

土木技術標準化資料第1号
技術管理室



土木研究所資料

第 5 6 号

建設技術標準化資料

第 1 号 (昭和 39 年度)

昭和 40 年 3 月

建設省土木研究所

目 次

序 文	1
第 1 編 総 説	2
1.1 技術管理とは何か	2
1.2 技術管理室の業務	2
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、研究課題	4
1.5 技術管理について	5
1.6 昭和39年度予算および組織	6
1.7 年度別作集予定	8
第 2 編 標準設計について	11
○ 土木構造物の標準化	11
2.1 側溝および集水ます	11
2.1.1 街きよふた	11
2.1.2 街きよます	11
2.1.3 L型側溝	11
2.1.4 側溝ふた	11
2.1.5 U型側溝	12
2.2 暗きよ	24
2.2.1 ボックスカルバート	24
2.2.2 バイブカルバート	58
2.3 擁壁工	70
2.3.1 コンクリートおよび鉄筋コンクリート擁壁	70
2.3.2 石積工、石張工	106

第3編 土木試験基準について	118
3.1 材 料	118
3.1.1 セメント	118
3.1.2 圧青材料	119
3.1.3 金属材料	119
3.1.4 塗 料	119
3.1.5 石 材	120
3.1.6 その他材料	120
3.1.6.1 コンクリート舗装用目地材料	120
3.1.6.2 木 材	121
3.2 コンクリートおよびアスファルト混合物	122
3.2.1 コンクリートおよびアスファルト製品	122
3.2.1.1 コンクリート	122
3.2.1.2 コンクリート製品	123
3.2.2 アスファルト混合物	124
3.3 土	124
3.3.1 土	124
3.4 一般	126
3.4.1 一般	126
第4編 電子計算について	127
4.1 電子計算機の導入について	127
4.1.2 〃 〃 の機種選択	132
4.2 土木研究所に設置された電子計算機	140
4.3 ALGOLとは何か	147
4.4 電子計算機の設備、概要	162
4.5 今年度の成果	171
4.6 電子計算の今後の計画	175

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寸法に対する図化
2. 土木試験基準(材料、コンクリートおよびアスファルト、土、一般並びに関係JIS)の取まとめ
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によるプログラマ約300名の教育訓練並びに標準プロセデュアの集積)

を得た。

これら昭和39年度における成果のうち1および2についてはそれぞれ印刷頒布されるが、これらは技術の進展に伴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途中の計算経過等を記録しておく必要が認められるので今後各年度毎に建設技術標準化資料をまとめることにした。

標準図、基準等が如何なる仮定のもとに、如何なる根拠で、如何な手続きによつて出来たかを、これらの使用に当つて詳細に知りたい場合、改正時期に当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 編 總 說

第 1 編 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つ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IEそのものであつてこのIE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。

IE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。

IEというと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IE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IE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、IE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IE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才36条の2にあげられた分掌事項

才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) 土木研究所其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、小笹間橋梁、ダム、トンネル等)
- (2) 地方建設局其他に於て実施されているものの標準化
(例、集水ます、暗きよ、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 OKITAC 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(エラーのあっ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ク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

短往間橋梁・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っ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ィ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、今迄とかく怪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標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/cm² 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出したり (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標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標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った心配論が出たり (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きまりの議論が飛び出したり (実は粗いものであるとと精密なものである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。

例えば品質管理 (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標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と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、並びに数少い技術者を既に手順並びに判断基準の定まつ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 昭和39年度予算および組織

昭和39年度初頭新組織発足と共に定員増を認められたのは室長一名であつて地建より二名の専門官併任土研部内より専門官一名技官8名事務官1名の割合を受けて39年度の事業に着手することとなつた。39年10月における人員配置状況は次の通りである。

全般 室長 中 村 慶 一

1. 技術基準、河川関係標準化、庶務関係

専門官 伊 藤 俊 美

1) 河川関係標準化

技官 村 上 辰 己

同補助技官 高 島 智 昭

2) 技術基準関係

技官 弘 瀬 睦 夫

3) 庶 務

事務官 天 道 節 子

2. 道路関係標準化

専門官 富 田 努

道録関係標準化

技官 帆 秋 一 見

同補助技官 渡 辺 侃

3. 構造物設計自動化、電子計算関係

専門官 岩 松 幸 雄

1) 構造物設計自動化関係

技官 工 藤 真之助

2) 電子計算機関係

技官 小 池 長 春

同補助技官 後 藤 忠 義

4. 技術管理室の初年度には、とりあえず行政部費 3,630,000 円と道路調査費 1,500,000 円が計上されて標準化の推進をはかることとなつた。その後、業務の進展につれて、さらに 450,000 円（行政部費）の増額が認められたので結局手間予算額は 5,580,000 円に達した。この外電子計算機関係に 258,640,000 円が配布された。（いづれも管理費を除く）

	枚	単価(円/枚)	金 額
1) 行政部費			4,080,000
(1) 備品類			1,144,800
(2) 賃 金			47,275
(3) 消耗品			154,431
(4) 標準化			2,708,314
(a) 標準図作製 (A-1 判)	155	15,000	2,371,500
(b) 標準図解説 (A-4 判)	20	2,000	40,000
(c) 試験基準 (印刷)			254,794
(d) J I S 購入			41,520
(5) その他			25,680

	枚	単価(円/枚)	金 額
2) 道路調査費			1,502,400
(1) 標準化 (A-1判)	88	15,300	1,346,400
(A-3判)	30	5,200	156,000
総 計			5,582,400

標準図の図化でA-1判とA-3判に分けたのは、A-1判は構造が鉄筋の加工を要する複雑なもので(ボックス・カルバート、逆T式鉄筋コンクリート擁壁)A-3判に製図することが困難と思はれるものである。(図集はすべてA-3判に縮小印刷してある)。この標準図は当室で電子計算機を利用して計算を行い、図化は外注によって行なった。

1.7 年度別作業予定

1) 39年度標準設計一覧表(既完)

- (1) 01-GH-1~2 側こう一街きよのふた
- (2) 01-GM-1~2 側こう一街きよます
- (3) 01-LS-1~2 側こう一L型側こう
- (4) 01-SH-1 側こう一側こうふた
- (5) 01-US-1~3 側こう一U型側こう
- (6) 02-BX-1~135 暗きよ一ボックスカルバート
- (7) 02-PH-1~3 暗きよ一管きよ
- (8) 03-CG-1~13 擁 壁一重力擁壁
- (9) 03-IH-1~2 擁 壁一石張工
- (10) 03-KI-1 擁 壁一から石張工
- (11) 03-NI-1~2 擁 壁一ねり石積工
- (12) 03-RT-1~88 擁 壁一突けた鉄筋コンクリート擁壁

2) 40年度標準設計予定

- (1) 02類 暗きよ一2連ボックスカルバート
- (2) 03類 擁 壁一もれた擁壁

- (3) 擁壁—くわ止擁壁
- (4) " —ブロック積擁壁
- (5) " —ブロック張
- (6) " —扶壁式鉄筋コンクリート擁壁
- (7) 04類 橋りょう—鉄筋コンクリートT桁橋
- (8) " —橋台（重力式、突けた式、扶壁式）
- 3) 41年度標準設計予定
 - (1) 04類 橋りょう—PSコンクリートTけた橋（ホステン）
 - (2) " —鉄筋コンクリート床版橋
 - (3) " —鋼けた橋
 - (4) 06類 基礎—くい基礎工
 - (5) 08類 舗装—アスファルト工
- 4) 42年度標準設計予定
 - (1) 06類 基礎—井筒基礎工
 - (2) " —ケーソン基礎工
 - (3) 09類 のり面に—各種芝付工
 - " —積生盤工
 - " —植樹工
 - " —種子吹付工
 - " —コンクリート張工
 - " —ブロック張工
 - " —石張工
 - " —吹付工
 - " —ノリ砕工
 - (4) 10類 落石防止工—
 - (5) 11類 道路照明—
 - (6) 12類 道路付属物—ガードロープ
 - ガードレール
 - 境界杭

(6) 12 類 道路付属物—車線標識

—各種道路標識

—街路樹

5) 43 年度標準設計予定

(1) トンネル

(2) 防雪施設

(3) 各種排水施設

(4) 橋脚各種

6) 44 年度標準設計予定

(1) セメントコンクリート舗装

(2) 各種橋面補装

(3) 土留矢板

(4) 工事用各種仮設備

(木橋、支保工、型わく図、各種土留工)

第 2 編 標準設計について

第 2 編 標準設計について

2.1 側こうおよび集水ます

降雨、または融雪による路面排水施設のうち、まず側こうと集水ます（街きよおよび街きよます）の標準化を行なったので、これについて概説すると、側こう類をつぎの 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 $A 400 \text{ mm} \times L 400, 500, 600, 800 \text{ mm}$;
 $A 500 \text{ mm} \times L 500, 600, 800 \text{ mm}$ および $A 600 \text{ mm} \times L 600, 800 \text{ mm}$ 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, 600 mm

内面長 B を 400, 500, 600, 800 mm

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

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つ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 2.0 m とするよう

2.1.3 01-IS-1~2（L 型側こう）

- (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（側こうふた）

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

2.1.5 01-US-1~3 (U型側溝)

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) 補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 ~ 500 mm まで、深さ 200 ~ 800 mm まで変化させた。

た。

これら側溝の各種断面について、縦断勾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 1.1 参照)

なお集水ます(街きよますを含む)には流入する側溝によって、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溝の流量を計算したプログラムを掲示する。

側この流量計算 (その1)

```

begin real A01101, 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('KOUJI'); SPACE(8); PRINT('HABA');
SPACE(10); PRINT('HUKA');
SPACE(8); PRINT('DANNEN'); 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 17 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]); S
      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;
CRLF(1);
for I := 1 step 1 until 9 do
begin A2[I] := N/A2[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(I1)/0.013;
Q2[I] := A2[I]*V2[I];
SPACE( 8); PRINT(1.3,I1*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(I1)/0.015;
Q3[I] := A3[I]*V3[I];
SPACE( 8); PRINT(1.3,I1*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;
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;

```

*****RYURYOU KEISAN***** 1965 **3/30

KOUBAI	HABA	HUKASA	DANMEN	S	R	V	Q
2.700	0.200	0.200	0.040	0.600	0.067	1.8011	0.0720
2.700	0.200	0.300	0.060	0.800	0.075	1.9482	0.1169
2.700	0.300	0.200	0.060	0.700	0.086	2.1296	0.1278
2.700	0.300	0.300	0.090	0.900	0.100	2.3601	0.2124
2.700	0.300	0.400	0.120	1.100	0.109	2.5010	0.3001
2.700	0.300	0.500	0.150	1.300	0.115	2.5963	0.3894
2.700	0.400	0.300	0.120	1.000	0.120	2.6651	0.3198
2.700	0.400	0.400	0.160	1.200	0.133	2.8590	0.4574
2.700	0.400	0.500	0.200	1.400	0.143	2.9936	0.5987
2.700	0.500	0.400	0.200	1.300	0.154	3.1452	0.6290
2.700	0.500	0.500	0.250	1.500	0.167	3.3176	0.8294
2.700	0.500	0.600	0.300	1.700	0.176	3.4465	1.0339
2.700	0.500	0.700	0.350	1.900	0.184	3.5465	1.2413
2.700	0.600	0.500	0.300	1.600	0.187	3.5886	1.0766
2.700	0.600	0.600	0.360	1.800	0.200	3.7464	1.3487
2.700	0.600	0.700	0.420	2.000	0.210	3.8702	1.6255
2.700	0.600	0.800	0.480	2.200	0.218	3.9701	1.9057
2.700	0.300	0.240	0.067	0.742	0.091	2.2099	0.1485
2.700	0.300	0.300	0.084	0.861	0.098	2.3209	0.1950
2.700	0.300	0.360	0.101	0.981	0.103	2.4030	0.2422
2.700	0.360	0.300	0.100	0.912	0.110	2.5178	0.2530
2.700	0.360	0.360	0.121	1.032	0.117	2.6188	0.3158
2.700	0.450	0.450	0.191	1.301	0.147	3.0506	0.5834
2.700	0.600	0.600	0.342	1.741	0.196	3.7011	1.2658
2.700	0.200	0.100	0.036	0.514	0.069	2.1356	0.0763
2.700	0.250	0.115	0.053	0.623	0.086	2.4547	0.1308
2.700	0.300	0.125	0.073	0.721	0.101	2.7412	0.1997
2.700	0.350	0.140	0.097	0.830	0.117	3.0241	0.2937
2.700	0.400	0.150	0.123	0.928	0.132	3.2821	0.4031
2.700	0.450	0.165	0.154	1.037	0.148	3.5414	0.5446
2.700	0.500	0.175	0.186	1.135	0.164	3.7799	0.7018
2.700	0.560	0.200	0.235	1.280	0.184	4.0855	0.9607
2.700	0.250	0.030	0.004	0.280	0.013	0.6178	0.0023
2.700	0.300	0.010	0.001	0.310	0.005	0.3134	0.0005
2.700	0.300	0.015	0.002	0.315	0.007	0.4063	0.0009
2.700	0.300	0.020	0.003	0.320	0.009	0.4870	0.0015
2.700	0.300	0.025	0.004	0.325	0.012	0.5594	0.0021
2.700	0.400	0.030	0.006	0.430	0.014	0.6349	0.0038
2.700	0.400	0.020	0.004	0.420	0.010	0.4922	0.0020
2.700	0.400	0.025	0.005	0.425	0.012	0.5666	0.0028
2.700	0.500	0.030	0.007	0.530	0.014	0.6409	0.0048
2.700	0.500	0.020	0.005	0.520	0.010	0.4953	0.0025
2.700	0.500	0.025	0.006	0.525	0.012	0.5711	0.0036
2.700	0.500	0.040	0.010	0.540	0.019	0.7668	0.0077

側この流量計算 (その1)

```

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(H+2+G+2)+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);
          CRFLC(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;

	I	A	A+2xG	H	G	AR	S	R	V	Q
17	0.0010 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	0.7147	0.2144 *
18	0.0020 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	1.0108	0.3032 *
	0.0030 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	1.2379	0.3714 *
	0.0040 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	1.4294	0.4288 *
	0.0050 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	1.5981	0.4794 *
	0.0060 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	1.7507	0.5252 *
	0.0070 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	1.8910	0.5673 *
○	0.0080 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	2.0215	0.6065 *
	0.0090 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	2.1441	0.6432 *
	0.0100 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	2.2601	0.6780 *
	0.0110 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	2.3704	0.7111 *
	0.0120 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	2.4758	0.7428 *
	0.0130 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	2.5769	0.7731 *
	0.0140 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	2.6742	0.8023 *
	0.0150 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	2.7681	0.8304 *
	0.0160 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	2.8588	0.8577 *
○	0.0170 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	2.9468	0.8841 *
	0.0180 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	3.0323	0.9097 *
	0.0190 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	3.1154	0.9346 *
	0.0200 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	3.1963	0.9589 *
	0.0210 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	3.2752	0.9826 *
	0.0220 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	3.3523	1.0057 *
	0.0230 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	3.4276	1.0283 *
	0.0240 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	3.5014	1.0504 *
	0.0250 *	0.5000	0.7000 *	0.5000	0.1000	0.3000	1.5198	0.1974	3.5736	1.0721 *

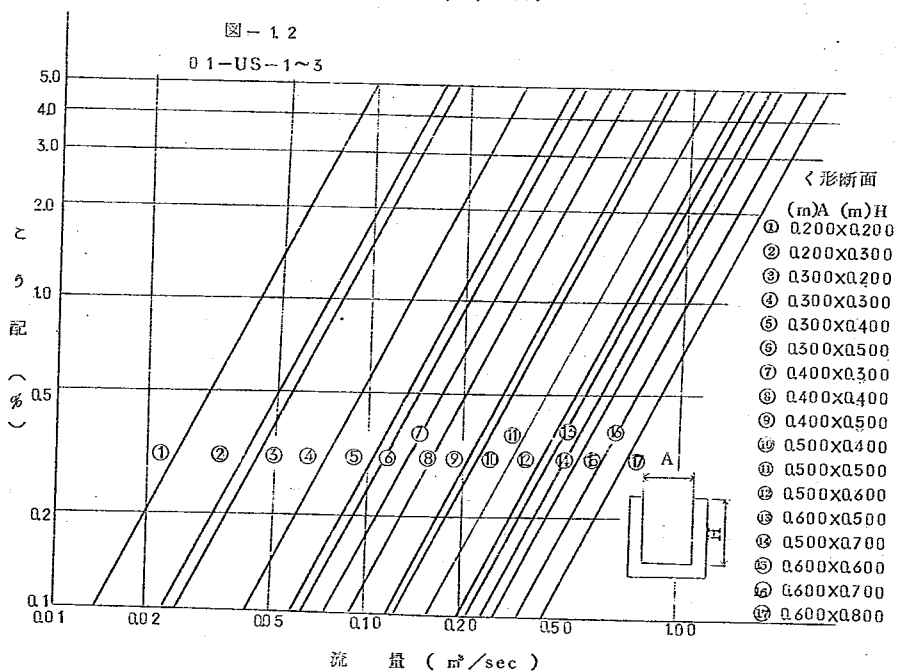
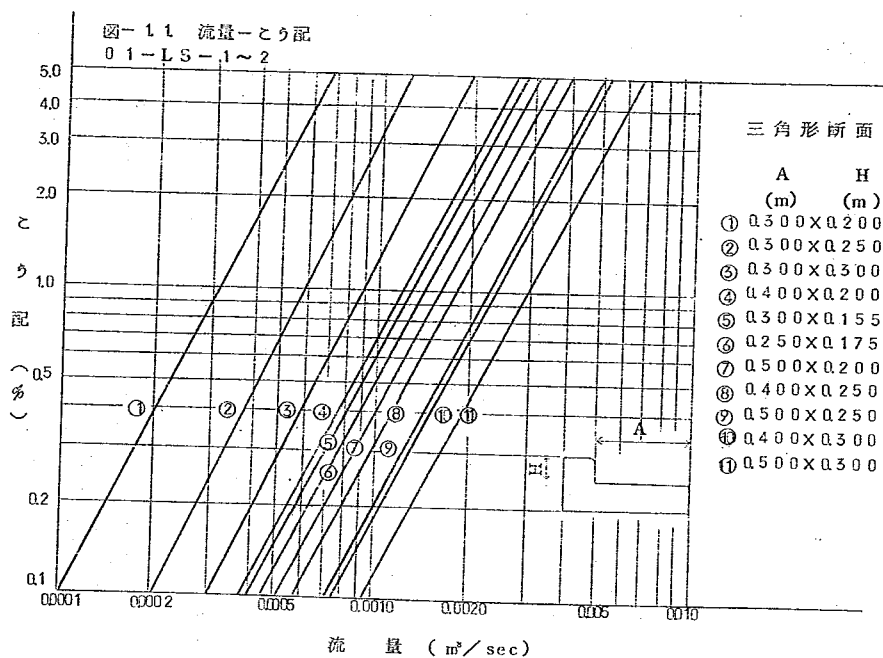


図-1.3
01-US-2-3

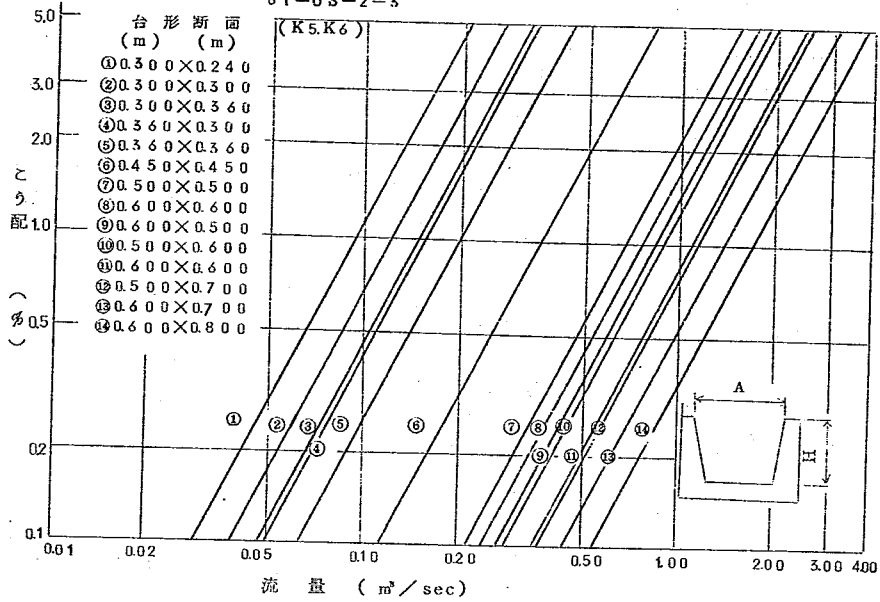
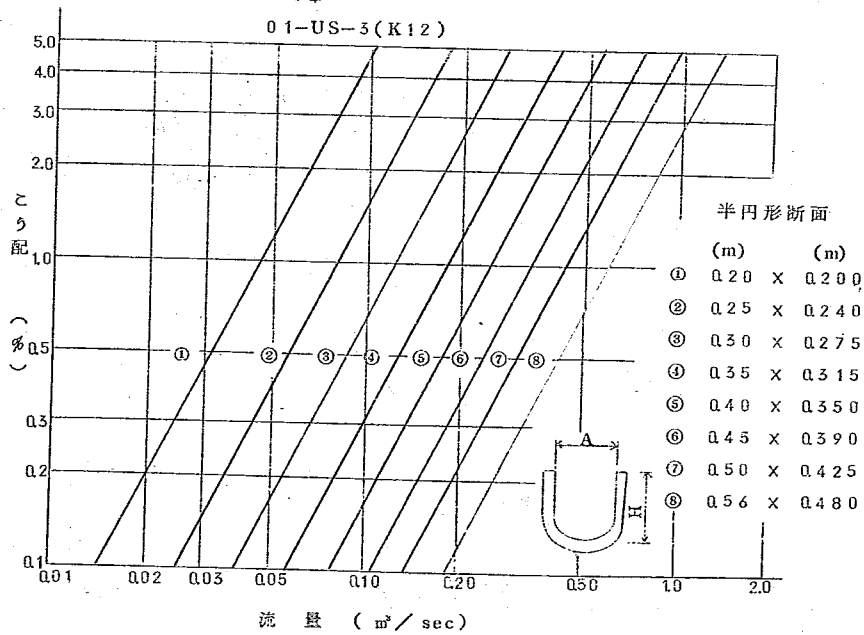


図-1.4
01-US-3(K12)



集水ます，街きよますの材料計算（コンクリートおよび型わく面積）

```

begin
  real A001102,A,L,H,D,V,T,E1,FFG,E2,C,B,CON,GURI,KATA,N,PCO,
    PGU,PKA,CO1,GU1,KA1,BH,MCO,CO2;
  integer P;
  procedure PR1;
    PRINT('A=HABA*L=NAGASA*H=TAKASA*#####D#####SM*CON*SM*GURI*
      *SM*KATA*GM*CO1*GM*GU1*GM*KA1*GM*CO2*#####C*
      *#####B*#####V'); CRLF(1);
  procedure PR2;
    begin
      PRINT(1.3,D); PRINT(1.3,CON); PRINT(1.3,GURI);
      PRINT(2.3,KATA); PRINT(1.3,CO1); PRINT(1.3,GU1);
      PRINT(2.3,KA1); PRINT(1.3,CO2); PRINT(*);
      PRINT(1.2,C); PRINT(1.2,B); PRINT(1.3,V); CRLF(1);
    end;
  P:=0; PR1; CRLF(2);
  for A:=0.4,0.5,0.6 do
    for L:=0.4,0.5,0.6,0.8 do
      for H:=0.7,0.8,0.9,1.0,1.1,1.2,1.4,1.7,2.0 do
        begin
          PRINT(1.3,A); PRINT(1.3,L); PRINT(1.3,H);
          for V:=0.006,0.009,0.013 do
            begin
              if V=0.006 then D:=0.2 else
              if V=0.009 then D:=0.25 else D:=0.3;
              for N:=0.07,0.105,0.11 do
                begin
                  L1:
                  T:=E1:=0.15; F:=0.1; G:=0.05;
                  if H<1.0 then E2:=0.15 else E2:=0.2;
                  C:=if A=0.4*(L=0.4V=L=0.5) then 0.1 else 0.15;
                  B:=2.0*F+E1+A+E2;
                  CON:=(A+E1+E2)*(L+2.0*E1)*(H+C)-(A*L
                    *H+0.2*G*(2.0*G+A+L)+V);
                  L2:
                  GURI:=B*(2.0*F+2.0*E1+L)*T;
                  KATA:=2.0*(H+C)*(2.0*A+2.0*L+3.0*E1+E2);
                  PCO:=N*(L+2.0*F+2.0*E1)*0.1;
                  PGU:=N*T*(L+2.0*F+2.0*E1);
                  PKA:=(L+2.0*E1)*0.1;
                  CO1:=CON+PCO; GU1:=GURI+PGU;
                  KA1:=KATA+PKA;
                  if N=0.07 then BH:=0.2 else
                  if N=0.105 then BH:=0.25 else BH:=0.3;
                  L3:
                  MCO:=BH*E2-0.1*G*(L+2.0*G);
                  if P=0 then
                    begin
                      PR2; P:=P+1;
                    end else
                    begin

```

