

建設技術標準化資料第2号
技術管理室

土木研究所資料

第205号

建設技術標準化資料

第2号(昭和39-40年度)

昭和41年5月

建設省土木研究所

建設技術標準化資料

第2号

(昭和三十9-四十年度)

建設省土木研究所

建設技術標準化資料
正 誤 表

頁	行	誤	正
3 8	上 2	G(28):=W4+25 * C * X ;	G(28):=W4+25 * C ;
"	上 3	G(29):=P3+25 * C * X ;	G(29):=P3+25 * C ;
"	"	G(30):=P4+25 * C * X ;	G(30):=P4+25 * C ;
5 3	上 2	②	③
9 9	上 4 6	PRINT(P5=);PRINT(2,3, (P5 +5.0*C*X));	PRINT(P5=);PRINT(2,3, (P5 +2.5*C));
"	上 4 7	PRINT(2,3, (P6+5.0*C*X));	PRINT(2,3, (P6+2.5*C));
"	上 4 8	PRINT(2,3, (P7+5.0*C*X));	PRINT(2,3, (P7+2.5*C));
"	上 5 1 6 0	else if(3.0*X/2.0+H)≥4.0 then begin SPACE	削 除
"	下 2 5	PRINT(2,3, (P5+5.0*C*X));	PRINT(2,3, (P5+2.5*C));
"	" 2 4	PRINT(2,3, (P6+5.0*C*X));	PRINT(2,3, (P6+2.5*C));
"	" 2 3	PRINT(2,3, (P7+5.0*C*X));	PRINT(2,3, (P7+2.5*C));
"	" 1 7	PRINT(2,3, (W4+5.0*C*X));	PRINT(2,3, (W4+2.5*C));
1 1 0	上 9	W2:=A[9]	W2:=A[10]
1 1 2	上 3	逆T式	突げ九式
2 5 2	上 4, 6	枝村 俊 郎	枝村 俊 郎
2 5 4	上 3,6,10,11	枝村 俊 郎	枝村 俊 郎

目 次

序 文	1
第 1 章 総 説	2
1. 1 技術管理とは何か	3
1. 2 技術管理室の業務	3
1. 3 技術管理室の具体的業務	3
1. 4 技術管理室関係調査試験	4
1. 5 技術管理について	5
1. 6 年度別作業予定	6
第 2 章 土木構造物の標準化	7
2. 1 側とうおよび集水ます	8
2. 1. 1 街きよふた	8
2. 1. 2 街きよます	8
2. 1. 3 L 型側とう	8
2. 1. 4 側とうふた	8
2. 1. 5 U 型側とう	8
2. 2 暗 ぎ よ	19
2. 2. 1 ボックスカルバート	19
2. 2. 2 パイプカルバート	41
2. 2. 3 二連ボックスカルバート	48
2. 3 擁 壁 工	100
2. 3. 1 鉄筋コンクリート擁壁	100
2. 3. 2 重力式コンクリート擁壁	104
2. 3. 3 逆 T 式鉄筋コンクリート擁壁	112
2. 3. 4 扶壁式鉄筋コンクリート擁壁	122
2. 3. 5 各種擁壁の比較	125
2. 3. 6 石積工，石張工	155

第3章 土木技術の基準化について	166
3.1 材 料	167
3.2 ボックスカルパート縦方向配筋の決め方	173
3.3 擁壁基礎の調査設計指針	185
第4章 土木技術の自動化について	209
4.1 電子計算機の導入について	210
4.2 電子計算機の機種選択	213
4.3 電子計算機について	218
4.4 土木研究所における電子計算機利用の現状と増強計画	232

序 文

昭和39年4月土木研究所に技術管理室が設置され官房技術参事官、技術調査官、地建技術管理官等の一連の組織と共に、建設省関係のIndustrial Engineering業務の推進をはかることとなり、当技術管理室においては、

1. 土木関係、調査、設計、計画、方法の標準化自動化
2. 土木構造物設計の標準化自動化

を担当し昭和39年度の成果として

1. 土木構造物（側溝類、パイプカルバート、ボックスカルバート、重力式コンクリート擁壁、逆T式鉄筋コンクリート擁壁、石積石張工等）の自動設計プログラム並びにこれらの標準的な寸法のものに対する図化
2. 土木試験基準（桟料、コンクリートおよびアスファルト、土、一般並びに関係JIS）の集録
3. 土木関係調査設計計画部門への電子計算組織の普及（OKITAC 5090Hの導入とALGOLによるプログラマー約300名の教育訓練並びに標準プロセデュアの集積）

を得、また、昭和40年度の成果として

1. 土木構造物（二連ボックスカルバート、扶壁式擁壁）の自動設計プログラム並びにこれらの標準的な寸法のものに対する図化
2. 土木構造物設計指針（縦方向筋設計指針、擁壁類基礎工設計指針）の集録
3. 土木関係調査設計部門への電子計算組織の普及（ALGOLによるプログラマー累計約750名の教育訓練並びに標準手続の集積）

を得た。

昭和39年度における成果の1については、既に全日本建設技術協会より土木構造物標準設計Iとして印刷公刊され、昭和39年の2および40年の1および2についても印刷公刊の準備中であり、特に標準設計Iについては、本年2月の閣議において行政管理庁長官より推称事項として報告されるに至っている。

しかし、これらは技術の進展に伴ない当然改正されるべきもので、その改正の際の資料として諸假定方法途中の計算経過等を記録しておく必要が認められ、昨年昭和39年度分については、土木研究所資料第59号としてまとめておいたが、印刷部数が少なかつたことと多少資料不足であつたので、今回40年度分と一諸にまとめることとした。今後は各年度毎に建設技術標準化資料としてまとめることにした。

標準図、基準等がいかなる假定のもとで、いかなる手続によつてできたかを、これらの使用に當つて詳細に知りたい場合、改正時期に當つて制定当時の記録を調べたい場合に役に立つことを期待している。

技 術 管 理 室 長

第 1 章 総 説

第 1 章 総 説

1.1 技術管理とは何か

技術管理という名前から先づ連想される内容は技術の管理というイメージであるが実はこの構想の生みの親である技術調査官室で考えていた英訳名は Industrial Engineering でつまり管理工学に近いイメージを抱いているわけである。

我々の発足当時受取っていた建設技術の標準化、建設事業への電子計算組織の利用という構想は、まさにこの I E そのものであつてこの I E を建設技術の場に持込み更に発展させることこそ技術管理室の使命でなければならない。

I E に関してはいろいろな定義があるが現在のところ「人・資材・設備等の経営的生産要素の総合組織に対し、合理的な計画・改善を行うために工学的な分析・計画手法や数学・物理学等各種の専門的知識と技術を応用する管理科学である」という定義が最も一般的に行われている。

I E というといいかにもテーラーの創始になる課業管理標準時間を中心とする時間研究や、ギルブレス エマソン の創始になる動作研究等を指すように受取られ勝ちであるが今日いう I E はこれらもその内容の一部に含みながらフォードの生産標準化 シューハートの創始になる統計的品質管理、さらに安全工学、人間関係(HR)、オペレーションズリサーチ(OR)などが加わつて I E の体系が作られている。

アメリカに於ては化学、機械、電気などの技術者 17 人に対して 1 人の割合で、I E の専門家がおりといわれており日本の各企業でも逐次企画方法改善、作業測定、工程管理、標準化、工場配置、設備設計と更新等の管理技術を主任務とする技術者が増加しており建設事業の分野でも業績のあがつている組織はほとんど必ずといって良いほどこれらの I E 関係技術者のそろつている所だといわれている。

1.2 技術管理室の業務

技術管理室とは Industrial Engineering Division であるという考えのもとに建設省附属機関組織規定第 36 条の 2 にあげられた分掌事項

第 36 条の 2 技術管理室においては次の事務をつかさどる。

1. 土木工事の設計基準に関する事務を処理すること
 2. 技術の指導に関する連絡および調整を行うこと
- をにらみ合せながら建設技術の場に当てはめてみると次のようなものになろう。
- 1) 問題の所在の発見
 - 2) 技術に関する情報の把握(収集・分析・整理)
 - 3) 技術の研究・開発並びにこれらの標準化
 - 4) 標準化された技術の普及指導
 - 5) 技術者の資質、能力の向上

1.3 技術管理室の具体的業務

以上の総括的業務内容を受けて建設技術の標準化に関する業務と建設技術に対する電子計算の利用に二大別し業務内容を列記すると次のようなものになろう。

1 技術標準関係

1) 技術情報および資料の整理普及

- (1) 内外の技術情報技術資料の整理紹介
- (2) 内外の新工法新材料に関する情報の収集紹介

2) 設計基準

- (1) 土木研究所その他に於て開発された方法の標準化普及
(例、橋台、橋脚、基礎工、法面、小径間橋梁、ダム、トンネル等)
- (2) 地方建設局その他に於て実施されているものの標準化
(例、集水ます、暗さよ、伸縮装置等)

3) 調査試験基準等

4) 土木関係諸基準の改正、作成に伴う連絡調整

(例、河川砂防技術基準、道路技術基準、海岸技術基準等の改正、土木試験基準の作成)
尚これについては2年毎に見直し審議を行う体制が望ましい。

2. 電子計算関係

1) 電子計算機の運用

土木研究所に於てはOKITAO 5090Hの借上を行うがこれはALGOLで書き下されたプログラムを受取り(データテープは原則として計算依頼者側で作成)計算実行し結果を送付する形で運用(エラーのあつた場合計算内容に立至る必要があるときはその旨付記して返送)する予定である。

2) 電子計算機のプログラムライブラリ準備

今後繰返して使用される可能性のあるプログラムは原則として標準手続にまとめ名前とパラメタを指定すれば実行可能な様に整備する。

(例、統計計算、簡単な設計計算、計画等)

3) 電子計算機の利用開発

実験と直結したり観測結果を直ちに計算整理させる為のピックアップその他の改良等の他、地建関係事務計算機としての利用面等についての開発

3. 技術指導関係

1) 技術指導に関する連絡調整

1.4 技術管理室関係調査試験

1 標準化関係

1) 土木構造物の標準化に関する調査

短径間橋梁・側こう等の設計条件を整理し、構造物の標準化の資料を得る為、現在地方建設局・府県・土研その他の研究機関等で行われている各種の設計実例を収集し諸種の条件を整理の上標準設計を行い、ある範囲内で妥当な結果を与えるような構造物の形状寸法をまとめる。

2) 土木構造物の設計方法の標準化に関する研究

研究機関その他で行われた調査研究の結果を実際に利用するに当つてその当初の仮定および計算手順を明確にすると共に、結果の解釈方法等を含めた設計計算方法の標準化を行う。

2. 電子計算関係

1) 土木技術における電子計算の利用方法に関する調査

土木関係の夫々固有の研究成果に伴いこれに対する電子計算の利用を促進する事は勿論必要であるが、土木各分野の共通技術部分或いは土木以外の各分野との共通技術部分が盲点となり又他部門の知識が有効に利用されていない面も見受けられるので数値解析、統計解析その他の計算技術を土木関係の各分野に利用し易い形に整理修正を行うほか、各分野の共通的な手法の開発および標準化を行う。

2) 計測結果の解析における電子計算の利用に関する研究

実験および現地における計測データを記録解析するに当り例えば振動などの高速変化量をデジタル化して入力し解析を行う方法等主として計測データの取扱いに関するハードウェア、ソフトウェアに関する研究を行う。

1.5 技術管理について

以上のべた様に I E を建設技術の分野にいかに関与し開発を行うかという問題を技術参事官室、技術調査官室、技術管理室、技術管理官が一体となつて推進することになるわけであるが、今迄とかく軽視又は誤解され勝ちであつた I E を普及推進するには先づ全技術者にその持つ意味を滲透させる必要がある。

例えば I E の 1 分野である品質管理 (Q C) についても未だにデータの後整理の方法であるかの様に誤解する向きも多く、建設省技術研究会の指定課題として Q C の方法論を取上げるに当つてすら単なる品質基準の設定にすぎない例えばコンクリートの A 級工事では強度を何 Kg/cm^2 増しにとるといつた様なことが品質管理であるかの様な発言が飛びだしたり (実はこの様なことは土木関係の現場では現在の工程能力を考えた配合設計による品質基準の設定として日常行われていることであり、実は品質管理とはこの様に仮りに設定した品質基準を守ることによつて生ずる不合格品が出来ることによる損失並びにむだに程度の高いものを作りすぎる損失を見合せて最も経済的に生産を続行できる様工程を維持する方法に外ならないのである)。又多くの品質特性を測ることを強制することにならぬかといふ心配論が出たり (実は測らず従つて管理しなかつた為不良品が出るトラブルを防ぎ、無意味にとつている測定項目を減少し、全体として経済的に工事を遂行出来る様にすることが品質管理の目的である) 又土木事業は品質管理以前だと云つたおさまりの議論が飛び出したり (実は粗いものであろうと精密なものであろうと与えられた規格に合格したものを最も経済的に作る方法こそ品質管理は与えてくれるはずである) する方面に対して先づ Q C の意義を説き充分に理解して貰う必要があると考えられる。

例れば品質管理 (Q C) に関しては「設計、仕様書に示された規格を安定した状態で満足する様な構造物を最も経済的に作る事ができるよう、その工事のすべての段階に統計理論と統計技術を応用して行くこと」であつて決してデータの後整理の方法でもなければ単なる品質基準の設定に過ぎないものでもなく、又むだな測定を排除し必要な測定のみによつて必要最少限の手数で満足な品物を作るための方法であり、品質管理以前の状態などはあり得ないものであることを徹底しておく必要がある。

又 Q C を含めた I E についても技術の近代化のためには技能めいた過去の経験に頼るのでなく、これらの技能を技術化し、技術標準として成文化ししかもこれを常に (通常少くも二年毎に) 見直し、その時点の技術水準を表すものに保つことつまり標準化なくしては技術の近代化

はあり得ないこと、並びに数少ない技術者を既に手順並びに判断基準の定まっている業務から開放しより高度の企画調査、実施、分析に専心させるために大いに電子計算の利用を推進すべきことを強調しておきたい。

1. 6 年度別作業予定

土木構造物標準設計

I 既刊（昭和39年度版）

01 側こう類

02 暗きよ類

03 擁壁類

II （昭和40年度版）

02 暗きよ類（二連ボックスカルバート）

03 擁壁類（扶壁式鉄筋コンクリート擁壁）

III（橋梁下部工）（昭和41年度版）

05 橋台（直接基礎）

05 橋脚（"）

IV（PC橋）（昭和42年度版）

04 PC橋（ボステン）

V（RC橋）（昭和42年度版）

04 床版橋

04 Tげた橋

VI（鋼橋）（昭和43年度版）

04 プレートガーダー橋

04 Hビーム橋

VII（基礎工）（昭和43年度版）

06 くい基礎

06 ウエル

06 ケーソン

VIII（昭和42年度版）

02 樋門樋管（ゲートならびにその付属物）

13 矢板類

土木技術基準

(1) 土木試験基準（原稿完了）

(2) 土木調査基準（準備中）

設計指針

(1) ボックスカルバート縦方向筋の設計指針（第一次案）

(2) 擁壁基礎の調査設計指針（第一次案）

(3) のり面保護工の設計指針

(4) 舗装設計指針

(5) 路面排水工設計指針

(6) 擁壁の選定基準

(7) 道路橋の型式選定基準

第 2 章 土木構造物の標準化

第2章 土木構造物の標準化

2.1 側とうおよび集水ます

降雨、または融雪による路面排水施設のうち、まず側とうと集水ます（街きよおよび街きよます）の標準化を行ったので、これについて概説すると、側とう類をつぎの5種類に分けた。

2.1.1 01-GH-1~2（街きよますふた）

街きよますに合わせてふたの寸法を $490mm \times 490, 590, 690, 890mm$; $590mm \times 590, 690, 890mm$ および $690mm \times 690, 890mm$ の9種類について、2枚の標準図に集録した。

2.1.2 01-GH-1~2（街きよます）

街きよますは、流下する下水管の埋設深さなどにより、地質がいろいろ異なるので、標準化することは困難であるが、一応下記のような形状に取りまとめた。

内面巾Aを 400, 500, 600mm

内面長Bを 400, 500, 600, 800mm

内面高Hを 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1700, 2000mm

すなわち、A, B, Hについて上記の寸法にまとめ、これをいろいろと組み合わせて81通りの図化を行なった。また集水ますの設置位置が従来施工地点によってかなり相違していたので、この標準図では原則として中心間隔を20mとするように決めた。

2.1.3 01-LS-1~2（L型側とう）

- (1) 道路の対岸に擁壁等が築造されている場合（逆L型、場所打コンクリート）
- (2) 歩車道境界ブロック（地先境界ブロックと組み合わせる場合を含む）などの既製ブロック類と現場打ちコンクリートを組み合わせた場合、および全プレキャスト部材を使用した場合とに分類した。

2.1.4 01-SH-1（側とうふた）

U型側とうのふたで巾は側とうの寸法にあわせて300, 400, 500mm, 長さは1律に600mmとした。厚さは同厚の場合100mm, とう配のついているときは最小厚を100mmとした。

2.1.5 01-US-1~3（U型側とう）

1. 現場打コンクリート

1) ふたのある場合。

ふたのない場合。

2) 舗装工事が完了するまで、排水のため、および車道側を低くした場合。

完成断面

についてそれぞれ組み合わせ、また

2. プレキャスト製品の使用

3. 街きよますで、歩車道境界ブロックが側壁にのる場合

に分け、断面も内面巾200～500mmまで、深さ200～800mmまで変化させた。

これら側この各種断面について、縦断こう配をいろいろに変えたときの最大流量を Manning 公式より求めて解説に図化しておいたので、降雨量や集水面積を調べて、現地で適当なタイプを選択すればよい。(図2.1-1参照)

なお集水ます(街きよますを含む)には流入する側こうによって、コンクリート量や、型わく面積などが異なるので、これらを全部記載すると膨大な量となるので、解説に示したので必要に応じてこれを記入すればよいようにしてある。集水ます、街きよますの材料計算(コンクリート体積と型わく面積)をしたプログラムと各種側この流量を計算したプログラムを掲示する。

表 2.1-1 側 面 調 査 表

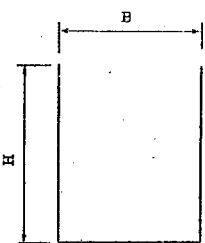
略 図	寸 法	個 数					
	B × H ^(mm)	近 畿	中 国	東 北	関 東	そ の 他	合 計
	200 × 200	1		2		2	5
	200 × 300	1				2	3
	280 × 370				1		1
	280 × 370				1		1
	300 × 300	2	1	2	1	5	11
	300 × 400	2	2			5	9
	300 × 500	2	2			5	9
	400 × 300		1	2			3
	400 × 400	2	2	2		5	11
	400 × 500	2	2			5	9
	500 × 370		1				1
	500 × 400		1	2			3
	500 × 500	2	2			4	8
	500 × 600		2				2

表 2.1-2

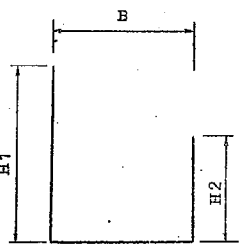
略 図	寸 法	個 数					
	B × H1 × H2	近 畿	中 国	東 北	関 東	そ の 他	合 計
	300 × 200 × 200	1					1
	300 × 300 × 100					3	3
	300 × 300 × 200	1					1
	300 × 400 × 200					3	3
	300 × 400 × 300	1					1
	300 × 500 × 300					3	3
	400 × 300 × 300	1					1
	400 × 400 × 200					3	3
	400 × 400 × 300	1					1
	400 × 500 × 300					3	3
	500 × 400 × 300	1					1
	500 × 500 × 300					3	3

表 3.1 - 3

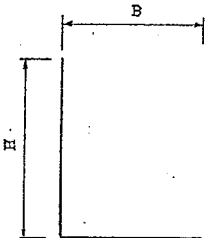
略 図	寸 法	個 数					
	B × H	近 畿	中 国	東 北	関 東	そ の 他	合 計
	200 × 200	1				1	2
	200 × 300	1				1	2
	250 × 300			2			2
	300 × 100					1	1
	300 × 200					1	1
	300 × 300			2		1	3
	300 × 400	1		2		1	4
	400 × 200					1	1
	400 × 300					1	1
	400 × 400	1		2		1	4
	400 × 500	1		2		1	4
	500 × 300		1			1	2
	530 × 400		1				1
	500 × 500	1		2		1	4
	600 × 300		1				1
	630 × 400		1				1
	730 × 400		1				1
	800 × 500		1				1

表 2.1 - 4

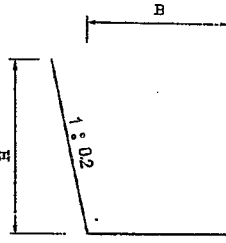
略 図	寸 法	個 数					
	B × H	近 畿	中 国	東 北	関 東	そ の 他	合 計
	300 × 400				1		1
	300 × 500				1		1
	400 × 500	1					1
	400 × 600	1					1
	500 × 500	1				1	2
	500 × 600	1				1	2
	500 × 700	1				1	2
	600 × 500	1				1	2
	600 × 600	1				1	2
	600 × 700	1				1	2
	600 × 800	1				1	2

表 2.1 - 5

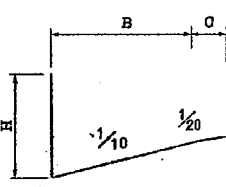
略 図	寸 法	個 数					
	B × C × H	近 畿	中 国	東 北	関 東	その他	合 計
	250×100×100		2	2	2	2	8
	300×100×100		1	1	1	1	4
	300×100×150		1				1
	350×100×100		1	1	1		3
	400×100×160		1				1

表 2.1 - 6

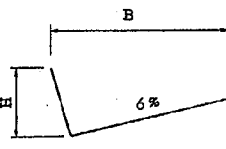
略 図	寸 法	個 数					
	B × H	近 畿	中 国	東 北	関 東	その他	合 計
	330 × 130			1		1	2
	380 × 130			1		1	2
	420 × 180			1		1	2
	470 × 180			1		1	2
	515 × 150				2		2
	520 × 230			1		1	2
	547 × 150				1		1

表 2.1 - 7

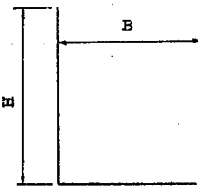
略 図	寸 法	個 数					
	B × H	近 畿	中 国	東 北	関 東	その他	合 計
	500 × 500					1	1
	500 × 600					1	1
	500 × 700					1	1
	600 × 500					1	1
	600 × 600					1	1
	600 × 700					1	1
	600 × 800					1	1

表 2.1 - 8

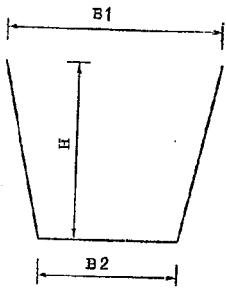
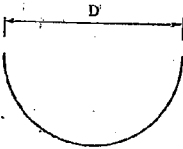
略 図	寸 法	個 数					
	B1 × B2 × H	近 畿	中 国	東 北	関 東	その他	合 計
	180 × 170 × 180				1		1
	240 × 220 × 240				1		1
	240 × 200 × 300				1		1
	300 × 250 × 200			1			1
	300 × 250 × 300			1			1
	300 × 260 × 240			1	1	1	3
	300 × 260 × 300			1	1	1	3
	300 × 260 × 360			1	1	1	3
	360 × 310 × 300			1	1	1	3
	360 × 310 × 360			1	1	1	3
	400 × 350 × 300			1			1
	400 × 350 × 400			1			1
	450 × 400 × 450			1	1	1	3
	500 × 450 × 400			1			1
	600 × 400 × 500	1					1
	600 × 570 × 600				1		1
	600 × 540 × 600			1		1	2
	640 × 400 × 600	1					1
	700 × 500 × 500	1					1
	700 × 500 × 600	1				1	2
	780 × 500 × 700	1				1	2
	800 × 600 × 500	1				1	2
	840 × 600 × 600	1				1	2
	880 × 600 × 700	1				1	2
	920 × 600 × 800	1				1	2

表 2.1 - 9

略 図	寸 法	個 数					
	D	近 畿	中 国	東 北	関 東	その他	合 計
	300					1	1
	450					1	1
	600					1	1

側この流量計算 その1

```

begin real AO1101, I1;
array A, S, R, V, Q, A1, S1, R1, V1, Q1, A2, S2, R2, V2,
      Q2, A3, S3, R3, V3, Q3, NAA, NAH, NAA1, NAB2,
      NAH1, NAA2, NAH2, NAA3, NAH3 [1:17];
integer I;
SPACE(30);
PRINT('*****RYURYOU*****KEISAN*****1965*****3/29');
CRLF(2);
SPACE(10); PRINT('KOUBAI'); SPACE( 8); PRINT('HABA');
SPACE(10); PRINT('HUKASA'); SPACE( 8); PRINT('DANMEN');
SPACE(10); PRINT(' S '); SPACE(13); PRINT(' R ');
SPACE(13); PRINT(' V '); SPACE(13); PRINT(' Q '); CRLF ( 2);
procedure RT(N,NA);
value N;
integer N;
array NA;
begin integer I2;
for I2:= 1 step 1 until N do
  READ(NA[I2]);
end;
begin RT(17,NAA ); RT(17,NAH ); RT( 7,NAA1);
RT( 7,NAB2); RT( 7,NAH1); RT( 8,NAA2);
RT( 8,NAH2); RT(12,NAA3); RT(12,NAH3);
for I1 := 0.001 step 0.001 until 0.054 do
begin
for I :=1 step 1 until 17 do
begin A[I]:=NAA[I]*NAH[I];
S[I]:=NAA[I]+2.0*NAH[I];
R[I]:=A[I]/S[I];
V[I]:=R[I]*(2.0/3.0)*SQRT(I1)/0.015;
Q[I]:=A[I]*V[I];
SPACE( 8); PRINT(1.3,I1*100.0);
SPACE( 6); PRINT(1.3,NAA[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.3,NAH[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.3,A[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.3,S[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.3,R[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.4,V[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.4,Q[I]); CRLF(1);
end; CRLF (1);
for I := 1step 1 until 7 do
begin A1[I]:=(NAA1[I]+NAB2[I])*NAH1[I]/2.0;
S1[I]:=NAB2[I]+SQRT(NAH1[I]+2+((
NAA1[I]-NAB2[I])/2.0)2)*2.0;
R1[I]:=A1[I]/S1[I];
V1[I]:=R1[I]*(2.0/3.0)*SQRT(I1)/0.015;
Q1[I]:=A1[I]*V1[I];
SPACE( 8); PRINT(1.3,I1*100.0);
SPACE( 6); PRINT(1.3,NAA1[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.3,NAH1[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.3,A1[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.3,S1[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.3,R1[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.4,V1[I]);
SPACE( 6); PRINT(1.4,Q1[I]); CRLF(1);
end;
end;

```

```

CRLF(1);
for I = 1 step 1 until 8 do
begin
A2[I] := NAA2[I]*NAH2[I]+3.1416*(NAA2[I]
/2.0)*2/2.0;
S2[I] := 2.0*NAH2[I]+3.1416*NAA2[I]/2.0;
R2[I] := A2[I]/S2[I];
V2[I] := R2[I]*(2.0/3.0)*SQRT(I)/0.013;
Q2[I] := A2[I]*V2[I];
SPACE(8); PRINT(1.3,I*100.0);
SPACE(6); PRINT(1.3,NAA2[I]);
SPACE(6); PRINT(1.3,NAH2[I]);
SPACE(6); PRINT(1.3,A2[I]);
SPACE(6); PRINT(1.3,NAA2[I]);
SPACE(6); PRINT(1.3,NAH2[I]);
SPACE(6); PRINT(1.3,A2[I]);
SPACE(6); PRINT(1.3,S2[I]);
SPACE(6); PRINT(1.3,R2[I]);
SPACE(6); PRINT(1.4,V2[I]);
SPACE(6); PRINT(1.4,Q2[I]); CRLF(1);
end;
CRLF(1);
for I = 1 step 1 until 12 do
begin
A3[I] := NAA3[I]*NAH3[I]/2.0;
S3[I] := NAA3[I]+NAH3[I]; R3[I] := A3[I]/S3[I];
V3[I] := R3[I]*(2.0/3.0)*SQRT(I)/0.015;
Q3[I] := A3[I]*V3[I];
SPACE(8); PRINT(1.3,I*100.0);
SPACE(6); PRINT(1.3,NAA3[I]);
SPACE(6); PRINT(1.3,NAH3[I]);
SPACE(6); PRINT(1.3,A3[I]);
SPACE(6); PRINT(1.3,S3[I]);
SPACE(6); PRINT(1.3,R3[I]);
SPACE(6); PRINT(1.4,V3[I]);
SPACE(6); PRINT(1.4,Q3[I]); CRLF(1);
end;
CRLF(12); SPACE(30);
PRINT('*****RYURYOU*****KEISAN
*****1965*****3/30');
CRLF(2); SPACE(10); PRINT('KOUBAI');
SPACE(8); PRINT('HABA'); SPACE(10);
PRINT('HUKASA'); SPACE(8);
PRINT('DANMEN'); SPACE(10);
PRINT('S'); SPACE(13); PRINT('R');
SPACE(13); PRINT('V');
SPACE(13); PRINT('Q'); CRLF(2);
end;
end;

```

```

0.2, 0.2, 0.3, 0.3, 0.3, 0.3, 0.4, 0.4, 0.4, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5,
0.6, 0.6, 0.6, 0.6, 0.2, 0.3, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.3, 0.4, 0.5,
0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.3, 0.3, 0.3, 0.36, 0.36,
0.45, 0.6, 0.26, 0.26, 0.26, 0.31, 0.31, 0.4, 0.54, 0.24, 0.3,
0.36, 0.3, 0.36, 0.45, 0.6, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, 0.5,
0.56, 0.1, 0.115, 0.125, 0.14, 0.15, 0.165, 0.175, 0.2, 0.25, 0.3,
0.3, 0.3, 0.3, 0.4, 0.4, 0.4, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5,
0.03, 0.01, 0.015, 0.02, 0.025, 0.03, 0.02, 0.025, 0.03, 0.02, 0.025, 0.04;

```

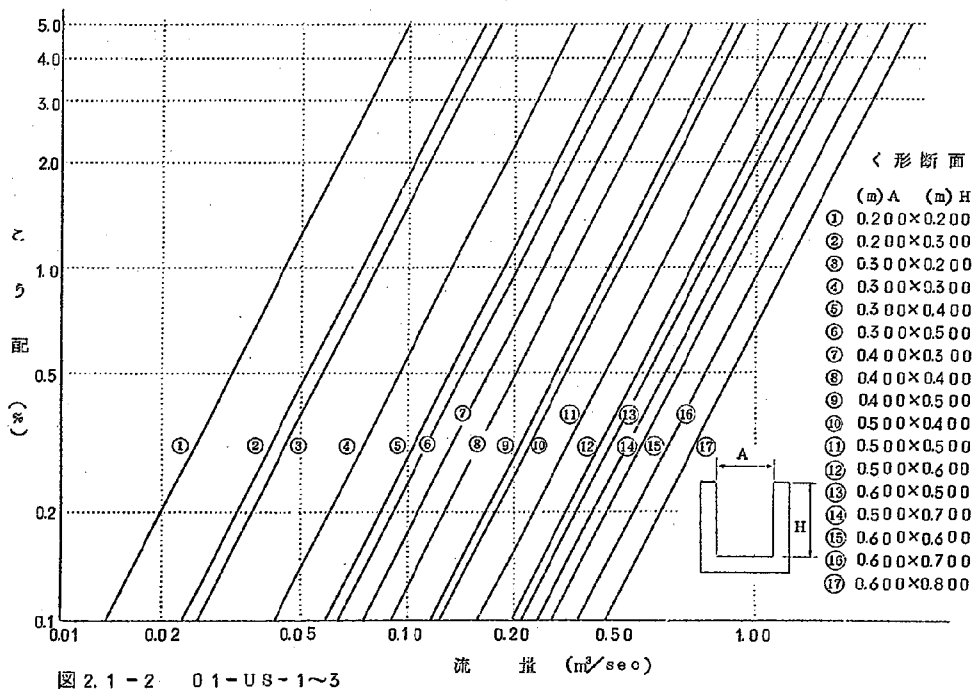
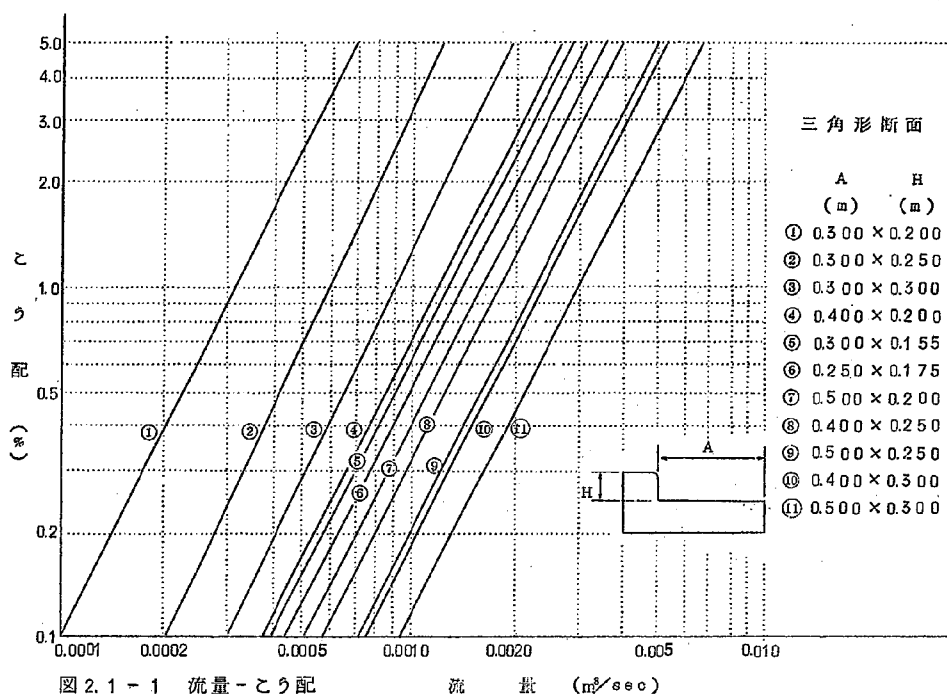
側通りの流量計算 その2

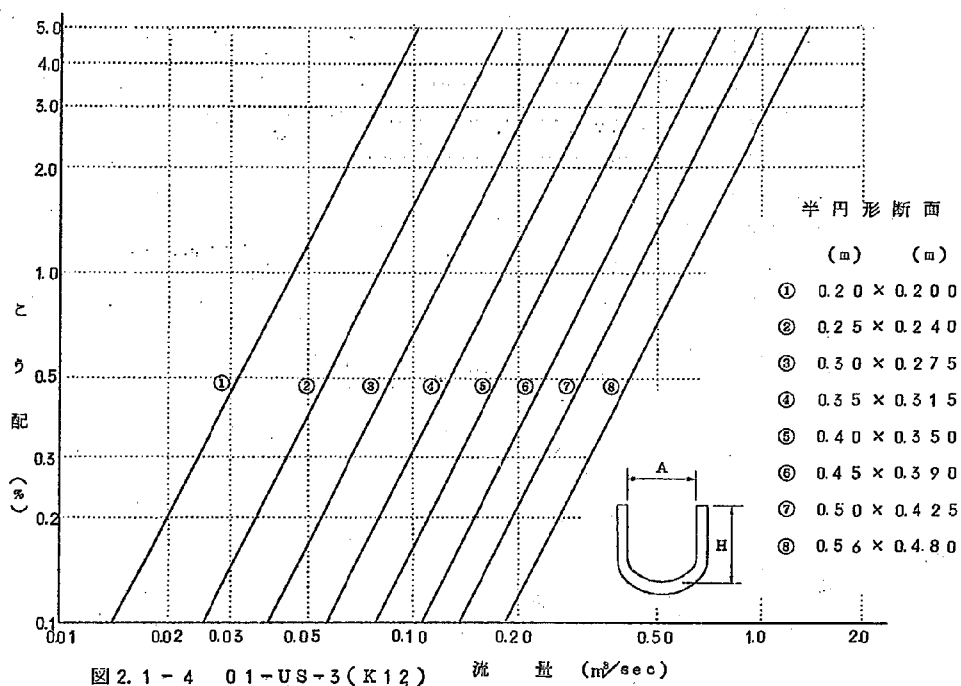
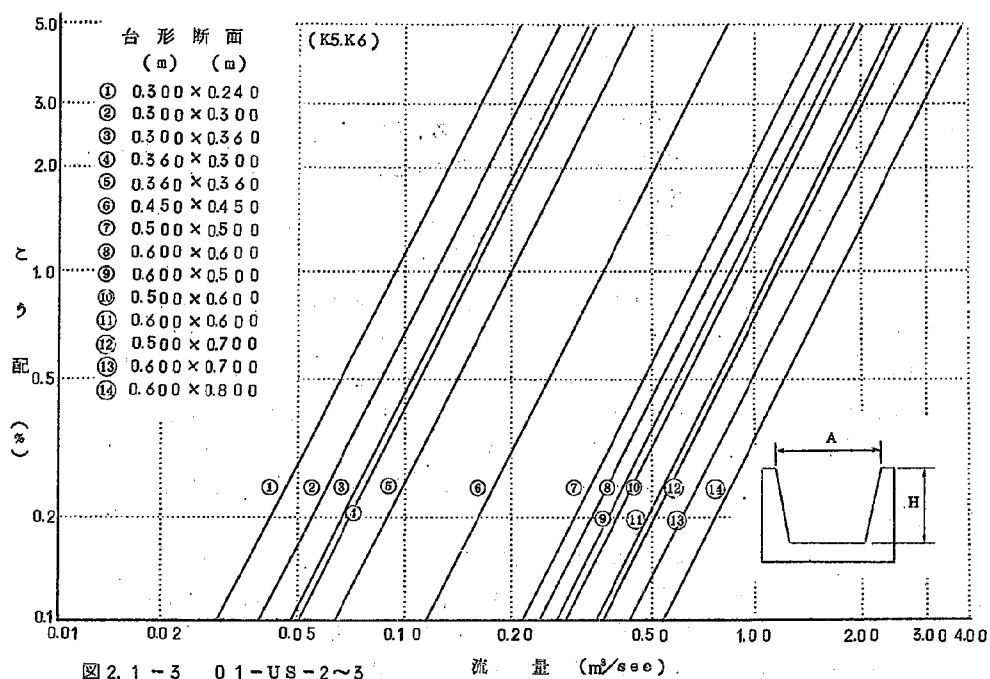
```

begin real A01103,A,R,I,G,H,S,AR,V,Q;
  integer N;
  for N:=1 step 1 until 150 do
    begin
      READ(A,H);
      for I:=0.001 step 0.001 until 0.051 do
        begin
          G:=0.2*H;
          S:=2.0*SQRT(H2+G2)+A;
          AR:=(A+G)*H;
          R:=AR/S;
          V:=R*(2.0/3.0)*SQRT(I)/0.015;
          Q:=AR*V;
          SPACE(15);PRINT(2.4,I);
          PRINT('*');PRINT(2.4,A);
          PRINT(2.4,A+2.0*G);
          PRINT('*');PRINT(2.4,H);
          PRINT(2.4,G); PRINT(2.4,AR);
          PRINT(2.4,S); PRINT(2.4,R);
          PRINT(2.4,V); PRINT(2.4,Q);
          PRINT('*'); CRLF(2);
        end;
      end;
    end;
  end;

```

0.5,0.5,0.5,0.6,0.5,0.7,0.6,0.5,0.6,0.6,0.6,0.7,0.6,0.8;





2.2 暗 き よ

2.2.1 ボックスカルバート

1. 設 計 範 囲

道路構造物標準化部会の39年度の作業目標でもある、ボックスカルバートの標準設計について土研技術管理室で作業を行ない今回は単位長さ当りのコンクリート体積、型わく、鉄筋量等を記入した標準図を作成した。

標準図作成においては、設計計算は技術管理室で電子計算機を使って行ない、製図、(JIS A-1)は外注によった。

地盤沈下に対する底版縦方向筋については、昭和40年度に指針として刊行された「ボックスカルバート縦方向筋の決め方」により配筋するようにしてある。また、斜カルバートの端部配筋については続けて作業を行ない、早い機会に成果をだすことにする。

ボックスカルバートの断面形状は、 $1.0 \times 1.0 \sim 6.0 \times 5.0$ まで50cmピッチで行なうが、必要と考えられる断面形状の範囲については25cmピッチで図化した。

被覆土厚については、0~5.0mまで50cmピッチで設計計算し、最終的に155枚の図化を行なった。

なお、荷重の載荷法および計算式は、結果に影響のない範囲で簡略にした。つまり前輪による側圧の影響線が側壁の途中で終る場合は水平土圧の算式には組み入れてないし、また、前輪は鉛直荷重として頂版に部分載荷しても、影響が小さいとして考慮しなかった。

しかし、これらについては作図の段階で、配筋その他で考慮した。

2. ボックスカルバートの設計計算式

1) 設 計 条 件

(1) 単 位 重 量

鉄筋コンクリート		2,500 Kg/m ²
舗装(アスロン)		2,300 Kg/m ²
土		1,800 Kg/m ²

(2) 活 荷 重

(T-20)の荷重を使用する。また、(T-20)によるカルバート縦方向単位長さ当り換算荷重は、下記の通りとする。

但し、衝撃係数 $i = 0.3$ とする。

$$\text{後輪 } PL_1 = \frac{2 \cdot W_1}{2.75} (1+i) = \frac{2 \times 8}{2.75} (1+0.3) = 7.56 \text{ t/m}$$

$$\text{前輪 } PL_2 = \frac{2 \cdot W_2}{2.75} (1+i) = \frac{2 \times 2}{2.75} (1+0.3) = 1.89 \text{ t/m}$$

(3) 土 圧

(1) 水 平 土 圧

水平土圧係数 0.6 は 0.33 を基本にして設計し、 0 、および 0.6 についてもチェックし 0.33 から 0.6 まで適用できるように設計した。

(II) 鉛直土圧

Project condition として, Dean Marston の公式も検討したが, 今回は適用しなかった。

ゆえに, (ボックスカルバートの上面被覆土全重量) $\times 1.0$ を鉛直土圧とした。

(4) 温度変化および地震

ボックスカルバートの設計には一般に温度変化および地震の影響は考慮しないので, 本設計においても考慮しなかった。

(5) 許容応力度

主鉄筋許容引張応力度 (SD 30) $\sigma_{sa} = 1,600 \text{ Kg/cm}^2$

コンクリート許容圧縮応力度 $\sigma_{ca} = 70 \text{ Kg/cm}^2$

コンクリート許容せん断応力度 $\tau_a = 8 \text{ Kg/cm}^2$

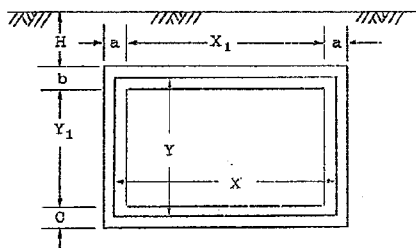
(6) 鉄筋のかぶり

側壁および頂版 6 cm

底版 10 cm

3. ボックスラーメンの計算式

ボックスカルバートの計算は, 電子計算機によって鉄筋およびコンクリートの断面と応力を求め, そして, とう角法 (Slope Deflection Method) によってラーメンを解いた。計算に使用する各寸法の附号は, 下图の通り。



$$X = X_1 + a$$

$$Y = Y_1 + \frac{b}{2} + \frac{G}{2}$$

図 2.2 - 1

1) 計算上の仮定

ボックスカルバートの内側にある土砂および底版重量等の底版荷重を低減する荷重は, ラーメン計算上は省略した方が安全なので考慮しなかった。

2) 荷重項の計算 (単位: t および m)

$$F = 0.2 + 2 \cdot H + b, \quad F_B = 0.2 + 2(H + Y) + b$$

(I) 前輪が側面土圧に影響しない場合 ($\frac{X}{2} + H < 4.0$)

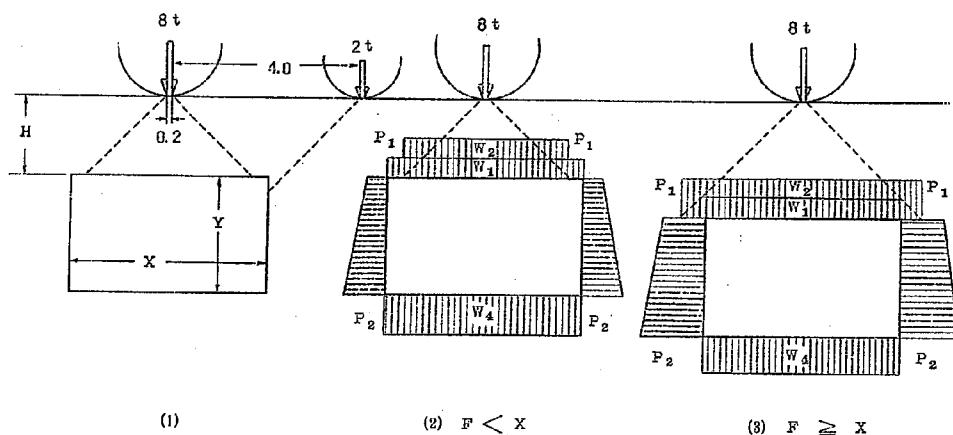


図 2.2-2

(i) 後輪による分布幅が X より小さい場合 ($F < X$) (図 2.2-2)

$$W_1 = \omega \cdot H + 0.2(2.3 - 1.8) + 2.5 \cdot b = 1.8 \cdot H + 0.1 + 2.5 \cdot b$$

$$W_2 = \frac{P_{L1}}{F} = \frac{7.56}{F}$$

$$P_1 = Ce(\omega \cdot H + 0.1) = \frac{1}{3}(1.8 \cdot H + 0.1)$$

$$P_2 = Ce\{\omega(H+Y) + 0.1\} = \frac{1}{3}\{1.8(H+Y) + 0.1\}$$

$$W_4 = 1.8 \cdot H + \frac{7.56}{X} + \frac{2.5(2 \cdot a \cdot Y + b \cdot X)}{X} + 0.1$$

$$G_{AB} = \frac{Y^2}{60}(3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1) = G_{DO}$$

$$G_{BA} = \frac{Y^2}{60}(2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1) = G_{OD}$$

$$G_{BO} = \frac{W_1 \cdot X^2}{12} + \frac{W_2 \cdot F(1.5 \cdot X^2 - 0.5 \cdot F^2)}{12 \cdot X} = G_{OB}$$

$$G_{AD} = \frac{W_4 \cdot X^2}{12} = G_{DA}$$

(ii) 後輪による分布幅が X より大きい場合 ($F \geq X$) (図 2.2-2(3))

$$W_1 = \omega \cdot H + 0.2(2.3 - 1.8) + 2.5 \cdot b = 1.8 \cdot H + 0.1 + 2.5 \cdot b$$

$$P_1 = Ce(\omega \cdot H + W_2 + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{2.52}{F} + \frac{1}{30}$$

$$P_2 = Ce\{\omega(H+Y) + \frac{P_{L1}}{F} + 0.1\} = 0.6(H+Y) + \frac{2.52}{F} + \frac{1}{30}$$

$$W_4 = 1.8 \cdot H + \frac{7.56}{F} + \frac{2.5(2 \cdot a \cdot Y + b \cdot X)}{X} + 0.1$$

$$C_{AB} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1) = C_{DO}$$

$$C_{BA} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1) = C_{OD}$$

$$C_{BO} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2) = C_{GB}$$

$$C_{AD} = \frac{W_4 \cdot X^2}{12} = C_{DA}$$

(2) 前輪が側面土圧に影響する場合 ($\frac{X}{2} + H \geq 4.0$)

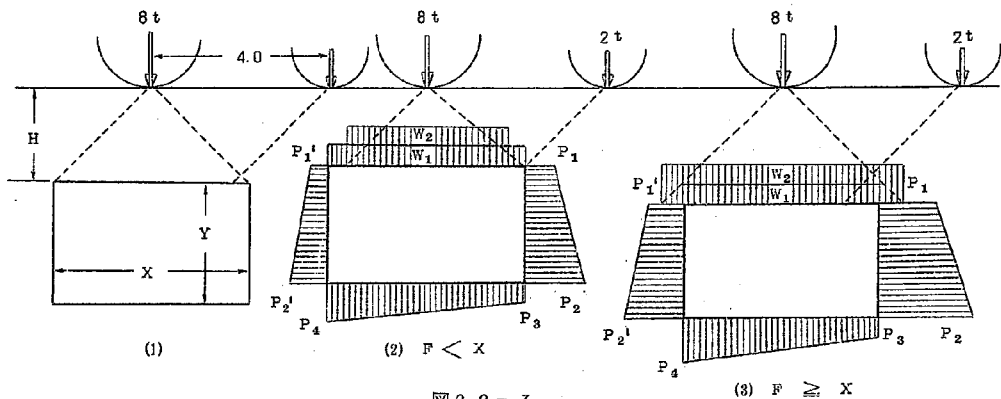


図 2.2-3

(i) 後輪による分布幅がXより小さい場合 ($F < X$) (図 2.2-3(2))

$$W_1 = \omega \cdot H + 0.2(2.3 - 1.8) + 2.5 \cdot b = 1.8H + 0.1 + 2.5 \cdot b$$

$$W_2 = \frac{PL_1}{F} = \frac{7.56}{F}$$

$$P_1 = Ce(\omega \cdot H + W_2 + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{2.52}{F} + \frac{1}{30}$$

$$P_2 = Ce\left\{\omega(H+Y) + \frac{PL_1}{Fs} + 0.1\right\} = 0.6(H+Y) + \frac{2.52}{Fs} + \frac{1}{30}$$

$$P_1' = Ce(\omega \cdot H + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{1}{30}$$

$$P_2' = Ce\{\omega(H+Y) + 0.1\} = 0.6(H+Y) + \frac{1}{30}$$

$$PQ = 1.8 \cdot H + \frac{7.56}{X} + \frac{2.5(2 \cdot a \cdot Y + b \cdot X)}{X} + 0.1$$

$$Q_1 = \frac{Y}{2} (P_1' + P_2')$$

$$Q_2 = \frac{Y}{2} (P_1 + P_2)$$

$$Q_3 = PQ \cdot X$$

$$E = \frac{Q_2 \cdot e_2 - Q_1 \cdot e_1}{Q_3}$$

但し

$$e_1 = \frac{Y(2 \cdot P_1' + P_2')}{3(P_1' + P_2')}$$

$$e_2 = \frac{Y(2 \cdot P_1 + P_2)}{3(P_1 + P_2)}$$

$$e_3 = \frac{X}{2} - E$$

$$P_3 = \frac{2 \cdot Q_3}{X} \left(\frac{3 \cdot e_2}{X} - 1 \right)$$

$$P_4 = \frac{2 \cdot Q_3 \cdot e_3}{X} \left(\frac{2}{e_3} - \frac{3}{X} \right)$$

$$C_{AB} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2' + 2 \cdot P_1')$$

$$C_{BA} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2' + 3 \cdot P_1')$$

$$C_{BG} = \frac{W_1 \cdot X^2}{12} + \frac{W_2 \cdot F(1.5 \cdot X^2 - 0.5 \cdot F^2)}{12 \cdot X} = C_{GB}$$

$$C_{GB} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1)$$

$$C_{DG} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1)$$

$$C_{DA} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_4 + 3 \cdot P_3)$$

$$C_{AD} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_4 + 2 \cdot P_3)$$

(ii) 後輪による分布幅がXより大きい場合 ($F \geq X$) (図 2.2-3(3))

$$W_1 = \omega \cdot H + 0.2(2.3 - 1.8) + 2.5 \cdot b = 1.8 \cdot H + 0.1 + 2.5 \cdot b$$

$$W_2 = \frac{P_{L1}}{F} = \frac{7.56}{F}$$

$$P_1 = Ce \left(\omega \cdot H + \frac{7.56}{F} + \frac{1.89}{F} + 0.1 \right) = 0.6 \cdot H + \frac{3.15}{F} + \frac{1}{30}$$

$$P_2 = Ce \left\{ \omega \cdot H + Y + \frac{7.56}{FS} + \frac{1.89}{FS} + 0.1 \right\} = 0.6(H+Y) + \frac{3.15}{FS} + \frac{1}{30}$$

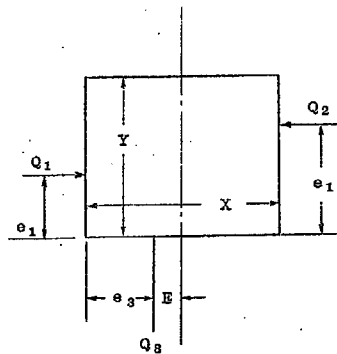


図 2.2-4

$$P_1' = G_0 \left(\omega \cdot H + \frac{7.56}{F} + 0.1 \right) = 0.6 \cdot H + \frac{2.52}{F} + \frac{1}{30}$$

$$P_2' = G_0 \left(\omega (H+Y) + \frac{7.56}{F_s} + 0.1 \right) = 0.6 (H+Y) + \frac{2.52}{F_s} + \frac{1}{30}$$

$$PQ = 1.8 \cdot H + \frac{7.56}{X} + \frac{2.5 (2 \cdot a \cdot Y + b \cdot X)}{X} + 0.1$$

$$Q_1 = \frac{Y}{2} (P_1' + P_2')$$

$$Q_2 = \frac{Y}{2} (P_1 + P_2)$$

$$Q_3 = PQ \cdot X$$

$$E = \frac{Q_2 \cdot e_2 - Q_1 \cdot e_1}{Q_3}$$

但し

$$e_1 = \frac{Y (2 \cdot P_1' + P_2')}{3 (P_1' + P_2')}$$

$$e_2 = \frac{Y (2 \cdot P_1 + P_2)}{3 (P_1 + P_2)}$$

$$e_3 = \frac{X}{2} - E$$

$$P_3 = \frac{2 \cdot Q_3}{X} \left(\frac{3 \cdot e_3}{X} - 1 \right)$$

$$P_4 = \frac{2 \cdot Q_3 \cdot e_3}{X} \left(\frac{2}{e_3} - \frac{3}{X} \right)$$

$$G_{AB} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2' + 2 \cdot P_1')$$

$$G_{BA} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2' + 3 \cdot P_1')$$

$$G_{BO} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2) = G_{OB}$$

$$G_{DA} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_4 + 3 \cdot P_3)$$

$$G_{AD} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_4 + 2 \cdot P_3)$$

$$G_{CD} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1)$$

$$G_{DC} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1)$$

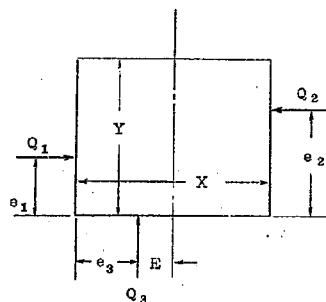


図 2.2-5

3) 剛比の計算

$$K_1 = 1.0 \quad K_2 = \frac{Y \cdot b^3}{X \cdot a^3}$$

$$K_3 = 1.0 \quad K_4 = \frac{Y \cdot c^3}{X \cdot a^3}$$

4) 平衡方程式

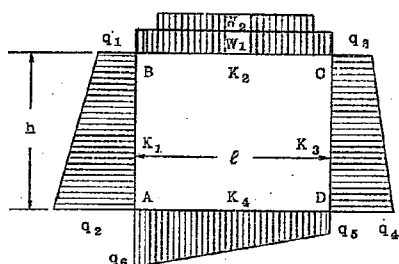


図 2.2-6

平衡方程式をだすために図 2.2-6 のように符号をつける。図 2.2-6 のラーメン構造において、部材 AD すなわち底版は不等沈下なしと仮定して、これを基準面とする。このとき、このラーメンにおける未知数は $\theta_A, \theta_B, \theta_C, \theta_D, R$ の 5 個である。

(1) 部材端モーメント

$$\begin{aligned} M_{AD} &= K_4 (2 \cdot \theta_A + \theta_D) + C_{AD} \quad \text{①} \\ M_{AB} &= K_1 (2 \cdot \theta_A + \theta_B - 3 \cdot R) - C_{AB} \quad \text{②} \\ M_{BA} &= K_1 (2 \cdot \theta_B + \theta_A - 3 \cdot R) + C_{BA} \quad \text{③} \\ M_{BC} &= K_2 (2 \cdot \theta_B + \theta_C) - C_{BC} \quad \text{④} \\ M_{CB} &= K_2 (2 \cdot \theta_C + \theta_B) + C_{CB} \quad \text{⑤} \\ M_{CD} &= K_3 (2 \cdot \theta_C + \theta_D - 3 \cdot R) - C_{CD} \quad \text{⑥} \\ M_{DC} &= K_3 (2 \cdot \theta_D + \theta_C - 3 \cdot R) + C_{DC} \quad \text{⑦} \\ M_{DA} &= K_4 (2 \cdot \theta_D + \theta_A) - C_{DA} \quad \text{⑧} \end{aligned}$$

(2) 節点方程式

部材端モーメント式を基にして節点方程式をつくと、図 2.2-6 の方程式は①から⑧までとなる。

節点 A では①式+②式

$$C_{AB} - C_{AD} = 2(K_1 + K_4) \theta_A + K_1 \cdot \theta_B + K_4 \cdot \theta_D - 3 \cdot K_1 \cdot R \quad \text{①}$$

節点 B では③式+④式

$$C_{BC} - C_{BA} = K_1 \cdot \theta_A + 2(K_1 + K_2) \theta_B + K_2 \cdot \theta_C - 3 \cdot K_1 \cdot R \quad \text{②}$$

節点 C では⑤式+⑥式

$$C_{CD} - C_{CB} = K_2 \cdot \theta_B + 2(K_2 + K_3) \theta_C + K_3 \cdot \theta_D - 3 \cdot K_3 \cdot R \quad \text{③}$$

節点Dでは⑦式+⑧式

$$C_{DA} - C_{DG} = K_4 \cdot \theta_A + K_3 \cdot \theta_G + 2(K_3 + K_4) \theta_D - 3 \cdot K_3 \cdot R \quad \text{..... (IV)}$$

(3) 層方程式

垂直部材に生じる部材角Rについて式を立てる。B, G点直下の水平力の釣り合いについて

$$\sum H_i = 0$$

$$\frac{h(2 \cdot q_1 + q_2)}{6} - \frac{h(2 \cdot q_3 + q_4)}{6} + \frac{(M_{AB} + M_{BA})}{h} + \frac{(M_{GD} + M_{DG})}{h} = 0$$

$$M_{AB} + M_{BA} + M_{GD} + M_{DG} = - \frac{h^2 \{ 2(q_1 - q_3) + (q_2 - q_4) \}}{6}$$

ゆえに、前記節点モーメント式を、それぞれ代入すれば層方程式は次のようになる。

$$K_1 \cdot \theta_A + K_1 \cdot \theta_B + K_3 \cdot \theta_G + K_3 \cdot \theta_D - 2(K_1 + K_3) R$$

$$= - \frac{1}{3} \left\{ \frac{h^2 (q_1 - q_3)}{3} + \frac{h^2 (q_2 - q_4)}{6} - (C_{AB} - C_{DG}) + (C_{BA} - C_{GD}) \right\}$$

右辺の荷重および寸法の符号を前の荷重計算の場合に統一すると、

$$(I) \left(\frac{X}{2} + H \right) < 4.0 \text{ の場合}$$

$$q_1 = q_3 = P_1 \quad q_2 = q_4 = P_2$$

$$C_{AB} = C_{DG} \quad C_{BA} = C_{GD}$$

$$\therefore \text{右辺}(C) = 0$$

$$(II) \left(\frac{X}{2} + H \right) \geq 4.0 \text{ の場合}$$

$$q_1 = P_1', \quad q_2 = P_2', \quad q_3 = P_1', \quad q_4 = P_2, \quad h = Y$$

$$\therefore \text{右辺}(C) = \frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2}{3} (P_1 - P_1') + \frac{X^2}{6} (P_2 - P_2') \right\}$$

$$+ (C_{AB} - C_{DG} - C_{BA} + C_{GD})$$

(4) 連立方程式

上記ラーメン構造の5個の未知数 $\theta_A, \theta_B, \theta_G, \theta_D, R$ を得るため、節点方程式および層方程式から、5元一次の連立方程式として整理すると次頁の表のようになる。

表 2.2 - 1

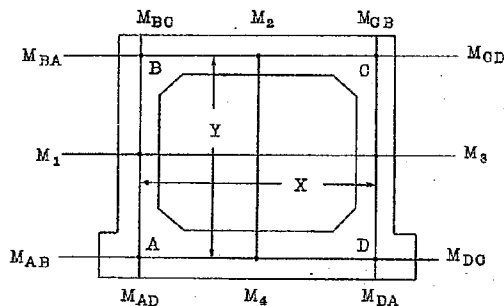
	θ_A	θ_B	θ_O	θ_D	R	G
1	$2(K_1+K_4)$	K_1	0	K_4	$-3 \cdot K_1$	$C_{AB}-C_{AD}$
2	K_1	$2(K_1+K_2)$	K_2	0	$-3 \cdot K_1$	$C_{BC}-C_{BA}$
3	0	K_2	$2(K_2+K_3)$	K_3	$-3 \cdot K_2$	$C_{CD}-C_{CB}$
4	K_4	0	K_3	$2(K_3+K_4)$	$-3 \cdot K_3$	$C_{DA}-C_{DC}$
5	K_1	K_1	K_3	K_3	$-2(K_1+K_3)$	00

なお、

$$\left(\frac{X}{2} + H\right) < 4.0 \dots\dots\dots G_0 = 0$$

$$\left(\frac{X}{2} + H\right) \geq 4.0 \dots\dots\dots G_0 = \frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2}{3} (P_1 - P_1') \right. \\ \left. + \frac{X^2}{6} (P_2 - P_2') + (C_{AB} - C_{BA} + C_{CD} - C_{DC}) \right\}$$

5) 中央点のモーメントおよびせん断力の計算



荷重も左右対称に作用させるとし
て、図 2.2 - 7 のように BM, SF を
求める。

図 2.2 - 7

(1) 側壁 (左側)

※ $\left(\frac{X}{2} + H\right) < 4.0$ の場合

$$S_{AB} = \frac{Y}{6} (P_1 + 2 \cdot P_2) - \frac{1}{Y} (M_{AB} + M_{BA})$$

$$S_{BA} = \frac{Y}{6} (2 \cdot P_1 + P_2) - \frac{1}{Y} (M_{AB} + M_{BA})$$

$$M_1 = \frac{Y \cdot S_{AB}}{2} - \frac{Y^2}{48} (P_1 + 5 \cdot P_2) + M_{AB}$$

(2) 側壁 (右側)

$$S_{GD} = \frac{Y}{6} (2 \cdot P_1 + P_2) - \frac{1}{Y} (M_{GD} + M_{DG})$$

$$S_{DG} = \frac{Y}{6} (P_1 + 2 \cdot P_2) - \frac{1}{Y} (M_{GD} + M_{DG})$$

$$M_s = \frac{Y \cdot S_{GD}}{2} - \frac{Y^2}{48} (5 \cdot P_1 + P_2) + M_{GD}$$

(3) 頂 版

※後輪による分布幅がXより小さい場合 ($F < X$)

$$S_{BG} = \frac{1}{2.0} (W_1 \cdot X + W_2 \cdot F) - \frac{1}{X} (M_{BG} + M_{GB})$$

$$S_{GB} = S_{BG}$$

$$M_2 = \frac{W_1 \cdot X^2}{8.0} + \frac{W_2 \cdot F}{8.0} (2 \cdot X - F) + M_{BG}$$

※後輪による分布幅がXより大きい場合 ($F \geq X$)

$$S_{BG} = \frac{X}{2.0} (W_1 + W_2) - \frac{1}{X} (M_{BG} - M_{GB})$$

$$S_{GB} = S_{BG}$$

$$M_2 = \frac{X^2}{8.0} (W_1 + W_2) + M_{BG}$$

(4) 底 版

※ ($\frac{X}{2} + H$) < 4.0 の場合

$$S_{AD} = \frac{W_4 \cdot X}{2} - \frac{1}{X} (M_{AD} - M_{DA})$$

$$S_{DA} = \frac{W_4 \cdot X}{2} + \frac{1}{X} (M_{AD} + M_{DA})$$

$$M_4 = \frac{W_4 \cdot X^2}{8.0} - \frac{S_{AD} \cdot X}{2} + M_{AD}$$

$$M_4 = \frac{X^2}{48} (P_3 + 5 \cdot P_4) - \frac{S_{AD} \cdot X}{2} + M_{AD}$$

6) 部材モーメントの計算

表 2.2 - 2

部 材	点	部 材 モーメント $M(t-m)$	せん断力 $S(t)$	軸 力 $H(t)$	偏 位 量 $\frac{M}{N} (m)$	中心軸と鉄 筋間距離 $ON (m)$	軸力を考慮した モーメント $MS(t-m)$
側 壁 (左)	A	M_{AB}	S_{AB}	S_{BC}	$\frac{M_{AB}}{S_{BC}}$	$\frac{a}{2} - d'$	$M_{AB} + S_{BC} \cdot ON_1$
	E	M_1	0	◇	$\frac{M_1}{S_{BC}}$	◇	$M_1 + S_{BC} \cdot ON_1$
	B	M_{BA}	S_{BA}	◇	$\frac{M_{BA}}{S_{BC}}$	◇	$M_{AB} + S_{BC} \cdot ON_1$
頂 版	B	M_{BC}	S_{CB}	S_{BA}	$\frac{M_{BC}}{S_{BA}}$	$\frac{b}{2} - d'$	$M_{BC} + S_{BA} \cdot ON_2$
	E	M_2	0	◇	$\frac{M_2}{S_{BA}}$	◇	$M_2 + S_{BA} \cdot ON_2$
	C	M_{CB}	S_{CB}	◇	$\frac{M_{CB}}{S_{BA}}$	◇	$M_{CB} + S_{BA} \cdot ON_2$
側 壁 (右)	C	M_{CD}	S_{CD}	S_{CB}	$\frac{M_{CD}}{S_{CB}}$	$\frac{a}{2} - d'$	$M_{CD} + S_{CB} \cdot ON_1$
	E	M_3	0	◇	$\frac{M_3}{S_{CB}}$	◇	$M_3 + S_{CB} \cdot ON_1$
	D	M_{DC}	S_{DC}	◇	$\frac{M_{DC}}{S_{CB}}$	◇	$M_{DC} + S_{CB} \cdot ON_1$
底 版	A	M_{AD}	S_{AD}	S_{AB}	$\frac{M_{AD}}{S_{AB}}$	$\frac{c}{2} - d'$	$M_{AD} + S_{AB} \cdot ON_3$
	E	M_4	0	◇	$\frac{M_4}{S_{AB}}$	◇	$M_4 + S_{AB} \cdot ON_3$
	D	M_{DA}	S_{DA}	◇	$\frac{M_{DA}}{S_{AB}}$	◇	$M_{DA} + S_{AB} \cdot ON_3$

但し,

$$ON_1 = \frac{a}{2} - d' \quad d' = 6 \text{ cm}$$

$$ON_2 = \frac{b}{2} - d' \quad d' = 10 \text{ cm}$$

$$ON_3 = \frac{c}{2} - d'$$

もし M (表 2.2 - 2 第一項) が負の場合は, MS の項の $M + N \cdot ON$ は $M - N \cdot ON$ となる。

7) 假定コンクリート厚の検算

当初假定コンクリート厚は、施工上より20cmを最少とし、それより5cmステップで厚さを増すものとする。つまり、假定断面により6)項まで計算を行ない、それが下式を満足しない場合は、側壁、頂版、底版の各コンクリート厚の内その満足しない部分のみ5cm増して再計算を行なう。コンクリート厚の検算には次の公式を使用した。

$$S = \frac{n \cdot \sigma_{ca}}{n \cdot \sigma_{ca} + \sigma_{sa}} = 0.396$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2}{S(1 - \frac{S}{3})}} = 2.412$$

$$d = C_c \sqrt{\frac{M_{A \max}}{\sigma_{ca} \cdot b}} = 0.28823 \sqrt{\frac{M_{A \max}}{b}}$$

単位を整理して

$$d = 2.8823 \sqrt{10 \cdot M_{A \max}}$$

検 算

$$d + d' \leq \text{各假定厚} \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$d + d' > \text{各假定厚} \dots\dots\dots + 5 \text{ cm として再計算}$$

8) セン断力の検算

假定コンクリート厚の検算と同様下記の公式にて検算を行ない、合格しない場合はコンクリート厚を5cm増して再計算を行なう。

$$\tau = \frac{S}{j \cdot b \cdot d}$$

$$\text{ここで } j = \frac{7}{8}, \quad b = 100 \text{ cm}$$

dは假定厚から かぶり を引いた値を持ってきてτがkg/cm²で算出されるように整理すると、

$$\text{頂 版} \quad \tau = \frac{8 \cdot S_{B0}}{70(B - 0.06)} < \tau_a \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$\text{側 壁} \quad \tau = \frac{8 \cdot S_{AB}}{70(A - 0.06)} < \tau_a \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$\text{底 版} \quad \tau = \frac{8 \cdot S_{AD}}{70(C - 0.1)} < \tau_a \dots\dots\dots \text{OK}$$

9) 所要鉄筋量の計算

鉄筋量の計算にはコンクリート厚の計算と同じく吉田徳次郎著「鉄筋コンクリート設計方法」P-230-およびP-369-の式を適用する。

$$A_s = \frac{M_A \max}{\sigma_{sa} (1 - \frac{s}{30})} - \frac{N}{\sigma_{sa}}$$

単位をcmで計算する様整理すると下式のようになる。但し、この場合のdは前に計算したものを代入する。

$$A_s = \frac{720 \cdot M_A \max}{b} - \frac{N}{1.6} \dots\dots\dots (cm^2)$$

10) 実応力度の計算

実応力度の計算には下式を使用する。(吉田徳次郎著「鉄筋コンクリート設計方法」P-336-参照)

$$x^3 - x^2 \cdot 3 \left(\frac{h}{2} - e \right) + x \cdot \frac{6 \cdot n \cdot A_s}{b} (e + c) - \frac{6 \cdot n \cdot A_s}{b} \left(c + \frac{h}{2} \right) (e + c) = 0$$

上式に相当するxを計算し次の式により、コンクリートおよび鉄筋の実応力度を求めた。

$$\sigma_c = \frac{M}{\frac{b \cdot x}{2} \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3} \right) + \frac{n \cdot A_s \cdot c}{x} \left(c + \frac{h}{2} - x \right)}$$

$$\sigma_s = \frac{n \cdot \sigma_c}{x} \left(c + \frac{h}{2} - x \right)$$

なお、上式は $\frac{M}{N}$ の値が小さい場合適用できないので、その場合は柴田直光著の「ノモグラムによる鉄筋コンクリートの計算」MN-3を使って応力を求めた。

$$\sigma_c = \frac{N e}{b \cdot d^2 [G]}$$

$$\sigma_s = \beta \cdot \sigma_c$$

プログラムでは図表をひき易いように下記の値をタイプアウトさせた。

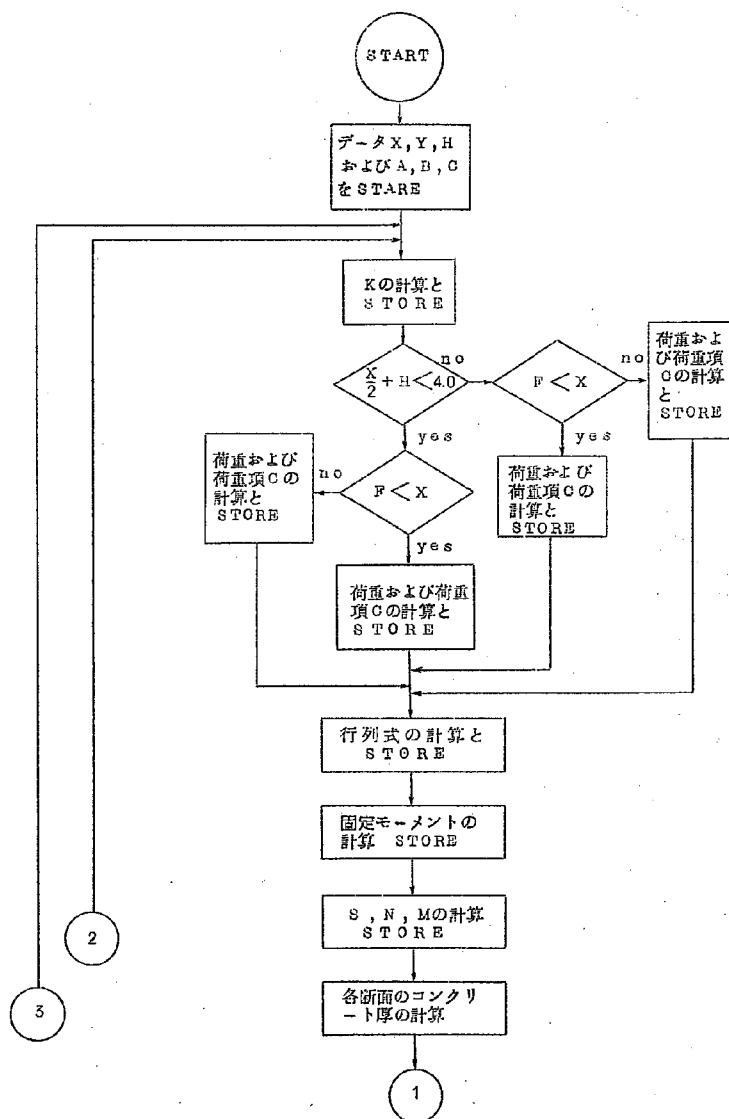
(a) $\rho = \frac{A_s}{b \cdot d}$

(b) $\frac{d}{e}$

(c) $\frac{N e}{b \cdot d^2}$

4. ボックスカルバートのフローチャート

設計計算には電子計算機を使用したのでそのフローチャートを次に示す。



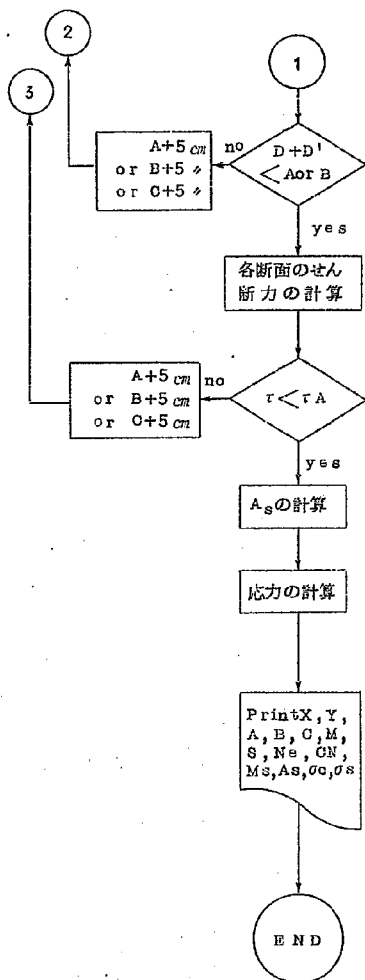
軸距 X , Y , 土覆厚 H , 假定断面 A (側壁), B (頂版), C (底版)

載荷状態の判定と荷重および荷重項の計算

$$F = 0.2 + 2 \cdot H + B$$

$\theta_A, \theta_B, \theta_C, \theta_D$ および R を求める為一次方程式の解

各点の SF , BM , NF の計算



仮定断面厚と上の計算厚との
比較判定

D : 計算断面厚

D' : 鉄筋のかぶり

各点のせん断力と許容せん断
力との比較判定

5. 入力データー

設計の入力データーとした、ボックスカルバートの巾と高さの内側寸法は次の通りである。

(1.0, 1.0) (1.0, 1.25) (1.0, 1.5) (1.25, 1.25) (1.25, 1.5)
 (1.5, 1.0) (1.5, 1.5) (1.5, 1.75) (1.5, 2.0) (1.75, 1.75)
 (1.75, 2.0) (1.75, 2.25) (1.75, 2.5) (2.0, 1.5) (2.0, 2.0)
 (2.0, 2.25) (2.0, 2.5) (2.25, 2.25) (2.25, 2.5) (2.25, 2.75)
 (2.5, 2.0) (2.5, 2.5) (2.5, 2.75) (2.5, 3.0) (2.75, 2.75)
 (2.75, 3.0) (3.0, 2.5) (3.0, 3.0) (3.0, 3.5) (3.0, 4.0)
 (3.5, 2.5) (3.5, 3.0) (3.5, 3.5) (3.5, 4.0) (3.5, 4.25)
 (3.5, 4.5) (4.0, 3.0) (4.0, 3.5) (4.0, 4.0) (4.0, 4.5)
 (4.0, 5.0) (4.5, 3.5) (4.5, 4.0) (4.5, 4.5) (4.5, 5.0)
 (4.0, 5.5) (5.0, 4.5) (5.0, 5.0) (6.0, 4.75) (6.0, 5.0)

6. むすび

設計条件で記述した様に土圧係数については、0, 1/3, 0.6について計算し1/3から0.6まで適用できる様に設計したが、表2.2-3から明らかのように土圧係数0.3の場合のスパン中央の鉄筋所要断面積と、0.6の節点の鉄筋所要断面積が大体等しい事から配筋はそれぞれに必要な配筋を行なった方が都合がよい事から、はからずも1/3から0.6まで適用できるようになったものである。

又カルバートの内側にある土砂その他は躯体設計には安全側なので削除したが基礎の設計に見込む可きは論を待たない。

表 2.2-3 曲げモーメントおよび所要鉄筋断面

土かぶり厚	区分	M						A _s					
		節 点			中 央			節 点			中 央		
		C=0	C=1/3	C=0.6	C=0	C=1/3	C=0.6	C=0	C=1/3	C=0.6	C=0	C=1/3	C=0.6
0	S	1.863	3.329	3.079	1.503	0.435	1.985	8.72	12.04	15.52	6.86	0.34	4.77
	U	1.863	2.920	5.766	5.263	4.205	3.359	6.48	10.27	13.33	18.20	15.10	11.75
	L	1.142	3.329	3.079	7.050	4.863	3.114	3.46	10.21	14.20	21.05	15.48	7.79
1.0	S	2.342	4.495	7.108	1.926	0.793	2.838	8.65	12.85	17.33	6.79	0.09	5.22
	U	2.342	3.876	5.141	5.544	3.810	2.756	8.07	13.86	14.61	18.35	13.61	6.76
	L	1.510	4.495	7.108	9.132	6.148	4.225	4.02	11.89	16.05	23.97	16.93	8.07
2.0	S	2.620	6.550	9.931	2.193	1.434	5.093	8.41	15.43	20.43	6.62	0.92	8.51
	U	2.620	5.154	6.815	5.928	3.656	5.233	8.58	15.00	15.37	19.33	10.05	2.68
	L	1.766	6.550	9.931	10.495	6.500	4.122	4.39	16.50	18.03	25.69	16.35	4.64
3.0	S	2.331	8.123	12.480	2.040	1.543	5.767	6.89	16.11	22.36	5.65		7.72
	U	2.331	6.187	8.156	7.953	4.422	3.083	6.57	16.10	16.18	22.34	10.78	3.32
	L	1.750	8.123	12.480	13.994	8.733	6.738	3.75	17.33	29.72	29.62	18.88	7.84
4.0	S	3.078	9.758	14.357	2.100	1.597	6.705	7.25	17.32	22.98	3.58		7.66
	U	3.078	7.454	9.925	9.288	5.673	3.583	8.14	17.55	17.42	24.28	12.71	3.23
	L	1.123	9.758	14.357	17.087	10.686	7.598	2.30	18.69	20.79	32.87	20.81	7.93
5.0	S	2.537	10.363	16.688	2.103	2.069	7.598	5.00	16.75	24.01	3.31		7.58
	U	2.537	8.866	11.821	12.046	6.619	4.579	5.84	18.86	18.94	27.51	13.24	4.10
	L	1.669	10.363	16.688	19.176	12.649	9.159	3.08	17.93	22.09	34.69	22.69	8.96

上表は横 3.0 m, 縦 4.0 m の場合である。

M : モーメント (t-m)

S : 側壁の符号

A_s : 所要鉄筋断面 (cm²)

