

港湾技術資料

TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

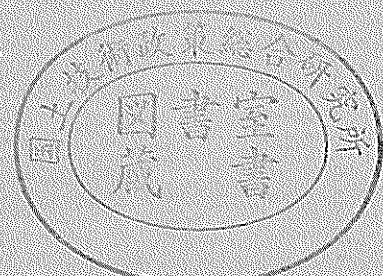
No. 261

June, 1977

電子計算機による設計計算に用いる共通の
サブプログラムについての検討

本 浩 司
三 橋 郁 雄

運輸省港湾技術研究所



電子計算機による設計計算に用いる共通的
サブプログラムについての検討

目 次

要 旨	5
1. ま え が き	5
2. 港湾構造物の設計の技術	6
2.1 対象とする項目	6
(1) 設 計 条 件	6
(2) 材 料	6
(3) プレキャスト部材	6
(4) 基 礎	6
(5) 外かく施設	6
(6) 係留施設	6
(7) そ の 他	6
2.2 設計技術の構成の解明	6
2.2.1 概 要	6
2.2.2 設 計 条 件	7
(1) 大型船の標準船舶	7
(2) 船舶のけん引力	9
(3) 船舶の有効接岸エネルギー	9
(4) 周期、水深、波長の関係	10
(5) 浅水係数	10
(6) 波の砕波変形	11
(7) 砕波水深	12
(8) 砕波高	13
(9) 進行波の限界波高	13
(10) 波高伝達率	14
(11) 重複波圧の分布	15
(12) 黒田式による波圧分布	16
(13) 広井式による波圧分布	16
(14) 合田式による波圧分布	17

(15) 伊藤式による波圧分布	18
(16) 期待滑動量方式による検討	18
(17) ミニキン公式による碎波圧	18
(18) 護岸の越波流量	21
(19) 港内振幅及びピークカットの遅れ	22
(20) 主働土圧の分布	23
(21) 受働土圧の分布	24
(22) 前面に斜面を有する場合の砂質土の受働土圧	25
(23) 残留水圧の分布	25
(24) ウェスタガードの簡略な動水圧	25
(25) 中詰土圧の分布	25
2.2.3 材 料	26
(1) 鋼ぐいの許容応力度	26
(2) 矢板の腐食時の断面係数	26
(3) 鋼材の諸元	32
2.2.4 プレキャスト部材	32
(1) ケーソンの重量、重心	32
(2) L形ブロック	40
(3) セルラーブロック	41
(4) 版の曲げモーメント	41
2.2.5 基 礎	44
(1) テルツァギによる許容支持力	44
(2) マイヤホフによる鉛直荷重時の極限支持力	45
(3) ヤンプーの方法	46
(4) 立石の解	46
(5) 片山・内田法	48
(6) 粘性土地盤に鉛直荷重が作用する場合	48
(7) くいの横抵抗	49
(8) 端趾圧	49
2.2.6 外かく施設	50
(1) ケーソン混成堤	51
(2) セルラーブロック堤	51
(3) 鋼管直ぐい式防波堤	51
(4) カーテン式防波堤	51

(5) 護岸の所要端高	53
2.2.7 係留施設	53
(1) ケーソン式係船岸	53
(2) L形ブロック式係船岸	54
(3) セルラーブロック式係船岸	54
(4) フリーアースサポート法、仮想ばり法による矢板の計算	56
(5) 控え直ぐい	56
(6) 控え版	57
(7) たな式係船岸	59
(8) 鋼矢板セル式係船岸	60
(9) 自立矢板	62
(10) ポンツーン	63
2.2.8 その他	63
(1) 逐次二分法	63
2.3 サブプログラム作成上の約束	64
3. サブプログラム一覧表	67
4. あとがき	72
参考文献	
引用文献	
付 録	

**Important subprograms in the field of port &
harbour structures design.**

Kouji MOTO *
Ikuo MITSUHASHI **

Synopsis

We have already developed many large programs in the field of port & harbour structures. Each large program consists of a lot of subprograms. We can see common subprograms in many large programs. Once we make common subprograms and arrange them, we can use them when we make a new large program. It is very convenient for us to have such common programs in view of promoting automatic design.

The structure of common subprograms must be ruled strictly to be used in every large program. We, first, have analyzed the structure of port & harbour design and second, we have tried to find what part of it is common subprogram. We can find 136 ones. Third, we have ruled the content of common subprograms in detail.

