

建設技術標準化資料第3号
企画部システム課



土木研究所資料

第 6 0 4 号

建設技術標準化資料
第 3 号 (昭和45年度)

昭和 45 年 7 月

建設省土木研究所

建設省技術標準資料 第3号

(昭和四十五年度)

建設省土木研究所

建設技術標準化資料第3号

下部工橋台および橋脚の標準設計資料

昭和45年7月

土木研究所企画部システム課

システム課長	永	井	靖	郎
建設専門官	岩	松	幸	雄
技術基準係長	工	藤	真之助	
	渡	辺		侃

はじめに

建設省制定土木構造物標準設計の作製作業にたずさわって以来、この資料に含まれる下部構造（橋台、橋脚）が終れば計15巻が完成することになる。このように標準設計が出来るとその部門の進歩が行きどまりになるという意見を聞くことが多い。また仕事量が増大して限られた技術者ではその処理が困難になったので、必要悪として標準設計を採用するのだという意見もある。

技術の進歩には、各固有技術水準の向上と並んで標準化の行なわれることが本質的に必要であって、この標準化作業を通じて現状を把握し、その目的に対して本質的な部分とそうでない部分を選別し、手順化してさしつかえない部分は標準化し、それによって生じた余裕を技術水準向上のための問題点の発見ならびに解決に注ぐことによって、はじめて技術の進歩を期待することができるわけである。したがって、第一次の標準設計作成は次の問題点発見のための資料を提供するためのもので、この標準設計に基づいて行なわれた施工段階における経験、各施工箇所毎の問題点の検証ならびにその検討結果をフィードバックして標準設計を改定する作業こそ、標準化の本質的な部分である。

この資料は、今後標準設計を改定するに当り必要であらう、その作成上の考え方や手法と標準設計作成に使用したALGOLによる自動設計計算プログラムならびに、これらから得られた検討結果などを上載し、参考に供するためまとめたものである。

昭和45年7月

企画部システム課長

永井靖郎

目 次

はじめに

1. 標準設計の適用について	1
1.1 橋 台	1
1.1.1 概 要	1
1.1.2 使用上の注意	1
1.1.3 標準設計の適用法	2
1.1.4 橋台の標準設計適用例	7
(1) 適用条件	7
(2) 重力式コンクリート橋台の適用例	7
(3) 突げた式鉄筋コンクリート橋台の適用例	8
(4) 扶壁式鉄筋コンクリート橋台の適用例	8
1.2 橋 脚	18
1.2.1 概 要	18
1.2.2 使用上の注意	18
1.2.3 標準設計の適用法	20
1.2.4 橋脚の標準設計の適用例	29
1.2.5 橋脚上部張出し部の計算例	31
2. 自動設計プログラムについて	36
2.1 橋 台	36
2.1.1 設計条件	36
2.1.2 重力式コンクリート橋台	42
2.1.3 突げた式鉄筋コンクリート橋台	46
2.1.4 扶壁式鉄筋コンクリート橋台	54
2.1.5 土圧係数計算表	65
2.2 橋 脚	69
2.2.1 設計条件	69
2.2.2 突げた式鉄筋コンクリート橋脚フローチャート	71
2.2.3 設計計算式	72

3. 橋脚におけるくい基礎の設計計算例	78
3.1 設計条件	78
3.1.1 形状寸法および荷重	78
3.1.2 くいの諸条件	79
3.1.3 くいの配置	80
3.2 くいの応力計算	81
3.2.1 計算上の仮定	81
3.2.2 くいの鉛直反力の計算式	81
3.2.3 くいの水平力の計算式	81
3.2.4 平時くい鉛直荷重の計算	82
3.2.5 地震時くい圧力の計算	83
3.3 くいの許容支持力の計算	84
3.4 くい本体の計算	85
3.5 くい頭補強例	87
4. 標準設計資料	90
4.1 各種図表	90
4.2 自動設計プログラム	102
4.2.1 重力式コンクリート橋台	102
4.2.2 突げた式鉄筋コンクリート橋台	111
4.2.3 扶壁式鉄筋コンクリート橋台	123
4.2.4 突げた式鉄筋コンクリート橋脚	141
参考文献	163

1. 標準設計の適用について

1.1 橋 台

1.1.1 概 要

橋台については重力式コンクリート橋台、突げた式鉄筋コンクリート橋台および扶壁式鉄筋コンクリート橋台の三種類について標準化を行なったが、この設計では、上部構造物よりの反力を等分布荷重に換算して、垂直反力 30 t/m 、水平力 8.4 t/m を越えないようなトラス、けたおよび床版橋であれば上部構造の橋格（1.2等橋）、橋種（PC、RC、プレートガーダー、床版、トラス橋等）、橋長、幅員、斜角、支承条件等の別なく適用できるようにした。

本標準設計の計算は“土木学会発行「コンクリート標準示方書」42年度版”“日本道路協会発行「道路橋下部設計指針—調査および設計一般篇」”に準じて行ない、とりあえず直接基礎の場合について上載したが、近い将来、くい、ウェル、ケーソン等の基礎工をまとめ、この標準設計と組み合わせ、道路橋下部工として、ひろく一般に使用できるようにする予定である。また橋台背面の埋め尽し土の内部摩擦角 $\phi=30^\circ$ 、粘着力 $C=0$ と仮定したが、実情はむしろある程度の粘着力が期待できるので、必要な粘着力を逆算してある。

この標準設計では、上部工の幅員に合せられるように重力式、突げた式橋台では m 当りについて、扶壁式では扶壁中心間隔を 2.25、2.5、2.7、2.9、3.1、3.3、3.5 m の7通りについて設計を行ない索引表、構造図とその鉄筋表、翼壁図とその鉄筋表および橋座面詳細図とに分けた。従って使用するときには、索引表から求めた数値を構造図の空欄（断面形状、安定計算、材料表）に転記し、さらに該当する鉄筋表を構造図に貼付して使用することとした。

本標準設計の計算部分は土木研究所の TOSBAC 3400-40 によって計算されたものであり、ALGOL によって書きおろされたプログラムを含めて設計に用いた資料を載せた。

1.1.2 使用上の注意

(1) 図 面

(a) 呼称の仕方

図面はすべて複写原図に仕上げ、1枚の図面には種々の寸法に対するものがおさめてあるから右上の図面番号のところに全荷重反力、斜角などここに使用する数字を入れて呼称する。

たとえば高さ $8,000 \text{ mm}$ 、胸壁高 $2,500 \text{ mm}$ 、橋座幅 $1,200 \text{ mm}$ 、全荷重反力 30 t 、死荷重反力 15 t 、水平力 6 t 、斜角左 75° 、扶壁間隔 3.30 m を設計する場合、設計書上の正式呼称は

05-AB-20 (H₈₀₀₀ - P₂₅₀₀ - B₁₂₀₀ - R₃₀ - D₁₅ - F₆ - A_{75L}) - S41

である。

図面の名称は大分類—中分類—小分類（ ）—年度となっており大分類は05下部工類、中分類はアルファベット大文字2文字で、扶壁式鉄筋コンクリート橋台をAB、突げた式鉄筋

コンクリート橋台をAC、重力式コンクリート橋台をAGと表現しており、小分類は形状によってその1から順に番号を打ち、かっこの中は荷重、寸法等に関する記号である。

かっこの次のS41は昭和41年の作業によることを示し、改訂されたときは当然変更されるのでこれまでも含んだものが正式呼称となる。

(b) 寸 法

寸法は何もことわっていない場合はすべてミリ単位であるが、寸法が変化するものは図面中に文字で書いてあるので使用に当っては対応する寸法をその文字のところに記入して使用する。

(c) 点線表示

図面で点線となっている部分は、敷コンクリートや栗石で場合によってつけてもいい部分であり、これに対応する数量は計算の上記入する。

(2) 設 計

(a) 主鉄筋としては異形棒鋼(SD-30)配筋等は普通棒鋼(SR-24)が原則として使用してある。

(b) 許容応力

橋台は土や水等に接する構造物であるから鉄筋コンクリート標準示方書(42年度版)によってその鉄筋の許容応力を次のように定めた。

異形棒鋼(SD-30) $1,600\text{Kg}/\text{cm}^2$ 普通棒鋼(SR-24) $1,400\text{Kg}/\text{cm}^2$

また本設計で用いたコンクリートの許容応力は施工の実情を考慮して次の値とした。

鉄筋コンクリート $70\text{Kg}/\text{cm}^2$ 無筋コンクリート $40\text{Kg}/\text{cm}^2$

(c) 本設計では水平震度0.2、垂直震度0.1の場合について、直接基礎をとりあげているので、くいその他の基礎形式を採用するときには設計に必要な諸数値を表示しておいたのでこれらを参照の上計算されたい。

(d) 設計条件および使用例は概説に述べてあるので参照の上適用を誤らぬように注意する必要がある。

(3) そ の 他

(a) 標準設計にない寸法のものに対しては自動設計プログラムを適用し得る。

(b) 標準設計により問題点の把握がより容易になるので標準設計改定資料として、その問題点に関する実測結果の収積に御協力載けることを期待している。

1.1.3 標準設計の適用法

(1) この標準設計適用に当っては、高さ、胸壁高、橋座幅、上部工反力の4つ、扶壁式ではさらに扶壁間隔の5つのパラメタを決め、それに対応する図面を選んだのち、空欄の鉄筋表は扶壁式においては05-AB-1~18から、突げた式では05-AC-T01~T19からそれぞれ該当するものを選ぶ。

(2) 突げた式および扶壁式では配筋図の空欄に次の事項に関する数値を表から転記すること

(a) 鉄筋に関する数値

(b) 地盤反力および安全率

(i) 滑動抵抗が不足する場合には前面受動土圧が考えられ、表にある数値よりも深い根入れが期待できるときには、地盤反力、安全率とも“根入れのある時”の数値を記入すること

(ii) 前面受動土圧が期待できないときには“根入れのない時”の数値を記入し、突起などで不足水平抵抗力を補わなければならない。

不足水平抵抗力とは

$$\frac{N \times 0.6 + f}{H} \geq \begin{cases} 1.5 & \dots\dots\dots \text{常 時} \\ 1.2 & \dots\dots\dots \text{地震時} \end{cases} \quad (\text{安全率})$$

になるようなときの f のことである。

(ここで N : 垂直力, H : 水平力である)

(i) くい等を用いるときのことを考慮して計算に必要な数値 M (曲げモーメント), N (軸力), H (水平力), e (偏心距離) を解説に記載した。

(ii) 粘着力が期待できる場合のことを考慮して、解説にこの時必要な最小粘着力, 安定計算値, 地盤反力等も表示した。

(c) コンクリートおよび型わくに関する数値

(3) 適用例

(a) 支 間 20.0 m

(b) 幅 員 13.0 m (地覆内面間, 歩道 = 2.0 m × 2, 車道 = 9.0 m)

(c) 斜 角 左 75°

(d) 橋 格 1 等橋

(e) 橋 台 高 7.0 m

(f) 橋台基礎の許容地耐力 20 t/m²

(g) 橋脚基礎の許容地耐力 20 t/m²

(h) 震 度 水平 0.2 垂直 0.1

なる条件が与えられ、PC 単純 T げた橋、扶壁式鉄筋コンクリート橋台が採用されたとすると、標準設計は

(1) 上部工

$$04\text{-PCT-}056(S_{20.0}\text{-}C_{10.0}\text{-}A_{75L}\text{-}G_1)\text{-}S43$$

$$04\text{-PCT-}411(S_{20.0}\text{-}W_{9.0}\text{-}F_{2.0}\text{-}G_1)\text{-}S43$$

(2) 下部工—橋台

$$R(\text{全荷重反力}) : 20 \text{ t/m} (285 \text{ t} / 13 \text{ m} = 21.9 \text{ t/m})$$

D (死荷重反力) : 14t/m ($196\text{t}/13\text{m}=15\text{t/m}$)

A (斜 角) : 75°L

P (胸 壁 高) : 1.5m (けた高 1.2m , こう配 1.5% による高低差 $4.5\text{m}\times 1.5\%=6.75\text{cm}$
舗装 10cm , シュ -8cm , その他 5cm)

B (橋 座 幅) : 1.2m (シュ $-30/2=15\text{cm}$, $S\geq 20+0.5\ell=20+0.5\times 20=30\text{cm}$, けた張出し長 30cm , 伸縮目地 5cm 斜橋による影響を加える)

L (扶壁間隔) : 2.7m (0.3 (扶壁層 $/2$) $+2.65$ (端部の前壁長) $+2.7\times 3$ (中央部扶壁) $+2.65+0.3=14\text{m}$)

よって

05-AB-51 ($H_{7000}-P_{1500}-B_{1200}-R_{20}-D_{14}-F_{5.6}-A_{75\text{L}}-L_{2.7}$) -S41 (配筋図)

05-AB-T50 (338) -S41 (鉄筋表)

05-ABW-03 ($H_{7000}-P_{1500}-B_{1200}-R_{20}-D_{14}-F_{5.6}-A_{75\text{L}}$) -S41 (翼壁構造図)

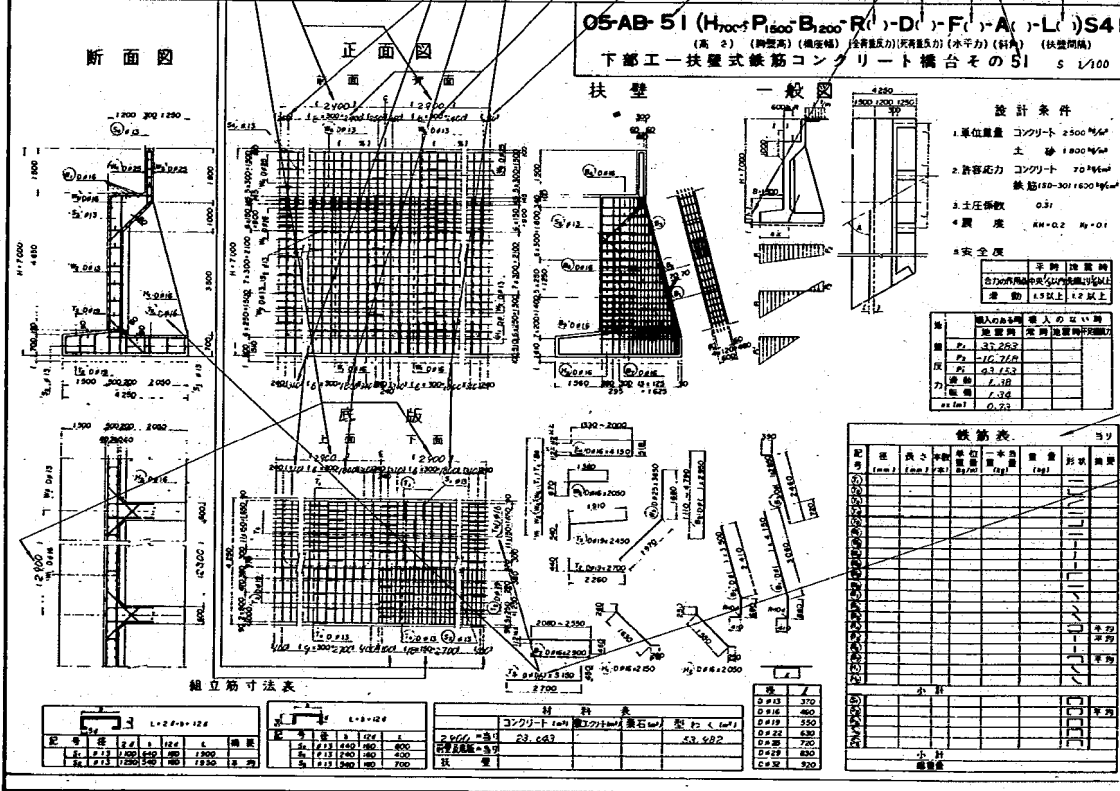
05-ABT-1 -S41 (橋座面補強図)

以上からその記入例を示せば図-1.1の2色刷の図面のようになる。

05-AB-07 (H₇₀₀₀P₁₅₀₀B₂₀₀R₃₀-D₁₀²¹-F_{1.2}^{8.4}-A_()) S4I

下部工一扶壁式鉄筋コンクリート橋台その7

高 さ H (mm)	胸 壁 高 (mm)	橋 座 幅 (mm)	上 部 工 反 力 (t)	扶 壁 間 隔 (mm)	鉄筋間隔 (mm)										対称図面		地盤反力										安全率			材 料						省 図 面									
					前底版主筋の間隔 (上面鉄筋間隔は主筋間隔の 2倍 両端は主筋間隔と同じ)					後底版および前壁の 配筋筋の間隔							胸壁主筋の間隔					鉄筋 図	鉄筋 図	根入ある時					根入ない時					根入3時			根入ない時			扶壁間隔当り		前壁底版当り		扶壁	
					根入 あり 時	地震時				根入 ない 時	常時				根入 あり 時	地震時				根入 ない 時	常時				根入 あり 時	根入 ない 時	根入 あり 時	根入 ない 時	根入 あり 時	根入 ない 時	根入 あり 時	根入 ない 時	鉄筋 (t)	型 材 (mm)	型 材 (mm)		鉄筋 (t)	型 材 (mm)	鉄筋 (t)	型 材 (mm)					
						P ₁ (t/m ²)	P ₂ (t/m ²)	P ₃ (t/m ²)	e ₄ (mm)		P ₁ (t/m ²)	P ₂ (t/m ²)	P ₃ (t/m ²)	e ₄ (mm)		P ₁ (t/m ²)	P ₂ (t/m ²)	P ₃ (t/m ²)	e ₄ (mm)		P ₁ (t/m ²)			P ₂ (t/m ²)																	P ₃ (t/m ²)	e ₄ (mm)	P ₁ (t/m ²)	P ₂ (t/m ²)	P ₃ (t/m ²)
7000	1500	1200	R=20	3.50	100	22 x 150=3300	100	310	8 x 300=2400	310	250	10 x 300=3000	250	51	334	2.90	33.242	-0.798	43.254	0.73	18.680	11.252	1.93	39.521	-17.077	93.866	0.34	13.10	1.33	1.37	3.93	2.32	1.15	0.82	1.898	27.677	62.600								
			R=20	3.30		22 x 150=3300		210	8 x 300=2400	210		11 x 300=3300		51	335	2.90	33.254	-0.789	43.224	0.73	18.689	11.266	1.93	39.533	-17.068	93.822	0.34	13.09	1.33	1.37	3.93	2.32	1.15	0.82	1.922	26.332	59.731								
			R=20	3.10	200	18 x 150=2700	200	260	7 x 300=2100	260	200	9 x 300=2700	200	51	336	2.90	33.267	-0.779	43.191	0.73	18.698	11.283	1.93	39.546	-17.058	93.739	0.34	13.07	1.33	1.38	3.94	2.32	1.16	0.82	1.843	24.988	56.862								
			R=20	2.90	100	18 x 150=2700	100	310	6 x 300=1800	310	250	8 x 300=2400	250	51	337	2.90	33.283	-0.768	43.153	0.73	18.709	11.302	1.93	39.562	-17.047	92.709	0.34	13.05	1.34	1.38	3.94	2.32	1.16	0.82	1.711	23.643	53.992	6.723	14.347	4.078	16.444				
			R=20	2.70		18 x 150=2700		210	6 x 300=1800	210		9 x 300=2700		51	338	2.90	33.300	-0.755	43.110	0.73	18.721	11.324	1.93	39.580	-17.034	92.222	0.34	13.03	1.34	1.38	3.94	2.33	1.16	0.82	1.553	22.299	51.123								
			R=20	2.50	200	14 x 150=2100	200	260	5 x 300=1500	260	200	7 x 300=2100	200	51	339	2.90	33.321	-0.740	43.061	0.73	18.735	11.350	1.93	39.600	-17.019	91.668	0.35	13.01	1.34	1.38	3.95	2.33	1.16	0.82	1.480	20.954	48.253								
			R=20	2.25	75	14 x 150=2100	75	285	4 x 300=1200	285	225	6 x 300=1800	225	51	340	2.90	33.352	-0.717	42.988	0.74	18.757	11.388	1.93	39.631	-16.996	90.856	0.35	12.97	1.34	1.38	3.96	2.34	1.16	0.83	1.398	19.274	44.667								



1.1.4 橋台の標準設計適用例

本節では前項 { 1.1.3-(3) } による標準設計の適用法は省略し、それぞれの該当する図面に転記や貼付が出来上った後の処理方法について、同一適用条件を重力式、突げた式、扶壁式にそれぞれ適用した場合を掲げる。

(1) 適用条件(各橋台共通)

- (a) 支 間 20.0 m
- (b) 幅 員 13.0 m(地覆内面間 歩道=2×2.0m, 車道=9.0m)
- (c) 斜 角 (90°)…重力式以外は斜橋とする。
- (d) 橋 格 1 等橋
- (e) 橋 台 高 7.0m
- (f) 橋台基礎の許容地耐力 30 t/m²

が与えられ、P C 単純 T げた橋が採用されたとすると、標準設計はまず上部工において

$$04-PCT-055(S_{20.0}-C_{10}-A_{90}-G_1)-S43$$

$$04-PCT-410(S_{20.0}-W_{9.0}-F_{2.0}-A_{90}-G_1)-S43$$

が適用され橋台の設計に必要な数値が次のように決まる。

- R (全荷重反力) 20 t/m (285/13 ≒ 20 t/m)
- D (死荷重反力) 14 t/m (196/13 ≒ 14 t/m)
- F (水 平 力) 5.6 t/m (14×2×0.2=5.6 t/m)
- P (胸 壁 高) 1.5 m (けた高 1.2 m, シュー 10 cm, 横断こう配 1.5% による高低差 4.5 m
×1.5%=6.75 cm, その他)
- B (橋 座 幅) 1.2 m (シュー 30/2=15 cm, $S \geq 20+0.5\ell=20+0.5 \times 20=30$ cm,
けた張り出し長さ 30 cm, 伸縮目地 5 cm, その他余裕)

(2) 重力式コンクリート橋台の適用例

設計条件は(1)項に準ずる。

$$N_1 (前面こう配) 0.30$$

$$N_2 (背面こう配) 0.25$$

以上により

- (イ) 本体構造図 05-AG-01 ($H_{7000}-P_{1500}-B_{1200}-R_{20}-D_{14}-F_{5.6}-A_{90}-N_{0.30}$)-S41
- (ロ) 諸 数 値 05-AG-02 ($H_{7000}-P_{1500}-B_{1200}-R_{20}-D_{14}-F_{5.6}-A_{90}-N_{0.3}$)-S41
05-AG-02 の中の該当する数値を 05-AG-01 の図面中に転記する
- (ハ) 翼壁構造図 05-AGW-01 ($H_{7000}-P_{1500}-B_{1200}-R_{20}-D_{14}-F_{5.6}-A_{90}-N_{0.30}$)-S41
(注意) 他の該当しない翼壁構造図は赤線で×印をつけること。
- (ニ) 翼壁鉄筋表 05-AG-T1 (5)-S41

(注意) 該当する鉄筋表を05-AGW-010の空欄に転記するか、その他の鉄筋表は赤線で×印をつけるか
どちらかの処置をする。

附 橋座補強図 05-ABT-1-S41

上記の標準設計を組み合わせて一般構造図を描けば図-1.2のようになる。

(3) 突げた式鉄筋コンクリート橋台の適用例

(1)項の設計条件のうち斜角を左75°にし他はすべて同じとする。従って標準設計は上部工において

04-PCT-056($S_{20.0}$ - C_{10} - A_{75L} - G_1)-S43

04-PCT-411($S_{20.0}$ - $W_{9.0}$ - $F_{2.0}$ - A_{75L} - G_1)-S43

が適用された橋台の設計に必要な数値が次のようになる。

R(全荷重反力) 20t/m ($285/13 \div 20$ t/m)

D(死荷重反力) 14t/m ($196/13 \div 14$ t/m)

以上により

(イ) 本体構造図 05-AC-02(H_{700} - P_{1500} - B_{1200} - R_{20} - D_{14} - $F_{5.6}$ - A_{75})-S41

(注意) 構造図中の空欄には該当する数値を転記すること

(ロ) 本体鉄筋表 05-AC-T02(8)-S41

(注意) 該当する鉄筋表以外は赤線で×印をつけるか、構造図の鉄筋表に転記するか処置をすること

(ハ) 翼壁構造図 05-ACW-01(H_{700} - P_{1500} - B_{1200} - R_{20} - D_{15} - $F_{5.6}$ - A_{75L})-S41

(注意) 該当する翼壁構造図以外は赤線で×印をつけること

(ニ) 翼壁鉄筋表 $P=1500$ であるから 7号鉄筋表となり

05-AC-T01(7)-S41

(注意) 該当する鉄筋表以外は全て赤線で×印をつけるか翼壁構造図の鉄筋表に転記するか処理をすること

附 橋座補強図 05-ABT-1-S41

上記の標準設計を組み合わせて一般構造図を描けば図-1.3のようになる。

(4) 扶壁式鉄筋コンクリート橋台の適用例

(a) 扶壁間隔が一定の場合

設計条件は(1)項に準ずるほか、

L(扶壁中心間隔) 2.9m(一定)とする。

以上により

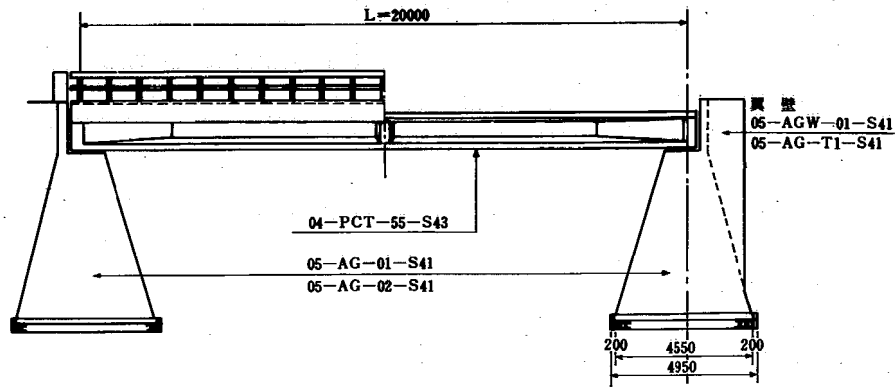
(イ) 本体構造図 05-AB-51(H_{700} - P_{1500} - B_{1200} - R_{20} - D_{14} - $F_{5.6}$ - A_{75L} - L_{2900})-S41

(注意) 構造図中の空欄には該当する数値を転記すること

(ロ) 本体鉄筋表 05-AB-T52(338)-S41

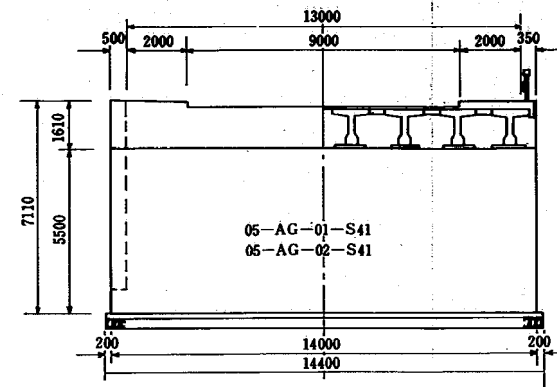
側面図

S=1/200



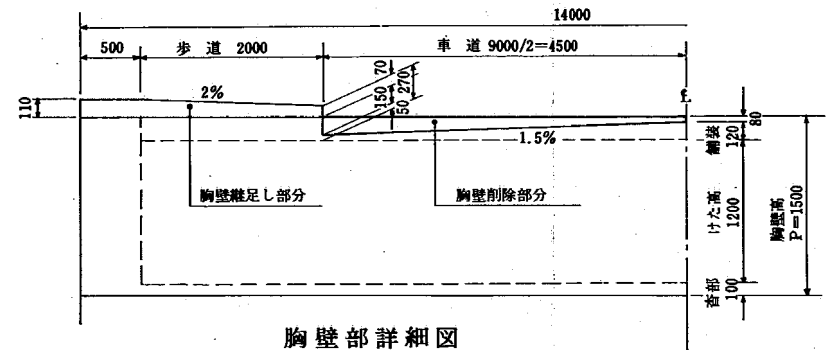
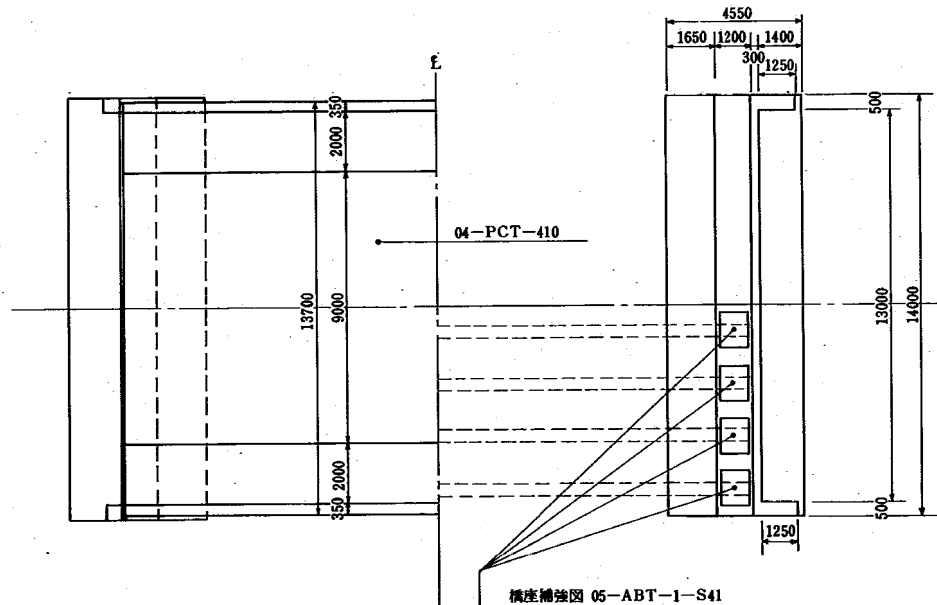
正面図

S=1/200



平面図

S=1/200



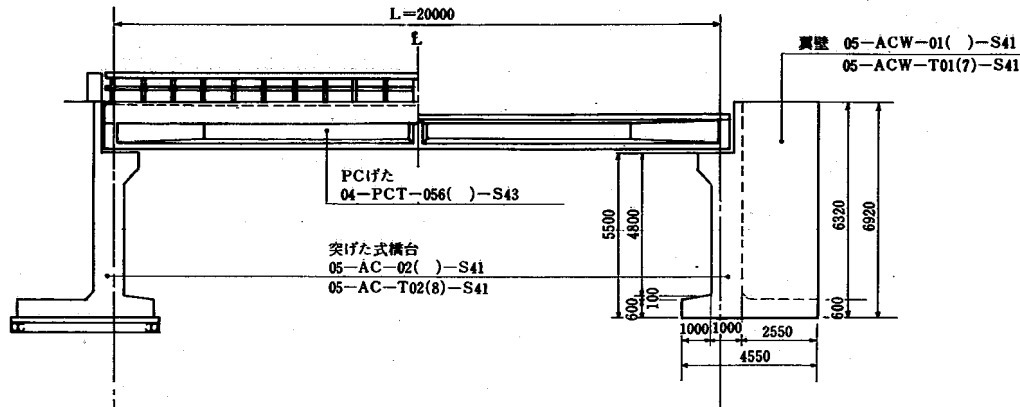
胸壁部詳細図

材料計算

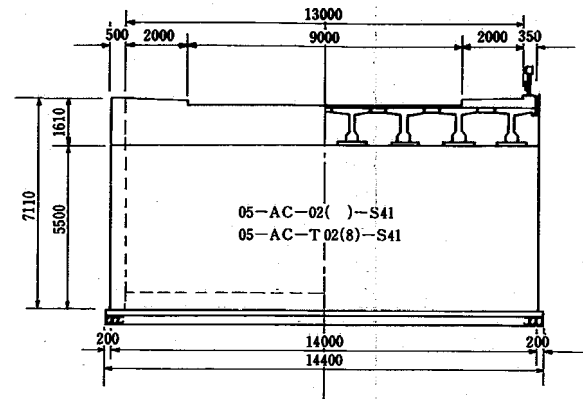
	コンクリート	型わく	鉄筋
本体	$17.088 \text{ m}^3 / \text{m} \times 14 \times 2$ =478.464	$14.418 \times 14 \times 2 + 17.088$ $\times 4 = 472.056$	$68.302 \times 14 \times 2$ =1912.456kg
胸壁継足部	$\{(0.07+0.11) \times 2 + 0.11 \times 0.5 \times 2\} \times 0.3 \times 2$ =0.27	$0.11 \times 2.5 \times 4 \times 2$ =2.20	
胸壁削除部	$(0.08+0.15) \times 4.5 \times 0.3 \times 2$ =-0.621	$(0.15+0.08) \times 4.5 \times 2 \times 2$ =-4.14	
翼壁	$2.262 \times 2 \times 2$ =9.048	$12.595 \times 2 \times 2$ =50.38	0.282×4 =1.128t
翼壁継足	$0.11 \times 0.5 \times 1.25 \times 2 \times 2$ =0.275	$0.11 \times 1.25 \times 2 \times 2 \times 2$ =1.10	橋座補強筋 $78.428 \times 8 \times 2 = 1254.8 \text{ kg}$
合計	487.436m ³	521.596m ²	4.295t
備考	1) 胸壁継足部は歩道部分なので、この程度の継足しは問題ない 2) 胸壁継足部の鉄筋は削除部の鉄筋でカバーできる。 3) 栗石、敷コンクリートの計算は省略する。		

突げた式鉄筋コンクリート橋台適用例

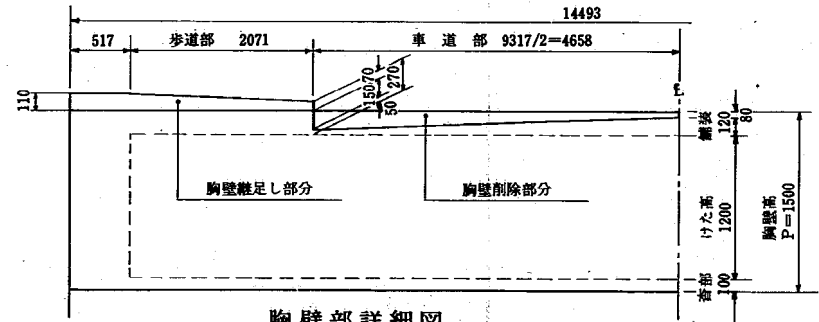
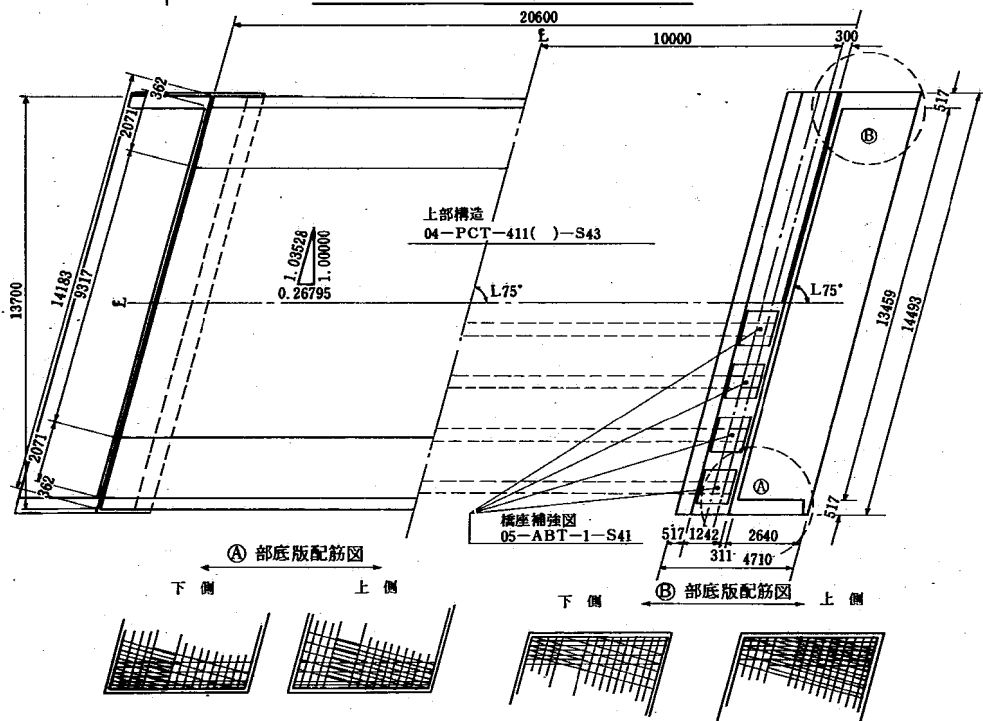
側 面 図 S=1/200



正 面 図 S=1/200



平 面 図 S=1/200



胸壁部詳細図

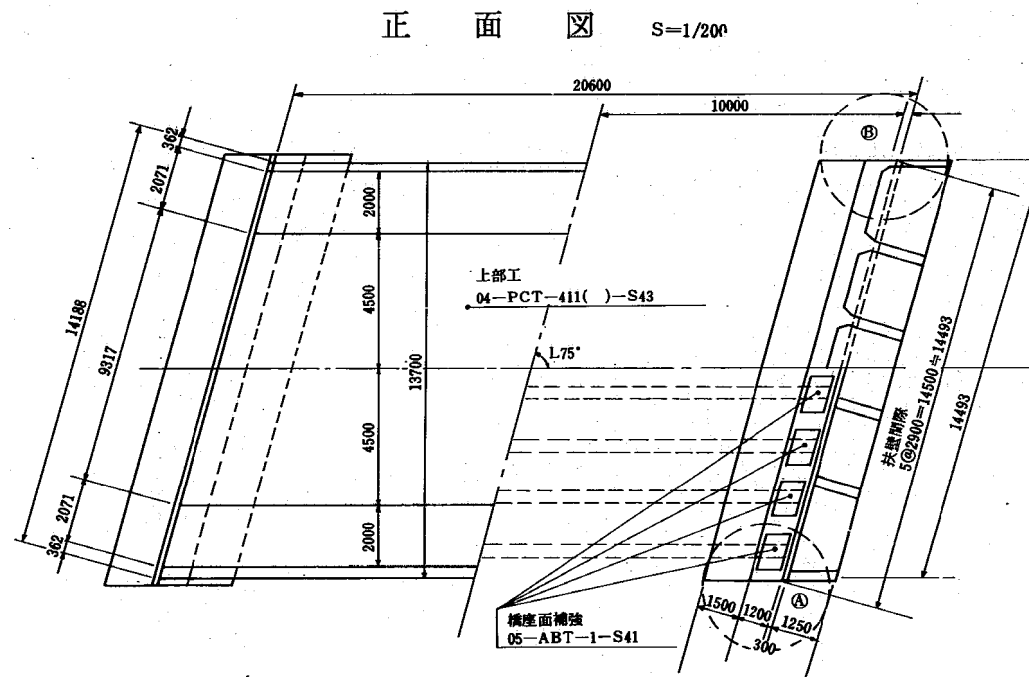
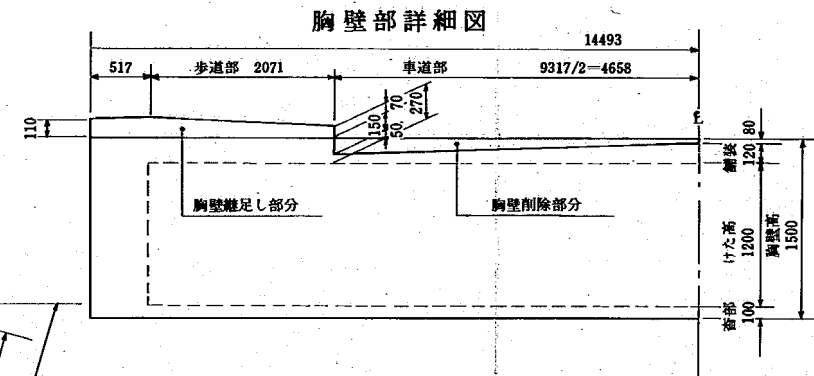
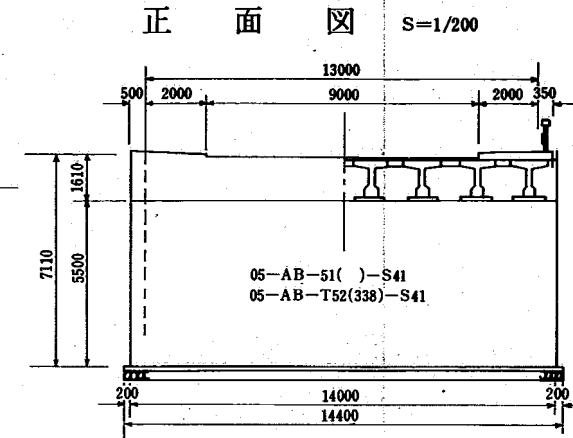
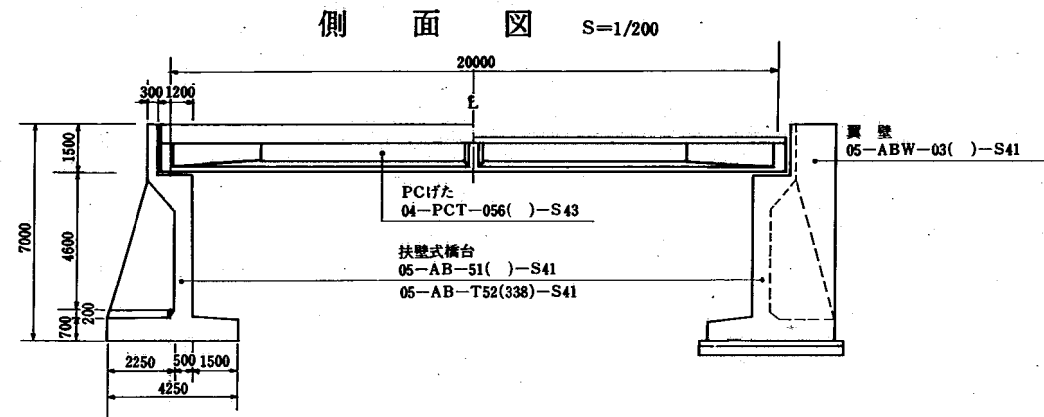
材料計算 (橋台のみ)

	コンクリート	型 わ く	鉄 筋
本 体	$8.525\text{m}^3/\text{m} \times 14.493 \times 2 = 247.105$	$14.194 \times 14.493 \times 2 + 8.525 \times 1.035 \times 4 = 446.720$	$0.489\text{t}/\text{m} \times 14.493 \times 2 = 14.174\text{t}$
胸壁難足部	$\{(0.11+0.07) \times 2.071 + 0.11 \times 0.517 \times 2\} \times 2 \times 0.3 = 0.279$	$\{(0.07+0.11) \times 2.071 \times 2 + 0.11 \times 0.517 \times 2\} \times 2 = 1.636$	
胸壁削除部	$(0.15+0.08) \times 4.658 \times 0.3 \times 2 = -0.643$	$(0.15+0.08) \times 4.658 \times 2 \times 2 = -4.285$	
翼 壁	$8.325 \times 4 = 33.300$	$33.388 \times 4 = 133.552$	$1.185 \times 4 = 4.74\text{t}$
翼壁難足	$0.11 \times 0.5 \times 2.64 \times 4 = 0.580$	$0.11 \times 2.64 \times 2 \times 4 = 2.323$	橋座補強鉄筋 $78.428 \times 8 \times 2 = 1.255\text{t}$
合 計	280.621m ³	579.946m ³	20.139t

- 備考 1) 胸壁難足部は歩道部分であり、この程度の難足は問題ない
 2) 胸壁難足部の鉄筋は削除部の鉄筋でカバーできる
 3) 乗石、敷コンクリートの計算は省略する。
 4) 鉄筋はこの外④、⑤部の補強鉄筋も加えねばならない。

(注) 配筋例だけを示し、鉄筋量計算は省略する

扶壁式鉄筋コンクリート橋台適用例



	コンクリート	型わく	鉄筋
本体	23.643×5×2 -4.078×2=228.274	53.992×5×2-16.444×2 +6.723×4=533.924	1.711×5×2-0.585×2 =15.94
胸壁離足部	{(0.11+0.01)×2.071+0.11 ×0.517×2}×2×0.3 =0.279	{(0.07+0.11)×2.071×2 +0.11×0.517×2}×2 =1.636	
胸壁削除部	(0.15+0.08)×4.658 ×0.3×2=-0.643	(0.15+0.08)×4.658 ×2×2=-4.285	
翼壁	7.226×1.035×4 =29.916	27.978×1.035×4 =115.828	0.583×4 =2.332
翼壁離足	0.11×0.5×2.65×4 =0.580	0.11×2.64×2×4 =2.323	橋座補強鉄筋 0.079×8×2 =1.264
合計	252.771m³	639.630m²	18.560t

- 備考 1) 胸壁離足部は歩道部分であり、この程度の離足しは問題ない
 2) 胸壁離足部の鉄筋は削除部の鉄筋でカバーできる
 3) 敷石、敷コンクリートの計算は省略する
 4) 鉄筋はこの他 ④ ⑤ の補強鉄筋を加えねばならない (省略する)
 5) 端部の扶壁は翼壁でもたしてある。
 6) 翼壁の W₁, W₂ 鉄筋 斜比倍してある。

(注意) 該当する鉄筋表以外は全て赤線で×印をつけるか、構造図中の鉄筋表に転記するかの処置をすること

(イ) 翼壁構造図 05-ABW-03 ($H_{7000}-P_{1500}-B_{1200}-R_{20}-D_{14}-F_{5.6}-A_{75L}$)-S41

(注意) 該当する翼壁構造図および鉄筋表以外は赤線で×印をつけること

(ロ) 橋座補強図 05-ABT-1-S41

上記の標準設計を組み合わせで一般構造図を描けば図-1.4のようになる。

(b) 扶壁間隔が変化する場合

設計条件は(1)項に準ずるほか

斜 角 左60°

が与えられPC単純Tげた橋が採用されたとすると、標準設計はまず上部工において

04-PCT-057 ($S_{20.0}-C_{10}-A_{60L}-G_1$)-S43

04-PC T-412 ($S_{20.0}-W_{90}-F_{20}-A_{60L}-G_1$)-S43

が適用され橋台の設計に必要な数値が次のように決る。

P (胸 壁 高) = 1.5 m (前項参照)

B (橋 座 幅) = 1.2 m (前項参照)

R (全荷重反力) = 20 t/m ($285/14,493 \div 20.0$ t/m)

D (死荷重反力) = 14.0 t/m ($196/14,493 \div 14.0$ t/m)

F (水 平 力) = 5.6 t/m ($14.0 \times 2 \times 0.2 = 5.6$ t/m)

L (扶 壁 間 隔) = 3.3 m および 2.7 m

以上により適用図面は次のようになる(図-1.5参照)

(i) ①の部分に対して

本体構造図 05-AB-51 ($H_{7000}-P_{1500}-B_{1200}-R_{20}-D_{14}-F_{5.6}-A_{60L}-L_{3300}$)-S41

鉄 筋 表 05-AB-T52(335)-S41

(ii) ②の部分に対して

本体構造図 05-AB-51 ($H_{7000}-P_{1500}-B_{1200}-R_{20}-D_{15}-F_{5.6}-A_{60L}-L_{2500}$)-S41

鉄 筋 表 05-AB-T52(339)-S41

(iii) ③の部分に対して

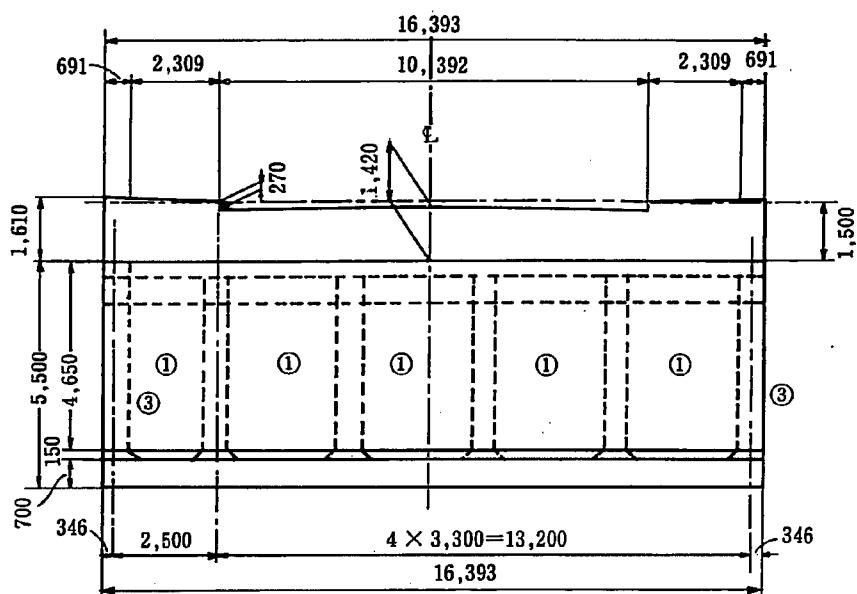
翼壁構造図 05-ABW-03 ($H_{7000}-P_{1500}-B_{1200}-R_{20}-D_{14}-F_{5.6}-A_{60L}$)-S41

(iv) 橋座補強図 05-ABT-1-S41

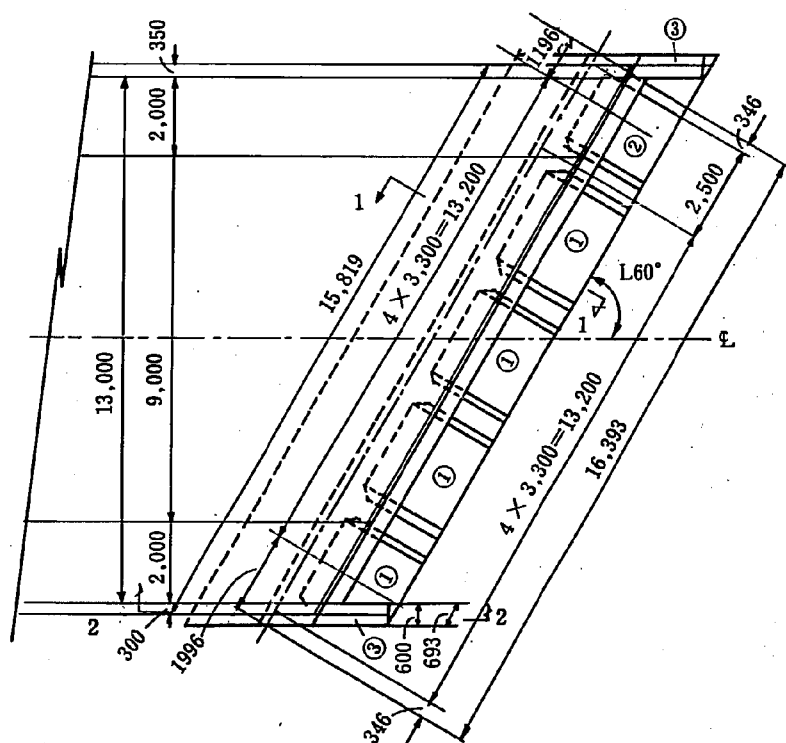
従ってこれらの図面から前例に示すような一般構造図を作成し材料計算を行なえばよい。

なお一般構造図は前例を参照するとして省略するが斜橋に使用する場合前例と同様、底版に補強鉄筋を配筋しなければならない(図-1.7)

正面图



平面图

 - 1.5

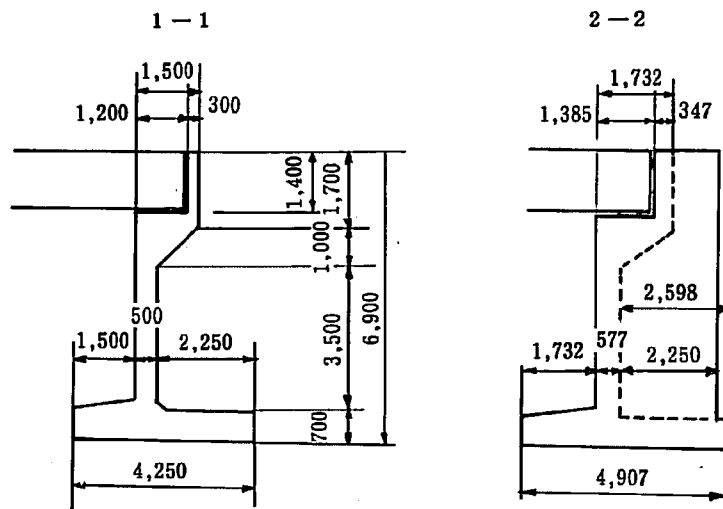


図-1.6

底板補強鉄筋配置例

底板下側

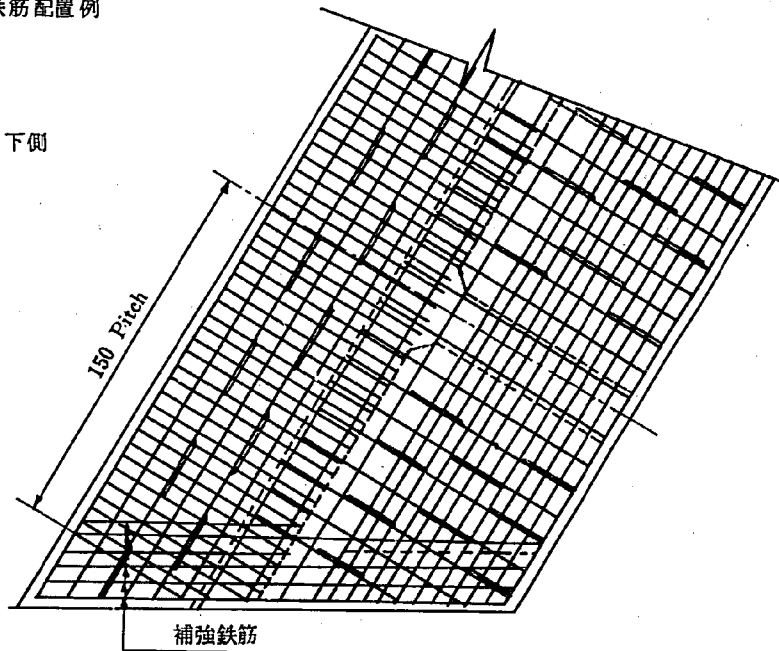


図-1.7

上側

底板上側については下側補強鉄筋の2倍のピッチで配筋する

1.2 橋 脚

1.2.1 概 要

この設計は橋台として併用して使用するものとし、設計条件は橋台にあわせ、橋脚上で左右二連の上部工が支持されるものとして、上部構造よりの反力を橋台の倍にとったほかは、設計条件は橋台と全く同様である。すなわち上部構造よりの反力を等分布反力に換算して、垂直反力 60.0 t/m 水平力 8.4 t/m をこえないようなトラス、けた及び床版橋であれば、上部構造の橋格（1等橋、2等橋）橋種（PC、RC、プレートガーダー、または単純けた、連続けた等）橋長、幅員、斜角支承条件等の別なく適用できる。しかし橋軸方向の水平力が設計条件以下であっても、連続ばりの可動支承の橋脚のように橋軸直角方向の水平力が許容水平力が許容水平力以上の場合は使用出来ない。水平力は橋軸方向と直角方向は同じと仮定し設計を行った。この標準設計では直接基礎を対象に、現地での地耐力に合わせて橋脚底版反力が段階的に10, 15, 20, 25, 30 t/m^2 および安定条件を満足するように底版を設計したが、直接基礎以外のくい基礎、ケーソン基礎などにも適用できるよう、偏心量、軸力、水平力、曲げモーメントを表示した。また橋脚天端幅を2mおよび2.5mの2種類にしたので、頭部の厚さを増し、頂部両端を平面形に切断したが、河川等の流況で著しく阻害する恐れのあるときは、頂部の厚みを減じ、かつ両端を円くした特殊形式を採用すればよい。さらに河床低下などを考慮し、底版を現地盤面よりかなり下げておく必要がある場合を想定し、底版頂点より埋戻し厚さを0, 2, 4m について計算した。“この設計は「土木学会発行、コンクリート標準示方書（42年度版）」、「日本道路協会発行「道路橋下部構造設計一調査および設計一般篇」」に準じ直接基礎の場合について上載したが、近い将来くい、ウェル、ケーソンなどの基礎工をまとめ橋台とともに道路橋下部工として、ひろく一般に使用できるようにする予定である。