U : 頂版の符号

C : 土圧係数

L : 底版の符号

ボックスカルバート自動設計プログラム

```

procedure BOXCULVERT(X1,Y1,H,CV,NP);
comment This program is calculation of Box culvert,
X1: horizontal length of inside, Y1: vertical length of inside,
H: arch covering, A: whole thickness of side slab,
B: whole thickness of upper slab, C: whole thickness of lower slab,
G(1): design thickness of side slab, G(2): design thickness of upper slab,
G(3): design thickness of lower slab, G(4): shearing stress of side slab,
G(5): shearing stress of upper slab, G(6): shearing stress of lower slab,
G(7): corner reinforcement arch of side slab,
G(8): corner reinforcement arch of upper slab,
G(9): corner reinforcement arch of lower slab,
G(10): center reinforcement arch of side slab,
G(11): center reinforcement arch of upper slab,
G(12): center reinforcement arch of lower slab,
G(13): steel ratio of side slab corner, G(20): d/a value of upper slab,
G(14): steel ratio of side slab center, G(21): M/d12 value of upper slab center,
G(15): d/a value of side slab, G(22): M/d12 value of upper slab center,
G(16): M/d12 value of side slab corner,
G(17): M/d12 value of side slab center,
G(18): steel ratio of upper slab corner,
G(19): steel ratio of upper slab center,
G(23): steel ratio of lower slab corner,
G(24): steel ratio of lower slab center,
G(25): d/a value of lower slab,
G(26): M/d12 value of lower slab corner,
G(27): M/d12 value of lower slab center,
G(28): bottom pressure to occasion of symmetry load,
G(29): light bottom pressure to occasion of not symmetry load,
G(30): left bottom pressure to occasion of not symmetry load,
G(31): concrete volume, G(32): form area,
G(33): concrete stress of side slab, G(34): concrete stress of upper slab,
G(35): concrete stress of lower slab,
G(36): reinforcement stress of side slab,
G(37): reinforcement stress of upper slab,
G(38): reinforcement stress of lower slab,
end of explanation
value X1,Y1,H,CV,NP;
real X1,Y1,H,CV;
integer NP;
array G;
begin real A,B,C,X1,X2,K3,K4,F,FS,X,Y,Y1,Y2,W4,P1,P2,P3,P4,P11,P22,CAB,CAD,CBA,CBC,
CCB,CCD,CCG,CCA,V,MAB,MAD,MBA,MBC,MCD,MCG,MCA,MSC,MSE,MSC,MSE,MSE,MSE,
FAD,SAB,SBA,SCB,SDC,SCD,SDB,SDC,M,N,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,
MS1,MSB,MSBA,MSBC,MSCB,MSCD,MSDC,MSAD,MSDA,HA,PQ, Q1, Q2, Q3, E, E1, E2,
E3,MS4,E11,E22,E33,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,MN,
AAS1,AAS2,BBS1,BBS2,CCS1,CCS2, PPF12,PPF21,PPF22,PPF31,PPF32,XA11,XA12,KA21,XA22,XA31,XA32,XA41,XA42,XA43;
begin real BBS1,BBS2,CCS1,CCS2, PPF12,PPF21,PPF22,PPF31,PPF32,XA11,XA12,KA21,XA22,XA31,XA32,XA41,XA42,XA43;
begin real A11,A12,A13,A14,A15,A16,A17,A18,A19,A20,A21,A22,A23,A24,A25,A26,A27,A28,A29,A30,A31,A32,A33,A34,A35,A36,A37,A38,A39,A40,A41,A42,A43,A44,A45,A46,A47,A48,A49,A50,A51,A52,A53,A54,A55,A56,A57,A58,A59,A60,A61,A62,A63,A64,A65,A66,A67,A68,A69,A70,A71,A72,A73,A74,A75,A76,A77,A78,A79,A80,A81,A82,A83,A84,A85,A86,A87,A88,A89,A90,A91,A92,A93,A94,A95,A96,A97,A98,A99,A100,A101,A102,A103,A104,A105,A106,A107,A108,A109,A110,A111,A112,A113,A114,A115,A116,A117,A118,A119,A120,A121,A122,A123,A124,A125,A126,A127,A128,A129,A130,A131,A132,A133,A134,A135,A136,A137,A138,A139,A140,A141,A142,A143,A144,A145,A146,A147,A148,A149,A150,A151,A152,A153,A154,A155,A156,A157,A158,A159,A160,A161,A162,A163,A164,A165,A166,A167,A168,A169,A170,A171,A172,A173,A174,A175,A176,A177,A178,A179,A180,A181,A182,A183,A184,A185,A186,A187,A188,A189,A190,A191,A192,A193,A194,A195,A196,A197,A198,A199,A200,A201,A202,A203,A204,A205,A206,A207,A208,A209,A210,A211,A212,A213,A214,A215,A216,A217,A218,A219,A220,A221,A222,A223,A224,A225,A226,A227,A228,A229,A230,A231,A232,A233,A234,A235,A236,A237,A238,A239,A240,A241,A242,A243,A244,A245,A246,A247,A248,A249,A250,A251,A252,A253,A254,A255,A256,A257,A258,A259,A260,A261,A262,A263,A264,A265,A266,A267,A268,A269,A270,A271,A272,A273,A274,A275,A276,A277,A278,A279,A280,A281,A282,A283,A284,A285,A286,A287,A288,A289,A290,A291,A292,A293,A294,A295,A296,A297,A298,A299,A300,A301,A302,A303,A304,A305,A306,A307,A308,A309,A310,A311,A312,A313,A314,A315,A316,A317,A318,A319,A320,A321,A322,A323,A324,A325,A326,A327,A328,A329,A330,A331,A332,A333,A334,A335,A336,A337,A338,A339,A340,A341,A342,A343,A344,A345,A346,A347,A348,A349,A350,A351,A352,A353,A354,A355,A356,A357,A358,A359,A360,A361,A362,A363,A364,A365,A366,A367,A368,A369,A370,A371,A372,A373,A374,A375,A376,A377,A378,A379,A380,A381,A382,A383,A384,A385,A386,A387,A388,A389,A390,A391,A392,A393,A394,A395,A396,A397,A398,A399,A400,A401,A402,A403,A404,A405,A406,A407,A408,A409,A410,A411,A412,A413,A414,A415,A416,A417,A418,A419,A420,A421,A422,A423,A424,A425,A426,A427,A428,A429,A430,A431,A432,A433,A434,A435,A436,A437,A438,A439,A440,A441,A442,A443,A444,A445,A446,A447,A448,A449,A450,A451,A452,A453,A454,A455,A456,A457,A458,A459,A460,A461,A462,A463,A464,A465,A466,A467,A468,A469,A470,A471,A472,A473,A474,A475,A476,A477,A478,A479,A480,A481,A482,A483,A484,A485,A486,A487,A488,A489,A490,A491,A492,A493,A494,A495,A496,A497,A498,A499,A500,A501,A502,A503,A504,A505,A506,A507,A508,A509,A510,A511,A512,A513,A514,A515,A516,A517,A518,A519,A520,A521,A522,A523,A524,A525,A526,A527,A528,A529,A530,A531,A532,A533,A534,A535,A536,A537,A538,A539,A540,A541,A542,A543,A544,A545,A546,A547,A548,A549,A550,A551,A552,A553,A554,A555,A556,A557,A558,A559,A560,A561,A562,A563,A564,A565,A566,A567,A568,A569,A570,A571,A572,A573,A574,A575,A576,A577,A578,A579,A580,A581,A582,A583,A584,A585,A586,A587,A588,A589,A590,A591,A592,A593,A594,A595,A596,A597,A598,A599,A600,A601,A602,A603,A604,A605,A606,A607,A608,A609,A610,A611,A612,A613,A614,A615,A616,A617,A618,A619,A620,A621,A622,A623,A624,A625,A626,A627,A628,A629,A630,A631,A632,A633,A634,A635,A636,A637,A638,A639,A640,A641,A642,A643,A644,A645,A646,A647,A648,A649,A650,A651,A652,A653,A654,A655,A656,A657,A658,A659,A660,A661,A662,A663,A664,A665,A666,A667,A668,A669,A670,A671,A672,A673,A674,A675,A676,A677,A678,A679,A680,A681,A682,A683,A684,A685,A686,A687,A688,A689,A690,A691,A692,A693,A694,A695,A696,A697,A698,A699,A700,A701,A702,A703,A704,A705,A706,A707,A708,A709,A710,A711,A712,A713,A714,A715,A716,A717,A718,A719,A720,A721,A722,A723,A724,A725,A726,A727,A728,A729,A730,A731,A732,A733,A734,A735,A736,A737,A738,A739,A740,A741,A742,A743,A744,A745,A746,A747,A748,A749,A750,A751,A752,A753,A754,A755,A756,A757,A758,A759,A760,A761,A762,A763,A764,A765,A766,A767,A768,A769,A770,A771,A772,A773,A774,A775,A776,A777,A778,A779,A780,A781,A782,A783,A784,A785,A786,A787,A788,A789,A790,A791,A792,A793,A794,A795,A796,A797,A798,A799,A800,A801,A802,A803,A804,A805,A806,A807,A808,A809,A810,A811,A812,A813,A814,A815,A816,A817,A818,A819,A820,A821,A822,A823,A824,A825,A826,A827,A828,A829,A830,A831,A832,A833,A834,A835,A836,A837,A838,A839,A840,A841,A842,A843,A844,A845,A846,A847,A848,A849,A850,A851,A852,A853,A854,A855,A856,A857,A858,A859,A860,A861,A862,A863,A864,A865,A866,A867,A868,A869,A870,A871,A872,A873,A874,A875,A876,A877,A878,A879,A880,A881,A882,A883,A884,A885,A886,A887,A888,A889,A890,A891,A892,A893,A894,A895,A896,A897,A898,A899,A900,A901,A902,A903,A904,A905,A906,A907,A908,A909,A910,A911,A912,A913,A914,A915,A916,A917,A918,A919,A920,A921,A922,A923,A924,A925,A926,A927,A928,A929,A930,A931,A932,A933,A934,A935,A936,A937,A938,A939,A940,A941,A942,A943,A944,A945,A946,A947,A948,A949,A950,A951,A952,A953,A954,A955,A956,A957,A958,A959,A960,A961,A962,A963,A964,A965,A966,A967,A968,A969,A970,A971,A972,A973,A974,A975,A976,A977,A978,A979,A980,A981,A982,A983,A984,A985,A986,A987,A988,A989,A990,A991,A992,A993,A994,A995,A996,A997,A998,A999,A1000,A1001,A1002,A1003,A1004,A1005,A1006,A1007,A1008,A1009,A1010,A1011,A1012,A1013,A1014,A1015,A1016,A1017,A1018,A1019,A1020,A1021,A1022,A1023,A1024,A1025,A1026,A1027,A1028,A1029,A1030,A1031,A1032,A1033,A1034,A1035,A1036,A1037,A1038,A1039,A1040,A1041,A1042,A1043,A1044,A1045,A1046,A1047,A1048,A1049,A1050,A1051,A1052,A1053,A1054,A1055,A1056,A1057,A1058,A1059,A1060,A1061,A1062,A1063,A1064,A1065,A1066,A1067,A1068,A1069,A1070,A1071,A1072,A1073,A1074,A1075,A1076,A1077,A1078,A1079,A1080,A1081,A1082,A1083,A1084,A1085,A1086,A1087,A1088,A1089,A1090,A1091,A1092,A1093,A1094,A1095,A1096,A1097,A1098,A1099,A1100,A1101,A1102,A1103,A1104,A1105,A1106,A1107,A1108,A1109,A1110,A1111,A1112,A1113,A1114,A1115,A1116,A1117,A1118,A1119,A1120,A1121,A1122,A1123,A1124,A1125,A1126,A1127,A1128,A1129,A1130,A1131,A1132,A1133,A1134,A1135,A1136,A1137,A1138,A1139,A1140,A1141,A1142,A1143,A1144,A1145,A1146,A1147,A1148,A1149,A1150,A1151,A1152,A1153,A1154,A1155,A1156,A1157,A1158,A1159,A1160,A1161,A1162,A1163,A1164,A1165,A1166,A1167,A1168,A1169,A1170,A1171,A1172,A1173,A1174,A1175,A1176,A1177,A1178,A1179,A1180,A1181,A1182,A1183,A1184,A1185,A1186,A1187,A1188,A1189,A1190,A1191,A1192,A1193,A1194,A1195,A1196,A1197,A1198,A1199,A1200,A1201,A1202,A1203,A1204,A1205,A1206,A1207,A1208,A1209,A1210,A1211,A1212,A1213,A1214,A1215,A1216,A1217,A1218,A1219,A1220,A1221,A1222,A1223,A1224,A1225,A1226,A1227,A1228,A1229,A1230,A1231,A1232,A1233,A1234,A1235,A1236,A1237,A1238,A1239,A1240,A1241,A1242,A1243,A1244,A1245,A1246,A1247,A1248,A1249,A1250,A1251,A1252,A1253,A1254,A1255,A1256,A1257,A1258,A1259,A1260,A1261,A1262,A1263,A1264,A1265,A1266,A1267,A1268,A1269,A1270,A1271,A1272,A1273,A1274,A1275,A1276,A1277,A1278,A1279,A1280,A1281,A1282,A1283,A1284,A1285,A1286,A1287,A1288,A1289,A1290,A1291,A1292,A1293,A1294,A1295,A1296,A1297,A1298,A1299,A1300,A1301,A1302,A1303,A1304,A1305,A1306,A1307,A1308,A1309,A1310,A1311,A1312,A1313,A1314,A1315,A1316,A1317,A1318,A1319,A1320,A1321,A1322,A1323,A1324,A1325,A1326,A1327,A1328,A1329,A1330,A1331,A1332,A1333,A1334,A1335,A1336,A1337,A1338,A1339,A1340,A1341,A1342,A1343,A1344,A1345,A1346,A1347,A1348,A1349,A1350,A1351,A1352,A1353,A1354,A1355,A1356,A1357,A1358,A1359,A1360,A1361,A1362,A1363,A1364,A1365,A1366,A1367,A1368,A1369,A1370,A1371,A1372,A1373,A1374,A1375,A1376,A1377,A1378,A1379,A1380,A1381,A1382,A1383,A1384,A1385,A1386,A1387,A1388,A1389,A1390,A1391,A1392,A1393,A1394,A1395,A1396,A1397,A1398,A1399,A1400,A1401,A1402,A1403,A1404,A1405,A1406,A1407,A1408,A1409,A1410,A1411,A1412,A1413,A1414,A1415,A1416,A1417,A1418,A1419,A1420,A1421,A1422,A1423,A1424,A1425,A1426,A1427,A1428,A1429,A1430,A1431,A1432,A1433,A1434,A1435,A1436,A1437,A1438,A1439,A1440,A1441,A1442,A1443,A1444,A1445,A1446,A1447,A1448,A1449,A1450,A1451,A1452,A1453,A1454,A1455,A1456,A1457,A1458,A1459,A1460,A1461,A1462,A1463,A1464,A1465,A1466,A1467,A1468,A1469,A1470,A1471,A1472,A1473,A1474,A1475,A1476,A1477,A1478,A1479,A1480,A1481,A1482,A1483,A1484,A1485,A1486,A1487,A1488,A1489,A1490,A1491,A1492,A1493,A1494,A1495,A1496,A1497,A1498,A1499,A1500,A1501,A1502,A1503,A1504,A1505,A1506,A1507,A1508,A1509,A1510,A1511,A1512,A1513,A1514,A1515,A1516,A1517,A1518,A1519,A1520,A1521,A1522,A1523,A1524,A1525,A1526,A1527,A1528,A1529,A1530,A1531,A1532,A1533,A1534,A1535,A1536,A1537,A1538,A1539,A1540,A1541,A1542,A1543,A1544,A1545,A1546,A1547,A1548,A1549,A1550,A1551,A1552,A1553,A1554,A1555,A1556,A1557,A1558,A1559,A1560,A1561,A1562,A1563,A1564,A1565,A1566,A1567,A1568,A1569,A1570,A1571,A1572,A1573,A1574,A1575,A1576,A1577,A1578,A1579,A1580,A1581,A1582,A1583,A1584,A1585,A1586,A1587,A1588,A1589,A1590,A1591,A1592,A1593,A1594,A1595,A1596,A1597,A1598,A1599,A1600,A1601,A1602,A1603,A1604,A1605,A1606,A1607,A1608,A1609,A1610,A1611,A1612,A1613,A1614,A1615,A1616,A1617,A1618,A1619,A1620,A1621,A1622,A1623,A1624,A1625,A1626,A1627,A1628,A1629,A1630,A1631,A1632,A1633,A1634,A1635,A1636,A1637,A1638,A1639,A1640,A1641,A1642,A1643,A1644,A1645,A1646,A1647,A1648,A1649,A1650,A1651,A1652,A1653,A1654,A1655,A1656,A1657,A1658,A1659,A1660,A1661,A1662,A1663,A1664,A1665,A1666,A1667,A1668,A1669,A1670,A1671,A1672,A1673,A1674,A1675,A1676,A1677,A1678,A1679,A1680,A1681,A1682,A1683,A1684,A1685,A1686,A1687,A1688,A1689,A1690,A1691,A1692,A1693,A1694,A1695,A1696,A1697,A1698,A1699,A1700,A1701,A1702,A1703,A1704,A1705,A1706,A1707,A1708,A1709,A1710,A1711,A1712,A1713,A1714,A1715,A1716,A1717,A1718,A1719,A1720,A1721,A1722,A1723,A1724,A1725,A1726,A1727,A1728,A1729,A1730,A1731,A1732,A1733,A1734,A1735,A1736,A1737,A1738,A1739,A1740,A1741,A1742,A1743,A1744,A1745,A1746,A1747,A1748,A1749,A1750,A1751,A1752,A1753,A1754,A1755,A1756,A1757,A1758,A1759,A1760,A1761,A1762,A1763,A1764,A1765,A1766,A1767,A1768,A1769,A1770,A1771,A1772,A1773,A1774,A1775,A1776,A1777,A1778,A1779,A1780,A1781,A1782,A1783,A1784,A1785,A1786,A1787,A1788,A1789,A1790,A1791,A1792,A1793,A1794,A1795,A1796,A1797,A1798,A1799,A1800,A1801,A1802,A1803,A1804,A1805,A1806,A1807,A1808,A1809,A1810,A1811,A1812,A1813,A1814,A1815,A1816,A1817,A1818,A1819,A1820,A1821,A1822,A1823,A1824,A1825,A1826,A1827,A1828,A1829,A1830,A1831,A1832,A1833,A1834,A1835,A1836,A1837,A1838,A1839,A1840,A1841,A1842,A1843,A1844,A1845,A1846,A1847,A1848,A1849,A1850,A1851,A1852,A1853,A1854,A1855,A1856,A1857,A1858,A1859,A1860,A1861,A1862,A1863,A1864,A1865,A1866,A1867,A1868,A1869,A1870,A1871,A1872,A1873,A1874,A1875,A1876,A1877,A1878,A1879,A1880,A1881,A1882,A1883,A1884,A1885,A1886,A1887,A1888,A1889,A1890,A1891,A1892,A1893,A1894,A1895,A1896,A1897,A1898,A1899,A1900,A1901,A1902,A1903,A1904,A1905,A1906,A1907,A1908,A1909,A1910,A1911,A1912,A1913,A1914,A1915,A1916,A1917,A1918,A1919,A1920,A1921,A1922,A1923,A1924,A1925,A1926,A1927,A1928,A1929,A1930,A1931,A1932,A1933,A1934,A1935,A1936,A1937,A1938,A1939,A1940,A1941,A1942,A1943,A1944,A1945,A1946,A1947,A1948,A1949,A1950,A1951,A1952,A1953,A1954,A1955,A1956,A1957,A1958,A1959,A1960,A1961,A1962,A1963,A1964,A1965,A1966,A1967,A1968,A1969,A1970,A1971,A1972,A1973,A1974,A1975,A1976,A1977,A1978,A1979,A1980,A1981,A1982,A1983,A1984,A1985,A1986,A1987,A1988,A1989,A1990,A1991,A1992,A1993,A1994,A1995,A1996,A1997,A1998,A1999,A2000,A2001,A2002,A2003,A2004,A2005,A2006,A2007,A2008,A2009,A2010,A2011,A2012,A2013,A2014,A2015,A2016,A2017,A2018,A2019,A2020,A2021,A2022,A2023,A2024,A2025,A2026,A2027,A2028,A2029,A2030,A2031,A2032,A2033,A2034,A2035,A2036,A2037,A2038,A2039,A2040,A2041,A2042,A2043,A2044,A2045,A2046,A2047,A2048,A2049,A2050,A2051,A2052,A2053,A2054,A2055,A2056,A2057,A2058,A2059,A2060,A2061,A2062,A2063,A2064,A2065,A2066,A2067,A2068,A2069,A2070,A2071,A2072,A2073,A2074,A2075,A2076,A2077,A2078,A2079,A2080,A2081,A2082,A2083,A2084,A2085,A2086,A2087,A2088,A2089,A2090,A2091,A2092,A2093,A2094,A2095,A2096,A2097,A2098,A2099,A2100,A2101,A2102,A2103,A2104,A2105,A2106,A2107,A2108,A2109,A2110,A2111,A2112,A2113,A2114,A2115,A2116,A2117,A2118,A2119,A2120,A2121,A2122,A2123,A2124,A2125,A2126,A2127,A2128,A2129,A2130,A2131,A2132,A2133,A2134,A2135,A2136,A2137,A2138,A2139,A2140,A2141,A2142,A2143,A2144,A2145,A2146,A2147,A2148,A2149,A2150,A2151,A2152,A2153,A2154,A2155,A2156,A2157,A2158,A2159,A2160,A2161,A2162,A2163,A2164,A2165,A2166,A2167,A2168,A2169,A2170,A2171,A2172,A2173,A2174,A2175,A2176,A2177,A2178,A2179,A2180,A2181,A2182,A2183,A2184,A2185,A2186,A2187,A2188,A2189,A2190,A2191,A2192,A2193,A2194,A2195,A2196,A2197,A2198,A2199,A2200,A2201,A2202,A2203,A2204,A2205,A2206,A2207,A2208,A2209,A2210,A2211,A2212,A2213,A2214,A2215,A2216,A2217,A2218,A2219,A2220,A2221,A2222,A2223,A2224,A2225,A2226,A2227,A2228,A2229,A2230,A2231,A2232,A2233,A2234,A2235,A2236,A2237,A2238,A2239,A2240,A2241,A2242,A2243,A2244,A2245,A2246,A2247,A2248,A2249,A2250,A2251,A2252,A2253,A2254,A2255,A2256,A2257,A2258,A2259,A2260,A2261,A2262,A2263,A2264,A2265,A2266,A2267,A2268,A2269,A2270,A2271,A2272,A2273,A2274,A2275,A2276,A2277,A2278,A2279,A2280,A2281,A2282,A2283,A2284,A2285,A2286,A2287,A2288,A2289,A2290,A2291,A2292,A2293,A2294,A2295,A2296,A2297,A2298,A2299,A2300,A2301,A2302,A2303,A2304,A2305,A2306,A2307,A2308,A2309,A2310,A2311,A2312,A2313,A2314,A2315,A2316,A2317,A2318,A2319,A2320,A2321,A2322,A2323,A2324,A2325,A2326,A2327,A2328,A2329,A2330,A2331,A2332,A2333,A2334,A2335,A2336,A2337,A2338,A2339,A2340,A2341,A2342,A2343,A2344,A2345,A2346,A2347,A2348,A2349,A2350,A2351,A2352,A2353,A2354,A2355,A2356,A2357,A2358,A2359,A2360,A2361,A2362,A2363,A2364,A2365,A2366,A2367,A2368,A2369,A2370,A2371,A2372,A2373,A2374,A2375,A2376,A2377,A2378,A2379,A2380,A2381,A2382,A2383,A2384,A2385,A2386,A2387,A2388,A2389,A2390,A2391,A2392,A2393,A2394,A2395,A2396,A2397,A2398,A2399,A2400,A2401,A2402,A2403,A2404,A2405,A2406,A2407,A2408,A2409,A2410,A2411,A2412,A2413,A2414,A2415,A2416,A2417,A2418,A2419,A2420,A2421,A2422,A2423,A2424,A2425,A2426,A2427,A2428,A2429,A2430,A2431,A2432,A2433,A2434,A2435,A2436,A2437,A2438,A2439,A2440,A2441,A2442,A2443,A2444,A2445,A2446,A2447,A2448,A2449,A2450,A2451,A2452,A2453,A2454,A2455,A2456,A2457,A2458,A2459,A2460,A2461,A2462,A2463,A2464,A2465,A2466,A2467,A2468,A2469,A2470,A2471,A2472,A2473,A2474,A2475,A2476,A2477,A2478,A2479,A2480,A2481,A2482,A2483,A2484,A2485,A2486,A2487,A2488,A2489,A
```

```

IF X1<3.0AY1<3.0 THEN
  BEGIN A=0.20; B=0.20; C=0.30; END;
IF (X1<3.0 V Y1<3.0) A (X1<4.0 V Y1<4.0) THEN
  BEGIN A=0.25; B=0.25; C=0.35; END;
IF X1<4.0 V Y1<4.0 THEN
  BEGIN A=0.30; B=0.30; C=0.40; END;
START2: X=X1+A; Y=Y1+B; C=C/2.0;
K1=1.0; K2=Y+51.3/(X+A13); K3=1.0; K4=Y+51.3/(X+A13);
F=0.2+2.0*H+3; F=0.2+2.0*(H+Y)+3; V1=1.8*H+0.1+2.5*B; V2=7.56/F;
J=1.8*H+7.56/F+2.5*(2.0*A+Y+8*X)/X+0.1;
BEGIN IF (X/2.0+H)<4.0 THEN
  BEGIN IF F<X THEN
    BEGIN P1=1.8*CV+H+0.1*CV; P2=1.8*CV*(H+Y)+0.1*CV; CBC=(V1+X/2)/12.0*V2*F*(1.5*X+2-0.5*F/2)/(12.0*X);
    END;
    BEGIN P1=1.8*CV+H+0.1*CV; P2=1.8*CV*(H+Y)+0.1*CV; CBC=(V1+X/2)/12.0*V2*F*(1.5*X+2-0.5*F/2)/(12.0*X);
    END;
    CCB=X12*(W1+V2)/12.0; END;
    CAD=W4*X12/12.0; CDA=CAD; CAB=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0; CDC=CAB;
    CBA=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0; CCB=CBA; CCB=CBC; GO TO L1;
  END;
  BEGIN IF F<X THEN
    BEGIN P1=1.8*CV+H+V2*CV+1.0/30.0; P11=CV*(1.8*H+0.1);
    P2=1.8*CV*(H+Y)+7.56*CV/F+1.0/30.0; P11=CV*(1.8*H+0.1);
    P22=CV*(1.8*H+0.1); CCB=V1*X12/12.0*V2*F*(1.5*X+2-0.5*F/2)/(12.0*X);
    END;
    BEGIN P1=1.8*CV+H+7.56*CV/F+1.89*CV/F+0.1*CV; P2=1.8*CV*(H+Y)+7.56*CV/F+0.1*CV;
    P11=1.8*CV+H+V2*CV+0.1*CV; P22=1.8*CV*(H+Y)+7.56*CV/F+0.1*CV;
    CCB=(W1+V2)*X12/12.0;
    END;
    Q1=(P1+P2)*Y/2.0; Q2=(P1+P2)*Y/2.0; Q3=W4*X; E1=(2.0*P1+P2)*Y/(P1+P2+3.0);
    E2=(2.0*P1+P2)*Y/(P1+P2+3.0); E3=(Q2+E2-3.0*E1)/C3; E3=X/2.0-E1;
    P3=2.0*Q3*(3.0*E3+X-1.3)/X; P4=2.0*Q3*(E3+2.0/E3-3.0/X)/X;
    CAD=X12*(3.0*P3+2.0*P4)/60.0;
    CAB=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0; CBA=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0;
    CCB=CBA; CDA=X12*(2.0*P3+3.0*P4)/60.0; CCB=CBA;
    CCB=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0; CCB=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0;
  END;
  L1: A1(1,1)=2.0*(K1+K4); A1(1,2)=K1; A1(1,3)=0.0;
  A1(1,4)=K4; A1(1,5)=3.0*K1; A1(1,6)=CAD-CAB;
  A1(2,1)=K1; A1(2,2)=2.0*(K1+K2); A1(2,3)=K2;
  A1(2,4)=0.0; A1(2,5)=3.0*K1; A1(2,6)=CDC-CBA;
  A1(3,1)=0.0; A1(3,2)=K2; A1(3,3)=2.0*(K2+K3);
  A1(3,4)=K3; A1(3,5)=3.0*K3; A1(3,6)=CCB-CBC;
  A1(4,1)=K4; A1(4,2)=0.0; A1(4,3)=0.0;
  A1(4,4)=2.0*(K4+K5); A1(4,5)=3.0*K5; A1(4,6)=CDC-CDA;
  A1(5,1)=K1; A1(5,2)=K1; A1(5,3)=K3;
  A1(5,4)=K3; A1(5,5)=2.0*(K1+K3); A1(5,6)=K3;
  IF X/2.0+H<4.0 THEN A1(5,6)=0.0
  ELSE A1(5,6)=(X12*(P1-P11)/3.0+X12*(P2-P22)/6.0*(CAB-CBA+CCB-CDC))/3.0;
  FOR K=1 STEP 1 UNTIL 5 DO
    BEGIN
      IF A1(K,K)<0.0 THEN GO TO L1; ELSE P=K+1;
      LL1: IF A1(P,K)<0.0 THEN GO TO LL2; ELSE P=P+1; GO TO LL1;
      LL2: FOR J=1 STEP 1 UNTIL 5 DO
        A1(K,J)=A1(K,J)+A1(P,J);
        LL3: FOR J=1 STEP 1 UNTIL 5 DO
          FOR I=1 STEP 1 UNTIL 5 DO
            V=A1(I,K);
            FOR J=1 STEP 1 UNTIL 5 DO
              IF I<K THEN
                A1(I,J)=A1(I,J)+V*A1(K,J);
              ELSE
                A1(I,J)=A1(K,J);
            END;
          END;
        IF K<5 THEN GO TO END1; ELSE GO TO L2;
        L2: FOR I=1 STEP 1 UNTIL 5 DO
          A2(I)=A1(I,6); END1;
        END;
      END OF MATRIX 1;
      MAD=K4*(2.0*A2(1)+A2(4))+CAD;
      MAB=K1*(2.0*A2(1)+A2(2)+A2(5))-CAB;
      MSA=K1*(2.0*A2(2)+A2(1)+A2(5))-CBA;
      NSC=K2*(2.0*A2(2)+A2(3))-CBC;
      MCB=K2*(2.0*A2(3)+A2(2))+CCB;
      MCD=K3*(2.0*A2(3)+A2(4)+A2(5))-CCD;
      MDC=K3*(2.0*A2(4)+A2(3)+A2(5))+CDC;
      MDA=K4*(2.0*A2(4)+A2(1))+CDA;
      IF C/2.0+H<4.0 THEN
        SAB=Y*(P1+2.0*P2)/6.0*(MAB+MSA)/Y; SBA=Y*(2.0*P1+P2)/6.0*(MAB+MSA)/Y;
        NI=SAB*Y/2.0-Y12*(P1+5.0*P2)/48.0+MAB;
        SBA=Y*(2.0*P1+P2)/6.0*(MAB+MSA)/Y;
        NI=SAB*Y/2.0-Y12*(P1+5.0*P2)/48.0+MAB;
      END;
      IF F<X THEN
        BEGIN SBC=(W1+V2)*X/2.0-(MBC+MCB)/X; SCB=SBC; M2=(W1+V2)*X12/8.0+MBC;
        END;
        BEGIN SBC=(W1+V2)*X/2.0-(MBC+MCB)/X; SCB=SBC;
        M2=W1*X12/8.0+V2*(2.0*X-F)/F+8.0+MBC;
        END;
        SCD=Y*(2.0*P1+P2)/6.0-(MCD+MDC)/Y;
        SDC=Y*(P1+2.0*P2)/6.0-(MCD+MDC)/Y;
        NS=SCD*Y/2.0-Y12*(5.0*P1+P2)/48.0+MCD;
        IF (X/2.0+H)<4.0 THEN
          BEGIN
            SDA=W4*X/2.0-(HAD+MDA)/X; SDA=SDA;
            M4=W4*X12/8.0-SAD*X/2.0+MDA;
          END;
          BEGIN
            SDA=X*(2.0*P4+P3)/6.0-(HAD+MDA)/X; SDA=X*(P4+2.0*P3)/6.0-(HAD+MDA)/X;
            M4=X12*(P3+5.0*P4)/48.0-SAD*X/2.0+MDA;
          END;
          CN1=A/2.0-0.05; CN2=B/2.0-0.05; CN3=C/2.0-0.10;
          IF MAB>0.0 THEN NSAB=MAB+SBC*CN1; ELSE NSAB=MAB-SBC*CN1;
          IF M1>0.0 THEN NS1=M1+SBC*CN1; ELSE NS1=M1-SBC*CN1;
          IF MBA>0.0 THEN NSBA=MBA+SBC*CN1; ELSE NSBA=MBA-SBC*CN1;
          IF MBC>0.0 THEN NSCB=MBC+SBA*CN2; ELSE NSCB=MBC-SBA*CN2;
          IF MCB>0.0 THEN NSCB=MCB+SBA*CN2; ELSE NSCB=MCB-SBA*CN2;
        END;
    END;
  END;

```



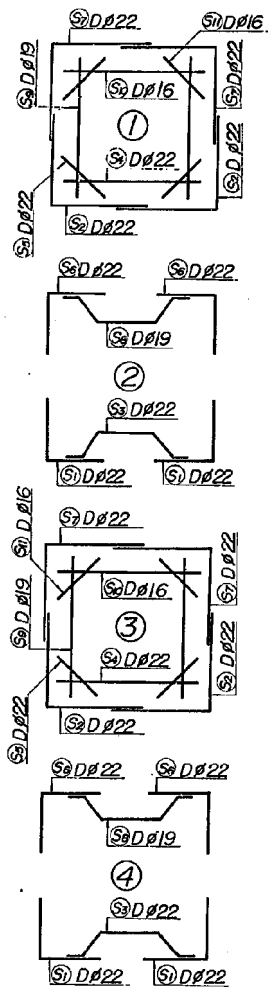
```

G126)=PPP321 G127)=XA321
G128)=W4.5+C*X1
G129)=P3+2.5+C*X1 G130)=P4+2.5+C*X1
IF (X1>5.5VY1>5.5) THEN HA=0.4 ELSE IF (X1>4.5VY1>4.5) THEN HA=0.35 ELSE
IF (X1>3.5VY1>3.5) THEN
HA=0.3 ELSE IF (X1>2.5VY1>2.5) THEN HA=0.2 ELSE IF (X1>1.5VY1>1.5)
THEN HA=0.15 ELSE HA=0.1
G131)=2.0*(Y1+8+C*X1+2.0*A)+2.0*(X1+Y1-4.0*HA)+4.0*SQRT(2.0*HA*2)
G132)=2.0*(Y1+8+C*X1+2.0*A)+2.0*(X1+Y1-4.0*HA)+4.0*SQRT(2.0*HA*2)
IF NP=0 THEN GO TO END
L5: SPACE(5):PRINT('BOX,CULVERT..SIZE..AND..EARTH-THICKNESS')SPACE(3):PRINT('X=')
PRINT(2.2,X1)
SPACE(5):PRINT('Y=')PRINT(2.2,Y1):SPACE(5):PRINT('H=')PRINT(2.2,H1):SPACE(5):PRINT('C=')PRINT(1.4,CV) CRLF(2)

IF (X2>0)H<0 THEN GO TO L01 ELSE GO TO L02
L01: SPACE(43):PRINT('*****CONDITION#OF#LOAD*****')CRLF(2)
SPACE(5):PRINT('V1=')PRINT(6,V1):SPACE(4):PRINT('V2=')PRINT(6,V2)
SPACE(4):PRINT('P1=')PRINT(6,P1):SPACE(4):PRINT('P2=')PRINT(6,P2)
SPACE(4):PRINT('Q1=')PRINT(6,Q1):SPACE(4):PRINT('Q2=')PRINT(6,Q2)
SPACE(5):PRINT('CAD=COD=')PRINT(6,CAD):SPACE(4):PRINT('CAB=CDC=')
PRINT(6,CAB):SPACE(4):PRINT('CBA=CDC=')PRINT(6,CBA):SPACE(4):PRINT('CBC=CCB=')
PRINT(6,CBC):CRLF(4)
GO TO L01
L02: SPACE(43):PRINT('*****CONDITION#OF#LOAD*****')CRLF(2)
PRINT('V1=')PRINT(6,V1):SPACE(1):PRINT('V2=')PRINT(6,V2):SPACE(1):PRINT('P1=')
PRINT(6,P1):SPACE(1):PRINT('P2=')PRINT(6,P2):SPACE(1):PRINT('P11=')
PRINT(6,P11):SPACE(1):PRINT('P22=')PRINT(6,P22):CRLF(1)
PRINT('P3=')PRINT(6,P3):SPACE(1):PRINT('P4=')PRINT(6,P4):SPACE(1):CRLF(1)
PRINT('CAD=')PRINT(6,CAD):SPACE(1):PRINT('CBA=')PRINT(6,CBA):SPACE(1):CRLF(1)
PRINT('CBC=CCB=')PRINT(6,CBC):SPACE(1):PRINT('CBA=CCB=')PRINT(6,CBA):SPACE(1):CRLF(1)
PRINT('CBA=CCB=')PRINT(6,CBA):SPACE(1):PRINT('CBA=CCB=')PRINT(6,CBA):SPACE(1):CRLF(1)
L03: SPACE(50):PRINT('*****VALUE#OF#*****')CRLF(2)
SPACE(30):PRINT('K1=')PRINT(4,K1):PRINT('K2=')PRINT(4,K2):PRINT('K3=')
SPACE(4,K3):PRINT('K4=')PRINT(4,K4):CRLF(1)
SPACE(43):PRINT('*****MATRIX*****CONCLUSION*****')CRLF(2)
PRINT('A11=')PRINT(6,A11,1):SPACE(1):PRINT('A12=')PRINT(6,A11,2)
SPACE(1):PRINT('A13=')PRINT(6,A11,3):SPACE(1):PRINT('A14=')PRINT(6,A11,4)
SPACE(1):PRINT('A15=')PRINT(6,A11,5):SPACE(1):PRINT('A16=')PRINT(6,A11,6)
CRLF(1)
PRINT('A21=')PRINT(6,A12,1):SPACE(1):PRINT('A22=')PRINT(6,A12,2):SPACE(1)
PRINT('A23=')PRINT(6,A12,3):SPACE(1):PRINT('A24=')PRINT(6,A12,4):SPACE(1)
PRINT('A25=')PRINT(6,A12,5):SPACE(1):PRINT('A26=')PRINT(6,A12,6):CRLF(1)
PRINT('A31=')PRINT(6,A13,1):SPACE(1):PRINT('A32=')PRINT(6,A13,2)
SPACE(1):PRINT('A33=')PRINT(6,A13,3):SPACE(1):PRINT('A34=')PRINT(6,A13,4)
SPACE(1):PRINT('A35=')PRINT(6,A13,5):SPACE(1):PRINT('A36=')PRINT(6,A13,6)
CRLF(1)
PRINT('A41=')PRINT(6,A14,1):SPACE(1):PRINT('A42=')PRINT(6,A14,2)
SPACE(1):PRINT('A43=')PRINT(6,A14,3):SPACE(1):PRINT('A44=')PRINT(6,A14,4)
SPACE(1):PRINT('A45=')PRINT(6,A14,5):SPACE(1):PRINT('A46=')PRINT(6,A14,6)
CRLF(1)
PRINT('A51=')PRINT(6,A15,1):SPACE(1):PRINT('A52=')PRINT(6,A15,2)
SPACE(1):PRINT('A53=')PRINT(6,A15,3):SPACE(1):PRINT('A54=')PRINT(6,A15,4)
SPACE(1):PRINT('A55=')PRINT(6,A15,5):SPACE(1):PRINT('A56=')PRINT(6,A15,6)
CRLF(4)
SPACE(35):PRINT('*****BH*****')SPACE(2):PRINT('SF')SPACE(2):PRINT('NF')
SPACE(2):PRINT('LIST*****')CRLF(2)
L04: SPACE(10):PRINT('MEMBER')SPACE(3):PRINT('POINT')SPACE(7):PRINT('BX')
SPACE(12):PRINT('SF')SPACE(12):PRINT('NF')SPACE(12):PRINT('E')SPACE(12)
PRINT('CN')SPACE(12):PRINT('NS')CRLF(1)
L07: SPACE(10):PRINT('SIDEWALL-L')SPACE(2):PRINT('A')SPACE(3):PRINT(6,HA)
PRINT(6,SB)PRINT(6,SC)
PRINT(6,MA/SC):PRINT(6,CN1):PRINT(6,MSAB):CRLF(1)
L08: SPACE(10):PRINT('SIDEWALL-L')SPACE(1):PRINT('CE1')SPACE(2):PRINT(6,M1)
PRINT(6,V1):PRINT(6,SCB):PRINT(6,M1/SCB):PRINT(6,CN1):PRINT(6,MS1):CRLF(1)
L09: SPACE(10):PRINT('SIDEWALL-L')SPACE(2):PRINT('B')SPACE(3):PRINT(6,HA)PRINT(6,SB)
PRINT(6,SCB):PRINT(6,MA/SCB):PRINT(6,CN1):PRINT(6,MSAB):CRLF(1)
L10: SPACE(10):PRINT('UPPERSLAB')SPACE(3):PRINT('B')SPACE(3):PRINT(6,HC)PRINT(6,SCB)
PRINT(6,SB)PRINT(6,HC/SCB):PRINT(6,CN2):PRINT(6,MSBC):CRLF(1)
L11: SPACE(10):PRINT('UPPERSLAB')SPACE(2):PRINT('CE2')SPACE(2):PRINT(6,M2)PRINT(6,V1)
PRINT(6,SB)PRINT(6,M2/SCB)PRINT(6,CN2)PRINT(6,MS2):CRLF(1)
SPACE(10):PRINT('UPPERSLAB')SPACE(3):PRINT('C')SPACE(3):PRINT(6,MCB)
PRINT(6,SCB):PRINT(6,SB)PRINT(6,MCB/SCB)PRINT(6,CN2):PRINT(6,NSCB):CRLF(1)
L12: PRINT('SIDEWALL-R')SPACE(2):PRINT('C')SPACE(3):PRINT(6,NCB)
PRINT(6,SCB)
PRINT(6,MCB/SCB)PRINT(6,CN3)PRINT(6,MSCD):CRLF(1)
SPACE(10):PRINT('SIDEWALL-R')SPACE(1):PRINT('CE3')SPACE(2):PRINT(6,M3)
PRINT(6,V1)
PRINT(6,SCB)PRINT(6,M3/SCB)PRINT(6,CN3)PRINT(6,MS3):CRLF(1)
SPACE(10):PRINT('SIDEWALL-R')SPACE(2):PRINT('D')SPACE(3):PRINT(6,MCB)PRINT(6,SCB)
PRINT(6,SCB)PRINT(6,SB)PRINT(6,MCB/SCB)PRINT(6,CN3)PRINT(6,MSDC):CRLF(1)
L12: SPACE(10):PRINT('LOWERSLAB')SPACE(3):PRINT('A')SPACE(3):PRINT(6,MA)PRINT(6,SAB)
PRINT(6,MA/SAB)PRINT(6,CN3)PRINT(6,MSAD):CRLF(1)
L13: SPACE(10):PRINT('LOWERSLAB')SPACE(3):PRINT('CE4')SPACE(2):PRINT(6,M4)
PRINT(6,V1)PRINT(6,SB)PRINT(6,M4/SCB)PRINT(6,CN3)PRINT(6,MS4):CRLF(1)
SPACE(10):PRINT('LOWERSLAB')SPACE(3):PRINT('D')SPACE(3):PRINT(6,MDA)
PRINT(6,SDA)PRINT(6,SB)PRINT(6,MDA/SCB)PRINT(6,CN3)PRINT(6,MSDA):CRLF(1)
SPACE(10):PRINT('MSA#')PRINT(7,MSA):SPACE(3):PRINT('MSB#')PRINT(2,MSB)
SPACE(10):PRINT('MSC#')PRINT(7,MSC):CRLF(1)
SPACE(10):PRINT('MSS#')PRINT(7,MSS):SPACE(3):PRINT('NA1#')PRINT(7,NA1)
SPACE(3):PRINT('MSS2#')PRINT(7,MSS2):SPACE(3):PRINT('MS2#')PRINT(7,MS2):CRLF(1)
SPACE(10):PRINT('E1#')PRINT(7,E1):SPACE(3):PRINT('E2#')PRINT(7,E2)
SPACE(7):PRINT('E3#')PRINT(7,E3):CRLF(1)
SPACE(7):PRINT('CALCULATION..OF..BOX,CULVERT..')SPACE(5)
PRINT('EARTH COVERING')PRINT(2.2,H1):SPACE(3):PRINT('COEFFICIENT..OF..EARTH-PRESSURE')
PRINT(1.3,CV):CRLF(3)
SPACE(29):PRINT('MBC#')PRINT(3.2,MCB):SPACE(9):PRINT('M2#')PRINT(3.2,M2)
SPACE(10):PRINT('MBC#')PRINT(3.2,MCB):CRLF(1)

```


主鉄筋組立図



組立筋寸法表

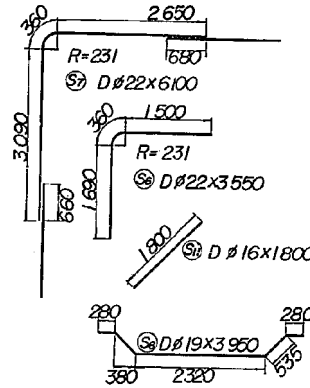
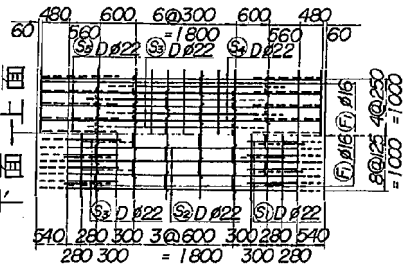
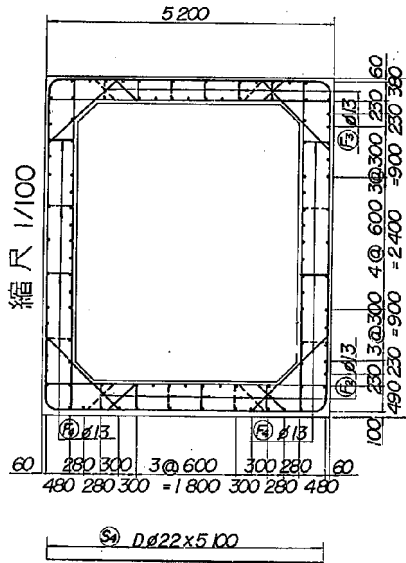
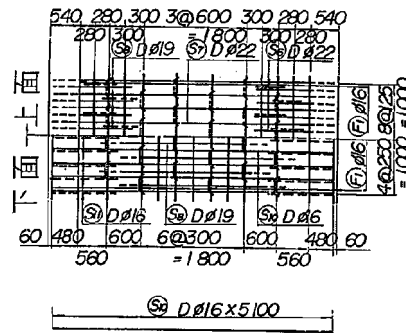
記号	径	a	b	L	形状
①	13	280	510	1460	□
②	13	280	400	1240	□
③	13		500	630	┘

$L = a + 2b + 12d$ $L = b + 10d$
 $d = 10$

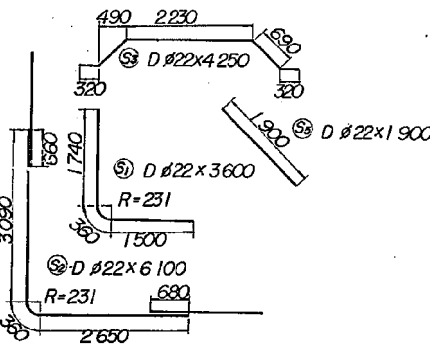
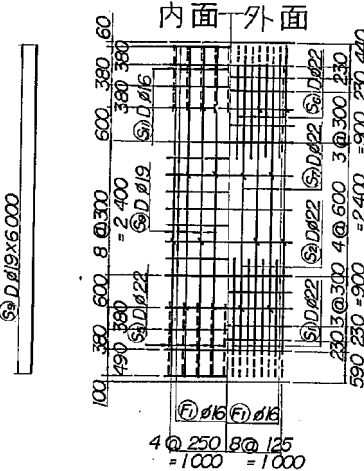
頂版

横断面図

底版



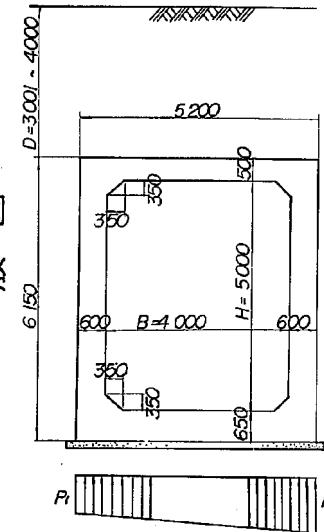
側壁



02-BX-091 (B4000-H5000-D3001~4000)-S39

(幅) (高さ) (土かぶり)
暗きよ - ボックスカルバート - その 91

一般図



1 設計条件

- 活荷重
自動車荷重 T-20
- 単位重量
コンクリート 2500 kg/m³
土 1800 kg/m³
- 許容応力
コンクリート 70 kg/cm²
鉄筋 (SD-30) 1600 kg/cm²
- 土圧係数
C 0.33 ~ 0.60

2 地盤反力

D (m)	R (t/m ²)	R (t/m ²)	摘要
3.50	18.58	19.19	
4.00	20.56	21.09	

材料表 (m 当り)

記号	径 (mm)	長さ (mm)	本数 (本)	単位重量 (kg/m)	一本重量 (kg)	重量 (kg)	形状	摘要
①	D#22	3600	8	3.04	10.944	87.552	┘	
②	D#22	6100	8	3.04	18.544	148.352	┘	
③	D#22	4250	4	3.04	12.920	51.680	┘	
④	D#22	5100	4	3.04	15.504	62.016	┘	
⑤	D#22	1900	8	3.04	5.776	46.208	┘	
⑥	D#22	3550	8	3.04	10.792	86.336	┘	
⑦	D#22	6100	8	3.04	18.544	148.352	┘	
⑧	D#19	3950	4	2.25	8.988	35.552	┘	
⑨	D#19	6000	8	2.25	13.500	108.000	┘	
⑩	D#16	5100	4	1.56	7.956	31.824	┘	
⑪	D#16	1800	8	1.56	2.808	22.464	┘	
小計						828.336		
⑫	#16	1000	102	1.58	1.580	161.160	┘	
⑬	#13	1460	12	1.04	1.518	18.216	┘	
⑭	#13	1240	12	1.04	1.290	15.480	┘	
⑮	#13	630	16	1.04	0.655	10.480	┘	
小計						205.336		
総重量						1.034 t		
コンクリート						12.225 m ³		型わく 26.180 m ²

ボックスカルバートタイプアウトシート その1

BOX.CULVERT..SIZE..AND..EARTH.THICKNESS B = 3.00 H 3.50 D = 5.00 C = 0.3333

***** CONDITION OF LOAD *****

V1 = .997500 1 V2 = .716588 0 P1 = .333158 1 P2 = .555897 1 P11 = .327187 1 P22 = .552474 1
P3 = .143026 2 P4 = .147121 2
CAD = .139360 2 CBA = .935733 1 CBC = CCB = .102996 2 CCD = .542090 1 CDC = .599281 1 CDA = .139360 2

*** VALUE OF K ***

K1 = .1030 1 K2 = .7734 0 K3 = .1000 1 K4 = .2255 1

***** MATRIX *** OF *** CONCLUSION ***

A11 = .100000 1 A12 = .003300 0 A13 = .000000 0 A14 = .000000 0 A15 = .000000 0 A16 = -.251737 1
A21 = .000000 0 A22 = .100000 1 A23 = .000000 0 A24 = .000000 0 A25 = .000000 0 A26 = .265433 1
A31 = .000000 0 A32 = .000000 0 A33 = .100000 1 A34 = .000000 0 A35 = .000000 0 A36 = -.269096 1
A41 = .000000 0 A42 = .000000 0 A43 = .000000 0 A44 = .100000 1 A45 = .000000 0 A46 = .248617 1
A51 = .000000 0 A52 = .000000 0 A53 = .000000 0 A54 = .000000 0 A55 = .100000 1 A56 = .126523 0

***** BM SF NF LIST *****

MEMBER	POINT	BH	SF	NF	E	CN	MS
SIDEWALL	L A	-.818967	1	.934677	1	.182007	2
SIDEWALL	L CE1	.237426	0	.000000	0	.182007	2
SIDEWALL	L B	.827513	1	.787302	1	.182007	2
UPPERSLAB	B	-.527513	1	-.182007	2	.787302	1
UPPERSLAB	CE2	.717421	1	.003300	0	.787302	1
UPPERSLAB	C	.819013	1	.182007	2	.787302	1
SIDEWALL	B C	-.819013	1	.794155	1	.182007	2
SIDEWALL	B CE3	.264859	0	.003300	0	.182007	2
SIDEWALL	B D	.540071	1	.935875	1	.182007	2
LOWERSLAB	A	.818967	1	.243436	2	.934677	1
LOWERSLAB	CE4	-.128790	2	.000000	0	.934677	1
LOWERSLAB	D	-.540071	1	.243436	2	.934677	1

	I	SIDE	I	UPPER	I	LOWER
WHOLE THICKNESS	I DS =	40.00	I DV =	35.00	I DL =	50.00
DESIGN THICKNESS	I D =	30.16	I D =	27.62	I D =	34.44
REINFORCEMENT AREA CORNER	I AS =	14.76	I AS =	19.01	I AS =	14.65
REINFORCEMENT AREA CENTER	I AS =	4.66	I AS =	16.14	I AS =	24.01
SHEARING STRESS	I TAU =	3.16	I TAU =	7.17	I TAU =	7.10

SIDE...PA = 0.004342 PB = -0.001371 DE = 0.56520 XAA = 5.4713 XAB = 2.4334
UPPER...PA = 0.005537 PB = 0.005567 DE = -0.30980 XAA = 10.9162 XAB = 9.6071
LOWER...PA = 0.003329 PB = 0.005457 DE = -0.35433 XAA = 0.0055 XAB = 7.1765

ボックスカルバートタイプアウトシート その2

*** CALCULATION OF BOX.CULVERT *** EARTH COVERING D = 5.00 COEFFICIENT OF EARTH PRESSURE C = 0.333

MBC = -8.28 N2 = 7.17 MCB = 8.19
MSBC = -9.18 NS2 = 5.08 MSCB = 9.10
SBC = 18.20

MBA = 8.28
MSBA = 10.82
SBA = 7.97

MCD = -8.19
MSCD = -10.74
SCD = 7.94

M1 = 0.24
MS1 = 2.79

OS = 0.40

OS = 0.40

M3 = 0.26
MS3 = 2.81

MAB = -8.19
MSAB = -10.74
SAB = 7.95

MDC = 8.40
MSDC = 10.95
SDC = 9.40

MAD = 8.19
MSAD = 9.99
SAD = 24.84

M4 = -12.88
MS4 = -14.26

NDA = -8.40
MSDA = -9.60
SDA = 24.61

BOTTOM PRESSURE P5 = 18.553 P6 = 18.962
CONCRETE VOLUM 6.110 FORM AREA 28.831

2.2.2 パイプカルバート

1 概 説

排水のため道路を横断して築造される各種カルバート類のうち、道路調査費で扱ったものはパイプカルバートである。

パイプカルバートの設計で一番問題になるのは土圧の取り方であるが、本設計では建設省の道路技術基準に従い、Dean Marston 公式を使用した。

39年度には、計算方法が既知の90°, 120°, 180° 固定を取りあげ、これに、のみ口とはき口を加えた。なお、全断面を被覆する場合と縦方向の取扱は40年度以降に考慮することにする。

この設計にはさらに管径ごとにくり配をいろいろと変えた場合の最大流量が求めているので、解説に描いてある図(図2.2-10参照)から管内の流量とく配が与えられると、必要な管径がわかり、さらに土かぶりの深さによってタイプがすぐに決められるようになっている。(図2.2-11参照)

2. 設 計 例

- 1) 管内を流れる量……………1.0 m³/sec
管のく配……………1.00%
- 2) 必要な管径……………(図2.2-10より)800mm, 余裕をみて1000mm
管を使用する。
- 3) 土かぶり……………3.00m
- 4) 必要なタイプ……………(図2.2-11より)……K3(土かぶり1.50mになるときはK2でよい。)
- 5) 地盤反力……………(図2.2-11より)……約1.4 t/m

3. 管内の流量計算式

Manning 公式より求める。

$$Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$n = 0.013$ (粗度)

R = 満 辺

I = 勾 配

4. 土圧の計算

- 1) Project 形 ……自然地盤または締固めた盛土上に暗きよを設置し、その上に盛土を行なう場合

$$Q_c = C_c \cdot W \cdot B_c$$

$$H < H_e \text{ のとき } C_c = \frac{e^{2K\mu \frac{H}{B_c}} - 1}{2K \cdot \mu}$$

$$H \geq H_e \text{ のとき } C_c = \frac{e^{2K\mu \frac{H_e}{B_c}} - 1}{2K \cdot \mu} + \left(\frac{H}{B_c} - \frac{H_e}{B_c} \right) e^{2K\mu \frac{H_e}{B_c}}$$

ただし H_e は次式で求める。

$$e \quad \frac{2K\mu}{Bc} \frac{H_0}{Bc} - 2K\mu \frac{H_0}{Bc} = 2K \cdot \mu \gamma s d \cdot p + 1$$

ここで

Q = 土圧 (t/m^2)

W = 土の単位体積重量 (t/m^3)

Bc = 管の外径

Cc = 土圧係数

K = ランキンの係数 ($= \frac{\sqrt{\mu^2 + 1} - \mu}{\sqrt{\mu^2 + 1} + \mu}$)

μ = 土の内部摩擦角 (30° と仮定)

H = 土かぶり厚 (m)

H_0 = 仮定の沈下面より管きょ上端までの深さ (m)

P = 突出比 (h/Bc) (1.0 と仮定)

$\gamma s d$ = 沈下比 (0.7 と仮定)

この公式によって、土かぶり厚と管径をいろいろに変えた場合の土圧を求め (プログラム 4 参照) て図化すると図 2.2-15 のようになる。

2) Ditch 形

自然地盤または締め固めた盛土に、みぞを掘さくして埋設する場合

$$Q = Cd \cdot W \cdot Bd$$

$$Cd = \frac{1 - e^{-2K\mu \cdot \frac{H}{Bd}}}{2K\mu}$$

ここで

Bd = 溝の巾 (m)

μ' = 自然地盤と埋戻土との間のすべり

摩擦係数 ($\mu = \mu'$)

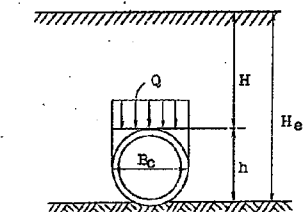


図 2.2-9 Project 形

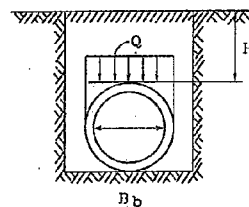


図 2.2-13 ditch 形

5. 土かぶりの計算

土かぶり土などの等分布荷重によるヒューム管の曲げモーメントを集中荷重による管の曲げモーメントに換算して、ひび割れ荷重を発生するときの q を求め、(例 K 1 では

$q = \frac{0.318}{0.303} P$, P はひび割れ荷重をとる) 各深さ毎に、さきに求めた土圧 Q と、活荷重強度 Pc (図 2.2-16 参照) との合計 P が q を越えないように ($(Q + Pc) < q$) 土かぶりを求めた。

流 量 ———— と う 配

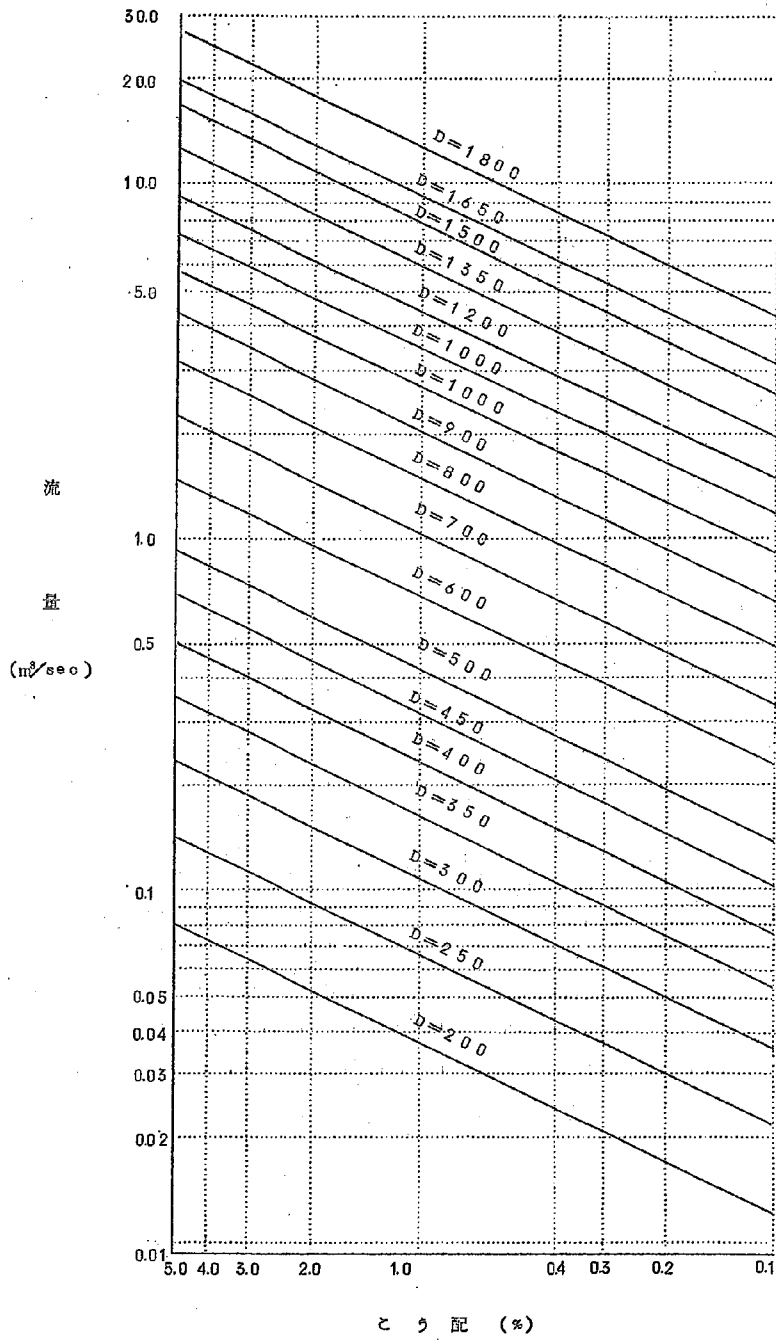


図 2.2 - 10

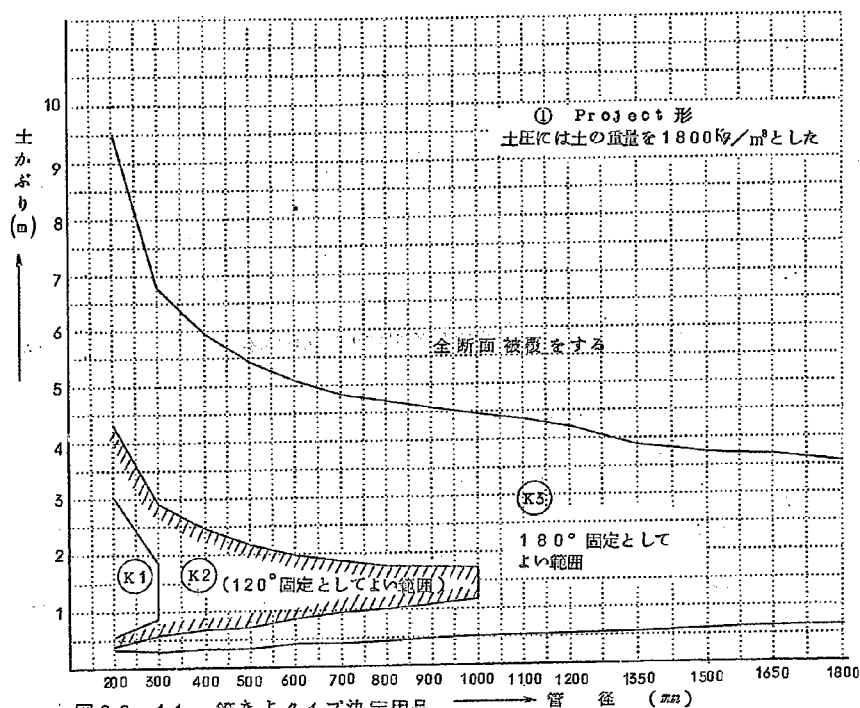


図 2.2-11 管きよタイプ決定用品

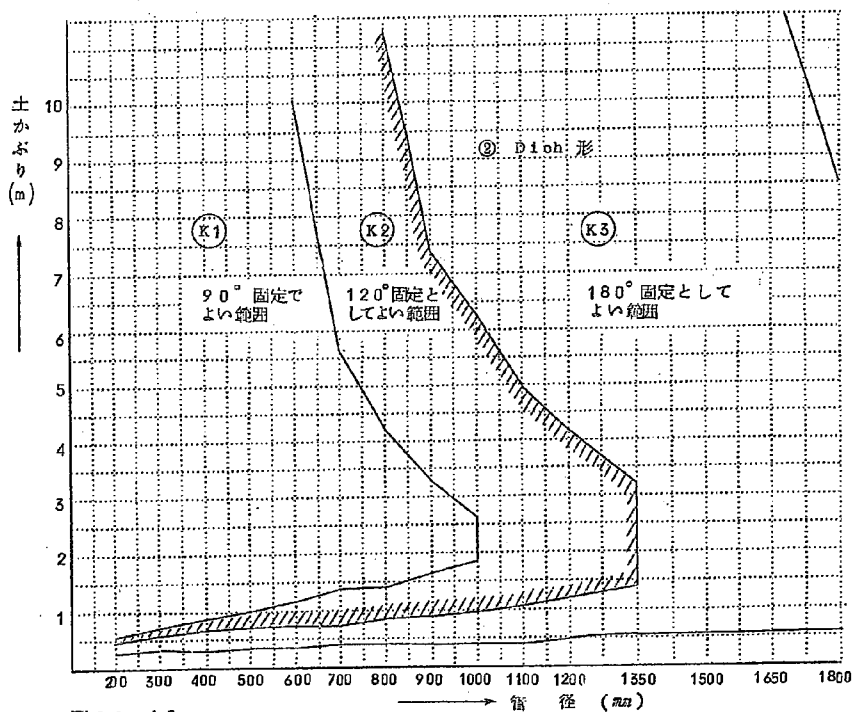


図 2.2-12

6. 管きよの設計

1) 管の強度

集中荷重 P による管の強度 (JIS A5303-1962)

表 2.2-4

	P (Kg/m)																	
管 (mm) 径	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800
ひび割れ (Kg/m)	1400	1300	1400	1500	1600	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800	2900	3000	3200	3400	3600	3800
破 か い (Kg/m)	2200	2000	2000	2200	2400	2700	3000	3600	4300	4900	5500	6100	6700	7300	8500	9300	10500	11300

2) 集中荷重 P による管の曲げモーメント

$$M_{max} = 0.318 P \cdot r$$



3) 等分布荷重による管の曲げモーメント

表 2.2-5

	K 1 (90° 固定基礎)	K 2 (120° 固定基礎)	K 3 (180° 固定基礎)
+ M_{max}	$0.303 q r^2$	$0.213 q r^2$	$0.107 q r^2$
- M_{min}	$0.159 q r^2$	$0.118 q r^2$	$0.050 q r^2$

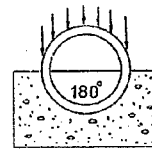
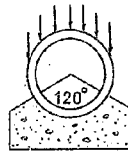
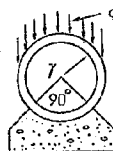


図 2.2-14 管の強さの計算法

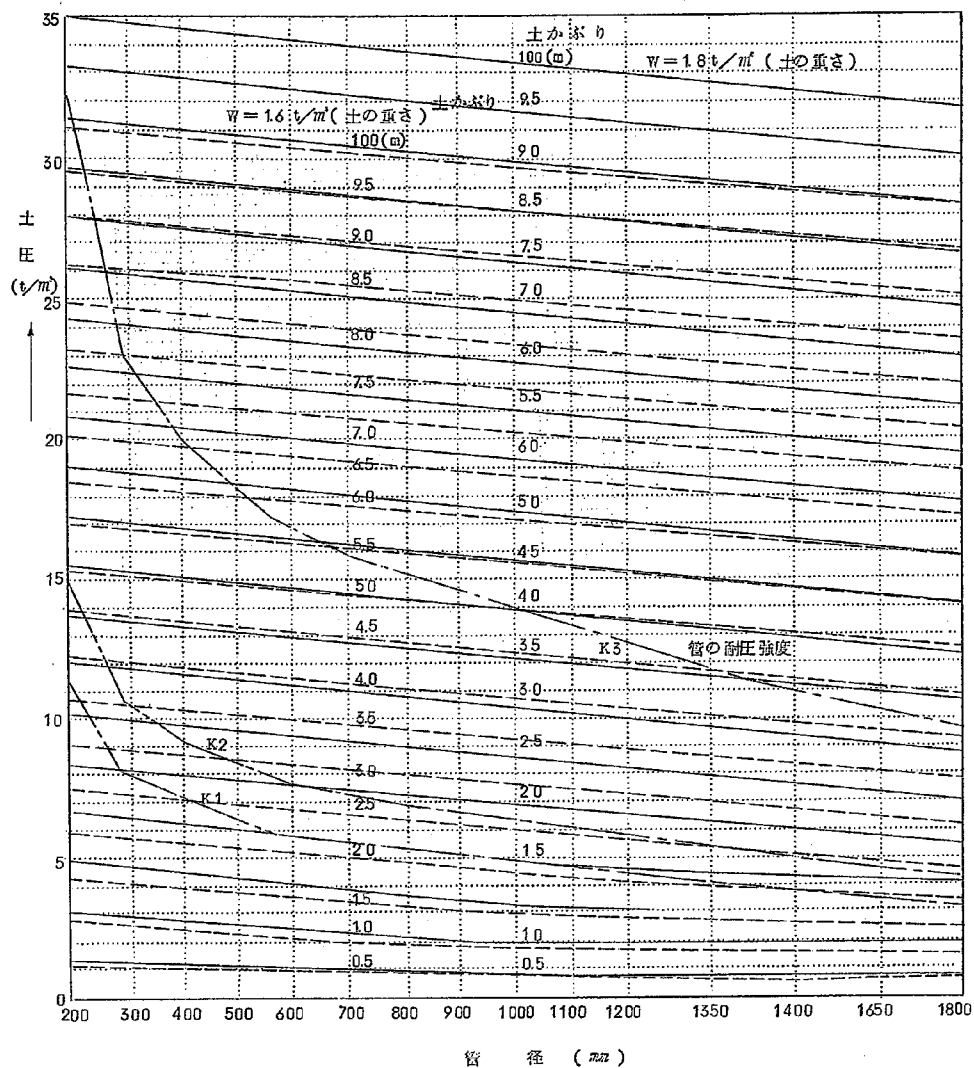


図 2.2 - 15 Dda Dean Marston 公式による土圧図 (Project 形)

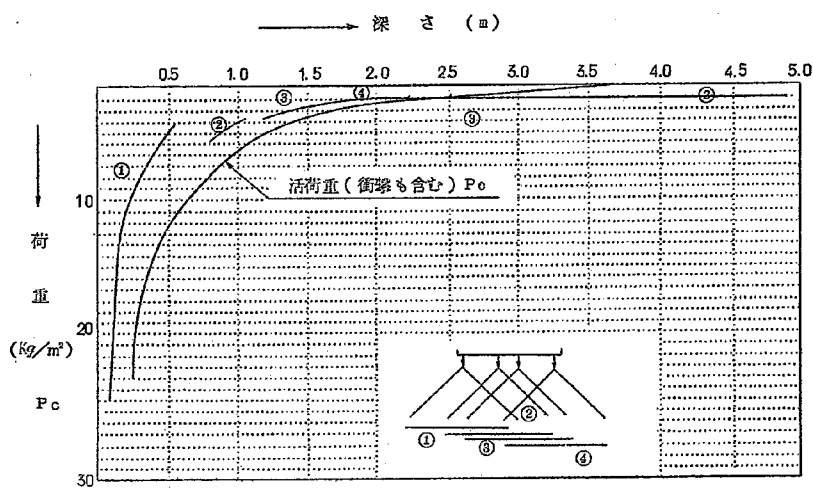


図 2.2 - 1 6 活荷重 (衝撃を含む)

2.2.3 2連ボックスカルバート

1. 設計範囲

昭和39年度に引継ぎ、2連ボックスカルバートの標準設計について土研技術管理室で作業を行ない、単位長さ当りのコンクリート体積、型わく、鉄筋量等を記入した標準図を作成した。

標準図作成においては、設計計算は技術管理室で電子計算機を使って行ない、製図(JIS・A-1)は外注によった。

地盤沈下に対する底版縦方向筋と、斜カルバートの端部配筋については、続けて作業を行ない、早い機会に成果をだすことにする。

ボックスカルバートの断面形状は、1.5m×1.5mから3.5m×4.5mまで50cmピッチで行ない、必要と考えられる断面形状の範囲については25cmピッチで図化した。

被覆土厚については、0mから5.0mまで50cmピッチで設計計算し、最終的に86枚の図化を行なった。

荷重の載荷法および計算式は、結果に影響のない範囲で簡略にした。つまり、前輪による側圧の影響線が側壁の途中で終る場合は水平土圧の算式には組み入れてないということである。

2. 2連ボックスカルバートの設計計算式

1) 設計条件

(1) 単位重量

鉄筋コンクリート.....2,500 Kg/m³

舗装(アスコン).....2,300 Kg/m³

土.....1,800 Kg/m³

(2) 活荷重

(T-20)の荷重を使用する。また、(T-20)によるカルバート縦方向単位長さ当り換算荷重は下記の通りとする。但し、衝撃係数*i*=0.3とする。

$$\text{後輪 } P_{L1} = \frac{2 \cdot W_1}{2.75} (1+i) = \frac{2 \times 8}{2.75} (1+0.3) = 7.56 \text{ t/m}$$

$$\text{前輪 } P_{L2} = \frac{2 \cdot W_2}{2.75} (1+i) = \frac{2 \times 2}{2.75} (1+0.3) = 1.89 \text{ t/m}$$

(3) 土 圧

(a) 水平土圧

水平土圧係数*C_h*は1/3を基本にして、0.6についても設計した。

(b) 鉛直土圧

1連ボックスと同じように

(ボックスカルバートの上面被覆土全重量)×1.0を鉛直土圧とした。

(4) 温度変化および地震

ボックスカルバートの設計には、一般に、温度変化および地震の影響は考慮しないので、1連ボックス同様、本設計においても考慮しなかった。

(5) 許容応力度

主鉄筋許容引張応力度 (S D 3 0) $\sigma_{sa} = 1,600 \text{ Kg/cm}^2$

その他鉄筋許容引張応力度 (S R 2 4) $\sigma_{sa} = 1,400 \text{ Kg/cm}^2$

コンクリート許容圧縮応力度 $\sigma_{ca} = 70 \text{ Kg/cm}^2$

コンクリート許容せん断応力度 $\tau_a = 8 \text{ Kg/cm}^2$

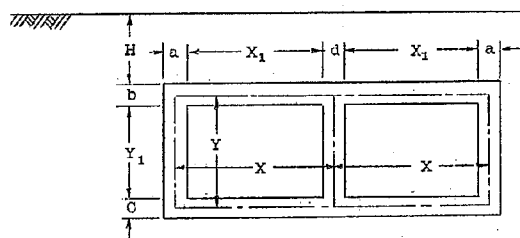
(6) 鉄筋のかぶり

側壁、隔壁および頂版…………… 6 cm

底板…………… 10 cm

3. ボックスラーメンの計算式

ボックスカルバートの計算は、電子計算機によって鉄筋およびコンクリートの断面と応力を求め、そして、とう角法 (Slope Deflection Method) によってラーメンを解いた。計算に使用する各寸法の符号は図 2.2 - 17 の通りである。



$$X = X_1 + \frac{a}{2} + \frac{d}{2}$$

$$Y = Y_1 + \frac{b}{2} + \frac{c}{2}$$

図 2.2 - 17

1) 計算上の仮定

ボックスカルバートの内側にある土砂および底板重量等の底板荷重を低減する荷重は、ラーメン計算上は省略した方が安全なので考慮しなかった。

2) 荷重項の計算 (単位 : t および m)

$$F = 0.2 + 2H + b$$

$$F_s = 0.2 + 2(H + Y) + b$$

(1) 前輪が側面土圧に影響しない場合 ($\frac{3}{2}X + \frac{F}{2} < 4.0$)

$$\textcircled{1} \quad \frac{3}{2}X + \frac{F}{2} < 4.0 \quad \& \quad F < X \quad (\text{図 2.2 - 18})$$

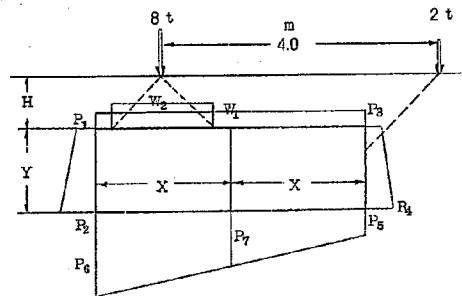


图 2.2 - 18

$$W_1 = 1.8H + 2.5b + 0.1 \quad W_2 = \frac{7.56}{F}$$

$$P_1 = Ce(1.8H + 0.1) = 0.6H + \frac{1}{30}$$

$$P_2 = Ce\{1.8(H+Y) + 0.1\} = 0.6(H+Y) + \frac{1}{30}$$

$$P_3 = P_1 \quad P_4 = P_2$$

$$PQ = 1.8H + \frac{7.56 + 2.5\{(2a+d)Y + 2bX\}}{2X} + 0.1$$

$$Q_0 = 2 \cdot W_1 \cdot X + W_2 \cdot F \quad Q_1 = \frac{Y}{2} (P_1 + P_2)$$

$$Q_2 = Q_1 \quad Q_3 = 2 \cdot PQ \cdot X$$

$$e_1 = \frac{Y(2 \cdot P_1 + P_2)}{3(P_1 + P_2)} \quad e_2 = e_1$$

$$E = \frac{Q_2 \cdot e_2 - Q_1 \cdot e_1}{Q_3} \quad e_0 = \frac{X(4 \cdot W_1 \cdot X + 3 \cdot W_2 \cdot F)}{2 \cdot Q_0}$$

$$e_3 = 2 \cdot X - (e_0 + E)$$

$$P_5 = \frac{Q_3}{X} \left(\frac{3 \cdot e_3}{2 \cdot X} - 1 \right)$$

$$P_6 = \frac{Q_3 \cdot e_3}{X} \left(\frac{2}{e_3} - \frac{3}{2 \cdot X} \right)$$

$$P_7 = \frac{(P_5 + P_6)}{2}$$

$$CAD = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_6 + 2 \cdot P_7)$$

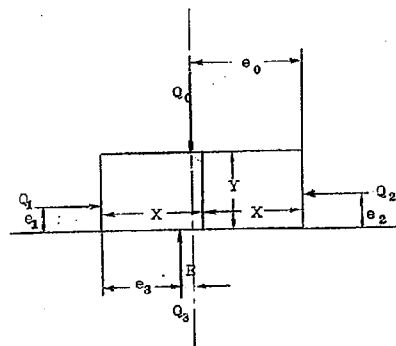


图 2.2 - 19

$$C_{BA} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1)$$

$$C_{CB} = C_{BC}$$

$$C_{EC} = C_{CE}$$

$$C_{EF} = C_{BA}$$

$$C_{FE} = C_{AB}$$

$$C_{DF} = \frac{X^2}{60} \quad (3 \cdot P_7 + 2 \cdot P_5)$$

$$C_{DA} = \frac{x^2}{60} \quad (2 \cdot P_6 + 3 \cdot P_7)$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{3}{2}X + \frac{F}{2} < 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad (\text{图 2.2-20})$$

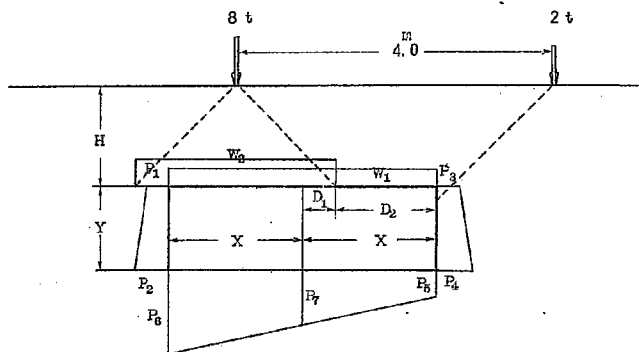


图 2.2-20

$$W_2 = \frac{7.56}{F}$$

$$P_1 = C_0(1.8 \cdot H + W_2 + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{2.52}{F} + \frac{1}{30}$$

$$p_2 = Ce \left\{ 1.8 (H+Y) + \frac{7.56}{FS} + 0.1 \right\} = 0.6 (H+Y) + \frac{2.52}{FS} + \frac{1}{30}$$

$$P_3 = Ce(1.8 \cdot H + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{1}{30}$$

$$P_A = Ce \{ 1.8 (H+Y) + 0.1 \} = 0.6 (H+Y) + \frac{1}{30}$$

$$D_1 = \frac{F}{2} - \frac{X}{2} \quad D_2 = X - D_1$$

$$PQ = 1.8 \cdot H + \frac{W_2 (X + D_1) + 2.5 \{ (2 \cdot a + d) Y + 2 \cdot b \cdot X \}}{2 \cdot X} + 0.1$$

$$Q_0 = 2 \cdot W_1 \cdot X + W_2 (X + D_1)$$

$$Q_1 = \frac{Y}{2} (P_1 + P_2)$$

$$Q_2 = \frac{Y}{2} (P_3 + P_4)$$

$$Q_3 = 2 \cdot PQ \cdot X$$

$$e_1 = \frac{Y (2 \cdot P_1 + P_2)}{3 (P_1 + P_2)}$$

$$e_2 = \frac{Y (2 \cdot P_3 + P_4)}{3 (P_3 + P_4)}$$

$$E = \frac{Q_2 \cdot e_2 - Q_1 \cdot e_1}{Q_3}$$

$$e_0 = \frac{4 \cdot W_1 \cdot X^2 + W_2 (X + D_1) (X + D_1 + 2 \cdot D_2)}{2 \cdot Q_0}$$

$$e_3 = 2 \cdot X - (e_0 + E)$$

$$P_5 = \frac{Q_3}{X} \left(\frac{3 \cdot e_3}{2 \cdot X} - 1 \right) \quad P_6 = \frac{Q_3 \cdot e_3}{X} \left(\frac{2}{e_3} - \frac{3}{2 \cdot X} \right)$$

$$P_7 = \frac{(P_5 + P_6)}{2} \quad C_{AD} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_6 + 2 \cdot P_7)$$

$$C_{AB} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1) \quad C_{BA} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1)$$

$$C_{BC} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2) \quad C_{CB} = C_{BC}$$

$$C_{CE} = \frac{W_1 \cdot X^2}{12} + \frac{W_2 \cdot D_1^2 (3 \cdot D_1^2 - 8 \cdot D_1 \cdot X + 6 \cdot X^2)}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{EC} = \frac{W_1 \cdot X^2}{12} + \frac{W_2 \cdot D_1^3 (4 \cdot X - 3 \cdot D_1)}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{EF} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_3 + 2 \cdot P_4) \quad C_{FE} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_3 + 3 \cdot P_4)$$

$$C_{FD} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_7 + 3 \cdot P_5) \quad C_{DF} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_7 + 2 \cdot P_5)$$

$$C_{DA} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_6 + 3 \cdot P_7)$$

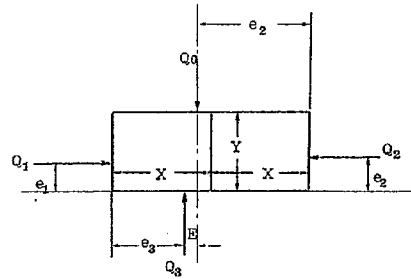


图 2.2 - 2.1

(2) 前輪が側面土圧に影響する場合 $(\frac{3}{2}X + \frac{F}{2} \geq 4.0)$

② $\frac{3}{2}X + \frac{F}{2} \geq 4.0$ & $F < X$ & $4 + \frac{F}{2} < \frac{3}{2}X$ (図 2.2-22)

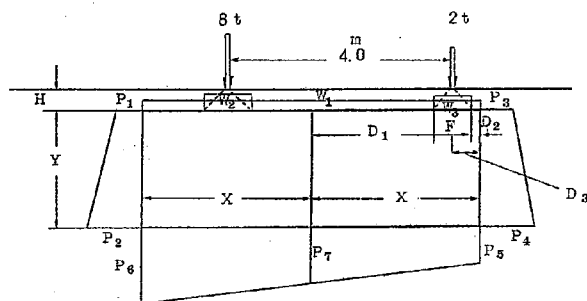


図 2.2-22

$$W_1 = 1.8H + 2.5 \cdot b + 0.1 \quad W_2 = \frac{7.56}{F} \quad W_3 = \frac{1.89}{F}$$

$$P_1 = Ce(1.8 \cdot H + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{1}{3.0}$$

$$P_2 = Ce\{1.8(H+Y) + 0.1\} = 0.6(H+Y) + \frac{1}{3.0}$$

$$P_3 = P_1 \quad P_4 = P_2$$

$$PQ = 1.8 \cdot H + \frac{9.45 + 2.5\{(2 \cdot a + d)Y + 2 \cdot b \cdot X\}}{2 \cdot X} + 0.1$$

$$D_2 = \frac{3}{2}X - 4 - \frac{F}{2} \quad D_1 = X - (D_2 + F) \quad D_3 = D_2 + \frac{F}{2}$$

$$Q_0 = 2 \cdot W_1 \cdot X + F(W_2 + W_3)$$

$$Q_1 = \frac{Y}{2}(P_1 + P_2) \quad Q_2 = Q_1 \quad Q_3 = 2 \cdot PQ \cdot X$$

$$e_1 = \frac{Y(2 \cdot P_1 + P_2)}{3(P_1 + P_2)} \quad e_2 = e_1$$

$$E = \frac{Q_2 \cdot e_2 - Q_1 \cdot e_1}{Q_3}$$

$$e_0 = \frac{11.34 \cdot X + 2 \cdot W_1 \cdot X^2 + 1.89 \cdot D_3}{Q_0}$$

$$e_3 = 2 \cdot X - (e_0 + E)$$

$$P_5 = \frac{Q_3}{X} \left(\frac{3 \cdot e_3}{2 \cdot X} - 1 \right)$$

$$P_6 = \frac{Q_3 \cdot e_3}{X} \left(\frac{2}{e_3} - \frac{3}{2 \cdot X} \right)$$

$$P_7 = \frac{(P_5 + P_6)}{2}$$

$$C_{AD} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_6 + 2 \cdot P_7)$$

$$C_{AB} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1)$$

$$C_{BA} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1)$$

$$C_{BC} = \frac{X^2 \cdot W_1}{12} + \frac{W_2 \cdot F (3 \cdot X^2 - F^2)}{2 \cdot 4 \cdot X} \quad C_{CB} = C_{BC}$$

$$C_{CE} = \frac{W_1 \cdot F}{12 \cdot X^2} (12 \cdot D_1 \cdot X^2 + 6 \cdot F \cdot X^2 + 12 \cdot D_1^2 + 18 \cdot F \cdot D_1^2 + 12 \cdot D_1 \cdot F^2 + 3 F^3 - 24 \cdot X \cdot D_1^2 - 24 \cdot D_1 \cdot F \cdot X)$$

$$C_{EC} = \frac{W_1 \cdot F}{12 \cdot X^2} (12 \cdot D_1^2 + 12 \cdot X \cdot D_1 \cdot F + 4 \cdot X \cdot F^2 - 12 \cdot D_1^2 - 18 \cdot F \cdot D_1^2 - 12 \cdot D_1 \cdot F^2 + 3 F^3)$$

$$C_{EF} = C_{BA} \quad C_{FE} = C_{AB} \quad C_{FD} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_7 + 3 \cdot P_5)$$

$$C_{DF} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_7 + 2 \cdot P_5) \quad C_{DA} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_6 + 3 \cdot P_7)$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \leq 4.0 \quad \& \quad F < X \quad \& \quad 4 + \frac{F}{2} \geq \frac{3}{2} X \quad (\text{图 2.2-24})$$

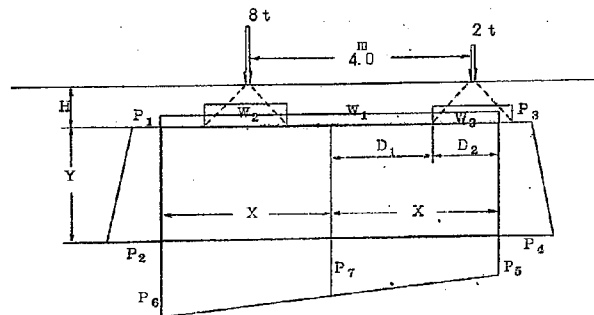


图 2.2-24

$$W_1 = 1.8 \cdot H + 2.5 \cdot b + 0.1 \quad W_2 = \frac{7.56}{F} \quad W_3 = \frac{1.89}{F}$$

$$P_1 = Ce (1.8 \cdot H + 0.1) = 0.6H + \frac{1}{30}$$

$$P_2 = Ce \{ 1.8 (H+Y) + 0.1 \} = 0.6 (H+Y) + \frac{1}{30}$$

$$P_3 = Ce (1.8 \cdot H + W_3 + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{0.63}{F} + \frac{1}{30}$$

$$P_4 = Ce \{ 1.8 (H+Y) + \frac{1.89}{F} + 0.1 \} = 0.6 (H+Y) + \frac{0.63}{F} + \frac{1}{30}$$

$$D_1 = \frac{F}{2} \cdot (4 - \frac{3}{2} X)$$

$$PQ = 1.8 \cdot H + \frac{7.56 + W_3 \cdot D_1 + 2.5 \{ (2 \cdot a + d) \cdot Y + 2 \cdot b \cdot X \}}{2 \cdot X} + \frac{1}{30}$$

$$Q_0 = 2 \cdot W_1 \cdot X + W_2 \cdot F + W_3 \cdot D_1$$

$$Q_1 = \frac{Y}{2} (P_1 + P_2)$$

$$Q_2 = \frac{Y}{2} (P_3 + P_4)$$

$$Q_3 = 2 \cdot PQ \cdot X$$

$$e_1 = \frac{Y (2 \cdot P_1 + P_2)}{3 (P_1 + P_2)}$$

$$e_2 = \frac{Y (2 \cdot P_3 + P_4)}{3 (P_3 + P_4)}$$

$$E = \frac{Q_2 \cdot e_2 - Q_1 \cdot e_1}{Q_3}$$

$$e_0 = \frac{4 \cdot W_1 \cdot X^2 + 3 \cdot W_2 \cdot F \cdot X + W_3 \cdot D_1^2}{2 \cdot Q_0}$$

$$e_3 = 2 \cdot X - (e_0 + E)$$

$$P_5 = \frac{Q_3}{X} \left(\frac{3 \cdot e_3}{2 \cdot X} - 1 \right)$$

$$P_6 = \frac{Q_3 \cdot e_3}{X} \left(\frac{2}{e_3} - \frac{3}{2 \cdot X} \right)$$

$$P_7 = \frac{(P_5 + P_6)}{2}$$

$$C_{AD} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_6 + 2 \cdot P_7) \quad C_{AB} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1)$$

$$C_{BA} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1)$$

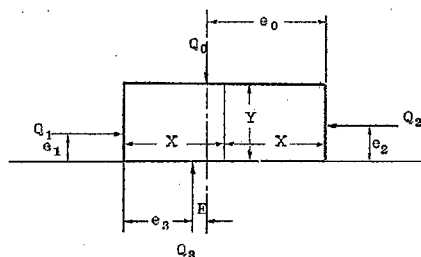


图 2.2 - 2.5

$$C_{BC} = \frac{W_1 \cdot X^2}{12} + \frac{W_2 \cdot F(3 \cdot X^2 - F^2)}{24 \cdot X} \quad C_{CB} = C_{BC}$$

$$C_{CE} = \frac{W_1 \cdot X^2}{12} + \frac{W_3 \cdot D_1^3(4 \cdot X - 3 \cdot D_1)}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{EC} = \frac{W_1 \cdot X^2}{12} + \frac{W_3 \cdot D_1^2}{12 \cdot X^2} (3 \cdot D_1^2 - 8 \cdot D_1 \cdot X + 6 \cdot X^2)$$

$$C_{EF} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_4 + 3 \cdot P_3) \quad C_{FE} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_4 + 2 \cdot P_3)$$

$$C_{FD} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_7 + 3 \cdot P_5) \quad C_{DF} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_7 + 2 \cdot P_5)$$

$$C_{DA} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_6 + 3 \cdot P_7)$$

⑤ $\frac{5}{2}X + \frac{F}{2} \geq 4.0$ & $F \geq X$ & $F < 4.0$ (图 2.2 - 2.6)

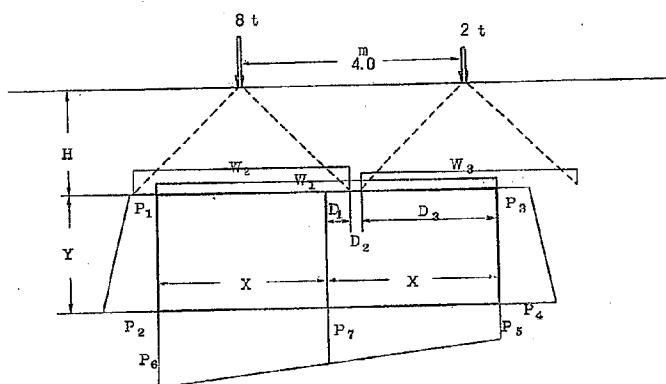


图 2.2 - 2.6

$$W_1 = 1.8 \cdot H + 2.5 \cdot b + 0.1 \quad W_2 = \frac{7.56}{F} \quad W_3 = \frac{1.89}{F}$$

$$P_1 = Ce(1.8 \cdot H + W_2 + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{2.52}{F} + \frac{1}{30}$$

$$P_2 = Ce \left\{ 1.8(H+Y) + \frac{7.56}{F_S} + 0.1 \right\} = 0.6(H+Y) + \frac{2.52}{F_S} + \frac{1}{30}$$

$$P_3 = Ce(1.8 \cdot H + W_3 + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{0.63}{F} + \frac{1}{30}$$

$$P_4 = Ce \left\{ 1.8(H+Y) + \frac{1.89}{F_S} + 0.1 \right\} = 0.6(H+Y) + \frac{0.63}{F_S} + \frac{1}{30}$$

$$D_1 = \frac{F}{2} - \frac{X}{2} \quad D_3 = \frac{3}{2}X + \frac{F}{2} - 4 \quad D_2 = X - (D_1 + D_3)$$

$$PQ = 1.8 \cdot H + \frac{W_2(X + D_1 + D_2) + W_3(D_2 + D_3) + 2.5 \{ (2 \cdot a + d)Y + 2 \cdot b \cdot X \}}{2 \cdot X} + 0.1$$

$$Q_0 = 2 \cdot W_1 \cdot X + W_2(X + D_1) + W_3 \cdot D_3$$

$$Q_1 = \frac{Y}{2} (P_1 + P_2)$$

$$Q_2 = \frac{Y}{2} (P_3 + P_4)$$

$$Q_3 = 2 \cdot PQ \cdot X$$

$$e_1 = \frac{Y(2 \cdot P_1 + P_2)}{3(P_1 + P_2)}$$

$$e_2 = \frac{Y(2 \cdot P_3 + P_4)}{3(P_3 + P_4)}$$

$$E = \frac{Q_2 \cdot e_2 - Q_1 \cdot e_1}{Q_3}$$

$$e_0 = \frac{4 \cdot W_1 \cdot X^2 + W_2(X + D_1)(3X - D_1) + W_3 \cdot D_3^2}{2 \cdot Q_0}$$

$$e_3 = 2 \cdot X - (e_0 + E)$$

$$P_5 = \frac{Q_3}{X} \left(\frac{3 \cdot e_3}{2 \cdot X} - 1 \right)$$

$$P_6 = \frac{Q_3 \cdot e_3}{X} \left(\frac{2}{e_3} - \frac{3}{2 \cdot X} \right) \quad P_7 = \frac{(P_5 + P_6)}{2}$$

$$C_{AD} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_6 + 2 \cdot P_7) \quad C_{AB} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1)$$

$$C_{BA} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1) \quad C_{BC} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2)$$

$$C_{CB} = C_{BC}$$

$$C_{CE} = \frac{W_1 \cdot X^2}{12} + \frac{W_2 \cdot D_1^2 (3 \cdot D_1^2 - 8 \cdot D_1 \cdot X + 6 \cdot X^2)}{12 \cdot X^2} + \frac{W_3 \cdot D_3^2 (4 \cdot X - 3 \cdot D_3)}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{EC} = \frac{W_1 \cdot X^2}{12} + \frac{W_2 \cdot D_1^3 (4 \cdot X - 3 \cdot D_1)}{12 \cdot X^2} + \frac{W_3 \cdot D_3^3 (3 \cdot D_3^2 - 8 \cdot D_3 \cdot X + 6 \cdot X^2)}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{EF} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_4 + 3 \cdot P_3) \quad C_{FE} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_4 + 2 \cdot P_3)$$

$$C_{FD} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_7 + 3 \cdot P_5) \quad C_{DF} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_7 + 2 \cdot P_5)$$

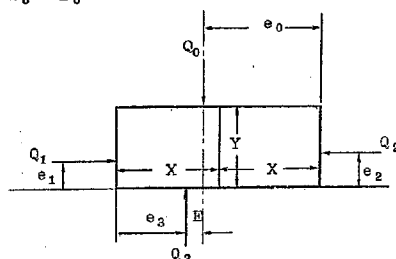


图 2.2 - 2.7

$$C_{DA} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_6 + 3 \cdot P_7)$$

$$(6) \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad 4.0 - \frac{F}{2} > \frac{X}{2} \quad (\text{图 2.2-28})$$

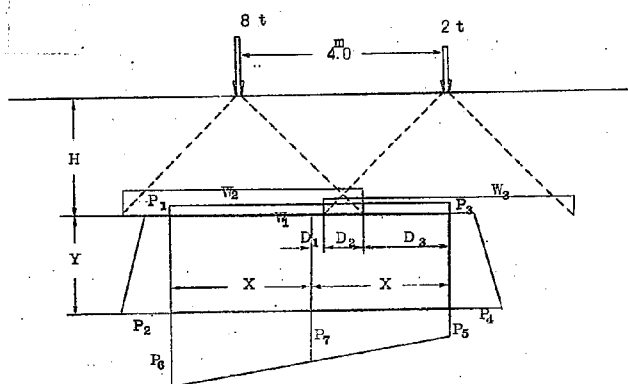


图 2.2 - 28

$$W_1 = 1.8 \cdot H + 2.5 \cdot b + 0.1 \quad W_2 = \frac{7.56}{F} \quad W_3 = \frac{1.89}{F}$$

$$P_1 = Ce (1.8 \cdot H + W_2 + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{2.52}{F} + \frac{1}{30}$$

$$P_2 = Ce \left\{ 1.8 (H + Y) + \frac{7.56}{F_s} + 0.1 \right\} = 0.6 (H + Y) + \frac{2.52}{F_s} + \frac{1}{30}$$

$$P_3 = Ce (1.8 \cdot H + W_3 + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{0.63}{F} + \frac{1}{30}$$

$$P_4 = Ce \left\{ 1.8 (H + Y) + \frac{1.89}{F_s} + 0.1 \right\} = 0.6 (H + Y) + \frac{0.63}{F_s} + \frac{1}{30}$$

$$D_1 = 4 - \left(\frac{X}{2} + \frac{F}{2} \right) \quad D_2 = \frac{F}{2} - \left(\frac{X}{2} + D_1 \right)$$

$$D_3 = \frac{3}{2} X - \frac{F}{2}$$

$$PQ = 1.8 \cdot H + \frac{W_2 (X + D_1 + D_2) + W_3 (D_2 + D_3) + 2.5 \left\{ (2 \cdot a + d) Y + 2 \cdot b \cdot X \right\}}{2 \cdot X} + 0.1$$

$$Q_0 = 2 \cdot W_1 \cdot X + W_2 (X + D_1 + D_2) + W_3 (D_2 + D_3)$$

$$Q_1 = \frac{Y}{2} (P_1 + P_2)$$

$$Q_2 = \frac{Y}{2} (P_3 + P_4)$$

$$Q_3 = 2 \cdot P_Q \cdot X$$

$$e_1 = \frac{Y(2 \cdot P_1 + P_2)}{3(P_1 + P_2)}$$

$$e_2 = \frac{Y(2 \cdot P_3 + P_4)}{3(P_3 + P_4)}$$

$$E = \frac{Q_2 \cdot e_2 - Q_1 \cdot e_1}{Q_3}$$

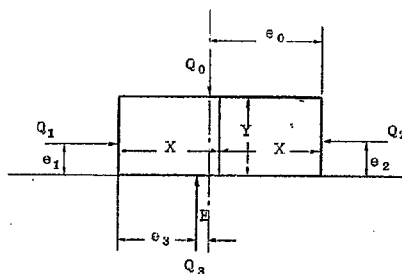


图 2.2 - 2 9

$$e_0 = \frac{4 \cdot W_1 \cdot X^2 + W_2 (X + D_1 + D_2) (X + D_1 + D_2 + 2 \cdot D_3) + W_3 (D_2 + D_3)^2}{2 \cdot Q_0}$$

$$e_3 = 2 \cdot X - (e_0 + E)$$

$$P_5 = \frac{Q_3}{X} \left(\frac{3 \cdot e_3}{2 \cdot X} - 1 \right)$$

$$P_6 = \frac{Q_3 \cdot e_3}{X} \left(\frac{2}{e_3} - \frac{3}{2 \cdot X} \right) \quad P_7 = \frac{(P_5 + P_6)}{2}$$

$$C_{AD} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_5 + 2 \cdot P_7) \quad C_{AB} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1)$$

$$C_{BA} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1) \quad C_{EC} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2)$$

$$C_{CB} = C_{BC}$$

$$C_{CE} = \frac{W_1 \cdot X^2}{12} + \frac{W_2 (D_1 + D_2)^2 \{ 3 (D_1 + D_2)^2 - 8 (D_1 + D_2) X + 6 X^2 \}}{12 \cdot X^2} \\ + \frac{W_3 (D_2 + D_3)^2 \{ 4 X - 3 (D_2 + D_3) \}}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{EC} = \frac{W_1 \cdot X^2}{12} + \frac{W_3 (D_2 + D_3)^2 \{ 3 (D_2 + D_3)^2 - 8 (D_2 + D_3) X + 6 X^2 \}}{12 \cdot X^2} \\ + \frac{W_2 (D_1 + D_2)^2 \{ 4 X - 3 (D_1 + D_2) \}}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{EF} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_4 + 3 \cdot P_3) \quad C_{FE} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_4 + 2 \cdot P_3)$$

$$C_{FD} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_7 + 3 \cdot P_5) \quad C_{DF} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_7 + 2 \cdot P_5)$$

$$C_{DA} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_6 + 3 \cdot P_7)$$

$$\textcircled{7} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} < \frac{3}{2} X \quad (\text{图 2.2-30})$$

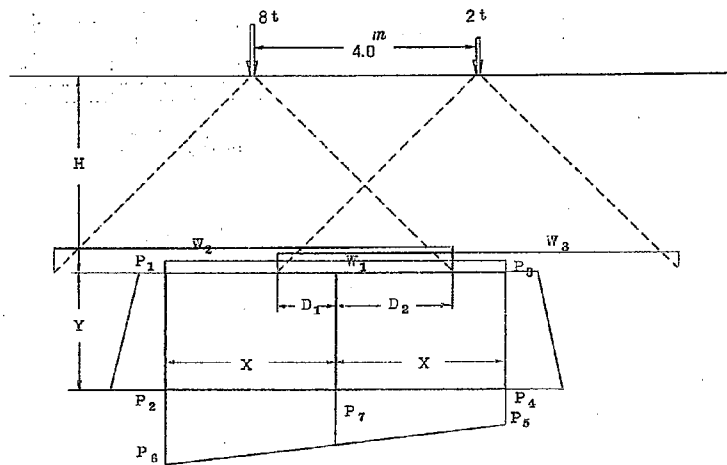


图 2.2-30

$$W_1 = 1.8 H + 2.5 \cdot b + 0.1 \quad W_2 = \frac{7.56}{F} \quad W_3 = \frac{1.89}{F}$$

$$P_1 = Ce (1.8 \cdot H + W_2 + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{2.52}{F} + \frac{1}{3.0}$$

$$P_2 = Ce \left\{ 1.8 (H + Y) + \frac{7.56}{F_s} + 0.1 \right\} = 0.6 (H + Y) + \frac{2.52}{F_s} + \frac{1}{3.0}$$

$$P_3 = Ce (1.8 \cdot H + W_3 + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{0.63}{F} + \frac{1}{3.0}$$

$$P_4 = Ce \left\{ 1.8 (H + Y) + \frac{1.89}{F_s} + 0.1 \right\} = 0.6 (H + Y) + \frac{0.63}{F_s} + \frac{1}{3.0}$$

$$D_1 = F - \left(4 + \frac{F}{2} - \frac{X}{2} \right) \quad D_2 = \frac{F}{2} - \frac{X}{2}$$

$$PQ = 1.8 \cdot H + \frac{W_2 (X + D_2) + W_3 (X + D_1) + 2.5 \{ (2 \cdot a + d) Y + 2 \cdot b \cdot X \}}{2 \cdot X} + \frac{1}{3.0}$$

$$Q_0 = 2 \cdot W_1 \cdot X + W_2 (X + D_2) + W_3 (X + D_1)$$

$$Q_1 = \frac{Y}{2} (P_1 + P_2) \quad Q_2 = \frac{Y}{2} (P_3 + P_4)$$

$$Q_3 = 2 \cdot PQ \cdot X$$

$$e_1 = \frac{Y(2 \cdot P_1 + P_2)}{3(P_1 + P_2)}$$

$$e_2 = \frac{Y(2 \cdot P_3 + P_4)}{3(P_3 + P_4)}$$

$$E = \frac{Q_2 \cdot e_2 - Q_1 \cdot e_1}{Q_3}$$

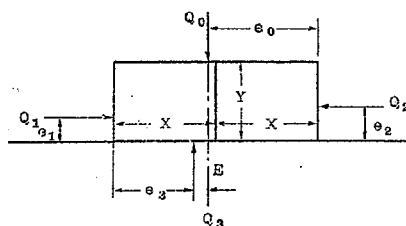


图 2.2-3.1

$$e_0 = \frac{4 \cdot W_1 \cdot X^2 + W_2 (X + D_2) (3 \cdot X - D_2) + W_2 (X + D_1)^2}{2 \cdot Q_0}$$

$$e_3 = 2 \cdot X - (e_0 + E) \quad P_5 = \frac{Q_3}{X} \left(\frac{3 \cdot e_3}{2 \cdot X} - 1 \right)$$

$$P_6 = \frac{Q_3 \cdot e_3}{X} \left(\frac{2}{e_3} - \frac{3}{2 \cdot X} \right) \quad P_7 = \frac{(P_5 + P_6)}{2}$$

$$C_{AD} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_6 + 2 \cdot P_7) \quad C_{AB} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1)$$

$$C_{BA} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1)$$

$$C_{BC} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2) + \frac{W_3 \cdot D_1^3 (4 \cdot X + 3 \cdot D_1)}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{CB} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2) + \frac{W_3 \cdot D_1^2 (3 \cdot D_1^2 - 8 \cdot D_1 \cdot X + 6 \cdot X^2)}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{CE} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2) + \frac{W_2 \cdot D_2^2 (3 \cdot D_2^2 - 8 \cdot D_2 \cdot X + 6 \cdot X^2)}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{EC} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2) + \frac{W_2 \cdot D_2^3 (4 \cdot X - 3 \cdot D_2)}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{EF} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_4 + 3 \cdot P_3) \quad C_{FE} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_4 + 2 \cdot P_3)$$

$$C_{FD} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_7 + 3 \cdot P_5) \quad C_{DF} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_7 + 2 \cdot P_5)$$

$$C_{DA} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_6 + 3 \cdot P_7)$$

$$\textcircled{8} \quad \frac{5}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} < 4 + \frac{X}{2} \quad (\text{图 2.2-3.2})$$

$$E = \frac{Q_2 \cdot e_2 - Q_1 \cdot e_1}{Q_3}$$

$$e_0 = \frac{4 \cdot X^2 (W_1 + W_2) + W_3 (X + D_1)^2}{2 \cdot Q_0}$$

$$e_3 = 2 \cdot X - (e_0 + B)$$

$$P_5 = \frac{Q_3}{X} \left(\frac{3 \cdot e_3}{2 \cdot X} - 1 \right)$$

$$P_6 = \frac{Q_3 \cdot e_3}{X} \left(\frac{2}{e_3} - \frac{3}{2 \cdot X} \right)$$