* Chief of Automatic Design Laboratory, Design Standard Division

** Deputy Chief of the Section, Design Standard Division

電子計算機による設計計算に用いる共通的 サブプログラムについての検討

本 浩 司 *
三 橋 郁 雄 **

要 旨

大きなプログラムは多数の小さなサブプログラムから構成されている。これらのサブプログラムのいくつかは、他の大きなプログラムにおいても構成の一要素であることが多い。したがって、この場合には、新たにそのサブプログラムを作ることなく転用できるはずである。しかし、実際には、そのサブプログラムは十分汎用化、標準化された形となっていないため、他のプログラムへの使用に供されないことが多い。また、大きなプログラムでは技術の進歩に伴う一部分の修正を行うことがよくある。しかし、このような修正は非常に困難である場合が普通である。これはプログラム作成者がそのサブプログラムの構成・仕様をかなり恣意的に決めているからである。

以上の問題に対し、

あるひとつの技術分野の全体にわたって、その技術全体の階層構造を明らかにし、その結果、上でのべたような共通的サブプログラムとして何があるのか、また、それが技術領域内で自由に転用できるためには、サブプログラムの構造・仕様はどう規定されなければならないか等が究明できれば、大型プログラムの作成と修正はより容易に行なえることとなる。

本稿では以上のことを、港湾構造物の基本設計の技術領域内で取り扱ったものである。

1. ま え が き

港湾構造物の設計内容は、構造様式が多岐にわたるため複雑多彩であるが、詳しく調べてみれば、そこにはその設計技術を構成する基本的かつ共通的な設計計算項目が多数あることがわかる。

しかし、従来の港湾構造物の主要な設計プログラム（汎用プログラムとよばれるもの）の作成方法は個々の構造様式ごとに作成する、いわゆる、縦割りの姿勢が一般に採られてきた。このことは、入力データを与えることによって、その設計の過程を理解していなくとも、最終の結果が得らるという、すなわち、設計業務に対して全くの初心者であっても設計プログラムを用いて設計計算ができるという使用上の便利さがある。しかし次のような問題点を含んでいる。

①ひとつの構造様式の設計計算プログラムの中には、他のプログラムに共通的に使用可能な設計計算項目が多数含まれているのが通常であるが、現実にはその都度、プログラムを作成するという労力の無駄を繰り返しているということが少なくない。

②設計計算に用いる各種理論は、時と共に追加、改良されている。しかし、縦割りの設計計算プログラムで

は、基本的な設計計算項目のプログラムが特殊化され互いに複雑にからみ合っているために、追加、改良部分の設計計算項目のみを取り出して、速やかに修正して時代の要請に対応するには、通常の場合、非常に困難であることが多い。

③縦割りの設計プログラムでは、その処理過程が、いわゆる、ブラックボックスになっているため、そのプログラムを使用して結果を盲目的に得ることはできても、それが準拠しているところの設計計算過程を理解するまでに至らない場合も考えられ、そのような場合には、技術者の能力向上を望むのは難しい。従って、出来るだけブラックボックスの内容が明らかになるようなプログラム作成方法が要求される。

④基本的な設計計算項目のプログラムは、それ自身を単独に又はいくつかを組み合わせるだけで設計計算技術の比較検討のうえで少なからず役立つ場合が多い。しかし、縦割りの設計計算プログラムの姿勢を採っている限り、この種のプログラムの整備は望めない。

以上の問題に対し、設計技術をできるだけ横断的にながめ、それを構成する主要でかつ共通的な設計計算項目のサブプログラムを整

* 設計基準部 自動設計研究室長

** 設計基準部 専門官

備すれば、計算式のプログラムの中で用いる $\sin x$, $\cos x$, e^x 等の関数ルーチンの如く、それらの各項目のサブプログラムを組み立てることにより設計プログラムを作成でき、このことによって上述の問題点が解決できるであろうと考えた。

ここでは、共通的に用いられる主要な設計計算項目、それらを汎用的サブプログラムとして整備する場合にそれらが具備すべき事項、および、その場合のサブプログラムの細部の仕様を明らかにした。

2. 港湾構造物の設計の技術

2.1 対象とする項目

我々が用いている設計計算項目を、主として、港湾構造物設計基準¹⁾に従って選び出す。ここでは、主として基本設計計算に用いる項目のみとし、次のような計算項目は取り扱わない。