本標準設計の設計計算および図化のプログラムは土木研究所のTOSBAC 3400-40

ALGOL によって計算されたものであり、プログラムを含めて設計に用いた資料を載せた。

1.2.2 使用上の注意

(1) 図 面

(a) 呼称の仕方

図面はすべて複写原図に仕上げ、く体配筋図、底版配筋図、鉄筋表等の図面には種々の寸法に対するものがおさめてあるから右上の図面番号のところに全荷重反力、斜角などここに使用する数字を記入して呼称する。

たとえば高さ 11,000mm, 天端長 14,000mm, 天端幅 2,000mm, 底版長 10,200mm, 底版幅 8,000mm, 全荷重反力 40 t, 死荷重反力 28 t, 斜角左 75° を設計する場合、設計書上の正式呼称は

05-P I-125 (H₁₁₀₀₀-L₁₄₀₀₀-B₂₀₀₀-B₁₀₂₀₀-B₂₈₀₀₀-R₄₀-D₂₈-A_{75t})-S42

である。

図面の名称は大分類—中分類—小分類()—年度となっており大分類は05下部工類、中分類は構造型式等でアルファベット大文字で、PIは突げた式鉄筋コンクリート橋脚を表現しており、小分類は図面番号で形状によってその1から順に番号を打ち、かつこの中は荷重、寸法等に関する記号である。

かつこの次のS42は昭和42年の作業によることを示し、改訂されたときは当然、変更されるのでこれまでを含んだものが正式呼称となる。

(b) 寸 法

寸法は何もことわっていない場合はすべてミリ単位であるが、寸法が変化するものは図面中に文字で書いてあるので使用に当ては対応する寸法をその文字のところに記入して使用する。

(c) 点線表示

図面で点線となっている部分は、敷コンクリートや栗石で、場合によってつけてもいい部分であり、これに対応する数量は計算の上記入する。

(2) 設 計

(a) 主鉄筋としては異形棒鋼(SD-30) 配力筋等は普通棒鋼(SR-24)が原則として使用してある。

(b) 許 容 応 力

橋脚は土や水等に接する構造物であるから鉄筋コンクリート標準示方書(42年度版)によってその鉄筋の許容応力を次のように定めた。

異形棒鋼(SD-30) $1,600\text{Kg}/\text{cm}^2$ 普通棒鋼(SR-24) $1,400\text{Kg}/\text{cm}^2$

また本設計で用いたコンクリートの許容応力は施工の実情を考慮して次の値とした。

鉄筋コンクリート $70\text{Kg}/\text{cm}^2$ 無筋コンクリート $40\text{Kg}/\text{cm}^2$

(c) 本設計では水平震度0.2、垂直震度0.1の場合について、直接基礎をとりあげているので、くいその他の基礎形式を採用するときは、設計に必要な諸数値を表示しておいたのでこれらを参照の上計算されたい。

(d) 河川の流況を著しく阻害する場合もありうるので橋脚の頂部を次の二種類に分けた。

① 頂部の両端が平面形状をなすもの(一般的な構造物 図-1.8)

② 頂部の厚みを減じ、かつ両端が円形状をなすもの(特殊的な構造物 図-1.9)

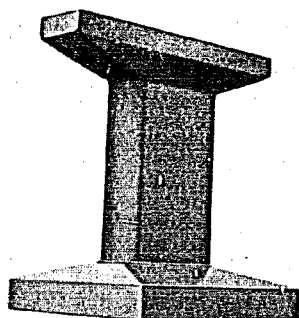


図-1.8

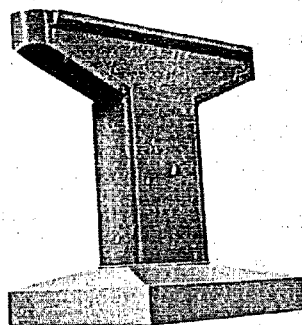


図-1.9

(c) 設計条件および使用例は概説にのべてあるので参照の上適用を誤らぬように注意する必要がある。

(3) その他

(a) 標準設計にない寸法のものに対しては自動設計プログラムを適用し得る。

(b) 標準設計により問題点の把握がより容易になるので標準設計改定資料として、その問題点に関する実測結果の収積に御協力載けることを期待している。

1.2.3 標準設計の適用法

(1) 選定条件

橋脚の高さ(H)、天端長(L)、天端幅(B)、底版長(B_1)、底版幅(B_2)、全荷重反力(R)、死荷重反力(D)、斜角(A)の8パラメタを定め、橋脚数値表(05-PTI- $\times\times\times$)く体配筋図、底版配筋図、く体鉄筋表、底版鉄筋表を選定する。

④ 底版長と底版幅は数値表に記載してある地盤反力より決定する場合が多い。

(2) く体配筋図

(a) 数値表より底版寸法を転記する。

(b) 鉄筋表より鉄筋記号毎に鉄筋径を転記する。

(c) 該当する鉄筋表を複写し天端幅(B)の2mか2.5mのいずれかを消し、配筋図の鉄筋表位置に貼付する。

(3) 底版配筋図

(a) 数値表より底版寸法を転記する。

(b) 鉄筋表より鉄筋記号毎に鉄筋径を転記する。

(c) 数値表より鉄筋寸法と鉄筋間隔を転記する。

(d) 該当する鉄筋表を複写し配筋図の鉄筋表位置に貼付する。

(4) くつ部の補強

上部構造よりの水平力を橋脚に正しく伝えるために、水平力がアンカーボルトのみで耐えられるようにするのはもちろんのことアンカーボルトがなくても、くつ底面の切欠きと、くつの埋めこみによって水平力が伝達し得るように補強することが必要である。

次図にくつ部補強の例をあげる。

くつ部詳細図

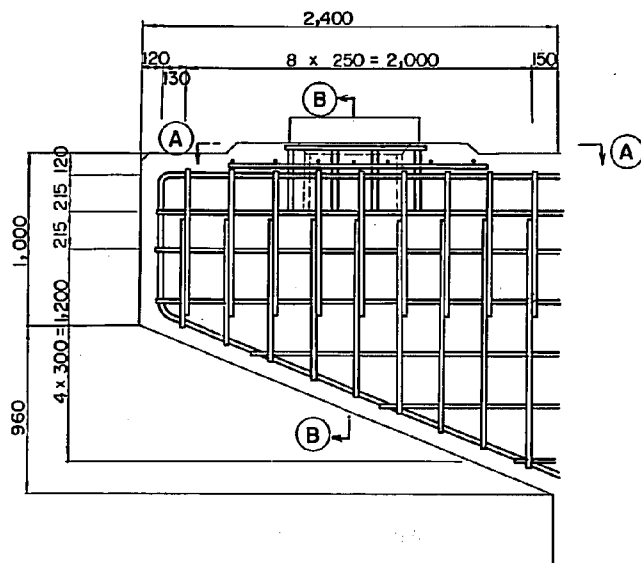


図-1.10 くつ部詳細図

(A) ~ (A)

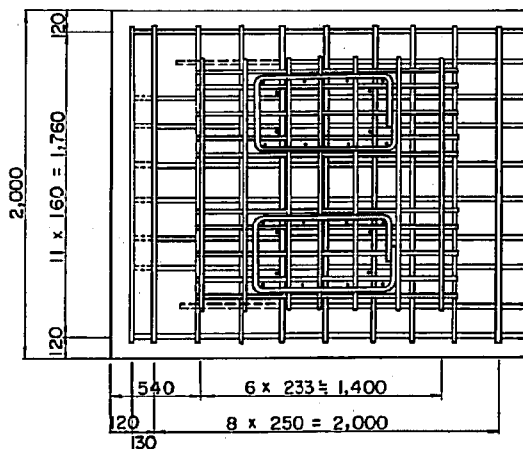


図-1.11

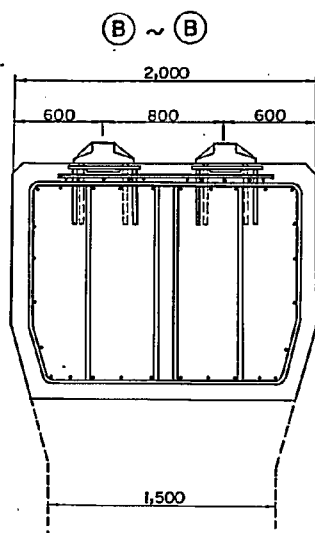


図-1.12

端 長 10.000m

上部構造よりの反力

全荷重反力 40 t/m

死荷重反力 28 t/m

(5) 適用例

設計条件

- (a) 橋 長 41.5m
- (b) 支 間 20.0m×2
- (c) 幅 員 13.0m(地覆内面間, 歩道=2.0m×2, 車道=9m)
- (d) 斜 角 左75°
- (e) 橋 格 1等橋
- (f) 橋 台 高 7.0m
- (g) 橋台基礎の許容地耐力 30 t/m²
- (h) 橋 脚 高 11.0m
- (i) 橋脚基礎の許容地耐力 30 t/m²
- (j) 震 度 水平0.2 垂直0.1

なる条件が与えられ, PC単純Tげた橋, 扶壁式鉄筋コンクリート橋台が採用されたとする
と, 標準設計は

(a) 上部工

04-PCT-056 (S_{20.0}-C_{10.0}-A_{75t}-G₁)-S43

04-PCT-411 (S_{20.0}-W_{9.0}-F₂₀-G₁)-S43

(b) 下部工-橋台

R (全荷重反力) : 20 t/m (285 t/13 m=21.9 t/m)

D (死荷重反力) : $14 \text{ t/m} (196 \text{ t} / 13 \text{ m} = 15 \text{ t/m})$

A (斜 角) : 75°L

P (胸 壁 高) : 1.5 m (けた高 1.2 m , こう配 1.5% による高低差 $4.5 \text{ m} \times 1.5\% = 6.75 \text{ cm}$ 舗装 10 cm , シュー 8 cm , その他 5 cm)

B (橋 座 幅) : 1.2 m

よって

05-AB-51 (H_{7000} - P_{1500} - B_{1200} - R_{20} - D_{14} - F_{56} - A_{75}) - S41 (橋台構造図)

05-AB-T52 (338) - S41 (鉄筋表)

05-AB-03 (H_{7000} - P_{1500} - B_{1200} - R_{20} - D_{14} - F_{56} - A_{75}) - S41 (翼壁構造図)

05-AB.T-1 - S41 (橋座補強図)

下部工-橋脚

R (全荷重反力) : $40 \text{ t/m} (285 \times 2 \text{ t} / 13 \text{ m} = 43.8 \text{ t/m})$

D (死荷重反力) : $28 \text{ t/m} (196 \times 2 \text{ t} / 13 \text{ m} = 30 \text{ t/m})$

B (天 端 幅) : 2.0 m

B₁ (底 版 長) : 1.02 m

B₂ (底 版 幅) : 8.0 m

但 地盤の許容地耐力 30 t/m^2 に対して

数表 05-PTI-46 より求めた。

H (高 さ) : 11.0 m

L (天 端 長) : 14.0 m

A (斜 角) : 75°

よって

05-PI-125 (H_{11000} - L_{14000} - $B_{(2000)}$ - $B_1(10200)$ -

- $B_2(8000)$ - $R_{(40)}$ - $D_{(28)}$ - $A_{(75)}$) - S42

(く体配筋図)

05-PI-T029 (290) - S42 (く体鉄筋表)

05-PI-312 (H_{11000} - L_{14000} - $B_{(2000)}$ - $B_1(10200)$ - $B_2(8000)$ - $R_{(40)}$ - $D_{(28)}$ - $A_{(75)}$) - S42

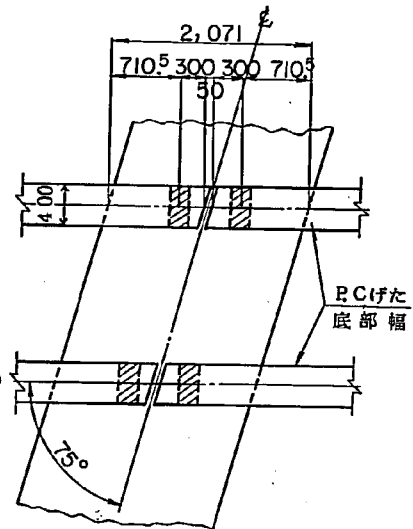
(底版配筋図)

05-PI-T069 (1309) - S42 (底版鉄筋表)

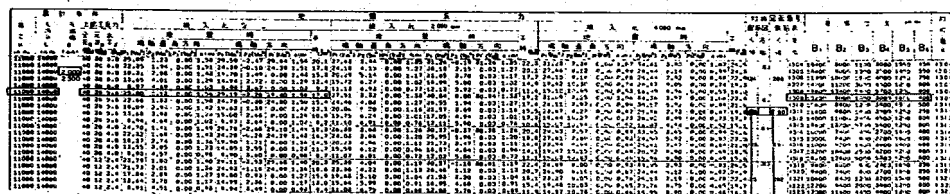
その他数表として

05-PTI-46, 47, 48 が必要

以上からその記入例を示せば図-1.13および図-1.14の2色刷の図面ようになる。

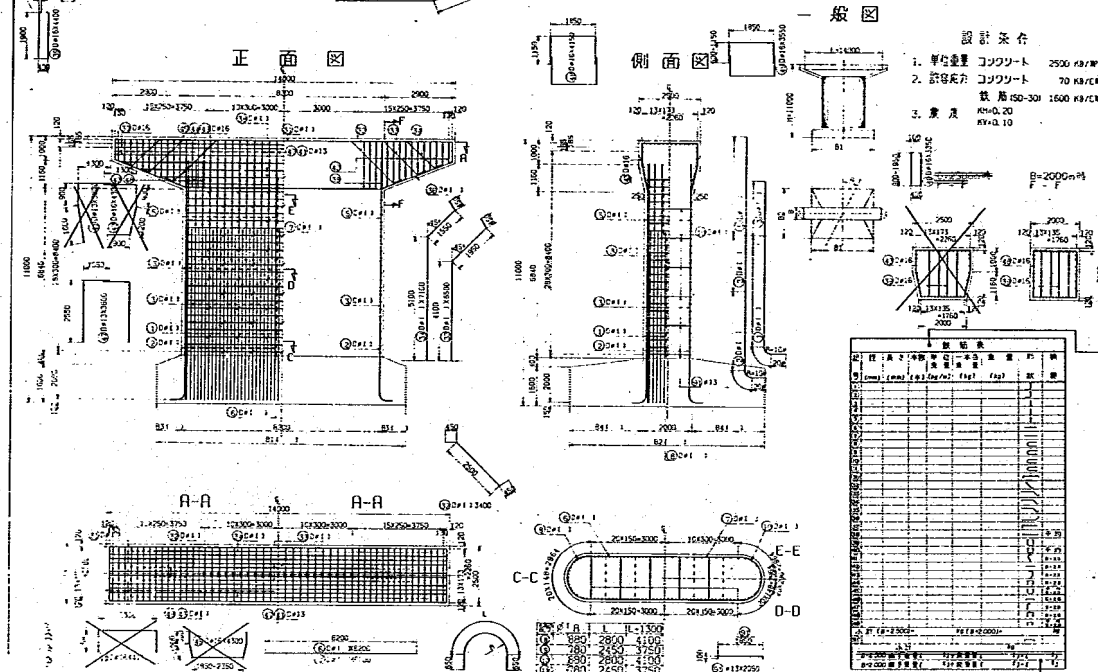


下部工—突げた式鉄筋コンクリート 橋脚数値表—その 46



10 - 64

下部工—突げた式鉄筋コンクリート 橋脚く体配筋図—その



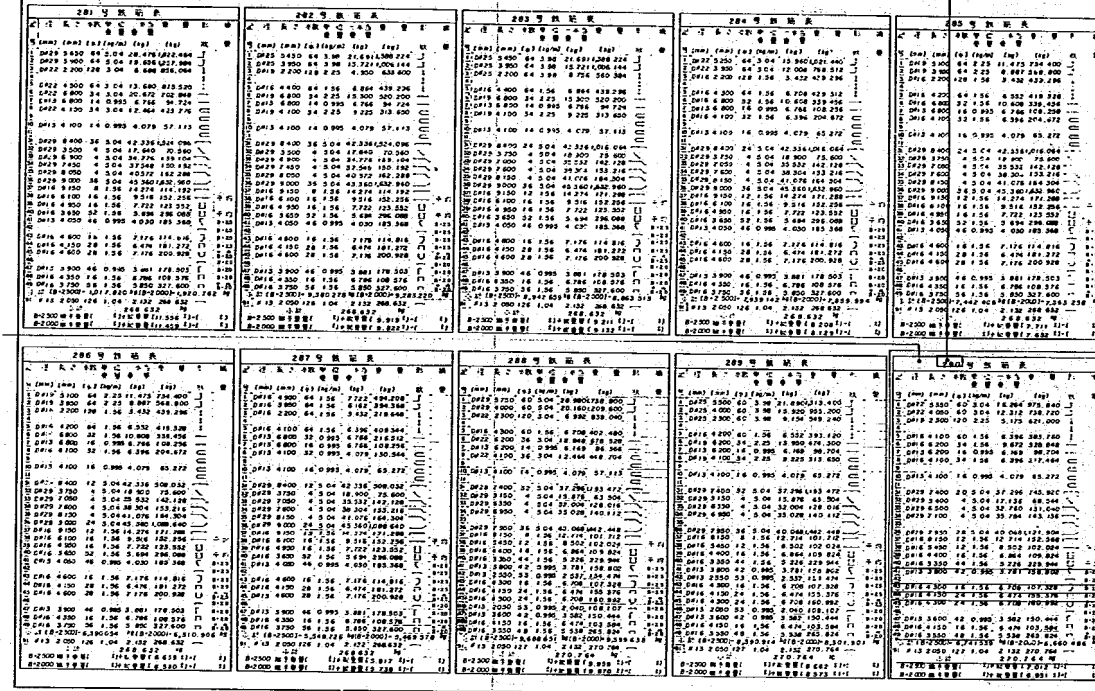
10 - 3

下部工—突げた式鉄筋コンクリート 橋脚数値表—その 48

[illegible]

10 - 210

05-PI-T29 ()\$42

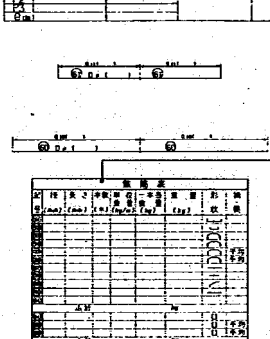
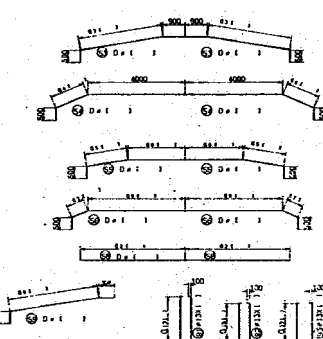
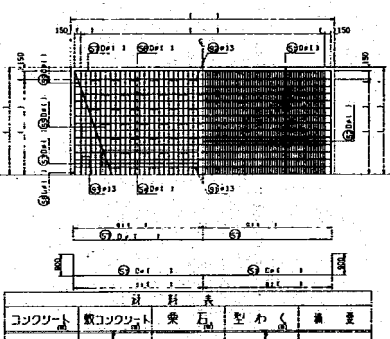
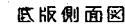
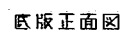


省 設 電

05-PTI-046(H^{1,100}-L¹⁴⁰⁰⁰-B²⁰⁰-B¹⁰⁰⁰-B²⁰⁰⁰-R⁴⁰⁰-D²⁸-A⁷⁵)-S42
(高さ) (天端高) (天端幅) (底版厚) (底版長) (全断面能力) (底版耐力) (斜 角)
下部工一突げ式鉄路コンクリート 橋脚数値表-その46

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	IJ	JK	KL	JM	JN	JO	JP	JQ	JR	JS	JT	JU	JV	JW	JX	JY	JZ	KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG	KH	KI	KJ	KK	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LL	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RK	RL	RM	RN	RO	RP	RQ	RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN	TO	TP	TQ	TR	TS	TT	TU	th	tv																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

05-F-312 (H₁₁₀₀₀-L₁₄₀₀₀-B₁₆₀₀₀-B₁₈₀₀₀-R₂₀₀₀₀-D₂₅₀₀₀-A₂₅)-S42
 (高さ) (天端高) (天端幅) (底端高) (底端幅) (全断面有効径) (天端有効径) (寸法)
 下部工へ突げた鉄筋コンクリート 橋脚底版配筋図一その 312 S-120



05-PTI-047(H11000-L14000-B2000-B10000-B2000-R20-D20-A75)-S42
(高さ) (天端高) (天端幅) (底版厚) (底版幅) (全層厚力) (見舞厚力) (斜角)
下部工-突げ式鉄筋コンクリート 橋脚数値表-その 47

[illegible]

05-PI-T067 () S42

下部工—突げた式鉄筋コンクリート橋脚底版鉄筋()表—その 67

05-PTI-048H 11000-L14000-B-600-B₁₀₂₀₀-B₂₀₀₀-R₄₀₀-D₂₈₀-A₇₅ } -S42
 (高さ) (天端高) (天端幅) (底端高) (底端幅) (全重量) (死重量) (斜角)
 下部工一突げ式鉄筋コンクリート 橋脚数値表一その 48

[illegible]

1.2.4 橋脚の標準設計の適用例

本節では、前項 { 1.2.3.-(5) } による標準設計の適用法は省略し該当する図面に転記や貼付が出来上った後の処理方法について述べる。

(1) 適用条件

- (a) 橋 長 4 1.5 m
- (b) 支 間 2 0.0 m × 2
- (c) 幅 員 13.0 m (地覆内面間 歩道 = 2.0 m × 2 車道 = 9.0 m)
- (d) 斜 角 60° L
- (e) 橋 格 1 等橋
- (f) 橋 台 高 7.0 m
- (g) 橋 脚 高 1 1.0 m
- (h) 基礎地盤の許容地耐力 30 t/m²
- (i) 震 度 水平 0.2 垂直 0.1

(2) 適用図面

(a) 上 部 工

- (1) けた構造図 04-PCT-057(S₂₀-C_{10.0}-A_{60L}-G₁)-S43
- (2) 一般構造図 04-PCT-412(S₂₀-W_{9.0}-1-2.0-A_{60L}-G₁)-S43

(b) 下部工—橋台

- R (全荷重反力) : 20 t/m (289 t / 15.819 m ≒ 18.3 t/m)
- D (死荷重反力) : 14 t/m (200 t / 15.819 m ≒ 12.6 t/m)
- A (斜 角) : 60° L
- P (胸 壁 高) : 1.5 m (けた高 1.2 m こう配 1.5% による高低差 4.5 × 1.5% = 6.75 cm
舗装 10 cm, シュ- 8 cm, その他 5 cm)
- B (橋 座 幅) : 1.2 m (橋台の適用例参照)

よって数値表 05-PTI-46, 05-PTI-47, 05-PTI-48 より

(1) 橋台本体構造図

05-AB-51(H₇₀₀₀-P₁₅₀₀-B₁₂₀₀-R₂₀-D₁₄-F_{5.6}-A_{60L}-L_{3.3 25})-S41

(2) 本体鉄筋表 05-AB-T52 (335, 339) -S41

(3) 翼壁構造図

05-AB-03(H₇₀₀₀-P₁₅₀₀-B₁₂₀₀-R₂₀-D₁₄-F_{5.6}-A_{60L})-S41

(4) 橋座面補強図

05-ABT-1-S41

(c) 下部工—橋脚

R (全荷重反力) : $40\text{t/m} (289 \times 2 / 15, 819 \div 5\text{t/m})$

D (死荷重反力) : $28\text{t/m} (200 \times 2 / 15, 819 \div 25.3\text{t/m})$

B (天端幅) : $2000(\text{mm})$

B₁ (底版長) : 11400 鈎

B₂ (底版幅) : 8000 鈎

鈎 地盤の許容地耐力 30t/m^2 に対して数値表 05-PTI-46 より求めた。

H (高さ) : 11000

L (天端長) : 16000

A (斜角) : $L60$

(イ) く体構造図 05-PI-122 (H₁₁₀₀₀-L₁₆₀₀₀-B₍₂₀₀₀₎-B₁(11400)-B₂(8000)-R₍₄₀₎-D₍₂₈₎-A_(L60)-S42

(ロ) 座版構造図 05-RI-311 (H₁₁₀₀₀-L₁₆₀₀₀-B₍₂₀₀₀₎-B₁(11400)-B₂(8000)-R₍₄₀₎-D₍₂₈₎-A_(L60)-S42

(ハ) く体鉄筋表 05-PI-T29 (283)-S42

(ニ) 底版鉄筋表 05-PI-T065 (1274)-S42

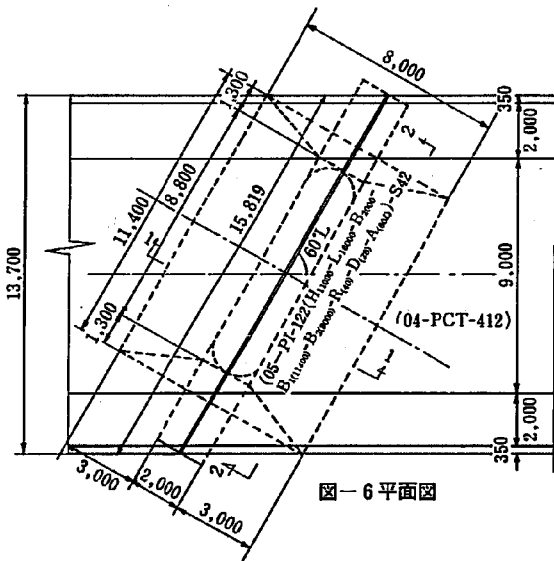


図-6 平面図

図-1.15 平面図

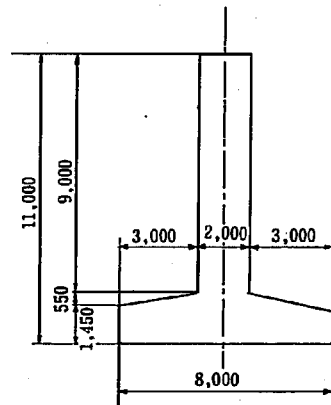


図-1.16 断面図

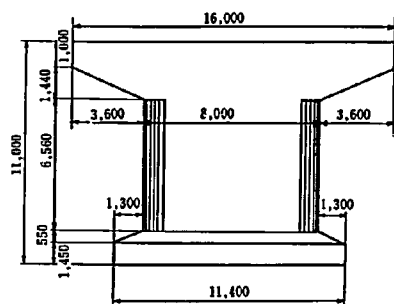


図-1.17 正面図

材料計算

05-PTI-048(H₁₁₀₀₀-L₁₆₀₀₀-B₂₀₀₀-B₁₍₁₁₄₀₀₀₎-B₂₍₈₀₀₀₎-R₍₄₀₎-D₍₂₈₎-A_(80L))
-S42

対称番号 1274

1. 鉄筋

く体.....9.132 t (く体鉄筋表 283)

圧接継手とする。

底版.....5.070 t (底版鉄筋表 1274)

14.202 t

2. コンクリート

338.267 m³

3. 型わく

227.712 m²

なお一般構造図は省略するが、橋台の適用例(1.14項)を参照して作成すればよい。

1.2.5 橋脚上部張り出し部の計算例

標準設計を適用するに当たって張り出し部が許容応用力を越えた場合の主鉄筋及びスターラップの計算の仕方を次に示す。

(1) 設計条件

(a) 高さ 11.000 m

(b) 天端長 14.000 m

(c) 天端幅 2.000 m

(d) 全荷重反力 40 t/m

(e) 死荷重反力 20 t/m

(f) 適用図面 05-PI-125(H₁₁₀₀₀-L₁₄₀₀₀-B₂₀₀₀-B₁₍₁₀₂₀₀₎-B₂₍₈₀₀₀₎-R₍₄₀₎-D₍₂₈₎
-A₍₈₀₎)-S42

上部工よりの許容荷重 = 40 t/m × 14 m = 560 t

張り出し部の許容荷重 = 40 t/m × 2.9 m = 116 t

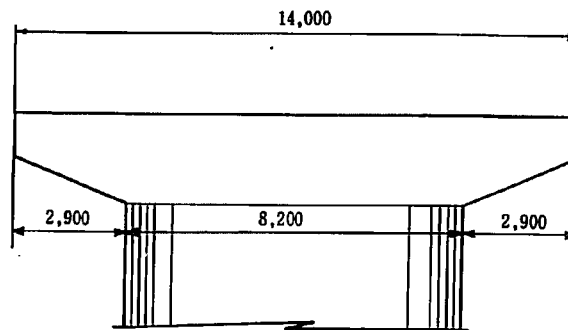


図-1.18

(2) 張り出し部仮定荷重

全荷重 = $540\text{ t} < 560\text{ t}$

張り出し部集中荷重 = $270\text{ t} > 116\text{ t}$

と仮定する。

(3) 計算方法

(a) 安定計算

全荷重が許容荷重内であるので計算不要 ($540\text{ t} < 560\text{ t}$)

(b) 断面計算

(i) 底版、及び柱の計算は全荷重が許容荷重内であるので標準設計図の通りで良い。

(ii) 張り出し部分

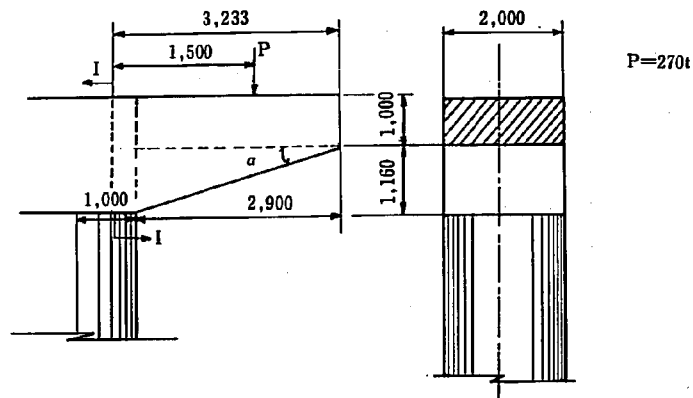


図-1.19

(1) 主鉄筋の計算

$$M_p = 270 \times 1,500 = 405.000 \text{ t.m (集中荷重)}$$

$$M_u = 40 \times 3,233^2 \times \frac{1}{2} = 209.046 \text{ t.m (等分布荷重)}$$

M_u が標準設計の配筋に対する曲げモーメントを示し $M_p > M_u$ であるから検討を行なう。

(集中荷重でも $M_p < M_u$ の場合は計算を省略出来る)

1. 曲げモーメント

$$\begin{aligned} \text{死荷重 } M_d &= (2.9^2 \times \frac{1}{2} \times 1.0 \times 2.5 + 1.16 \times 2.9^2 \times \frac{1}{6} \times 2.5 + 0.333^2 \times 2.16 \times \frac{1}{2} \\ &\quad \times 2.5) \times 2.0 = (10.513 + 4.065 + 0.599) \times 2.0 = 30.354 \text{ t.m} \end{aligned}$$

合計曲げモーメント

$$M = M_p + M_d = 405.000 + 30.354 = 435.354 \text{ t.m}$$

2. 断面計算

$$M = 435.354 \text{ t.m}$$

$$b = 200 \text{ cm} \quad d' = 17 \text{ cm} \quad h = 216 \text{ cm} \quad d = 199 \text{ cm}$$

$$A_s = D29 \times 26 \text{ 本} = 167.024 \text{ cm}^2$$

$$P = \frac{A_s}{bd} = \frac{167.024}{200 \times 199} = 0.0042$$

$$\frac{M}{bd^2} = \frac{435.354 \times 10^5}{200 \times 199^2} = 5.50$$

柴田直光著のノモグラムにより

$$\frac{1}{L_c} = 7.49 \quad \frac{1}{L_s} = 2.63$$

$$\sigma_c = \frac{M}{bd^2} \cdot \frac{1}{L_c} = 5.5 \times 7.49 = 41.2 \text{ Kg/cm}^2 < 70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = \frac{M}{bd^2} \cdot \frac{1}{L_s} = 5.5 \times 2.63 = 14.47 \text{ Kg/cm}^2 < 16.00 \text{ Kg/cm}^2$$

故に標準設計図面中㊸の鉄筋を現在の1.0本から2.6本とし、鉄筋間隔を125mmとして二段に配筋する。

3. セン断応力度の計算(Ⅰ～Ⅰ断面)

$$\text{自重} = 2.5 \times 2.0 \times (1.0 \times 2.9 + 1.16 \times 2.9 + \frac{1}{2} + 0.333 \times 2.16) = 26.506 \text{ t}$$

$$\therefore \text{合計セン断 } S = 26.506 + 0.270 = 26.776 \text{ t}$$

Ⅰ～Ⅰ断面における中立軸の位置は

$$x = \frac{nAs}{b} \times \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{nAs}} \right) = \frac{15 \times 167.024}{200} \times \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 200 \times 199}{15 \times 167.042}} \right) \\ = 12.527 \times 4.724 = 59.177 \text{ cm}$$

部材の有効高さが変化する場合はコンクリート標準示方書 118条により次式でせん断力度を求める。

$$r = \frac{S}{b_0 Z}$$

ただし S : せん断力

b_0 : 有効幅

$$Z : d - \frac{x}{3}$$

$$b_0 = 200$$

$$z = 199 - \frac{59.177}{3} = 179.274 \text{ cm}$$

$$r = \frac{296.506 \times 10^3}{200 \times 179.274} \approx 7.5 \text{ Kg/cm}^2 > 6.0 \text{ Kg/cm}^2$$

故にせん断力に対してはスターラップ及び折り曲げ鉄筋で持たせるものとする。

したがって、折り曲げ筋 (ⒶD 29-2 本) は標準設計通りとし、不足分はスターラップで補強する。

コンクリート標準示方書、第119条により次式で計算する。

部材軸に直角なスターラップ

$$A_v = \frac{S_v \cdot s}{\sigma_{sv} \cdot j \cdot d} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

折り曲げ鉄筋

$$A_s = \frac{S_s \cdot s}{\sigma_{ss} \cdot j \cdot d \cdot (\sin \theta + \cos \theta)} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

ただし A_v : 区間 S におけるスターラップの総断面積

A_s : 区間 S における折り曲げ鉄筋の総断面積

S_v : スターラップがうけるせん断力

S_s : 折り曲げ鉄筋がうけるせん断力

$S_v + S_s = S$: 全せん断力

s : スターラップまたは折り曲げ鉄筋の部材軸方向の間隔

θ : 折り曲げ鉄筋が部材軸方向となす角

②式を変形して

$$S_s = \frac{A_s \cdot \sigma_{ss} \cdot j \cdot b \cdot (\sin \theta + \cos \theta)}{S} = \frac{12.848 \times 1.600 \times 179.274 + \sqrt{2}}{135} \approx 38.6 \text{ t}$$

$$A_s : D29 - 2 \text{ 本} = 12.848 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{ss} = 1,600 \text{ kg/cm}^2$$

$$j \cdot d = Z = 179.274 \text{ cm}$$

$$\theta = 45^\circ \text{ とする}$$

$$S = 135 \text{ cm}$$

スターラップで持たせるせん断力 (S_v)

$$S_v = \Sigma S - S_s = 296.506 - 38.6 = 257.906 \text{ t}$$

必要スターラップ (A_v) は①式より

$$A_v = \frac{S_v \cdot S}{\sigma_{ss} \cdot j \cdot d} = \frac{257.906 \times 10^3 \times 25}{1,600 \times 179.274} \approx 22.5 \text{ cm}^2$$

スターラップについては断面方向に現在㊸ D16-4 本であるが $A_v = 22.5 \text{ cm}^2$ 以上入れるためには D29mm を必要とする。しかし応力の分布等からピッチを小さくして小さい鉄筋を使用した方が望ましいので D22mm -6 本の断面方向に使用する。したがって㊸および㊹の鉄筋は荷重の載荷点下まで配筋しなければならない。なおピッチは標準設計図と同じでよい。

以上の結果を図示すれば次のようになる。

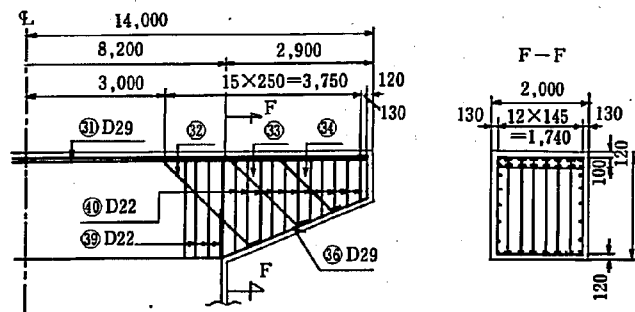


図-1.20

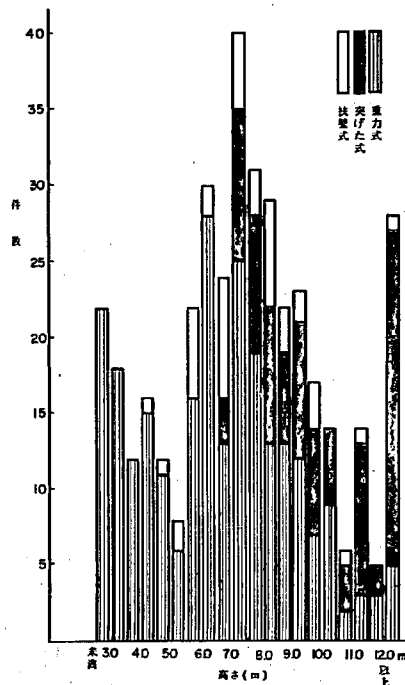
2. 自動設計プログラムについて

2.1 橋 台

2.1.1 設計条件

(1) 頻度調査

各地建の資料を基に調査した結果を示す。



図一 2.1 橋台高さ調査図

(2) 上部構造物よりの反力

- (a) 全荷重反力 (R) 10, 20, 30 (t/m)
- (b) 死荷重反力 (Re) $0.3 \times R$, $0.5 \times R$, $0.7 \times R$ (t/m)
- (c) 水 平 力 (F) $2 \times R \cdot \times Kh$ ($Kh = 0.2$)

以上を組合せると次のように 9 種類とする。

R (t/m)	10			20			30		
R _e (t/m)	3	5	7	6	10	14	9	15	21
F (t/m)	1.2	2.0	2.8	2.4	4.0	5.6	3.6	6.0	8.4

(3) 上部工との接合

上部工との接合は、可動、固定いずれでもよい。したがって上部工からの荷重に合わせて選定すること。

(4) 基礎型式

基礎型式はフーチングによる直接基礎としているが、くい基礎等で設計できるように、諸数値（地盤反力、水平力、軸力、偏心量、モーメント等）を表示してある。

(5) 設計震度

水平震度 $K_h = 0.2$, 垂直震度 $K_v = K_h / 2 = 0.1$ で設計した $K_h = 0.25$ については、標準設計に準備中で近く発刊する予定である。

(6) 裏込め土

土の内部摩擦角 $\phi = 30^\circ$, 土の単位重量は 1.8 t/m^3 とする。裏込め土の粘着力を無視した場合と、必要に応じた場合との諸数値を求めた。したがって粘着力を考慮する場合には、この時の粘着力に見合った、“よい土”を橋台背面の土と、いれかえをする必要がある。これが不可能な時には、この標準設計図は使用できない。

(7) 安定計算

(a) 転倒に対する安定

荷重の合力の作用点が基礎外縁端から測って、常時においては $\frac{1}{3}$, 地震時には $\frac{1}{6}$ の点より内側にあること。

(b) 滑動に対する安定

摩擦抵抗係数を 0.6 とし、滑動に対する安全率は常時においては 1.5, 地震時には 1.2 以上とする。

滑動抵抗 S は $S = N \tan \frac{2}{3} \phi + B \cdot C$ であるので、摩擦抵抗係数 0.6 にするには、粘着力 (C) を期待する。そのためには、橋台背面土の粘着力を考慮するか、前面受動土圧を考えなければならない。これらに必要な数値については杭基礎および粘着力を考慮する場合の設計資料 (VI 8~VI 137) に表示してある。

(c) 地盤支持力に対する安定

地盤反力の計算は次の式による。

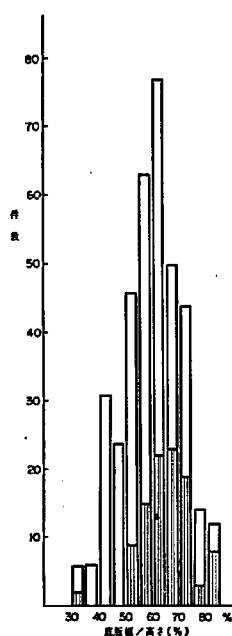


図-2.2 底版幅と橋台高さの割合

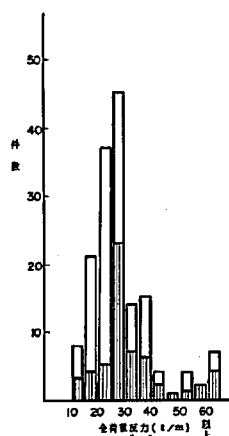


図-2.3 上部構造よりの全荷重反力図

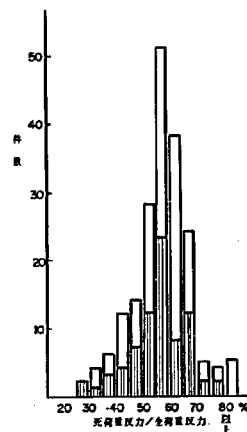


図-2.4 死荷重反力と全荷重反力の割合

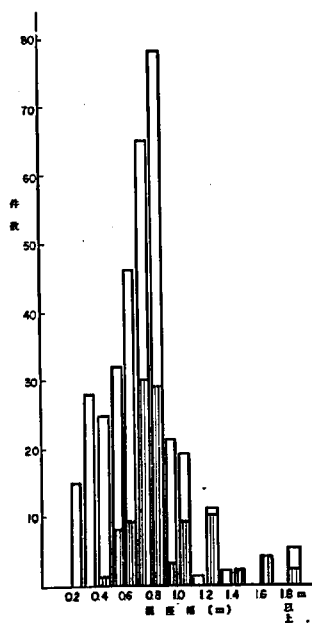


図-2.5 橋座幅頻度図

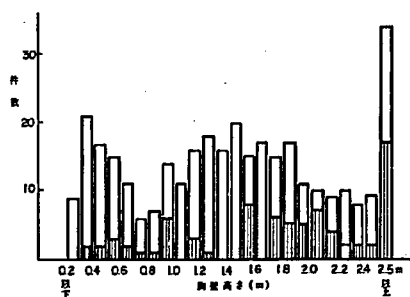


図-2.6 胸壁高頻度図

(Ⅰ) 地盤反力が台形分布の場合

$$q = \frac{N}{L \cdot B} \pm \frac{6M}{L \cdot B^2}$$

(Ⅱ) 地盤反力が三角形分布すなわち引張を許さない場合

$$q = \frac{2 \cdot N}{3 \cdot L \left(\frac{B}{2} - d \right)}$$

ただし

N : 基礎底面位置での作用鉛直荷重

L : 奥行 L m あたり

B : 底版幅

M : 基礎底面の中心での作用モーメント

$$(M = N \cdot e)$$

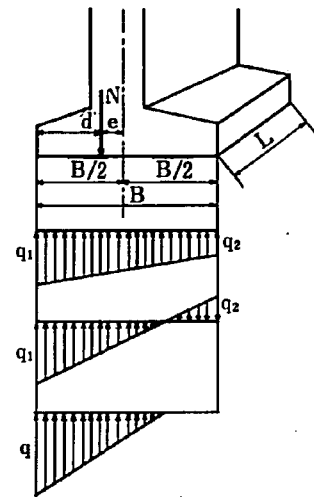


図-2.7

(8) 単位重量

土 1,800 kg/m³

無筋コンクリート 2,350 kg/m³

鉄筋コンクリート 2,500 kg/m³

(9) 許容応力

表-2.1

許容応力 (kg/cm²)		$\sigma_{1.1}$	$\sigma_{2.1}$	$\sigma_{3.1}$	$\sigma_{4.1}$	$\tau_{0.1}$
種 別		許容引張り応力	許容圧縮応力	許容せん断応力	許容支圧応力	許容付着応力
コンクリート	無 筋		40	5	60	
	鉄 筋		70	7	≤ 85	
鉄 筋	SD30	1,600				16
	SR25	1,400				18

地震計の許容応力は50%の割増しを行なった。重力式においては躯体に1kg/cm²の引張を許した。

(10) 土 圧

(a) 常時土圧

躯体に働く土圧はクーロンの土圧公式で計算した。

(a) 砂質土

$$P_a = W \cdot C_A \cdot x + C_A \cdot q$$

$$P_p = W \cdot C_p \cdot x + C_p \cdot q$$

(a) 粘性土

$$P_a = W \cdot C_A \cdot x - 2 \cdot C \cdot \sqrt{C_A} + C_A \cdot q$$

$$P_p = W \cdot C_p \cdot x + 2 \cdot C \cdot \sqrt{C_p} + C_p \cdot q$$

(b) 地震時土圧

物部・岡部法にて

$$P_a = (1 - K_v) \cdot W \cdot x \cdot C_{Ae}$$

$$P_p = (1 - K_v) \cdot W \cdot x \cdot C_{pe}$$

(c) 静止土圧

$$P_a = W \cdot C_s \cdot x + C_s \cdot q$$

ただし

W : 土の単位体積重量 (1.8 t/m³)

P_a : 深さ x (m) における主働土圧強度 (t/m²)

P_p : 深さ x (x) における受働土圧強度 (t/m²)

C_A : 平時主働土圧係数 (クーロン)

C_p : 平時受働土圧係数 (クーロン)

C_s : 静止土圧係数

x : 土圧 P_a, P_p が壁面に作用する深さ (m)

C : 土の粘着力 (t/m²)

q : 常時における過載荷重 (t/m²)

C_{Ae} : 地震時主働土圧係数 (クーロン)

C_{pe} : 地震時受働土圧係数 (クーロン)

φ : 土の内部摩擦角 (°)

α : 地表面と水平面のなす角 (°)

θ : 壁背面と鉛直面のなす角 (°)

δ : 壁背面と土の間の壁面摩擦角 (°)

θ₀ : 地震時における傾斜角 (°)

$$\theta_0 = \tan^{-1} \frac{K_h}{1 - K_v}$$

K_h : 設計水平震度

K_v : 設計鉛直震度

$$K_v = \frac{K_h}{2}$$

(d) 砂質土における土圧係数

$$C_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

$$C_P = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \cdot \sin(\phi + \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

ただし $\phi \pm \alpha < 0$ のときは $\sin(\phi - \alpha) = 0$ とする

$$C_{A_0} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 - \theta)}{\cos\theta_0 \cos^2\theta \cos(\theta + \theta_0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin\phi \cdot \sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta + \theta_0) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

$$C_{P_0} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 + \theta)}{\cos\theta_0 \cos^2\theta \cos(\theta - \theta_0) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin\phi \cdot \sin(\phi + \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta - \theta_0) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

ただし $\phi \pm \alpha - \theta_0 < 0$ のときは $\sin(\phi \pm \alpha - \theta_0) = 0$ とする。

(iii) 過載荷重

橋台背面が水平の場合、土に換算して 7.5 cm の過載荷重を考えた。T-L20 に相当する活荷重で 1.35 t/m² の垂直力を考慮した

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

衝撃を 3.0% 見込むと

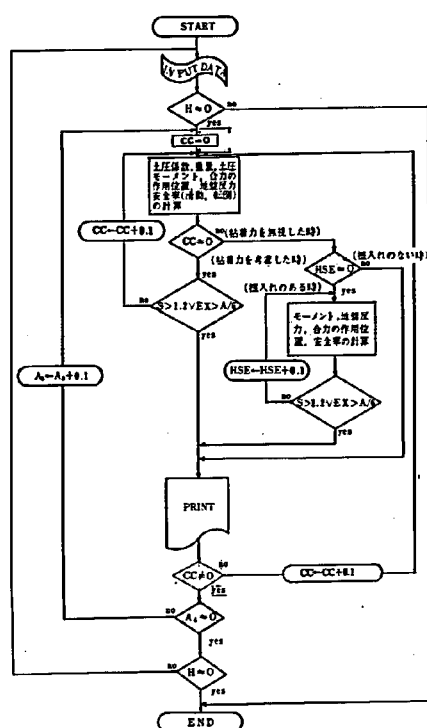
$$1.04 \times (1 + 0.3) \approx 1.35 \text{ t/m}^2$$

これを土に換算すと

$$\frac{1.35 \text{ t/m}^2}{1.8 \text{ t/m}^2} \approx 0.75 \text{ m}$$

2.1.2 重力式コンクリート橋台

(1) フローチャート



(2) 設計計算式

(a) 断面形状および設計に用いた記号

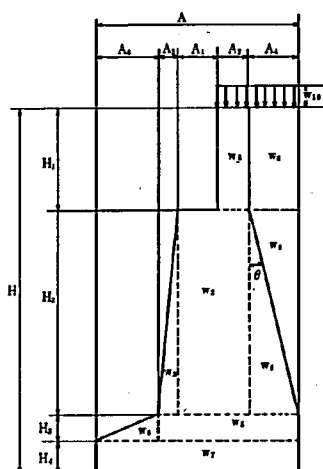


図-2.8

(b) 計算式

(i) 断面

断面形状をあたえる(高さ, 胸壁高さ, 橋座幅, 底版幅)

(ii) 土圧係数

土圧係数を求める式はクーロンの土圧公式を用いた

(1) 平時

$$C = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^3 \theta \left(1 + \frac{\sin \phi}{\cos \theta}\right)^2}$$

$$C_s = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^3 \theta \left(1 - \frac{\sin \phi}{\cos \theta}\right)^2}$$

(II) 地震時

$$C_e = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 - \theta)}{\cos \theta_0 \cdot \cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \theta_0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta_0)}{\cos(\theta + \theta_0) \cdot \cos \theta}}\right]^2}$$

$$C_{es} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 - \theta)}{\cos \theta_0 \cdot \cos^2 \theta \cdot \cos(\theta - \theta_0) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta_0)}{\cos(\theta - \theta_0) \cdot \cos \theta}}\right]^2}$$

(v) 単位重量

重力式は無筋としたが, 胸壁部では輪荷重の影響があるので胸壁部のみ有筋とし2,500 Kg/m², それ以外は無筋なので2,350 Kg/m²とした。

(vi) 重量の算定

$$W_1 = 2,500 \cdot A_2 \cdot H_1$$

$$W_2 = 2,350 \cdot A_5 \cdot H_2$$

$$W_3 = \frac{1}{2} \cdot 2,350 \cdot A_3 \cdot H_2$$

$$W_4 = \frac{1}{2} \cdot 2,350 \cdot A_4 \cdot H_2$$

$$W_5 = 2,350 \cdot (A_3 + A_4 + A_5) \cdot H_3$$

$$W_6 = \frac{1}{2} \cdot 2,350 \cdot A_6 \cdot H_3$$

$$W_7 = 2,350 \cdot A \cdot H_4$$

$$W_8 = 1,800 \cdot A_4 \cdot H_1$$

$$W_9 = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot A_4 \cdot H_2$$

$$W_{10} = 1,350 \cdot A_4$$

$$W = \sum_{i=0}^{10} W_i$$

$$W_0 = W - W_{10}$$

地震時の重量（過載荷重をのぞく）

(H) 力の作用点までの距離

$$y_0 = \frac{H}{3}$$

$$y = \frac{H}{3} \cdot \frac{H + 3 \times 0.75}{H + 2 \times 0.75}$$

（0.75：過載荷重を土に換算したときの高さm）

$$y_1 = H - \frac{H_1}{2}$$

$$y_2 = H_3 + H_4 + \frac{H_2}{2}$$

$$y_3 = H_3 + H_4 + \frac{H_2}{3}$$

$$y_4 = H_3 + H_4 + \frac{H_2}{2}$$

$$y_5 = H_4 + \frac{H_3}{2}$$

$$y_6 = H_4 + \frac{H_3}{3}$$

$$y_7 = \frac{H_4}{2}$$

$$y_8 = H - \frac{H_1}{2}$$

$$y_9 = H_3 + H_4 + 2 \cdot \frac{H_2}{3}$$

$$x_1 = A_1 + \frac{A_2}{2} + A_4 + A_6$$

$$x_2 = A_3 + \frac{A_5}{2} + A_6$$

$$x_3 = A_6 + 2 \cdot \frac{A_3}{3}$$

$$x_4 = A - 2 \cdot \frac{A_4}{3}$$

$$x_5 = A_6 + \frac{(A - A_6)}{2}$$

$$x_6 = 2 \cdot \frac{A_6}{3}$$

$$x_7 = \frac{A}{2}$$

$$x_8 = A - \frac{A_4}{2}$$

$$x_9 = A - \frac{A_4}{3}$$

$$x_{10} = A - \frac{A_4}{2}$$

$$x_v = A_3 + \frac{A_1}{2} + A_6 \text{ (上部工反力までの位置)}$$

(H) 土圧

$$P_0 = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot H^2 \cdot C_0 - 2 \cdot C_0 \cdot \sqrt{C_0} \cdot H \quad C_0 : \text{粘着力 (t/m}^2\text{)}$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot \{(H + 0.75)^2 - 0.75^2\} \cdot C_0 - 2 \cdot C_0 \cdot \sqrt{C_0} \cdot H$$