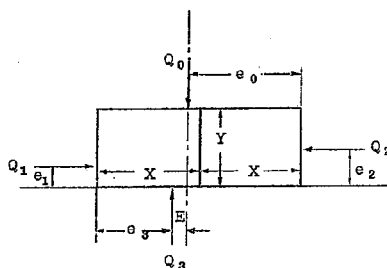


图 2.2 - 3 3

$$P_7 = \frac{(P_5 + P_6)}{2} \quad C_{AD} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_6 + 2 \cdot P_7)$$

$$C_{AB} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1) \quad C_{BA} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1)$$

$$C_{BC} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2) + \frac{W_3 \cdot D_1^3 (4 \cdot X - 3 \cdot D_1)}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{CB} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2) + \frac{W_3 \cdot D_1^2 (3 D_1^2 - 8 \cdot X \cdot D_1 + 6 \cdot X^2)}{12 \cdot X^2}$$

$$C_{CE} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2 + W_3) \quad C_{EC} = C_{CE}$$

$$C_{EF} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_4 + 3 \cdot P_3) \quad C_{FE} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_4 + 2 \cdot P_3)$$

$$C_{FD} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_7 + 3 \cdot P_5) \quad C_{DF} = \frac{X^2}{60} (3 \cdot P_7 + 2 \cdot P_5)$$

$$C_{DA} = \frac{X^2}{60} (2 \cdot P_6 + 3 \cdot P_7)$$

$$\textcircled{9} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} \geq 4 + \frac{X}{2} \quad (\text{图 2.2 - 3 4})$$

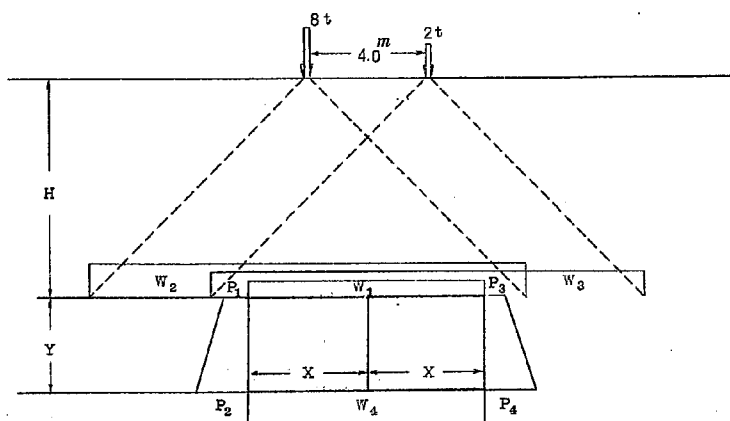


図 2.2 - 3 4

$$W_1 = 1.8 \cdot H + 2.5 \cdot b + 0.1 \quad W_2 = \frac{7.56}{F} \quad W_3 = \frac{1.89}{F}$$

$$P_1 = C_0 \left(1.8 \cdot H + \frac{9.45}{F} + 0.1 \right) = 0.6 \cdot H + \frac{3.15}{F} + \frac{1}{30}$$

$$P_2 = C_0 \left\{ 1.8(H+Y) + \frac{9.45}{F_s} + 0.1 \right\} = 0.6(H+Y) + \frac{3.15}{F_s} + \frac{1}{30}$$

$$P_3 = P_1 \quad P_4 = P_2$$

$$W_4 = 1.8 \cdot H + W_2 + W_3 + \frac{2.5 \{ (2 \cdot a + d) Y + 2 \cdot b \cdot X \}}{2 \cdot X} + 0.1$$

$$C_{AB} = \frac{W_4 \cdot X^2}{12} \quad C_{AB} = \frac{Y^2}{60} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1)$$

$$C_{BA} = \frac{Y^2}{60} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1) \quad C_{BC} = \frac{X^2}{12} (W_1 + W_2 + W_3)$$

$$C_{CB} = C_{BC} \quad C_{CE} = C_{BC} \quad C_{EC} = C_{BC} \quad C_{EF} = C_{BA}$$

$$C_{FE} = C_{AB} \quad C_{FD} = C_{AD} \quad C_{DF} = C_{AD} \quad C_{DA} = C_{AD}$$

3) 剛比の計算

$$K_1 = 1.0 \quad K_2 = \frac{Y \cdot b^3}{X \cdot a^2} \quad K_3 = \frac{d^3}{a^3} \quad K_4 = \frac{Y \cdot C^3}{X \cdot a^3}$$

4) 平衡方程式

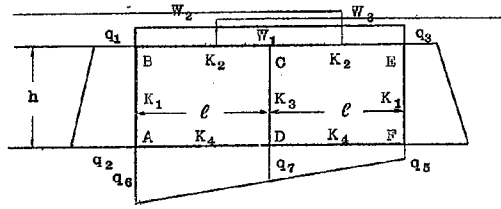


図 2.2 - 3 5

節点および平衡方程式をだすために図 2.2 - 3 5 のように符号をつける。図 2.2 - 3 5 のラーメン構造において部材 CD を基準部材にとれば、水平部材 AD, BC に R_1 、水平部材 CE, DF に R_2 が生じる。よって未知数は $\theta_A, \theta_B, \theta_C, \theta_D, \theta_E, \theta_F, R_1$ および R_2 の 8 個である。

(1) 部材端モーメント

$$\begin{aligned} M_{AD} &= K_4 (2 \cdot \theta_A + \theta_D - 3 \cdot R_1) + C_{AD} \quad \text{①} \\ M_{AB} &= K_1 (2 \cdot \theta_A + \theta_B) - C_{AB} \quad \text{②} \\ M_{BA} &= K_1 (2 \cdot \theta_B + \theta_A) + C_{BA} \quad \text{③} \\ M_{BC} &= K_2 (2 \cdot \theta_B + \theta_C - 3 \cdot R_1) - C_{BC} \quad \text{④} \\ M_{CB} &= K_2 (2 \cdot \theta_C + \theta_B - 3 \cdot R_1) + C_{CB} \quad \text{⑤} \\ M_{CD} &= K_3 (2 \cdot \theta_C + \theta_D) \quad \text{⑥} \\ M_{CE} &= K_2 (2 \cdot \theta_C + \theta_E - 3 \cdot R_2) - C_{CE} \quad \text{⑦} \\ M_{EC} &= K_2 (2 \cdot \theta_E + \theta_C - 3 \cdot R_2) + C_{EC} \quad \text{⑧} \\ M_{EF} &= K_1 (2 \cdot \theta_E + \theta_F) + C_{EF} \quad \text{⑨} \\ M_{FE} &= K_1 (2 \cdot \theta_F + \theta_E) + C_{FE} \quad \text{⑩} \\ M_{FD} &= K_2 (2 \cdot \theta_F + \theta_D - 3 \cdot R_2) - C_{FD} \quad \text{⑪} \\ M_{DF} &= K_2 (2 \cdot \theta_D + \theta_F - 3 \cdot R_2) + C_{DF} \quad \text{⑫} \\ M_{DC} &= K_3 (2 \cdot \theta_D + \theta_C) \quad \text{⑬} \\ M_{DA} &= K_4 (2 \cdot \theta_D + \theta_A - 3 \cdot R_1) - C_{DA} \quad \text{⑭} \end{aligned}$$

(2) 節点方程式

部材端モーメント式を基にして節点方程式をつくと、図 2.2 - 3 5 の方程式は①から⑭までとなる。

節点 A では①式+②式

$$C_{AB} - C_{AD} = 2 (K_1 + K_4) \theta_A + K_1 \cdot \theta_B + K_4 \cdot \theta_D - 3 \cdot K_4 \cdot R_1 \quad \text{①}$$

節点 B では③式+④式

$$C_{BC} - C_{BA} = K_1 \cdot \theta_A + 2 (K_1 + K_2) \theta_B + K_2 \cdot \theta_C - 3 \cdot K_2 \cdot R_1 \quad \text{②}$$

節点 C では⑤式+⑥式+⑦式

$$C_{CB} - C_{BC} = K_2 \cdot \theta_B + 2(2 \cdot K_2 + K_3) \theta_C + K_3 \cdot \theta_D + K_2 \theta_E - 3 \cdot K_2 \cdot R_1 - 3 \cdot K_2 \cdot R_2 \dots \textcircled{III}$$

節点 E では⑧式+⑨式

$$C_{EF} - C_{EC} = K_2 \cdot \theta_C + 2(K_1 + K_2) \theta_E + K_1 \cdot \theta_F - 3 \cdot K_2 \cdot R_2 \dots \textcircled{IV}$$

節点 F では⑩式+⑪式

$$C_{FD} - C_{FE} = K_2 \cdot \theta_D + 2(K_1 + K_2) \theta_F + K_1 \cdot \theta_E - 3 \cdot K_2 \cdot R_2 \dots \textcircled{V}$$

節点 D では⑫式+⑬式+⑭式

$$C_{DA} - C_{DF} = K_4 \cdot \theta_A + K_3 \cdot \theta_C + 2(K_2 + K_3 + K_4) \theta_D + K_2 \cdot \theta_F - 3 \cdot K_4 \cdot R_1 - 3 \cdot K_2 \cdot R_2 \dots \textcircled{VI}$$

(3) 層方程式

$$\textcircled{1} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} < 4.0 \quad \& \quad F < X \quad (\text{図 2.2-36})$$

水平部材に生じる R_1 および R_2 について式をたてる。

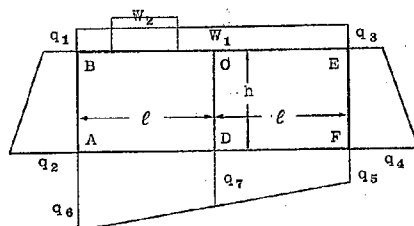


図 2.2-36

(A B C D) 層に生じる部材角を R_1 とする。

C D 部材を基準部材として A B 部材の直ぐ右での $\sum V_{i1} = 0$ とすれば

$$\frac{\ell(2 \cdot q_6 + q_7)}{6} - \frac{W_1 \cdot \ell + W_2 \cdot F}{2} + \frac{(M_{AD} + M_{DA})}{\ell} + \frac{(M_{BC} + M_{CB})}{\ell} = 0$$

$$M_{AD} + M_{DA} + M_{BC} + M_{CB} = - \frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1) - 3 \cdot W_2 \cdot F \cdot \ell}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば層方程式は次のようになる。

$$\begin{aligned} & K_1 \cdot \theta_A + K_2 \cdot \theta_B + K_2 \cdot \theta_C + K_4 \cdot \theta_D - \frac{2}{3} R_1 (K_2 + K_4) \\ & = - \frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1) - 3 \cdot W_2 \cdot F \cdot \ell}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) + (C_{BC} - C_{CB}) \right\} \end{aligned}$$

(C E F D) 層に生じる部材角を R_2 とする。

C D 部材を基準部材として E F 部材の直ぐ左での $\sum V_{i2} = 0$ とすれば

$$\frac{W_1 \cdot \ell}{2} - \frac{\ell(2 \cdot q_5 + q_7)}{6} + \frac{(M_{CE} + M_{EC})}{\ell} + \frac{(M_{DF} + M_{FD})}{\ell} = 0$$

$$M_{CE} + M_{EC} + M_{DF} + M_{FD} = -\frac{\ell^2(3 \cdot W_1 + 2 \cdot q_5 - q_7)}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_2 \cdot \theta_C + K_2 \cdot \theta_D + K_2 \cdot \theta_E + K_2 \cdot \theta_F - \frac{4}{3} K_2 \cdot R_2$$

$$= -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2(3 \cdot W_1 + 2 \cdot q_5 - 2 \cdot q_7)}{6} - (C_{EO} - C_{OE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} < 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad (\text{図 2.2-37})$$

水平部材に生じる R_1 および R_2 について式をたてる。

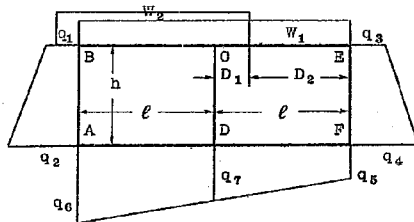


図 2.2-37

[A B O D] 層に生じる部材角を R_1 とする。

C D 部材を基準部材として A B 部材の直ぐ右での $\sum V_{i1} = 0$ とすれば

$$\frac{\ell(2 \cdot q_6 + q_7)}{6} - \frac{\ell(W_1 + W_2)}{2} + \frac{(M_{AD} + M_{DA})}{\ell} + \frac{(M_{BO} + M_{OB})}{\ell} = 0$$

$$M_{AD} + M_{DA} + M_{BO} + M_{OB} = -\frac{\ell^2(2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2)}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_4 \cdot \theta_A + K_2 \cdot \theta_B + K_2 \cdot \theta_C + K_4 \cdot \theta_D - \frac{2}{3} R_1 (K_2 + K_4)$$

$$= -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2(2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2)}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) + (C_{BO} - C_{OB}) \right\}$$

[C E F D] 層に生じる部材角を R_2 とする。

C D 部材を基準部材として E F 部材の直ぐ左での $\sum V_{i2} = 0$ とすれば

$$\frac{W_1 \cdot \ell}{2} + \frac{W_2 \cdot D_1^2}{2 \cdot \ell} - \frac{\ell(2 \cdot q_5 + q_7)}{6} + \frac{(M_{CE} + M_{EC})}{\ell} + \frac{(M_{DF} + M_{FD})}{\ell} = 0$$

$$M_{CE} + M_{EC} + M_{DF} + M_{FD} = - \frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot q_5 - q_7) + 3 \cdot W_2 \cdot D_1^2}{6}$$

ゆゑに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$\begin{aligned} K_2 \cdot \theta_C + K_2 \cdot \theta_D + K_2 \cdot \theta_E + K_2 \cdot \theta_F - \frac{4}{3} K_2 \cdot R_2 \\ = - \frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot q_5 - q_7) + 3 \cdot W_2 \cdot D_1^2}{6} - (C_{EC} - C_{CE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\} \end{aligned}$$

$$(3) \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F < X \quad \& \quad 4 + \frac{F}{2} < \frac{3}{2} X \quad (2.2-38)$$

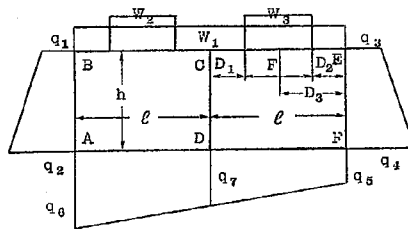


図 2.2 - 38

水平部材に生じる R_1 および R_2 について式をたてる。

(A B C D) 層に生じる部材角を R_1 とする。

C D 部材を基準部材として A B 部材の直ぐ右での $\sum V_{i1} = 0$ とすれば

$$\frac{\ell (2 \cdot q_6 + q_7)}{6} - \frac{W_1 \cdot \ell + W_2 \cdot F}{2} + \frac{(M_{AD} + M_{DA})}{\ell} + \frac{(M_{BC} + M_{CB})}{\ell} = 0$$

$$M_{AD} + M_{DA} + M_{BC} + M_{CB} = - \frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1) - 3 \cdot W_2 \cdot F \cdot \ell}{6}$$

ゆゑに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば層方程式は次のようになる。

$$\begin{aligned} K_4 \cdot \theta_A + K_2 \cdot \theta_B + K_2 \cdot \theta_C + K_4 \cdot \theta_D - \frac{2}{3} R_1 (K_2 + K_4) \\ = - \frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1) - 3 \cdot W_2 \cdot F \cdot \ell}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) + (C_{BC} - C_{CB}) \right\} \end{aligned}$$

(C D E F) 層に生じる部材角を R_2 とする。

C D 部材を基準部材として E F 部材の直ぐ左での $\sum V_{i2} = 0$ とすれば

$$\frac{W_1 \cdot \ell}{2} + \frac{W_3 \cdot F (F + 2 \cdot D_1)}{2 \cdot \ell} - \frac{\ell (2 \cdot q_5 + q_7)}{6} + \frac{(M_{CE} + M_{EC})}{\ell} + \frac{(M_{DF} + M_{FD})}{\ell} = 0$$

$$M_{CE} + M_{EC} + M_{DF} + M_{FD} = - \frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot q_5 - q_7) + 3 \cdot W_3 \cdot F (F + 2 \cdot D_1)}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_2 \cdot \theta_C + K_2 \cdot \theta_D + K_2 \cdot \theta_E + K_2 \cdot \theta_F - \frac{4}{5} K_2 \cdot R_2$$

$$= -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot q_5 - q_7) + 3 \cdot W_3 \cdot F (F + 2 \cdot D_1)}{6} - (C_{BC} - C_{CE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$(4) \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F < X \quad \& \quad 4 + \frac{F}{2} \geq \frac{3}{2} X \quad (\text{図 2.2 - 3 9})$$

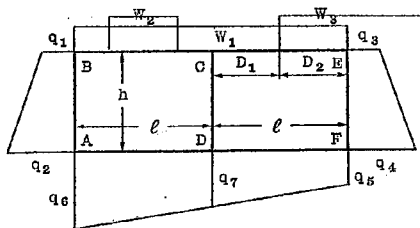


図 2.2 - 3 9

水平部材に生じる R_1 および R_2 について式をたてる。

[A B C D] 層に生じる部材角を R_1 とする。

C D 部材を基準部材として A B 部材の直ぐ右での $\sum V i_1 = 0$ とすれば

$$\frac{\ell (2 \cdot q_6 + q_7)}{6} - \frac{W_1 \cdot \ell + W_2 \cdot F}{2} + \frac{(M_{AD} + M_{DA})}{\ell} + \frac{(M_{BC} + M_{CB})}{\ell} = 0$$

$$M_{AD} + M_{DA} + M_{BC} + M_{CB} = -\frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1) - 3 \cdot W_2 \cdot F \cdot \ell}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_4 \cdot \theta_A + K_2 \cdot \theta_B + K_2 \cdot \theta_C + K_4 \cdot \theta_D - \frac{2}{3} R_1 (K_2 + K_4)$$

$$= -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1) - 3 \cdot W_2 \cdot F \cdot \ell}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) + (C_{BC} - C_{CB}) \right\}$$

[C E F D] 層に生じる部材角を R_2 とする。

C D 部材を基準部材として E F 部材の直ぐ左での $\sum V i_2 = 0$ とすれば

$$\frac{W_1 \cdot \ell}{2} + \frac{W_3 (2 \cdot \ell - D_1)}{2 \cdot \ell} - \frac{\ell (2 \cdot q_5 + q_7)}{6} + \frac{(M_{CE} + M_{EC})}{\ell} + \frac{(M_{DF} + M_{FD})}{\ell} = 0$$

$$M_{CE} + M_{EC} + M_{DF} + M_{FD} = -\frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot q_5 - q_7) + 3 \cdot W_3 \cdot D_1 (2 \cdot \ell - D_1)}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_2 \cdot \theta_C + K_2 \cdot \theta_D + K_2 \cdot \theta_E + K_2 \cdot \theta_F - \frac{4}{3} K_2 \cdot R_2$$

$$= -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot q_5 - q_7) + 3 \cdot W_3 \cdot D_1 (2 \cdot \ell - D_1)}{6} - (C_{BC} - C_{CE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$\textcircled{5} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad F < 4.0 \quad (\text{図 2.2-40})$$

水平部材に生じる R_1 および R_2 について式をたてる。

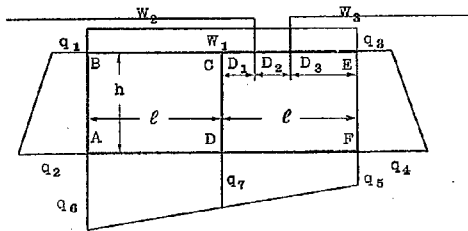


図 2.2 - 40

(A B C D) 層に生じる部材角を R_1 とする。

C D 部材を基準部材として A B 部材の直ぐ右での $\Sigma V i_1 = 0$ とすれば

$$\frac{\ell (2 \cdot q_6 + q_7)}{6} - \frac{\ell (W_1 + W_2)}{2} + \frac{(M_{AD} + M_{DA})}{\ell} + \frac{(M_{BC} + M_{CB})}{\ell} = 0$$

$$M_{AD} + M_{DA} + M_{BC} + M_{CB} = -\frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2)}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_4 \cdot \theta_A + K_2 \cdot \theta_B + K_2 \cdot \theta_C + K_4 \cdot \theta_D - \frac{2}{3} R_1 (K_2 + K_4)$$

$$= -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2)}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) + (C_{BC} - C_{CB}) \right\}$$

(C E F D) 層に生じる部材角を R_2 とする。

C D 部材を基準部材として E F 部材の直ぐ左での $\Sigma V i_2 = 0$ とすれば

$$\frac{W_1 \cdot \ell}{2} + \frac{W_2 \cdot D_1^2}{2 \cdot \ell} + \frac{W_3 (2 \cdot \ell - D_3)}{2 \cdot \ell} - \frac{\ell (2 \cdot q_5 + q_7)}{6} + \frac{(M_{CE} + M_{EC})}{\ell} + \frac{(M_{DF} + M_{FD})}{\ell} = 0$$

$$M_{CE} + M_{EC} + M_{DF} + M_{FD} =$$

$$= -\frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot q_5 - q_7) + 3 \cdot W_2 \cdot D_1^2 + 3 \cdot W_3 \cdot D_3 (2 \cdot \ell - D_3)}{6}$$

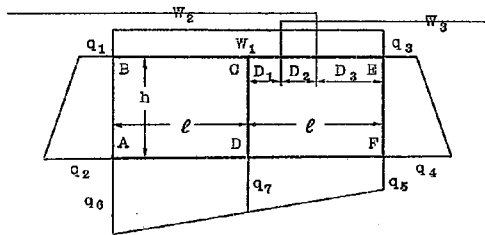
ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_2 \cdot \theta_C + K_2 \cdot \theta_D + K_2 \cdot \theta_E + K_2 \cdot \theta_F - \frac{4}{3} K_2 \cdot R_2$$

$$= -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot q_6 - q_7) + 3 \cdot W_2 \cdot D_1^2 + 3 \cdot W_3 \cdot D_3 (2 \cdot \ell - D_3)}{6} \right.$$

$$\left. - (C_{EC} - C_{CE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$\textcircled{6} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad 4 - \frac{F}{2} > \frac{X}{2} \quad (\text{図 2.2-41})$$



水平部材に生じる \$R_1\$ および \$R_2\$ について式をたてる。

図 2.2-41

[A B C D] 層に生じる部材角を \$R_1\$ とする。

C D 部材を基準部材として A B 部材の直ぐ右での \$\Sigma V i_1 = 0\$ とすれば

$$\frac{\ell (2 \cdot q_6 + q_7)}{6} - \frac{\ell (W_1 + W_2)}{2} + \frac{(M_{AD} + M_{DA})}{\ell} + \frac{(M_{BC} + M_{CB})}{\ell} = 0$$

$$M_{AD} + M_{DA} + M_{BC} + M_{CB} = -\frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2)}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_4 \cdot \theta_A + K_2 \cdot \theta_B + K_2 \cdot \theta_C + K_4 \cdot \theta_D - \frac{2}{3} R_1 (K_2 + K_4)$$

$$= -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2)}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) + (C_{BC} - C_{CB}) \right\}$$

[C D E F] 層に生じる部材角を \$R_2\$ とする。

C D 部材を基準部材として E F 部材の直ぐ左での \$\Sigma V i_2 = 0\$ とすれば

$$\frac{W_1 \cdot \ell}{2} + \frac{W_2 (D_1 + D_2)^2}{2 \cdot \ell} + \frac{W_3 (D_2 + D_3) (2 \cdot D_1 + D_2 + D_3)}{2 \cdot \ell}$$

$$- \frac{\ell (2 \cdot q_5 + q_7)}{6} + \frac{(M_{GE} + M_{EG})}{\ell} + \frac{(M_{DF} + M_{FD})}{\ell} = 0$$

$$M_{GE} + M_{EG} + M_{DF} + M_{FD}$$

$$= - \frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot q_5 - q_7) + 3 \cdot W_2 (D_1 + D_2)^2 + 3 \cdot W_3 (D_2 + D_3) (2 \cdot D_1 + D_2 + D_3)}{6}$$

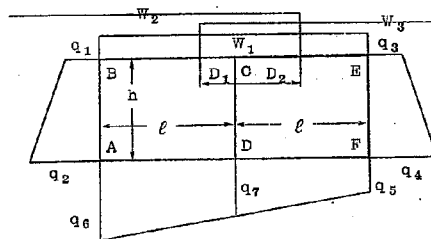
ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_2 \cdot \theta_C + K_2 \cdot \theta_D + K_2 \cdot \theta_E + K_2 \cdot \theta_F - \frac{4}{3} K_2 \cdot R_2$$

$$= - \frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot q_5 - q_7) + 3 \cdot W_2 (D_1 + D_2)^2 + 3 \cdot W_3 (D_2 + D_3) (2 \cdot D_1 + D_2 + D_3)}{6} \right.$$

$$\left. - (C_{EG} - C_{GE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$\textcircled{7} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} < \frac{3}{2} X \quad (\text{図 2.2 - 4 2})$$



水平部材に生じる R_1 および R_2 について式を立てる。

図 2.2 - 4 2

(ABCD) 層に生じる部材角を R_1 とする。

C D 部材を基準部材として A B 部材の直ぐ右での $\sum V_{i1} = 0$ とすれば

$$\frac{\ell (2 \cdot q_6 + q_7)}{6} - \frac{\ell (W_1 + W_2)}{2} - \frac{W_3 \cdot D_1^2}{2 \cdot \ell}$$

$$+ \frac{(M_{AD} + M_{DA})}{\ell} + \frac{(M_{BC} + M_{CB})}{\ell} = 0$$

$$M_{AD} + M_{DA} + M_{BC} + M_{CB}$$

$$= - \frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2) - 3 \cdot W_3 \cdot D_1^2}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$\begin{aligned}
 & K_1 \cdot \theta_A + K_2 \cdot \theta_B + K_2 \cdot \theta_C + K_4 \cdot \theta_D - \frac{2}{3} R_1 (K_2 + K_4) \\
 &= -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2) - 3 \cdot W_3 \cdot D_1^2}{6} \right. \\
 &\quad \left. - (C_{AD} - C_{DA}) + (C_{BC} - C_{CB}) \right\}
 \end{aligned}$$

(CED) 層に生じる部材角を R_2 とする。

CD 部材を基準部材として EF 部材の直ぐ左での $\sum V_{i2} = 0$ とすれば

$$\begin{aligned}
 & \frac{\ell (W_1 + W_3)}{2} + \frac{W_2 \cdot D_2^2}{2 \cdot \ell} - \frac{\ell (2 \cdot q_5 + q_7)}{6} \\
 &+ \frac{(M_{CE} + M_{EC})}{\ell} + \frac{(M_{DF} + M_{FD})}{\ell} = 0
 \end{aligned}$$

$$M_{CE} + M_{EC} + M_{DF} + M_{FD}$$

$$= -\frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 + 3 \cdot W_3 - 2 \cdot q_5 - q_7) + 3 \cdot W_2 \cdot D_2^2}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$\begin{aligned}
 & K_2 \cdot \theta_C + K_2 \cdot \theta_D + K_2 \cdot \theta_E + K_2 \cdot \theta_F - \frac{4}{3} K_2 \cdot R_2 \\
 &= -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (3 \cdot W_1 + 3 \cdot W_3 - 2 \cdot q_5 - q_7) + 3 \cdot W_2 \cdot D_2^2}{6} \right. \\
 &\quad \left. - (C_{EC} - C_{CE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}
 \end{aligned}$$

$$\textcircled{8} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} < 4 + \frac{X}{2} \quad (\text{図 2.2-43})$$

水平部材に生じる R_1 および R_2 について式をたてる。

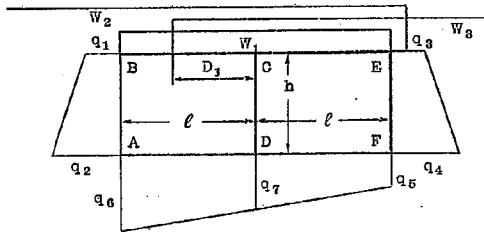


図 2.2-43

[A B C D] 層に生じる部材角を R_1 とする。

C D 部材を基準部材として A B 部材の直ぐ右での $\sum V i_1 = 0$ とすれば

$$\frac{\ell (2 \cdot q_6 + q_7)}{6} - \left\{ \frac{\ell (W_1 + W_2)}{2} + \frac{W_3 \cdot D_1^2}{2 \cdot \ell} \right\} + \frac{(M_{AD} + M_{DA})}{\ell} + \frac{(M_{BC} + M_{CB})}{\ell} = 0$$

$$M_{AD} + M_{DA} + M_{BC} + M_{CB}$$

$$= - \frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2) - 3 \cdot W_3 \cdot D_1^2}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_4 \cdot \theta_A + K_2 \cdot \theta_B + K_2 \cdot \theta_C + K_4 \cdot \theta_D - \frac{2}{3} R_1 (K_2 + K_4) = - \frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (2 \cdot q_6 + q_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2) - 3 \cdot W_3 \cdot D_1^2}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) + (C_{BC} - C_{CB}) \right\}$$

[C E F D] 層に生じる部材角を R_2 とする。

C D 部材を基準部材として E F 部材の直ぐ左での $\sum V i_2 = 0$ とすれば

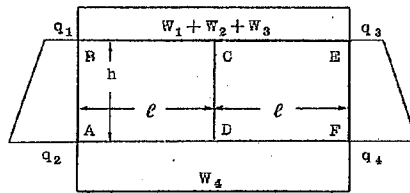
$$\frac{\ell (W_1 + W_2 + W_3)}{2} - \frac{\ell (2 \cdot q_5 + q_7)}{6} + \frac{(M_{CE} + M_{EC})}{\ell} + \frac{(M_{DF} + M_{FD})}{\ell} = 0$$

$$M_{CE} + M_{EC} + M_{DF} + M_{FD} = -\frac{3 \cdot \ell^2 (W_1 + W_2 + W_3) - \ell^2 (2 \cdot q_5 + q_7)}{6}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$\begin{aligned} K_2 \cdot \theta_C + K_2 \cdot \theta_D + K_2 \cdot \theta_E + K_2 \cdot \theta_F - \frac{4}{3} K_2 \cdot R_2 \\ = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{3 \cdot \ell^2 (W_1 + W_2 + W_3) - \ell^2 (2 \cdot q_5 + q_7)}{6} - (C_{EC} - C_{CE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\} \end{aligned}$$

$$(9) \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} \geq 4 + \frac{X}{2} \quad (\text{図 2.2-44})$$



水平部材に生じる \$R_1\$ および \$R_2\$ について式をたてる。

図 2.2-44

(A B C D) 層に生じる部材角を \$R_1\$ とする。

C D 部材を基準部材として A B 部材の直ぐ右での \$\sum V i_1 = 0\$ とすれば

$$\frac{W_4 \cdot \ell}{2} - \frac{(W_1 + W_2 + W_3)}{2} + \frac{(M_{AD} + M_{DA})}{\ell} + \frac{(M_{BC} + M_{CB})}{\ell} = 0$$

$$M_{AD} + M_{DA} + M_{BC} + M_{CB} = -\frac{\ell^2 \{ W_4 - (W_1 + W_2 + W_3) \}}{2}$$

ゆえに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_4 \cdot \theta_A + K_2 \cdot \theta_B + K_2 \cdot \theta_C + K_4 \cdot \theta_D - \frac{2}{3} R_1 (K_2 + K_4)$$

$$= -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (W_4 - (W_1 + W_2 + W_3))}{2} - (C_{AD} - C_{DA}) + (C_{BC} - C_{CB}) \right\}$$

(C E F D) 層に生じる部材角を \$R_2\$ とする。

C D 部材を基準部材として E F 部材の直ぐ左での \$\sum V i_2 = 0\$ とすれば

$$\frac{\ell (W_1 + W_2 + W_3)}{2} - \frac{W_4 \cdot \ell}{2} + \frac{(M_{CE} + M_{EC})}{\ell} + \frac{(M_{DF} + M_{FD})}{\ell} = 0$$

$$M_{CE} + M_{EC} + M_{DF} + M_{FD} = -\frac{\ell^2 \{ (W_1 + W_2 + W_3) - W_4 \}}{2}$$

ゆゑに前記節点モーメント式をそれぞれ代入すれば、層方程式は次のようになる。

$$K_2 \cdot \theta_G + K_2 \cdot \theta_D + K_2 \cdot \theta_E + K_2 \cdot \theta_F - \frac{4}{5} K_2 \cdot R_2 \\ = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{\ell^2 (W_1 + W_2 + W_3 - W_4)}{2} - (C_{EG} - C_{GE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

以上の層方程式より、右辺の荷重および寸法の符号を前の荷重計算の場合に統一すると

$$(1) \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} < 4.0$$

$$(1) \quad F < X$$

$$q_5 = P_5 \quad q_6 = P_6 \quad q_7 = P_7 \quad \ell = X \quad C_{BC} = C_{CB} \quad C_{GE} = C_{EG}$$

$$\text{右辺}(C_1) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2 (2 \cdot P_6 + P_7 - 3 \cdot W_1) - 3 \cdot W_2 \cdot F \cdot X}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) \right\}$$

$$\text{右辺}(C_2) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot P_5 - P_7)}{6} + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$(2) \quad F \geq X$$

$$q_5 = P_5 \quad q_6 = P_6 \quad q_7 = P_7 \quad \ell = X \quad C_{BC} = C_{CB}$$

$$\text{右辺}(C_1) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2 (2 \cdot P_6 + P_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2)}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) \right\}$$

$$\text{右辺}(C_2) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot P_5 - P_7) + 3 \cdot W_2 \cdot D_1^2}{6} - (C_{EG} - C_{GE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$(2) \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0$$

$$(3) \quad F < X \quad \& \quad 4 + \frac{F}{2} < \frac{3}{2} X$$

$$q_5 = P_5 \quad q_6 = P_6 \quad q_7 = P_7 \quad \ell = X \quad C_{BC} = C_{CB}$$

$$\text{右辺}(C_1) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2 (2 \cdot P_6 + P_7 - 3 \cdot W_1) - 3 \cdot W_2 \cdot F \cdot X}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) \right\}$$

$$\text{右辺}(C_2) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2 (3 \cdot W_1 - 2 \cdot P_5 - P_7) + 3 \cdot W_2 \cdot F (F + 2 \cdot D_1)}{6} \right.$$

$$\left. - (C_{EG} - C_{GE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$(4) \quad F < X \quad \& \quad 4 + \frac{F}{2} \geq \frac{3}{2} X$$

$$q_5 = P_5 \quad q_6 = P_6 \quad q_7 = P_7 \quad \ell = X \quad C_{BC} = C_{CB}$$

$$\text{右边}(C_1) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2(2 \cdot P_6 + P_7 - 3 \cdot W_1) - 3 \cdot W_2 \cdot F \cdot X}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) \right\}$$

$$\text{右边}(C_2) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2(3 \cdot W_1 - 2 \cdot P_5 - P_7) + 3 \cdot W_3 \cdot D_1(2X - D_1)}{6} - (C_{EC} - C_{CE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$(5) \quad F \geq X \quad \& \quad F < 4.0$$

$$q_5 = P_5 \quad q_6 = P_6 \quad q_7 = P_7 \quad \ell = X \quad C_{BC} = C_{CB}$$

$$\text{右边}(C_1) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2(2 \cdot P_6 + P_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2)}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) \right\}$$

$$\text{右边}(C_2) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2(3 \cdot W_1 - 2 \cdot P_5 - P_7) + 3 \cdot W_2 \cdot D_1^2 + 3 \cdot W_3 \cdot D_3(2X - D_3)}{6} - (C_{EC} - C_{CE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$(6) \quad F \geq X \quad \& \quad 4 - \frac{F}{2} > \frac{X}{2}$$

$$q_5 = P_5 \quad q_6 = P_6 \quad q_7 = P_7 \quad \ell = X \quad C_{BC} = C_{CB}$$

$$\text{右边}(C_1) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2(2 \cdot P_6 + P_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2)}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) \right\}$$

$$\text{右边}(C_2) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2(3 \cdot W_1 - 2 \cdot P_5 - P_7) + 3 \cdot W_2(D_1 + D_2)^2 + 3 \cdot W_3(D_2 + D_3)}{6} - (C_{EC} - C_{CE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$(7) \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} < \frac{3}{2} X$$

$$q_5 = P_5 \quad q_6 = P_6 \quad q_7 = P_7 \quad \ell = X$$

$$\text{右边}(C_1) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2(2 \cdot P_6 + P_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2) - 3 \cdot W_3 \cdot D_1^2}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) + (C_{BC} - C_{CB}) \right\}$$

$$\text{右边}(C_2) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2(3 \cdot W_1 + 3 \cdot W_3 - 2 \cdot P_5 - P_7) + 3 \cdot W_2 \cdot D_2^2}{6} - (C_{EC} - C_{CE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$(8) \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} < 4 + \frac{X}{2}$$

$$q_5 = P_5 \quad q_6 = P_6 \quad q_7 = P_7 \quad \ell = X \quad C_{GE} = C_{EO}$$

$$\text{右辺}(C_1) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2(2 \cdot P_6 + P_7 - 3 \cdot W_1 - 3 \cdot W_2) - 3 \cdot W_3 \cdot D_1^2}{6} - (C_{AD} - C_{DA}) \right. \\ \left. + (C_{BO} - C_{OB}) \right\}$$

$$\text{右辺}(C_2) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{3 \cdot X^2(W_1 + W_2 + W_3) - X^2(2 \cdot P_5 + P_7)}{6} + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

$$(9) \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} \geq 4 + \frac{X}{2}$$

$$\ell = X$$

$$\text{右辺}(C_1) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2 \{W_4 - (W_1 + W_2 + W_3)\}}{2} - (C_{AD} - C_{DA}) + (C_{BO} - C_{OB}) \right\}$$

$$\text{右辺}(C_2) = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2(W_1 + W_2 + W_3 - W_4)}{2} - (C_{EO} - C_{OE}) + (C_{FD} - C_{DF}) \right\}$$

(4) 連立方程式

前記ラーメン構造の8個の未知数 $\theta_A, \theta_B, \theta_C, \theta_D, \theta_E, \theta_F, R_1$ および R_2 を得るため節点方程式および層方程式から8元1次の連立方程式として整理すると表2.2-6の通りになる。

表 2.2-6

方程式番号	方 程 式 左 辺								方程式右辺
	θ_A	θ_B	θ_C	θ_D	θ_E	θ_F	R_1	R_2	荷 重 項
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$2(K_1 + K_4)$	K_1	0	K_4	0	0	$-3 \cdot K_1$	0	$C_{AB} - C_{AD}$
2	K_1	$2(K_1 + K_2)$	K_2	0	0	0	$-3 \cdot K_2$	0	$C_{BO} - C_{BA}$
3	0	K_2	$2(2K_2 + K_3)$	K_3	K_2	0	$-3 \cdot K_2$	$-3 \cdot K_2$	$C_{OE} - C_{OB}$
4	0	0	K_2	0	$2(K_1 + K_2)$	K_1	0	$-3 \cdot K_2$	$C_{EF} - C_{EO}$
5	0	0	0	K_2	K_1	$2(K_1 + K_2)$	0	$-3 \cdot K_2$	$C_{FD} - C_{FE}$
6	K_4	0	K_3	$2(K_2 + K_3 + K_4)$	0	K_2	$-3 \cdot K_4$	$-3 \cdot K_2$	$C_{DA} - C_{DF}$
7	K_4	K_2	K_2	K_4	0	0	$-2(K_2 + K_4)$	0	C_1
8	0	0	K_2	K_2	K_2	K_2	0	$-4 \cdot K_2$	C_2

5) 中央点のモーメントおよびせん断力の計算

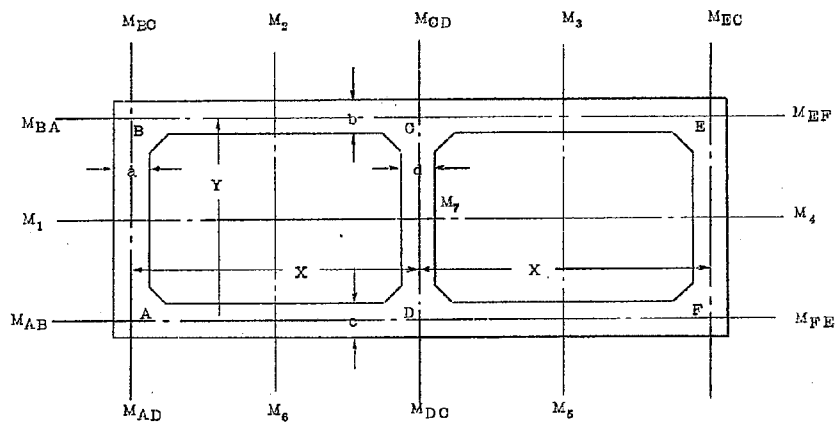


図 2.2 - 4 5

それぞれの荷重条件のとき図 2.2 - 4 5 のように B M および S F を求める。

(1) 側 壁 (左側)

$$S_{AB} = \frac{Y}{6} (P_1 + 2 \cdot P_2) - \frac{1}{Y} (M_{AB} + M_{BA})$$

$$S_{AB} = \frac{Y}{6} (2 \cdot P_1 + P_2) - \frac{1}{Y} (M_{AB} + M_{BA})$$

$$M_1 = \frac{Y \cdot S_{AB}}{2} - \frac{Y^2}{48} (P_1 + 5 \cdot P_2) + M_{AB}$$

(2) 側 壁 (右側)

$$S_{EF} = \frac{Y}{6} (2 \cdot P_3 + P_4) - \frac{1}{Y} (M_{EF} + M_{FE})$$

$$S_{FE} = \frac{Y}{6} (P_3 + 2 \cdot P_4) - \frac{1}{Y} (M_{EF} + M_{FE})$$

$$M_4 = \frac{Y \cdot S_{EF}}{2} - \frac{Y^2}{48} (5 \cdot P_3 + P_4) + M_{EF}$$

(3) 頂 版 (左側)

$$\textcircled{1} \quad \frac{3}{2} \times + \frac{F}{2} < 4.0 \quad \& \quad F < X$$

$$S_{BC} = \frac{1}{2} (W_1 \cdot X + W_2 \cdot F) - \frac{1}{X} (M_{BC} + M_{CB})$$

$$S_{OB} = S_{BC}$$

$$M_2 = \frac{X \cdot S_{BC}}{2} - \frac{1}{8} (W_1 \cdot X^2 + W_2 \cdot F^2) + M_{BC}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} < 4.0 \quad \& \quad F \geq X$$

$$S_{BC} = \frac{X}{2} (W_1 + W_2) - \frac{1}{X} (M_{BC} + M_{CB})$$

$$S_{CB} = S_{BC}$$

$$M_2 = \frac{X \cdot S_{BC}}{2} - \frac{X^2}{8} (W_1 + W_2) + M_{BC}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F < X \quad \& \quad 4 + \frac{F}{2} < \frac{3}{2} X$$

$$S_{BC} = \frac{1}{2} (W_1 X + W_2 \cdot F) - \frac{1}{X} (M_{BC} + M_{CB})$$

$$S_{CB} = S_{BC}$$

$$M_2 = \frac{X \cdot S_{BC}}{2} - \frac{1}{8} (W_1 \cdot X^2 + W_2 \cdot F^2) + M_{BC}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F < X \quad \& \quad 4 + \frac{F}{2} \geq \frac{3}{2} X$$

$$S_{BC} = \frac{1}{2} (W_1 \cdot X + W_2 \cdot F) - \frac{1}{X} (M_{BC} + M_{CB})$$

$$S_{CB} = S_{BC}$$

$$M_2 = \frac{X \cdot S_{BC}}{2} - \frac{1}{8} (W_1 \cdot X^2 + W_2 \cdot F^2) + M_{BC}$$

$$\textcircled{5} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad F < 4.0$$

$$S_{BC} = \frac{X}{2} (W_1 + W_2) - \frac{1}{X} (M_{BC} + M_{CB})$$

$$S_{CB} = S_{BC}$$

$$M_2 = \frac{X \cdot S_{BC}}{2} - \frac{X^2}{8} (W_1 + W_2) + M_{BC}$$

$$\textcircled{6} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad 4 - \frac{F}{2} > \frac{X}{2}$$

$$S_{BC} = \frac{X}{2} (W_1 + W_2) - \frac{1}{X} (M_{BC} + M_{CB})$$

$$S_{CB} = S_{BC}$$

$$M_2 = \frac{X \cdot S_{BC}}{2} - \frac{X^2}{8} (W_1 + W_2) + M_{BC}$$

$$\textcircled{7} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} < \frac{3}{2} X$$

$$S_{BC} = \frac{X}{2}(W_1 + W_2) + \frac{W_3 \cdot D_1^2}{2 \cdot X} - \frac{1}{X}(M_{BC} + M_{CB})$$

$$S_{CB} = \frac{X}{2}(W_1 + W_2) + \frac{1}{X}\{W_3 \cdot D_1(X - \frac{D_1}{2})\} - \frac{1}{X}(M_{BC} + M_{CB})$$

$$M_2 = \frac{X \cdot S_{BC}}{2} - \frac{X^2}{8}(W_1 + W_2) + M_{BC}$$

$$\textcircled{8} \quad \frac{3}{2}X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} < 4 + \frac{X}{2}$$

$$S_{BC} = \frac{X}{2}(W_1 + W_2) + \frac{W_3 \cdot D_1^2}{2 \cdot X} - \frac{1}{X}(M_{BC} + M_{CB})$$

$$S_{CB} = \frac{X}{2}(W_1 + W_2) + \frac{1}{X}\{W_3 \cdot D_1(X - \frac{D_1}{2})\} - \frac{1}{X}(M_{BC} + M_{CB})$$

$$M_2 = \frac{X \cdot S_{BC}}{2} - \left\{ \frac{X^2}{8}(W_1 + W_2) + \frac{W_3}{8}(2 \cdot D_1 - X)^2 \right\} + M_{BC}$$

$$\textcircled{9} \quad \frac{3}{2}X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} \geq 4 + \frac{X}{2}$$

$$S_{BC} = \frac{X}{2}(W_1 + W_2 + W_3) - \frac{1}{X}(M_{BC} + M_{CB})$$

$$S_{CB} = S_{BC}$$

$$M_2 = \frac{X \cdot S_{BC}}{2} - \frac{X^2}{8}(W_1 + W_2 + W_3) + M_{BC}$$

(4) 頂 版 (右側)

$$\textcircled{1} \quad \frac{3}{2}X + \frac{F}{2} < 4.0 \quad \& \quad F < X$$

$$S_{CE} = \frac{X \cdot W_1}{2} - \frac{1}{X}(M_{CE} + M_{EC})$$

$$S_{EC} = S_{CE}$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{CE}}{2} - \frac{W_1 \cdot X^2}{8} + M_{CE}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{3}{2}X + \frac{F}{2} < 4 \quad \& \quad F \geq X$$

$$S_{CE} = \frac{X \cdot W_1}{2} + \frac{W_2 \cdot D_1(2 \cdot X - D_1)}{2 \cdot X} - \frac{1}{X}(M_{CE} + M_{EC})$$

$$S_{EC} = \frac{X \cdot W_1}{2} + \frac{W_2 \cdot D_1^2}{2 \cdot X} - \frac{1}{X}(M_{CE} + M_{EC})$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{CE}}{2} - \left\{ \frac{W_1 \cdot X^2}{8} + \frac{D_1 \cdot W_2}{2}(X - D_1) \right\} + M_{CE}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{3}{2}X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F < X \quad \& \quad 4 + \frac{F}{2} < \frac{3}{2}X$$

$$S_{CE} = \frac{X \cdot W_1}{2} + \frac{W_3 \cdot F \cdot D_3}{X} - \frac{1}{X} (M_{CE} + M_{EC})$$

$$S_{EC} = \frac{X \cdot W_1}{2} + \frac{W_3 \cdot F (X - D_3)}{X} - \frac{1}{X} (M_{CE} + M_{EC})$$

$$(i) \quad 4 - \frac{F}{2} \geq X$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{CE}}{2} - \frac{W_1 \cdot X^2}{8} + M_{CE}$$

$$(ii) \quad 4 - \frac{F}{2} < X$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{CE}}{2} - \frac{W_1 \cdot X^2}{8} - \frac{W_3}{2} (F + D_3 - \frac{X}{2})^2 + M_{CE}$$

$$(4) \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F < X \quad \& \quad 4 + \frac{F}{2} \geq \frac{3}{2} X$$

$$S_{CE} = \frac{X \cdot W_1}{2} + \frac{W_3 \cdot D_1^2}{2 \cdot X} - \frac{1}{X} (M_{CE} + M_{EC})$$

$$S_{CE} = \frac{X \cdot W_1}{2} + \frac{W_3 \cdot D_1 (2 \cdot X - D_1)}{2 \cdot X} - \frac{1}{X} (M_{CE} + M_{EC})$$

$$(i) \quad 4 - \frac{F}{2} \geq X$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{CE}}{2} - \frac{W_1 \cdot X^2}{8} + M_{CE}$$

$$(ii) \quad 4 - \frac{F}{2} < X$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{CE}}{2} - \frac{W_1 \cdot X^2}{8} - \frac{W_3}{2} (D_1 - \frac{X}{2})^2$$

$$(5) \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad F < 4.0$$

$$S_{CE} = \frac{X \cdot W_1}{2} + \frac{W_2 \cdot D_1 (2 \cdot X - D_1) + W_3 \cdot D_3^2}{2 \cdot X} - \frac{1}{X} (M_{CE} + M_{EC})$$

$$S_{EC} = \frac{X \cdot W_1}{2} + \frac{W_2 \cdot D_1^2 + W_3 \cdot D_3 (2 \cdot X - D_3)}{2 \cdot X} - \frac{1}{X} (M_{CE} + M_{EC})$$

$$(i) \quad 4 - \frac{F}{2} \geq X$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{CE}}{2} - \left\{ \frac{W_1 \cdot X^2}{8} + \frac{W_2 \cdot D_1 (X - D_1)}{2} \right\} + M_{CE}$$

$$(ii) \quad 4 - \frac{F}{2} < X$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{CE}}{2} - \left\{ \frac{W_1 \cdot X^2}{8} + \frac{W_2 \cdot D_1 (X - D_1)}{2} + \frac{W_3 (2 \cdot D_3 - X)^2}{8} \right\} + M_{CE}$$

$$(6) \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad 4 + \frac{F}{2} > \frac{X}{2}$$

$$S_{GE} = \frac{X \cdot W_1}{2} + \frac{W_2 (D_1 + D_2) (X - D_3) + W_3 (X - D_1)^2}{2 \cdot X} - \frac{1}{X} (M_{GE} + M_{EG})$$

$$S_{EG} = \frac{X \cdot W_1}{2} + \frac{W_2 (D_1 + D_2)^2 + W_3 (X - D_1) (X + D_1)}{2 \cdot X} - \frac{1}{X} (M_{GE} + M_{EG})$$

$$(i) \quad 4 - \frac{F}{2} < X$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{GE}}{2} - \left\{ \frac{W_1 \cdot X^2}{8} + \frac{W_2 (D_1 + D_2) (X - D_1 - D_2)}{2} + \frac{W_3 (X - 2 \cdot D_1)^2}{8} \right\} + M_{GE}$$

$$(ii) \quad 4 - \frac{F}{2} \geq X$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{GE}}{2} - \left\{ \frac{W_1 \cdot X^2}{8} + \frac{W_2 (D_1 + D_2) (X - D_1 - D_2)}{2} \right\} + M_{GE}$$

$$\textcircled{7} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} < \frac{3}{2} X$$

$$S_{GE} = \frac{X (W_1 + W_3)}{2} + \frac{W_2 \cdot D_2 (2 \cdot X - D_2)}{2 \cdot X} - \frac{1}{X} (M_{GE} + M_{EG})$$

$$S_{EG} = \frac{X (W_1 + W_3)}{2} + \frac{W_2 \cdot D_2^2}{2 \cdot X} - \frac{1}{X} (M_{GE} + M_{EG})$$

$$(i) \quad \frac{F}{2} \geq X$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{GE}}{2} - \frac{X^2}{8} (W_1 + W_2 + W_3) + M_{GE}$$

$$(ii) \quad \frac{F}{2} < X$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{GE}}{2} - \frac{X^2}{8} (W_1 + W_3) - \frac{W_2 \cdot D_2 (X - D_2)}{2} + M_{GE}$$

$$\textcircled{8} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} < 4 + \frac{X}{2}$$

$$S_{GE} = \frac{X}{2} (W_1 + W_2 + W_3) - \frac{1}{X} (M_{GE} + M_{EG})$$

$$S_{EG} = S_{GE}$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{GE}}{2} - \frac{X^2}{8} (W_1 + W_2 + W_3) + M_{GE}$$

$$\textcircled{9} \quad \frac{3}{2} X + \frac{F}{2} \geq 4.0 \quad \& \quad F \geq X \quad \& \quad \frac{F}{2} \geq 4 + \frac{X}{2}$$

$$S_{EG} = \frac{X}{2} (W_1 + W_2 + W_3) - \frac{1}{X} (M_{GE} + M_{EG})$$

$$S_{GE} = S_{EG}$$

$$M_3 = \frac{X \cdot S_{GE}}{2} - \frac{X^2}{8} (W_1 + W_2 + W_3) + M_{GE}$$

(5) 底 版 (左側)

$$\textcircled{1} \quad 4 + \frac{X}{2} < \frac{F}{2} \quad \& \quad \frac{F}{2} > \frac{3}{2} X$$

$$S_{AD} = \frac{X \cdot W_4}{2} - \frac{1}{X} (M_{AD} + M_{DA})$$

$$S_{DA} = S_{AD}$$

$$M_6 = \frac{X \cdot S_{AD}}{2} - \frac{W_4 \cdot X^2}{8} + M_{AD}$$

$$\textcircled{2} \quad 4 + \frac{X}{2} \geq \frac{F}{2} \quad \& \quad \frac{F}{2} \leq \frac{3}{2} X$$

$$S_{AD} = \frac{X}{6} (P_7 + 2 \cdot P_6) - \frac{1}{X} (M_{AD} + M_{DA})$$

$$S_{DA} = \frac{X}{6} (2 \cdot P_7 + P_6) - \frac{1}{X} (M_{AD} + M_{DA})$$

$$M_6 = \frac{X \cdot S_{AD}}{2} - \frac{X^2}{48} (5 \cdot P_6 + P_7) + M_{AD}$$

(6) 底 版 (右側)

$$\textcircled{1} \quad 4 + \frac{X}{2} < \frac{F}{2} \quad \& \quad \frac{F}{2} > \frac{3}{2} X$$

$$S_{DF} = \frac{X \cdot W_4}{2} - \frac{1}{X} (M_{AD} + M_{DA})$$

$$S_{FD} = S_{DF}$$

$$M_8 = \frac{X \cdot S_{DF}}{2} - \frac{W_4 \cdot X^2}{8} + M_{AD}$$

$$\textcircled{2} \quad 4 + \frac{X}{2} \geq \frac{F}{2} \quad \& \quad \frac{F}{2} \leq \frac{3}{2} X$$

$$S_{DF} = \frac{X}{6} (P_5 + 2 \cdot P_7) - \frac{1}{X} (M_{DF} + M_{FD})$$

$$S_{FD} = \frac{X}{6} (2 \cdot P_5 + P_7) - \frac{1}{X} (M_{DF} + M_{FD})$$

$$M_8 = \frac{X \cdot S_{DF}}{2} - \frac{X^2}{48} (5 \cdot P_7 + P_5) + M_{DF}$$

(7) 隔 壁

$$M_7 = \frac{(M_{CD} - M_{DO})}{2}$$

4. 部材モーメントの計算

表 2.2-7

部 材	点	部材モーメント $M(t-m)$	せん断力 $S(t)$	軸 力 $N(t)$	偏 位 量 $E=\frac{M}{N}(m)$	中心軸と鉄筋 間 距 離 $CN(m)$	軸力を考慮した モーメント $MS(t-m)$
側 壁 (左)	A	M_{AB}	S_{AB}	S_{BC}	$\frac{M_{AB}}{S_{BC}}$	$\frac{a}{2} - d'$	$M_{AB} + S_{BC} \cdot CN_1$
	B	M_1	0	〃	$\frac{M_1}{S_{BC}}$	〃	$M_1 + S_{BC} \cdot CN_1$
	B	M_{BA}	S_{BA}	〃	$\frac{M_{BA}}{S_{BC}}$	〃	$M_{BA} + S_{BC} \cdot CN_1$
頂 版 (左)	B	M_{BC}	S_{BC}	S_{BA}	$\frac{M_{BC}}{S_{BA}}$	$\frac{b}{2} - d'$	$M_{BC} + S_{BA} \cdot CN_2$
	C	M_2	0	〃	$\frac{M_2}{S_{BA}}$	〃	$M_2 + S_{BA} \cdot CN_2$
	C	M_{CB}	S_{CB}	〃	$\frac{M_{CB}}{S_{BA}}$	〃	$M_{CB} + S_{BA} \cdot CN_2$
頂 版 (右)	C	M_{CE}	S_{CE}	S_{EF}	$\frac{M_{CE}}{S_{EF}}$	$\frac{b}{2} - d'$	$M_{CE} + S_{EF} \cdot CN_2$
	D	M_3	0	〃	$\frac{M_3}{S_{EF}}$	〃	$M_3 + S_{EF} \cdot CN_2$
	D	M_{DC}	S_{DC}	〃	$\frac{M_{DC}}{S_{EF}}$	〃	$M_{DC} + S_{EF} \cdot CN_2$
側 壁 (右)	D	M_{DE}	S_{DE}	S_{EC}	$\frac{M_{DE}}{S_{EC}}$	$\frac{a}{2} - d'$	$M_{DE} + S_{EC} \cdot CN_1$
	E	M_4	0	〃	$\frac{M_4}{S_{EC}}$	〃	$M_4 + S_{EC} \cdot CN_1$
	E	M_{ED}	S_{ED}	〃	$\frac{M_{ED}}{S_{EC}}$	〃	$M_{ED} + S_{EC} \cdot CN_1$
底 版 (右)	D	M_{DF}	S_{DF}	S_{FE}	$\frac{M_{DF}}{S_{FE}}$	$\frac{c}{2} - d'$	$M_{DF} + S_{FE} \cdot CN_3$
	F	M_5	0	〃	$\frac{M_5}{S_{FE}}$	〃	$M_5 + S_{FE} \cdot CN_3$
	F	M_{FD}	S_{FD}	〃	$\frac{M_{FD}}{S_{FE}}$	〃	$M_{FD} + S_{FE} \cdot CN_3$
底 版 (左)	A	M_{AD}	S_{AD}	S_{AB}	$\frac{M_{AD}}{S_{AB}}$	$\frac{c}{2} - d'$	$M_{AD} + S_{AB} \cdot CN_3$
	B	M_6	0	〃	$\frac{M_6}{S_{AB}}$	〃	$M_6 + S_{AB} \cdot CN_3$
	B	M_{DA}	S_{DA}	〃	$\frac{M_{DA}}{S_{AB}}$	〃	$M_{DA} + S_{AB} \cdot CN_3$
隔 壁	C	M_{CD}	0	S_{DA}	$\frac{M_{CD}}{S_{DA}}$	$\frac{d}{2} - d'$	$M_{CD} + S_{DA} \cdot CN_4$
	D	M_7	0	〃	$\frac{M_7}{S_{DA}}$	〃	$M_7 + S_{DA} \cdot CN_4$
	D	M_{DC}	0	〃	$\frac{M_{DC}}{S_{DA}}$	〃	$M_{DC} + S_{DA} \cdot CN_4$

但し、

$$\begin{aligned} CN_1 &= \frac{a}{2} - d' & CN_2 &= \frac{b}{2} - d' \\ CN_3 &= \frac{c}{2} - d' & CN_4 &= \frac{d}{2} - d' \\ d &= 6 \text{ cm} & d' &= 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

もし、 M (表-2の第1項) が負の場合は、 MS (表-2の第6項) の項の $M + N \cdot CN$ は $M - N \cdot CN$ となる。

5. 仮定コンクリート厚の検算

当初仮定コンクリート厚は、施工上より 20 cm を最少とし、それより 5 cm ステップで厚さを増すものとする。つまり、仮定断面により部材モーメントの項まで計算を行ない、それが下式を満足しない場合には、側壁、頂版、底版および隔壁の各コンクリート厚のうちその満足しない部分のみ 5 cm 増して再計算を行なう。

コンクリート厚の検算には次の公式を使用した。

$$\begin{aligned} S &= \frac{n \cdot \sigma_{ca}}{n \cdot \sigma_{ca} + \sigma_{sa}} = 0.396 \\ Cc &= \sqrt{\frac{2}{S(1 - \frac{S}{3})}} = 2.412 \\ d &= Cc \sqrt{\frac{M_{A \max}}{\sigma_{ca} \cdot b}} = 0.28823 \sqrt{\frac{M_{A \max}}{b}} \end{aligned}$$

単位を整理して

$$d = 0.28823 \sqrt{10 \cdot M_{A \max}}$$

検 算

$$d + d' \leq \text{各仮定厚} \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

$$d + d' \quad \text{各仮定厚} \dots\dots\dots + 5 \text{ cm} \text{ として再計算}$$

6. せん断力の検算

仮定コンクリート厚の検算と同様下記の公式で検算を行ない、合格しない場合はコンクリート厚を 5 cm 増して再計算を行なう。

$$\tau = \frac{S}{j \cdot b \cdot d}$$

d は仮定厚から、かぶりを差引いた値を持ってきて τ が K_0/α' で算出されるように整理すると、

$$\text{頂 版} \quad \tau = \frac{8 \cdot S_{BD}}{70(b - 0.06)} < \tau_a \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

$$\text{側 壁} \quad \tau = \frac{8 \cdot S_{AB}}{70(a-0.06)} < \tau_a \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

$$\text{底 版} \quad \tau = \frac{8 \cdot S_{AD}}{70(c-0.10)} < \tau_a \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

隔壁については、せん断力が0となるので軸力について換算し、合格しない場合はコンクリート厚を5 cm増して再計算を行なう。

$$\text{隔 壁} \quad N = \frac{S_{DA}}{100 \cdot d} \leq 700 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

7. 所要鉄筋量の計算

鉄筋量の計算には下記公式を使用した。

$$A_s = \frac{M_{A \max}}{\sigma_{sa} \left(1 - \frac{s}{30}\right)} - \frac{N}{\sigma_{sa}}$$

単位を cm^2 で計算するよう整理すると

$$A_s = \frac{72 \cdot M_{A \max}}{d} - \frac{N}{1.6} \quad (\text{cm}^2)$$

但し、 d は前に計算したものを代入する。

8. ハ ン テ

ハンチについては、ボックスカルバートの幅と高さの内側寸法により下記のようにする。

- | | | |
|-----|--------------------------|--------------------|
| (1) | 幅か高さのどちらか一方が 5.5 m 以上の場合 | 0.40 m |
| (2) | 〃 | 4.5 m 以上の場合 0.35 m |
| (3) | 〃 | 3.5 m 以上の場合 0.30 m |
| (4) | 〃 | 2.5 m 以上の場合 0.20 m |
| (5) | 〃 | 1.5 m 以上の場合 0.15 m |
| (6) | 〃 | 1.5 m 未満の場合 0.10 m |

9. ボックスカルバートのフローチャート

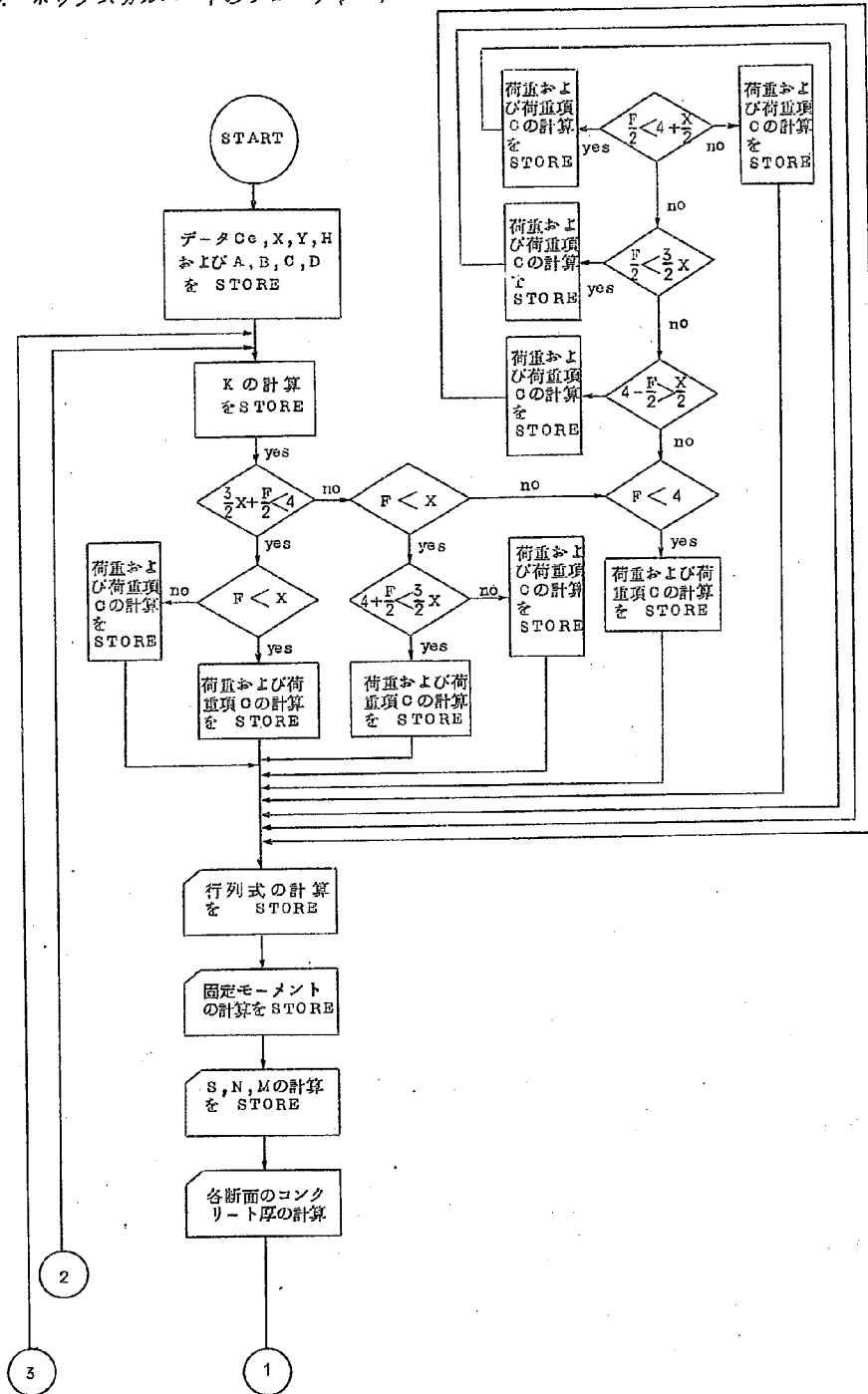
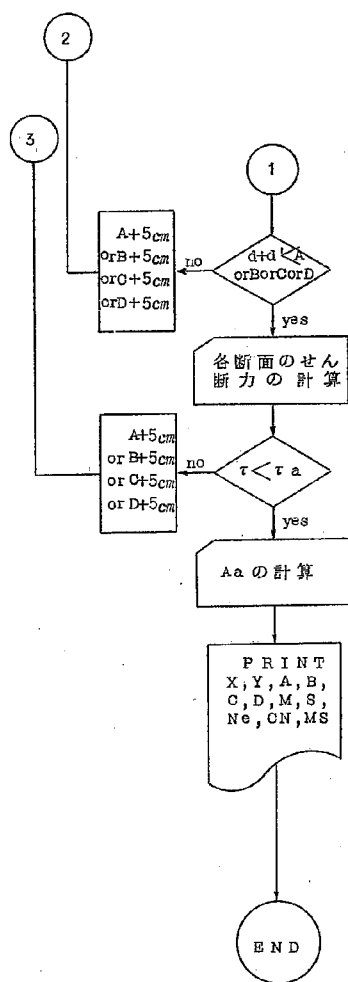


図 2.2 - 4 6



10. 入力データ

設計の入力データとしたボックスカルバートの幅と高さの内側寸法は、次の通りである。

(1.5, 1.5) (1.5, 1.75) (1.75, 1.5) (1.75, 1.75) (1.75, 2.0) (2.0, 1.5)
 (2.0, 2.0) (2.0, 2.25) (2.0, 2.5) (2.25, 2.0) (2.25, 2.25) (2.25, 2.75)
 (2.5, 2.0) (2.5, 2.25) (2.5, 2.5) (2.5, 2.75) (2.5, 3.0) (2.75, 2.25)
 (2.75, 2.5) (2.75, 2.75) (2.75, 3.0) (2.75, 3.25) (3.0, 2.5) (3.0, 3.0)
 (3.0, 3.25) (3.0, 3.5) (3.5, 3.0) (3.5, 3.5) (3.5, 4.0) (3.5, 4.5)

2 連ボックスカルバート自動設計プログラム

```

begin
  comment
  Purpose: calculation of two Box culverts,
  X: horizontal length of inside,
  Y: vertical length of inside,
  A: side slab thickness,
  B: upper slab thickness,
  C: lower slab thickness,
  D: center slab thickness,
  H: earth thickness
  real A,B,C,D,K1,K2,K3,K4,H,F,FS,X,Y,Z1,Z2,W3,W4,P1,
  P2,P3,P4,P5,P6,P7,X1,Y1,MAD,MAB,MBA,MBC,MCB,
  MCD,MCE,MCF,MDF,MDF,MDF,MGB,MGA,MGB,
  MSC,MAL,MSL,MCL,SAB,SBA,SCC,SCB,SCC,SEC,SEF,
  SFE,SDF,SFD,SAB,SBA,M1,M2,M3,M4,M5,M6,M7,M8,
  MN2,MN3,MN4,CN1,CN2,CN3,CN4,MS1,MS2,MS3,MS4,
  MSS,MS6,MS7,MSAB,MSBA,MSBC,MSCB,MSC,MSC,
  MSF,MSFE,MSDF,MSD,MSAD,MSDA,MSDC,MSD,MS51,
  MSS2,MSS3,MSS4,DA,DB,DC,DD,TA,TB,TC,MSA1,MSB1,
  MSC1,MSD,MSA2,MSB2,MSC2,HA,ASA1,ASB1,ASC1,ASD1,
  ASA2,ASB2,ASC2,ASD2,CONV,FORMA,
  D1,D2,D3,CE1
  array A2(1:12);
  integer I,J,K,P,Z;
  begin
    READ(CE);
    Z=1;
    START1:
    READ(X1,Y1); H=0.0;
    START3:
    if X1<3.0 or Y1 < 3.0
    then
      begin
        A=0.20; B=0.20; C=0.30; D=0.20;
      end
    else
      if (X1<3.0 or Y1<3.0) and (X1<4.0 or Y1<4.0)
      then
        begin
          A=0.25; B=0.25; C=0.35; D=0.25;
        end
      else
        if X1<4.0 or Y1<4.0
        then
          begin
            A=0.30; B=0.30; C=0.40; D=0.30;
          end
        else
          START2:
          X=X1*A/2.0+3.0/2.0; Y=Y1*B/2.0+3.0/2.0; K2=Y*B/3/(X*A+3);
          K3=D*3/A+3; K1=1.0; K4=Y*C/3/(X*A+3);
          F=0.2+2.0*H*B; FS=0.2+2.0*(H+Y)*B;
          begin
            array A1(1:8,1:9);
            real PQ,QQ,Q1,Q2,Q3,E1,E2,E3,E,E0,CAD,CAB,CBA,
            CBC,CDB,CCE,CFC,CFF,CDF,CDA,V;
            if (3.0-X/2.0+Y/2.0)<4.0
            then
              begin
                if F<X
                then
                  begin
                    W1=1.8*H+0.1+2.5*B; W2=7.56/F;
                    P1=CE*(1.8*H+0.1); P2=CE*(1.8*(H+Y)+0.1);
                    P3=P1; P4=P2;
                    PQ=1.8*H*(7.56+2.5*(2.0*A+D)*Y+2.0*B*X)/
                      (2.0*X)+0.1;
                    QQ=2.0*W1*X+V2*F; Q1=Y*(F1+P2)/2.0;
                    Q2=Q1; Q3=2.0*PQ*X;
                    E1=Y*(2.0*P1+P2)/(3.0*(P1+P2));
                    E2=E1; E=E2-E1-Q1/Q3;
                    E0=X*(4.0*V1*X+3.0*W2+7)/(2.0*Q0);
                    E3=2.0*X-(E0+E);
                    P5=Q3*(3.0+E3/2.0/X-1.0)/X;
                    P6=Q3*(E3+2.0/X-3.0/2.0/X)/X;
                    P7=(P5+P6)/2.0;
                    CAD=X12*(3.0*P6+2.0*P7)/60.0;
                    CAB=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0;
                    CBA=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0;
                    CBC=V1*(X12/12.0+V2*F*(3.0*X12-F12)/
                      (2.0*X));
                    CCB=CBC; CCE=V1*X12/12.0; CEC=CCE;
                    CEF=CBA; CFE=CAB;
                    CDF=X12*(2.0*P7+3.0*P5)/60.0;
                    CDF=X12*(3.0*P7+2.0*P5)/60.0;
                    CDA=X12*(2.0*P5+3.0*P7)/60.0; go to L1;
                  end
                else
                  begin
                    W1=1.8*H+0.1+2.5*B; W2=7.56/F;
                    P1=CE*(1.8*H+0.1); P2=CE*(1.8*(H+Y)+0.1);
                    P3=CE*(1.8*H+0.1);
                    P4=CE*(1.8*(H+Y)+0.1);
                    Q1=Y*(2.0*P1+P2)/(3.0*(P1+P2));
                    Q2=X*(4.0*V1*(X12+V2*F*(3.0*X12-F12)/
                      (2.0*X))+0.1;
                    Q3=2.0*W1*X+V2*F*(X12); Q1=Y*(P1+P2)/2.0;
                    Q2=P1*(P3+P4)/2.0; Q3=2.0*PQ*X;
                    E1=Y*(2.0*P1+P2)/(3.0*(P1+P2));
                    E2=Y*(2.0*P3+P4)/(3.0*(P3+P4)); E=(Q2-E1-Q1)/Q3;
                    E0=(4.0*V1*X12+V2*F*(X12+V2*F*(3.0*X12-F12)/
                      (2.0*X)))/
                      (2.0*Q0);
                    E3=2.0*X-(E0+E);
                    P5=Q3*(3.0+E3/2.0/X-1.0)/X;
                    P6=Q3*(E3+2.0/X-3.0/2.0/X)/X;

```

```

P7=(P5*P6)/2.0
CAD=X12*(3.0*P6+2.0*P7)/60.0
CAB=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0
CBA=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0
CBC=X12*(W1+U2)/12.0 CCB=CBC
CC=V1*X12/12.0+U2*D12*(3.0*D12-8.0*D1)*X+6.0
*(X2)/(12.0*X12)
CEC=W1*X12/12.0+U2*D113*(4.0*X-3.0*U1)/(
12.0*X12)
CEF=Y12*(3.0*P3+2.0*P4)/60.0
CFE=Y12*(2.0*P3+3.0*P4)/60.0
CFD=X12*(2.0*P7+3.0*P5)/60.0
CDF=X12*(3.0*P7+2.0*P5)/60.0
CDA=X12*(2.0*P6+3.0*P7)/60.0
end
** to L11

***
***
** F<X
then
begin
if (4.0*F/2.0)<(3.0*X/2.0)
then
begin
W1=1.8*H+0.1+2.5*B1 U2=7.56/F1 U3=1.89/F1
P1=CE*(1.8*H+0.1) P2=CE*(1.8*(H+Y)+0.1)
P3=CE*(1.8*H+U3+0.1)
P4=CE*(1.8*(H+Y)+1.89/F5+0.1)
PQ=1.8*H*(9.45+2.5*(2.0*A+D)+Y+2.0*B*X)
/(2.0*X)+0.1
D2=3.0*X/2.0-4.0*F/2.0 D1=X-(D2+F)
D3=D2+F/2.0
Q0=2.0*W1*X*F+(U2+U3) Q1=Y*(P1+P2)/2.0
Q2=Q1 Q3=2.0*PQ*X
E1=Y*(2.0*P1+P2)/(3.0*(P1+P2)) E2=E1
E=(Q2+E2-Q1-E1)/Q3
EQ=(1.3*H+U2+0.4*W1*X12+1.85*U3)/Q0
ES=2.0*X-(EQ+E)
P5=Q3*(3.0*E3/2.0/X-1.0)/X
P6=Q3*E3*(2.0/E3-3.0/2.0/X)/X
P7=(P5+P6)/2.0
CAD=X12*(3.0*P6+2.0*P7)/60.0
CAB=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0
CBA=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0
CBC=W1*X12/12.0+U2*F*(3.0*X12-F12)/(24.0*X)
CCB=CBC
CEC=W1*F*(12.0*D1*X12+6.0*F*X12+12.0*D113+15.0*D112
*F+12.0*D1*F12+3.0*F13-24.0*X*D112-24.0*D1*F*X)/(
12.0*X12)
CEC=W1*F*(12.0*D112+12.0*X*D1+F+4.0*X*F12-12.0*D113
-18.0*D112*F-12.0*D1*F12-3.0*F13)/(12.0*X12)
CFE=CBA CFE=CAB
CFD=X12*(2.0*P7+3.0*P5)/60.0
CDF=X12*(3.0*P7+2.0*P5)/60.0
CDA=X12*(2.0*P6+3.0*P7)/60.0
** to L11
end
***
***
begin
W1=1.8*H+0.1+2.5*B1 U2=7.56/F1 U3=1.89/F1
P1=CE*(1.8*H+0.1) P2=CE*(1.8*(H+Y)+0.1)
P3=CE*(1.8*H+U3+0.1)
P4=CE*(1.8*(H+Y)+1.89/F5+0.1)
D1=F/2.0-(4.0-3.0*X/2.0)
PQ=1.8*H*(7.56*U3+D1+2.5*(2.0*A+D)+Y+2.0*B*X)
/(2.0*X)+0.1
Q0=2.0*W1*X*F+U2+U3+D1 Q1=Y*(P1+P2)/2.0
Q2=Y*(P3+P4)/2.0 Q3=2.0*PQ*X
E1=Y*(2.0*P1+P2)/(3.0*(P1+P2))
E2=Y*(2.0*P3+P4)/(3.0*(P3+P4))
E=(Q2+E2-Q1-E1)/Q3
EQ=(4.0*W1*X12+3.0*U2*F*X+U3*D112)/(2.0*Q0)
ES=2.0*X-(EQ+E)
P5=Q3*(3.0*E3/2.0/X-1.0)/X
P6=Q3*E3*(2.0/E3-3.0/2.0/X)/X
P7=(P5+P6)/2.0
CAD=X12*(3.0*P6+2.0*P7)/60.0
CAB=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0
CBA=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0
CBC=W1*X12/12.0+U2*F*(3.0*X12-F12)/(24.0*X)
CCB=CBC
CEC=W1*X12/12.0+U3*D113*(4.0*X-3.0*D1)/(12.0*X12)
CEC=W1*X12/12.0+U3*D112*(3.0*D112-6.0*D1*X+6.0
*X12)/(12.0*X12)
CFE=Y12*(2.0*P4+3.0*P3)/60.0
CFE=Y12*(3.0*P4+2.0*P3)/60.0
CFD=X12*(2.0*P7+3.0*P5)/60.0
CDF=X12*(3.0*P7+2.0*P5)/60.0
CDA=X12*(2.0*P6+3.0*P7)/60.0
** to L11
end
***
***
** F<4.0
then
begin
W1=1.8*H+0.1+2.5*B1 U2=7.56/F1 U3=1.89/F1
P1=CE*(1.8*H+U2+0.1)
P2=CE*(1.8*(H+Y)+7.56/F5+0.1)
P3=CE*(1.8*H+U3+0.1)
P4=CE*(1.8*(H+Y)+1.89/F5+0.1)
D1=F/2.0-X/2.0 D3=3.0*X/2.0+F/2.0-4.0
D2=X-(D1+D3)
PQ=1.8*H*(U2*(X*D1+D2)+U3*(D2+D3)+2.5*(2.0*A+D)+Y+2.0*B*X)
/(2.0*X)+0.1
Q0=2.0*W1*X*U2*(X+D1)+U3+D3
Q1=Y*(P1+P2)/2.0 Q2=Y*(P3+P4)/2.0
Q3=2.0*PQ*X
E1=Y*(2.0*P1+P2)/(3.0*(P1+P2))
E2=Y*(2.0*P3+P4)/(3.0*(P3+P4))

```

```

E=(Q2-E2-Q1-E1)/Q3
EO=(4.0*V1*X12+V2*(X+D1)*(3.0*X-D1)+V3*D312)/(
(2.0*Q0))
E=2.0*X-(EO+E1)
P5=Q3*(3.0*E3/2.0/X-1.0)/X1
P6=Q3*E3*(2.0/E3-3.0/2.0/X)/X1
P7=(P5+P6)/2.0
CAD=X12*(3.0*P6+2.0*P7)/60.0
CAB=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0
CBA=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0
CBC=X12*(V1+V2)/12.0 CCB=CBC
CCE=V1*X12/12.0+V2*D1*(3.0*D112-8.0*D1+X-6.0*X12)
/(12.0*X12)+V3*D313*(4.0*X-3.0*D3)/(12.0*X12)
CEC=V1*X12/12.0+V2*D1+3*(4.0*X-3.0*D1)/(12.0*X12)
+V3*D312*(3.0*D312-8.0*D3+6.0*X12)/(12.0*X12)
CEF=Y12*(2.0*P4+3.0*P3)/60.0
CFE=Y12*(3.0*P4+2.0*P3)/60.0
CFB=X12*(2.0*P7+3.0*P5)/60.0
CDF=X12*(3.0*P7+2.0*P5)/60.0
CDA=X12*(2.0*P6+3.0*P7)/60.0  * to L11
**
if (4.0-F/2.0)>(X/2.0)
then
begin
V1=1.8*H+0.1+2.5*B1 V2=7.56/F1 V3=1.89/F1
P1=CE*(1.8*H+V2+0.1)
P2=CE*(1.8*(H+Y)+7.56/FS+0.1)
P3=CE*(1.8*H+V3+0.1)
P4=CE*(1.8*(H+Y)+1.89/FS+0.1)
D1=H-0.0*(X/2.0-F/2.0) D2=F/2.0-(X/2.0+D1)
D3=3.0*X/2.0-F/2.0
PQ=1.8*H+V2*(X+D1+D2)+V3*(D2+D3)+2.5*(2.0*(X+D1)+Y+2.0*B1X)/
(2.0*X)+0.1
Q0=2.0*V1*X12+V2*(X+D1+D2)+V3*(D2+D3)
Q1=Y*(P1+P2)/2.0 Q2=Y*(P3+P4)/2.0 Q3=2.0*PQ*X1
E1=Y*(2.0*P1+P2)/(3.0*(P1+P2))
E2=Y*(2.0*P3+P4)/(3.0*(P3+P4))
E=(Q2-E2-Q1-E1)/Q3
EO=(4.0*V1*X12+V2*(X+D1+D2)*(X+D1+D2+2.0*D3)+V3*
(D2+D3))/12.0*(2.0*Q0)
E3=2.0*X-(EO+E1)
P5=Q3*(3.0*E3/2.0/X-1.0)/X1
P6=Q3*E3*(2.0/E3-3.0/2.0/X)/X1
P7=(P5+P6)/2.0
CAD=X12*(3.0*P6+2.0*P7)/60.0
CAB=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0
CBA=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0
CBC=(V1+V2)*X12/12.0 CCB=CBC
CCE=V1*X12/12.0+V2*(D1+D2)/(12.0*(X+D1+D2)+V3*(D2+D3)+3*(
(4.0*X-3.0*(D2+D3))/(12.0*X12)
CEC=V1*X12/12.0+V3*(D2+D3)/(12.0*(X+D1+D2)+V2*(D2+D3)+3*(
(D2+D3)*X+8.0*X12)/(12.0*(X+D1+D2)+V2*(D1+D2)+3*(
(4.0*X-3.0*(D1+D2))/(12.0*X12)
CEF=Y12*(2.0*P4+3.0*P3)/60.0
CFE=Y12*(3.0*P4+2.0*P3)/60.0
CFB=X12*(2.0*P7+3.0*P5)/60.0
CDF=X12*(3.0*P7+2.0*P5)/60.0
CDA=X12*(2.0*P6+3.0*P7)/60.0  * to L11
**
if F/2.0<(3.0*X/2.0)
then
begin
V1=1.8*H+0.1+2.5*B1 V2=7.56/F1 V3=1.89/F1
P1=CE*(1.8*H+V2+0.1)
P2=CE*(1.8*(H+Y)+7.56/FS+0.1)
P3=CE*(1.8*H+V3+0.1)
P4=CE*(1.8*(H+Y)+1.89/FS+0.1)
D1=F-(4.0*F/2.0-X/2.0) D2=F/2.0-X/2.0
PQ=1.8*H+V2*(X+D2)+V3*(X+D1)+2.5*(2.0*(X+D1)+Y+2.0*B1X)/
(2.0*X)+0.1
Q0=2.0*V1*X12+V2*(X+D2)+V3*(X+D1)
Q1=Y*(P1+P2)/2.0
Q2=Y*(P3+P4)/2.0 Q3=2.0*PQ*X1
E1=Y*(2.0*P1+P2)/(3.0*(P1+P2))
E2=Y*(2.0*P3+P4)/(3.0*(P3+P4))
E=(Q2-E2-Q1-E1)/Q3
EO=(4.0*V1*X12+V2*(X+D2)*(X+D2)+V3*(X+D1)
)/12.0*(2.0*Q0)
E3=2.0*X-(EO+E1)
P5=Q3*(3.0*E3/2.0/X-1.0)/X1
P6=Q3*E3*(2.0/E3-3.0/2.0/X)/X1
P7=(P5+P6)/2.0
CAD=X12*(3.0*P6+2.0*P7)/60.0
CAB=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0
CBA=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0
CBC=X12*(V1+V2)/12.0+V3*D1+3*(4.0*X-3.0*D1)
/(12.0*X12)
CCB=X12*(V1+V2)/12.0+V3*D1+3*(3.0*D12-8.0*
D1+X-6.0*X12)/(12.0*X12)
CCE=X12*(V1+V3)/12.0+V2*D2+3*(3.0*D212-8.0*
D2+X-6.0*X12)/(12.0*X12)
CEC=X12*(V1+V3)/12.0+V2*D213*(4.0*X-3.0*D2)
/(12.0*X12)
CEF=Y12*(2.0*P4+3.0*P3)/60.0
CFE=Y12*(3.0*P4+2.0*P3)/60.0
CFB=X12*(2.0*P7+3.0*P5)/60.0
CDF=X12*(3.0*P7+2.0*P5)/60.0
CDA=X12*(2.0*P6+3.0*P7)/60.0  * to L11
**
if (F/2.0)<(4.0*X/2.0)
then
begin

```

```

V1=1.5*H+0.1+2.5*B1 V2=7.56/F1 V3=1.89/F1
P1=CE*(1.5*(H+Y)+7.56/FS+0.1)
P2=CE*(1.5*(H+Y)+9.45/F+0.1)
P3=CE*(1.5*(H+Y)+9.45/F+0.1)
P4=CE*(1.5*(H+Y)+9.45/FS+0.1)
Q1=X/2-0.4-0.07/2.0
PQ=1.5*H*(2.0*W2+X+V3*(X+D1)+2.5*((2.0*A+D)+Y+2.0*B+X))
/(2.0*X+0.1)
Q0=2.0*X*(V1+V2)+V3*(X+D1)
Q1=Y*(P1+P2)/2.0
Q2=Y*(P3+P4)/2.0 Q3=2.0*PQ*X
E1=Y*(2.0*P1+P2)/(3.0*(P1+P2))
E2=Y*(2.0*P3+P4)/(3.0*(P3+P4))
E=(Q2+E2-Q1-E1)/Q3
ED=(4.0*X/2*(Q1+V2)+V3*(X+D1))/2.0*Q0
E3=2.0*Y*(E0+E1)
P5=Q3*(3.0*E3/2.0/X-1.0)/X
P6=Q3*E3*(2.0/E3-3.0/2.0/X)/X
P7=(P5+P6)/2.0
CAD=X/2*(3.0*P6+2.0*P7)/60.0
CAB=Y/2*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0
CBA=Y/2*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0
CBC=X/2*(V1+V2)/12.0+V3*D1/3*(4.0*X-3.0*D1)
/(12.0*X/2)
CCB=X/2*(V1+V2)/12.0+V3*D1/2*(3.0*D1/2-6.0*X+D1+6.0*X/2)
/(12.0*X/2)
CCE=X/2*(V1+V2+V3)/12.0 CEC=CCE
CFE=Y/2*(2.0*P6+3.0*P3)/60.0
CFE=Y/2*(3.0*P4+2.0*P3)/60.0
CFD=X/2*(2.0*P7+3.0*P5)/60.0
CDF=X/2*(3.0*P7+2.0*P5)/60.0
CDA=X/2*(2.0*P6+3.0*P7)/60.0

```

```

CCE=CAB CFE=CAD CDF=CAB CDA=CAD: go to L11

```

```

L11
A111,1)=2.0*(K1+K4) A111,2)=X1 A111,3)=0.0
A111,4)=K4 A111,5)=0.0 A111,6)=0.0 A111,7)=-3.0*K4
A111,8)=0.0 A111,9)=CAB-CAD
A112,1)=K1 A112,2)=2.0*(K1+K2) A112,3)=K2
A112,4)=0.0 A112,5)=0.0 A112,6)=0.0 A112,7)=-3.0*K2
A112,8)=0.0 A112,9)=CBC-CBA
A113,1)=0.0 A113,2)=K2 A113,3)=2.0*(2.0*K2+K3)
A113,4)=K3 A113,5)=K2 A113,6)=0.0 A113,7)=-3.0*K2
A113,8)=3.0*K2 A113,9)=CCE-CCB
A114,1)=0.0 A114,2)=0.0 A114,3)=K2 A114,4)=0.0
A114,5)=2.0*(K1+K2) A114,6)=X1 A114,7)=0.0
A114,8)=3.0*K2 A114,9)=CFE-CEC
A115,1)=0.0 A115,2)=0.0 A115,3)=0.0 A115,4)=K2
A115,5)=K1 A115,6)=2.0*(K1+K2) A115,7)=0.0
A115,8)=3.0*K2 A115,9)=CFD-CFE
A116,1)=K4 A116,2)=0.0 A116,3)=K3 A116,4)=2.0*(K2+K3+K4)
A116,5)=0.0 A116,6)=K2
A116,7)=-3.0*K4 A116,8)=-3.0*K2 A116,9)=CDA-CDF
A117,1)=K4 A117,2)=K2 A117,3)=K2 A117,4)=K4 A117,5)=0.0
A117,6)=0.0 A117,7)=-2.0*(K2+K4)
A117,8)=0.0
A118,1)=0.0 A118,2)=0.0 A118,3)=K2 A118,4)=K2
A118,5)=K2 A118,6)=K2
A118,7)=0.0 A118,8)=-4.0*K2
if (3.0*X/2.0+0.07/2.0)<4.0
then
begin
if F<X
then
begin
A117,9)=(X/2*(2.0*P6+P7-3.0*V1-3.0*V2+X)/6.0-(CAD-CDA))/3.0
A118,9)=(X/2*(3.0*V1-2.0*P5-P7)/6.0-(CFD-CDF))/3.0
end
else
begin
A117,9)=(X/2*(2.0*P6+P7-3.0*V1-3.0*V2)/6.0-(CAD-CDA))/3.0
A118,9)=(X/2*(3.0*V1-2.0*P5-P7)+3.0*V3*(F+2.0*D1))/6.0-(CEC-CCE-CFD-CDF))/3.0
end
end
else
if F<X then
begin
if (4.0*F/2.0)<(3.0*X/2.0)
then
begin
A117,9)=(X/2*(2.0*P6+P7-3.0*V1)-3.0*V2+X)/6.0-(CAD-CDA))/3.0
A118,9)=(X/2*(3.0*V1-2.0*P5-P7)+3.0*V3*(F+2.0*D1))/6.0-(CEC-CCE-CFD-CDF))/3.0
end
else
begin