- ① 使用頻度が比較的低いと考えられる計算項目
- ② 図又は表の形で与えられている項目のうち、単純な計算式で求められる計算項目
- ③ 計算式のうち、容易にプログラムを組むことのできる計算項目

以下に対象とする項目を示す。

(1) 設計条件

大型船の標準船型
船舶のけん引力
周期、水深、波長の関係
浅水係数
砕波水深
砕波高
進行波の限界波高
波高伝達率
サンフルー式による波圧
黒田式による波圧
広井式による波圧
合田式による波圧
伊藤式による波圧
期待滑動量の検討
ミニキン公式による波圧
直立護岸の越波流量
消波護岸の越波流量
港内振幅
ピークカットの選れ
主働土圧
受働土圧
前面に斜面を有する場合の受働土圧
残留水圧
ウェスタガードの簡略な動水圧
中詰土圧

(2) 材料

鋼ぐいの許容応力度
矢板の腐食後の断面係数
鋼材の諸元（鋼管、矢板、溝形鋼）

(3) プレキャスト部材

ケーソンの重量、重心
L形ブロックの重量、重心
セルラーブロックの重量、重心
版の曲げモーメント係数

(4) 基礎

砂地盤の支持力	テルツァギの式 マイヤホフの式 ヤンブーの式 立石式 片山、内田の方法 荷重分散法
粘性土地盤の支持力	中瀬、小林の方法
ぐいの横低抗	港研方式 チャンの方法
端し（趾）圧	

(5) 外郭施設

ケーソン式混成堤
セルラーブロック式混成堤
直ぐい式防波堤
カーテン式防波堤
護岸の所要天端高

(6) 係留施設

大型船バースの寸法	
重力式係船岸	ケーソン式 L形ブロック式 セルラーブロック式
矢板式係船岸	フリーアースサポート法 仮想ばり法 控えぐい 控え版 自立矢板式
たな式係船岸	
セル式係船岸	鋼矢板セル式
ポンツーン	

(7) その他

逐次二分法

2.2 設計技術の構成の解明

2.2.1 概要

港湾構造物の設計に用いるサブプログラムを汎用的に整備するためには、2.1 対象とする項目で述べた項目について統一的手法に基づき内容構造を解析すること、

及び共通サブプログラムをできるだけ多数得ることが大切である。これらについて、本稿では以下の構成により説明を試みた。

①本文—2.1 対象とする項目で述べた項目について簡単な説明と計算式の提示を行い、併わせてそれに関連するサブプログラム、フローチャートの説明を行う。

②フローチャート—本文の各項目をサブプログラムするにあたり、内容構造の解析を行い、さらに小さなサブプログラムにどのように分割できるかを示したものである。フローチャートに示される各サブプログラムには、入出力される具体的な変数が記してある。

③SUB—フローチャート作成時に明らかになったサブプログラムの各々について、詳細に入出力変数、ディメンションの取り方、プログラム作成・使用にあたっての注意などを記述したものである。出来るだけ汎用性をもたせるため、こまかくその構造を規定している。従って、プログラム作成にあたっては、各サブプログラム間の関連を十分把握しながら作業を進める必要がある。

④図・表—図・表そのものをサブプログラム化するために必要な図・表はもちろん、サブプログラムの内容理解を助けるための図・表をも豊富に示した。

2.2.2 設計条件

(1) 大型船の標準船型

主に、船舶の種類とトン数を与えて、船の全長、喫水を求める。これは船舶の有効接岸エネルギーを算出する場合などに用いることが多い(表—1 参照)。

表—1 大型船の標準船型

種類	トン数	全長	幅	深さ	満載 きつ水
	総トン	m	m	m	m
客	500	50	8.2	4.5	4.0
	1,000	65	10.0	5.3	4.5
	2,000	82	12.0	6.4	5.2
	3,000	95	13.5	7.3	5.7
	4,000	105	14.8	8.0	6.3
	5,000	113	15.8	8.8	6.8
	6,000	121	16.7	9.5	7.2
	7,000	127	17.5	10.2	7.6
	8,000	135	18.2	10.8	8.0
	10,000	145	19.2	12.0	8.5
船	15,000	165	21.5	13.0	8.8
	20,000	180	23.0	13.8	9.0
	30,000	210	26.5	15.5	9.5
	50,000	245	30.5	18.0	10.5
	80,000	290	36.5	21.0	11.7