(H) モーメント

$$M_{H0} = K h \left\{ \sum_{i=1}^{10} W_i \cdot y_i + 2 \cdot R_0 \cdot (H - H_1) \right\}$$

$$M_v = \sum_{i=1}^{10} W_i \cdot x_i$$

$$M_{v_0} = \left(\frac{1-K_h}{2} \right) \cdot (M_v - W_{10} \cdot x_{10})$$

$$M_{r_0} = P \cdot y_0$$

$$M_r = P \cdot y$$

$$M_{r_0} = R \cdot x_v \left(\frac{1-K_h}{2} \right)$$

$$M_r = R \cdot x_v$$

$$W' = W + R$$

$$W'_0 = (W_0 + R_0) \cdot \left(\frac{1-K_h}{2} \right)$$

例 合力の作用位置

$$e_x = \frac{(M_v + M_r + M_{r_0})}{W'}$$

$$e_{x_0} = \frac{(M_{v_0} + M_{r_0} - M_{r_0} - M_{H_0})}{W'_0}$$

ここで $e_x \leq \frac{A}{3}$, $e_{x_0} \leq \frac{A}{6}$ のときは底版幅を 0.05m 増して最初から繰り返す

例 偏心距離

$$e = \frac{A}{2} - e_x$$

$$e_0 = \frac{A}{2} - e_{x_0}$$

例 地盤反力

$$q_{1_0} = \frac{W'_0}{A} \left(1 + \frac{6 \cdot e_0}{A} \right)$$

$$q_{2_0} = \frac{W'_0}{A} \left(1 - \frac{6 \cdot e_0}{A} \right)$$

$$q_1 = \frac{W'}{A} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{A} \right)$$

$$q_2 = \frac{W'}{A} \left(1 - \frac{6 \cdot e}{A} \right)$$

$$q_{3_0} = \frac{2W'_0}{3e_{x_0}}$$

例 安全率

転倒 (地震時)

$$T_0 = \frac{M_{v_0} + M_{r_0}}{M_{H_0} + M_{P_0}}$$

転倒 (平時)

$$T = \frac{(M_v + M_r)}{M_P}$$

滑動 (地震時)

$$S_0 = \frac{0.6 \cdot W'_0}{(P_0 + K_h \cdot W_0 + K_h \cdot 2 \cdot R_0)}$$

滑動（平時）

$$S = \frac{0.6 \cdot W'}{P}$$

（0.6：摩擦係数）

例 材料計算

型わく

$$K_A = 2 \cdot (H_1 + H_4) + H_3 + \sqrt{A_6^2 + H_3^2} + \sqrt{A_3^2 + H_2^2} + \sqrt{A_4^2 + H_2^2}$$

コンクリート

$$\text{con} = A_2 \cdot H_1 + (A_3 + A_4 + 2 \cdot A_5) \cdot \frac{H_2}{2} + A_6 + \frac{H_3}{2} + (A_3 + A_4 + A_5) \cdot H_3 + A \cdot H_4$$

例 くい設計に必要な諸数値

	平 時	地 震 時
水 平 力	P	$P_e + K_h \cdot W_e + 2 \cdot K_h \cdot R_e$
軸 力	W'	W'_e
モーメント	$W' \cdot e$	$W'_e \cdot e_e$

以上①粘着力、根入れとも無視したとき、②粘着力を見込んだとき、③根入れも見たときの3種類の計算を行なった。

2.1.3 突げた式鉄筋コンクリート橋台

(1) 一 般

(a) 前 壁

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計算を行なった。

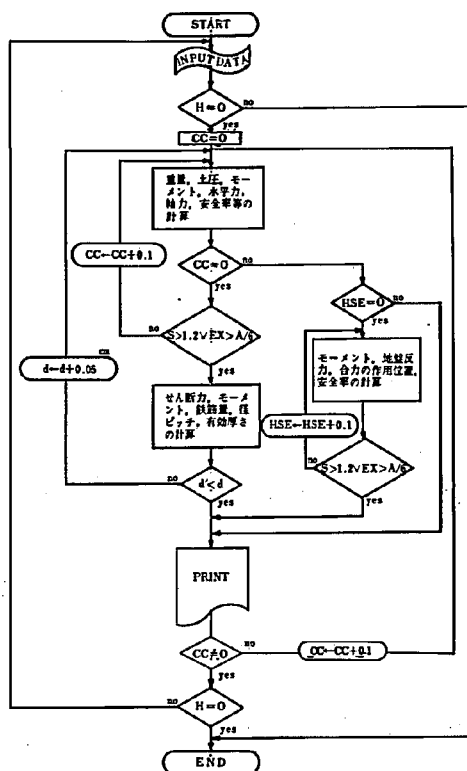
前壁について、鉛直壁はフーチングとの接合部を固定端とする片持ばりとして設計した。壁の下端の厚さはこの断面に働く軸力、曲げモーメントおよびせん断力から定まるが、鉛直壁にせん断力が抵抗するための腹鉄筋を用いるとコンクリート打設の妨げとなるので腹鉄筋を使用しないでよい厚さとする。曲げモーメントに対する主鉄筋量は壁の上方に行くに従って小さくなるので当然、その数を減らすのが普通であるが本設計では施工性を考慮して2段階にした。すなわち半分からは一本おきくらいの配置となった。また主鉄筋の下端は許容付着応力度で、鉄筋の全強を受けられるだけの長さをフーチング中に延し下面に沿って折り曲げ定着した。

(b) フーチング

フーチングは鉛直壁との接合部を固定端とする片持ばりとした鉛直壁と同様に設計する。前フーチングに働く外力は、上向きの地盤反力と版の自重を考慮し、フーチングの上の土の重量は無視した。

実際にはフーチングは地盤反力との関係もあるので厚さについては一律にした。

(2) フローチャート



(3) 設計計算式

(a) 断面形状および設計に用いた記号

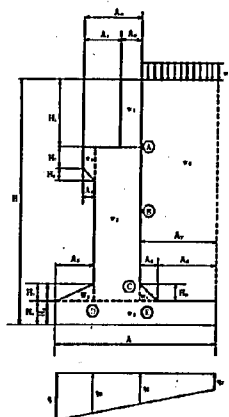


図-2.9

(b) 計算式

(i) 断面

断面形状を与える(高さ, 胸壁高さ, 底板幅)

(ii) 土圧係数

クーロンの土圧公式より

(1) 平時

$$C = 0.3333$$

$$C_s = 3.0000$$

(2) 地震時

$$C_e = 0.5541$$

$$C_{e_s} = 2.4493$$

(3) 単位重量

単位重量は鉄筋コンクリートなので $2,500 \text{ kg/m}^3$ とした

(4) 重量の算定

$$W_1 = 2,500 \cdot A_2 \cdot H_1$$

$$W_2 = 2,500 \cdot (A_4 - A_8) \cdot (H_2 + H_3)$$

$$W_3 = \frac{1}{2} \cdot 2,500 \cdot A_3 \cdot H_3$$

$$W_4 = \frac{1}{2} \cdot 2,500 \cdot A_5 \cdot H_5$$

$$W_5 = 2,500 \cdot A \cdot H_4$$

$$W_6 = 1,800 \cdot (H - H_4 - H_5) \cdot (A_7 - A_e)$$

$$W_7 = 1,350 \cdot (A_7 - A_e)$$

$$W_8 = \frac{1}{2} \cdot 2,500 \cdot A_s \cdot (2 \cdot H_7 + H_8)$$

$$W_9 = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot (H - H_4 - H_5) \cdot A_e$$

$$W_{10} = 1,800 \cdot H_5 \cdot (A_7 - A_5 - A_e)$$

$$W_{11} = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot H_5 \cdot A_s$$

$$W = \sum_{i=1}^{11} W_i$$

$$W' = W + R$$

$$W_e = W - W_7$$

$$W'_e = (W_e + R_e) \cdot (1 - K_v)$$

(5) 力の作用位置

$$Y = \frac{H}{3} \cdot \frac{H + 3 \times 0.75}{H + 2 \times 0.75}$$

$$Y_e = \frac{H}{3}$$

$$Y_1 = H - \frac{H_1}{2}$$

$$Y_2 = H_4 + \frac{H_2 + H_3}{2}$$

$$Y_3 = H_4 + \frac{H_3}{2}$$

$$Y_4 = H_4 + \frac{H_5}{3}$$

$$Y_5 = \frac{H_4}{2}$$

$$Y_6 = H - \frac{H - H_4 - H_5}{2}$$

$$Y_7 = 0$$

$$Y_8 = H - H_1 - \frac{(H_7 - H_8)^2 + (H_7 + H_8) \cdot H_7 + H_7^2}{3 \cdot (2 \cdot H_7 + H_8)}$$

$$Y_9 = H - \frac{H - H_4 - H_5}{3}$$

$$Y_{10} = H_4 - \frac{H_5}{2}$$

$$Y_{11} = H_4 + \frac{2 \cdot H_5}{3}$$

$$X_7 = A_3 + \frac{A_1}{2} - A_8$$

$$X_1 = A_1 + A_3 + \frac{A_2}{2} - A_8$$

$$X_2 = A_3 + \frac{A_4 - A_8}{2}$$

$$X_3 = \frac{2 \cdot A_3}{3}$$

$$X_4 = A_3 + A_5 + A_4 - A_8 + \frac{2 \cdot A_5}{3}$$

$$X_5 = \frac{A}{2}$$

$$X_6 = A - \frac{A_7 - A_5}{2}$$

$$X_7 = A - \frac{A_7 + A_5}{2}$$

$$X_8 = \frac{A_8}{3} \cdot \frac{3 \cdot H_7 + H_8}{2 \cdot H_7 + H_8}$$

$$X_9 = A - A_7 - \frac{2 \cdot A_8}{3}$$

$$X_{10} = A - \frac{A_7 - A_5 - A_8}{2}$$

$$X_{11} = A - (A_7 - A_5 - A_8) - \frac{A_5}{3}$$

(イ) 土圧

$$P_s = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot H^2 \cdot C_s - 2 \cdot C_c \cdot \sqrt{C_s} \cdot H$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot (H + 0.75)^2 - 0.75^2 \cdot C - 2 \cdot C_c \cdot \sqrt{C} \cdot H$$

ここで C_c は土の粘着力を示す (t/m^2)

(ロ) モーメント

$$M_v = \sum_{i=1}^{11} W_i \cdot X_i \cdot P \cdot A$$

$$M_{v_s} = \left(1 - \frac{K_h}{2}\right) \cdot (M_v - M_7 \cdot X_7)$$

$$M_P = P \cdot Y$$

$$M_{P_s} = P_s \cdot Y_s$$

$$M_R = R \cdot X_v$$

$$M_{R_s} = \left(1 - \frac{K_H}{2}\right) \cdot R_s \cdot X_v$$

(ハ) 合力の作用位置

$$e_{X_s} = \frac{M_{v_s} + M_{R_s} - M_{P_s} - M_P}{W'_s}$$

$$e_X = \frac{M_v + M_R - M_P}{W'}$$

(ニ) 偏心距離

$$e = \frac{A}{2} - e_s$$

$$e_s = \frac{A}{2} - e_{s_s}$$

(ホ) 地盤反力

$$q_{1_s} = \frac{W'_s}{A} \left(1 + \frac{6 \cdot e_s}{A}\right)$$

$$q_{2_s} = \frac{W'_s}{A} \left(1 - \frac{6 \cdot e_s}{A}\right)$$

$$q_1 = \frac{W'}{A} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{A}\right)$$

$$q_2 = \frac{W'}{A} \left(1 - \frac{6 \cdot e}{A} \right)$$

$$q_3 = \frac{2}{3} \cdot \frac{W'_e}{ex_e}$$

(4) 安全率

転倒

$$T_e = \frac{M_{Ve} + M_{Re}}{M_{Ne} + M_{Pe}}$$

$$T = \frac{M_v + M_R}{M_P}$$

滑動

$$S_e = \frac{0.6 \cdot W'_e}{P_e + K_h \cdot W_e + 2 \cdot K_h \cdot R_e}$$

$$S = 0.6 \cdot \frac{W'}{P}$$

(5) 材料計算

型わく

$$K_A = H - H_3 - H_8 + \sqrt{A_8^2 + H_8^2} + H_4 + \sqrt{A_5^2 + H_5^2} + \sqrt{(H - H_4 - H_5)^2 + A_c^2} + \sqrt{A_3^2 + H_3^2}$$

コンクリート

$$\begin{aligned} \text{con} = & A_2 \cdot H_1 + (A_4 - A_8) \cdot (H_2 + H_3) + \frac{A_3 \cdot H_3}{2} + \frac{A_5 \cdot H_5}{2} + A \cdot H_4 + (H - H_4 - H_5) \cdot \\ & \frac{A_c}{2} + (2 \cdot H_7 - H_8) \cdot \frac{A_8}{2} + A_c \cdot H_5 \end{aligned}$$

(6) くい設計に必要な諸数値

	平 時	地 震 時
水 平 力	P	$P_e + K_h \times W_e + 2 \times K_h \times R_e$
軸 力	W	W'_e
モーメント	$W' \cdot e$	$W'_e \cdot e_e$

(7) 各点のせん断力

$$S_A = \frac{1}{2} 1,800 \cdot C \{ (Y_A + 0.75)^2 - 0.75^2 \}$$

$$S_B = \frac{1}{2} 1,800 \cdot C \{ (Y_B + 0.75)^2 - 0.75^2 \}$$

$$S_C = \frac{1}{2} 1,800 \cdot C \{ (Y_C + 0.75)^2 - 0.75^2 \}$$

$$S_D = -2,500 \cdot (H_4 + H_8) \cdot \frac{A_3}{2} + (q_1 + q_4) \cdot \frac{A_3}{2}$$

$$S_E = W_4 + W_6 + W_7 + W_8 + W_9 - W_{10} + W_{11} + 2,500 \cdot A_7 \cdot H_4 - (q_E + q_2) \cdot \frac{A_7}{2}$$

$$S_{AE} = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot Y_1^2 \cdot C_e + Kh \cdot (W_1 + \frac{1}{2} \cdot 2,500 \cdot A_1 \cdot H_1)$$

$$S_{BE} = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot Y_1^2 \cdot C_e + Kh \cdot 2 \cdot R_e + Kh \cdot (W_1 + \frac{W_2}{2} + \frac{1}{2} \cdot 2,500 \cdot A_1 \cdot Y_1)$$

$$S_{CE} = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot Y_1^2 \cdot C_e + Kh \cdot 2 \cdot R_e + Kh \cdot (W_1 + W_2 + W_3)$$

$$S_{DE} = - (2,500 \cdot (H_4 + H_6) \cdot \frac{A_3}{2}) \cdot (1 - K_V) + (q_3 + Q_4) \cdot \frac{A_3}{2}$$

$$S_{EE} = (W_4 + W_4 + W_6 + W_9 + W_{10} + W_{11} + 2,500 \cdot A_7 \cdot H_4) \cdot (1 - K_V)$$

各点のモーメント

$$M_A = S_A \cdot Y_1 \cdot \frac{Y_1 + 3 \cdot 0.75}{3} \cdot (Y_1 + 2 \cdot 0.75)$$

$$M_B = S_B \cdot Y_1 \cdot \frac{Y_1 + 3 \cdot 0.75}{3} \cdot (Y_1 + 2 \cdot 0.75)$$

$$M_C = S_C \cdot Y_C \cdot \frac{Y_C + 3 \cdot 0.75}{3} \cdot (Y_C + 2 \cdot 0.75)$$

$$M_D = -W_3 \cdot \frac{A_3}{3} - 2,500 \cdot H_4 \cdot \frac{A_3^2}{2} + (q_1 + q_D) \cdot A_3 \cdot (2q_1 + q_D) \cdot \frac{A_3}{6} \cdot (q_1 + q_D)$$

$$M_E = W_4 \cdot \frac{A_5}{3} + \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot A_7^2 \cdot (H - H_4) + 1,350 \cdot \frac{A_7^2}{2} - (q_E - q_1) \cdot A_7 \cdot$$

$$(2 \cdot q_E + q_2) \cdot \frac{A_7}{6 \cdot (q_E + q_2)}$$

$$M_{AE} = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot C_e \cdot Y_1^2 \cdot \frac{Y_1}{3} + Kh \cdot (W_1 + \frac{H_1}{2} + \frac{1}{2} \cdot 2,500 \cdot A_1 \cdot \frac{H_1^2}{3})$$

$$M_{BE} = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot C_e \cdot Y_1 \cdot \frac{Y_1}{3} + Kh \cdot 2 \cdot R_e \cdot (Y_1 - Y_1) + Kh \cdot (W_1 \cdot \frac{(H_1 + H_2 + H_3)}{2} + W_2 \cdot \frac{(H_2 + H_3)}{8})$$

$$M_{CE} = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot C_e \cdot Y_1^2 \cdot \frac{Y_1}{3} + Kh \cdot 2 \cdot R_e \cdot (Y_1 - Y_1) + Kh \cdot (W_1 \cdot \frac{(H_2 + H_3 + H_1)}{2} + W_2 \cdot \frac{(H_2 + H_3)}{2})$$

$$M_{DE} = -W_3 \cdot \frac{A_3}{3} + 2,500 \cdot H_4 \cdot \frac{A_3^2}{2} + (q_3 + q_D) \cdot A_3 \cdot (2 \cdot q_3 + q_D) \cdot \frac{A_3}{6} \cdot (q_3 + q_D)$$

$$M_{EE} = W_4 \cdot \frac{A_5}{3} + W_6 \cdot (A_e + \frac{(A_7 - A_e)}{2}) + W_9 \cdot 2 \cdot \frac{A_e}{3} + W_{10} \cdot (A_7 - \frac{(A_7 - A_5 - A_e)}{2}) +$$

$$W_{11} \cdot (A_c + 2 \cdot \frac{A_s}{3}) + 1,350 \cdot \frac{A_1}{2}$$

(例) 有効厚を求める

$$S = \frac{n}{n + \frac{\sigma_s}{\sigma_c}} \quad C_s = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{\sigma_s}{\sigma_c}}{S \cdot (1 - \frac{S}{3})}}$$

$$d = C_s \sqrt{\frac{M}{\sigma_s}} \quad D_s = C_s \sqrt{\frac{M_s}{\sigma_{s,s}}}$$

D , D_s のほうが有効厚 d となる

(例) 単鉄筋く形断面の応力度及び鉄筋量の計算

$$A_s = \frac{M}{\sigma_s \cdot \left[1 - \frac{n}{(n + \frac{\sigma_s}{\sigma_c}) \cdot 3} \right] \cdot d} : (\text{平時必要鉄筋量})$$

$$A_{s,s} = \frac{M_s}{\sigma_{s,s} \cdot \left[1 - \frac{n}{(n + \frac{\sigma_{s,s}}{\sigma_{c,s}}) \cdot 3} \right] \cdot d} : (\text{地震時必要鉄筋量})$$

A_s 又は $A_{s,s}$ の大きい方を、必要鉄筋量として使用鉄筋量を $A_{s,N}$ (ピッチ, 径により決定) とすると応力度は次式による。

$$x = \frac{n \cdot A_{s,N}}{B} \cdot \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2B \cdot d}{n \cdot A_{s,N}}} \right]$$

$$J = d - \frac{x}{3}$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_{s,N} \cdot J}$$

$$\sigma_{s,s} = \frac{M_s}{A_{s,N} \cdot J}$$

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot M}{x \cdot J \cdot B}$$

$$\sigma_{c,s} = \frac{2 \cdot M_s}{x \cdot J \cdot B}$$

$$\tau = \frac{S}{B \cdot J \cdot d}$$

$$\tau_s = \frac{S_s}{B \cdot J \cdot d}$$

(平 時)

(地震時)

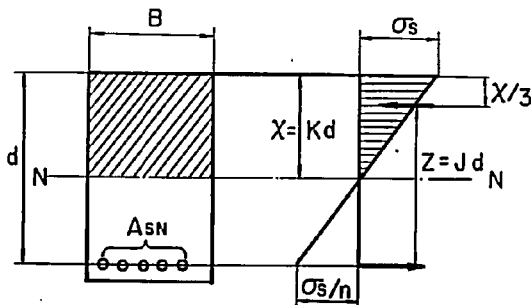
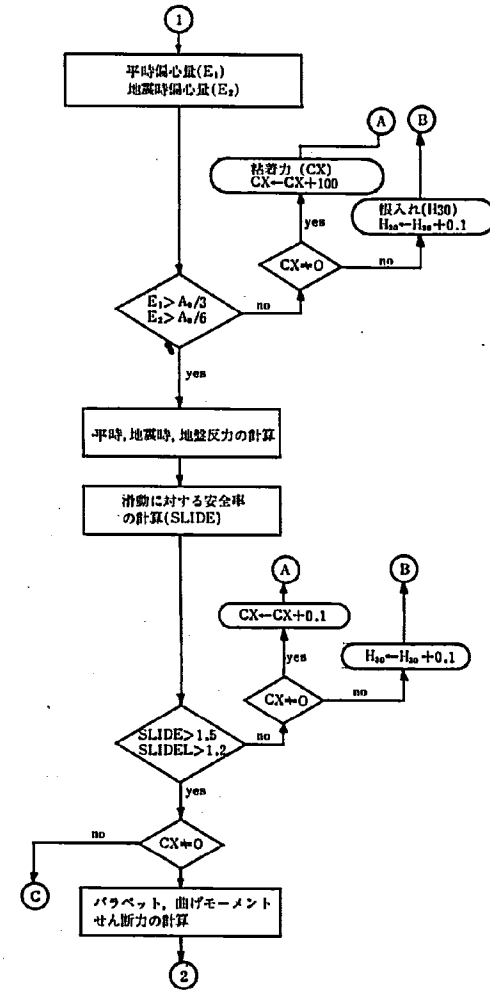
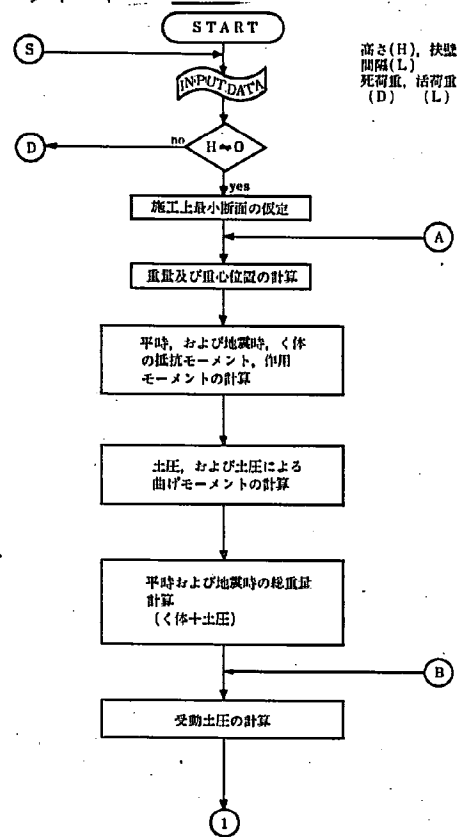
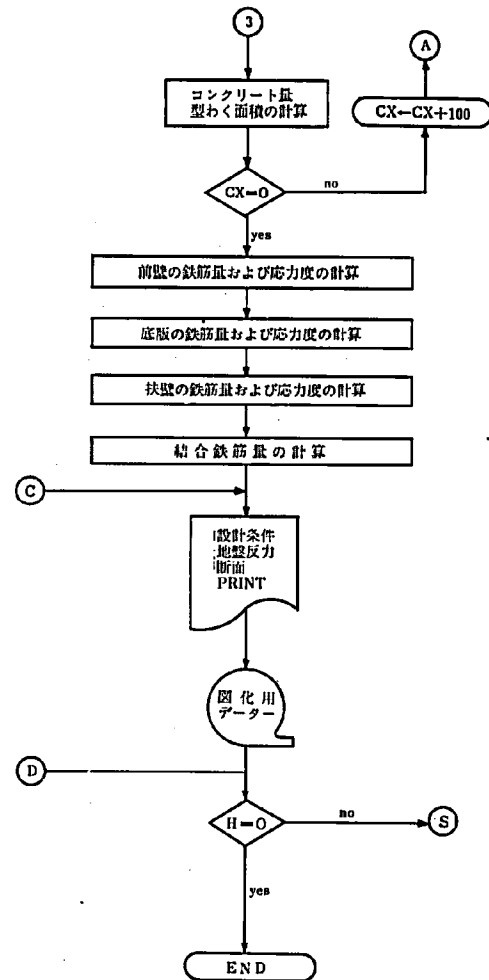
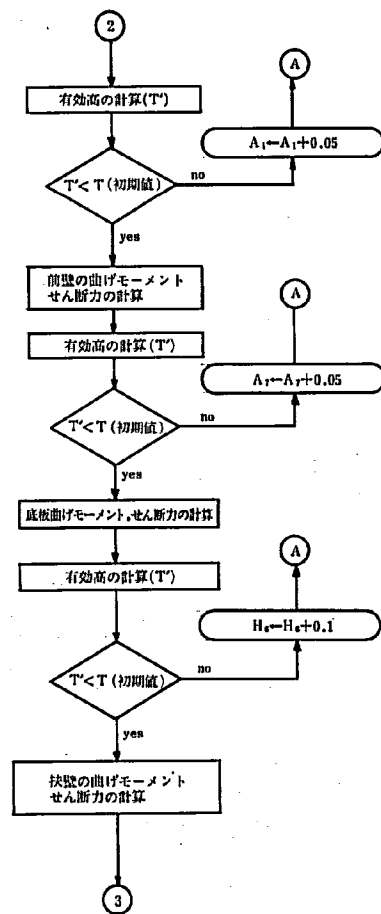


図-2.10

2.1.4 扶壁式鉄筋コンクリート橋台

(1) フローチャート





(2) 設計計算式

(a) 断面形状および設計に用いた記号

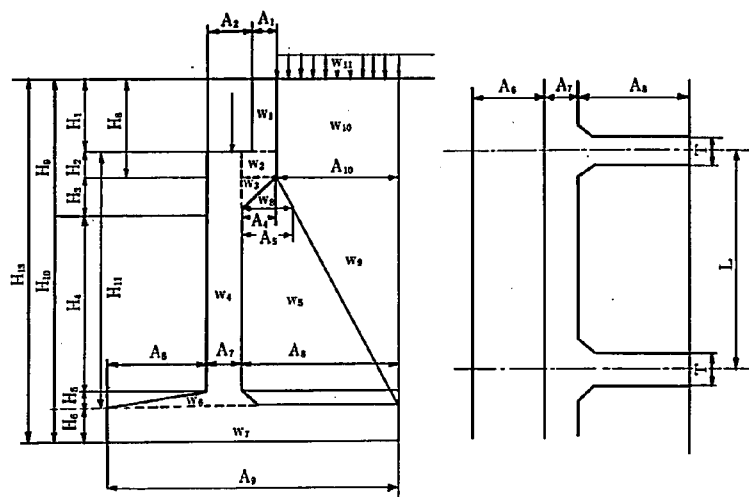


図-2.11

- イ) 高 さ $(H_{13}) = 5\text{m} \sim 8\text{m}$ (1 mブッチ)
- ロ) 胸壁高 $(H_1) = 0.5\text{m}, 1.5\text{m}, 2.5\text{m}$
- ハ) 橋座幅 $(A_2) = 0.8\text{m}, 1.2\text{m}$
- ニ) 扶壁間隔 $(L) = 2.25, 2.5, 2.7, 2.9, 3.1, 3.3, 3.5\text{m}$

(b) 計 算 式

イ) 自重及び背面土砂の重量計算

扶壁間隔当り (Lm)

$$W_1 = A_1 \cdot H_1 \cdot L \cdot 2500$$

$$W_2 = A_4 \cdot H_2 \cdot L \cdot 2500$$

$$W_3 = A_4 \cdot H_3 \cdot L \cdot 1250$$

$$W_4 = A_7 \cdot H_{11} \cdot L \cdot 2500$$

$$W_5 = (A_5 + A_8) \cdot H_{10} \cdot T \cdot 1250$$

$$W_6 = A_6 \cdot H_5 \cdot L \cdot 1250$$

$$W_7 = A_9 \cdot H_6 \cdot L \cdot 2500$$

$$W_8 = A_5 \cdot H_3 \cdot T \cdot 1250$$

$$W_9 = A_8 \cdot (H_{10} + H_3) \cdot L - \frac{(W_5 - W_8)}{2500} - \frac{A_4 \cdot H_3 \cdot L}{2} \cdot 1800$$

$$W_{10} = A_{10} \cdot H_g \cdot L \cdot 1800$$

$$W_{11} = A_{10} \cdot 0.75 \cdot L \cdot 1800$$

平時総重量

$$W_{12} = \sum_{i=1}^{11} W_i + R \quad R: \text{活荷重} + \text{死荷重 (扶壁間隔当り)}$$

地震時総重量

$$W_{13} = \left(\sum_{i=1}^{11} W_i + R_E \right) (1 - K_v) \quad R_E: \text{死荷重 (扶壁間隔当り)}$$

㌸ 底版前面より各部重心までの距離

$$A_{19} = A_6 + A_7$$

$$X_1 = A_{19} + A_3 + \frac{A_1}{2}$$

$$X_2 = A_{19} + \frac{A_4}{3}$$

$$X_3 = A_{19} + \frac{A_4}{3}$$

$$X_4 = A_6 + \frac{A_7}{2}$$

$$X_5 = \frac{(A_5^2 + A_5 \cdot A_8 + A_8^2)}{(A_5 + A_8) \cdot 3 + A_{19}}$$

$$X_6 = A_6 \cdot \frac{2}{3}$$

$$X_7 = \frac{A_9}{2}$$

$$X_8 = A_{19} + \frac{A_4 + A_5}{3}$$

$$X_9 = A_9 + \frac{A_8}{2}$$

$$X_{10} = A_{11} = A_9 - \frac{A_{11}}{2}$$

$$X_{12} = A_6 + \frac{A_2}{2}$$

㌹ 底版下面より各部重心までの高さ

$$Y_1 = H_{13} - \frac{H_1}{2}$$

$$Y_2 = H_{13} - \frac{H_2}{2.0}$$

$$Y_3 = H_{13} - H_8 - \frac{H_3}{3}$$

$$Y_4 = H_6 + \frac{H_{11}}{2}$$

$$Y_5 = H_6 + \frac{H_{10} \cdot (A_8 + 2 \cdot A_5)}{3 \cdot (A_8 + A_5)}$$

$$Y_6 = H_6 + \frac{H_5}{3}$$

$$Y_7 = \frac{H_6}{2}$$

$$Y_8 = H_6 + H_{10} + \frac{H_3}{3}$$

$$Y_9 = H_6 + \frac{(H_{10} + H_3)}{2}$$

$$Y_{10} = H_{13} - \frac{H_3}{2}$$

④ 土圧の計算

(i) 平時

$$P_1 = \frac{1}{2} \cdot 1800 \cdot C \cdot L \left\{ (H_{13} + 0.75)^2 - 0.75^2 \right\} \\ - (2 \cdot CX \sqrt{C} \cdot H_{13} - C \cdot H_{13} \cdot 0.75 \cdot 1800) \cdot L$$

ただし、 C : 主動土圧係数

CX : 粘着力 kg/m^2

ϕ : 土の内部摩擦角

$$P_h = P_1 \cdot \cos \left(\frac{\phi}{2} \right)$$

$$P_v = P_1 \cdot \sin \left(\frac{\phi}{2} \right) \quad (\text{標準設計} \cdots \cdots \text{水平震度 } 0.25 \text{ の場合 } \frac{\phi}{2} = 0)$$

(ii) 地震時

$$P_{1e} = \frac{1}{2} \cdot 1800 \cdot CE \cdot (1 - K_v) \cdot L \cdot H_{13}^2 - CX \cdot \sqrt{CE} \cdot H_{13} \cdot L$$

ただし CE : 地震時主動土圧係数

$$P_{he} = P_{1e} \cdot \cos \left(\frac{\phi}{2} \right)$$

$$P_{ve} = P_{1e} \cdot \sin \left(\frac{\phi}{2} \right)$$

⑤ 抵抗モーメント

(i) 平時

$$M_x = \sum_{i=1}^{11} W_i \cdot X_i + R \cdot X_{12} + P_v \cdot A_9$$

(iii) 地震時

$$M_{x_e} = \sum_{i=1}^{10} W_i \cdot X_i + R_x \cdot X_{12} + P_{v_e} \cdot A_9$$

(c) 作用モーメント

(i) 平時

$$M_0 = \frac{P_H \cdot H_{13} \cdot (H_{13} + 2.25)}{3 \cdot (H_{13} + 1.5)}$$

(ii) 地震時

$$M_{0_e} = \sum_{i=1}^{10} W_i \cdot Y_i \cdot K_H + R_x \cdot K_H (H_8 + H_{11}) + P_{H_e} \cdot \frac{H_{13}}{3}$$

(B) 受動土圧の計算

(i) 平時土圧

$$P_x = \frac{1}{2} 1800 \cdot CT \cdot L \cdot H_{30}^2$$

ただし CT : 受動土圧係数 (地震時)

H_{30} : 根入れ深さ

曲げモーメント

$$M_{CT} = \frac{P_x \cdot H_{30}}{3}$$

$$Y_F = \frac{H_x \cdot (X_x + 2.25)}{3 (H_x + 1.5)} \quad (\text{土圧の作用点})$$

$$M = P_H \cdot Y_F - P_v \cdot A_8 \quad (\text{土圧の作用点})$$

$$S = P_H \quad (\text{せん断力})$$

(ii) 地震時

$$P_e = \frac{1}{2} \cdot 1800 \cdot CE \cdot H_x^2 \cdot (1 - K_v) \cdot L \quad (\text{土圧})$$

$$P_{H_e} = P_e \cdot \cos \delta$$

$$P_{v_e} = P_e \cdot \sin \delta$$

$$Y_{F_e} = \frac{H_x}{3}$$

背面土砂の地震による水平力

$$E_H = K_H \cdot [A_8 \cdot H_x \cdot L - T \cdot ((H_x - H_9) \cdot \frac{A_5 + \frac{A_{10}}{(H_{12} - H_8) \cdot (H_x - H_8)} + A_4}{2})]$$

$$+A_5 \cdot \frac{H_2}{2}] \cdot 1800$$

く体自重及び上部構造の地震による水平力。

$$A_{x8} = A_4 + \frac{A_{11} \cdot A_4}{H_{10} + A_4}$$

$$H_{x1} = X_1 - H_1 - H_2 - A_4$$

$$P_{KH} = K_H \cdot \left\{ R_z + \left(L \cdot 2500 (A_7 \cdot (H_x - H_1) + \frac{A_4^2}{2} \right. \right. \\ \left. \left. + H_2 \cdot A_4 + A_1 \cdot H_1) + 2500 \left((A_{x8} + A_{11} + A_4) \cdot \frac{H_{x1}}{2} + A_{x8} \cdot \frac{A_4}{2} \right) \cdot T \right\}$$

曲げモーメント

$$M_s = P_{Hs} \cdot Y_{rs} + E_H \cdot \frac{H_x}{2} - P_{Vs} \cdot A_8 + R_z \cdot K_H \cdot (H_x - H_1) \\ + K_H \cdot \left(L \cdot 2500 \cdot (A_1 \cdot H_1 \cdot (H_x - \frac{H_1}{2}) + A_7 \cdot \frac{(H_x - H_1)^2}{2} \right. \\ \left. + A_4 \cdot H_2 \cdot (H_x - H_1 - \frac{H_2}{2}) + A_4^2 (H_x - H_1 - H_2 - \frac{A_4}{3}) \right) \\ + 2500 \cdot T \cdot (A_{x8} \cdot \frac{A_4}{2} \cdot (H_{x1} + \frac{A_4}{3}) \\ + A_{x8} \cdot \frac{H_{x1}^2}{2} + (\frac{H_{x1} \cdot A_{11}}{H_{10} + A_4} + A_4 - A_{x8}) \frac{H_{x1}^2}{3})$$

例 合力の作用点

(i) 平時

$$e_1 = \frac{(M_s - M_o)}{(W_{12} + P_v)} \geq \frac{A_9}{3} \quad e'_1 = \frac{A_9}{2} - e$$

(ii) 地震時

$$e_2 = \frac{(M_{se} - M_{oe} + M_{er})}{(W_{13} + P_{ve})} \geq \frac{A_9}{6} \quad (\text{根入れのある場合})$$

$$e'_2 = \frac{A_9}{2} - e_2$$

$$e_3 = \frac{(M_{se} - M_{oe})}{(W_{13} + P_{ve})} \geq \frac{A_9}{6} \quad (\text{根入れのない場合})$$

$$e'_3 = \frac{A_9}{2} - e_3$$

(iii) 地盤反力

(i) 平時

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{(W_{12} + P_v)}{A_9 \cdot L} \cdot (1 \pm \frac{6 \cdot e'_1}{A_9}) \quad p_2 < 0 \text{ の時 } q'_1 = \frac{2 \cdot (W_{12} + P_v)}{3 \cdot e_1 \cdot L}$$

(iii) 地震時

$$\frac{q_3}{q_4} = \frac{(W_{13} P_{ve})}{A_9 \cdot L} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot e_2'}{A_9}\right)$$

$$q_4 < 0 \text{ の時 } q_3' = \frac{2(W_{13} + P_{ve})}{3 \cdot e_2 \cdot L}$$

(iv) 滑動安全率の計算

(i) 平時

$$SLIDE = \frac{(W_{12} + P_v) \cdot 0.6}{P_H} \geq 1.5$$

(ii) 地震時

$$SLIDE' = \frac{(W_{13} + P_{ve}) \cdot 0.6 + P_H}{P_H + W_{13} \cdot K_H} \geq 1.2$$

(v) 各部応力計算

(i) 前縦壁

扶壁に支えられた連続ばりとして計算する。土圧強度および曲げモーメント、せん断力

a) 平時

$$P = 1800 \cdot C \cdot (H_x + 0.75)$$

$$M = \frac{P \cdot L_2}{10} \quad S = \frac{P \cdot L}{2}$$

b) 地震時

$$P_e = 1800 \cdot CE \cdot H_x + A_7 \cdot 2500 \cdot K_H$$

$$M_e = \frac{P_e \cdot L^2}{10} \quad S_e = \frac{P_e \cdot L}{2}$$

(ii) 扶壁

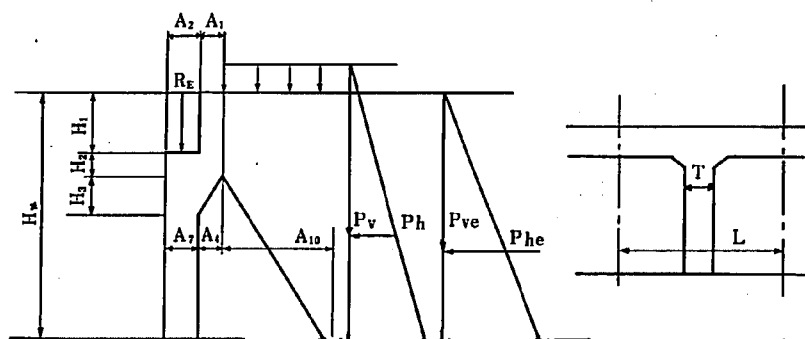


図-2.12

扶壁間隔 (L) 当りに加わる土圧及び地震力を考慮し曲げモーメントおよびせん断力を求めT形断面として断面計算を行う。

a) 平 時

$$P = \frac{1}{2} \cdot 1800 \cdot C \cdot ((H_x + 50.75)^2 - 0.75^2) \cdot L \quad (\text{土圧})$$

$$P_H = P \cdot \cos \phi$$

$$P_V = P \cdot \sin \phi$$

せん断力

$$S_e = P_{He} + E_H + P_{KH}$$

応力度及び鉄筋量の計算はT型断面として計算する。

(ii) 底 版

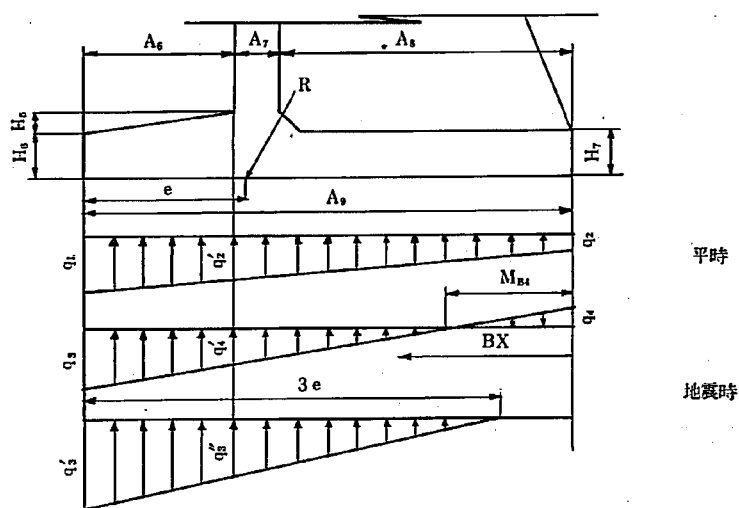


図-2.13-1

$$q'_2 = q_2 + \frac{(q_1 - q_2) \cdot (A_7 + A_8)}{A_9}$$

$$q'_4 = q_4 + \frac{(q_3 - q_4) \cdot (A_7 + A_8)}{A_9}$$

$$q''_3 = \frac{q_3}{(3 \cdot e) \cdot (3e - A_6)}$$

前 踵

地盤反力および底板前踵の重量を考慮し片持ばりとして計算する。

a) 平 時

$$M = q'_2 \cdot \frac{A_6^2}{2} + (q_1 - q_2) \cdot \frac{A_6^2}{3} - (H_6 \cdot \frac{A_6^2}{2} + H_5 \cdot \frac{A_6^2}{6}) \cdot 2500$$

$$S = (q_1 + q'_2) \cdot \frac{A_6}{2} - (2H_6 + H_5) \cdot \frac{A_6}{2} - 2500$$

b) 地震時

$q'_4 > q'_3$ の場合 q_3 と q'_4 の地盤反力を用い,

$q'_4 < q'_3$ の場合 q'_3 と q'_3 の地盤反力を用いて計算するがこの場合例として

$q'_4 > q'_3$ の場合の計算式を示す。

$$M_s = q'_4 \cdot \frac{A_6^2}{2} + (q_3 - q'_4) \cdot \frac{A_6^2}{3} - (H_6 \cdot \frac{A_6^2}{2} + H_5 \cdot \frac{A_6^2}{6}) \cdot 2500 \cdot (1 - K_v)$$

$$S_s = (q_3 + q'_4) \cdot \frac{A_6}{2} - (2H_6 + H_5) \cdot \frac{A_6}{2} \cdot 2500 \cdot (1 - K_v)$$

後 踵

地盤反力及び後踵自重及び土砂重量を考慮し、扶壁に支えられた連続ばりとして計算する。

a) 平 時

下向きの荷重(土砂及び自重)

$$W = (H_{12} + 0.75) \cdot 1800 + H_6 \cdot 2500$$

上向きの荷重

(求める断面の位置を後より B_x の位置とする)

$$q_x = \frac{(q_1 - q_2) \cdot B_x}{A_9} + q_2$$

$$M = \frac{(q_x - W) \cdot L^2}{10}$$

$$S = \frac{(q_x - W) \cdot L}{2}$$

b) 地震時

下向きの荷重

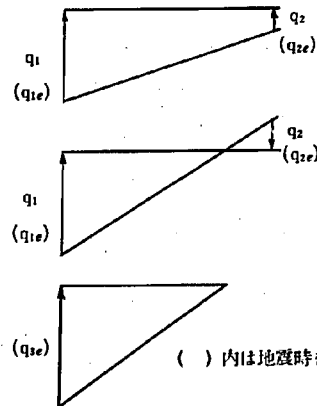
$$W_s = (H_{12} \cdot 1800 + H_6 \cdot 2500) \cdot (1 - K_v)$$

上向きの荷重

$B_x < M_{B_4}$ の場合

$$q_{xs} = \frac{(M_{B_4} - B_x) \cdot q_4}{M_{B_4}}$$

$B_x > M_{B_4}$ の場合



() 内は地震時を示す

$$q_{zs} = \frac{q_s'(B_s - M_{B4})}{(A_0 - M_{B4})}$$

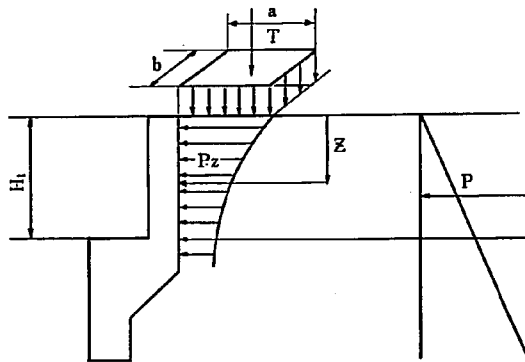
$$M_s = \frac{(W_s - q_s) \cdot L^2}{10}$$

$$S_s = \frac{(W_s - q_s)L}{2}$$

(IV) パラベット

土圧及び活荷重による影響を考慮し制動荷重は無視した。

註 図—4.8～図—4.31にパラベット部におけるコンクリートの有効厚さと鉄筋量の関係を図示してあり参考資料となる。



図—2.13—2

P_z : 深さ z m における土圧強度 (t/m^2)

C : クーロンの主動土圧係数

T : T 荷重一輪の重さ ($8t$) i : 衝撃係数

a : 接地長 (m) b : 接地幅 (m)

$$P_z = \frac{C \cdot T (1+i)}{(a+z)(b+2z)}$$

車幅 $(T-20) 2.75$ m に 2 輪があるから深さ H_1 の点に於ける単位当りの水平力は

$$\begin{aligned} \Sigma P_z &= \frac{2}{2.75} \cdot C \cdot T (1+i) \int_0^{H_1} \frac{dz}{(a+z)(b+2z)} \\ &= \frac{2}{2.75} \cdot C \cdot T (1+i) \frac{1}{2a-b} \log \frac{a(2H_1+b)}{b(H_1+a)} \end{aligned}$$

$$P = \frac{1}{2} \times 1800 \cdot H_1^2 \cdot C$$

∴ セン断力

$$\Sigma S = \Sigma P_z + P$$

同様に活荷重による曲げモーメントは

$$\begin{aligned} M_z &= \frac{2}{2.75} \cdot C \cdot T(1+i) \int_0^{H_1} \frac{H_1 - z}{(a+z)(b+2z)} dz \\ &= \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{2.75} \cdot C \cdot T(1+i) \left\{ \frac{4H_1 + 2a + b}{2a - b} \log \frac{a(2H_1 + b)}{b(H_1 + a)} \right. \\ &\quad \left. - \log \frac{ab + (2a + b)H_1 + 2H_1^2}{ab} \right\} \end{aligned}$$

$$\Sigma M = M_z + P \cdot \frac{H_1}{3}$$

⑦ 各断面の応力度の計算

前縦壁、底版およびパラベットは単鉄筋く形断面として、又扶壁は単鉄筋T型断面として計算する結合筋(扶壁と前壁および底版)は向断面のせん断力に相当する鉄筋を考慮した。

2.1.5 土圧係数計算表

土圧係数をクーロンおよびランキンの土圧公式により求め、それぞれ図-2.15と図-2.16に図示した。

ただし

C_1 : クーロンの平時における 主働土圧係数

C_F : クーロンの平時における 受働土圧係数

C_{e1} : クーロンの地震時における 主働土圧係数

C_{eF} : クーロンの地震地における 受働土圧係数

R_1 : ランキンの平時における 主働土圧係数

R_F : ランキンの平時における 受働土圧係数

R_{e1} : ランキンの地震時における 主働土圧係数

R_{eF} : ランキンの地震時における 受働土圧係数

ϕ : 土の内部摩擦角 ($\phi = 25^\circ \sim 40^\circ$)

α : 地裏面の傾斜角 ($\alpha = 0^\circ$)

δ : 土の壁体との摩擦角 ($\delta = 0, \frac{\phi}{3}$)

θ : 壁体背面の傾斜角 ($\theta = 0$)

θ_0 : 地震における壁の傾斜角 ($\theta_0 = \tan^{-1} \frac{K_h}{1 - K_v}$)

K_h : 水平地震震度 ($K_h = 0.2, 0.25, 0.30$)

K_v : 鉛直地震震度 ($K_v = \frac{K_h}{2}$)

θ_0 : 地震時における壁体の傾斜角

$\theta_0 = \tan^{-1} \frac{Kh}{1-K_v}$ を求めると図-2.38 のようにほぼ直線的な変化となる。

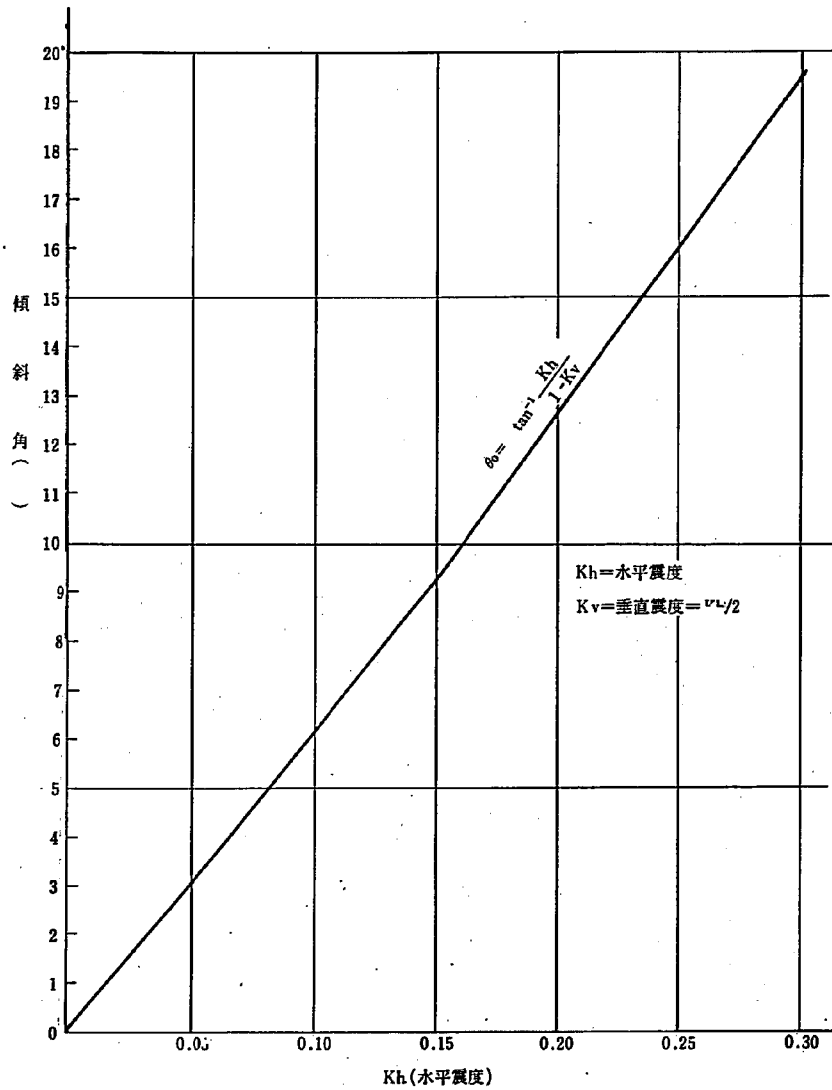


図-2.14 地震時における壁体の傾斜角

(1) クーロンの土圧係数

$$\frac{C_A}{C_r} = \frac{\cos(\phi \mp \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta) \left[1 \pm \sqrt{\frac{\sin(\phi \pm \delta) \cdot \sin(\phi \mp \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

ただし $\phi \pm \alpha < 0$ のときは $\sin(\phi \pm \delta) = 0$

$$\frac{C_{A_0}}{C_{r_0}} = \frac{\cos(\phi - \theta_0 \pm \theta)}{\cos \theta_0 \cdot \cos^2 \theta \cdot (\theta \pm \theta_0) \left[1 \pm \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi \mp \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta \pm \theta_0 + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

ただし $\phi \pm \alpha - \theta_0 < 0$ のときは $\sin(\phi \pm \alpha - \theta_0) = 0$

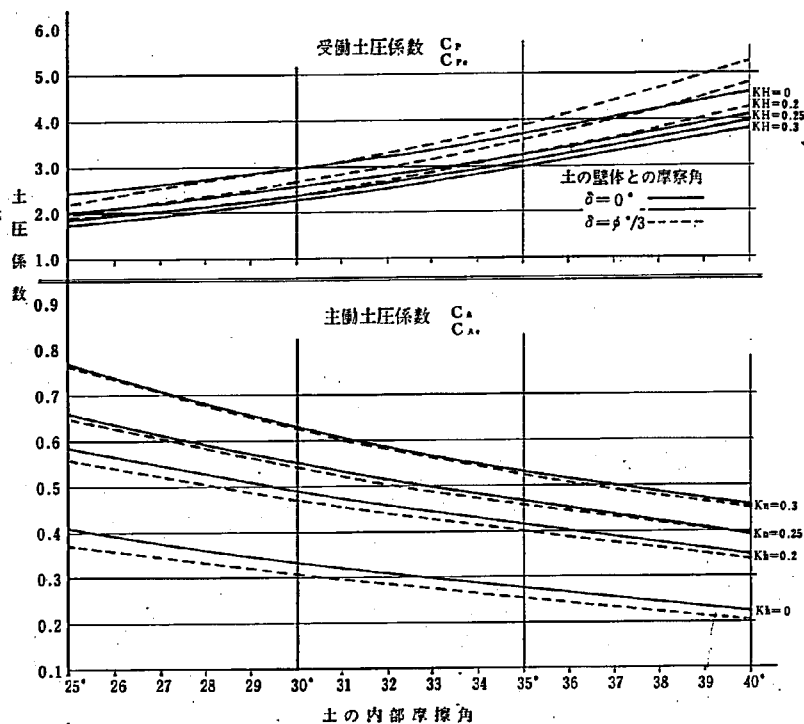


図-2.15 土圧係数

(2) ランキンの土圧係数

$$\left. \begin{array}{l} R_A \\ R_P \end{array} \right\} = \cos \alpha \frac{\cos \alpha \pm \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha \pm \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}$$