```

end;
end;
end;
end;
SPACE(24); PR2; P:=P+1;
end;
end;
CRLF(4); PR1; CRLF(2); P:=0;
end;
end;

```

A=HABA L=NAGASA H=TAKASA			D	SM CON	SM GURI	SM KATA	GM C01	GM GU1	GM KA1	GM C02 *	C	B	V
0.600	0.600	1.400	0.200	0.802	0.190	9.455	0.809	0.201	9.545	0.772 *	0.15	1.15	0.006
			0.200	0.802	0.190	9.455	0.812	0.207	9.545	0.765 *	0.15	1.15	0.006
			0.200	0.802	0.190	9.455	0.812	0.208	9.545	0.756 *	0.15	1.15	0.006
			0.250	0.799	0.190	9.455	0.806	0.201	9.545	0.769 *	0.15	1.15	0.009
			0.250	0.799	0.190	9.455	0.809	0.207	9.545	0.762 *	0.15	1.15	0.009
			0.250	0.799	0.190	9.455	0.809	0.208	9.545	0.753 *	0.15	1.15	0.009
			0.300	0.795	0.190	9.455	0.802	0.201	9.545	0.765 *	0.15	1.15	0.013
			0.300	0.795	0.190	9.455	0.805	0.207	9.545	0.758 *	0.15	1.15	0.013
			0.300	0.795	0.190	9.455	0.805	0.208	9.545	0.749 *	0.15	1.15	0.013

A=HABA L=NAGASA H=TAKASA			D	SM CON	SM GURI	SM KATA	GM C01	GM GU1	GM KA1	GM C02 *	C	B	V
0.600	0.600	1.700	0.200	0.951	0.190	11.285	0.957	0.201	11.375	0.921 *	0.15	1.15	0.006
			0.200	0.951	0.190	11.285	0.960	0.207	11.375	0.914 *	0.15	1.15	0.006
			0.200	0.951	0.190	11.285	0.961	0.208	11.375	0.904 *	0.15	1.15	0.006
			0.250	0.948	0.190	11.285	0.954	0.201	11.375	0.918 *	0.15	1.15	0.009
			0.250	0.948	0.190	11.285	0.957	0.207	11.375	0.911 *	0.15	1.15	0.009
			0.250	0.948	0.190	11.285	0.958	0.208	11.375	0.901 *	0.15	1.15	0.009
			0.300	0.944	0.190	11.285	0.950	0.201	11.375	0.914 *	0.15	1.15	0.013
			0.300	0.944	0.190	11.285	0.953	0.207	11.375	0.907 *	0.15	1.15	0.013
			0.300	0.944	0.190	11.285	0.954	0.208	11.375	0.897 *	0.15	1.15	0.013

A=HABA L=NAGASA H=TAKASA			D	SM CON	SM GURI	SM KATA	GM C01	GM GU1	GM KA1	GM C02 *	C	B	V
0.600	0.600	2.000	0.200	1.099	0.190	13.115	1.106	0.201	13.205	1.069 *	0.15	1.15	0.006
			0.200	1.099	0.190	13.115	1.109	0.207	13.205	1.062 *	0.15	1.15	0.006
			0.200	1.099	0.190	13.115	1.109	0.208	13.205	1.053 *	0.15	1.15	0.006
			0.250	1.096	0.190	13.115	1.103	0.201	13.205	1.066 *	0.15	1.15	0.009
			0.250	1.096	0.190	13.115	1.106	0.207	13.205	1.059 *	0.15	1.15	0.009
			0.250	1.096	0.190	13.115	1.106	0.208	13.205	1.050 *	0.15	1.15	0.009
			0.300	1.092	0.190	13.115	1.099	0.201	13.205	1.062 *	0.15	1.15	0.013
			0.300	1.092	0.190	13.115	1.102	0.207	13.205	1.055 *	0.15	1.15	0.013
			0.300	1.092	0.190	13.115	1.102	0.208	13.205	1.046 *	0.15	1.15	0.013

A=HABA L=NAGASA H=TAKASA			D	SM CON	SM GURI	SM KATA	GM C01	GM GU1	GM KA1	GM C02 *	C	B	V
0.600	0.800	0.700	0.200	0.484	0.214	5.780	0.492	0.228	5.890	0.467 *	0.15	1.10	0.006
			0.200	0.484	0.214	5.780	0.496	0.235	5.890	0.463 *	0.15	1.10	0.006
			0.200	0.484	0.214	5.780	0.497	0.236	5.890	0.456 *	0.15	1.10	0.006
			0.250	0.481	0.214	5.780	0.489	0.228	5.890	0.464 *	0.15	1.10	0.009
			0.250	0.481	0.214	5.780	0.493	0.235	5.890	0.460 *	0.15	1.10	0.009
			0.250	0.481	0.214	5.780	0.494	0.236	5.890	0.453 *	0.15	1.10	0.009
			0.300	0.477	0.214	5.780	0.485	0.228	5.890	0.460 *	0.15	1.10	0.013
			0.300	0.477	0.214	5.780	0.489	0.235	5.890	0.456 *	0.15	1.10	0.013
			0.300	0.477	0.214	5.780	0.490	0.236	5.890	0.449 *	0.15	1.10	0.013

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い今回は単位長さ当りのコクリート体積、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つて行ない、製図、(JIS A-1)は外注によつた。

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、 $1.0 \times 1.0 \sim 6.0 \times 6.0$ 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135枚の図化を行なつた。

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つた。

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 ³
舗装 (アスコン)	2,300 kg/m ³
土	1,800 kg/m ³

(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。

$$\text{後輪 } P_{I1} = \frac{2 \cdot W_1}{2.75} (1 + i) = \frac{2 \times 8}{2.75} (1 + 0.3) = 7.56 \text{ t/m}$$

$$\text{前輪 } P_{I2} = \frac{2 \cdot W_2}{2.75} (1 + i) = \frac{2 \times 2}{2.75} (1 + 0.3) = 1.89 \text{ t/m}$$

(3) 土 圧

(a) 水平土圧

水平土圧係数 C_e 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。

(b) 鉛直土圧

Project condition として、Dean Marston の公式も検討したが、今回は適用しなかつた。

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つた。

(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、電子計算機によつ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) によつてラーメンを解いた。

計算に使用する各寸法の附号は、下図の通り。

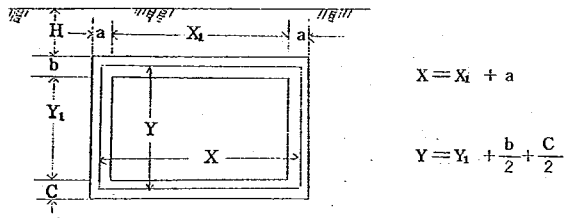


図 2. 1

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つた。

2) 荷重項の計算 (単位: t および m)

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

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

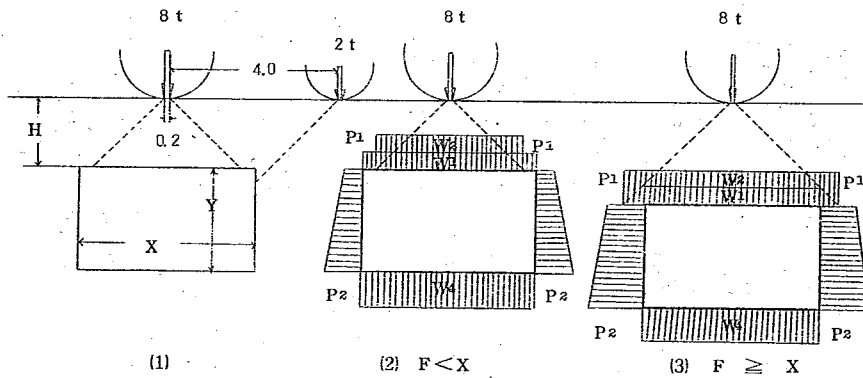


図 2. 2

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

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

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

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

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

$$W_4 = 1.8 \cdot H + \frac{7.56}{X} + \frac{2.5 (2 \cdot a \cdot Y + b \cdot X)}{X} + 0.1 + 2 \cdot 5 \cdot b$$

$$C_{AB} = \frac{Y^2}{6.0} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1) = C_{DC}$$

$$C_{BA} = \frac{Y^2}{6.0} (2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_1) = C_{CD}$$

$$C_{BC} = \frac{W_4 \cdot X^2}{1.2} + \frac{W_2 \cdot F (1.5 X^2 - 0.5 F^2)}{1.2 \cdot X} = C_{CB}$$

$$C_{AD} = \frac{W_4 \cdot X^2}{1.2} = C_{DA}$$

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

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

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

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

$$P_2 = C_e \left\{ \omega (H + Y) + \frac{P_{L1}}{F} + 0.1 \right\}$$

$$= 0.6 (H + Y) + \frac{2.52}{F} + \frac{1}{3.0}$$

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

$$C_{AB} = \frac{Y^2}{6.0} (3 \cdot P_2 + 2 \cdot P_1) = C_{DC}$$

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

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

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

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

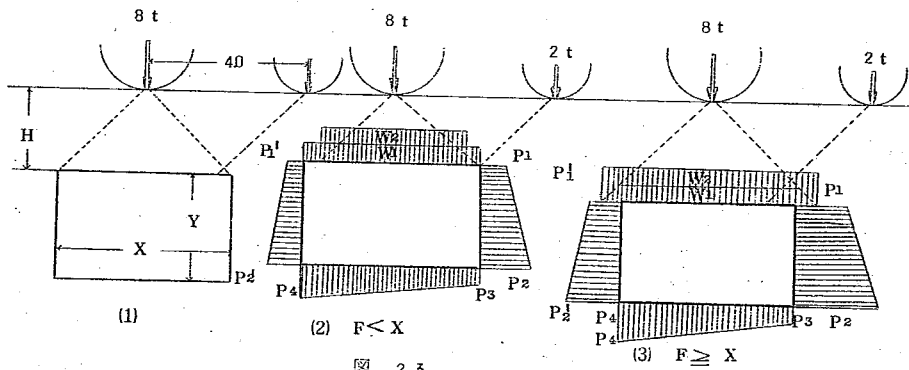


図 2.3

(a) 後輪による分布幅がXより小さい場合 ($F < X$) (図 2.3 (2))

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

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

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

$$P_2 = C_e \left\{ \omega (H + Y) + \frac{P_{L1}}{F \cdot s} + 0.1 \right\}$$

$$= 0.6 (H + Y) + \frac{2.52}{F \cdot s} + \frac{1}{3.0}$$

$$P_3 = C_e (\omega \cdot H + 0.1) = 0.6 \cdot H + \frac{1}{3.0}$$

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

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

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

$$Q_2 = \frac{1}{2} (P_1 + P_2)$$

$$Q_3 = PQ \cdot X$$

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

但し

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

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

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

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

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

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

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

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

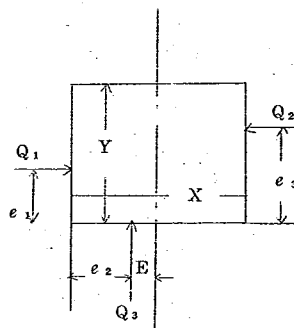


図 2.4

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

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

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

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

(b) 後輪による分布幅がXより大きい場合 ($F \geq X$) [図2.3(3)]

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

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

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

$$= 0.6 \cdot H + \frac{3.15}{F} + \frac{1}{3.0}$$

$$P_2 = Ce \left\{ \omega (H + Y) + \frac{7.56}{F_s} + \frac{1.89}{F_s} + 0.1 \right\}$$

$$= 0.6 (H + Y) + \frac{3.15}{F_s} + \frac{1}{3.0}$$

$$P_1' = Ce \left(\omega \cdot H + \frac{7.56}{F} + 0.1 \right)$$

$$= 0.6 \cdot H + \frac{2.52}{F} + \frac{1}{3.0}$$

$$P_2' = Ce \left\{ \omega (H + Y) + \frac{7.56}{F_s} + 0.1 \right\}$$

$$= 0.6 (H + Y) + \frac{2.52}{F_s} + \frac{1}{3.0}$$

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

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

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

$$Q_3 = PQ \cdot X$$

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

但し

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

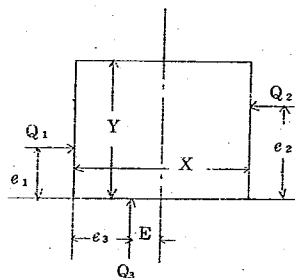


図 2.5

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

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

3) 剛比の計算

$$K_1 = 1.0$$

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

$$K_3 = 1.0$$

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

4) 節点方程式および層方程式

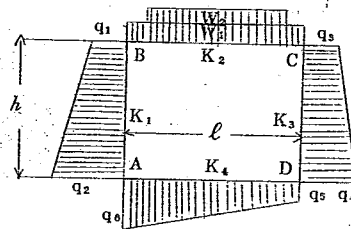


図 2.6

節点および層方程式をだすために図 2.6 のように符号をつける。図 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) 節点方程式

$$M_{AD} = K_4 (2 \cdot \theta_A + \theta_D) + C_{AD}$$

$$M_{AB} = K_1 (2 \cdot \theta_A + \theta_B + R) - C_{AB}$$

$$M_{BA} = K_1 (2 \cdot \theta_B + \theta_A + R) + C_{BA}$$

$$M_{BC} = K_2 (2 \cdot \theta_B + \theta_C) - C_{BC}$$

$$M_{CB} = K_2 (2 \cdot \theta_C + \theta_B) + C_{CB}$$

$$M_{CD} = K_3 (2 \cdot \theta_C + \theta_D + R) - C_{CD}$$

$$M_{DC} = K_3 (2 \cdot \theta_D + \theta_C + R) + C_{DC}$$

$$M_{DA} = K_4 (2 \cdot \theta_D + \theta_A) - C_{DA}$$

(2) 層方程式

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

$$\sum H_i = 0$$

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

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

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。

$$K_1 \cdot \theta_A + K_1 \cdot \theta_B + K_3 \cdot \theta_C + K_3 \cdot \theta_D + \frac{2(K_1 + K_3) \cdot R}{3} = -\frac{1}{3} \left\{ \frac{h^2 (q_1 - q_4)}{3} + \frac{h^2 (q_2 - q_4)}{6} - (C_{AB} - C_{DC}) + (C_{BA} - C_{CD}) \right\}$$

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、

(a) $(\frac{X}{2} + H) < 4.0$ の場合

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

$$C_{AB} = C_{DC} \quad C_{BA} = C_{CD}$$

$$\therefore \text{右辺}(C_0) = 0$$

(b) $(\frac{X}{2} + H) \geq 4.0$ の場合

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

$$\therefore \text{右辺}(C_0) = \frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2}{3} (P_1 - P_1') + \frac{X^2}{6} (P_2 - P_2') + (C_{AB} - C_{DC} - C_{BA} + C_{CD}) \right\}$$

(3) 連立方程式

上記ラーメン構造の5個の未知数 θ_A , θ_B , θ_C , θ_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。

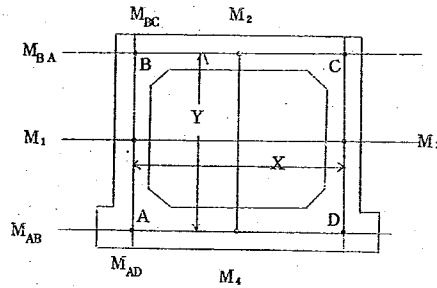
	θ_A	θ_B	θ_C	θ_D	R	C
1	$2(K_A + K_B)$	0	0	K_A	K_B	$C_{AB} - C_{AD}$
2	K_A	$2(K_B + K_C)$	K_B	0	K_C	$C_{BC} - C_{BA}$
3	0	K_C	$2(K_C + K_D)$	K_D	K_D	$C_{CD} - C_{CB}$
4	K_A	0	K_D	$2(K_D + K_A)$	K_D	$C_{DA} - C_{DC}$
5	K_A	K_B	K_C	K_D	$\frac{2}{3}(K_A + K_B)$	C_0

なお,

$$\left(\frac{X}{2} + H\right) < 4.0 \dots\dots\dots C_0 = 0$$

$$\left(\frac{X}{2} + H\right) \geq 4.0 \dots\dots\dots C_0 = \frac{1}{3} \left\{ \frac{X^2}{3} (P_1 - P_1') \right. \\ \left. + \frac{X^2}{6} (P_2 - P_2') + (C_{AB} - C_{BA} + C_{CD} - C_{DC}) \right\}$$

(4) 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 2.7 のように BM, SF を求める。

図 2.7

(a) 側壁 (左側)

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

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

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

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

b) 側壁 (右側)

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

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

$$M_3 = \frac{Y \cdot S_{CD}}{2} - \frac{Y^2}{48} (5 \cdot P_1 + P_2) + M_{CD}$$

c) 頂 版

※後輪による分布幅がXより小さい場合 ($F < X$)

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

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

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

※後輪による分布幅がXより大きい場合 ($F \geq X$)

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

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

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

d) 底 版

※ $(\frac{X}{2} + H) < 4.0$ の場合

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

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

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

$$M_4 = \frac{X^2}{48} (P_2 + 5 \cdot P_4) - \frac{S_{AD} \cdot X}{2} + M_{AD}$$

(5) 部材モーメントの計算

表 2. 1

部 材	点	部材モーメント M (t-m)	せん断力 S (t)	軸 力 N (t)	偶 位 置 $E = \frac{M}{N}$ (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}	$\frac{M_{AB}}{S_{BC}}$	$\frac{a}{2} - d'$	$M_{AB} + S_{BC} \cdot CN_1$
	E	M_1	O	"	$\frac{M_1}{S_{BC}}$	"	$M_1 + S_{BC} \cdot CN_1$
	B	M_{BA}	S_{BA}	"	$\frac{M_{BA}}{S_{BC}}$	"	$M_{BA} + S_{BC} \cdot CN_1$
頂 版	B	M_{BC}	S_{CB}	S_{BA}	$\frac{M_{BC}}{S_{BA}}$	$\frac{b}{2} - d'$	$M_{BC} + S_{BA} \cdot CN_2$
	E	M_2	O	"	$\frac{M_2}{S_{BA}}$	"	$M_2 + S_{BA} \cdot CN_2$
	C	M_{CB}	S_{CB}	"	$\frac{M_{CB}}{S_{BA}}$	"	$M_{CB} + S_{BA} \cdot CN_2$
側 壁 (右)	C	M_{CD}	S_{CD}	S_{CB}	$\frac{M_{CD}}{S_{CB}}$	$\frac{a}{2} - d'$	$M_{CD} + S_{CB} \cdot CN_1$
	E	M_3	O	"	$\frac{M_3}{S_{CB}}$	"	$M_3 + S_{CB} \cdot CN_1$
	D	M_{DC}	S_{DC}	"	$\frac{M_{DC}}{S_{CB}}$	"	$M_{DC} + S_{CB} \cdot CN_1$
底 版	A	M_{AD}	S_{AD}	S_{AB}	$\frac{M_{AD}}{S_{AB}}$	$\frac{c}{2} - d''$	$M_{AD} + S_{AB} \cdot CN_3$
	E	M_4	O	"	$\frac{M_4}{S_{AB}}$	"	$M_4 + S_{AB} \cdot CN_3$
	D	M_{DA}	S_{DA}	"	$\frac{M_{DA}}{S_{AB}}$	"	$M_{DA} + S_{AB} \cdot CN_3$

但し,

$$CN_1 = \frac{a}{2} - d' \quad d' = 6 \text{ cm}$$

$$CN_2 = \frac{b}{2} - d' \quad d' = 10 \text{ cm}$$

$$CN_3 = \frac{c}{2} - d''$$

もし M (表 2.1 第一項) が負の場合は, MS の項の $M + N \cdot CN$ は $M - N \cdot CN$ となる。

(6) 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、仮定断面によりE)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

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

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

(7) 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 は仮定厚から かぶり を引いた値を持つてきて τ が kg/cm^2 で算出されるように整理すると、

$$\text{頂 版} \quad \tau = \frac{80 \cdot S_{bc}}{7 (B - 0.06)} < \tau_a \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

$$\text{側 壁} \quad \tau = \frac{80 \cdot S_{AD}}{7 (A - 0.06)} < \tau_a \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

$$\text{底 版} \quad \tau = \frac{80 \cdot S_{AD}}{7 (C - 0.1)} < \tau_a \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

⑧ 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。

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

単位を cm^2 で計算する様整理すると下式のようなになる。但し、この場合の d は前に計算したものを代入する。

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

1⑨ 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)

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

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を使つて応力を求めた。

$$\sigma_c = \frac{Ne}{b \cdot d^2 [C]}$$

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

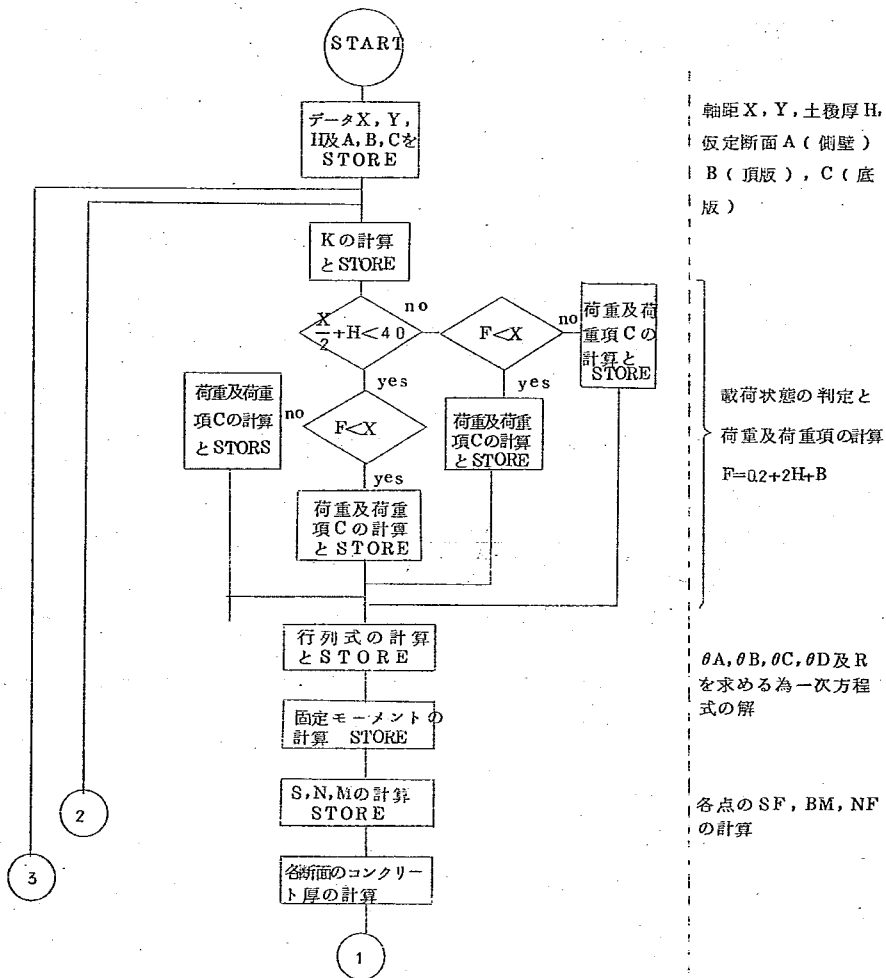
プログラムでは図表をひき易いように下記の値をタイプアウトさせた。

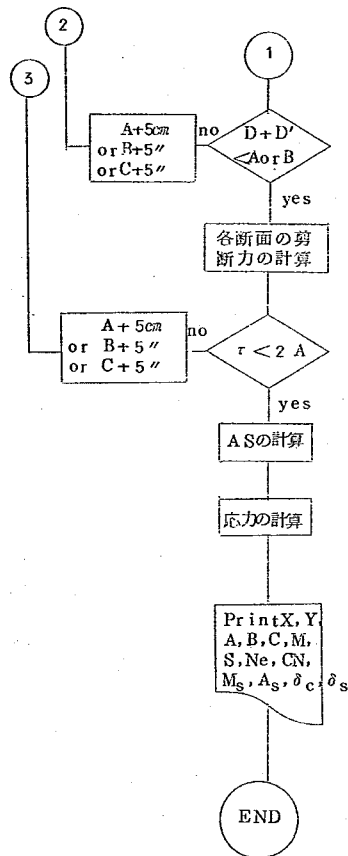
- (a) $P = \frac{A_s}{b \cdot d}$
- (b) $\frac{d}{e}$
- (c) $\frac{Ne}{b \cdot d^2}$

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ものでそのフローチャートを次に示す。

図 2.8





假定断面厚と上の計算厚

との比較判定

D : 計算断面厚

D' : 鉄筋の絞り

各点剪断力と許容剪断力

との比較判定

5. 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巾と高さの内側寸法は次の通りである。

(1.0, 1.0) (1.0, 1.5) (1.25, 1.25) (1.5, 1.0) (1.5, 1.5)
(1.5, 2.0) (1.75, 1.75) (1.75, 2.25) (1.75, 2.5)
1.5) (2.0, 2.0) (2.0, 2.25) (2.0, 2.5) (2.25, 2.25)
(2.25, 2.75) (2.5, 2.0) (2.5, 2.5) (2.5, 3.0) (2.75,
2.75) (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, 4.5)
(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. ボックスカルバート標準設計プログラム

```

begin comment This program is calculation of Box culvert for the
  purpose of standard design . S.Iwamatsu.;
real A00401,A,B,C, K1,K2,K3,K4,H,F,FS,X,Y,W1,W2,W4,P1,P2,
P3,P4,P11,P22,X1,Y1,CAB,CAD,CBA,CBC,CGB,CCD,CDC,CDA,W,
MAB,MAD,MBA,MBC,MCB,MCD,MDC,MDB,MSA,MSB,MSC,MSA1,MSA2,
SAD,SAB,SBA,SCB,SDC,SCD,SDA,SEC,M1,M2,M3,M4,MA1,MM1,
MM2,MM3,MMA,V1,CN1,CN2,CN3,MS1,MS2,MS3,MSAB,MSBA,MSEC,
MSCB,MSCD,MSDC,MSAD,MSDA,DA,DB,DC,TA,TB,TC,ASA1,ASB1,
ASC1,ASA2,ASB2,ASC2, CONV,FORMA,HA,PQ,Q1,Q2,Q3,E,E1,
E2,E3,MS4,E11,E22,E33,PPP11,PPP12,PPP21,PPP22,PPP31,
PPP32,DE11,DE12,DE21,DE22,DE31,DE32,XA11,XA12,XA21,
XA22,XA31,XA32,MM,MN,MSS1,MSS2,MSS3,STC1,STC2,STC3,
ST1,ST2,ST3,XXA1,XXA2,XXA3,A0040;
Boolean B01,B02,B03,B04,B05,B06,B07,B08,B09,B010,B011;
array A1[1:5,1:4],A2[1:5];
integer I,J,K,P,Z;
procedure STR1 (A,E,AS,CN,M,PPP,DE,XA);
  value A,E,AS,CN,M; real A,E,AS,CN,M,PPP,DE,XA;
  begin
    PPP:=AS/(10000.0*(A-0.06));
    DE:=(A-0.06)/(E+CN);
    XA:=M/(10.0*(A-0.06)*(A-0.06));
  end;

procedure STR2 (A,E,AS,CN,M,XXA);
  value A,E,AS,CN,M; real A,E,AS,CN,M,XXA;
  begin
    real AA,BB,CC,A1,A2,C11,V,T,F1,R,G1,G2,X11,X22,X33,
    PP,Q,D,WV,EPS,ST,SR,SQ;
    Boolean B00L,B00S;
    EPS:=8;
    AA:=3.0*(50.0*A-E*100.0); BB:=9.0*AS*(E*100.0+CN*100.0)
    /10.0;
    CC:=9.0*AS*(CN*100.0+50.0*A)*(E*100.0+CN*100.0)/10.0;
    if CC=0.0 then begin X11:=0.0; PP:=AA/2.0; Q:=BB;
      go to QU; end else
    if CC>0.0 then begin A1:=-1.0*AA; C11:=-1.0*CC; end else
    begin A1:=AA; C11:=CC; end;
  YAM:
    V:=EXP(LN(-1.0*C11)/3.0); T:=A1*V+BB;
    if T>0.0 then
    begin
      F1:=BB-0.5625*V*V;
      R:=ABS(F1*F1+3.875*C11*(A1+1.5*V));
      X11:=(-1.0*F1+SQRT(R))/(A1+1.5*V)/2.0;
    end else if T<0.0 then
    begin
      F1:=A1+0.5625*V;
      R:=ABS(F1*F1-(BB-1.5*V*V)*3.875);
      X11:=(-1.0*F1+SQRT(R))/1.9375;
    end else X11:=V;
    if CC>0.0 then X11:=-1.0*X11;
  NEWTON:

```

```

G1:=(AA+X11)*X11+BB)*X11+CC;
G2:=(2.0*AA+3.0*X11)*X11+BB;
X22:=X11-(G1/G2); X33:=ABS((X22-X11)/X11); X11:=X22;
if X33>EPS then go to NEWTON;
PP:=AA+X11; Q:=BB+PP*X11; PP:=PP/2.0;
QU:
D:=PP*PP-Q;
if D<=0.0 then
begin
WW:=SQRT(D); X22:=-1.0*PP+WW; X33:=-1.0*PP-WW;
ST:=M*100000.0/(50.0*X11*(A*50.0-X11/3.0)+(15.0*AS
*CN*100.0*(CN*100.0+50.0*A-X11))/X11);
SR:=M*100000.0/(50.0*X22*(A*50.0-X22/3.0)+(15.0*AS
*CN*100.0*(CN*100.0+50.0*A-X22))/X22);
SQ:=M*100000.0/(50.0*X33*(A*50.0-X33/3.0)+(15.0*AS
*CN*100.0*(CN*100.0+50.0*A-X33))/X33);
end else
begin
ST:=M*100000.0/(50.0*X11*(A*50.0-X11/3.0)+(15.0*AS
*CN*100.0*(CN*100.0+50.0*A-X11))/X11);
SR:=0.0; SQ:=0.0;
end;
B00L:=ABS(70.0-ST)<ABS(70.0-SR) ^ ABS(70.0-ST)<ABS(70.0
-SQ);
B00S:=ABS(70.0-SR)<ABS(70.0-SQ);
if B00L then XXA:=X11 else if B00S then XXA:=X22
else XXA:=X33;
end;
begin
Z:=1;
START1:
READ(X1,Y1); H:=0.0;
START3:
if X1<3.0 ^ Y1<3.0 then
begin
A:=0.20; B:=0.20; C:=0.30;
end;
if (X1<=3.0 ^ Y1<=3.0) ^ (X1<4.0 ^ Y1<4.0) then
begin
A:=0.25; B:=0.25; C:=0.35;
end;
if X1<=4.0 ^ Y1<=4.0 then
begin
A:=0.30; B:=0.30; C:=0.40;
end;
START2:
X:=X1+A; Y:=Y1+B/2.0+C/2.0; K2:=Y*B+3/(X*A+3);
K3:=1.0; K1:=1.0; K4:=Y*C+3/(X*A+3);
T:=0.2+2.0*H+B; FS:=0.2+2.0*(H+Y)+B;
begin
if (X/2.0+H)<4.0 then
begin
if F<X then
begin
W1:=1.8*H+0.1+2.5*B; W2:=7.56/F;
P1:=0.6*H+C.1/3.0; P2:=0.6*(H+Y)+0.1/3.0;
W4:=1.8*H+7.56/X+2.5*(2.0*A*Y+E*X)/X+0.1+2.5*B;

```

```

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; CCD=CBA;
CBC=W1*X12/12.0+W2*F*(1.5*X12-0.5*F12)/(12.0
*X); CCB=CBC; go to L1;
end else
W1:=1.8*H+0.1+2.5*B; W2=7.56/F;
P1:=0.6*H+2.52/F+0.1/3.0; P2:=0.6*(H+Y)+7.56/(3.0
*F5)+0.1/3.0;
W4:=1.8*H+7.56/F+2.5*(2.0*A*Y+B*X)/X+0.1+2.5*B;
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; CCD=CBA;
CBC=X12*(W1+W2)/12.0; CCB=CBC; go to L1;
end else
if F<X then
begin
W1:=1.8*H+0.1+2.5*B; W2=7.56/F;
P1:=0.6*H+2.52/F+0.1/3.0;
P2:=0.6*(H+Y)+2.52/FS+0.1/3.0;
P11:=0.6*H+0.1/3.0; P22:=0.6*(H+Y)+0.1/3.0;
PQ:=1.8*H+7.56/X+2.5*(2.0*A*Y+B*X)/X+0.1+2.5*B;
Q1:=(P11+P22)*Y/2.0; Q2:=(P1+P2)*Y/2.0; Q3:=PQ*X;
E1:=(2.0*P11+P22)*Y/((P11+P22)*3.0);
E2:=(2.0*P1+P2)*Y/((P1+P2)*3.0); E:=(Q2*E2-Q1*E1)
/Q3; E3=X/2.0-E; P3:=2.0*Q3*(3.0*E3/X-1.0)/X;
P4:=2.0*Q3*E3*(2.0/E3-3.0/X)/X;
CAD:=X12*(3.0*P4+2.0*P3)/60.0;
CAB=Y12*(3.0*P22+2.0*P11)/60.0;
CBA=Y12*(2.0*P22+3.0*P11)/60.0;
CBC=W1*X12/12.0+W2*F*(1.5*X12-0.5*F12)/(12.0*X);
CCB=CBC; CCD=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0;
CDC=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0;
CDA=X12*(2.0*P4+3.0*P3)/60.0; go to L1;
end else
W1:=1.8*H+0.1+2.5*B; W2=7.56/F;
P1:=0.6*H+3.15/F+0.1/3.0; P2:=0.6*(H+Y)+3.15/FS+0.1/
3.0; P11:=0.6*H+W2/3.0+0.1/3.0;
P22:=0.6*(H+Y)+2.52/FS+0.1/3.0;
PQ:=1.8*H+7.56/X+2.5*(2.0*A*Y+B*X)/X+0.1+2.5*B;
Q1:=(P11+P22)*Y/2.0; Q2:=(P1+P2)*Y/2.0; Q3:=PQ*X;
E1:=(2.0*P11+P22)*Y/((P11+P22)*3.0);
E2:=(2.0*P1+P2)*Y/((P1+P2)*3.0); E:=(Q2*E2-Q1*E1)/Q3;
E3=X/2.0-E;
P3:=2.0*Q3*(3.0*E3/X-1.0)/X;
P4:=2.0*Q3*E3*(2.0/E3-3.0/X)/X;
CAD:=X12*(3.0*P4+2.0*P3)/60.0; CAB=Y12*(3.0*P22
+2.0*P11)/60.0; CBA=Y12*(2.0*P22+3.0*P11)/60.0;
CBC=(W1+W2)*X12/12.0; CCB=CBC;
CDA=X12*(2.0*P4+3.0*P3)/60.0;
CCD=Y12*(2.0*P2+3.0*P1)/60.0;
CDC=Y12*(3.0*P2+2.0*P1)/60.0; go to L1;
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]:=K1; A1[1,6]:=CAB-CAD;
A1[2,1]:=K1; A1[2,2]:=2.0*(K1+K2); A1[2,3]:=K2;

```

```

A1[2,4]:=0.0; A1[2,5]:=K1; A1[2,6]:=CBC-CBA;
A1[3,1]:=0.0; A1[3,2]:=K2; A1[3,3]:=2.0*(K2+K3);
A1[3,4]:=K3; A1[3,5]:=K3; A1[3,6]:=CCD-CCB;
A1[4,1]:=K4; A1[4,2]:=0.0; A1[4,3]:=K3;
A1[4,4]:=2.0*(K3+K4); A1[4,5]:=K3; A1[4,6]:=CDA-CDC;
A1[5,1]:=K1; A1[5,2]:=K1; A1[5,3]:=K3;
A1[5,4]:=K3; A1[5,5]:=2.0*(K1+K3)/3.0;
if X/2.0+H<4.0 then A1[5,6]:=0.0
else A1[5,6]:=(X+2*(P1-P11))/3.0+X+2*(P2-P22)/6.0
+(CAB-CBA+CCD-CDC)/3.0;
begin
for K:=1 step 1 until 5 do
begin
if A1[K,K]≠0.0 then go to LL3 else P:=K+1;
LL1:
if A1[P,K]≠0.0 then goto LL2 else P:=P+1;
go to LL1;
LL2:
for J:=1 step 1 until 6 do
A1[K,J]:=A1[K,J]+A1[P,J];
LL3:
W:=A1[K,K];
for J:=1 step 1 until 6 do
A1[K,J]:=A1[K,J]/W;
for I:=1 step 1 until 5 do
begin
W:=A1[I,K]; for J:=1 step 1 until 6 do
if I≠K then
A1[I,J]:=A1[I,J]-W*A1[K,J]
else A1[I,J]:=A1[K,J];
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;
MAD:=K4*(2.0*A2[1]+A2[4])+CAD;
MAB:=K1*(2.0*A2[1]+A2[2]+A2[5])-CAB;
MBA:=K1*(2.0*A2[2]+A2[1]+A2[5])+CBA;
MBC:=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 (X/2.0+H)<4.0 then
begin
SAB:=Y*(P1+2.0*P2)/6.0-(MAB+MBA)/Y;
SBA:=Y*(2.0*P1+P2)/6.0-(MAB+MBA)/Y;
M1:=SAB*Y/2.0-Y+2*(P1+5.0*P2)/48.0+MAB;
end else
begin
SAB:=Y*(P11+2.0*P22)/6.0-(MAB+MBA)/Y;
SBA:=Y*(2.0*P11+P22)/6.0-(MAB+MBA)/Y;
M1:=SAB*Y/2.0-Y+2*(P11+5.0*P22)/48.0+MAB;
end;
end;

```