種類	トン数	全長	幅	深さ	満載 きつ水
貨物船	重量トン	m	m	m	m
	700	52	8.3	3.8	3.6
	1,000	60	9.3	4.4	4.1
	2,000	77	11.5	5.8	5.1
	3,000	90	13.1	6.8	5.7
	4,000	100	14.3	7.7	6.3
	5,000	109	15.3	8.4	6.7
	6,000	117	16.2	9.0	7.1
	7,000	124	17.0	9.6	7.5
	8,000	130	17.7	10.1	7.8
	9,000	136	18.4	10.6	8.1
	10,000	142	19.0	11.1	8.3
	12,000	152	20.1	11.9	8.8
15,000	165	21.6	13.0	9.5	
17,000	173	22.4	13.7	9.8	
20,000	184	23.6	14.6	10.3	
鉞石船	重量トン	m	m	m	m
	1,000	61	8.9	4.8	4.3
	2,000	77	11.1	6.0	5.1
	3,000	88	12.7	6.8	5.7
	4,000	96	13.9	7.5	6.1
	5,000	104	14.9	8.1	6.5
	15,000	149	21.3	11.5	8.6
	20,000	164	23.4	12.7	9.2
	25,000	176	25.1	13.6	9.8
	30,000	187	26.6	14.4	10.3
	40,000	206	29.2	15.9	11.0
	50,000	222	31.4	17.1	11.7
	60,000	235	33.3	18.1	12.3
70,000	248	35.0	19.0	12.8	
80,000	259	36.6	19.9	13.2	
100,000	278	39.3	21.4	14.0	
タンカー	重量トン	m	m	m	m
	700	54	7.9	4.0	3.8
	1,000	61	8.9	4.5	4.2
	2,000	76	11.2	5.7	5.1
	3,000	87	12.8	6.5	5.7
	4,000	96	14.0	7.2	6.2
	5,000	103	15.1	7.8	6.5
	6,000	110	16.0	8.2	6.9
	7,000	116	16.8	8.7	7.2
	20,000	164	23.7	12.3	9.5
	25,000	176	25.5	13.3	10.1
	30,000	187	27.1	14.1	10.6
	35,000	197	28.5	14.8	11.1
	40,000	206	29.7	15.5	11.5
	50,000	222	32.0	16.7	12.2
	60,000	236	34.0	17.8	12.8
70,000	248	35.7	18.7	13.4	
80,000	260	37.3	19.6	13.9	
100,000	280	40.1	21.1	14.8	
120,000	297	42.6	22.4	15.5	
150,000	320	45.8	24.1	16.5	

与える船舶のトン数の種類、例えば総トン、重量トン等は任意である方が便利である。また、表-1 に与えられている丸い数値のトン数ばかりでなく、その中間のトン数に対しても、その船舶の諸元を求めることが要求される。この場合には、表-1 の数値を用いて、直線補助法によって、中間のトン数の船舶の諸元を求めることとする。

ただし、客船については、各トン数間の関係が明らかでないので、必ず総トン数を入力する必要がある。

船舶の種類ごとの各トン数間関係は、式 (1) によるものとする。

貨物船

$$\begin{aligned} \log G. T. &= -0.345 + 1.046 \log D. W. \\ \log N. T. &= -0.721 + 1.082 \log D. W. \\ \log \Delta f &= 0.177 + 0.991 \log D. W. \\ \log \Delta l &= -0.372 + 0.990 \log D. W. \end{aligned}$$

鉱石船

$$\begin{aligned} \log G. T. &= -0.132 + 0.984 \log D. W. \\ \log N. T. &= -0.317 + 0.921 \log D. W. \\ \log \Delta f &= 0.294 + 0.956 \log D. W. \\ \log \Delta l &= 0.308 + 0.791 \log D. W. \end{aligned}$$

タンカー

$$\begin{aligned} \log G. T. &= -0.143 + 0.983 \log D. W. \\ \log N. T. &= -0.561 + 1.030 \log D. W. \\ \log \Delta f &= 0.263 + 0.963 \log D. W. \\ \log \Delta l &= 0.224 + 0.814 \log D. W. \end{aligned}$$

(1)