ただし $\alpha - \phi > 0$ のときは $\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi = 0$

$$\left. \begin{array}{l} R_{A_0} \\ R_{P_0} \end{array} \right\} = \frac{\cos(\alpha + \theta_0)}{\cos \theta_0} \frac{\cos(\alpha + \theta_0) \pm \sqrt{\cos^2(\alpha + \theta_0) - \cos^2 \phi}}{\cos(\alpha + \theta_0) \pm \sqrt{\cos^2(\alpha + \theta_0) - \cos^2 \phi}}$$

ただし $\alpha + \theta_0 - \phi > 0$ のときは $\cos^2(\alpha + \theta_0) - \cos^2 \phi = 0$

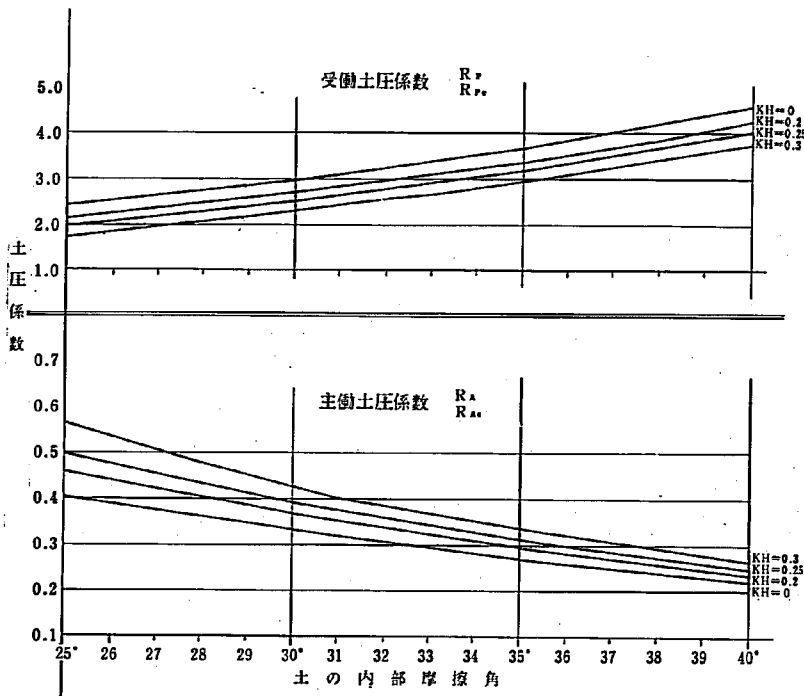


図-2.16 土圧係数

2.2 橋 脚

2.2.1 設 計 条 件

(1) 橋脚の型式選定調査

地建の資料を基にC型のような型式を選定した。

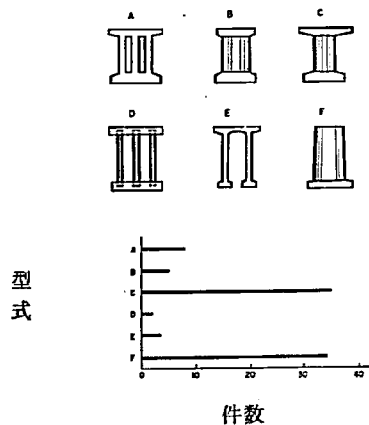


図-2.17 橋脚型式調査図

(2) 型状寸法及び設計記号

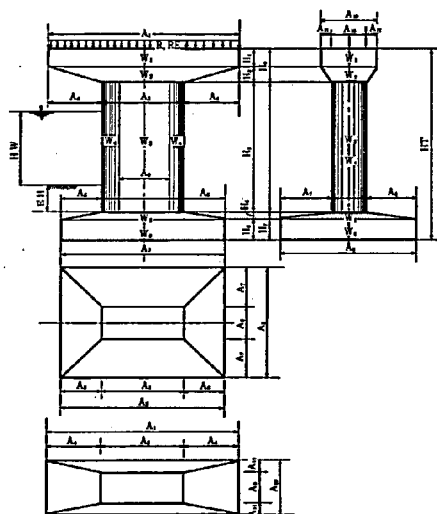


図-2.18

(3) 高さ (T) = 7.0 ~ 15.0 m

(4) 天端長 (A1) = 4.0 m ~ 16.0 m

(5) 全荷重反力 (死荷重反力 + 活荷重反力) = 60 t/m, 40 t/m, 20 t/m

(6) 死荷重反力 = 全荷重反力の 70%, 50%, 30%

(7) 許容応力度および単位重量

表-2.1

		単位重量 (Kg/m ³)	σ_c, σ (Kg/cm ²)	σ_c, σ (Kg/cm ²)
土 砂		1,800		
コンクリート	無 筋	2,350	1	40
	鉄 筋	2,500		70
鉄 筋	SD30		1,600	
	SR24		1,400	

* 地震時の許容応力度は50%増しとする。

(8) 震 度

イ) 水平震度 0.2, 0.25

ロ) 垂直震度 0.1, 0.125

(9) 浮力および動水圧

水深を高さの $\frac{2}{3}$ 迄と仮定し、水中部分について浮力を考慮する動水圧は地中部については考慮しない。

(10) 根 入 れ

フーチング上部より0, 2, 4m各々について設計する。

(11) 安定計算

(a) 転倒に対する安定

荷重の合力の作用点がフーチング外縁端より下記値以内にあること。

平 時 $\frac{1}{3}$ (フーチング幅) 地震時 $\frac{1}{6}$ (フーチング幅)

(b) 滑動に対する安定

摩擦抵抗係数(μ)を0.6とする

滑動に対する安全率は

平 時 1.5
地震時 1.2 } 以上とする

(12) 支持力に対する安定

地盤の許容地耐力を30t/m², 25t/m², 20t/m², 15t/m², 10t/m²とし各々に相当するフーチング断面を求める。

(13) 特殊用に対する考慮 1.2.2-(2)㉔図-1.9

特殊用のみに対する安定計算は行わず、一般の場合と共通の値とし、数量については各々計算

2.2.2 突げた式鉄筋コンクリート橋脚フローチャート



2.2.3 設計計算式

(a) 自重計算

$$W_1 = A_1 \cdot H_1 \cdot A_6 \cdot 2500$$

$$W_2 = \frac{H_2}{6} \cdot \{ A_1 \cdot A_{10} + (A_1 + A_3) \cdot (A_{10} + A_6) + A_3 \cdot A_6 \} \cdot 2500$$

$$W_3 = A_9 \cdot A_6 \cdot H_3 \cdot 2500$$

$$W_4 = 3.14 \cdot \left(\frac{A_6}{2} \right)^2 \cdot H_3 \cdot 2500$$

$$W_5 = \frac{H_4}{6} \cdot \{ A_2 \cdot A_8 + (A_2 + A_3) \cdot (A_8 + A_6) + A_3 \cdot A_6 \} \cdot 2500$$

$$W_6 = A_2 \cdot A_8 \cdot H_5 \cdot 2500$$

(b) 底板下面より各部重心までの高さ

$$Y_1 = HT - \frac{H_1}{2}$$

$$Y_2 = HT - H_1 - \frac{H_2}{2} \cdot \frac{A_1 \cdot A_3 + A_1 \cdot A_6 + A_3 \cdot A_{10} + 3 \cdot A_3 \cdot A_6}{2 \cdot A_1 \cdot A_3 + A_1 \cdot A_6 + A_3 \cdot A_{10} + 2 \cdot A_3 \cdot A_6}$$

$$Y_3 = Y_4 = H_7 + \frac{H_3}{2}$$

$$Y_5 = H_5 + \frac{H_4}{2} \cdot \frac{A_2 \cdot A_8 + A_2 \cdot A_6 + A_3 \cdot A_8 + 3 \cdot A_3 \cdot A_6}{2 \cdot A_2 \cdot A_8 + A_2 \cdot A_6 + A_3 \cdot A_8 + 2 \cdot A_3 \cdot A_6}$$

$$Y_6 = \frac{H_5}{2}$$

(c) 上部構造物よりの反力

$$R \text{ (全荷重反力 } d+l) = 30 \text{ t/m, } 20 \text{ t/m, } 10 \text{ t/m}$$

$$R_E \text{ (死荷重反力)} = \text{全荷重反力の } 70\%, 50\%, 30\%$$

$$R_L = 2 \cdot R \cdot A_1 \text{ (天端長に加わる全荷重反力)}$$

$$R_{LE} = 2 \cdot R_E \cdot A_1 \text{ (天端長に加わる死荷重反力)}$$

(d) 動水圧, 浮力

$$S_e = \frac{7}{24} \cdot 1,000 \cdot K_H \cdot A_3 \cdot (H_w - H_7)^2$$

$$M_{e,e} = S_e \cdot \left\{ \frac{(H_w - H_7)}{2} + H_7 + E_H \right\}$$

(底板下端に対する曲げモーメント)

$$W_{e,e} = \left\{ \frac{(W_3 + W_4)}{H_3} \cdot (H_w - H_7) + W_5 + W_6 \right\} \cdot \frac{1000}{2500}$$

- (e) 地震時底版中央に対する曲げモーメント, 軸力, 水平力

$$M_1 = \{ W_1 \cdot Y_1 + W_2 \cdot Y_2 + W_3 \cdot Y_3 + W_4 \cdot Y_4 + W_5 \cdot Y_5 + W_6 \cdot Y_6 + R_{LX} \cdot (HT + 1.0) \} \cdot K_H + M_{1s}$$

$$W_{TOTAL} = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + R_{LX})$$

$$H = W_{TOTAL} \cdot K_H + S_s$$

$$N_1 = W_{TOTAL} \cdot (1 - K_v) - W_{1s} \quad (\text{浮力を考慮した場合})$$

$$N_2 = W_{TOTAL} \cdot (1 - K_v) \quad (\text{浮力を考慮しない場合})$$

- (f) 常時軸力

$$N = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + R_L$$

- (g) 地震時合力の位置 (底版中心より)

$$e = \frac{M_1}{N_1} \leq \frac{A_2}{3} \text{ or } \frac{A_8}{3} \quad (\text{浮力を考慮した場合})$$

$$e = \frac{M_1 - M_{1s}}{H_2} \leq \frac{A_2}{3} \text{ or } \frac{A_8}{3} \quad (\text{浮力を考慮しない場合})$$

- (h) 滑動安全率の計算 (地震時)

$$SLIDE = \frac{N_1}{S_s} \geq 12$$

地盤反力の計算

常 時

$$q = \frac{N}{(A_2 \cdot A_8)}$$

- (i) 地震時

$$\left. \begin{matrix} q_{+1} \\ q_{+2} \end{matrix} \right\} = \frac{N_1}{(A_2 \cdot A_8)} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{A_2} \right) \quad \text{軸直角方向}$$

$$\left. \begin{matrix} q_{+1}' \\ q_{+2}' \end{matrix} \right\} = \frac{N_1}{(A_2 \cdot A_8)} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{A_8} \right) \quad \text{軸方向}$$

(N_2 および e' の時にも同じ計算を行なう)

$$q_{-2} < 0 \quad q_{-} = \frac{2 \cdot N_1}{(3 \cdot e \cdot A_2)}$$

$$q_{-2}' < 0 \quad q_{-}' = \frac{2 \cdot N_1}{(3 \cdot e \cdot A_8)}$$

- (j) 各断面応力計算

- (1) 上部張出し部

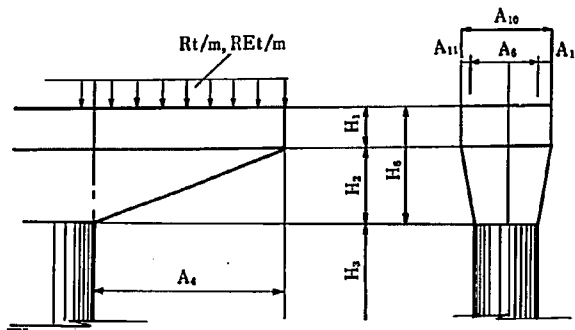


図-2.19

(i) 鉛直方向

平時

曲げモーメント

$$M_s = \frac{2 \cdot R \cdot A_4^2}{2} + \frac{H_1 \cdot A_{10} \cdot A_4^2 \cdot 2500}{2} + H_2 \cdot A_6 \cdot \frac{A_4^2}{3} \cdot \frac{2500}{2} + 2 \cdot A_{11} \cdot H_2 \cdot \left(\frac{A_4}{3}\right)^2 \cdot 2500$$

せん断力

$$S_s = R \cdot 2 \cdot A_4 + (H_6 + H_1) \cdot A_4 \cdot \frac{2500}{2} \cdot A_6 + A_{11} \cdot A_4 \cdot H_1 \cdot 2500 \cdot 2 + 2 \cdot A_{11} \cdot H_2 \cdot A_4 \cdot \frac{2500}{6}$$

(ii) 水平方向

地震時

$$M_{sh} = 2 \cdot RE \cdot K_H \cdot \frac{A_4^2}{2} + \left[H_1 \cdot A_{10} \cdot \frac{A_4^2}{2} \cdot 2500 + H_2 \cdot A_6 \cdot \frac{A_4^2}{3} \cdot 2500 \cdot A_{11} \cdot H_2 \cdot \left(\frac{A_4}{3}\right)^2 \cdot 2500 \right] \cdot K_H$$

縦壁

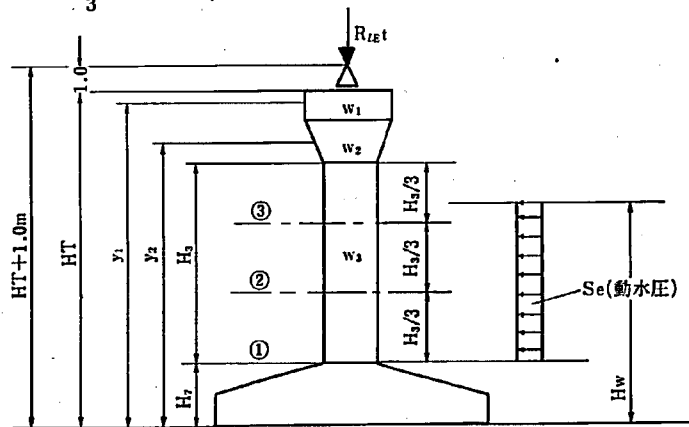


図-2.20

地震時

曲げモーメント

$$M_1 = (R_{Lx} \cdot (HT + 1.0 + H_7) + W_1 \cdot (Y_1 - H_7) + W_2 \cdot (Y_2 - H_7) + W_3 \cdot \frac{H_3}{2}) K_H$$

$$+ S_x \cdot \frac{(H_w - H_7)}{2}$$

$$M_2 = (R_{Lx} \cdot (HT + 1.0 - H_7 - \frac{H_3}{3}) + W_1 \cdot (Y_1 - H_7 - \frac{H_3}{3}) + W_2 \cdot (Y_2 - H_7 - \frac{H_3}{3})$$

$$+ 2 \cdot \frac{W_3 \cdot H_3}{6}) K_H + \frac{7}{24} \cdot 1000 \cdot K_H \cdot A_3 \cdot \frac{(H_w - H_7 - \frac{H_3}{3})^3}{2}$$

$$M_3 = (R_{Lx} \cdot (HT + 1.0 + H_7 - 2 \cdot \frac{H_3}{3}) + W_1 \cdot (Y_1 - H_7 - 2 \cdot \frac{H_3}{3}) + W_2 \cdot (Y_2 - H_7 - 2 \cdot \frac{H_3}{3})$$

$$+ \frac{W_3 \cdot H_3}{3} \cdot K_H + \frac{7}{24} \cdot 1000 \cdot K_H \cdot A_3 \cdot \frac{(H_w - H_7 - 2 \cdot \frac{H_3}{3})^3}{2}$$

$$(H_w - H_7 - 2 \cdot \frac{H_3}{3}) < 0 \text{ の場合は動水圧を 0 とする。}$$

軸力

$$N_1 = (R_{Lx} + W_1 + W_2 + W_3) (1 - K_v) - \frac{W_3}{2500} \cdot \frac{(H_w - H_7)}{H_3} \cdot 1000$$

$$N_2 = (R_{Lx} + W_1 + W_2 + 2 \cdot \frac{W_3}{3}) (1 - K_v) - \frac{W_3}{2500} \cdot \frac{(H_w - H_7 - \frac{H_3}{3})}{H_3} \cdot 1000$$

$$N_3 = (R_{Lx} + W_1 + W_3 + \frac{W_3}{3}) (1 - K_v) - \frac{W_3}{2500} \cdot \frac{(H_w - H_7 - 2 \cdot \frac{H_3}{3})}{H_3} \cdot 1000$$

$$(H_w - H_7 - 2 \cdot \frac{H_3}{3}) < 0 \text{ の場合は浮力を考慮しない。}$$

底版

(i) 橋軸方向

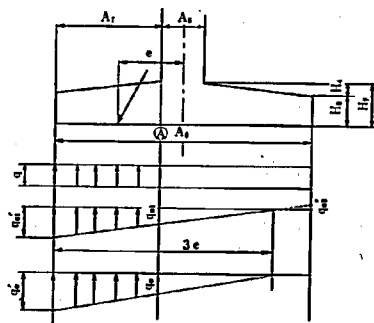


図 - 2.21

単位当り曲げモーメント, (M), せん断力 (S)

平時

$$M_{L_1} = \left(\frac{H_5 \cdot A_7^2}{2} + \frac{H_4 \cdot A_7^2}{6} \right) \cdot 2500 \text{ (下向き)}$$

$$M_{U_1} = \frac{q \cdot A_7^2}{2} \text{ (上向き)}$$

$$\Sigma M_1 = M_{U_1} - M_{L_1}$$

$$\Sigma S_1 = q \cdot A_7 - \frac{(H_5 + H_7) \cdot A_7}{2} \cdot 2500$$

地震時

$$q_{\cdot 1}'' = \frac{(q_{\cdot 1}' - q_{\cdot 2}')}{A_8} \cdot (A_8 - A_7) + q_{\cdot 2}'$$

$q_{\cdot 2}' < 0$ の場合

$$q_{\cdot 1}'' = \frac{q_{\cdot 1}'}{3 \cdot e} (3 \cdot e - A_7)$$

$$\Sigma M_1 = \frac{q_{\cdot 1}'' \cdot A_7^2}{2} + \frac{(q_{\cdot 1}' - q_{\cdot 1}'') \cdot A_7^2}{3} - M_{L_1} \cdot (1 - K_v)$$

$$\Sigma S_1 = \frac{(q_{\cdot 1}' + q_{\cdot 1}'') \cdot A_7}{2} - \frac{(H_5 + H_7) \cdot A_7}{2} \cdot 2500 \cdot (1 - K_v)$$

$q_{\cdot 2}' < 0$ の場合

$$\Sigma M_1 = \frac{q_{\cdot 1}'' \cdot A_7^2}{2} + \frac{(q_{\cdot 1}' - q_{\cdot 1}'') \cdot A_7^2}{3} - M_{L_1} \cdot (1 - K_v)$$

$$\Sigma S_1 = \frac{(q_{\cdot 1}' + q_{\cdot 1}'') \cdot A_7}{2} - \frac{(H_5 + H_7) \cdot A_7}{2} \cdot 2500 \cdot (1 - K_v)$$

(Ⅲ) 橋軸直角方向

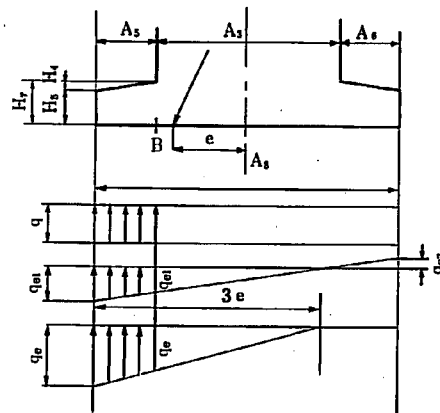


図-2.22

曲げモーメント (M), セン断力 (S)

平 時

$$M_{Lb} = \left(\frac{H_5 \cdot A_5^2}{2} + \frac{H_4 \cdot A_5^2}{6} \right) \cdot 2500 \text{ (下向き)}$$

$$S_{Lb} = \frac{(H_5 + H_7) \cdot A_5}{2} \cdot 2500 \text{ (下向き)}$$

$$\Sigma M_b = \frac{q \cdot A_5^2}{2} - M_{Lb}$$

$$\Sigma S_b = q \cdot A_5 - S_{Lb}$$

地震時

$$\Sigma M_b = \frac{q_{+1} \cdot A_5^2}{2} + \frac{(q_{+1} + q_{+1}')}{3} \cdot A_5^2 - M_{Lb} \cdot (1 - K_v)$$

$$\Sigma S_b = \frac{(q_{+1} - q_{+1}')}{2} \cdot A_5 - S_{Lb} (1 - K_v)$$

$q_{+2} < 0$ の場合

$$\Sigma M_b = \frac{q_{+1}' \cdot A_5^2}{2} + \frac{(q_{+1} - q_{+1}')}{3} \cdot A_5^2 - M_{Lb} \cdot (1 - K_v)$$

$$\Sigma S_b = \frac{(q_{+1} + q_{+1}')}{2} \cdot A_5 - S_{Lb} \cdot (1 - K_v)$$

以上の方法で応力を求め上部張り出し部, および底版については単鉄筋短形断面として応力度の計算を行なった, 縦壁は複鉄筋小判形断面として鉄筋量を求め応力度の計算を行なった。

3. 橋脚におけるくい基礎の設計計算例

3.1 設計条件

3.1.1 形状寸法および荷重

高 　　さ…………… 11.000m

天端長…………… 14.000m

天端幅…………… 2.000m

全荷重（死荷重＋活荷重）…………… 40 t/m

死荷重…………… 28 t/m

水平力…………… 5.6 t/m

根入れなし

対称番号…………… 1309（10巻）

標準設計図面番号 05-PI-125（H₁₁₀₀₀-L₁₄₀₀₀-B₍₂₀₀₀₎-B₁₍₁₀₂₀₀₎-B₂₍₈₀₀₀₎-R₍₄₀₎

-D₍₂₈₎-A₍₉₀₎-S42

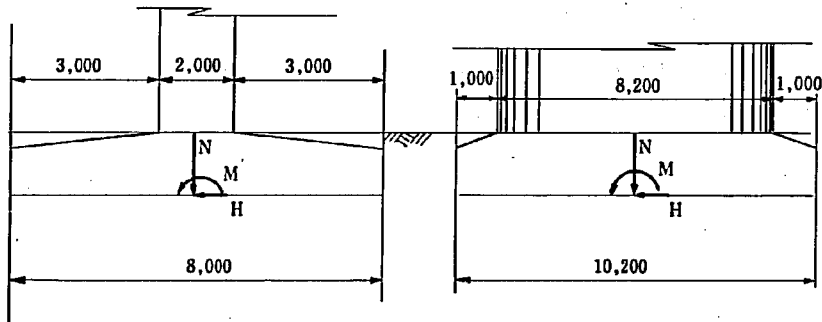


図-3.1

平 時 軸方向力…………… 1,388.299 t（N）

地震時 曲げモーメント…………… 1,711.096 tm（M）

軸方向力…………… 1,098.269 t（N）

水平力…………… 257.666 t（H）

3.1.2 くいの諸条件(仮定)

1) くい基礎の種類

鋼管くい(斜くい, 直くい) $\phi 400\text{mm}$, $t=6\text{mm}$

2) くい軸方向許容支持力

表-3.1

	押し込み	摘 要
常 時	72.7 t	3.3のくいの許容支持力の計算の項参照
地 震 時	109.0 t	

3) くい頭の許容変位量

表-3.2

	鉛 直	水 平
常 時	0.5 cm	0.5 cm
地 震 時	1.0 cm	1.0 cm

4) 許容応力度

“日本道路協会鋼道路橋設計示方書”による。

(a) 押し込み反力と、曲げモーメントを受けるくいに対して

$$\frac{P}{Ag} + \frac{M}{Z} \cdot \frac{\sigma_{c1}}{1,300} \leq \sigma_{c1}$$

ここに $\sigma_{c1} = 1,300 - 0.06 \left(\frac{l}{r} \right)^2$ l はくいの場合 0 とする。

したがって $\sigma_{c1} = 1,300\text{kg/cm}^2$ となり

$$\frac{P}{Ag} + \frac{M}{Z} \cdot 1.0 \leq 1,300\text{kg/cm}^2 \text{ で求める。}$$

3.1.3 くいの配置

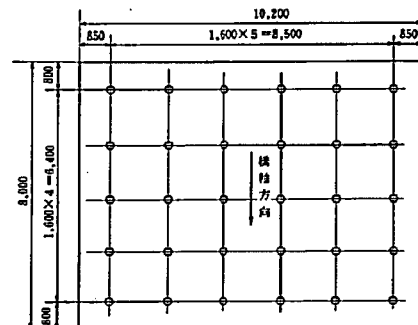


図-3.2

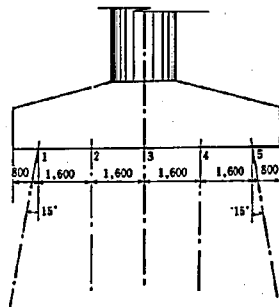


図-3.3

くいの配置は上図の通りとし、橋軸方向及び橋軸直角方向に加わる諸要素（曲げモーメント、軸力、水平力）は同じであるので、断面係数の小さい橋軸方向についてくいの応力計算を行なう。

3.2 くいの応力計算

3.2.1 設計上の仮定

- ㊦ くいはくい群の重心を中心として変位する。
- ㊧ くいの鉛直反力は鉛直荷重と転倒モーメントによるフーチングの底面の変位に比例して変化する。
- ㊨ くいの水平反力はくいの軸直角方向バネ定数の比に分配される。

3.2.2 くいの鉛直反力の計算法

くいの軸方向ばね定数を一定とすると

$$V_i = \frac{V}{n} + \frac{V \cdot e}{\sum X_i^2} X_i \dots\dots\dots ①$$

V_i : i 番目のくいの鉛直荷重 (t/本)

V : 作用鉛直荷重 (t)

e : 鉛直荷重作用点とくい群図心線との距離 (m)

n : くい本数

X_i : i 番目のくいのくい群図心線からの距離 (m)

軸方向押込力が許容支持力以下であるか、他方のくいが許容引拔力を越えた場合、許容引拔力をこえたくいを無視して他のくい群の図心線を求め、その図心線について同様の計算をする。

3.2.3 くいの水平力の計算式

鉛直ぐいと組ぐいを混用した場合の計算式

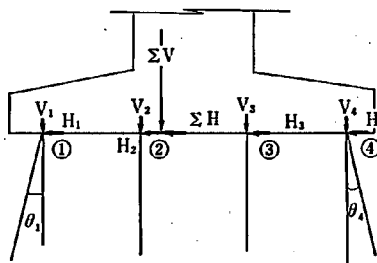


図-3.4

$$\sum V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$\sum H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4$$

上図において斜ぐいの軸方向力を P_{N1} とすれば、この水平分力は $P_{N1} \cdot \sin \theta_1$ となる。

P_{N1} は未知数であるので簡単のため $P_{N1} \sin \theta_1 \div V_1 \tan \theta_1$ とする。

$$H_1 = P_{N1} \sin \theta_1 + P_{T1} \cos \theta_1 \approx V_1 \cdot \tan \theta_1 + P_{T1} \cdot \cos \theta_1 \dots\dots\dots ②$$

$$\therefore H = \sum H_i \approx \sum V_i \cdot \tan \theta_i + \sum P_{Ti} \cdot \cos \theta_i$$

移項して

$$\sum P_{Ti} \cdot \cos \theta_i = H - \sum V_i \cdot \tan \theta_i$$

P_{Ti} は各ぐいとも等しいの考えると次式を得る。

$$P_{Ti} = \frac{1}{\sum \cos \theta_i} (H - \sum V_i \cdot \tan \theta_i) \dots\dots\dots ③$$

③式を②式に代入して次式が得られる。

$$H_i = V_i \cdot \tan \theta_i + \frac{\cos \theta_i}{\sum \cos \theta_i} (H - \sum V_i \cdot \tan \theta_i)$$

③式が斜ぐいあるいは鉛直ぐいに加わる水平力である。このようにして各ぐいの加わる水平力が求まれば、ぐい本数の設計に必要な、ぐい軸方向力 (P_{Ni})、およびぐい軸直角方向力 (P_{Ti}) を求められる。

故に垂直力 (V_i) のみによる P_{Ni} , P_{Ti} は次式で与えられる。

$$P_{Ni} = V_i \cdot \cos \theta_i \dots\dots\dots ④$$

$$P_{Ti} = -V_i \cdot \sin \theta_i$$

水平力 (H_i) のみによる場合 P_{Ni} , P_{Ti} は次式による。

$$\bar{P}_{Ni} = H_i \cdot \sin \theta_i \dots\dots\dots ⑤$$

$$\bar{P}_{Ti} = H_i \cdot \cos \theta_i$$

V_i , H_i を同時に受ける場合は次式による。

$$P_{Ni} = V_i \cdot \cos \theta_i + H_i \cdot \sin \theta_i \dots\dots\dots ⑥$$

$$P_{Ti} = -V_i \cdot \sin \theta_i + H_i \cdot \cos \theta_i$$

ここに H_i : i 番目のぐいに働く水平力 (t)

V_i : i 番目のぐいの鉛直力 (t)

θ_i : i 番目のぐいの傾斜角

H : 作用水平力 (t)

P_{Ni} : i 番目のぐいの軸方向力 (t)

P_{Ti} : " 軸直角方向力 (t)

$\bar{P}_{Ni}$: " 合成軸方向力 (t)

$\bar{P}_{Ti}$: " 合成軸直角方向力 (t)

3.2.4 平時ぐい鉛直荷重の計算

フーチング中央に加わる応力は設計条件より

曲げモーメント (M) = 0, 軸力 (N) = 1,338.299t, 水平力 (H) = 0, ぐい本数 (n) = 30本

(P400mm)

①式より $V_1 = \frac{V}{n} + \frac{V \cdot e}{\sum X_i^2} X_i$ $V \cdot e = 0$

$\therefore V_1 = \frac{1,338.299}{30.00} \approx 44.6 \text{ t/本} < 72.7 \text{ t/本} \quad OK$

3.2.5 地震時くい圧力の計算

設計条件中の M , N , H は、橋脚全体に対する値であるので橋軸方向一列に作用する各々の力は次の値となる。

$M_1 = \frac{M}{6} = \frac{1,711.066}{6} \approx 286 \text{ t} \cdot \text{m}$

$N_1 = \frac{N}{6} = \frac{1,098.269}{6} \approx 183 \text{ t}$

$H_1 = \frac{H}{6} = \frac{257.666}{6} \approx 43 \text{ t}$

表-3.3

	1	2	3	4	5	Σ
X_i	3.2	1.6	0	-1.6	-3.2	
X_i^2	10.24	2.56	0	2.56	10.24	25.60
$V \cdot e X_i$	915.2	457.6	0	-457.6	-915.2	
$\frac{V \cdot e X_i}{\sum X_i^2}$	35.75	17.875	0	-17.875	-35.75	
$V_1 = \frac{V}{n} + \frac{V \cdot e \cdot X_i}{\sum X_i^2}$	72.35	54.475	36.600	18.725	0.850	183.0t
θ_1	$+15^\circ$	0	0	0	-15°	
$\sin \theta_1$	0.259	0	0	0	-0.259	
$\cos \theta_1$	0.966	1	1	1	0.966	
$\tan \theta_1$	0.268	0	0	0	-0.268	
$V_1 \cdot \sin \theta_1$	18.739	9	0	0	-0.220	
$V_1 \cdot \cos \theta_1$	69.890	54.425	36.600	18.725	0.821	
$V_1 \cdot \tan \theta_1$	19.390	0	0	0	-0.228	19.162
$\frac{\cos \theta_1}{\Sigma(\cos \theta_1)} \{H - \Sigma(V_1 \cdot \tan \theta_1)\}$	4.669	4.833	4.833	4.833	4.669	
H_1	24.059	4.833	4.833	4.833	4.441	$\approx 43.0 \text{ t}$
$V_1 \cdot \cos \theta_1$	69.890	54.475	36.600	18.725	0.821	
$H_1 \cdot \sin \theta_1$	6.231	0	0	0	1.150	
$\bar{P}_{N1}$	76.121	54.475	36.600	18.725	1.971	$\bar{P}_{=N1}$
$-V_1 \cdot \sin \theta_1$	-18.739	0	0	0	0.220	
$H_1 \cdot \cos \theta_1$	23.241	4.833	4.833	4.833	4.290	
$\bar{P}_{T1}$	4.502	4.833	4.833	4.833	4.510	$\bar{P}_{=T1}$

$\bar{P}_{N1} \text{ max} = 76.121 \text{ t/本} < 109 \text{ t/本} \dots\dots\dots OK$

$\bar{P}_{N1} \text{ min} = 1.971 \text{ t/本}$

$\bar{P}_{T1} \text{ max} = 4.833 \text{ t/本}$

以上の結果標準設計 05-PI-125()-S42 を使用する場合 $\phi 400 \text{ mm}$ の鋼管くいを図-3.2 配置図の通り使用すれば良い。

以上「道路橋下部構造設計指針—くい基礎の設計篇」に従ってくい反力の計算例を示した。

3.3 くいの許容支持力の計算

くいの支持力は原則として載荷試験より求めるのが望ましいが試験には相当の費用を要するため般には静力学公式で許容支持力を求める。本設計例では指針-3.1.3 によって *Mayerhof* の式で求める。

(1) 土質柱状図を次の様に仮定する。

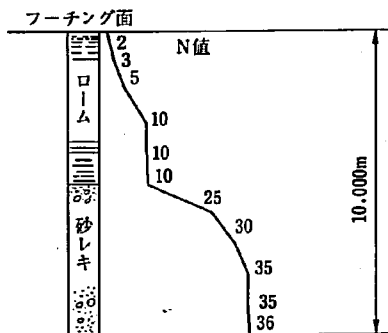


図-3.5

(2) 支持力計算

一般の場合 N 値を測定するので次式によって求める。

$$R_u = 40 \cdot N \cdot A_f + \frac{1}{5} \bar{N}_s \cdot A_s + \frac{\bar{N}_c}{2} \cdot A_c$$

ただし

R_u : くいの極限支持力 (t)

A_f : くいの先端面積 (m^2)

N : くい先端地盤の N 値

$\bar{N}_s$: くい先端までの砂層の N 値の平均値

$\bar{N}_c$: くい先端までの粘土層の値 N の平均値

A_s : $U \cdot l_s$

A_c : $U \cdot l_c$

U : くいの周長

l_s : 砂層中のくい長

l_c : 粘土層中のくい長

鋼管くい $\phi 400 \text{ mm}$ ($t=6 \text{ mm}$) $l=7.5 \text{ m}$ を使用すると

$$U = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \times 3.14 \times 0.2 = 1.256 \text{ m}$$

$$A_p = \pi \cdot r^2 = 3.14 \times 0.2^2 = 0.126 \text{ m}^2$$

$$N = 35$$

$$\bar{N}_s = (10 + 25 + 30 + 35 + 35 + 36) \times \frac{1}{6} = 28.5$$

$$\bar{N}_c = (2 + 3 + 5 + 10 + 10 + 10) \times \frac{1}{6} = 6.67$$

$$l_s = 3.5 \text{ m}$$

$$l_c = 4.0 \text{ m}$$

$$A_s = U \cdot l_s = 1.256 \times 3.5 = 4.396 \text{ m}^2$$

$$A_c = U \cdot l_c = 1.256 \times 4.0 = 5.024 \text{ m}^2$$

$$R_s = 40 \times 35 \times 0.126 + \frac{1}{5} \times 28.5 \times 4.396 + \frac{1}{2} \times 6.67 \times 5.024 = 176.4 + 25.057 + 16.755$$

$$\doteq 281.212 \text{ t}$$

安全率を3として、許容支持力 (R_s) を次に示す。

$$R_s = \frac{R_s}{3} = \frac{281.212}{3} = 72.7 \text{ t/本}$$

地震時許容応力 ($R_{s.}$) < 平時の50%増し >

$$R_{s.} = R_s \times 1.5 = 72.7 \times 1.5 = 109.0 \text{ t/本}$$

3.4 くい本体の計算

(1) 橋軸直角方向に対する設計 (地震時のみ)

橋軸直角方向によるくい各部の曲げモーメントおよびせん断力は弾性床上のはりとして求める。

指針 5.1.3 によって以下応力計算を行なう。

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K \cdot D}{4 \cdot EI}} \quad (\text{cm}^{-1})$$

ただし K : 横方向地盤係数 (1.1 Kg/cm^2)

D : くい径 (m)

E : くいの弾性係数 ($2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$)

I : くいの断面二次モーメント ($14,400 \text{ cm}^4$)

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{1.1 \times 40}{4 \times 2.1 \times 10^6 \times 14,400}} = 4.4 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$$

$$\frac{\pi}{\beta} = \frac{3.14}{4.4 \times 10^{-3}} = 714 \text{ cm} < 7.5 \text{ m (くい長さ)}$$

半無限長として計算する。

最大曲げモーメント $M_{\max}$

$$M_{\max} = -0.2079 \frac{H}{2\beta} \quad H: \text{くい頭に加わる水平力 (t)} (4.833 \text{ t})$$

$$= -0.2079 \times \frac{4.833}{2 \times 4.4 \times 10^{-3}} \Rightarrow -114,000 \text{ Kg} \cdot \text{cm} = -1.14 \text{ t} \cdot \text{m}$$

最大曲げモーメントの深さ l_m

$$l_m = \frac{\pi}{2 \cdot \beta} = \frac{3.14}{2 \times 4.4 \times 10^{-3}} = 357 \text{ cm} = 3.57 \text{ m}$$

くい頭拘束モーメント M_0

$$M_0 = \frac{H}{2 \cdot \beta} = \frac{4.833}{2 \times 4.4 \times 10^{-3}} = 549,000 \text{ Kg} \cdot \text{cm} = 5.49 \text{ t} \cdot \text{m}$$

(2) 応力度の計算

$$\text{断面積 (A)} = \pi (r^2 - r'^2) = 3.14 \times (0.2^2 - 0.14^2) = 74.24 \text{ cm}^2$$

$$\text{断面係数 (Z)} = 721 \text{ cm}^3$$

(a) 平時

$$\text{軸力 (N)} = 46.3 \times 10^3 \text{ Kg} \quad M = 0$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{46.3 \times 10^3}{74.24} \Rightarrow 624 \text{ Kg/cm}^2 < 1,300 \text{ Kg/cm}^2$$

(b) 地震時

$$\text{軸力 (N)} = 76.121 \times 10^3 \text{ Kg}$$

$$\text{曲げモーメント (M)} = 5.49 \text{ t} \cdot \text{m (くい頭)}$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z} = \frac{76.121 \times 10^3}{74.24} \pm \frac{5.49 \times 10^5}{721}$$

$$= 1,025 \pm 761 = \begin{cases} 1,786 \text{ Kg/cm}^2 < 1,300 \times 1.5 = 1,950 \text{ Kg/cm}^2 \\ 264 \end{cases}$$

(3) くい頭変位量 (地震時)

$$\sigma = \frac{2 \cdot \beta \cdot H}{K \cdot D} = \frac{2 \times 4.4 \times 10^{-3} \times 4.833 \times 10^3}{1.1 \times 40} = 0.966 \text{ cm} < 1.0 \text{ cm}$$

常時については水平力 (H) が 0 であるので変位量の計算は行なわない。

くい頭の変位量が許容位以下であるから水平力に対して安全である。

※ くい基礎の設計は土質状況に左右されて用いる公式にも大差がある。今回は例として

Meyerhof の式により許容支持力を求めたが、現場で設計する場合は「道路橋下部構

造設計指針くい基礎の設計篇 によって現場に適した公式を使用する事が望ましい。又、くい本体も鋼管くい、*P.C* くい、*R.C* 現場打ちくい等あり、本設計例は鋼管くいについて設計したが現場に応じてくいの種類を選定し、くい頭部とフーチングの結合部についても指針に従って安全に設計しなければならない。

3.5 くい頭補強図

くい基礎の施工にあたってはくい頭の補強を充分行なう必要がある。図-3.6 および図-3.7 は橋台における鋼管くい、*P.C* くいについて一例を示した。

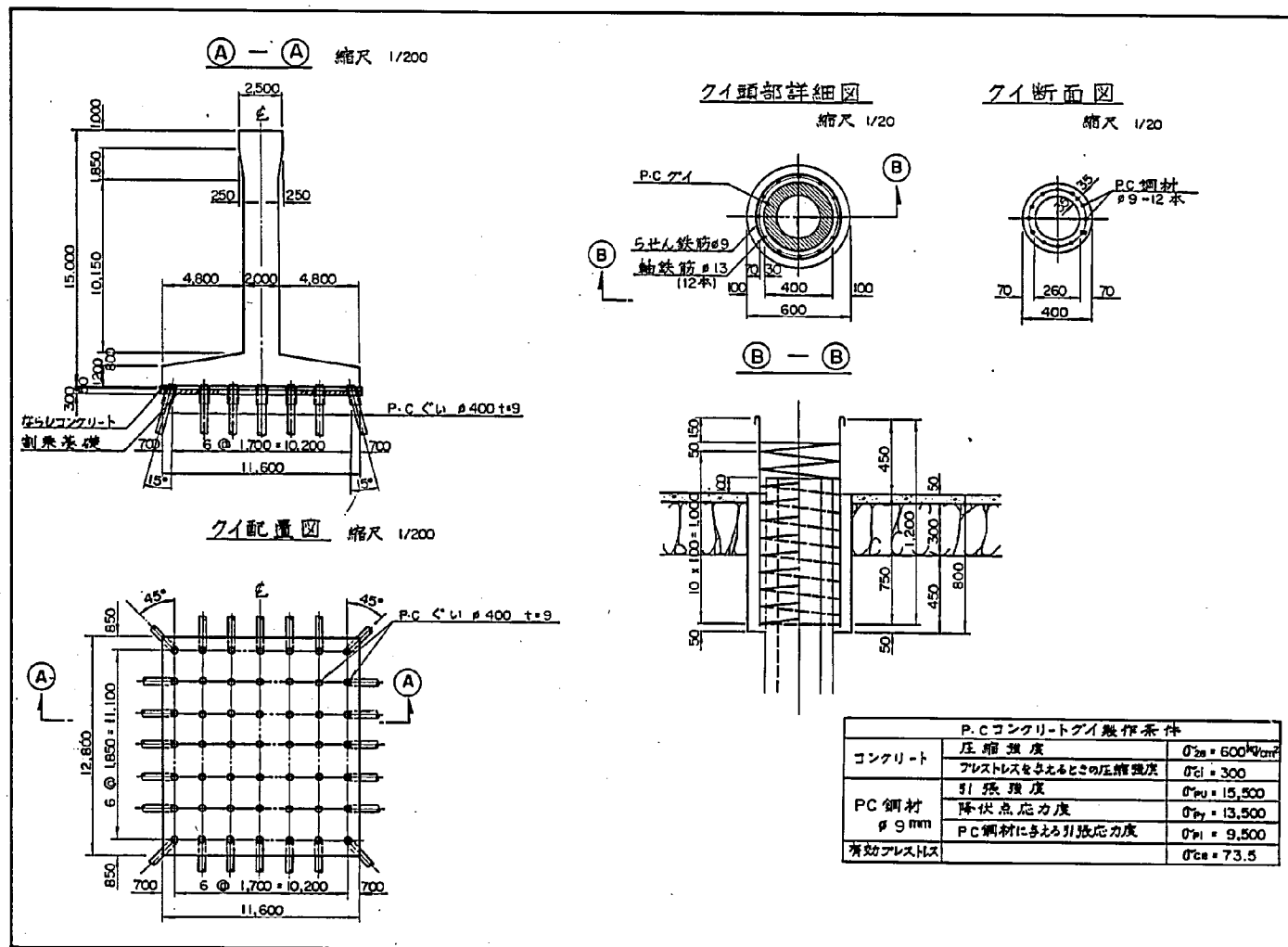


図 - 3. 6

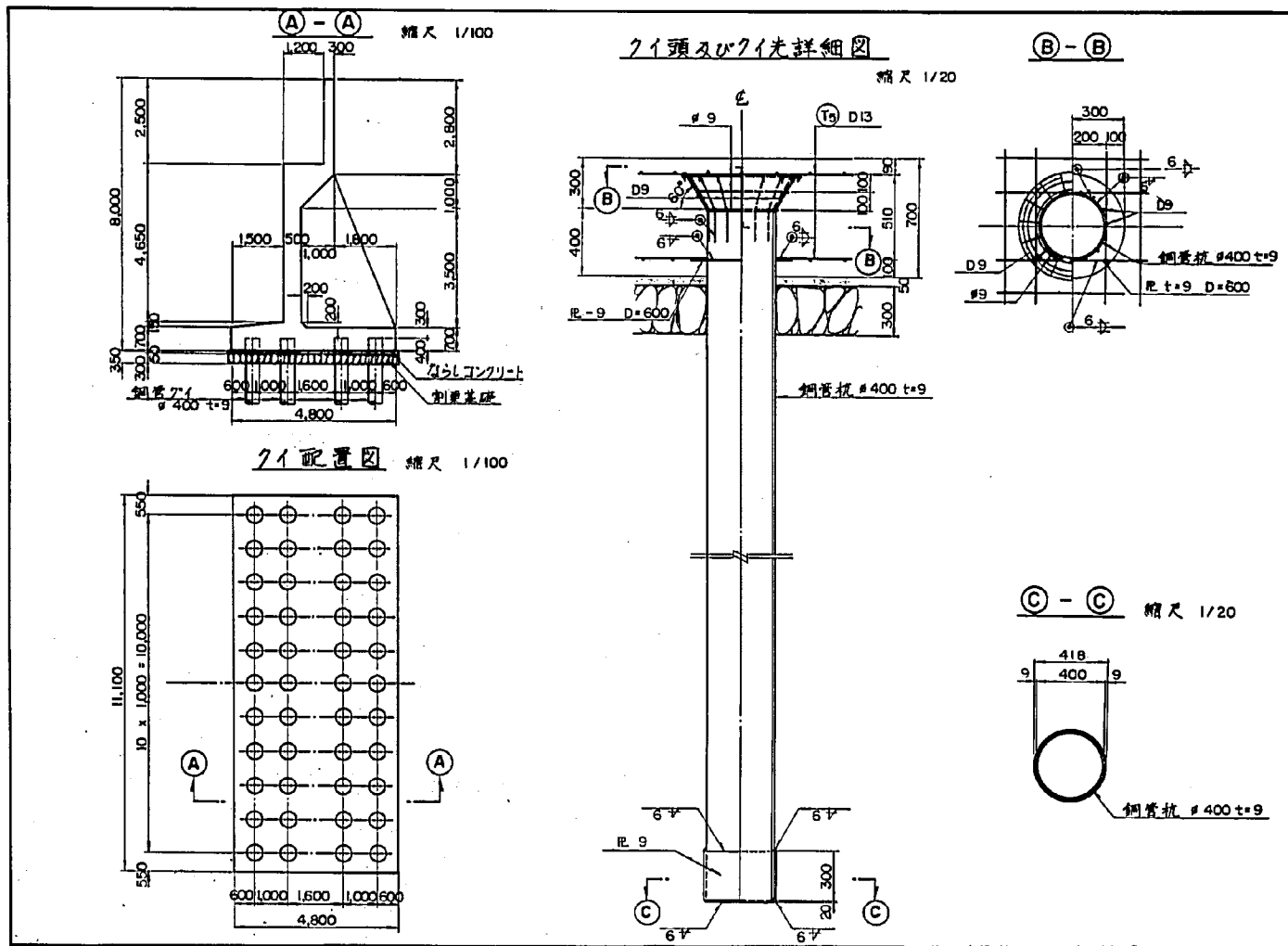


图-3.7

4. 標準設計資料

4.1 各種図表

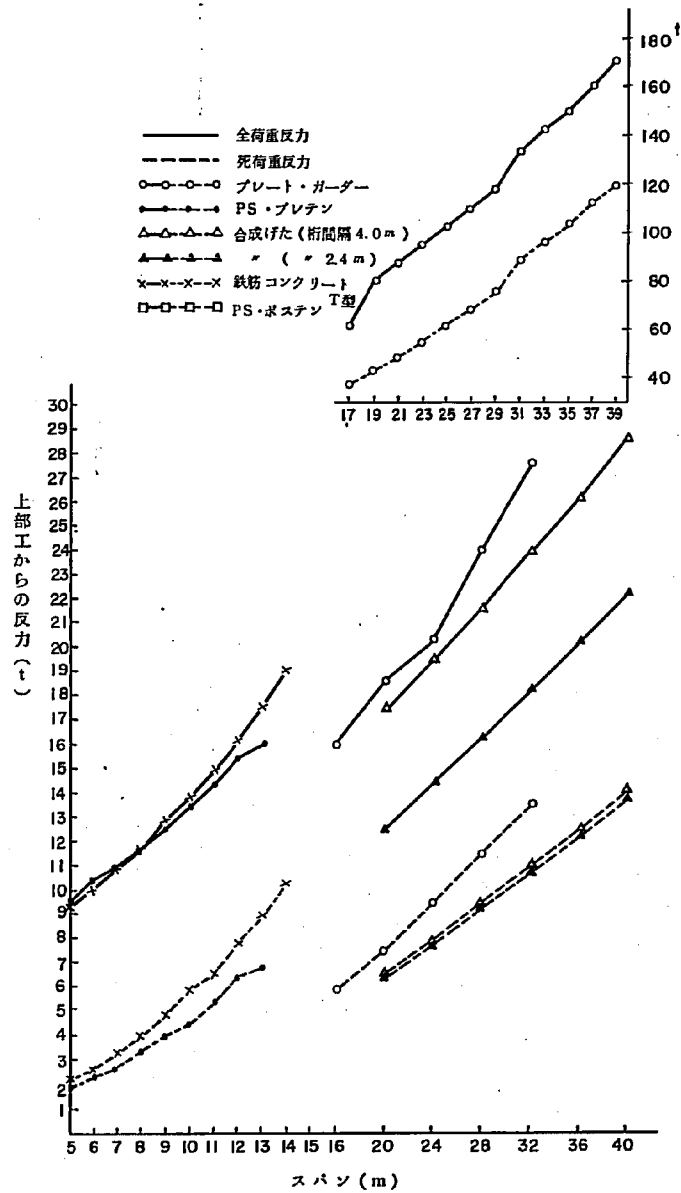
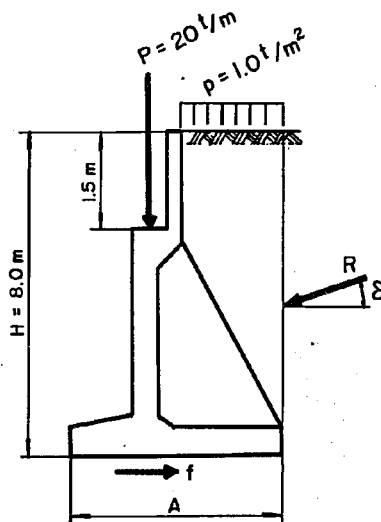


図-4.1 上部工とスパンの関係図

(2) 粘着力との底版幅との関係

標準設計で直接基礎の場合、安全率を満たすために根入れがある場合と根入れなしで粘着力（背面土圧）を考慮する場合と二種類について計算した。

又根入れのない場合、標準設計では底版幅一定で安全率を満足するために必要な粘着力を求めた。次に示す図－4.2～図－4.5は高さ8.0 m、上部工反力20 t/m、胸壁高1.5 mの場合で裏込め土の粘着力を変化させた時の裏度および土の内部摩擦角に対する底版幅を求めた図である。