```

if F=1 then
begin
SEC:=(W1+W2)*X/2.0-(MBC+MCB)/X; SCB:=SBC;
M2:=(W1+W2)*X/2/8.0+MBC;
end else
begin
SEC:=(W1*X+W2*F)/2.0-(MBC+MCB)/X; SCB:=SBC;
M2:=W1*X/2/8.0+W2*(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;
M3:=SCD*Y/2.0-Y/2*(5.0*P1+P2)/48.0+MCD;
if (X/2.0+H)<4.0 then
begin
SAD:=W4*X/2.0-(MAD+MDA)/X; SDA:=SAD;
M4:=W4*X/2/8.0-SAD*X/2.0+MAD;
end else
begin
SAD:=X*(2.0*P4+P3)/6.0-(MAD+MDA)/X;
SDA:=X*(P4+2.0*P3)/6.0-(MAD+MDA)/X;
M4:=X/2*(P3+5.0*P4)/48.0-SAD*X/2.0+MAD;
end;
CN1:=A/2.0-0.06; CN2:=B/2.0-0.06; CN3:=C/2.0-0.10;
if MAB>0.0 then MSAB:=MAB+SEC*CN1 else MSAB:=MAB-SBC*CN1;
if M1>0.0 then MS1:=M1+SBC*CN1 else MS1:=M1-SBC*CN1;
if MBA>0.0 then MSBA:=MBA+SBC*CN1 else MSBA:=MBA-SBC*CN1;
if MBC>0.0 then MSBC:=MBC+SBA*CN2 else MSBC:=MBC-SBA*CN2;
if MCB>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 MAD>0.0 then MSAD:=MAD+SAB*CN3 else MSAD:=MAD-SAB*CN3;
if MCD>0.0 then MSCD:=MCD+SCD*CN1 else MSCD:=MCD-SCD*CN1;
if M3>0.0 then MS3:=M3+SCD*CN1 else MS3:=M3-SCD*CN1;
if MDC>0.0 then MSDC:=MDC+SDC*CN1 else MSDC:=MDC-SDC*CN1;
if M4>0.0 then MS4:=M4+SAB*CN3 else MS4:=M4-SAB*CN3;
if MDA>0.0 then MSDA:=MDA+SAB*CN3 else MSDA:=MDA-SAB*CN3;
V1:=0.0;
B09:=ABS(MAB)>ABS(M1)^ABS(MAB)>ABS(MBA)^ABS(MAB)>
ABS(MCD)^ABS(MAB)>ABS(M3)^ABS(MAB)>ABS(MDC);
B010:=ABS(M1)>ABS(MBA)^ABS(M1)>ABS(MCD)^ABS(M1)>
ABS(M3)^ABS(M1)>ABS(MDC);
B011:=ABS(MBA)>ABS(MCD)^ABS(MBA)>ABS(M3)^ABS(MBA)>
ABS(MDC);
if ABS(MSAB)>ABS(MS1)^ABS(MSAB)>ABS(MSBA)
then MSA1:=ABS(MSAB) else if ABS(MS1)>ABS(MSBA)
then MSA1:=ABS(MS1) else MSA1:=ABS(MSBA);
if ABS(MSCD)>ABS(MS3)^ABS(MSCD)>ABS(MSDC)
then MSA2:=ABS(MSCD) else if ABS(MS3)>ABS(MSDC)
then MSA2:=ABS(MS3) else MSA2:=ABS(MSDC);
if MSA1>MSA2 then MSA:=MSA1 else MSA:=MSA2;
DA:=2.8823*SQR(10.0*MSA);
if ABS(MSBC)>ABS(MS2)^ABS(MSBC)>ABS(MSCB)
then MSB:=ABS(MSBC) else if ABS(MSCB)>ABS(MS2)
then MSB:=ABS(MSCB) else MSB:=ABS(MS2);
DB:=2.8823*SQR(10.0*MSB);
if ABS(MSAD)>ABS(MS4)^ABS(MSAD)>ABS(MSDA)
then MSC:=ABS(MSAD) else if ABS(MSDA)>ABS(MS4)
then MSC:=ABS(MSDA) else MSC:=ABS(MS4);

```

```

DC:=2.8823*SQR(10.0*MSC);
if ABS(MS1)>ABS(MS3) then MA1:=ABS(MS1) else
MA1:=ABS(MS3);
if B09 then begin MM1:=ABS(MAB); E11:=MAB/SBC; end
else if B010 then
begin
MM1:=ABS(M1); E11:=M1/SBC;
end else
if B011 then
begin
MM1:=ABS(MBA); E11:=MBA/SBC;
end else
if ABS(MCD)>ABS(M3) ^ ABS(MCD)>ABS(MDC) then
begin
MM1:=ABS(MCD); E11:=MCD/SCB;
end else
if ABS(M3)>ABS(MDC) then
begin
MM1:=ABS(M3); E11:=M3/SCB;
end else
begin
MM1:=ABS(MDC); E11:=MDC/SCB;
end;
if ABS(MBC)>ABS(M2) ^ ABS(MBC)>ABS(MCB) then
begin
MM2:=ABS(MBC); E22:=MBC/SBA;
end else
if ABS(M2)>ABS(MCB) then
begin
MM2:=ABS(M2); E22:=M2/SBA;
end else
begin
MM2:=ABS(MCB); E22:=MCB/SBA;
end;
if ABS(MAD)>ABS(M4) ^ ABS(MAD)>ABS(MDA) then
begin
MM3:=ABS(MAD); E33:=MAD/SAB;
end else
if ABS(M4)>ABS(MDA) then
begin
MM3:=ABS(M4); E33:=M4/SAB;
end else
begin
MM3:=ABS(MDA); E33:=MDA/SAB;
end;
B01:=(DA+6.0≤100.0*A)^(DB+6.0≤100.0*B)^(DC+10.0≤100.0*C);
B02:=(DA+6.0>100.0*A)^(DB+6.0≤100.0*B)^(DC+10.0≤100.0*C);
B03:=(DA+6.0≤100.0*A)^(DB+6.0>100.0*B)^(DC+10.0≤100.0*C);
B04:=(DA+6.0≤100.0*A)^(DB+6.0≤100.0*B)^(DC+10.0>100.0*C);
B05:=(DA+6.0>100.0*A)^(DB+6.0>100.0*B)^(DC+10.0≤100.0*C);
B06:=(DA+6.0≤100.0*A)^(DB+6.0>100.0*B)^(DC+10.0>100.0*C);
B07:=(DA+6.0>100.0*A)^(DB+6.0≤100.0*B)^(DC+10.0>100.0*C);
B08:=(DA+6.0>100.0*A)^(DB+6.0>100.0*B)^(DC+10.0>100.0*C);
if B01 then go to L3 else
if B02 then
begin
A:=A+0.05; go to START2;

```

```

end else
if E95 then
begin
B:=B+0.05; go to START2;
end else
if E96 then
begin
C:=C+0.05; go to START2;
end else
if B05 then
begin
A:=A+0.05; B:=B+0.05; go to START2;
end else
if B06 then
begin
B:=B+0.05; C:=C+0.05; go to START2;
end else
if B07 then
begin
A:=A+0.05; C:=C+0.05; go to START2;
end else
if B08 then
begin
A:=A+0.05; B:=B+0.05; C:=C+0.05; go to START2;
end;
L3:
TA:=8.0*SAB/(70.0*(A-0.06)); TB:=3.0*SBC/(70.0*(B-0.06));
TC:=8.0*SAD/(70.0*(C-0.10));
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
A:=A+0.05; B:=B+0.05; C:=C+0.05; go to START2;
end;

```

```

L4:
  if (ABS(MSAB)>ABS(MSBA))&(ABS(MSAB)>ABS(MSCD))
    if (ABS(MSAB)>ABS(MSDC)) then MSS1:=ABS(MSAB) else
  if (ABS(MSBA)>ABS(MSCD))&(ABS(MSBA)>ABS(MSDC)) then
    MSS1:=ABS(MSBA) else
  if ABS(MSCD)>ABS(MSDC) then MSS1:=ABS(MSCD) else
    MSS1:=ABS(MSDC);
  if ABS(MSEC)>ABS(MSCB) then MSS2:=ABS(MSEC) else
    MSS2:=ABS(MSCB);
  if ABS(MSAD)>ABS(MSDA) then MSS3:=ABS(MSAD) else
    MSS3:=ABS(MSDA);
  ASA1:=72.0*MSS1/DA-SBC/1.6;
  ASA2:=72.0*MA1/DA-SBC/1.6;
  ASB1:=72.0*MSS2/DB-SBA/1.6;
  ASB2:=72.0*ABS(MS2)/DB-SBA/1.6;
  ASC1:=72.0*MSS3/DC-SAB/1.6;
  ASC2:=72.0*ABS(MS4)/DC-SAB/1.6;
  MM:=ABS(MS2); MN:=ABS(MS4);
  STR2(A,E11,ASA1,CN1,MSS1,XXA1);
  STC1:=MSS1*100000.0/(50.0*XXA1*(A*50.0-XXA1/3.0)+(15.0
    *ASA1*CN1*100.0*(CN1*100.0+50.0*A-XXA1))/XXA1);
  ST1:=15.0*STC1*(CN1*100.0+50.0*A-XXA1)/XXA1;
  STR1(A,E11,ASA1,CN1,MSS1,PPP11,DE11,XA11);
  STR1(A,E11,ASA2,CN1,MA1,PPP12,DE12,XA12);
  STR2(B,E22,ASB2,CN2,MM,XXA2);
  STC2:=MM*100000.0/(50.0*XXA2*(B*50.0-XXA2/3.0)+(15.0
    *ASB2*CN2*100.0*(CN2*100.0+50.0*B-XXA2))/XXA2);
  ST2:=15.0*STC2*(CN2*100.0+50.0*B-XXA2)/XXA2;
  STR1(B,E22,ASB1,CN2,MSS2,PPP21,DE21,XA21);
  STR1(B,E22,ASB2,CN2,MM,PPP22,DE22,XA22);
  STR2(C,E33,ASC2,CN3,MN,XXA3);
  STC3:=MN*100000.0/(50.0*XXA3*(C*50.0-XXA3/3.0)+(15.0
    *ASC2*CN3*100.0*(CN3*100.0+50.0*C-XXA3))/XXA3);
  ST3:=15.0*STC3*(CN3*100.0+50.0*C-XXA3)/XXA3;
  STR1(C,E33,ASC1,CN3,MSS3,PPP31,DE31,XA31);
  STR1(C,E33,ASC2,CN3,MN,PPP32,DE32,XA32);
  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;
  CONV:=2.0*A*X1+(B+C)*(X1+2.0*A)+2.0*HA*2;
  FORMA:=2.0*(2.0*Y1+B+C)-6.0*HA+X1+4.0*SQRT(2.0*HA*2);
L5:
  SPACE(1); PRINT('BOX,CULVERT..SIZE..AND..EARTH..
  THICKNESS'); SPACE(3); PRINT('X='); PRINT(1.2,X1);
  SPACE(5); PRINT('Y='); PRINT(1.2,Y1); SPACE(5);
  PRINT('H='); PRINT(1.2,H); CRLF(2);
  if (X/2.0+H)<4.0 then go to LQ1 else go to LQ2;
LQ1:
  begin
    SPACE(43); PRINT('*****CONDITIONS OF LOAD*****');
    CRLF(2); SPACE(5); PRINT('W1='); PRINT(6,W1);
    SPACE(4); PRINT('W2='); PRINT(6,W2); SPACE(4);
    PRINT('P1='); PRINT(6,P1); SPACE(4); PRINT('P2=');
    PRINT(6,P2); SPACE(4); PRINT('W4='); PRINT(6,W4);
  end

```

```

CRLF(1); SPACE(5); PRINT('CAD=CBA='); PRINT(6,CAB);
SPACE(4); PRINT('CAD=CBC='); PRINT(6,CAB);
SPACE(4); PRINT('CBA=CDB='); PRINT(6,CBA);
SPACE(4); PRINT('CBC=CDB='); PRINT(6,CBC); CRLF(4);
to go LB;

```

```

Load;
LOZ:
SPACE(43); PRINT('*****CONDITIONSOF**LOAD*****');
CRLF(2); PRINT('W1='); PRINT(6,W1); SPACE(1);
PRINT('W2='); PRINT(6,W2); 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);
PRINT('CBC=CDB='); PRINT(6,CBC); SPACE(1);
PRINT('CDB='); PRINT(6,CDB); SPACE(1); PRINT('CDB=');
PRINT(6,CDB); SPACE(1); PRINT('CDA='); PRINT(6,CDA);
CRLF(3);

```

```

LB:
SPACE(50); PRINT('*****VALUE**OF**K*****'); CRLF(2);
SPACE(30); PRINT('K1='); PRINT(4,K1); PRINT('K2=');
PRINT(4,K2); PRINT('K3='); PRINT(4,K3);
PRINT('K4='); PRINT(4,K4); CRLF(3);
SPACE(43); PRINT('*****MATRIX*****OF*****CONCLUSION
*****'); CRLF(2); PRINT('A11='); PRINT(6,A111,11);
SPACE(1); PRINT('A12='); PRINT(6,A111,21); SPACE(1);
PRINT('A13='); PRINT(6,A111,31); SPACE(1);
PRINT('A14='); PRINT(6,A111,41); SPACE(1);
PRINT('A15='); PRINT(6,A111,51); SPACE(1);
PRINT('A16='); PRINT(6,A2111); CRLF(1); PRINT('A21=');
PRINT(6,A112,11); SPACE(1); PRINT('A22=');
PRINT(6,A112,21); SPACE(1); PRINT('A23=');
PRINT(6,A112,31); SPACE(1); PRINT('A24=');
PRINT(6,A112,41); SPACE(1); PRINT('A25=');
PRINT(6,A112,51); SPACE(1); PRINT('A26=');
PRINT(6,A2121); CRLF(1); PRINT('A31=');
PRINT(6,A113,11); SPACE(1); PRINT('A32=');
PRINT(6,A113,21); SPACE(1); PRINT('A33=');
PRINT(6,A113,31); SPACE(1); PRINT('A34=');
PRINT(6,A113,41); SPACE(1); PRINT('A35=');
PRINT(6,A113,51); SPACE(1); PRINT('A36=');
PRINT(6,A2131); CRLF(1); PRINT('A41=');
PRINT(6,A114,11); SPACE(1); PRINT('A42=');
PRINT(6,A114,21); SPACE(1); PRINT('A43=');
PRINT(6,A114,31); SPACE(1); PRINT('A44=');
PRINT(6,A114,41); SPACE(1); PRINT('A45=');
PRINT(6,A114,51); SPACE(1); PRINT('A46=');
PRINT(6,A2141); CRLF(1); PRINT('A51=');
PRINT(6,A115,11); SPACE(1); PRINT('A52=');
PRINT(6,A115,21); SPACE(1); PRINT('A53=');
PRINT(6,A115,31); SPACE(1); PRINT('A54=');
PRINT(6,A115,41); SPACE(1); PRINT('A55=');
PRINT(6,A115,51); SPACE(1); PRINT('A56=');
PRINT(6,A2151); CRLF(4); SPACE(35); PRINT('*****BM');
SPACE(2); PRINT('SF'); SPACE(2); PRINT('NF');

```

```

SPACE(2);PRINT('LIST*****'); CRLF(2);
L6:
SPACE(10); PRINT('MEMBER');SPACE(3);PRINT('POINT');
SPACE(7);PRINT('EN'); SPACE(12);PRINT('SF');SPACE(12);
PRINT('NF');SPACE(12);PRINT('E');SPACE(12);
PRINT('CN');SPACE(12);PRINT('MS'); CRLF(1);
L7:
SPACE(10); PRINT('SIDEWALL.L');SPACE(2);PRINT('A');
SPACE(3);PRINT(6,MAB); PRINT(6,SAB);PRINT(6,SBC);
PRINT(6,MAB/SBC);PRINT(6,CN1);PRINT(6,MSAB); CRLF(1);
L8:
SPACE(10); PRINT('SIDEWALL.L');SPACE(1);PRINT('CE1');
SPACE(2);PRINT(6,M1); PRINT(6,V1);PRINT(6,SBC);
PRINT(6,M1/SBC); PRINT(6,CN1); PRINT(6,MS1); CRLF(1);
L9:
SPACE(10); PRINT('SIDEWALL.L');SPACE(2);PRINT('B');
SPACE(3);PRINT(6,MBA); PRINT(6,SBA); PRINT(6,SBC);
PRINT(6,MBA/SBC);PRINT(6,CN1);PRINT(6,MSBA);CRLF(1);
L10:
SPACE(10); PRINT('UPPERSLAB');SPACE(3);PRINT('B');
SPACE(3);PRINT(6,MBC); PRINT(6,SBC); PRINT(6,SBA);
PRINT(6,MBC/SBA); 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,SBA);
PRINT(6,M2/SBA);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,SBA);
PRINT(6,MCB/SBA); PRINT(6,CN2); PRINT(6,MSCB); CRLF(1);
LL:
SPACE(10); PRINT('SIDEWALL.R'); SPACE(2); PRINT('C');
SPACE(3); PRINT(6,MCD);PRINT(6,SCD); PRINT(6,SCB);
PRINT(6,MCD/SCB); PRINT(6,CN1); 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,CN1); PRINT(6,MS3);CRLF(1);
KK:
SPACE(10); PRINT('SIDEWALL.R'); SPACE(2); PRINT('D');
SPACE(3); PRINT(6,MDC); PRINT(6,SDC); PRINT(6,SCB);
PRINT(6,MDC/SCB); PRINT(6,CN1); PRINT(6,MSDC);CRLF(1);
L12:
SPACE(10); PRINT('LOWERSLAB');SPACE(3);PRINT('A');
SPACE(3);PRINT(6,MAD); PRINT(6,SAD); PRINT(6,SAB);
PRINT(6,MAD/SAB); PRINT(6,CN3); PRINT(6,MSAD);CRLF(1);
L13:
SPACE(10); PRINT('LOWERSLAB');SPACE(2);PRINT('CE4');
SPACE(2);PRINT(6,M4); PRINT(6,V1); PRINT(6,SAB);
PRINT(6,M4/SAB); 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,SAB);
PRINT(6,MDA/SAB); PRINT(6,CN3); PRINT(6,MSDA);CRLF(2);
L14:
SPACE(49);PRINT('SIDE');SPACE(8);PRINT('UPPER');
SPACE(10);PRINT('LOWER');CRLF(2); SPACE(20);
PRINT('WHOLE THICKNESS');SPACE(11);PRINT(2.2,A*100.0);
SPACE(5);PRINT(2.2,B*100.0);SPACE(4);
PRINT(2.2, C*100.0); SPACE(5); PRINT('X/4.0=');

```

```

PRINT(1.3,X/4.0); CRLF(1);
L15:
SPACE(20);PRINT('DESIGN.THICKNESS');SPACE(10);
PRINT(2.2,DA);SPACE(5);PRINT(2.2,DE);SPACE(5);
PRINT(2.2,DC);SPACE(5);PRINT('.....');CRLF(1);
SPACE(20);PRINT('SHEARING.STRESS');SPACE(12);
PRINT(1.2,TA);SPACE(6);PRINT(1.2,TB);SPACE(6);
PRINT(1.2,TC);SPACE(5);PRINT('X/4.0=');
PRINT(1.3,X/6.0);CRLF(1);
L16:
SPACE(20);PRINT('REINFORCEMENT.AREA.CORNER');
SPACE(1);PRINT(2.2,ASA1);SPACE(5);PRINT(2.2,ASB1);
SPACE(5);PRINT(2.2,ASC1);SPACE(5);
PRINT('.....');CRLF(1);
L17:
SPACE(20);PRINT('REINFORCEMENT.AREA.CENTER');
SPACE(1);PRINT(2.2,ASA2);SPACE(5);PRINT(2.2,ASB2);
SPACE(5);PRINT(2.2,ASC2);SPACE(5);PRINT('Y/4.0=');
PRINT(1.3,Y/4.0);CRLF(2);
LM1:
If XXA1 $\geq$ (100.0*A/3.0)AXXA1 $\leq$ (200.0*A/3.0) then go to
STLL1 else go to PURG;
STLL1:
begin
SPACE(5);PRINT('SIDE.***.CONCRETE.STRESS=');
PRINT(2.2,STC1);SPACE(5);PRINT('REINFORCEMENT.
STRESS=');PRINT(4.2,ST1);CRLF(1);
go to LM2;
end;
PURG:
SPACE(5);PRINT('SIDE.***.PA=');PRINT(1.6,PPP11);
SPACE(3);PRINT('PB=');PRINT(1.6,PPP12);SPACE(3);
PRINT('DE=');PRINT(2.5,DE11);SPACE(3);PRINT('XAA=');
PRINT(2.4,XA11);SPACE(3);PRINT('XAB=');
PRINT(2.4,XA12);CRLF(1);
LM2:
If XXA2 $\geq$ (100.0*B/3.0)AXXA2 $\leq$ (100.0*2.0*B/3.0) then
go to STLL2 else go to PUK;
STLL2:
begin
SPACE(5);PRINT('UPPER.***.CONCRETE.STRESS=');
PRINT(2.2,STC2);SPACE(5);PRINT('REINFORCEMENT.
STRESS=');PRINT(4.2,ST2);CRLF(1);
go to LM3;
end;
PUK:
SPACE(5);PRINT('UPPER.***.PA=');PRINT(1.6,PPP21);
SPACE(3);PRINT('PB=');PRINT(1.6,PPP22);SPACE(3);
PRINT('DE=');PRINT(2.5,DE21);SPACE(3);PRINT('XAA=');
PRINT(2.4,XA21);SPACE(3);PRINT('XAB=');
PRINT(2.4,XA22);CRLF(1);
LM3:
If XXA3 $\geq$ (100.0*C/3.0)AXXA3 $\leq$ (200.0*C/3.0) then
go to STLL3 else go to PUX;
STLL3:
begin
SPACE(5);PRINT('LOWER.***.CONCRETE.STRESS=');

```

```

PRINT(2.2,STC3); SPACE(5); PRINT('REINFORCEMENT.
STRESS='); PRINT(4.2,ST3); CRLF(1);
go to PXX;
end;
PUX:
SPACE(5); PRINT('LOWER.**.PA='); PRINT(1.6,PPP31);
SPACE(3); PRINT('PB='); PRINT(1.6,PPP32); SPACE(3);
PRINT('DE='); PRINT(2.5,DE31); SPACE(3);PRINT('XAA=');
PRINT(2.4,XA31); SPACE(3); PRINT('XAB=');
PRINT(2.4,XA32); CRLF(1);
PXX:
if (X/2.0+ H)<4.0 then
begin
SPACE(25);PRINT('BOTTOM.PRESSURE');SPACE(5);
PRINT('W4=');SPACE(1);PRINT(2.3,(W4+2.5*C*X));
CRLF(1);
end else
begin
SPACE(25);PRINT('BOTTOM.PRESSURE');SPACE(5);
PRINT('P5='); PRINT(2.3,(P3+2.5*C*X)); SPACE(10);
PRINT('P6='); PRINT(2.3,(P4+2.5*C*X)); CRLF(1);
end;
SPACE(25); PRINT('CONCRETE.VOLUME='); PRINT(2.3,CONV);
SPACE(5); PRINT('FORM.AREA=');PRINT(3.3,FORMA);
CRLF(2); SPACE(5); PRINT('...PAGE..'); PRINT(5,Z);
PRINT('.....'); CRLF(6);
if Z<10000 then Z:=Z+1;
if H<5.0 then
begin
H:=H+0.5; go to START3;
end else
go to START1;
end;
end;

```

```

L4:
  if (ABS(MSAB)>ABS(MSBA))^(ABS(MSAB)>ABS(MSCD))^(
    (ABS(MSAB)>ABS(MSDC)) then MSS1=ABS(MSAB) else
  if (ABS(MSBA)>ABS(MSCD))^(ABS(MSBA)>ABS(MSDC)) then
    MSS1=ABS(MSBA) else
  if ABS(MSCD)>ABS(MSDC) then MSS1=ABS(MSCD) else
    MSS1=ABS(MSCC);
  if ABS(MSBC)>ABS(MSCB) then MSS2=ABS(MSBC) else
    MSS2=ABS(MSCB);
  if ABS(MSAD)>ABS(MSDA) then MSS3=ABS(MSAD) else
    MSS3=ABS(MSDA);
  ASA1=72.0*MSS1/DA-SBC/1.6;
  ASA2=72.0*MA1/DA-SBC/1.6;
  ASB1=72.0*MSS2/DB-SBA/1.6;
  ASB2=72.0*ABS(MS2)/EB-SBA/1.6;
  ASC1=72.0*MSS3/DC-SAB/1.6;
  ASC2=72.0*ABS(MS4)/DC-SAB/1.6;
  MN=ABS(MS2); MN=ABS(MS4);
  STR2(A,E11,ASA1,CN1,MSS1,XXA1);
  STC1=MSS1*100000.0/(50.0*XXA1*(A*50.0-XXA1/3.0)+(15.0
    *ASA1*CN1*100.0*(CN1*100.0+50.0*A-XXA1)/XXA1);
  ST1=15.0*STC1*(CN1*100.0+50.0*A-XXA1)/XXA1;
  STR1(A,E11,ASA1,CN1,MSS1,PPP11,DE11,XA11);
  STR1(A,E11,ASA2,CN1,MA1,PPP12,DE12,XA12);
  STR2(B,E22,ASB2,CN2,MN,XXA2);
  STC2=MN*100000.0/(50.0*XXA2*(B*50.0-XXA2/3.0)+(15.0
    *ASB2*CN2*100.0*(CN2*100.0+50.0*B-XXA2)/XXA2);
  ST2=15.0*STC2*(CN2*100.0+50.0*B-XXA2)/XXA2;
  STR1(B,E22,ASB1,CN2,MSS2,PPP21,DE21,XA21);
  STR1(C,E22,ASB2,CN2,MN,PPP22,DE22,XA22);
  STR2(C,E33,ASC2,CN3,MN,XXA3);
  STC3=MN*100000.0/(50.0*XXA3*(C*50.0-XXA3/3.0)+(15.0
    *ASC2*CN3*100.0*(CN3*100.0+50.0*C-XXA3)/XXA3);
  ST3=15.0*STC3*(CN3*100.0+50.0*C-XXA3)/XXA3;
  STR1(C,E33,ASC1,CN3,MSS3,PPP31,DE31,XA31);
  STR1(C,E33,ASC2,CN3,MN,PPP32,DE32,XA32);
  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;
  CONV=2.0*A*X1+(B+C)*(X1+2.0*A)+2.0*HA*2;
  FORM=2.0*(2.0*Y1+B+C)-6.0*HA*X1+4.0*SQRT(2.0*HA*2);
  for AE=A,B,C,DA,DB,DC,TA,TB,TC,ASA1,ASB1,ASC1,ASA2,
    ASB2,ASC2 do
  PRINT(8,AE); CRLF(2);
LM1:
  if XXA1<=(100.0*A/3.0)^(XXA1>=(200.0*A/3.0))
    then go to STLL1 else go to PURO;
STLL1:
  begin
    PRINT(8,STC1); PRINT(8,ST1); CRLF(2);
    go to LM2;
  end;
PURO:
  for AE=PPP11,PPP12,DE11,XA11,XA12 do

```