ここに

- D. W. ; 載荷重量 (t)
- G. T. ; 総トン数 (t)
- N. T. ; 純トン数 (t)
- Δf ; 満載排水量 (t)
- Δl ; 軽荷排水量 (t)

以上の仕様を満足するサブプログラムを、更に細かい部分のサブプログラムの組み立てとして示すと、フローチャート-1 のとおりである。

フローチャート-1 に示す SUB 5 は汎用的な使用に耐えるように次のような場合について出力パラメーターが求められるようにしておく必要がある。まず、SUB 4 を用いて、X₀ が、X_i (i = 1 ~ N) 数列の中で、X_i と X_{i+1} との間に存在し、X_i よりも X_{i+1} 寄りに S のきよりだけ離れていることを知る。

そこで、x-y 座標軸が、算術目盛か、対数目盛かによって、Y₀ を求める式が異なるため次の4つの場合について、Y₀ が求められるようにすると次の式 (2) のとおりである。(図-1、図-2、図-3 参照)。

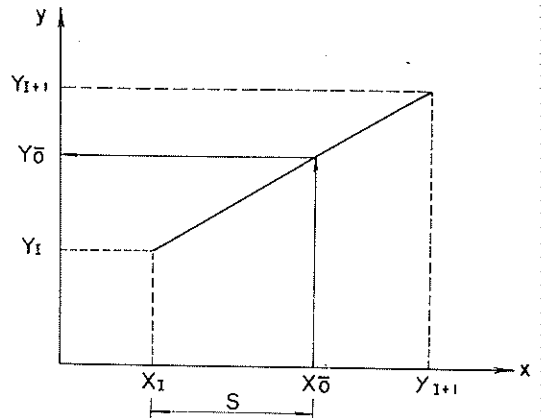


図-1 SUB 5 の説明

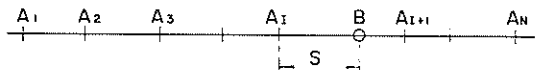
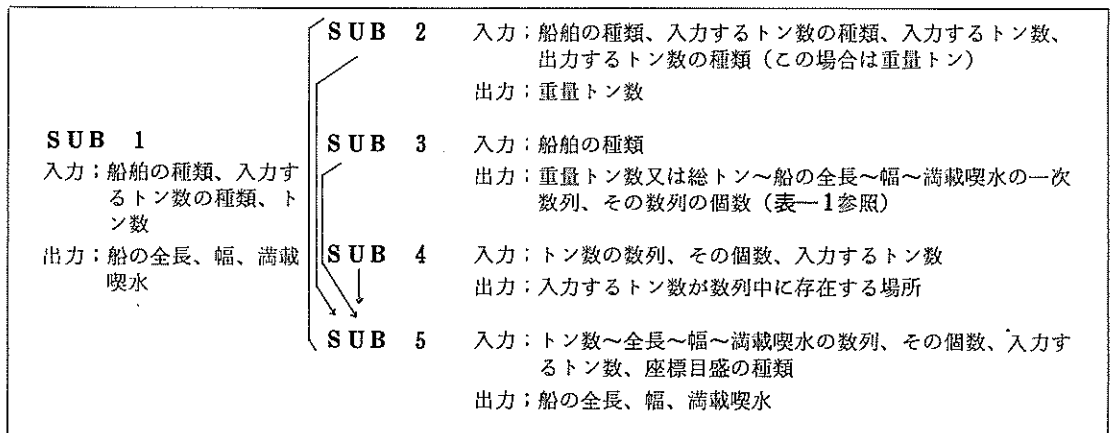


図-2 数列 A_i 中の B の位置



フローチャート-1 大型船の標準船型

表一 船舶のけん引力 (単位: トン)

船舶の 総トン数	直柱に作用 するけん引力(t)	曲柱に作用 するけん引力(t)
200	15	5
500	15	10
1,000	25	15
2,000	35	15
3,000	35	25
5,000	50	25
10,000	70	35 (25)
15,000	100	50 (25)
20,000	100	50 (35)
50,000	150	70 (35)
100,000	200	100 (50)