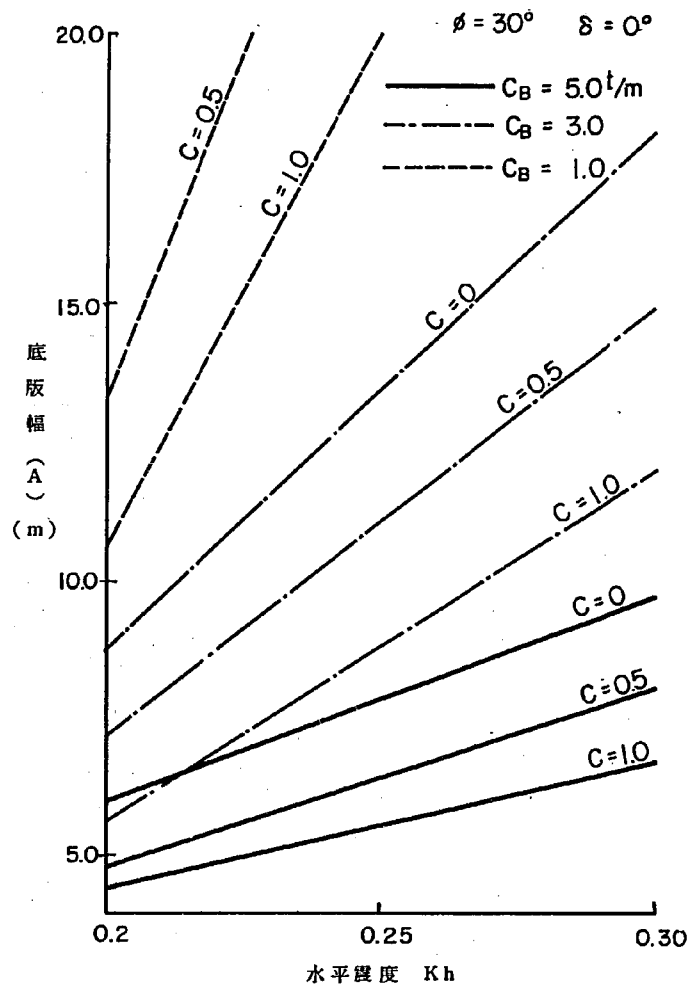


$$f = C \tan \frac{2}{3} \phi + C_s A$$

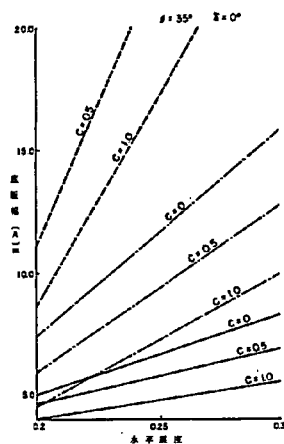
C : 裏ごめ土の粘着力

C_s : 基礎地盤粘着力

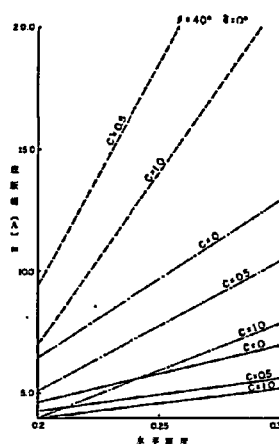
図－4.2



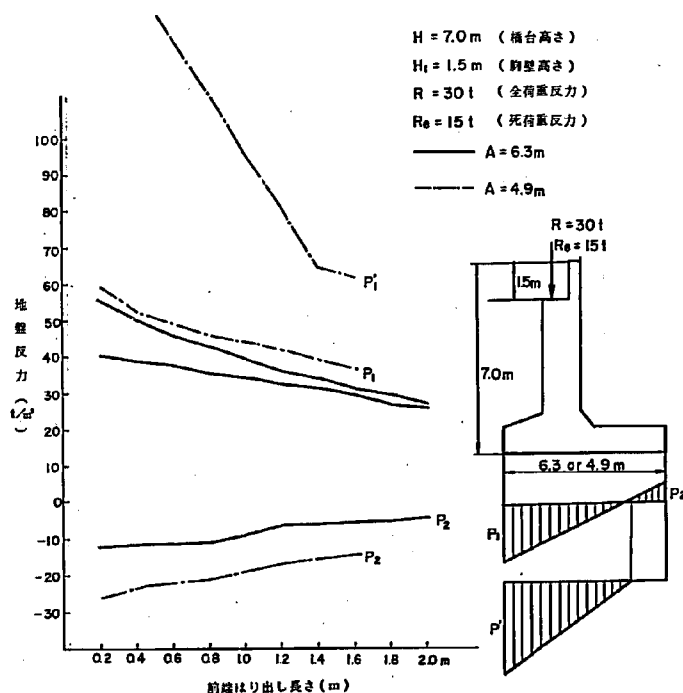
図－4.3



図—4.4



図—4.5



図—4.6

(3) つまさき部のはり出し長と地盤反力の関係

つまさき部のはり出し長を底版幅の $\frac{1}{2}$ まで0.1 mづつ増し、地盤反力との傾向を見たが当然のことながら、つまさき長を長くするほど地盤反力は小さくなった。

$H = 4.0\text{ m}$

$H_1 = 1.5\text{ m}$

$R = 30\text{ t}$

$R_e = 15\text{ t}$

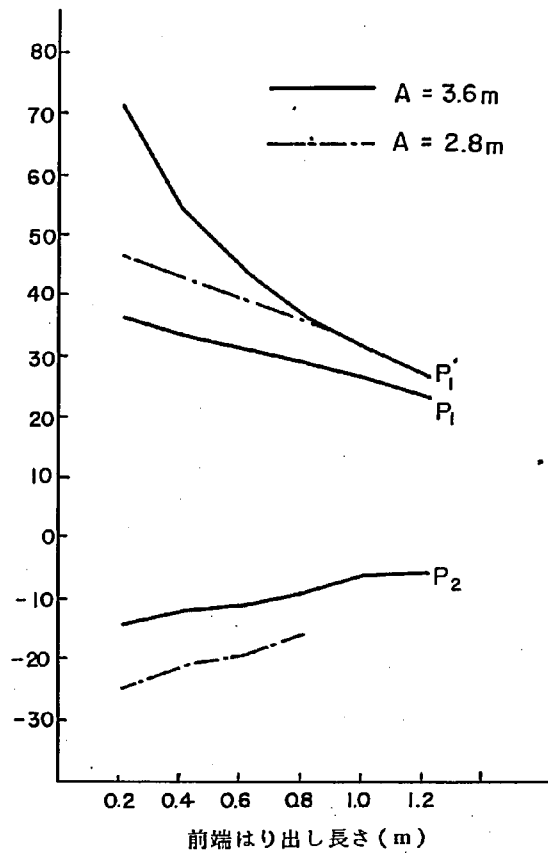


図-4.7

(4) パラベット部におけるコンクリートの有効厚さと鉄筋量の関係

図-4.8～4.3 1は輪荷重と土圧による鉄筋量(A_{s1} 曲線), 有効厚さ(d 曲線)および有効厚さを24 cm(標準設計で用いた有効厚さ)にした時の鉄筋量(A_{s2} 曲線)を鉄筋とコンクリートの許容応力度を変化させて示したものである。

例えば, 胸壁高1.0 mのとき鉄筋量(A_{s1})は13.4 cm以上, 有効厚さ(d)は15.9 cm以上とればよい。又有効厚さを24 cmとすれば鉄筋量(A_{s2})は9.0 cmでよいことになる。

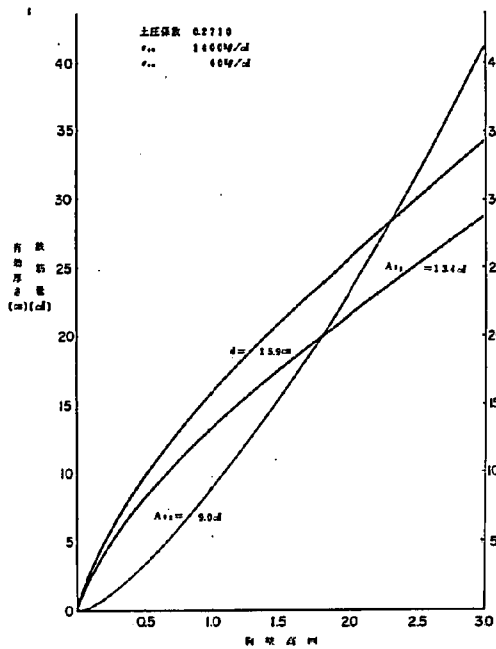


図-4.8

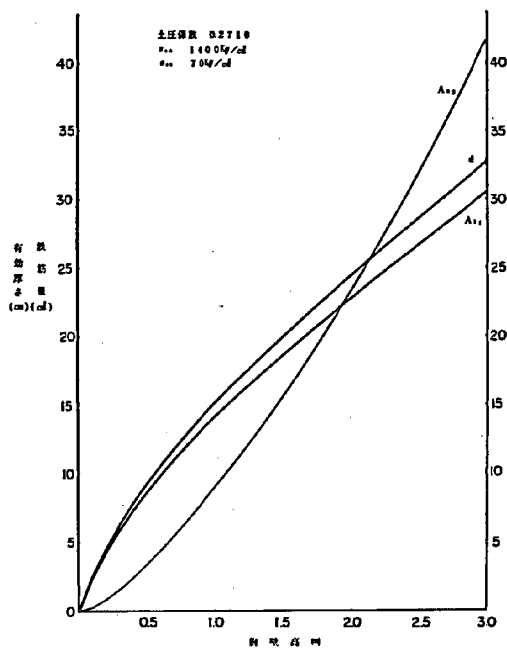


図-4.9

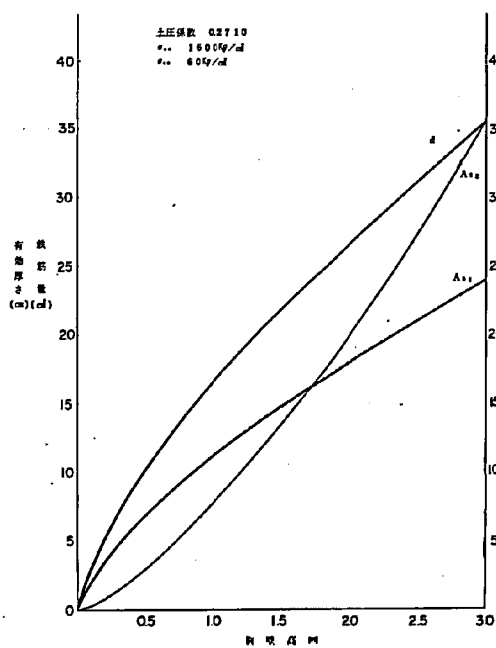


図-4.10

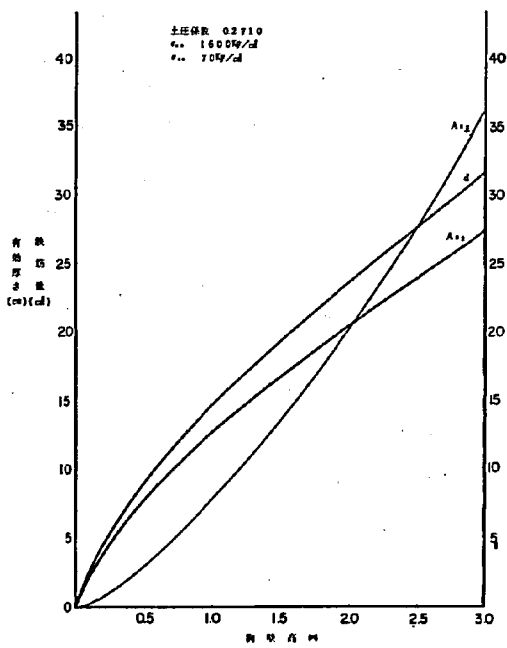


図-4.11

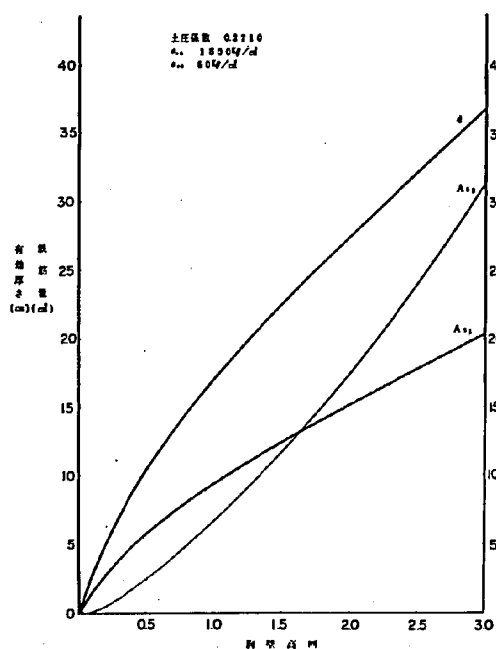


図-4.12

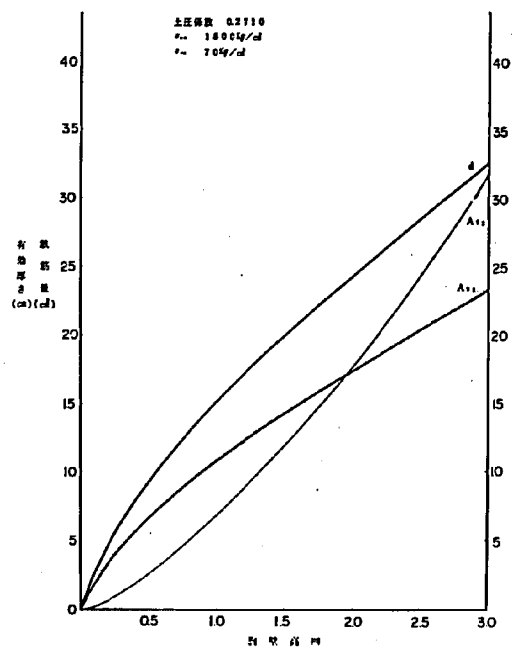


図-4.13

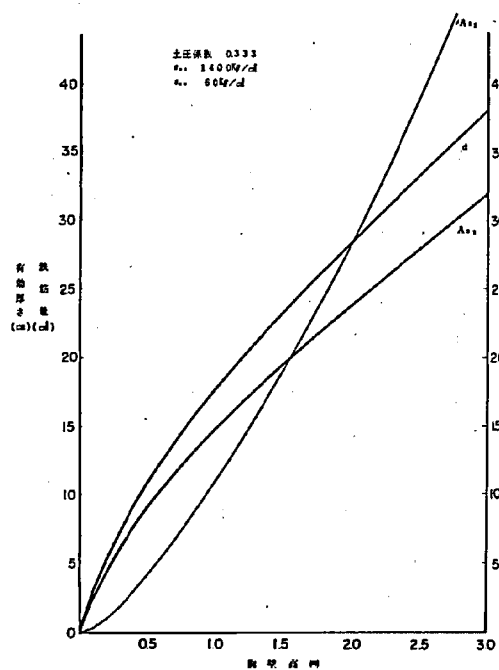


図-4.14

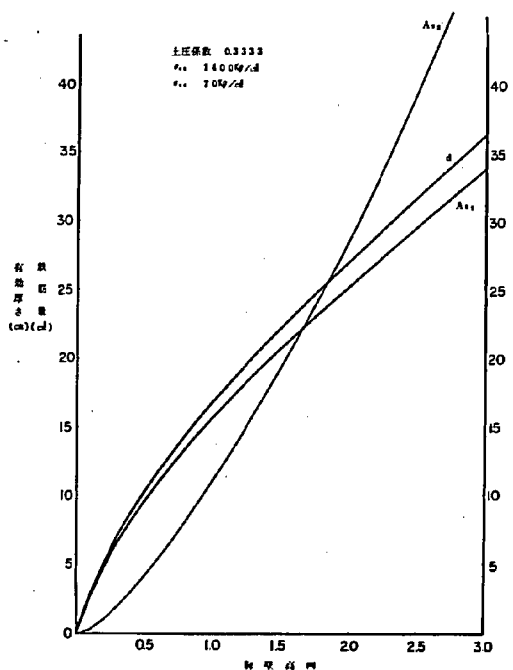
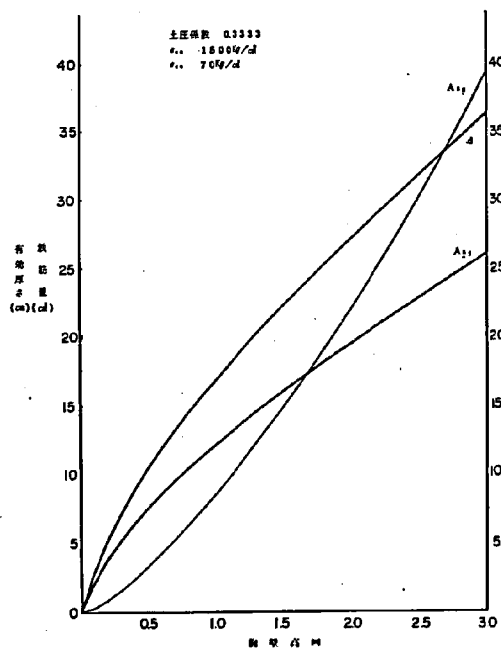
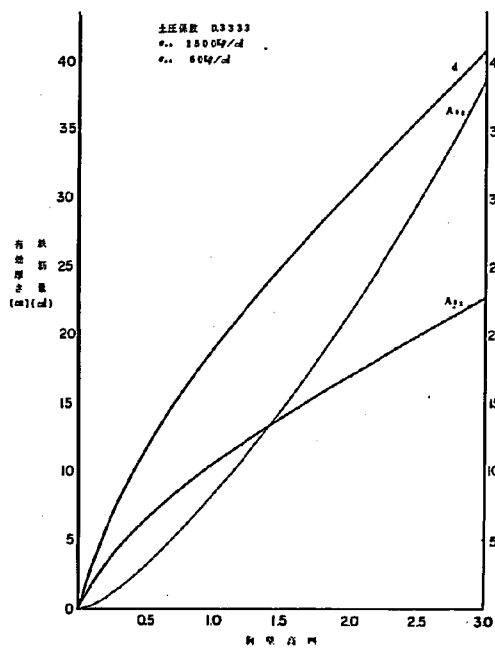
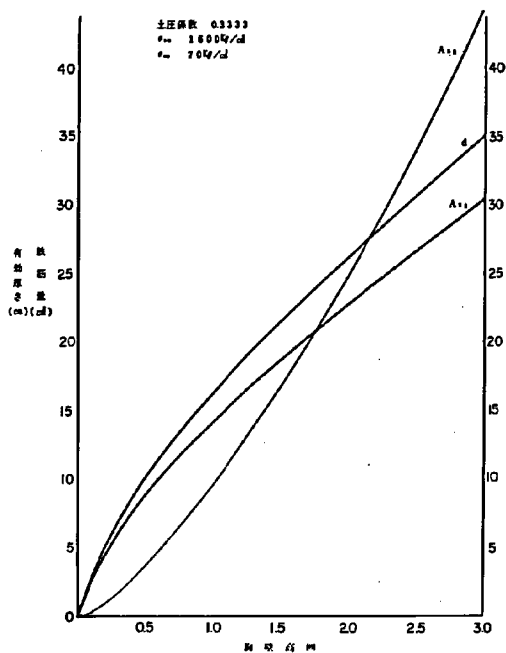
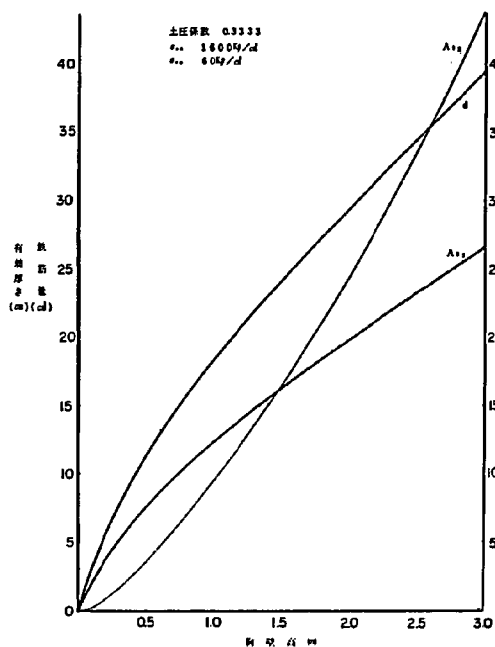


図-4.15



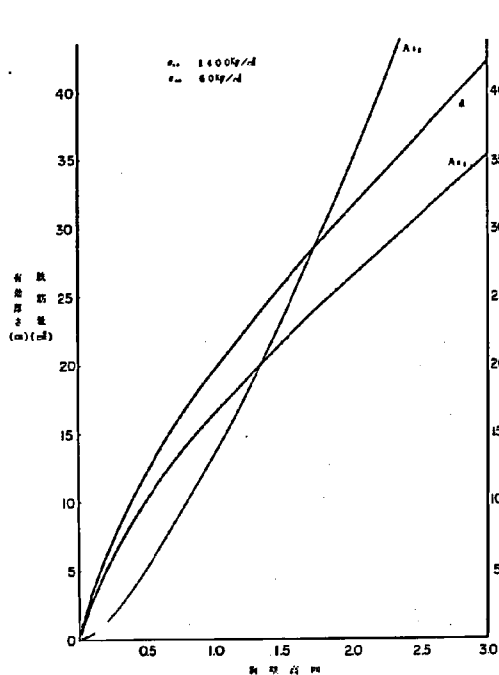


图-4.20

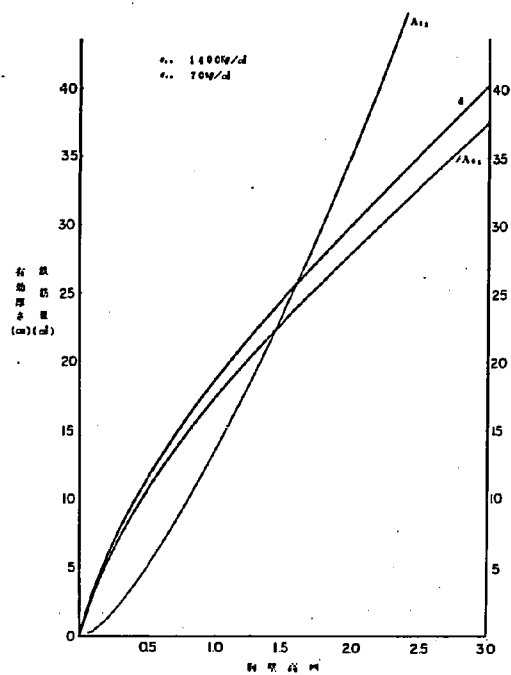


图-4.21

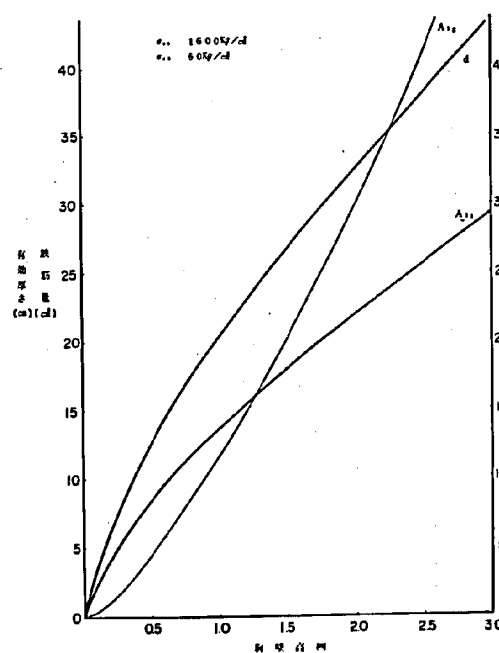


图-4.22

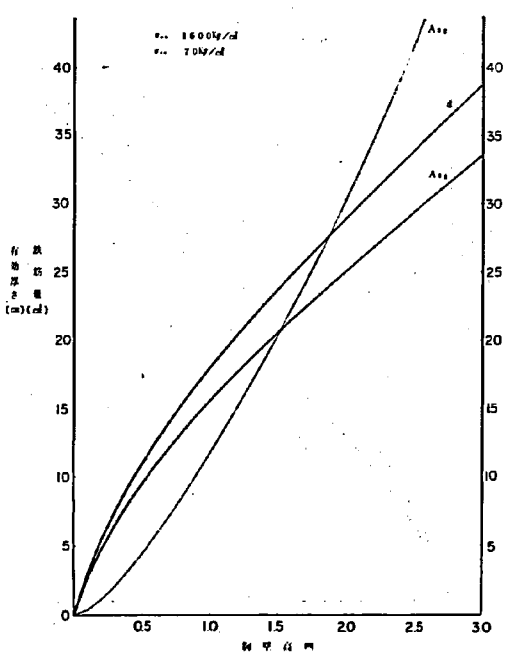


图-4.23

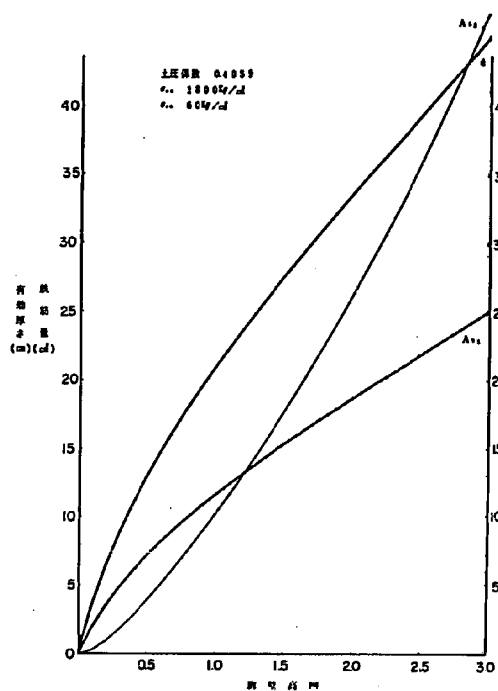


図-4.24

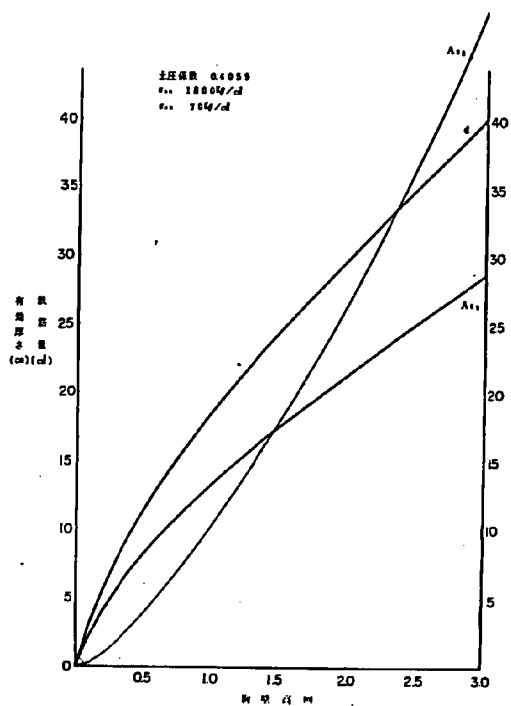


図-4.25

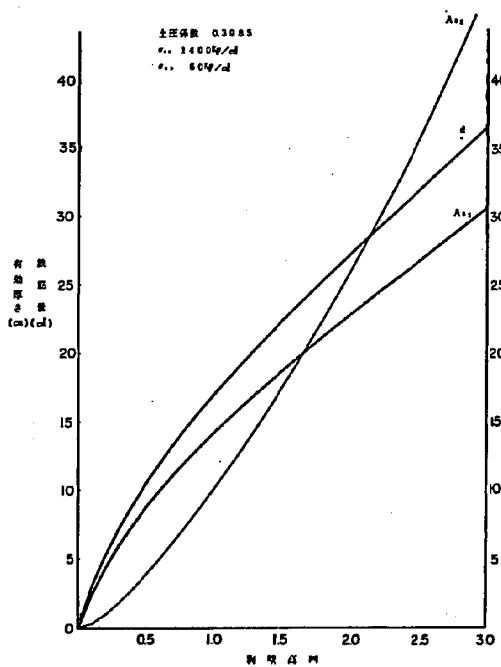


図-4.26

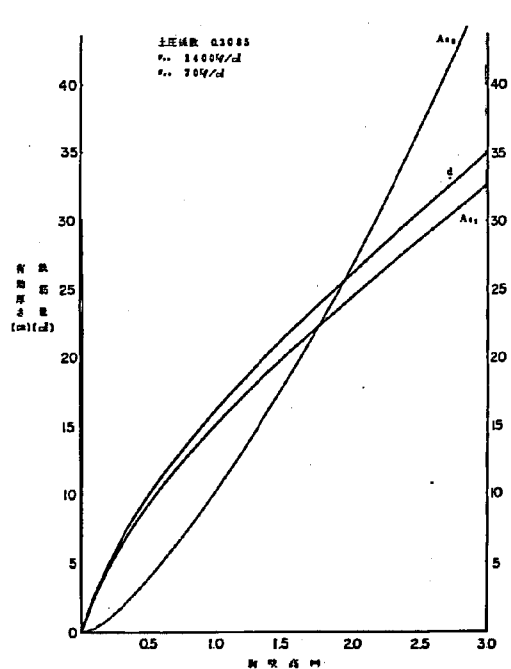


図-4.27

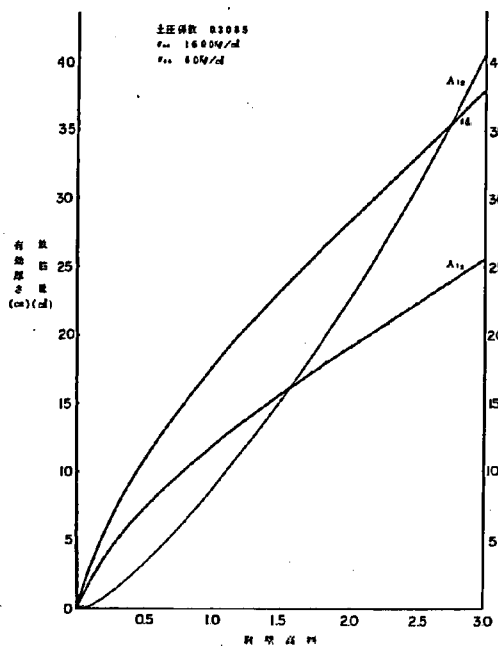


図-4.28

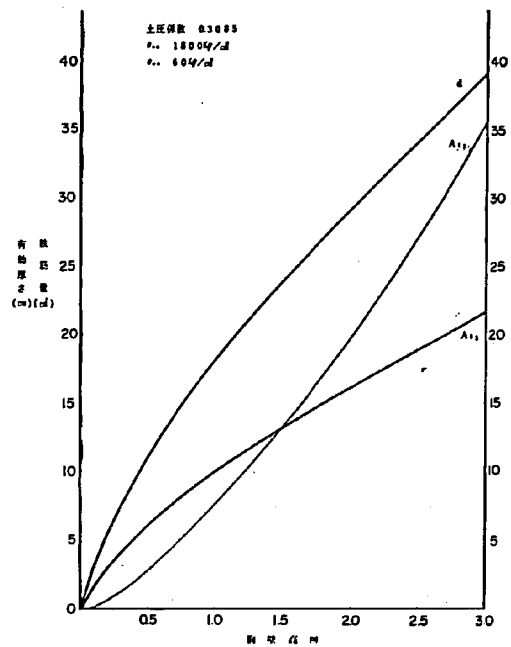


図-4.29

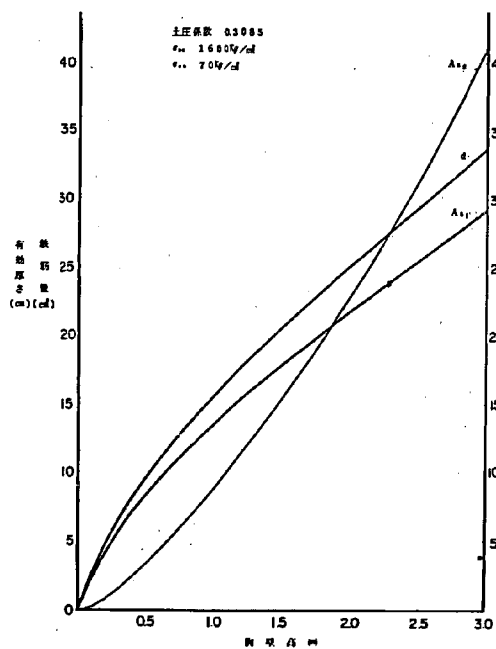


図-4.30

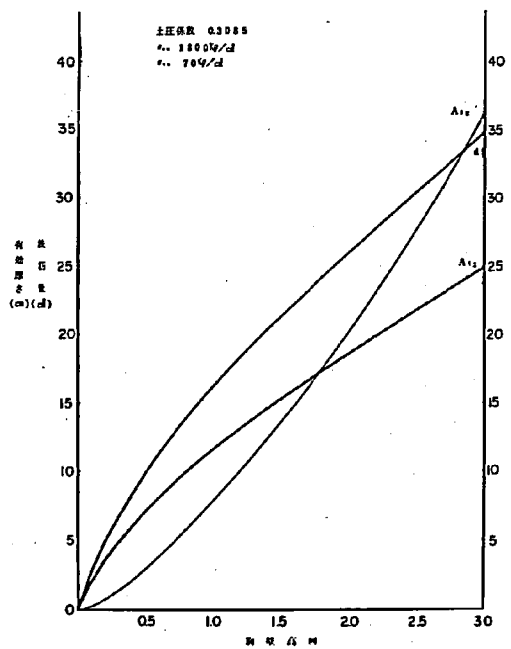


図-4.31

(5) 橋脚上部はり出し長と応力および鉄筋量の比較

高さ15m, 12mについてははり出し長と曲げモーメント, 鉄筋量の関係を調べてみた。その結果鉄筋が断面に一樣に配置するものとして鉄筋量を図-4.8~図-4.11より見ると天端長の $\frac{1}{2}$ 程度張り出した場合が一番経済的と思われる。但し, 断面は小判型で厚さ2.0mの場合である。

- | | | | |
|-----------------|--------|------------------------|-----------|
| 1. 高さ(H) | 15m | 4. 死荷重(D) | 15 t/m |
| 2. 天端長(L) | 16m | 5. 水平変位(K_H) | 0.2, 0.25 |
| 3. 全荷重(R) | 30 t/m | 6. 垂直変位(K_V) | $K_H/2$ |

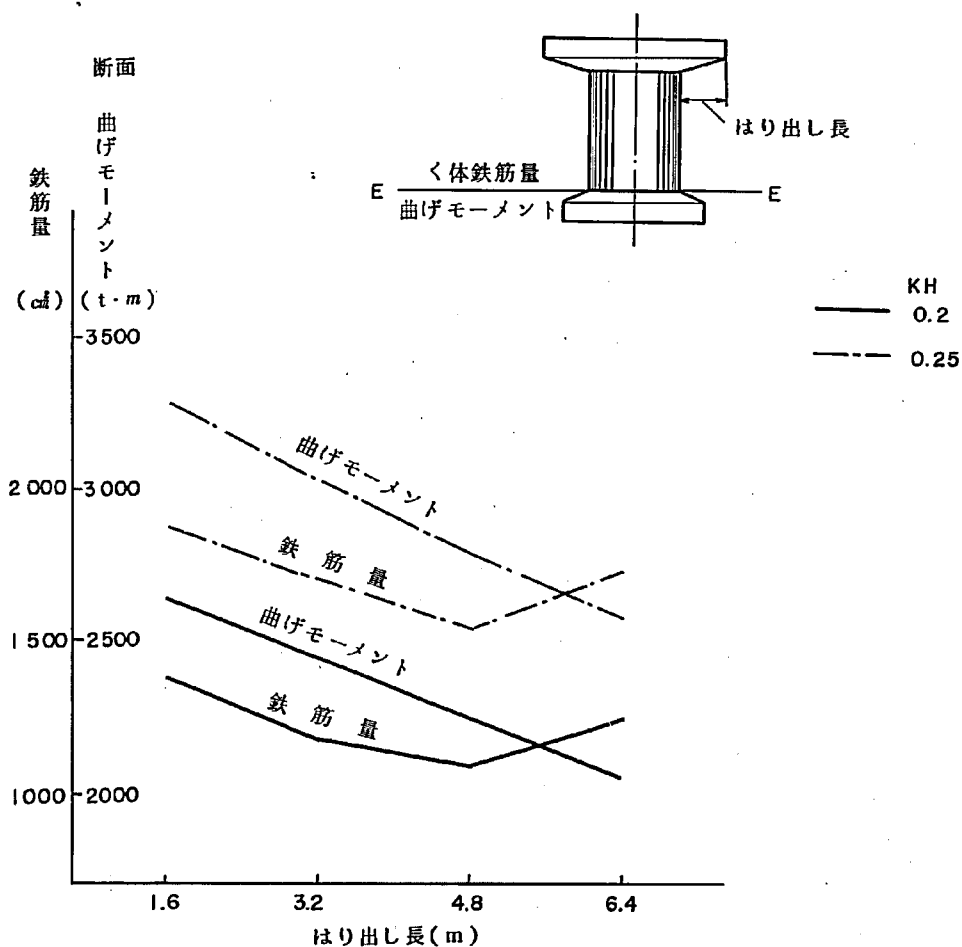


図-4.32

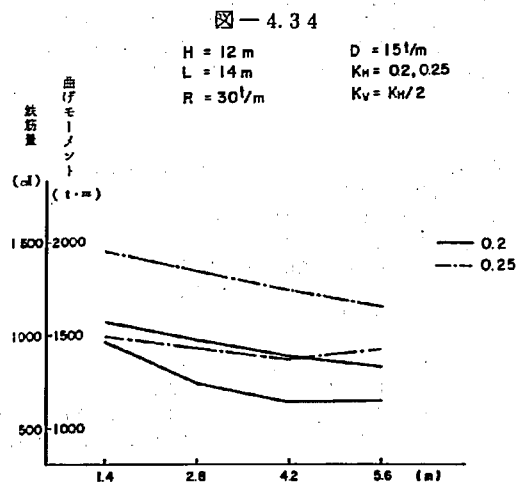
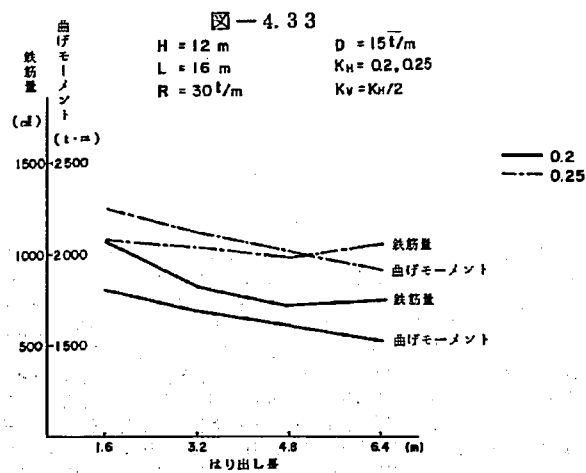
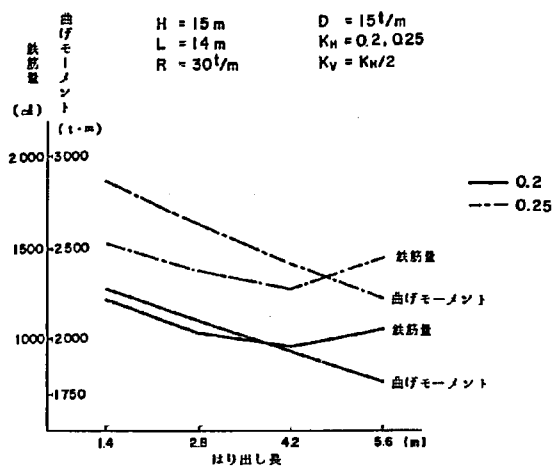


図-4.35

4.2 自動設計プログラム

4.2.1 重力式コンクリート橋台

橋台、橋脚の標準設計も昭和46年度には完成の予定であるが、以下これらの標準設計作製のために開発した自動設計プログラム（図化プログラムを除く）とそれらによって得られるアウトプラットの形式およびその結果に基づいて作製された標準設計の一部を上載する。

なお、橋台（標準設計第6巻）は人力によって図面を作製し、橋脚（標準設計9～12巻）および橋台（設計水平坡度0.25で標準設計7～8巻）は図面まで電子計算機によったが、図化プログラムは外注したためそのフローチャートだけを示す。

上載した自動設計プログラムをまとめれば次のとおりである。

- ① 重力式コンクリート橋台の設計計算
- ② 突げた式鉄筋コンクリート橋台設計計算
- ③ 扶壁式
- ④ 突げた式鉄筋コンクリート橋脚

```
begin
  real H, H1, H2, H3, H4, A, A1, A2, A3, A4, A5, A6, VP,
    HPS, HPES, WPS, WPES, MOWS, MOWES,
    C, CS, R, CE, CSE, HPE, VPE, CC, RE, P, PE, PH,
    HSK, HSK1, RBES, W, W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7,
    W8, W9, W10, WE, KH, Y, YE, Y1, Y2, Y3, Y4, Y5,
    Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7,
    X8, X9, X10, XR, MOS, EXS, ES, RFS, RBS, TEES,
    TES, MOP, SLS, MOHE, MOVE, MOV, MOPE, MORE, MOR,
    WEIE, WEI, EXE, EXSE, MOPHE, MOPVE, EES, EX, EE,
    E, MOPH, MOPV, RFE, BES, RQFES, RBE, RF, RB, QFE,
    QF, TEE, TE, SLE, SLES, SL, CO, KA, HSE, MOSE,
    RFES, SQ1, SQ2, SQ3, SQ4, RA, TH, PHI, THE, HP,
    HPX, HHH, HHE, WWW, WHE, MOWE, MOWEE;
  integer N, N1;
  N=N1+1;
  KH=0.25;
  PHI=30; RA=3.141593/180; PH=PHI*RA;
  H3=0.1; H4=1.0; A6=2.0;
  for H = 7.0 step -0.5 until 4.0 do
    for H1 = 2.5, 1.5, 0.5 do
      for R = 30000, 20000, 10000 do
        for RE = 0.7*R, 0.5*R, 0.3*R do
          for A = 0.9*H, 0.7*H do
            begin
              if H=4 ^ H1=2.5 then go to TWLAV;
              if H1=2.5 then A2=0.4 else A2=0.3;
              if H1 < 1.0 then A1=0.8 else A1 = 1.2;
              A3=0; H2=H-(H1+H3+H4); A4=A-(A1+A2+A3+A6);
              CC=0; N1=N1+1;
              if H1 < 0.6 ^ R > 21000 then go to OWARI;
```

LA:

```

A4=A-(A1+A2+A3+A6); A5=A1+A2;
THE=ARCTAN(A4/H2); TH=ARCTAN(KH/(1-KH/2));
C=COS(PH-THE)+2/(COS(THE)+3*(1+SIN(PH)/COS(THE))+2);
CS=COS(PH+THE)+2/(COS(THE)+3*(1-SIN(PH)/
COS(THE))+2);
CE=COS(PH-TH-THE)+2/(COS(TH)*COS(THE)+2
*COS(THE+TH)*(1+SQRT(SIN(PH)*SIN(PH-TH)/
(COS(THE+TH)*COS(THE))))+2);
CSE=COS(PH-TH+THE)+2/(COS(TH)*COS(THE)+2
*COS(THE-TH)*(1-SQRT(SIN(PH)*SIN(PH-TH)/
(COS(THE-TH)*COS(THE))))+2);
W1=2500*A2*H1; W2=2350*A5*H2;
W3=1175*A3*H2;
W4=1175*A4*H2; W5=2350*(A3+A4+A5)*H3;
W6=1175*A6*H3;
W7=2350*A*H4; W8=1800*A4*H1; W9=900*A4*H2;
W10=1350*A4; W=W1+W2+W3+W4+W5+W6+W7+W8+W9+W10;
WE=W-W10;
YE=H/3; Y=H*(H+3*0.75)/(3*(H+2*0.75));
Y1=H-H1/2; Y2=H3+H4+H2/2; Y3=Y4=H3+H4+H2/3;
Y5=H4+H3/2; Y6=H4+H3/3; Y7=H4/2; Y8=H-H1/2;
Y9=H3+H4+2*H2/3;
X1=A1+A2/2+A3+A6; X2=A3+A5/2+A6;
X3=A6+2*A3/3; X4=A-2*A4/3; X5=A6+(A-A6)/2;
X6=2*A6/3; X7=A/2; X8=X10=A-A4/2;
X9=A-A4/3; XR=A3+A1/2+A6;

```

TA:

```

PE=900*H+2*CE-2*1000*CC*SQRT(CE)*H;
P=900*C*((H+0.75)+2-0.75+2)-2*1000*CC*SQRT(C)*H;
HP=P; VP=0; HPE=PE; VPE=0;
MOHE=KH*(W1*Y1+W2*Y2+W3*Y3+W4*Y4+W5*Y5+W6*Y6
+W7*Y7+W8*Y8+W9*Y9+2*RE*(H-H1));
MOV=W1*X1+W2*X2+W3*X3+W4*X4+W5*X5+W6*X6+W7*X7
+W8*X8+W9*X9+W10*X10;
MOVE=(1-KH/2)*(MOV-W10*X10);
MOPHE=HPE*YE;
MOPH=HP*Y;
MORE=RE*XR*(1-KH/2); MOR=R*XR;
WEIE=(WE+RE)*(1-KH/2);
WEI=W+R;
EXE=(MOVE+MOR-MOHE-MOPHE)/WEIE;
EX=(MOV+MOR-MOPH)/WEI;
if EXE ≤ 0 then go to OWARI;

```

LEE:

```

EE=A/2-EXE; E=A/2-EX;
RFE=WEIE*(1+6*EE/A)/A; RBE=WEIE*(1-6*EE/A)/A;
RFE=WEI*(1+6*E/A)/A; RBE=WEI*(1-6*E/A)/A;
TEE=(MOVE+MOR)/(MOHE+MOPHE);
TE=(MOV+MOR)/MOPH;
SLE=0.6*(WEIE+VPE)/(HPE+KH*WE+KH*2*RE);
SL=0.6*(WEI+VP)/HP;
if EXE < A/3 then GFE=2*WEIE/(3*EXE) else GFE=0;
if EXE ≤ 0 v GFE > 100000 then go to OWARI;
KA=2*(H1+H4)+H3+SQRT(A6+2*H3+2)+SQRT(A3+2*H2+2)
+SQRT(A4+2*H2+2);
CO=A2*H1+(A3+A4+2*A5)*H2/2+A6*H3/2+(A3+A4+A5)
*H3+A*H4;
HPX=PE+KH*WE+2*KH*RE;
if CC=0 then

```

```

begin if SLE < 1,2 v EXE < A/6 v EX < A/3 then
begin CC=CC+0,1; go to TA; end else
go to XX; end;
if CC=0 then
begin
N=N+1;
PRINTS('C='); PRINTF(1,3, C); PRINTS('Ce=');
PRINTF(1,3, CE); PRINTS('H='); PRINTF(1,1, H);
PRINTS('H1='); PRINTF(1,1, H1);
PRINTS('A='); PRINTF(1,1, A); PRINTS('R=');
PRINTF(2,1, R/1000); PRINTS('Re=');
PRINTF(2,1, RE/1000); PRINTS('Kh=');
PRINTF(1,2, KH);
PRINTS('S,F='); PRINTF(1,2, A3/H2); PRINTS('S,B=');
PRINTF(1,2, A4/H2);
PRINTS('NO='); PRINTI(4, N); CRLF(2);
end;

```

XX:

```

HHH=HP/1000; HHE=HPX/1000;
WWW=WEI/1000; WWE=WEIE/1000;
MOWE=WHH*E; MOWEE=WWE*EE;
HSK1=1,2*(PE+KH*WE+2*KH*RE)-0,6*WEIE;
PRINTS('CC='); PRINTF(1,1, CC); PRINT S('P1=');
PRINTF(3,2, RF/1000);
PRINTS('#P2='); PRINTF(3,2, RB/1000);
PRINTS('P1e='); PRINTF(3,2, RFE/1000);
PRINTS('P2e='); PRINTF(3,2, RBE/1000);
PRINTS('P11e='); PRINTF(3,2, QFE/1000);
PRINTS('KA='); PRINTF(2,3, KA); PRINTS('C0=');
PRINTF(2,3, C0); CRLF(1);
PRINTS('HSK='); PRINTF(3,2, HSK1/1000);
PRINTS('TE='); PRINTF(2,2, TE);
PRINTS('SL='); PRINTF(2,2, SL);
PRINTS('TEE='); PRINTF(2,2, TEE); PRINTS('SLe=');
PRINTF(2,2, SLE);
PRINTS('ex='); PRINTF(2,2, EX); PRINTS('EXE=');
PRINTF(2,2, EXE);
PRINTS('H3='); PRINTF(1,2, H3); PRINTS('#H4=');
PRINTF(1,2, H4); CRLF(1);
PRINTS('H0='); PRINTF(3,3, HHH); PRINTS('###H0e=');
PRINTF(3,3, HHE); PRINTS('#N='); PRINTF(3,3, WWW);
PRINTS('#NE='); PRINTF(3,3, WWE); PRINTS('#E=');
PRINTF(1,3, E); PRINTS('#EE='); PRINTF(1,2, EE);
PRINTS('M='); PRINTF(3,3, MOWE); PRINTS('#ME=');
PRINTF(3,3, MOWEE);
if CC=0 then CRLF(3) else CRLF(8);
if SLE < 1,2 v EXE < A/6 v EX < A/3 then
begin
if CC=0 then
begin
LHS:
HSE=EES=EXSE=0;
MOSE=900*HSE+2*CSE*HSE/3;
MOS= 900*HSE+2*CS*HSE/3;
EXSE=(EXE*WEIE+MOSE)/WEIE;
EXS=(EX*WEI+MOS)/WEI;
if EXSE < A/6 v EXS < A/3 then
begin
HSE=HSE+0,1; go to LHS; end;

```

```

EES=A/2-EXSE; ES=A/2-EXS;
RFES=WEIE*(1+6*EES/A)/A; RFS=WEI*(1+6*ES/A)/A;
RBES=WEIE*(1-6*EES/A)/A; RBS=WEI*(1-6*ES/A)/A;
TEES=(MOSE+MORE+MOVE)/(MOHE+MOPE);
TES=(MOS+MOR+MOV)/MOP;
SLES=(0,6*WEIE+900*HSE+2*CSE)/(PE+KH*WE+2*KH*RE);
SLS=(0,6*WEI+900*HSE+2*CS)/P;
if SLES ≤ 1,2 v SLS ≤ 1,5 then
begin
HSE=HSE+0,1; go to LHS;
end;
EE1:
if EXSE < A/3 then RQFES=2*WEIE/(3*EXSE) else RQFES=0;
if SLES ≤ 1,2 then
HSK=1,2*(PE-900*HSE+2*CSE+KH*WE+2*WE*RE)-0,6*WEIE;
PRINTS('NH='); PRINTF(1,1, HSE); PRINTS('P1=');
PRINTF(3,2, RFE/1000);
PRINTS('P2='); PRINTF(3,2, RBS/1000); PRINTS('P1e=');
PRINTF(3,2, RFES/1000);
PRINTS('P2e='); PRINTF(3,2, RBES/1000);
PRINTS('P1e='); PRINTF(3,2, RQFES/1000);
PRINTS('TE='); PRINTF(2,2, TES);
PRINTS('SL='); PRINTF(2,2, SLS);
PRINTS('TEE='); PRINTF(2,2, TEES); CRLF(1);
PRINTS('SLE='); PRINTF(2,2, SLES);
PRINTS('HSK='); PRINTF(3,2, HSK/1000);
PRINTS('EX='); PRINTF(1,2, EXS); PRINTS('EXE=');
PRINTF(1,2, EXSE);
PRINTS('E='); PRINTF(1,2, ES); PRINTS('EE=');
PRINTF(1,2, EES); CRLF(3);
CC=CC+0,1; go to TA;
end;
end;
OWARI:
if A4=0 then go to TWLAV;
A3=A3+0,1*H2;
A4=A-(A1+A2+A3+A6);
if A4 ≤ 0 then begin A4=0; A3=A-(A1+A2+A4+A6); end;
CC=0;
go to LA;
TWLAV:
end;
end;

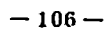
```

H : 高さ (m)
H₁ : 胸壁高さ (m)
H₃ : 図 参 照
H₄ : フーチング厚 (m)
A : 底 版 幅 (m)
A₁ : 橋 座 幅 (m)
A₂ : 胸 壁 厚 (m)
A₃ : 前面こう配長 (m)
A₄ : 後面 " (m)
A₆ : 前面はり出し長 (m)
KH : 水平震度
KV : 垂直震度

R : 上部工構造物よりの全荷重反力 (Kg)

XR: 荷重の位置 (m)

データの終りには 0 を入れること。



重 力 式 コ ン ク リ ー ト 橋 台 ア ウ ト ブ ッ ト

(土圧係数) = 土圧係数 高さ = (m) 胸壁高さ = (m) 底版幅 = (m) 全荷重反力 = (t/m) 死荷重反力 = (t/m) 水平線度 = 前面こう配 = 後面こう配 =

根
入
力
に
お
け
る
値

粘着力 = (t/m²) (前地盤反力) = (t/m²) (後地盤反力) = (t/m²) 前地盤反力 = (t/m²) 前地盤反力 = (t/m²) 型わく = (m²) コンクリート = (m²)
不足水平抵抗 = (t/m²) (転倒安全率) (滑動安全率) 転倒安全率 滑動安全率 (合力の位置) = (m) 合力の位置 = (m)
(水平力) = (t/m²) 水平力 = (t/m²) (軸力) = (t) 軸力 = (t) (偏心距離) = (m) 偏心距離 = (m) (モーメント) = (t・m) モーメント = (t・m)

根
入
力
に
お
け
る
値

根入れ = (m) (前地盤反力) = (t/m²) (後地盤反力) = (t/m²) 前地盤反力 = (t/m²) 後地盤反力 = (t/m²) 前地盤反力 = (t/m²) (転倒安全率) (滑動安全率) 転倒安全率
滑動安全率 不足水平抵抗 = (t/m²) (合力の位置) = (m) 合力の位置 = (m) (偏心距離) = (m) 偏心距離 = (m)

根
入
力
に
お
け
る
値

粘着力 = (t/m²) (前地盤反力) (後地盤反力) 前地盤反力 後地盤反力 前地盤反力 型わく コンクリート
不足水平抵抗 (転倒安全率) (滑動安全率) 転倒安全率 滑動安全率 (合力の位置) 合力の位置
(水平力) 水平力 (軸力) 軸力 (偏心距離) 偏心距離 (モーメント) モーメント

C= 0.570 C= 0.819 H= 7.0 H1= 2.5 A= 6.3 R= 30.0 R= 21.0 Kh= 0.25 S.F= 0.30 S.B= 0.49 N0= 4

CC= 0.0 P1= 14.32 P2= 13.33 P1e= 27.29 P2e= -6.23 P11e= 29.90 KA= 16.445 C0= 17.860
HSK= 32.58 TE= 4.50 SL= 1.71 TE= 1.59 SL= 0.66 ex= 3.11 EXE= 1.48 H3= 0.10 H4= 1.00
H0= 30.499 H0e= 60.319 N= 87.090 NE= 66.344 E= 0.038 EE= 1.67 M= 3.292 ME= 110.854

NH= 4.4 P1= 27.29 P2= 21.77 P1e= 19.83 P2e= 1.23 P11e= 0.00 TE= 08.86 SL= 2.96 TEE= 3.79
SLE= 1.22 HSK= 0.00 EX= 3.75 EXE= 2.22 E= -0.60 EE= 0.93

CC= 2.2 P1= 5.40 P2= 22.25 P1e= 17.46 P2e= 3.60 P11e= 0.00 KA= 16.445 C0= 17.860
HSK= -0.87 TE= 18.92 SL= 7.20 TE= 2.59 SL= 1.23 ex= 3.79 EXE= 2.46 H3= 0.10 H4= 1.00
H0= 7.255 H0e= 32.447 N= 87.090 NE= 66.344 E= -0.640 EE= 0.69 M= -55.730 ME= 45.820