```

```

      A1(7,9)=(X12*(2.0*P5+P7-3.0*W1)-3.0*W2*F*X)/6.0-(CAD-CDA)/3.0;
      A1(8,9)=(X12*(3.0*W1-2.0*P5-P7)+3.0*W3*D1*(2.0*X-D3))/6.0-(CEC-CCE-CFD+CDF)/3.0;
    end
  else
    if F < 4.0
      then
        begin
          A1(7,9)=(X12*(2.0*P5+P7-3.0*W1-3.0*W2)/6.0-(CAD-CDA)/3.0;
          A1(8,9)=(X12*(3.0*W1-2.0*P5-P7)+3.0*W2*D1+2+3.0*W3*D3*(2.0*X-D3))/6.0-(CEC-CCE-CFD+CDF)/3.0;
        end
      else
        if (4.0-F/2.0)>(X/2.0) then
          begin
            A1(7,9)=(X12*(2.0*P5+P7-3.0*W1-3.0*W2)/6.0-(CAD-CDA)/3.0;
            A1(8,9)=(X12*(3.0*W1-2.0*P5-P7)+3.0*W2*(D1+D2)+3.0*W3*(D2+D3)*(2.0*D1+D2+D3))/6.0-
              (CEC-CCE-CFD+CDF)/3.0;
          end
        else
          if F/2.0 < (3.0*X/2.0)
            then
              begin
                A1(7,9)=(X12*(2.0*P5+P7-3.0*W1-3.0*W2)-3.0*W3*D1+2)/6.0-(CAD-CDA-CBC+CCB)/3.0;
                A1(8,9)=(X12*(3.0*W1+3.0*W3-2.0*P5-P7)+3.0*W2*D2+2)/6.0-(CEC-CCE-CFD+CDF)/3.0;
              end
            else
              if (F/2.0)<(4.0*X/2.0) then
                begin
                  A1(7,9)=(X12*(2.0*P5+P7-3.0*W1-3.0*W2)-3.0*W3*D1+2)/6.0-(CAD-CDA-CBC+CCB)/3.0;
                  A1(8,9)=(3.0*X+2*(W1+W2+W3)-X+2*(2.0*P5+P7))/6.0-C*(CFD-CDF)/3.0;
                end
              else
                begin
                  A1(7,9)=(X12*(W4-(W1+W2+W3))/2.0-(CAD-CDA-CBC+CCB)/3.0;
                  A1(8,9)=(X+2*(W1+W2+W3-W4))/2.0-(CEC-CCE-CFD+CDF)/3.0;
                end
              end
            for K=1 step 1 until 8 do
              begin
                if A1(K,K)=0.0 then go to LL3 else P=P+1;
                LL1:
                if A1(P,K)=0.0 then go to LL2 else P=P+1;
                go to LL1;
                LL2:
                for J=1 step 1 until 9 do
                  A1(K,J)=A1(K,J)-A1(P,J);
                LL3:
                W=A1(K,K);
                for J=1 step 1 until 9 do
                  A1(K,J)=A1(K,J)/W;
                for I=1 step 1 until 8 do
                  begin
                    V=A1(I,K); for J=1 step 1 until 9 do
                      if I=K then
                        A1(I,J)=A1(I,J)-V*A1(K,J);
                      else
                        A1(I,J)=A1(I,J)+V;
                    end;
                    if K=8 then go to ENJ1 else go to L2;
                    L2:
                    for I=1 step 1 until 8 do
                      A2(I)=A1(I,9);
                    ENJ1:
                  end;
                end of matrix;
                MAD=K+(2.0*A2(1)+A2(4)-3.0*A2(7))/CADI;
                MAB=K1+(2.0*A2(1)+A2(2))-CBA1;
                MBA=K1+(2.0*A2(2)+A2(11))+CBA1;
                MBC=K2+(2.0*A2(2)+A2(3)-3.0*A2(7))-CBC1;
                MCB=K2+(2.0*A2(3)+A2(2)-3.0*A2(7))+CCB1;
                MCD=K3+(2.0*A2(3)+A2(4));
                MCE=K2+(2.0*A2(3)+A2(5)-3.0*A2(8))-CCE1;
                MEC=K2+(2.0*A2(5)+A2(3)-3.0*A2(8))+CEC1;
                MEF=K1+(2.0*A2(5)+A2(6))-CEF1;
                NFE=K1+(2.0*A2(6)+A2(5))+CEF1;
                NFD=K2+(2.0*A2(6)+A2(4)-3.0*A2(8))-CFD1;
                NDF=K2+(2.0*A2(4)+A2(6)-3.0*A2(8))+CDF1;
                MDC=K3+(2.0*A2(4)+A2(3));
                MDA=K4+(2.0*A2(4)+A2(11)-3.0*A2(7))-CDA1;
              end
            SAB=Y*(P1+2.0*P2)/6.0-(MAB-MBA)/Y1;
            SBA=Y*(2.0*P1+P2)/6.0-(MAB-MDA)/Y1;
            M1=Y*SAB/2.0-Y12*(P1+5.0*P2)/48.0-C*MAB1;
            SEF=Y*(2.0*P3+P4)/6.0-(MEF-NFE)/Y1;
            SFE=Y*(P3+2.0*P4)/6.0-(MEF-NFE)/Y1;
            M4=Y*SEF/2.0-Y12*(5.0*P3+P4)/48.0+MEF1;
            if (3.0*X/2.0+Y/2.0)<4.0
              then
                begin
                  if F<X
                    then
                      begin
                        SBC=(W1+X+W2*F)/2.0-(MBC+MCB)/X1;
                        SCB=SBC1;
                        M2=X*SBC/2.0-(W1+X+W2*F+12)/8.0+MBC1;
                      end
                    else
                      begin
                        SBC=(W1+W2)/2.0-(MBC+MCB)/X1;
                        SCB=SBC1;
                        M2=X*SBC/2.0-X+2*(W1+W2)/8.0+MBC1;
                      end
                    end
                  else
                    if F<X
                      then

```

```

begin
  if (4.0-F/2.0) < (3.0*X/2.0)
  then
    begin
      SBC=(V1+X+V2+F)/2.0-(MBC+MCE)/X;
      SCB=SBC;
      M2=X+SBC/2.0-(V1+X+V2+F/2)/8.0+MBC;
    end
  else
    begin
      SBC=(V1+X+V2+F)/2.0-(MBC+MCE)/X;
      SCB=SBC;
      M2=X+SBC/2.0-(V1+X+V2+F/2)/8.0+MBC;
    end
  end
  if (F) < 4.0
  then
    begin
      SBC=X*(V1+V2)/2.0-(MBC+MCE)/X;
      SCB=SBC;
      M2=X+SBC/2.0-X/2*(V1+V2)/8.0+MBC;
    end
  else
    if (4.0-F/2.0) > (X/2.0)
    then
      begin
        SBC=X*(V1+V2)/2.0-(MBC+MCE)/X;
        SCB=SBC;
        M2=X+SBC/2.0-X/2*(V1+V2)/8.0+MBC;
      end
    else
      if F/2.0 < (3.0*X/2.0)
      then
        begin
          SBC=X*(V1+V2)/2.0+V3*D1/2/(2.0*X)-(MBC+MCE)/X;
          SCB=X*(V1+V2)/2.0+V3*D1*(X-D1/2.0)/X-(MBC+MCE)/X;
          M2=X+SBC/2.0-X/2*(V1+V2)/8.0+MBC;
        end
      else
        if (F/2.0) < (4.0+X/2.0) then
          begin
            SBC=X*(V1+V2)/2.0+V3*D1/2/(2.0*X)-(MBC+MCE)/X;
            SCB=X*(V1+V2)/2.0+V3*D1*(X-D1/2.0)/X-(MBC+MCE)/X;
            M2=X+SBC/2.0-X/2*(V1+V2)/8.0+V3*(D1-X/2.0)/2/2.0+MBC;
          end
        else
          begin
            SBC=X*(V1+V2+V3)/2.0-(MBC+MCE)/X;
            SCB=SBC;
            M2=X+SBC/2.0-X/2*(V1+V2+V3)/8.0+MBC;
          end
        end
      if (3.0*X/2.0+F/2.0) < 4.0
      then
        begin
          if F < X
          then
            begin
              SCE=X+V1/2.0-(MCE+MEC)/X;
              SEC=SCE;
              M3=X+SCE/2.0-V1*X/2/8.0+MCE;
            end
          else
            begin
              SCE=X+V1/2.0+V2*D1/2/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X;
              SEC=X+V1/2.0+V2*D1/2/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X;
              M3=X+SCE/2.0-(V1+X/2/8.0+D1+V2*(X-D1)/2.0)*MCE;
            end
          end
        if F < X
        then
          begin
            if (4.0+F/2.0) < (3.0*X/2.0)
            then
              begin
                SCE=X+V1/2.0+V3*D1/2/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X;
                SEC=X+V1/2.0+V3*D1/2/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X;
                if (4.0-F/2.0) < X then
                  M3=X+SCE/2.0-V1*X/2/8.0+MCE
                else
                  M3=X+SCE/2.0-V1*X/2/8.0+V3*(F+D2-X/2.0)/2/2.0+MCE;
              end
            else
              begin
                SCE=X+V1/2.0+V3*D1/2/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X;
                SEC=X+V1/2.0+V3*D1/2/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X;
                if (4.0-F/2.0) < X then
                  M3=X+SCE/2.0-V1*X/2/8.0+MCE
                else
                  M3=X+SCE/2.0-V1*X/2/8.0+V3*(D1-X/2.0)/2/2.0;
                end
            end
          if (F) < 4.0
          then
            begin
              SCE=X+V1/2.0*(V2*D1*(2.0*X-D1)+V3*D1/2)/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X;
              SEC=X+V1/2.0*(V2*D1/2+V3*D1*(2.0*X-D1))/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X;
              if (4.0-F/2.0) < X then
                M3=X+SCE/2.0-(V1+X/2/8.0+V2*D1*(X-D1/2.0+V3*(2.0*D3-X)/2/8.0)*MCE
              else
                M3=X+SCE/2.0-V1*X/2/8.0+V2*D1*(X-D1)/2.0+MCE;
            end
          else
            if (4.0-F/2.0) > (X/2.0)
            then
              begin
                SCE=X+V1/2.0*(V2*(D1+D2)*(X+D3)+V3*(X-D1)/2)/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X;
              end
            end
          end

```

```

SCE=X*(V1/2.0+(V2*(D1+D2)*2+V3*(X-D1)*(X-D1))/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X
if (4.0-F/2.0) < X then
  M3=X*SCE/2.0-V1*X/2/8.0+V2*(D1+D2)*(X-D1-D2)/2.0+V3*(X-D1-D2)/2.0+MCE
  M3=X*SCE/2.0-V1*X/2/8.0+V2*(D1+D2)*(X-D1-D2)/2.0+MCE
end
else
  if F/2.0 < (3.0*X/2.0) then
    begin
      SCE=X*(V1+V3)/2.0+V2*D2/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X
      SCE=X*(V1+V3)/2.0+V2*D2/2/(2.0*X)-(MCE+MEC)/X
      if F/2.0 < X then
        M3=X*SCE/2.0-V1*X/2*(V1+V2+V3)/8.0+MCE
      else
        M3=X*SCE/X/2.0-X/2*(V1+V3)/8.0+V2*D2*(X-D2)/2.0+MCE
    end
  else
    if (F/2.0)<(4.0*X/2.0) then
      begin
        SCE=X*(V1+V2+V3)/2.0-(MCE+MEC)/X
        SEC=SCE
        M3=X*SCE/2.0-X/2*(V1+V2+V3)/8.0+MCE
      end
    else
      begin
        SCE=X*(V1+V2+V3)/2.0-(MCE+MEC)/X
        SEC=SCE
        M3=X*SCE/2.0-X/2*(V1+V2+V3)/8.0+MCE
      end
    if (4.0*X/2.0)<(F/2.0)<(F/2.0)<(3.0*X/2.0) then
      begin
        SAD=X*VA/2.0-(HAD+HDA)/X
        SDA=SAD
        SDF=SAD
        M6=X*SAD/2.0-V4*X/2/8.0+HAD
        M5=M6
      end
    else
      begin
        SAD=X*(P7+2.0*P6)/6.0-(HAD+HDA)/X
        SDA=X*(2.0*P7+P6)/6.0-(HAD+HDA)/X
        M6=X*SAD/2.0-X/2*(5.0*P6+P7)/48.0+HAD
        SDF=X*(P5+2.0*P7)/6.0-(HDF+HFD)/X
        SFD=X*(2.0*P6+P7)/6.0-(HDF+HFD)/X
        M5=X*SDF/2.0-X/2*(5.0*P7+P5)/48.0+HDF
      end
    N7=(HCD-HDC)/2.0
    CN1=A/2.0-0.064
    CN3=C/2.0-0.104
    CN4=D/2.0-0.064
    if MAB>0.0 then
      MSAB=MAB+SBC*CN1
    else
      MSAB=MAB-SBC*CN1
    if M1>0.0 then
      M1=M1+SBC*CN1
    else
      M1=M1-SBC*CN1
    if MBA>0.0 then
      MSBA=MBA+SBC*CN1
    else
      MSBA=MBA-SBC*CN1
    if HCB>0.0 then
      MSCB=MCB+SBA*CN2
    else
      MSCB=MCB-SBA*CN2
    if M2>0.0 then
      MS2=M2+SBA*CN2
    else
      MS2=M2-SBA*CN2
    if MCB>0.0 then
      MSCB=MCB+SBA*CN2
    else
      MSCB=MCB-SBA*CN2
    if MCE>0.0 then
      MSCE=MCE+SEF*CN2
    else
      MSCE=MCE-SEF*CN2
    if M3>0.0 then
      M3=M3+SEF*CN2
    else
      M3=M3-SEF*CN2
    if HCC>0.0 then
      MSCC=MCC+SEF*CN2
    else
      MSCC=MCC-SEF*CN2
    if MEF>0.0 then
      M5EF=M5EF+SEC*CN1
    else
      M5EF=M5EF-SEC*CN1
    if M4>0.0 then
      M4=M4+SEC*CN1
    else
      M4=M4-SEC*CN1
    if MFE>0.0 then
      M5FE=M5FE+SEC*CN1
    else
      M5FE=M5FE-SEC*CN1
    if HCF>0.0 then
      MSCF=MCF+SFE*CN3
    else
      MSCF=MCF-SFE*CN3
    if M5>0.0 then
      M5=M5+SFE*CN3
    else
      M5=M5-SFE*CN3
    if HFD>0.0 then
      MSFD=MFD+SFE*CN3
    else
      MSFD=MFD-SFE*CN3
    if MAD>0.0 then
      MSAD=MAD+SAB*CN3
    else
      MSAD=MAD-SAB*CN3
    if M6>0.0 then
      M6=M6+SAB*CN3
    else
      M6=M6-SAB*CN3
    if HDA>0.0 then
      MSDA=MDA+SAB*CN3
    else
      MSDA=MDA-SAB*CN3
    if MCD>0.0 then
      MSCD=MCD+SDA*CN4
    else
      MSCD=MCD-SDA*CN4
    if M7>0.0 then
      M7=M7+SDA*CN4
    else
      M7=M7-SDA*CN4
    if HDC>0.0 then
      MSDC=MDC+SDA*CN4
    else
      MSDC=MDC-SDA*CN4
  end
  begin
    301,302,303,304,305,306,307,308,309,3010,3011,
    3012,3013,3014,3015,3016,3017,3018,3019,3020,
    3021,3022,3023,3024,3025,3026,3027,3028,3029
    B019=ABS(MAB)>ABS(M1) A ABS(MAB)>ABS(MBA) A ABS(MAB)>ABS(MFE) A ABS(MAB)>ABS(MFE)
    B020=ABS(M1)>ABS(MBA) A ABS(M1)>ABS(MFE) A ABS(M1)>ABS(M4) A ABS(M1)>ABS(MFE)
    B021=ABS(MBA)>ABS(MFE) A ABS(MBA)>ABS(M4) A ABS(MBA)>ABS(MFE)
    B022=ABS(MBC)>ABS(M2) A ABS(MBC)>ABS(MCB) A ABS(MBC)>ABS(MCE) A ABS(MBC)>ABS(M3) A ABS(MBC)>ABS(MEC)
    B023=ABS(M2)>ABS(MCB) A ABS(M2)>ABS(MCE) A ABS(M2)>ABS(M3) A ABS(M2)>ABS(MEC)
    B024=ABS(MCB)>ABS(MCE) A ABS(MCB)>ABS(M3) A ABS(MCB)>ABS(MEC)
    B025=ABS(MFE)>ABS(M5) A ABS(MFE)>ABS(MFD) A ABS(MFE)>ABS(MAD) A ABS(MFE)>ABS(MDA) A ABS(MFE)>ABS(MHA)
    B026=ABS(M3)>ABS(MFD) A ABS(M3)>ABS(MAD) A ABS(M3)>ABS(M6) A ABS(M3)>ABS(MHA)
    B027=ABS(MFD)>ABS(MAD) A ABS(MFD)>ABS(M6) A ABS(MFD)>ABS(MHA)
    B028=ABS(MCD)>ABS(M7) A ABS(MCD)>ABS(MDC)
  end
  if ABS(MSAB)>ABS(MS1) A ABS(MSAB)>ABS(MSBA) then
    MS1=ABS(MSAB)
  else
    ABS(MS1)>ABS(MSBA) then
    MS1=ABS(MS1)
  else
    MS1=ABS(MSBA)
  if ABS(MSFE)>ABS(MS4) A ABS(MSFE)>ABS(MSFE) then
    MS2=ABS(MSFE)
  else
    ABS(MS4)>ABS(MSFE) then
    MS2=ABS(MS4)
  else
    MS2=ABS(MSFE)
  if MS1>MS2 then
    MS1=MS1
  else
    MS2=MS2
  if ABS(MSBC)>ABS(MS2) A ABS(MSBC)>ABS(MSBC) then
    MSB1=ABS(MSBC)
  else
    ABS(MS2)>ABS(MSBC) then
    MSB1=ABS(MS2)
  else
    MSB1=ABS(MSBC)
  if ABS(MSCE)>ABS(MS3) A ABS(MSCE)>ABS(MSCE) then
    MSB2=ABS(MSCE)
  else
    ABS(MS3)>ABS(MSCE) then
    MSB2=ABS(MS3)
  else
    MSB2=ABS(MSCE)
  if MSB1>MSB2 then
    MSB=MSB1
  else
    MSB=MSB2
  DB=2.8823*SORT(10.0*MSB)
  if ABS(MSDF)>ABS(MS5) A ABS(MSDF)>ABS(MSFD) then
    MSC1=ABS(MSDF)
  else
    ABS(MS5)>ABS(MSFD) then
    MSC1=ABS(MS5)
  else
    MSC1=ABS(MSFD)
  if ABS(MSAD)>ABS(MS6) A ABS(MSAD)>ABS(MSAD) then
    MSC2=ABS(MSAD)
  else
    ABS(MS6)>ABS(MSAD) then
    MSC2=ABS(MS6)
  else
    MSC2=ABS(MSAD)
  if MSC1>MSC2 then
    MSC=MSC1
  else
    MSC=MSC2
  DC=2.8823*SORT(10.0*MSC)
  if ABS(MSDD)>ABS(MS7) A ABS(MSDD)>ABS(MSDC) then
    MSD=ABS(MSDD)
  else
    ABS(MS7)>ABS(MSDC) then
    MSD=ABS(MS7)
  else
    MSD=ABS(MSDC)
  DB=2.8823*SORT(10.0*MSD)
  if ABS(MS1)>ABS(MS4) then
    M1=ABS(MS1)
  else
    M1=ABS(MS4)

```

```

if ABS(HS2)>ABS(HS3) then MB1=ABS(HS2) else MB1=ABS(HS3);
if ABS(HS5)>ABS(HS6) then HC1=ABS(HS5) else MC1=ABS(HS6);
if B019 then begin MM1=ABS(HA3); end else
if B020 then begin MM1=ABS(HA4); end else
if B021 then begin MM1=ABS(HA5); end else
if ABS(MEF)>ABS(MH) ^ ABS(MEF)>ABS(MFE) then begin MM1=ABS(MEF); end else
if ABS(MH)>ABS(MFE) then begin MM1=ABS(MH); end else begin MM1=ABS(MFE); end;
if B022 then begin MM2=ABS(HB3); end else
if B023 then begin MM2=ABS(HB2); end else
if B024 then begin MM2=ABS(HB1); end else
if ABS(MCE)>ABS(M3) ^ ABS(MCE)>ABS(MEC) then begin MM2=ABS(MCE); end else
if ABS(M3)>ABS(MEC) then begin MM2=ABS(M3); end else
begin MM2=ABS(MEC); end;
if B025 then begin MM3=ABS(MDF); end else
if B026 then begin MM3=ABS(MS); end else
if B027 then begin MM3=ABS(MFD); end else
if ABS(MAD)>ABS(M6) ^ ABS(MAD)>ABS(MDA) then begin MM3=ABS(MAD); end else
if ABS(M6)>ABS(MDA)
then
begin
MM3=ABS(M6);
end
else
begin
MM3=ABS(MDA);
end
if B028 then begin MM4=ABS(MCD); end else
if ABS(H7)>ABS(MCD) then begin MM4=ABS(H7); end else
begin MM4=ABS(MCD); end;
B01=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B02=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B03=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B04=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B05=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B06=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B07=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B08=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B09=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B10=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B11=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B12=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B13=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B14=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
B15=(DA+6.0*100.0+A) ^ (DB+6.0*100.0+B) ^ (DC+10.0*100.0+C) ^ (DD+6.0*100.0+D);
if B01 then go to L3 else
if B02 then begin A=A+0.05; B=B+0.05; go to START2; end else
if B03 then begin B=B+0.05; go to START2; end else
if B04 then begin C=C+0.05; go to START2; end else
if B05 then begin D=D+0.05; go to START2; end else
if B06 then begin A=A+0.05; B=B+0.05; go to START2; end else
if B07 then begin B=B+0.05; C=C+0.05; go to START2; end else
if B08 then begin C=C+0.05; D=D+0.05; go to START2; end else
if B09 then begin A=A+0.05; C=C+0.05; go to START2; end else
if B10 then begin B=B+0.05; D=D+0.05; go to START2; end else
if B11 then begin A=A+0.05; B=B+0.05; C=C+0.05; go to START2; end else
if B12 then begin B=B+0.05; C=C+0.05; D=D+0.05; go to START2; end else
if B13 then begin A=A+0.05; C=C+0.05; D=D+0.05; go to START2; end else
if B14 then begin A=A+0.05; B=B+0.05; D=D+0.05; go to START2; end else
if B15 then begin A=A+0.05; B=B+0.05; C=C+0.05; go to START2; end else
if SDA/(100.0*D)+70.0 then go to L3 else D=D+0.05; go to START2;
end;
L3:
begin
if ABS(SAB)>ABS(SEF)
then
TA=0.0*SAB/(70.0*(A+0.06));
else
TA=0.0*SEF/(70.0*(A+0.06));
if ABS(SBC)>ABS(SCE)
then
TB=0.0*SBC/(70.0*(B+0.06));
else
TB=0.0*SCE/(70.0*(B+0.06));
if ABS(SDF)>ABS(SAD)
then
TC=0.0*SDF/(70.0*(C+0.10));
else
TC=0.0*SAD/(70.0*(C+0.10));
end;
if (TA>8.0) ^ (TB>8.0) ^ (TC>8.0) then go to L4 else
if (TA>8.0) ^ (TB>8.0) ^ (TC>8.0) then begin A=A+0.05; go to START2; end else
if (TA>8.0) ^ (TB>8.0) ^ (TC>8.0) then begin B=B+0.05; go to START2; end else
if (TA>8.0) ^ (TB>8.0) ^ (TC>8.0) then begin C=C+0.05; go to START2; end else
if (TA>8.0) ^ (TB>8.0) ^ (TC>8.0) then begin A=A+0.05; B=B+0.05; go to START2; end else
if (TA>8.0) ^ (TB>8.0) ^ (TC>8.0) then begin B=B+0.05; C=C+0.05; go to START2; end else
if (TA>8.0) ^ (TB>8.0) ^ (TC>8.0) then begin A=A+0.05; C=C+0.05; go to START2; end else
if (TA>8.0) ^ (TB>8.0) ^ (TC>8.0) then begin B=B+0.05; D=D+0.05; go to START2; end else
if (TA>8.0) ^ (TB>8.0) ^ (TC>8.0) then begin A=A+0.05; B=B+0.05; C=C+0.05; go to START2; end else
L4:
if (ABS(HSAB)>ABS(HSBA)) ^ (ABS(HSAB)>ABS(HSEF)) ^ (ABS(HSAB)>ABS(HSFE))
then
HSS1=ABS(HSAB)
else
if (ABS(HSBA)>ABS(HSEF)) ^ (ABS(HSBA)>ABS(HSFE)) then HSS1=ABS(HSBA) else
if ABS(HSEF)>ABS(HSFE) then HSS1=ABS(HSEF) else HSS1=ABS(HSFE);
if (ABS(HSBC)>ABS(HSCB)) ^ (ABS(HSBC)>ABS(HSCE)) ^ (ABS(HSBC)>ABS(HSEC))
then
HSS2=ABS(HSBC)
else
if (ABS(HSCB)>ABS(HSCE)) ^ (ABS(HSCB)>ABS(HSEC)) then HSS2=ABS(HSCB) else
if ABS(HSCE)>ABS(HSEC) then HSS2=ABS(HSCE) else HSS2=ABS(HSEC);
if (ABS(HSDF)>ABS(HSFD)) ^ (ABS(HSDF)>ABS(HSAD)) ^ (ABS(HSDF)>ABS(HSDA))
then
HSS3=ABS(HSDF)

```

```

*1**
IF (ABS(MSF0)>ABS(MSAD)) A (ABS(MSF0)>ABS(MSAD)) THEN MSS=ABS(MSF0) *1**
IF (ABS(MSAD)>ABS(MSAD)) THEN MSS=ABS(MSAD) *1** MSS=ABS(MSAD)
IF (ABS(MSCD)>ABS(MSDC)) THEN MSS=ABS(MSCD) *1** MSS=ABS(MSDC)
ASA1=72.0*MSS1/DA-SBC/1.61 ASA2=72.0*MA1/DA-SBC/1.61
ASB1=72.0*MSS2/DB-SBA/1.61 ASB2=72.0*MB1/DB-SBA/1.61
ASC1=72.0*MSS3/DC-SAB/1.61 ASC2=72.0*MC1/DC-SAB/1.61
ASD1=72.0*MSS4/DD-SDA/1.61 ASD2=72.0*MS7/DD-SDA/1.61
IF (X1>5.5 V Y1>5.5) THEN HA=0.40 *1**
IF (X1>4.5 V Y1>4.5) THEN HA=0.35 *1**
IF (X1>3.5 V Y1>3.5) THEN HA=0.30 *1**
IF (X1>2.5 V Y1>2.5) THEN HA=0.20 *1**
IF (X1>1.5 V Y1>1.5) THEN HA=0.15 *1** HA=0.11
CONV=3.0*A*(Y1+B+C)+2.0*X1*(B+C)+4.0*HA12
FORHA=2.0*(3.0*Y1+B+C)-10.0*HA-2.0*X1+8.0*SQRT(2.0*HA12)

*111
SPACE(10): PRINT('TWO-BOX CULVERTS--SIZE--EARTH THICKNESS--AND--COEFFICIENT'): SPACE(2)
PRINT('X='): PRINT(1.2,V1): SPACE(1): PRINT('Y='): PRINT(1.2,V1): SPACE(1): PRINT('H=')
PRINT(1.2,H): SPACE(1): PRINT('C='): PRINT(1.2,CE): CRLF(2)
IF (4.0*X/2.0<(F/2.0) A (F/2.0)<(3.0*X/2.0) THEN GO TO LQ3
*1** IF (3.0*X/2.0<F/2.0)<4.0 THEN GO TO LQ1 *1** GO TO LQ2

LQ1
*111
SPACE(40): PRINT('*****CONDITION#OF#LOAD*****'): CRLF(1)
SPACE(8): PRINT('W1='): PRINT(2.3,W1): SPACE(3): PRINT('W2='): PRINT(2.3,W2): SPACE(3)
PRINT('P1='): PRINT(2.3,P1): SPACE(3): PRINT('P2='): PRINT(2.3,P2): SPACE(3): PRINT('P5='):
PRINT(2.3,P5): SPACE(3): PRINT('P6='): PRINT(2.3,P6): SPACE(3): PRINT('P7='): PRINT(2.3,P7)
CRLF(3): GO TO LB1
*111

LQ2
*111
SPACE(40): PRINT('*****CONDITION#OF#LOAD*****'): CRLF(1)
SPACE(8): PRINT('W1='): PRINT(2.3,W1): SPACE(3): PRINT('W2='): PRINT(2.3,W2): SPACE(3)
PRINT('W3='): PRINT(2.3,W3): SPACE(3): PRINT('P1='): PRINT(2.3,P1): SPACE(3): PRINT('P2='):
PRINT(2.3,P2): SPACE(3): PRINT('P3='): PRINT(2.3,P3): SPACE(3): PRINT('P4='): PRINT(2.3,P4)
CRLF(1)
SPACE(8): PRINT('P5='): PRINT(2.3,P5): SPACE(3): PRINT('P6='): PRINT(2.3,P6)
SPACE(3): PRINT('P7='): PRINT(2.3,P7): CRLF(2): GO TO LB1
*111

LQ3
SPACE(40): PRINT('*****CONDITION#OF#LOAD*****'): CRLF(1)
SPACE(8): PRINT('W1='): PRINT(2.3,W1): SPACE(3): PRINT('W2='): PRINT(2.3,W2): SPACE(3)
PRINT('W3='): PRINT(2.3,W3): SPACE(3): PRINT('W4='): PRINT(2.3,W4): SPACE(3): PRINT('P1='):
PRINT(2.3,P1): SPACE(3): PRINT('P2='): PRINT(2.3,P2): SPACE(3): PRINT('P3='): PRINT(2.3,P3): CRLF(1)
SPACE(8): PRINT('P4='): PRINT(2.3,P4): CRLF(2)

LB
SPACE(48): PRINT('*****VALUE#OF#K*****'): CRLF(1)
SPACE(3): PRINT('K1='): PRINT(1.4,K1): SPACE(3): PRINT('K2='): PRINT(1.4,K2): SPACE(3)
PRINT('K3='): PRINT(1.4,K3): SPACE(3): PRINT('K4='): PRINT(1.4,K4): CRLF(2)
SPACE(40): PRINT('*****MATRIX#OF#CONCLUSION*****'): CRLF(1)
SPACE(14): PRINT('TH1A1='): PRINT(2.4,A211): SPACE(7): PRINT('TH1A2='): PRINT(2.4,A212)
SPACE(7): PRINT('TH1A3='): PRINT(2.4,A213): SPACE(7): PRINT('TH1A4='): PRINT(2.4,A214) CRLF(1)
SPACE(14): PRINT('TH1A5='): PRINT(2.4,A215): SPACE(7): PRINT('TH1A6='): PRINT(2.4,A216)
SPACE(7): PRINT('TH1A7='): PRINT(2.4,A217): SPACE(7): PRINT('TH1A8='): PRINT(2.4,A218) CRLF(2)
SPACE(41): PRINT('*****#B#S#F#N#L#I#S#T*****'): CRLF(2)
SPACE(7): PRINT('MEMBER'): SPACE(8): PRINT('POINT'): SPACE(9): PRINT('B#'): SPACE(12)
PRINT('SF'): SPACE(12): PRINT('NF'): SPACE(13): PRINT('E'): SPACE(13): PRINT('CN'):
SPACE(12): PRINT('MS'): CRLF(1)
SPACE(7): PRINT('SIDEVALL..L'): SPACE(5): PRINT('A'): SPACE(7): PRINT(2.3,MAB): SPACE(5)
PRINT(2.3,SAB): SPACE(5): PRINT(2.3,SBC): SPACE(5): PRINT(2.3,MAB/SBC): SPACE(6)
PRINT(2.3,CN1): SPACE(5): PRINT(2.3,MSAB): CRLF(1)
SPACE(7): PRINT('SIDEVALL..L'): SPACE(5): PRINT('CE'): SPACE(6): PRINT(2.3,M1): SPACE(6)
PRINT('-----'): SPACE(5): PRINT(2.3,SBC): SPACE(5): PRINT(2.3,M1/SBC): SPACE(6)
PRINT(2.3,CN1): SPACE(5): PRINT(2.3,MS1): CRLF(1)
SPACE(7): PRINT('SIDEVALL..L'): SPACE(5): PRINT('B'): SPACE(7): PRINT(2.3,MBA): SPACE(5)
PRINT(2.3,SBA): SPACE(5): PRINT(2.3,SBC): SPACE(5): PRINT(2.3,MBA/SBC): SPACE(6): PRINT(2.3,CN1)
SPACE(5): PRINT(2.3,MSBA): CRLF(1)
SPACE(7): PRINT('UPPERSLAB..L'): SPACE(5): PRINT('B'): SPACE(7): PRINT(2.3,MBC): SPACE(5)
PRINT(2.3,SBC): SPACE(5): PRINT(2.3,SBA): SPACE(5): PRINT(2.3,MBC/SBA): SPACE(6): PRINT(2.3,CN2)
SPACE(5): PRINT(2.3,MSBC): CRLF(1)
SPACE(7): PRINT('UPPERSLAB..L'): SPACE(4): PRINT('CE2'): SPACE(5): PRINT(2.3,M2): SPACE(6)
PRINT('-----'): SPACE(5): PRINT(2.3,SBA): SPACE(5): PRINT(2.3,M2/SBA): SPACE(6): PRINT(2.3,CN2)
SPACE(5): PRINT(2.3,MS2): CRLF(1)
SPACE(7): PRINT('UPPERSLAB..L'): SPACE(5): PRINT('C'): SPACE(7): PRINT(2.3,MCB): SPACE(5)
PRINT(2.3,SCB): SPACE(5): PRINT(2.3,SBA): SPACE(5): PRINT(2.3,MCB/SBA): SPACE(6): PRINT(2.3,CN2)
SPACE(5): PRINT(2.3,MSCB): CRLF(1)
SPACE(7): PRINT('UPPERSLAB..R'): SPACE(5): PRINT('C'): SPACE(7): PRINT(2.3,MCE): SPACE(5)
PRINT(2.3,SEC): SPACE(5): PRINT(2.3,SEF): SPACE(5): PRINT(2.3,MCE/SEF): SPACE(6)
PRINT(2.3,CN2): SPACE(5): PRINT(2.3,MSCE): CRLF(1)
SPACE(7): PRINT('UPPERSLAB..R'): SPACE(4): PRINT('CE3'): SPACE(5): PRINT(2.3,M3):
SPACE(6): PRINT('-----'): SPACE(5): PRINT(2.3,SEF): SPACE(5): PRINT(2.3,M3/SEF)
SPACE(5): PRINT(2.3,CN2): SPACE(5): PRINT(2.3,MS3): CRLF(1)
SPACE(7): PRINT('UPPERSLAB..R'): SPACE(5): PRINT('E'): SPACE(7): PRINT(2.3,MED): SPACE(5)
PRINT(2.3,SEC): SPACE(5): PRINT(2.3,SEF): SPACE(5): PRINT(2.3,MED/SEF): SPACE(6)
PRINT(2.3,CN2)
SPACE(7): PRINT('SIDEJALL..R'): SPACE(5): PRINT('E'): SPACE(7): PRINT(2.3,MED): SPACE(5)
PRINT(2.3,SEF): SPACE(5): PRINT(2.3,SEC): SPACE(5): PRINT(2.3,MED/SEC): SPACE(6): PRINT(2.3,CN1)
SPACE(5): PRINT(2.3,MS3): CRLF(1)
SPACE(4): PRINT('CEV'): SPACE(6): PRINT(2.3,M4): SPACE(6)
PRINT('-----'): SPACE(5): PRINT(2.3,SEC): SPACE(5): PRINT(2.3,M4/SEC): SPACE(6): PRINT(2.3,CN1)
SPACE(5): PRINT(2.3,MS4): CRLF(1)
SPACE(7): PRINT('SIDEVALL..R'): SPACE(5): PRINT('F'): SPACE(7): PRINT(2.3,MFE): SPACE(5)
PRINT(2.3,SFD): SPACE(5): PRINT(2.3,SEC): SPACE(5): PRINT(2.3,MFE/SEC): SPACE(6)
PRINT(2.3,CN1)
SPACE(7): PRINT('LOVERS LAB..R'): SPACE(5): PRINT('O'): SPACE(7): PRINT(2.3,MOF): SPACE(5)
PRINT(2.3,SDF): SPACE(5): PRINT(2.3,SFE): SPACE(5): PRINT(2.3,MOF/SFE): SPACE(6)
PRINT(2.3,CN3)
SPACE(7): PRINT('LOVERS LAB..R'): SPACE(5): PRINT('CE5'): SPACE(6): PRINT(2.3,M5): SPACE(6)
PRINT('-----'): SPACE(5): PRINT(2.3,SFE): SPACE(5): PRINT(2.3,M5/SFE): SPACE(6): PRINT(2.3,CN3)
SPACE(5): PRINT(2.3,MS5): CRLF(1)
SPACE(7): PRINT('LOVERS LAB..R'): SPACE(5): PRINT('F'): SPACE(7): PRINT(2.3,MFD): SPACE(5)
PRINT(2.3,SFD): SPACE(5): PRINT(2.3,SFE): SPACE(5): PRINT(2.3,MFD/SFE): SPACE(6): PRINT(2.3,CN2)
SPACE(5): PRINT(2.3,MSFD): CRLF(1)

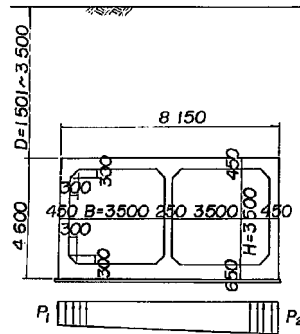
```

```

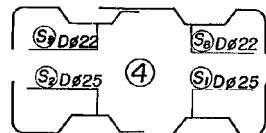
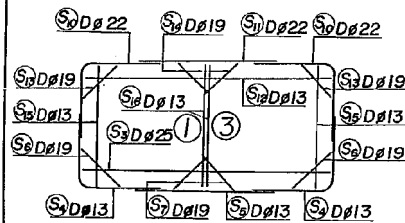
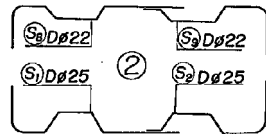
SPACE(7): PRINT('LOVERSLAB-L'): SPACE(5): PRINT('A'): SPACE(7): PRINT(2.3, MAD): SPACE(5):
PRINT(2.3, SAD): SPACE(5): PRINT(2.3, SAB): SPACE(5): PRINT(2.3, MAD/SAB): SPACE(6):
PRINT(2.3, CN3): SPACE(5): PRINT(2.3, MSAD): CRLF(1):
SPACE(7): PRINT('LOVERSLAB-L'): SPACE(4): PRINT('CE5'): SPACE(6): PRINT(2.3, M6): SPACE(6):
PRINT('-----'): SPACE(5): PRINT(2.3, SAB): SPACE(5): PRINT(2.3, M6/SAB): SPACE(6):
PRINT(2.3, CN3): SPACE(5): PRINT(2.3, MS6): CRLF(1):
SPACE(7): PRINT('LOVERSLAB-L'): SPACE(5): PRINT('D'): SPACE(7): PRINT(2.3, MDA): SPACE(5):
PRINT(2.3, SDA): SPACE(5): PRINT(2.3, SAB): SPACE(5): PRINT(2.3, MDA/SAB): SPACE(5):
PRINT(2.3, CN3): SPACE(5): PRINT(2.3, MSDA): CRLF(1):
SPACE(7): PRINT('CENTERWALL'): SPACE(6): PRINT('C'): SPACE(7): PRINT(2.3, MCD):
SPACE(6): PRINT('-----'): SPACE(5): PRINT(2.3, SDA): SPACE(5): PRINT(2.3, MCD/SDA):
SPACE(6): PRINT(2.3, CN4): SPACE(5): PRINT(2.3, MSCD): CRLF(1):
SPACE(7): PRINT('CENTERWALL'): SPACE(5): PRINT('CE7'): SPACE(6): PRINT(2.3, M7):
SPACE(6): PRINT('-----'): SPACE(5): PRINT(2.3, SDA): SPACE(5): PRINT(2.3, M7/SDA):
SPACE(6): PRINT(2.3, CN4): SPACE(5): PRINT(2.3, MSD7): CRLF(1):
SPACE(7): PRINT('CENTERWALL'): SPACE(6): PRINT('D'): SPACE(7): PRINT(2.3, MDC):
SPACE(6): PRINT('-----'): SPACE(5): PRINT(2.3, SDA): SPACE(5): PRINT(2.3, MDC/SDA):
SPACE(6): PRINT(2.3, CN4): SPACE(5): PRINT(2.3, MSDC): CRLF(2):
SPACE(43): PRINT('SIDE'): SPACE(7): PRINT('UPPER'):
SPACE(7): PRINT('LOWER'): SPACE(7): PRINT('CENTER'): CRLF(1):
SPACE(12): PRINT('WHOLE-THICKNESS'): SPACE(12):
PRINT(3.2, A*100.0): SPACE(3): PRINT(3.2, B*100.0):
SPACE(3): PRINT(3.2, C*100.0): SPACE(4): PRINT(3.2, D*100.0):
SPACE(10): PRINT('X/Y=0'): PRINT(1.3, X/A, 2): CRLF(1):
SPACE(12): PRINT('DESIGN-THICKNESS'): SPACE(12):
PRINT(2.2, DA): SPACE(4): PRINT(2.2, DB): SPACE(4):
PRINT(2.2, DC): SPACE(5): PRINT(2.2, DD): SPACE(10):
PRINT('-----'): CRLF(1):
SPACE(12): PRINT('SHEARING-STRESS'): SPACE(13):
PRINT(2.2, TA): SPACE(4): PRINT(2.2, TB): SPACE(4):
PRINT(2.2, TC): SPACE(5): PRINT(2.2, (SDA/(100.0*9))) :
SPACE(10): PRINT('X/Y=0'): PRINT(1.3, X/A, 2):
CRLF(1):
SPACE(12): PRINT('REINFORCEMENT-AREA-CORNER'):
SPACE(3): PRINT(2.2, ASA1): SPACE(4): PRINT(2.2, ASB1):
SPACE(4): PRINT(2.2, ASC1): SPACE(5): PRINT(2.2, ASD1):
SPACE(10): PRINT('-----'): CRLF(1):
SPACE(12): PRINT('REINFORCEMENT-AREA-CENTER'):
SPACE(3): PRINT(2.2, ASAB): SPACE(4): PRINT(2.2, ASB2):
SPACE(4): PRINT(2.2, ASC2): SPACE(5): PRINT(2.2, ASD2):
SPACE(10): PRINT('X/Y=0'): PRINT(1.3, X/A, 2): CRLF(2):
IF (3.0*X/2.0+H)<4.0
then
begin
SPACE(20): PRINT('BOOTOM-PRESSURE'): SPACE(3):
PRINT('P5='): PRINT(2.3, (P5+5.0*C*X)):
SPACE(5): PRINT('P6='): PRINT(2.3, (P6+5.0*C*X)):
SPACE(5): PRINT('P7='): PRINT(2.3, (P7+5.0*C*X)):
CRLF(1):
end
else
IF (3.0*X/2.0+H)>4.0
then
begin
SPACE(20): PRINT('BOOTOM-PRESSURE'): SPACE(3):
PRINT('P5='): PRINT(2.3, (P5+5.0*C*X)):
SPACE(5): PRINT('P6='): PRINT(2.3, (P6+5.0*C*X)):
SPACE(5): PRINT('P7='): PRINT(2.3, (P7+5.0*C*X)):
CRLF(1):
end
else
IF (4.0*X/2.0)>H
then
begin
SPACE(20): PRINT('BOOTOM-PRESSURE'): SPACE(3):
PRINT('P5='): PRINT(2.3, (P5+5.0*C*X)):
SPACE(5): PRINT('P6='): PRINT(2.3, (P6+5.0*C*X)):
SPACE(5): PRINT('P7='): PRINT(2.3, (P7+5.0*C*X)):
CRLF(1):
end
else
begin
SPACE(20): PRINT('BOOTOM-PRESSURE'): SPACE(3):
PRINT('W4='): PRINT(2.3, (W4+5.0*C*X)):
CRLF(1):
end
SPACE(20): PRINT('CONCRETE-VOLUME'): PRINT(2.3, CONV):
SPACE(10): PRINT('FORM-AREA'): PRINT(4.5, FORMA): CRLF(8):
SPACE(5): PRINT('-----PAGE'): PRINT(3, 2):
PRINT('-----'): CRLF(6):
IF Z<10000 then Z=1:
IF H<6.0
then
begin
H=H+0.51 go to START3:
end
else
go to START1:
end

```

一般図



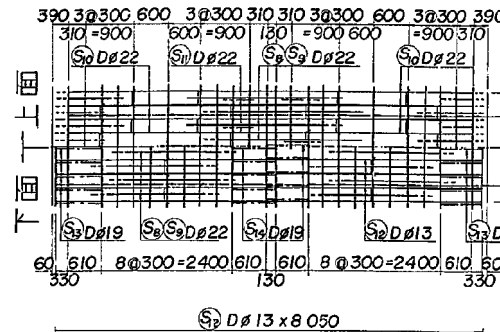
主鉄筋組立図



組立筋寸法表

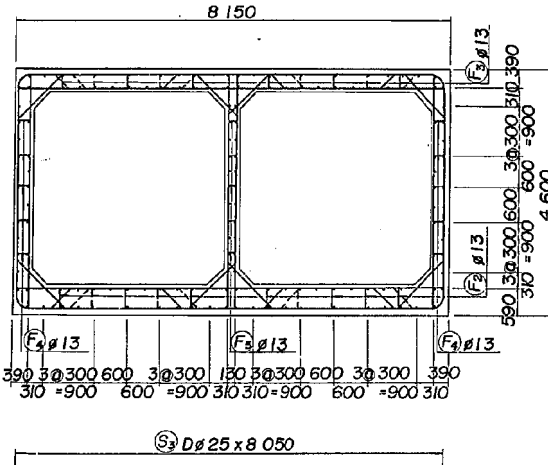
記号	径	a	b	L	形状
(F)	13	280	510	1460	┌┐
(F)	13	270	350	1130	┌┐
(F)	13		350	480	┌┐
(F)	13		140	270	┌┐

頂版

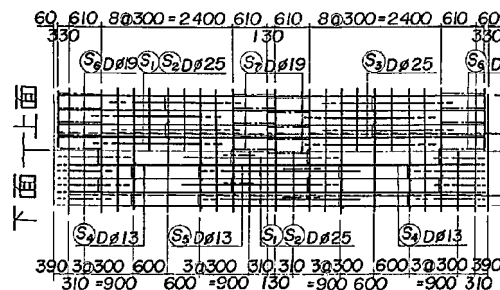


断面図

縮尺 1/100



底版



O2-DBX-077(B3500-H3500-D1501~3500)-S40
(幅) (高さ) (土かぶり)
暗きよ-2連ボックスカルバート-その77

1.設計条件

1.活荷重

自動車荷重 T-20

2.単位重量

コンクリート 2500 kg/m³

土 1800 kg/m³

3.許容応力

コンクリート 70 kg/cm²

鉄筋 (SD-30) 1600 kg/cm²

4.土圧係数

C 0.33~0.60

2.地盤反力

(C=0.33の場合)

D (m)	P ₁ (t/m ²)	P ₂ (t/m ²)	備考
2.0	16.677	18.357	
2.5	17.705	18.948	
3.0	19.996	20.899	
3.5	20.996	21.608	

材 料 表 (m 当り)

品名	径 (mm)	長さ (mm)	本数 (本)	単位 重量 (kg/m)	鉄 筋		形状	摘要
					一本当 量 (kg)	重量 (kg)		
(F) D#25	25	7100	4	3.98	28.258	113.032	┌┐	
(F) D#25	25	5950	4	3.98	23.681	94.724	┌┐	
(F) D#25	25	8050	4	3.98	32.039	128.156	┌┐	
(F) D#13	13	4850	8	0.995	4.826	38.608	┌┐	
(F) D#13	13	4300	4	0.995	4.279	17.116	┌┐	
(F) D#19	19	1650	8	2.25	3.713	29.704	┌┐	
(F) D#19	19	1350	8	2.25	3.038	24.304	┌┐	
(F) D#22	22	6650	4	3.04	20.216	80.864	┌┐	
(F) D#22	22	5550	4	3.04	16.872	67.488	┌┐	
(F) D#22	22	4500	8	3.04	13.680	109.440	┌┐	
(F) D#22	22	5050	4	3.04	15.352	61.408	┌┐	
(F) D#13	13	8050	4	0.995	8.010	32.040	┌┐	
(F) D#19	19	1400	8	2.25	3.150	25.200	┌┐	
(F) D#19	19	1150	8	2.25	2.588	20.704	┌┐	
(F) D#13	13	4450	8	0.995	4.428	35.424	┌┐	
(F) D#13	13	4450	8	0.995	4.428	35.424	┌┐	
小 計						913.636		
(F) #13	13	1000	146	1.04	1.040	151.840	┌┐	
(F) #13	13	1460	20	1.04	1.518	30.360	┌┐	
(F) #13	13	1130	20	1.04	1.175	23.500	┌┐	
(F) #13	13	480	12	1.04	0.499	5.988	┌┐	
(F) #13	13	270	6	1.04	0.281	1.686	┌┐	
小 計						213.374		
総 重 量						1.1271		
コンクリート					13.150 m ³	型わく	30.063 m ²	

2.3 擁壁工

2.3.1 鉄筋コンクリート擁壁

1 概説

昭和39年度では重力式と突げた式の標準設計を行ったが、擁壁背面の状態によって

1) 擁壁背面が水平で、地表面にT-L20荷重を載荷したとき。

2) 擁壁背面が盛土で勾配1:1.5のとき。

について、それぞれ背面土質を変えて設計したものである。

2. 設計条件

表 2.3 - 1 設計条件表

種 別	単位重量 (kg/m^3)	σ_{ta} (kg/cm^2)	σ_{ca} (kg/cm^2)	σ_{ra} (kg/cm^2)
土	1800			
コンクリート	無筋	2350	40	5
	鉄筋	2500	70	5
鉄 筋	SD30	1600		
	SR24	1400		

注 1 コンクリートの σ_{ra} はキイ部に。
2. コンクリートの σ_{ta} は擁壁内の内部応力。
3. SD30は主鉄筋のみ。

1) 荷 重

(1) 土 圧

擁壁背面に作用する土圧については、テルツァーギの土圧公式に従って、背面土質を5つに分類し、それぞれの土圧係数によって、土圧力を水平と垂直分力（背面水平のときは考慮しない）に分けて算出した。

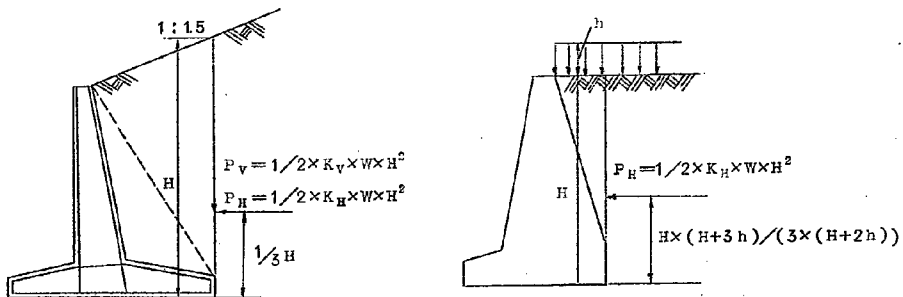


図 2.3 - 1

$$\begin{aligned} P_H &= 1/2 \times K_H \times W \times H^2 \\ P_V &= 1/2 \times K_V \times W \times H^2 \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} W = \text{土の単位重量} \\ K_H = \text{土圧係数 (水平)} \\ K_V = \text{ " (垂直)} \end{array} \right.$$

(2) 土の種類

(a) 細かな土粒子を含まない粗粒土，非常に透水性大（きれいな砂または砂利）。

- (b) シルト系の粒子を含むために透水性の低い粗粒度。
- (c) 石や細かなシルト質砂をもった残積土、および粘土を顕著に含んだ粗粒土。
- (d) 大変軟いまたは軟かい粘土、有機質シルト、またはシルト質粘土。
- (e) 塊状に堆積し、洪水または豪雨中その間の間に、ほとんど水が入らないようになっている普通の硬さの粘土、もしくは硬い粘土。

このうち標準設計でも最も頻度の多いと思われる上記3種の土について表2.3-2の係数を用いた。

表2.3-2 土 圧 係 数

土の種類	土 圧 係 数			
	背 面 水 平	背 面 盛 土		土圧力の水平面となす角
	水 平	水 平	垂 直	
1	0.28 (34°~00')	0.53 (34°~30')	0.21	26°~45'
2	0.33 (30°~40')	0.62 (33°~48')	0.36	29°~55'
3	0.40 (26°~00')	0.70 (32°~57')	0.43	31°~15'

注) () 内はクーロンの土圧公式を用いたときの土圧に相当する土の内部マサツ角である。

(3) 過載荷重

擁壁背面が水平の場合、土に換算して75cmの過載荷重(T-L20に相当する活荷重で、1.35 t/m²の垂直力)を考えた。

$$20 \text{ t} / (7 \text{ m} \times 2.75 \text{ m}) \div 1.04 \text{ t/m}^2$$

$$\text{インパクト (30\% を含めて)} 1.04 \times (1 + 0.3) \div 1.35 \text{ t/m}^2$$

$$\text{土に換算して } 1.35 \text{ t/m}^2 / 1.8 \text{ t/m}^2 \div 0.75 \text{ m}$$

(4) 地震荷重は考慮しない。

地震時の土圧については、まだ一般に信頼できるような計算理論や、十分な実測資料がなく、まだ地震によって破壊した実例があまり認められないので一般に擁壁の設計では地震時の応力を考える必要がないと思われる。従ってこの標準設計では地震の影響は考慮しなかったが、しばしば大地震に襲われ、附近地に重大な損害をあたえ、復旧が極めて困難であると思われるところはこの標準設計は使用できない。

2) 設計条件および安全率

- (1) 合力の作用点が中央 1/3 以内にあること。
- (2) 転倒の安全率 1.5 以上
- (3) 滑動の安全率 2.0 "

3) 滑動抵抗力の算定法

滑動の安全率を2.0以上とするため、この設計ではベース中央部にキーを設け、キーマスの受働土圧を考えた。この場合滑動抵抗力は擁壁の高さに相当する地中での、ランキンの受働土圧係数(土の内部マサツ角は表2.3-2()内の値をとって計算した)を用い、キーマス面でのコンクリートの許容せん断応力度を5 kg/cm²とし、順次断面を増し、必要に応じて鉄筋のせん断応力も考慮した。

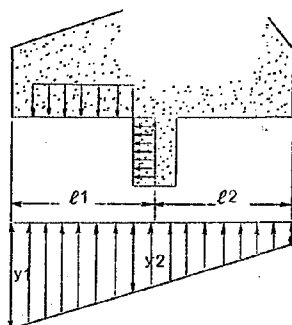


図 2.3 - 2

$$R = \frac{q_1 + q_2}{2} \times \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) + \frac{q_2 + q_3}{2} \times \mu \times l_2$$

μ = 基底の底面まさつ係数 (0.5)

φ = 内部まさつ角

キーを設けない場合で、滑動の安全率が2以下のときは杭、その他の方法で不足する水平抵抗力（標準設計図に記載）を補わなければならない。またキー前面の受動土圧は擁壁背面と同種類の土と仮定したので、底面の基礎地盤と裏ごめ土とが著るしく異なるときは、水平抵抗力について照査しなければならない。

3. 積算材料

- 1) 標準図にはコンクリート容積、型枠面積（フーチング上面を除く）鉄筋表を記載してあるが、その他の基礎栗石、排水用塩化ビニール管などは現地に応じて厚さ、長さを設計し、それぞれ標準図に設けてある空欄に記入できるようになっている。
- 2) 基礎ベース下の敷コンクリートは必要に応じて積算できるようにしてある。

4. 施工

標準図を実際に使用する上で必要な条項を列挙すると

1) 一般的注意事項

工事着手に先立ち、土質、地下水について調査することが必要であり、もし施工地点が市街地の場合には、地下埋設物についても調べておくことが望ましい。

2) 直接基礎とした場合

基礎工の施工については、つぎの点に注意しなければならない。

- (1) 地盤の掘削には周囲の地盤をゆるめないように注意し、必要に応じて土留工を行なう。掘削底面が地下水面以下のときは、排水工が必要であり、特に透水性地盤での地下水位以下の掘削には入念な注意が必要である。
- (2) 基礎が岩盤の場合には、これに適当な切り込みをつけ、コンクリートの打ちこみ前に清掃し、浮き石などを除く。この場合岩盤上に直接コンクリートが打たれるので、擁壁背面の排水には特に注意する必要がある。
- (3) 岩盤以外の基礎地盤では通常栗石または割栗石を敷きならべ、さらにそのすき間に切込砂利を填充する。
- (4) く体コンクリート打設に先立って捨てコンクリートの施工をすることが望ましい。

3) クイ基礎とした場合

- (1) 本工事に先立ち試験グイを打つのが望ましく、試験グイは設計長より少なくとも2 m ぐらい長いものを用意する。
- (2) クイ打工法には簡単な人力打込み方法から、ディーゼルパイルハンマーを利用する方法までいろいろ使われるので、クイの種類、クイの長さ、クイ打本数、土質などを考えて経済的で確実な工法を選ぶことが必要である。

4) 継 目

無筋コンクリート擁壁では10 m ぐらいの間隔で、かみ合わせ式の伸縮継目をもうける。鉄筋コンクリート擁壁では間隔10 m 以内に、表面にV型の切れ目をつけるが、この場合鉄筋を切ってはならない。また間隔30 m 以内に伸縮継目をもうける。伸縮継目では鉄筋を切り、構造は無筋コンクリートに準ずる。

5) 排 水 工

擁壁の裏には栗石、または、割栗層をもうける。また容易に排水できる高さに直径5 cm 以上の排水孔を5 m 以内にもうけ、また扶壁式擁壁の場合、控え壁の各パネルに少なくとも一つの排水孔をもうけなければならない。

6) 裏 込 め

裏込めは、栗石などとまじらないようにし、なるべく良質土を用い、隣接の部分と同程度または、それ以上になるよう十分に締め固める。とくに壁面に接する所や小規模工事でローラを使用しないときは、ランマ、コンパクタなどを利用するとよい。

2.3.2 重力式コンクリート擁壁

1 概 説

重力擁壁を図 2.3-3 のような形状とし、高さを 2.0 m から 0.5 m までとり、さらに擁壁のこう配を前面垂直から背面垂直になるまで 1 分づつ傾けた。これに前述の擁壁背面の状態を裏込土、さらにキーの有無によって分類したので、全部で 362 通りのタイプを 12 枚の標準図に完成した。

設計条件は前述のとおりであるが、フーチング上部での擁壁内部に 1.0 kg/cm^2 以上の引張応力を許すこととし、またキー部には 5 kg/cm^2 のせん断応力度に耐えられると仮定した。応力計算および材料計算はすべて電子計算機で行なったのでつぎに計算の手順としてプログラムを掲載する。解説したプログラム（プログラム 6）は擁壁の背面が水平で過載荷重が載った場合の計算例である。

2. 重力式コンクリート擁壁の標準設計について

1) 概 説

擁壁の高さを 2.0 m から 0.5 m おきに 5.0 m までとり、擁壁前面のこう配を前面垂直から、背面が垂直になるまで 1 分づつ傾けた。これに擁壁裏込土を 3 種類に分け、滑動抵抗にそなえて、フーチング下面にキーをつけたものとつけないものに分類して計算した。この設計計算例は擁壁背面が水平で TL-20 に相当する過載荷重を載荷したものである。

2) 設計計算

(1) 断面形状および設計に用いた記号

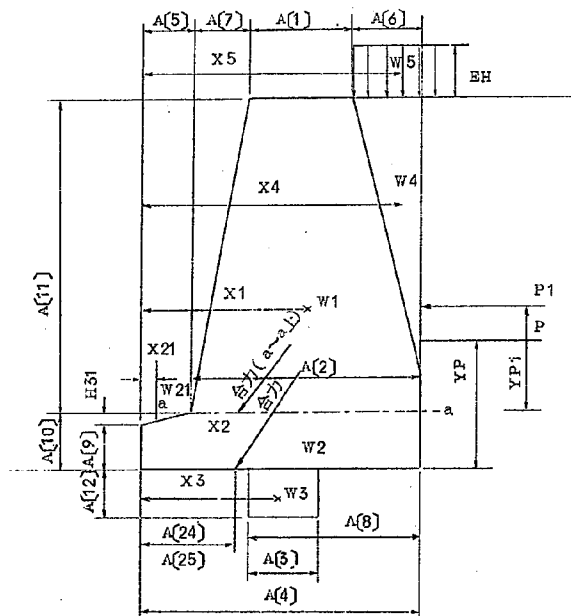


図 2.3-3

(3) 安定計算

(i) 重量の算定

$$W1 = (A7) \times A(11) \times 1175$$

$$\text{ここで } (A70 = A(1) + A(2), \quad 1175 = 1/2 \times 2350)$$

$$W2 = A(11) \times A(4) \times 2350 \quad W21 = H31 \times A(5) \times 1175$$

$$W3 = A(3) \times A(12) \times 2350$$

$$W4 = A(6) \times A(11) \times EW/2$$

$$W5 = A(6) \times EW \times EH$$

$$A(26) = W1 + W2 + W3 + W4 + W5 - W21$$

(ii) 擁壁前面点Cより各重心までの距離の算定

Y軸に関するもの

$$YP = H(H + 3 \times EH) / (3(H + 2 \times EH))$$

$$Y = (2.0 \times A(1) + A(2)) A(11) / (3 \times A70);$$

$$YP1 = A(11)(A(11) + 3 \times EH) / (3(A(11) + 2 \times EH))$$

X軸に関するもの

$$X1 = (A(1)^2 + A(1) \times A(2) + A(2)^2) / (3 \times A70) + A(7) \times Y / A(11) + A(5)$$

$$X2 = A(4) / 2.0 \quad X21 = A(5) / 3.0$$

$$X3 = A(4) / 2.0$$

$$X4 = A(4) - A(6) / 3.0$$

$$X5 = A(4) - A(6) / 2.0$$

(iii) 土圧の算定

$$P = EW / 2 \times C((H + EH)^2 - EH^2)$$

$$P1 = EW / 2 \times C((A(11) + EH)^2 - EH^2)$$

(iv) モメントの算定

$$MX = (W1 \times X1) + (W2 \times X2) + (W3 \times X3) + (W4 \times X4) + (W5 \times X5) \\ - (W21 \times X21)$$

$$MXL = MX - W3 \times X3$$

$$MP = P \times YP$$

$$MP1 = P1 \times YP1$$

(v) 合力の作用点の算定

$$A(24) = (MX - MP) / A(26) \quad (A(24) > \frac{A(4)}{3})$$

$$A(25) = (MXL - MP) / (A(26) - W3) \quad (A(26) > \frac{A(4)}{3})$$

(vi) 断面a～aにおける応力度の算定

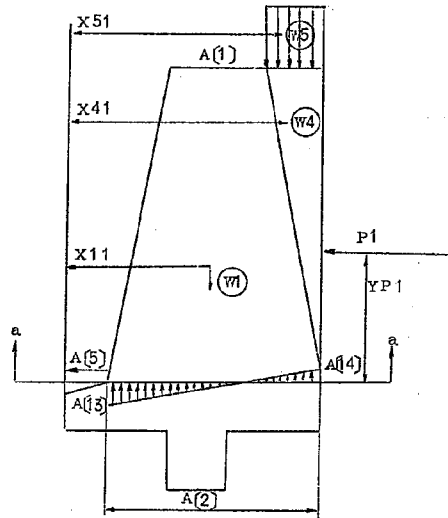


図 2.3 - 4

$$X11 = X1 - A(5)$$

$$X41 = X4 - A(5)$$

$$X51 = X5 - A(5)$$

$$MX1 = W1 \times X11 + W4 \times X41 + W5 \times X51$$

$$WT = W1 + W4 + W5$$

$$EX1 = (MX1 - MP1) / WT$$

$$E1 = A(2) / 2.0 - EX1$$

$$A(13) = WT / A(2) \times (1.0 + 6.0 \times E1 / A(2))$$

$$A(14) = WT / A(2) \times (1.0 - 6.0 \times E1 / A(2))$$

$$A(14) \geq -10000 \text{ (1Kg/cm}^2 \text{以下)}$$

(vii) 地盤反力の算定

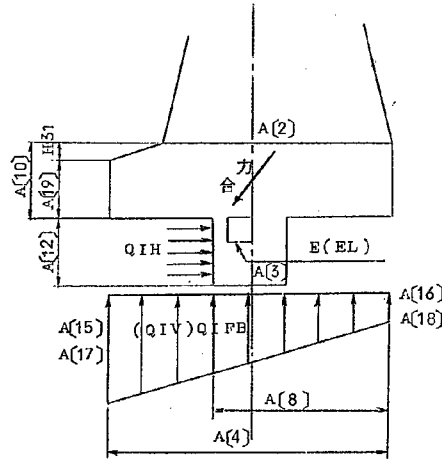


図 2.3 - 5

※ () 内はキイのない場合の記号である。

$$E = A(4) / 2.0 - A(24)$$

$$EL = A(4) / 2.0 - A(25)$$

$$A(15) = A(26) / A(4) (1.0 + 6.0 \times E / A(4))$$

$$A(16) = A(26) / A(4) (1.0 - 6.0 \times E / A(4))$$

$$A(17) = WL / A(4) (1.0 + 6.0 \times EL / A(4))$$

$$A(18) = WL / A(4) (1.0 - 6.0 \times EL / A(4))$$

ここで (WL=W-W3)

(vii) キイに加わる応力度の算定

$$QIFB = A(16) + A(15) - A(16) \times A(8) / A(4)$$

$$QIV = (A(15) + QIFB) / 2.0$$

$$QIH = QIV \times C1 \quad (C1 = \frac{1 + \sin \theta}{1 - \sin \theta}, (\theta \text{ は摩擦角}))$$

$$A(19) = QIH \times A(12) / A(3)$$

$$(A(19) \geq 50000)$$

(ix) 安全率の算定

$$TEIKO = QIH \times A(12) + (QIFB + A(16)) \times A(8) \times 0.5 / 2.0$$

$$A(22) = TEIKO / P$$

$$(SLIDE \geq 2.0)$$

$$A(23) = WL \times 0.5 / P$$

$$A(20) = MX / (MP + QIH \times A(12)^2 / 2.0)$$

$$(A(20) \geq 1.0)$$

$$A(21) = MXL / MP$$

(4) 数量計算

(i) コンクリート

$$A(28) = 170 \times A(11) / 2.0 + A(9) \times A(4) - A(5) \times H31 / 2.0$$

$$A(29) = A(28) + A(12) \times A(3)$$

(ii) 型わく

$$A(30) = A(9) + A(10) + \sqrt{A(7)^2 + A(11)^2} + \sqrt{A(6)^2 + A(11)^2}$$

$$A(31) = A(30) + 2.0 \times A(12)$$

(5) こう配を定める

擁壁の前面こう配を最初0とし、背面垂直となるまで、1分づつこう配を傾ける。

(6) ALGOLプログラム

重力式コンクリート擁壁（背面水平）プログラム

```

begin
real H,C,C1,N,EW,EH; integer NP; array A[1:31];
procedure G WALL(H,C,C1,N,EW,EH,NP,A);
comment G WALL: This procedure is design of gravity type
              retaining wall which wall
              back is horizontal surface and sometimes
              loading surcharge,
H:total height (m),
C:coefficient of earth pressure,
C1:coefficient of passive earth pressure,
N:front slope,
EW:weight of earth (Kg/m3),
EH:surcharged load (m),
NP:case of not necessary printing of answer is 0 else other
    integer type number,
A[1]:crown width,
A[2]:wall width (low),
A[3]:thickness of key,
A[4]:base width,
A[5]:distance of front base,
A[6]:horizontal length of slope (back),
A[7]:horizontal length of slope (front),
A[8]:teiban no haimen yori tekki no zenmen made no nagasa,
A[9]:thickness of base (front),
A[10]:thickness of base (back),
A[11]:height of wall,
A[12]:depth of key,
A[13]:extreme fiber stress at front in the wall (low,Kg/cm2),
A[14]:extreme fiber stress at back in the wall (low,Kg/cm2),
A[15]:reaction at front end (Kg/m2),
A[16]:reaction at back end (Kg/m2),
A[17]:reaction of front end (key less, Kg/m2),
A[18]:reaction of back end (key less, Kg/m2),
A[19]:shearing stress top of key (Kg/m2),
A[20]:safety factor of overturning,
A[21]:safety factor of overturning (key less),
A[22]:safety factor of sliding,
A[23]:safety factor of sliding (key less),
A[24]:zemmen yori goryoku no sayoten madeno nagasa,
A[25]:zemmen yori goryoku no sayoten madeno nagasa (key less),
A[26]:gross weight,
A[27]:husoku sulhei teiko ryoku,
A[28]:concrete volume,
A[29]:concrete volume (key less),
A[30]:form area,
A[31]:form area (key less);

value H,C,C1,N,EW,EH,NP;
real H,C,C1,N,EW,EH; integer NP; array A;
begin
real P,P1,A70,A9,W1,W2,W3,W4,W5,WL,W21,Y,YP,YP1,X1,X2,X3,X4,
X5,X11,X21,X41,X51,MX,MX1,MXL,MP,MP1,H31,E,E1,EX1,EL,Q1FB,
Q1V,Q1H,TEIKO,WT;
if H≦ 3.0 then begin A[9]=0.35; H31=0.05; end else

```

```

begin A[9]=0.6; H31=0.1; end;
A[4]=0.5*H; A[1]=0.35; A[3]=0.3; A[5]=0.1*H;
A[11]=H-A[9]; A[7]=N*A[11];
Z1: A[2]=A[4]-A[5]; A9=A[2]-A[1]; A[8]=(A[4]+A[3])/2.0;
A[6]=A[2]-A[1]-A[7]; A70=A[1]+A[2]; A[12]=0.3;
A[10]=A[9]-H31;
P=EW/2.0*C*((H+EH)+2-EH+2);
P1=EW/2.0*C*((A[11]+EH)+2-EH+2);
W1=A70*A[11]*1175.0; W2=A[9]*A[4]*2350.0;
W21=A[5]*H31*1175.0;
Z2: W3=A[12]*A[3]*2350.0; W4=A[6]*A[11]*EW/2.0;
W5=A[6]*EW*EH; WL=A[26]-W3;
A[26]=W1+W2+W3+W4+W5-W21;
Y=(2.0*A[1]+A[2])*A[11]/(3.0*A70);
YP=H*(H+3.0*EH)/(3.0*(H+2.0*EH));
YP1=A[11]*(A[11]+3.0*EH)/(3.0*(A[11]+2.0*EH));
X1=(A[1]+2*A[1]*A[2]+A[2]*2)/(3.0*A70)+(A[7]*Y)/A[11]+A[5];
X2=X3=A[4]/2.0; X4=A[4]-A[6]/3.0; X5=A[4]-A[6]/2.0;
X21=A[5]/3.0; X11=X1-A[5]; X41=X4-A[5];
X51=X5-A[5];
MX=W1*X1+W2*X2+W3*X3+W4*X4+W5*X5-W21*X21;
MXL=MX-W3*X3; MP=P*YP; MP1=P1*YP1;
A[24]=(MX-MP)/A[26]; A[25]=(MXL-MP)/WL;
if A[24] < A[4]/3.0 then begin A[4]=A[4]+0.05;
go to Z1; end;
Z3: MX1=W1*X11+W4*X41+W5*X51; WT=W1+W4+W5;
EX1=(MX1-MP1)/WT; E1=A[2]/2.0-EX1;
A[13]=(WT/A[21]*(1.0+6.0*E1/A[21]))/10000.0;
A[14]=(WT/A[21]*(1.0-6.0*E1/A[21]))/10000.0;
if A[14] < 1.00 then begin A[4]=A[4]+0.05; go to Z1; end;
Z4: E=A[4]/2.0-A[24]; EL=A[4]/2.0-A[25];
A[15]=A[26]/A[4]*(1.0+6.0*E/A[4]);
A[17]=WL/A[4]*(1.0+6.0*EL/A[4]);
A[16]=A[26]/A[4]*(1.0-6.0*EL/A[4]);
A[18]=WL/A[4]*(1.0-6.0*EL/A[4]);
Q1FB=A[16]+(A[15]-A[16])*A[8]/A[4];
Q1V=(A[15]+Q1FB)/2.0; Q1H=Q1V*C1;
TEIKO=Q1H*A[12]+(Q1FB+A[16])*A[8]*0.25;
A[19]=Q1H*A[12]/A[3]/10000.0;
A[27]=2.0*P-WL*0.5; A[22]=TEIKO/P; A[23]=WL*0.5/P;
if A[22] < 2.0 then begin A[12]=A[12]+0.05; go to Z2; end;
if A[19] > 5.0 then begin A[3]=A[3]+0.05; goto Z1; end;
A[20]=MX/(MP+Q1H*A[12]+2/2.0); A[21]=MXL/MP;
if A[20] < 1.5 then begin A[4]=A[4]+0.05; go to Z1; end;
Z5: A[28]=A70*A[11]/2.0+A[9]*A[4]-A[5]*H31/2.0;
A[29]=A[28]+A[12]*A[3];
A[30]=A[9]+A[10]+SQRT(A[7]+2+A[11]+2)+SQRT(A[6]+2+A[11]+2);
A[31]=A[30]+2.0*A[12];

if NP=0 then go to END;
SPACE(30); PRINT('*****DESIGN**OF**GRAVITY**TYPE**RETAINI
NG**WALL*****'); CRLF(3);
SPACE(35); PRINT('*****CONDITION*****'); CRLF(2);
SPACE(20); PRINT('TOTAL**HEIGHT='); PRINT(1.2,H); SPACE(5);
PRINT('**COEFFICIENT**OF**EARTH**PRESSURE=');
PRINT(1.3,C); CRLF(4);
SPACE(40); PRINT('*****SECTION*****'); CRLF(2);
PRINT('CROWN**WIDTH**='); PRINT(1.3,A[1]); SPACE(12);

```

```

PRINT('WALL*WIDTH(LOW)='); PRINT(1.3,A[2]);
SPACE(16); PRINT('THICKNESS*OF*KEY='); PRINT(1.3,A[3]);
CRLF(2);
PRINT('BASE***WIDTH*='); PRINT(1.3,A[4]); SPACE(5); PRINT('
DISTANCE*OF*FRONT*BASE='); PRINT(1.3,A[5]);
SPACE(5); PRINT('HORIZONTAL*LENGTH*OF*SLOPE(BACK)=');
PRINT(1.3,A[6]); CRLF(2);
SPACE(16); PRINT('HORIZONTAL*LENGTH*OF*SLOPE(FRONT)= ');
PRINT(1.3,A[7]); CRLF(2);
SPACE(1); PRINT('TEIBAN*NO*HAIMEN*YORI*TOKKI*NO*ZENMEN*
MADE*NO*NAGASA='); PRINT(1.3,A[8]);

CRLF(2);
SPACE(10); PRINT('THICKNESS*OF*BASE(FRONT)=');
PRINT(1.3,A[9]); SPACE(10);
PRINT('THICKNESS*OF*BASE(BACK)='); PRINT(1.3,A[10]);
CRLF(2);
SPACE(20); PRINT('HEIGHT*OF*WALL='); PRINT(1.3,A[11]);
SPACE(21); PRINT('DEPTH*OF*KEY=');
PRINT(1.3,A[12]); CRLF(3);
SPACE(40); PRINT('*****VOLUME*****'); CRLF(2);
SPACE(15); PRINT('C*O*N*C*R*E*T*E*='); PRINT(2.4,A[28]);
SPACE(13); PRINT('C*O*N*C*R*E*T*E*(KEY*LESS)=');
PRINT(2.4,A[29]); CRLF(2);
SPACE(22); PRINT('FORM*AREA='); PRINT(2.4,A[30]);
SPACE(20); PRINT('FORM*AREA(KEY*LESS)=');
PRINT(2.4,A[31]); CRLF(3);
SPACE(40); PRINT('*****S*T*R*E*S*S*****'); CRLF(2);
PRINT('EXTREME*FIBER*STRESS*AT*FRONT*IN*THE*WALL(LOW)=');
PRINT(1.3,A[13]); SPACE(8);
PRINT('EXTREME*FIBER*STRESS*AT*BACK*IN*THE*WALL(LOW)=');
PRINT(1.3,A[14]); CRLF(2);
SPACE(25); PRINT('REACTION*AT*FRONT*END='); PRINT(5.2,A[15]);
SPACE(30); PRINT('REACTION*AT*BACK*END=');
PRINT(5.2,A[16]); CRLF(2);
SPACE(15); PRINT('REACTION*AT*FRONT*END(KEY*LESS)=');
PRINT(5.2,A[17]); SPACE(20);
PRINT('REACTION*AT*BACK*END(KEY*LESS)='); PRINT(4.2,A[18]);
CRLF(2);
SPACE(24); PRINT('SHEARING*STRESS*OF*KEY='); PRINT(1.3,A[19]);
CRLF(3);
SPACE(38); PRINT('*****SAFETY***FACTOR*****'); CRLF(2);
PRINT('T*E*N*T*O*='); PRINT(1.3,A[20]);
SPACE(5); PRINT('T*E*N*T*O*(KEY*LESS)='); PRINT(1.3,A[21]);
SPACE(5); PRINT('SLIDEING='); PRINT(1.3,A[22]);
SPACE(5); PRINT('SLIDEING*(KEY*LESS)='); PRINT(1.2,A[23]);
CRLF(3);
SPACE(15); PRINT('TEIBAN*NO*ZENMEN*YORI*GORYOKU*NO*SAYOTEN
*MADE*NO*NAGASA='); PRINT(1.3,A[24]);

CRLF(2);
SPACE(5); PRINT('TEIBAN*NO*ZENMEN*YORI*GORYOKU*NO*SAYOTEN*
MADE*NO*NAGASA(KEY*LESS)=');

PRINT(1.3,A[25]); CRLF(2);
SPACE(56); PRINT('GROSS*WEIGHT='); PRINT(6.3,A[26]); CRLF(2);
SPACE(42); PRINT('HUSOKU*SUIHEI*TEIKO*REYOKU=');
PRINT(6.4,A[27]); CRLF(3); END:

end:
REA: READ(H,C,C1,N,EW,EH,NP);
G WALL(H,C,C1,N,EW,EH,NP,A); go to REA;

```

end;

2.3.3 逆T式鉄筋コンクリート擁壁

1. 概 説

逆T式鉄筋コンクリート擁壁では、擁壁の高さを3.0 mから0.5 mおきに7.0 mまでにとり、又前壁の位置を現地の地形に合わせられるようL型の状態から0.5 mづつ下げて逆L型で計算した。(標準図では予算の関係上途中で図化をうち切った。)

これに前述の擁壁背面が水平であるか、盛土であるかによる区別と裏込土の土質によって3種に分け、さらにキ-の有無によって分類したので、でき上った標準図には一枚で6通りの形態が記載されている。従って全部で $6 \times 88 = 528$ 種の標準化がしてあるが、このほかの形状で必要を生じた場合にはプログラムに数値(高さおよび前フーチングの寸法、擁壁背面の状態(盛土か、水平の別)および土圧係数の4者)をあたえることによって短時間で計算結果を得ることができる。

2. 設計計算法

重力式コンクリート擁壁とあまり相違がないので、プログラムのみ記載する。ただ計算するに際して行なった仮定を列挙すると

前壁、フーチングとも、それぞれ接合部を固定された突げたと仮定して断面および応力の算定を行なった。

さらに前壁では壁の自重を無視し、土圧の水平分力が作用するものとした。ただし擁壁背面が盛土のときは安定計算をしたときと同じ位置(フーチング後面)での土圧をとると、非常に過大な断面となるので、前壁後面での土圧力を考えた。

フーチング部について、前部は上向きの地盤反力のみを考え、後部では板上の土の重量、地表面の荷重、板の自重地盤反力を考慮して設計した。

前壁の前面には亀裂を防止するため鉄筋コンクリート標準示方書第158条の規程により、断面積が1 m²当り5 cm²以上になるよう、また中心間隔が30 cm以下になるように普通丸鋼φ13を配置した。

前フーチングの上側鉄筋と後フーチングの下側鉄筋は計算上不要であるが、亀裂防止などの意味から、それぞれ反対側の必要鉄筋量の1/2をいれることとした。

フーチングの組立鉄筋は図示をしなかったが、施工の際には適当にいれることが望ましい。

突ゲタ式鉄筋コンクリート擁壁（背面水平）プログラム

```

begin
  real H,A2,C;
  Rprocedure RT HO WALL(H, A2, C);
    value H, A2, C;
    real H, A2, C;
  begin
    real A00301,A1,A3,A4,A5,A6,A7,A8,H1,H2,H3,H4,H5,H6,H7,WC1,WC2,WC3,WC4,
    WC5,WC6,WC7,WE1,WE2,WE3,WE4,W,XC1,XC2,XC3,XC4,XC5,XC6,XC7,XE1,XE2,
    XE3,XE4,Y,MX,MY,E1T,E2T,Q1T,Q2T,Q1A,Q1AT,QHT,QH,Q1,Q2,QA,QB,Q1L,
    Q2L,E1,E2,E1L,E2L,SLIDE,TENT0,SLIDEL,TENTOL,SS,NS,M1,M2,M3,M4,M5,
    MXL,T1,T2,T3,T4,T5,TA1,TA2,TA3,TA4,TA5,AS1,AS2,AS3,AS4,AS5,AB3,AB4,
    AB5,C1,C2,C3,C4,C5,S1,S2,S3,S4,S5,A31,A32,A33,A45,V,VL,K,KL,WL,D3,
    D4,D5,N1,N2,N3,N4,N5,ABC1,ABC2,ABC3,ABC4,ABC5,ASN1,
    ASN2,ASN3,ASN4,ASN5,CA1,PH;
    procedure TEKKIN(M,AS,AB,NB,ASN,ABC);
      value M;
      real M,AS,AB,NB,ASN,ABC;
      begin integer I; real N;
      switch SW:=SW1,SW2,SW3,SW4,SW5,SW6,SW7;
        N:=3.0; I:=1;
        SW1:AB:=1.98; goto START;
        SW2:AB:=2.85; go to START;
        SW3:AB:=3.88; go to START;
        SW4:AB:=5.07; go to START;
        SW5:AB:=6.41; go to START;
        SW6:AB:=7.92; goto START;
        SW7:AB:=9.58; goto START;
        START: AS:=AB*N;
        ASN:=0.0025*SQRT(M*10000.0);
        if AS>=ASN then go to END else if N<10.0 then
          begin N:=N+1.0; go to SW[I]; end;
        if I=1 then begin I:=2; N:=3.0; go to SW[I]; end;
        if I=2 then begin I:=3; N:=3.0; go to SW[I]; end;
        if I=3 then begin I:=4; N:=3.0; go to SW[I]; end;
        if I=4 then begin I:=5; N:=3.0; go to SW[I]; end;
        if I=5 then begin I:=6; N:=3.0; go to SW[I]; end;
        if I=6 then begin I:=7; N:=3.0; go to SW[I]; end;
      END;
      NB:=100.0/N;
      ABC:=AS*0.2*(6.0+2.0)/(6.0+1.0);
    end;

    procedure TETSU(M,AB,AS,NB,ASN,ABC);
      value M,AB; real M,AB,AS,NB,ASN,ABC;
      begin real N;
        ASN:=0.0025*SQRT(M*10000.0); N:=3.0;
        START:
        AS:=AB*N;
        if AS>=ASN then go to END else
          begin N:=N+1.0; go to START; end;
      END: NB:=100.0/N;
        ABC:=AS*0.2*(6.0+2.0)/(6.0+1.0);
      end;

    procedure ORYOKU(M,T,AS,A,C,S,TA);
      value M,T,AS,A; real M,T,AS,A,C,S,TA;
      begin real ASX,J;
        ASX:=(15.0*AS/100.0)*(-1.0+SQRT(1.0+200.0*A/15.0/AS));
        J:=A-ASX/3.0; C:=2.0*M/ASX/J;
        S:=100.0*M/AS/J; TA:=T/100.0/J;
      end;
  end;

```

```

begin
  Z0: A1:=0.5*H; A3:=0.25;
  if H=6.0 then A5:=0.5 else if H=6.5 then A5:=0.55
  else if H=4.0 then A5:=0.3 else if H=4.5 then
  A5:=0.35 else if H=5.5 then A5:=0.45 else if H=5.0
  then A5:=0.4 else if H=7.0 then A5:=0.6;
  A8:=0.3; H4:=0.15; H5:=0.25; H7:=0.3;
  Z1: A4:=A1-A2-A3; A7:=A5-A3; A6:=A4-A7; H3:=H-H4-H5;
  H1:=H3/3.0; H2:=2.0*H3/3.0;
  H6:=0.75;
  PH:=900.0*C*((H+H6)↑2-H6↑2);
  WC1:=0.1*0.5*2500.0; WC2:=(A3+A5)*H3*1250.0;
  WC3:=H4*A2*1250.0; WC4:=H4*A5*2500.0;
  WC5:=H4*A6*1250.0; WC6:=H5*A1*2500.0;
  WC7:=H7*A8*2500.0; WE1:=H6*(A4-0.1)*1800.0;
  WE2:=H3*A6*1800.0; WE3:=H3*A7*900.0-0.1*0.5*1800.0;
  WE4:=H4*A6*900.0;
  W:=WC1+WC2+WC3+WC4+WC5+WC6+WC7+WE1+WE2+WE3+WE4;
  XC1:=A2+A3+0.05; XC2:=A2+(A3↑2+A3*A5+A5↑2)/3.0/(A3+A5);
  XC3:=2.0*A2/3.0; XC4:=A2+A5/2.0;
  XC5:=A2+A5+A6/3.0; XC6:=XC7:=A1/2.0;
  XE1:=A1-A4/2.0+0.05; XE2:=A1-A6/2.0;
  XE3:=A2+A3+(2.0*A7/3.0*H3*A7-0.1*0.5*0.1)*900.0/WE3;
  XE4:=A2+A5+2.0*A6/3.0;
  Y:=(H+2.25)*H/(H+1.5)/3.0;
  MX:=WC1*XC1+WC2*XC2+WC3*XC3+WC4*XC4+WC5*XC5+WC6*XC6+WC7*XC7
  +WE1*XE1+WE2*XE2+WE3*XE3+WE4*XE4;
  MY:=PH*Y; E1T:=(MX-MY)/W;
  if E1T≥A1/3.0 then go to Z2 else begin A1:=A1+0.05; go to Z1; end;
  Z2: E2T:=A1/2.0-E1T;
  if C=0.28 then CA1:=3.5372 else if C=0.33 then CA1:=3.0
  else if C=0.40 then CA1:=2.5612;
  Q1T:=W/A1*(1.0+6.0*E2T/A1); Q2T:=W/A1*(1.0-6.0*E2T/A1);
  Q1AT=Q2T+(Q1T-Q2T)*(A1+A8)/2.0/A1; QHT:=(Q1T+Q1AT)/2.0*CA1;
  E1:=(MX-QHT*H7↑2/2.0-MY)/W;
  if E1≥A1/3.0 then go to Z3 else begin A1:=A1+0.05; go to Z1; end;
  Z3: E2:=A1/2.0-E1;
  Q1:=W/A1*(1.0+6.0*E2/A1); Q2:=W/A1*(1.0-6.0*E2/A1);
  Q1A:=Q2+(Q1-Q2)/A1*(A1+A8)/2.0;
  QH:=(Q1+Q1A)/2.0*CA1;
  SLIDE:=(QH*H7+(Q1A+Q2)*(A1+A8)/2.0*0.25)/PH;
  if SLIDE≥2.0 then go to Z4 else begin H7:=H7+0.05; go to Z1; end;
  Z4: SS:=QH*H7/A8;
  if SS≥50000.0 then go to Z5 else begin A8:=A8+0.05; go to Z1; end;
  Z5: TENTO:=MX/(MY+QH*H7↑2/2.0);
  if TENTO≥1.5 then go to Z6 else begin A1:=A1+0.05; go to Z1; end;
  Z6: T3:=900.0*C*((H3+H6)↑2-H6↑2);
  M3:=T3*H3*(H3+2.25)/(3.0*(H3+1.5)); D3:=0.288*SQR(T3)+6.0;
  if D3≥A5*100.0 then go to Z7 else begin A5:=A5+0.05; go to Z1; end;
  Z7: QA:=Q2+(Q1-Q2)/A1*(A6+A5); QB:=Q2+(Q1-Q2)/A1*A6;
  M4:=(Q1+QA)*A2/2.0*(Q1*2.0+QA)*A2/3.0/(Q1+QA)-(WC3+H5*A2*2500.0)
  *(H5*3.0+H4)*A2/3.0/(H5*2.0+H4);
  T4:=(Q1+QA)*A2/2.0-WC3-H5*A2*2500.0;
  D4:=0.288*SQR(T4)+9.0;
  if D4<(H5+H4)*100.0 then go to Z8 else
  begin H4:=H4+0.05; go to Z1; end;
  Z8: M5:=-((Q2+QB)*A6/2.0*(Q2*2.0+QB)*A6/3.0/(Q2+QB)+H6*A6↑2*900.0+
  WE2*A6/2.0+WE4*2.0*A6/3.0+WC5*A6/3.0+A6↑2*H5*1250.0;
  T5:=-((Q2+QB)*A6/2.0+H6*A6*1800.0+WE2+WE4+WC5+A6*H5*2500.0;
  D5:=0.288*SQR(T5)+9.0;
  if D5<(H5+H4)*100.0 then go to Z9 else begin H4:=H4+0.05;
  go to Z1; end;
  Z9: T1:=900.0*C*((H1+H6)↑2-H6↑2);
  T2:=900.0*C*((H2+H6)↑2-H6↑2);
  M1:=T1*H1*(H1+2.25)/3.0/(H1+1.5);

```

```

M2:=T2*H2*(H2+2.25)/3.0/(H2+1.5);
A45:=(H4+H5)*100.0-9.0;
A33:=A5*100.0-6.0;
A31:=(A3+H1*A7/H3)*100.0-6.0;
A32:=(A3+H2*A7/H3)*100.0-6.0;
TEKKIN(M3,AS3,AB3,N3,ASN3,ABC3);
ORYOKU(M3,T3,AS3,A33,C3,S3,TA3);
TEKKIN(M4,AS4,AB4,N4,ASN4,ABC4);
ORYOKU(M4,T4,AS4,A45,C4,S4,TA4);
TEKKIN(M5,AS5,AB5,N5,ASN5,ABC5);
ORYOKU(M5,T5,AS5,A45,C5,S5,TA5);
TETSU (M1,AB3,AS1,N1,ASN1,ABC1);
ORYOKU(M1,T1,AS1,A31,C1,S1,TA1);
TETSU (M2,AB3,AS2,N2,ASN2,ABC2);
ORYOKU(M2,T2,AS2,A32,C2,S2,TA2);
WL :=W-WC7;           MXL:=MX-WC7*XC7;
E1L:=(MXL-MY)/WL;      E2L:=A1/2.0-E1L;
Q1L:=WL/A1*(1.0+6.0*E2L/A1);
Q2L:=WL/A1*(1.0-6.0*E2L/A1);
NS :=2.0*PH-WL*0.5;    SLIDEL:=WL*0.5/PH;
TENTDL:=MXL/MY;
V :=0.1*0.5+(A3+A5)*H3/2.0-H4*(A2+A6)/2.0+(H4+H5)*A1+H7*A8;
VL :=V-H7*A8;
If A2=0.0 then begin K:=H+H7*2.0+H5+SQRT(A7*2+H3*2)+0.1; end else
begin K:=H3+2.0*(H7+H5)+SQRT (H3*2+A7*2)+0.1; end;  KL:=K+2*V
KL :=K-2.0*H7;

```

```

SPACE(1); PRINT('C' ); SPACE(3); PRINT(6,C );
SPACE(1); PRINT('H' ); SPACE(3); PRINT(6,H );
SPACE(1); PRINT('A1' ); SPACE(2); PRINT(6,A1 );
SPACE(1); PRINT('A2' ); SPACE(2); PRINT(6,A2 );
SPACE(1); PRINT('A3' ); SPACE(2); PRINT(6,A3 );
SPACE(1); PRINT('A4' ); SPACE(2); PRINT(6,A4 );
SPACE(1); CRLF(1);
SPACE(1); PRINT('A5' ); SPACE(2); PRINT(6,A5 );
SPACE(1); PRINT('A6' ); SPACE(2); PRINT(6,A6 );
SPACE(1); PRINT('A7' ); SPACE(2); PRINT(6,A7 );
SPACE(1); PRINT('A8' ); SPACE(2); PRINT(6,A8 );
SPACE(1); PRINT('H1' ); SPACE(2); PRINT(6,H1 );
SPACE(1); PRINT('H2' ); SPACE(2); PRINT(6,H2 ); CRLF(1);

SPACE(1); PRINT('H3' ); SPACE(2); PRINT(6,H3 );
SPACE(1); PRINT('H4' ); SPACE(2); PRINT(6,H4 );
SPACE(1); PRINT('H5' ); SPACE(2); PRINT(6,H5 );
SPACE(1); PRINT('H6' ); SPACE(2); PRINT(6,H6 );
SPACE(1); PRINT('H7' ); SPACE(2); PRINT(6,H7 );
SPACE(1); PRINT('E1' ); SPACE(2); PRINT(6,E1 ); CRLF(1);
SPACE(1); PRINT('TEN' ); SPACE(1); PRINT(6,TENTD);
SPACE(1); PRINT('SLI' ); SPACE(1); PRINT(6,SLIDE);
SPACE(1); PRINT('Q1' ); SPACE(2); PRINT(6,Q1 );
SPACE(1); PRINT('Q2' ); SPACE(2); PRINT(6,Q2 );
SPACE(1); PRINT('M1' ); SPACE(2); PRINT(6,M1 );
CRLF(2);
SPACE(1); PRINT('M2' ); SPACE(2); PRINT(6,M2);
SPACE(1); PRINT('M3' ); SPACE(2); PRINT(6,M3 );
SPACE(1); PRINT('M4' ); SPACE(2); PRINT(6,M4 );
SPACE(1); PRINT('M5' ); SPACE(2); PRINT(6,M5 );
SPACE(1); PRINT('T1' ); SPACE(2); PRINT(6,T1 );
SPACE(1); PRINT('T2' ); SPACE(2); PRINT(6,T2 ); CRLF(1);
SPACE(1); PRINT('T3' ); SPACE(2); PRINT(6,T3 );
SPACE(1); PRINT('T4' ); SPACE(2); PRINT(6,T4 );
SPACE(1); PRINT('T5' ); SPACE(2); PRINT(6,T5 );
SPACE(1); PRINT('C1' ); SPACE(2); PRINT(6,C1 );
SPACE(1); PRINT('C2' ); SPACE(2); PRINT(6,C2 );
SPACE(1); PRINT('C3' ); SPACE(2); PRINT(6,C3 ); CRLF(1);