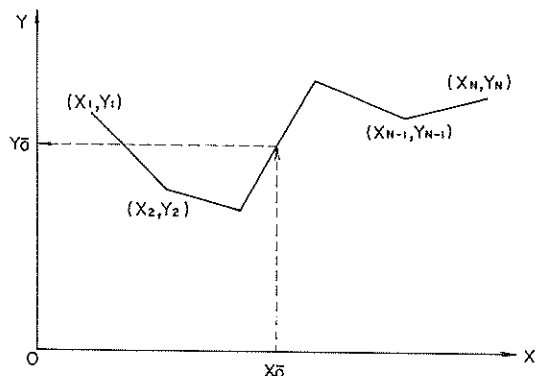


図-3 一本の折れ線グラフの読み

縦軸、横軸とも、算術目盛の場合 (K=1)

$$YO = \frac{S}{X_{i+1} - X_i} (Y_{i+1} - Y_i) + Y_i$$

縦軸、横軸とも、対数目盛の場合 (K=2)

$$YO = \exp \left\{ \frac{\log \frac{(S+X_i)}{X_i}}{\log \frac{X_{i+1}}{X_i}} \cdot \log \frac{Y_{i+1}}{Y_i} + \log Y_i \right\} \quad (2)$$

縦軸…算術目盛、横軸…対数目盛 (K=3)

$$YO = \frac{\log \frac{(S+X_i)}{X_i}}{\log \frac{X_{i+1}}{X_i}} \cdot (Y_{i+1} - Y_i) + Y_i$$

縦軸…対数目盛、横軸…算術目盛 (K=4)

$$YO = \exp \left\{ \frac{S}{X_{i+1} - X_i} \cdot \log \frac{Y_{i+1}}{Y_i} + \log Y_i \right\}$$

(2) 船舶のけん引力

船舶の種類とトン数を与えて、そのけん引力を求め、さん橋、矢板上部工などに作用する力として用いる。船舶のトン数が表一に与えられている丸い数値でない場合は、そのトン数よりも大きくて、最も近いトン数に相

当するけん引力を求めることとする。

船舶のけん引力を求めるサブプログラムの構成は、次のフローチャート-2のとおりである。

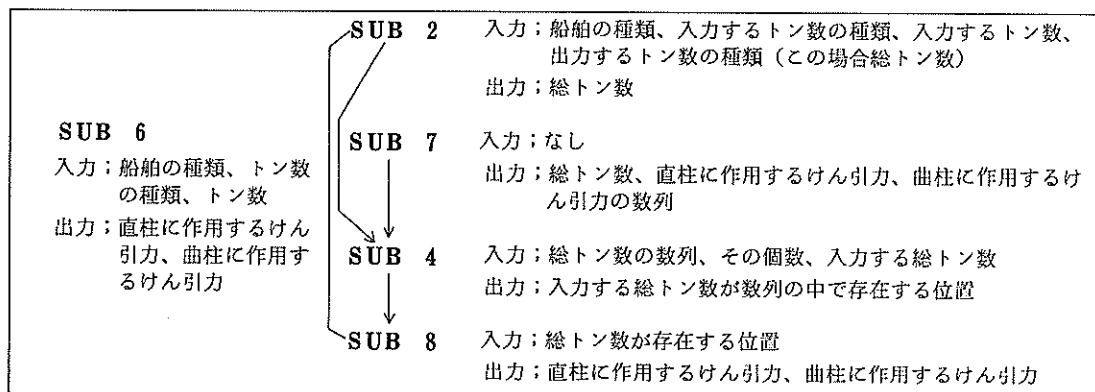
なお、船舶のトン数間の関係は 式(1) による

(3) 船舶の有効接岸エネルギー

船舶の大きさと接岸速度から、船舶の有効接岸エネルギーを求める。この有効エネルギーは、防げん材の設計及びこれに続く船舶の接岸力の算定に用いられるものである。

船舶が一点接岸したときの有効接岸エネルギーは、式(3) によって算出する。

$$\left. \begin{aligned} M_a &= \frac{\pi}{4} D \cdot L \cdot w \\ M &= M_a + M_b \\ E &= \frac{M v^2}{4 g} \end{aligned} \right\} (3)$$



フローチャート-2 船舶のけん引力

ここに

- M_a : 付加重量 (t)
- D : 対象船舶の喫水 (m)
- L : 対象船舶の全長 (m)
- w : 海水の単位体積重量 (t/m^3)
- M_b : 船舶の排水量 (t)
- E : 船舶の有効接岸エネルギー (t/m)
- M : 船舶の仮想重量 (t)
- v : 船舶の接岸速度 (m/sec)
- g : 重力の加速度 (m/sec^2) $g = 9.8m/sec^2$