C= 0.514 C= 0.753 H= 7.0 H1= 2.5 A= 6.3 R= 30.0 R= 21.0 Kh= 0.25 S.F= 0.40 S.B= 0.39 N0= 5

CC= 0.0 P1= 11.34 P2= 15.34 P1e= 24.57 P2e= -4.22 P11e= 25.67 KA= 16.419 C0= 17.860
HSK= 29.69 TE= 4.98 SL= 1.83 TE= 1.68 SL= 0.68 ex= 3.31 EXE= 1.66 H3= 0.10 H4= 1.00
H0= 27.520 H0e= 56.786 N= 84.060 NE= 64.095 E= -0.137 EE= 1.49 M= -13.224 ME= 95.219

NH= 4.1 P1= 24.57 P2= 22.37 P1e= 18.43 P2e= 1.92 P11e= 0.00 TE= 76.35 SL= 3.07 TEE= 3.81
SLE= 1.20 HSK= 0.00 EX= 3.86 EXE= 2.30 E= -0.71 EE= 0.85

CC= 2.1 P1= 3.25 P2= 23.43 P1e= 15.57 P2e= 4.78 P11e= 0.00 KA= 16.419 C0= 17.860
HSK= -0.94 TE= 21.26 SL= 7.83 TE= 2.69 SL= 1.23 ex= 3.94 EXE= 2.59 H3= 0.10 H4= 1.00
H0= 6.444 H0e= 31.268 N= 84.060 NE= 64.095 E= -0.794 EE= 0.56 M= -66.741 ME= 35.677

C= 0.462 C= 0.694 H= 7.0 H1= 2.5 A= 6.3 R= 30.0 R= 21.0 Kh= 0.25 S.F= 0.50 S.B= 0.29 N0= 6

CC= 0.0 P1= 8.59 P2= 17.14 P1e= 22.04 P2e= -2.41 P11e= 22.38 KA= 16.448 C0= 17.860
HSK= 27.12 TE= 5.51 SL= 1.96 TE= 1.77 SL= 0.69 ex= 3.50 EXE= 1.84 H3= 0.10 H4= 1.00
H0= 24.757 H0e= 53.525 N= 81.031 NE= 61.846 E= -0.349 EE= 1.31 M= -28.282 ME= 80.881

NH= 3.9 P1= 22.04 P2= 23.46 P1e= 16.60 P2e= 3.03 P11e= 0.00 TE= 15.38 SL= 3.26 TEE= 3.87
SLE= 1.21 HSK= 0.00 EX= 4.02 EXE= 2.42 E= -0.87 EE= 0.73

CC= 2.0 P1= 1.28 P2= 24.45 P1e= 13.82 P2e= 5.82 P11e= 0.00 KA= 16.448 C0= 17.860
HSK= -0.87 TE= 23.85 SL= 8.50 TE= 2.79 SL= 1.23 ex= 4.10 EXE= 2.72 H3= 0.10 H4= 1.00
H0= 5.719 H0e= 30.200 N= 81.031 NE= 61.846 E= -0.946 EE= 0.43 M= -76.624 ME= 26.454

(高さ) (胸壁高) (橋座幅) (全荷重反力) (死荷重反力) (水平力) (斜角) (ご配)

下部工－重力式コンクリート橋台－その 2

注: 1. 胸壁高1500および2500の時は、胸壁部コンクリートとしてそれぞれ 0.450m^3 、 0.750m^3 と $\sigma_{ca}=70\text{kg/cm}^2$ とする
2. 上記の場合 $\sigma_{ca}=40\text{kg/cm}^2$ の量は全コンクリート量より上記の量を控除した量

[illegible]

4.2.2 突げた式鉄筋コンクリート橋台

突げた式鉄筋コンクリート橋台のプログラムと、その結果印刷されたものとそれに基づいて図化された標準設計の図面の一部をのせると次のようになる。

```

begin
  real A, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, H, H1, H2,
    KH, PRM, CC, H3, H4, H5, H6, H7, H8, HSE, C, CE,
    CSE, R, RE, AA6, AA3, W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7,
    W8, W, WE, DD1, DD2, RFS, RBS, DD3, Y1, Y2, Y3,
    Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, YP, YPE, TEES, TES, SLS, X1,
    X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, XR, P, PE, PH, DDC,
    DDD, DDE, HSK, EES, RFES, RBES, RQFES, SLES, AX,
    AA, AB, AC, DDA, DD8, WA, WB, YA1, YB2, XA1, XB2,
    QDR, QER, QFR, YE, YF, MOV, MOVE, MOP, MORE, MOR,
    MOPE, MOHE, MOSE, EXSE, HSK1, PES, WEI, WEIE, E,
    EE, RF, RFE, RB, RBE, RQF, RQFE, TE, SL, SLE, CO,
    KA, D, YA, YB, YC, YD, QD, QE, QF, QDE, QEE, QFE,
    SA, SB, SC, SD, SE, SF, SAE, SBE, SCE, SDE, SEE,
    SFE, MA, MB, MC, MD, ME, MF, MAE, MBE, MOS, CS,
    EXS, ES, HHH, HHE, WWW, WHE, MOWE, MOWEE, HPX,
    MCE, MDE, MEE, MFE, WATANABE, PV, EX, EXE, TEE;
  integer I, II, III;
  array TEK1, TEK2, TEK3, TEK4, TEK5, TEK6[1:2];
  procedure TEKKIN(MG1, ME1, S1, SE1, DF, DD, DK, K);
    real MG1, ME1, S1, SE1, DF, DD, DK;
    array K;
    begin
      integer I;
      real D, ASN, N, AS, NT, ASB, D1, PITCH, TN,
        MG, ME, S, SE, DDK, AS1, J, J1, T1, T2,
        T3, T4, GZ, SC, ASG, ASE, M1, S1, TX1,
        TX2;
      switch SW=SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6, SW7, SW8, SW9;
      MG=ABS(MG1); ME=ABS(ME1); S=ABS(S1); SE=ABS(SE1);
      N=10.0/3.0;
      if DF > 0 then begin D=DF; go to ST; end;
      I=1;
      SW1: D=1.986; D1=16.0; go to ST;
      SW2: D=2.865; D1=19.0; go to ST;

      SW3: D=3.871; D1=22.0; go to ST;
      SW4: D=5.067; D1=25.0; go to ST;
      SW5: D=6.424; D1=29.0; go to ST;
      SW6: D=7.942; D1=32.0; go to ST;
      SW7: D=9.566; D1=35.0; go to ST;
      SW8: D=11.40; D1=38.0; go to ST;
      SW9: PRINTS('***OVER***'); go to OV;
      ST:
      ASN=D*I;
      ASG=MG/(1 600.0*(1.0-(15.0/(15.0+1 600.0/70.0)))/
        3.0)*(DD-DK));
      ASE=ME/(2 400.0*(1.0-(15.0/(15.0+2 400.0/105.0)))/
        3.0)*(DD-DK));
      AS=if ASG < ASE then ASE else ASG;
      if ASN ≥ AS then go to END else if N < 8.0 then

```

```

begin
  if N < (10.0/3.0+0.1) then N=4.0 else
    if N = 4.0 then N=5.0 else
      if N = 5.0 then N=100.0/15.0 else
        if N < (100.0/15.0 +0.2) then N=8.0;
        go to ST;
      end else
        begin N=10.0/3.0; I=I+1; go to SW(I); end;
      END;
    ASB=ASN*0.2*(6.0+2.0)/(6.0+1.0);
    PITCH=100.0/N;
    DDK=(DD-DK)*100.0;
    AS1=(15.0*ASN/100.0)*(-1.0+SQR(1.0+200.0*DDK
      /(15.0*ASN)));
    J=DDK-AS1/3.00;
    T1=MG*100.0/(ASN*J);
    T2=2.0*MG/(AS1*J);
    T3=ME*100.0/(ASN*J);
    T4=2.0*ME/(AS1*J);
    K(1)=D;
    PRINTF(2.2, AS); PRINTF(2.2, ASN); PRINTF(2.2, ASB);
    PRINTI(2, D1); PRINTI(2, N); PRINTI(3, PITCH);
    PRINTF(4.2, T1); PRINTF(3.2, T2); PRINTF(4.2, T3);
    PRINTF(3.2, T4);
    OV: PRINTR(5, MG1/100); PRINTR(5, ME1/100); CRLF(1);
  end;
procedure DEPTH(M1, ME1, DD);
  real M1, ME1, DD;
  begin
    real S, CS, D, DE, D1, D1E, M, ME;
    M=ABS(M1); ME=ABS(ME1);
    S=15.0/(15.0+1600.0/70.0);
    CS=SQR(1.0-S);
    D=CS*SQR(M/1600.0);
    DE=CS*SQR(ME/2400.0);
    D1=D/100.0; D1E=DE/100.0;
    if D1 > D1E then DD=D1 else DD=D1E;
  end;
  I=II=0;
  KH=0.25;
  A2=0.3; A3=1.0; A5=0.2; C=1.0/3.0; CS=3.0;
  CE=0.5541; CSE=2.4493;
  H3=0.2; H5=0.2;
  for H = 7.0 step -0.5 until 4.0 do
    for H1 = 2.5, 1.5, 0.5 do
      for R = 30 000.0, 20 000.0, 10 000.0 do
        for RE = 0.7*R, 0.5*R, 0.3*R do
          for A = 0.9*H, 0.7*H do
            begin
              if ( H1 < 0.6 ) ^ ( R > 21000.0 ) then go to DWARI;
              if H1<1.0 then begin A1=0.8; H8=A8=0.3; H7=0.7;
                end else begin A1=1.2; H8=A8=0.5; H7=0.5; end;
              CC=AC=0.0;
              if H ≥ 5.0 then H4=0.8 else H4=0.7;
              I = I+1;
              LA: A4=A1+A2;
              if (A3+A4+AC-A8) > A then
                begin A = A3+A4+AC-A8; A5=0.0; end else
                if A ≥ A3+A4+AC-A8+0.2 then A5=0.2 else A5=0.0;
            end
          end
        end
      end
    end
  end

```

```

A6=A-(A3+A4+A5+AC-A8);
H6=H3+H4; H2=H-H1-H6; A7=A5+A6; AA=H1*AC/(H-H4);
AB=(H1+(H2+H3)/2,0)*AC/(H-H4); W1=2 500,0*A2*H1;
WA=1 250,0*AC*(H-H4); W2=2 500,0*(A4-A8)*(H2+H3);
W3=1 250,0*A3*H3; W4=1 250,0*A5*H5;
W5=2 500,0*A*H4; W6=1800*(H-H4-H5)*(A7-AC);
W7=1 350,0*(A7+AC); W8=1 250,0*A8*(2,0*H7+H8);
W=W1+WA+W2+W3+W4+W5+W6+W7+W8; WE=W-W7;
YP=(H+3,0*0,75)*H/(3,0*(H+2,0*0,75)); YPE=H/3,0;
Y1=H-H1/2,0; YA1=(H-H4)/3,0+H4; Y2=H4+(H2+H3)/2,0;
Y3=H4+H3/3,0; Y4=H4+H5/3,0; Y5=H4/2,0;
Y6=H-(H-H4-H5)/2;
Y8=H-H1-((H7+H8)+2*(H7+H8)*H7+H7+2)/(3,0*(2,0*H7+H8));
XR=A3+A1/2,0-A8; X1=A1+A3+A2/2,0-A8;
XA1=A3+A4+AC/3,0-A8; X2=A3+(A4-A8)/2,0;
X3=2,0*A3/3,0; X4=A3+AC+A4-A8+2*A5/3,0; X5=A/2,0;
X6=A-(A7-AC)/2;
X7=A-(A7+AC)/2,0;
X8=A3-A8*(3,0*H7+H8)/(3,0*(2,0*H7+H8));
TA: PE= 900,0*H+2*CE-2*1000*CC*SQRT(CE)*H;
P= 900,0*C*(H+0,75)*2-0,75*2)-2*1000*CC*SQRT(C)*H;
PH=P; PV=0;
MOV=W1*X1+WA*XA1+W2*X2+W3*X3+W4*X4+W5*X5+W6*X6+
W7*X7+W8*X8+PV*A;
MOVE=(1-KH/2)*(MOV-W7*X7);
MOHE=KH*(W1*Y1+WA*YA1+W2*Y2+W3*Y3+W4*Y4+W5*Y5+W6*Y6+
W8*Y8+2*RE*(H-H1));
MOP=PH*YP; MOPE=PE*YPE; MOR=R*XR;
MORE=(1-KH/2)*RE*XR; W=W+PV;
WEIE=(1-KH/2)*(WE+RE); WEI=W+R;
EXE=(MOVE+MORE-MOHE-MOPE)/WEIE; EX=(MOV+MOR-MOP)/WEI;
E=A/2-EX; EE=A/2-EXE;
RFE=WEIE*(1+6*EE/A)/A; RBE=WEIE*(1-6*EE/A)/A;
RF=WEI*(1+6*E/A)/A; RB=WEI*(1-6*E/A)/A;
TEE=(MOVE+MORE)/(MOHE+MOPE); TE=(MOV+MOR)/MOP;
SLE=0,6*WEIE/(PE+KH*WE+2*KH*RE); SL=0,6*WEI/P;
if EXE < A/3 then QFE=2*WEIE/(3*EXE) else QFE=0;
EE2:
KA=H-H3-H8+SQRT(A8+2*H8+2)+H4+SQRT(A5+2*H5+2)+
SQRT((H-H4-H5)+2*AC+2)+SQRT(A3+2*H3+2);
CD=A2*H1+(A4-A8)*(H2+H3)+A3*H3/2+A5*H5/2+A*H4+
(H-H4-H5)*AC/2+(2*H7-H8)*A8/2+AC*H5;
HPX=PE+KH*WE+2*KH*RE;
HHH=PH/1000; HHE=HPX/1000;
WUH=WEI/1000; WUE=WEIE/1000;
MOHE=WUH*E; MOEE=WUE*EE;
if CC > 0 then begin
if SLE < 1,2 v EXE < A/6,0 v EX < A/3,0 then
begin CC=CC+0,10; go to 1A; end else
go to XX; end;
QD=RB+(A-A3)*(RF-RB)/A; QE=RB+A7*(RF-RB)/A;
if RBE > 0,0 then
begin
QDE=RBE+(A-A3)*(RFE-RBE)/A; QDR=QDE;
QEE=RBE+A7*(RFE-RBE)/A; QER=QEE;
end else
if RBE < 0,0 then
begin
AX=RFE*A/(RFE+ABS(RBE));

```

```

      QDE=RFE*(AX-A3)/AX;  GEE=RFE*(AX-A+A7)/AX;
      QDR=QFE*(AX-A3)/AX;  QER=QFE*(AX-A+A7)/AX;
    end;
    YA=H1;  YB=(H2+H3)/2.0+H1;  YC=(H-H4);
    if RBE ≥ 0 then
      begin
        SDE=(RFE+QDE)*A3/2;  SEE=(RBE+QEE)*A7/2;
        MDE=SDE*A3*(2*RFE+QDE)/(3*(RFE+QDE));
        MEE=SEE*A7*(2*RBE+QEE)/(3*(RBE+QEE));
      end else
        if RBE < 0 then
          begin
            SDE=(QFE+QDR)*A3/2;  SEE=QER*(AX-A+A7)/2;
            MDE=SDE*A3*(2*QFE+QDR)/(3*(QFE+QDR));
            MEE=SEE*(AX-A+A7)/3;
          end;
        SA= 900.0*C*((YA+0.75)+2-0.75+2);
        SB= 900.0*C*((YB+0.75)+2-0.75+2);
        SC= 900.0*C*((YC+0.75)+2-0.75+2);
        SD=- (2 500.0*(H4+H6)*A3/2.0)+(RF+QD)*A3/2.0;
        SE=W4+W6+W7+2 500.0*A7*H4-(QE+RB)*A7/2.0;
        SAE= 900.0*CE*YA+2*KH*W1;
        SBE= 900.0*CE*YB+2*KH*(2*RE+W1+W2/2);
        SCE= 900.0*CE*YC+2*KH*(2*RE+W1+W2);
        SDE=- (2 500.0*(H4+H6)*A3/2.0)*(1-KH/2)+SDE;
        SEE=(W4+W6+2 500.0*A7*H4)*(1-KH/2)-SEE;
        if H1=0.5 then PRTM=1422.0 else
        if H1=1.5 then PRTM=6242.0 else
        if H1=2.5 then PRTM=11608.0;
        MA=SA*YA*(YA+3*0.75)/(3*(YA+2*0.75))+PRTM;
        MB=SB * YB*(YB+3.0*0.75)/(3.0*(YB+2.0*0.75));
        MC=SC * YC*(YC+3.0*0.75)/(3.0*(YC+2.0*0.75));
        MD=- (W3*A3/3.0+2 500.0*H4*A3+2/2.0+W8*A8*(3*H7+H8)/(3*
          (2*H7+H8)))+(RF+QD)*A3*(2.0*RF+QD)*A3/(6.0*(RF+QD));
        ME=W4*A5/3.0+W6*A7/2+2500*A7+2*H4/2+W7*A7/2-
          -(QE+RB)*A7*(QE+2*RB)*A7/(6.0*(QE+RB));
        MAE=900.0*CE*YA+2*YA/3.0+KH*W1*H1/2;
        MBE=900.0*CE*YB+2 *YB/3.0+KH*(2*RE*(YB-YA)+
          W1*(H1+H2+H3)/2.0+W2*(H2+H3)/8.0);
        MCE=900.0*CE*YC+2 *YC/3.0+KH*(2*RE*(YC-YA)+
          W1*(H2+H3+H1/2.0)+W2*(H2+H3)/2.0);
        MDE=- (W3*A3/3.0+W8*A8*(3*H7+H8)/(3*(2*H7+H8))
          +2 500.0*H4*A3+2/2.0)+MDE;
        MEE=W4*A5/3.0+W6*A7/2+2500*H4*A7+2/2-MEE;
        DEPTH(ABS(MA), ABS(MAE), DDA);
        DEPTH(ABS(MB), ABS(MBE), DDB);
        DEPTH(ABS(MC), ABS(MCE), DDC);
        DEPTH(ABS(MD), ABS(MDE), DDD);
        DEPTH(ABS(ME), ABS(MEE), DDE);
        DDA=DDA+0.09;  DDB=DDB+0.09;  DDC=DDC+0.09;
        DDD=DDC+0.09;  DDE=DDE+0.09;
        if DDA > A2 then begin A2=A2+0.05; go to LA; end;
        if DDC > A4+AC then begin AC=AC+0.05; go to LA; end;
        if DDD > H6 then begin H3=H3+0.05; go to LA; end;
        if DDE > H4 then begin H4=H4+0.05; go to LA; end;
        HSK1=1.2*(PE+KH*WE+2*KH*RE)-0.6*WEIE;
        if CC=0 then
          begin
            PRINTS('C=');  PRINTF(1.4, C);
            PRINTS('#Ce=');  PRINTF(1.4, CE);
            PRINTS('##H=');  PRINTF(1.2, H);
            PRINTS('###H1=');  PRINTF(1.2, H1);
          end

```

```

PRINTS('##A='); PRINTF(1.2, A);
PRINTS('##R='); PRINTF(3.3, R/1000);
PRINTS('##Re='); PRINTF(3.3, RE/1000);
PRINTS('##Kh='); PRINTF(1.2, KH);
PRINTS('##NO='); PRINTI(4, I); CRLF(2);
SPACE(12); PRINTS('As'); SPACE(6); PRINTS('AsH');
SPACE(6); PRINTS('AsH'); SPACE(4); PRINTS('d');
SPACE(4); PRINTS('n'); SPACE(5); PRINTS('p');
SPACE(6); PRINTS('6sa'); SPACE(6); PRINTS('6ca');
SPACE(5); PRINTS('6sae'); SPACE(6); PRINTS('6cae');
SPACE(8); PRINTS('S'); SPACE(8); PRINTS('M');
CRLF(1);
PRINTS('POINT#C..');
TEKKIN(MC, MCE, SC, SCE, 0, A4, 0.06, TEK3);
PRINTS('POINT#A..');
TEKKIN(MA, MAE, SA, SAE, TEK3[1], A2, 0.06, TEK1);
PRINTS('POINT#B..');
TEKKIN(MB, MBE, SB, SBE, TEK3[1], A4, 0.06, TEK2);
PRINTS('POINT#D..');
TEKKIN(MD, MDE, SD, SDE, 0, H4, 0.06, TEK4);
PRINTS('POINT#E..');
TEKKIN(ME, MEE, SE, SEE, 0, H4, 0.06, TEK5);
CRLF(1);
end;

```

```

XX:
PRINTS('CC='); PRINTF(1.1, CC);
PRINTS('P1='); PRINTF(3.2, RF/1000);
PRINTS('P2='); PRINTF(3.2, RB/1000);
PRINTS('P1e='); PRINTF(3.2, RFE/1000);
PRINTS('P2e='); PRINTF(3.2, RBE/1000);
PRINTS('P1e='); PRINTF(3.2, QFE/1000);
PRINTS('KA='); PRINTF(2.3, KA);
PRINTS('CO='); PRINTF(2.3, CO); CRLF(1);
PRINTS('HSK='); PRINTF(3.2, HSK1/1000);
PRINTS('TE='); PRINTF(2.2, TE);
PRINTS('SL='); PRINTF(2.2, SL);
PRINTS('TEe='); PRINTF(2.2, TEE);
PRINTS('SLe='); PRINTF(2.2, SLE);
PRINTS('ex='); PRINTF(2.2, EX); PRINTS('EXE=');
if EXE ≤ 0 then PRINTS('OVER') else PRINTF(2.2, EXE);
PRINTS('HO='); PRINTF(3.3, HHH);
PRINTS('##HOe='); PRINTF(3.3, HHE);
PRINTS('N='); PRINTF(3.3, WWW);
PRINTS('Ne='); PRINTF(3.3, WWE);
PRINTS('E='); PRINTF(1.2, E);
PRINTS('Ee='); PRINTF(1.2, EE);
PRINTS('M='); PRINTF(3.3, MOWE);
PRINTS('Me='); PRINTF(3.3, MOWEE);
if CC=0 then CRLF(3) else CRLF(14);
if SLE ≤ 1.2 v EXE ≤ A/6 v EX ≤ A/3 then
begin if CC=0 then
begin
HSE=EES=EXSE=0;
LHS:
MOSE=900*HSE+2*CSE*HSE/3;
MOS=900*HSE+2*CS*HSE/3;
EXSE=(EXE*WEIE+MOSE)/WEIE;
EXS=(EX*WEI+MOS)/WEI;

```

```

if EXSE < A/6,0 v EXS < A/3,0 then
begin
  HSE=HSE+0,10; go to LHS;
end;
EES=A/2-EXSE; ES=A/2-EXS;
RFES=WEIE*(1+6*EES/A)/A;
RFS=WEI*(1+6*ES/A)/A;
RBES=WEIE*(1-6*EES/A)/A;
RBS=WEI*(1-6*ES/A)/A;
TEES=(MOSE+MORE+MOVE)/(MOHE+MOPE);
TES=(MOS+MOR+MOV)/MOP;
SLES=(0,6*WEIE+900*HSE+2*CSE)/(PE+KH*WE+2*KH*RE);
SLS=(0,6*WEI+900*HSE+2*CS)/P;
if SLES < 1,2 v SLS < 1,5 then
begin
  HSE=HSE+0,10; go to LHS;
end;
EE1:
if EXSE < A/3 then RQFES=2*WEIE/(3*EXSE)
else RQFES=0;
if SLES < 1,2 then
HSK=1,2*(PE-900*HSE+2*CSE+KH*WE+2*KH*RE)-0,6*WEIE;
PRINTS('NH='); PRINTF(1.1, HSE);
PRINTS('P1='); PRINTF(3.2, RFS/1000);
PRINTS('P2='); PRINTF(3.2, RBS/1000);
PRINTS('P1e='); PRINTF(3.2, RFES/1000);
PRINTS('P2e='); PRINTF(3.2, RBES/1000);
PRINTS('P11e='); PRINTF(3.2, RQFES/1000);
PRINTS('TE='); PRINTF(2.2, TES);
PRINTS('SL='); PRINTF(2.2, SLS);
PRINTS('TEe='); PRINTF(2.2, TEES);
CRLF(1);
PRINTS('HSK='); PRINTF(3.2, HSK/1000);
PRINTS('SLe='); PRINTF(2.2, SLES);
PRINTS('ex='); PRINTF(1.2, EXS);
PRINTS('EXE='); PRINTF(1.2, EXSE);
PRINTS('E='); PRINTF(1.2, ES);
PRINTS('Ee='); PRINTF(1.2, EES); CRLF(3);
CC=CC+0,10; go to TA;
end;
end;
UWARI:
end;
end;

```

突げた式鉄筋コンクリート橋台入力データ

H : 高 さ (m)

H₁ : 胸 壁 高 さ (m)

H₃ : 図 参 照 (m)

H₄ : フーチング厚 (m)

H₅ : ハンチ厚 (m)

H₇ : 図 参 照 (m)

H₈ : 図 参 照 (m)

A : 底 版 幅 (m)

A₁ : 橋 座 幅 (m)

A₂ : 胸 壁 厚 (m)

A₃ : 前 面 は り 出 し 長 (m)

A₅ : ハンチ幅 (m)

A₆ : 後 面 は り 出 し 長 (m)

A₈ : 図 参 照 (m)

KH : 水 平 震 度

KV : 垂 直 震 度

C : 主働土圧係数 (常 時)

CS : 受 " (")

CE : 主 " (地 震 時)

CSE : 受 " (")

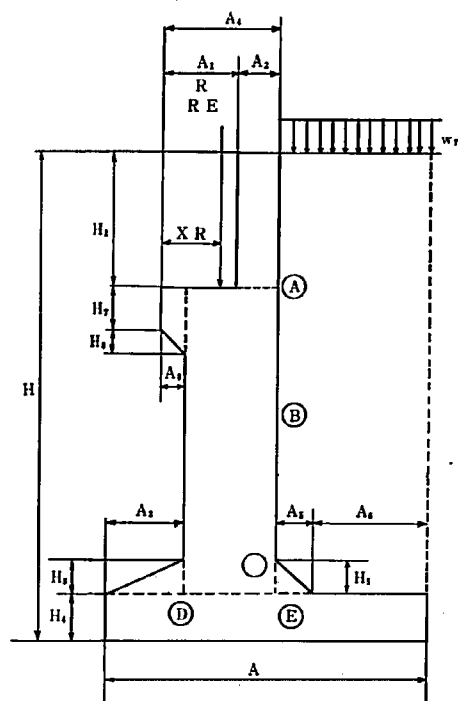
R : 上部工構造物よりの全荷重反力 (Kg)

RE : " 死 " (Kg)

XR : 荷 重 の 位 置 (m)

上部の順にデータ・テープを作製する。

データの終りには 0 を入れること。



突げた式鉄筋コンクリート橋台

アウトブット

土圧係数	土圧係数	高さ=(m)	脚壁高さ=(m)	趾板幅=(m)	上部工反力=(t/m)	上部工反力=(t/m)	水平震度			
	必要鉄筋 (cm)	主筋 (cm)	配力鉄筋 (cm)	鉄筋径 (mm)	本数(本)	間隔 (cm)	(圧縮応力) (kg/cm ²)	(引張応力) (kg/cm ²)	圧縮応力 (kg/cm ²)	引張応力 (kg/cm ²)
点 C										
点 A										
点 B										
点 D										
点 E										

抵抗力=(t/m²) (前地盤反力)=(t/m²) (後地盤反力)=(t/m²) 前地盤反力=(t/m²) 後地盤反力=(t/m²) 前地盤反力=(t/m²) 型わく=(m²) コンクリート=(m²)
 不足水平抵抗=(t/m²) (転倒安全率) (滑動安全率) 転倒安全率 滑動安全率 (合力の作用位置)=(m) 合力の作用位置=(m)
 (水平力)=(t/m²) 水平力=(t/m²) (軸力)=(t/m²) 軸力=(t/m²) (偏心距離)=(m) 偏心距離=(m) (モーメント)=(t・m) モーメント=(t・m)

根入れ深さ=(m) (前地盤反力)=(t/m²) (後地盤反力)=(t/m²) 前地盤反力=(t/m²) 後地盤反力=(t/m²) 前地盤反力=(t/m²) (転倒安全率) (滑動安全率) 転倒安全率
 滑動安全率 不足水平抵抗=(t/m²) (合力作用位置)=(m) 合力の作用位置=(m) (偏心距離)=(m) 偏心距離=(m)

抵抗力=(t/m²) (前地盤反力)=(t/m²) (後地盤反力)=(t/m²) 前地盤反力=(t/m²) 後地盤反力=(t/m²) 前地盤反力=(t/m²) 型わく=(m²) コンクリート=(m²) 割り増し
 不足水平抵抗=(t/m²) (転倒安全率) (滑動安全率) 転倒安全率 滑動安全率 (合力の作用位置) 合力の作用位置
 (水平力)=(t/m²) 水平力=(t/m²) (軸力) (軸力)=(t/m²) 軸力=(t/m²) (偏心量)=(m) 偏心量=(m) (モーメント)=(t・m) モーメント=(t・m)

()内、平時における諸数値

C= 0.3333 C= 0.5541 H= 7.00 H1= 2.50 A= 6.30 R= 30.000 Re= 15.000 Kh= 0.25 N0= 3

	As	AsN	ASH	d	n	p	6sa	6ca	6sae	6cae	S	M
POINT C..	22.88	22.92	5.24	19	8	13	950.71	14.62	2217.65	34.11	.32482e+03	.75768e+03
POINT A..	26.91	30.97	7.08	22	8	13	1383.72	57.33	329.99	13.67	.14577e+03	.34762e+02
POINT B..	9.35	9.55	2.18	22	3	30	858.39	8.21	2128.48	20.37	.12489e+03	.30968e+03
POINT D..	12.73	13.24	3.03	16	7	15	1356.23	23.51	2149.92	37.27	.12374e+03	.19615e+03
POINT E..	52.88	52.95	12.10	32	7	15	869.97	33.81	2371.50	92.16	.29902e+03	.81511e+03

CC= 0.0 P1= 28.54 P2= 5.65 P1e= 35.37 P2e= -11.17 P11e= 44.94 KA= 15.110 CO= 10.665
 HSK= 14.22 TE= 6.82 SL= 3.62 TFe= 1.58 SLe= 0.92 ex= 2.45 EXE= 1.13 H0= 17.850 H0e= 49.963 V=
 107.710 Ne= 76.219 E= 0.70 Ee= 2.02 M= 75.708 e= 153.915

NH= 2.6 P1= 26.15 P2= 8.04 P1e= 33.41 P2e= -9.22 P11e= 39.08 TE= 7.16 SL= 4.64 TEe= 1.67
 HSK= 0.00 SLe= 1.21 ex= 2.59 EXE= 1.30 E= 0.56 Ee= 1.85

CC= 1.2 P1= 24.82 P2= 9.38 P1e= 30.95 P2e= -6.76 P11e= 33.57 KA= 15.110 CO= 10.665
 HSK= 14.22 TE= 14.93 SL= 7.93 TFe= 1.96 SLe= 1.22 ex= 2.68 EXE= 1.51 H0= 8.151 H0e= 37.457 V=
 107.710 Ne= 76.219 E= 0.47 Ee= 1.64 M= 51.079 e= 124.735

C= 0.3333 C= 0.5541 H= 7.00 H1= 2.50 A= 4.90 R= 30.000 Re= 15.000 Kh= 0.25 N0= 4

	As	AsN	ASH	d	n	p	6sa	6ca	6sae	6cae	S	M
POINT C..	22.88	22.92	5.24	19	8	13	950.71	14.62	2217.65	34.11	.32482e+03	.75768e+03
POINT A..	26.91	30.97	7.08	22	8	13	1383.72	57.33	329.99	13.67	.14577e+03	.34762e+02
POINT B..	9.35	9.55	2.18	22	3	30	858.39	8.21	2128.48	20.37	.12489e+03	.30968e+03
POINT D..	51.00	51.39	11.75	29	8	13	432.36	16.50	2352.67	89.77	.14447e+03	.78616e+03
POINT E..	22.15	22.92	5.24	19	8	13	1470.52	34.78	2140.69	50.64	.22764e+03	.33138e+03

CC= 0.0 P1= 33.61 P2= 2.27 P1e= 45.98 P2e= -21.27 P11e= 177.47 KA= 15.110 CO= 9.545
 HSK= 18.26 TE= 4.37 SL= 2.95 TFe= 1.10 SLe= 0.80 ex= 1.74 EXE= 0.23 H0= 17.850 H0e= 45.483 V=
 87.900 Ne= 60.539 E= 0.71 Ee= 2.22 M= 62.713 e= 134.553

NH= 3.7 P1= 22.22 P2= 13.66 P1e= 36.68 P2e= -11.97 P11e= 47.92 TE= 5.37 SL= 5.03 TEe= 1.38
 HSK= 0.00 SLe= 1.46 ex= 2.26 EXE= 0.84 E= 0.19 Ee= 1.61

CC= 1.5 P1= 25.92 P2= 9.96 P1e= 36.86 P2e= -12.15 P11e= 48.63 KA= 15.110 CO= 9.545
 HSK= 18.26 TE= 13.62 SL= 9.21 TFe= 1.52 SLe= 1.22 ex= 2.09 EXE= 0.83 H0= 5.726 H0e= 29.851 V=
 87.900 Ne= 60.539 E= 0.36 Ee= 1.62 M= 31.926 e= 98.079

05-AC-02(H₇₀₀₀-P₁₅₀₀-B₁₂₀₀-R₁-D₁-F₁-A₁)-S41

(高さ) (胸壁高) (橋座幅) (全荷重反力) (死荷重反力) (水平力) (斜角)

下部工-突げた式鉄筋コンクリート橋台-その2 $s=1/100$

断面図

正面図

前面 & 背面

一般図

設計条件

- 単位重量 コンクリート 2500 kg/m³
土 砂 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 0.31
- 震度 $K_H=0.2$ $K_V=0.1$
- 安全度

	平時	地震時
合力の作用点	中央より先端より1/6以上	
滑動	1.5以上	1.2以上

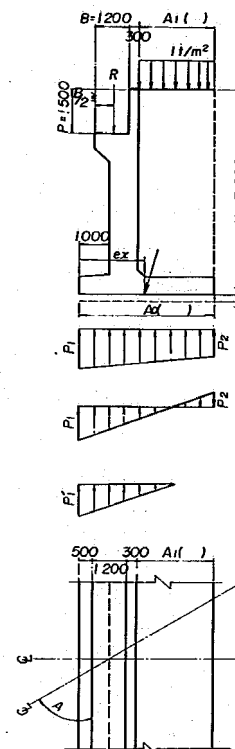
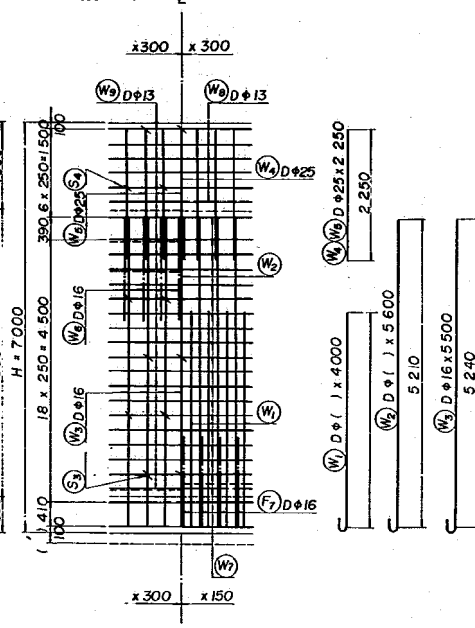
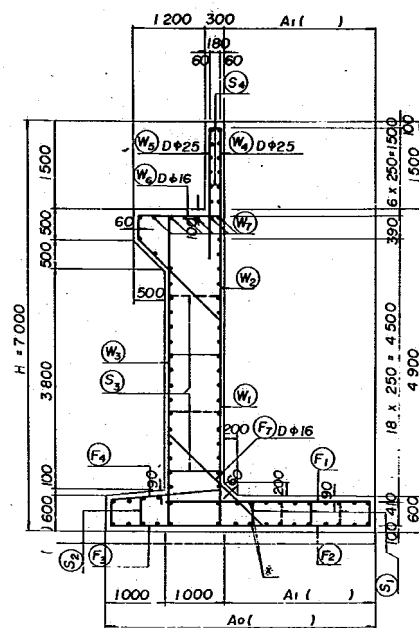
鉄筋表

m当り

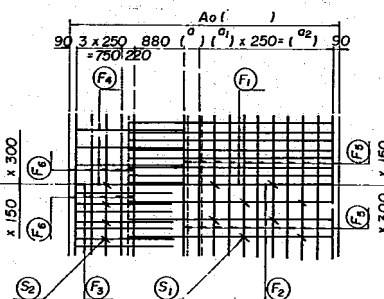
記号	径 (mm)	長さ (mm)	本数 (本)	単位重量 (kg/m)	一本当量 (kg)	重量 (kg)	形状	備考
(F1)								
(F2)								
(F3)								
(F4)								
(F5)								
(F6)								
(F7)								
(W1)								
(W2)								
(W3)								
(W4)								
(W5)								
(W6)								
(W7)								
(W8)								
(W9)								
(S1)								
(S2)								
(S3)								
(S4)								
小計								
小計								
総重量								

荷 重 (t)		水平力	寸 法 表 (mm)				鉄筋 (本)	材 料 表			m 当り
R	D	F (t)	A _o	A _i	a	$\frac{a_i \times 250 \div a_o}{2}$	図面番号	コンクリート (m ³)	鉄コンクリート (m ³)	乗 石 (m ³)	型 枠 (m ²)
3.0	2.1	8.4	4550	2550	270	9	2-250	2-7	8.525		14.190
3.0	1.5	6.0	4550	2550	270	9	2-250	2-8	8.525		14.190
3.0	9	3.6	4500	2500	220	9	2-250	2-9	8.495		14.190
2.0	1.4	5.6	4550	2550	270	9	2-250	2-8	8.525		14.190
2.0	1.0	4.0	4550	2550	270	9	2-290	2-10	8.525		14.190
2.0	6	2.4	4350	2350	320	8	2-000	2-11	8.405		14.190
1.0	7	2.8	4400	2400	370	8	2-000	2-12	8.435		14.190
1.0	5	2.0	4300	2300	270	8	2-000	2-13	8.375		14.190
1.0	3	1.2	4200	2200	170	8	2-000	2-14	8.315		14.190

橋台 入 れ (m)	地 盤 反 力										安 全 率								橋台 入 れ の 不 足 阻 抗 力 (t/m ²)
	橋台のある時					橋台のない時					橋台のある時				橋台のない時				
	地 盤 反 力		ex(m)	平 均 時		地 盤 反 力		ex(m)	地 盤 反 力		ex(m)	平 均 時		地 盤 反 力		ex(m)			
	P1(m ²)	P2(m ²)	P3(m ²)	ex(m)	P1(m ²)	P2(m ²)	P3(m ²)	ex(m)	P1(m ²)	P2(m ²)	P3(m ²)	ex(m)	滑 動 係 数	傾 倒 係 数	滑 動 係 数	傾 倒 係 数			
370	41.330	13.309	53.369	0.80	3084	5.77	1.76	52.12	24.10	0.002	0.21	1.60	1.37	2.80	4.23	0.89	1.10	13.114	
330	38.395	12.747	50.992	0.76	3084	5.77	1.76	46.05	20.40	25.36	0.31	1.46	1.36	2.80	4.23	0.87	1.15	13.474	
300	34.602	11.327	45.342	0.77	31.02	5.67	1.73	40.48	17.21	89.26	0.39	1.35	1.37	2.78	4.15	0.83	1.19	14.027	
330	37.394	12.132	48.601	0.79	26.68	5.53	1.78	45.04	19.78	116.63	0.33	1.46	1.38	2.46	3.87	0.86	1.16	13.534	
300	35.241	11.571	46.308	0.78	26.68	5.53	1.78	40.99	17.32	88.25	0.41	1.36	1.37	2.46	3.87	0.84	1.20	13.774	
300	32.585	10.546	42.268	0.76	27.49	4.89	1.67	38.88	16.84	93.42	0.34	1.34	1.36	2.37	3.59	0.79	1.16	14.786	
300	33.275	10.816	43.323	0.76	23.15	4.64	1.71	39.42	16.96	91.80	0.36	1.34	1.36	2.06	3.31	0.81	1.17	14.533	
300	31.875	10.271	41.182	0.75	23.60	4.17	1.65	38.31	16.71	95.33	0.32	1.33	1.36	2.01	3.17	0.78	1.15	15.040	
290	31.051	10.341	41.362	0.70	24.09	3.67	1.59	37.15	16.44	100.35	0.29	1.29	1.33	1.96	3.04	0.75	1.14	15.546	



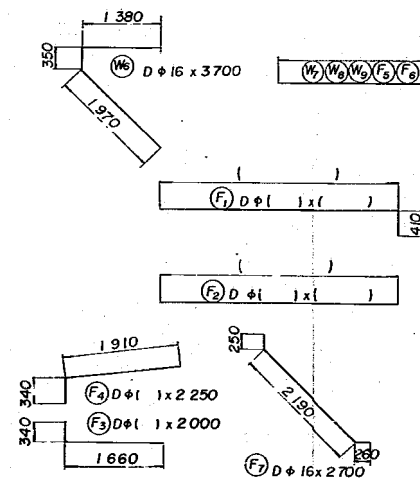
底版



組立筋寸法表

記号	径	b	12d	L
(S1)	φ13	440	160	600
(S2)	φ13	490	160	650
(S3)	φ13	940	160	1100
(S4)	φ13	240	160	400

(注) 断面図の※は省略する鉄筋を示す。
：すべての水平筋は継手表を含まず
：胸壁頂部は伸縮接合を考慮しておくこと



4.2.3 扶壁式鉄筋コンクリート橋台

扶壁式鉄筋コンクリート橋台のプログラムとその結果印刷されたものと、それに基づいて図化された標準設計の図面の一部をのせると次のようになる。

```

begin
  real H13,H1,H6,A1,A2,A6,A7,FLE,L,T,RL,RLE,C,CE,CT,
    TENTD,TENTOL,SLIDE,SLIDEL,S,V1,V2,K1,K2,VT1,
    VT2,KT1,KT2,KH,KV,MBXX,MBX1,MBEXX,MBXE1,HUG,
    HUE,CX,CXX,DE,BK;
  integer IJK,NNN,J,K,NO,I,I1;
  array A,W,X,Y[1:16], E,Q[1:13], B,BE,TG,TE[1:5],
    MV1,MV2,MV3,MV4,MVE1,MVE2,MVE3,MVE4[1:2],
    MB1,MB2,MB3,MB4,MBE1,MBE2,MBE3,MBE4[1:4],
    T6,T5,T4,T3,T2,T1,TB1,TB2,TB3,TB4,TBE1,
    TBE2,TBE3,TBE4,TBE5,WT1,WT2,WT3,WT4,WT5,
    BU4,BU3,BU2,BU1,VK4,VK3,VK2,VK1,BK1,BK2,
    BK3,BK4,FR1[1:2], MH1,MH2,MH3,MH4,MHE1,
    MHE2,MHE3,MHE4[1:11], H,PYM[1:34];
  integer procedure FIX(A);
    real A;
    begin
      integer K; real B;
      B=A-0.5; K=B; FIX=K;
    end;

  procedure ABUT OF BATTRESS;
  begin
    comment This program is standard design of abutment
      (battress valie....KH=0.25-0.3-0.3, KV=KH/2);

    procedure PR;
    begin
      SPACE(2); PRINTS('HX'); SPACE(6); PRINTS('AX');
      SPACE(8); PRINTS('AS'); SPACE(8); PRINTS('AS1');
      SPACE(5); PRINTS('D'); SPACE(5); PRINTS('N');
      SPACE(4); PRINTS('PITCH');
    end;

    procedure PR1;
    begin
      SPACE(5); PRINTS('HX'); SPACE(12); PRINTS('AX');
      SPACE(12); PRINTS('AS'); SPACE(11); PRINTS('AS1');
      SPACE(8); PRINTS('D'); SPACE(8); PRINTS('N');
      SPACE(7); PRINTS('PITCH'); SPACE(9); PRINTS('SA');
      SPACE(11); PRINTS('SE'); SPACE(10); PRINTS('CA');
      CRLF(1);
    end;

    procedure PP(PXX);
      value PXX; real PXX;
    begin
      SPACE(2); PRINTF(2.2,H[1]+H[11]*PXX);
    end;

    procedure PPA(BRX);
      value BRX; real BRX;

```

```

begin
  SPACE(1); PRINTF(1,2,A(8)*BBX);
end;
procedure PPH(PHX);
  value PHX; real PHX;
  PRINTF(1,2,H(1)+H(11)*PHX);
procedure
  TEKKIN(A,B,OR,XT,MG,ME,DF,NL,ACG,ACE,T,DD,DK,L,DH,TEK);
  value A,B,OR,XT,MG,ME,DF,NL,ACG,ACE,T,DD,DK,L,DH;
  real A, OR,XT,MG,ME,DF,NL,ACG,ACE,T,DD,DK,L,DH;
  integer B;
  array TEK;
begin
  integer I;
  real D,ASN,AC,N,AS,NT,ASR,D1,PITCH,TN,DDK,AS1,
    J,J1,T1,T2,T3,GZ,SC,M;
  switch SW=SW1,SW2,SW3,SW4,SW5,SW6,SW7,SW8,SW9;
  procedure GO;
  begin if XT > 0 ^ A ≠ 0 then N=3.0 else N=10.0/3.0;
    if L≠FLE then N=NL;
  end;
  procedure HAN;
  begin if I=9 ^ N=8 then begin N=N+1; go to ST; end; end;
  AC:=if ACG < ACE then ACE else ACG;
  GO;
  if DF>0 then begin D=DF; go to ST; end;
  I:=1;
  SW1: D=1.986; go to ST;
  SW2: D=2.865; go to ST;
  SW3: D=3.871; go to ST;
  SW4: D=5.067; go to ST;
  SW5: D=6.424; go to ST;
  SW6: D=7.942; go to ST;
  SW7: D=9.566; go to ST;
  SW8: D=11.40; go to ST;
  SW9: PRINTS('OVER'); go to END2;
ST:
  ASN=D*N;
  AS=ABS(MG)/(1600.0*(1.0-(15.0/(15.0+1600.0
    /70.0))/3.0)*(DD-DK));
  if B > 900 then
    AS=ABS(ME)/(2400.0*(1.0-(15.0/(15.0+2400
    /105))/3.0)*(DD-DK));
  if XT > 0 ^ A≠0 then
  begin
    AS=AC; NT=(2.0*T-0.36)/0.1+1.0;
    if ASN ≥ AS then go to END else
    if L≠FLE then
    begin
      HAN;
      I=I+1; go to SW(I);
    end else if N < NT then
    begin
      N=N+1.0; if DF > 0 then go to ST else go to
      SW(I);
    end;
  end else
  begin
    if A=0 then AS=AC;
    if ASN ≥ AS then go to END else if L≠FLE then

```

```

begin
HAN;
I=I+1; go to SW[I];
end else if N < 8.0 then
begin
if N<(10.0/3.0+0.1) then N=4.0 else
if N=4.0 then N=5.0 else
if N=5.0 then N=100.0/15.0 else
if N<(100.0/15.0+0.2) then N=8.0;
if DF > 0.0 then go to ST else go to SW[I];
end;
end;
HAN; I=I+1; GO; go to SW[I];
END;
ASB=ASN*0.2*(6.0+2.0)/(6.0+1.0);
if D > 1.0 ^ D < 2.0 then D1=16.0;
if D > 2.5 ^ D < 3.0 then D1=19.0;
if D > 3.5 ^ D < 4.0 then D1=22.0;
if D > 4.5 ^ D < 5.5 then D1=25.0;
if D > 6.0 ^ D < 7.0 then D1=29.0;
if D > 7.5 ^ D < 8.5 then D1=32.0;
if D > 9.0 ^ D < 10.0 then D1=35.0;
if D > 10.0 ^ D < 12.0 then D1=38.0;
if D > 13.0 ^ D < 14.0 then D1=41.0;
if (XT = 0 ^ A=0) v (XT=0 ^ A≠0) then PITCH=100.0
/N;
if XT > 0 ^ A≠0 then
begin
TN=FIX(NT/2.0);
if N<TN then
begin PITCH=(T-0.18)*100.0/(N-1.0); end
else
begin PITCH=(T*2.0-0.36)*100.0/(N-2.0); end;
end;
if A=0 then go to END1;
if OR=0 then
begin
DDK=(DD-DK)*100.0;
AS1=(15.0*ASN/100.0)*(-1.0+SQRT(1.0+200.0*DDK/(
15.0*ASN)));
J=DDK-AS1/3.0;
T1=MG*100.0/(ASN*J);
T2=2.0*MG/(AS1*J);
T3=ME*100.0/ASN/J;
end else
begin
if DK<DD*100.0 then
begin
GZ=(15.0*ASN/(L*100.0)*
(-1.0+SQRT(1.0+200.0*DH*100.0/(15.0*ASN))));
J=DH*100.0-GZ/3.0;
T1=MG*100.0/(ASN*J);
T2=2.0*MG/(L*GZ*J);
T3=ME*100.0/ASN/J;
end else
begin
GZ=(15.0*DH*100.0*ASN+L*100.0*
(DD*100.0)+2/2.0)/(15.0*ASN+L*10000.0*DD);
J=GZ-DD*100.0/2.0+(DD*100.0)+2/(6.0*(2.0*
GZ-DD*100.0));
T1=MG*100.0/(ASN*(DH*100.0+J-GZ));

```

```

T2=1600.0*GZ/(15.0*(DH*100-GZ));
T3=ME*100.0/(ASN*(DH*100.0+J-GZ));
end;
end;
END1:
TEK[1]=D; TEK[2]=N;
if A=500.0 then go to END2;
if (B > -1 ^ B < 1) v (B > 900 ^ B < 1100)
then
begin
if B > 900 then
begin if MG < 0 then SPACE(11) else SPACE(12);
end;
M:=if B > 900 then ME else MG;
begin PRINTF(2,1,AS);PRINTF(2,1,ASB);PRINTI(2,D1);
PRINTI(2,N);PRINTF(2,1,PITCH);PRINTI(6,ABS(M)*100.0
/ASN/J);PRINTI(4,ABS(M)*2/AS1/J);
end;
if M < 0 then PRINTS('U');go to END2;
end;
if A=0 then
begin
PRINTF(6,3,AS);PRINTF(6,3,ASN);PRINTF(6,3,ASB);
PRINTI(2,D1);PRINTI(2,N);PRINTF(2,3,PITCH);
go to END2;
end;
begin PRINTF(6,4, AS); PRINTF(6,4, ASN);
PRINTF(6,4, ASB); PRINTI(5, D1); PRINTI(5, N);
SPACE(3);PRINTF(2,3,PITCH);SPACE(3);PRINTI(6,T1);
SPACE(3);PRINTI(6,T3);SPACE(3);PRINTI(6,T2);CRLF(1);
end;
END2:
end;

```

```

procedure HIKAE(TP,HX,C,CE,KH,L,R,H1,H2,
A1,A7,T,H10,A4,A11,MH);
value TP,HX,C,CE,L,R,H1,H2,A1,A7,T,H10,A4,KH,A11;
real TP,HX,C,CE,L,R,H1,H2,A1,A7,T,H10,A4,KH,A11;
array MH;
begin real YP,HT1,ASX;
HT1=HX-H1-H2-A4;
MH[8]=A4+A11*A4/(H10+A4);
if TP = 0.0 then
begin
YP=HX*(HX+2.25)/(3.0*(HX+1.5));
MH[1]=900.0*C*((HX+0.75)+2-0.5625)*L;
PHX=MH[1]*COP; PVX=MH[1]*SIP;
MH[2]=PHX*YP-PVX*A[8];
MH[1]=PHX;
MH[3]=A7+A4+A11*(HX-H1-H2)/(H10+A4)-0.11;
ASX=MH[2]/((MH[3]-A7/2.0)*1600.0);
MH[4]=(15.0*MH[3]*100.0*ASX+
(L*100.0*(A7*100.0)+2/2.0))/(15.0*ASX+L*A7*10000.0);
if MH[4] <= A7*100.0 then
MH[5]=MH[2]/(1600.0*7.0/8.0*MH[3]) else
MH[5]=ASX;
MH[7]=1800*C*(HX+0.75)*L/2/1600.0;
end else

```

```

begin
  YP=HX/3.0;
  MH[3]=A7+A4+A11*(HX-H1-H2)/(H10+H[3])-0.11;
  MH[1]=900.0*CE*HX+2*(1.0-KV)*L;
  PHX=MH[1]*COPE; PVX=MH[1]*SIPE;
  ARRAY=KH*(A[8]*HX*L-T*((HX-H[9])*(A[5]+A[10])
    /(H[12]-H[8])*(HX-H[8])+A[4])/2.0+A[5]*H[3]/2))
    *1800.0;
  MH[1]=PHX+KH*(L*2500.0*(A7*(HX-H1)+
    A4*2/2.0+H2*A4+A1*H1)+2500.0*((MH[8]+A11+A4)
    *HT1/2.0+MH[8]*A4/2.0)*T)+PHH+ARRAY;
  MH[2]=YP*PHX+KH*(L*2500.0*(A1*H1*
    (HX-H1/2.0)+A7*(HX-H1)+2/2.0+A4*H2*(HX-H1-
    H2/2.0)+A4*2/2.0*(HX-H1-H2-A4/3.0))+
    2500.0*T*(MH[8]*A4/2.0*(HT1+A4/3.0)
    +MH[8]*HT1+2/2.0*(HT1*A11/(H10+A4)+
    A4-MH[8])*HT1+2/3.0))+PHH*(HX-H1)+ARRAY*HX/2.0-PVX*A[8];
  ASX=MH[2]/((MH[3]-A7/2.0)*2400);
  MH[4]=(15.0*MH[3]*100.0*ASX+(L*100.0*
    (A7*100.0)+2/2.0))/(15.0*ASX+L*A7*10000.0);
  if MH[4] ≤ A7*100.0 then
    MH[5]=MH[2]/(2400*7.0/8.0*MH[3]) else
    MH[5]=ASX;
  MH[7]=(1800*(1-KV)*CE*HX*L/2+L*A[7]*2500*KH)
    /2400;
end;
end;