```

PRINT(8,AE); CRLF(2);
LM2:
  if  $XXA2 \geq (100.0 * B / 3.0)$   $AXXA2 \leq (200.0 * B / 3.0)$ 
    then go to STLL2 else go to PUK;
STLL2:
  begin
    PRINT(8,STC2); PRINT(8,ST2); CRLF(2);
    go to LM3;
  end;
PUK:
  for AE=PPP21,PPP22,DE21,XA21,XA22 do
    PRINT(8,AE); CRLF(2);
LM3:
  if  $XXA3 \geq (100.0 * C / 3.0)$   $AXXA3 \leq (200.0 * C / 3.0)$ 
    then go to STLL3 else go to PUX;
STLL3:
  begin
    PRINT(8,STC3); PRINT(8,ST3); CRLF(2);
    go to LM4;
  end;
PUX:
  for AE=PPP31,PPP32,DE31,XA31,XA32 do
    PRINT(8,AE); CRLF(2);
LM4:
  if  $(X/2.0 + H) < 4.0$  then
    begin
      PRINT(8,(W4+2.5*C*X));
    end, else
      PRINT(8,(P3+2.5*C*X)); CRLF(2);
  for AE=CONV,FORMA do
    PRINT(8,AE); CRLF(5);
    if  $H < 5.0$  then
      begin
        H=H+0.5; go to START3;
      end, else
        go to START1;
    end;
end;
end;

```

BOX.CULVERT..SIZE..AND..EARTH.THICKNESS X= 3.50 Y= 4.50 H= 5.00 C= 0.33

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

V1= .100000 2 V2= .713208 0 P1= .349717 1 P2= .633828 1 P11= .343774 1 P22= .630763 1
P3= .155106 2 P4= .159850 2
CAD= .205371 2 CBA= .945823 1 CBC=CCB= .139294 2 CCD= .955707 1 CDC= .107291 2 CDA= .204137 2

***** VALUE OF K *****

K1= .1000 1 K2= .8846 0 K3= .1000 1 K4= .2300 1

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

A11= .100000 1 A12= .000000 0 A13= .000000 0 A14= .000000 0 A15= .000000 0 A16= -.289356 1
A21= .000000 0 A22= .100000 1 A23= .000000 0 A24= .000000 0 A25= .000000 0 A26= .250518 1
A31= .000000 0 A32= .000000 0 A33= .100000 1 A34= .000000 0 A35= .000000 0 A36= -.254661 1
A41= .000000 0 A42= .000000 0 A43= .000000 0 A44= .100000 1 A45= .000000 0 A46= .283525 1
A51= .000000 0 A52= .000000 0 A53= .000000 0 A54= .000000 0 A55= .100000 1 A56= .174977 0

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

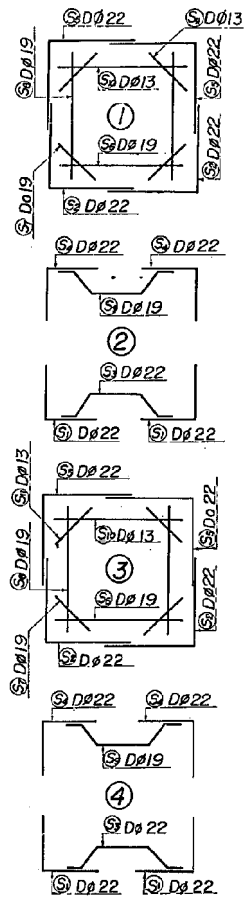
MEMBER	POINT	BM	SF	NF	E	CN	MS						
SIDEWALL.L	A	-.137491	2	.137124	2	-.648956	0	-.172448	2				
SIDEWALL.L	CE1	.232571	1	.000000	0	.211864	2	.109774	0	.165000	0	.582147	1
SIDEWALL.L	B	.117500	2	.113328	2	.211864	2	.554601	0	.165000	0	.152458	2
UPPERSLAB	B	-.117500	2	.211864	2	.113328	2	-.103681	1	.140000	0	-.133366	2
UPPERSLAB	CE2	.914409	1	.000000	0	.113328	2	.806869	0	.140000	0	.107307	2
UPPERSLAB	C	.116401	2	.211864	2	.113328	2	.102711	1	.140000	0	.132267	2
SIDEWALL.R	C	-.116401	2	.105750	2	.211864	2	-.549412	0	.165000	0	-.133849	2
SIDEWALL.R	CE3	.238060	1	.000000	0	.211864	2	.112364	0	.165000	0	.412548	1
SIDEWALL.R	D	.140279	2	.129308	2	.211864	2	.672119	0	.165000	0	.161615	2
LOWERSLAB	A	.137491	2	.313286	2	.137124	2	.100267	1	.175000	0	.161487	2
LOWERSLAB	CE4	-.171035	2	.000000	0	.137124	2	-.124730	1	.175000	0	-.195032	2
LOWERSLAB	D	-.140279	2	.310163	2	.137124	2	-.102301	1	.175000	0	-.164276	2

	SIDE	UPPER	LOWER	
WHOLE.THICKNESS	45.00	40.00	55.00	X/4.0= 0.988
DESIGN.THICKNESS	37.85	33.29	40.25	
SHEARING.STRESS	4.02	7.12	7.96	X/6.0= 0.658
REINFORCEMENT.AREA.CORNER	19.56	21.77	20.81	
REINFORCEMENT.AREA.CENTER	-2.17	16.13	26.32	Y/4.0= 1.244

SIDE...PA= 0.005016 PB= -0.000556 DE= 0.47152 XAA= 11.3378 XAB= 3.8274
UPPER...PA= 0.006401 PB= 0.004744 DE= -0.37912 XAA= 11.5369 XAB= 9.2826
LOWER...PA= 0.004248 PB= 0.005370 DE= -0.45696 XAA= 6.8420 XAB= 8.1229
BOTTOM.PRESSURE P3= .2094 2 P4= .2142 2
CONCRETE.V .85500 1 FORM.AREA= .34763 2

..... 484

主鉄筋組立図

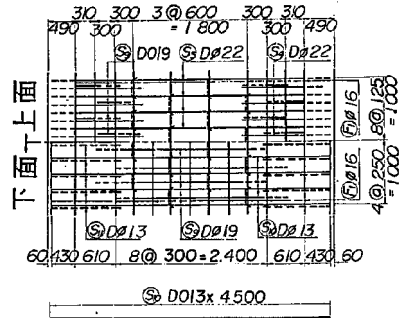


組立筋寸法表

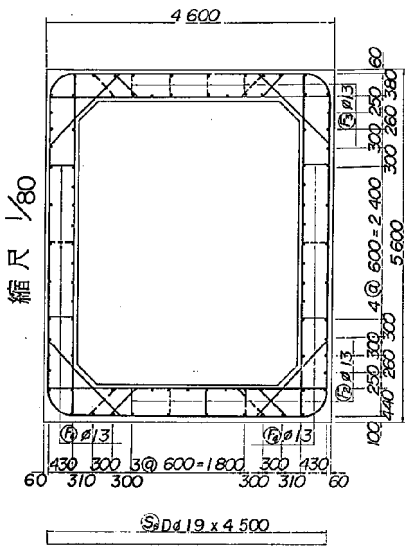
記号	径	a	b	L	形状
①	φ13	280	460	1360	□
②	φ13	280	400	1240	□
③	φ13		450	580	└

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

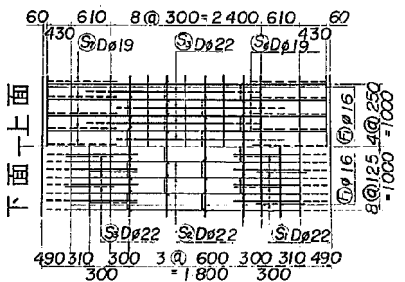
頂版



横断面 縮尺 1/80



底版

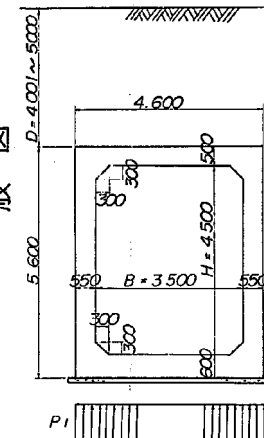


02-BX-073(B 3500-H 4500-D 4001~5000)-S39

(幅) (高さ) (土かぶり)

暗きよ - ボックスカルバート - その 73

一般



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 ₂ (t/m ²)	摘要
4.50	20.02	20.54	
5.00	20.94	21.42	

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	D22	3250	8	3.04	9.880	79.040	└	
②	D22	5500	8	3.04	16.720	133.760	└	
③	D22	3800	4	3.04	11.552	46.208	└	
④	D22	3250	8	3.04	9.880	79.040	└	
⑤	D22	5500	8	3.04	16.720	133.760	└	
⑥	D19	4500	4	2.25	10.125	40.500	└	
⑦	D19	1650	8	2.25	3.713	29.704	└	
⑧	D19	5450	8	2.25	12.263	98.104	└	
⑨	D19	3650	4	2.25	8.213	32.852	└	
⑩	D13	4500	4	0.995	4.478	17.912	└	
⑪	D13	1600	8	0.995	1.592	12.736	└	
小計						703.616		
⑫	φ16	1000	90	1.58	1.580	142.200	└	
⑬	φ13	1360	8	1.04	1.414	11.312	└	
⑭	φ13	1240	8	1.04	1.290	10.320	└	
⑮	φ13	580	12	1.04	0.603	7.236	└	
小計						171.068		
総重量						0.875 t		
コンクリート						10.190 m ³	型わく	23.597 m ²

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、道路調査費で扱つ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こう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2.1参照)から管内の流量とこう配が与えられると、必要な管径がわかり、さらに土かぶりの深さによつてタイプがすぐ決められるようになっている。(図2.10参照)

2. 設 計 例

- 1) 管内を流れる量..... $1.0 \text{ m}^3/\text{sec}$
管のこう配..... 1.00%
- 2) 必要な管径..... (図2.9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2.10より)..... K3 (土かぶり1.50mなるときはK2でよい。)
- 5) 地盤反力..... (図2.10より)..... 約 1.4 t/m^2

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)

$R =$ 潤 辺

$I =$ 勾配

4. 土圧の計算

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

$$Q = Cc \cdot W \cdot Bc$$

$$H < He \text{ のとき } Cc = \frac{e^{2K\mu \frac{H}{Bc}} - 1}{2K \cdot \mu}$$

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

ただし He は次式で求める。

$$e^{2K\mu \frac{He}{Bc}} - 2K\mu \frac{He}{Bc} = 2K \cdot \mu r_{sd} \cdot p + 1$$

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)

He = 仮想の沈下面より管きよ上端までの深さ (m)

P = 突出比 (h/Bc) (1.0 と仮定)

r_{sd} = 沈下比 (0.7 と仮定)

この公式によつて、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 3.7 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

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

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

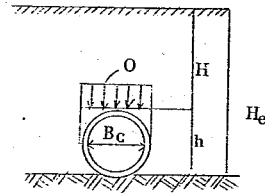
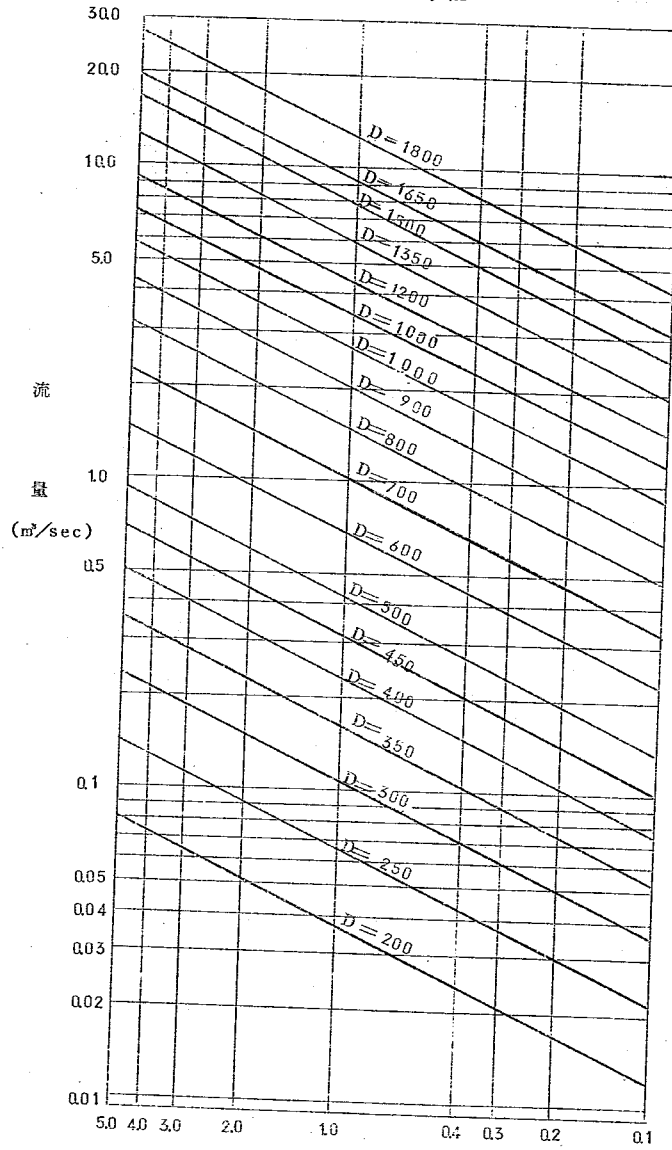


図 2.13 Project 形

図 2.9

流 量 —— 口径



口径 (φ)

図 2.10 管きょタイプ決定用図

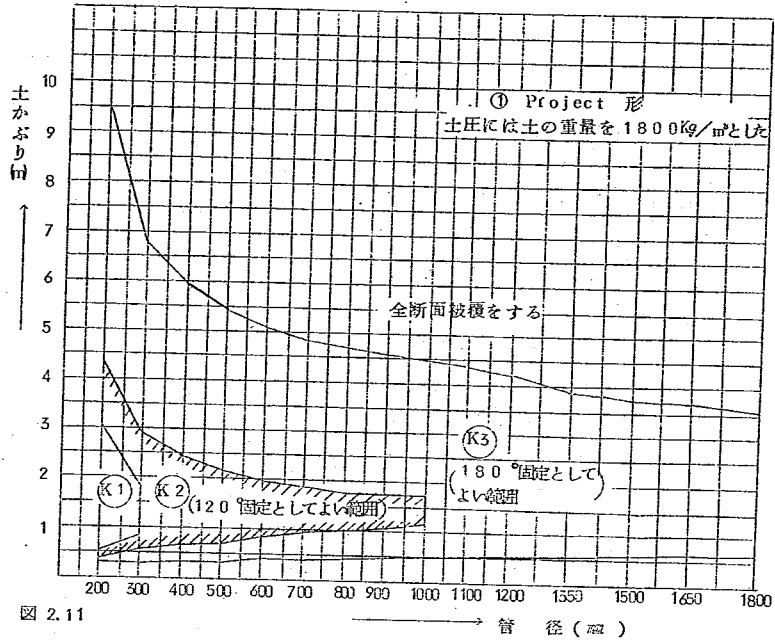
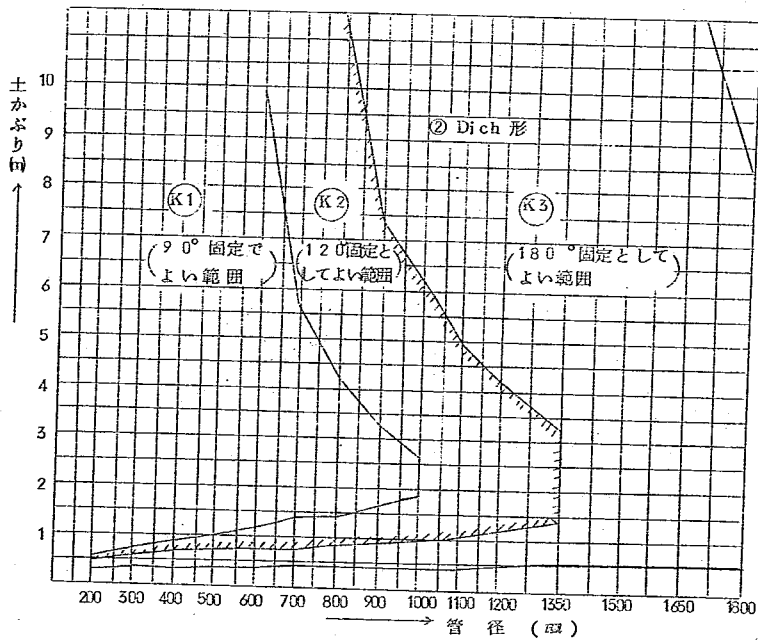


図 2.11



Dean Marston 公式による管きりの土圧計算

```

begin
  real U,Q,FH,R,S;
  integer I,J,H;
  array T,D[1:18],P[1:20];
  switch SW:=SW1,SW2,SW3;
  Q:=0.0; I:=1; READ(R,W);
  SW1: Q:=Q+0.1; go to START;
  SW2: Q:=Q+0.01; go to START;
  SW3: Q:=Q+0.001; go to START;
  START: S:=EXP(0.385*Q)-0.385*Q-0.385*R-1.0;
  if S<0.0 then goto SW[1] else if S>0.0 then
  begin
    if I=1 then begin I:=2; Q:=Q-0.1; go to SW[1];
    end else if I=2 then begin I:=3; Q:=Q-0.01;
    go to SW[1]; end
  end;
  PRINT('#####D#####');
  CRLF(1);
  PRINT('#####P(KG/M^2), W=1800KG/M^3, R=0.75');
  PRINT('#####');
  CRLF(1);
  for J:=1 step 1 until 18 do
    READ(D[J]);
    for J:=1 step 1 until 18 do
      begin
        T[J]:=Q*D[J];
        PRINT(1.3,T[J]); PRINT(1.3,D[J]);
        for H:=1 step 1 until 20 do
          begin
            FH:=FLOAT(H)*0.5;
            if T[J]<FH then
              P[H]:=((EXP(0.385*Q)-1.0)/0.385+(FH/D[J]
              -Q)*EXP(0.385*Q))*W*D[J] else
              P[H]:=((EXP(0.385*FH/D[J])
              -1.0)/0.385)*W*D[J];
            if H=10 then PRINT(5.1,P[H]) else
            if H=11 then begin CRLF(1); SPACE(16);
            PRINT(5.1,P[H]); end else PRINT(5.1,P[H]);
          end;
        end;
        CRLF(2);
      end;
    end;
  end;

```

0.75, 1800.0, 0.254, 0.306, 0.360, 0.414, 0.470, 0.526,
 0.584, 0.700, 0.816, 0.932, 1.050, 1.164, 1.276, 1.390,
 1.556, 1.724, 1.890, 2.054;

T	D	P (KG/M ²), W=1800KG/M ³ , R=0.75									
0.445	0.254	1338.1 19012.7	3105.6 20780.2	4873.0 22547.6	6640.5 24315.1	8407.9 26082.6	10175.4 27850.0	11942.9 29617.5	13710.3 31384.9	15477.8 33152.4	17245.2 34919.9
0.536	0.306	1253.1 18924.8	3017.7 20692.3	4785.1 22459.7	6552.6 24227.2	8320.0 25994.7	10087.5 27762.1	11855.0 29529.6	13622.4 31297.0	15389.9 33064.5	17157.3 34832.0
0.631	0.360	1189.9 18833.5	2926.4 20601.0	4693.8 22368.4	6461.3 24135.9	8228.8 25903.4	9996.2 27670.8	11763.7 29438.3	13531.1 31205.8	15298.6 32973.2	17066.1 34740.7
0.726	0.414	1145.8 18742.2	2835.1 20509.7	4602.5 22277.2	6370.0 24044.6	8137.5 25812.1	9904.9 27579.6	11672.4 29347.0	13439.9 31114.5	15207.3 32881.9	16974.8 34649.4
0.824	0.470	1112.3 18647.6	2740.4 20415.0	4507.9 22182.5	6275.3 23950.0	8042.8 25717.4	9810.3 27484.9	11577.7 29252.3	13345.2 31019.8	15112.7 32787.3	16880.1 34554.7
0.922	0.526	1086.8 18552.9	2645.8 20320.4	4413.2 22087.8	6180.7 23855.3	7948.1 25622.8	9715.6 27390.2	11483.1 29157.7	13250.5 30925.1	15018.0 32692.6	16785.5 34460.1
1.024	0.584	1066.1 18454.9	2548.4 20222.3	4315.2 21989.8	6082.6 23757.3	7850.1 25524.7	9617.6 27292.2	11385.0 29059.6	13152.5 30827.1	14919.9 32594.6	16687.4 34362.0
1.227	0.700	1035.9 18258.8	2399.7 20026.2	4119.1 21793.7	5886.5 23561.2	7654.0 25328.6	9421.5 27096.1	11188.9 28863.6	12956.4 30631.0	14723.9 32398.5	16491.3 34165.9
1.430	0.816	1015.0 18062.7	2300.1 19830.2	3923.0 21597.6	5690.5 23365.1	7457.9 25132.5	9225.4 26900.0	10992.8 28667.5	12760.3 30434.9	14527.8 32202.4	16295.2 33969.8
1.634	0.932	999.7 17866.6	2228.7 19634.1	3739.7 21401.5	5494.4 23169.0	7261.8 24936.4	9029.3 26703.9	10796.8 28471.4	12564.2 30238.8	14331.7 32006.3	16099.1 33773.8
1.841	1.050	987.8 17667.1	2174.3 19434.6	3599.6 21202.1	5294.9 22969.5	7062.4 24737.0	8829.8 26504.4	10597.3 28271.9	12364.7 30039.4	14132.2 31806.8	15899.7 33574.3
2.040	1.164	978.7 17474.4	2133.4 19241.9	3495.8 21009.3	5103.1 22776.8	6869.7 24544.3	8637.1 26311.7	10404.6 28079.2	12172.0 29846.7	13939.5 31614.1	15707.0 33381.6
2.237	1.276	971.4 17285.1	2101.1 19052.6	3414.6 20820.0	4942.1 22587.5	6680.3 24354.9	8447.8 26122.4	10215.2 27889.9	11982.7 29657.3	13750.2 31424.8	15517.6 33192.3
2.437	1.390	965.3 17092.4	2074.0 18859.8	3347.3 20627.3	4809.8 22394.8	6487.6 24162.2	8255.1 25929.7	10022.5 27697.2	11790.0 29464.6	13557.5 31232.1	15324.9 32999.5
2.728	1.556	958.0 16811.8	2042.2 18579.2	3269.2 20346.7	4657.8 22114.2	6229.3 23881.6	7974.5 25649.1	9741.9 27416.5	11509.4 29184.0	13276.9 30951.5	15044.3 32718.9
3.022	1.724	952.2 16527.8	2016.8 18295.2	3207.2 20062.7	4538.3 21830.2	6026.6 23597.6	7690.7 25365.1	9457.9 27132.6	11225.4 28900.0	12992.9 30667.5	14760.3 32434.9
3.313	1.890	947.4 16247.2	1996.4 18014.6	3157.9 19782.1	4444.0 21549.6	5867.9 23317.0	7444.4 25084.5	9177.3 26851.9	10944.8 28619.4	12712.3 30386.9	14479.7 32154.3
3.601	2.054	943.5 15969.9	1979.7 17737.4	3117.8 19504.9	4367.6 21272.3	5740.3 23039.8	7247.8 24807.3	8903.4 26574.7	10667.6 28342.2	12435.0 30109.6	14202.5 31877.1

ここで

B_d = 溝の巾 (m)

μ' = 自然地盤と埋戻土との間のすべり

摩擦係数 ($\mu = \mu'$)

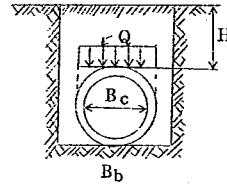


図 2.4 ditch 形

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 P_c (図 3.7 参照) との合計 P が q を越えないように ($(Q + P_c) < q$) 土かぶりを求めた。

6. 管きよの設計

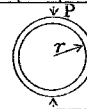
1) 管の強度

集中荷重 P による管の強度 (JIS A5303-1962)

	P (kg/m)															
管 径 (mm)	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1350	1500
ひび割れ (kg/m)	1400	1300	1400	1500	1600	1700	1800	2000	2200	2400	2600	2800	2900	3000	3200	3400
破 か い (kg/m)	2200	2000	2000	2200	2400	2700	3000	3600	4300	4900	5500	6100	6700	7300	8300	9300

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

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

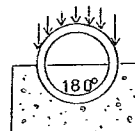
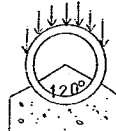
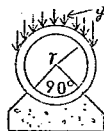
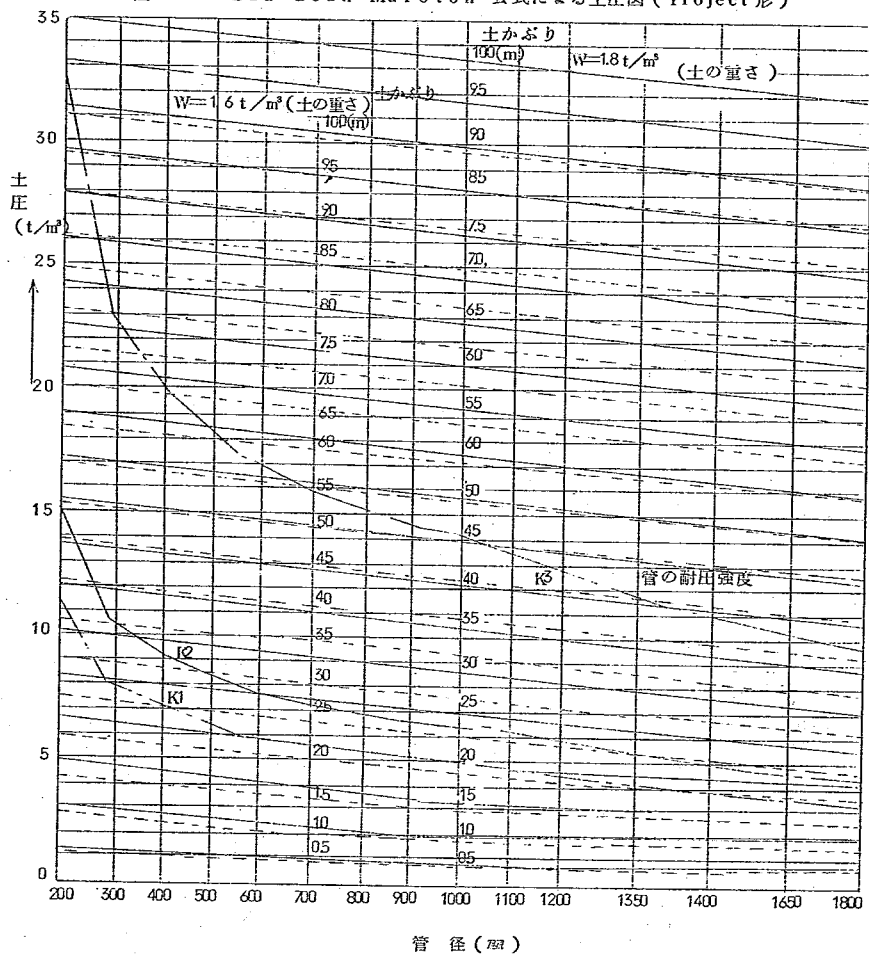


図 2.16 管の強さの計算法

図 2.15 Dda Dean Marston 公式による土圧図 (Project 形)



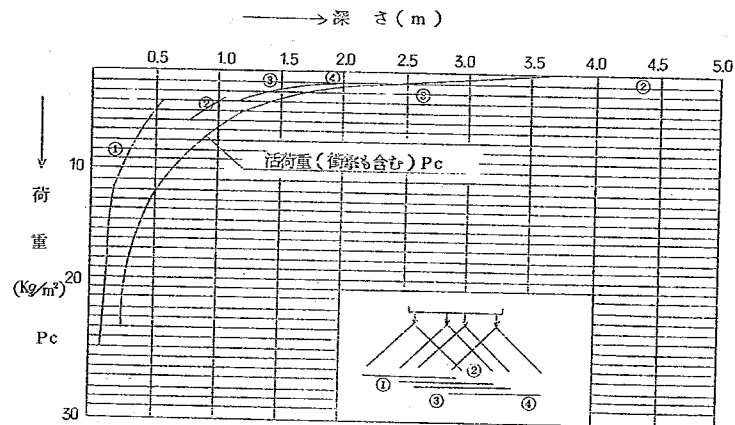


図 2.7 活荷重 (衝撃も含む)

管さ上の最大流量の計算