```

```

SPACE(1); PRINT('C4' ); SPACE(2); PRINT(6,C4 );
SPACE(1); PRINT('C5' ); SPACE(2); PRINT(6,C5 );
SPACE(1); PRINT('TA1' ); SPACE(1); PRINT(6,TA1);
SPACE(1); PRINT('TA2' ); SPACE(1); PRINT(6,TA2);
SPACE(1); PRINT('TA3' ); SPACE(1); PRINT(6,TA3);
SPACE(1); PRINT('TA4' ); SPACE(1); PRINT(6,TA4); CRLF(1);
SPACE(1); PRINT('TA5' ); SPACE(1); PRINT(6,TA5);
SPACE(1); PRINT('AS1' ); SPACE(1); PRINT(6,AS1);
SPACE(1); PRINT('AS2' ); SPACE(1); PRINT(6,AS2);
SPACE(1); PRINT('AS3' ); SPACE(1); PRINT(6,AS3);
SPACE(1); PRINT('AS4' ); SPACE(1); PRINT(6,AS4);
SPACE(1); PRINT('AS5' ); SPACE(1); PRINT(6,AS5); CRLF(1);
SPACE(1); PRINT('AB3' ); SPACE(1); PRINT(6,AB3);
SPACE(1); PRINT('AB4' ); SPACE(1); PRINT(6,AB4);
SPACE(1); PRINT('AB5' ); SPACE(1); PRINT(6,AB5);
SPACE(1); PRINT('Q1L' ); SPACE(1); PRINT(6,Q1L);
SPACE(1); PRINT('Q2L' ); SPACE(1); PRINT(6,Q2L);
SPACE(1); PRINT('NS' ); SPACE(2); PRINT(6,NS ); CRLF(2);
SPACE(1); PRINT('S LL' ); SPACE(1); PRINT(6,SLIDEL);
SPACE(1); PRINT('TEL' ); SPACE(1); PRINT(6,TENTOL);
SPACE(1); PRINT('N1' ); SPACE(2);
PRINT(6,N1 ); SPACE(1); PRINT('N2' ); SPACE(2);
PRINT(6,N2 );
SPACE(1); PRINT('N3' ); SPACE(2); PRINT(6,N3 );
SPACE(1); PRINT('N4' ); SPACE(2); PRINT(6,N4 ); CRLF(1);
SPACE(1); PRINT('N5' ); SPACE(2); PRINT(6,N5 );
SPACE(1); PRINT('AC1' ); SPACE(1); PRINT(6,ABC1);
SPACE(1); PRINT('AC2' ); SPACE(1); PRINT(6,ABC2);
SPACE(1); PRINT('AC3' ); SPACE(1); PRINT(6,ABC3);
SPACE(1); PRINT('AC4' ); SPACE(1); PRINT(6,ABC4);
SPACE(1); PRINT('AC5' ); SPACE(1); PRINT(6,ABC5); CRLF(2);
SPACE(1); PRINT('V' ); SPACE(3); PRINT(6,V );
SPACE(1); PRINT('VL' ); SPACE(2); PRINT(6,VL );
SPACE(1); PRINT('K' ); SPACE(3); PRINT(6,K );
SPACE(1); PRINT('KL' ); SPACE(2); PRINT(6,KL );
SPACE(1); PRINT('PH' ); SPACE(2); PRINT(6,PH );
SPACE(1); PRINT('E2' ); SPACE(2); PRINT(6,E2 ); CRLF(1);
SPACE(1); PRINT('W' ); SPACE(3); PRINT(6,W );
SPACE(1); PRINT('WL' ); SPACE(2); PRINT(6,WL );
SPACE(1); PRINT('SS' ); SPACE(2); PRINT(6,SS );
SPACE(1); PRINT('QH' ); SPACE(2); PRINT(6,QH );
SPACE(1); PRINT('MXL' ); SPACE(1); PRINT(6,MXL);
SPACE(1); PRINT('MX' ); SPACE(2); PRINT(6,MX ); CRLF(1);
SPACE(1); PRINT('MY' ); SPACE(2); PRINT(6,MY );
SPACE(1); PRINT('S1' ); SPACE(2); PRINT(6,S1 );
SPACE(1); PRINT('S2' ); SPACE(2); PRINT(6,S2 );
SPACE(1); PRINT('S3' ); SPACE(2); PRINT(6,S3 );
SPACE(1); PRINT('S4' ); SPACE(2); PRINT(6,S4 );
SPACE(1); PRINT('S5' ); SPACE(2); PRINT(6,S5 ); CRLF(1);
SPACE(1); PRINT('D3' ); SPACE(2); PRINT(6,D3 );
SPACE(1); PRINT('D4' ); SPACE(2); PRINT(6,D4 );
SPACE(1); PRINT('D5' ); SPACE(2); PRINT(6,D5 );
SPACE(1); PRINT('AN1' ); SPACE(1); PRINT(6,ASN1);
SPACE(1); PRINT('AN2' ); SPACE(1); PRINT(6,ASN2);
SPACE(1); PRINT('AN3' ); SPACE(1); PRINT(6,ASN3); CRLF(1);
SPACE(1); PRINT('AN4' ); SPACE(1); PRINT(6,ASN4);
SPACE(1); PRINT('AN5' ); SPACE(1); PRINT(6,ASN5); CRLF(12);

end;
end;
START: READ(H, A2, C); IF H=0 then go to ENDD;
RT HO WALL(H, A2, C); go to START;
ENDD:
end;

```

突ゲタ式鉄筋コンクリート擁壁（背面盛土）プログラミング

```

begin procedure RT BA WALL(H, A2, CH);
  value H, A2, CH;
  real H, A2, CH;

  begin
    real A00302, A1, A3, A4, A5, A6, A7, A8, H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, WC1, WC2, WC3, WC4,
      WC5, WC6, WC7, WE1, WE2, WE3, WE4, W, XC1, XC2, XC3, XC4, XC5, XC6, XC7, XE1, XE2,
      XE3, XE4, Y, MX, MY, E1T, E2T, Q1T, Q2T, Q1A, Q1AT, QHT, QH, Q1, Q2, QA, QB, Q1L,
      Q2L, E1, E2, E1L, E2L, SLIDE, TENTO, SLIDEL, TENTOL, SS, NS, M1, M2, M3, M4, M5,
      MXL, T1, T2, T3, T4, T5, TA1, TA2, TA3, TA4, TA5, AS1, AS2, AS3, AS4, AS5, AB3, AB4,
      AB5, C1, C2, C3, C4, C5, S1, S2, S3, S4, S5, A31, A32, A33, A45, V, VL, K, KL, WL,
      D3, D4, D5, N1, N2, N3, N4, N5, ABC1, ABC2, ABC3, ABC4, ABC5, ASN1, ASN2, ASN3,
      H7A, ASN4, ASN5, CV, CC, PH, PV, ABA3, ABA4, ABA5;

  procedure TEKIN(M, AS, AB, NB, ASN, ABC);
    value M;
    real M, AS, AB, NB, ASN, ABC;

    begin
      integer I; real N;
      switch SW:=SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6, SW7;
      N:=3.0; I:=1;
      SW1:AB=1.98; goto START; SW2:AB=2.85; goto START;
      SW3:AB=3.88; goto START; SW4:AB=5.07; goto START;
      SW5:AB=6.41; goto START; SW6:AB=7.92; goto START;
      SW7:AB=9.58; goto START;
      START:
      AS=AB*N;
      ASN:=0.0025*SQRT(M*10000.0);
      if AS>=ASN then go to END else if N<10.0 then
        begin N:=N+1.0; go to SW[I]; end;
      if I=1 then begin I:=2; N:=3.0; go to SW[I]; end;
      if I=2 then begin I:=3; N:=3.0; go to SW[I]; end;
      if I=3 then begin I:=4; N:=3.0; go to SW[I]; end;
      if I=4 then begin I:=5; N:=6.0; go to SW[I]; end;
      if I=5 then begin I:=6; N:=6.0; go to SW[I]; end;
      if I=6 then begin I:=7; N:=6.0; go to SW[I]; end;
      END:
      NB:=100.0/N; ABC:=AS*0.2*(6.0+2.0)/(6.0+1.0);
    end;

  procedure TETSU(M, AB, AS, NB, ASN, ABC);
    value M, AB;
    real M, AB, AS, NB, ASN, ABC;

    begin
      real N;
      ASN:=0.00250*SQRT(M*10000.0); N:=4.0;
      START: AS=AB*N;
      if AS>=ASN then go to END else begin if N=4.0 then N:=5.0
        else if N=5.0 then N:=8.0 else if N=8.0 then N:=10.0;
        go to START; end;
      END:
      NB:=100.0/N; ABC:=AS*0.2*(6.0+2.0)/(6.0+1.0);
    end;

```

```

procedure DRYOKU(M,T,AS,A,C,S,TA); v
value M,T,AS,A; real M,T,AS,A,C,S,TA;
begin
  real ASX,J;
  ASX:=(15.0*AS/100.0)*(-1.0+SQRT(1.0+200.0*A/15.0/AS));
  J:=A-ASX/3.0;
  C:=2.0*M/ASX/J;
  S:=100.0*M/AS/J; TA:=T/100.0/J;
end;

begin
Z0: A1:=0.5*H; A3:=0.25;
  if H≤4.0 then A5:=0.3 else if H=4.5 then A5:=0.35 else if H=5.0 then
    A5:=0.4 else if H=5.5 then A5:=0.45 else
    if H=6.0 then A5:=0.5 else if H=6.5 then A5:=0.55 else
    if H=7.0 then A5:=0.60;
  A8:=0.3; H4:=0.15; H5:=0.25; H7:=0.3;
Z1: A4:=A1-A2-A3; A7:=A5-A3; A6:=A4-A7; H3:=H-H4-H5;
  H1:=H3/3.0; H2:=2.0*H3/3.0; H6:=(A4-0.1)/1.5;
  if CH=0.53 then CV:=0.27 else if CH=0.62 then CV:=0.36 else
  if CH=0.70 then CV:=0.43;
  PH:=900.0*CH*(H+H6)↑2;
  PV:=900.0*CV*(H+H6)↑2;
  WC2:=(A3+A5)*H3*1250.0;
  WC1:=0.1*0.5*2500.0; WC4:=H4*A5*2500.0;
  WC3:=H4*A2*1250.0; WC5:=H4*A6*1250.0; WC6:=H5*A1*2500.0;
  WC7:=H7*A8*2500.0; WE1:=H6*(A4-0.1)*900.0;
  WE2:=H3*A6*1800.0; WE3:=H3*A7*900.0-0.1*0.5*1800.0;
  WE4:=H4*A6*900.0;
  W:=WC1+WC2+WC3+WC4+WC5+WC6+WC7+WE1+WE2+WE3+WE4+PV;
  XC1:=A2+A3+0.05; XC2:=A2+(A3↑2+A3*A5+A5↑2)/3.0/(A3+A5);
  XC3:=2.0*A2/3.0; XC4:=A2+A5/2.0;
  XC5:=A2+A5+A6/3.0; XC6:=XC7:=A1/2.0;
  XE1:=A1-(A4-0.1)/3.0; XE2:=A1-A6/2.0;
  XE3:=A2+A3+(2.0*A7/3.0*H3*A7-0.1*0.5*0.1)*900.0/WE3;
  XE4:=A2+A5+2.0*A6/3.0;
  Y:=(H+H6)/3.0;
  MX:=WC1*XC1+WC2*XC2+WC3*XC3+WC4*XC4+WC5*XC5+WC6*XC6+WC7*XC7
    +WE1*XE1+WE2*XE2+WE3*XE3+WE4*XE4+PV*A1;
  MY:=PH*Y;
  E1T:=(MX-MY)/W;
  if E1T<A1/3.0 then begin A1:=A1+0.05; go to Z1; end;
Z2: E2T:=A1/2.0-E1T;
  if CH=0.53 then CC:=3.6125 else if CH=0.62 then CC:=3.5372
  else if CH=0.70 then CC:=3.3917;
  Q1T:=W/A1*(1.0+6.0*E2T/A1);
  Q2T:=W/A1*(1.0-6.0*E2T/A1);
  Q1AT:=Q2T+(Q1T-Q2T)*(A1+A8)/2.0/A1; QHT:=(Q1T+Q1AT)/2.0*CC;
  E1:=(MX-QHT*H7↑2/2.0-MY)/W;
  if E1<A1/3.0 then begin A1:=A1+0.05; go to Z1; end;
Z3: E2:=A1/2.0-E1;
  Q1:=W/A1*(1.0+6.0*E2/A1);
  Q2:=W/A1*(1.0-6.0*E2/A1);
  Q1A:=Q2+(Q1-Q2)/A1*(A1+A8)/2.0;
  QH:=(Q1+Q1A)/2.0*CC;
  H7A:=1.0/QH*(2.0*PH-(Q1A+Q2)*(A1+A8)*0.25/2.0);

```

```

    if H7A>H7 then begin H7:=H7+0.05; go to Z1; end;
    SLIDE:=(QH*H7+(Q1A+Q2)*(A1+A8)/2.0*0.25)/PH;
Z4: SS:=QH*H7/A8;
    if SS>50000.0 then begin if A8<0.5 then begin A8:=A8+0.05;
        go to Z1; end else H7A:=50000.0-SS; end;
Z5: TENTO:=MX/(MY+QH*H7+2/2.0);
    if TENTO<1.5 then begin A1:=A1+0.05; go to Z1; end;
Z6: M3:=300.0*CH*H3+3;
    T3:=900.0*CH*H3+2;
    D3:=0.288*SQRT(M3)+6.0;
    if D3>A5*100.0 then begin A5:=A5+0.05; go to Z1; end;
Z7: QA:=Q2+(Q1-Q2)/A1*(A6+A5); QB:=Q2+(Q1-Q2)/A1*A6;
    M4:=(Q1+QA)*A2/2.0*(Q1*2.0+QA)*A2/3.0/(Q1+QA)-(WC3+H5*A2*2500.0)
        *(H5*3.0+H4)*A2/3.0/(H5*2.0+H4);
    T4:=(Q1+QA)*A2/2.0-WC3-H5*A2*2500.0;
    D4:=0.288*SQRT(M4)+9.0;
    if D4>(H5+H4)*100.0 then begin H4:=H4+0.05; go to Z1; end;
Z8: M5:=-((Q2+QB)*A6/2.0*(Q2*2.0+QB)*A6/3.0/(Q2+QB)+(H6+(A7-0.1)
        /1.5)*A6*900.0*(H6*2.0+(A7-0.1)/1.5)*A6/3.0/(H6+(A7-0.1)
        /1.5)+WE2*A6/2.0+WE4*2.0*A6/3.0+WC5*A6/3.0+A6+2*H5*1250.0;
    T5:=-((Q2+QB)*A6/2.0+(H6+(A7-0.1)/1.5)*A6*900.0+WE2+WE4+WC5+A6*#1
        5*2500.0;
    D5:=0.288*SQRT(M5)+9.0;
    if D5>(H5+H4)*100.0 then begin H4:=H4+0.05; go to Z1; end;
Z9: T1:=900.0*CH*H1+2; M1:=300.0*CH*H1+3;
    T2:=900.0*CH*H2+2; M2:=300.0*CH*H2+3;
    A45:=(H4+H5)*100.0-9.0; A33:=A5*100.0-6.0;
    A31:=(A3+H1*A7/H3)*100.0-6.0; A32:=(A3+H2*A7/H3)*100.0-6.0;
    TEKKIN(M3,AS3,AB3,N3,ASN3,ABC3); ORY
    ORYOKU(M3,T3,AS3,A33,C3,S3,TA3);
    TEKKIN(M4,AS4,AB4,N4,ASN4,ABC4);
    ORYOKU(M4,T4,AS4,A45,C4,S4,TA4);
    TEKKIN(M5,AS5,AB5,N5,ASN5,ABC5);
    ORYOKU(M5,T5,AS5,A45,C5,S5,TA5);
    TETSU(M1,AB3,AS1,N1,ASN1,ABC1);
    ORYOKU(M1,T1,AS1,A31,C1,S1,TA1);
    TETSU(M2,AB3,AS2,N2,ASN2,ABC2);
    ORYOKU(M2,T2,AS2,A32,C2,S2,TA2);
    WL:=W-WC7; MXL:=MX-WC7*XC7;
    E1L:=(MXL-MY)/WL; E2L:=A1/2.0-E1L;
    Q1L:=WL/A1*(1.0+6.0*E2L/A1);
    Q2L:=WL/A1*(1.0-6.0*E2L/A1);
    NS:=2.0*PH-WL*0.5;
    SLIDEL:=WL*0.5/PH;
    TENTOL:=MXL/MY;
    V:=0.1*0.5+(A3+A5)*H3/2.0-H4*(A2+A6)/2.0+(H4+H5)*A1+H7*A8;
    VL:=V-H7*A8;
    if A2=0.0 then begin K:=H+H7*2.0+H5+SQRT(A7+2+H3+2)+0.1; end
    else begin K:=H3+2.0*(H7+H5)+SQRT(H3+2+A7+2)+0.1; end;
    KL:=K-2.0*H7;

SPACE(1); PRINT('CH'); SPACE(2); PRINT(6,CH);
SPACE(1); PRINT('H'); SPACE(3); PRINT(6,H);
SPACE(1); PRINT('A1'); SPACE(2); PRINT(6,A1);
SPACE(1); PRINT('A2'); SPACE(2); PRINT(6,A2);
SPACE(1); PRINT('A3'); SPACE(2); PRINT(6,A3);
SPACE(1); PRINT('A4'); SPACE(2); PRINT(6,A4); CRLF(1);

```

```

SPACE(1): PRINT('A5' ); SPACE(2): PRINT(6,A5 );
SPACE(1): PRINT('A6' ); SPACE(2): PRINT(6,A6 );
SPACE(1): PRINT('A7' ); SPACE(2): PRINT(6,A7 );
SPACE(1): PRINT('A8' ); SPACE(2): PRINT(6,A8 );
SPACE(1): PRINT('H1' ); SPACE(2): PRINT(6,H1 );
SPACE(1): PRINT('H2' ); SPACE(2): PRINT(6,H2 ); CRLF(1);
SPACE(1): PRINT('H3' ); SPACE(2): PRINT(6,H3 );
SPACE(1): PRINT('H4' ); SPACE(2): PRINT(6,H4 );
SPACE(1): PRINT('H5' ); SPACE(2): PRINT(6,H5 );
SPACE(1): PRINT('H6' ); SPACE(2): PRINT(6,H6 );
SPACE(1): PRINT('H7' ); SPACE(2): PRINT(6,H7 );
SPACE(1): PRINT('E1' ); SPACE(2): PRINT(6,E1 ); CRLF(1);
SPACE(1): PRINT('TEN' ); SPACE(1): PRINT(6,TENTO);
SPACE(1): PRINT('SLI' ); SPACE(1): PRINT(6,SLIDE);
SPACE(1): PRINT('Q1' ); SPACE(2): PRINT(6,Q1 );
SPACE(1): PRINT('Q2' ); SPACE(2): PRINT(6,Q2 );
SPACE(1): PRINT('E2L' ); SPACE(1): PRINT(6,E2L);
SPACE(1): PRINT('M1' ); SPACE(2): PRINT(6,M1 ); CRLF(2);
SPACE(1): PRINT('M2' ); SPACE(2): PRINT(6,M2);
SPACE(1): PRINT('M3' ); SPACE(2): PRINT(6,M3 );
SPACE(1): PRINT('M4' ); SPACE(2): PRINT(6,M4 );
SPACE(1): PRINT('M5' ); SPACE(2): PRINT(6,M5 );
SPACE(1): PRINT('T1' ); SPACE(2): PRINT(6,T1 );
SPACE(1): PRINT('T2' ); SPACE(2): PRINT(6,T2 ); CRLF(1);
SPACE(1): PRINT('T3' ); SPACE(2): PRINT(6,T3 );
SPACE(1): PRINT('T4' ); SPACE(2): PRINT(6,T4 );
SPACE(1): PRINT('T5' ); SPACE(2): PRINT(6,T5 );
SPACE(1): PRINT('C1' ); SPACE(2): PRINT(6,C1 );
SPACE(1): PRINT('C2' ); SPACE(2): PRINT(6,C2 );
SPACE(1): PRINT('C3' ); SPACE(2): PRINT(6,C3 ); CRLF(1);
SPACE(1): PRINT('C4' ); SPACE(2): PRINT(6,C4 );
SPACE(1): PRINT('C5' ); SPACE(2): PRINT(6,C5 );
SPACE(1): PRINT('TA1' ); SPACE(1): PRINT(6,TA1);
SPACE(1): PRINT('TA2' ); SPACE(1): PRINT(6,TA2);
SPACE(1): PRINT('TA3' ); SPACE(1): PRINT(6,TA3);
SPACE(1): PRINT('TA4' ); SPACE(1): PRINT(6,TA4); CRLF(1);
SPACE(1): PRINT('TA5' ); SPACE(1): PRINT(6,TA5);
SPACE(1): PRINT('AS1' ); SPACE(1): PRINT(6,AS1);
SPACE(1): PRINT('AS2' ); SPACE(1): PRINT(6,AS2);
SPACE(1): PRINT('AS3' ); SPACE(1): PRINT(6,AS3);
SPACE(1): PRINT('AS4' ); SPACE(1): PRINT(6,AS4);
SPACE(1): PRINT('AS5' ); SPACE(1): PRINT(6,AS5); CRLF(1);
SPACE(1): PRINT('AB3' ); SPACE(1): PRINT(6,AB3);
SPACE(1): PRINT('AB4' ); SPACE(1): PRINT(6,AB4);
SPACE(1): PRINT('AB5' ); SPACE(1): PRINT(6,AB5);
SPACE(1): PRINT('Q1L' ); SPACE(1): PRINT(6,Q1L);
SPACE(1): PRINT('Q2L' ); SPACE(1): PRINT(6,Q2L);
SPACE(1): PRINT('NS' ); SPACE(2): PRINT(6,NS); CRLF(2);
SPACE(1): PRINT('SLL' ); SPACE(1): PRINT(6,SLIDEL);
SPACE(1): PRINT('TEL' ); SPACE(1): PRINT(6,TENTOL);
SPACE(1): PRINT('N1' ); SPACE(2): PRINT(6,N1 );
SPACE(1): PRINT('N2' ); SPACE(2): PRINT(6,N2 );
SPACE(1): PRINT('N3' ); SPACE(2): PRINT(6,N3 );
SPACE(1): PRINT('N4' ); SPACE(2): PRINT(6,N4 ); CRLF(1);
SPACE(1): PRINT('N5' ); SPACE(2): PRINT(6,N5 );
SPACE(1): PRINT('AC1' ); SPACE(1): PRINT(6,ABC1);
SPACE(1): PRINT('AC2' ); SPACE(1): PRINT(6,ABC2);
SPACE(1): PRINT('AC3' ); SPACE(1): PRINT(6,ABC3);

```

```

SPACE(1): PRINT('AC4'): SPACE(1): PRINT(6,ABC4);
SPACE(1): PRINT('AC5'): SPACE(1): PRINT(6,ABC5); CRLF(2);
SPACE(1): PRINT('V' ): SPACE(3): PRINT(6,V );
SPACE(1): PRINT('VL' ): SPACE(2): PRINT(6,VL );
SPACE(1): PRINT('K' ): SPACE(3): PRINT(6,K );
SPACE(1): PRINT('KL' ): SPACE(2): PRINT(6,KL );
SPACE(1): PRINT('PH' ): SPACE(2): PRINT(6,PH );
SPACE(1): PRINT('E2' ): SPACE(2): PRINT(6,E2 ); CRLF(1);
SPACE(1): PRINT('W' ): SPACE(3): PRINT(6,W );
SPACE(1): PRINT('WL' ): SPACE(2): PRINT(6,WL );
SPACE(1): PRINT('SS' ): SPACE(2): PRINT(6,S5 );
SPACE(1): PRINT('QH' ): SPACE(2): PRINT(6,QH );
SPACE(1): PRINT('MXL' ): SPACE(1): PRINT(6,MXL);
SPACE(1): PRINT('MX' ): SPACE(2): PRINT(6,MX ); CRLF(1);
SPACE(1): PRINT('MY' ): SPACE(2): PRINT(6,MY );
SPACE(1): PRINT('S1' ): SPACE(2): PRINT(6,S1 );
SPACE(1): PRINT('S2' ): SPACE(2): PRINT(6,S2 );
SPACE(1): PRINT('S3' ): SPACE(2): PRINT(6,S3 );
SPACE(1): PRINT('S4' ): SPACE(2): PRINT(6,S4 );
SPACE(1): PRINT('S5' ): SPACE(2): PRINT(6,S5 ); CRLF(1);
SPACE(1): PRINT('D3' ): SPACE(2): PRINT(6,D3 );
SPACE(1): PRINT('D4' ): SPACE(2): PRINT(6,D4 );
SPACE(1): PRINT('D5' ): SPACE(2): PRINT(6,D5 );
SPACE(1): PRINT('AN1' ): SPACE(1): PRINT(6,ASN1);
SPACE(1): PRINT('AN2' ): SPACE(1): PRINT(6,ASN2);
SPACE(1): PRINT('AN3' ): SPACE(1): PRINT(6,ASN3); CRLF(1);
SPACE(1): PRINT('AN4' ): SPACE(1): PRINT(6,ASN4);
SPACE(1): PRINT('AN5' ): SPACE(1): PRINT(6,ASN5);
SPACE(1): PRINT('PV' ): SPACE(2): PRINT(6,PV );
SPACE(1): PRINT('CV' ): SPACE(2): PRINT(6,CV );
SPACE(1): PRINT('H7A' ): SPACE(1): PRINT(6,H7A );CRLF(12);
end;
end;
real H,A2,CH;
START: READ(H, A2, CH); If H=0 then go to OWARI;
RT BA WALL(H, A2, CH); go to START;
OWARI:
end;

```

2.3.4 扶壁式鉄筋コンクリート擁壁

1 概 説

扶壁の高さを4.0mから0.5mおきに8.0mまで9種類選び、前端巾を50cmと1mの2種類とし、これに前述のように擁壁背面が水平であるか、盛土であるかによる区別と裏込土の土質によって3種類に分け、さらにキーの有無によって分類したので、全部で、

$9 \times 2 \times 2 \times 3 \times 2 = 216$ 通を108枚に集めた。

2. 設計々算上の仮定

- 1) 前壁は控え壁に支持された連続版として設計した。
- 2) 底版は突げた式擁壁と同じく、前壁との接合部を固定端とする突げたとみなし、設計荷重には、前方のつま先部分では上向きの地盤反力のみを考え、後部のかかと部では版上の土の重量、地表面荷重、版の自重、地盤反力を考え、前壁と同じく連続版とみなして計算した。
- 3) 控え壁はT形ばりとし、前壁に働く全土圧力の水平分力を考えた。
- 4) 前壁および底版後部のかかと部では応力状態が三辺固定版に近いと考えられるので、その接合部には十分な用心鉄筋をいれた。

3. 断面の決定について

1) 扶壁中心間隔

経済的な扶壁式擁壁を設計するため、扶壁間隔と前端巾(つま先部)の長さを変えて、表2.3-4のような単価を乗じて工費の計算をしたところ、図2.3-6のようになった。

表2.3-4 試算に用いた単価表

	コンクリート(円/㎡)	鉄筋(円/t)	型わく(円/㎡)
重 力 式	5,800	—	565
突 げ た 式	6,500	4,7000	885
扶 壁 式	6,500	4,7000	1,050

擁壁の高さによって経済的な扶壁中心間隔は多少異なるが、実際に工事をするときには、高さが一定の場合より道路などの縦断こう配にあわせて変化する場合が多いので、現場ではん雑さを避けるため、擁壁の高さに関係なく一定とすることにし、施工性を考えて3.6mを採用した。すなわち、扶壁の厚さを50cmとし、ハンチを20cmとすると、前壁背面の平面部は2.7mとなり市販の鋼製型わくのサイズにあわせられるようにした。

2) 前端巾(つま先部)

扶壁中心間隔と同じくつま先部と工費との関係を調べると図2.3-10のようになり、1m前後が一番経済的のようであるが、用地取得の場合を考え、これに50cmを加えた。

- 3) 前壁厚は施工性を考えて最低を25cmにしたが、大部分は30cm(35cmの場合もある)となっている。

4. プログラム例

計算に用いたプログラムを添附する。

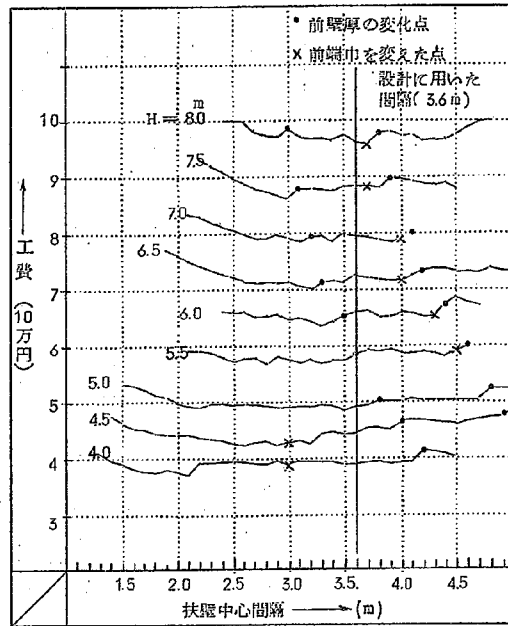


図 2.3-6 純工費と扶壁中心間隔

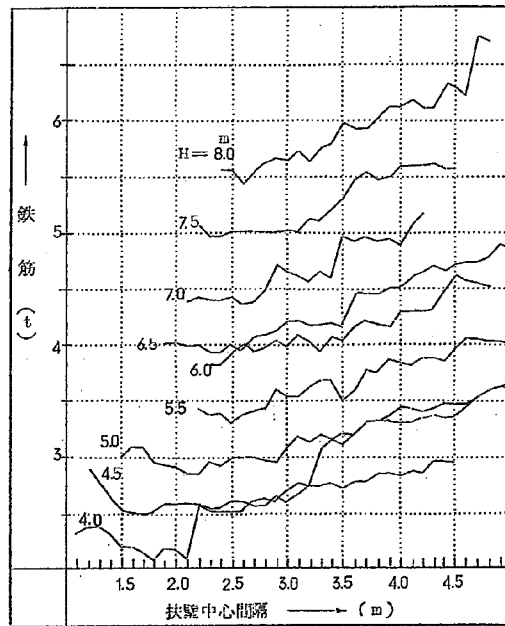


図 2.3-7 鉄筋量と扶壁中心間隔との関係
(擁壁 10 m 当り)

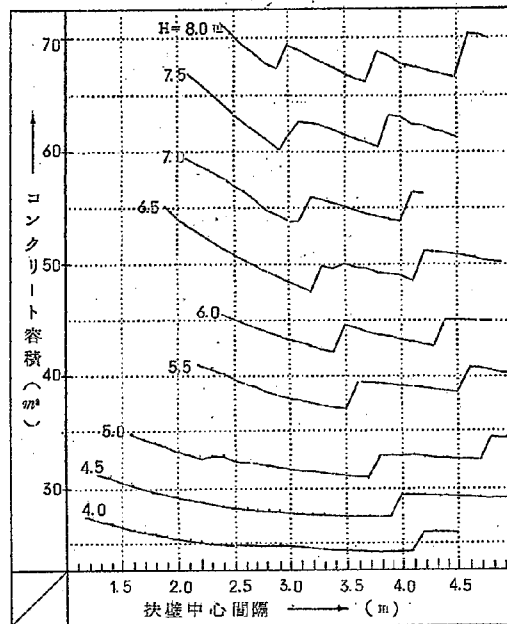


図 2.3-8 コンクリート量と扶壁中心間隔との関係図
(擁壁 10 m 当り)

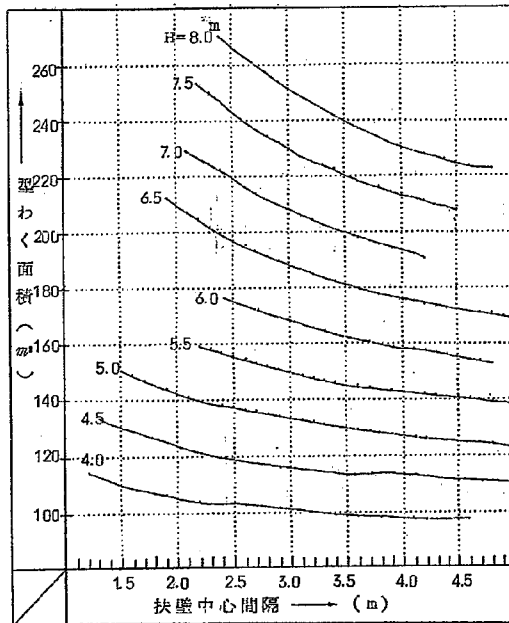


図 2.3-9 型わく面積と扶壁中心間隔との関係図
(擁壁 10 m 当り)

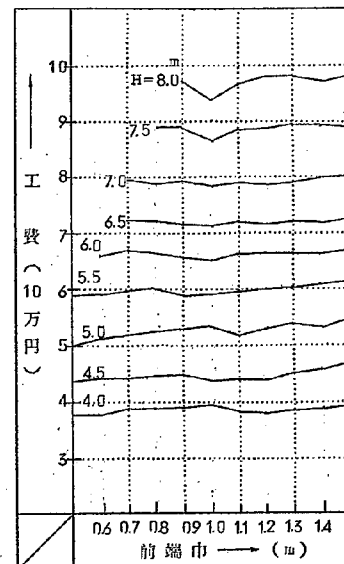


図 2.3-10 純工費と前端巾との関係 (擁壁 10 m 当り)

2.3.5 各種擁壁の比較

標準設計に用いた上記3種類の擁壁について表2.3-4のような単価を乗じて工費の比較をすると図2.3-11のようになった。この図からみると

- (1) 工費的には突げた式擁壁が最も有利である。
- (2) 地盤反力は図2.3-12のように扶壁式、突げた式、重力式の順である。
- (3) 滑動安全率は重力式、突げた式、扶壁式の順である。

工費は直接基礎の場合についての比較であって、くいその他の基礎工を施した場合は考えてない。また、コンクリート、鉄筋、型わくなどの単価は場所により、また時期によって変動するので、必ずしも図2.3-11のように一律にはならないが、コンクリート用骨材の割り高となった今日では鉄筋コンクリート製擁壁の方が一般に有利のようである。

基礎にくいその他の方法を考えると地盤反力の大きいコンクリート擁壁はますます不利となってくる。

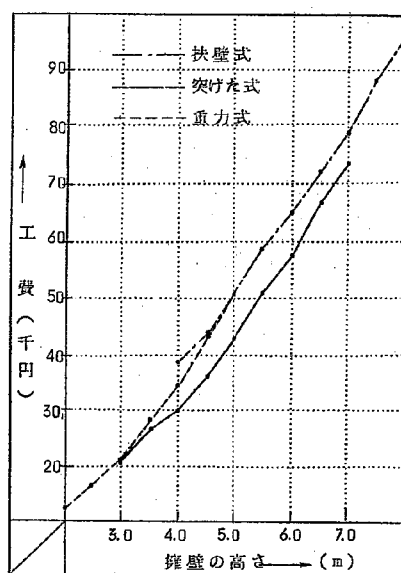


図2.3-11 各種擁壁の純工費比較図
(擁壁1m当り)

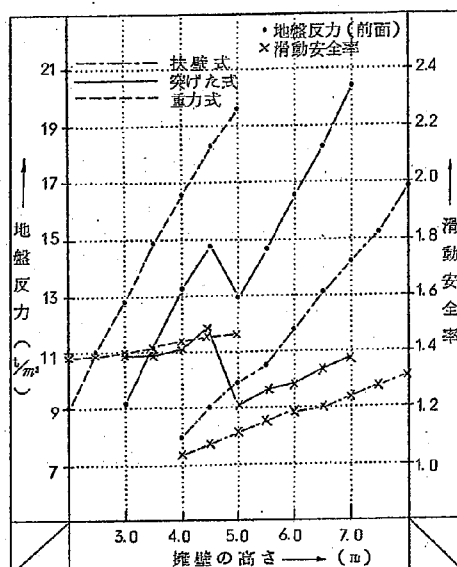


図2.3-12

扶壁式鉄筋コンクリート擁壁（背面盛土）プログラム

```

begin procedure A00906;;

real C,CV,C1,H,L,A1,A2,A3,A4,A5,A6,H1,H2,H3,H4,H30,H31,
T,HA,NO,HK,BAC,BBA,SFQ,
A3XX, TEIKO,SENDAN,HUSOKU,SLIDE,SLIDEL,
TENTO,TENTOL,HX,V1,V2,TCV,TCVL,K1,K1L,TCV10,K110,
SUM1,H21,SUM2,SUM3SUM4,HRW,HTWL2,HTWL3,HTWL4,HTWL5,
TLW2,TLW1,TLW3,TLW4,SLV,SEQ,SSV,
MTLB2,TLB1,TLB3,TLB4,LHA,HRB,TLH1,TLH2,TLH3,
HTFM,SSQ,LKX;
- array MV1,MV2,MV3,MV4,MV5,MQ1,MQ2,MQ3KMQ4, SV3,SV4,SV5,
SV1,SV2,SF1,SF2,SF3KSF4,SR1,SS1,SS2,SS3,SS4,SS5,
MT1,MT2,MT3,MT4,MT5, AS1,AS2,AS3,AS4,AS5,
ASV1,AS2,ASV3,ASV4,ASV5,ASF1,ASF2,ASF3,
ASF4,ASR1,ASVT,ASKH1,ASKH2,ASKH3,ASKH4,ASKH5,ASKV1,
ASKV2,ASKV3,ASKV4,ASKV5,
SVC,SH1,SH2,SH3,SH4,SH5[1:8],
THH1,THH2,THH3,TWW1,TWW2,TWW3,TW1,TW2,TW3,TH1,TH2,
TH3,HTW,HTB,HTF,WC,XC[1:12],
B,WT,AW[1:40];
integer I;
procedure PR;
begin SPACE(3); PRINT('BX'); SPACE(12); PRINT('AX');
SPACE(12); PRINT('AS'); SPACE(11); PRINT('AS1');
SPACE(8); PRINT('D'); SPACE(8); PRINT('N'); SPACE(7);
PRINT('PITCH'); SPACE(9); PRINT('SA');
SPACE(11); PRINT('CA'); SPACE(9); PRINT('SENDAN');
CRLF(1);
end;

procedure V WALL(HX,HK,CX,LX,MX);
value HX,HK,CX,LX; real HX,HK,CX,LX; array MX;
begin
MX[3]:=1800.0*CX*HX;
MX[1]:=MX[3]*LX+2/10.0;
MX[2]:=MX[3]*LX/2.0;
end;

procedure B BACK(BX1,H21,HK,H31,Q1,Q2,A6,L,MQ);
value BX1,H21,HK,H31,Q1,Q2,A6,L;
real BX1,H21,HK,H31,Q1,Q2,A6,L; array MQ;
begin real WHX,QBX,S;
WHX:=(H21+HK)*1800.0+H31*2500.0;
QBX:=(Q1-Q2)*BX1/A6+Q2;
S:=WHX-QBX;
if S<0.0 then begin PRINT('BACK*MAINASU=');
PRINT(6, BX1);
S:=ABS(S); end;
MQ[1]:=S*L+2/10.0;
MQ[2]:=S*L/2.0;
MQ[3]:=MQ[2]/8.0/100.0;

```

```

      MQ[4]:=S;
    end;

  procedure TABLE(D,L,N,WT);
    value D,L,N;
    real D,L,N,WT;
  begin
    real A,W;
    if D=13.0 then W:=0.995 else
    if D=16.0 then W:=1.56 else
    + if D=19.0 then W:=2.25 else
    if D=22.0 then W:=3.04 else
    if D=25.0 then W:=3.98 else
    if D=29.0 then W:=5.04 else W:=6.23;
    A:=L*W; WT:=N*A;
    SPACE(20); PRINT(2, FIX(D)); PRINT(1.3, L);
    PRINT(3, FIX(N)); PRINT(1.3, W);
    PRINT(2.3, A); PRINT(4.3, WT);
  end;

  procedure STARA(K,LO,PT1,PT2,PT3,PT4,PT5,KEI,AR,AS,SU);
    value K,LO,PT1,PT2,PT3,PT4,PT5;
    real K,LO,PT1,PT2,PT3,PT4,PT5,KEI; array AR,AS,SU;
  begin
    real J; integer I,N; array SUM,PT,F[1:6];
    PT[1]:=PT1; PT[2]:=PT2; PT[3]:=PT3; PT[4]:=PT4;
    PT[5]:=PT5; LO:=LO*100.0;
    if PT5=0.0 then N:=4 else N:=5;
    for I:=1 step 1 until 6 do
    begin
      SUM[I]:=F[I]:=AR[I]:=AS[I]:=SU[I]:=0.0;
    end;
    for I:=1 step 1 until N do
    begin
      J:=FLOAT(I); if I=1 then SU[I]:=K*J*LO/PT[I]
      else
      SU[I]:=(K*J*LO-AS[I-1])/PT[I];
      F[I]:=FLOAT(FIX(SU[I]));
      if SU[I]>F[I] ^ I < N then SU[I]:=F[I]+1.0
      else SU[I]:=F[I];
      AR[I]:=SU[I]*PT[I];
      if I=1 then begin AS[I]:=AR[I]; SUM[I]:=SU[I];
      end else
      begin AS[I]:=AS[I-1]+AR[I];
      SUM[I]:=SU[I]+SUM[I-1]; end;
      if I=N then begin AR[N+1]:=LO-AS[I]; if
      AR[N+1]>0 then SUM[N]:=SUM[N]+1.0; end;
      KEI:=SUM[N];
    end;
    for I:=1 step 1 until N do
    begin
      PRINT(2, FIX(SU[I])); PRINT('*'); PRINT
      (2.1, PT[I]); PRINT('='); PRINT(3.1, AR[I]);
    end;
    CRLF(1); SPACE(20); PRINT('+'); PRINT(2.1, AR[N+1]);
    SPACE(5); PRINT('L=');
    PRINT(3.1, (AS[N]+AR[N+1])); SPACE(5); PRINT('N=');
    PRINT(3, FIX(KEI)); CRLF(1);
  end;

```

```

procedure HAIKIN(AS,L,A);
value AS,L;
real AS,L; array A;
begin
  real ASN,FA;
  A[6]:=1.267; A[5]:=10.0/3.0;
  ST:
    A[1]:=A[6]*A[5];
    if A[1]≥AS then go to END else
      if A[5]<8.0 then begin if A[5]<(10.0/3.0+0.1) then
        A[5]:=4.0 else
          if A[5]=4.0 then A[5]:=5.0 else if A[5]=5.0 then
            A[5]:=100.0/15.0 else
              if A[5]<(100.0/15.0+0.1) then A[5]:=8.0; go to ST;
            end else
              begin A[6]:=1.986; A[5]:=10.0/3.0; go to ST; end;
      END:
    if A[6]<1.986 then A[2]:=13.0 else A[2]:=16.0;
    A[3]:=100.0/A[5];
    SPACE(10);PRINT('AS='); PRINT(1.3,A[1]); PRINT('D=');
    PRINT(2, FIX(A[2]));
    L:=L*100.0; A[7]:=L/A[3]; FA:=FLOAT(FIX(A[7]));
    if A[7]>FA then begin A[8]:=L-FA*A[3]; A[9]:=FA+1.0;
    end else begin A[8]:=0.0; A[9]:=A[7]; end;
    PRINT(3, FIX(FA)); PRINT('*'); PRINT(2.1,A[3]);
    PRINT('='); PRINT(3.1,FA*A[3]);
    PRINT('+'); PRINT(2.1,A[8]); SPACE(5); PRINT('N=');
    PRINT(2, FIX(A[9])); CRLF(2);
  end;
procedure DRYOKU(M,SE,W,AS,A,AD,L,S);
value M,SE,W,AS,A,AD,L; real M,SE,W,AS,A,AD,L;
array S;
begin real ASX,A1,J, M1, LX;
  A1:=(A-AD)*100.0;
  ASX:=(15.0*AS/100.0)*
    (-1.0+SQRT(1.0+2.0*100.0*A1/15.0/AS));
  J:=A1-ASX/3.0;
  S[1]:=2.0*M/ASX/J;
  S[2]:=M*100.0/(AS*J);
  S[3]:=SE/(J*L*100.0*100.0);
  LX:=0.2;
  Z: M1:=LX+2*W/2.0;
  S[4]:=2.0*M1/ASX/J;
  S[5]:=M1*1000.0/(AS*J);
  if (S[5]<1600.0)^(S[4]<70.0) then begin LX:=LX+0.1;
  go to Z; end;
  S[6]:=LX-0.1;
  if S[6]>L/2.0 then S[6]:=L/2.0;
end;
procedure HIKAE(C,CV,HX,L,A4,H21,A1,MH);
value C,CV,HX,L,A4,H21,A1;
real C,CV,HX,L,A4,H21,A1; array MH;
begin real YP,XC,ASX,HK;
  MH[1]:=900.0*C*HX+2*L;
  YP:=HX/3.0;
  MH[2]:=MH[1]*YP;
  MH[3]:=A1+A4*HX/H21-0.15;

```

```

ASX:=MH[2]/((MH[3]-A1/2.0)*800.0*2.0);
MH[5]:=(15.0*MH[3]*100.0*ASX+(L*100.0*(A1*100.0)
+2/2.0))/(15.0*ASX+L*A1*100.0*100.0);
if MH[5] ≤ A1*100.0 then
begin
MH[4]:=MH[2]/(800.0*2.0*7.0/8.0*MH[3]);
end else
MH[4]:=ASX;
MH[6]:=1800.0*C*HX*(MH[3]+0.11);
MH[7]:=MH[6]/800.0/2.0;
end;

procedure TORIYOKU (P,MYP,LX,A1X,A4X,AST,TXX,TO);
value P,MYP,LX,A1X,A4X,AST,TXX;
real P,MYP,LX,A1X,A4X,AST,TXX; array TO;
begin real J,GZ,YZ;
if TXX < A1X*100.0 then
begin
GZ:=(15.0*AST/(LX*100.0)*(-1.0+SQRT(1.0+2.0*100.0*
A4X*LX*100.0/(15.0*AST))));
J:=A4X*100.0-GZ/3.0;
TO[1]:=MYP*100.0/(AST*J);
TO[2]:=2.0*MYP/(LX*GZ*J);
TO[3]:=P/(A1X*LX*100.0*100.0);
end else
begin
GZ:=(15.0*A4X*100.0*AST+LX*100.0*(A1X*100.0)+2/2.0)
/(15.0*AST+LX*100.0*100.0*A1X);
YZ:=GZ-A1X*100.0/2.0+(A1X*100.0)+2/(6.0*(2.0*GZ-A1X*
100.0));
TO[1]:=MYP*100.0/(AST*(A4X*100.0-GZ+YZ));
TO[2]:=(800.0*2.0*GZ)/(15.0*(A4X-GZ));
TO[3]:=P/(A1X*LX*100.0*100.0);
end;
end;

```

```

procedure TEKKIN(A,M,TE,AC,T,AT);
value A,M,TE,AC,T; real M,A,TE,AC,T; array AT;
begin integer I; real NBX,ASN,LT1;
switch SW:=SW1,SW2,SW3,SW4,SW5,SW6,SW7;
if M=0.0 ∧ A≠0.0 then AT[5]:=3.0 else AT[5]:=10.0/3.0;
if TE > 0.0 then begin AT[6]:=TE; go to ST; end;
I:=1;
SW1:AT[6]:=1.986; go to ST;
SW2:AT[6]:=2.865; go to ST;
SW3:AT[6]:=3.871; go to ST;
SW4:AT[6]:=5.067; go to ST;
SW5:AT[6]:=6.424; go to ST;
SW6:AT[6]:=7.942; go to ST;
SW7:AT[6]:=9.566; go to ST;
ST: AT[1]:=AT[6]*AT[5];
if M=0.0 ∧ A≠0.0 then
begin
ASN:=AC; NBX:=2.0*(T-0.18)/0.1+1.0;
if AT[1]≥ASN then go to END else if AT[5] < NBX then
begin AT[5]:=AT[5]+1.0;
if TE > 0.0 then go to ST else go to SW[I]; end;
end else

```

```

begin
  if M=0.0 then ASN=AC else ASN:=0.0025*SQR(M*100.0*100.0);
  if AT[1] > ASN then go to END else if AT[5]<8.0 then
  begin
    if AT[5]<(10.0/3.0+0.1) then AT[5]:=4.0 else
    if AT[5]=4.0 then AT[5]:=5.0 else
    if AT[5]=5.0 then AT[5]:=100.0/15.0 else
    if AT[5]<(100.0/15.0+0.2) then AT[5]:=8.0;
    if TE > 0.0 then go to ST else go to SW[1];
  end;
end;
if I=1 then begin I:=2; AT[5]:=3.0; go to SW[1]; end;
if I=2 then begin I:=3; AT[5]:=3.0; go to SW[1]; end;
if I=3 then begin I:=4; AT[5]:=3.0; go to SW[1]; end;
if I=4 then begin I:=5; AT[5]:=3.0; go to SW[1]; end;
if I=5 then begin I:=6; AT[5]:=3.0; go to SW[1]; end;
if I=6 then begin I:=7; AT[5]:=3.0; go to SW[1]; end;
END:
AT[4]:=AT[1]*0.2*(6.0+2.0)/(6.0+1.0);
AT[7]:=ASN;
if AT[6] > 1.0 ^ AT[6] < 2.0 then AT[2]:=16.0 else
if AT[6] > 2.0 ^ AT[6] < 3.0 then AT[2]:=19.0 else
if AT[6] > 3.0 ^ AT[6] < 4.0 then AT[2]:=22.0 else
if AT[6] > 4.0 ^ AT[6] < 5.0 then AT[2]:=25.0 else
if AT[6] > 5.0 ^ AT[6] < 6.0 then AT[2]:=29.0 else
if AT[6] > 6.0 ^ AT[6] < 7.0 then AT[2]:=32.0 else
if AT[6] > 7.0 ^ AT[6] < 8.0 then AT[2]:=35.0;
if M > 0.0 then
  begin AT[3]:=100.0/AT[5]; end;
  if M = 0.0 ^ A=0.0 then
  begin
    LT1:=FLOAT(FIX(NBX/2.0));
    if AT[5] ≤ LT1 then
    begin AT[3]:=(T-0.18)*100.0/(AT[5]-1.0); end else
    AT[3]:=2.0*(T-0.18)*100.0/(AT[5]-2.0);
    end;
    if M=0.0 ^ A=0.0 then begin AT[3]:=100.0/AT[5]; end;
  ND1:
  end;
  ND:=0.0;
  for C:=0.7,0.62,0.53 do
  for H:=4.0 step 0.5 until 8.0 do
  for A2:=0.5,1.0 do
  begin
    L:=3.6;
    if C=0.53 then begin CV:=0.27; C1:=3.6125; end else if C=0.
62 then begin CV:=0.36; C1:=3.5372; end else
    if C=0.7 then begin CV:=0.43; C1:=3.3917; end;
    A1:=if H ≤ 4.5 then 0.25 else 0.3;
    H4:=0.3; H3:=H31:=0.5; H2:=A2*
    0.1; H1:=H-H3-H2;
    A3:=0.3; A6:=H*0.5; H30:=H3+H2; H21:=H-H31;
    if H ≤ 4.5 then T:=0.4 else T:=0.5;
    L1:=A6-A2-A1; A5:=(A6+A3)/2.0; HK:=A4/1.5;
    WC[1]:=A1*H21*2500.0*L; WC[2]:=H3*(A4+A1)*2500.0*L;
    WC[3]:=H2*A2*1250.0*L; WC[4]:=H3*A2*2500.0*L;
    L2: WC[5]:=H4*A3*L*2500.0; WC[6]:=H21*A4*T*1250.0;
    WC[7]:=(H21*A4*L-H21*A4*T/2.0)*1800.0; WC[8]:=HK*A4*900.0*L;
  end;
end;
end;

```

```

XC[11]=A2+A1/2.0;          XC[12]=A2+(A1+A4)/2.0;
XC[13]=A2*2.0/3.0;         XC[14]=A2/2.0;
XC[15]=A6/2.0;             XC[16]=A2+A1+A4/3.0;
XC[17]=A2+A1+A4/2.0;       XC[18]=A2+A1+A4*2.0/3.0;
L3: B[11]=WC[11]*XC[11]+WC[12]*XC[12]+WC[13]*XC[13]+WC[14]*XC[14]+WC[15]*
    XC[15]+WC[16]*XC[16]
    +WC[17]*XC[17]+WC[18]*XC[18];
B[12]=B[11]-WC[15]*XC[15];
B[13]=900.0*C*L*(H+HK)+2;
B[14]=900.0*CV*L*(H+HK)+2;
B[17]=(H+HK)/3.0;
B[8]=B[3]*B[7];          B[9]=B[4]*A6;
WC[9]=WC[11]+WC[12]+WC[13]+WC[14]+WC[15]+WC[16]+WC[17]+WC[18]+B[4];
WC[10]=WC[9]-WC[5];
B[10]=(B[11]+B[9]-B[8])/WC[9];
    B[10+1]=(B[12]+B[9]-B[8])/WC[10];
    if B[10]< A6/3.0 then begin A6=A6+0.05; go to L1; end;
L4: B[10+2]=A6/2.0-B[10]; B[10+3]=A6/2.0-B[11];
    B[10+4]=WC[9]/(A6*L)*(1.0+6.0*B[10+2]/A6);
        B[10+6]=WC[10]/(A6*L)*(1.0+6.0*B[10+3]/A6);
    B[10+5]=WC[9]/(A6*L)*(1.0-6.0*B[10+2]/A6);
    B[10+7]=WC[10]/(A6*L)*(1.0-6.0*B[10+3]/A6);
    B[10+8]=B[10+5]+(B[10+4]-B[10+5])*A5/A6;
    B[20]=B[10+5]+(B[10+4]-B[10+5])*A4/A6;
    B[10+9]=(B[10+4]+B[10+8])/2.0;
    B[20+1]=B[10+9]*C1;
    TEIKO=(B[20+1]*H4+(B[10+8]+B[10+5])*A5*0.25)*L;
    SENDAN=B[20+1]*H4/(A3*100.0*100.0);
    HUSOKU=(2.0*B[3]-WC[10]*0.5)/L;
    SLIDE=TEIKO/B[3];          SLIDE1=WC[10]*0.5/B[3];
    if SLIDE < 2.0 then begin H4=H4+0.05; go to L2; end;
    if SENDAN > 9.0 then begin A3=A3+0.05; go to L1; end;
    if A3 > 1.0 then
        begin A3 = 1.0; A3XX = B[20+1]*H4-90 000.0;
    end else A3XX=0;          L5: TENTO=(B[11]+B[9])/
                                (B[8]+B[20+1]*L*H4+2/2.0);
    TENTOL=(B[12]+B[9])/B[8];
    if TENTO < 1.5 then begin A6=A6+0.05; go to L1; end;
    V WALL(0.2*H21,HK,C,L,MV1);
    V WALL(0.4*H21,HK,C,L,MV2);
    V WALL(0.2*3.0*H21,HK,C,L,MV3);
    V WALL(0.2*4.0*H21,HK,C,L,MV4);
    V WALL(H21,HK,C,L,MV5);
    B[20+2]=0.288*SQR(MV5[1])+6.0;
    if B[20+2] > A1*100.0 then begin A1=A1+0.05; go to L1; end;
L6: B BACK(0.25*A4,H21,HK*0.25/A4,H31,B[10+4],B[10+5],A6,L,MQ1);
    B BACK(0.5*A4,H21,HK*0.5/A4,H31,B[10+4],B[10+5],A6,L,MQ2);
    B BACK(0.75*A4,H21,HK*0.75/A4,H31,B[10+4],B[10+5],A6,L,MQ3);
    B BACK(A4,H21,HK/A4,H31,B[10+4],B[10+5],A6,L,MQ4);

BAC=SLV=SFQ=0;
for BBA=MQ1[1],MQ2[1],MQ3[1],MQ4[1] do
    if BAC<BBA then BAC=BBA;
    B[20+3]=0.288*SQR(BAC)+9.0;
L7: if B[20+3] > H31*100.0 then begin H31=H31+0.05; H3=H3+0.05;
    go to L1; end;
    B[20+4]=B[10+5]+(B[10+4]-B[10+5])*(A6-A2)/A6;

```

```

B[20+5]=B[20+4]*A2†2/2.0+(B[10+4]-B[20+4])*A2†2*2.0/
3.0-WC[4]/L*A2/2.0-WC[3]/L*A2/3.0;
B[20+6]=0.288*SQR(B[20+5])+9.0;
if B[20+6] > H30*100.0 then begin H30=H30+0.05; go to L1; end;

```

```

L8: HIKAE(C,CV,H21*0.2,L,A4,H21,A1,MT1);
HIKAE(C,CV,H21*0.2*2.0,L,A4,H21,A1,MT2);
HIKAE(C,CV,H21*0.2*3.0,L,A4,H21,A1,MT3);
HIKAE(C,CV,H21*0.2*4.0,L,A4,H21,A1,MT4);
HIKAE(C,CV,H21,L,A4,H21,A1,MT5);

```

```

VW: TEKKIN(10.0,0.0,0.0,0.0,MT5[4],T,AS5);
if AS5[5]=0 then begin T=T+0.05; go to L1; end;
TEKKIN(10.0,0.0,0.0,AS5[6],MT1[4],T,AS1);
TEKKIN(10.0,0.0,0.0,AS5[6],MT2[4],T,AS2);
TEKKIN(10.0,0.0,0.0,AS5[6],MT3[4],T,AS3);
TEKKIN(10.0,0.0,0.0,AS5[6],MT4[4],T,AS4);
TEKKIN(0.0,0.0,0.0,0.0,MT5[7],0.0,ASKH5);
TEKKIN(0.0,0.0,0.0,ASKH5[6],MT1[7],0.0,ASKH1);
TEKKIN(0.0,0.0,0.0,ASKH5[6],MT2[7],0.0,ASKH2);
TEKKIN(0.0,0.0,0.0,ASKH5[6],MT3[7],0.0,ASKH3);
TEKKIN(0.0,0.0,0.0,ASKH5[6],MT4[7],0.0,ASKH4);

```

```

HI: TEKKIN(0.0,0.0,0.0,0.0,MQ1[3],0.0,ASKV1);
TEKKIN(0.0,0.0,0.0,ASKV1[6],MQ2[3],0.0,ASKV2);
TEKKIN(0.0,0.0,0.0,ASKV1[6],MQ3[3],0.0,ASKV3);
TEKKIN(0.0,0.0,0.0,ASKV1[6],MQ4[3],0.0,ASKV4);
TEKKIN(10.0,MV5[1],0.0,0.0,T,ASV5);
TEKKIN(10.0,MV1[1],ASV5[6],0.0,T,ASV1);
TEKKIN(10.0,MV2[1],ASV5[6],0.0,T,ASV2);
TEKKIN(10.0,MV3[1],ASV5[6],0.0,T,ASV3);
TEKKIN(10.0,MV4[1],ASV5[6],0.0,T,ASV4);

```

```

TEKKIN(10.0,MQ1[1],0.0,0.0,T,ASF1);
TEKKIN(10.0,MQ2[1],ASF1[6],0.0,T,ASF2);
TEKKIN(10.0,MQ3[1],ASF1[6],0.0,T,ASF3);
TEKKIN(10.0,MQ4[1],ASF1[6],0.0,T,ASF4);

```

```

L9: TEKKIN(100.0,B[20+5],0.0,0.0,T,ASR1);

```

```

ORYOKU(MV1[1],MV1[2],MV1[3],ASV1[1],A1,0.06,L,SV1);
ORYOKU(MV2[1],MV2[2],MV2[3],ASV2[1],A1,0.06,L,SV2);
ORYOKU(MV3[1],MV3[2],MV3[3],ASV3[1],A1,0.06,L,SV3);
ORYOKU(MV4[1],MV4[2],MV4[3],ASV4[1],A1,0.06,
L,SV4);

```

```

ORYOKU(MV5[1],MV5[2],MV5[3],ASV5[1],A1,0.06,L,SV5);
SLV=SV1[6];
for SSV=SV1[6], SV2[6], SV3[6], SV4[6], SV5[6] do
if SLV=SSV then SLV=SSV;
ORYOKU(MQ1[1],MQ1[2],MQ1[4],ASF1[1],H31,0.09,L,SF1);
ORYOKU(MQ2[1],MQ2[2],MQ2[4],ASF2[1],H31,0.09,L,
SF2);
ORYOKU(MQ3[1],MQ3[2],MQ3[4],ASF3[1],H31,0.09,L,SF3);
ORYOKU(MQ4[1],MQ4[2],MQ4[4],ASF4[1],H31,0.09,L,SF4);

```

```

SFQ=SF1[6];
for SSQ=SF1[6], SF2[6], SF3[6], SF4[6] do
if SFQ=SSQ then SFQ=SSQ;
LXX=if SLV<SFQ then SLV else SFQ;

```

```

B[20+7]:=(B[20+4]+(B[10+4]-B[20+4])/2.0)*A2-WC[4]/L-WC[3]/L;
L10: ORYOKU(B[20+5],B[20+7],0.5,ASR1[1],H30,0.09,L,SR1);

```

```

TORYOKU(MT1[1],MT1[2],L,A1,MT1[3],AS1[1],MT1[5],SS1);
TORYOKU(MT2[1],MT2[2],L,A1,MT2[3],AS2[1],MT2[5],SS2);
TORYOKU(MT3[1],MT3[2],L,A1,MT3[3],AS3[1],MT3[5],SS3);
TORYOKU(MT4[1],MT4[2],L,A1,MT4[3],AS4[1],MT4[5],SS4);
TORYOKU(MT5[1],MT5[2],L,A1,MT5[3],AS5[1],MT5[5],SS5);

```

```

HA:=SQRT(0.08);
V1:=(A1*H21+A6*H31+(H2*A2)/2.0+H4*A3)*L+T*A4*H21/2.0;
V2:=0.02*(L-T-0.4)+H21*0.02*2.0+0.02*(A4-0.2)*2.0+0.002*
4.0-0.02*H21*0.2/A4*4.0/3.0;
TCV:=V1+V2; TCVL:=TCV-H4*A3*L; TCV10:=TCV*10.0/L;
K1:=(2.0*H21+H3+H31+2.0*H4-0.2-H2)*L-(H21-0.2)*(0.4+T)+HA*(L-
0.4-T)+SQRT(A4+H21+2)*T
+(H21-0.2)*(A4-0.2)+HA*(H21+A4-0.4)*2.0;
K1L:=K1-2.0*H4*L; K110:=K1*10.0/L;
NO:=NO+1.0;

```

```

CRLF(1);
SPACE(20+5); PRINT('*****STANDARDDESIGN#OF#BUTTRESS#WALL
*****');
PAGE('); PRINT(3, FIX(NO)); PRINT('*'); CRLF(2);
SPACE(30); PRINT('.....C#O#N#D#I#T#I#O#N#.....');
CRLF(1);
SPACE(27); PRINT('H='); PRINT(2.2,H); SPACE(5); PRINT('FL=');
PRINT(1.2,A2); SPACE(5);
PRINT('C='); PRINT(1.2,C); SPACE(5); PRINT('DBW='); PRINT(2.
3,L); PRINT('B#S###1/1.5'); CRLF(2);
SPACE(30+5); PRINT('*****S#E#C#T#I#O#N#*****');
CRLF(1);
SPACE(10+5); PRINT('A1='); PRINT(1.2,A1); SPACE(3);
PRINT('A2='); PRINT(1.2,A2);
SPACE(3); PRINT('A3='); PRINT(1.2,A3); SPACE(3); PRINT('A4=');
PRINT(1.2,A4); SPACE(3);
PRINT('A5='); PRINT(1.2,A5); SPACE(3); PRINT('BASE=');
PRINT(2.2,A6); SPACE(3); PRINT('T=');
PRINT(1.2,T); CRLF(1);
SPACE(10+5); PRINT('H1='); PRINT(1.2,H1); SPACE(3);
PRINT('H2='); PRINT(1.2,H2); SPACE(3);
PRINT('H3='); PRINT(1.2,H3); SPACE(3); PRINT('H4=');
PRINT(1.2,H4); SPACE(2); PRINT('H30=');
PRINT(1.2,H30); SPACE(3); PRINT('H31='); PRINT(2.2,H31);
SPACE(2); PRINT('HK='); PRINT(2.2,HK);
CRLF(2);
SPACE(30); PRINT('*****R#E#I#N#F#O#R#C#E#M#E#N#T#
*****'); CRLF(1);
SPACE(40+2); PRINT('*****F#R#O#N#T#W#A#L#L#*****');
CRLF(1);
PR:
PRINT(1.3,0.2*H21); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV1[7]); SPACE(3); PRINT(
3.4,ASV1[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV1[4]);
SPACE(3); PRINT(2, FIX(ASV1[2]));
SPACE(3); PRINT(2, FIX(ASV1[5])); SPACE(3);
PRINT(2.3,ASV1[3]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV1[2]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SV1[1]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SV1[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3,0.2*2.0*H21); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV2[7]);

```

```

SPACE(3); PRINT(3.4,ASV2[1]); SPACE(3);
PRINT(3.4,ASV2[4]); SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASV2[2]));
SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASV2[5])); SPACE(3);
PRINT(2.3,ASV2[3]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV2[2]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SV2[1]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV2[3]);
CRLF(1);
PRINT(1.3,0.2*3.0*H21); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV3[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4,ASV3[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV3[4]);

SPACE(3);
PRINT(2,FIX(ASV3[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASV3[5])); SPACE
(3); PRINT(2.3,ASV3[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SV3[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV3[1]); SPACE(3); PRI
NT(4.2,SV3[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3,0.2*4.0*H21); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV4[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4,ASV4[1]);SPACE(3); PRINT(3.4,ASV4[4]);
SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASV4[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASV4[5]
)); SPACE(3); PRINT(2.3,ASV4[3]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SV4[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV4[1]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SV4[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3,H21); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV5[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4,ASV5[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV5[4]);
SPACE(3);
PRINT(2,FIX(ASV5[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASV5[5])); SPACE
(3); PRINT(2.3,ASV5[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SV5[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV5[1]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SV5[3]); CRLF(2);
SPACE(40+6); PRINT('*****B*A*C*K***B*A*S*E*****');
CRLF(1);

PR: PRINT(1.3,A4); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF1[7]); SPACE(3);
PRINT(3.4,ASF1[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF1[4]);
SPACE(3);
PRINT(2,FIX(ASF1[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASF1[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3,ASF1[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SF1[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SF1[1]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SF1[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3,A4*0.75); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF2[7]); SPACE(3);
PRINT(3.4,ASF2[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF2[4]);

SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASF2[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASF2[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3,ASF2 [3]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SF2[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SF2[1]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SF2[3]);CRLF(1);
PRINT(1.3,A4*0.5); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF3[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4,ASF3[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF3[4]);
SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASF3[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASF3[
5])); SPACE(3); PRINT(2.3,ASF3[3]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SF3[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SF3[1]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SF3[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3,A4*0.25); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF4[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4,ASF4[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF4[4]);
SPACE(3);
PRINT(2,FIX(ASF4[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASF4[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3,ASF4[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SF4[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SF4[1]); SPACE(3); PRINT
(4.2,SF4[3]); CRLF(2);
SPACE(30+9); PRINT('*****B*U*T*T*R*E*S*S*W*A*L*****'
); CRLF(1);

```

PR;

```
PRINT(1.3,H21*0.2); SPACE(3); PRINT(3.4,AS1[7]); SPACE(3); PRINT(
  3.4,AS1[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,AS1[4]);
SPACE(3); PRINT(2,FIX(AS1[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(AS1[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3,AS1[3]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SS1[1]); SPACE(3); PRINT(4.2,SS1[2]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SS1[3]); CRLF(1);
L13: PRINT(1.3,H21*0.4); SPACE(3); PRINT(3.4,AS2[7]); SPACE(3);
PRINT(3.4,AS2[1]); SPACE(3);
PRINT(3.4,AS2[4]); SPACE(3);
PRINT(2,FIX(AS2[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(AS2[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3,AS2[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SS2[1]); SPACE(3); PRINT(4.2,SS2[2]); SPACE(3); PRI
NT(4.2,SS2[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3,H21*0.6); SPACE(3); PRINT(3.4,AS3[7]); SPACE(3);
PRINT(3.4,AS3[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,AS3[4]);
SPACE(3); PRINT(2,FIX(AS3[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(AS3[5]
)); SPACE(3); PRINT(2.3,AS3[3]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SS3[1]); SPACE(3); PRINT(4.2,SS3[2]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SS3[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3,H21*0.8); SPACE(3); PRINT(3.4,AS4[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4,AS4[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,AS4[4]);
SPACE(3);
PRINT(2,FIX(AS4[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(AS4[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3,AS4[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SS4[1]); SPACE(3); PRINT(4.2,SS4[2]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SS4[3]); CRLF(1); PRINT(1.3,H21);
SPACE(3); PRINT(3.4,AS5[7]); SPACE(3); PRINT(3.4,AS5[1]);
SPACE(3); PRINT(3.4,AS5[4]); SPACE(3);
PRINT(2,FIX(AS5[2])); SPACE(3); PRINT(2,FIX(AS5[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3,AS5[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SS5[1]); SPACE(3); PRINT(4.2,SS5[2]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SS5[3]); CRLF(2);
SPACE(40); PRINT('*****KETSUGO**TEKKIN*****');
CRLF(1);
PRINT(1.2,H21*0.2); PRINT(2.3,ASKH1[7]); PRINT(2.3,ASKH1[
1]); PRINT(2,FIX(ASKH1[2]));
PRINT(2,FIX(ASKH1[5])); PRINT(2.1,ASKH1[3]);
SPACE(35); PRINT(1.2,A4*0.25); PRINT(2.3,ASKV1[7]);
PRINT(2.3,ASKV1[1]); PRINT(2,FIX(ASKV1[2]));
PRINT(2,FIX(ASKV1[5])); PRINT(2.1,ASKV1[3]);
CRLF(1);
PRINT(1.2,H21*0.4); PRINT(2.3,ASKH2[7]); PRINT(2.3,ASKH
2[1]); PRINT(2,FIX(ASKH2[2]));
PRINT(2,FIX(ASKH2[5])); PRINT(2.1,ASKH2[3]); SPACE(3
5);
PRINT(1.2,A4*0.5); PRINT(2.3,ASKV2[7]); PRINT(2.3,ASKV2[1]
); PRINT(2,FIX(ASKV2[2]));
PRINT(2,FIX(ASKV2[5])); PRINT(2.1,ASKV2[3]); CRLF(1);
PRINT(1.2,H21*0.2*3.0); PRINT(2.3,ASKH3[7]); PRINT(2.3,ASKH3
[1]); PRINT(2,FIX(ASKH3[2]));
PRINT(2,FIX(ASKH3[5])); PRINT(2.1,ASKH3[3]);
SPACE(35);
PRINT(1.2,A4*0.75); PRINT(2.3,ASKV3[7]); PRINT(2.3,ASKV3[1]
); PRINT(
2,FIX(ASKV3[2]));
PRINT(2,FIX(ASKV3[5])); PRINT(2.1,ASKV3[3]); CRLF(1);
PRINT(1.2,H21*0.2*4.0); PRINT(2.3,ASKH4[7]); PRINT(2.3,ASKH
4[1]); PRINT(2,FIX(ASKH4[2]));
```

```

PRINT(2, FIX(ASKH4[51])); PRINT(2.1, ASKH4[31]); SPACE(35);
PRINT(1.2, A4); PRINT(2.3, ASKV4[71]); PRINT(2.3, ASKV4[11]);
PRINT(2, FIX(ASKV4[21]));
PRINT(2, FIX(ASKV4[51])); PRINT(2.1, ASKV4[31]);
CRLF(1);
PRINT(1.2, H21); PRINT(2.3, ASKH5[71]); PRINT(2.3, ASKH5[11]);
PRINT(2, FIX(ASKH5[21]));
PRINT(2, FIX(ASKH5[51])); PRINT(2.1, ASKH5[31]); CRLF(2);
PRI: SPACE(30+9); PRINT('*****F* R* O* N* T* * B* A* S* E*****');
CRLF(1); PR:
PRINT(1.3, A2); SPACE(3); PRINT(3.4, ASR1[71]); SPACE(3);
PRINT(3.4, ASR1[11]); SPACE(3);
PRINT(3.4, ASR1[41]); SPACE(3);
PRINT(2, FIX(ASR1[21])); SPACE(3); PRINT(2, FIX(ASR1[51]));
SPACE(3); PRINT(2.3, ASR1[31]);
SPACE(3); PRINT(4.2, SR1[21]); SPACE(3); PRINT(4.2, SR1[11]);
SPACE(3); PRINT(4.2, SR1[31]); CRLF(2);
SPACE(30); PRINT('*****SAFETY***FACTOR*****');
CRLF(1);
SPACE(10); PRINT('OVERTURN*'); PRINT(2.3, TENTO);
PRINT('*'); PRINT(3.3, TENTOL);
PRINT('*'); SPACE(7); PRINT('SLIDE*'); PRINT(2.3, SLIDE);
PRINT('*'); PRINT(2.3, SLIDEL);
PRINT('*'); PRINT('S*'); PRINT(6, A3XX); SPACE(5);
PRINT('KEY*'); PRINT(3.4, SENDAN); CRLF(1);
SPACE(10); PRINT('FRONT*RE*'); PRINT(2.3, BI10+41/1000.0);
PRINT('*'); PRINT(3.3, BI10+61/1000.0); PRINT('*');
SPACE(5); PRINT('BACK*RE*'); PRINT(2.3, BI10+51/1000.0);
PRINT('*'); PRINT(2.3, BI10+71/1000.0); PRINT('*');
SPACE(3); PRINT('LKX*'); PRINT(2.2, LKX); PRINT('****Q*'); R
PRINT(3.3, HUSDKU/1000.0); CRLF(2);
SPACE(35); PRINT('.....V*O*L*U*M*E.....');
CRLF(1);
SPACE(10); PRINT('CONCRETE*'); PRINT(3.4, TCV); PRINT
('**'); PRINT(3.4, TCVL); PRINT('*');
SPACE(3); PRINT('MOLD*'); PRINT(3.4, K1); PRINT('**');
PRINT(3.4, K1L); PRINT('*');
PRINT('*****'); PRINT(2.3, L); PRINT('M*ATARI*KEISAN');
CRLF(1);
SPACE(10); PRINT('CON*1*M*');
PRINT(3.4, (A1*H21+A2*H2/2.0+0.02+H3*A6+H4*A3));
SPACE(5); PRINT('CON*1*WALL*');
PRINT(3.4, ((H21-0.2)*(A4-0.2)+H21*A4+0.2*(H21+
A4-0.2)+SQRT(H21^2+A4^2)*T));
SPACE(10); PRINT('MOLD*1*M*');
PRINT(3.4, (H1+H21-0.2+H3*2.0+H4*2.0+HA));
SPACE(5); PRINT('MOLD*1*WALL*'); PRINT(3.4, ((H21-0.2)*
(A4-0.2)/2.0+H21*A4-0.02+HA*(H21*A4-0.2)));
CRLF(1);
SPACE(17); PRINT('*'); PRINT(3.4, (A1*(H1+H2)+A2*
H2/2.0+0.02+H3*A6)); PRINT('*');
PRINT(3.4, TCV10); PRINT('/10*M'); SPACE(27); PRINT(
'); PRINT(3.4, (H1+H21-0.2+H3*2.0)); PRINT('*');
PRINT(3.4, K110); PRINT('/10*M'); CRLF(8);
end;

```

```

SPACE(30+5); PRINT('*****FRONT*WALL*MAIN*BAR*
ARRANGEMENT*****'); CRLF(1);
STARA(0.2,H21,ASV1[3],ASV2[3],ASV3[3],ASV4[3],
ASV5[3],SUM1,TWW1,TWW2,TWW3);
SPACE(30+5); PRINT('*****BACK*BASE*MAIN*BAR*ARRANGEMENT*****');
CRLF(1);
STARA(0.25,A4,ASF1[3],ASF2[3],ASF3[3],ASF4[3],0.0,SUM2,
THH1,THH2,THH3);
SPACE(30+5); PRINT('*****KETUGOTEKKIN*HAITI*FRONT*WALL*****');
CRLF(1);
STARA(0.2,H21,ASKH1[3],ASKH2[3],ASKH3[3],ASKH4[3],ASKH5[3],SUM3,
W1,TW2,TW3);
SPACE(30+5); PRINT('*****KETUGOTEKKIN*HAITI*BACK*BASE*****');
CRLF(1);
STARA(0.25,A4,ASKV1[3],ASKV2[3],ASKV3[3],ASKV4[3],0.0,SUM4,
TH1,TH2,TH3);
SPACE(30+5); PRINT('*****DISTRIBUTING*BAR*ARRANGEMENT*
FRONT*WALL*****');CRLF(1);
HAIKIN(ASV5[4],L,HTW);
SPACE(30+5); PRINT('*****DISTRIBUTING*BAR*ARRANGEMENT*
BACK*BASE*****');CRLF(1);
HAIKIN(ASF1[4],L,HTB);
SPACE(30+5); PRINT('*****DISTRIBUTING*BAR*ARRANGEMENT*
FRONT*BASE*****');CRLF(1);
HAIKIN(ASR1[4],A2-0.09,HTF);
if H>7.0 then
begin
if HTW[2]=13.0 then HRW=0.35 else HRW=0.45;
HTWL2=5.0; HTWL3=H-0.15-5.0+HRW; HTWL4=4.0;
HTWL5=H-0.15-4.0+HRW;
end;
TLW3=TLB3=FLOAT(FIX(L*100.0*0.11))*5.0;
TLW2=(A1*100.012.0)*1.41421356;
TLW1=(L*100.0-TLW3-2.0*(A1*100.0-12.0))/2.0;
TLW4=2.0*(TLW1+TLW2)+TLW3;
TLB2=(H31*100.0-18.0)*1.41421356;
TLB1=(L*100.0-TLB3-2.0*(H31*100.0-18.0))/2.0;
TLB4=2.0*(TLB1+TLB2)+TLB3;
TLHA=SQRT(H21*2+A4*2);
HRB=if AS1[2]=16.0 then 0.45 else if AS1[2]=19.0
then 0.50 else
if AS1[2]=22.0 then 0.60 else if AS1[2]=25.0
then 0.70 else
if AS1[2]=29.0 then 0.80 else if AS1[2]=32.0
then 0.85 else 95.0;
TLH1=TLHA+HRB+0.3;
if TLH1>7.0 then
begin
TLH2=4.0; TLH3=TLHA+HRB-4.0;
end;
SPACE(30+5); PRINT('*****TEKKIN*SUNPO*****');CRLF(1);
PRINT(3.1,TLW1); PRINT(3.1,TLW2); PRINT(3.1,TLW3);
PRINT('L='); PRINT(3.1,TLW4);
PRINT(3.1,TLB1); PRINT(3.1,TLB2); PRINT(3.1,TLB3);
PRINT('L=');PRINT(3.1,TLB4); CRLF(1);
ASR1[7]=L*100.0/ASR1[3];
ASR1[10]=FLOAT(FIX(ASR1[7]));
if ASR1[7]>ASR1[10] then begin ASR1[8]=L*100.0-ASR1[3]
*ASR1[10]; ASR1[9]=ASR1[10]+1.0; end

```

```

SPACE(30+5); PRINT('*****FRONT*BASE*MAIN*BAR*
ARRANGEMENT*****'); CRLF(1);
PRINT(2, FIX(ASR1[10])); PRINT('*'); PRINT(2.1, ASR1[3]);
PRINT('='); PRINT(3.1, ASR1[3]*ASR1[10]);
PRINT('+'); PRINT(2.1, ASR1[8]); M SPACE(5); PRINT('N');
PRINT(2, FIX(ASR1[9])); CRLF(2);
T2: ASR1[10+1] := ASR1[2] = 16.0 then 0.45 else if ASR1[2] = 19.0
then 0.50 else
    if ASR1[2] = 22.0 then 0.60 else if ASR1[2] = 25.0 then
        0.70 else
    if ASR1[2] = 29.0 then 0.80 else if ASR1[2] = 32.0
then 0.85 else 0.95;
HTFM := if ASR1[2] = 19.0 V ASR1[2] = 22.0 then 16.0 else if
ASR1[2] = 25.0 then 19.0 else
if ASR1[2] = 29.0 then 22.0 else if ASR1[2] = 32.0
then 25.0 else 29.0;
SPACE(30+5); PRINT('*****TEKKIN*HYO*****'); CRLF(1);
SPACE(20+3); PRINT('D'); SPACE(5); PRINT('L');
SPACE(6); PRINT('N'); SPACE(5);
PRINT('W/M'); SPACE(4); PRINT('W/1 PPON');
SPACE(6); PRINT('W'); CRLF(1);
HRB := T; I := (FIX(SUM1)+2)*2; if I = FIX(SUM1) then
TLB3 := SUM1 - 2.0 else TLB3 := SUM1 - 1.0;
TABLE(ASV1[2], L, TLB3, T); WT[1] := T; PRINT('FRONT*
WALL*MAIN*STRAIGHT'); CRLF(1);
TABLE(ASV1[2], TLW4/100.0, TLB3/2.0, T); WT[2] := T; SPACE
(10+6); PRINT('BEND*UP'); CRLF(1);
if H ≤ 7.0 then
begin TABLE(HTW[2], H - 0.15, 2.0*HTB[9], T); WT[3] := T; SPACE(11);
PRINT('DISTRIBUTING*VERTICAL'); CRLF(1);
end else
begin TABLE(HTW[2], HTW12, HTW[9], T); WT[30+1] := T;
SPACE(11); PRINT('DISTRIBUTING*VERTICAL'); CRLF(1);
TABLE(HTW[2], HTW13, HTW[9], T); WT[30+2] := T; CRLF(1);
TABLE(HTW[2], HTW14, HTW[9], T); WT[30+3] := T; CRLF(1);
TABLE(HTW[2], HTW15, HTW[9], T); WT[30+4] := T; CRLF(1);
WT[3] := 0;
end;
TABLE(HTW[2], L, 4.0, T); WT[4] := T; SPACE(20+4); PRINT('HORIZONTAL
'); CRLF(1);
if TLH1 ≤ 7.0 then
begin
TABLE(AS1[2], TLH1, AS5[5], T); WT[5] := T; PRINT('BUTTRESS');
CRLF(1);
TABLE(AS1[2], 4.0, 4.0, T); WT[6] := T; CRLF(1);
end else
begin
TABLE(AS1[2], TLH2, AS1[5], T); WT[30+5] := T; PRINT('BUTTRESS');
CRLF(1);
TABLE(AS1[2], TLH3, 4.0, T); WT[30+6] := T; CRLF(1);
WT[5] := WT[6] := 0;
end;
I := (FIX(SUM2)+2)*2; if I = FIX(SUM2) then TLB3 := SUM2 else
TLB3 := SUM2 + 1.0;
TABLE(ASF1[2], L, TLB3, T); WT[7] := T; PRINT('BACK*BASE*MAIN*
STRAIGHT'); CRLF(1);
TABLE(ASF1[2], TLB4/100.0, TLB3/2.0, T); WT[8] := T; SPACE(10+5);
PRINT('BEND*UP'); CRLF(1);
TABLE(HTB[2], A4+A1 - 0.15, 2.0*HTB[9], T); WT[9] := T; SPACE(10);

```

```

PRINT('DISTRIBUTING'); CRLF(1);
TABLE(ASR1[2],A2+ASR1[10+1]+0.3,ASR1[9],T); WT[10]=T;
PRINT('FRONT*BASE*MAIN'); CRLF(1);
TABLE(HTFM,A2+ASR1[10+1],ASR1[9],T); WT[10+1]=T;
SPACE(11); PRINT('DISTRIBUTING'); CRLF(1);
TABLE(HTF[2],L,2.0*HTF[9],T); WT[10+2]=T; CRLF(1);
TABLE(16.0,(A1+HRB-0.15)*SQRT(2.0), 2.0*(SUM1-1.0),T); WT[10+3]=T;
PRINT('HAUNCH*FRONT*WALL*AND* BUTTRESS'); CRLF(1);
TABLE(16.0,(H31+HRB-0.2)*SQRT(2.0), 2.0*SUM4,T); WT[10+4]=T;
SPACE(7); PRINT('BACK*BASE*AND* BUTTRESS'); CRLF(1);
TABLE(16.0,(A1+H31)*SQRT(2.0),SUM2*2.0,T); WT[10+5]=T;
SPACE(7); PRINT('FRONT*WALL*AND*BACK*BASE'); CRLF(1);
TABLE(ASKH1[2],0.7+TW2[1]*A4/H21/100.0,TW3[1],T); WT[10+6]=T;
PRINT('KETUGO*TEKKIN*FRONT*WALL*AND* BUTTRESS'); CRLF(1);
TABLE(ASKH1[2],0.7+(TW2[1]+TW2[2])*A4/H21/100.0,TW3[2],T);
WT[10+7]=T; CRLF(1);
TABLE(ASKH1[2],0.7+(TW2[2]+TW2[3])*A4/H21/100.0,TW3[3],T);
WT[10+8]=T; CRLF(1);
TABLE(ASKH1[2],0.7+(TW2[3]+TW2[4])*A4/H21/100.0,TW3[4],T);
WT[10+9]=T; CRLF(1);
TABLE(ASKH1[2],(TW2[4]+TW2[5])*A4/H21/100.0,TW3[5],T);
WT[20]=T; CRLF(1);
TABLE(ASKV1[2],TH2[1]*H21/A4/100.0,TH3[1],T); WT[20+1]=T;
SPACE(10+4); PRINT('BACK*BASE*AND* BUTTRESS');
CRLF(1);
TABLE(ASKV1[2],(TH2[2]+TH2[1])*H21/A4/100.0,TH3[2],T);
WT[20+2]=T; CRLF(1);
TABLE(ASKV1[2],(TH2[2]+TH2[3])*H21/A4/100.0,TH3[3],T);
WT[20+3]=T; CRLF(1);
TABLE(ASKV1[2],(TH2[3]+TH2[4])*H21/A4/100.0,TH3[4],T);
WT[20+4]=T; CRLF(1);
for I=1 step 1 until (20+4) do
begin
if I=1 then AW[I]=WT[I] else AW[I]=WT[I]+AW[I-1]; end;
if H>7.0 A TLH1=7.0 then begin
AW[20+4]=AW[20+4]-WT[3]+WT[30+1]+WT[30+2]+WT[30+3]+WT[30+4];
SPACE(20+30+5); PRINT(5.3,AW[20+4]);
SPACE(5); PRINT('W/10M=');
PRINT(5.3,AW[20+4]*10.0/L);CRLF(4);end else
if H>7.0 A TLH1>7.0 then begin AW[20+4]=AW[20+4]-WT[3]
-WT[5]-WT[6]+WT[30+1]+WT[30+2]+WT[30+3]+WT[30+4]+
WT[30+5]+WT[30+6]; SPACE(20+30+5); PRINT(5.3,AW[20+4]);
SPACE(5);
PRINT('W/10M='); PRINT(5.3,AW[20+4]*10.0/L);CRLF(4); end else
if H=7.0 A TLH1>7.0 then begin AW[20+4]=AW[20+4]-WT[5]
-WT[6]+WT[30+5]+WT[30+6]; SPACE(20+30+5);
PRINT(5.3,AW[20+4]);SPACE(5); PRINT('W/10M=');
PRINT(5.3,AW[20+4]*10.0/L);
CRLF(7); end
else begin SPACE(20+30+5); PRINT(5.3,AW[20+4]);SPACE(5);
PRINT('W/10M=');
PRINT(5.3,AW[20+4]*10.0/L); CRLF(8); end;
end;
end;
end;

```

扶壁式鉄筋コンクリート擁壁（背面水平）プログラム

```

begin procedure A00906;;

  real C,C1,H,L,A1,A2,A3,A4,A5,A6,H1,H2,H3,H4,H30,H31,T,HA,N0,
  BBA,PRB,SSF,PRSF,TEIKO,SENDAN,HF,HB,HUSOKU,SLIDE,SLIDEL,
  TENTO,TENTOL,HX,V1,V2,TCV,TCVL,K1,K1L,TCV10,K110,HC,S,
  UM1,H21,SUM2,SUM3,SUM4,HRW,HTWL2,HTWL3,A3XX,HTWL4,HTWL5,
  TLW2,TLW1,TLW3,TLW4,TLB2,TLB1,TLB3,TLB4,TLHA,HRB,TLH1,
  TLH2,TLH3,HTFM,LKX,SSV;
  array MV1,MV2,MV3,MV4,MV5,MQ1,MQ2,MQ3,MQ4,SV3,SV4,SV5,SV1,S,
  V2,SF1,SF2,SF3,SF4,SR1,SS1,SS2,SS3,SS4,SS5,MT1,MT2,MT3,
  MT4,MT5,AS1,AS2,AS3,AS4,AS5,ASV1,ASV2,ASV3,ASV4,ASV5,
  ASF1,ASF2,ASF3,ASF4,ASR1,ASVT,ASKH1,ASKH2,ASKH3,ASKH4,
  ASKH5,ASKV1,ASKV2,ASKV3,ASKV4,ASKV5,SVC,SH1,SH2,SH3,
  SH4,SH5[1:8],
  THH1,THH2,THH3,TWW1,TWW2,TWW3,TW1,TW2,TW3,TH1,TH2,TH3,
  HTW,HTB,HTF,WC,XC[1:12],
  B,WT,AW[1:40];

  integer I;
  procedure PR;
  begin
    SPACE(3); PRINT('BX'); SPACE(12); PRINT('AX');
    SPACE(12); PRINT('AS'); SPACE(11); PRINT('AS1');
    SPACE(8); PRINT('D'); SPACE(8); PRINT('N'); SPACE(7);
    PRINT('PITCH'); SPACE(9); PRINT('SA'); SPACE(11);
    PRINT('CA'); SPACE(9); PRINT('SENDAN'); CRLF(1);
  end;

  procedure V WALL(HX,CX,LX,MX);
  value HX,CX,LX; real HX,CX,LX; array MX;
  begin
    MX[3]=1800.0*CX*(HX+0.75);
    MX[1]=MX[3]*LX/2/10.0;
    MX[2]=MX[3]*LX/2.0;
  end;

  procedure B BACK(BX1,H21,H31,Q1,Q2,A6,L,MQ);
  value BX1,H21,H31,Q1,Q2,A6,L;
  real BX1,H21,H31,Q1,Q2,A6,L; array MQ;
  begin
    real WHX,QBX,S;
    WHX:=(H21+0.75)*1800.0+H31*2500.0;
    QBX:=(Q1-Q2)*BX1/A6+Q2;
    S:=WHX-QBX;
    if S<0.0 then begin S:=ABS(S); PRINT('BACK*MAINASU');
    PRINT(6,BX1); end;
    MQ[1]=S*L/2/10.0;
    MQ[2]=S*L/2.0;
    MQ[3]=MQ[2]/8.0/100.0;
    MQ[4]=S;
  end;