```

```

procedure BACK BA(TP,H12,H6,KV,Q1,Q2,Q8,A9,L,BX1,MB);
value TP,H12,H6,KV,Q1,Q2,Q8,L,A9,BX1;
real TP,H12,H6,KV,Q1,Q2,Q8,L,A9,BX1;
array MB;

```

```

begin
  real W,QR,SE;
  if TP=0.0 then
    W=(H12+0.75)*1800.0+H6*2500.0 else
    W=(H12*1800.0+H6*2500.0)*(1.0-KV);
  QR=(Q1-Q2)*BX1/A9+Q2;
  MB[4]=A9*ABS(Q2)/(Q1+ABS(Q2));
  if Q2 < 0 then
    begin
      if BX1 < MB[4] then
        SE=(W+(MB[4]-BX1)*Q2/MB[4]) else
        SE=W-Q8*(BX1-MB[4])/(A9-MB[4])
      end else
        SE=W-QR;
    MB[1]=SE*L+2/10.0;
    MB[2]=SE*L/2.0;
    if TP=0.0 then
      MB[3]=ABS(MB[2])/800.0 else MB[3]=ABS(MB[2])
        /1200.0;
    end;

```

```

  procedure V WALL(TP,H,C,L,CE,KH,A,MV);
  value TP,H,C,L,CE,KH,A;
  real TP,H,C,L,CE,KH,A; array MV;
  begin real P;
    if TP=0.0 then
      P=1800.0*C*(H+0.75) else P=1800.0*CE*H*KH*A*2500.0;

```

```

MV[1]=P*L/2/10.0;
MV[2]=P*L/2.0;
end;
real R,RE;

A[6]=A6;
R=RL*L; RE=RLE*L;

L1:
A[7]=A7; A[9]=A9;
A[1]=A1;
I1=0;
START:
I1=I1+1;
L2: A[8]=A[9]-A[6]-A[7];
A[3]=A[2]-A[7];
A[4]=A4; A[10]=A[11]-A[8]-A[4];
A[5]=A[4]+H[3]*A[11]/(H[11]-H[2]);
W[1]=A[1]*H[1]*2500.0*L;
W[2]=A[4]*H[2]*2500.0*L;
W[3]=A[4]*H[3]*1250.0*L;
W[4]=A[7]*H[11]*2500.0*L;
W[5]=(A[5]+A[8])*H[10]*T*1250.0;
W[6]=A[6]*H[5]*1250.0*L;
W[7]=A[9]*H[6]*2500.0*L;
W[8]=A[5]*H[3]*T*1250.0;
W[9]=(A[8]*(H[10]+H[3])*L-(W[5]+W[8])/
2500.0-A[4]*H[3]*L/2.0)*1800.0;
W[10]=A[10]*H[8]*1800.0*L;
W[11]=A[10]*0.75*1800.0*L;
W[12]=W[1]+W[2]+W[3]+W[4]+W[5]+W[6]+
W[7]+W[8]+W[9]+W[10]+W[11]+R;
W[13]=(W[12]-W[11]-R+RE)*(1.0-KV);
L3:
A[19]=A[6]+A[7];
X[1]=A[19]+A[3]+A[1]/2.0;
X[2]=A[19]+A[4]/2.0;
X[3]=A[19]+A[4]/3.0;
X[4]=A[6]+A[7]/2.0;
X[5]=(A[5]+2*A[5]*A[8]+A[8]*2)/((A[5]+A[8])*3.0
+A[19]);
X[6]=A[6]*2.0/3.0;
X[7]=A[9]/2.0;
X[8]=(3.0*A[19]+A[4]+A[5])/3.0;
X[9]=A[9]-A[8]/2.0;
X[10]=X[11]=A[9]-A[11]/2.0;
X[12]=A[6]+A2X;
Y[1]=H[13]-H[1]/2.0;
Y[2]=H[13]-H[1]-H[2]/2.0;
Y[3]=H[13]-H[8]-H[3]/3.0;
Y[4]=H[6]+H[11]/2.0;
Y[5]=H[6]+H[10]*(A[8]+2.0*A[5])/(3.0*(A[8]+A[5]));
Y[6]=H[6]+H[5]/3.0;
Y[7]=H[6]/2.0;
Y[8]=H[6]+H[10]+H[3]/3.0;
Y[9]=H[6]+(H[10]+H[3])/2.0;
Y[10]=H[13]-H[8]/2.0;
PYM[9]=KH*(W[1]*Y[1]+W[2]*Y[2]+W[3]*Y[3]+
W[4]*Y[4]+W[5]*Y[5]+W[6]*Y[6]+W[7]*Y[7]+
W[8]*Y[8]+W[9]*Y[9]+W[10]*Y[10])+PHH*(H[6]+
H[11]);

```

```

L4:
PYM[1]=W[1]*X[1]+W[2]*X[2]+W[3]*X[3]+
W[4]*X[4]+W[5]*X[5]+W[6]*X[6]+W[7]*X[7]+
W[8]*X[8]+W[9]*X[9]+W[10]*X[10]+W[11]*X[11]+
R*X[12];
PYM[5]=900*CE*(1,0-KV)*L*H[13]+2-2*CX*SQRT(CE)
*H[13]*L;
PYM[10]=PYM[5]*COPE;
PYM[11]=PYM[5]*SIPE;
PYM[8]=(PYM[1]-W[11]*X[11]-(R*X[12]-RE*X[12]))*
(1,0-KV)+PYM[11]*A[9];
PYM[2]=900*C*L*((H[13]+0,75)+2-0,75+2)-(2,0*CX*SQRT(C)*
H[13]-C*H[13]*1350)*L;
PYM[12]=PYM[2]*COP;
PYM[13]=PYM[2]*SIP;
PYM[20]=PYM[13];
PYM[21]=PYM[12];
PYM[3]=H[13]*(H[13]+2,25)/(3,0*(H[13]+1,5));
PYM[4]=PYM[21]*PYM[3];
PYM[6]=H[13]/3,0;
PYM[7]=PYM[10]*PYM[6];
W[12]=W[12]+PYM[20]; W[13]=W[13]+PYM[11];
PYM[1]=PYM[1]+PYM[20]*A[9];
H[30]=0;
TP: PYM[30]=900,0*CT*L*H[30]+2;
PYM[31]=PYM[30]*H[30]/3,0;
L5:
E[1]=(PYM[1]-PYM[4])/W[12];
E[2]=(PYM[8]+PYM[31]-PYM[9]-PYM[7])/W[13];
E[6]=(PYM[8]-PYM[9]-PYM[7])/W[13];
E[3]=A[9]/2,0-E[1];
E[4]=A[9]/2,0-E[2]; A[10]=A[9]*L;
E[7]=A[9]/2,0-E[6];
Q[1]=W[12]/A[10]*(1,0+6,0*E[3]/A[9]);
Q[3]=W[13]/A[10]*(1,0+6,0*E[4]/A[9]);
Q[2]=W[12]/A[10]*(1,0-6,0*E[3]/A[9]);
Q[4]=W[13]/A[10]*(1,0-6,0*E[4]/A[9]);
Q[5]=Q[2]+(Q[1]-Q[2])/A[9]*(A[8]+A[7]);
Q[6]=Q[4]+(Q[3]-Q[4])/A[9]*(A[8]+A[7]);
Q[10]=W[13]/A[10]*(1,0+E[7]*6/A[9]);
Q[11]=W[13]/A[10]*(1,0-E[7]*6/A[9]);
if E[1] < A[9]/3,0 then Q[7]=2,0*W[12]
/(3,0*E[1]*L)
else Q[7]=0;
if E[2] < A[9]/3,0 then Q[8]=2,0*W[13]
/(3,0*E[2]*L)
else Q[8]=0;
if E[6] < A[9]/3,0 then
Q[12]=2,0*W[13]/(3,0*E[6]*L) else Q[12]=0;
SLIDE=(W[12]*0,6+PYM[30])/(PYM[21]);
SLIDEL=(W[13]*0,6+PYM[30])
/(PYM[5]+(W[12]-W[11]-PYM[20]-R)*
KH+PHH);
TENTO=PYM[1]/PYM[4];
TENTOL=(PYM[8]+PYM[31])/(PYM[7]+PYM[9]);
BE[1]=H[1]+2*900,0*CE+W[1]/L*KH;
BE[2]=H[1]/3,0;
B[3]= if H[1] < 0,6 then 1316

```

```

else if H[1] < 1,6 then 5777 else 10745;
BE[3]=H[1]+2*900,0*CE*BE[2]+KH*(W[1]/L*H[1]/2,0);
TG[1]=0,288*SQR(TABS(B[3]))+9,0;
S=15,0/(15,0+2400,0/105,0);
TE[1]=SQR(TABS(2,0*2400,0/105,0/(S*(1,0-S/3,0))))*
SQR(TABS(BE[3]/2400))+9,0;
L6:
V WALL(0,0,H[1]+0,25*H[11],C,L,CE,KH,A[7],MV1);
V WALL(0,0,H[1]+0,50*H[11],C,L,CE,KH,A[7],MV2);
V WALL(0,0,H[1]+0,75*H[11],C,L,CE,KH,A[7],MV3);
V WALL(0,0,H[1]+H[11],C,L,CE,KH,A[7],MV4);
V WALL(10,0,H[1]+0,25*H[11],C,L,CE,KH,A[7],MVE1);
V WALL(10,0,H[1]+0,50*H[11],C,L,CE,KH,A[7],MVE2);
V WALL(10,0,H[1]+0,75*H[11],C,L,CE,KH,A[7],MVE3);
V WALL(10,0,H[1]+H[11],C,L,CE,KH,A[7],MVE4);
TG[2]=0,288*SQR(TABS(MV4[1]))+9,0;
TE[2]=SQR(TABS(2,0*2400,0/105,0/(S*(1,0-S/3,0))))*
SQR(TABS(MVE1[1]/2400))+9,0;
L7:
BACK BA(0,0,H[12],H[6],KV,Q[1],Q[2],
Q[8],A[9],L,0,25*A[8],MB1);
BACK BA(0,0,H[12],H[6],KV,Q[1],Q[2],
Q[8],A[9],L,0,50*A[8],MB2);
BACK BA(0,0,H[12],H[6],KV,Q[1],Q[2],
Q[8],A[9],L,0,75*A[8],MB3);
BACK BA(0,0,H[12],H[6],KV,Q[1],Q[2],
Q[8],A[9],L,A[8],MB4);
BACK BA(10,0,H[12],H[6],KV,Q[3],Q[4],
Q[8],A[9],L,0,25*A[8],MBE1);
BACK BA(10,0,H[12],H[6],KV,Q[3],Q[4],
Q[8],A[9],L,0,50*A[8],MBE2);
BACK BA(10,0,H[12],H[6],KV,Q[3],Q[4],
Q[8],A[9],L,0,75*A[8],MBE3);
BACK BA(10,0,H[12],H[6],KV,Q[3],Q[4],
Q[8],A[9],L,A[8],MBE4);
MBX1=MB1[1];
for MBXX=MB1[1],MB2[1],MB3[1],MB4[1] do
if ABS(MBXX) > ABS(MBX1) then MBX1=MBXX;
MRXE1=MBE1[1];
for MBEXX=MBE1[1],MBE2[1],MBE3[1],MBE4[1] do
if ABS(MBEXX) > ABS(MBXE1) then MBXE1=MBEXX;
TG[3]=0,288*SQR(TABS(MBX1))+9,0;
TE[3]=SQR(TABS(2,0*2400,0/105,0/(S*(1,0-S/3,0))))*
SQR(TABS(MBXE1/2400))+9,0;
B[4]=Q[5]*A[6]+2/2,0+(Q[1]-Q[5])*A[6]+2*2,0/6,0-
H[6]*A[6]+2*1250,0-H[5]*A[6]+2*2500,0/6,0;
if Q[2] < 0 then
begin
Q[3]=Q[8];
Q[6]=(A[9]-MB1[4]-A[6])*Q[8]/(A[9]-MB1[4]);
end;
BE[4]=Q[6]*A[6]+2/2,0+(Q[3]-Q[6])*A[6]+2*2,0/6,0-
(H[6]*A[6]+2*1250,0-H[5]*A[6]+2*2500,0/6,0)*(1,0-KV);
TG[4]=0,288*SQR(TABS(B[4]))+9,0;
TE[4]=SQR(TABS(2,0*2400,0/105,0/(S*(1,0-S/3,0))))*
SQR(TABS(BE[4]/2400))+9,0;
if (TG[4])>(H[6]+H[5])*100,0) v

```

```

      (TE[4])>(H[6]+H[5])*100.0)
      then begin H[6]:=H[6]+0.05; go to L2; end;
L8:
      HIKAE(0.0,H[1]+0.25*H[11],C,CE,KH,L,R,H[1],
      H[2],A[1],A[7],T,H[10],A[4],A[11],MH1);
      begin real ABCXD;
      HIKAE(0.0,H[1]+0.50*H[11],C,CE,KH,L,R,H[1],
      H[2],A[1],A[7],T,H[10],A[4],A[11],MH2);
      HIKAE(0.0,H[1]+0.75*H[11],C,CE,KH,L,R,H[1],
      H[2],A[1],A[7],T,H[10],A[4],A[11],MH3);
      HIKAE(0.0,H[1]+H[11],C,CE,KH,L,R,H[1],
      H[2],A[1],A[7],T,H[10],A[4],A[11],MH4);
      HIKAE(10.0,H[1]+0.25*H[11],C,CE,KH,L,RE,H[1],
      H[2],A[1],A[7],T,H[10],A[4],A[11],MHE1);
      HIKAE(10.0,H[1]+0.50*H[11],C,CE,KH,L,RE,H[1],
      H[2],A[1],A[7],T,H[10],A[4],A[11],MHE2);
      HIKAE(10.0,H[1]+0.75*H[11],C,CE,KH,L,RE,H[1],
      H[2],A[1],A[7],T,H[10],A[4],A[11],MHE3);
      HIKAE(10.0,H[1]+H[11],C,CE,KH,L,RE,H[1],
      H[2],A[1],A[7],T,H[10],A[4],A[11],MHE4);
      A[15]:=0.02; A[16]:=SQRT(0.08);
      V1:=A[1]*H[1]+A[4]*H[2]+A[4]*H[3]/2.0+
      A[7]*H[11]+A[6]*H[5]/2.0+A[9]*H[6]+A[15];
      V2:=((A[5]*H[3])/2.0+(A[5]+A[8])/2.0*H[10])
      *T-0.02*T;
      K1:=(H[1]+H[2])*2.0+H[3]+SQRT(H[3]*2+A[4]*2)
      +H[4]+H[10]-0.2+A[16]*2.0*H[6];
      K2:=V2*2.0/T+SQRT((H[10]+H[3])*2+A[11]*2)*T;
      VT1:=V1*L+V2+A[15]*2.0*H[10];
      VT2:=V2+A[15]*H[10];
      KT1:=K1*L-(0.4+T)*H[10]-T*SQRT(H[3]*2+A[4]*2)+
      K2+(A[16]-0.2)*H[10]*2.0;
      KT2:=K2+(A[16]-0.2)*H[10];
      end;
L9:
      begin real AARBCCDD;
      SPACE(25);PRINTS('*****STANDARD#DESIGN
      #OF#ABUTMENT#(BUTTRESS#WALL)*****');
      SPACE(5);PRINTS(' ');PRINTI(3,NO);PRINTS(' ');
      CRLF(1);SPACE(40);
      PRINTS('.....C#0#N#D#I#T#I#0#N.....');
      CRLF(1);SPACE(7);
      PRINTS('H=');PRINTF(2.3,H[13]);SPACE(6);
      PRINTS('FL=');PRINTF(1.1,A[6]);
      SPACE(5);PRINTS('DBM=');PRINTF(2.2,L);
      SPACE(6);PRINTS('CA=');
      PRINTF(1.2,C);SPACE(5);PRINTS('H1=');
      PRINTF(1.1,H[11]);SPACE(5);
      PRINTS('A2=');PRINTF(1.2,A[2]);CRLF(1);
      SPACE(6);PRINTS('KH=');PRINTF(1.3,KH);PRINTS('###KV=');
      PRINTF(1.4,KV);
      PRINTS('###R=');PRINTF(2.1,R/1000/L);PRINTS('T##(');
      PRINTF(3.1,RE/1000/L);PRINTS('T#')';
      PRINTS('PHH='); PRINTF(1.3,PHH/(1000*L));
      PRINTS('CE=');PRINTF(1.4,CE);SPACE(4); PRINTS('DE=');
      PRINTF(2.0,DE);CRLF(2); SPACE(48);
      PRINTS('.....S#E#C#T#I#0#N.....');
      CRLF(1);SPACE(3);PRINTS('A1=');PRINTF(1.2,A[1]);

```

```

SPACE(4);PRINTS('A3=');
PRINTF(1,2,A[3]);SPACE(4);PRINTS('A4=');PRINTF(1,2,A[4]);
SPACE(4);
PRINTS('A5='); PRINTF(1,2,A[5]);SPACE(4);PRINTS('A6=');
PRINTF(1,2,A[6]);
SPACE(4);PRINTS('A7='); PRINTF(1,2,A[7]);SPACE(4);P
RINTS('A8=');
PRINTF(1,2,A[8]);SPACE(4);PRINTS('A9=');
PRINTF(2,2,A[9]);CRLF(1);SPACE(2);PRINTS('A10=');
PRINTF(1,2,A[10]);SPACE(4);
PRINTS('H2=');PRINTF(1,2,H[2]);SPACE(4);PRINTS('H3=');
PRINTF(1,2,H[3]);
SPACE(4);PRINTS('H4=');PRINTF(1,2,H[4]);SPACE(4);
PRINTS('H5=');
PRINTF(1,2,H[5]);SPACE(4);PRINTS('H6=');
PRINTF(1,2,H[6]);SPACE(4);
PRINTS('H8=');PRINTF(1,2,H[8]);SPACE(4);PRINTS('H9=');
PRINTF(1,2,H[9]);CRLF(1);SPACE(2);PRINTS('H10=');
PRINTF(1,2,H[10]);PRINTS('##H11=');
PRINTF(2,2,H[11]);PRINTS('##H12=');
PRINTF(2,2,H[12]);PRINTS('##H13=');PRINTF(2,2,H[13]);
SPACE(5);
PRINTS('T=');PRINTF(1,2,T);SPACE(5);PRINTS('L=');
PRINTF(1,2,L);CRLF(1);
SPACE(3);PRINTS('E1=');PRINTF(1,2,E[1]);SPACE(4);
PRINTS('E2=');
PRINTF(1,2,E[2]);SPACE(4);PRINTS('EE=');PRINTF(1,2,E[6]);
SPACE(3);
PRINTS('REX=');PRINTF(1,2,A[9]-MBE1[4]);SPACE(4);
PRINTS('HN=');
PRINTF(1,2,H[30]);CRLF(2);
end;

```

L10:

```

SPACE(40);PRINTS('.....R#E#I#N#F#0#R#C#E#M#E#N#T.....');
CRLF(1);SPACE(45);
PRINTS('.....F#L#0#N#T##W#A#L#L.....');CRLF(1);
PR1;
if L = FLE then T4[2]=T3[2]=T2[2]=T1[2]=0.0;
PP(1.0);
TEKKIN(10,0,10,0,0,MV4[1],MVE4[1],0,T4[2],
0,0,0,A[7],0.06,L,0,T4);
PP(0.75);
TEKKIN(10,0,10,0,0,MV3[1],MVE3[1],T4[1],T3[2],
0,0,0,A[7],0.06,L,0,T3);
PP(0.5);
TEKKIN(10,0,10,0,0,MV2[1],MVE2[1],T4[1],T2[2],
0,0,0,A[7],0.06,L,0,T2);
PP(0.25);
TEKKIN(10,0,10,0,0,MV1[1],MVE1[1],T4[1],T1[2],
0,0,0,A[7],0.06,L,0,T1);

```

L11:

```

PP(0);
if L= FLE then T5[2]= 0;
TEKKIN(10,0,10,0,0,B[3],BE[3],0,T5[2],
0,0,0,A[1],0.06,L,0,T5);CRLF(1);
begin real MNR;
SPACE(45);PRINTS('.....B#A#C#K##B#A#S#E.....');
CRLF(1);

```

```

SPACE(4);PRINTS('HX');SPACE(5);PRINTS('AX');SPACE(4);
PRINTS('AS1');
SPACE(4);PRINTS('D');SPACE(4);PRINTS('N');SPACE(3);
PRINTS('PITCH');
SPACE(6);PRINTS('SA');SPACE(5);PRINTS('CA');SPACE(17);
PRINTS('AXE');
SPACE(4);PRINTS('AS1E###');PRINTS('DE');PRINTS('###NE###');
SPACE(2);PRINTS('PITCH');SPACE(6);PRINTS('SAE');
SPACE(4);PRINTS('CAE#');
CRLF(1);
end;
if L = FLE then
begin
TBE4[2]=TBE5[2]=TBE3[2]=TBE1[2]=TBE2[2]=0.0;
TB4[2]=TB3[2]=TB2[2]= TB1[2]=0;
end;
begin real HOAKIK;
TEKKIN(500,0,1000,0,0,0,MBXE1,0,TBE4[2],
0,0,0,H[6],0,09,L,A[8],TBE5);
PPA(0.25);
TEKKIN(10,0,0,0,0,0,MB1[1],MBE1[1],0,TB1[2],
0,0,0,H[6],0,09,L,A[8],TB1);
TEKKIN(10,0,1000,0,0,0,MB1[1],MBE1[1],TBE5[1],TBE1[2],
0,0,0,H[6],0,09,L,A[8],TBE1);CRLF(1);
PPA(0.5);
TEKKIN(10,0,0,0,0,0,MB2[1],MBE2[1],TB1[1],TB2[2],
0,0,0,H[6],0,09,L,A[8],TB2);
TEKKIN(10,0,1000,0,0,0,MB2[1],MBE2[1],TBE5[1],TBE2[2],
0,0,0,H[6],0,09,L,A[8],TBE2);CRLF(1);
PPA(0.75);
TEKKIN(10,0,0,0,0,0,MB3[1],MBE3[1],TB1[1],TB3[2],
0,0,0,H[6],0,09,L,A[8],TB3);
TEKKIN(10,0,1000,0,0,0,MB3[1],MBE3[1],TBE5[1],TBE3[2],
0,0,0,H[6],0,09,L,A[8],TBE3); CRLF(1);
PPA(1.0);

TEKKIN(10,0,0,0,0,0,MB4[1],MBE4[1],TB1[1],TB4[2],
0,0,0,H[6],0,09,L,A[8],TB4);
TEKKIN(10,0,1000,0,0,0,MB4[1],MBE4[1],TBE5[1],TBE4[2],
0,0,0,H[6],0,09,L,A[8],TBE4); CRLF(2);
end;
L12:
SPACE(45);
PRINTS('.....R#U#T#T#R#E#S##S###W#A#L#L.....');CRLF(1);
PR1;
if L = FLE then BU4[2]=BU3[2]=BU2[2]=BU1[2]=0;
PP(1,0);
TEKKIN(10,0,100,10,0,10,0,MH4[2],MHE4[2],0,BU4[2],
MH4[5],MHE4[5],T,A[7],MH4[4],L,MH4[3],BU4);
PP(0.75);
TEKKIN(10,0,100,10,0,10,0,MH3[2],MHE3[2],BU4[1],
BU3[2],MH3[5],MHE3[5],T,A[7],MH3[4],L,MH3[3],BU3);
PP(0.5);
TEKKIN(10,0,100,10,0,10,0,MH2[2],MHE2[2],BU4[1],
BU2[2],MH2[5],MHE2[5],T,A[7],MH2[4],L,MH2[3],BU2);
PP(0.25);
TEKKIN(10,0,100,10,0,10,0,MH1[2],MHE1[2],BU4[1],
BU1[2],MH1[5],MHE1[5],T,A[7],MH1[4],L,MH1[3],BU1);

```

```

L13:
  if L = FLE then
    VK4[2]:=VK3[2]:=VK2[2]:= VK1[2]:=BK4[2]:=BK3[2]:=BK2[2]:=
    BK1[2]:=0;
    CRLF(1);SPACE(19);
    PRINTS(' (FLONT#HALL#AND#BUTTRESS)##.....KETSUGO##
    TEKKIN.....##(BACK#BASE#AND#BUTTRESS)'); CRLF(1);
    PR; SPACE(8); PR; CRLF(1);
    begin real ICRM;
      PPH(1);
      TEKKIN(0,10,0,0,0,0,0,VK4[2],MH4[7],MHE4[7],
      0,T,0,L,0,VK4); SPACE(5);
      PPA(0,25);
      TEKKIN(0,10,0,0,0,0,0,BK1[2],MB1[3],MB1[3],
      0,T,0,L,0,BK1); CRLF(1);
      PPH(0,75);
      TEKKIN(0,10,0,0,0,0,0,VK4[1],VK3[2],MH3[7],MHE3[7],
      0,T,0,L,0,VK3);SPACE(5);
      PPA(0,5);
      TEKKIN(0,10,0,0,0,0,0,BK1[1],BK2[2],MB2[3],MB2[3],
      0,T,0,L,0,BK2);CRLF(1);
      PPH(0,5);
      TEKKIN(0,10,0,0,0,0,0,VK4[1],VK2[2],MH2[7],MHE2[7],
      0,T,0,L,0,VK2);SPACE(5);
      PPA(0,75);
      TEKKIN(0,10,0,0,0,0,0,BK1[1],BK3[2],MB3[3],MB3[3],
      0,T,0,L,0,BK3);CRLF(1);
      PPH(0,25);
      TEKKIN(0,10,0,0,0,0,0,VK4[1],VK1[2],MH1[7],MHE1[7],
      0,T,0,L,0,VK1); SPACE(5);
      PPA(1);
      TEKKIN(0,10,0,0,0,0,0,BK1[1],BK4[2],MB4[3],MB4[3],
      0,T,0,L,0,BK4);CRLF(2);
    end;
  END100:
    SPACE(45);PRINTS('.....F#R#0#N#T##B#A#S#E.....');
    CRLF(1);
    if L = FLE then FB1[2]:=0;
    PRINTF(3,3,A(6));
    TEKKIN(10,0,10,0,0,0,B[4],BE[4],0,FB1[2],
    0,0,0,H[6]+H[5],0,09,L,0,FB1);
    SPACE(10);
  L14:
    begin real IBM;
      SPACE(10);PRINTS('C=');PRINTF(5,2,CX/1000,0);
      SPACE(5);PRINTS('E1=');
      PRINTF(5,2,E(1));SPACE(5);PRINTS('E2=');
      PRINTF(5,2,E(2));SPACE(5);
      PRINTS('EE=');PRINTF(5,2,E(6));CRLF(2);SPACE(45);
      PRINTS('-----SAFETY##FACTOR-----');CRLF(1);
      PRINTS('OVERTURN=');PRINTF(2,2,FIX(TENT0*100+0,5)/100);
      PRINTS('(');PRINTF(2,2,FIX(TENTOL*100+0,5)/100);
      PRINTS(')');
      PRINTS('##FR='); PRINTF(4,3, Q(1)/1000); PRINTS('(');
      PRINTF(4,3,Q(3)/1000);PRINTS(')##');
      PRINTF(2,3,Q(10)/1000);
      PRINTS('##QE=');PRINTF(3,3,Q(8)/1000);
      PRINTS('/#M2##SLG=');
      PRINTF(2,3,W[12]*0,6/PYM(21));PRINTS('(');
      PRINTF(2,3,W[13]*0,6/(PYM[33]+(W[12]-W[11]-PYM[20]-R)*
      KH)+PHH);

```

```

PRINTS('');CRLF(1);PRINTS('###SLIDE=');
PRINTF(2,2,FIX(SLIDE*100+0.5)/100);PRINTS('(');
PRINTF(2,2,FIX(SLIDEL*100+0.5)/100);PRINTS('#BR=');
    PRINTF(4,3,Q(2)/1000);PRINTS('');
PRINTF(4,3,Q(4)/1000);PRINTS('#');
PRINTF(2,3,Q(11)/1000);PRINTS('#QG=');
PRINTF(3,3,Q(12)/1000);
PRINTS('/#M2#TEG='); PRINTF(2,3,PYM(8)/(PYM(7)+PYM(9)));
PRINTS('#HN=');PRINTF(2,3,H(30));CRLF(1);
PRINTS('#PILE,S=');PRINTF(6,2,PYM(21)/L/1000,0);
PRINTF(6,2,W(12)/1000,0/L);PRINTF(6,2,E(3));
PRINTF(6,2,W(12)*E(3)/L/1000,0);
PRINTF(6,2,(PYM(10)+W(12)-W(11)-PYM(20)-R)*KH+
PHH)/1000,0/L);
PRINTF(6,2,W(13)/1000,0/L);PRINTF(6,2,E(7));
PRINTF(6,2,W(13)*E(7)/L/1000,0);
CRLF(3);
end;
begin real NATO;
SPACE(48);PRINTS('-----V#0#L#U#M#E-----');
CRLF(1);SPACE(18);
PRINTS('CONCRETE=');PRINTF(2,4,VT1);PRINTS('/');
PRINTF(1,2,L);
PRINTS('M####');PRINTF(3,4,VT1*10/L);PRINTS('/10M####');
PRINTF(2,4,V1);PRINTS('/1M#');PRINTF(4,4,VT2);
PRINTS('/1#WALL');
CRLF(1);SPACE(20);PRINTS('MOLDE#');PRINTF(2,4,KT1);
PRINTS('/');
PRINTF(1,2,L);PRINTS('M####');PRINTF(3,4,KT1*10/L);
PRINTS('/10M####');PRINTF(2,4,K1);PRINTS('/1M#');
PRINTF(4,4,KT2);
PRINTS('/1#WALL');CRLF(3);
PRINTF(2,2,CX/1000);
L16:
END:
end;
end;
real PHH, A9,ARRAY,COP,COPE,SIP,SIPE,PHX,PVX,A2X,
CEE,A4;
HAJIME:
READ(C, CE, CEE, CT, KH, KV, CX);
READARRAY(H, 1, 13);
if H[1] = 0 then go to OWARI;
READ(NO, A1, A2, A2X, A4, A6, A7, A9,
L, T, RL, RLE, PHH);
FLE=L; PHH=PHH*L;
SIP=SIN(30/180*3.14159265);
COP=COS(30/180*3.14159265);
SIPE=SIN(15/180*3.14159265);
COPE=COS(15/180*3.14159265);
A[2]=A2;
CHIRA:
ABUT OF BATTRESS;
NEWPAGE;
if KV>0 then begin KV=-KV; CE=CEE;
go to CHIRA; end;
go to HAJIME;
OWARI:
end;

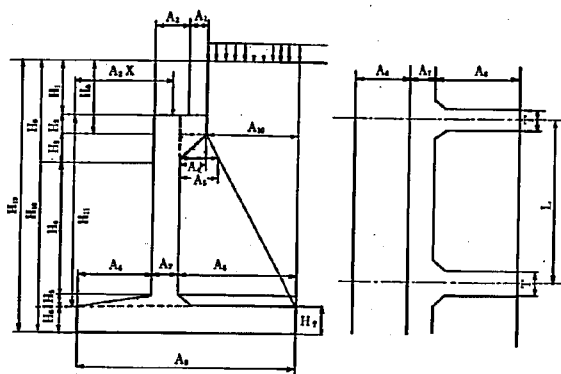
```

扶壁式鉄筋コンクリート橋台入力データ

- C : 主動土圧係数 (常時)
 CE : 受 " (")
 CEE : 主 " (地震時)
 CT : 受 " (")
 KH : 水平震度
 KV : 垂直震度
 CX : 粘着力 (t/m^2)
 H₁ : 胸壁高 (m)
 H₂ : 図参照 (m)
 H₃ : " (m)
 H₄ : " (m)
 H₅ : " (m)
 H₆ : フーチング厚 (m)
 H₇ : " (m)
 H₈ : 図参照 (m)
 H₉ : " (m)
 H₁₀ : " (m)
 H₁₁ : " (m)
 H₁₃ : 全 高 (m)
 A₁ : 胸壁厚 (m)
 A₂ : 橋座幅 (m)
 A_{2X} : 荷重の位置 (m)
 A₄ : 図参照 (m)
 A₆ : 前面はり出し長 (m)
 A₇ : 図参照 (m)
 A₉ : 底版幅 (m)
 L : 扶壁中心間隔 (m)
 T : 扶壁厚 (m)
 RL : 上部工構造物よりの全荷重反力 (Kg/m)
 RLE : " 死 " (Kg/m)

上記の順にデータ・テープを作製する。

データの終りには0を入れること。



扶壁式鉄筋コンクリート橋台 アウトブット

高さ=(m) 前面張出し=(m) 扶壁間隔=(m) 土圧係数 胸壁高=(m) 橋座幅=(m)
 水平線度 垂直線度 全荷重=(t/m) 死荷重=(t/m) 水平力=(t/m) 地震時 土圧係数
 断面寸法(設計記号参照)(m)

鉄筋量及び応力度

前 縦 壁

地表面よりの深さ(m)	必要鉄筋量 (cm)	使用鉄筋量 (cm)	配 力 筋 (cm)	径 (mm)	本数(本)	ピッチ (cm)	σ_s (kg/cm ²)	σ_{sc} (地震時)	σ_c (kg/cm ²)
バウベット									

(平 時)

岸面よりの位置(m)	鉄筋量 (cm)	配力筋 (cm)	径 (mm)	本数(本)	ピッチ (cm)	σ_s (kg/cm ²)	σ_c (kg/cm ²)	鉄筋量 (cm)	配筋量 (cm)	径 (mm)	本数	ピッチ (cm)	σ_{sc} (kg/cm ²)	σ_c (kg/cm ²)

(地震時)

扶 壁

(kg/cm²)

地表面よりの深さ(m)	必要鉄筋量 (cm)	使用鉄筋量 (cm)	配 力 筋 (cm)	径 (mm)	本数(本)	ピッチ (cm)	σ_s (kg/cm ²)	σ_{sc} (地震時)	σ_c (kg/cm ²)

(前壁と扶壁)

結合筋

(底版と扶壁)

必要鉄筋量 (cm)

使用鉄筋量 (cm)

底版前面

配力筋 (cm)

径 (mm)

本数(本)

ピッチ (cm)

σ_s (kg/cm²)

σ_{sc} (kg/cm²)

σ_c (kg/cm²)

(安全率)

根入れあり

	平 時	地震時
転倒 滑動		

抗基礎用

(地盤反力) (t/cm²)
 平 時 地震時

地盤反力, 安全率

前 面	背 面		

(安全率) 根入れあり

転倒
滑動 } 根入れ

コンクリート
型枠

*****STANDARD DESIGN OF ABUTMENT (BUTTRESS WALL)***** (1)

H= 12.800 FL= 2.0 DBM= 3.55 CA= 0.33 H1= 2.3 A2= 1.60
KH= 0.250 KV= 0.1000 R= 37.5 T 25.0 T PHH= 1.500 CE= 0.5458 DE= 0.

.....S E C T I O N.....
A1= 0.45 A3= 1.00 A4= 1.45 A5= 1.90 A6= 2.00 A7= 0.60 A8= 5.40 A9= 8.00
A10= 8.40 H2= 1.00 H3= 1.00 H4= 7.22 H5= 0.50 H6= 0.80 H8= 3.28 H9= 4.28
H10= 7.72 H11= 9.72 H12= 12.00 H13= 12.80 T= 0.70 L= 3.55
E1= 3.90 E2= 1.89 EE= 1.89 BEX= 6.53 HN= 0.00

.....R E I N F O R C E M E N T.....

.....F L O N T W A L L.....
HX AX AS AS1 D N PITCH SA SE CA
12.00 12.8552 13.2400 3.0263 16 7 15.000 1464 2328 30
9.57 10.4052 13.2400 3.0263 16 7 15.000 1185 1871 25
7.14 7.9551 9.9300 2.2697 16 5 20.000 1196 1867 21
4.71 5.5051 6.6200 1.5131 16 3 30.000 1226 1872 17
2.28 19.8399 22.9200 5.2389 19 8 12.500 1356 337 47

.....B A C K B A S E.....
HX AX AS1 D N PITCH SA CA AXE AS1E DE NE PITCH SAE CAE
1.35 2.1 1.5 16 3 30.0 467 6 U 17.2 4.4 19 7 15.0 2044 45
2.70 3.0 1.5 16 3 30.0 664 8 U 8.1 2.2 19 3 30.0 1881 28
4.05 3.9 1.5 16 3 30.0 862 10 U 2.9 2.2 19 3 30.0 669 10 U
5.40 4.8 1.5 16 3 30.0 1060 13 U 13.9 3.3 19 5 20.0 2173 40 U

.....B U T T R E S S W A L L.....
HX AX AS AS1 D N PITCH SA SE CA
12.00 88.0805 95.3040 21.7838 32 12 10.400 310 2218 5
9.57 68.4545 71.4780 16.3378 32 9 14.857 86 2110 1
7.14 44.8470 47.6520 10.8919 32 6 26.000 -179 2058 -3
4.71 24.2093 31.7680 7.2613 32 4 17.333 -459 1647 -7

(FLONT WALL AND BUTTRESS) K E T S U G O T E K K I N..... (BACK BASE AND BUTTRESS)
HX AX AS AS1 D N PITCH HX AX AS AS1 D N PITCH
2.00 3 8.486 9.930 2.270 16 5 20.000 1.35 3.665 6.620 1.513
16 3 30.000 7.944 1.816 16 4 25.000 2.70 5.216 6.620 1.513
9.57 3 6.869 7.944 1.816 16 4 25.000 4.05 6.768 7.944 1.816
16 3 30.000 5.251 6.620 1.513 16 3 30.000 5.40 8.319 9.930 2.270
7.14 4 25.000 3.635 6.620 1.513 16 3 30.000
4.71 5 20.000

.....F R O N T B A S E.....
2.000 32.4754 33.7800 7.7211 25 7 15.000 1457 2559 32
C= 0.00 E1= 3.90 E2= 1.89 EE= 1.89

-----S A F E T Y F A C T O R-----
OVERTURN= 4.70 (1.63) FR= 30.046 (57.055) 57.055 QE= 62.323 / M2 SLG= 2.556 (27.817)
SLIDE= 2.56 (0.95) BR= 25.902 (-12.852) -12.852 OG= 62.323 / M2 TEG= 1.629 HN= 0.000
PILE.S= 32.54 223.79 0.10 22.10 109.13 176.81 2.11 372.84

-----V O L U M E-----
CONCRETE= 77.3266 / 3.55 M 217.8215 / 10 M 15.9530 / 1 M 20.5391 / 1 WALL
MOLDE = 48.5992 / 3.55 M 418.5893 / 10 M 25.9442 / 1 M 65 / 1 WALL

0.00

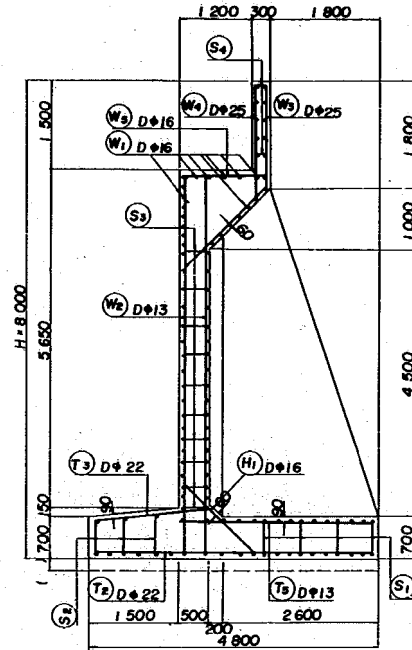
注: 1. すべての水平筋は継手長さを要す
2. 胸壁頂部は伸縮縫合を考慮しておくこと

05-AB-23(H₈₀₀₀-P₁₅₀₀-B₁₂₀₀-R₁-D₁-F₁-A₁-L₁)S41

(高さ) (胸壁高) (橋座幅) (全荷重反力) (死荷重反力) (水平力) (斜角) (扶壁間隔)

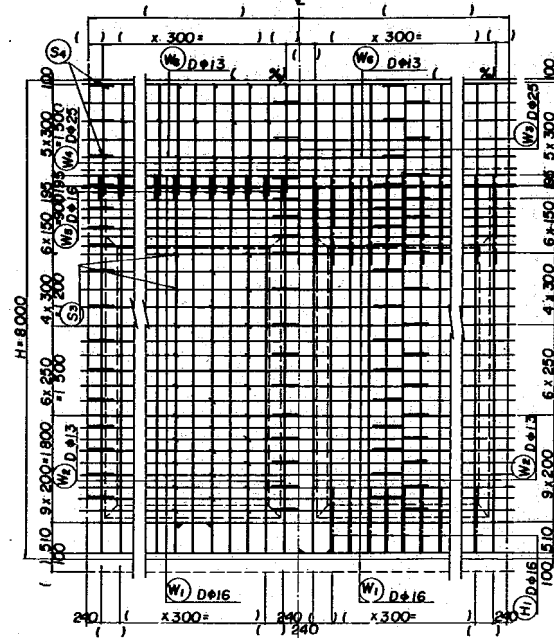
下部工-扶壁式鉄筋コンクリート橋台-その23 S=1/100

断面図



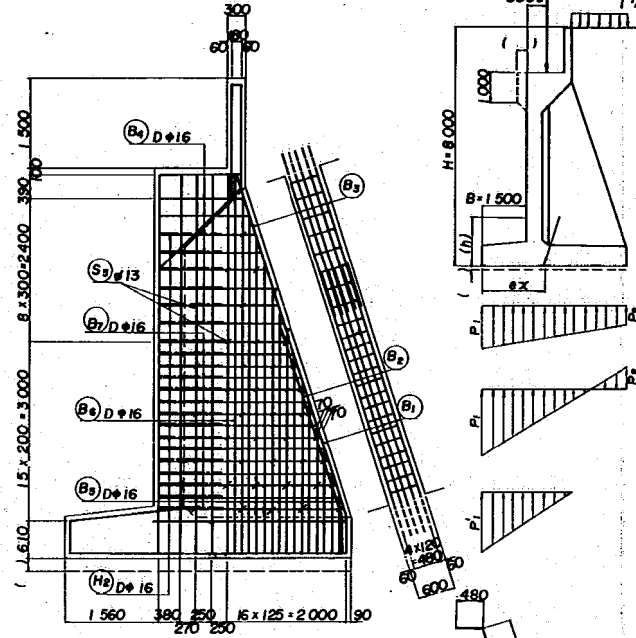
正面図

前面 背面



扶壁

一般図



設計条件

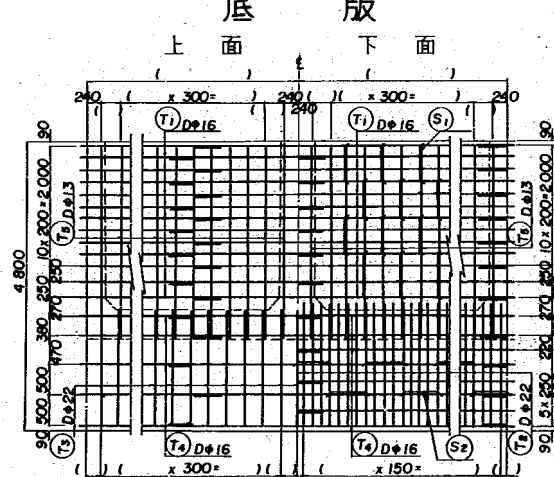
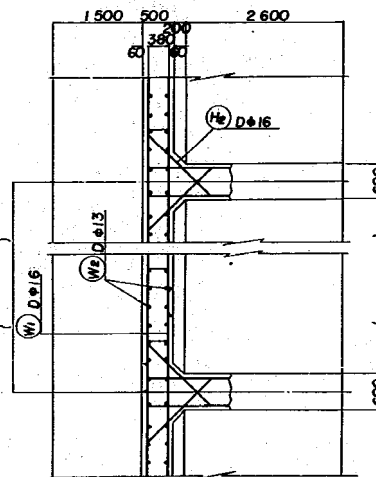
- 単位重量 コンクリート 2500 kg/m³
土 砂 1800 kg/m³
- 許容応力 コンクリート 70 kg/cm²
鉄筋(SD-30) 160 kg/cm²
- 土圧係数 0.31
- 震度 KH=0.2 Ky=0.1
- 安全度

	平時	地震時
合力の作用点中央より先端1/5以上		
滑動	1.5以上	1.2以上

地盤反力	根入のある時		根入のない時	
	地震時	平時	地震時	平時
P ₁				
P ₂				
P ₃				
滑動				
転倒				
ex (m)				

底版

上面 下面



組立筋寸法表

記号	径	2d	b	12d	L	摘要
S ₁	φ13	1110	630	160	1900	
S ₂	φ13	1250	640	160	2050	平均

記号	径	b	12d	L
S ₃	φ13	440	160	600
S ₄	φ13	240	160	400
S ₅	φ13	540	160	700

材料表	コンクリート(m ³)	鉄筋(m ³)	栗石(m ³)	型枠(m ²)
前壁及底版(平均)				
扶壁				

径	L
D#13	370
D#16	460
D#19	550
D#22	630
D#25	720
D#29	830
D#32	920

鉄筋表

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
S ₁	φ13	1110	1	1.03	1.03	1.03	□	
S ₂	φ13	1250	1	1.03	1.03	1.03	□	
S ₃	φ13	440	1	1.03	1.03	1.03	□	
S ₄	φ13	240	1	1.03	1.03	1.03	□	
S ₅	φ13	540	1	1.03	1.03	1.03	□	
T ₁	φ13	1110	1	1.03	1.03	1.03	□	
T ₂	φ13	1250	1	1.03	1.03	1.03	□	
T ₃	φ13	440	1	1.03	1.03	1.03	□	
T ₄	φ13	240	1	1.03	1.03	1.03	□	
T ₅	φ13	540	1	1.03	1.03	1.03	□	
W ₁	φ13	1110	1	1.03	1.03	1.03	□	
W ₂	φ13	1250	1	1.03	1.03	1.03	□	
W ₃	φ13	440	1	1.03	1.03	1.03	□	
W ₄	φ13	240	1	1.03	1.03	1.03	□	
W ₅	φ13	540	1	1.03	1.03	1.03	□	
W ₆	φ13	1110	1	1.03	1.03	1.03	□	
W ₇	φ13	1250	1	1.03	1.03	1.03	□	
W ₈	φ13	440	1	1.03	1.03	1.03	□	
W ₉	φ13	240	1	1.03	1.03	1.03	□	
W ₁₀	φ13	540	1	1.03	1.03	1.03	□	
小計								
小計								
総重量								

4.2.4 突げ式鉄筋コンクリート橋脚

突げ式鉄筋コンクリート橋脚のプログラムとその結果印刷されたものと、計算機(XYプロッタ)にもとづく図化のフローチャートと図化された標準設計の図面の一部をのせると次のようになる。

```

begin
  real HT,A1,R,RE,IK;
  array T929[1:9];
  real M1,HG,CL,A11,RL,RLE,KH,KV,WE,WEX,WTOTAL,SLIDE,TEN101,
    TENT02,QA,DH1,DH2,DH3,DH4,DH5,DH6,DH7,DH8,DH9,
    WET1,WET2,WET3,WET,EH,EHT,ZX,GY,WKU,
    DH10,V1,K1,F1,F2,F3,F4,F5,HW,F6,F7,AP,WEW,AAAA,
    TT1,TT2,TT3,SEE;
  integer I,N00,BI,J;
  array A,W,Y,H[1:20],PH,E,QG,Q1,Q2[1:9],M,MP,
    MPE[1:10],S[1:15];
  procedure HUKUTEKKIN(HX,DX,D);
  value HX,DX; real HX,DX,D;
  begin
    integer I,II;
    switch TS= TS1,TS2,TS3,TS4,TS5;
    switch SW=SW1,SW2,SW3,SW4;
    real MO,M1,M2,M3,M4,M5,NG,HH,MT,E,P1,P2,HAI,DA,X,X1,
      A11,SH,A22,ILO,K,SC,SS,SSC,SSS,C,N,DD,WV1,WV2,
      M6,M7,M8;

    if (H[3]-HX) < (HW-H[7])
    then HH=HW-(H[3]-HX)-H[7]-EH else HH=0.0;
    MO=RE*2*A[1]*KH*(HX+H[6]+HG);
    M1=W[1]*(HX+H[2]+H[1]/2)*KH;
    M2=W[3]*(HX+H[2]*2/3)*KH*2;
    M3=A[3]*H[2]*A[6]*2500*KH*(HX+H[2]/2);
    M4=(3.14159265*A[6]*2/4+A[9]*A[6])*HX*2/2*
      2500*KH+HH/2*7/24*KH*1000*A[3]*HH;
    M5=(W[13]*(HX+H[2]+H[1]/2)+W[14]*(HX+H[2]*2/3)+
      W[15]*(HX+H[2]*2/3))*KH;
    NG=(RLE*2*A[6]*2500*(A[1]*H[1]+H[2]*A[4]+H[2]*
      A[3])*3.14159265*A[6]*2/4*2500*HX+A[9]*HX*
      A[6]*2500+A[11]*H[1]*A[1]*2*2500+W[14]+W[15]);
    SH=(NG*KH+SEE)/1000;
    NG=NG*(1-KV)-HH*1000*(A[9]*A[6]+1/4*3.14159265*
      A[6]*2);
    M6=EH*2/2*0.481;
    M7=WKU*KH*EH/2;
    M8=M6+M7;
    MT=MO+M1+M2+M3+M4+M5+(if HX=H[3] then M8 else 0);
    E=MT/NG;

  STO;
    N=10/3; I=II=1;
    if DX > 0 then begin D=DX; go to ST1; end;
    TS1: D=1.986; go to ST1;
    TS2: D=2.865; go to ST1;
    TS3: D=3.871; go to ST1;
    TS4: D=5.076; go to ST1;
    TS5: D=6.424; go to ST1;
    ST1: DD=if D < 2.0 then 16.0 else

```

```

        if D < 3.0 then 19.0 else
        if D < 4.0 then 22.0 else
        if D < 6.0 then 25.0 else
        if D < 7.0 then 29.0 else
        if D < 8.0 then 32.0 else 35.0;
A11=2*A[9]*N*D;
A22=3,14159265*(A[6]-0.34)*N*D;
P1=A11/A[3]/A[6]/10000;
P2=A22/A[3]/A[6]/10000;
DA=A[6]/A[3]; X=E/A[6];
HAI=3.2;
SW1: HAI=HAI-0.1;          go to ST2;
SW2: HAI=HAI-0.01;         go to ST2;
SW3: HAI=HAI-0.001;        go to ST2;
SW4: HAI=HAI-0.0001;       go to ST2;
ST2:
X1=(DA/8*(HAI/4-1/12*SIN(HAI)*COS(HAI)*(5-2*COS(HAI)+2))+
1/24*(1-DA)*(1-COS(HAI))*2*(2+COS(HAI))+15/2*(1/2*P1+
P2)*(1-2*0.17/A[6])*2)/(DA/4*(SIN(HAI)/3*(2+COS(HAI)+
2)-HAI*COS(HAI))+1/4*(1-DA)*(1-COS(HAI))+2-15*(P1+P2)*
COS(HAI));
ILO=X-X1; if ILO = 0 then go to END;
if ILO > 0 then go to SW[II] else
begin
if II=1 then begin II=2; HAI=HAI+0.1;
go to SW[II]; end;
if II=2 then begin II=3; HAI=HAI+0.01;
go to SW[II]; end;
if II=3 then begin II=4; HAI=HAI+0.001;
go to SW[II]; end;
if II=4 then go to END;
end;
END1:
C=DA/4*((1/3*SIN(HAI)*(2+COS(HAI)+2)-HAI*COS(HAI))/
(1-COS(HAI))+1/4*(1-DA)*(1-COS(HAI))-15*(P1+P2)*
COS(HAI)/(1-COS(HAI));
K=1/2*(1-COS(HAI));
SC=NG/(A[3]*A[6]*10000*C);
SS=15*SC*(1-K-0.17/A[6])/K;
if SC > 105 v SS > 2400 then
begin
if N < 8 then
begin
if N=3 then N=4 else if N=4 then N=5 else
if N=5 then N=100/15 else N=8;
if DX > 0 then
begin D=DX; II=1; go to ST1; end else
begin II=1; go to TS[I]; end;
end else
begin
if I=5 then begin N=N+1; II=1; D=6.424;
go to ST1; end;
I=I+1; II=1; N=10/3; go to TS[I];
end;
end;
END1:
SPACE(1);PRINTF(9,1,MT);
PRINTF(9,1,NG);PRINTF(3,3,A11);PRINTF(3,3,A22);
PRINTI(4,DD);PRINTI(4,(A11+A22)/D);PRINTF(5,2,100/N);

```

```

PRINTI(4,SS);PRINTI(4,SC);PRINTF(4,3,SH);SPACE(1);
PRINTF(3,3,E);CRLF(1);
end;
procedure TANTEKKIN(A,M,SEN,DX,B,DT,DK,D);
value A,M,SEN,DX,B,DT,DK; real A,M,SEN,DX,B,DT,DK,D;
begin
real D1,ASN,AS,N,DDK,ASX,J,T1,T2,T3;
switch S=S1,S2,S3,S4,S5;
integer I;
I=1; N=10/3;
DK=0.15;
if DX > 0 then begin D=DX; go to ST; end;
S1: D=1.986; go to ST;
S2: D=2.865; go to ST;
S3: D=3.871; go to ST;
S4: D=5.067; go to ST;
S5: D=6.424; go to ST;
ST:
D1= if D < 2.0 then 16.0 else
      if D < 3.0 then 19.0 else
      if D < 4.0 then 22.0 else
      if D < 6.0 then 25.0 else 29.0;
ASN=D*N;
if AP > 0 then
begin
if A > 0 then
AS=ABS(M)/(2400*(1-(15/(15+2400/105))/3)*(DT-DK))
else AS=ABS(M)/(1600*(1-(15/(15+1600/70))/3)*(DT-DK));
end else
begin
if A > 0 then
AS=ABS(M)/(2000*(1-(15/(15+2000/87.5))/3)*(DT-DK))
else
AS=ABS(M)/(1600*(1-(15/(15+1600/70))/3)*(DT-DK));
end;
if ASN > AS then go to ENDD else if N < 10 then
begin
if N < (10/3+0.1) then N=4 else if N=4 then N=5 else
if N=5 then N=100/15 else if N < (100/15+0.1) then
N=8 else N=10;
go to S[I];
end else
begin
if I=5 then begin N=N+1; D=6.424; go to ST; end;
I=I+1; N=10/3; go to S[I];
end;
ENDD:
DDK=(DT-DK)*100;
ASX=(15*ASN/(100*B))*(-1+SQRT(1+200*B*DDK/(15*ASN)));
J=DDK-ASX/3;
T1=M*100/(ASN*J);
T2=2*M/(ASX*J*B);
T3=SEN/(B*100*J);
SPACE(1);PRINTF(9.1,M);PRINTF(9.1,SEN);
PRINTF(3,3,AS);PRINTF(3,3,ASN);PRINTI(4,D1);
PRINTI(4,N);
PRINTF(5,2,B*100/N);PRINTI(4,T1);PRINTI(4,T2);
PRINTI(4,T3);CRLF(1);
end;