```

begin real B,T,X,S1,S2,FJ;
integer K,J,I;
array D,R,A[1:18],Q[1:101];
switch SW:=SW1,SW2,SW3,SW4,SW5;
X:=0.0; K:=1; S1:=0.0;
SW1: X:=X+0.1; go to Z;
SW2: X:=X+0.01; go to Z;
SW3: X:=X+0.001; go to Z;
SW4: X:=X+0.0001; go to Z;
SW5: X:=X+0.00001; go to Z;
Z: B:=(X-SIN(X))/8.0;
T:=(1.0-SIN(X)/X)/4.0;
S2:=B*T*(2.0/3.0)/0.013;
if S1<S2 then begin S1:=S2; go to SW[K]; end else
if S1>S2 then begin if K=1 then begin K:=2; X:=X-0.1;
go to SW[K]; end else
if K=2 then begin K:=3; X:=X-0.01;
go to SW[K]; end else
if K=3 then begin K:=4; X:=X-0.001;
go to SW[K]; end else
if K=4 then begin K:=5; X:=X-0.0001;
go to SW[K]; end else
end;
SPACE(20); PRINT('*****..CALCULATION..OF..DISCHARGE..
OF..PIPE.CULVERT..BY..THE..MANNING.METHOD
*****');
CRLF(2);
PRINT('I-----');
SPACE(50); PRINT('GRADE..OF..PIPE.CULVERT.....PERCENT');
CRLF(1);
SPACE(50);
CRLF(1);
PRINT('#####I##0.5#####1.0#####1.5#####2.0#####
##2.5#####3.0#####3.5#####4.0#####4.5#####
5.0'); CRLF(1);
SPACE(1);
PRINT('I-----');
CRLF(1);
for I:=1 step 1 until 18 do READ(D[I]);
for I:=1 step 1 until 18 do
begin
A[I]:=D[I]*2*(X-SIN(X))/8.0;
R[I]:=D[I]/4.0*(1.0-SIN(X)/X);
PRINT(1.2,D[I]); PRINT('###');
for J:=1 step 1 until 10 do
begin
FJ:=FLOAT(J)*0.005;
Q[IJ]:=A[I]*R[I]*(2.0/3.0)*SQRT(FJ)/0.013;
PRINT(2.4,Q[IJ]);
end;
CRLF(1);
end;
CRLF(3); SPACE(35); PRINT('*****..END.OF.CALCULAT....
*****');
CRLF(1);
end;

```

0.2,0.25,0.3,0.35,0.4,0.45,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1.0,1.10,1.2,1.35,
1.5,1.60,1.8;

*****CALCULATION..OF..DISCHARGE..OF..PIPE.CULVERT...BY..THE..MANNING..METHOD.....*****

D	GRADE..OF..PIPE.CULVERT.....PERCENT									
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
0.20	0.0249	0.0353	0.0432	0.0499	0.0558	0.0611	0.0660	0.0706	0.0748	0.0789
0.25	0.0452	0.0640	0.0783	0.0905	0.1011	0.1108	0.1197	0.1279	0.1357	0.1430
0.30	0.0736	0.1040	0.1274	0.1471	0.1645	0.1802	0.1946	0.2080	0.2207	0.2326
0.35	0.1109	0.1569	0.1922	0.2219	0.2481	0.2718	0.2935	0.3138	0.3328	0.3508
0.40	0.1584	0.2240	0.2744	0.3168	0.3542	0.3880	0.4191	0.4480	0.4752	0.5009
0.45	0.2169	0.3067	0.3756	0.4337	0.4849	0.5312	0.5737	0.6133	0.6506	0.6857
0.50	0.2872	0.4062	0.4974	0.5744	0.6422	0.7035	0.7599	0.8123	0.8616	0.9082
0.60	0.4670	0.6605	0.8089	0.9340	1.0443	1.1440	1.2356	1.3209	1.4011	1.4768
0.70	0.7045	0.9963	1.2202	1.4089	1.5752	1.7256	1.8638	1.9925	2.1134	2.2277
0.80	1.0058	1.4224	1.7421	2.0116	2.2490	2.4636	2.6610	2.8448	3.0173	3.1806
0.90	1.3769	1.9473	2.3849	2.7538	3.0789	3.3728	3.6430	3.8945	4.1308	4.3542
1.00	1.8236	2.5790	3.1586	3.6472	4.0777	4.4669	4.8248	5.1579	5.4708	5.7667
1.10	2.3513	3.3253	4.0726	4.7026	5.2577	5.7595	6.2210	6.6505	7.0539	7.4355
1.20	2.9654	4.1937	5.1362	5.9307	6.6308	7.2637	7.8456	8.3873	8.8961	9.3773
1.35	4.0596	5.7412	7.0315	8.1193	9.0776	9.9440	10.7408	11.4824	12.1789	12.8377
1.50	5.3766	7.6036	9.3125	10.7532	12.0224	13.1699	14.2251	15.2073	16.1297	17.0022
1.60	6.3863	9.0316	11.0614	12.7726	14.2802	15.6432	16.8966	18.0632	19.1589	20.1953
1.80	8.7429	12.3643	15.1432	17.4858	19.5498	21.4157	23.1316	24.7287	26.2287	27.6475

....END..OF..CALCULATE....

1 MIN 0

2.3 擁 壁

2.3.1 コンクリートおよび鉄筋コンクリート擁壁

1. 概 説

昭和39年度では重力式と逆T型の標準設計を行つたが、擁壁背面の状態によつて

- 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 3.1 設計条件表

種 別	単位重量 (kg/m ³)	σ_{ta} (kg/cm ²)	δ_{ca} (kg/m ²)	σ_{ra} (kg/cm ²)
土	1800			
コンクリート {	無 筋	2350	1	40
	鉄 筋	2500	70	5
鉄 筋 {	SD30	1600		
	SR25	1400		

注 1) コンクリートの σ_{ra}

はキイ部。

2) コンクリートの σ_{ta}

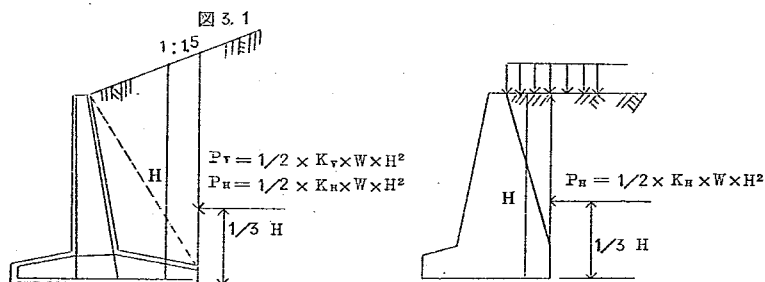
は擁壁内の内部応力。

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、テルツアーゴの土圧公式に従つて、背面土質を5つに分類しそれぞれの土圧係数によつて、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。



$$P_H = 1/2 \times K_H \times W \times H^2$$

$$P_V = 1/2 \times K_V \times W \times H^2$$

W = 土の単位重量

K_H = 土圧係数 (水平)

K_V = " (垂直)

(2) 土の種類

- 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)。
- シルト系の粒子を含むために透水性の低い粗粒度。
- 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。
- 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。
- 塊状に堆積し、洪水または豪雨中その中の間に、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は最も頻度の多いと思はれる上記の土について表 3.2 の係数を用いた。

表 3.2 土 圧 係 数

土の種類	土 圧 係 数			
	背 面 水 平		背 面 盛 土	
	水 平	水 平	垂 直	土圧力の水平面となす角
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 7.5m の過載荷重 (T-L 2.0 に相当する活荷重で、1.35 t/m² の垂直力) を考えた。

$$20 \text{ t} / (7 \text{ m} \times 2.75 \text{ m}) \div 1.04 \text{ t/m}^2$$

$$\text{インパクト (30 秒を含めて)} 1.04 \times (1 + 0.3) \div 1.35 \text{ t/m}^2$$

$$\text{土に換算して } 1.35 \text{ t/m}^2 / 1.8 \text{ t/m}^2 \div 0.75 \text{ m}$$

(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

調査資料がなく、また地震によつ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はれる。従つてこの標準設計では地震の影響は考慮しなかつたが、しばしば大地震に襲はれ、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はれるところで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

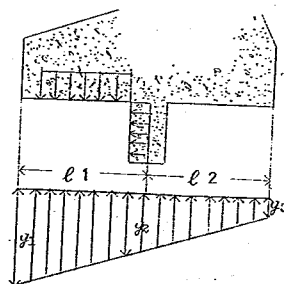
(1) 合力の作用点が中央 1/3 以内にあること。

(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、キー前面の受動土圧を考えた。この場合滑動抵抗力は擁壁の高さに相当する地中で、ランキンの受動土圧係数(土の内部マサツ角は表 1.2 () 内の値をとつて計算した)を用い、キー断面でのコンクリートの許容せん断応力度を 5 kg/cm^2 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。



$$R = \left(\frac{q_1 + q_2}{2} \right) \times \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) + \left(\frac{q_2 + q_3}{2} \right) \times \mu \times l_2$$

μ = 基底の底面まさつ係数 (0.5)

ϕ = 内部まさつ角

図 3.2

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)を補はなければならない。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）鉄筋量を記載してあるが、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) コンクリートは「コンクリート標準示方書」にもとづいて、設計応用を消すよう配合設計をすること。
- 2) コンクリートの打設には「コンクリート標準示方書」に従い、特に高い擁壁では打設中に材料の分離がおこらないよう注意すること。
- 3) 前壁には、その表面にV型の切れ目をもつ鉛直打継目を設け、その間隔は無筋コンクリートでは4.5m、鉄筋コンクリートでは9mとする。
- 4) 鉛直打継目にはエラストイト、板またはこれらに準ずる目地板を使用しさらにスリップバーを設ける。
- 5) フーチング部でのコンクリートの打継目も、前壁に準じて構造上弱点とならないようにする。
- 6) 擁壁の裏には容易に集水できる高さに、壁の全長にわたって水平なぐり石、または割栗層を設け同時に壁頂に達する鉛直な栗石または割栗層を壁に沿って4.5m間隔に設け、その交点に直径5cmの塩化ビニール管またはこれと同程度の排水管を設ける。排水口の高さは地表面上30cmを標準とし、適当な勾配を決め、管長を積算する。また排水口より流出した水が擁壁のつま先をぬらさないよう適切な処置をとることが望ましい。

この標準図では、02-C0-13に施工目地（4.4.3項と、4.4.4項）および排水工（4.4.6項）の標準工法を記載した。

5. 重力式コンクリート擁壁

概 説

重力擁壁を図4.3のような形状とし、高さを2.0mから0.5m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つて分類したので、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 以下の引張応力を許すこととし、またキー部には 5 kg/cm 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つ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剰荷重が載つた場合の計算例である。

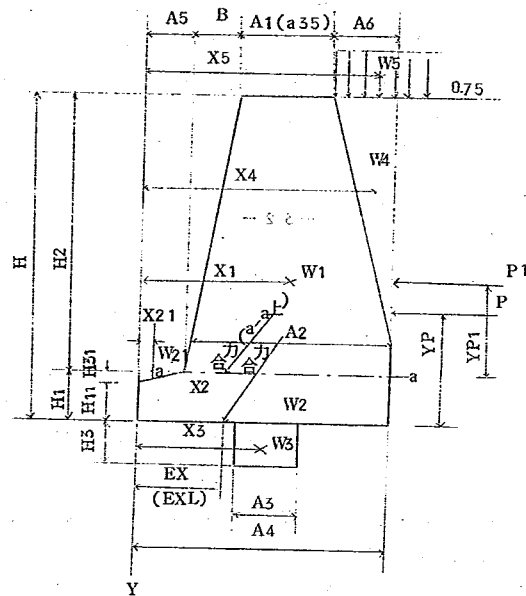
重力式コンクリート擁壁の標準設計について

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、擁壁前面のと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に相当する過剰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



QIF: 前面地盤反力 (Q1FL: キイのない場合)

Q1B: 後面地盤反力 (Q1BL: キイのない場合)

W1 : 断面 a~a 上の擁壁自重 W2: 断面 a~a 下の擁壁自重

W21: 削除部分

W3: キイの自重

W4 : 背面土の自重

W5: 過載荷重の重量

WT: a~a 断面上の総重量

W : 全重量

WL: キイを除いた全重量

P : 土 圧

P1: 断面 a~a 上加わる土圧

YP : 土圧の作用点までの距離

Y P 1 : P 1 の土圧の作用点までの距離

Y : W 1 の重心までの高さ MOX : 抵抗モーメント

MXL : キイのある場合のモーメント MOP : 土圧によるモーメント

MOP1 : P 1 の土圧によるモーメント MOX1 : a ~ a 断面上の抵抗モーメント

SLIDE : 滑動の安全率 (SLIDEL : キイのない場合)

TENTO : 転倒の安全率 (TENTOL : キイのない場合)

TEIKOL : キイに加わる水平力

E : 中心より合力の作用点までの偏心量 (EL : キイのない場合)

(2) 計算の繰り返しと断面形状

高さHを2.0 mより0.5 mおきに5.0 mまで

for H=2.0 step 0.5 until 5.0 do

土圧係数(C)を0.28, 0.33, 0.4の3種類

for C=0.28, 0.33, 0.4 do

受働土圧係数(C1)をCが0.28のとき3.5372, Cが0.33のとき3.0

またCが0.4のとき2.5672

一般形状を最初次のように仮定し

$A5 = 0.1 * H$, $A1 = 0.35$, $A3 = 0.3$, $B = 0$

	H 1	H 3 1
$H \leq 3$	0.35	0.05
$3 < H \leq 5$	0.6	0.1

表 3.3

もし ① 合力の作用点が中央1/3を超えたとき。

② 擁壁内部で 1 kg/cm^2 以上の引張応力を生じたとき。

③ 滑動安全率が2.0以下のとき

④ 転倒 " が1.5 "

⑤ キイ部のせん断応力度が 5.0 kg/cm^2 を超えたとき

にはそれぞれ自動的に断面を増して、上記の条件を満足するまで計算を繰り返し

最終的な値を印字させる。

(3) 安定計算

(a) 重量の算定

$$W1 = (A7) \times H2 \times 1175$$

$$\text{ここで } (A7 = A1 + A2, 1175 = 1/2 \times 2350)$$

$$W2 = H1 \times A4 \times 2,350 \quad W21 = H31 \times A5 \times \frac{1}{2} \times 2,350$$

$$W3 = A3 \times H3 \times 2,350$$

$$W4 = A6 \times H2 \times \frac{1}{2} \times 1,800$$

$$W5 = A6 \times 0.75 \times 1,800$$

$$W = W1 + W2 + W3 + W4 + W5 - W21$$

(b) 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

$$YP = H(H + 2.25) / (3(H + 1.5))$$

$$\text{ここで } (2.25 = 3 \times 0.75, 1.5 = 2 \times 0.75)$$

$$Y = (2.0 \times A1 + A2) H2 / (3 \times A7);$$

$$YP1 = H2(H2 + 2.25) / (3(H2 + 1.5))$$

X軸に関するもの

$$X1 = (A1^2 + A1 \times A2 + A2^2) / (3 \times A7) + B \times Y / H2 + A5$$

$$X2 = A4 / 2.0 \quad X21 = A5 / 3.0$$

$$X3 = A4 / 2.0$$

$$X4 = A4 - A6 / 3.0$$

$$X5 = A4 - A6 / 2.0$$

(c) 土圧の算定

$$P = 1800 \times \frac{1}{2} \times C((H + 0.75)^2 - 0.75^2)$$

$$P1 = 1800 \times \frac{1}{2} \times C((H2 + 0.75)^2 - 0.75^2)$$

(d) モーメントの算定

$$MOX = (W1 \times X1) + (W2 \times X2) + (W3 \times X3) + (W4 \times X4)$$

$$+ (W5 \times X5) - (W21 \times X21)$$

$$MOXL = MOX - W3 \times X3$$

$$MOP = P \times YP$$

$$MOP1 = P1 \times YP1$$

e) 合力の作用点の算定

$$EX = (MOX - MOP) / W \quad (EX > \frac{A4}{3})$$

$$EXL = (MOXL - MOP) / (W - W3) \quad (EXL > \frac{A4}{3})$$

f) 断面a～aにおける応力度の算定

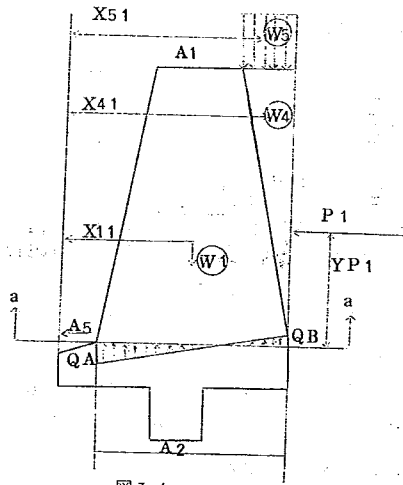


図 3.4

$$X11 = X1 - A5$$

$$X41 = X4 - A5$$

$$X51 = X5 - A5$$

$$MOX1 = W1 \times X11 + W4 \times X41 + W5 \times X51$$

$$WT = W1 + W4 + W5$$

$$EX1 = (MOX1 - MOP1) / WT$$

$$E1 = A2 / 2.0 - EX1$$

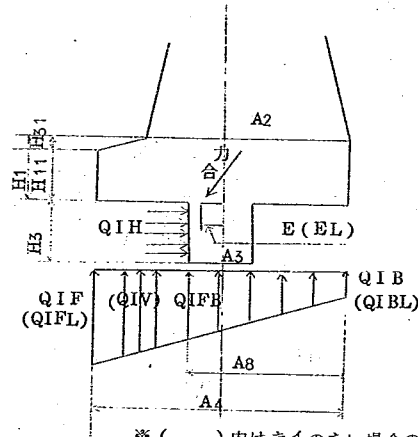
$$QA = WT / A2 \times (1.0 + 6.0 \times E1 / A2)$$

$$QB = WT / A2 \times (1.0 - 6.0 \times E1 / A2)$$

$$QB > -10000 \text{ (1kg/cm以下)}$$

(g) 地盤反力の算定

図 3. 5



※ () 内はキイのない場合の記号である

$$E = A4 / 2.0 - EX$$

$$EL = A4 / 2.0 - EXL$$

$$QIF = W / A4 (1.0 + 6.0 \times E / A4)$$

$$QIB = W / A4 (1.0 - 6.0 \times E / A4)$$

$$OIFL = WL / A4 (1.0 + 6.0 \times EL / A4)$$

$$QIBL = WL / A4 (1.0 - 6.0 \times EL / A4)$$

ここで (WL=W-W3)

(h) キイに加わる応力度の算定

$$QIFB = QIB + (QIF - QIB) \times A8 / A4$$

$$QIV = (QIF + QIFB) / 2.0$$

$$QIH = QIV \times C1 \quad (C1 = \frac{1 + \sin \theta}{1 - \sin \theta}, (\theta \text{ は摩擦角}))$$

$$SS = QIH \times H3 / A3$$

$$(SS \geq 50000)$$

(i) 安全率の算定

$$TEIKO = QIH \times H3 + (QIFB + QIB) \times A8 \times 0.5 / 2.0$$

$$SLIDE = TEIKO / P$$

$$(SLIDE \geq 2.0)$$

$$SLIDEL = WL \times 0.5 / P$$

$$TENTO = MOX / (MOP + Q IH \times H^3 / 2.0)$$

$$(TENTO \geq 1.5)$$

$$TENTOL = MOXL / MOP$$

(4) 数量計算

(a) コンクリート

$$V1 = A7 \times H2 / 2.0 + H1 \times A4 - A5 \times H3 / 2.0$$

$$V2 = V1 + H3 \times A3$$

(b) 型わく

$$KATA1 = H1 + H11 + \sqrt{(B^2 + H2^2)} + \sqrt{(A6^2 + H2^2)}$$

$$KATA2 = KATA1 + 2.0 \times H3$$

(5) こう配を変える

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

電力式コンクリート構造物設計(その1) 鉛直背面水平の場合)

```

begin real A00901,H,C,C1,P,P1,A1,A3,A4,A5,H1,H2,A2,A9,A8,B,A6,A7,
H3,W1,W2,W3,W4,W5,W,WL,Y,YP,YP1,X1,X2,X3,X4,X5,MOX,MOXL,
MOP,MOP1,EX,EXL,T,X11,X41,SLIDEL,X51,MOX1,EX1,E,EL,Q1F,
Q1B,Q1FL,Q1BL,Q1FB,Q1V,Q1H,TEIKO,TEIKOL,SLIDE,TENTO,TENTOL,
V1,V2,KATA1,KATA2,H31,W21,X21,WT,E1,QA,QB,SS,H11,H31;
for H=2.0 step 0.5 until 5.0 do
  for C=0.28,0.33,0.4 do
    begin if C=0.28 then C1=3.5372 else if C=0.33 then
      C1=3.0 else C1=2.5672;
      P=900.0*C*((H+0.75)/2-0.5625);
      A5=0.1*H; A1=0.35; B=0.0;
    Z: A4=0.5*H; A3=0.3;
      if H<3.0 then begin H1=0.35; H31=0.05; end else
        begin H1=0.6; H31=0.1; end; H2=H-H1;
      P1=900.0*C*((H2+0.75)/2-0.5625);
    Z1: A2=A4-A5; A9=A2-A1; A8=(A4+A3)/2.0; A6=A2-A1-B;
      A7=A1+A2; H3=0.3; H11=H1-H31;
      T=0.1*H2;
      W1=A7*H2*1175.0; W2= H1*A4*2350.0;
      W21=A5*H31*1175.0;
    Z11: W3=H3*A3*2350.0; W4= A6*H2*900.0; W5=A6*1350.0;
      W=W1+W2+W3+W4+W5-W21; WL=W-W3;
      Y=(2.0*A1+A2)*H2/(3.0*A7); YP=H*(H+2.25)/(3.0*(H+1.5));
      YP1=H2*(H2+2.25)/(3.0*(H2+1.5));
      X1=(A1/2+A1*A2+A2/2)/(3.0*A7)+(B*Y)/H2+A5;
      X2=X3=A4/2.0; X4=A4-A6/3.0;
      X5=A4-A6/2.0; X21=A5/3.0;
      MOX=W1*X1+W2*X2+W3*X3+W4*X4+W5*X5-W21*X21;
      MOXL=MOX-W3*X3; MOP=P*YP; MOP1=P1*YP1;
      EX=(MOX-MOP)/W; EXL=(MOXL-MOP)/WL;
      if EX<A4/3.0 then go to Z2 else
        begin A4=A4+0.05; go to Z1; end;
    Z2: X11=X1-A5; X41=X4-A5; X51=X5-A5;
      MOX1= W1*X11+W4*X41+W5*X51; WT=W1+W4+W5;
      EX1=(MOX1-MOP1)/WT; E1=A2/2.0-EX1;
      QA=(WT/A2*(1.0+6.0*E1/A2))/10000.0;
      QB=(WT/A2*(1.0-6.0*E1/A2))/10000.0;
      if QB<-1.00 then go to Z3 else
        begin A4=A4+0.05; go to Z1; end;
    Z3: E=A4/2.0-EX; EL=A4/2.0-EXL;
      Q1F=W/A4*(1.0+6.0*E/A4); Q1FL=WL/A4*(1.0+6.0*EL/A4);
      Q1B=W/A4*(1.0-6.0*E/A4); Q1BL=WL/A4*(1.0-6.0*EL/A4);
      Q1FB=Q1B+(Q1F-Q1B)*A8/A4; Q1V=(Q1F+Q1FB)/2.0;
      Q1H=Q1V*C1;
      TEIKO=Q1H*H3+(Q1FB+Q1B)*A8*0.25; SS=Q1H*H3/A3/10000.0;
      TEIKOL=2.0*P-WL*0.5; SLIDE=TEIKO/P; SLIDEL=WL*0.5/P;
      if SLIDE<2.0 then go to Z4 else
        begin H3=H3+0.05; go to Z11; end;
    Z4: if SS<5.0 then goto Z40 else
      begin A3=A3+0.05; go to Z1; end;
    Z40: TENTO=MOX/(MOP+Q1H*H3/2.0); TENTOL=MOXL/MOP;
      if TENTO<1.5 then go to Z5 else
        begin A4=A4+0.05; go to Z1; end;
    Z5: V1=A7*H2/2.0+H1*A4-A5*H31/2.0; V2=V1+H3*A3;
      KATA1=H1+H11+SQRT(B/2+H2/2)+SQRT(A6/2+H2/2);
      KATA2=KATA1+2.0*H3;
      PRINT(00): PRINT(*****DEFINITION OF GRAVITY TYPE

```

```

CRLF(2);
SPACE(35); PRINT('*****CONDITION*****');
CRLF(1);
SPACE(25); PRINT('H='); PRINT(2,H); SPACE(5);
PRINT('COEFFICIENT OF EARTH PRESSURE=');
PRINT(3,C); CRLF(3);
SPACE(40); PRINT('*****SECTION*****'); CRLF(1);
PRINT('A1='); PRINT(4,A1); SPACE(1); PRINT('A2=');
PRINT(4,A2); SPACE(1); PRINT('A3=');
PRINT(4,A3); SPACE(1); PRINT('A4='); PRINT(4,A4);
SPACE(1); PRINT('A5='); PRINT(4,A5);
SPACE(1); PRINT('A6='); PRINT(3,A6); SPACE(1);
PRINT('A8='); PRINT(3,A8); CRLF(1);
PRINT('B='); PRINT(4,B); SPACE(1); PRINT('H1=');
PRINT(4,H1); PRINT('H11='); PRINT(4,H11);
SPACE(1); PRINT('H2='); PRINT(4,H2); SPACE(1);
PRINT('H3='); PRINT(4,H3); SPACE(1);
PRINT('A8='); PRINT(3,(A4-A3)/2.0); CRLF(2);
SPACE(40); PRINT('*****VOLUME*****'); CRLF(1);
PRINT('CONCRETE1='); PRINT(4,V1); SPACE(5);
PRINT('CONCRETE2='); PRINT(4,V2); SPACE(5);
PRINT('MOLD1='); PRINT(5,KATA1); SPACE(5);
PRINT('MOLD2='); PRINT(5,KATA2); CRLF(2);
SPACE(40); PRINT('*****STRESS*****'); CRLF(1);
PRINT('QA='); PRINT(3,QA); SPACE(1); PRINT('QB=');
PRINT(3,QB); SPACE(1); PRINT('Q1F=');
PRINT(4,Q1F/1000.0); SPACE(1); PRINT('Q1B=');
PRINT(3,Q1B/1000.0); SPACE(1); PRINT('Q1FL=');
PRINT(4,Q1FL/1000.0); SPACE(1); PRINT('Q1BL=');
PRINT(3,Q1BL/1000.0); SPACE(1); PRINT('KEY');
PRINT(2,SS); CRLF(2);
SPACE(38); PRINT('*****SAFETY FACTOR*****');
CRLF(1);
PRINT('TENS0='); PRINT(3,TENT0); SPACE(1);
PRINT('TENS0L='); PRINT(3,TENT0L); SPACE(4);
PRINT('SLIDE='); PRINT(3,SLIDE); SPACE(3);
PRINT('SLIDEL='); PRINT(3,SLIDEL); CRLF(1);
PRINT('GORYOKUEX='); PRINT(3,EX); SPACE(2);
PRINT('GORYOKUEXL='); PRINT(3,EXL); SPACE(4);
PRINT('WEIGHT='); PRINT(5,W); SPACE(3);
PRINT('TEIKOL='); PRINT(5,TEIKOL); CRLF(12);
If B > A9 then go to S else
begin B=B+T; goto Z; end
S:
end;
PRINT('*****H&I&M&E&N&S&U&I&H&E&I*****ON&W&A&R&
I&*****GI&J&T&S&U&K&A&N&R&I&S&H&I&T&S&U&K&H&O&A&K&I*****');
CRLF(15);

```

end;

*****DESIGN OF GRAVITY TYPE RETAINING WALL 1965 MARCH*****

*H= 5.00 N= 0.000 *****CONDITION*****
*COEFFICIENT OF EARTH PRESSURE= 0.330

*****SECTION*****
A1= .3500 0 A2= .2300 1 A3= .3500 0 A4= .2800 1 A5= .5000 0 A6= .195 1 A8= .245 1
B = .0000 0 H1= .6000 0 H11= .5000 0 H2= .4400 1 H3= .3500 0 A8= .122 1

*****VOLUME*****
CONCRETE1= .7485 1 CONCRETE2= .7607 1 MOLD1= .10313 2 MOLD2= .11013 2

*****STRESS*****
QA= .257 1 QB= -.481 0 Q1F= .1971 2 Q1B= .458 0 Q1FL= .1961 2 Q1BL= .355 0 KEY .46 1

*****SAFETY FACTOR*****
T E N T O= .216 1 T E N T O L= .248 1 SLIDE = .216 1 **SLIDEL= .145 1
GORYOKUEX= .955 0 GORYOKUEXL= .950 0 WEIGHT= .28232 5 TEIKOL= .53329 4

*****DESIGN OF GRAVITY TYPE RETAINING WALL 1965 MARCH*****

*H= 5.00 N= 0.100 *****CONDITION*****
*COEFFICIENT OF EARTH PRESSURE= 0.330

*****SECTION*****
A1= .3500 0 A2= .2200 1 A3= .3500 0 A4= .2700 1 A5= .5000 0 A6= .141 1 A8= .235 1
B = .4400 0 H1= .6000 0 H11= .5000 0 H2= .4400 1 H3= .4000 0 A8= .117 1

*****VOLUME*****
CONCRETE1= .7205 1 CONCRETE2= .7345 1 MOLD1= .10142 2 MOLD2= .10942 2

*****STRESS*****
QA= .229 1 QB= -.412 0 Q1F= .1810 2 Q1B= .227 0 Q1FL= .1798 2 Q1BL= .105 0 KEY .49 1

*****SAFETY FACTOR*****
T E N T O= .190 1 T E N T O L= .223 1 SLIDE = .218 1 **SLIDEL= .126 1
GORYOKUEX= .911 0 GORYOKUEXL= .905 0 WEIGHT= .24748 5 TEIKOL= .70956 4

重力式コンクリート擁壁の設計(その2 擁壁背面が1:1.5のこう配を有する盛土の場合)

```

begin real A00903, H, A1, A3, A4, A5, H1, H2, A8, A2, A9, C, C1, C2, PH, PH1, PV,
PV1, B, T, A6, A7, H4, W1, W2, W3, W4, W5, W, WL, Y, YP1, YP, X1, X2,
X3, X4, X5, MOX, MOXL, MOP, MOP1, MOPV, MOPV1, X11, X41, X51,
MOX1, WP, WPL, EX, EX1, E, EL, Q1F, Q1B, Q1FL, Q1BL, Q1FB, SLIDEL,
Q1V, Q1H, TEIKO, TEIKOL, SLIDE, TENTO, V1, V2, KATA1, KATA2, H3,
EXL, H31, W21, X21, TENTOL, WT, E1, QA, QB, SS, H11;
for H:=2.0 step 0.5 until 5.0 do
for C:=0.53, 0.62, 0.7 do
begin
A1:=0.35; B:=0.0;
Z:
A3:=0.3; A4:=0.5*H; H3:=0.3;
if H<=3.0 then
begin
H1:=0.35; H31:=0.05;
end else
begin
H1:=0.6; H31:=0.1;
end;
H2:=H-H1; T:=0.1*H2; A5:=0.1*H;
Z1:
A2:=A4-A5; A9:=A2-A1; A8:=(A4+A3)/2.0;
H11:=H1-H31; A7:=A1+A2; A6:=A2-A1-B; H4:=A6/1.5;
if C=0.53 then
begin
C1:=0.27; C2:=3.1625;
end else
if C=0.62 then
begin
C1:=0.36; C2:=3.5372;
end else
if C=0.7 then
begin
C1:=0.43; C2:=3.3917;
end;
PH:=900.0*C*(H+H4)2; PH1:=900.0*C*(H2+H4)2;
PV:=900.0*C1*(H+H4)2; PV1:=900.0*C1*(H2+H4)2;
W1:=A7*H2*1175.0; W2:=H1*A4*2350.0; W21:=A5*H31*1175.0;
Z11:
W3:=H3*A3*2350.0; W4:=A6*H2*900.0;
W5:=A6*H4*900.0;
W:=W1+W2+W3+W4+W5-W21; WL:=W-W3;
Y:=(2.0*A1+A2)*H2/(3.0*A7);
YP:=(H+H4)/3.0; YP1:=(H2+H4)/3.0;
X1:=(A12+A1*A2+A22)/(3.0*A7)+(B*Y)/H2+A5;
X2:=X3:=A4/2.0; X4:=X5:=A4-A6/3.0; X21:=A5/3.0;
MOX:=W1*X1+W2*X2+W3*X3+W4*X4+W5*X5-W21*X21;
MOXL:=MOX-W3*X3;
MOP:=PH*YP; MOP1:=PH1*YP1; MOPV:=PV*A4; MOPV1:=PV1*A2;
X11:=X1-A5; X41:=X4-A5; X51:=X5-A5;
MOX1:=W1*X11+W4*X41+W5*X51; WP:=W+PV; WPL:=WL+PV;
EX:=(MOX+MOPV-MOP)/WP; EXL:=(MOXL+MOPV-MOP)/WPL;
end
end

```

```

WT:=W1+W4+W5+PV1;
If EX=A4/3.0 then go to Z2 else
begin
  A4:=A4+0.05; go to Z1;
end;
Z2:
EX1:=(MOX1+MOPV1-MOP1)/WT;
E1:=A2/2.0-EX1; QA:=(WT/A2*(1.0+6.0*E1/A2))/10000.0;
QB:=(WT/A2*(1.0-6.0*E1/A2))/10000.0;
If QB=-1.00 then go to Z3 else
begin
  A4:=A4+0.05; go to Z1;
end;
Z3:
E:=A4/2.0-EX; EL:=A4/2.0-EXL;
Q1F:=WP/A4*(1.0+6.0*E/A4); Q1FL:=WPL/A4*(1.0+6.0*EL/A4);
Q1B:=(WP/A4*(1.0-6.0*E/A4)); Q1BL:=WPL/A4*(1.0-6.0*EL/A4);
Q1FB:=Q1B+(Q1F-Q1B)*A8/A4; Q1V:=(Q1F+Q1FB)/2.0;
Q1H:=Q1V*C2; SS:=(Q1H*H3/A3)/10000.0;
TEIKO:=Q1H*H3+(Q1FB+Q1B)*A8*0.25; SLIDEL:=WL*0.5/PH;
TEIKOL:=2.0*PH-WL*0.5; SLIDE:=TEIKO/PH;
If SLIDE<2.0 then go to Z41 else
begin
  H3:=H3+0.05; go to Z1;
end;
Z41:
If SS=5.0 then go to Z4 else
begin
  A3:=A3+0.05; go to Z1;
end;
Z4:
TENTO:=(MOX+MOPV)/(MOP+Q1H*H3+2/2.0);
TENTOL:=(MOX+MOPV)/MOP;
If TENTO<1.5 then go to Z5 else
begin
  A4:=A4+0.05; go to Z1;
end;
Z5:
V1:=A7*H2/2.0+H1*A4-A5*H3/2.0; V2:=V1+H3*A3;
KATA1:=H1+H1+SQRT(B1+H2)+SQRT(A6+2+H2+2);
KATA2:=KATA1+2.0*H3;

SPACE(20); PRINT('*****DESIGN**OF**GRAVITY**TYPE**
RETAINING**WALL*****1965**MARCH*****'); CRLF(2);
SPACE(35); PRINT('*****CONDITION*****');
CRLF(1); SPACE(25); PRINT('*H='); PRINT(2,H); SPACE(5);
PRINT('*COEFFICIENT**OF**EARTH**PRESSURE='); PRINT(3,C);
CRLF(3); SPACE(40); PRINT('*****SECTION*****'); CRLF(1);
PRINT('A1='); PRINT(4,A1); SPACE(1); PRINT('A2=');
PRINT(4,A2); SPACE(1); PRINT('A3='); PRINT(4,A3);
SPACE(1); PRINT('A4='); PRINT(4,A4); SPACE(1);
PRINT('A5='); PRINT(4,A5); SPACE(1); PRINT('A6=');
PRINT(3,A6); SPACE(1); PRINT('A8='); PRINT(3,A8);
CRLF(1); PRINT('B='); PRINT(4,B); SPACE(1);
PRINT('H1='); PRINT(4,H1); PRINT('H11='); PRINT(4,H11);
SPACE(1); PRINT('H2='); PRINT(4,H2); SPACE(1);
PRINT('H3='); PRINT(4,H3); SPACE(1); PRINT('A8=');

```