```

```
procedure TABLE(D,L,N,WT);
```

```
value D,L,N;
```

```
real D,L,N,WT;
```

```
begin
```

```
real A,W;
```

```
if D=13.0 then W=0.995 else
```

```
if D=16.0 then W=1.56 else
```

```
if D=19.0 then W=2.25 else
```

```
if D=22.0 then W=3.04 else
```

```
if D=25.0 then W=3.98 else
```

```
if D=29.0 then W=5.04 else W=6.23;
```

```
A:=L*W; WT:=N*A;
```

```
SPACE(20); PRINT(2, FIX(D)); PRINT(1.3, L);
```

```
PRINT(3, FIX(N)); PRINT(1.3, W); PRINT(2.3, A);
```

```
PRINT(4.3, WT);
```

```
end;
```

```
procedure STARACK, LO, PT1, PT2, PT3, PT4, PT5, KEI, AR, AS, SU);
```

```
value K, LO, PT1, PT2, PT3, PT4, PT5;
```

```
real K, LO, PT1, PT2, PT3, PT4, PT5, KEI; array AR, AS, SU;
```

```
begin
```

```
real J; integer I, N; array SUM, PT, F[1:6];
```

```
PT[1]:=PT1; PT[2]:=PT2; PT[3]:=PT3; PT[4]:=PT4;
```

```
PT[5]:=PT5; LO:=LO*100.0;
```

```
if PT5=0.0 then N:=4 else N:=5;
```

```
for I:=1 step 1 until 6 do
```

```
begin
```

```
sum[I]:=F[I]:=AR[I]:=AS[I]:=SU[I]:=0.0;
```

```
end;
```

```
for I:=1 step 1 until N do
```

```
begin
```

```
J:=FLOAT(I); if I=1 then SU[I]:=K*J*LO/PT[I] else
```

```
SU[I]:=(K*J*LO-AS[I-1])/PT[I];
```

```
F[I]:=FLOAT(FIX(SU[I]));
```

```
if SU[I]>F[I] and I < N then SU[I]:=F[I]+1.0 else
```

```
SU[I]:=F[I]; AR[I]:=SU[I]*PT[I];
```

```
if I=1 then begin AS[I]:=AR[I]; SUM[I]:=SU[I];
```

```
end else
```

```
begin AS[I]:=AS[I-1]+AR[I]; SUM[I]:=SU[I]+SUM
```

```
[I-1]; end;
```

```
if I=N then begin AR[N+1]:=LO-AS[I];
```

```
if AR[N+1]>0 then SUM[N]:=SUM[N]+1.0; end;
```

```
KEI:=SUM[N];
```

```
end;
```

```
for I:=1 step 1 until N do
```

```
begin
```

```
PRINT(2, FIX(SU[I])); PRINT('*');
```

```
PRINT(2.1, PT[I]); PRINT('='); PRINT(3.1, AR[I]);
```

```
end;
```

```
CRLF(1); SPACE(20); PRINT('+'); PRINT(2.1, AR[N+1]);
```

```
SPACE(5); PRINT('L='); PRINT(3.1, (AS[N]+AR[N+1]));
```

```
SPACE(5); PRINT('N='); PRINT(3, FIX(KEI)); CRLF(1);
```

```
end;
```

```
procedure HAIKIN(AS, L, A);
```

```
value AS, L;
```

```
real AS, L; array A;
```

```

begin
  real ASN,FA;
  A[6]:=1.267; A[5]:=10.0/3.0;
  ST:
  A[1]:=A[6]*A[5];
  if A[1]≥AS then go to END else
    if A[5]<8.0 then
      begin if A[5]<(10.0/3.0+0.1) then A[5]:=4.0 else
        if A[5]=4.0 then A[5]:=5.0 else
          if A[5]=5.0 then A[5]:=100.0/15.0 else
            if A[5]<(100.0/15.0+0.1) then A[5]:=8.0;
            go to ST; end else
              begin A[6]:=1.986; A[5]:=10.0/3.0; go to ST; end;
            END:
            if A[6]<1.986 then A[2]:=13.0 else A[2]:=16.0;
            A[3]:=100.0/A[5];
            SPACE(10);PRINT('AS='); PRINT(1.3,A[1]); PRINT('D=');
            PRINT(2, FIX(A[2]));
            L:=L*100.0; A[7]:=L/A[3]; FA:=FLOAT(FIX(A[7]));
            if A[7]>FA then begin A[8]:=L-FA*A[3]; A[9]:=FA+1.0;
              end else begin A[8]:=0.0; A[9]:=A[7];end;
            PRINT(3, FIX(FA)); PRINT('*'); PRINT(2.1,A[3]);
            PRINT('='); PRINT(3.1,FA*A[3]);PRINT('+');
            PRINT(2.1,A[8]); SPACE(5); PRINT('N='); PRINT(2, FIX(
            A[9])); CRLF(2);
          end;

```

```

procedure ORYOKU(M,SE,W,AS,A,AD,L,S);
  value M,SE,W,AS,A,AD,L; real M,SE,W,AS,A,AD,L; array S;
  begin real ASX,A1,M1,LX,J;
    A1:=(A-AD)*100.0;
    ASX:=(15.0*AS/100.0)*(-1.0+SQRT(1.0+2.0*100.0*A1/
      15.0/AS));
    J:=A1-ASX/3.0;
    S[1]:=2.0*M/ASX/J;
    S[2]:=M*100.0/(AS*J);
    S[3]:=SE/(J*L*100.0*100.0);
    LX:=0.2;
  Z: M1:=LX+2*W/2.0; S[7]:=LX;
    S[4]:=2.0*M1/ASX/J;
    S[5]:=M1*100.0/(AS*J);
    if (S[5]<1600.0)^(S[4]<70.0) then begin LX:=LX+0.1;
      go to Z; end;
    S[7]:=LX-0.1;
    if S[7] > L/2.0 then S[7]:=L/2.0;
  end;

```

```

procedure HIKAE(C,HX,L,A4,H21,A1,HC,MH);
  value C,HX,L,A4,H21,A1,HC;
  real C,HX,L,A4,H21,A1,HC; array MH;
  begin real YP,XC,ASX;
    MH[11]=900.0*C*((HX+0.75)↑2-0.5625)*L;

```

```

YP:=HX*(HX+2.25)/(3.0*(HX+1.5));
MH[2]:=MH[1]*YP;
MH[3]:=A1+A4*HX/(H21-HC)-0.15;
ASX:=MH[2]/((MH[3]-A1/2.0)*800.0*2.0);
MH[5]:=(15.0*MH[3]*100.0*ASX+(L*100.0*(A1*100.0)2/2.0)/
(15.0*ASX+L*A1*100.0*100.0);
if MH[5] ≤ A1*100.0 then
begin
MH[4]:=MH[2]/(800.0*2.0*7.0/8.0*MH[3]);
end else
MH[4]:=ASX;
MH[6]:=1800.0*C*(HX+0.75)*(MH[3]+0.11);
MH[7]:=MH[6]/800.0/2.0;
end;

procedure TORYOKU (P,MYP,LX,A1X,A4X,AST,TXX,TO);
value P,MYP,LX,A1X,A4X,AST,TXX;
real P,MYP,LX,A1X,A4X,AST,TXX; array TO;
begin real J,GZ,YZ;
if TXX < A1X*100.0 then
begin
GZ:=(15.0*AST/(LX*100.0))*(-1.0+SQRT(1.0+2.0*100.0*A4X*LX*
100.0/(15.0*AST)));
J:=A4X*100.0-GZ/3.0;
TO[1]:=MYP*100.0/(AST*J);
TO[2]:=2.0*MYP/(LX*GZ*J);
TO[3]:=P/(A1X*LX*100.0*100.0);
end else
begin
GZ:=(15.0*A4X*100.0*AST+LX*100.0*(A1X*100.0)2/2.0)/(15.0
*AST+LX*100.0*100.0*A1X);
YZ:=GZ-A1X*100.0/2.0+(A1X*100.0)2/(6.0*(2.0*GZ-A1X
*100.0));
TO[1]:=MYP*100.0/(AST*(A4X*100.0-GZ+YZ));
TO[2]:=(800.0*2.0*GZ)/(15.0*(A4X-GZ));
TO[3]:=P/(A1X*LX*100.0*100.0);
end;
end;

procedure TEKKIN(A,M,TE,AC,T,AT);
value A,M,TE,AC,T; real M,A,TE,AC,T; array AT;
begin integer I; real NBX,ASN,LT1;
switch SW:=SW1,SW2,SW3,SW4,SW5,SW6,SW7;
if M=0.0 ^ A≠0.0 then AT[5]:=3.0 else AT[5]:=10.0/3.0;
if TE > 0.0 then begin AT[6]:=TE; go to ST; end;
I:=1;
SW1:AT[6]:=1.986; go to ST;
SW2:AT[6]:=2.865; go to ST;
SW3:AT[6]:=3.871; go to ST;
SW4:AT[6]:=5.067; go to ST;
SW5:AT[6]:=6.424; go to ST;
SW6:AT[6]:=7.942; go to ST;
SW7:AT[6]:=9.566; go to ST;
ST: AT[1]:=AT[6]*AT[5];
if M=0.0 ^ A≠0.0 then
begin
ASN:=AC; NBX:=2.0*(T-0.18)/0.1+1.0;
if AT[1]≥ASN then go to END else
if AT[5] < NBX then begin AT[5]:=AT[5]+1.0;

```

```

if TE > 0.0 then go to ST else go to SW[I]; end;
end else
begin
if M=0.0 then ASN:=AC else ASN:=0.0025*SQR(M*100.0*100.0);
if AT[I] > ASN then go to END else if AT[5]<8.0 then
begin
if AT[5]<(10.0/3.0+0.1) then AT[5]:=4.0 else
if AT[5]=4.0 then AT[5]:=5.0 else
if AT[5]=5.0 then AT[5]:=100.0/15.0 else
if AT[5]<(100.0/15.0+0.2) then AT[5]:=8.0;
if TE > 0.0 then go to ST else go to SW[I];
end;
end;
if I=1 then begin I:=2; AT[5]:=3.0; go to SW[I]; end;
if I=2 then begin I:=3; AT[5]:=3.0; go to SW[I]; end;
if I=3 then begin I:=4; AT[5]:=3.0; go to SW[I]; end;
if I=4 then begin I:=5; AT[5]:=3.0; go to SW[I]; end;
if I=5 then begin I:=6; AT[5]:=3.0; go to SW[I]; end;
if I=6 then begin I:=7; AT[5]:=3.0; go to SW[I]; end;
END:
AT[4]:=AT[1]*0.2*(6.0+2.0)/(6.0+1.0);
AT[7]:=ASN;
if AT[6] > 1.0 ^ AT[6] < 2.0 then AT[2]:=16.0 else
if AT[6] > 2.0 ^ AT[6] < 3.0 then AT[2]:=19.0 else
if AT[6] > 3.0 ^ AT[6] < 4.0 then AT[2]:=22.0 else
if AT[6] > 5.0 ^ AT[6] < 6.0 then AT[2]:=25.0 else
if AT[6] > 6.0 ^ AT[6] < 7.0 then AT[2]:=29.0 else
if AT[6] > 7.0 ^ AT[6] < 8.0 then AT[2]:=32.0 else
if AT[6] > 9.0 ^ AT[6] < 10.0 then AT[2]:=35.0;
if M > 0.0 then
begin AT[3]:=100.0/AT[5]; end;
if M = 0.0 ^ A≠0.0 then
begin
LT1:=FLOAT(FIX(NBX/2.0));
if AT[5] ≤ LT1 then
begin AT[3]:=(T-0.18)*100.0/(AT[5]-1.0); end else
AT[3]:=2.0*(T-0.18)*100.0/(AT[5]-2.0);
end;
if M=0.0 ^ A=0.0 then begin AT[3]:=100.0/AT[5]; end;
ND1:
end;
NO:=0;
for C:= 0.28, 0.33, 0.4 do
for H:= 4.0 step 0.5 until 8.0 do
for A2:=0.5,1.0 do
begin
L:=3.6;
if C=0.28 then C1:=3.5372 else if C=0.33 then C1:=3.0 else
if C=0.4 then C1:=2.5672;
CRLF(2);
A1:= if H ≤ 4.5 then 0.25 else 0.3; H4:=0.3; H3:=H31:=0.5;
H2:=A2*0.1; H1:=H-H3-H2; HC:=0.5; A3:=0.3; A6:=H*0.5;
H30:=H3+H2; H21:=H-H31;
if H ≤ 4.5 then T:=0.4 else T:=0.5;
L1: A4:=A6-A2-A1; A5:=(A6+A3)/2.0;
WC[1]:=A1*H21*2500.0*L; WC[2]:=H31*(A4+A1)*2500.0*L;
WC[3]:=H2*A2*1250.0*L; WC[4]:=H3*A2*2500.0*L;
L2: WC[5]:=H4*A3*L*2500.0; WC[6]:=(H21-HC)*A4*T*1250.0;
WC[7]:=(H21*A4*L-(H21-HC)*A4*T/2.0)*1800.0;

```

```

WC[8]:=0.75*1800.0*A4*L;
WC[9]:=WC[1]+WC[2]+WC[3]+WC[4]+WC[5]+WC[6]+WC[7]+WC[8];
WC[10]:=WC[9]-WC[5];
XC[1]:=A2+A1/2.0;          XC[2]:=A2+(A1+A4)/2.0;
XC[3]:=A2*2.0/3.0;          XC[4]:=A2/2.0;
XC[5]:=A6/2.0;              XC[6]:=A2+A1+A4/3.0;
XC[7]:=XC[8]:=A2+A1+A4/2.0;
L3: B[1]:=WC[1]*XC[1]+WC[2]*XC[2]+WC[3]*XC[3]+WC[4]*XC[4]
      +WC[5]*XC[5]+WC[6]*XC[6]+WC[7]*XC[7]+WC[8]*XC[8];
B[2]:=B[1]-WC[5]*XC[5];
B[3]:=900.0*C*L*((H+0.75)+2-0.5625);  B[5]:=1800.0*C
      *(H21+0.75);
B[4]:=900.0*C*((HC+0.75)+2-0.5625);
B[6]:=HC*(HC+2.25)/(3.0*(HC+1.5));
B[7]:=H*(H+2.25)/(3.0*(H+1.5));
B[8]:=B[3]*B[7];          B[9]:=B[4]*B[6];
B[10]:=(B[1]-B[8])/WC[9];  B[10+1]:=(B[2]-B[8])/WC[10];
If B[10]< A6/3.0 then begin A6:=A6+0.05; go to L1; end;
L4: B[10+2]:=A6/2.0-B[10];  B[10+3]:=A6/2.0-B[11];
B[10+4]:=WC[9]/(A6*L)*(1.0+6.0*B[10+2]/A6);
B[10+6]:=WC[10]/(A6*L)*(1.0+6.0*B[10+3]/A6);
B[10+5]:=WC[9]/(A6*L)*(1.0-6.0*B[10+2]/A6);
B[10+7]:=WC[10]/(A6*L)*(1.0-6.0*B[10+3]/A6);
B[10+8]:=B[10+5]+(B[10+4]-B[10+5])*A5/A6;
B[20]:=B[10+5]+(B[10+4]-B[10+5])*A4/A6;
B[10+9]:=(B[10+4]+B[10+8])/2.0;
B[20+1]:=B[10+9]*C1;
TEIKO:=(B[20+1]*H4+(B[10+8]+B[10+5])*A5*0.25)*L;
SENDAN:=B[20+1]*H4/(A3*100.0*100.0);
HVSOKU:=(2.0*B[3]-WC[10]*0.5)/L;
SLIDE:=TEIKO/B[3];  SLIDEL:=WC[10]*0.5/B[3];
If SLIDE < 2.0 then begin H4:=H4+0.05; go to L2; end;
If SENDAN > 9.0 then begin A3:=A3+0.05; go to L1; end;
If A3 > 1.0 then begin A3:=1.0; A3XX:=B[20+1]*H4-90000.0;
      end else A3XX=0;
L5: TENTO:=B[1]/(B[8]+B[20+1]*L*H4+2/2.0);
TENTOL:=B[2]/B[8];
If TENTO < 1.5 then begin A6:=A6+0.05; go to L1; end;

V WALL(0.2*H21,C,L,MV1);  V WALL(0.4*H21,C,L,MV2);
V WALL(0.2*3.0*H21,C,L,MV3);  ALL(0.2*4.0*H21,C,L,MV4);
V WALL(H21,C,L,MV5);
B[20+2]:=0.288*SQRT(MV5[1])+6.0;
If B[20+2] > A1*100.0 then begin A1:=A1+0.05; go to L1;
end;

L6: B BACK(0.25*A4,H21,H31,B[10+4],B[10+5],A6,L,MQ1);
B BACK(0.5*A4,H21,H31,B[10+4],B[10+5],A6,L,MQ2);
B BACK(0.75*A4,H21,H31,B[10+4],B[10+5],A6,L,MQ3);
B BACK(A4,H21,H31,B[10+4],B[10+5],A6,L,MQ4);
BBA:=SSF=0;
for PRB:=MQ1[1],MQ2[1],MQ3[1],MQ4[1] do
  If BBA<PRB then BBA:=PRB;
  B[20+3]:=0.288*SQRT(BBA)+9.0;

L7: If B[20+3] > H31*100.0 then
      begin H31:=H31+0.05; go to L1; end;

```

B[20+4]:=B[10+5]+(B[10+4]-B[10+5])*(A6-A2)/A6;

B[20+5]:=B[20+4]*A2+2/2.0+(B[10+4]-B[20+4])*A2+2*2.0/6.0
-WC[4]/L*A2/2.0-WC[3]/L*A2/3.0;

B[20+6]:=0.288*SQR(B[20+5])+9.0;

If B[20+6] > H30*100.0 then begin H30:=H30+0.05; go to L1;
end;

L8: HIKAE(C,H21*0.2,L,A4,H21,A1,HC,MT1);
HIKAE(C,H21*0.2*2.0,L,A4,H21,A1,HC,MT2);
HIKAE(C,H21*0.2*3.0,L,A4,H21,A1,HC,MT3);
HIKAE(C,H21*0.2*4.0,L,A4,H21,A1,HC,MT4);
HIKAE(C,H21, L,A4,H21,A1,HC,MT5);

VW: TEKKIN(5.0,B[9],0.0,0.0,0.0,ASVT);
ORYOKU(B[9],B[4],0.1,ASVT[1],A1,0.06,L,SVC);

TEKKIN(10.0,0.0,0.0,0.0,MT5[4],T,AS5);
TEKKIN(10.0,0.0,0.0,AS5[6],MT1[4],T,AS1);
TEKKIN(10.0,0.0,0.0,AS5[6],MT2[4],T,AS2);
TEKKIN(10.0,0.0,0.0,AS5[6],MT3[4],T,AS3);
TEKKIN(10.0,0.0,0.0,AS5[6],MT4[4],T,AS4);
TEKKIN(0.0,0.0,0.0,0.0,MT5[7],0.0,ASKH5);
TEKKIN(0.0,0.0,ASKH5[6],MT1[7],0.0,ASKH1);
TEKKIN(0.0,0.0,ASKH5[6],MT2[7],0.0,ASKH2);
TEKKIN(0.0,0.0,ASKH5[6],MT3[7],0.0,ASKH3);
TEKKIN(0.0,0.0,ASKH5[6],MT4[7],0.0,ASKH4);

HI: TEKKIN(0.0,0.0,0.0,0.0,MQ1[3],0.0,ASKV1);
TEKKIN(0.0,0.0,ASKV1[6],MQ2[3],0.0,ASKV2);
TEKKIN(0.0,0.0,ASKV1[6],MQ3[3],0.0,ASKV3);
TEKKIN(0.0,0.0,ASKV1[6],MQ4[3],0.0,ASKV4);

TEKKIN(10.0,MV5[1],0.0,0.0,T,ASV5);
TEKKIN(10.0,MV1[1],ASV5[6],0.0,T,ASV1);
TEKKIN(10.0,MV2[1],ASV5[6],0.0,T,ASV2);
TEKKIN(10.0,MV3[1],ASV5[6],0.0,T,ASV3);
TEKKIN(10.0,MV4[1],ASV5[6],0.0,T,ASV4);

TEKKIN(10.0,MQ1[1],0.0,0.0,T,ASF1);
TEKKIN(10.0,MQ2[1],ASF1[6],0.0,T,ASF2);
TEKKIN(10.0,MQ3[1],ASF1[6],0.0,T,ASF3);
TEKKIN(10.0,MQ4[1],ASF1[6],0.0,T,ASF4);

L9: TEKKIN(100.0,B[20+5],0.0,0.0,T,ASR1);

ORYOKU(MV1[1],MV1[2],MV1[3],ASV1[1],A1,0.06,L,SV1);
ORYOKU(MV2[1],MV2[2],MV2[3],ASV2[1],A1,0.06,L,SV2);
ORYOKU(MV3[1],MV3[2],MV3[3],ASV3[1],A1,0.06,L,SV3);
ORYOKU(MV4[1],MV4[2],MV4[3],ASV4[1],A1,0.06,L,SV4);
ORYOKU(MV5[1],MV5[2],MV5[3],ASV5[1],A1,0.06,L,SV5);

LKX:=0;

LKX:=SV1[7];

for SSV=SV1[7],SV2[7],SV3[7],SV4[7],SV5[7] do

```

if LKX ≥ SSV then LKX:=SSV;
ORYOKU(MQ1[1],MQ1[2],MQ1[4],ASF1[1],H31,0.09,L,SF1);
ORYOKU(MQ2[1],MQ2[2],MQ2[4],ASF2[1],H31,0.09,L,SF2);
ORYOKU(MQ3[1],MQ3[2],MQ3[4],ASF3[1],H31,0.09,L,SF3);
ORYOKU(MQ4[1],MQ4[2],MQ4[4],ASF4[1],H31,0.09,L,SF4);

SSF:=SF1[7];
for PRSF:=SF1[7],SF2[7],SF3[7],SF4[7] do
  if SSF ≥ PRSF then SSF:=PRSF;
  LKX:=if PRSF < LKX then PRSF else LKX;
  B[20+7]:=(B[20+4]+(B[10+4]-B[20+4])/2.0)*A2-WC[4]/L-WC[3]/L;
L10: ORYOKU(B[20+5],B[20+7],0.5,ASR1[1],H30,0.09,L,SR1);

```

```

TORYOKU(MT1[1],MT1[2],L,A1,MT1[3],AS1[1],MT1[5],SS1);
TORYOKU(MT2[1],MT2[2],L,A1,MT2[3],AS2[1],MT2[5],SS2);
TORYOKU(MT3[1],MT3[2],L,A1,MT3[3],AS3[1],MT3[5],SS3);
TORYOKU(MT4[1],MT4[2],L,A1,MT4[3],AS4[1],MT4[5],SS4);
TORYOKU(MT5[1],MT5[2],L,A1,MT5[3],AS5[1],MT5[5],SS5);

```

```

HA:=SQRT(0.08);
V1:=(A1*H21+A6*H31+(H2*A2)/2.0+H4*A3)*L+T*A4*(H21-HC)/2.0;
V2AA:=0.02*(L-T-0.4)+(H21-HC)*0.02*2.0+0.02*(A4-0.2)*2.0+
0.002*4.0-0.02*(H21-HC)*0.2)/A4*4.0/3.0;
TCV:=V1+V2; TCVL=TCV-H4*A3*L; TCV10=TCV*10.0/L;
K1:=(2.0*H21+H3+H31+2.0*H4-0.2-H2)*L-(H21-HC-0.2)*(0.4+T)
+HA*(L-0.4-T)+SQRT(A4+2+(H21-HC)*2)*T+(H21-HC-0.2)
*(A4-0.2)+HA*(H21-HC+A4-0.4)*2.0;
K1L:=K1-2.0*H4*L; K110:=K1*10.0/L;
CRLF(1);

```

NO:=NO+1.0;

```

SPACE(20+5); PRINT('*****STANDARD DESIGN OF**
BUTTRESS WALL*****PAGE(');
PRINT(3, FIX(NO)); PRINT('*'); CRLF(2); SPACE(30);
PRINT('*****CONSTRUCTION*****');
CRLF(1); SPACE(20+6); PRINT('H='); PRINT(2.2,H);
SPACE(5); PRINT('FL='); PRINT(1.2,A2); SPACE(5);
PRINT('C='); PRINT(1.2,C); SPACE(5); PRINT('DBW=');
PRINT(2.3,L); CRLF(2); SPACE(30+5);
PRINT('*****SECTION*****'); CR
LF(1); SPACE(10+5); PRINT('A1='); PRINT(1.2,A1);
SPACE(3); PRINT('A2='); PRINT(1.2,A2); SPACE(3);
PRINT('A3='); PRINT(1.2,A3); SPACE(3); PRINT('A4=');
PRINT(1.2,A4); SPACE(3); PRINT('A5='); PRINT(1.2,A5);
SPACE(3); PRINT('BASE='); PRINT(2.2,A6); SPACE(3); PRINT
('T='); PRINT(1.2,T); CRLF(1);
SPACE(10+5); PRINT('H1='); PRINT(1.2,H1); SPACE(3);
PRINT('H2='); PRINT(1.2,H2); SPACE(3); PRINT('H3=');
PRINT(1.2,H3); SPACE(3); PRINT('H4='); PRINT(1.2,H4);
SPACE(2); PRINT('H30='); PRINT(1.2,H30); SPACE(3);
PRINT('H31='); PRINT(2.2,H31); SPACE(2); PRINT('H5=');
PRINT(1.2,H5); CRLF(2); SPACE(30);
PRINT('*****REINFORCEMENT*****

```

```

*****'); CRLF(1);
SPACE(40+2); PRINT('*****F#R#O#N#T##W#A#L#L*****'); CRLF
(1);
PR;
PRINT(1.3,HC); SPACE(3); PRINT(3.4,ASVT[7]); SPACE(3);
PRINT(3.4,ASVT[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASVT[4]); SPACE(3);
PRINT(2,FX(ASVT[2])); SPACE(3); PRINT(2,FX(ASVT[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3,ASVT[3]); SPACE(3); PRINT(4.2,SVC[2]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SVC[1]); SPACE(3); PRINT(4.2,SVC[3]);
CRLF(1);CRLF(1);PRINT(1.3,0.2*H21); SPACE(3); PRINT(3.4,
ASV1[7]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV1[1]); SPACE(3);
PRINT(3.4,ASV1[4]); SPACE(3); PRINT(2,FX(ASV1[2]));
SPACE(3); PRINT(2,FX(ASV1[5])); SPACE(3);
PRINT(2.3,ASV1[3]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV1[2]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SV1[1]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SV1[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3,0.2*2.0*H21); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV2[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4,ASV2[1]); SPACE(3);
PRINT(3.4,ASV2[4]); SPACE(3); PRINT(2,FX(ASV2[2]));
SPACE(3); PRINT(2,FX(ASV2[5])); SPACE(3);
PRINT(2.3,ASV2[3]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV2[2]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SV2[1]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV2[3]);
CRLF(1);
PRINT(1.3,0.2*3.0*H21); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV3[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4,ASV3[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV3[4]);
SPACE(3);
PRINT(2,FX(ASV3[2])); SPACE(3); PRINT(2,FX(ASV3[5])); SPACE
(3); PRINT(2.3,ASV3[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SV3[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV3[1]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SV3[3]); CRLF(1);PRINT(1.3,0.2*4.0*H21); SPACE(3);
PRINT(3.4,ASV4[7]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV4[1]);SPACE(3);
PRINT(3.4,ASV4[4]);SPACE(3); PRINT(2,FX(ASV4[2])); SPACE
(3); PRINT(2,FX(ASV4[5])); SPACE(3); PRINT(2.3,ASV4[3]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SV4[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV4[1]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SV4[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3,H21); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV5[7]); SPACE(3);
PRINT(3.4,ASV5[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASV5[4]);
SPACE(3);
PRINT(2,FX(ASV5[2])); SPACE(3); PRINT(2,FX(ASV5[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3,ASV5[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SV5[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SV5[1]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SV5[3]); CRLF(2);
SPACE(40+6); PRINT('*****B#A#C#K###B#A#S#E*****'); CRLF(1);
PR;
PRINT(1.3,A4); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF1[7]); SPACE(3);
PRINT(3.4,ASF1[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF1[4]);
SPACE(3); PRINT(2,FX(ASF1[2])); SPACE(3); PRINT(2,FX(ASF
1[5])); SPACE(3); PRINT(2.3,ASF1[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2,SF1[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SF1[1]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SF1[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3,A4*0.75); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF2[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4,ASF2[1]); SPACE(3); PRINT
(3.4,ASF2[4]);
SPACE(3); PRINT(2,FX(ASF2[2])); SPACE(3); PRINT(2,FX
(ASF2[5])); SPACE(3); PRINT(2.3,ASF2 [3]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SF2[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SF2[1]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SF2[3]);CRLF(1);
PRINT(1.3,A4*0.5); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF3[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4,ASF3[1]); SPACE(3); PRINT(3.4,ASF3[4]);

```

```

SPACE(3); PRINT(2, FIX(ASF3[2])); SPACE(3);
PRINT(2, FIX(ASF3[5])); SPACE(3); PRINT(2.3, ASF3[3]);
SPACE(3); PRINT(4.2, SF3[2]); SPACE(3); PRINT(4.2, SF3[1]);
SPACE(3); PRINT(4.2, SF3[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3, A4*0.25); SPACE(3); PRINT(3.4, ASF4[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4, ASF4[1]); SPACE(3); PRINT(3.4, ASF4[4]);
SPACE(3);
PRINT(2, FIX(ASF4[2])); SPACE(3); PRINT(2, FIX(ASF4[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3, ASF4[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2, SF4[2]); SPACE(3); PRINT(4.2, SF4[1]);
SPACE(3); PRINT(4.2, SF4[3]); CRLF(2);
SPACE(30+9); PRINT('*****B*U*T*T*R*E*S*S*S*W*A*L*L*
***** '); CRLF(1);
PR;
PRINT(1.3, H21*0.2); SPACE(3); PRINT(3.4, AS1[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4, AS1[1]); SPACE(3);
PRINT(3.4, AS1[4]);
SPACE(3); PRINT(2, FIX(AS1[2])); SPACE(3);
PRINT(2, FIX(AS1[5])); SPACE(3); PRINT(2.3, AS1[3]);
SPACE(3); PRINT(4.2, SS1[1]); SPACE(3); PRINT(4.2, SS1[2]);
SPACE(3); PRINT(4.2, SS1[3]); CRLF(1);
L13: PRINT(1.3, H21*0.4); SPACE(3); PRINT(3.4, AS2[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4, AS2[1]); SPACE(3);
PRINT(3.4, AS2[4]); SPACE(3);
PRINT(2, FIX(AS2[2])); SPACE(3); PRINT(2, FIX(AS2[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3, AS2[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2, SS2[1]); SPACE(3); PRINT(4.2, SS2[2]);
SPACE(3); PRINT(4.2, SS2[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3, H21*0.6); SPACE(3); PRINT(3.4, AS3[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4, AS3[1]); SPACE(3); PRINT(3.4, AS3[4]);
SPACE(3); PRINT(2, FIX(AS3[2])); SPACE(3); PRINT(2, FIX(AS3
[5])); SPACE(3); PRINT(2.3, AS3[3]);
SPACE(3); PRINT(4.2, SS3[1]); SPACE(3); PRINT(4.2, SS3
[2]); SPACE(3); PRINT(4.2, SS3[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3, H21*0.8); SPACE(3); PRINT(3.4, AS4[7]);
SPACE(3); PRINT(3.4, AS4[1]); SPACE(3); PRINT(3.4, AS4[4]);

SPACE(3);
PRINT(2, FIX(AS4[2])); SPACE(3); PRINT(2, FIX(AS4[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3, AS4[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2, SS4[1]); SPACE(3); PRINT(4.2, SS4[2]);
SPACE(3); PRINT(4.2, SS4[3]); CRLF(1);
PRINT(1.3, H21); SPACE(3); PRINT(3.4, AS5[7]); SPACE(3);
PRINT(3.4, AS5[1]); SPACE(3); PRINT(3.4, AS5[4]);
SPACE(3);
PRINT(2, FIX(AS5[2])); SPACE(3); PRINT(2, FIX(AS5[5]));
; SPACE(3); PRINT(2.3, AS5[3]); SPACE(3);
PRINT(4.2, SS5[1]); SPACE(3); PRINT(4.2, SS5[2]);
SPACE(3); PRINT(4.2, SS5[3]); CRLF(2);
SPACE(40); PRINT('*****KETSUGO**TEKKIN*****');
CRLF(1);
PRINT(1.2, H21*0.2); PRINT(2.3, ASKH1[7]); PRINT(2.3, ASKH1
1); PRINT(2, FIX(ASKH1[2]));
PRINT(2, FIX(ASKH1[5])); PRINT(2.1, ASKH1[3]);
SPACE(35); PRINT(1.2, A4*0.25); PRINT(2.3, ASKV1[7]);
PRINT(2.3, ASKV1[1]); PRINT(2, FIX(ASKV1[2]));
PRINT(2, FIX(ASKV1[5])); PRINT(2.1, ASKV1[3]); CRLF(1);
PRINT(1.2, H21*0.4); PRINT(2.3, ASKH2[7]);

```

```

PRINT(2.3,ASKH2[1]); PRINT(2,FIX(ASKH2[2]));
PRINT(2,FIX(ASKH2[5])); PRINT(2.1,ASKH2[3]); SPACE(35);
PRINT(1.2,A4*0.5); PRINT(2.3,ASKV2[7]); PRINT(2.3,ASKV2[1]);
PRINT(2,FIX(ASKV2[2]));
PRINT(2,FIX(ASKV2[5])); PRINT(2.1,ASKV2[3]); CRLF(1);
PRINT(1.2,H21*0.2*3.0); PRINT(2.3,ASKH3[7]);
PRINT(2.3,ASKH3[1]); PRINT(2,FIX(ASKH3[2]));
PRINT(2,FIX(ASKH3[5])); PRINT(2.1,ASKH3[3]); SPACE(35);
PRINT(1.2,A4*0.75); PRINT(2.3,ASKV3[7]);
PRINT(2.3,ASKV3[1]); PRINT(2,FIX(ASKV3[2]));
PRINT(2,FIX(ASKV3[5])); PRINT(2.1,ASKV3[3]); CRLF(1);
PRINT(1.2,H21*0.2*4.0); PRINT(2.3,ASKH4[7]);
PRINT(2.3,ASKH4[1]); PRINT(2,FIX(ASKH4[2]));
PRINT(2,FIX(ASKH4[5])); PRINT(2.1,ASKH4[3]); SPACE(35);
PRINT(1.2,A4); PRINT(2.3,ASKV4[7]); PRINT(2.3,ASKV4[1]);
PRINT(2,FIX(ASKV4[2]));
PRINT(2,FIX(ASKV4[5])); PRINT(2.1,ASKV4[3]);
CRLF(1);
PRINT(1.2,H21); PRINT(2.3,ASKH5[7]); PRINT(2.3,ASKH5[1]);
PRINT(2,FIX(ASKH5[2]));
PRINT(2,FIX(ASKH5[5])); PRINT(2.1,ASKH5[3]);
CRLF(2);
PRI: SPACE(30+9); PRINT('*****F*RO*NT* *B*A*S*E*****');
CRLF(1); PR;
PRINT(1.3,A2); SPACE(3); PRINT(3.4,ASR1[7]); SPACE(3);
PRINT(3.4,ASR1[1]); SPACE(3);
PRINT(3.4,ASR1[4]); SPACE(3);
PRINT(2,FIX(ASR1[2]));SPACE(3); PRINT(2,FIX(ASR1[5]));
SPACE(3); PRINT(2.3,ASR1[3]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SR1[2]); SPACE(3); PRINT(4.2,SR1[1]);
SPACE(3); PRINT(4.2,SR1[3]); CRLF(2);
SPACE(30); PRINT('*****SAFETY*FACTOR*
*****'); CRLF(1);

SPACE(10); PRINT('OVERTURN*'); PRINT(2.3,TENTO);
PRINT('*(');PRINT(3.3,TENTOL);
PRINT('*'); SPACE(7); PRINT('SLIDE*');
PRINT(2.3,SLIDE); PRINT('*'); PRINT(2.3,SLIDEL);
PRINT('*'); PRINT('**S*'); PRINT(6,A3XX); SPACE(4);
PRINT('KEY*'); PRINT(2.4,SENDAN); CRLF(1);
SPACE(10); PRINT('FRONT*RE*'); PRINT(2.3,B[10+4]/1000.0);
PRINT('*'); PRINT(3.3,B[10+6]/1000.0); PRINT('*');
SPACE(5); PRINT('BACK*RE*'); PRINT(2.3,B[10+5]/1000.0);
PRINT('*'); PRINT(2.3,B[10+7]/1000.0); PRINT('*');
SPACE(3); PRINT('LKX*'); PRINT(2.2,LKX); PRINT('***Q*');
PRINT(2.3,HUSOKU/1000.0); CRLF(2);
SPACE(35); PRINT('*****V*O*L*U*M*E*****
*****'); CRLF(1);
SPACE(10); PRINT('CONCRETE*'); PRINT(3.4,TCV); PRINT
('*('); PRINT(3.4,TCVL); PRINT('*');
SPACE(3); PRINT('MOLD*'); PRINT(3.4,K1); PRINT('*(');
PRINT(3.4,K1L); PRINT('*');
PRINT('*****'); PRINT(2.3,L); PRINT('M*ATARI*KE ISAN');
CRLF(1);
SPACE(10); PRINT('CON*1*M*');
PRINT(3.4,(A1*(H1+H2)+A2*H2/2.0+H3*A6+H4*A3+0.02));
SPACE(5); PRINT('CON*1*WALL*'); PRINT(2.4,(((H21-HC)*A4/2.0
-0.02)*T+0.02*(A4+(H21-HC-0.2)))));

```

```

SPACE(10); PRINT('MOLD#1#M='); PRINT(2.4, (H1+H21+HA+H3+H3+
H4+H4-0.2)); SPACE(5);
PRINT('MOLD#1#WALL='); PRINT(2.4, ((H21-HC-0.2)*(A4-0.2
)+HA*(A4+H21-HC-0.2)+(H21-HC)*(A4-0.2)-0.02
+T*SQRT((H21-HC)^2+A4^2))); CRLF(1);
SPACE(17); PRINT(''); PRINT(3.4, (A1*(H1+H2)+A2*H2/2.0+0.02+
H3*A6)); PRINT('');
PRINT(3.4, TCV10); PRINT('/10#M'); SPACE(27); PRINT
(''); PRINT(3.4, (H1+H21-0.2+H3*2.0));
PRINT(''); PRINT(3.4, K110); PRINT('/10#M');
CRLF(4);
SPACE(30+5); PRINT('*****FRONT#WALL#MAIN#BAR#ARRANGEMENT#
*****'); CRLF(1); STARA(0.2, H21, ASV1[3], ASV2[3], ASV3[3], ASV4[3],
ASV5[3], SUM1, TW1, TW2, TW3);
SPACE(30+5); PRINT('*****BACK#BASE#MAIN#BAR#ARRANGEMENT#
*****'); CRLF(1);
STARA(0.25, A4, ASF1[3], ASF2[3], ASF3[3], ASF4[3], 0.0, SUM2, THH1,
THH2, THH3);
SPACE(30+5); PRINT('*****KETUGOTEKKIN#HAITI#FRONT#WALL*****');
CRLF(1);
STARA(0.2, H21, ASKH1[3], ASKH2[3], ASKH3[3], ASKH4[3], ASKH5[3], SUM3,
TW1, TW2, TW3);
SPACE(30+5); PRINT('*****KETUGOTEKKIN#HAITI#BACK#BASE*****');
CRLF(1);
STARA(0.25, A4, ASKV1[3], ASKV2[3], ASKV3[3], ASKV4[3], 0.0, SUM4, TH1,
TH2, TH3);
SPACE(30+5); PRINT('*****DISTRIBUTING#BAR#ARRANGEMENT#FRONT#
WALL*****'); CRLF(1);
HAIKIN(ASV5[4], L, HTW);
SPACE(30+5); PRINT('*****DISTRIBUTING#BAR#ARRANGEMENT#BACK#
BASE*****'); CRLF(1);
HAIKIN(ASF1[4], L, HTB);
SPACE(30+5); PRINT('*****DISTRIBUTING#BAR#ARRANGEMENT#FRONT#
BASE*****'); CRLF(1);
HAIKIN(ASR1[4], A2-0.09, HTF);
if H>7.0 then
begin
if HTW[2]=13.0 then HRW:=0.35 else HRW:=0.45;
HTWL2:=5.0; HTWL3:=H-0.15-5.0+HRW; HTWL4:=4.0; HTWL5:=H-0.15-
4.0+HRW;
end;
TLW3:=TLB3:=FLOAT(FIX(L*100.0*0.11))*5.0;
TLW2:=(A1*100.0-12.0)*1.41421356;
TLW1:=(L*100.0-TLW3-2.0*(A1*100.0-12.0))/2.0;
TLW4:=2.0*(TLW1+TLW2)+TLW3;
TLB2:=(H31*100.0-18.0)*1.41421356;
TLB1:=(L*100.0-TLB3-2.0*(H31*100.0-18.0))/2.0;
TLB4:=2.0*(TLB1+TLB2)+TLB3;
TLHA:=SQRT(H21^2+A4^2);
HRB:=if AS1[2]=16.0 then 0.45 else
if AS1[2]=19.0 then 0.50 else
if AS1[2]=22.0 then 0.60 else
if AS1[2]=25.0 then 0.70 else
if AS1[2]=29.0 then 0.80 else if AS1[2]=32.0 then
0.85 else 95.0;
TLH1:=TLHA+HRB+0.3;
if TLH1>7.0 then
begin
TLH2:=4.0; TLH3:=TLHA+HRB-4.0;
end;
SPACE(30+5); PRINT('*****TEKKIN#SUNPO*****'); CRLF(1);
PRINT(3.1, TLW1); PRINT(3.1, TLW2); PRINT(3.1, TLW3);

```

```

PRINT('L='); PRINT(3.1,TLW4);
PRINT(3.1,TLB1); PRINT(3.1,TLB2);PRINT(3.1,TLW3);
PRINT('L=');PRINT(3.1,TLB4); CRLF(1);
ASR1[7]=L*100.0/ASR1[3];
ASR1[10]=FLDAT(FIX(ASR1[7]));
if ASR1[7]>ASR1[10] then begin ASR1[8]=L*100.0-ASR1[3]*ASR1[10];
ASR1[9]=ASR1[10]+1.0; end
else begin ASR1[8]=0.0; ASR1[9]=ASR1[10]; end;
SPACE(30+5); PRINT('*****FRONT*BASE*MAIN*BAR*ARRANGEMENT*****
*'); CRLF(1);
PRINT(2, FIX(ASR1[10])); PRINT('*'); PRINT(2.1, ASR1[3]);
PRINT('='); PRINT(3.1, ASR1[3]*ASR1[10]);
PRINT('+'); PRINT(2.1, ASR1[8]); SPACE(5); PRINT('N=');
PRINT(2, FIX(ASR1[9])); CRLF(2);
T2: ASR1[10+1]=if ASR1[2]=16.0 then 0.45 else
if ASR1[2]=19.0 then 0.50 else
if ASR1[2]=22.0 then 0.60 else
if ASR1[2]=25.0 then 0.70 else
if ASR1[2]=29.0 then 0.80 else
if ASR1[2]=32.0 then 0.85 else 0.95;
HTFM=if ASR1[2]=19.0 v ASR1[2]=22.0 then 16.0 else
if ASR1[2]=25.0 then 19.0 else
if ASR1[2]=29.0 then 22.0 else
if ASR1[2]=32.0 then 25.0 else 29.0;
SPACE(30+5); PRINT('*****TEKKIN*HYO*****'); CRLF(1);
SPACE(20+3); PRINT('D'); SPACE(5); PRINT('L'); SPACE(6);
PRINT('N'); SPACE(5);
PRINT('W/M'); SPACE(4); PRINT('W/1 PPON'); SPACE(6);
PRINT('W'); CRLF(1);
HRB=T; I=(FIX(SUM1)+2)*2; if I=FIX(SUM1) then TLB3=SUM1-2.0
else TLB3=SUM1-1.0;
TABLE(ASV1[2],L,TLB3,T); WT[1]=T;
PRINT('FRONT*WALL*MAIN*STRAIGHT'); CRLF(1);
TABLE(ASV1[2],TLW4/100.0,TLB3/2.0,T); WT[2]=T; SPACE(10+6);
PRINT('BEND*UP'); CRLF(1);
if H<=7.0 then
begin TABLE(HTW[2],H-0.15,2.0*HTB[9],T); WT[3]=T;
SPACE(11); PRINT('DISTRIBUTING*VERTICAL'); CRLF(1);
end else
begin TABLE(HTW[2],HTWL2,HTW[9],T); WT[30+1]=T;
SPACE(11); PRINT('DISTRIBUTING*VERTICAL'); CRLF(1);
TABLE(HTW[2],HTWL3,HTW[9],T); WT[30+2]=T; CRLF(1);
TABLE(HTW[2],HTWL4,HTW[9],T); WT[30+3]=T; CRLF(1);
TABLE(HTW[2],HTWL5,HTW[9],T); WT[30+4]=T; CRLF(1);
WT[3]=0;
end;
TABLE(HTW[2],L,4.0,T); WT[4]=T; SPACE(20+4);
PRINT('HORIZONTAL'); CRLF(1);
if TLH1<=7.0 then
begin
TABLE(AS1[2],TLH1,AS5[5],T); WT[5]=T; PRINT('BUTTRESS');
CRLF(1);
TABLE(AS1[2],4.0,4.0,T); WT[6]=T; CRLF(1);
end else
begin
TABLE(AS1[2],TLH2,AS1[5],T); WT[30+5]=T; PRINT('BUTTRESS');
CRLF(1);
TABLE(AS1[2],TLH3,4.0,T); WT[30+6]=T; CRLF(1); WT[5]=WT[6]=0;

```

```

end;
I:=(FIX(SUM2)+2)*2; if I=FIX(SUM2) then TLB3:=SUM2 else
  TLB3:=SUM2+1.0;
TABLE(ASF1[2],L,TLB3,T); WT[7]:=T;
PRINT('BACK*BASE*MAIN*STRAIGHT'); CRLF(1);
TABLE(ASF1[2],TLB4/100.0,TLB3/2.0,T); WT[8]:=T; SPACE(10+5);
PRINT('BEND*UP'); CRLF(1);
TABLE(HTB[2],A4+A1-0.15,2.0*HTB[9],T); WT[9]:=T; SPACE(10);
PRINT('DISTRIBUTING'); CRLF(1);
TABLE(ASR1[2],A2+ASR1[10+1]+0.3,ASR1[9],T); WT[10]:=T;
PRINT('FRONT*BASE*MAIN'); CRLF(1);
TABLE(HTFM,A2+ASR1[10+1],ASR1[9],T); WT[10+1]:=T; SPACE(11);
PRINT('DISTRIBUTING'); CRLF(1);
TABLE(HTF[2],L,2.0*HTF[9],T); WT[10+2]:=T; CRLF(1);
TABLE(16.0,(A1+HRB-0.15)*SQRT(2.0),2.0*(SUM1-1.0),T);
WT[10+3]:=T; PRINT('HAUNCH*FRONT*WALL*AND* BUTTRESS'); CRLF(1);
TABLE(16.0,(H31+HRB-0.2)*SQRT(2.0),2.0*SUM4,T); WT[10+4]:=T;
SPACE(7); PRINT('BACK*BASE*AND* BUTTRESS'); CRLF(1);
TABLE(16.0,(A1+H31)*SQRT(2.0),SUM2*2.0,T); WT[10+5]:=T;
SPACE(7); PRINT('FRONT*WALL*AND*BACK*BASE'); CRLF(1);
TABLE(ASKH1[2],0.7+TW2[1]*A4/H21/100.0,TW3[1],T); WT[10+6]:=T;

PRINT('KETUGD*TEKKIN*FRONT*WALL*AND* BUTTRESS'); CRLF(1);
TABLE(ASKH1[2],0.7+(TW2[1]+TW2[2])*A4/H21/100.0,TW3[2],T);
WT[10+7]:=T; CRLF(1);
TABLE(ASKH1[2],0.7+(TW2[2]+TW2[3])*A4/H21/100.0,TW3[3],T);
WT[10+8]:=T; CRLF(1);
TABLE(ASKH1[2],0.7+(TW2[3]+TW2[4])*A4/H21/100.0,TW3[4],T);
WT[10+9]:=T; CRLF(1);
TABLE(ASKH1[2],(TW2[4]+TW2[5])*A4/H21/100.0,TW3[5],T);
WT[20]:=T; CRLF(1);
TABLE(ASKV1[2],TH2[1]*H21/A4/100.0,TH3[1],T); WT[20+1]:=T;
SPACE(10+4); PRINT('BACK*BASE*AND* BUTTRESS'); CRLF(1);
TABLE(ASKV1[2],(TH2[2]+TH2[1])*H21/A4/100.0,TH3[2],T);
WT[20+2]:=T; CRLF(1);
TABLE(ASKV1[2],(TH2[2]+TH2[3])*H21/A4/100.0,TH3[3],T);
WT[20+3]:=T; CRLF(1);
TABLE(ASKV1[2],(TH2[3]+TH2[4])*H21/A4/100.0,TH3[4],T);
WT[20+4]:=T; CRLF(1);
for I:=1 step 1 until (20+4) do
  begin if I=1 then AW[1]:=WT[1] else
    AW[1]:=WT[1]+AW[1-1]; end;
  if H>7.0 ^ TLH1<7.0 then begin AW[20+4]:=AW[20+4]-WT[3]+WT[30+
    1]+WT[30+2]+WT[30+3]+WT[30+4];
    SPACE(20+30+5); PRINT(5.3,AW[20+4]);
    SPACE(5); PRINT('W/10M='); PRINT(5.3,AW[20+4]*10.0/L);
    CRLF(4); end else
    if H>7.0 ^ TLH1>7.0 then begin
      AW[20+4]:=AW[20+4]-WT[3]-WT[5]-WT[6]+WT[30+1]+WT[30+2]+
        WT[30+3]+WT[30+4]+WT[30+5]+WT[30+6];
      SPACE(20+30+5); PRINT(5.3,AW[20+4]); SPACE(5);
      PRINT('W/10M='); PRINT(5.3,AW[20+4]*10.0/L); CRLF(4); end else
      if H<7.0 ^ TLH1>7.0 then begin AW[20+4]:=AW[20+4]-WT[5]-
        WT[6]+WT[30+5]+WT[30+6]; SPACE(20+30+5);
        PRINT(5.3,AW[20+4]); SPACE(5);
        PRINT('W/10M='); PRINT(5.3,AW[20+4]*10.0/L);
        CRLF(7); end
      else begin SPACE(20+30+5); PRINT
        (5.3,AW[20+4]); SPACE(5); PRINT('W/10M=');
        PRINT(5.3,AW[20+4]*10.0/L); CRLF(9); end;
    end;
  end;
end;

```

```

end;
end;

```

H= 5.50 FL= 0.50 C= 0.28 D9W= 2.500

```
*****S E C T I O N *****
A1= 0.30  A2= 0.50  A3= 0.30  A4= 2.15  A5= 1.62  BASE= 2.95  T= 0.50
H1= 4.95  H2= 0.05  H3= 0.90  H4= 0.30  H30= 0.55  H31= 0.50  H5= 0.30
```

***** R E I N F O R C E M E N T *****

***** FRONT WALL *****

BX	AX	AS	ASI	D	N	PITCH	SA	CA	SENDAN
0.500	1.8998	6.6200	1.5131	16	3	30.000	39.68	0.88	0.00
1.000	3.4001	6.6200	1.5131	16	3	30.000	320.28	7.09	0.00
2.000	6.7694	7.9440	1.8158	16	4	25.000	122.90	10.38	0.00
3.000	7.9049	7.9440	1.8158	16	4	25.000	575.13	14.16	0.00
4.000	8.8947	9.9300	2.2697	16	5	20.000	589.50	16.50	0.01
5.000	9.7885	9.9300	2.2697	16	5	20.000	713.60	19.97	0.01
*****BACK BASE*****									
BK	AX	AS	ASI	D	N	PITCH	SA	CA	SENDAN
2.150	11.4639	13.2400	3.0263	16	6	15.000	425.14	10.30	0.00
2.150	8.8712	9.9300	2.2697	16	5	20.000	336.10	6.91	0.01
1.375	5.1174	6.6200	1.5131	16	3	30.000	165.24	2.71	0.00
0.537	5.1409	6.6200	1.5131	16	3	30.000	166.76	2.73	0.00
*****BUTTRESS WALL*****									
BX	AX	AS	ASI	D	N	PITCH	SA	CA	SENDAN
1.000	0.7144	5.9580	1.3618	16	3	16.000	175.98	1.36	0.21
2.000	2.1220	5.9580	1.3618	16	3	16.000	52.36	0.99	0.00
3.000	4.1182	5.9580	1.3618	16	3	16.000	930.01	4.79	0.00
4.000	6.6954	7.9440	1.8158	16	4	32.000	1207.50	5.91	1.85
5.000	9.8518	9.9300	2.2697	16	5	21.333	1621.63	7.02	1.85

*****KETSUGO TEKKIN*****

*****KETSUCO TERRIN*****											
1.00	0.407	6.620	16	3	30.0	0.54	5.714	6.620	16	3	30.0
2.00	1.053	6.620	16	3	30.0	1.07	3.426	6.620	16	3	30.0
3.00	2.000	6.620	16	3	30.0	1.61	1.139	6.620	16	3	30.0
4.00	3.249	6.620	16	3	30.0	2.15	1.149	6.620	16	3	30.0
5.00	4.798	6.620	16	3	30.0						

*****FRONT BASE*****

BK	AX	AS	AS1	D	N	PITCH	SA	CA	SENDAN
0.500	10.4470	13.2400	3.0263	16	6	15.000	313.22	7.10	0.01

```

*****SAFETY FACTOR*****
OVERTURN = 2.318 ( 2.541 ) SLIDE= 2.107 ( 1.570 ) S= .0000000 0 KEY= 4.5299
FRONT RE = 14.768 ( 14.592 ) BACK RE= 6.034 ( 5.957 ) LKX= 1.15 Q= 4.175

```

```
*****V O L U M E*****
CONCRETE= 9.7798 ( 9.5728 ) MOLD= 37.0451 ( 35.6651 )*** ** 2.300 M ATARI KEISAN
CON 1 M= 3.0975 CON 1 WALL= 2.5377 MOLD 1 M= 11.6323 MOLD 1 WALL= 21.4580
( 3.0075 ) 42.5210 /10 M ( 10.7500 ) 161.0658 /10 M
```

*****FRONT WALL MAIN BAR ARRANGEMENT*****

4 * 30.0 = 120.0	4 * 25.0 = 100.0	4 * 25.0 = 100.0	4 * 20.0 = 80.0	4 * 20.0 = 80.0
20.0	L = 500.0	N = 21		

*****BACK BASE MAIN BAR ARRANGEMENT*****

4 * 15.0 =	60.0	3 * 20.0 =	60.0	2 * 30.0 =	60.0	1 * 30.0 =	30.0
+	5.0	L =	215.0	N =	11		

4 * 30.0 = 120.0 3 * 30.0 = 90.0 3 * 30.0 = 90.0 4 * 30.0 = 120.0 2 * 30.0 = 60.0
+ 20.0 L = 50.0 N = 17

*****KETUGOTEKKIN HAITI BACK BASE*****

2 * 30.0 = 60.0	2 * 30.0 = 60.0	2 * 30.0 = 60.0	1 * 30.0 = 30.0
+ 5.0	L= 215.0	N= 8	

*****DISTRIBUTING BAR ARRANGEMENT FRONT WALL*****
 AS= 4.223 D= 13 7 * 30.0 = 210.0 + 20.0 N= 8

*****DISTRIBUTING BAR ARRANGEMENT BACK BASE*****
AS= 4.223 D= 13 7 * 30.0 = 210.0 + 20.0 N= 8

*****DISTRIBUTING BAR ARRANGEMENT FRONT BASE*****
AS= 4.223 D= 13 1 + 30.0 = 30.0 + 11.0 N= 2

34.5 25.5 125.0 L= 244.9 ****TEKKIN SUNPO****
20.5 45.3 125.0 L= 256.5

```

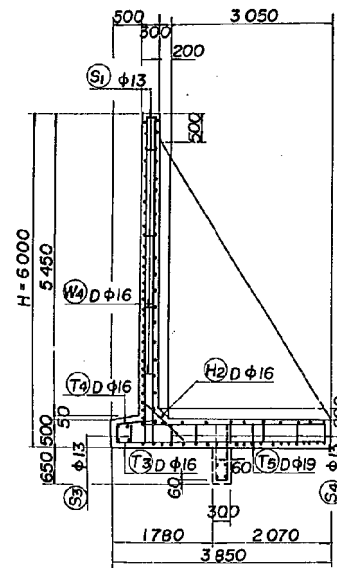
*****FRONT BASE MAIN BAR ARRANGEMENT*****
N= 16
5 * 15.0 = 225.0 + 5.0

```

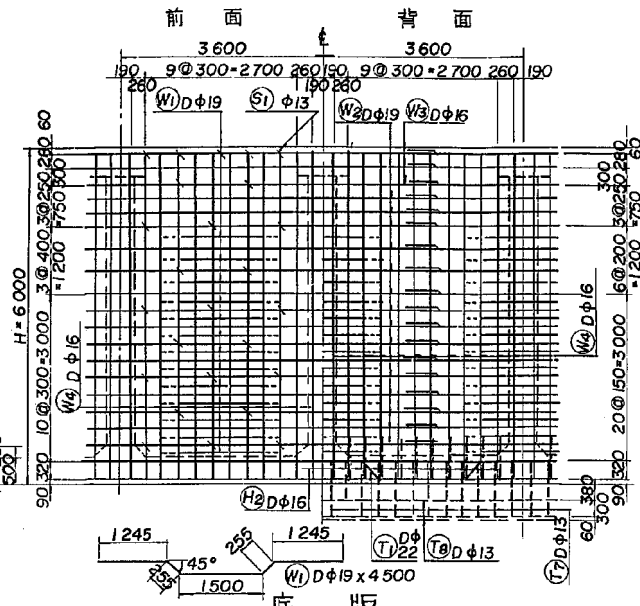
*****TEKKIN HYD*****

	D	L	N	W/V	W/IPPON	V	
16	2.300	20	1.560	3.588	71.760	FRONT WALL MAIN STRAIGHT	
16	2.449	10	1.560	3.821	38.206	BEND UP	
13	5.350	16	0.995	5.323	85.172	DISTRIBUTING VERTICAL	
13	2.300	4	0.995	2.288	9.154	HORIZONTAL	
16	4.193	5	1.560	9.661	48.354	BUTTRESS	
16	4.000	4	1.560	4.240	24.940		
16	2.300	12	1.560	3.588	43.056	BACK BASE MAIN STRAIGHT	
16	2.565	6	1.560	4.002	24.009	BEND UP	
13	2.300	16	0.995	2.288	36.616	DISTRIBUTING	
16	0.950	16	1.560	1.950	31.200	FRONT BASE MAIN	
29	0.950	16	0.950	16.788	74.068	DISTRIBUTING	
13	2.300	4	0.995	2.288	9.154		
16	0.919	40	1.560	1.434	57.361	HAUNCH FRONT WALL AND BUTTRESS	
16	1.131	16	1.560	1.765	28.239	BACK BASE AND BUTTRESS	
16	1.131	22	1.560	1.765	38.829	FRONT WALL AND BACK BASE	
16	1.216	4	1.560	7.897	7.588	KETUGO TEKIN FRONT WALL AND BUTTRESS	
16	2.119	3	1.560	3.306	9.917		
16	2.893	3	1.560	4.513	13.539		
16	3.796	4	1.560	5.922	23.687		
16	3.870	2	1.560	6.037	12.074		
16	1.395	2	1.560	2.177	4.353		
16	4.186	2	1.560	6.330	13.050	BACK BASE AND BUTTRESS	
16	6.977	2	1.560	10.884	21.757		
16	9.070	1	1.560	14.149	14.149		
					742.762	W/10M= 3229.400	

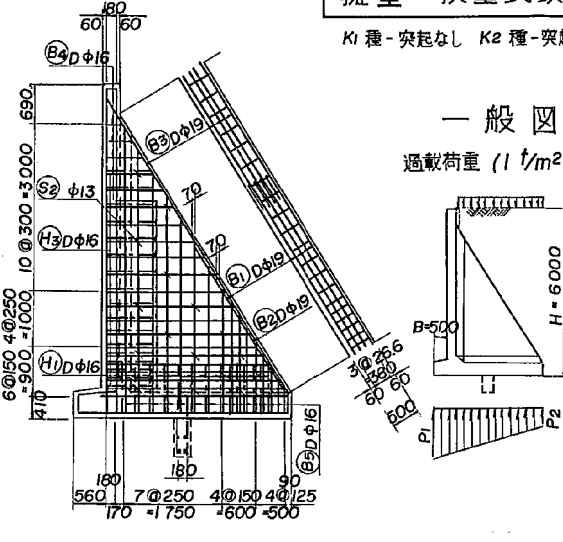
横断図



前壁



扶壁



03-RB-27(K-H6000-B500)-S40

(種別) (高さ) (前端幅)

擁壁 - 扶壁式鉄筋コンクリート擁壁 - その27 $s=1/100$

K1種 - 突起なし K2種 - 突起あり

擁壁背面の土は粘土を多量に含む砂質土

土圧係数 (0.40)

設計条件

- 単位重量 コンクリート 2500 kg/m^3
土 砂 1800 kg/m^3
- 許容応力 コンクリート 70 kg/cm^2
鉄筋 (SD-30) 1600 kg/cm^2
- 安全度

合力の作用点がフーチングの中央1/3以内にあること

滑動の安全率 2.0 以上 (突起のある場合)

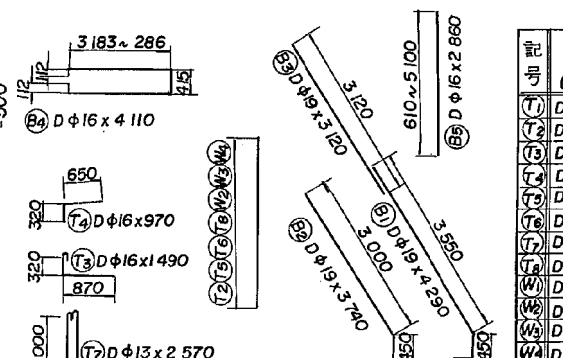
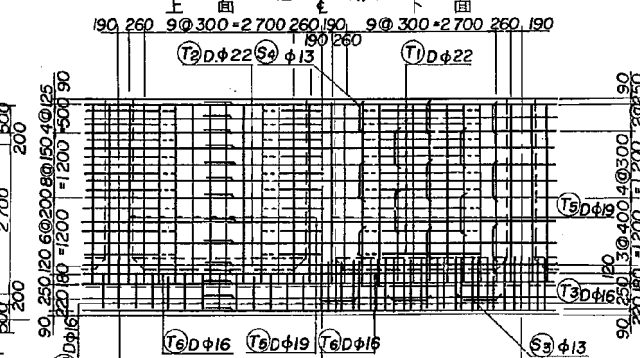
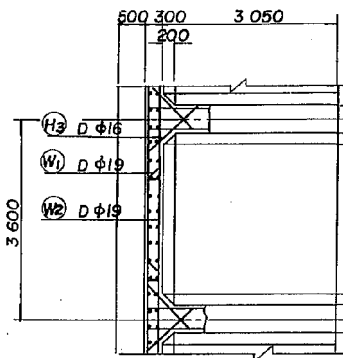
転倒の安全率 1.5 以上

K種	安全率	
	滑動	転倒
K1種	1.36	2.58
K2種	2.12	2.12

K種	地盤反力	
	$P_1 (\text{t/m}^2)$	$P_2 (\text{t/m}^2)$
K1種	22.88	0.00
K2種	23.02	0.13

鉄筋表 3600mm 当り

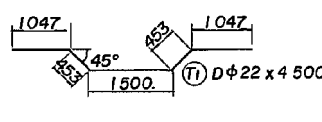
記号	径 (mm)	長さ (mm)	本数 (本)	単位重量 (kg/m)	一本重量 (kg)	重量 (kg)	形状	摘要
T1	Dφ22	4500	9	3.04	13.680	123.120		
T2	Dφ22	3600	20	3.04	10.944	218.880		
T3	Dφ16	1430	24	1.56	2.231	53.544		
T4	Dφ16	970	12	1.56	1.513	18.156		
T5	Dφ19	3200	24	2.25	7.200	172.800		
T6	Dφ16	3600	8	1.56	5.616	44.928		
T7	Dφ13	2570	12	0.995	2.557	30.684		突起
T8	Dφ13	3600	4	0.995	3.582	14.328		突起
W1	Dφ19	4500	13	2.25	10.125	131.625		
W2	Dφ19	3600	30	2.25	8.100	243.000		
W3	Dφ16	3600	6	1.56	5.616	33.696		
W4	Dφ16	5850	24	1.56	9.126	219.024		
S1	Dφ19	4290	4	2.25	9.653	38.612		
S2	Dφ19	3740	4	2.25	8.415	33.660		
S3	Dφ19	3120	4	2.25	7.020	28.080		
S4	Dφ16	4110	20	1.56	6.412	128.240		平均
S5	Dφ16	2860	30	1.56	4.462	133.860		平均
H1	Dφ16	1850	28	1.56	2.886	80.808		
H2	Dφ16	1560	10	1.56	2.434	24.340		
H3	Dφ16	1610	34	1.56	2.512	85.408		
小計 K1=1811.781 kg K2=1856.793 kg								



K種	材料表 3600mm 当り		
	コンクリート (m ³)	鉄筋 (kg)	型わく (m ²)
K1種	17.095	58.061	
K2種	17.851	62.741	

端部材料表

K種	前壁及底版m 当り 扶壁		
	コンクリート (m ³)	鉄筋 (kg)	型わく (m ²)
K1種	3.608	0.412	
K2種	3.818	4.315	
	型わく (m ²)	13.050	20.779



組立筋寸法図

記号	径	L = b + 12d		
		b	12d	L
S1	φ13	209	156	365
S2	φ13	409	156	565

記号	径	L = 2b + 12d		
		b	12d	L
S3	φ13	780	156	1565
S4	φ13	710	156	1501

注; 1. 1.000m 当り不足水平抵抗力は 10.39t

2. 端部ハリ出し長さは扶壁中心より 1.600m までとする

3. 扶壁間隔方向のすべての水平鉄筋 (3600) は結手長さを含まず

4. 端部などで扶壁間隔を変更する場合にはコンクリート型わくは端部材料表を使用のこと

5. 端部鉄筋は適宜もうけること

6. 端部では必要に応じて扶壁を1壁加える

2.3.5 石積工, 石張工

1 概説

石積は古くからわが国において使用され発達してきた工法であるが設計は多く昔からの経験に基いてなされ比較的安全性を保って今日に至っている。

最近になってこれらに理論的根拠を与えようとする試みがなされ或いは裏込栗石をも加えての重力擁壁として計算するもの或いは石積合力の作用点の位置で安全高さを判定するもの等多くのものがあるが石積の石相互のかみ合せ, 裏込栗石の内部におけるエネルギーの分散消耗等に解明されない点が多いためにこれらは経験的に安全と思われる値より断面としては厚いものになるもののようである。

この度石積の項をまとめるに当たって考慮したことは各地建で従来安全に使われていたと思われるものを充分尊重し, 算式としては岡積溝の式に粘着力等考え得る要素を入れて数値としては, 石の個数, 胴込栗石量は現場に応じたものを用いることにした。

尚コンクリートブロック積については石積の石をブロックに置き換えた考え方に発しているもので独自の考え方はまだなされていないのでブロックを分類する程度にとどめ積み方は石積に準ずるものとする。

2. 石積(張)の種類

1) 石積工, 石張工

1割より急なものを石積とし1割以上5割までを石張とし5割以上を平張とする。石積, 石張工の特徴をあげれば次のようである。

(1) 石積工

- (i) 土圧, 水圧などの外圧にも耐えうる構造である。
- (ii) 高い石積においては下部に至るに従って石の控長を増大する。
一般には控長を同じとして裏込コンクリートを増してこれに代えている。
- (iii) 裏込の厚さは上部から下部に至るに従ってこれを増大すること。
- (iv) 縦積とした場合には土圧を増大することがないように2~3m(径5cm以上)に1ヶ所の割合で水抜孔を設けること。

(2) 石張工

- (i) のり面保護を主たる目的とする。(土圧, 水圧は幾分かかかるが)
- (ii) 石張工においては上部と下部とで石の控長を変えず(気持下部に大きいものを使用することは好ましいが), 従って裏込の厚さを変えないのを通例とする。

2) 空石積(張), 練石積(張)

モルタル(1:3程度)コンクリート(1:3:6程度)の各個の石を緊結したものを練石積(張)という。この中には単に目潰しコンクリートを目地につめ河川等で多い表からの土砂の吸出しを防いでいる程度のものもある。石のみで築石するものを空石積(張)という。

(1) 空石積(張)

- (i) 高さの低い場合, 空石積が用いられるが一般に2~2.5m以上では練り積としているようである。
- (ii) 張芝のきかないしかも湧水のある箇所の法面防護とか, 河川堤防の裏法民防護の石張は水排けをよくする関係で空石張が用いられる。

(2) 練石積(張)

- (i) 石積の高さが高くなり4 mにも5 mにもなると強度が落ちるので小段を作ったり下部と上部の石の大きさに変え下部ほど石を大きなものとしたり裏込栗石を下部ほど多く入れるなどの考慮が必要である。

一般には石を大きくする代りに裏込コンクリートを厚くすることが多い。

- (ii) 湧水がなく表面が風化崩壊の傾向がある法面の防護、河川の護岸等で附近に大きな石材がない場合、流勢が激しく裏込の洗い出される恐れがある場合には練石張が用いられる。ただ練石積の場合地質が不均一であるため不等沈下を来して亀裂を生ずるおそれが多分にあるので10~15 mに継手を設けてこれを防止する。

3. 石積(張)工の㎡当りの個数

石積(張)の㎡当りの個数については、個数を決めることは困難で、又各地建の数量も夫々異なり(面の大きさの取り方によっても異なる)。今回の標準化に当っては各地建の数量とJIS規格により検討したが、現場に応じて決めることにした。参考にそれらの資料について述べる。

1) 割石

- (1) JISによれば「面が原則としてほぼ方形に近いもので、控は二方落しとし、面に直角に測った控の長さは、面の最小辺の1.2倍以上であること。」と規定されている。

標準設計では控長は35 cm、45 cmをとりあげた。JISによれば「35割石の控長は35 cm以上、表面積は900 cm²以上と規定されている。」

これ等を基にして表1を計算した。

要約すれば

面の2辺 (cm) (cm)	表面積 (cm ²)	個数
29×32	914	11
29×38	1100	9
26×35	910	11

即ち 1㎡当り 9~11 である。

- (2) 各地建のデータによれば地建別に面の大きさが夫々少しづつ異っているが、一般にF35では11~13個、F45では8~11個である。

別表 1.

控長 350mm の場合 J I S 規定の割石の上, 下限を計算する。

割石の面はほぼ正方形

面の面積を 1,220 cm² までとする (∵ 控長 400 mm の場合面の面積は 1,220 cm² 以上)

$$\begin{aligned} &\downarrow \text{控} \\ &35 / 1.2 \div 29 \end{aligned}$$

表 2.3 - 5

a	b	b/a	a×b	1/a×b
29	29	1	841	11.9
	30		870	
	31		899	
	32	1.1	928	10.8
	33		957	
	34		986	
	35	1.2	1015	9.9
	36		1044	
	37		1073	
	38	1.3	1102	9.1
	39		1131	
	40		1160	
	41	1.4	1189	8.4
	42	1.45	1218	8.2

$$35 / 1.3 \div 26$$

表 2.3 - 6

a	b	b/a	a×b	1/a×b
26	26	1	676	14.6
	27		702	
	28		728	
	29	1.1	754	13.3
	30		780	
	31	1.2	806	12.4
	32		832	
	33		858	
	34	1.3	884	11.3
	35		910	11.0
	36		936	
	37	1.4	962	10.4
	38		988	
	39	1.5	1014	9.9

2) 玉石

玉石は野面石とも云い, 人工を加えないまま天然に産する稜線のあきらかでない築石で控長の外は面の形状等に制限なく, 普通控長 20 cm 以上 (径 15 cm 程度以上) で偏平でないものを云っている。標準設計では控長, 250, 350, 450 mm をとった。

(1) 計算式によれば

東北大学教授尾尾氏が玉石について研究されたものをもとに玉石は正六角形につまれるものとして

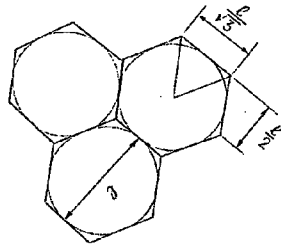


図 2.3 - 13

ℓ : 玉石の胴径

A : 正六角形の面積

$$A = \frac{\ell}{\sqrt{3}} \times \frac{\ell}{2} \times \frac{1}{2} \times 6 = \frac{3}{2} \ell^2$$

n : m² 当りの個数

$$n = \frac{1}{A} = \frac{2}{\sqrt{3} \ell^2} = \frac{1}{\ell^2} \times 1.15 \dots\dots(1)$$

(1)式による玉石の胴径と個数

表 2.3-7 控長 25 cm

胴 径 (cm)	個 数 (ヶ/m ²)
20	29
19	32
18	36
17	40
16	45

表 2.3-8 控長 35 cm

胴 径 (cm)	個 数 (ヶ/m ²)
27	16
26	17
25	19
24	20
23	22

表 2.3-9 控長 45 cm

胴 径 (cm)	個 数 (ヶ/m ²)
33	11
32	12
31	12
30	13
29	14

(2) 各地建のデータ

控長 (mm)

m² 当りの個数

250

29 ~ 42

350

15 ~ 17

450

9 ~ 14

4. 胴込量について

胴込コンクリートについても各地建で夫々異なり、数量を断定する事は困難であるが、実績、経験により大体近似値に近い数量で積算されているが、各地建の数量調査の結果は次のようである。

割 石

F350 0.18m² (3件), 0.175m² (3件), 0.15m² 以下 (3件)

F450 0.25m² (1件), 0.225m² (3件), 0.1m² (1件)

玉 石

F250 0.11m² (1件), 0.083m² (3件), 0.056m² (1件)

F350 0.18m² (1件), 0.117m² (2件), 0.1m² (F300 以上)

F450 0.24m² (1件), 0.15m² (2件)

以上のとおり、割石では控長下の約 2 分の 1、玉石では 3 分の 1 程度の数量であることがわかる。

然し現場よりの強い要望により、現場に応じて決めることにした。

なおこれらの資料の詳細については表 2.3-10、表 2.3-11 を参照願います。

表 2.3 - 1 0 石 積 当 り の 個 数 調 査 表

単位個, mm

種 目 地 建 名	F 2 5 0	F 3 5 0		F 4 5 0		摘 要
	玉 石	割 石	玉 石	割 石	玉 石	
北 海 道 開 発 局	31 (F240)	17 (面240以上)	17 (径240以上)	11 (面300以上)	14 (径270以上)	
東 北 地 方 建 設 局	29	13	16	10	12	
北 陸 地 方 建 設 局						
関 東 地 方 建 設 局	42	13	————	8.3	————	
中 部 地 方 建 設 局	35	11	16	9	————	
近 畿 地 方 建 設 局		12 (F360) (面900cm以上)		11 (面900cm以上)		
中 国 地 方 建 設 局	35 35.7 (F256, 径180)	12 (面250角)	16 17.1 (F343, 径260) 14.7 (F364, 径280)	10	11 8.93 (F446, 径360)	
四 国 地 方 建 設 局						
九 州 地 方 建 設 局	35.7 (F256, 径180)	11 (面900cm以上)	17.1 (F343, 径260) 14.7 (F364, 径280)	10 (面1000cm以上) 11 (勾配3割以上)	8.9 (F446, 径360)	
39年度標準設計	29	13	16	10	12	

表 2.3 - 1 1 石積 m^3 当りの胴込コンクリート量調査表

単位 m^3 , 数

種 目 地建名	F 2 5 0	F 3 5 0		F 4 5 0		摘 用
	玉 石	割 石	玉 石	割 石	玉 石	
北海道開発局	0.11(径180以上)	0.18(面240以上)	0.18(径240以上)	0.25(面300以上)	0.24(径270以上)	
東北地方建設局	0.083(F/3)	0.175(F/2)	0.117(F/3)	0.225(F/2)	0.15(F/3)	
北陸地方建設局	0.083(F/3)	0.175(F/2)	0.117(F/3)	0.225(F/2)	0.15(F/3)	
関東地方建設局	0.056	0.175	—————	0.225	—————	
中部地方建設局	0.083(F/3)	0.1575(0.45F)				
近畿地方建設局		0.18		0.23		
中国地方建設局		0.18(面25角)	0.1(F300以上)			
四国地方建設局		0.15(F360)				
九州地方建設局		0.14		0.18		
39年度標準規格	0.083(F/3)	0.175(F/2)	0.117(F/3)	0.225(F/2)	0.15(F/3)	

5. 裏込材料

1) 種類

(1) 栗石は天然石又は砕石で一般に6~18cmで大小粒が適当に混合したもので極端に扁平であったり細長いものではないものをいっている。

(2) 普通(なみ)砂利

一名精選砂利とも称し所要の大きさ以外のものを篩い去ったもの。

一般に0.5~5cmが使われ栗石の目潰しか、石張の裏込用に使用されている。

(3) 切込(きりこみ)砂利

河床に堆積しているものを採取したままのもので大小の砂利と砂との混合物である。

普通砂利と砂との割合が6, 4位である。一般に栗石の目潰しか石張の裏込用に使用されている。

2) 使用状況

裏込栗石、砂利については地建によってまちまちで5~18cmの栗石に目潰しとして切込砂利(一般には栗石20%であるが10%の所もあった。)を入れたもの、栗石のまま使用している所、河川等の石張ではこの外5~10cm又は5~15cm程度の栗石に切込砂利を入れたもの、入れないもの、9cm以下、7cm以下、5cm以下と表わした切込砂利0.5~5cmの並砂利等を裏込として使用しているものがあった。

多種多様であるので標準設計としては次のように分類を行った。

(1) 5~18cm程度の栗石に目潰しとして切込砂利を入れたもの。(目潰しは栗石の20%)これは石積及び河川等の石張で流勢激しく土砂の吸出作用が大であると思われる所等を対象とする。

(2) 9~5cm以下の切込砂利、0.5~5cmの並砂利は石張の裏込を対象とする。尚裏込としては沈下のしやすさ吸出作用による吸出され易さから云って出来るだけ土砂等粒径の小さいものは入らない方がよいと思う。従って切込と云っても土砂は抜いた方がよい。

6. ま と め

1) 直高とのりこう配および控長ならびに胴込、裏込コンクリート

(1) 石積工ののりこう配と控長ならびに胴込、裏込コンクリート

のりこう配と控長とは裏腹の関係にあって一方を大にすれば一方が小になるといった具合であるが石積直高の大きさによってのりこう配を急にすれば控長が常識以上に大きくなる所が表われるのでそれをその高さののりこう配の限度とする考え方で少々修正して直高とのりこう配および控長の関係をまとめれば次の通りである。

表 2.3 - 12

直高	~ 1.5	~ 3	~ 5	~ 7
のりこう配 { 盛土	1 : 0.3	1 : 0.4	1 : 0.5	1 : 0.6
	切土	1 : 0.3	1 : 0.4	1 : 0.5
所要控長	25~30	35:55	45~75	50~80

この場合考慮した点は

- (i) 直高とこう配および所要控長は岡積溝の空石積の式を使い土の重量 1800 kg/m^3 石の重量 2600 kg/m^3 にとり道路の土留工等を考えてサーチャージ 1 t/m^3 ($20 \text{ t} / 2.75 \times 7 \text{ m}$ (車の面積)) で地表面か水平の場合、法留工として地表こう配 $1:1.5$ について検討し安全率 $1 \sim 2$ になるようにした。
- (ii) 計算はのりこう配は切土の値と所要控長の組合せとし盛土の場合はこれより安全を見て一段階上げた。
- (iii) 所要控長においては背面地質として息角 $25^\circ \sim 35^\circ$ 程度を考え上限は息角 25° 程度の土、下限は息角 35° 程度の土を対象と考えた。

尚使用石材として控長 $25, 35, 45 \text{ cm}$ を使用することにしたので所要控長に対する不足分は裏込コンクリートで補うこととし、この場合の考え方は胴込、裏込コンクリートを用いれば空積の場合よりは控長が 2 割程度増大するものと仮定して次の表による案とした。

表 2.3 - 13

直 高	～ 1.5 m	～ 3 m	～ 5 m	～ 7 m
空 積	控長 $25 \sim 35 \text{ cm}$	$35 \sim 45$ (イ)		
胴込のみの練積	" 25	$35 \sim 45$	45 (ロ)	45 (ハ)
胴込+裏込 コンクリート	" $25 + 5 \text{ cm}$ (ニ)	$(25 \sim 35) + 10 \text{ cm}$	$(35 \sim 45) + 15 \text{ cm}$	$(35 \sim 45) + 20 \text{ cm}$

- (注) 1. 地質の比較的よい場合
 2. 地質の良質な場合
 3. 裏込コンクリートの値は限度高における値である。
 4. 玉石は割石より強度的に劣ると思われるので表より幾分安全側によること。
 5. 標準化の石の控長としては 25 cm (玉石程度の場合のみ) 35 cm , 45 cm の3種としてこれ以上と云った表現をする。

(2) 石張工の控長、ならびに胴込、裏込コンクリート

- (i) 直高を考えての控長は石積に比べて土圧水圧等の荷重は少いので石積における地質のよい方の値程度を基準とする。
- (ii) 河川の場合
 - (イ) 流勢の大小によっても使用控長を判断する。土石の流出があつて護岸に激突する恐れがある場合には大きな控長を使用する。河床にある粒径より小さい控長を使用するときは練張とする。
 - (ロ) 土砂の吸出作用が大きいと考えられる流勢の所では目潰しコンクリート或は練張とする。
 - (ハ) 川裏は排水の必要上空張(積)又は目潰しコンクリート程度とする。
- (iii) (a)(b)により直高と控長の大体の標準をまとめれば次の通りである。

表 2.3 - 1 4

直 高	～ 3 m	～ 5 m	～ 7 m
空張（又は目潰し）コンクリート	25～45 cm		
胴込コンクリート以上の練張	25～45 cm	35～45 cm	35～45 cm

(注) 1. 法留工においては石積工の地質良質の場合を参考に決めること。

2. 河川の護岸用石張は流勢の大小、流石の衝突の如何により控長の下限を使い分けること。

2) 裏込栗石

(1) 裏込栗石の役目と方針

(i) 裏込の役目は出来るだけ早く裏面の水を外面に排出し石積にかかる水圧を減じ土の凝集力および息角が減じ土圧が増大するのを防ぐためである。

(ii) 裏面の沈降が極力少くなるよう適度の裏込を用いる。

一般に切土における石積の裏込は盛土の場合のものより少量で足りる。盛土の場合には裏込が地山に達するときはその地質に応じ適宜これを減ずる。

地質が良好であれば裏込の厚さを薄くし、地質が余りよくない場合は裏込の厚さを増し全部を練積とするのが普通である。

(iii) 石積と裏込とが幾分一体として働き重力擁壁のような作用を一部なすとも考えられるので裏込は密に詰込む必要がある。

即ち石積の自立性を付与する一部の働きをすることになるので自立式擁壁に比し裏込は遙かに重要である。

(iv) 下部へ行くほど水の集中度が多くなるので背面土または基礎の排水を不完全にし土圧を増しまたは基礎の支圧力を減退せしめる傾向が強いので下部程裏込厚を大とする。石張につきはこの傾向は少いので上下等厚とする。

(v) 裏込栗石は目潰しを施すのが普通である。

(2) 裏込厚

(i) 石積の場合

(イ) 限度高において控長さの1.5倍程度の厚さを目安とする。

(ロ) 地質の悪い場合ほど厚くする。

(ハ) (イ)(ロ)より直高と裏込厚の関係をまとめれば次の表の通りである。

表 2.3 - 1 5

直高	～ 1.5 m	～ 3 m	～ 5 m	～ 7 m
上部	20～40 cm (普通土30 cm)	20～40 cm (普通土30 cm)	20～40 cm (普通土30 cm)	20～40 cm (普通土30 cm)
下部	30～60 cm (普通土45 cm)	45～75 cm (普通土60 cm)	60～100 cm (普通土80 cm)	80～120 cm (普通土100 cm)

注 1. 上限は地質の悪い場合下限はよい場合

2. 切土の場合 比較的良好な地盤ならば上下等厚とし30~40cm(上限は地質の悪い場合下限はよい場合)とする。

地盤の込りが悪いときは上の表に準ずる。

(ii) 石張の場合

石張の場合は上下部等厚とする。

(イ) 空張の裏込厚は地盤が粘土質では控長の1倍程度砂利等の場合これより薄くして控長の0.8倍程度とする。

(ロ) 練張では15cmを限度に空張の0.5倍程度の厚さとする。

(ハ) (イ), (ロ)より控長と裏込厚さとの関係をまとめれば次の通りである。

表 2.3 - 16

控 長	空 張		練 張	
	砂利質土	粘土質土	砂利質土	粘土質土
25cm	20cm ~	25cm	15cm ~	20cm
35	30 ~	35	15 ~	20
45	40 ~	45	20 ~	25

(二) 河川等で堤防の地質が切込砂利状のものでは裏込を不要と極論するものがあるがこの中には砂が介在しているから雨水が流水によってこの砂は洗い流されて(この砂の量は30~40%に達する)そこに間隙が出来、陥没を生ずる恐れがあるので裏込は使用しなければならない。特に空石張で然りである。

3) 基 礎 工

(1) 基礎工の条件

基礎の良否は石積(張)の寿命に重大な関係を有するものであるから次の条件に適するよう設計しなければならない。

(i) 石積(張)の種類と高さを調べこの重量に耐え沈下、転倒、滑りを起さないこと。一般に転倒に対しては1.5滑りに対しては2.0の安全率をとるが滑りに対する安全率2.0は仲々とりにくいので石積前部の受働土圧も考慮に入れることにした。

(ii) 耐久力の大なるもの。

(iii) 現場の地質地形に適當するもの。

(iv) 経済的なもの。

(2) のりこう配、直高と基礎の考え方

(i) 石積においては地質が良好で直高が小(約4m程度以下(案))なる場合は片梯子土台程度のものを使用し直高が大なる場合には梯子土台程度のものを使用するのが普通であるが地質が軟弱な箇所においては(支持力1.0t/m²以下(案))これらの土台に基礎杭を打ち支持力を増加させる。

最近ではほとんどコンクリート土台が使用されるようになったが基礎巾は一般に裏込コンクリート面を背面端として法面から全巾の1/3~1/4程度出突らせて上部の荷重を支えるようにしている。

(ii) 石張ののり長の小なるものに対しては(直高で約4m以下(案))一本土台又は片

梯子土台程度を使用し、のり長の大なるものに対しては梯子土台程度を使用すれば普通の地質においては先づ沈下することはないが地質が極めて軟弱な場合にはこれ等の土台に杭打をして支持力を増加させる。(支持力 10 t/m^2 以下(案))この場合も最近コンクリート土台が広く使われるようになって来た。

その他河川で水替を行って工事をやれない所では詰杭土台、矢板土台、粹類土台等が使われる。これらに対しては前面河川床の洗掘によって滑動しないよう根固工等の施工が必要である。

(3) 基礎の種類による使い方

(i) 栗石基礎

空積石積(張)の基礎として乾地の比較的地質のよい所に用地質に応じ栗石の厚さを決定する。

(ii) コンクリート基礎

普通練積(張)の基礎とするが必要に応じ空積(張)にも使用する。地質にコンクリートの巾および栗石の厚さを決定する。

(iii) 杭打基礎

コンクリート基礎の下に杭を打ち基礎を補強したもので地質に応じ杭長、コンクリート巾および栗石の厚さを決定する。

(iv) 一本土台基礎

石張の直高約 4 m 以下の普通の地質(栗石基礎の場合よりやや軟弱)の所に使用する。練積には用いない。

(v) はし子土台基礎地質がやや軟弱になり一本土台では支えられない場合の石張か、一般の石積に使用する。練積には用いない。

(vi) その他上記各基礎を場所に応じて組合せて用いる。

第 3 章 土木技術の基準化について

第 3 章 土木技術の基準化について

土木試験基準を作ろうという気運になったのは昭和35年1月であって、10項目について第一次案がプリントされ、これにもとづき土研内を中心に多くの方々の御批判を仰ぎ、稿を改めること4回、39年度に再び各地方建設局、及び各研究室の意見、並びに計算例を入れて調整し、一応まとまったが、その後土の分類及びコンクリート標準示方書その他の改訂の事情により発行を延期し、訂正する必要を生じているものについて41年7月末までに集めて、41年中にとりまとめ、発行の予定である。

3.1 材 料

3.1.1 セメント

1. 概 説

ここで取り扱うセメントは、水硬性セメントである。ポルトランドセメント、及びポルトランドセメントクリンカーを含有する高炉セメント、シリカセメントおよびフライアッシュセメントに限定する。

ポルトランドセメントの品質、その他の物理、化学的性質および各種試験方法について次の目次の方法を上げる。

2. 目 次

- 1) セメントの品質
- 2) セメントの物理試験方法
- 3) セメントの化学分析方法
- 4) セメントの水和熱測定方法
- 5) 偽凝結の試験方法
- 6) セメントの風ふるい試験方法
- 7) ポルトランドセメントのオートクレーブ膨張試験方法
- 8) アルカリ骨材反応の試験方法
- 9) ルシヤトリエ方法によるセメントの安定性試験方法
- 10) モルタルの容積変化の測定方法
- 11) 硬化したコンクリート中のポルトランドセメントの含有量試験方法
- 12) セメントモルタルの化学抵抗試験方法
- 13) セメントの空気連行能試験方法
- 14) 遊離石灰の定量方法

3.1.2 歴 青 材 料

1. 概 説

原油の成分の一部が天然または人工的に蒸発除去されて残留した半固体ないし固体の粘性物質を、アスファルトと称する。アスファルト品質については、道路協会規格「石油アスファルトの規格」により、その他の品質試験については、JIS規定によっている。

この章では、乳剤、カットバックアスファルトおよび舗装タールにおける試験を定める。

2. 目 次

- 1) 石油アスファルト
- 2) 石油アスファルト乳剤
- 3) カットバックアスファルトおよび道路油
- 4) 舗装タール

3.1.3 金 属 材 料

1. 概 説

金属材料には多くの種類があるが、主として使用されるのは鉄鋼材料である。これについて検査通則は、JISの規定による、JIS G 0303-1957以下各試験法を上げる、なお材料の外、溶接についての継手の各種試験や、溶接棒関係において、現行の各種示方書についての関係をのべる。

2. 目 次

- 1) 金属材料試験基準

3.1.4 塗 料

1. 概 説

塗料とは一般に常温において流動性をなし、物体面に薄い層として拵げるときは、時間の経過について硬化して物体面に付着し、連続した皮膜をつくり、その物体面を防護および美化する性能を有するものである。塗料はペイント、ワニスに大別される。この章で一般に使用する。サビ止めペイントとトラフイフペイントについて、各種試験方法を上げる。

2. 目 次

- 1) 塗料の品質
- 2) 塗料試験方法

3.1.5 石 材

1. 概 説

JISに規定された石材試験方法は、骨材を除いて、はなはだ少く、わずか石材(JIS A 5003-1959)に石材の物理的性質による分類を行うため、すなわち、圧縮強度方法、見掛比重、吸水率試験方法があり、道路用砕石、(JIS A 5001-1952)に砕石、及び岩石のダブル試験およびロサンゼルス試験材による、すりへり試験方法が規定されているにすぎない。

骨材については、土木標準示様書などに規定されているが、目的について特に目標が主として、コンクリート、道路用に限定されている。よって、一般的な、土木用石材は、もち論岩石の性質を知るための試験方法も入れてある。なお今後石塊の落下衝度等も入れる予定である。

2. 目 次

- 1) 岩石と石材
- 2) 石 材 試 験

3.1.6 その他材料

1 コンクリート舗装用目地材料

1) 概 説

目地は、コンクリート舗装の最大の弱点であるから、十分良い材料を選び、丁寧に施工する必要がある。したがって目地材料を購入する場合には、必ず試験をして良否を確かめるべきである。目地は水密性を確保するための目的で、注入目地材を上部にこれを与える目地板を下部に併用する。これについて各種の管理試験をすべきである。この各項目について述べる。

2) 目 次

- (1) 判定基準
- (2) 試料採取方法
- (3) 注入目地材の試験方法
- (4) 目地版の試験方法

2. 木 材

木材は、産地と製材業者が全国的に分布しているため、製品規格も地域別に多少の相違があるが、大部分は昭和18年農林省告示第469番、および昭和35年農林省告示第694号の用材規格にしたがって生産されているものと考えてよい。また木材の許容応力については、木道路橋設計示方書案（内務省昭和15年）、建設構造設計基準（建築学会）などがあり、使用目的毎に別個に規定されている。

1) 概 説

木材に関する試験は、大別すると、物理的性質に関する試験、力学的性質に関する試験、防火性に関する試験、防腐剤に関する試験、および化学分析試験に区分できる。これらの諸試験については、化学分析試験をのぞいて、JISに規定されているので必要な場合はJISのそれぞれの項を参照されたい。

参考のための各規格の標題を記せば

JIS Z 2101-1957	“木材の試験の通則”
JIS Z 2102-1957	“木材の平均年輪幅、含水率および比重測定方法”
JIS Z 2103-1957	“木材の収縮率測定方法”
JIS Z 2104-1957	“木材の吸水量測定方法”
JIS Z 2105-1960	“木材の吸湿性試験方法”
JIS Z 2111-1963	“木材の圧縮試験方法”
JIS Z 2112-1963	“木材の引張試験方法”
JIS Z 2113-1963	“木材の曲げ試験方法”
JIS Z 2114-1963	“木材のせん断試験方法”
JIS Z 2115-1963	“木材の割裂試験方法”
JIS Z 2116-1963	“木材の衝撃曲げ試験方法”
JIS Z 2117-1963	“木材のかたさ試験方法”
JIS Z 2118-1963	“木材のクリープ試験方法”
JIS Z 2119-1963	“木材の耐朽性試験方法”
JIS Z 2120-1958	“木材の着炎性試験方法”

JIS Z 2121-1959 “木材のクギ引抜抵抗試験方法”

JIS Z 2141-1960 “木材の摩耗試験方法”

JIS A 1301-1959 “建築物の木造部分の防火試験方法”

3.2.1 コンクリートおよびコンクリート製品

1. コンクリート

1) 概 説

コンクリートの試験は、材料に関する試験およびコンクリートに関するものに大別される。又、目的によって材料を選択するための試験、配合を定めるための試験、品質管理のための試験、研究試験などに分けられる。

セメントに関しては、第3章に上げる、骨材に関しては、粒度試験その他モルタルまたは、コンクリートについての試験は、まだ固らないコンクリートと硬化したコンクリートに関する試験についての各種試験について行う。