```

```

procedure DANHEH(A,M,B,DH);
value A,M,B; real A,M,B,DH;
begin real S,CS;
  if AP > 0 then
  begin
    if A > 0 then
    begin
      S=15/(15+2400/105); CS=SQRT(2*2400/105/(S*(1-S/3)));
      DH=CS*SQRT(ABS(M)/2400/B);
    end else
    begin
      S=15/(15+1600/70); CS=SQRT(2*1600/70/(S*(1-S/3)));
      DH=CS*SQRT(ABS(M)/1600/B);
    end;
  end;
end;

N00=0;
START:
  READ(KH,KV,HT,A1,R,RE,EH);
  if KH < 0.1 then go to DWARI;
  begin
    IK=3.5;
    NEWPAGE;
    if R=10 000 ^ RE=0.7*R v R=30 000 ^ RE=0.3*R then
    go to ORT;
    AP=10000; BI=0;
    A[1]=A1; RL=A[1]*2*R; RLE=A[1]*RE; HW=HT*2/3;
    N00=N00+1; HG=1.0;
    A[2]=A[1]*0.8;
    A[4]=if A1 > 12.0 then A[1]/3.0-1.8 else
      if A1 < 12.1 ^ A1 ≥ 10.0 then A[1]/3.0-1.0 else
        A[1]/3.0-0.6;
    A[4]=A[4]*(if HT > 15.0 then 0.8 else 1.0);
    for CL=1 step 0.1 until A[1]/2 do
    if CL > A[4] then begin A[4]=CL;
    go to SSS; end;
  SSS:
    A[6]= if HT ≥ 13 then 2.0 else 1.5; A[8]=6;
    A[10]=2.5;
    A[11]=(A[10]-A[6])/2.0;
    A[7]=(A[8]-A[6])/2; H[2]=A[4]*0.5;
    for CL = 0.2 step 0.05 until 3 do
    if CL > H[2] then begin H[2]=CL; go to OR;
    end;
  OR:
    H[1]=1.0;
    H[7]=A[6];
  ST1:
    H[6]=H[1]+H[2];
    A[3]=A[1]-2*A[4]; A[5]=(A[2]-A[3])/2;
    A[8]=2*A[7]+A[6];
    A[9]=A[3]-A[6]; H[4]=A[5]*0.4;
    for CL= 0.2 step 0.05 until 5.0 do
    if CL > H[4] then begin H[4]=CL;
    go to OWA; end;
  OWA:
    H[5]=H[7]-H[4];
    if H[5] ≤ 1.2 then begin H[5]=1.2; H[4]=H[7]-1.2;
    end;

```

ST2:

```
H[3]=HT-H[6]-H[7];
M1=WTOTAL=0;
W[1]=A[1]*H[1]*A[6]*2500;
W[2]=A[3]*H[2]*A[6]*2500;
W[3]=W[4]=A[4]*H[2]*A[6]*2500/2;
W[5]=(3.14159265*A[6]*2/4+A[9]*A[6])*H[3]*2500;
W[6]=A[6]*H[4]*A[3]*2500;
W[7]=W[8]=H[4]*A[8]*A[5]*1250;
W[9]=A[2]*A[8]*H[5]*2500;
W[10]=W[11]=H[4]*A[3]*A[7]*1250;
W[12]=H[4]*A[7]*A[5]/6*2500;
W[13]=2*A[11]*H[1]*A[1]*2500;
W[14]=H[2]*A[11]*A[3]*1250*2;
W[15]=4*H[2]*A[11]*A[4]/6*2500;
Y[1]=HT-H[1]/2;
Y[2]=HT-H[1]-H[2]/2;
Y[3]=Y[4]=HT-H[1]-H[2]/3;
Y[5]=H[7]+H[3]/2;
Y[6]=H[5]+H[4]/2;
Y[7]=Y[8]=Y[10]=Y[11]=H[5]+H[4]/3;
Y[9]=H[5]/2;
Y[12]=H[5]+H[4]*2/3;
Y[13]=HT-H[1]/2;
Y[14]=Y[15]=HT-H[1]-H[2]/3;
for I=1 step 1 until 11, 13, 14, 15 do
begin
M1=M1+Y[I]*W[I]*KH;
WTOTAL=WTOTAL+W[I];
end;
M[1]=M1;
EHT=EH+H[7];
WET1=A[2]*A[8]*(EH+H[4])*1800;
WET2=H[4]/6*((2*A[2]+A[3])*A[8]+(2*A[3]+A[2])*
A[6])*1800;
WET3=(A[6]*A[9]+A[6]*2*3.1416/4)*EH*1800;
WET=WET1-WET2-WET3;
ZX=H[4]/2*(A[8]*A[2]+A[2]*A[6]+A[3]*A[8]+3*A[3]*A[6])/
(2*A[2]*A[8]+A[2]*A[6]+A[3]*A[8]+2*A[3]*A[6]);
GY=((H[7]+EH/2)*(WET1-WET3)-WET2*ZX)/WET;
WKU=A[3]*EH*A[7]*1800;
M[1]=M[1]-4*W[12]*Y[12]*KH+WET*KH*GY;
WTOTAL=WTOTAL+RL-W[12]*4+WET;
WE=(WTOTAL-RL+RLE*2)*(1.0-KV);
WEW=(WE-(HW-H[7])*(A[9]*A[6]+3.14159265*A[6]*2/4)*
1000-(W[9]+W[6]+W[7]*2+W[10]*2-W[12]*4)*
1000/2500);
SEE=7/24*1000*KH*A[3]*(HW-H[7]-EH)*2;
M[4]=RLE*KH*2*(HT+HG)+SEE*((HW-H[7]-EH)/2+H[7]+EH);
J=0;
WEX=WE;
SZ:
if J=1 then WEX=WEW;
E[1]=(M[1]+M[4])/WEX;
if E[1] > A[2]/3 then begin A[2]=A[2]+0.1;
go to ST1; end;
E[5]=A[2]/2-E[1];
E[2]=E[1];
if E[2] > A[8]/3 then begin A[7]=A[7]+0.1;
go to ST1; end;
E[6]=A[8]/2-E[2];
```

```

SLIDE=WEX*0.6/(WEX/(1.0-KV)*KH+SEE);
Q1[1]=WEX/(A[2]*A[8])*(1+6*E[1]/A[2]);
Q2[1]=WEX/(A[8]*A[2])*(1+6*E[2]/A[8]);
Q1[2]=WEX/(A[2]*A[8])*(1-6*E[1]/A[2]);
Q2[2]=WEX/(A[8]*A[2])*(1-6*E[2]/A[8]);
if Q1[2] < -5000 then begin A[2]=A[2]+0.1;
go to ST1; end;
if Q2[2] < -5000 then begin A[7]=A[7]+0.1;
go to ST1; end;
J=J+1;
GG[J]=if Q1[1] > Q2[1] then Q1[1] else Q2[1];
Q1[6]=Q1[1]; Q2[6]=Q2[1];
QA=WTOTAL/(A[2]*A[8]);
Q1[3]=Q1[2]+(Q1[1]-Q1[2])*(A[2]-A[5])/A[2];
Q2[3]=Q2[2]+(Q2[1]-Q2[2])*(A[7]+A[6])/A[8];
if Q1[2] < 0 then
begin
Q1[4]=2*WEX/(3*E[5]*A[8]); Q1[1]=Q1[4];
end else Q1[4]=0;
if Q2[2] < 0 then
begin
Q2[4]=2*WEX/(3*E[6]*A[2]); Q2[1]=Q2[4];
end else Q2[4]=0;
if J=3 then go to QS;
if J=2 then
begin
if QG[1] > QG[2] then
begin WEX=WE; go to SZ; end else go to QS;
end; go to SZ;
QS:
MP[1]=2*R*A[4]+2/2+H[1]*(A[6]+2*A[11])*
A[4]+2*1250+H[2]*A[6]*A[4]+2/3*1250+
2*A[11]*H[2]*(A[4]/3)+2*2500;
MP[2]=2*R*(A[4]/2)+2/2+H[1]*(A[6]+2*A[11])*
(A[4]/2)+2*1250+H[2]*A[6]*(A[4]/2)+2/3*
1250+2*A[11]*H[2]*A[4]/4*A[6]/6*2500;
T929[1]=(A[5]+2*EH/2+A[5]+2*H[4]/3)*1800;
MP[3]=QA*A[5]+2/2-(H[5]*A[5]+2/2+H[4]*A[5]+2/6)*
2500-T929[1];
MP[4]=Q1[3]*A[5]+2/2+(Q1[1]-Q1[3])*A[5]+2*1/3-
(H[5]*A[5]+2/2+H[4]*A[5]+2/6)*2500*
(1.0-KV)-T929[1]*(1-KV);
T929[1]=(A[7]+2*EH/2+A[7]+2*H[4]/3)*1800;
MP[5]=QA*A[7]+2/2-(H[5]*A[7]+2/2+H[4]*A[7]+2/6)*
2500-T929[1];
MP[6]=Q2[3]*A[7]+2/2+(Q2[1]-Q2[3])-
(H[5]*A[7]+2/2+H[4]*A[7]+2/6)*2500*(1-KV)-
T929[1]*(1.0-KV);
MPE[1]=(2*RE*A[4]+2/2+H[1]*(A[6]+2*A[11])*A[4]+2*
1250+H[2]*A[6]*A[4]+2/3*1250.0+2*A[11]*H[2]*
(A[4]/3)+2*2500)*(1-KV);
MPE[2]=(2*RE*(A[4]/2)+2/2+H[1]*(A[6]+2*A[11])*
(A[4]/2)+2*1250+H[2]*A[6]*(A[4]/2)+2/3*
1250+
2*A[11]*H[2]*A[4]/4*A[6]/6*2500)*
(1-KV);
MPE[3]= if AP > 0 then (RE*2*A[4]+2/2+H[1]*A[4]+2*
(A[6]+2*A[11])*2500/2+H[2]*A[6]*A[4]+2/3*1250

```

```

+2*A[11]*H[2]*(A[4]/2)+2*2500)*KH
else (H[1]*A[4]+2/2+H[2]*A[4]+2/6)*250;
MPE[4]=(RE*2*(A[4]/2)+2/2+(H[1]*(A[4]/2)+2*
(A[6]+2*A[11]))*2500/2+H[2]*A[6]*
(A[4]/2)+2/3*1250+2*A[11]*H[2]*(A[4]/4)+2*
2500)*KH;
MP[9]=Q2[1]*A[7]+2/8-H[5]*A[7]/2*2500*A[7]/4-
A[7]+2*EH*1800/8;
MP[10]=QA*A[7]+2/8-H[5]*A[7]+2/8*2500-A[7]+2*
EH*1800/8;
S[11]=Q2[1]*A[7]/2-H[5]*2500*A[7]/2;
S[12]=QA*A[7]/2-H[5]*2500*A[7]/2-A[7]*EH*1800/2;
S[1]=R*2*A[4]+(H[6]+H[1])*A[4]*1250*A[6]+A[11]*
H[1]*A[4]*2500*2+2*A[11]*H[2]*A[4]*2500/6;
S[2]=R*2*A[4]/2+(H[1]+H[1]+H[2]/2)*A[4]/2*1250*
A[6]+A[11]*H[1]*A[4]*2500+A[11]*H[2]/4*
A[4]/4*2500*2;
S[3]=QA*A[5]-(H[5]+H[7])*A[5]/2*2500-(2*EH+
H[7])*A[5]/2*1800;
T929[1]=(EH*2+H[7])*A[5]/2*1800;
S[4]=(Q1[1]+Q1[3])*A[5]/2-(H[5]+H[7])*A[5]/
2*2500*(1-KV)-T929[1]*(1.0-KV);
T929[1]=(EH*2+H[7])*A[7]/2*1800;
S[5]=QA*A[7]-(H[5]+H[7])*A[7]/2*2500-T929[1];
S[6]=(Q2[1]+Q2[3])*A[7]/2-(H[5]+H[7])*A[7]/2*
2500*(1-KV);
S[6]=S[6]-T929[1]*(1.0-KV);
S[7]=RE*2*A[4]*KH+(H[1]+H[6])*A[4]*A[6]/2*2500*
KH+2*(A[11]*H[1]*A[4]+A[11]*H[2]*A[4]/2)*
2500*KH;
S[8]=RE*2*A[4]/2*KH+(H[1]+H[2]/2)*A[4]/2*A[6]/2*
2500*KH+2*2500*KH*(A[11]*H[1]*A[4]/2+A[11]*
H[2]/4*A[4]/4);
S[9]=S[7]/KH*(1-KV);
S[10]=S[8]/KH*(1-KV);
DANMEN(0,MP[1],A[6],DH1);
DANMEN(0,MP[2],A[6],DH2);
DANMEN(0,MP[3],1.0,DH5);
DANMEN(10,MP[4],1.0,DH6);
DANMEN(0,MP[5],1.0,DH7);
DANMEN(10,MP[6],1.0,DH8);
DANMEN(10,MPE[1],A[6],DH9);
DANMEN(10,MPE[2],A[6],DH10);
DANMEN(10,MPE[3],H[6],DH3);
DANMEN(10,MPE[4],H[1]+H[2]/2,DH4);
if DH1 > (H[6]-0.15)*100 v DH2 > (H[1]+H[2]/
2-0.15)*100 v DH9 > (H[6]-0.15)*100 v DH10 >
(H[1]+H[2]/2-0.15)*100 then
begin H[2]=H[2]+0.05; go to ST1; end;
if DH3 > (A[6]-0.09)*100 v DH4 > (A[6]-0.09)*
100 then
begin A[6]=A[6]+0.05; go to ST1; end;
A11=DH5;
for AAAA=DH5,DH6,DH7,DH8 do
if A11 < AAAA then A11=AAAA;
if A11 > (H[7]-0.15)*100 then
begin H[7]=H[7]+0.05; go to ST2; end;
V1=A[10]*H[1]*A[1]+H[2]/6*((2*A[1]+A[3])*A[10]+

```

```

(2*A[3]+A[1])*A[6])+H[3]*(A[9]*A[6]+
3.14159265*A[6]*2/4)+H[4]/6*((2*A[2]+A[3])*
A[8]+(2*A[3]+A[2])*A[6])+A[2]*A[8]*H[5];
K1=2*(H[1]*A[1]+SQRT(A[1]*2+H[2]*2)*A[3]+
SQRT(A[1]*2+H[2]*2)*A[4]+A[9]*H[3]+H[1]*
A[10]+SQRT(H[2]*2+A[4]*2)*(A[6]+A[10])/2)+
3.14159265*A[6]*H[3]+H[5]*2*(A[8]+A[2])*
A[6]*2-3.14159265*A[6]*2/4;
if BI=1 then go to BEGIN;
begin realTW;
SPACE(37);PRINTS('*****D#E#S#I#G#N##O#F##
P#I#E#R#*****NO=');
PRINTI(4,N00);CRLF(2);SPACE(42);
PRINTS('=====C#O#N#D#T#I#O#N#=====');
if AP>0 then begin PRINTS('###ZISHIN');
end else PRINTS('###KAZE');
CRLF(1);
begin PRINTS('###H=');PRINTF(2,2,HT);
PRINTS('');PRINTF(2,3,HV);PRINTS('#####');
PRINTS('A=');PRINTF(2,2,A[1]);PRINTS('###KH=');
PRINTF(1,1,KH);PRINTS('KV=');
PRINTF(1,1,KV);PRINTS('R=');PRINTI(3,R*2/1000);
PRINTS('');PRINTI(3,RE*2/1000);
PRINTS('#');PRINTF(3,2,RE*KH*2/1000);PRINTS('##A10=');
PRINTF(2,2,A[10]);PRINTS('##HG=');PRINTF(2,2,HG);CRLF(3);
end;
SPACE(12);PRINTI(5,WTOTAL/1000);SPACE(4);PRINTI(5,WE/
1000);SPACE(4);
PRINTI(5,WE*KH/(1,0-KV)/1000+SEE/1000);SPACE(4);
PRINTI(5,WE*E[1]/1000);SPACE(4);PRINTF(3,3,E[1]);
SPACE(8);PRINTF(3,3,E[2]);
CRLF(2);
SPACE(24);PRINTS('S#E#C#T#I#O#N');CRLF(1);
SPACE(80);PRINTS('G#R#O#U#I#D##R#E#A#C#T#I#O#N');CRLF(1);
SPACE(22);PRINTS('R=');PRINTI(3,R*2/1000);PRINTS('');
PRINTI(3,RE*2/1000);PRINTS('T/M2');CRLF(2);
SPACE(26);PRINTF(2,2,A[1]);PRINTS('M#####A');SPACE(12);
PRINTF(1,2,A[10]);PRINTS('M');SPACE(19);
PRINTS('QP1');SPACE(3);PRINTF(2,1,Q1[6]/1000);PRINTS('#(');
PRINTF(2,1,Q2[6]/1000);PRINTS('#)');
PRINTF(4,1,Q1[4]/1000);CRLF(1);
SPACE(12);PRINTS('-----+
#####+-----+');
SPACE(25);PRINTF(2,1,QA/1000);PRINTS('#T/M2');CRLF(1);
SPACE(5);
PRINTF(1,1,H[1]);PRINTS('#I');SPACE(34);
PRINTS('I#####I#####I');SPACE(18);PRINTS('QP2');
SPACE(3);PRINTF(2,1,Q1[2]/1000);PRINTS('#(');
PRINTF(2,1,Q2[2]/1000);PRINTS('#)');PRINTF(4,1,Q2[4]/1000);
CRLF(1);
end;
begin realTW;
SPACE(12);PRINTS('I. ');SPACE(32);PRINTS('I#####I----
--I');
CRLF(1);SPACE(8);PRINTF(1,2,H[2]);PRINTS('#..');
SPACE(24);PRINTS('..');
SPACE(13);PRINTS('I####I');CRLF(1);
SPACE(22);PRINTS('--I');SPACE(10);PRINTS('R--');

```

```

SPACE(19);PRINTS('I---I');SPACE(21);PRINTS('***SAFETY##
FACTOR##');
CRLF(1);
SPACE(24);PRINTS('I');SPACE(10);PRINTS('I');SPACE(21);
PRINTS('I');PRINTS('###I');
CRLF(1);
SPACE(14);PRINTF(1,2,A(4));PRINTS('M#I#');PRINTF(1,2,
A(3));PRINTS('M#I####');
PRINTF(1,2,A(4));PRINTS('M#####I');PRINTF(1,1,A(6));
PRINTS('I');SPACE(18);PRINTS('HENSHIN####');
PRINTF(1,2,E(1));PRINTS('');PRINTF(1,2,E(2));PRINTS('');
CRLF(1);
SPACE(24);PRINTS('I');SPACE(10);PRINTS('I');SPACE(21);
PRINTS('I###I');
SPACE(20);PRINTS('SLIDE#####');PRINTF(1,2,SLIDE);
CRLF(1);
end;
begin realTW;
SPACE(24);PRINTS('I');SPACE(10);PRINTS('C');SPACE(21);
PRINTS('I###I');CRLF(1);
for I=1 step 1 until 4do
begin
SPACE(24);PRINTS('I');SPACE(10);PRINTS('I');
SPACE(21);PRINTS('I###I'); CRLF(1);
end;
SPACE(24);PRINTS('I');SPACE(10);PRINTS('D');PRINTF(2,2,
H(3));
PRINTS('I');SPACE(12);PRINTS('I');
PRINTS('###I');CRLF(1);
for I=1 step 1 until 3do
begin
SPACE(24);PRINTS('I');SPACE(10);
PRINTS('I');SPACE(21);PRINTS('I###I'); CRLF(1);
end;
SPACE(15);PRINTF(1,1,A(5));PRINTS('M#I');
SPACE(10);PRINTS('E');PRINTF(1,1,A(5));PRINTS('M###
II');PRINTF(1,2,A(7));
PRINTS('I---G');PRINTF(1,2,A(7));CRLF(1);
SPACE(11);PRINTF(1,2,H(4));PRINTS('#. ');SPACE(18);
PRINTS(' ');SPACE(13);
PRINTS('##### ');SPACE(18);PRINTS('CONCRETE#
VOLUME');
PRINTF(6,4,V1);PRINTS('M3');CRLF(1);
SPACE(14);PRINTS('I-');SPACE(28);PRINTS('-I###I-');
SPACE(14);PRINTS('-I');SPACE(14);
PRINTS('CONCRETE#FORMS');PRINTF(7,4,K1);PRINTS('M2');
CRLF(1);
for I=1 step 1 until 2 do
begin
SPACE(14);PRINTS('I');SPACE(30);PRINTS('I#####I');
SPACE(16);PRINTS('I');CRLF(1);
end;
SPACE(4);PRINTF(2,2,H(5));PRINTS('M#-----
-----+#####+-----');CRLF(1);
SPACE(25);PRINTF(2,1,A(2));PRINTS('M#F');SPACE(20);
PRINTF(2,2,A(8));PRINTS('M');CRLF(2);
SPACE(45);PRINTS('#####I#E#K#K#I#N#####');

```

```

CRLF(1);
PRINTS('#####POINT#####MKG-M#####S#KG#####
AS#####ASH#####D#####N#####PITCH#####SS####
IISC##SENDAN');CRLF(1);
end;
begin realTW;
PRINTS('#####B-V-');TANTEKKIN(0,MP[1],S[1],0,A[6],H[6],
0,09,F1);
PRINTS('#####B-VE');TANTEKKIN(10,MPE[1],S[9],0,A[6],H[6],
0,09,F2);
PRINTS('#####B-HE');TANTEKKIN(10,MPE[3],S[7],0,A[6],H[6],
0,09,F3);CRLF(1);
PRINTS('#####A-V-');TANTEKKIN(0,MP[2],S[2],F1,A[6],H[1]+
H[2]/2,0,09,F4);
PRINTS('#####A-VE');TANTEKKIN(10,MPE[2],S[10],F2,A[6],
H[1]+H[2]/2,0,09,F4);
PRINTS('#####A-HE');TANTEKKIN(10,MPE[4],S[8],F3,H[1]+H[2]
/2,A[6],0,09,F4);
CRLF(1);
PRINTS('#####F-G-');TANTEKKIN(0,MP[3],S[3],0,1,0,H[7],
0,09,F4);
PRINTS('#####F-E-');TANTEKKIN(10,MP[4],S[4],0,1,0,H[7],
0,09,F4);
PRINTS('#####G-G-');TANTEKKIN(0,MP[5],S[5],0,1,0,H[7],
0,09,F4);
PRINTS('#####G-E-');TANTEKKIN(10,MP[6],S[6],0,1,0,H[7],
0,09,F4);
SPACE(9);TANTEKKIN(10,MP[9],S[11],F5,1,0,H[5]+H[4]/2,0,09,
F4);
SPACE(9);TANTEKKIN(0,MP[10],S[12],F5,1,0,H[5]+H[4]/2,0,09,
F4);
if Q1[2] < 0 then
begin
MP[7]=ABS(Q1[2])*A[5]+2/2+(H[5]*A[5]+2/2+H[4]*A[5]+2/6)*
2500*(1-KV);
PRINTS('#####F-EE');TANTEKKIN(10,MP[7],0,0,1,0,H[7],0,09,
F4);
end;
if Q2[2] < 0 then
begin
MP[8]=ABS(Q2[2])*A[7]+2/2+(H[5]*A[7]+2/2+H[4]*A[7]+2/6)*
2500*(1-KV);
PRINTS('#####G-EE');TANTEKKIN(10,MP[8],0,0,1,0,H[7],0,09,
F4);
end;CRLF(2);
if H[3] < 4 then
begin
PRINTS('#####E-E-');HUKUTEKKIN(H[3],0,F5);
PRINTS('#####D-E-');HUKUTEKKIN(H[3]/2,F5,F4);
end
else
begin
PRINTS('#####E-E-');HUKUTEKKIN(H[3],0,F5);
PRINTS('#####D-E-');HUKUTEKKIN(H[3]*2/3,F5,F4);
PRINTS('#####C-E-');HUKUTEKKIN(H[3]/3,F5,F4);
end;CRLF(3);
end;
dEGIN:
begin realTW;
IK=IK-0.5;
if Q1[1] > IK*10000 then begin A[2]=A[2]+0.1; BI=1;

```

```

IK=IK+0.5; go to ST1;
end;
if Q2[1] > IK*10000 then begin A[7]=A[7]+0.1; BI=1;
IK=IK+0.5; go to ST1;
end;
PRINTS('####A2=');PRINTF(2.1,A[2]);PRINTS('###A8=');
PRINTF(2.1,A[8]);
PRINTS('###A5=');PRINTF(2.1,A[5]);PRINTS('###A7=');
PRINTF(2.1,A[7]);
PRINTS('###H4=');PRINTF(1.1,H[4]);PRINTS('###H5=');
PRINTF(1.1,H[5]);
PRINTS('###CON=');PRINTF(3.4,V1);PRINTS('###FOM=');
PRINTF(3.4,K1);CRLF(1);
PRINTS('#####REACTION##Q1F=');PRINTF(2.1,Q1[6]/1000);
PRINTS('(');
PRINTF(2.1,Q1[1]/1000);PRINTS(')');
PRINTF(2.2,E[1]);PRINTS('##Q1B=');PRINTF(2.1,Q1[2]/1000);
PRINTS('#####Q2F=');
PRINTF(2.1,Q2[6]/1000);PRINTS('(');PRINTF(2.1,Q2[1]/1000);
PRINTS(')');PRINTF(2.2,E[2]);PRINTS('###Q2B=');
PRINTF(2.1,Q2[2]/1000);PRINTS('#####QA=');
PRINTF(2.1,QA/1000);CRLF(3);
SPACE(12);PRINTI(5,WTOTAL/1000);SPACE(4);PRINTI(5,WE/1000);
SPACE(4);PRINTI(5,(WE*KH/(1-KV)+SEE)/1000);
SPACE(4);PRINTI(5,WE*E[1]/1000);SPACE(4);PRINTF(3.3,E[1]);
SPACE(8);PRINTF(3.3,E[2]);CRLF(2);
end;
begin realTW;
PRINTS('#####F-G-');TANTEKKIN(0,MP[3],S[3],0.1,0,H[7],
0.09,F4);
PRINTS('#####F-E-');TANTEKKIN(10,MP[4],S[4],0.1,0,H[7],
0.09,F4);
PRINTS('#####G-G-');TANTEKKIN(0,MP[5],S[5],0.1,0,H[7],
0.09,F4);
PRINTS('#####G-E-');TANTEKKIN(10,MP[6],S[6],0.1,0,H[7],
0.09,F4);
SPACE(9);TANTEKKIN(10,MP[9],S[11],F5,1,0,H[5]+H[4]/2,
0.09,F4);
SPACE(9);TANTEKKIN(0,MP[10],S[12],F5,1,0,H[5]+H[4]/2,
0.09,F4);
if Q1[2] < 0 then
begin
MP[7]=ABS(Q1[2])*A[5]+2/2+(H[5]*A[5]+2/2+H[4]*A[5]+2/6)*
2500*(1-KV);
SPACE(5);PRINTS('F-EE');TANTEKKIN(10,MP[7],0,0,1,0,H[7],
0.09,F4);
end;
if Q2[2] < 0 then
begin
MP[8]=ABS(Q2[2])*A[7]+2/2+(H[5]*A[7]+2/2+H[4]*A[7]+2/6)*
2500*(1-KV);
SPACE(5);PRINTS('G-EE');TANTEKKIN(10,MP[8],0,0,1,0,H[7],
0.09,F4);
end;
CRLF(3);
if IK=1 then begin CRLF(5); go to DRT; end;
go to BEGIN;
end;
DRT: go to START;
end;
UWARI:
end;

```

突けた鉄筋コンクリート橋脚入力データ

HT : 全 高 (m)

H₁ : 図 参 照 (m)

H₂ : " (m)

H₃ : " (m)

H₄ : " (m)

H₅ : " (m)

A₁ : 天 端 長 (m)

A₂ : 底 版 長 (m)

A₃ : 図 参 照 (m)

A₄ : 翼 壁 はり 出 し (m)

A₅ : フーチングはり出し (m)

A₆ : 図 参 照 (m)

A₇ : " (m)

A₈ : 底 版 幅 (m)

A₉ : 図 参 照 (m)

A₁₀ : " (m)

A₁₁ : " (m)

HW : 水面から根入れまでの距離 (m)

EH : 根入れ深さ (m)

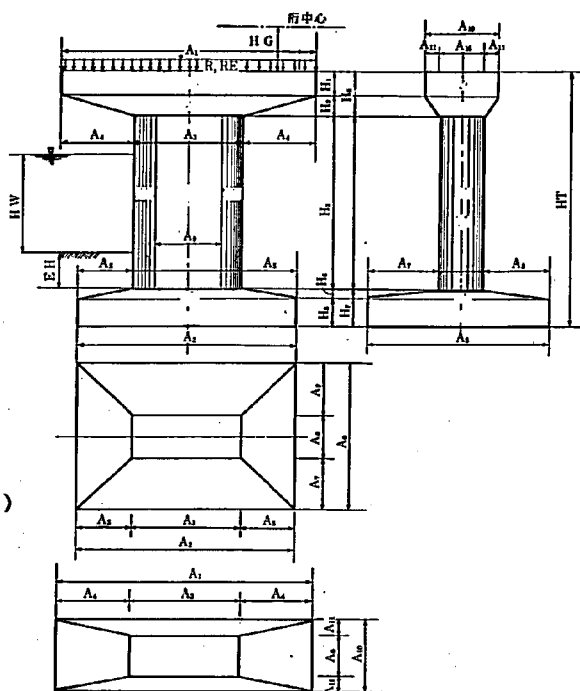
R : 上部工構造物よりの全荷重反力 (Kg / m)

RE : " 死 " (Kg / m)

HG : 桁中心から天端までの距離 (m)

上記の順にデータ・テープを作製する。

データの終りには0を入れること。



アウトブット

コンクリート量
型わく面積

[illegible]

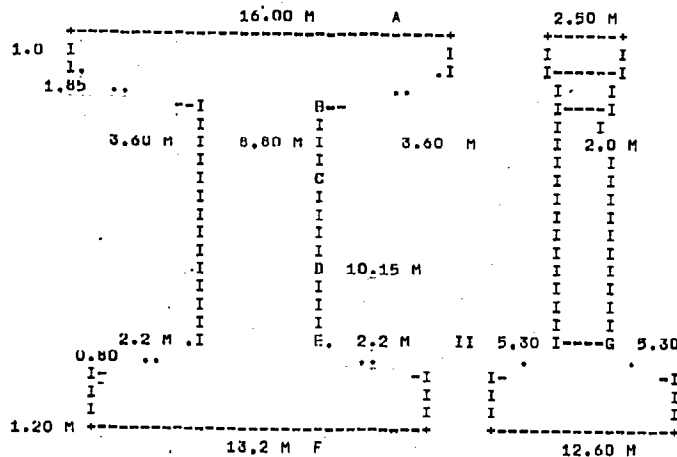
***** DESIGN OF PIER *****NO: 1

H= 15.00 (10.000) A= 16.00 KH= 0.3 KV= 0.1 R= 60 (42) 10.50 A10= 2.50 HG= 1.30
 ===== C O N D I T I O N ===== ZISHIN

2398 1846 569 4717 2.555 2.555

SECTION

R= 60 (42) T/M2



GROUND REACTION

QP1 24.0 (24.6) 24.1
 14.4 T/M2
 QP2 -1.8 (-2.4) 24.9

** SAFETY FACTOR **

HENSHIN 2.55 (2.55)
 SLIDE 1.95

CUNCRETE VOLUME 529.0305 M3
 CUNCRETE FORMS 366.1036 M2

POINT	MKG-M	S KG	AS	ASN	D	N	PITCH	SS	IISC	SENDAN
B-V-	452610.0	256537.5	120.714	122.056	29	19	10.53	1487	29	5
B-VE	293973.7	170198.4	52.270	64.240	29	10	20.00	1798	25	3
B-HE	85033.1	48628.1	15.119	15.888	16	8	25.00	2043	13	1
A-V-	113568.7	123932.8	46.074	50.670	25	10	20.00	1346	21	4
A-VE	76372.0	76153.7	19.844	21.413	29	3	60.00	2015	19	2
A-HE	21258.3	21758.2	5.516	6.620	16	3	57.75	1778	9	1
F-G-	23696.1	18960.5	9.224	9.930	16	5	20.00	1343	12	1
F-E-	45051.7	37064.2	11.691	13.240	16	7	15.00	1927	20	2
G-G-	137525.3	45677.7	53.531	64.240	29	10	10.00	1274	32	3
G-E-	140816.3	74181.4	36.542	38.710	22	10	10.00	2123	40	4
	76890.4	58030.5	25.457	3W(+00	29	3	30.00	0	3781	4
	40093.0	30258.8	19.911	3W(+00	29	3	30.00	0	0186	2
F-EE	12097.1	0.0	3.139	6.620	16	3	30.00	1021	7	0
G-EE	78860.2	0.0	20.456	22.920	19	8	12.50	1974	28	0
E-E-	3581017.1	1024976.7	485.229	569.525	29	320	5.88	2278	1	372.18
U-E-	2506930.3	957713.8	873.664	335.014	29	188	10.00	2362	78	16.782
C-E-	1559963.7	890451.0	698.931	268.012	29	151	12.50	1477	53	1.31

既設寸法 (m)
地盤反力

コンクリート (m²)

型枠 (m²)

地盤反力

3.0
t/m²

以下

部 品 名	注力モーメント (kg·m)	せん断力 (kg/cm)	必要鉄筋量 (cm)	使用鉄筋量 (cm)	体 積 (m ³)	本 数	ビッチ (cm)	ss (kg/cm)	sc (kg/cm)	τ (kg/cm)
F点-平時										
F点-地震時										
G点-平時										
G点-地震時										
F点-地震時										
G点-地震時										

地盤反力

25
t/m²

以下

地盤反力

20
t/m²

以下

地盤反力

15
t/m²

以下

地盤反力

10
t/m²

以下

A2= 13.2 A8= 12.6 A5= 2.2 A7= 5.3 H4= 0.8 H5= 1.2 CON= 529.0305 FOM= 366.1036
REACTION Q1F= 24.0 (24.1) 2.55 Q1B= -1.8 Q2F= 24.6 (24.9) 2.55 Q2B= -2.4 QA= 14.4

	2398	1846	569	4717	2,555	2,555		
F-G-	23696.1	18960.5	9.224	9.930	16	5	20.00	1343 12 1
F-E-	45051.7	37064.2	11.691	13.240	16	7	15.00	1927 20 2
G-G-	137525.3	45677.7	53.531	64.240	29	10	10.00	1274 32 3
G-E-	140816.3	74181.4	36.542	38.710	22	10	10.00	2123 40 4
	76890.4	58030.5	25.457	28.650	19	10	10.00	1994 37 4
	40093.0	30258.8	19.911	21.413	29	3	30.00	1378 21 2
F-EE	12097.1	0.0	3.139	6.620	16	3	30.00	1021 7 0
G-EE	78830.2	0.0	20.456	22.920	19	8	12.50	1974 28 0

A2= 13.2 A8= 12.6 A5= 2.2 A7= 5.3 H4= 0.8 H5= 1.2 CON= 529.0305 FOM= 366.1036
REACTION Q1F= 24.0 (24.1) 2.55 Q1B= -1.8 Q2F= 24.6 (24.9) 2.55 Q2B= -2.4 QA= 14.4

	2398	1846	569	4717	2,555	2,555		
F-G-	23696.1	18960.5	9.224	9.930	16	5	20.00	1343 12 1
F-E-	45051.7	37064.2	11.691	13.240	16	7	15.00	1927 20 2
G-G-	137525.3	45677.7	53.531	64.240	29	10	10.00	1274 32 3
G-E-	140816.3	74181.4	36.542	38.710	22	10	10.00	2123 40 4
	76890.4	58030.5	25.457	28.650	19	10	10.00	1994 37 4
	40093.0	30258.8	19.911	21.413	29	3	30.00	1378 21 2
F-EE	12097.1	0.0	3.139	6.620	16	3	30.00	1021 7 0
G-EE	78830.2	0.0	20.456	22.920	19	8	12.50	1974 28 0

A2= 15.2 A8= 13.6 A5= 3.2 A7= 5.8 H4= 0.8 H5= 1.2 CON= 589.9905 FOM= 373.3036
REACTION Q1F= 18.8 (18.8) 2.37 Q1B= 0.6 Q2F= 19.9 (19.9) 2.37 Q2B= -0.5 QA= 12.5

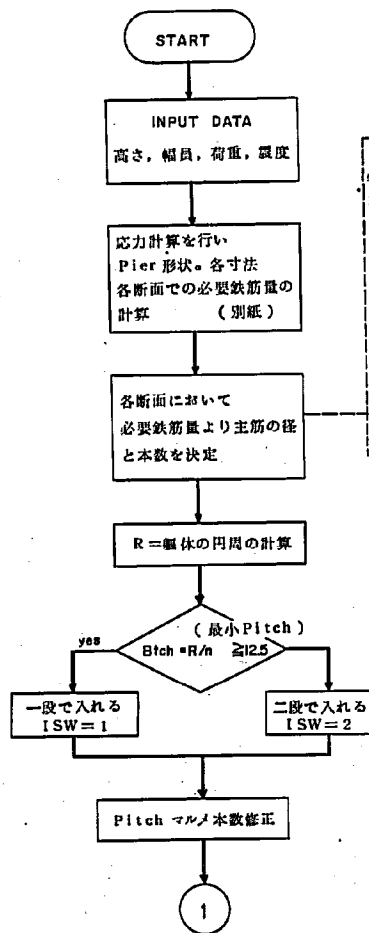
	2586	2011	616	4774	2,374	2,374		
F-G-	40365.6	21473.8	15.712	15.886	16	8	12.50	1445 17 1
F-E-	69200.6	37918.0	17.957	19.860	16	10	10.00	1992 26 2
G-G-	132607.3	38921.3	51.617	64.240	29	10	10.00	1228 31 2
G-E-	129429.1	60908.9	33.587	38.710	22	10	10.00	1951 37 4
	71178.5	49088.6	23.566	28.650	19	10	10.00	1846 34 4
	39992.0	27580.7	19.861	21.413	29	3	30.00	1375 21 2
G-EE	61710.1	0.0	16.014	19.860	16	10	10.00	1777 23 0

A2= 18.5 A8= 15.4 A5= 4.8 A7= 6.7 H4= 0.8 H5= 1.2 CON= 707.6465 FOM= 385.5436
REACTION Q1F= 13.7 (13.7) 2.10 Q1B= 2.6 Q2F= 14.9 (14.9) 2.10 Q2B= 1.5 QA= 13.4

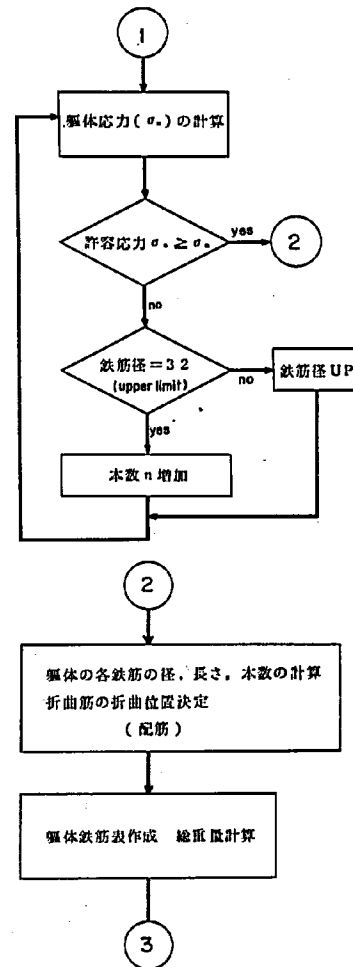
	2950	2329	707	4884	2,097	2,097		
F-G-	67366.3	22089.2	26.222	28.650	19	10	10.00	1359 22 1
F-E-	102499.2	34932.2	26.598	28.650	19	10	10.00	2067 33 2
G-G-	128560.9	30515.0	50.042	50.670	25	10	10.00	1495 33 2
G-E-	117915.8	46052.5	30.599	30.968	22	8	12.50	2206 37 3
	66515.9	39711.0	22.022	22.920	19	8	12.50	2141 35 3
	41267.8	24637.5	20.495	21.413	29	3	30.00	1419 22 2

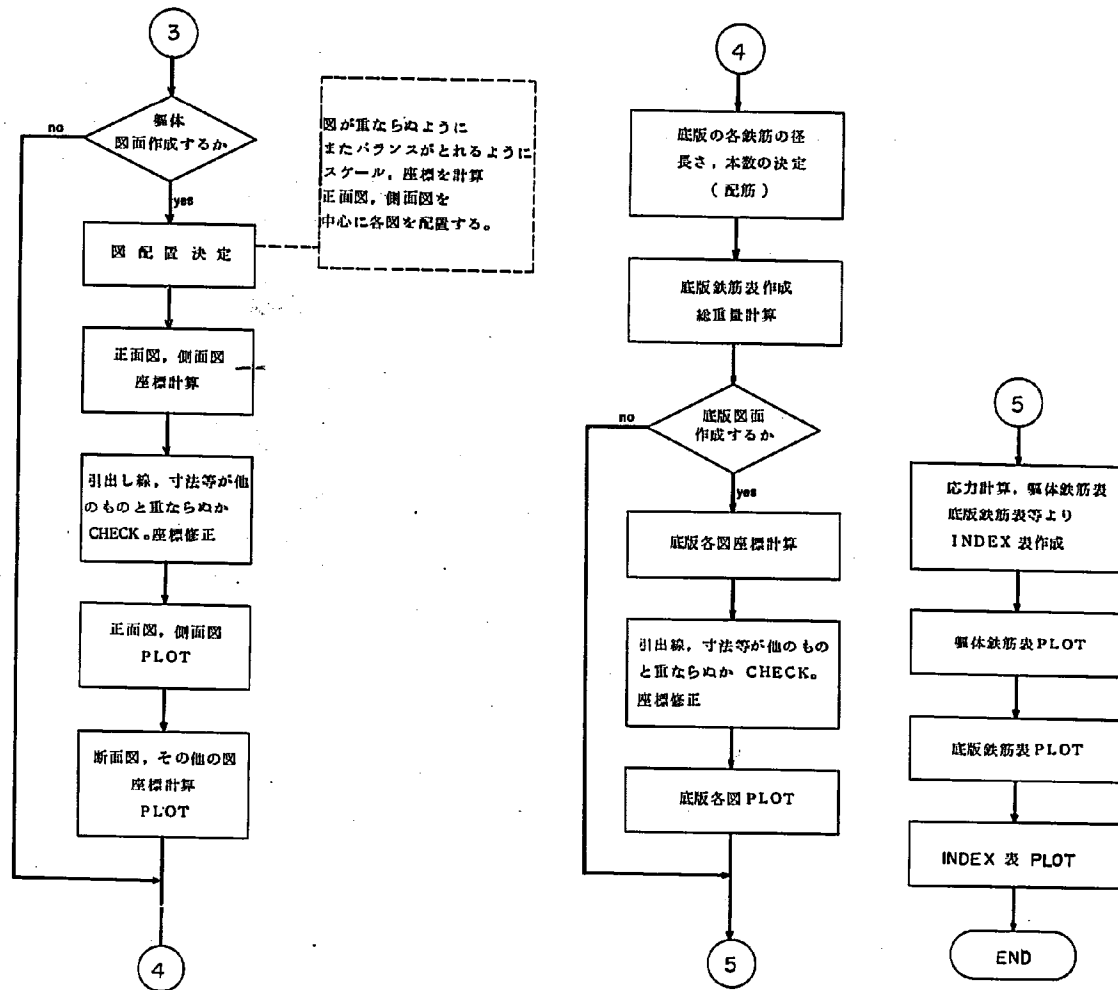
A2= 25.7 A8= 18.6 A5= 6.4 A7= 8.3 H4= 0.8 H5= 1.2 CON= 996.5638 FOM= 410.5036
REACTION Q1F= 9.0 (9.0) 1.65 Q1B= 4.0 Q2F= 10.0 (10.0) 1.65 Q2B= 3.0 QA= 8.0

	3847	3115	931	5153	1,654	1,654		
F-G-	122172.9	19002.0	47.556	50.670	25	10	10.00	1421 31 1
F-E-	158233.7	26445.8	41.061	50.670	25	10	10.00	1840 41 2
G-G-	117873.9	10664.7	45.882	50.670	25	10	10.00	1371 30 1
G-E-	100963.6	27938.5	26.200	28.650	19	10	10.00	2036 33 2
	60216.6	29020.1	19.937	21.413	29	3	30.00	2070 32 2
	46476.1	20952.3	21.591	22.920	19	8	12.50	1399 23 2



必要鉄筋量……W
鉄筋径 D_1 のときの断面積を A_1
とする。
n を本数として
選べる径の範囲を $k_1 < i < k_2$ とする。
 $f(i, n) = A_1 \times n - W$
 $f(i, n) \geq 0$ で $f(i, n)$ が最少
になる i, n を求める。
n : 本数
 D_1 : 鉄筋径





05-PI-127 (H₁₁₀₀₀ - L₁₂₀₀₀ - B₁() - B₂() - R() - D() - A()) -S42

(高 さ) (天端長) (天端幅) (底版長) (底版幅) (全荷重反力) (死荷重反力) (斜 角)

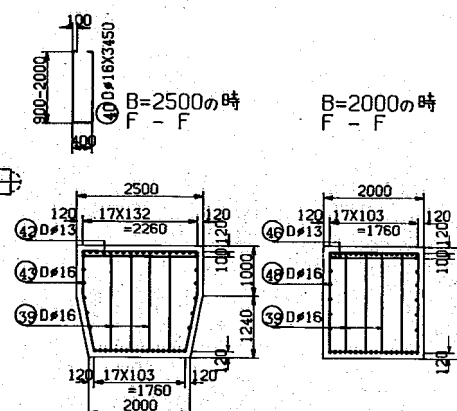
下部工—突げた式鉄筋コンクリート

橋脚く体配筋図—その 127

$$S = 1/120$$


設計条件

- | | | |
|---------|-------------|--------------------------------------|
| 1. 単位重量 | コソクシート | 2500 K ₉ /㎡ |
| 2. 許容応力 | コソクシート | 70 K ₉ /CM ² |
| | 鉄 筋 (SD-30) | 1600 K ₉ /CM ² |
| 3. 震 度 | KH=0.20 | |
| | KV=0.10 | |

[illegible]

05-PI-313 (H7000-L12000-B()-B1()-B2()-R()-D()-A())-S42

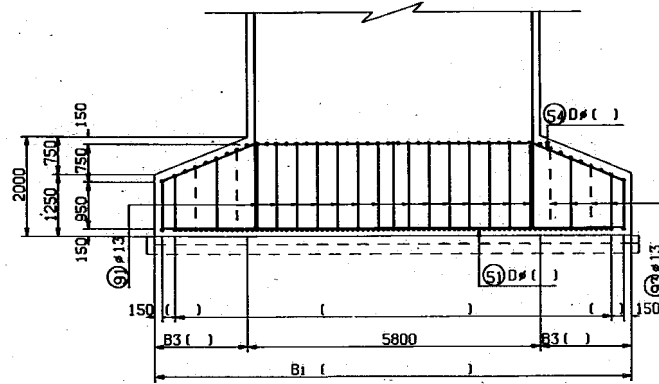
(高さ) (天端長) (天端幅) (底版長) (底版幅) (全荷重反力) (死荷重反力) (斜角)

下部工—突げた式鉄筋コンクリート

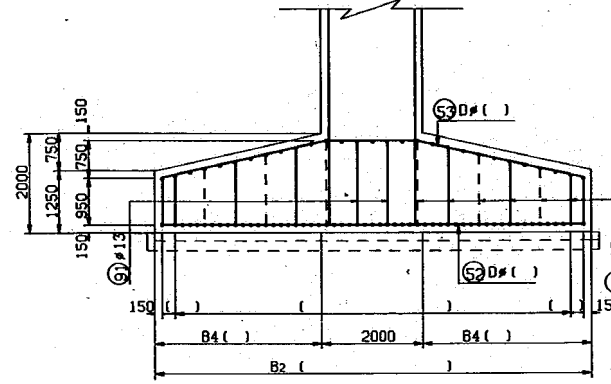
橋脚底版配筋図—その 313

S=1/120

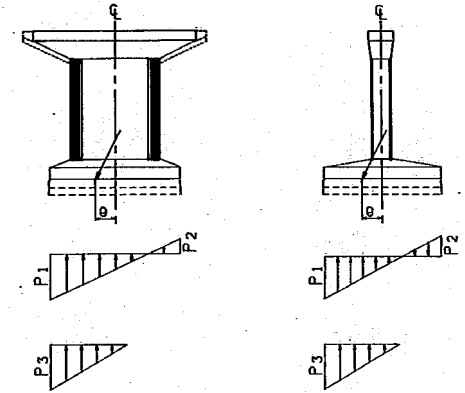
底版正面図



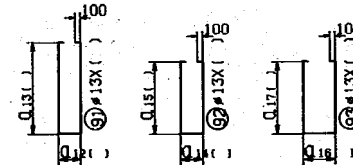
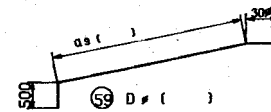
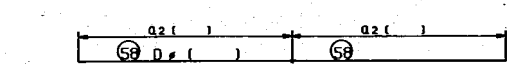
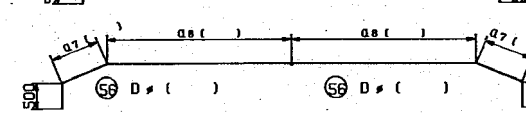
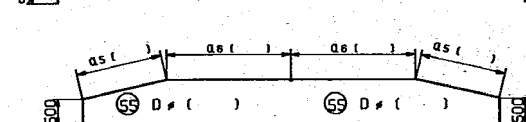
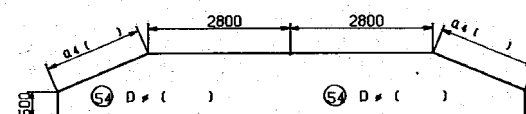
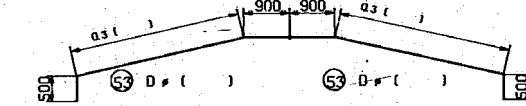
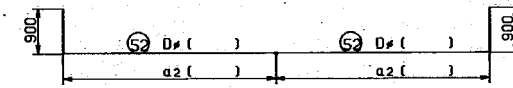
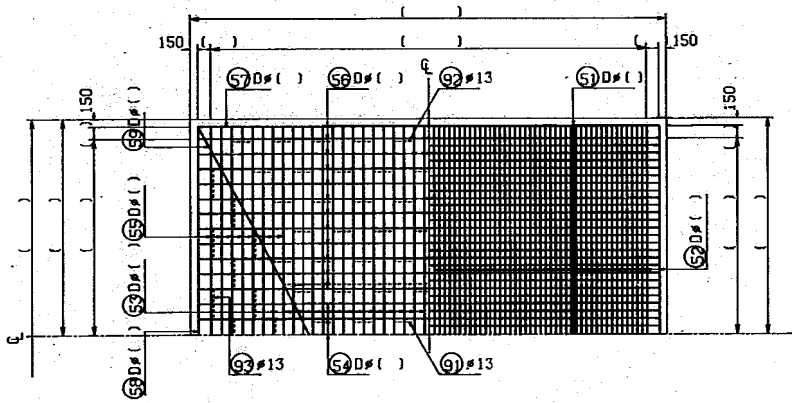
底版側面図



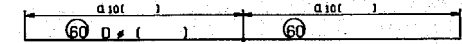
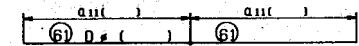
一般図



上側 底版 下側



記号	地盤反力 (t/m)		常時	摘要
	橋軸方向	橋軸直角方向		
P1				
P2				
P3				
C1				



材料表				
コンクリート	敷コンクリート	栗石	型わく	摘要

鉄筋表						
記号	径 (mm)	長さ (mm)	本数 (本)	単位重量 (kg/m)	一本重量 (kg)	形状
⑤						
⑥						
⑦						
⑧						
⑨						
⑩						
⑪						
⑫						
⑬						
⑭						
⑮						
⑯						
⑰						
⑱						
⑲						
⑳						
㉑						
㉒						
㉓						
㉔						
㉕						
㉖						
㉗						
㉘						
㉙						
㉚						
㉛						
㉜						
㉝						
㉞						
㉟						
㊱						
㊲						
㊳						
㊴						
㊵						
㊶						
㊷						
㊸						
㊹						
㊺						
㊻						
㊼						
㊽						
㊾						
㊿						
小計					kg	
小計					kg	
総重量 (t) + 総重量 (t) = (t)						

参 考 文 献

1. 土木構造物標準設計6(橋台)9, 10, 11, 12(橋脚)―全日本建設技術協会
2. 道路技術基準―建設省
3. 道路橋下部構造設計指針(調査および一般篇)―日本道路協会
4. 同(橋台, 橋脚の設計篇および直接基礎の設計篇)―日本道路協会
5. 同(くい基礎の設計篇)―日本道路協会
6. 鋼道路橋設計示方書―日本道路協会
7. コンクリート標準示方書―土木学会
8. 鉄筋コンクリート設計方法―吉田徳次郎
9. ノモグラムによる鉄筋コンクリートの計算―柴田直光