```

PRINT(3,(A4-A3)/2.0); CRLF(2);SPACE(40);
PRINT('*****VOLUME*****'); CRLF(1); PRINT('CONCRETE1=');
PRINT(4,V1); SPACE(5); PRINT('CONCRETE2=');
PRINT(4,V2); SPACE(5); PRINT('MOLD1='); PRINT(5,KATA1);
SPACE(5); PRINT('MOLD2='); PRINT(5,KATA2); CRLF(2);
SPACE(40); PRINT('*****STRESS*****'); CRLF(1);
PRINT('QA='); PRINT(3,QA); SPACE(1); PRINT('QB=');
PRINT(3,QB); SPACE(1); PRINT('Q1F=');
PRINT(4,Q1F/1000.0); SPACE(1); PRINT('Q1B=');
PRINT(3,Q1B/1000.0); SPACE(1); PRINT('Q1FL=');
PRINT(4,Q1FL/1000.0); SPACE(1); PRINT('Q1BL=');
PRINT(3,Q1BL/1000.0); SPACE(1); PRINT('KEY');
PRINT(2,SS); CRLF(2); SPACE(38);
PRINT('*****SAFETY***FACTOR*****'); CRLF(1);
PRINT('T%E*%N*T*O='); PRINT(3,TENTO); SPACE(1);
PRINT('T%E*%N*T*O*L='); PRINT(3,TENTOL); SPACE(4);
PRINT('SLIDE*'); PRINT(3,SLIDE); SPACE(3);
PRINT('**SLIDEL='); PRINT(3,SLIDEL); CRLF(1);
PRINT('GORYOKU*EX='); PRINT(3,EX); SPACE(2);
PRINT('GORYOKU*EXL='); PRINT(3,EXL); SPACE(4);
PRINT('WEIGHT='); PRINT(5,W); SPACE(3); PRINT('TEIKOL=');
PRINT(5,TEIKOL); CRLF(12);
if B=A9 then go to S else
begin
  B=B+T; go to Z;
end;
S:
end;
PRINT('*****H*AI*MM*E*%N*%M*%O*%R*%I*%D*%O*%*****O*%W*%A*%R*%I*****
*GIJUTSU**KANRISHITSU**HOAKI*****'); CRLF(15);

```

end;

*****DESIGN OF GRAVITY TYPE RETAINING WALL 1965 MARCH*****

*****CONDITION*****
 *H= .40 1 N= 0.000 *COEFFICIENT OF EARTH PRESSURE= .620 0

*****SECTION*****
 A1= .3500 0 A2= .2050 1 A3= .5500 0 A4= .2450 1 A5= .4000 0 A6= .170 1 A8= .150 1
 B = .0000 0 H1= .5000 0 H11= .5000 0 H2= .3400 1 H3= .4000 0 A8= .950 0

*****VOLUME*****
 CONCRETE1= .5530 1 CONCRETE2= .5750 1 MOLD1= .83013 1 MOLD2= .91013 1

*****STRESS*****
 QA= .262 1 QB= -.359 0 Q1F= .2311 2 Q1B= .557 0 Q1FL= .2289 2 Q1BL= .346 0 KEY .48 1

*****SAFETY FACTOR*****
 T E N T O= .162 1 T E N T O L= .196 1 SLIDE = .218 1 **SLIDEL= .678 0
 GORYOKUEX= .836 0 GORYOKUEXL= .829 0 WEIGHT= .20448 5 TEIKOL= .19442 5

*****DESIGN OF GRAVITY TYPE RETAINING WALL 1965 MARCH*****

*****CONDITION*****
 *H= .40 1 N= 0.100 *COEFFICIENT OF EARTH PRESSURE= .620 0

*****SECTION*****
 A1= .3500 0 A2= .1800 1 A3= .5000 0 A4= .2200 1 A5= .4000 0 A6= .111 1 A8= .135 1
 B = .3400 0 H1= .6000 0 H11= .5000 0 H2= .3400 1 H3= .4000 0 A8= .850 0

*****VOLUME*****
 CONCRETE1= .4955 1 CONCRETE2= .5155 1 MOLD1= .80936 1 MOLD2= .88936 1

*****STRESS*****
 QA= .237 1 QB= -.335 0 Q1F= .2098 2 Q1B= .406 0 Q1FL= .2077 2 Q1BL= .192 0 KEY .48 1

*****SAFETY FACTOR*****
 T E N T O= .152 1 T E N T O L= .189 1 SLIDE = .228 1 **SLIDEL= .629 0
 GORYOKUEX= .747 0 GORYOKUEXL= .740 0 WEIGHT= .16250 5 TEIKOL= .17184 5

6. 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ようL型の状態から0.5 mずつ下げて逆Lまで計算した。(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つて3種に分け、さらにキーの有無によつて分類したので、でき上つた標準図には一枚で6通りの形態が記載されている。従つて全部で $6 \times 88 = 528$ 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つて短時間で計算結果を得ることができる。

2) 設計算法

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つた仮定を列挙すると

- (1) 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つた。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (4) 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オ158条の規程により、断面積が1 m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。
- (5) 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。
- (6) フーチングの自立鉄筋は図示をしなかつたが、施工の際には適当にいれることが望ましい。

架けた式鉄筋コンクリート擁壁の設計 (その1 擁壁背面水平の場合)

```

begin real A00301,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,H,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,Q1T,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,ASN4,ASN5,CA1,PH,C;
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:=1.93; goto START; SW2:=2.85; goto START;
SW3:=3.88; goto START; SW4:=5.07; goto START;
SW5:=6.41; goto START; SW6:=7.92; goto START;
SW7:=9.58; goto START;
START: AS:=AB*N; ASN:=0.0025*SQR(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:=0.0025*SQR(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 DRYOKU(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+SQR(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;
for C=0.28, 0.33, 0.40 do
for H=3.0 step 0.5 until 7.0 do
begin A2:=0.0;
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; A
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; goto 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+2.0-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+2.0);
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*SQRT(M3)+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*2
500.0)*(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 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*SQRT(M5)+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 =V-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+SQR(A7+2+H3+2)+0.1; end else
  begin K=H3+2.0*(H7+H5)+SQR(H3+2+A7+2)+0.1; end;
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,TENT0);
SPACE(1); PRINT('SL1'); 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); C
CRLF(2);
SPACE(1); PRINT('SLL' ); SPACE(1); PRINT(6,SLIDEL);
SPACE(1); PRINT('TEL' ); SPACE(1); PRINT(6,TENTDL);
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);

    If A6>0.0 then begin A2:=A2+0.5; goto Z0; end;
end;
end;

```

C	.330000	0	H	.600000	1	A1	.410000	1	A2	.000000	0	A3	.250000	0	A4	.385000	1
A5	.550000	0	A6	.355000	1	A7	.300000	0	A8	.450000	0	H1	.180000	1	H2	.360000	1
H3	.540000	1	H4	.350000	0	H5	.250000	0	H6	.750000	0	H7	.350000	0	E1	.137948	1
TEN	.319092	1	SLI	.217046	1	Q1	.254036	5	Q2	.240495	3	M1	.129908	4			
M2	.750578	4	M3	.220843	5	M4	.000000	0	M5	.308991	5	T1	.176418	4	T2	.545292	4
T3	.110662	5	T4	.000000	0	T5	.466195	4	C1	.117214	2	C2	.324883	2	C3	.550753	2
C4	.000000	0	C5	.683952	2	TA1	.673930	0	TA2	.157868	1	TA3	.258881	1	TA4	.000000	0
TA5	.105514	1	AS1	.116400	2	AS2	.232800	2	AS3	.388000	2	AS4	.594000	1	AS5	.456300	2
AB3	.388000	1	AB4	.198000	1	AB5	.507000	1	Q1L	.240543	5	Q2L	.139767	4	NS	.641688	3
SLL	.195199	1	TEL	.355837	1	N1	.333333	2	N2	.166667	2	N3	.100000	2	N4	.333333	2
N5	.111111	2	AC1	.266057	1	AC2	.532114	1	AC3	.886857	1	AC4	.135771	1	AC5	.104297	2
V	.420625	1	VL	.404875	1	K	.124583	2	KL	.117583	2	PH	.133650	5	E2	.670516	0
W	.525704	5	WL	.521766	5	SS	.462076	5	QH	.594098	5	MXL	.104627	6	MX	.105434	6
MY	.294030	5	S1	.426338	3	S2	.933424	3	S3	.133154	4	S4	.000000	0	S5	.153263	4
D3	.487991	2	D4	.900000	1	D5	.596251	2	AN1	.901068	1	AN2	.216590	2	AN3	.371520	2
AN4	.000000	0	AN5	.439454	2												

C	.330000	0	H	.600000	1	A1	.375000	1	A2	.500000	0	A3	.250000	0	A4	.300000	1
A5	.550000	0	A6	.270000	1	A7	.300000	0	A8	.500000	0	H1	.181667	1	H2	.363333	1
H3	.545000	1	H4	.300000	0	H5	.250000	0	H6	.750000	0	H7	.450000	0	E1	.125129	1
TEN	.252110	1	SLI	.230928	1	Q1	.226999	5	Q2	.234080	2	M1	.132869	4			
M2	.768899	4	M3	.226422	5	M4	.260214	4	M5	.252570	5	T1	.178951	4	T2	.553938	4
T3	.112496	5	T4	.100941	5	T5	.114562	5	C1	.119886	2	C2	.332813	2	C3	.564666	2
C4	.103994	2	C5	.690397	2	TA1	.683606	0	TA2	.160371	1	TA3	.263172	1	TA4	.240157	1
TA5	.287230	1	AS1	.116400	2	AS2	.232800	2	AS3	.388000	2	AS4	.138600	2	AS5	.405600	2
AB3	.388000	1	AB4	.198000	1	AB5	.507000	1	Q1L	.204025	5	Q2L	.202085	4	NS	.570813	4
SLL	.157290	1	TEL	.294848	1	N1	.333333	2	N2	.166667	2	N3	.100000	2	N4	.142857	2
N5	.125000	2	AC1	.266057	1	AC2	.532114	1	AC3	.886857	1	AC4	.316800	1	AC5	.927086	1
V	.403750	1	VL	.381250	1	K	.124083	2	KL	.115083	2	PH	.133650	5	E2	.623712	0
W	.426062	5	WL	.420437	5	SS	.480240	5	QH	.533600	5	MXL	.866941	5	MX	.877487	5
MY	.294030	5	S1	.436057	3	S2	.956207	3	S3	.136518	4	S4	.446678	3	S5	.156125	4
D3	.493363	2	D4	.236912	2	D5	.547703	2	AN1	.911281	1	AN2	.219217	2	AN3	.376183	2
AN4	.127528	2	AN5	.397312	2												

突けた式鉄筋コンクリート擁壁の設計(その2 擁壁背面が1:1.5のこう配を有する盛土の場合)

```

begin
  real A00302,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,H,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,T6,T7,T8,
  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,
  H7,ASN4,ASN5,CH,CV,CC,PH,PV,ABA3,ABA4,ABA5;
  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:=1.98; goto START; SW2:=2.85; goto START;
  SW3:=3.88; goto START; SW4:=5.07; goto START;
  SW5:=6.41; goto START; SW6:=7.92; goto START;
  SW7:=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:=0.0025*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); 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;

```

```

for CH=0.53, 0.62, 0.70 do
  for H=3.0 step 0.5 until 7.0 do
begin
  A2=0.0;
  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;
    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)*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;
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*SQR(T(M3))+6.0;
  if D3>A5*100.0 then begin A5:=A5+0.05; go to Z1; end;
Z7: Q1:=Q2+(Q1-Q2)/A1*(A6+A5); QB:=Q2+(Q1-Q2)/A1*A6;
  M4:=(Q1+QB)*A2/2.0*(Q1*2.0+QB)*A2/3.0/(Q1+QB)-
  (WC3+H5*A2*2500.0)*(H5*3.0+H4)*A2/3.0/(H5*2.0+H4);
  T4:=(Q1+QB)*A2/2.0-WC3-H5*A2*2500.0;
  D4:=0.288*SQR(T(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*H5*2500.0;
  D5:=0.288*SQR(T(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,A3,A33,N3,ASN3,ABC3);
  ORYOKU(M3,T3,A33,C3,S3,TA3);
  TEKKIN(M4,A4,A45,N4,ASN4,ABC4);
  ORYOKU(M4,T4,A45,C4,S4,TA4);
  TEKKIN(M5,A5,A55,N5,ASN5,ABC5);
  ORYOKU(M5,T5,A55,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+SQR(T(A7+2+H3+2))+0.1;
  end else begin K:=H3+2.0*(H7+H5)+SQR(T(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('C1' ); SPACE(1); PRINT(6,BC1);
SPACE(1); PRINT('C2' ); SPACE(1); PRINT(6,BC2);
SPACE(1); PRINT('C3' ); SPACE(1); PRINT(6,BC3);
SPACE(1); PRINT('C4' ); SPACE(1); PRINT(6,BC4);
SPACE(1); PRINT('C5' ); SPACE(1); PRINT(6,BC5);
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);
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);
If A6>0.0 then begin A2=A2+0.5; goto Z0; end;
end;
end;

```

CH	.620000	0	H	.400000	1	A1	.305000	1	A2	.500000	0	A3	.250000	0	A4	.230000	1
A5	.350000	0	A6	.220000	1	A7	.100000	0	A8	.500000	0	H1	.120000	1	H2	.240000	1
H3	.360000	1	H4	.150000	0	H5	.250000	0	H6	.146667	1	H7	.500000	0	E1	.103617	1
TEN	.188320	1	SLI	.215784	1	Q1	.214604	5	Q2	.419783	3	E2L	.300544	0	M1	.321408	3
M2	.257126	4	M3	.867802	4	M4	.244508	4	M5	.893286	4	T1	.803520	3	T2	.321408	4
T3	.723168	4	T4	.546164	4	T5	.162644	4	C1	.448151	1	C2	.263518	2	C3	.596249	2
C4	.185581	2	C5	.548710	2	TA1	.403072	0	TA2	.140872	1	TA3	.287650	1	TA4	.339789	1
TA5	.602902	0	AS1	.114000	2	AS2	.142500	2	AS3	.256500	2	AS4	.138600	2	AS5	.256500	2
AB3	.285000	1	AB4	.198000	1	AB5	.285000	1	Q1L	.170822	5	Q2L	.438817	4	NS	.169799	5
SLL	.981748	0	TEL	.231939	1	N1	.250000	2	N2	.200000	2	N3	.111111	2	N4	.142857	2
N5	.111111	2	AC1	.260571	1	AC2	.325714	1	AC3	.586286	1	AC4	.316800	1	AC5	.586286	1
V	.239750	1	VL	.214750	1	K	.880139	1	KL	.780139	1	PH	.166755	5	E2	.488828	0
W	.333673	5	WL	.327423	5	SS	.603538	5	QH	.603538	5	MXL	.704780	5	MX	.714311	5
MY	.303865	5	S1	.141429	3	S2	.790862	3	S3	.134573	4	S4	.633539	3	S5	.129096	4
D3	.328289	2	D4	.232410	2	D5	.362200	2	AN1	.448196	1	AN2	.126769	2	AN3	.232890	2
AN4	.123619	2	AN5	.236285	2	PV	.968256	4	CV	.360000	0	H7A	.103538	5			

CH	.620000	0	H	.400000	1	A1	.265000	1	A2	.100000	1	A3	.250000	0	A4	.140000	1
A5	.350000	0	A6	.130000	1	A7	.100000	0	A8	.500000	0	H1	.120000	1	H2	.240000	1
H3	.360000	1	H4	.150000	0	H5	.250000	0	H6	.866667	0	H7	.500000	0	E1	.892636	0
TEN	.171039	1	SLI	.216681	1	Q1	.173176	5	Q2	.184311	3	E2L	.222837	0	M1	.321408	3
M2	.257126	4	M3	.867802	4	M4	.720623	4	M5	.461710	4	T1	.803520	3	T2	.321408	4
T3	.723168	4	T4	.132724	5	T5	.496689	4	C1	.448151	1	C2	.263518	2	C3	.596249	2
C4	.460023	2	C5	.320464	2	TA1	.403072	0	TA2	.140872	1	TA3	.287650	1	TA4	.488781	1
TA5	.180560	1	AS1	.114000	2	AS2	.142500	2	AS3	.256500	2	AS4	.228000	2	AS5	.178200	2
AB3	.285000	1	AB4	.285000	1	AB5	.198000	1	Q1L	.128113	5	Q2L	.421892	4	NS	.151493	5
SLL	.853706	0	TEL	.216004	1	N1	.250000	2	N2	.200000	2	N3	.111111	2	N4	.125000	2
N5	.111111	2	AC1	.260571	1	AC2	.325714	1	AC3	.586286	1	AC4	.521143	1	AC5	.407314	1
V	.226750	1	VL	.201750	1	K	.880139	1	KL	.780139	1	PH	.132159	5	E2	.432364	0
W	.231900	5	WL	.225650	5	SS	.489635	5	QH	.489635	5	MXL	.463095	5	MX	.471376	5
MY	.214392	5	S1	.141429	3	S2	.790862	3	S3	.134573	4	S4	.116396	4	S5	.941884	3
D3	.328289	2	D4	.334482	2	D5	.285694	2	AN1	.448196	1	AN2	.126769	2	AN3	.232890	2
AN4	.212224	2	AN5	.159873	2	PV	.767376	4	CV	.360000	0	H7A	.454975	0			

変換式鉄筋コンクリート構造物の鉄筋表の作製