2) 目 次

- (1) コンクリート用骨材
- (2) 骨材試料の採取
- (3) 骨材の比重および吸水量試験
- (4) 細骨材の表面水量試験
- (5) 骨材のふるい分け試験
- (6) 骨材の洗い試験方法
- (7) 骨材の単位容積重量試験
- (8) 砂の有機不純物試験
- (9) 粗骨材のすりへり試験
- (10) 粗骨材中軟石量試験
- (11) 骨材の安定性試験
- (12) 混合材料
- (13) まだ固まらないコンクリート試料採取
- (14) コンシステンシー試験
- (15) 空気量測定試験
- (16) コンクリートの強度試験用供試体
- (17) 圧縮強度試験
- (18) 曲げ強度試験
- (19) はりの折片によるコンクリートの圧縮強度試験
- (20) コンクリートから切りとったコアーおよびはりの強度試験
- (21) コンクリートの引張り強さ係数試験
- (22) コンクリートのブリージング試験
- (23) ミキサで練り混ぜたコンクリート中のモルタルの単位容積重量差試験
- (24) モルタルおよびコンクリートの長さ変化試験
- (25) 共振振動によるコンクリートの動弾性係数、動せん断弾性係数、動ポアソン比試験

2. コンクリート製品

1) 概 説

コンクリート製品の発達普及は近年めざましいものがあり、将来もますますこの傾向は強まる。この様な製品の大量生産の段階に入るとき、製品の規格化と試験の標準化が順次図られている。現在、JISとして制定されているものは、一般土木向け、下水道等に用いられる手詰製鉄筋コンクリート管、およびヒューム管、いわゆる遠心力鉄筋コンクリート管、

基礎杭用として遠心力鉄筋コンクリート、道路用としてプレストレストコンクリート橋桁、各種の他歩道用コンクリート平板、鉄筋コンクリートU管、コンクリート境界ブロック等の製品がある。

2) 目 次

- (1) 鉄筋コンクリート管
- (2) 遠心力鉄筋コンクリート管
- (3) 遠心力鉄筋コンクリート基礎くい
- (4) 歩道用コンクリート平板
- (5) 鉄筋コンクリートU型
- (6) コンクリートおよび鉄筋コンクリートL型
- (7) コンクリート境界ブロック
- (8) スラブ橋用プレストレスト・コンクリート橋げた
- (9) けた橋用プレストレスト・コンクリート橋げた
- (10) 軽荷重スラブ橋用プレストレスト・コンクリート橋げた
- (11) バッカーベツト・コンクリート管

3.2.2 アスファルト混合物

1. 概 説

アスファルト混合物は、アスファルトと骨材の混合物であるので、その両者の性質の影響を受けて、特にアスファルト混合物が載荷速さや温度によって、性状が主として、アスファルトの流弾性的な性質に負うところが大きい。この様な力学的性状に関する実用試験を安定方試験というが、主として混合物の配合設計に利用されている。

ここでは、アスファルト混合物に関する試験方法のうち道路舗装用アスファルト混合物の品質管理の設計のために利用される安定方試験ならびに抽出試験について規定する。

更に骨材について、碎石、砂利、およびファイラーがあるが、碎石等に関して特にアスファルト舗装用としてでなく、JIS規格による一般の骨材試験について行う。

2. 目 次

- 1) アスファルト混合物の試験
- 2) アスファルト舗装用骨材の試験

3.3.1 土

1. 概 説

この章にとりあつかう^レ土とは道路盛土、河川堤防、アースダム、などの土工構造物を構成する材料としての土、および、橋梁、水門、カルバート、擁壁などの構造物を支持する地盤

としての土をいう。

従って、ここに示した土質試験は、土の粒度、含水条件、土の硬軟、締め固めの状態等を調査することによって設計資料を得ることを目的とする。よって、この項の土質調査法、土質試験法は、習熟するのみでなく更に調査試験対象を明確に把握し、その目的に合致した精度により能率よく施行しなければならぬ、以上の目的を考慮に入れて、各試験法を習得することがのぞましい。

2. 目 次

- 1) 土質調査および土質試験の計画
- 2) 試料採取、試料の取り扱い
- 3) サウンディング
- 4) 載荷試験
- 5) 土質試験のための試料の調整および供試体の作製
- 6) 土粒子の比重試験
- 7) 土の含水量試験
- 8) 土の粒度試験
- 9) 土の液性限界、塑性限界および収縮係数試験
- 10) 土の速心含水当量および現場含水当量試験
- 11) 土の可溶性分含有量試験
- 12) 土の有機物含有量試験
- 13) 土の吸水膨張試験
- 14) 土の崩壊試験
- 15) 土の締め固め試験
- 16) 現場における土の密度の測定
- 17) 土の透水試験
- 18) 土の圧縮試験
- 19) 土のせん断試験
- 20) C B R 試験
- 21) 土の分類

3.4.1 一 般

1. 概 説

一般においては、土木試験関係の定義と品質管理の手続手順において、および判定についての指針を述べている。管理図についても実例によって、模範を示してあるので、これの使用法についての解説を加えている。

更に抜取検査の方法、実験計画法その他に関して一応、J I S 関係について記述する。

2. 目 次

- 1) 定義、用語、記号
- 2) 品質管理
- 3) 抜取検査関係
- 4) 実験計画関係

- 5) 測定方法関係
- 6) 標準網ふるいの検査方法
- 7) 安全管理関係
- 8) 工程管理
- 9) 付 録

3.2 ボックスカルバート縦方向配筋の決め方

1. は じ め に

土木構造物の標準設計の一環として、ボックス・カルバートの標準設計は昭和39年度の作業として行なったが、その際縦方向についての設計は考慮しなかったため今回縦方向について、弾性床上のハリとしての設計法を整理したので、その適用法を中心に記述する。

又、設計法の詳細は巻末の資料(1)で報告した。

ボックスカルバートの縦方向の標準設計を進めるにあたって、どのような考えかたによるのが適当であるかということは議論の多いところである。40年9月に各地建に調査票を送って調査したところでは、調査個数374のうち縦方向の設計法は次のような割合になっている。

弾性床上のハリ	39	10.4%
単 純 ハ リ	17	4.5%
そ の 他	22	5.9%
不 明	296	79.2%

単純バリとして設計する方法は簡単ではあるが必要以上に過大な断面を与えるきらいがあり、弾性床上のハリの計算は複雑になるが、計算方法を簡略化することによっては実用的な設計法となり得る。

以下、例題等を以って、その適用法を述べる。

2. 設計に必要なデーター

- 1) 断 面 寸 法
- 2) カルバート長さ
- 3) 土かぶり厚さ、および土かぶりの形
- 4) 支持地盤の土質

以上の他、土の単位重量、活荷重等であるが、これらは、 $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ なる土に換算する。

3. 最大曲げモーメントに対する配筋の決め方

先ず、次に述べる方法により、荷重の属する分類、形、を調べ、これらとカルバート高さ、カルバート長さ、土質により、配筋算定図をみて配筋を決めればよい。

但し、配筋算定図の適用範囲は、土被り $h \leq 5.5 \text{ m}$ 、長さ $l \leq 30.0 \text{ m}$ とする。

なお、曲げモーメント、所要鉄筋量の値を求める場合には、図-3および図-4を用いればよい。

4. 荷重の扱い方

活荷重、土かぶり荷重等は、カルバートに直角方向の成分を用いる。このうち、カルバート全域にわたって作用する等分布荷重は、縦方向の曲げに対しては無視する。

1) 荷重の分類

- (1) 荷重の無次元化

全荷重より前述のカルバート全域にわたって作用する等分布荷重の部分を取り除いた残りの部分を、これの最大荷重強度 1、カルバート長さを 1 とする無次元荷重にする。

例

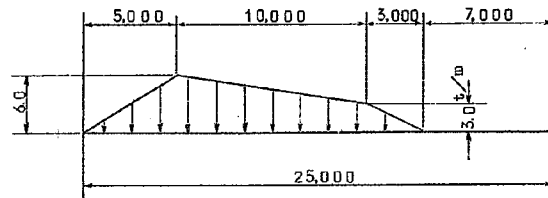


図 2.2 - 4 6 実 荷 重 図

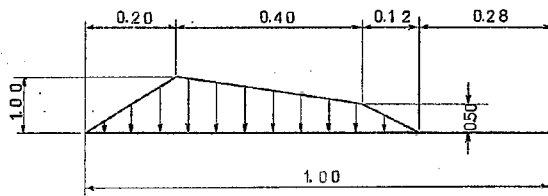


図 2.2 - 4 7 単 位 荷 重 図

(2) 荷重の型による分類

(a) で作られた無次元荷重を型により、2 とおりに分類する。

台 形 1 型

台 形 2 型

ただし、台形 2 型に属する荷重は次の条件に適合するものとする。

(i) スパン端部において、荷重強度が 1 のもの

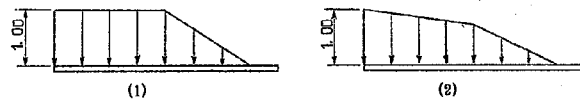


図 2.2 - 4 8

(ii) (i) の荷重との面積の差が 0.025 以下のもの

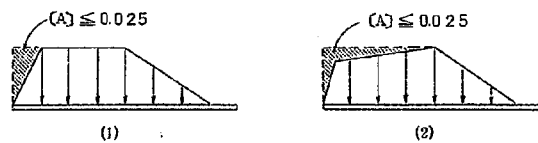


図 2.2 - 4 9

台形 2 型に属さない荷重はすべて台形 1 型とする。

(8) 荷重面積 A および重心位置 λ による分類

台形 1 型荷重は，無次元荷重の面積 A および重心位置 λ により，図 2.2-50 のように分類する。

台形 2 型荷重は，無次元荷重の面積 A により図-2 のように分類する。

但し，図の境界線は，番号の高いグループに属する。

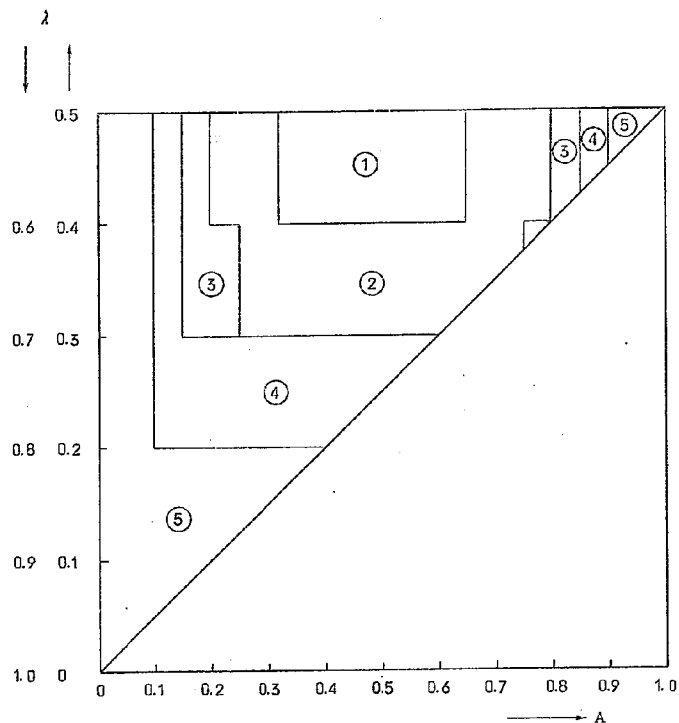


図 2.2-50 台形 1 型荷重荷重分類図

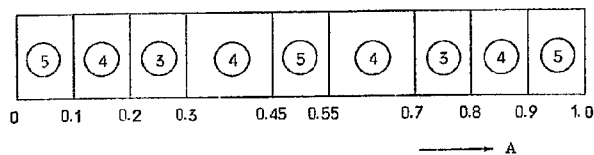


図 2.2-51 台形 2 型荷重荷重分類図

注：境界線は，符号の高いグループに属する。

5. 最大曲げモーメントに対して配筋すべき範囲

以上より決められる配筋は、最大曲げモーメントに対するものであるので、これをスパン全体にわたって取る必要はなく、表 2.2-8 に示す範囲にこれを適用し、それ以外の部分は、鉄筋径を一段下げてよい。

表 2.2-8 最大曲げモーメントに対して配筋すべき範囲

荷重型	区 分	最大曲げモーメントに対して配筋すべき範囲	備 考
台形 1 型	$0.4 < \lambda \leq 0.5$	0.2 ~ 0.8	下側に配筋する
	$0.3 < \lambda \leq 0.4$	0.15 ~ 0.8	下側に
	$\lambda \leq 0.3$	0 ~ 1.0	上・下
台形 2 型	$A \leq 0.4$	0.15 ~ 0.8	上側に
	$0.4 < A \leq 0.6$	0 ~ 1.0	上・下
	$0.6 \leq A$	0.2 ~ 0.85	下側に

備考欄以外の縦方向鉄筋は、断面の配力筋を用いるものとする。

6. 例 題

1) 設 計 条 件

(1) 断 面 寸 法

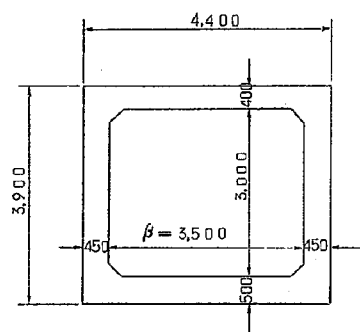


図 2.2-52

(2) カルバートの長さ

$$l = 20m$$

(3) 土かぶり厚さおよび土かぶりの形

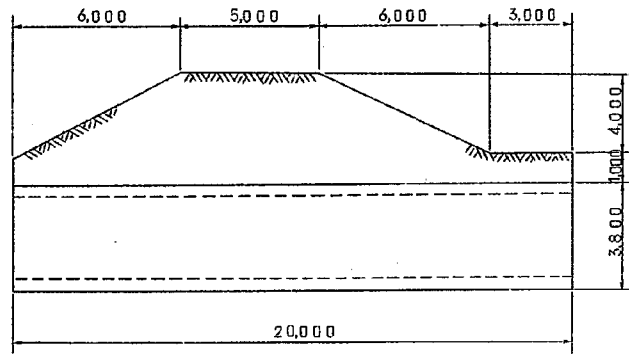


図 2.2 - 5.3

(4) 支持地盤の土質

地盤反力係数 $k = 0.5 \text{ kg/cm}^2$

(5) 上載土単位重量 $\gamma = 1.8 \text{ t/cm}^3$

(6) 活荷重は考えない。

2) 荷重の分類

(1) 荷重の無次元化

等分布荷重の部分を除き、残りの部分を無次元化する。

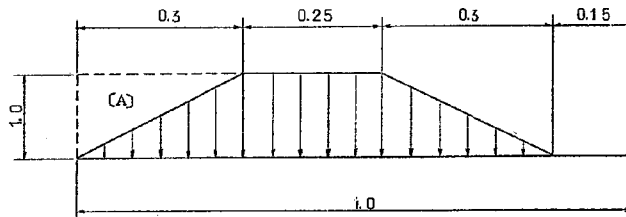


図 2.2 - 5.4

(2) 荷重の型の分類

スパン端部の欠けている部分の面積

$$[A] = \frac{1}{2} \times 0.3 \times 1.0 = 0.15 > 0.025$$

従って台形 1 型荷重である。

(3) 荷重の面積 A および重心位置 λ による分類

$$A = 0.55$$

$$\lambda = 0.425$$

図 2.2 - 5.0 により荷重分類①に属する。

3) 縦方向配筋

配筋算定図 - 36 より, $D16 \text{ etc } 250$

縦方向の配筋範囲は, 表 2.2-8 より $0.15 \sim 0.8$ で下側に配筋する。あるいは, 図 2.2-56 より $\beta \rho = 1.30$, 図 2.2-57 より $M = 8.4 \text{ tm}$, $A_{sn} = 15.3 \text{ cm}^2$, 故に $D16 \text{ etc } 250$

4) 横方向配筋

横方向断面は, 標準設計集より次のように決めた。

横方向断面は土被り荷重の大きさにより, 2通りの配筋を行う。

(1) 活荷重換算土被り高さ

活荷重換算土被り高さは, 長さ全体を通じて土被り高さ 5.0 m に対する値を用いる。

$$D' = (7.56 / 2 \times 5.0 + 0.2) / 1.8 = 0.76 / 1.8 \approx 0.4 \text{ m}$$

(2) 設計土被り高さ

表土被りより活荷重換算土被り高さを差引いて, 設計土被りは次の図のようになる。

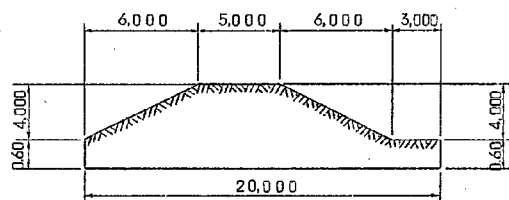


図 2.2-5.5

これより土被り高さ $D = 3.50 \text{ m}$ となる点を求めると, カルバート左端より

$$x = (3.50 - 0.60) \times 6.00 / 4.00 = 4.35 \text{ m}$$

以上より

① $x \leq 4.00 \text{ m}$, $x \geq 16.00 \text{ m}$ に対して $D = 3.50 \text{ m}$

② $4.00 \text{ m} < x < 16.00$ に対して $D = 4.60 \text{ m}$

(3) 配筋

①に対しては, 横方向標準設計 02-BX-060 を,

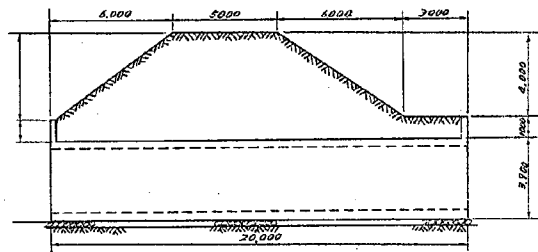
②に対しては, 02-BX-61 を適用する。

5) 配筋図

以上より, 縦方向鉄筋を主に配筋図を示せば次のようになる。

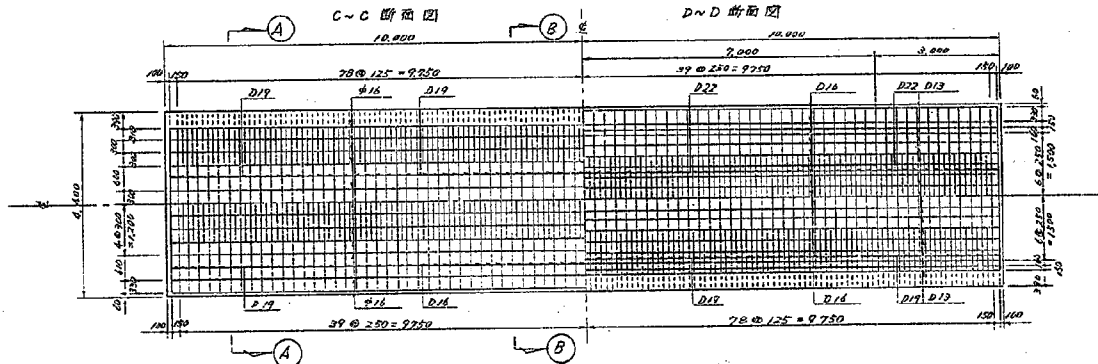
例題配筋圖

一般圖



C~C 断面図

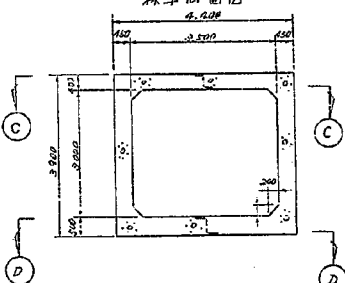
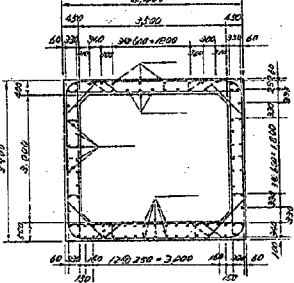
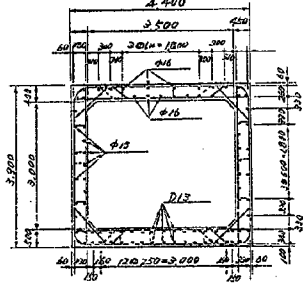
D~D 断面図



A~A 断面図

B~B 断面図

標準断面図



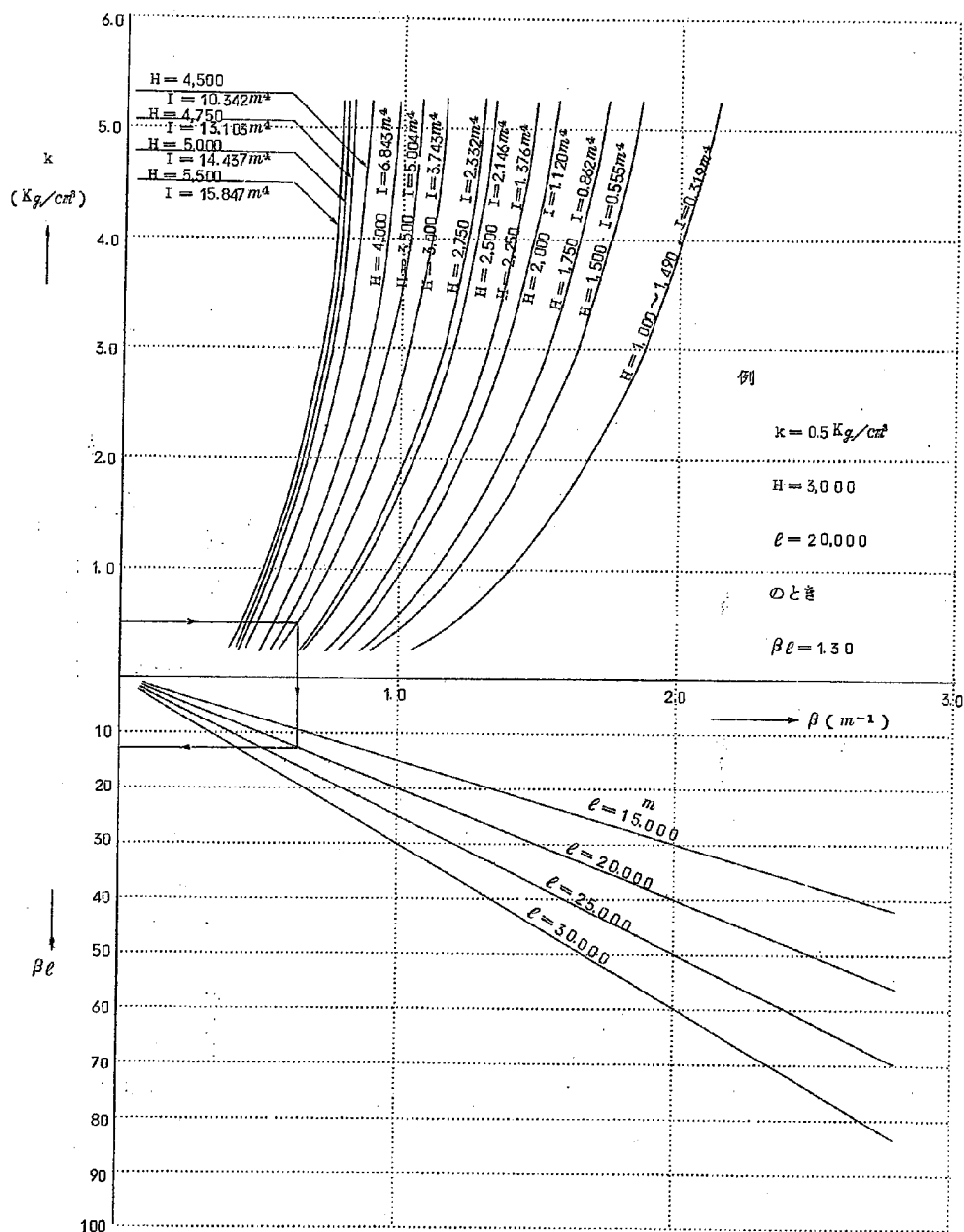


図 2.2-56 $k - \beta\ell$

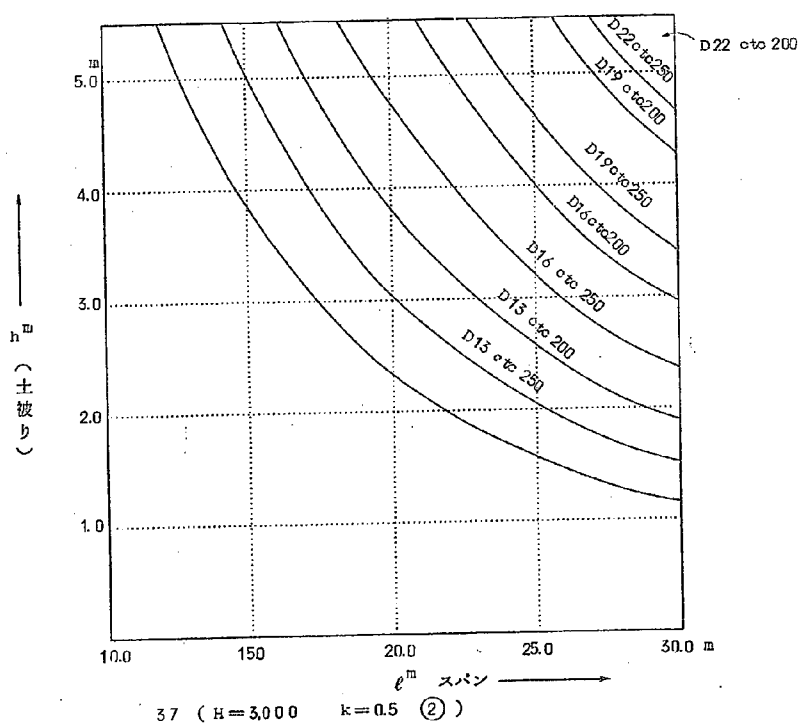
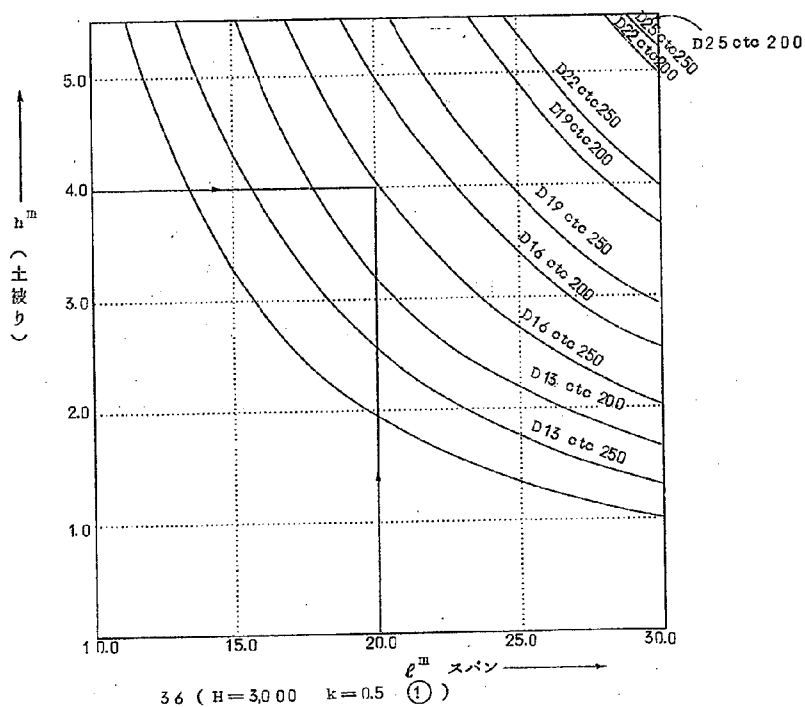
6. 配筋算定図集（抜粋）

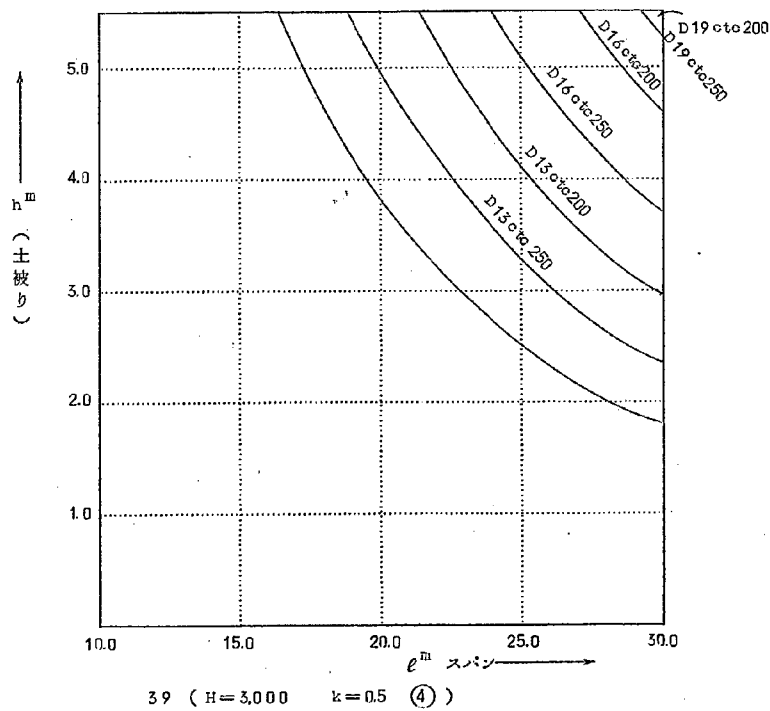
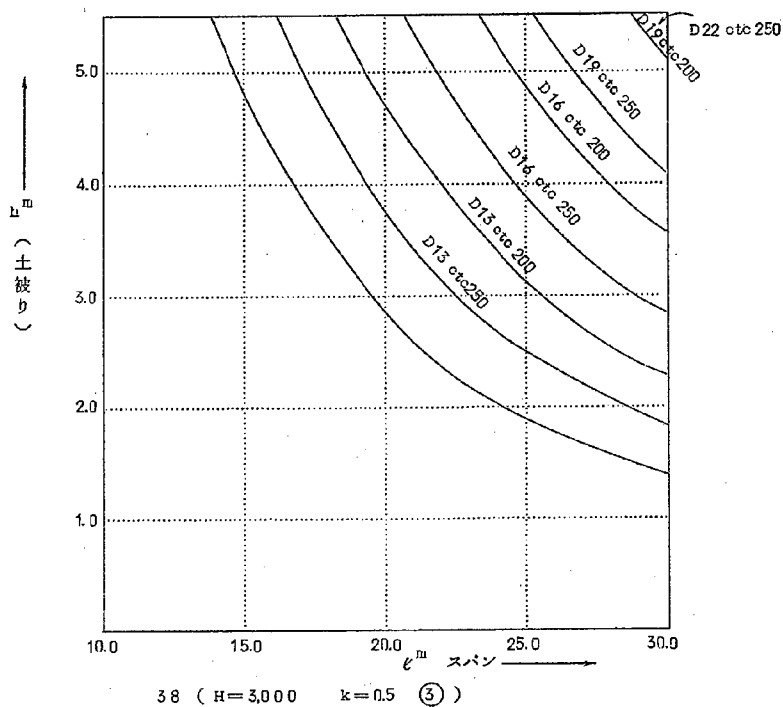
表 2.2-9 配筋算定図番号一覧表

土質 カルベ ート高さ	$k = 0.5 \text{ Kg/cm}^2$					$k = 2.0 \text{ Kg/cm}^2$					$k = 5.0 \text{ Kg/cm}^2$				
	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
1.00 ~1.49	1	2	3	4	5	71	72	73	74	75	141	142	143	144	145
1.50	6	7	8	9	10	76	77	78	79	80	146	147	148	149	150
1.75	11	12	13	14	15	81	82	83	84	85	151	152	153	154	155
2.00	16	17	18	19	20	86	87	88	89	90	156	157	158	159	160
2.25	21	22	23	24	25	91	92	93	94	95	161	162	163	164	165
2.50	26	27	28	29	30	96	97	98	99	100	166	167	168	169	170
2.75	31	32	33	34	35	101	102	103	104	105	171	172	173	174	175
3.00	36	37	38	39	40	106	107	108	109	110	176	177	178	179	180
3.50	41	42	43	44	45	111	112	113	114	115	181	182	183	184	185
4.00	46	47	48	49	50	116	117	118	119	120	186	187	188	189	190
4.50	51	52	53	54	55	121	122	123	124	125	191	192	193	194	195
4.75	56	57	58	59	60	126	127	128	129	130	196	197	198	199	200
5.00	61	62	63	64	65	131	132	133	134	135	201	202	203	204	205
5.50	66	67	68	69	70	136	137	138	139	140	206	207	208	209	210

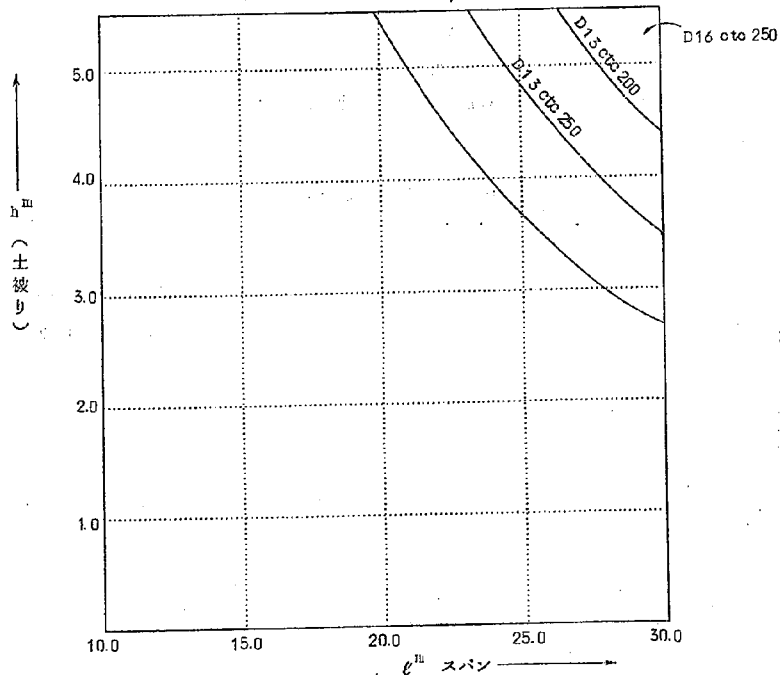
注

- 以下の配筋算定図は、次の範囲のものに適用する。土被り $h \leq 5.5 \text{ m}$ 、長さ $l \leq 30.0 \text{ m}$
- 60, 70, 130, 139, 140, 200, 209, 210 は、上の適用範囲内のものについては、全て、横方向断面の配力筋で十分である。
- 配筋算定図中、最下曲線は、配力筋を示す。





40 ($H=3.000$ $k=0.5$ (5))



7. 参 考 資 料

- (1) ボックスカルバートの自動設計について, 岩松, 矢部, 土木研究所資料第165の6号
- (2) 基礎反力の解法 紫間直光著

3.3 擁壁基礎の調査設計指針

1. 概 要

この指針は高さ8 m以下の, 重方式, 突げ式, 扶壁式など一般に使用される。コンクリートおよび鉄筋コンクリート製擁壁の基礎を設計するための指針であって, 設計に必要な最小限度の調査事項を併記した。

2. 地 盤 調 査

1) 概 要

調査を予備調査と本調査の2段階に別け, 盛土, その他土木構造物の調査と併行して行なうのが望ましい。

2) 予 備 調 査

この調査では, 地層の硬軟, 複雑, 相対的強さなどによって, 地層の概括的な状態を知るためのものである。

まず既往の地質資料, 工事記録などの収集, 附近の地質による土質の判断, 附近にある土木構造物の基礎の安定性などについて調査し, これが不可能または不十分と考えられる時は, オーガーボーリングやサウンディングによる調査を行う。

オーガーボーリングでは表 2.4-1 にもとづいて調査記録用紙-1 により各層の層厚，色調，土質，相対的密度，コンシステンシー，孔内水位などを調べる。

オーガーボーリングによる調査が不十分なときはこれと併用して，スエーデン式サウンディングを行なう。この調査では，調査記録用紙-2 により，各土層の相対的強さ（平均半回転数 N_{60} ），および必要な事項を記録する。

表 2.4-1 予備調査の間隔および深さの基準

擁壁高さ m	調査間隔 m	深 さ	調 査
2.0～3.0	4.0～5.0	底面幅の2倍の深さを基準とする。	オーガー，またはスエーデン式サウンディング
3.0～5.0	4.0	軟弱層が深い場合は	
5.0～7.0	2.0	本調査において行う	

※ 軟弱地盤，高盛土，重要な構造物に近接するような問題となる箇所は，全調査箇所を調節し，重点的に行う。

3) 本 調 査

本調査は基礎の設計および施工に必要なすべての資料を求めるために行うもので，予備調査が不可能又は不十分でその目的が達せられないときに下記の基準にもとづいて実施する。

一般に本調査のように地層の強度試験やくいの試験を十分行って，地盤，くいなどの基礎の支持力および安定を正確に判定する必要がある場合は，

- (i) 予備調査の結果が不十分で土質，地盤の状況などに特別な事情があり，その支持力に相当な疑問のあるとき
- (ii) 工事の規模が大きい場合
- (iii) 軟弱地盤において摩擦ぐいを用いる場合
- (iv) 基礎の沈下が構造物の強さや機能に害をおよぼす場合

などが考えられる。本調査の実施に当たってはこの基準の適用範囲を検討し，合理的でしかも釣合いのとれた調査を行うのが望ましい。

(1) 調 査 法

擁壁の安定は表 2.4-2 の地盤の工学的諸数値にもとづいて検討される。

本調査においては，予備調査の結果から推定される地盤の構成状態に応じて，最も効果的な調査法を表 2.4-3 の中の一つ又は一つ以上を用いて実施しなければならない。

表 2.4-2 設計上必要な工学的数値

安定要素	必要な工学的数値	調査試験法
許容支持力	支持力係数 (N_c, N_r, N_q)	標準貫入試験
	内部摩擦角 ϕ 粘着力 c	一軸、三軸圧縮試験又は、標準貫入試験値 N より換算
	くい打試験によるもの	くい打試験
壁体のすべり出し	内部摩擦角 ϕ 粘着力 c	一軸、三軸圧縮試験又は、標準貫入試験値 N より換算
基礎のすべり出し	同上	同上
圧密沈下	圧密試験値	圧密試験
その他全部に共通	土の単位重量 γ/m^3 地下水位	

表 2.4-3 本調査のための調査法

種別	調査法	一般的性格	(有効深度) m	測定値から 求められる もの	安定検討のための適応性				参考文献
					許容支持力	壁体すべり出し	基礎へり地盤の沈下	圧密沈下	
サウンディング	標準貫入試験	すべての意味でのテスト・ボーリング、支持層の深さおよび支持層の判定、とくに砂層の密度、強度変化の測定に適す。粘土の場合巾以上硬質粘土に適性あり。(JIS-A 1219)	15 20 (50 ^m)	・砂地盤の沈下に対する許容支持力。 ・粘土地盤に対する許容支持力。 ・砂の内部摩擦角。	○	○	○		土質調査法 P73~P94 (JIS-A 1219)
試料による室内試験	一軸圧縮	粘性土の応力と変形の関係を求める。		・一軸圧縮強度 q_u ・粘着力 c	○		○		土質試験法 P339~357 (JIS-A-1216)
	三軸圧縮	土の応力と変形の状態を求める。		・内部摩擦角 ϕ ・粘着力 c	○	○	○		同上 P303~333
	圧密試験	乱さない試料による圧密量、時間を求める。		・圧密諸数値				○	同上 P231~257
くい試験	くい打試験	くい打機械によってくいの支持力を求める。		・Hiley 公式を用いる	○				土質調査法 P236~245

※ 参考文献は土質工学会発行によるもの

(2) 調査間隔と深さ

予備調査で知った地盤構成の複雑性および構造物の規模などによって本調査の間隔および深さを決める。その規模が大で重要性が高いもの程、また地層、隣接区域の状況が複雑なもの程、その調査間隔を密にしなければならない。

(3) 標準貫入試験測定値の修正

(i) 砂地盤の場合のN値の修正

砂地盤が地下水位以下の飽和している微粒砂で有効径 D_{10} が $0.1 \sim 0.5 \text{ mm}$ の場合は下記により修正値 N' を求める (ただし $N > 15$ のとき)

$$N' = 15 + \frac{1}{2} (N - 15) \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

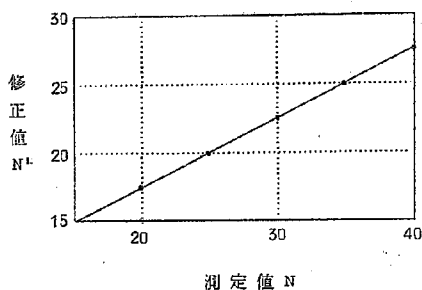


図 2.4 - 1

(ii) ロッドの長さによる補正

ロッド 15 m 以上のときは、下記のように修正値 N を求める。

$$N' = N \left(1 - \frac{x}{200} \right) \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

x : 貫入深さ (m)

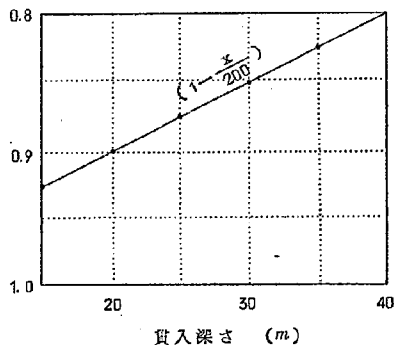


図 2.4 - 2

(4) くい打試験

くい打試験は(2)の(ii)項に従って実施すればよい。

(記録用紙 - 1)

調查年月日 孔內水位

標尺(m)	標 高	深 度	層 厚	柱狀圖	色 調	土 質	觀 察
1 m							
2 m							
3 m							
4 m							

(記録用紙 - 2)

試 験 者 _____

[illegible]

標準貫入試験結果

(記録用紙-3)

調査地点 _____ 標高 _____ 孔内水位 _____ 調査年月日 _____ 責任者 _____

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状図	色調	土質	観 察	相 対 密 度	コン シ ス テ ン シー	標 準 貫 入 試 験								試 験 試 料
										深度 (m)	N (回/cm)	N 値						
												10	20	30	40	50	60	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		

3. 基礎の設計

1) 概要

基礎の設計には擁壁く体の接地圧が基礎地盤の許容支持力度を越えないようにし、また基礎の沈下が、く体ならびに施工基面に有害な影響をあたえないようにする。

く体の接地圧が基礎地盤の許容支持力度以内のときは直接基礎とし、これを越えるときはくい基礎または基礎地盤の入れかえをするなど適当な方法を考える。

2) 直接基礎

擁壁を直接基礎とする場合、地盤の許容支持力はつぎの方法できめてよい。

(1) 支持力表による場合

地盤状態の概要がわかっていて土質調査によらないときは表 2.4-4 の許容支持力表によって定める。

表 2.4-4 地盤の許容支持力表

地 盤		許容地耐力度 (t/m^2)
岩	石	100
砂	盤	50
土	丹 盤	30
礫 層	密実なもの	60
	密実でないもの	30
砂 質	密なもの	30
	中位のもの	20~10
	ゆるいもの	5
	非常にゆるいもの *	0
粘 土 質 地 盤	非常に堅いもの	20
	堅いもの	10
	中位のもの	5
	柔らかいもの *	2
	非常に柔らかいもの *	0
関 東 土	堅いもの	15
	やや堅いもの	10
	柔らかいもの	5

* 支持地盤としては不適当

(建築基礎構造設計基準・同解説参照)

(2) 標準貫入試験に場合は表 2.4-5~2.4-6 によって定める。

(1) 粘土地盤の場合の許容支持力

表 2.4-5

N 値	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
許容支持力 (t/m^2)	7.2	9.6	12.0	14.4	16.8	19.2	21.6	24.0	26.4	28.8	31.2	33.6	36.0

(ii) 砂地盤の場合の許容支持力

B : 底版巾 (m)

Df: 根入深 (m), 底版より上に地下水のあるときは $1/2$ 倍する。

表 2.4 - 6

(イ) $N = 4$ (t/m²)

$\begin{matrix} B \\ Df \end{matrix}$	12	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.9	2.1	2.3	2.6	2.8	3.0	3.3	3.5	3.7		
0.5	3.0	3.1	3.3	3.5	3.8										
1.0	4.8	4.9	5.1	5.3											
1.5															
以下															

(ロ) $N = 7$

$\begin{matrix} B \\ Df \end{matrix}$	120	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
0	1.6	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.3	3.7	4.0	4.3	4.7	5.0	5.3	5.7	
0.5	4.0	4.1	4.4	4.7	5.1	5.4	5.7	6.1	6.4	6.7	7.1				
1.0	6.4	6.5	6.8	7.1	7.5	7.9									
1.5	8.8	8.9	9.2	9.5	9.9										
2.0	11.2	11.3	11.6												
2.5	13.6	13.7													
3.0															
以下															

(ハ) $N = 10$

$\begin{matrix} B \\ Df \end{matrix}$	120	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
0	2.2	2.3	2.8	3.3	3.7	4.2	4.7	5.1	5.6	6.1	6.5	7.0	7.5	8.0	8.4
0.5	4.9	5.0	5.5	6.0	6.4	6.9	7.4	7.8	8.3	8.8	9.2	9.7	10.2	10.7	11.1
1.0	7.5	7.6	8.1	8.6	9.0	9.5	10.0	10.4	10.9	11.4	11.8	12.3			
1.5	10.2	10.3	10.8	11.3	11.7	12.2	12.7	13.1	13.6						
2.0	12.9	11.0	11.5	12.0	14.4	14.9	15.4	15.8							
2.5	15.5	15.6	16.1												
3.0	18.2	18.3													
4.0															
以下															

(ニ) $N = 15$

$\begin{matrix} B \\ Df \end{matrix}$	120	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
0	4.9	5.1	6.1	7.1	8.2	9.2	10.2	11.2	12.2	13.3	14.3	15.3	16.3	17.3	18.4
0.5	9.6	9.8	10.8	11.8	12.9	13.9	14.9	15.9	16.9	18.0	19.0	20.0	21.0		
1.0	15.2	15.4	16.4	17.4	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.6					
1.5	18.9	19.1	20.1	21.1	22.2	23.2	24.2	25.2							
2.0	23.6	23.8	24.8	25.8	26.9	27.9									
2.5	28.3	28.5	29.5												
3.0	32.9	23.1													
4.0															
以下															

(ホ) $N = 20$

(四) N = 20																															
Df \ B	120	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450																
0	7.0	7.3	8.7	10.2	11.7	13.1	14.6	16.0	17.5	18.9	20.4	21.9	23.3	24.8	26.2																
0.5	13.1	13.4	14.8	16.3	17.8	19.2	20.7	22.6	23.6	25.0	26.5	28.0	29.4	30.9	32.3																
1.0	19.3	19.6	21.0	22.5	24.0	25.4	26.9	28.3	29.8	31.2	32.7	34.2	35.6	34																	
1.5	25.4	25.7	27.1	28.6	30.1	31.5	33.0	34.4	35.9	36																					
2.0	31.5	31.8	33.2	34.7	36.2	37.6	39.1	38																							
2.5	37.6	37.9	39.3	40.8	42		40																								
3.0	43.8	44.1	45.5	46.9																											
4.0 以下	48		4.6	44																											

(ヘ) $N = 25$

$\frac{B}{Df}$	120	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450															
0	10.5	10.9	13.1	15.3	17.5	19.7	21.9	24.1	26.3	28.4	30.6	32.8	35.0	37.2	39.4															
0.5	19.3	19.7	21.9	24.1	26.3	28.5	30.7	32.9	35.1	37.2	39.4	41.6	43.8	44																
1.0	28.0	28.5	30.6	32.8	35.0	37.2	39.4	41.6	43.8	45.9	46																			
1.5	36.8	37.2	39.4	41.6	43.8	46.0	48.2	50		48																				
2.0	45.5	45.9	48.1	50.3	52.5	52																								
2.5	54.3	54.7	56		54																									
3.0 以下	60																													

(ハ) $N = 30$

$\frac{B}{Df}$	120	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450			
0	15.7	16.4	19.7	22.9	26.2	29.5	32.8	36.0	39.3	42.6	45.9	49.1	52.4	55.7				
0.5	28.3	29.0	32.3	35.5	38.8	42.0	45.3	48.5	51.8	55.1	56				54			
1.0	40.8	41.5	44.8	48.0	51.3	54.5	57.8	60		58								
1.5	53.4	54.1	57.4	60.6	63.9	64										62		
2.0	65.9	66.6	70		68													66
2.5 以下	74																	

注) この表は後記の $q_a = \frac{1}{3} (CNc + 0.5\gamma_1 BNr + \gamma_2 + \gamma_3 DfNq)$ を用いて計算したものであり、

(イ) 粘土では C を $0.6 \times N$ とした。

(ロ) 砂では Terzaghi Peck より N 値から ϕ を想定した。

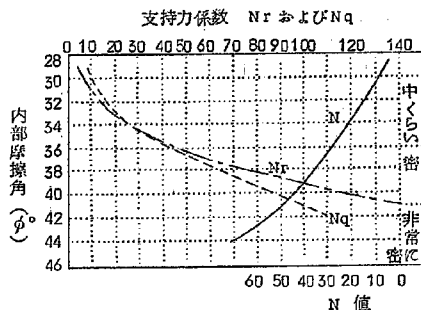


図 2.4-3 N 値と砂の相対密度，内部摩擦角
および支持力係数図

(8) 土質調査による C ， ϕ を用いる場合。

地盤状態が土質調査によってわかっているときは次式によって定める。

$$q_a = \frac{1}{3} (C \cdot N_c + 0.5 \gamma_1 B N_\gamma + \gamma_2 D_f N_q) \quad (3.1)$$

q_a : 許容支持力 (t/m^2)

C : 基礎底版下の地盤の粘着力 (t/m^2)

γ_1 : 基礎底版下の地盤の単位体積重量 (t/m^3)

γ_2 : 基礎底版より上の地盤の平均単位体積重量 (t/m^3)

ただし γ_1 ， γ_2 は地下水面下にある場合は水中単位体積重量をとる。

D_f : 基礎に近接した最低地盤面から基礎荷重面までの深さ (m)

B : 基礎底版の巾 (m)

N_c ， N_γ ， N_q : 支持力係数

表 2.4-7 支持力係数表

ϕ	N_c	N_r	N_q
0°	3.8	0	3.0
5°	4.5	0	3.4
10°	5.3	0	3.9
15°	6.5	1.2	4.7
20°	7.9	2.0	5.9
25°	9.9	3.3	7.6
28°	11.4	4.4	9.1
32°	20.9	10.6	16.1
36°	42.2	30.5	33.6
40° 以上	95.7	114.0	83.2

(建築基礎構造設計基準・同解説)

<参 考>

$$q_a = q_{ac} + q_{aB} + q_{aDf}$$

$$\text{たゞし} \begin{cases} q_{ac} = \frac{1}{3} c N_c \\ q_{aB} = \frac{0.3}{3} \gamma_1 B N_r \\ q_{aDf} = \frac{1}{3} \gamma_2 D_f N_q \end{cases}$$

とし、 c, ϕ, B, D_f の値を定めたときの q_{ac}, q_{aB}, q_{aDf} は表-3・4.1~3・4.3 のようになる。

たゞし、 γ_1, γ_2 の値は ϕ の値に対し大体平均的な単位重量を仮定した。

(i) 表 2.4-8 $\cdot 1 q_{ac} = 1/3 \cdot c \cdot N_c$ 表 (t/m)

$c \backslash \phi$	0°	5°	10°	15°	20°	25°	28°	32°	36°	40°以上
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.8	1.4	2.8	6.4
0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.5	2.8	5.6	12.8
0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	4.2	8.5	19.1
0.8	1.0	1.2	1.4	1.8	2.1	2.6	3.0	5.6	11.3	25.5
1.0	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6	3.3	3.8	7.0	14.1	31.9
1.2	1.6	1.8	2.2	2.6	3.1	4.0	4.6	8.4	16.9	38.3
1.4	1.8	2.1	2.5	3.1	3.6	4.6	5.3	9.8	19.7	44.7
1.6	2.1	2.4	2.9	3.5	4.2	5.3	6.1	11.2	22.6	51.0
1.8	2.3	2.7	3.2	4.0	4.7	5.9	6.8	12.6	25.4	57.4
2.0	2.6	3.0	3.6	4.4	5.2	6.6	7.6	14.0	28.2	63.8
2.2	2.9	3.3	4.0	4.8	5.7	7.3	8.4	15.4	31.0	70.2
2.4	3.1	3.6	4.3	5.3	6.2	7.9	9.1	16.8	33.8	76.6
2.6	3.4	3.9	4.7	5.7	6.8	8.6	9.9	18.2	36.7	82.9
2.8	3.6	4.2	5.0	6.2	7.3	9.2	10.6	19.6	39.5	89.3
3.0	3.9	4.5	5.4	6.6	7.8	9.9	11.4	21.0	42.3	95.7

(ii) 表 2.4-9 $q_{aDf} = 1/3 \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$ (t/m)

$B \backslash \phi$	0°	5°	10°	15°	20°	25°	28°	32°	36°	40°以上
1.20	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.60	1.75	1.85
1.25	0	0	0	0.3	0.6	0.9	1.2	3.4	10.7	42.2
1.50	0	0	0	0.4	0.6	1.0	1.3	3.5	11.1	43.9
1.75	0	0	0	0.4	0.7	1.2	1.5	4.2	13.3	52.7
2.00	0	0	0	0.5	0.8	1.3	1.8	4.9	15.6	61.5
2.25	0	0	0	0.6	0.9	1.5	2.1	5.7	17.8	70.3
2.50	0	0	0	0.6	1.0	1.7	2.3	6.4	20.0	79.1
2.75	0	0	0	0.7	1.2	1.9	2.6	7.1	22.2	87.9
3.00	0	0	0	0.8	1.3	2.1	2.8	7.8	24.5	96.7
3.25	0	0	0	0.8	1.4	2.3	3.1	8.5	26.7	105.4
3.50	0	0	0	0.9	1.5	2.5	3.3	9.2	28.9	114.2
3.75	0	0	0	1.0	1.6	2.7	3.6	9.9	31.1	123.0
4.00	0	0	0	1.1	1.8	2.9	3.9	10.6	33.4	131.8
4.25	0	0	0	1.1	1.9	3.1	4.1	11.3	35.6	140.6
4.50	0	0	0	1.2	2.0	3.3	4.4	12.0	37.8	149.4
4.75	0	0	0	1.3	2.1	3.5	4.6	12.7	40.0	158.2

(iii) 表 2.4 - $10 q_a D_f = \frac{1}{2} \cdot r_2 \cdot D_f \cdot N_g$ (t/m²)

ϕ $D_f \gamma_2$	0°	5°	10°	15°	20°	25°	28°	32°	36°	40°以上
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.4	1.8	2.1	3.8	7.8	19.4
1.0	1.4	1.6	1.8	2.2	2.8	3.6	4.3	7.5	15.7	38.8
1.5	2.1	2.4	2.7	3.3	4.1	5.3	6.4	11.3	23.5	58.2
2.0	2.8	3.2	3.6	4.4	5.5	7.1	8.5	15.0	31.4	77.7
2.5	3.5	4.0	4.6	5.5	6.9	8.9	10.6	18.8	39.2	97.1
3.0	4.2	4.8	5.5	6.6	8.2	10.7	12.8	22.5	62.7	155.3
4.0	5.6	6.4	7.3	8.8	11.0	14.2	17.0	30.0	78.4	194.2
5.0	7.0	8.0	9.1	11.0	13.8	17.8	21.3	37.6	94.1	233.0
6.0	8.4	9.5	10.9	13.1	16.5	21.3	25.5	45.1	109.8	271.8
7.0	9.8	11.1	12.7	15.3	19.3	24.9	29.8	52.6	125.4	310.6
8.0	11.2	12.7	14.6	17.5	22.0	28.4	34.0	60.1	141.1	349.5
9.0	12.6	14.3	16.4	19.7	24.8	32.0	38.3	67.6	156.8	388.3

3) くいの基礎

(1) 一般

- (i) くいの打込中心間隔はくい径またはくい巾の2.5倍以上とする。
- (ii) くい基礎を支持する地盤での圧密沈下が予想されるときは、圧密試験にもとづく圧密沈下の計算をしなければならない。この場合擁壁築造後の許容沈下量は5cmとする。

(2) くいの軸方向許容支持力

くいの軸方向許容支持力は載荷試験によって求めるのが望ましいが、つぎの方法で求めよう。

(i) 標準貫入試験による場合

$$R_a = \frac{1}{3} \left\{ 40 N_{Ap} + \left(\frac{\bar{N}_s \cdot L_s}{5} + \frac{\bar{N}_c \cdot L_c}{2} \right) \psi_p \right\} \dots\dots\dots (3.2)$$

R_a : 許容支持力 (t)

A_p : くい先端面積 (m²)

ψ_p : くい周長 (m)

N : $(N_1 + N_2) / 2$

N_1 : くい先端N値

$\bar{N}_2$: くい先端より上方10Bの平均N値

β : くい径 (m)

$\bar{N}_s$: くい周辺地盤砂質部分の平均N値

$\bar{N}_c$: くい周辺地盤粘土部分の平均N値

L_s : 砂質部分のくいの長さ (m)

L_c : 粘土質部分のくいの長さ (m)

ただし、 R_a はくい材料の許容応力度をこえてはならない。

(道路橋下部構造設計指針，くいの基礎の設計篇参照 Meyerhof の式)

(ii) くいの打公式より求める場合

$$R_a = \frac{1}{3} \cdot \frac{e_f W_H H}{S + \frac{1}{2} (C_1 + C_2 + C_3)} \quad (3.3)$$

R_a ; くいの許容支持力 (t)

W_H ; ハンマーの重量 (t)

e_f ; 効率 $e_f = 0.5 \sim 0.6$

S ; くいの貫入量 (cm)

C_1 ; 土の弾性変形量 (cm)

C_2 ; くいの弾性変形量 (cm)

C_3 ; キャップ・クッションの弾性変形量 (cm)

$C = C_1 + C_2 + C_3$; リバウンド量 (cm)

H ; ハンマーの落下高 (cm)

(同上 参照 Hilley の式)

(3) くいの水平支持力

(i) 擁壁基礎として用いるくいの水平支持力は次のように定める。

$$\text{くいに生じる最大曲げモーメント (t-cm)} \quad M = 0.322 \frac{H}{\beta} \quad (3.4)$$

$$\text{くい頭の水平変位 (cm)} \quad Y_0 = \frac{H}{2EI\beta^3} \quad (3.5)$$

H ; くい頭に加わる水平力 (t)

E ; くい材料の弾性係数 (Kg/cm^2)

I ; くいの断面 2 次モーメント (CM^4)

$$\frac{1}{\beta} = \sqrt[4]{\frac{4EI}{DK}} \quad (cm) \quad (3.6)$$

D ; くい径又はくい幅 (cm)

K ; 地盤反力係数 (Kg/cm^2)

N 値はくい上方の $\frac{3.14}{\beta}$ の長さの地盤の平均 N 値とする。

K 値については責任技術者の指示により慎重に決めなければならないが 1 例として標準貫入試験によって求めた N 値と横方向地盤係数 (K 値) との関係を図 2.4-4 に示す。

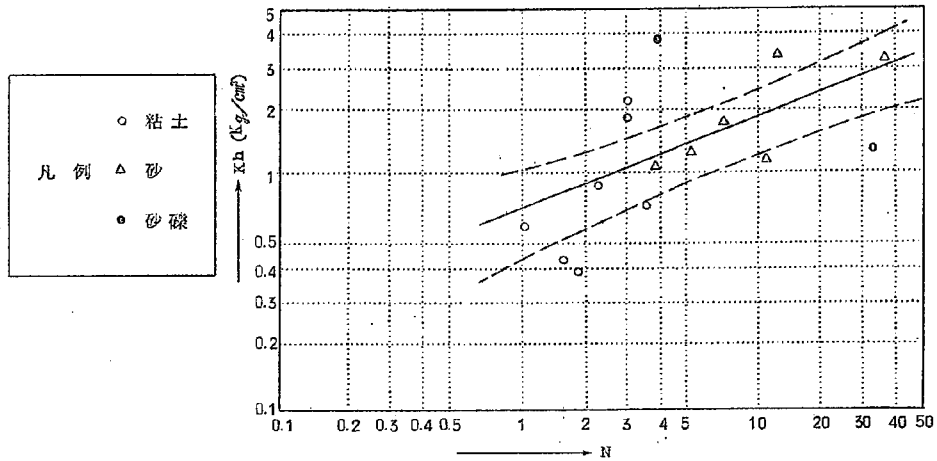


図 2.4-4 ポーリング孔を利用した実測K値

- (ii) くいに加わる水平力によってくいに生ずる応力はくいの材料の許容応力度をこえてはならない。
- (iii) 水平力をもたせるくいはくいの長さが $\frac{3.14}{\beta}$ 以上でなければならない。
- (iv) くいの配置とくいに加わる荷重の計算
- (i) 鉛直くいのみを用いる場合
- 各くいに等しい鉛直荷重が加わるようにくいの位置を定めるものとし、各くいは等しい水平荷重が加わるものとする。
- この場合くいの配置は下のように定める。

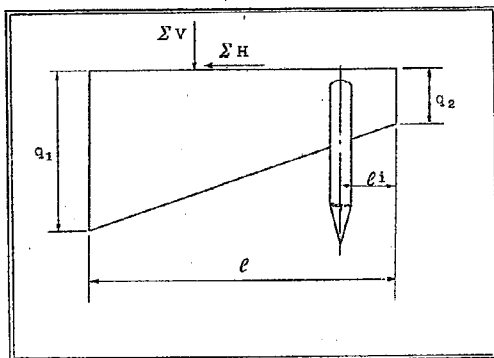


図 2.4-5

q_1 ; } 直接基礎の時の地盤反力
 q_2 ; }

ℓ ; 底版幅

ℓ_i ; i 番目のくいの位置

n ; くいの本数

(1) $q_1 > q_2$ の場合 ($q_2 > 0$)

$$\ell_i = \ell \sqrt{\frac{1}{\left(\frac{q_1}{q_2} - 1\right)^2} + \frac{2i-1}{2n} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{q_2}{q_1}\right)^2}} \quad (3.7.1)$$

$$(ロ) \quad q_2 = 0 \text{ の場合} \quad \ell_i = \ell \sqrt{\frac{2i-1}{2n}} \quad (3.7.2)$$

$$(ハ) \quad q_2 = q_1 \text{ の場合} \quad \ell_i = \ell \frac{2i-1}{2n} \quad (3.7.3)$$

$$\text{くい1本当りの鉛直荷重} \quad V_i = \frac{\sum V}{n} = \frac{\ell}{2n} (q_1 + q_2) \quad (3.8)$$

$$\text{くい1本当りの水平荷重} \quad H_i = \frac{\sum H}{n} \quad (3.9)$$

(ii) 斜ぐいを含む場合

まずぐいの配置(斜ぐいを含む)を仮定し各ぐいに加わる鉛直荷重・水平荷重を次のように算定する。

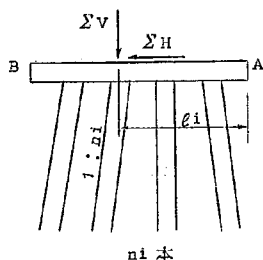


図 2.4-6

荷重の作用点のA点からの距離bは

$$b = \frac{\sum M}{\sum V} \quad (3.10.1)$$

$\sum M$; A点に関する荷重のモーメント

ぐい群の重心のA点からの距離b'

$$b' = \frac{\sum \ell_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (3.10.2)$$

$$e = b' - b \quad (3.10.3)$$

$$M = e \cdot \sum V \quad (3.10.4)$$

$$d_i = (b' - \ell_i) \quad (3.10.5)$$

ただし d_i ; 各ぐいのぐい群重心からの距離

$$\text{くい1本当りの鉛直荷重} \quad V_i = \frac{\sum V}{\sum n_i} + \frac{M \cdot d_i}{n_i \sum d_i^2} \quad (3.11)$$

$$\text{斜ぐいによる水平力の分担} \quad H_i = m_i \cdot V_i \quad (3.12)$$

したがって

$$\text{くい1本当り水平荷重} \quad H_m = \frac{\sum H - \sum H_i}{\sum n_i} \quad (3.13)$$

$$\text{くい1本当り軸方向荷重} \quad V_{mi} = \sqrt{H_i^2 + V_i^2} \quad (3.14)$$

(iii) 群ぐいの考慮

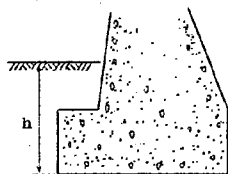
必要に応じて外側のぐいによって囲まれた仮想ケーソン基礎と考え、照査を行なう。

4) 擁壁基礎の許容沈下量

擁壁基礎の許容沈下量を5cmとする。砂地盤では直接基礎の許容支持力を3・2・1～3・2・3で求めれば5cm以上の沈下は生じないが、粘土地盤では圧密試験にもとづく沈下計算をおこない、擁壁築造後の残留圧密沈下量を5cm以下にする。ただし盛土を含む擁壁の沈下が長時間に行なわれ、構造物全体に破壊を生ずるおそれがないと考えられるときは、残留圧密沈下量を15cmまで許容してよいが、この場合でも擁壁築造後1年間の圧密沈下量は5cmをこえてはならない。

5) 擁壁前面の受動土圧

擁壁の水平滑動の安全率を2.0以上とするための擁壁前面の受動土圧は次のように算定する。



$$R_E = \frac{1}{2} h^2 \cdot \gamma \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \quad (3.15)$$

h ; 前面の受動土圧を確実に期待できる土の底版までの深さ (m)

R_E ; 前面受動土圧 (t/m)

γ ; 土の単位体積重量 (t/m³)

ϕ ; 土の内部摩擦角。

図 2.4-7

6) 擁壁を含む掘さく面、盛土面の安定

擁壁を含む掘さく面、盛土面全体のすべりに対し、安定であるように設計しなければならない。

この場合安全率は1.5以上としなければならない。

計算に用いる地盤の粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ は、土質調査をしない場合には次の表のように定めてよい。

(1) 許容支持力を表 2.4-4 の支持力表によって定める場合

表 2.4-11

砂質地盤	ϕ
密なもの	36°
中位	33°
	32°
ゆるい	30°
非常にゆるい	28°

表 2.4-12

粘土質地盤	c
非常に固い	1.5 kg/cm ²
かたい	0.9
中位	0.4
柔らかい	0.2
非常に柔らかい	0.1

(2) 標準貫入試験による場合

表 2.4-13

砂質地盤の N 値	5	10	15	20	25	30
ϕ °	29°	30°	32°	33°	35°	36°

表 2.4-14

粘土質地盤の N 値	2	4	8	10	15	20	25	30
c kg/cm ²	0.12	0.25	0.5	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8

< 附 録 >

1. くいのヤング係数

くい材料の弾性係数はつぎの表 2.4-15 を用いてよい。また鉄筋コンクリートくいの場合でも全断面を有効として断面二次モーメントを算出する。

表 2.4-15

く い 材 料	ヤング係数 (kg/cm^2)
コンクリート (場所打ち)	210,000
コンクリート (遠心力)	350,000
銅 材	2,100,000
木 材	100,000

注) たとし鉄筋コンクリートくいの場合の断面計算ではコンクリートのヤング係数として土木学会コンクリート標準示方書に示す値をとるものとする。

(道路橋下部構造設計指針, くい基礎の設計篇参照)

2. 擁壁を含む掘さく面, 盛土面の安定計算法

この項で検討の対象となるせん断破壊は図 2.4-8 に示すような場合である。

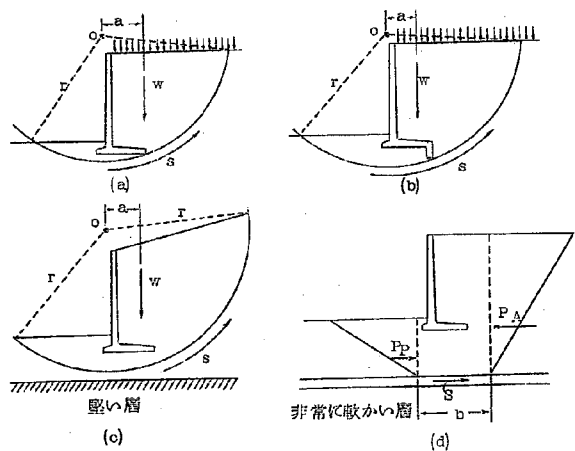


図 2.4-8

その安定計算の取扱いはいずれも同じであるが, (a), (b), は基礎地盤および背面土 (裏込め土でなく自然状態の土) が一様で地表面から深くなるにつれて次第にせん断強度を増すような場合に起ると考えられるもの。(c) は基礎底面より深い位置にせん断強度の弱い層が相当厚く存在する場合に, (d) は同様な薄い層が存在する場合に起るものである。

(a), (b) は擁壁基礎スラブの後下端を, あるいは基礎スラブ下端を通してせん断すべり面が形成される。(c), (d) はそのすべり面がもっと

と深い所に生ずるものである。

図 2.4-8 (a), (b), (c) ともにすべり面の横断面形は円弧と仮定して次のように計算する。

abc-1) すべり面を仮定する (円の中心と r を仮定)。

abc-2) 1) で仮定した円弧すべり面の内側にある土および擁壁の重量を, 円の中心を通る鉛直線の左右別々に求める。次いでそれぞれの重量の中心 O のまわりのモーメントを求める。

abc-3) 円弧すべり面に沿った部分の土のせん断抵抗に半径 r を乗じて得られるモーメント

の和を求める。

abc-4) 3) のモーメントとこれと同じ向きをもつ2) のモーメント成分の和を安定モーメント M_r とし、反対向きのすべりを起させようとする2) のモーメント成分を M_o とすると、安全率 F_s が次式で求められる。

$$F_s = \frac{M_r}{M_o}$$

abc-5) 1) のすべり面の円弧(中心の位置および半径)を修正して以上の操作を繰返し安全率 F_s の最小値を求めればこれが計算上の真の安全率である。

ここで図 2.4-8(a),(b)に示した浅い破壊すべり面を考えるとすべり円の中心位置は通常の場合に次のようにとればよいと思われる。すなわち、粘着力の無視される土では図 2.4-9(a)に示したように擁壁の上端から引いた水平線と基礎スラブ前端から引いた鉛直線との交点 O にとる。また内部摩擦角の無視できる土では擁壁縦壁の上前端に中心 O をとる(図 2.4-9(b)) 基礎および背面地盤に内部摩擦角および粘着力の両者が考えられる場合であるが、表面荷重(分布荷重) q が存在するときには図 2.4-9(c)および(d)に示したように、すべり円の中心 O を q/r だけ上にあげる。

図 2.4-8(d)の場合には、次のようにする。

d-1) せん断抵抗の弱い層の幅 b の大きさと位置を仮定する。

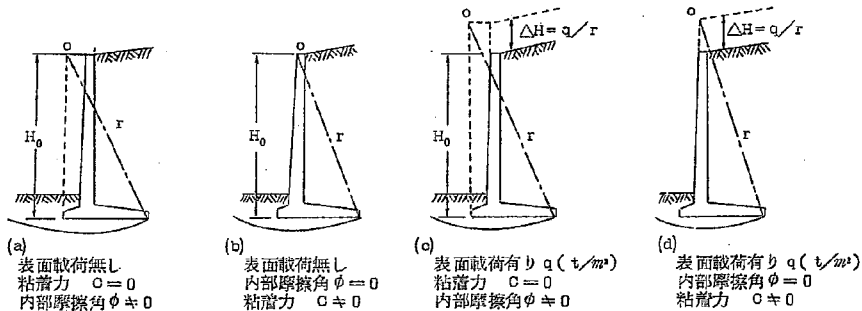


図 2.4-9 浅いせん断すべり破壊の計算に対する破壊すべり円の中心位置の仮定

d-2) 幅 b の前後端における鉛直面を考え、この面に対する主働土圧(後面)と受働土圧(前面)を求める。

d-3) 幅 b の部分のせん断抵抗を S 、前面受働土圧を P_E 、後面主働土圧を P_A とすると次のような関係になければならない。

$$\frac{1}{2} P_E + \frac{1}{1.5} S \geq P_A$$

上記の各場合のすべり面におけるせん断抵抗は次のようにして求める。

1) 内部摩擦角 ϕ が無視される場合

すべり面に沿って単位面積当り $c(t/m^2)$ の粘着力をとる(通常、1軸圧縮強度 q_u の $\frac{1}{2}$ をとる)。ただし、地表面から q_u/r の深さまでは $c=0$ とする。またこの深さに対しては水圧を考え転倒モーメントに加算する。

2) 粘着力が無視される場合

すべり面に沿って単位面積当り

$$S = \sigma \tan \phi \quad t/m^2$$

ここに S : せん断抵抗 t/m^2

σ : すべり面に対する垂直圧力 t/m^2

ϕ : 内部摩擦角

3) 一般の場合

すべり面に沿って単位面積当り

$$S = C + \sigma \tan \phi \quad t/m^2$$

ただし, $C \neq 0$ とする場合には地表面から

$$\frac{qu}{r} = \frac{2C}{r} \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

の深さの範囲内のすべり面のせん断抵抗は無視し, この深さに対しては水圧を転倒モーメント側に考慮する。

すべり面の生ずる範囲の深さまたは場所によって土質が異なる場合にはすべり面の内側の部分をいくつかの区画に分けて考え各区画ごとに次のようにしてせん断抵抗を求める。すなわち第 n 番目の区画では

粘着力によるもの

$$C_n A_n \quad t/m$$

内部摩擦によるもの

$$W_n \cos \alpha_n \tan \phi_n \quad t/m$$

ここに A_n : 区画 n 底面のすべり面面積 m^2

W_n : 区画 n の土または擁壁を含む重量 t/m

α_n : 区画 n のすべり面の水平面とのなす平均傾斜角

これらは, いずれもすべり面 (円弧と仮定) の接線の方角に向くものとする。

さらに, 各区画ごとに土の重量のすべり円の中心のまわりのモーメントと, 同じく, すべり面に沿ったせん断抵抗によるモーメントを求めて, すべりを起させようとする向きのモーメントとこれを防ごうとするモーメントを別々に加えて前述 a bc-4) に従い安定に関する安全率 F_s を求める。なお, すべり面の途中に地下水面が存在するときには別途考慮する。

上述のような操作によって求めた擁壁全部を含む, 切取り面の安定に関する安全率が規定の値 1.5 だけ得られない場合には

(1) 基礎スラブ下側の突出部の深さを増す (図 2.4-8)

(2) 基礎スラブ底面を下げる。

(3) くい基礎にする。

のいずれかを採用して可能なすべり面を切るようにする。その場合に, 3) のくい基礎ではくいの途中におけるせん断応力を検定しなければならない。

前記の 3 つの処置によっても安全性が得られない場合には転倒モーメントを減少し, 安定モーメントを増加させるよう擁壁設置の全体計画を変更しなければならない。

なお, すべり面は自然状態の斜面の比較的表層でも, その層のせん断抵抗が弱い場合にはその下部の良質地盤との境界面に沿って生ずることがあるから, その可能性に対しても怠らないようにしなければならない。

ゆえに

$$F_B = \frac{(S + \sum T_n) r}{\sum T_n \cdot r + M_w} = \frac{(63.45 + 1.68) \times 8.15}{20.38 \times 8.15 + 68.2} = 2.26 > 1.5 \quad \therefore \text{安全}$$

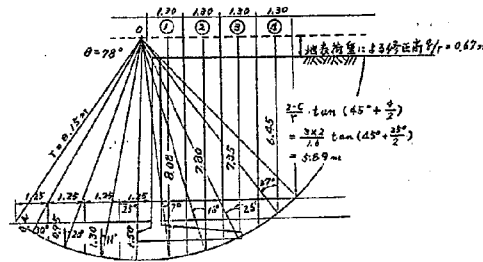


図 2.4 - 1 2

表 2.4 - 1 6

	0 点の右側部分	W_n	$N = W_n \cdot \cos \alpha_n$	$T_n = W_n \cdot \sin \alpha_n$
1	$8.08 \times 1.3 \times 1.6$	16.8	16.67	2.05
2	$7.8 \times 1.3 \times 1.6$	16.22	15.58	4.47
3	$7.35 \times 1.3 \times 1.6$	15.28	13.72	6.70
4	$6.45 \times 1.3 \times 1.6$	13.42	10.71	8.08
		56.68	20.30	

	0 点の左側部分	W_n	$N = W_n \cdot \cos \alpha_n$	$T_n = W_n \cdot \sin \alpha_n$
1	$0.4 \times 1.25 \times 1.6$	0.8	0.69	0.4
2	$0.95 \times 1.25 \times 1.6$	1.9	1.78	0.65
3	$1.35 \times 1.25 \times 1.6$	2.6	2.55	0.5
4	$1.50 \times 1.25 \times 1.6$	3.0	3.00	0.13
		8.02	1.68	

(建築基礎構造設計規準・同解説参照)

3. 計算例

土木構造物標準設計 1 に記載してある高さ 7 m の突げた式鉄筋コンクリート擁壁を設計例としてあげる。

地盤反力 $P_1 = 23.9 \text{ t}$

" $P_2 = 2.4$

滑動の安全率を 2 とするために不足する水平抵抗力

$S = 6.4 \text{ t}$

底版長 $L = 4.4 \text{ m}$

1) 基礎の地盤が砂質で密なとき

(1) 地盤の許容支持力は表 2.4 - 4 より 30 t/m^2 で、 $P_1 = 23.9 \text{ t/m}^2$ より大きいので直接基礎でよい。

(2) 滑動抵抗を増すための前面土かぶり

式(3・6)より計算し $S = 6.4 \text{ t/m}^2$ 以上になるよう土被りを決める。

$$R_E = \frac{1}{2} h^2 r \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) = \frac{h^2}{2} \times 1.8 \times \tan^2 (45^\circ + 20^\circ)$$

$$= h^2 \times 0.9 \times 4.599 > 6.4$$

$$h \geq \sqrt{\frac{6.4}{4.139}} \approx 1.25$$

従って、基礎底面を地盤面より 1.25 m 程度いれればよい。(本計算では土の単位重量 1.8 t/m^3 , 土の内部摩擦角を 40° とする)

2) 基礎地盤が堅い粘土質地盤のとき

(1) 地盤の許容支持力は表 2.4-4 より 10 t/m^2 であって $P_1 = 23.9 \text{ t/m}^2$ を支持できないのでくい基礎とする。

(2) くい基礎の設計

(i) 鉛直ぐいの場合

(1) くいの軸方向許容支持力の計算

ぐいには $\phi 30 \text{ cm}$, $\ell = 10 \text{ m}$ の鉄筋コンクリートぐいを使用する。(外径 30 cm , 厚 6 cm , $E = 350000 \text{ Kg/cm}^2$, 鉄筋 $\phi 13 \text{ mm} \times 6$ 本のぐいを使用すると、抗压強度は 140000 Kg-cm とする)

式(3・2)より計算する。

$$R_a = \frac{1}{3} \left\{ 40 N A_p + \left(\frac{\bar{N}_s \cdot L_s}{5} + \frac{\bar{N}_c \cdot L_c}{2} \right) \psi_p \right\}$$

$$\begin{cases} A_p = 0.15^2 \times 3.14 = 0.071 \text{ m}^2 \\ \psi_p = 0.3 \times 3.14 = 0.942 \text{ m} \\ N = (20 + 15) / 2 = 17.5 \\ \bar{N}_s = 20 \\ \bar{N}_c = 10 \\ L_s = 2 \text{ m} \\ L_c = 8 \text{ m} \end{cases}$$

$$R_a = \frac{1}{3} \left\{ 40 \times 17.5 \times 0.071 + \left(\frac{20 \times 2}{5} + \frac{10 \times 8}{2} \right) 0.942 \right\}$$

$$= \frac{1}{3} \{ 49.7 + 45.2 \} = \frac{94.9}{3} \approx 31.6 \text{ t}$$

(ii) くいを3列に配置するものとする

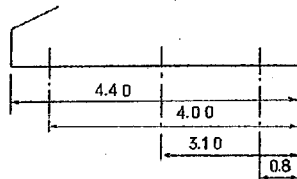


図 2.4-13

式(3.7.2)より

$$\ell_1 = \ell \sqrt{\frac{2i-1}{2n}} = 4.4 \sqrt{\frac{1}{6}} = 1.79 \div 1.8 \text{ m}$$

$$\ell_2 = \ell \sqrt{\frac{2i-1}{2n}} = 4.4 \sqrt{\frac{3}{6}} = 3.11 \div 3.1 \text{ m}$$

$$\ell_3 = \ell \sqrt{\frac{2i-1}{2n}} = 4.4 \sqrt{\frac{5}{6}} = 4.02 \div 4.0 \text{ m}$$

式(3.8)より

$$\Sigma V = (P_1 + P_2) \times \ell / 2 = (23.9 + 2.4) \times 4.4 / 2 = 57.9 \text{ t}$$

$$\therefore V_i = \frac{\Sigma V}{n} = \frac{57.9}{3} \div 19.3 \text{ t/本}$$

縦断方向に 15 m pitch で配置すると $19.3 \times 15 = 289.5 \text{ t} < 30 \text{ t}$
つぎに水平抵抗の計算をする。

$$I = \frac{\pi}{64} (30^4 - 18^4) = \frac{3.14 (810,000 - 104,976)}{64}$$

$$= \frac{3.14 \times 705,024}{64} = 36,896 \text{ cm}^4 \div 37,000 \text{ cm}^4$$

$$4EI = 4 \times 350,000 \times 37,000 = 51,800,000,000 \text{ Kg/cm}^2$$

また K は図 2.4-4 より, N = 10 として約 2 Kg/cm^2 を得る。

$$\frac{1}{\beta} = 4 \sqrt{\frac{4EI}{DK}} = 4 \sqrt{\frac{51,800,000,000}{30 \times 2}} = 4 \sqrt{863,333,333} = 2 \sqrt{929,000}$$

$$= 304$$

くいの 1 本に働く曲げモーメントは式(3.4)より

$$M = 0.322 \times \frac{H_1}{\beta} = 0.322 \times H_1 \times 304 = 97,888 \times H_1 \text{ Kg-cm}$$

これがくいの抗圧強度 $M_{rc} = 140,000 \text{ Kg}$ をこえないためには

$$H_1 = \frac{140,000}{97,888} = 1.43 \text{ t}$$

従って $H_2 = 8 \times 15 - 1.43 \times n = 9.6 - 4.3 = 5.3 \text{ t}$ 不足するので, これは前面受働土圧によって抵抗させる。

$$h \geq \sqrt{\frac{H_2 / 15}{r / 2 \times \tan^2(45^\circ + \phi / 2)}} = \sqrt{\frac{5.3 / 15}{0.9 \times \tan^2(45^\circ + 20^\circ)}}$$

$$= \sqrt{0.85} = 0.92$$

従って擁壁前面に 90 cm の土被りをする。

くいの頭の水平変位は式(3.6)より

$$Y = \frac{H_1}{2EI} \times \frac{1}{\beta^3} = \frac{1.43}{25,900,000,000} \times 304^3 = \frac{4,017,508,352}{25,900,000,000}$$

$$= 0.15 (\text{cm})$$

(ii) 斜ぐいを含む場合

偏心量は地盤反力 $P_1 P_2$ が既知で ΣV が計算してあるときは

$$b = \frac{\ell(\ell \times P_1 - \Sigma V)}{6 \times \Sigma V} \text{ で求める。}$$

$$(\Sigma V = \frac{P_1 + P_2}{2} \times \ell)$$

$$\therefore b = \frac{4.4(4.4 \times 23.9 - 57.9)}{6 \times 57.9} \approx 5.7 \text{ cm}$$

$$b' = \frac{\Sigma \ell_i \cdot m_i}{\Sigma n_i} = \frac{1.8 + 3.1 + 4.0}{3} = \frac{8.9}{3} = 2.97 \text{ (m)}$$

$$\ell' = b' - b = 2.97 - 2.77 = 0.2 \text{ m}$$

$$M = \ell' \cdot \Sigma V = 0.2 \times 57.9 = 11.6 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$d_1 = b' - \ell_1 = 2.97 - 1.80 = 1.17$$

$$d_2 = b' - \ell_2 = 2.97 - 3.10 = -0.13$$

$$d_3 = b' - \ell_3 = 2.97 - 4.00 = -1.03$$

$$\Sigma d_i^2 = 1.17^2 + 0.13^2 = 1.3689 + 0.0169 + 1.0609 = 2.4467$$

$$V_1 = \frac{57.9}{3} + \frac{11.6 \times 1.17}{2.4467} = 19.3 + 5.5 = 24.8 \text{ t}$$

$$V_2 = \frac{57.9}{3} - \frac{11.6 \times 0.13}{2.4467} = 19.3 - 0.6 = 18.7 \text{ t}$$

$$V_3 = \frac{57.9}{3} - \frac{11.6 + 1.03}{2.4467} = 19.3 - 4.9 = 14.4 \text{ t}$$

斜ぐいによる水平力の分担

$$H_1 = 0$$

$$H_2 = 0.1 \times 18.7 = 1.9 \text{ t}$$

$$H_3 = 0.1 \times 14.4 = 1.4 \text{ t}$$

またぐいの軸方向抵抗による水平力負担は前の計算例により

$$H_1' = 1.43 \times 3 = 4.29 \text{ t}$$

$$H = H_2 + H_3 + H_1' = 1.9 + 1.4 + 4.29 \approx 7.6 \text{ t}$$

また

$$S = 6.4 \times 1.5 = 9.6 \text{ t}$$

であるから

$$9.6 \text{ t} - 7.6 \text{ t} = 2 \text{ t} \text{ を前面受働土圧で持たせればよい。}$$

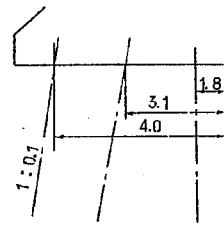


図 2.4 - 1 4

第 4 章 土木技術の自動化について

第 4 章 土木技術の自動化について

4.1 電子計算機の導入について

1. 電子計算利用の利点

- 1) 今まで主として手計算によっていた橋梁・ダム等の応力計算、道路河川ダム関係の実験実測結果によるデータの構造推定、数値計算などに要していた労力を節減し、結果を極めて迅速に入手できる。

たとえば、等厚アーチダムの拱頂調整計算には従来人力で約2週間を要していたが、NEAC-2203により約25分で結果が得られる。

また、これは次の項目とも関係するが、五心変厚アーチダムの半径方向調整計算は、従来人力で約半年を要したがIBM-7090で約10分、この非対称の場合、入力で約1年を要していたものが同じくIBM-7090で約30分で、その結果が得られている。

また、因子数13データ組数60程度の観測値から有意な因子つみによる構造推定を行うには、従来約1月を要したが、NEAC-2203で約40分である。

- 2) 今まで、余りに膨大な計算量の故案されていたダム、橋梁等の応用計算、実測データの解析、最適条件の進捗計算、新技術の開発に要する計算などが、経済ベースにのった費用並びに時間で可能となる。

たとえば、五心変厚アーチダムの完全調整計算がIBM-7090により、対称アーチで約40分、非対称アーチで約2時間、又円形および放物線の中に属する任意形状の変形アーチダムの応力計算もIBM-7090により可能となった。

又、効率が斜交する場合の主成分分析による新しい座標軸の発見、多くの因子のある応答関数の最大又は、最小値を最急こう配上昇による山登り法により求めるプログラムが、NEAC-2203に対し準備されている。

- 3) 計算量としては、それほど際立つたものではないが、日常の実験結果の解析などに費やされていた労力時間を、より本質的な又は人力でなければ、不可能な部分に振分けることができる。

2. 電子計算機を研究所で購入することの利点

プログラムが完成され、一応ルーチンワークとなった計算、それ自身は、次の段階の一部となるのでなければ、これをわざわざ研究所で実行する意味はない。電子計算組織は、地建などの現業部門でも当然導入されるべきであるから、たとえば、交通量の観測データの解析、橋梁ダム等の応力計算等で、その解析方法の検討や、次の新しいステップへの試算に属するもの以外は、これら現業部門、又は外注によって遂行されるのが、本則と考えられる。

研究所においては、ある方式が適用できるかどうかの調査段階、研究の一部の補助手段としての計算に限られるべきで、このために研究所の計算機は、成果に対応しては、稼働率の低いものになる可能性が極めて多い。つまり利用し得る計算結果は出て来ない可能性があっても動かすことの出来る計算機が研究機関には、必要である。この意味で次の利点が考えられる。

- 1) 研究には、重要であるが、成功する可能性の少ない計算を、契約上の面倒な制約なしに実行できる。
- 2) 研究途上に生じた計算を机上の計算機同様の気易さ、早さで実行し、次の段階に進み得る。
- 3) 振動実験、模研実験等で、得られた測定値(場合によっては磁気テープにそのまま記録さ

れたもの)とを直ちに(場合によってはオンラインで)解析し、実験の次の段階に進み得る(オンラインの場合は実験制御に、そのまま利用し得る)

ただし、不利点としては、購入費のほか維持の労力、研究員のプログラミングの労力等の問題がある。

3. 計算機をレンタルで使用する場合の不利点

計算機の利用方法としては、契約による外注、計算機の時間借り、レンタルによる使用等が考えられる。

全部の外注の場合は、研究員の労力を失うことが最小であるから、ある計算を必要としたとき、直ちに、これが実行され、若し考え方が誤っていて、この計算結果が、うまく得られなかったり、又全く答が得られなくても良く、実験途中いつでもオンラインに切替えて使用することが優先的に認められるならば最良である。

しかし、現状では計算要求を出してから契約を結び、実際に注文が行くの1月もかかり、又その結果に対して検収のため、十分な成果を要求され、オンラインに切替えが不可能である。

次にレンタル使用の場合は、契約の手数、オンラインの問題は解決するが、毎月仕払い使用料に対して、はっきりした成果が毎月見合って得られるかという点では、その見通しは暗い、ただしレンタルの場合は機種が日進月歩の状態のときは進歩した計算機に変更することが、購入の場合よりは容易であるという利点がある。

4. 各研究機関の電子計算機導入の実状

東大物性研	FACOM-202	36年3月	
工業技術院電気試験所	HITAC-102	35年5月	
経済企画庁経済研究所	HITAC-102	36年3月	
工業技術院機械試験所	HITAC-101	36年10月	
統計数理研究所	FACOM-128B		
"	HIPAC-103	38年3月	
気象庁	IBM-704	34年	(レンタル)
航空技術研究所	Datatron-205	35年	
鉄道技術研究所	Bendix G15D	33年	
"	" 20		
防衛庁技術研究所	NEAC-1103	33年3月	
郵政省電波研究所	NEAC-2203	36年6月	
運輸技術研究所	NEAC-2203G(2206)	37年3月	
港湾技術研究所	TOSBAC-3015	37年	(レンタル)
国土地理院	NEAC-2206	38年	
建築研究所	NEAC-2230	39年	

5. 各種電子計算機の性能

現在IBM-STRETCHが最古性能を有するものと考えられているが、現在の1台以上に製作することはIBM社の経済的基礎を危くするとさえ云われている。稼動中のものとしてはIBM-7090が日本で見られるものとしては最古の性能で、三菱グループ、IBMセンターのほか最近東芝への導入が伝えられている。別表の通り、2進演算で並列方式であるため演算

時間は極めて早く加減算約5マイクロ秒でNEAC-2206の1/10NEAC-2203の1/600程度である。記憶容量も磁心マトリクスで32768語あり、たとえばアーダムの半径方向調整、完全調整計算などは、これ以外では極めて困難である。しかし購入費用も極めて高くレンタルで月2,800万円と云われ、本機程度の性能のものは各機関共同使用程度がせいぜいと考えられる。

次に考えられるのはプログラミングに要する労力の問題であってこれについては次節で検討するがある程度の編集能力を持つ計算機としては8,000長語程度から10,000長語位の記憶容量を必要とするものと考えられる。

この要求をみたすものとしては別表2の通りFACOM-222, HIPAC-103, NEAC-2206, OKITAC-5090Hの4機が国産機の中では実用化されている。

(表4.1-1)

表 4.1-1 電子計算機性能一覧表

名 称		HIPAC 103	NEAC 2206	OKITAC 5090H	FACOM 202	HITAC 5020E
製 造		日 立	日 電	沖	富 士 通	日 立
素 子	トランジスタ	1,500	2,000	7,500	—	10,000
	ダイオード	2,500	20,000	32,000	—	20,000
	パラメトロン	8,900	—	—	12,000	—
	真 空 管	40	—	—	500	—
演 算 マ イ ク ロ 秒	+	400	160	85	40	20
	—	400	50	30	40	—
	×	1800	1500	250	320	8
	—	1800	1000	250	320	36
	+	5700	2000	330	2200	—
	—	6500	1600	390	1600	24
記 憶1000語		4+4K	4~10K	8~16K	4~32K	16~260K
ソ フ ト ウ ェ ア		FORTRAN 型	FORTRAN 型	ALGOL 型	ALGOL 型	FORTRAN 型 ALGOL 型
名 称		FONTAC	7090	G20	UNIVAC 1107	B 5000
製 造		富 士 通 日 電 沖	IBM	Bendix	Sperry Rand	Burroughs
素 子	トランジスタ			—		
	ダイオード			5,500		
	パラメトロン			32,000		
	真 空 管			—		
演 算 マ イ ク ロ 秒	+	4.4	4.4	13	4	2
	—			7		
	×		4.8	49	12	30
	—			49		
	+		480	98		
	—			98		4~32K
記 憶1000語		8~65K	32K	4~32K	16~65K	
ソ フ ト ウ ェ ア			FORTRAN 型	ALGOL 型 FORTRAN 型	ALGOL 型	ALGOL 型

6. プログラミングについて

機械はおのおの固有の言語を持っている。これはマシンコードと言われるものであるが、おのおのの文法を記憶する容易さと、ある程度の番地の割付けの機能を持たせた S I P S O A P 等の共通言語も普及しておりおのおの受入れプログラムも作られている。しかし数式などを一定の規則のもとに文章を書き流す様に記述し、適当なサブルーチンを作成しながらマシンコードによる編集を行う最も進歩した言語として I B M の F O R T A N , C O B O L など、更に世界的な共通言語として A L G O L などがあり、研究者がこれらの文法に従ってプログラムを作ることは極めて容易である。特に科学用計算機としては F O R T R A N , A L G O L が便利で、之等に以て H A R P , N A R K F F A S T (夫々日電、日立、富士通で F O R T R A N 型)