```

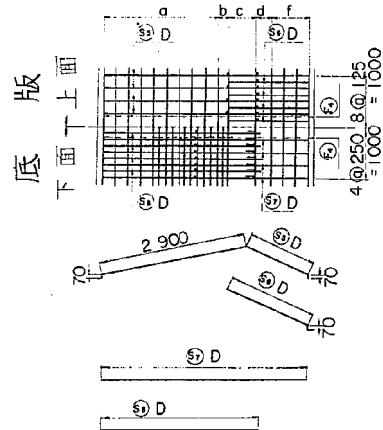
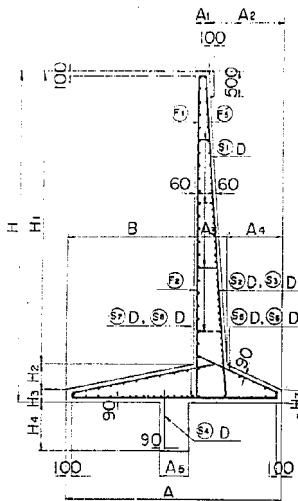
begin real D1,B,B1,B2,WL;
integer I1,I,R,RE,N,N10,B0,WX;
array W1,W2[1:20];
integer array D,L,N1[1:20];
procedure NRE(N,NX);
value N; integer N;
integer array NX;
begin integer IO;
for IO:=1 step 1 until N do
  READ(NX[IO]);
end;
for I1:=1 step 1 until 300 do
begin
  READ(R, RE); N10:= R+RE; B:=0.0;
  NRE(N10,D); NRE(N10,L); NRE(N10,N1);
  SPACE(32); PRINT('*****TEKKIN***KEISAN
  ***TSGATA*****');
  SPACE(2); PRINT('N0='); PRINT(3,I1); CRLF(2);
  SPACE(32); PRINT('D'); SPACE(6); PRINT('L');
  SPACE(6); PRINT('N'); SPACE(6); PRINT('W');
  SPACE(8); PRINT('WL'); SPACE(11); PRINT('W*TOTAL');
  CRLF(2);
  for I:=1 step 1 until N10 do
  begin
    if D[I]=32 then D1:=6.23 else
    if D[I]=29 then D1:=5.04 else
    if D[I]=25 then D1:=3.98 else
    if D[I]=22 then D1:=3.04 else
    if D[I]=19 then D1:=2.25 else
    if D[I]=16 then D1:=1.56 else
    if D[I]=13 then
    begin
      if I≤R then D1:=0.995 else D1:=1.04;
    end;
    W1[I]:=(D1*FLOAT(L[I]))/1000.0;
    WX:=FIX(W1[I]*1000.0+0.53);
    WL:=FLOAT(WX)/1000.0;
    W2[I]:=WL*FLOAT(N1[I]);
    B:=B+W2[I];
    SPACE(29); PRINT(2,D[I]); SPACE(1);
    PRINT(4,L[I]); SPACE(1);
    PRINT(2,N1[I]); SPACE(1); PRINT(2.2,D1);
    SPACE(1); PRINT(2.3,WL); SPACE(3);
    if I=3 then
    begin
      SPACE(2); B2:=W2[I]; PRINT('('); PRINT(3.3,W2[I]);
      PRINT(')');
      CRLF(1);
    end else
  
```

*****TEKKIN KEISAN *T GATA***** NO= 1

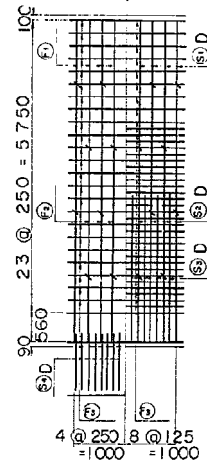
D	L	N	W	WL	W TOTAL
29	4000	4	5.04	20.160	80.640
29	3350	4	5.04	16.884	67.536
29	3050	4	5.04	15.372	(61.488)
25	1100	8	3.98	4.378	35.024
19	4400	4	2.25	9.900	39.600
19	1800	4	2.25	4.050	16.200
32	4050	4	6.23	25.232	100.928
32	3100	4	6.23	19.313	77.252
				(478.668)	417.180
13	4400	4	1.04	4.576	18.304
13	3000	4	1.04	3.120	12.480
13	1000	60	1.04	1.040	62.400
13	1000	38	1.04	1.040	39.520
13	530	8	1.04	0.551	4.408
					137.112
				(0.616)	0.554

1 MIN 0

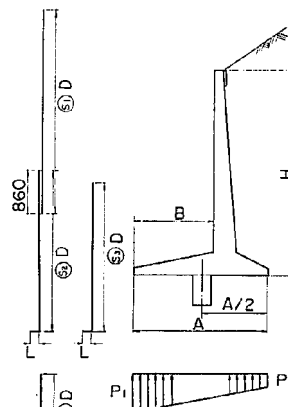
横断図 縮尺 1/100



前壁
前面・背面



一般図



設計条件

- 単位重量
コンクリート…… 2 500 kg/m³
土 砂…… 1 800 kg/m³
- 許容応力
コンクリート…… 70 kg/cm²
鉄筋(SD-30)…… 1 600 kg/cm²
- 安定度
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(突起のあるとき)
転倒の安全率…… 1.5 以上

03-RT-82(K-H 6500-B 2500)-S39
(種別)(高さ) (前端幅)

擁壁一突けた鉄筋コンクリート擁壁-その82 S=1/100

K1(突起なし), K11-きれいな砂または砂利(土圧係数 0.53)
K2(突起なし), K21-シルトまたは粘土を含む透水性の低い砂質土(0.62)
K3(突起なし), K31-粘土を多量に含む砂質土(0.70)

K2 鉄筋表 m 当り

記号	径 (mm)	鉄筋間隔 (mm)	長さ (mm)	本数 (本)	単位重量 (kg/m)	一本当り重量 (kg)	形状	摘要
①	D29	250	4000	4	5.04	20.160	80.640	×
②	D29	250	3350	4	5.04	16.884	67.536	×
③	D29	250	3250	4	5.04	16.380	65.520	×
④	D29	125	1150	8	5.04	5.796	(46.363)	突起
⑤	D19	250	4450	4	2.25	10.013	40.052	×
⑥	D19	250	1850	4	2.25	4.163	16.652	×
⑦	D32	250	4100	4	6.23	25.543	102.172	×
⑧	D32	250	3150	4	6.23	19.625	78.500	×
小計							(497.435)	451.072
⑨	φ13	250	4400	4	1.04	4.576	18.304	×
⑩	φ13	250	3000	4	1.04	3.120	12.480	×
⑪	φ13	250	1000	60	1.04	1.040	62.400	×
⑫	φ13	250	1000	38	1.04	1.040	39.520	×
⑬	φ13	—	560	8	1.04	0.582	4.656	平均長
小計							137.360	
総重量							(0.635t)	0.588t

組立筋寸法表

記号	径	b	12d	L
K1	φ13	245	156	401
	φ13	332	156	488
	φ13	419	156	575
	φ13	506	156	661
K2	φ13	257	156	413
	φ13	355	156	511
	φ13	452	156	608
	φ13	550	156	706
K3	φ13	258	156	414
	φ13	356	156	512
	φ13	455	156	611
	φ13	554	156	710

L 表

記号	径(mm)	L (mm)
K1	D29	180
K2	D29	180
K3	D29	130

K1 鉄筋表 m 当り

記号	径 (mm)	鉄筋間隔 (mm)	長さ (mm)	本数 (本)	単位重量 (kg/m)	一本当り重量 (kg)	形状	摘要
①	D29	250	4000	4	5.04	20.160	80.640	×
②	D29	250	3350	4	5.04	16.884	67.536	×
③	D29	250	3050	4	5.04	15.372	61.488	×
④	D25	125	1100	8	3.98	4.378	(35.024)	突起
⑤	D19	250	4400	4	2.25	9.900	39.600	×
⑥	D19	250	1800	4	2.25	4.050	16.200	×
⑦	D32	250	4050	4	6.23	25.232	100.928	×
⑧	D32	250	3100	4	6.23	19.313	77.252	×
小計							(478.668)	443.644
⑨	φ13	250	4400	4	1.04	4.576	18.304	×
⑩	φ13	250	3000	4	1.04	3.120	12.480	×
⑪	φ13	250	1000	60	1.04	1.040	62.400	×
⑫	φ13	250	1000	38	1.04	1.040	39.520	×
⑬	φ13	—	530	8	1.04	0.551	4.408	平均長
小計							137.112	
総重量							(0.616t)	0.581t

K3 鉄筋表 m 当り

記号	径 (mm)	鉄筋間隔 (mm)	長さ (mm)	本数 (本)	単位重量 (kg/m)	一本当り重量 (kg)	形状	摘要
①	D29	250	4000	4	5.04	20.160	80.640	×
②	D29	250	3300	4	5.04	16.632	66.528	×
③	D29	250	3350	4	5.04	16.884	67.536	×
④	D29	125	1250	8	5.04	6.300	(50.400)	突起
⑤	D22	250	4650	4	3.04	14.136	56.544	×
⑥	D22	250	2050	4	3.04	6.232	24.928	×
⑦	D32	250	4300	4	6.23	26.789	107.156	×
⑧	D32	250	3150	4	6.23	19.625	78.500	×
小計							(532.232)	481.832
⑨	φ13	250	4400	4	1.04	4.576	18.304	×
⑩	φ13	250	3000	4	1.04	3.120	12.480	×
⑪	φ13	250	1000	60	1.04	1.040	62.400	×
⑫	φ13	250	1000	41	1.04	1.040	42.640	×
⑬	φ13	—	560	8	1.04	0.582	4.656	平均長
小計							140.480	
総重量							(0.673t)	0.626t

寸法および材料表

記 号	寸 法 表												材 料 表				m 当り		地 盤 反 力		安 全 率		不足水平	
	H	B	A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	コンクリート(m ³)	敷工(m ²)	栗石(m ³)	型 枠 (m ²)	P ₁ (t/m ²)	P ₂ (t/m ²)	滑 動	転 倒	抵抗(kN)	摘 要		
K1-H 6500-B 2500	6500	2500	4250	250	1500	650	1100	(550)	5750	500	250	(950)	(5.405)	4.925			(14.014)	(12.114)	19.27 (12.71)	0.47 (6.48)	2.23 (0.77)	1.61 (2.18)	(32.33)	
K2-H 6500-B 2500	6500	2500	4300	250	1550	700	1100	(600)	5750	500	250	(1000)	(5.706)	5.106			(14.118)	(12.118)	21.79 (14.09)	0.29 (7.40)	2.18 (0.74)	1.57 (2.15)	(39.11)	
K3-H 6500-B 2500	6500	2500	4500	250	1750	700	1300	(700)	5700	550	250	(1100)	(6.083)	5.313			(14.218)	(12.018)	23.76 (14.99)	0.61 (8.77)	2.15 (0.73)	1.56 (2.19)	(46.04)	

注 1 鉄筋寸法、材料表の()内は突起のない場合不要。

2 地盤反力、安全率、不足水平抵抗力の()内は突起のない場合を示す。

3 擁壁上部の突出は現場において適宜省略してよい。

4 端部型わく面積はコンクリート体積の数値と同じ。

5 端部鉄筋がぶりは10cm を標準とする。

6 鉄筋表の×印は1ブロックごとに1本加えて積算する。

2.3.2 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づ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がるが石積の石相互の噛合せ、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、算式としては岡積満の式に粘着力等考え得る要素を入れて数値としても妥当と思われる値にし、定性的な性質を得て考え方をまとめたものである。

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

(a) 土圧、水圧などの外圧にも耐えうる構造である。

(b) 高い石積においては下部に至るに従って石の延長を増大する。

一般には延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。

(c) 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。

(d) 練積とした場合には土圧を増大することがないよう2～3m²(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

(a) のり面保護を主たる目的とする。(土圧、水圧は幾分はかかるが)

- (b) 石張工においては上部と下部とで石の粒長を変えず(気持下部に大きいものを使用することは好ましいが)、従つ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)

- (a) 高さの低い場合、空石積が用いられるが一般に2~2.5m以上では練り積とされているようである。
- (b) 張芝のきかないしかも湧水のある箇所の法面防護とか、河川堤防の裏法尻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)

- (a) 石積の高さが高くなり4mにも5mにもなると強度が落ちるので小段を作つ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。

- (b) 湧水がなく表面が風化崩壊の傾向がある法面の防護、河川の霞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束して亀裂を生ずるおそれが多分にあるので10~15mに継手を設けてこれを防止する。

3. 石の種類と形状

1) 石 材

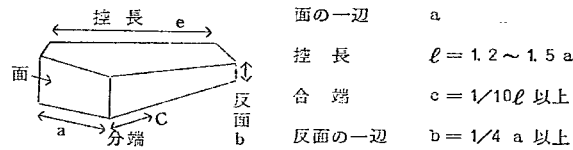
(1) 間 知 石

間知石とは元来6尺(1間)に6箇(平1坪に対し36箇)使いを計画しその数によつて間を知るということをついた名である。その後仕事の上から順次改良され種々の大きさがある。

間知石は面の形状、粒長、反面及び合端のすべてに制度のある石でその標準は

次のようになっているが最近土木工事に殆んど使われなくなった。

形状についての一般的標準は次の通りである。



面は必ずしも正方形になつていないがこれらの辺は平均的な値である。

又控長と築石に要する 1 m^2 当りの個数は従来各地産の実例を参考に決めれば次の通りである。

表 4.1

控 長 (cm)	30	35	40	45	50	55
1 m^2 当り個数 (個)	16	13	11	10	8	7

(2) 割 石

割石は全面割肌を有し面の形状、控長に制限はあるが反面、合端の寸法不規則な築石をいう。これらの制限は間知石に準じ 1 m^2 当りの個数も間知石と同じとする。

表 4.2

控 長 (cm)	30	35	40	45	50	55
1 m^2 当り個数 (個)	16	13	11	10	8	7

割石は比較的広く土木工事に使用されている。

(3) 雑 割 石

雑割石は割石に比し粗雑なもので全面割肌を有することになくかつ一稜辺の交角はなるべく直角に近い築石であり石の規格 1 m^2 当り個数は割石に準ずる。

表 4.3

控 長 (cm)	30	35	40	45	50	55
1 m^2 当り個数 (個)	16	13	11	10	8	7

雄割石は築石中各方面で最も広く使用されているものである。

(4) 野面石

野面石は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、反面等に制限なく普通控長20cm以上(径15cm程度以上)で扁平でないものを云っている。

一般には玉石と云い大きいものを野面石と云う場合が多い。玉石は割石等に比べて強度的には劣るので一般には煉積とせられ高さも大体3~4mどまりであるが(法勾配も5分より緩とすることが多いようである)。採取容易な地方では広く使用されている。

表 4.4

控 長 (cm)	25	30	35	40	45	50	55
1m ² 当り個数(個)	29	21	16	14	12	10	9

(5) 雄 石

雄石は玄能払い程度で稜線の明らかなでない築石であつて野面石と同様控長の外に制限なく雄割石に比し粗雑なものをいう。強硬規格は野面石と同様に考える。

表 4.5

控 長 (cm)	25	30	35	40	45	50	55
1m ² 当り個数(個)	29	21	16	14	12	10	9

(6) 裏込材料

(a) 栗石は天然石又は碎石で一般に6~18cmで大小粒が適当に混合したもので極端に扁平であつたり細長いものではないものをいっている。

(b) 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つたもの。

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。

(c) 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) 地建の石材使用状況

(1) 石の種類と大きさ

間知石はほとんど使用されず割石、雑割石が多く、玉石の得やすいところでは玉石を使用している所も少ない。

石の大きさについては練空共割石、雑割石では楕長35、45cmが多く用いられ玉石雑石では25~35cmのものが使用されている。その他規格としては55、60、75cmと云ったものはあるが施工、入取および規格を保つのに困難なためにはほとんど用いられず楕長を大きくするに代えて裏込コンクリートを入れてこの厚さを加減することによって強度を得ているもののようである。

これらの状況を勘案し標準設計としては割石、雑割石については楕長35、45cmの二種、玉石、雑石については25、35、45cmにしぼって石を使うことにし裏込コンクリートを考慮する積りである。

(2) 裏込栗石、砂利

裏込栗石、砂利については地建によつてまちまちで6~18cm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5~15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つた。

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つた。

- (a) 6~18cm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。
- (b) 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い吸出作用による吸出され易さから云つ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。従つて切込と云つても土砂は抜いた方がよい。

4. ま と め

1) 直高とのりこう配及控長ならびに胴込、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つて一方を大にすれば一方が少になると云つた具合であるが石積直高の大きさによつ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及控長の関係をまとめれば次の通りである。

表 4.6

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	1:0.3	1:0.4	1:0.5
所 要 控 長		2.5～3.0	3.5～5.5	4.5～7.5	5.0～8.0

この場合考慮した点は

- 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^2 ($20 \text{ t} / 2.75 \times 7 \text{ m}$ (車の面積) で地表面が水平の場合、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。
- 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。
- 所要控長においては背面地質として息角 $25 \sim 35^\circ$ 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 2.5 、 3.5 、 4.5 m 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 4.7

直 高	～ 1.5m	～ 3 m	～ 5 m	～ 7 m
空 積	控長 25～35 cm	35～45 (f)		
胴込のみの練張	25	35～45	45 (g)	45 (h)
胴込+裏込 コンクリート	25+5 cm (e)	(25～35)+10 cm	(35～45)+15 cm	(35～45)+20 cm

(注) (f) 地質の比較的良好の場合

(g) 地質の良質な場合

(h) 裏込コンクリートの値は限度高における値である。

(e) 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。

(b) 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

(a) 直高を考へ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。

(b) 河川の場合

(f) 流勢の大小によつ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。

(g) 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コンクリート或は練張とする。

(h) 川震は排水の必要上空張(積)又は目潰コンクリート程度とする。

(c) (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 4.8

直 高	～3m	～5m	～7m
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) (i) 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。

(ii) 河川の設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。

(iii) 裏込コンクリートは次の (d) の考え方によること。

(d) 裏込コンクリート

玉石張では表面より控長の2割の部分はコンクリートを詰めないので石の部分と等強にする必要があるときは裏込コンクリートとして控の2割程度が安全をみて3割程度を入れる。等強にする必要がなければ胴込コンクリート程度の場合もあるし、目潰コンクリート或は空張でよい場合もある。

割石の場合は石の部分と等強にするには胴込コンクリートが、安全をみて1割程度の裏込コンクリートを入れる。等強の必要がなければ胴込以下にする場合があることは玉石の場合と同様である。

これを表にしてみれば次の通りである。(1㎡当り)

表 4.9

控 長	玉 石			割 石	
	目 潰 (1)	胴込コンクリート(2)のみの場合	(胴込+裏込)コンクリート	胴込コンクリート(2)のみの場合	(胴込+裏込)コンクリート
25cm	0.05 m³	0.08 m³	0.13~0.15 m³	0.12 m³	0.14
35	0.07	0.12	0.19~0.22	0.18	0.22
45	0.09	0.15	0.24~0.28	0.22	0.26

注 (1) 目潰コンクリートは控長の2割程度とした。

(2) 胴込コンクリートは玉石(雑石も同様に考える)では控長の1/3

割石(雑割石、間知石も同様に考える)では1/2とする。

2) 裏込栗石

(1) 裏込栗石の役目と方針

(a) 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及び息角が洩れ土圧が増大するのを防ぐためである。

(b) 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。

(c) 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。

(d) 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。

(e) 裏込栗石は目潰しを施するが普通である。

(2) 裏 込 厚

(a) 石積の場合

(i) 限度高において柱長さの 1.5 倍程度の厚さを目安とする。

(ii) 地質の悪い場合ほど厚くする。

(iv) (i)(ii)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 4.10

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 (i) 上限は地質の悪い場合下限はよい場合

(ii) 切土の場合 比較的良好に結った地盤ならば上下等厚とし 30～40 cm (上限は地質の悪い場合下限はよい場合) とする。

地盤の締りが悪いときは上の表に準ずる。

(b) 石張の場合

石張の場合は上下部等厚とする。

- (i) 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。
- (ii) 練張では15cmを限度に空張の0.5倍程度の厚さとする。
- (v) (i)、(ii)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 4.11

控 長	空 張	練 張
	砂利質土 粘土質土	砂利質土 粘土質土
2.5m	2.0m ~ 2.5m	1.5m ~ 2.0m
3.5	3.0 ~ 3.5	1.5 ~ 2.0
4.5	4.0 ~ 4.5	2.0 ~ 2.5

- (iv) 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。

- (a) 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。

(b) 耐久力の大きなもの。

(c) 現場の地質地形に適當するもの。

(d) 経済的なもの。

(2) のりこう配、直高と基礎の考え方

- (a) 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 10 t/m^2 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様に裏込コンクリート面を背面端として法面から全巾の $1/3 \sim 1/4$ 程度出突らせて上部の荷重を支えるようにしている。

- (b) 石張ののり長の小なるものに対しては（直高で約 4 m 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つて工事をやれない所では詰杭土台、矢板土台、枠組土台等が使われる。これらに対しては前面河川床の洗掘によつ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

(a) 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い地質に応じ栗石の厚さを決定する。

(b) 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。

(c) 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。

(d) 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。

(e) 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。

(f) その他上記各基礎を場所に応じて組合せて用いる。

(4) 基礎の深さ

第 3 編 土木試験基準について

第3編 土木試験基準について

土木試験基準を作ろうという気運になつたのは昭和35年1月であつて、10項には、
オ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非判を仰ぎ、
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、ようやく完成したものである。

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
ライアツ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ちよう性物質を、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拭けるときは、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

J I S 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 (J I S 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、道路用碎石、(J I S A 5001-1952) に碎石、及び岩石のドバ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。よつて、一般的、土木用石材は、もちろ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

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。したがつ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) 目地板の試験方法

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。

3. 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、目的によつ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

- 03 まだ固まらないコンクリート試料採取
- 04 コンシステンシー試験
- 05 空気量測定試験
- 06 コンクリートの強度試験用供試体
- 07 圧縮強度試験
- 08 曲げ強度試験
- 09 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つ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 共鳴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、一般土木向に、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3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) バックカーベット・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つて、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。このよう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、砕石、砂利、およびファイラーがあるが、砕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「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。

従つて、こゝにある土質試験は土の密度、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つて設計資料を得ることを目的とする。よつて、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) 土の遠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つて、模範を示してあるもので、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

第 4 編 電子計算について

第4編 電子計算機について

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つていた橋梁・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、人力で約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、橋梁等の応力計算、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、経済ベースにのつ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、又円形及び放物線の間楕円に属する任意形状の変形アーチダムの応力計算もIBM-7090により可能となつた。

又、効果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、最小値を最急勾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つた計算、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、又は外註によつて遂行されるのが、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つ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、模型実験等で、得られた測定値（場合によつては磁気テープにそのまま記録されたもの）とを直ちに（場合によつてはオンラインで）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、契約による外註、計算機の時間借り、レンタルによる使用等が考えられる。

全然の外註の場合は、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、若し考へ方が誤つていて、この計算結果が、うまく得られなかつたり、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、充分な成果を要求され、オンライン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、はつきりした成果が毎月見合つて得られるかという点では、そ
 の見通しは暗い、たゞ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	Dataatron-205	35年
鉄道技術研究所	Bendix G15D	33年
"	" 20	
防衛庁技術研究部	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-STRECH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NEA
 C-2206の1/10NEAC-2203の1/600程度である。記憶容量も磁

心マスキスで32768語あり、たとえばアーチ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つてこれについては次第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8000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5.1)

別表-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 イ ン ク リ 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 イ ン ク リ 秒	+	4.4	4.4	13	4	2
	—			7		
	×		4.8	49	12	30
	—			49		
	÷		48.0	98		
	—			98		
記 憶 1000 語		8~65K	32K	4~32K	16~65K	4~32K
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云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SIP SOAP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構築を行う最も進歩した言語としてIBMのFORTRAN、COBOLなど、更に世界的な共通言語としてALGOL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とは極めて容易である。特に科学用計算機としてはFORTRAN、ALGOLが便利で、之等に似たHARP、MARKFAST（夫々日電、日立、富士通でFORTRAN型）

JUSE-ALGO、NALGO（日科技連案の日立、松下、富士通及び日電用でALGOL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講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つて無料で借出すことは先づ考えられない。また通信家を持ち込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つ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られぬ引力となること。
- (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) 週のうち日を限つて、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1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つて、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7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が最つ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日の会合によつて、速決に決め、もし速決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つてコンパイルリングの段階のみ集中して行なうが時によつては一回毎に数枚語による計算実行まで持つて行く必要がある。

前者の為に最小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に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つ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

術のみ知つ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らプログラミングの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は歴史が古く従つ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、従つて全研究者がプログラミングを行つる為にはALGOL型コンパイラは完備していると共に用意された、プログラムを利用出来る為には、更にFORTRAN型コンパイラも用意されているか、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事が必要である(ALGOLの方が一般的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10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進のデータが数量的には非常に多い。したがつて並列純2進のデータの読み込みには2進法10進法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

土木研究所関係の計算では、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、又四重のモデファイ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の整理計算を行なう事が多い為、大量のデータの紙テープよりの読取り、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読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な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機機以外は、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事はない。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、不利点を各機種に付いて表示すれば次の様になる。

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、実際使用されて居る

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がもつとも適していると考えられる。

以 上

		HIPAC 103	TOSBAC 3400	NEAC 2206	OKTAC 5590H	FACOM 202
最初の納入期		S 3 6.8	新製品	S 3 7.3	S 3 7.12	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	—
	ノラメトロン	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
	数値の表現	符+4ビット	符+23ビット	符+12桁	符+47ビット	符+47ビット
	小数点形式	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
演 算 方 式	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
	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	20~30 MC	200 KC	200 KC		
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	固 定 浮動	固 定 浮動
ア ロ グ ラ ム	加 減 算	400μs 400μs	0.9μs 7.6μs	50 μs 160μs	30 μs 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
イ ン デ ク ス レ ジ ス タ ー	アドレス方式	1 番	1 番	1 番	1 番	1
	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
	命令種類	18 ~ 110C	13 ~ 110C	318	178	200
内 部 記 憶	インデックスレジスタ	3ケ	3ケ	9ケ+9ケ	15ケ	3ケ
	方式	コークー	コアー	コ ア	コアー	コアー
	容量	1024~4096 8492	8192~16384	4000~10,000	4096~16384	4096~8000
ア ク セ ス タ イ ム		85μs 10,000μs	3 μs	5 μs	10 μs	20 μs
	価 格	NAGE 100 以上 700	120	100	100	115

4.1.3 土木研究所40年度以後、借上電子計算機構成および契約金額試算

1 契約業者名 日本電子計算機株式会社

2 機 種 OKITAC5090H

3 構成及びレンタル価格 (オ一案)

1) 5090H本体

内部記憶容量 12,000語 1式 2,239,000-

2) 5095卓上テブリーダー 全 10,500-

3) 501H 5095用チャンネルコントロール 全 122,200-

4) 5099A磁気テープ装置 4台 488,800-

5) 509H, 5099A用チャンネルコントロール 1式 153,500-

6) 5093ラインプリンター 1台 130,000-

7) 503H, 5093チャンネルコントロール 1式 143,000-

8) 5091, ONライン電動タイプライター 1台 23,400-

計 33,310,500-

年 額 39,726,000-

4. 39年度購入分

1) 電動タイプライター 4台 3,200,000-

2) 自動電圧調整機 4台 1,520,000-

3) F型チェッカー 2,700,000-

計 7,420,000-

5. 構成およびレンタル価格(オ二案)

1) 5090H本体

内部記憶容量12,000語 1式 2,239,000-

2) 5095卓上テブリーダー 全 10,600-

3) 501H, 5094用チャンネルコントロール 全 122,200-

4) 509H, 5099F用チャンネルコントロール 全 153,500-

5) 5093ラインプリンター 1台 130,000-

6) 503H, 5093用チャンネルコントロール 1式 143,000-

7) 5091ONライン電動タイプライター 1台 23,400-

計		2,821,700-
年 額		33,860,400-
6 39年度購入分		
1) 電動タイプライター	4台	3,200,000-
2) 磁気テープ装置	2台	11,000,000-
3) 自動電圧調整機	4台	1,520,000-
4) F型チェッカー	2式	2,900,000-
計		18,620,000-

但し磁気テープ二台、沖電気より借入

7 構成およびレンタル価格(オ三案)		
1) 5090H本体		
内部記憶容量12,000語	1式	2,239,000-
2) 501H、5095用チャンネルコントロール	全	122,200-
3) 5095卓上テーブリーダー	全	10,600-
4) 5099A磁気テープ装置	4台	488,800-
5) 509H、5099-A用チャンネルコントロール	1式	153,500-
6) 5091、ONライン電動タイプライター	1台	23,000-
計		3,037,100-
年 額		36,445,200-

8. 39年度購入分		
1) 電動タイプライター	4台	3,200,000-
2) 自動電圧調整機	4台	1,520,000-
3) F型チェッカー	2式	2,900,000-
計		7,620,000-

但し、ラインプリンター用チャンネルコントロールは沖電気より借入。

9 構成およびレンタル価格(オ四案)		
1) 5090H本体		
内部記憶容量12,000語	1式	2,239,000-
2) 5095卓上テーブリーダー	1式	10,600-

3) 501H5095用チャンネルコントロール	1式	122,200-
4) 5093Hラインプリンター	1台	130,000-
5) 503H、5093用チャンネルコントロール	1式	143,000-
6) 509H、5099A用チャンネルコントロール	1式	153,500-
7) 5091 ONライン電動タイプライター	1台	23,400-
8) F型チェッカー	2式	131,000-

計

2,952,700-

年 額

35,432,400-

10 39年度購入分

1) 電動タイプライター	4台	3,200,000-
2) 磁気テープ装置	2台	11,000,000-
3) 自動電圧調整機	4台	1,520,000-

計

15,720,000-

但し、磁気テープ装置2台、沖電気より借入

4.2 土木研究所に設置された電子計算機（建設月報 5月号）

1 概 説

昭和 39 年度より土木研究所に電子計算組織が導入されることになり 3 月 3 日より駒込本所一階において稼働している。本機は沖電気製 OKITAC-5090H で、九大、理研、関西原子炉、小樽商大、沖センターに次ぐ 6 号機であり、後述する様に加減算毎秒 3,000 回程度の能力を有する高速機であるため今迄その繁雑さの為にほとんど不可能と考えられていた計算や、河川流量、道路交通量などの大量のデータを取扱う統計、計算、くり返しの多いシミュレーション、ダム橋梁その他の構造物の自動設計等に活路が期待される。

勿論本機の活動範囲はこの様な特殊な分野のみでなく、既に手順の明らかになった計算は判断基準も含めて計算機に実行させ、人間には過去の知識経験に基づいて計算機に教れ得ない判断能力を活用して計画および最終取りまとめの段階で大いに時間の余裕を稼げる様にすることも大きな目的の一つである。

この意味において電子計算用国際共通語 ALGOL によって全員が直接計算機に話しかける事が出来る様になつたのでこの機会に御紹介して建設事業関係への電子計算組織導入をおすすりめしたい。

2. ALGOL

今迄電子計算機という問題を持つ人が、専門のプログラマに題意を説明して機械語又は中間語でプログラミングして貰う形式のものが大部分であり、このため、せつかくの問題もプログラマに対する説明のもどかしさから十分に意をつくした解析が行われず、また一度完成したプログラムを次のより大きなプログラムの一部として利用することは極めて困難であつた。

これに対して 1960 年バリの国際会議で人間の言語に近く、人間同志の間の情報交換にも便利な国際共通語 ALGOL 60 が生れ、現在非常な勢いで普及しつつある。

もちろんこれに先立つて IBM の機械に対する共通語 FORTRAN が行われていたが IBM の機械に特有の約束ごとが多すぎて、人間が直接話しかける言葉としては

難点があつた。これに対してALGOL(algorithmic language 算法言語の略)は習得が極めて容易であり、読むためだけならば40~50分、書くためにも2日位で普通の文法はほとんど習得できる。

土木研究所に於ても技術職員330人全員が読み書きを行い得る様計画し、現在建設本省、地方建設局、公団等を含めて約400名の教育を終り、これらの人達が計算機と直接やりとりしながら計算を行つている現状である。

ALGOLは読み書きがやさしいという特長の他にもう一つ、ブロックというものを構成しさえすれば、そのブロックの中で定義した名前はブロックの外とは無関係に取り扱われ(外で定義されたものは勿論中でも適用する)このために、既に開発されたプログラムをブロックにしてより大きなプログラムの中にとりこめば共通に利用するものの名前だけの約束で他人の使つたプログラムをそのまま利用することができ、更にこのプログラム全体を一つの手続 procedure と考えて、これに適当な名前と、やりとりを用いるパラメタを指定することによつてその組織の中の共通財産としてある意味での辞書の様に利用できるわけである。

土木研究所技術管理室では建設事業推進上使用頻度の多いと思われる手続を計算機に記憶させて利用すべく、その集積に着手しており、前記400名のプログラマに御協力いただいている訳である。

3. ALGOLによるプログラム例

何個か分らないがN個のデータ(それは何千個でも何万個でもかまわない)があるとき、この平均値および不偏分散の平方根を計算し印刷させるプログラムを考えてみよう。データテープはN個のデータがカンマでつながれて入つており、データの最後には 10^{20} (これは 10^{20} の意味であるがALGOLでは10右肩にのせるとき逆に10を下に小さくもつてくる)のような大きい数を入れておいて、これでデータが終りであることを計算機に知らせるものとする。尚平均値は勿論 $\sum x/n$ であるが不偏分散の平方根は

$$\sqrt{V} = \sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 / (n - 1)} = \sqrt{\{\sum x^2 - (\sum x)^2 / n\} / (n - 1)}$$

でありデータのバラツキを示す指標となるものである。

ALGOLで書いたプログラムは次のようなものとなる。

```
1) begin real X, MX, SX, RV, FI;  
2)     integer I;  
3)     procedure PR(A);  
4)         value A; real A;  
5)         begin PRINT(8.4, A);  
6)             CRLF(I);  
7)         end;  
8)     I := 0; SX := SXX := 0.0;  
9)     START: READ(X);  
10)    if X > 10.15 then go to END;  
11)    SX := SX + X;  
12)    SXX := SXX + X↑2;  
13)    I := I + 1;  
14)    go to START;  
15)    END: FI := FI ÷ I;  
16)    MX := SX / FI;  
17)    RV := SQRT((SXX - MX * SX) / (FN - 1.0));  
18)    PR(MX);  
19)    PR(RV);  
20) end;
```

はじめの1～7行は宣言の部分と云われるもので、プログラムの先頭のbegin(これには必ず対応するendが存在し、ある意味でのカッコの役目をし、このカッコの中で宣言されたものはこの中でしか適用しないといういわゆるブロック構造を形成する)に続いて、このブロックの中限りで使用する変数の名前や手続の名前を宣言する。

PRという名の手続は印刷手続のつもりで、何もこの様になくても18行と19行とで

```
PRINT(84, MX); CRLF(1);
```

```
PRINT(84, RV); CRLF(1);
```

としてもよかつたわけであるが、多少手数が少くなるのと procedure の見本として使つてみた。尚 CRLF は carriage return line feed の略で PRINT 命令の内容を印刷して 1 行おくる働きをする。プリント命令中の 84 は小数点以上 8 ケタ以下 4 ケタで印刷せよという意味で、このあたりの入出力命令と整数を実数に直す FLOAT などという言葉は OKITAC 5090H 特有のもので計算機によつて異なる。

8 行からが命令でまず最初は御彼算で願ひましてはと個数、総和、二乗和を入れる予定のソロバンを払つて 0 にしている。(:= は右辺の結果を左辺の名前のところに代入せよという意味)

次の START: は名前で、次の READ(X); という命令に対して目印をつけて後の go to START; という飛び越し命令に対応する行き先を教えている。この様な飛び越し命令がなければ計算機は命令を通常書かれた順序に実行する。

10 行で読み込んだ X が 10.15 より大きい数だつたら END に行く様に指示している。これが成立しないときは勿論次の命令に行くわけである。SX に和を SXX に二乗和を、I に個数を累加して行き、エンドマークが来るまで START にもどつて実行する。

エンドマークが来ると平均 MX と不偏分散の平方根 RV を計算しこれをプリントして終了である。

ALGOL では我々の普通使う記号とほとんど同じものを使用するが掛け算の X は大文字の X と間違ひやすいので * を用い、平方根は $\sqrt{\quad}$ の代りに SQR() を用いる。(尚 ALGOL 60 では sqrt であるが H では大文字を用いる)

一群の宣言、一つの命令が終ると必ず ; が必要で、これによつて計算機は区切りを認識するし、したがつて単に行を換えても計算機は無視する。

我々がプログラムを作ると必ずといつて良いほど間違ひをおかすが、文法上の誤りは計算機がチェックして誤りの箇所種類を指示してくる。我々はこれに従つて誤りを訂正してやれば計算機は自ら ALGOL による文章 (それは 33 の単語 27 の記号とアルファベットおよび数字しか含まない) を自分自身の言葉に翻訳し、それに従つて自

ら演算を実行する訳で今あげた一つのプログラム例の中に通常必要な文法上の約束はほとんど入っており、あと二、三の例を知れば大部分のALGOLプログラムの読解は可能である。

ALGOLは単なる計算機の国際共通プログラム用語であるばかりでなく、普通の国際共通語としても極めて有用で、我々が日本語で書いた報告書はそのままの形で外国人に見せても理解困難であるがALGOLの形で書かれていれば理解可能である。

更にALGOLは文章構造が分り易いので日本人の間での情報交換にも便利である。

4. 建設事業関係における電子計算の利用

今までのべた様にALGOLを使うことによつて日常すべての計算を電子計算機に持ち込むことができるので、あれに使つたこれに使つたといちいちあげるのもバカらしい気がするが身近な問題に利用したいいくつかの例をあげてみよう。もつとも最近の傾向としては手計算で行つていた部分を電子計算させていた初期の考え方から段々脱却して当初から電子計算を意識して考え方を変え判断の基準も入れて自動的に一つの計画を行わせるという方向に向いつつある様に考えられる。

1) 計画部門

最適輸送計画、修理保守計画、機械運用、線形計画その他OR関係、工程管理(PERT・CPM)、最適路線選定、洪水頻度解析、貯水池使用計画、洪水調節計画、最適配水計画、排水網計画 等

2) 設 計

流出解析、水位流量データ処理、交通シミュレーション、振動解析、ボックスカルバート床版橋・T型梁自動設計、ダム応力解析、曲線設置 等

3) 一 般

行列の固有値固有ベクトル、高次代数方程式、常微分方程式、数値積分、調和解析、共分散分析、因子分析その他の統計解析 等

5. 土木研究所に設置された計算機の概要

計算機はOKITAC, 5090 H で計算速度は μs (マイクロセコンド百万分の一秒) 単位で

	加減 μ s,	回/秒	乗算 μ s,	回/秒	除算 μ s,	回/秒
固 定	30	3,3000	250	4,000	390	2,500
浮 動	85	22,000	250	4,000	330	3,000

記憶容量1語42ビット単位(十進12~13ケタに当る)で、12,000語の磁心マトリクス記憶装置を持ち8単位テープにより毎秒1000字の速度で読み込み毎分500行のラインプリンタに接続されている。

構成素子はトランジスタ23,000個、ゲルマニウムダイオード44,000個で月のレンタル料金は約330万円である。

6. おわりに

電子計算機は今迄何回も強調したように、もはや日常の道具であつて、特にALÖLという有力な助けによつて各人が各人の問題を気軽に電子計算機に持ちかける事ができるので各組織において今迄夢の様に考へて放置してあつた膨大な計算手続は勿論のこと既に手順の明らかとなつてゐる日常の雑務から人間を解放してもつと重要な問題を「考へる」時間を人間に与えるために次々と導入されるものと予想される。

土木研究所においても膨大な計算量のためあきらめていた研究者の夢を実現し、建設事業関係に役に立つプログラムの開発を目的として操業を開始したわけで土研辞書の充実のために一般の方々の御協力をお願いしたいと考えてゐる。終りにこの小文で電子計算に興味をお持ちの方々のために二三の文獻に触れておく。

(計算機関係)一般的に云つて計算機の構造に関する知識は必ずしも必要でないむしろ始めての人達にとつては構造や、機械語或いはSIPなどの中間語に触れてゐる本は有害でさえあつてそのためにせつかく近づきかかつた計算機を遠くにおしやつてしまふ傾向すら見受けられる。その意味で強いてと云われれば

森 口 繁 一 : 電子頭脳 NHKブックス

小 野 勝 章 : 電子計算機 紀伊国屋新書

ぐらいをおすすめしておくが原理など分りにくければとばしてしまつても差し支えない。

(ALGOL関係)

中 村 慶 一 : アルゴルによるプログラミング
土木技術資料 6巻 11, 12号

中 村 慶 一 : 技術者のための統計解析 12章

山 海 堂 (1965)

4.3 ALGOLについて

1 電子計算ホキ

- 1) 電子計算機と云うと何かいかめしい機械で膨大なデータとか大変むづかしい計算を行うときだけに専門家の使うものという固定観念を持っている人が相当多い。

実は全く反対であつてむしろ頭脳は小学校程度もあやしい位で判断能力もほとんどなく、一々我々が手とり足とりして教えてやらなければならない代物であるが、ただ四則演算の速度が極めて早く大型機で1秒間に100万回位、中型機で3万回位、小型機でも1000回程度の加算を行う能力を持っていることと、極めて忠実であつて、止めると云われるまではいつでも続ける根気の良さがその特長である。

この手とり足とりして教える点が問題で今迄の計算機は横丁のポストに手紙を入れてくることを命ずるのに立ち上り左足を前に出せ重心が両足の中心に移つたら右足を前に出せと云う調子で、しかも計算機だけの固有の言葉で書いて教えてやる必要があつたため計算機を動かし得るのは少数の専門家に限られプログラマと云う特別の名称を与えられ、特別扱いを受けて来た。

ところが計算機の記憶容量(我々の脳細胞が十か一か、白か黒かといった2つの状態を記憶するのと同じ様に計算機の中で磁化されているかないかといった2者択1の方法で記憶を行い、しかもこういった点40位で1つの語を形成し一般に大型機で3万語以上、中型機で1万語程度、小型機でも4000語位を記憶する)や計算能力の増大によつて、ちょうど我々が横丁までの地図を覚えておいて横丁のポストに手紙を入れてこいと人間の言葉を云うだけで計算機は目ざこの言葉を自分自身の言葉に翻訳構築し、それに従つて行動を起す様にさせる事が出来る様になつた。

この言葉も国によつて人によつて違ふ様では互いに情報を交換したりする場合に不便なので世界共通語としてALGOL(Algorithmic Language 算法言

語)が1960年に生れ、1962年に改訂されて改訂ALGOL 60という
名前で使用されている。

この言葉はいわゆる単語が50位しかなく、アルファベット符号を入れても
100をちよつと越す位のもので我々の中学以来の英語教育で数千の単語を記憶
しベシツクイングリッシュでも850の単語を必要とするのに比べて如何に簡
単な言葉であるかということが分る。それでいてほとんどの手順を説明すること
が可能であつて、今後技術論文の末尾にはこのALGOLによるプログラムがつ
けられる様になると考えられるので、丁度大正頃に計算尺の使い方が全技術者の
常識とすべきであるとされていたが現在では全く当り前となつてしまつている様
にALGOLの知識も全技術者の常識となる月もそう速くないものと思われる。

ALGOLについては後にさらにくわしくのべるとしてここでは電子計算機と
は何かを簡単に触れておこう。もつとこのような知識は丁度運転手にとつてのエン
ヂンの構造原理の様なもので、何も知らなくてもALGOLされ知つていれば
計算機に演算を命ずることが可能であるのは云うまでもない。

計算機には前にのべた記憶装置の他に演算装置、制御装置、入出力装置がある。
我々が卓上計算機で計算する時の、中間結果を記入したりする紙、計算機、人間
および問題と答を記入する紙がそれぞれこれに当るものと考えて良い。

計算機に入力するには一般に光電管により紙に穴があいているかいないかの二
つの状態を判別させて行ふ。記憶は磁化の有無、磁束の向きにより2者択1の方
法で行う現行のものは磁心マトリクス、磁気ドラムによるものが多い。

演算は0と1の2つの状態だけを用いたいわゆる2進法による演算のものが大
部分である。(1部2進化10進法を用いたものがあり2進1単位の情報を1ビ
ットと云うが4ビットの情報によつて実は16通りの情報をたぐわえる事が出来
るのにこれに対し10通りだけを割当てて残りをムダにするため最近では紙2進
のものが多い。たとえば2進化10進で10010111とは97のことである
が純2進なら1100001と7ビットの情報で伝達可能である。前者は右から
1位の1, 2, 4, 8, 16位の1, 2, 4, 8に対応し後者はやはり右から夫々
1, 2, 4, 8, 16, 32, 64に対応している。)

2進の加算は $0+1=1$ であるが $1+1=0$ (ケタ上り) となるし乗

算は 0×0 の場合のみ 0 となり他はすべて 1 である。

出力装置としてはラインプリンタが用いられることが多い。各行 100 字位の印刷を毎分 1000 行程度印刷する。このほか補助の記憶装置として磁気テープ、磁気ディスク等もある。

これらの演算のための回路素子としては半導体が用いられ日本に於ては真空管方式の計算機時代を経由しないで一挙に半導体時代に突入してしまった。

そのため 1958 年パリで行われた電子計算関係の国際会議で日本だけが小型軽量の計算機を 2 台空箱して会期中運転して見せ世界の人をアツと云わせたこともあった。

次の計算機は知能指数 100 の計算機とばかり各国共その開発には全力をあげて居るが確率的な判断をする能力を持つ計算機というものは仲々製作困難の模様である。

電子計算機の構造部分のことを金物 (ハードウェア hardware) と云いこれに対していろいろのプログラムによつてその計算機の機能を増加することができるわけであるがこれらのプログラムを紙物 (ソフトウェア software) と呼んでいる。使用者側としては金物のことはよく知らなくても、紙物についてその使い方を知っていれば充分用は足りるわけである。

2 ALGOL 60

- 1) 前年度導入された電子計算ホキは土木研究所各研究室の研究手段として、研究結果の解析計算に、実験実測結果の計算に、あるいはシミュレーションその他に利用したりするものである。また、技術管理室では土研あるいは近接領域での成果を実際に利用しやすい形に改編するという面と、現場のもつ技能経験を客観化し、利用しやすい形にまとめるという二面を有する建設技術の標準化を行なうのであるが、これにももちろん利用する。しかし、この他に、今まで素雑な計算のゆえに、考えてみることもしなかつた新しい方向を見い出すという、いわゆる各技術者の思考構造の変化を促すという効果も見落してならない点であろう。

このためには、問題をもつ各人が気軽に機械に話しかけられることが絶対に必要である。いままでは「手紙を横丁のポストに入れてきてくれ」というのに「ま

ず左足を出して次に重心が前に移つたら右足を出し……」という歩き方の原則から始めて、しかもこの命令を数字で示すに等しい機械自身の言葉 機械語 (machine language) でなければ、電子計算機にかけられなかつた。あるいはこの数字をわれわれ自身の言葉に近いシンボリックな記号に置き換え、これで指示すれば機械が目分自身の言葉に直して実行する 中間語 (日本でも symbolic input program, 略して S I P などが開発された) などで書いてやらねばならなかつた。これらの時代には、どうしても自分の言葉でスラスラと書くようなわけにはいかなかつた。そのため専門のプログラマに依頼することが多かつたが、自分の専門領域外のプログラマに問題の手順を教えるのがゆきやら、うまく答が出るかどうかわからぬ問題を発註しにくい等の理由で、電子計算機の利用が妨げられがちであつた。

そこでほぼ機械語と 1 対 1 で対応しながら人間語に近い記号で入力されるアセンブラ、さらに単語だけでなく文法的にもまったく機械語から離れた問題向の言葉から編集し直すコンパイラへと次々開発が進められている。アセンブラの例としては IBM の S A P, S O A P など、日本における共通語としての S I P などがあり、コンパイラの例としては IBM の FORTRAN (科学用), RR の MATH-MATIC (科学用), FLOW-MATIC (事務用), 米国防省が主催してまとめた COBOL (事務用), 世界共通の算法言語としての ALGOL などがある。FORTRAN は formula translator の略, COBOL は common business oriented language の略であり, ALGOL は algorithmic language の略である。

1958年チューリッヒにて世界共通の算法言語に関する予備報告が作成され、1960年1月パリ会議において“算法言語アルゴル60に関する報告”が、1962年4月ローマにおいて“改訂アルゴル60”に関する報告が出された。

世界各国においてもこの科学用共通語アルゴル60の文法の全部または一部にしたがつてRR, Bendix, Burroughs, RCAなどでALGOL 処理プログラムが開発され、日本においても日本科学技術研修所の HITAC 101 B に対し JUSE ALGOL, OKITAC 5090 に対し OKI-PAL 等の他, FACOM 231 等に対しても準備中である。

ALGOL は世界共通語として各種の計算機に対し、その処理プログラムが用意される可能性がある他、これが用意されていない計算機の利用者を含めプログラマ間の情報交換用の共通言語としても適しておりFORTRAN のような非逐次処理型（全体を見渡してから能率の良い方策をとる方法）の言葉が大容量の記憶により能率の良い object program を作る専門プログラム 向きの言葉であるのに対し、ALGOL のような逐次 型の言葉は比較的自由度の高い万人向きの言葉であると言える。

前のポストの例でも「まっ直ぐ進んで2番目の角を曲がつて突当りのポストに手紙を入れよ」と書けばすむ。それだけでなく、このALGOL 語は、phrase structure が一見してわかるので、まるでそのプログラム自身がフローダイアグラムのようなといわれるような、われわれ自身のものに近い言葉である。さらに、1964年のISO 総会でも世界共通語として承認されたように発足のときからIBM のFORTRAN と違って、世界共通語としての性格をもっているのである。したがって、各種の論文は、その末尾にALGOL によるプログラムをつけておくことによつて、何語で書かれた論文であつても、読者はその計算手続きを知ることができることになった。

その上、ALGOL の最大の特徴であるブロック構造のおかげで、ある一つの計算手続き全体に対して、適当なパラメタと名前を付加すれば、この手続きを計算の一部として利用する一廻り大きい他の計算の中で、単にその名前を呼び出し、パラメタに実際の値を与えることによつて、利用することができる。また、何人かで手分けして、おのおの得意とするところを分担して書いても、共通に使う何個かの変数の名前を約束しておけば、使いすてにする変数の名前のことなど全く気にしないで他人の作ったプログラムをつないで使用することができるわけである。

このようにALGOL によるプログラミングは、極めて容易であるから、最早電子計算機の使用は極めて複雑な計算とか、膨大なデータを必要とするものに限られるものでなくなり、少なくとも計算手順のわかっているものすべてに適用され得るものとなる。逆に、計算手順の明らかなものは人間が行なうべきでなく、人間はこの結果の解釈なり（これすらその解釈の基準がわかっているならば機械

にまわせるべきで、人間がいちいち記憶を頼ったり、本をひっくり返したりしてから判断するより、はるかに速くかつ正確である）、高度の判断を要する仕事の方にふり向けられるべきである。

この意味で、土木研究所においても、技術系職員330名全部（でき得れば事務系も）がALGOLを解し、これによるプログラミングを行なうべく、すでに2回の1週間コースによつて、本省・関東地建・道路公団等を含めて70人の教育を終わり、現在これらの人達が各研究室でさらにそのすそ野をひろげるべく教育を実施中である。今後土研報告の各論文末尾には、その計算手順をALGOLで記述したプログラムを添えることが予想され、また使用頻度の多い計算手続きはこれを一般化して適当なパラメタと名前を付加したprocedureとして、土研の機械に記憶させ、全く宣言なしに名前と実際のパラメタを指定して計算させることを考えている。また、たとえ土研の辞書に登録されなくても、ある手続きを再記して自分のプログラムの中で自由に利用し得ることになろう。

3. ALGOLによるプログラム例(1)

ALGOLは要するに手順の分つていることは機械に行わせるという趣旨よりして、問題を持つている人が直接機械に話しかけることができ、且つ他の人が書いたものが理解しやすく又直ぐ利用できる様にするために作られた電子計算用国際共通語であつて、今後は論文の末尾にその計算手順をALGOLで書いたプログラムをつける事も予想されALGOLで読み書きできる能力は全技術者の必須のものとなりつつある。

先づ簡単なプログラムを御紹介してその如何に容易なものであるかを味わっていただくことにしよう。

河川の流量でも道路交通量でも或はコンクリートの強度でも、とにかく何かを測定した場合にはこれらの測定値のもたらす情報を抽出してこれを今後の見通しに利用するわけである。この様な測定値の集団のもたらす情報としては全体としてどの位置に関する情報とどの範囲にちらばつているかというバラツキに関する情報がある。位置の測定としては

$$\text{算術平均値} \quad \bar{x} = \sum^n x / n$$

バラツキの測度としては

$$\text{不偏分散の平方根 } \sqrt{V} = \sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 / (n - 1)}$$

が最も良い。そこでテープからある個数のデータを読み込んでその $\bar{x}$ と $\sqrt{V}$ および個数 N を計算してプリントする手続をALGOLで書くと、次のようなものになる。

ただしデータの終りの印として-1000を入れておくことと、読み込んだりプリントしたりする命令はALGOL 60 にないで読み込みはREAD (A, B, ..., X); プリントは PRINT(n, A); とすることによって整数の場合は 空白, 符号, nケタ, 空白 という形でそれ以外の実数 (小数点を含むか 10 のべきの掛っているもの) はすべて

空白, 符号, 小数点, nケタ, 10のべき (右に符号と2ケタ乗の印字)

空白。

という形で印刷する準備を行う。準備というのはラインプリンタの1行分に左から順に入れておくことでこの内容はCRLF(n); という指令によって先づそれまでの1行をプリントしてからn回復帰改行するといった約束にしておく。又スペースはSPACE(n); 字を印刷したいときは PRINT(XX...X); とXのところにその字を書く。そのときプログラムは次のようなものになる。

```
begin  real  X, SX, SXX, RVX, MX, FN;
        integer I;
        SX := SXX := 0.0;  I := 0;
        START : READ (X) ;
                if X = -1000 then go to OWARDI ;
                SX := SX + X ;
                SXX := SXX + X↑2 ;
                I := I + 1 ;
                go to START ;
        OWARDI : FN := FLOAT(I) ;
                MX := SX / FN ;
                RVX := Sqrt((SXX - MX * SX) / (FN - 1.0)) ;
```

```

PRINT( MX = );
PRINT(5,MX);
SPACE(5);
PRINT( RVX= );
PRINT(5,RVX);
SPACE(5);
PRINT( N = );
PRINT(3,1);
CRLF(10);

end;

```

ALGOLプログラムの原則は先づ begin で始まって end で終ることである。この begin と end は命令をくくるカッコの役目もする。最初に宣言というものを行ない、プログラム中で用いる変数のタイプを宣言してやるがある。タイプには real, integer, Boolean の三種があり夫々実数、整数、ブール型と呼ばれる。実数、整数の意味は分りやすいがブール型というのは特別で真か偽かという true と false の2つの値しか持たない変数で特別なものである。宣言はこの他にくり返して使う予定の手続をまとめてそれに名前をつけたものなどがあり、何れも最初の宣言部で宣言される。

又宣言は同じ種類のものはコンマでつなぎ最後にセミコロンを入れる。

次には命令が現われる。これもすべてセミコロンで終らなければならない。

:= (コロンイコール) というのはその右辺で計算した値を左辺の名前のところに代入せよという代入命令であり左辺のタイプが同じならいくつ並べてもよい。

命令にはその頭に名れをつけてよい。名れはその後には : (コロン) を置いて宣言したものとなされる。

命令は一般に書いた順序に実行されるが GOTO 命令によつて適当な名れの所にとびとすこともできる。

以上の予備知識をもつてこのプログラムを日本語に訳してみると次のような

ものになる。

「これからアルゴリズムで話す。

X, SX, SXX, RVX, MX, FN という名の実数タイプおよび I という名の整数タイプの数値の記憶場所を保留せよ。

SX と SXX および I にゼロを代入せよ。

START という名の名札を次の命令につけよ。

テープより一組の数値を読み込みそれを X に格納せよ。

若し読み込んだ X が -100 なら OVERFLOW に行け (さもなければ次)

今迄の SX に X を加えたものを新しく SX に代入せよ。

今迄の SXX に X^2 を加えたものを新しく SXX に代入せよ。

今迄の I に 1 を加えたものを新しく I に代入せよ。

START という名札の命令に行け。

次の命令に OVERFLOW という名札を立てよ。

FN に現在の整数 I を実数に直して代入せよ。

現在の SX を FN で割つたものを MX に代入せよ。

$SXX - MX * SX$ すなわち $Sx^2 - \frac{Sx}{N} * Sx$ を $n-1$ で割つたものの平方

根を RVX に代入せよ。

MX という字を印刷する準備をせよ。その右に有効 5 ケタで MX を整数タイプで印刷する準備をせよ。その右に 5 個空白をとれ。その右に RVX という字を印刷する準備をせよ。その右に有効 5 ケタで RVX を印刷する準備をせよ。その右に有効 3 ケタで I の内容を印刷する準備をせよ。

以上の内容を 1 行に印刷し 10 回復帰改行せよ。以上でアルゴリズムによる語を終る」

ということになる。

これで機械はこの内容のものを自分自身の言葉 (機械語) に翻訳構築し、それに従って実行するわけであるがこの中の `begin real integer if then`

go to end といった言葉はすべて ALGOL 60 で決められた単語であつて ALGOL 60 にはこのような単語が他に

else for do step until while comment array
procedure switch true false value label string
Boolean own

と全部で 25 個しかない。

又準アルゴル語として sin cos arctan exp sqrt sign
In abs entier の 9 語 (float は更に準々用語となろう。exp は指数関数, sqrt は平方根, sign は符号をとりプラスなら +1, マイナスなら -1 とする。ln は自然対数, abs は絶対値で entier はある実数に対しそれをこさぬ最大の整数をとる)

アルゴルには勿論このほか文字 (A B …… Z の 26 文字と a b …… z の 26 文字), 数字 (0 …… 9) + - × (一般にはエックスと間違えないために * を使う) / (割算) ÷ (整数を整数で割るもので $5 \div 2 \rightarrow 2$ である) ↑ (ベキでタイプライタに右肩にのせる記号がないためにこれをい 4 は $4 \uparrow 2$ とする) < ≤ = ≥ > キ および理論演算子としての ∧ (and) ∨ (or) のほか ≡ (equivalent), (imply) ¬ (not)

更に, . : ; :: =₁₀ を加え 120 個しかない。(この中で ₁₀ は 10 のベキを 4.3×10^4 などと書けないので $4.3_{10} 4$ と書くために用い, はスペースを意味する)。

ベシツクイングリッシュでも 850 の単語とその他に文字数字記号を必要とするのにこれらを含めてたつた 130 個であるからその簡単なことはおして知るべしと云うわけである。

ALGOL の良さはこのように簡単というだけでなく文章の構造が分りやすい上にブロックという概念のおかげで他人の作ったプログラムを自由に利用できるし, 又手続の宣言をすることによつて他の人が苦心して開発したプログラムを自分のプログラム中でその名前と実行に必要なパラメータを指定するだけで演算を実行させることができる点にもある。

前述したようにいくつかの命令は `begin` と `end` でくくることによつて1つの命令(複合命令)とみなすことができるがこの `begin` の直後にこの中だけで使いすてする変数などを宣言するとこれはその外のプログラム中の名前と二重になつても中の方は宣言した方が優先するという規則がありこのように `begin` の直後に宣言部を置いてからいくつかの命令を `end` でしめくつたものはブロックと呼ばれる。

宣言はそのブロックに対して局所的であるためにいくつかのプログラムをつなぎ合せて一つのプログラムにすると、本当に共通に使う名前だけ約束し合つておけば他は全く各人勝手に命名してプログラムを作ることができるわけで、これによる自由度の増加は非常なものである。

4. ALGOLによるプログラム例(2)

次に今迄の説明で落していた手続宣言の使い方と配列 `array` の概念を中心としたプログラムを一つ作つてこれによつてALGOLの概要を理解していたらこう。

今度は前の $\bar{x}$ と $\sqrt{V}$ を印刷するプログラムを一つの手続にまとめてテープより N 個のデータを K 組よみ込んでそれぞれ $\bar{x}$, $\sqrt{V}$, n を印刷させるプログラムとする。また各組のデータの終りは `10**`, すべてのデータの終りは `10**10` を入れておくことにする。

```
begin real MEAN, PMS, X;

  integer I, M;

  array XA[1:100];

  Procedure MXRV (A, MX, RV, N);
    value N; real MX, RV;
    integer N; array A;
    begin real SX, SXX, FN;

      integer I;

      SX:=SXX:=0; I:=0;

      for I:=1 step 1 until N do
        begin SX:=SX+A[I];
```

```

        SXX:=SXX+A(I)2;
    end;
    FN:=FLOAT(N);
    MX:=SX/FN;
    RVX:=SQRT((SXX-MX*SX)/(FN-10));
    PRINT('MX=');
    PRINT(5,MX);
    SPACE(5);
    PRINT('RVX=');
    PRINT(5,RVX);
    SPACE(5);
    PRINT('N=');
    PRINT(3,N);
    CRLF(10);
    end;
    START : M :=0;
    for I:=1 step 1 until 100 do
        begin READ(X);
            if X = -20 then
                begin if X = -30 then go to L2
                    else go to L7 ;
                end
            else
                begin XA(A):=X;
                    M :=M+7;
                end;
            end;
        end;
    L7: MXRV (XA,MEAN,RMS,M);
        go to START;
    L2:
end;

```

先づ宣言部に `array XA ( 1 : 100 ) ;` という宣言が現われたがXAという名の配列でそれはXA₁ からXA₁₀₀ までの1次元の配列であることを示している。いませいせい100個位と考えられたので100としたが200でも10でも必要と考えられる最大のものにしておく。又2次元のマトリクスなら `XA ( 1 : 20 , 1 : 30 )` などとすれば20行30列のマトリクスの番地が保留される。3次元以上もたゞコンマでつなげばよい。

次はMXRVという名の手続を宣言した部分でカッコの中は形式的なパラメタであり本文の中で手続命令が現われたとき書きこまれた実際のパラメタとおきかえられる。

それに続く2行はパラメタの明細指定などを行っている部分である。手続の本位は前と同様でたゞ違うのは今回はNという個数が分つているので `for` 命令によってくり返させたこと、前はXという単純度数が使われていたところが今回はA(I)という添字付変数が使われているだけである。

本文に入つて先づSTARTという立札が立てられている。

次に100回くり返させるがこれは途中でXが10-20になつたらMXRVという名の手続を実行するためにそれまでの個数だけXAという名の配列にため込ませる積りである。

もしXが10-30になつたら終らせたいがそのためには最後の命令の前に何もしないという空命令(空白)を立ててそれにL2という名札をつけておくとここにやつて何もしないで次の `end` で終りが終るという段取りになる。

これまでを例によつて日本語に訳すと次のようなものになる。

「これからアルゴルで話す。

MEAN, RMS, Xという real 型のI, Mという integer 型の単純変数と添字が1から100までのXAという配列を設定せよ。

MXRVという名の手続を宣言する。この出入に使用するパラメタはA, MX, RV, N でありこのうちNはその値を受取ること。他は名前のおきかえを行うがそのうちMX, RVは real Nはinteger で Aは array である。

手続の本体は次の様なものであるから本文の中でこの名で呼ばれたらそのパラメタ部に指定された実パラメタとそれぞれ値や名前を置き換えてこの手続を実行せよ。

この手続の中だけで使いすてゐる real は SX, SXX, FN であり integer は N である。

和をとる予定の SX, SXX, I に 0 を代入せよ。I というカウンタを 1 にセットして 1 きざみに I が N になるまで SX というところに和を SXX という所に 2 乗和を入れよということを実行せよ。

N を実数に直して FN に入れよ。

MX に $\bar{x}$ を代入せよ。RVX に $\sqrt{(\sum x^2 - (\sum x)^2 / n) / (n - 1)}$ を代入せよ。MX = …… という形に印刷を行え。

以上で MXRV という手続の説明を終る。

START という名札を立てよ。M に 0 を入れよ。

I を 1 から 1 きざみで 100 まで次のことを実行せよ。それは

先づテープより数をよみ込み X に入れよ。若し X が 10-20 なら更に若し X が 10-30 なら L2 に行きさもなければ L7 に行くと云うことを行え、さもなければ次のことを行え。

すなわち XA という配列に順次今読んだものを代入し M を一番送れ。ということ終つたら I を 1 変えて又始めからくり返し 100 になるまで実行せよ。

L7 としては前に数えておいた MXRV という手続を今よんだ XA という array を A のところに、MEAN という名を MX に、RMS を RV に M の値を N のところにそれぞれおきかえて MXRV 手続を実行せよ。

L2 としては何もしないで次に行け。

これでアルゴリズムによる話を終る。」

とい文章になる。

以上の様に ALGOL は極めて人間の言葉に近く、文章の構造も分りやすい世界語であるから我々の日常の仕事のうちこうしたら次はこうするという手順の分っている計算を ALGOL で書き下す事は極めて容易である。一般的に云つて手順の分っている仕事は人間が行うべきでなく機械にまかせるべきで人間はより高度な知識経験による判断を必要とする仕事に従事すべきものであろう。地建その他における業務も手順の確定したものは電子計算機に移行する日も遠くないと考えられるし、現に土研、本省、関東地建、公団等の技術者が日常の業務を自ら ALGOL で書いて

電子計算を行つているので、適当な入門書によつて多くの技術者がALGOLに親しまれることを期待している。

(参 考 文 献)

- 1 森 口 紫 一 編 : ALGOL入門 JUSE出版
- 2 中 村 慶 一 : ALGOLによるプログラミング
土木技術資料 6巻 11, 12号(1964)
- 3 中 村 慶 一 : ALGOLによる重回帰分析
土木技術資料 6巻 2, 4号(1964)
- 4 富士通信機協 : ALGOL 60への入門 II
- 5 沖 電 気 協 : OKIPAL入門及び説明書
- 6 中 村 慶 一 : 技術者のための統計解析
11章 アルゴルによるプログラミング
(1965) 山 海 堂

4.4 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つて機種はOKITAC5090H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へてレンタル機械、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つた。

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ネルコントロール・ユニット	1	122,200-
高速度印刷装置チャネル・コントロール・ユニット	1	139,000-
磁気テープ装置チャネル・コントロール・ユニット	1	153,500-
直流電源装置	3	23,000-×3
先電式紙テープ読取装置 (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 (4Fテツカー)	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	190,000-
電動タイプライター	4	240,000-
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
	ビット形式	純2進
データ表現	数値語の表現	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
文字の表現		指数部 9ビット
		1文字 6ビット
		1語 7文字
プログラム	内部/外部の区別	内部記憶方式
		アドレス方式 11/2 アドレス
		命令語の形式 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. SCC修飾
命令の種類		6. 間接アドレス
		7. 二重修飾
		199
		1. 演算関係 160
		2. 入出力関係 39
インデックス	語長	1語
	インデックスの数	15

構 成	1. 修飾部	14ビット
	2. 増減部	14ビット
	3. 基準部	14ビット
修飾コントロール	1. XR修飾	
	2. XR ₁ とXR ₂ による二重修飾	
	3. 多重修飾	
	4. SCC修飾	
特殊レジスタ	マスク・レジスタ	16
	バーシヤル・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
	デイスプレイ	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	10μs
演 算 速 度 (アクセス・タイム含む)	加 減 算	30μs (平均)
	乗 算	250μs (平均)
	除 算	390μs (平均)
主回路素子	トランジスタ	
	ダイオード	

固定小数点
浮動小数点

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……………2.54mm (1/10インチ)

行 間 隔……………4.23mm (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) 高速度紙テープさん孔装置

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 字 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

i) 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……1/61インチ

1/31インチ 手動により切換えられます

1/21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

通信装置据付工事	138,000
30ton高速載荷装置移設工事	62,000
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
工作室閉鎖工事	45,000
技術管理室横樑替工事	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

5. 設置場所および付属工事

第一候補地の駒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
電算室にともなう横樑替工事	5,048,000
電子計算機室電源設備工事	1,700,000
電子計算機室室調設備工事	3,150,000

工 事 名	工 事 金 額
電算室にともなう模様替工事（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
電子計算機据付工事	900,000

4. 電子計算機運営要領

土研要総第1号

土木研究所電子計算機運営要領を次のように定める。

昭和40年5月1日

土木研究所長 村 上 永 一

1) 目 的

この電子計算機運営費額（以下要領という。）は土木研究所電子計算機（オフライン、タイプライターを除く）の運営を円滑に行なうため、別に定めるもののほか、この要領によるもので、デバッキングおよび本計算に適用する。

なお、演算はクローズとする。

2) 申し込み

計算申し込みは、操作指図書（様式 1）および電送装置（千葉支所）による申込書によることとする。

3) 計算順序

計算は原則として、下記曜日における時間および箇所を除き申し込みの到着順に行なう。

記

月曜日	午後	篠崎、鹿島、新潟
火曜日	"	赤羽
水曜日	"	千葉
金曜日	"	千葉、駒込

4) 計算時間

(1) 計算機使用時間は、土曜日を除き原則として、9時30分より17時までとする。

ただし、木曜日は定期補修日とし、土曜日は、9時30分より12時30分までとする。

(2) 本計算に先立つて、前日までに受付けたすべてのプログラムのデバッキングを行なう。なお、計算が5分以内で終了するものは、デバッキング時に本計算を行なう。

5) カウンセラー

プログラミングおよびエラー修正に関する相談に応ずるため、カウンセラーを若干名おくこととし、その者は別に指名する。

以 上

この要領は、昭和40年5月1日から施行する。

5. 利用状況

昭和39年度は3月に運転を開始し研究員がプログラムに不運営方法にも不備があつてはつきりした利用状態がつかめなかつたが4月、5月の利用状況を示して参考にする。

電子計算機実動時間表

年 月	実動時間合計	運転日数	一日実動時間
40年4月	2 1 4 2分	2 3 日	約 8 4分
" 5月	3 3 6 1分	2 0 日	約 1 6 8分

- 注 1 運転時間日数は日曜、祭日、保守日（各週末曜）を除いた日数
- 2 1日運転時間は昼休み、各日保守時間を除いた平日約6時間
- 3 上記実動時間にはALGOL講習による実習及び遊いプログラムのチェック等は含まれていない。

プログラマー一覧表

		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 本所	A	2	5	3	7	2	9	1			—	29
“ 千葉支所	B	11	5	12	4	2	6		1		33	74
“ 赤羽分室	C	7	5	7	3	2	8	4	3		11	50
“ 保崎分室	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	12	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	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2回		6月16～20日
第3回		12月16～18日
第4回	40年	1月12～14日
第5回		4月13～14日
第6回		4月20～21日
第7回		5月14～15日
第8回		6月10～11日
国際研修会		4月16/4, 23/4, 30/4, 7/5

4.5 今年度の成果

成 果 表

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)	1時間
Box Culver の設計	若 松, 工 藤 ()	10時間
昭和55年度産業 連関表 (matvix)	山 室 真 二 (調査統計課)	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 隆 ()	40分
データーグラフ化	藤 田 大 二 (道路研究室)	
円孤工りの実験	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 隆 ()	
流砂量の計算 (利根川模造実型)	石 崎 勝 義 (河川研究室)	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)	
Caluculation of the Shape of Variable Radius Arch Dam	坂 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 謙 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ー整理	今 田 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)	
道路シュミレーション	藤 田 大 二 (道 路 研 究 室)	
ガードレール実験結果 座標変換データー整理	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	
最小自乗法によつて直線式を求 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)	
FEE Dに關する 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)	
側溝の流量計算 (2 件)	渡 辺 保 (技 術 管 理 室)	
マーストンの上圧係数	富 田 秀 (技 術 管 理 室)	
ダムの HQカーブ	中 野	

開発希望プログラム	摘 要	研 究 室
洪水調節計算のプログラム		ダム水理
放水管内圧の分布計算のプログラム		"
スペクトル解析	1. パワースペクトルの計算 2. 数値フィルター 3. 周波数応答関数の計算 4. 以上の計算に於けるデーター数 lay数等のとり方と積度の間の 自動化	海岸研究室
普通一般に使われる統計量を求める式		砂防研究室
各種型式の橋梁についての断面力の計算、断面設計、接合部の設計	当面は変断面連続ゲタ、合成ゲタ、斜版橋、格子ゲタについて開発したい	橋梁研究室
P E R T の開発		施工研究室
直交記列表の解析	分散分析まで	舗装研究室
共分散分析法による解析		"
多元連立方程式		トンネル
非線型重回帰計算用プログラム各種		道路研究室
データーのグラフ化		"
逆マトリックス、連立一次方程式のdouble Precisionのもの。	今のALGOL-Hではできないもの	"
digital Plotter Subroutine 各種		"
Fourier 変換、ラプラス変換		構造研究室
測定値より平均値、標準偏差、変動係数を求めるもの	かけはなれた値については、自動的にチェックする。	コンクリート研究室
回帰曲線の信頼限界をもとめるもの		"

最小自乗法		化学研究室
数値積分		ダム構造
実験データの整理	歪測定より応力分布を得るための整理	"
山登法計算		"
円弧すべりの計算		"
光弾性の結果より応力を求めるためのプログラム		
不定流計算	- o 現地横断面図からの H-B-A-R 曲線作成 - o 長方形断面 Z、B 可変	河川研究室
不等流計算	H-B-A-R 曲線 (水路設計)	
	o 不定流計算	"
	洪水追跡 内水計算 不定流計算	"
	- o 不等流計算 - o n の計算 断面特性 } $\rightarrow n$ - 水位 - o H-Q カープの作成	"
流砂量計算 河床変動計算	土研公式、Einstein 公式 Kalinshe 公式	"
急流損失の計算		"
jump の計算		"
U*, KS の計算	測定資料	"
堰の H-Q カープ		"
確率計算		"
数値積分		"

4.6 電子計算の今後の計画

1 土木研究所における現状と計画

土木研究所に於ては研究者全員による計算機使用を目標としてALGOLによる全員のプログラマ教育を計画し、すでに建設省関係者300名の教育を終了しこれらによりプログラムの送付を受けて技術管理室に於てパンチし、式内容に至らぬ程度のエラー修正を行つて得た答を回送する形で計算を実施しているが、パンチおよび修正の段階にネックがある様に感ぜられるので当初計画通り高速度パンチ機を購入しえによつてMTに入っている土研標準Procedureをexternal procedure宣言(名前とパラメタのみ)によつて編集すると同時に指定されたstatementの入れ換えを伴う自動修正を行つて、新しい紙テープを得る方式として7月より実施している。尙既に8000語にて演算中のものに残りの4000語を使用してエラーチェックの割り込みを行う方式は完成して実行中である。

本年12月までには整数数混合演算、代入時の型変換、関数指示子の復活specifierとしてのlabel, switch等の復活、while elementの復活等を骨子とする新しいH用ALGOL(12K用)の開発も沖電気にて完了の予定でこれと共に長時間、短時間演算、エラーチェックの三座席割込みも可能にする予定である。

2 標準procedureの整備

MTより呼び出し使用する予定の標準procedure中第1項にあげた様に土木プログラムの問題でくり返し出て来ると思われるものは勿論当所に於て開発する積りで一部取りかかっているが、標準関数以外のマトリクス演算、連立方程式関係、Bessel関数、数値積分等の数学関係、分散分析、共分散分析、回帰分析其他の統計関係、スペクトル分析その他振動解析関係、LP、最短路問題、その他のOR関係等の一般的なprocedureについては沖電気と協議の上整備中である。