J U S E - A L G O , N A L G O (日科技連案の日立、松下、富士通用及び日電用で A L G O L 型) 等が次々と開発され大体 4,000 語は受入れプログラムに必要とみられるから作業用番地 4,000 語を考えるとやはり少くも 8,000 語あれば、これらの文法に従って研究者が容易に書きおろすことが可能と考えられる。

7. その他

1) 他機関の機械を借用する問題

これは自分側のものを他から借用したいと申出られたときの反応を考えてみる必要がある。おそらくある目的を持って購入したものであるからその目的に差支えるときは使用を拒否する自由は留保するものと考えられる。また会計法上使用に要した経費の判断、支払方法等も問題でこちらが一切の経費を持って無料で借出すことは先づ考えられない。また通信家を持ちこんでオンラインで使用を許すことは、自分の重要な計算を行いたいときその自由を阻害し、おそらく認めることはない筈である。

このような観点から若しこちらがその立場に立ったときは認めそうもないことを相手方に期待することは無理と考えられる。

2) 機械を自分から購入することの表面に現われない利点

- (1) 近代化された優秀な設備は優秀な研究者を集める上の目に見えぬ引力となること。
- (2) 面倒な契約にしばられぬ計算が新しい自由奔放な着想を生む可能性。

3) 購入後の計算の実行方法について

- (1) 計算が手段でなく、それ自身が目的である様な計算、膨大な記憶容易、極めて迅速な計算速度を必要とする計算は、機械購入後も依然として、外注する場合が多い。
- (2) 週のうち日を限って、全く自由に、若しかしたら結果の得られない計算を優先させる日を作る必要がある。
- (3) プログラミング方法の普及、建設省内の電子計算に対する研修等を数多く行う要あり。
- (4) オンラインで実験と直結する方式の研究。

4.2 電子計算機の機種選択

1. 機種決定までの経過

土木研究所においても電子計算機を導入して研究活動を活発にし能率を良くするために電子計算機委員会を設立し昭和 38 年 9 月 7 日第一回の会合を行った。

この会合により、まずシンポジウムを行なって、所内に電子計算機の必要性を強調すると同時に研究室において、外注による電子計算機の使用実績、および他の国立研究所における電子計算機の使用状態等を各委員に分担して調査することにした。

第2回会合は、9月19日に、第3回会合は10月1日に行ない10月10日に、シンポジウムを開き、その結果を基にして、電子計算機の機種決定をするため10月17日に第4回会合を開き、土木研究所に備える具備すべき件として次に示す項目を決定した。

- 1) 国産機であること。
- 2) コンパイラーを備えていて、そのコンパイラーはALGOL又はFORTRAN いずれかでなければならない。
- 3) 演算速度は早いほど良い。
- 4) 記憶方式は、コアの部分の多いものほど良い。
- 5) インデックスレジスターは、多いほど良い。
- 6) その他使用電力、故障発生率、アフターサービス、製作日数、製作実績等についても検討する。

上記の条件により、国産電子計算機メーカー社（日立、東芝、日電、三菱、沖、富士通、松下）中より、日立製作所製HIPAC103、東京芝浦電気製TOSBAC3400、日本電気製NEAC2206、沖電気製OKITAC5090H、富士通機製FACOM202の5機種を選び、その後数回にわたる委員会により検討し、又39年1月16日には日本電気、日立製作所、沖電気、3メーカーで使用者であるビジネスオートメーションの人々からの説明を聞いた上で、電子計算機委員会としては、OKITAC5090Hが最っとも土木研究所に設置する電子計算機として適していることを決定し、後に示す機種選定理由書を作製し、又設置場所については、39年1月5日の会合によって、駒込に決め、もし駒込に設置場所のない時には、千葉支所に設置することに決定した。

2. 機種選定理由書

土木研究所に於ける電子計算の利用範囲としては、

- 1) 橋りょう等の構造物の設計、計算
- 2) 交通量および各種構造物の安全度に関する統計解析計算
- 3) 振動、その他構造物の実験データの解析
- 4) 道路計画、コンクリート等各種材料の品質管理などにおける、シミュレーション等多方面に使用される。その為使用計算機としての一般的な、能力の他等、特に次の諸点に付いての要求を満足する事が必要である。

3. 内部記憶容量

橋りょう等の設計計算では、多元連立方程式を解く事が必要となるが橋梁では最小1000元の場合が処理できる事が必要である又、一般的にはモニターによってコンパイルの段階のみ集中して行なうが時には一問毎に機械語による計算実行まで持って行く必要がある。

前者の為に最少12000の容量が必要であり8000では80元程度しか取扱い得ない。後者の為に一回ごとシステムプログラムを入れ直さないとすればシステムプログラム8000の外に4000程度の容量が必要であり何れの場合も最小12000程度の記憶容量を必要とする。

4. コンパイラー

一般に中型程度の計算機を運用するについて研究機関、大学等では各問題を持っている研究者自身がプログラミングを行なう事が必要であり又逆にプログラミングの技術のみ知って問題の内容を良く知らぬ、プログラマーに問題の手順を細く説明するよりは人間の言葉に近い言語を解する計算機に対し自からプログラミングする方がはるかに手間は要しない。

この為にはコンパイラの完備した計算機である必要がある。

現在世界共通の算法言語ALGOLとIBM社の開発した算法言語FORTRANが広く使われているがALGOLは1960年。

制定(1962年改訂)の歴史が浅い言語であるにもかかわらずその文法構造が明瞭で容易な為、遂次普及し、今後はプログラマー間の情報伝達用語としてもこれが用いられる傾向がある。

一方FORTRANは歴史が古く従ってこの言葉で書かれたプログラムは現在のところ非常に多いが、どちらかと云えば専門プログラマー向き言葉でALGOLに比べ多少機械語に近い、従って全研究者がプログラミングを行う為にはALGOL型コンパイラは完備していると併に用意された、プログラムを利用出来る為には、更にはFORTRAN型コンパイラも用意されているが、あるいはFORTRANよりALGOL語へ翻訳プログラムが用意されていることが必要である。(ALGOLの方が一般的な構造をもっている為、逆の変換は極めて困難である。)

5. 演算方式

最近の科学計算用電子計算機の演算方式には2進法と純2進法のものがあるが土木研究所に於いては一般の科学計算の他に交通量などを自動計測する時にはビツクアップの形式によりテープフォーマットもまちまちであるが、今迄の経験上、並列純2進のデーターが数量的には非常に多い。したがって並列純2進のデーターの読込みには2進法10進のでは特別の入力装置を必要とすると同時に多くの時間が掛り純2進の計算機に対して不利である。

6. インデックスレジスター

土木研究関係の計算では、サフィックスの多いものを取り扱う場合が多いが、この様な時に繰り返し演算を容易に実行するにはインデックスレジスターの数が多い程良く、又四重のモデルが可能である計算機が望ましい。

7. 演算素子

電子計算機用演算素子としては、ヒーター消費電力が多く寿命が短い等の理由により真空管を使用した計算機は安定性の点で不安である為不適当であると考えられる。

8. 割り込み演算機能

土木研究所においては計測データーの整理計算を行う事が多い為、大量のデーターの紙テープより繰取り、プリントを必要とし、この際、テープリーダープリントの速度上、長時間計算機本体を専有せず数種類の計算を自動的に交互に行なうと同時に計算機繰取りプリントを並列に行ない得る計算機でなければならない。

9. その他

以上の他に一般的な要求事項として演算速度が早い入出力装置が高速安定した計算を行っている機種が望ましい。

以上の点から見て中形計算機が適当であり性能上から超大形計算機及び特殊計算機以外は、国産電子計算機メーカー大手5社(日立製作所、東京芝浦電気、日本電気、沖電気、富士電通)で製作している機種で充分である為、特に外国製品を使用することはない。国産電子計算機中より、前記事項をだいたい満足する。

機種はHIPAC103、TOSBAC3400、NEAC2206、OKITAC5090H、FACOM202の5種となる。

これらの性能比較表から見て土木研究所用としての利点、不利点を各種について表示すれば次の様になる。

表 4. 1 - 2

機 種	利 点	不 利 点
HIPAC	純 2 進	インデックスレジスタンスが少い 計算速度が遅い。
TOSBOC3400	純2進マイクロプログラム方式 速度が速い。	インデックスレジスタンスが少い 過去の実績が無い。
NFAC2206	インデックスレジスタンスが多 い。過去の実績が多い。	2 進化 10 進
OKITAC5090H	純2進浮動小数点伝動が速い。 インデックスレジスタンスが多 い。	使用素子が多い。
FACOM202	純 2 進	インデックスレジスタンスが少い。 真空管を多量使用している。

上表以外にも各機種により細い点で良い悪いがあるが演算方程式、純2進、内部記憶容量12,000以上特に浮動小数点演算速度の早い計算機で、実際使用されている物はOKITAC5090H以外にない。

以上の事から土木研究所用電子計算機はOKITAC5090Hがもっとも適していると考えられる。

以 上

表 4. 1 - 3

		HIPAC 103	TOSBAC 3400	NEAC 2206	OKTAC 5090H	FACOM 202					
最初の納入期		S36.8	新製品	S37.3	S37.12	S					
主な納入先		統数研 関西電力		運輸技研	九大 理化学研	東大理					
構成素子	トランジスタ	1500	3500	2000	7500	-					
	ダイオード	2500	2000	2000	32,000	-					
	バラムトン	8900	-	-	-	12,000					
	真空管	40	-	-	-	500					
数値の表現	ビット形式	純2進	純2進	2進化10進	純2進	純2進					
	数直語の表現	符+4ビット	符+23ビット	符+12桁	符+47ビット	符+47ビット					
小数の表現	固定及び浮動	固定及び浮動	固定及び浮動	固定及び浮動	固定及び浮動	固定及び浮動					
	文字の表現	1文字のビット	1文字6ビット	1文字の桁	1文字6ビット	1文字6ビット					
演算方式	回路形式	ダイナミック	スタティック	ダイナミック	スタティック						
	基本パルス	並列	20~30 MC	200 KC	並列	直並列					
演算速度	直並列区分	並列	直並列	直並列	並列	直並列					
		固定	浮動	固定	浮動	固定	浮動				
演算速度	加減算	400μs	400μs	0.9μs	7.6μs	50μs	160μs	30μs	30μs	40μs	40μs
	乗算	1800	1800	32	90	1000	1500	260	230	320	320
	除算	6500	5700	31	95	1600	2000	700	270	1600	2200
プログラム	アドレス方式	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
	命令形式	1語2命令	1語2命令	1語2命令	1語2命令	1語2命令	1語2命令	1語2命令	1語2命令	1語2命令	1語2命令
インデックスレジスタ	命令種類	18~1100	13~1100	318	178	3ケ	15ケ	3ケ	3ケ	3ケ	3ケ
内部方式	記憶容量	コケ-	ドラム	コア-	コア-	コア-	コア-	コア-	コア-	コア-	コア-
		1024~4096	8492	8192~16384	4000~10,000	4096~16384	4096~8000				
アクセスタイム		85μs	10,000μs	3μs	5μs	10μs	20μs				
価格	NACE	700	120	100	100	100	115				
	100として										

土木研究所電子計算機構成

機	種	員 数	購入・レンタルの別	計画年度
5090H本体				
内部記憶容量	12,000語	1 式	レ ン タ ル	39年度
増設用内部記憶装置	4,000語	"	"	41年度予定
卓上テーブリーダー		1 台	"	39年度
"		2 台	"	40年度
テーブリーダー用デスク		1 式	"	"
紙テーブ入出力チャンネルコントロール		1 台	"	39年度
ラインプリンターチャンネルコントロール		"	"	"
磁気テーブチャンネルコントロール		"	"	"
ラインプリンター		"	"	"
磁気テーブ装置		3 台	"	"
"		1 台	"	40年度
電動タイプライター		"	"	39年度
"		2 台	"	40年度
"		4 台	購 入	39年度
"		3 台	"	40年度
"		1 台	"	41年度予定
高速度紙テーブパンチ		"	"	39年度
電 送 装 置		2 台	レ ン タ ル	40年度
交流定電圧電源		5 台	購 入	39年度

4.3 電子計算機について

はじめに

電子計算組織導入がブームのようになって、あそこの会社が入れた、あそこの局が入れたという話が出てくると、きまして「何を電子計算機にかけたら良いか検討中です」といったことを聞かされる。あげくの果てに「計算機に何をやらせたら良いのですか」などという珍妙な質問さえとび出してくる仕末で、逆に「あなたは何も問題をお持ちでないのですか」と聞き返したくなってくる。

人によっては2,000個までの集計はソロバンの方が速いなどという事を、信仰のように唱えておられるが、おそらくは十数年前駐留軍の兵隊と日本青年との間で行なわれた電動計算機対ソロバンの計算コンクールの結果を思い出しのことであろうと想像される。

たしかに1回だけある個数以下の値の和をとり平均を出すといった作業に対しては、ソロバンの方が早いことは事実で、我々電子計算機に従事している人間もソロバンをよく利用させてもらっている。しかしある一群のデータが手に入ったとき、その平均値だけを出してそれで終りといった取り扱いですむ場合がどれだけあるか、ということが問題である。「自分の所のデータの取扱いは平均値を出すのがほとんどだ」といわれる所ではデータのせっかくもたらしてくれた情報の大部分を、みすみす捨てておられることになり、データをとるに要した費用と考え合わせると大変勿体ないことになる。

もしこの一群のデータから、位置の情報（その代表値が算術平均値）のほかにバラッキの情報（不偏分散の平方根など）とか、他の因子との関連性の情報（相関係数など）を計算することが望ましいとすれば、これらの計算は問題なく電子計算の方が速い。

しかし電子計算機の本領は、何も四則演算を高速度で実行するというだけにあるのではなく、我々が部下に仕事の手順を教えるのと同じ要領で、もしこの値がこれ以上だったらこうするといった判断の基準も含めて教えておくことによって、ある筋道（それはいくつかに分岐していてもかまわない）に従えば良いような問題は、それがどのように複雑なものであってもすべて実行させ得る点にある。

したがって「計算機に何をやらせたら良いか」という質問に対しては、「あなたがある段階の結果を見て、過去の経験によって人に教えられない（論理的に）ようなやり方で勝手に決心をして次の道筋をたどるという種類の仕事以外はすべて計算機にやらせ得る」という答になり、さらにこれが簡約されて「あなたは技術的な（主観的でない、技能的でない）問題を何もお持ちないのですか」という答になってしまうわけである。

「しからば計算機に我々が人に命じて、あるいは自からある手順に従って行なう仕事はすべてやらせ得るし、またその方が速いことは分ったが、電子計算組織を導入しようと思って本を開いても、バカに難しそうなことばかり書いてあるし、とにかく大変な能力を持った機械らしいので手を出しかねている」ということはその次の段階でよく聞かされる。

たしかに電子計算を解説した本のほとんどは、まづ電気回路の説明のようなものから始まって、わけのわからない機械の言葉の説明が大部分で、しかもこれが分らなければ電子計算機というものは使えないかのような印象を与える書き方をしている。

昔はそうであったかも知れないが、現在では我々自身の問題がはっきりしている限りは、これを我々の言葉に近いもので書き下して、機械の言葉への翻訳から先の仕事はすべて機械自身にやらせることができ、土木研究所においても既に300名近くの人がこの方式で自分の仕事の助手として電子計算機を利用しつつあるので、これに必要な最小限度の知識をご紹介します。

1. 電子計算機の言葉

朝鮮事案のときマックアーサーの解任をトルーマンに決心させたのは電子計算機であったとか、参議院選挙で最初の開票状況からみた当選者の予想を電子計算機が行なったとか、とにかくエレクトロニクスブームのおかげで、電子計算機が万能であるかのような話題にはこと欠かない昨今である。

また患者の訴える症状と検査結果から病名をピッタリと当てる電子診断機が現われ、今にも医者が失業しそうな話を聞かされることもある。

たしかに最新の電子計算機は10進12ケタ程度(これを1語という)の加算を毎秒20万回行なう能力を持ち、内部で6.5万語の記憶を行ない、磁気テープなどの外部記憶装置に至っては1本20万語のテープを10台接続できる程度のものであるから大変な仕事を行なわせることができるわけである。

しかし実のところ電子計算機自身は、仕事の手順や判断の基準を教えて貰わない限りは、何も自から仕事を進める能力は持っていないのであって、ここに問題の持ち主である人間と、忠実ではあるが自ら仕事を進める能力のない電子計算機との間の会話を、いかにうまく進めるかということが重要なポイントとなってくるわけである。

機械には設計のとき与えられた機械自身の言葉、機械語machine languageがあり、たとえば加算せよという命令が10進で表現して02であったとすれば、2365番地に入っている情報を取り出してきて、ソロバンに入っている加えよという命令は022365などという形を取り、機種ごとに異った、人間にとっては覚えにくい言葉を使って、しかも横丁のポストに手紙を入れてこいといいたいのに、右足を出せ、重心が右足を通過したら左足を出せといった面倒なやり方で教えてやる必要がある。

そのため計算機自身が折角プログラム記憶という機能を持ちながら、計算方式の指示、プログラミングprogrammingの段階で大変面倒な手続きをふまねばならず、電子計算機を使うのは難かしいとか、プログラミングは高度の知識を必要とする専門家の仕事であるといった誤解がある。

たしかに5年前まではその通りであり、我々問題を持つ側の人間が、プログラマという専門知識を持った人に問題の内容を話してプログラムを作って貰うとか、SIP, SAPなどという中間語を用いて前の02の代りにA(add 加えよという言葉と多少の関連を持っている)、2365番地という絶対番地の代りにB+5番地といった相対番地を使って書くとかしていても、面倒な作業である点はあまり変りはなかった。

1956年IBM社の機械に対してFORTRANという言葉が開発され、これによって機械に自から翻訳を実行させる方式が生れたがまだ機械の側に大分近いものであった。1958年、この長所を伸ばし、文法的にもすっきりした国際的なプログラム言語ALGOL-58が生まれ、更に1960年及び1962年の改訂によって(改訂ALGOL-60)が世界的に行なわれるようになった。

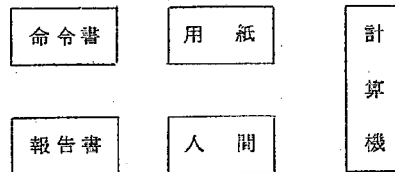
従って現在では電子計算機を利用したい人は誰でも、この簡単な改訂ALGOL-60(以下簡単のためにALGOLと呼ぶ)の文法を習得することによって、ほとんど電子計算に開する予備知識なしに、自分の問題を書きおろし、計算機に翻訳ならびは演算を実行させることが容易になった。

最初編集部からの依頼は電子計算機について入門的な記事を書くようにということであったが、以上のような事情で本文ではALGOLによるプログラムの書き方について重点を置き、電子計算機はALGOLの理解に必要な程度触れるに止めたい。

2. 電子計算機の概要

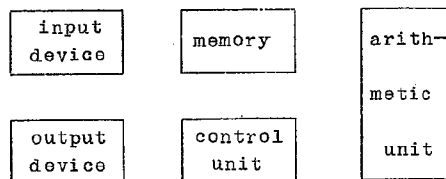
2-1 構成

我々が問題を与えられるとこれを用紙に書きとめ、手廻し或いは電動計算機を使って計算し、中間結果を用紙に書きとめるなどして最終結果を出し、これを報告書にして提出する。この手続きを図化すると



ということになる。

電子計算機を使って計算すること
も実はこれと同じことで、模式図を
使って示すと右のようになる。



ただ人間が行なう場合には命令書にはすべての計算手続がすべて書いてある場合もあるし、文献名を指定してそれに基づいてやれとか、お前の知っている方法でとか場合によってはもっと省略されたやり方で指示され、宜しくやれといういい方があり得るが、電子計算機の場合はすべての手順を入力装置 input device を通じて教えてやらなければ、腹と腹で宜しくやるという工合には行かないという点が異っている。

しかし前もって教えておいた方法呼び出して必要なパラメタを代入し、得た結果を利用させることは可能で、この意味では段々と機械に“学習”させることができ、判断の基準があいまいでない限りは、ある意味で宜しくやれといった指令を出すことも出来るわけである。

また確率的な現象、たとえばジャンケンなどを全く確率的に遂行することなどは人間よりも得意で、人間と勝負をさせると、人間が全くデタラメにやろうとあせっている間についてくるクセ（例えば紙の後は石を出し勝ちだといった）を見抜いてその先を越されることになり勝ちである。

それはさておいて電子計算機の構成要素である入力装置、制御装置、演算装置、記憶装置、出力装置についてその概要を触れてみよう。

2-2 入力装置 input device

計算機の目に当るが人間の書いた文字を判読させることは実用段階ではまだ困難で、紙テープやカードにパンチされた情報を光電トランジスタなどで読み取る方式のものは多い。

紙テープの場合は5乃至8単位の孔で1字を構成し毎秒200～1,000字の読取りを行ない、修正は修正紙によってちょうどフィルムの編集のように容易に行なうことができる。

カードの場合は1枚80～90字のものを毎秒4枚（ブラシ式）から10枚（光電式）位で読み取る。

2-3 制御装置 control unit

各装置とそれらの間を連絡している情報路の間のスイッチングを制御する部分で機械の本体をなす部分であるが、これと次の演算装置、記憶装置については我々使用者が直接関連を持たない部分であって、別段詳しく知っている必要はない。ただこれらの装置の間を情報は正負のパルスという形で伝送され、我々が10進decimalの形で入力したものを2進binaryの形で処理し又10進の形で出力してくることを心得ていれば十分であろう。

たとえば

10 進 decimal		8 進 octal		2 進 binary			
10^1	10^0	8^1	8^0	2^3	2^2	2^1	2^0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1
0	2	0	2	0	0	1	0
0	3	0	3	0	0	1	1
0	4	0	4	0	1	0	0
0	5	0	5	0	1	0	1
0	6	0	6	0	1	1	0
0	7	0	7	0	1	1	1
0	8	1	0	1	0	0	0
0	9	1	1	1	0	0	1
1	0	1	2	1	0	1	0
1	1	1	3	1	0	1	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

となり10進99までの情報は 10^1 のところに9個 10^0 のところに9個合計1.8個のエレメントがあり、各位取りのところで1つづつを選んで表現するが、2進で表すときは、 $2^6, 2^5, 2^4, 2^3, 2^2, 2^1, 2^0$ について各1個づつ計7個のエレメントを用いて表現できるのでエレメントの数をいちじるしく減少できる。前にのべた10進12ケタの1語の情報は40個前後のエレメントとなる。

この場合0か1かといった2つのうちの1つを選ぶ情報の最小単位をbinary digit, 略してビットbitといい、この計算機では1語42ビットなどと表現する。1語40ビット前後のものを長語long word, 20ビット前後のものを短語short wordといい、同じ4,000語（これを4K語という キロ語の意）といっても長語と短語とでは倍ちがうので注意を要する。

8進を間にはさんだのは計算機によっては途中の情報は10進に直すのが面倒なので、8進に知らせてくれることもよくあるのでついでに触れたままで我々が2進10進の変換に利用しても便利である。たとえば10進で97という数字は $97 = (1) \times 8^2 + (4) \times 8^1 + (1) \times 8^0$ と分解してこのことを $(97)_{10} = (141)_8$ と書きこの各桁を更に2進に直して

$(1)_8 = (001)_2, (4)_8 = (100)_2$ であるから $(97)_{10} = (141)_8 = (001100001)_2$ という関係を導いてやったり、逆に1100001という2進数を最後から53ケタづつまとめて8進に直し $(141)_8$ を経由して $(97)_{10}$ にもどして簡単に読むことができる。

2-4 演算装置 arithmetic unit

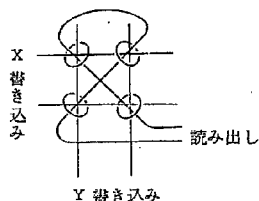
いわばソロバンに当たる部分であって前にのべたように利用者は別段その詳細を知っている必要はないが、我々のソロバンとちがって01（でなくともよいがとにかく2つの状態を用いて）に

ついてand(共に1のとき1), or(少くも一方が1のとき1), not(1のとき0, 0のとき1)という回路を用いて演算しており, このためには1854年発表以来100近くうちす
てられていたイギリスの数学者Booleの創始になる, $+$ $-$ $\times$ $\div$ の代りに $\wedge$ (and), $\neg$ (not)
を用いたいわゆるブール代数がその基礎となっていることをあげておこう。

2-5 記憶装置 memory

前にのべた0と1とで構成される2進情報を貯えるために磁化の方向, 磁化の有無などを利用される。現在多く利用されているものに磁気コア, 磁気ドラム, 磁気テープなど, 将来のものに磁性薄膜, 磁気ディスクなどがある。使用場所により内部記憶装置(機械が直接必要な番地からやりとりするメモリーで一般に呼び出し時間access timeが極めて短い)と外部記憶装置(一旦ひとまとめにして内部記憶装置とやりとりしてから使用されるもので磁気テープ, 磁気ドラム, 磁気ディスクなどが用いられることが多い)とに分れる。

磁気コアは径1ミリ以下のフェライトコアをマトリクス状に綴り, 磁束の方向を反転させるに必要な電圧の $1/2$ づつをXYZ方向にかけて, 必要な交点のコアの磁束の方向だけを変化させるもので65K語(65,536語)位まで使用される。呼び出し時間は短かくマイクロ秒(μs 100万分の1秒)単位である。



磁気ドラムは磁性膜をぬった円筒を毎分3,000乃至18,000回転させ, これに20~50バンドに対応する読み書きヘッドをつけ, 各バンドを円周に沿って100~200番地に分けて各番地に1語全体で数千語, 数万語の記憶を行なうもので呼び出し時間は回転数に関係するが機械的制約から5ミリ秒(ms 1,000分の1秒)単位で, 外部記憶装置として用いられることが多い。

磁気テープは録音テープを想像してもらえばよい。1本のテープに20万~100万語入れ

られるが任意の情報の転送に要する時間が長く秒単位を必要とする。

磁気ディスクはレコードを想像してもらえばよいわけでアームは先づレコードを選び, 次にトラックを選ぶので呼び出し時間は $1/10$ 秒の単位である。

磁性薄膜は将来の記憶素子として注目されている。まだ大容量のものは実用化されていないが呼び出し時間は $1/10\mu s$ の単位である。

2-6 出力装置 output device

1字づつ印字する頁式プリンターは毎秒10字程度のもので計算速度に対して問題にならない。そこで初期のラインプリンタとしては, タイプバーをならべて必要な字のところまでこれを持ちあげて一行に印字する形式のものが用いられ, 1行100字のものを毎分100行印刷する程度のものであった。現在ではタイプチェーン式のラインプリンタで1行120字のものを毎分500~1,000行のものが普通である。

このほか電気化学的xerographicな印字方法で電氣的または磁氣的に文字のパターンを作りプラスチック粉を付着させて紙に転写させる方法によって毎秒5,000字の印刷が可能であ

るとされている。

2-7 各社の電子計算機

以上あげた諸要素は電子計算機を構成している金物に属する部分でこれらをハードウェア hardware と総称する。これに対してこれらの金物を作動させるためのプログラムなどを紙物、ソフトウェア software と呼んでおり、我々ユーザはハードウェアについてはほんの常識程度知っていれば十分であって、問題は次のソフトウェアにある。

新しく電子計算組織を導入するに当って、ハードウェアの部分については割合よく検討されているが、ソフトウェアに関する検討はなおざりにされ勝ちで、このため機械を入れたものの使いにくくて仕方がないといわれる事例も極めて多い。マシンコードだけで、しかも他社の作った遺産だけを利用するような使い方では、わざわざ自分の組織に導入した意味もあまりなく、単にプログラミングもろとも外注した場合と大差がない。

やはり自分達の手で自由に動かして、今まで果さなかった夢を追い、新しい考え方を開発するには、ハードウェアと共にソフトウェアについても十分な注意を払っておく必要がある。

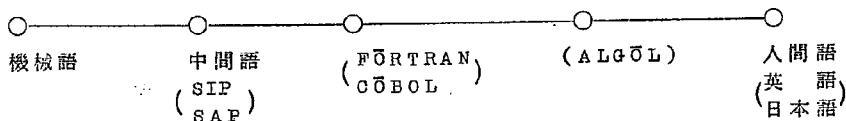
各社の電子計算機

名 称	FACOM 230-30	FACOM 230-50	TOSBAC 3400	OKITAC 5090H	NEAC 2800	HITAC 5020	HITAC 5020E	IBM 7094 II	IBM 360-50	ODC 3600	Burroughs B5000
製 造	富士通	富士通	東 芝	沖	日 電	日 立	日 立	IBM	IBM	コンロー ルデータ	パロース
機 成 装 子	トランジスタ ダイオード パラメトロン 他	16,000 45,000 — —	8,000 23,000 — —	5,000 20,000 — —	25,000 50,000 — —	— — — —	10,000 20,000 — —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —
一語 bit 記憶装置	可変長 コア	36 コア	47 コア	42 コア	48 コア	32 コア	32 コア	36 コア	32 コア	48 コア	48 コア
記憶容量 K長語	(65K桁)	65	4~16 (1)	8~16	4~32	8~65	16~260	32~65	32~65	32~262	4~32
演算時間 μs	加算 浮 固 乗算 浮 固 除算 浮 固	150 58 1,400 850 2200 1,600	154 44 308 252 396 352	118 16 1430 430 1750 570	30 30 230 260 290 700	42 24 82 198 384 444	190 80 370 240 760 420	28~168 28~28 28~56 28~56 28~84 28~96	69 40 215 288 230 332	42 21 64 21~67 130 21~149	3 30
ソフト ウェア	ALGOL			ALGOL	FORTRAN	FORTRAN	FORTRAN	FORTRAN	FORTRAN	ALGOL FORTRAN	ALGOL
月レンタル料 万円	380		210	350	800						900
価格億円	1.7		1.0	1.4	3.6						3.6

3. ALGOL

3-1 概 要

前述のように機械語と人間語の間に、それぞれ機械に近いか人間に近いかによってアセンブラ (SIP, SAP等)、コンパイラ (ALGOL, FORTRAN, COBOL等)があるがその占める位置は次のようなものと考えられる。



COBOLとはcommon business oriented languageの略でアメリカ国防省が中心とな
ってまとめた事務用と称せられる言語であるが、やはりFORTRAN (formula translator)
同様機械的な約束が多い。一方建設省内での事務をみると何も在庫管理的な仕事は主でなく
て、やはり四則演算を中心としたものでありALGOL (algorithmic language 算法言語)
で十二分にカバーできる範囲と考えられ、技術計算用としては勿論ALGOLが一番文法的にも
スッキリした覚え易い言葉であるから主としてこれをご紹介します。

3-2 ALGOL の基本原則

いまここでデータテーブルとして先頭にデータサイズNに関する情報、次は X_1 から X_N に至
るN個のデータが入っているものがあり、これを読み込んで

算術平均値 $MX = \sum X / N$

不偏分散の平方根

$$RV = \sqrt{\frac{\sum (X - MX)^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{\sum X^2 - (\sum X)^2 / N}{N - 1}}$$

を計算しMX, RVの順に有効数字5ケタで印刷させるプログラムをALGOLで書くと次のよう
になる。

```
begin
  real X, SX, SXX, MX, FN, RV;
  integer N, I;
  READ(N);
  SX := SXX := 0;
  for I := 1 step 1 until N do
    begin
      READ(X);
      SX := SX + X;
      SXX := SXX + X↑2;
    end;
  FN := FLOAT(N);
  MX := SX / FN;
  RV := SQRT(SXX - SX↑2 / FN) / (FN - 1.0);
  PRINT(5, MX);
  PRINT(5, RV);
  ORLF(1);
end;
```

これを計算機に代って読み下してみると次のようなものになる。

『これからアルゴルで命令する (begin)。

X, SX, SXX, MX, FN, RV という名前は実数 (real) として使用するからその記憶場所

を留保せよ。

N, I という名前は整数 (integer) として使用するからその記憶場所を留保せよ。

データテーブルより1組の情報を読み込み、その値を前にNという名で覚えておいた場所に格納せよ。SXとSXXに0を代入せよ。

Iに1を代入し次のbegin からendまでのことを実行し、終わったらIに1を加え又実行することをくり返しIがNになるまで行なえ。

くり返し実行する内容は

「データテーブルより1組の情報を読み込んでXに格納。SX+Xの値を計算しその結果を新しくSXに代入。SXX+X²の値を計算し、その結果を新しくSXXに代入。」

ということがらである。

整数Nは実数に直しその結果をFNに代入せよ。SXをFNで割ってその結果をMXに代入。

$(SXX - \frac{SX^2}{FN}) / (FN - 1.0)$ の平方根の値を、RVに代入。

有効5ケタでMXの内容を印刷する準備をせよ。その右に有効5ケタでRVの内容を印刷する準備をせよ。今迄の内容を1行に印刷し1行おくれ。

以上でアルゴルによる命令を終る。(end)。』

ということになり、細かい文法の話の前に先づ知っておいてほしいアルゴルの基本原則は、次の7項目である。

- ① アルゴルは、代入命令、条件付命令、入出力命令、GOTO命令、FOR命令、手続命令、空命令というような命令群から成り立ち、これらの命令はセミコロン(;)で区切られる。命令はbegin とend(式におけるカッコに当る)でくくって1つの命令にまとめることができる。ALGOL プログラム自身はbegin とendでくくられたものでなければならない。
- ② 総ての名前はその名前が使われる範囲の一番先頭のbegin に続く宣言されなければならない。

このように宣言された名前は、そのbegin に対応するendまでの間についてのみ意味を持ち、その外側では意味を持たない。このことを、名前はその宣言されたブロックに関して局所的であるという。

勿論一段内側のブロックについては、その外側で宣言された名前は内側で同じ名前が宣言されていない限り通用する。(同じ名前が宣言されているときは内側のブロックに関してはそのブロック内で宣言されたものの方が優先する。)

- ③ 命令はGOTO命令で行先を変更された場合を除き、原則として書かれた順に実行される。
- ④ すべての変数は必ず値を代入又は読み込みしてからでなければ式の中で使用できない。
- ⑤ 一つのデータの読み込みが終れば、データテーブル上で次のデータが読込位置に待機する。
- ⑥ サフィックス $A_{3,4}$ は $A(3,4)$ 、ペキ A^B は $A \uparrow B$ 、 $\frac{A+B}{C+D}$ は $(A+B)/(C+D)$ 、と書かれた実数は 3.6×10^{-4} を $3.6_{10}-4$ と表記する。
- ⑦ 代入はコロニクオル(:=) という記号によるが、新しい値が代入されると古い値は失なわれる。

3-3 ALGOL の単語及記号

アルゴルは24の単語、9の標準関数と換算関数、26の記号とアルファベット及び数字から成り立つ極めて容易な言語で、単語だけで850も必要なベーシックイングリッシュに比べ

でも極めて容易であることが分る。

単語は

true, false (真か偽かに対応し論理演算に用いる一種の数である)
go to (行先を変更するのに用いる)
if, then, else (条件付命令又は条件式に用いる)
for, step, until, while, do (FOR 命令に用いる)
comment (計算機に無関係なプログラムのメモに用いる)
begin, end (命令をつつむカッコ)
real, integer, Boolean (変数の型宣言等に用いる, 最後のものは真か偽かという特殊なブルー変数に用いる)
array (ベクトル, マトリクン等の配列の宣言に用いる)
procedure (手続宣言に用いる)
switch (スイッチ宣言に用いる)
value, label, string (手続パラメタの指定に用いる)
own (特殊な目的に用いる)

標準関数は

sin cos arctan exp sqrt sign ln abs の8個でexpは指数関数, sqrtは平方根, signは符号でシグナムと読み正は+ 1.0は0, 負は-1をとる, lnは自然対数, absは絶対値である。

換算関数は

entierでアンチエと読み実数に対し, それを超さぬ最大の整数をとる。
これらの関数は計算機によっては大文字を使用するものもある(例えば土研のOKITAC-5090-Hなど)。

記号は

+ - × ÷ ↑ (×は大部分の計算機はエックスと間違えぬ様※を用いる。÷は整数同志の割算で $5 \div 2 = 2$ となる。↑はベキ)
¬ ∧ ∨ ≡ (not, and, or, imply, equivalent でこの順序に優先する)
< ≤ ≥ > * (大小関係)
() (カッコ 式中では丸を, 配列やスイッチに角を用いる)
: (配列宣言及び名札宣言に用いる) ; (命令などの区切りに用いる)
10 (スモールテンと読み定数中の10のベキに用いる)
| (スペース記号)

アルファベット (計算機によっては大文字のみのものもある)

数字 (0から9までの10個)

でこのほかに準アルゴル語として機械ごとに決められた入出力関係の単語がある。たとえばOKITAC-5090-Hでは

PRINT, READ, SPACE, ORLF 等で, 最後のものは復帰改行 carriage return line feed の略である。

単語がこのように少ないし, 文法もスッキリしているのでアルゴルを続むには1時間足らず, 書くには実習も含めて2日の教育で十分である。

3-4 もう少し高級なプログラム(1)

前あげた不偏分散の平方根を求めるプログラムを更に一般化して個数 N を先頭に $X_1 \cdots X_N$, $Y_1 \cdots Y_N$ のデータがパンチされており、これを読み込んでおのこの平均と不偏分散の平方根を計算すると同時に

$$\text{相関係数 } R = \frac{S(XY)}{\sqrt{S(XX) S(YY)}} = \frac{(\sum XY - \sum X \sum Y / N)}{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2 / N)(\sum Y^2 - (\sum Y)^2 / N)}}$$

を計算し、おのこの平均、不偏分散の平方根を一行に印刷すると共に次の行に $R = \times \times \times$ と $R =$ という字の右にその値を有効6ケタで印刷させるプログラムを作ってみる。

今度は手続宣言というものを行って、何回か特定のパラメタだけを変えて行なわれる手続をひとまとめにして名前をつけ、実行に当ってはその名前を呼び出して手続命令として使用する形をとってみる。

```
begin
  integer I, N;
  real MX, MY, RVX, RVY, FN, R, SXX, SYY, SXY, SX, SY;
  array X, Y(1:200);
  procedure READA1(N, A);
  value N;
  integer N; array A;
  begin integer I;
    for I:=1 step 1 until N do READ(A[I]);
  end;
  procedure SUM1(M, A, S);
  value M;
  integer M; real S; array A;
  begin integer I; S:=0;
    for I:=1 step 1 until M do
      S:=S+A[I];
    end;
  procedure SUM2(M, A1, A2, S);
  value M;
  integer M; array A1, A2; real S;
  begin integer I;
    S:=0;
    for I:=1 step 1 until M do
      S:=S+A1[I]*A2[I];
    end;
  READ(N);
  READA1(N, X);
  READA1(N, Y);
  SUM1(N, X, SX);
```

```

SUM1(N,Y,SY);
SUM2(N,X,X,SXX);
SUM2(N,X,Y,SY);
SUM2(N,Y,Y,SY);
FN:=FLOAT(N);
MX:=SX/FN;
MY:=SY/FN;
RVX:=SQRT(SXX-SX*MX);
RVY:=SQRT(SYY-SY*MY);
R:=(SXY-SX*MY)/(RVX*RVY);
FN:=1.0/SQRT(FN-1.0);
RVX:=RVX*FN;
RVY:=RVY*FN;
PRINT(6,MX);PRINT(6,RVX);CRLF(1);
PRINT(6,MY);PRINT(6,RVY);CRLF(1);
PRINT("R=");PRINT(6,R);CRLF(1);
end;

```

このプログラムの特長はREADA1, SUM1, SUM2という手続を宣言しておいて
 READ(N)から始まる本体の中でたとえば SUM2(N,X,Y,SY);
 という手続命令が発せられると宣言の部分のprocedure SUM2(M,A1,A2,S)
 のところに行き対応するパラメタのところを命令の中に書きこまれた名前をおき換え、特に
 value と指定してあるMについては実際のパラメタNがその時に持っている値を書きこんで、
 宣言の所で教えられた通りの演算を実行する。ここでは配列のXのI番目の要素と配列YのI番
 目の要素をが1からNまで加える操作を実行しその答をSXYという名前の所に格納することを
 実行する。

後の方でRVXに一度にN-1で割って平方根をとるところまで実行させないのは、Rの計算
 に利用したい下心があったからである。

またPRINT("R=");とあるのは R = という字そのものを印刷準備せよとの意で計算機
 によってはこの命令を Printstring(R=); などと書くものもある。

3-5 もう少し高級なプログラム(2)

SUM1 と SUM2 は1次の和と2次の和の違いだけで、後は同じことをしているようなので
 これを1つにまとめ、先頭に個数N, X1...X1N, 次にX21...X2N... と何組かのデータがN
 個(100個以下)ずつK組(10組以下)入っており最後に、10⁻²⁰より小さい数が入って
 いるようなデータテーブルを読み込んでX1とX2の間の相関係数などすべての組合せに対するも

のを	X	Y	R
	1	2	0.3363
	:	:	:

という形で印刷させるプログラムを作ってみよう。

```

begin
  array XA(1:100, 1:10), SA(1:10);
  SSA, R(1:10, 1:10);
  integer L, I, J, K, N;
  real FN;
  READ(N),
  K:=0;
  for I:=1 step 1 until 10 do
    begin
      real A;
      READ(A);
      if A  $\leq$  -20
      then go to END
      else XA(I, 1):=A;
      for J:=2 step 1 until N do
        READ(XA(I, J));
      K:=K+1;
    end;
  END;
  for I:=1 step 1 until K do
    begin
      real SA1;
      SA1:=0;
      for J:=1 step 1 until N do
        SA1:=SA1+XA(I, J);
      SA(I):=SA1;
    end;
  for I:=1 step 1 until K do
    for J:=I step 1 until K do
      begin
        real S;
        S:=0;
        for L:=1 step 1 until N do
          S:=S+XA(I, L)*XA(J, L);
        SSA(I, J):=S;
      end;
    FN:=FLOAT(N);
    PRINT("#X"); SPACE(8);
      PRINT("Y####");
    PRINT("R"); CRLF(1);

```

```

for I:=1 step 1 until K do
  for J:=I step 1 until K do
    SSA(I, J):=SSA(I, J)-SA(I)*SA(J)/FN;
  for I:=1 step 1 until K do
    begin
      PRINT(3, I);
      for J:=I step 1 until K do
        R(I, J):=SSA(I, J)/SQRT
          (SSA(I, J)*SSA(J, J));
        PRINT(3, J);PRINT(14R(I, J));
        CRLF(1);
      end;
    end;
  end;

```

このプログラムの特色は先づ配列 array を用いたことで宣言部で XA という 100 行 10 列のデータを入れるマトリクス，SA という各行の和を入れるベクトル，SSA という積和平方和マトリクス及び R という相関係数を入れるマトリクスを用意する。

N を読んでから XA にデータを格納するが，最後に 10^{-20} （これはアルゴリズムでは 10^{-20} と書く）が入っているので各 N 個ずつ読み終ると，次が 10^{-20} でないかどうかを調べて，もし終りが来ていたら END: という名札の所に飛び出させる（名札は後にコロンがあることで判別する）。またこの飛び出したときの組数 K を用意する。

次に SA というベクトルに各列の和を，また SSA というマトリクスの I, J 要素に I 行と J 行積の和を格納する。

次は X, Y, R という字を適当なスペース共に印刷させる。

その次は SSA に残差平方和つまり $\sum (X-\bar{X})(Y-\bar{Y}) = \sum XY - \sum X * \sum Y / N$ を格納し，最後に相関係数を計算してその時の I, J と共に小数点以上 1 ケタ，以下 4 ケタの形で R を印刷して終了である。

おわりに

以上の二，三の例で ALGOL プログラムに出てくる事項の大半の説明を終った。おそらくこれまでの知識で土木技術資料やその他の本（たとえば培風館の電子計算機のための数値計算法などは数値計算のやり方を ALGOL プログラムで示している）に出てくる ALGOL の文章の大部分を読みこなすことができるはずである。

最初に，電子計算機は，我々が人に手順を教えることのできる問題（論理的な問題）はすべて扱うことができると述べて，我々が電子計算機に話しかける手段についてやや詳しくお話してきた。しかしこのことは新しい問題を扱う者は，一人でイロハから電子計算機に教えてやらなければならないことを意味するわけではなく，一つのきまった手順は procedure としてそのプログラムをそのまま利用して，その手順を踏み台にしてより大きいプログラムを構成することもできるし，何人かが共同してプログラムをつぎ合わせる（このためには基本原則の 2 にあげたブロック構造が役立つ，つまりブロックの中で宣言した名前はブロックの外とは無関係なので共通に使うものを除き，各人が勝手に命名できるためである）ことができる。

また標準的な procedure はあらかじめ機械に覚えさせておいて、使用するものが勝手に呼び出して使うことも可能で、このために土木研究所では全所員は勿論、建設本省、地方建設局の技術者約450名に対するALGOLの普及を終り、各人が自分の問題を自ら書き下すと同時に、これらのうち共通的に使用出来る部分を標準 procedure として登録を始めている。

現在までに土研技術管理室にテープがおさめられた主なものは次のようなものである。

FOURIER (フーリエ展開)

FOUPOWER (フーリエ級数)

ABSOL (普通の方法で解けない方程式の解ならびに最大最小値)

RANDOM (一様乱数)

EQUAT3 (3次方程式の解)

MEXI1 (各組データの平均, 最大, 最小値)

ORDERA (データの並べかた)

ORESEN (析線近似関数の解)

REGP3P (回帰平面)

POWSPEC (パワースペクトル)

RENRIU (連立方程式の解, 逆行列)

PLOTI (データのグラフ化)

FT5 (F分布表5%点の近似値)

TREE (最短路問題)

MARPR (Project 型 Dean Marston 土匠)

MARDI (ditch 型 Dean Marston 土匠)

BOXCULVERT (ボックスカルバートの設計)

RAHMEN (ボックスラーメンの計算)

GWALL (重力擁壁の設計)

RYUKYO (日月年平均最大最小水位)

SPECTRUM (自己相関々数パースペクトル)

RECTOKI (沖公式による矩形堰越流量)

ALGOL は電子計算用語であるだけでなく単に手順を説明する道具としても、フローダイアグラムや文章より分りやすい筈で、アルゴルに興味を覚えられた方は次の文献によって自ら書きおろせる様になると共に、少ない技術者を有効に活用し、今迄果せなかった夢を実現するために電子計算を利用されるようおすすめする次第である。

参 考 分 献

1. 菊 地 誠: 人工頭脳時代 講談社 (1963)
2. バークレー: コンピューター革命 ダイヤモンド社 (1964)
3. 岡崎・角山: わかりやすいプログラミング 産報 (1965)
4. 中村 慶一: 技術者のための統計解析 12章ALGOLによるプログラミング
山海堂 (1965)
5. 森口 繁一: ALGOL入門 JUSE 出版 (1962)

4.4 土木研究所における電子計算機利用の現状と増強計画 はじめに

昨年3月3日駒込においてOKITAC5090Hのスイッチを入れてから8ヶ月を経過し、建設省関係550名のALGOLプログラムの活躍により徹夜時間の悪い合いを演ずるまでにフルに使用(必ずしも利用ではないかも知れないが)する状態に立ち至った。

この状態に対応して、もちろんプログラム自身の側の反省も必要であろうが、機器の管理する側としてはプログラマに少しでも便利になるよう増強を考える必要があり、以下研究所の電子計算機利用の現状と増強計画について触れてみたい。

1° 土研の電子計算機利用現況

木曜日を定期補修日として、他は朝1時間のOBM保守員によるチェック後引渡しを受け連続運転を行なっている。第1次増強で文法チェックは他の計算に割り込めるようになったが、まだ長時間演算に短時間演算が割り込めない(第2次増強)ので、長時間演算が速くして徹夜作業に回ることが多い。

40年度計算機使用状況をまとめた、月別使用時間を表-1に、研究室別使用時間を表-2に、日数・件数・時間・日平均時間の関係を図-1に、河川系研究室、道路系研究室、その他との関係を図-2より図-6までに、処理時間別件数を図-7より図-9までに、個人別件数を図-10に示した。

以上が土木研究所における電子計算機の使用状況であるが、前に述べたCDC-3600型電子計算機を設置している日本電子力産業会議に対し、表-4に示す単価により計算を依頼出来る。

表4.5-1

稼動総数表及び月別利用率

月	日数	件数	月総時間	1日平均時間	計算時間	通電時間	保守時間	ダウン時間	R1(%)	R2(%)
					A(分)	B(分)	C(分)	D(分)	$\frac{A+C}{B}$	$\frac{A+C+D}{B}$
4	15	73	2107	140						
5	22	73	2585	118						
6	21	110	3448	164						
7	18	176	11891	661						
8	22	265	8122	369						
9	21	208	9304	443	9304	11499	1002	30	89.63	89.89
10	23	235	14102	613	14102	18936	972	170	79.60	80.50
11	20	266	10328	516	10328	14457	972	340	78.16	80.51
12	24	226	15247	635	15247	20934	829	130	76.79	77.41
1	17	161	8152	480	8152	11897	804	540	75.28	79.82
2	20	211	12717	636	12717	16488	855	210	82.30	83.58
3	21	173	10103	481	10103	15454	857	30	70.92	71.11
合計	244	2177	108106	5256	79953	109665	6289	1450	78.64	79.96
月平均	20.3	181.4	9008.8	438	11142.19	15666.4	898.4	207.1	78.64	79.96

表 4.5 - 2 研究室別使用時間及び件数

	研 究 室 名	使 用 時 間	件 数
1	技 術 管 理 室	2 8, 6 7 7	7 5 0
2	道 路 研 究 室	2 1, 6 6 5	3 0 4
3	ダ ム 構 造 "	9, 4 3 9	2 0 1
4	水 文 "	7, 0 5 2	8 8
5	ト ン ネ ル "	6, 1 4 0	6 8
6	河 川 "	5, 7 2 6	1 3 2
7	橋 梁 調 査 室	5, 3 6 2	1 1 0
8	橋 梁 研 究 室	5, 0 9 9	5 3
9	海 岸 "	3, 7 6 1	6 7
10	ダ ム 水 理 "	3, 7 0 0	1 2 7
11	研 修	3, 4 5 4	1 7
12	砂 防 研 究 室	1, 3 8 0	4 7
13	関 東 地 方 建 設 局	1, 3 3 1	9
14	鹿 島 水 理 試 験 所	1, 2 8 3	2 2
15	中 国 地 方 建 設 局	8 5 5	1 7
16	土 質 研 究 所	6 3 9	2 5
17	近 畿 地 方 建 設 局	4 6 5	6
18	本 省	4 1 4	2 0
19	下 水 道 研 究 所	1 9 6	1 3
20	舗 装 "	1 8 9	7
21	機 械 "	1 4 0	2
22	構 造 "	1 3 1	7
23	基 礎 調 査 室	1 2 7	6
24	施 工 研 究 室	1 1 4	7
25	地 す べ り 研 究 室	4 2	4
	そ の 他	7 2 1	1 2
	合 計	1 0 8, 1 0 2	2, 1 2 1

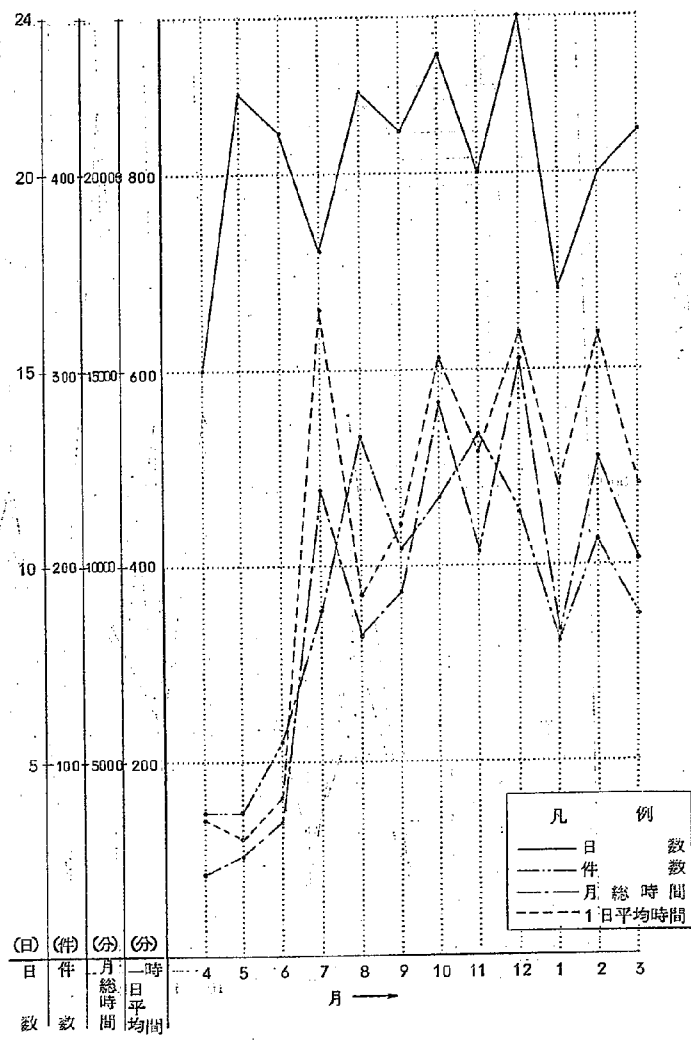


圖 4. 1 - 1 稼 動 総 数 図

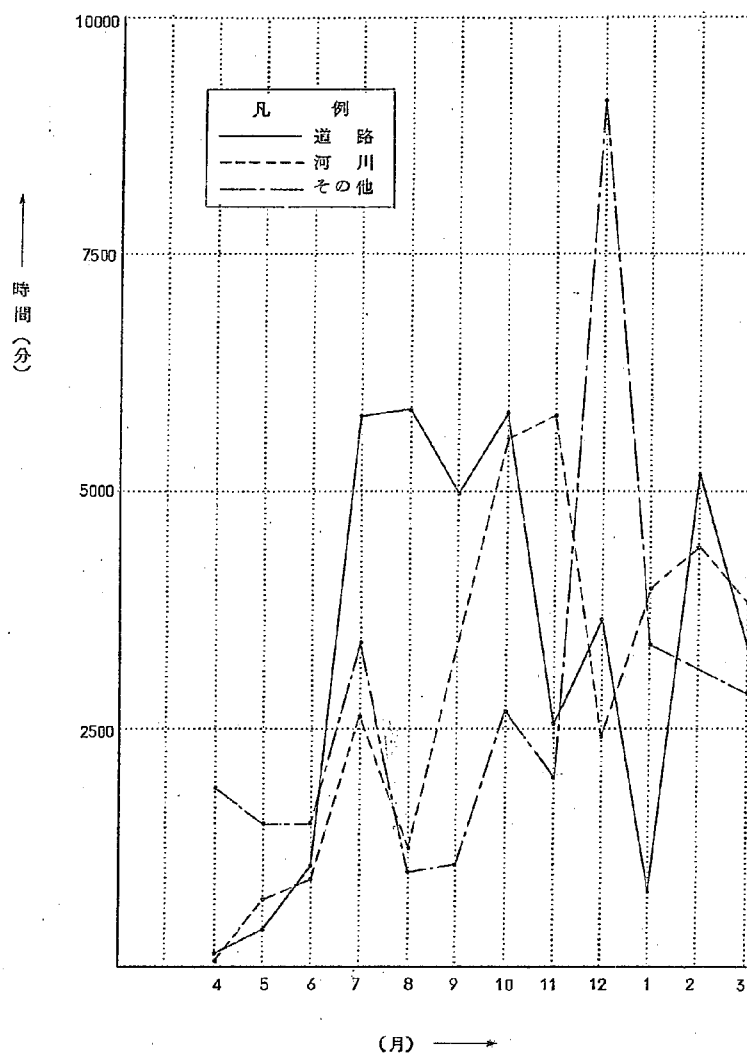


図 4.5 - 2 使用時間図



図 4.5 - 3 全使用時間に対する百分率図

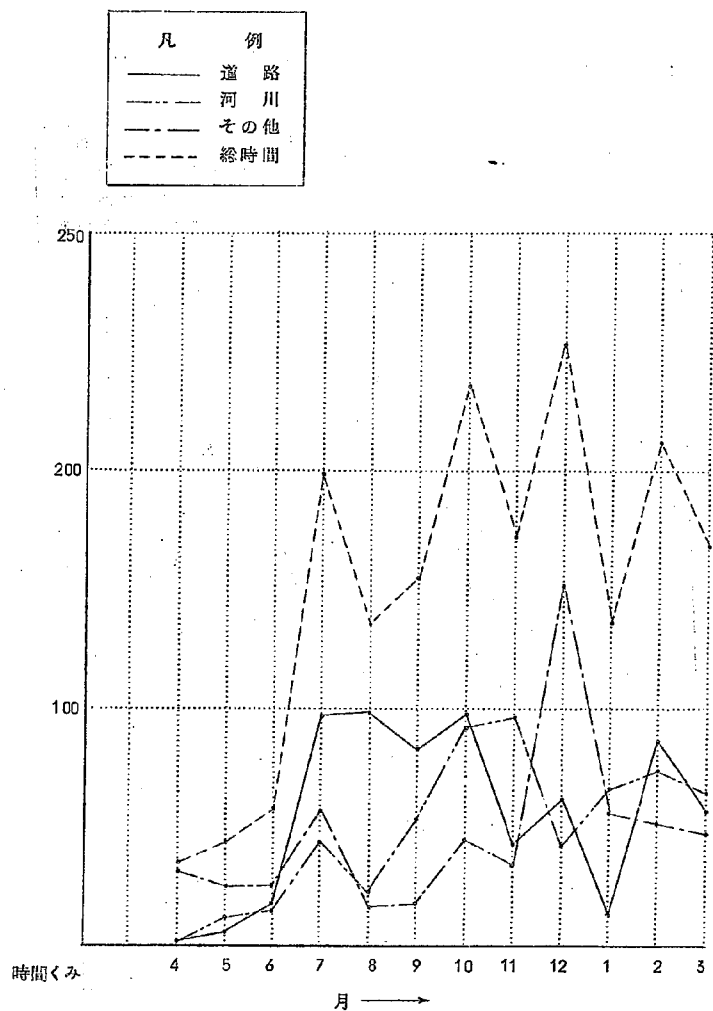


図 4.5-4 200 時間に対する百分率図

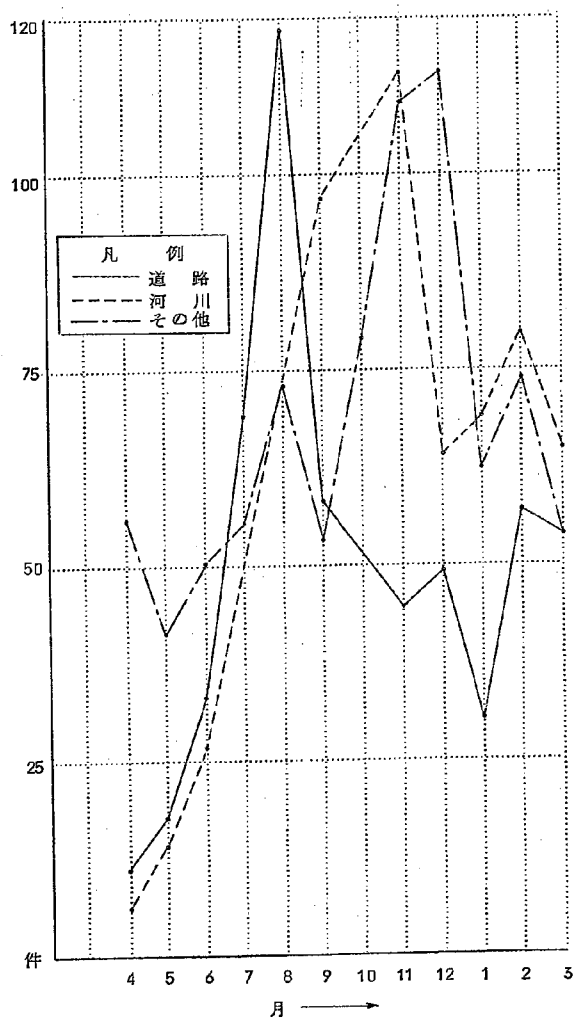


図 4.5 - 5 使用件数図

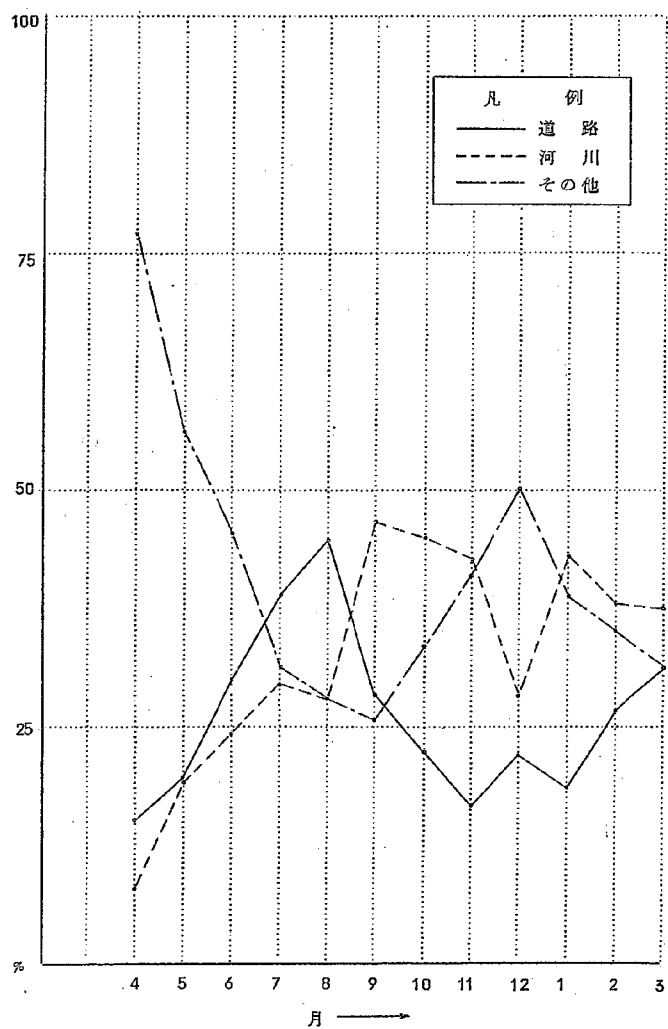


図 4.5 - 6 総件数に対する百万率図

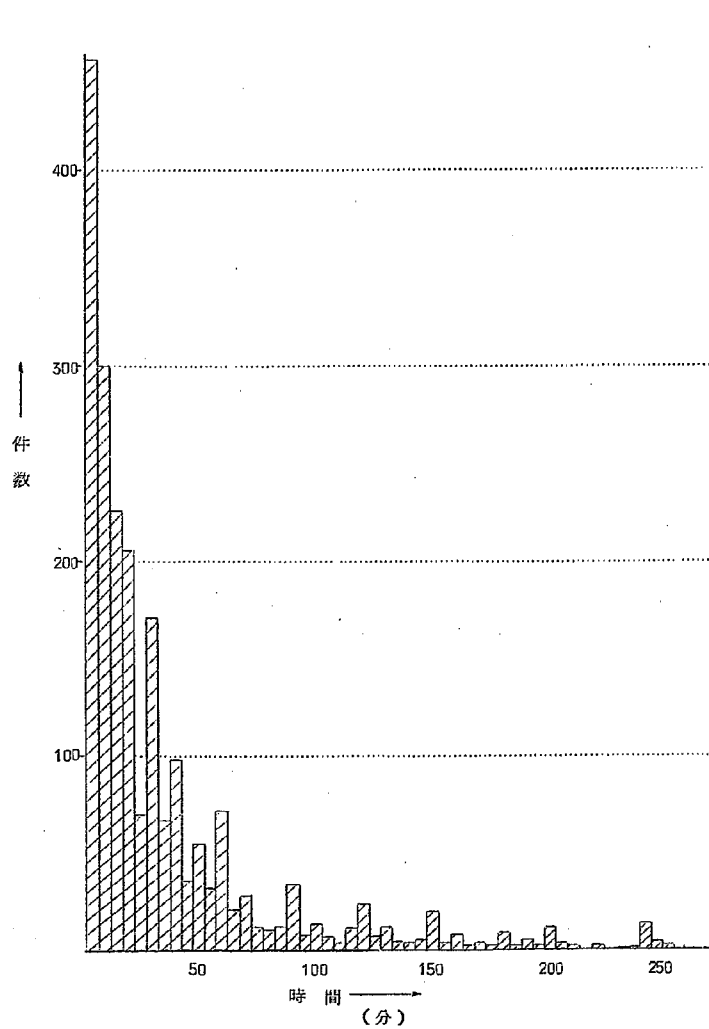


圖 4.5 - 7 處理時間別件数 (間隔 5 分)

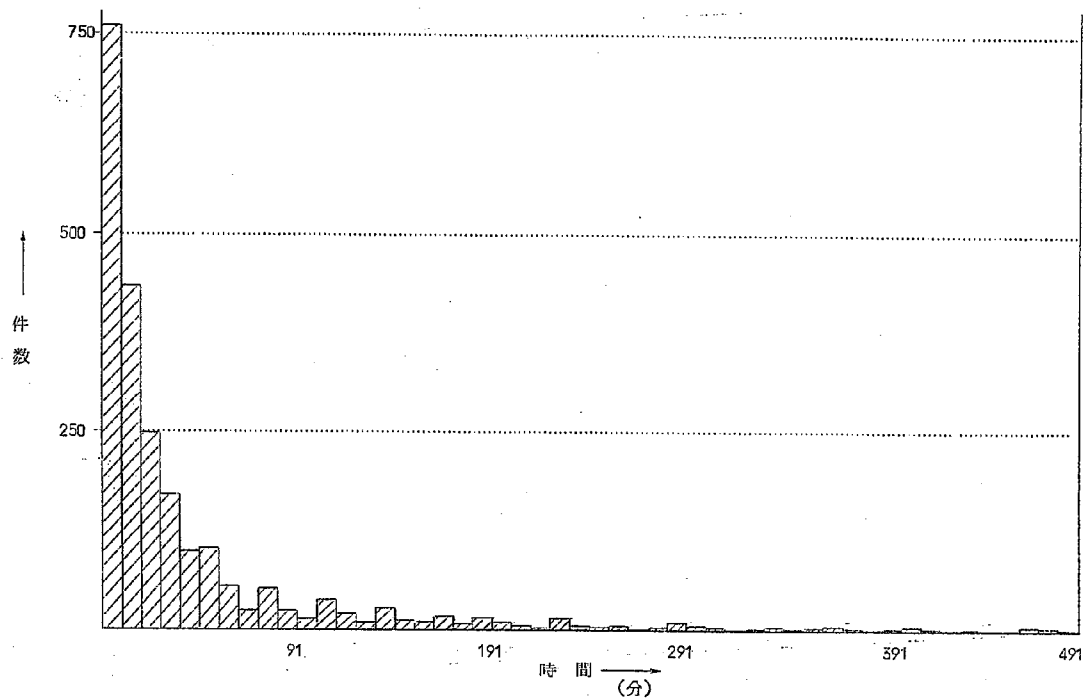


圖 4.5 - 8 處理時間別件數 (間隔 10 分)

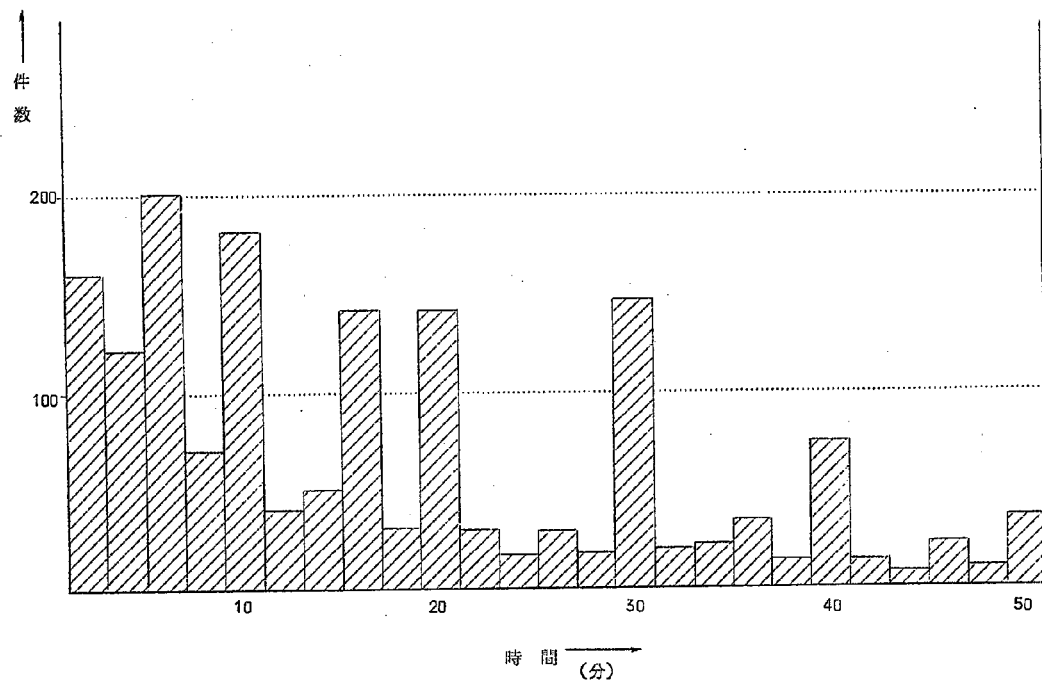


图 4.5 - 9 处理時間別件数 (間隔 2 分)

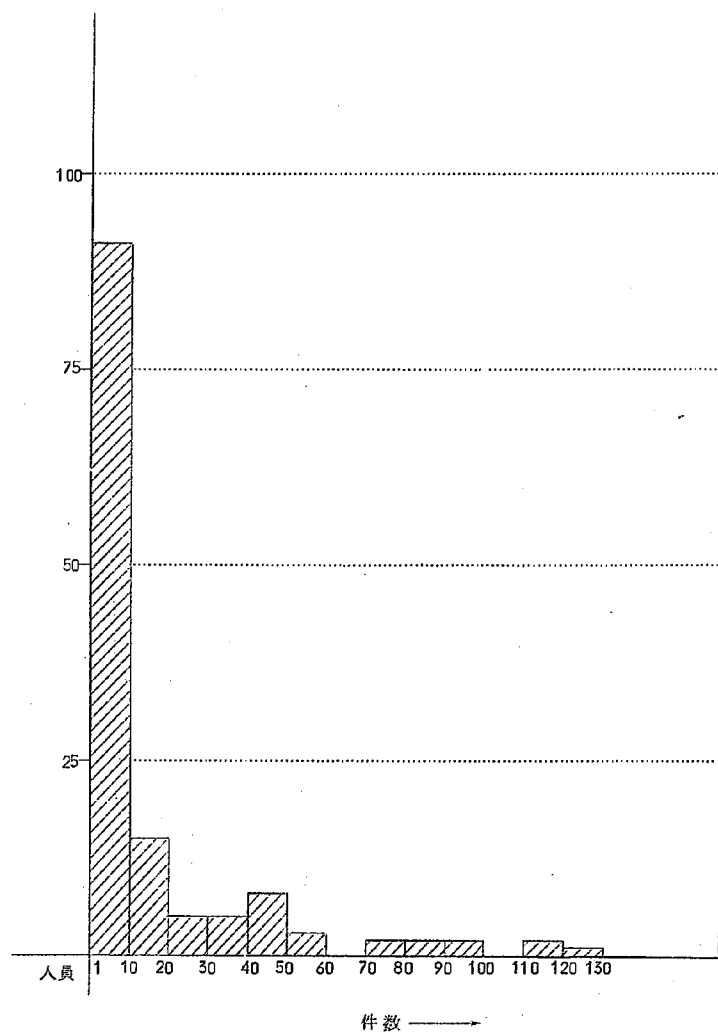


圖 4.5 - 10 個人別件數

表4.5-3

機 械 の 種 類		単価(1/100) 時間
CDC 3600 電子計算組織	中央処理機(98304語) 1	3,000円
	磁気テープ装置 14	オペレーショ ン料を含む
	ディスクバック装置 1	
	高速度ラインプリンタ装置 3	
	仮名文字プリンタ装置 1	
	紙テープ読取・せん孔装置 1	
	カード 読取機 2	
	カードせん孔機 2	
	X-Y グラフプロッタ 1	
	3200衛星計算機(入出力専用) 1	
プログラム 作成料金	1人1時間当り	1,500円
カード読取・せん孔料金	カード10枚当り	4円
カ ー ド 代 金	カード1枚当り	1円
(標準)	16インチ巾2パートの場合	20円
印 刷 料 金	" 3パート "	30円
	" 4パート "	35円
カードせん孔及びせん孔 検査	カード1枚当り(カード代を含む)	15円
紙テープ読取・せん孔料 金	1,000字当り	8円
紙テープ代金(1巻)	220メートル当り	320円

2° 第1次増強

文法チェックの割り込み, external procedureのつなぎ込み, プログラム自動修正などの改良で7月に行なった。

2.1 文法チェックの割り込み

PTR1 よりの問題実行中にPTR2 より割り込み, それまでの内容を磁気テープ(MT)に待避させた後, 新しい問題の文法チェックを行ない, 待ち時間の減少を計る。

2.2 external procedure のつなぎ込み

PTR1 よりのオリジナルテープにPTR3 よりのexternal procedureテープをつなぎこみ, 高速度テープパンチ機(HTP)に新テープを作り出すもので, プログラムの労力を軽減できる。

2.3 プログラム自動修正

PTR1 よりのオリジナルテープに対しPTR2 よりのコントロールテープに従がいPTR3の情報を入れ換え, 挿入, 削除し, HTPに新テープを作り出すもので, エラー修正作業を軽減できる。

3° 第2次増強

現在のALGOL-H(H1)が文法上の制約が多いので, 大幅に制限を除いたNEW ALGOL-H(H2)の作成を沖電気側に要望し, 来年1月よりH2によって実施することとなった。また, OKITAC5090Hより10倍以上能力のあるCDC3600が来年1月より使用可能で, しかし, CDCALGOLがほとんどH2と同じなので, H2のテープそのままをCDCにかける方式によって長時間演算のものを避けることが可能となる見込みである。

3.1 NEW ALGOL-H

H1では

1. 関数指示子を認めない。
2. for listにwhile エレメントを認めない。
3. integer real の混合演算を認めない。
4. 代入命令の左右辺の型は一致しなければならない。
5. 手続命令の実パラメタに式が書けるのはvalueに限る。
6. 他の手続名をパラメタにすることはパラメタなしのものに限る。
7. for命令のコントロール変数は単変数に限る。
8. for listのstep とuntil の間は*+ - /で構成したものに限る。
9. 論理演算子の $\equiv$ を除く。
10. スイッチリストはレベルに限る。
11. specifier のlabel string を除く。

という制約はH2においてはすべて除かれALGOL-60よりの利約は次の8点が残るだけとなる。

1. own を除く。
2. label はidentifier に限る。
3. procedure のrecursive call を特定の場合については認めない場合もある。
4. procedure 宣言と命令のパラメタの数型は一致せねばならぬ。
5. array, labelはvalue 指定できない。

6. formal parameterは指定されなければならない。
7. variable array は認めない。
8. 条件付算術式の then の後と else の後の算術式の型は一致しなければならない。

また、H2ではコンソールよりのコントロール on <number> then および既成procedureをMTに格納するattachおよび使用するexternal宣言を新設し、プログラムの労力を大幅に軽減した。

3.2 CDC-ALGOL による処理

1月より日本原子力産業会議が導入するコントロールデータ3600/3200システムを利用しデバッグおよびデータチェックを終了したNEW ALGOL-HのテープそのままをCDC-ALGOLに変換させて計算実行させるが、演算時間は1/20以下となる見込みである。

4.5 電子計算機の設備概要および運営について

昭和39年4月土木研究所に技術管理室が置かれ電子計算機の管理運営を行なうことになった。

1. 構 成

電子計算機委員会によって機種はOKITAG5090Hと決定しているので納期および40年度以後のレンタル費とを考慮してレンタル機械、構入機械の構成案を4種類作製し検討した。(構成案は別添図参照)

その後運営機能上から第4案を多少変更して次に示す構成となった。

1) レンタル分

機 器 名	台数	一ヶ月のレンタル価額
中央処理装置 (CPU)	1	2,239,000-
コントロールコンソール	1	
紙テープ入出力チャンネルコントロール・ユニット	1	122,200-
高速度印刷装置チャンネルコントロール・ユニット	1	139,000-
磁気テープ装置チャンネル・コントロール・ユニット	1	153,500-
直流電源装置	3	23,000-×3
光電式終テープ読取装置 (PTR)	3	10,600-×3
電動タイプライター (ET)	3	23,400-×3
高速度印刷装置 (LP)	1	130,000-
磁気テープ装置 (MT)	3	117,600-×3
通信装置 (4 F.チェッカー)	2	68,000-

2) 構 入 分

機 器 名	台数	構 入 価 額
自動電源電圧調整装置	5	1,900,000-
電動タイプライター	4	2,400,000-
高速度紙テープさん孔装置	1	3,500,000-

2. 各機器の性能

1) 中央処理装置

演 算 方 式	回 路 形 態	スタティック
	直並列の区分	1語並列、同期式

データ表現 ビット形式
数値語の表現

純2進
固定小数点形式；
サイン 1ビット+数値 41ビット

浮動小数点形式；
サイン 1ビット
仮数部 32ビット
指数部 9ビット

文字の表現

1文字 6ビット
1語 7文字

プログラム 内部外部の区別
アドレス方式
命令語の形式

内部記憶方式
11/2 アドレス
1語 1命令
多重指定；

1. アリスメティック・メモリ・アドレス
2. パーシャル・フィールド・アドレス
3. マスク・フィールド・アドレス
4. インデックス・アドレス
5. S C C修飾
6. 間接アドレス
7. 二重修飾

命令の種類

199
1. 演算関係 160
2. 入出力関係 39

インデックス 語 長
インデックスの数
構 成

1語
15
1. 修飾部
2. 増減部
3. 基準部

修飾コントロール

1. X R修飾
2. $X R_1$ と $X R_2$ による二重修飾
3. 多重修飾
4. S C C修飾

特殊レジスタ

マスク・レジスタ 16
パーシャル・レジスタ 15
リアル・タイム・クロック・カウンタ 1
インターラプション・マスク・レジスタ 2
インターラプション・モード・レジスタ 2
デイスブレイ 1
インディケータ

主 記 憶 装 置	方 式	磁気コア，一致電流方式		
	容 量	標 準	8,192語	
		最 高	16,384語	
	容量/シクユニット	4,096語		
語 の 構 成	1 語	43ビット		
	デ ー タ	41ビット		
	サイン	1ビット		
	パリティ (偶数)	1ビット		
	サイクル・タイム	10 μ s		
演 算 速 度 (アクセス・タ イム含む)	加 減 算	30 μ s (平均)	固 定 小 数 点 } 浮 動 小 数 点 85 μ s (平均) 250 μ s (平均) 330 μ s (平均)	
	乗 算	250 μ s (平均)		
	除 算	390 μ s (平均)		
主 回 路 素 子	トランジスタ			
	タイオート			

2) 光電式紙テープ読取装置

読取速度.....200字/秒，400字/秒
 単位.....8単位
 接続可能台数.....15台/チャネル

3) 高速度印刷装置

活字種類.....48種，96種
 1行最大印字数.....120字
 印字速度.....500行/分
 印字間隔.....2.54 mm (1/10インチ)
 行間隔.....4.23 mm (1/6インチ)
 用紙幅.....7~14インチ
 接続可能台数.....15台/チャネル

4) 高速度紙テープ穿孔装置

速度.....150字/秒，200字/秒
 接続可能台数.....15台/チャネル

5) 磁気テープ装置

テープ速度.....75インチ/秒，150インチ/秒
 112.5インチ/秒
 テープ幅.....1/2インチ
 伝送周波数.....41.7KC 62.5KC
 接続可能台数.....15台/チャネル

6) 電動タイプライター

印刷用紙………幅14インチのスプロケット用紙

1行の最大印字数……120字

収容活字数………96種

- 1) 英大小文字52, 数字10, 記号12(+, -, ., ,, =, (,), ;
 , *, /, 10, 空白), 特殊記号22(!, <, >, :, ≥, ≤,
 : =, (,), #, ", ", ↑, ≡, ×, ÷, √, ∧, ∨, ∩, ∪, 空白)

さん孔………8単位

改行間隔………1/6インチ

1/3インチ 手動により切換えられます

1/2インチ

印字, 読取, さん孔速度………450字/分

接続可能台数………15台/チャネル

3. 設置場所および付属工事

第一候補地の崩込の大型試験室中で利用度の低い試験機を整理して工作室を移設し工作室跡を電子計算機室とした為の工事は次の通り。

工 事 名	工事金額
電算室にともなり模様替工事	5,048,000
電子計算機室電源設備工事	1,700,000
電子計算機室空調設備工事	3,150,000
電算室にともなり模様替工事(設備変更分)	47,000
電子計算機室空調設備工事(設計変更分)	145,000
電子計算機掘付工事	900,000
通信装置掘付工事	138,000
30ton高速載荷装置移設工事	69,000
300t耐圧試験機移設工事	100,000
100t引張試験機解体格納工事	240,000
遠心力負荷装置取壊し工事	105,000
床板試験機基礎取壊し工事	155,000
工作機械移設工事	140,000
天井走行クレーン用階段	61,200
工作室囲障工事	45,000
技術管理室模様替工事	320,000
技術管理室コンセント取付工事	9,000
技術管理室長室改造工事	150,000

4. アルゴル研修一覧

表 4.6 ALGOL

回	日 時	場 所	土 木 研 究 所							建設 本省	地 方 建 設 局								北海道 開発局	都・府・ 県	公社 公団	その他	合 計
			駒込	千葉	赤羽	篠崎	鹿島	新潟	東北		北陸	関東	中部	近畿	中国	四国	九州						
1	S39 5.11～16	土 研	2	11	7	1	1	1	5			2								2		32	
2	6.16～20	〃	5	5	5				8			8										31	
3	12.16～18	〃	4	3	8				7			8							2		4	56	
4	S40 1.12～14	〃	10	5	4				3	6		2	3							6		39	
5	3. 8～10	近畿地建												17								17	
6	4.13～14	土 研	2	2	2			1	9											2		18	
7	4.20～21	〃	9	6	8																	23	
8	5.10～11	〃	1		4				5	3	4	5	3	2	2	2	1	2			1	35	
9	5.14～15	〃	1		4				6	3	4	5	3	2	2	2	1	2				35	
10	6.10～11	〃		1	3				7			11	1								6	29	
11	7.20～21	〃	1	1	4				22		7	6	2								4	47	
12	10.18～20	中国地建													22							22	
13	10.26～27	土 研	1		3			1	1		5	1	5									17	
14	12. 7～ 8	〃							3	4	7	5	5	6	5	4	6				1	46	
15	12.13～14	〃	2	9	6				2		7		10								1	37	
16	S41 1.18～19	〃		4		1		1	7			1								7	2	23	
17	1.25～27	建設 大 学 校	1	2	3				21	2	3	7	4	3	3	2	3	2			4	60	
18	3.17～18	土 研	2	1	3																2	8	
	合 計		41	50	64	2	1	4	106	18	37	61	36	30	34	10	11	6	2	17	25	555	

表 4. 6 - 4

		第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	国際 研修	その他	計
土木研究所駒込本所	A	2	5	3	7	2	9	1			—	29
“ 千葉支所	B	11	5	2	4	2	6		1		33	74
“ 赤羽分室	C	7	5	7	3	2	8	4	3		11	50
“ 篠崎分室	D	1									7	8
“ 鹿島試験所	E	1										1
“ 新潟 ”	F	1				1						2
建設省本省	G	5	8	6	2	9		6	7		5	58
東北地方建設局	K				5			3			—	8
北陸 “	L							4			1	5
関東 “	M	2	8	7	1			5	11		5	39
中部 “	N				2			3	1		1	7
近畿 “	P							2			1	3
中国 “	Q							2			1	3
四国 “	R							2			1	3
九州 “	S							1			1	2
都府県	T			1							27	28
公社・公団	U	2			5						4	11
北海道開発局	V							2			11	13
その他の	W					2			6	14		22
合 計		32	31	36	39	18	23	35	29	14	109	366

プログラマー研修会

第1回	39年	5月11～16日	第9回	8,40,4,20～21
第2回		6月16～20日	第10回	40,5,10～11
第3回		12月16～18日	第11回	40,6,10～11
第4回	40年	1月12～14日	第12回	40,7,20～21
第5回		4月13～14日	第13回	40,10,18～20
第6回		4月20～21日	第14回	40,10,26～27
第7回		5月14～15日	第15回	40,12,7～8
第8回		6月10～11日	第16回	40,12,13～14
国際研修会	4月16/4,23/4,30/4,7/5		第17回	41,1,18～19
			第18回	41,3,17～18

4.6 プログラム成果

1) 39年度成果表

表 4.6-1

プログラム名	プログラマー	備 考
非線型重回帰のサブルーチン (連立方程式の近似値)	藤 田 大 二 (道路研究室)	時間10分
流 量 計 算 表	松 田 (鹿島試験所)	
重力式擁壁の設計 (2件)	帆 秋, 富 田 (技術管理室)	時間1時間
Box Culver の設計	岩 松, 工 藤 (")	時間10時間
昭和35年度産業 連関表 (matv1x)	山 室 真 二 (調査統計課)	時間3時間 連絡する
危 険 度 の 実 験	中 村 慶 一 (技術管理室)	
Box Culvert 荷重作用の過 度現象による設計	工 藤 (")	時間40分
データーグラフ化	藤 田 大 二 (道路研究室)	
円 孤 せ り の 実 験	竹 下 周 成 (土質研究室)	
乱 数 表 の 作 製	中 村 慶 一 (技管室長)	
ヒストグラムの作製	富 田 努 (技術管理室)	
逆丁型擁壁型の設計(2件)	富 田 努 (")	時間2時間
集水ますの材料計算	渡 辺 (")	
Box Rahmen の計算	工 藤 (")	
流 砂 量 の 計 算 (利根川模型実型)	石 崎 勝 義 (河川研究室)	時間6時間
OD 調査の標本誤差	山 根 孟 (道路企画室)	
円型アーチの型状計算	丸 田 宣 昭 (ダム構造)	
Calculation of the Shape of Variable Radius Arch Dam	飯 田 隆 一 (ダム構造)	
Rocky-PILLAR 計算	小 林 茂 雄 (ダム構造)	

分 数 計 算	中 村 慶 一 (技 術 室 長)	
Box Culvert 数 量 計 算	工 藤 (技 術 管 理 室)	
トンネル応力測定データ-整理	今 回 徹 (トンネル研究室)	時間 5 時間
最 短 路 問 題 の 解 法	技 村 俊 郎 (道 路 研 究 室)	
道路シミュレーション	藤 田 大 二 (道 路 研 究 室)	
ガードレール実験結果 座標変換データ-整理	技 村 俊 郎	
面積および最大値, 最小値を 求める関数指示子について	杉 喜 郎	
最小自乗法によって直線式を 求める	中 野 昭 (ダム 水 理)	
回帰直線, 回帰曲線, 回帰平 面	山 室 真 二 (調 査 統 計 課)	
3 次 方 程 式 の 解 法	工 藤 (技 術 管 理 室)	
FEEDに関する Procedure	小 池 長 春 (技 術 管 理 室)	
管きよの最大流重の計算	工 藤 真之助 (技 術 管 理 室)	
側工の流量計算(2 件)	渡 辺 保 (技 術 管 理 室)	
マーストンの土圧係数	富 田 努 (技 術 管 理 室)	
ダムの H Q カープ	中 野	

2) 40年度プログラム成果

研究室 (技術管理室)		
プログラム名	プログラマー	備考
二連ボックスカルバートの自動設計	岩 弘 幸 雅夫 弘 瀬 陸 夫	
重力式擁壁の設計	帆 秋 一 見	継続
クイの設計	富 田 努	
利根川流量計算デタチェック	小 池 長 春	
端モーメントの計算	弘 瀬 陸 夫	
すべり角の計算 (地質より依頼)	工 藤 真之助	
ラーメン式橋脚の解法	富 田 努	
橋台の計算	渡 辺 保	
重回帰分析	中 村 慶 一	
矢板の設計	高 島 智 晴	
スラブ橋の設計	村 上 辰 己	
階差方程式による平板の解法	富 田 努	
擁壁経済的比較計算	帆 秋 一 見	
扶壁擁壁の自動設計	富 田 努 見 帆 秋 一 見	
下分布表片側5%点の近似値	中 村 慶 一	
一元配列の要素の移転	"	
二元 " "	"	
一元配量の分散分析	"	
平坪及び不偏分散の平方根	"	
積和, 平方和マトリクス及び相関マトリクス	"	
研究室 (地 質)		
logarithmic spiralの中心を求める計算	安 沢 頼 光	
スーパーカー記録により地層の走向・傾斜を計算	市 川 慧	
研究室 (コンクリート)		
断熱温度上昇曲線の数値計算	柳 田 力	
研究室 (道 路)		
交通量解析	藤 田 大 二	
右折車線シミュレーション	枝 村 俊 郎	
交通量予測 (フレーター法)	"	

研究室（道路）		
プログラム名	プログラマー	備考
ガードレール動計算（弾性レール）	技村俊郎	
道路中心線透視図	市原 薫	
信号系統化の解	"	
最短路問題	技村俊郎	
オフセット計算	市原 薫	
模型的 Street Network の offset 計算	"	
銀座地区信号設定計算	"	
塑性タワミの計算	技村俊郎	
平面座標	市原 薫	
ベンドライト配光曲線	技村俊郎	
デリニエーター輝度計算	"	
風荷重に対する自動車の軌跡	"	
研究室（トンネル）		
和南津トンネルモーメント計算	大内 英吉郎	
由良水越トンネル歪計算	"	
椿トンネル "	"	
換気経済断面の算定	"	
支保工応力計算	"	
Bore hole の応力計算	"	
研究室（舗装）		
剛比半径の計算	飯島 尚	
研究室（土質研究室）		
円 孤 上 り	竹下周成	
浸透流計算	"	
斜面安定計算		
研究室（構造）		
風速計算	川島美治	
研究室（橋梁）		
平均値の計算	山 木	
吊橋の影響線解法による計算	井川治久	

研究室（橋梁）		
プログラム名	プログラマー	備考
単純ばりの各点における曲げモーメント	武藤 富雄	
鋼板の挫屈安全率	"	
橋梁の反力および杭の計算	君野	
連続梁の影響線計算		
中島橋，出来島橋数値計算	山本 崇央	
工型合成桁の断面計算	"	
RC床版の曲げモーメントの計算	太田 美	
床版に作用する輪荷重の計算	"	
研究室（橋梁調査）		
吊橋主塔の応力計算	浅井 清吉	
群ぐいの反力計算	足立 義雄	
吊橋のケーブルの断面積と水平張力の繰返し計算	井 刈 治 久	
研究室（河川）		
jet理論計算（ $u/U_{w0.6}$ の計算）	河野 二夫	
川内川不等流の計算	石崎 勝義	
筑後川不等流計算	"	
小貝川福岡堰水門流出係数計算	西田 祥文	
不定流計算	星 畑 国 松	
川内川祖度係数計算	石崎 勝義	
橋脚のせき上げ量計算	本間 勝一	
射流計算（豊川）	石崎 勝義	
もぐり堰の計算	星 畑 国 松	
千曲川模型製作のための計算	西田 祥文	
研究室（水文）		
美和ダム	青木 佑久	
三角堰流出量計算表	木下 武雄	
洪水調節計算	水越 三郎	
洪水流出計算	"	
河道追跡計算	"	
遅滞時間の計算	"	

研究室（水 文）		
プログラム名	プログラマー	備 考
短形型降雨分布による流出計算	水 越 三 郎	
流域平均時間雨量に関する計算	"	
自然対数指数計算	青 木 佑 久	
神流川低水流出計算	野 口	
貯留関数係数計算	水 越 三 郎	
石神井川流出計算	"	
アナログ入力電圧度換計算	野 口	
緑川時間水位計算	水 越 三 郎	
都市流出計算	"	
研究室（砂 防）		
伏谷公式による砂防ダムの前庭洗掘深	泉 岩 男	
相 関 係 数	服 部 泰 英	
砂防ダムの前庭部推砂勾配	泉 岩 男	
" 河岸形状	"	
平均値の経済性の検定	村 野 義 郎	
起伏量比と降雨量について崩壊面積平均値の有意性	"	
最 小 自 乗 法	泉 岩 男	
研究室（海 岸）		
電界式流速計検定	首 藤 伸 夫	
周波数応答関数	橋 本 宏	
波 の 推 算	及 川	
波の流速プロント	折 敷 秀 雄	
海岸構造物応力計算	中 村 隆	
クノイド波の計算	首 藤 伸 夫	
研究室（下 水 道）		
感潮河川の汚濁計算	松 井 大 悟	
散水河床滞流時間	鎌 田 修	
研究室（地すべり）		
傾斜計データ整理	酒 井 淳 行	

研究室（ダム構造）		
プログラム名	プログラマー	備考
ダムの型枠計算（4本）	飯田隆一	
温度計算	内藤寿夫	
ラプラス方程式の計算	小林茂敏	
矢作ダム構造計算	"	
平無限板に作用する集中の応力分布	"	
測定値の平均値の計算	飯田隆一	
棄却検定	"	
裾花ダム形状計算	佐藤一郎	
青蓮ダム体積、形状計算	水野光章	
光弾性実験の解析	小林茂敏	
模型実験応力解析	飯田隆一	
アーチダム模型実験の載荷装置計算	"	
変半径アーチダムの型状計算	"	
研究室（ダム水理）		
放水管内圧力計算及び座標計算	中野昭	
推砂量による河体変動	山岸重雄	
推砂推定計算	"	
空気連行量計算	中野昭	
放水管の設計	大野為三郎	
高山ダム下流越流面断面形状計算	中野昭	
研究室（鹿島）		
流量計算表	松田芳夫	
長良川潮汐計算	"	
利根川河口堰模型実験流砂量計算	石崎勝義	
研究室（計画局調査統計）		
建設工事費指数	山室真二	
3変数回帰	横内正明	