船舶の有効接岸エネルギーを算出するサブプログラムの構成はフローチャート-3のとおりである。

(4) 周期、水深、波長の関係

波力、波の碎波変形などに用いる式(3)の周期、水深、波長間の関係を求める。

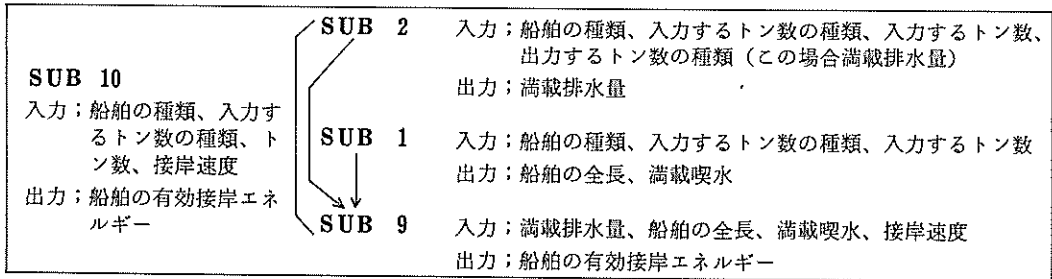
$$L = \frac{g T^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L} \quad (4)$$

ここに

- L : 波の波長 (m)
- g : 重力の加速度 (m/sec^2) $g = 9.8m/sec^2$
- T : 波の周期 (sec)
- h : 水深 (m)

一般に、周期と水深を与えて、波長を求めることが多い。式(4)は両辺に L を含んでいるため、単純に $L = f(T, h)$ の形で求めることができない。そこで、2.2.8 その他の(1) 逐次二分法による試行錯誤によって、 L を求める。

このサブプログラムは、SUB 11 の形で表わされる。



フローチャート-3 船舶の有効接岸エネルギー

(5) 浅水係数

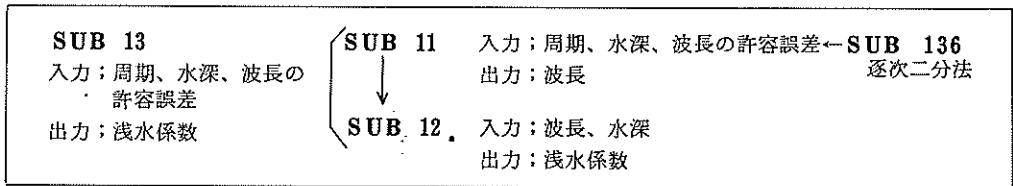
水深の変化による波高の変化を求めるための浅水係数を式(5)によって算出する。

$$K_s = \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \frac{c_{\infty}}{c}} \quad \left. \begin{aligned} n &= \frac{1}{2} \left(1 + \frac{4\pi h}{L} c_{\infty} \operatorname{sech} \frac{4\pi h}{L} \right) \\ \frac{c}{c_{\infty}} &= \tanh \frac{2\pi h}{L} \end{aligned} \right\} (5)$$

ここに

- K_s : 浅水係数
- c_{∞} : 深海波としての波速 (m/sec)
- c : 水深 h の位置における波速 (m/sec)
- h : 水深 h (m)
- L : 水深 h の位置における波長 (m)

浅水係数を求めるサブプログラムの構成は、フローチャート-4のとおりである。



フローチャート-4 浅水係数

(6) 波の碎波変形^{2),3),4)}

換算沖波波高から浅海域での有義波高および最大波高を求めるサブプログラムは、防波堤、護岸などの設計波高を決定する段階で頻りに用いられる。ここでは、浅海域での有義波高および最大波高を求める方法として、次の2とおりの答が求められるサブプログラムを作成することとする。すなわち、〔方法A〕³⁾と〔方法B〕²⁾と名づけると次のとおりである。

①〔方法A〕³⁾

$$H_{1/3} = \min \{ K_{si} \cdot H'_o, 0.65h \} \quad (6)$$

ただし、

$H_{1/3}$: 水深 h での有義波高

K_{si} : 微小振幅波理論による浅水係数

H'_o : 換算沖波有義波高

$$K_{si} = \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \frac{c_o}{c}}$$

ただし、

$$n = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{4\pi h}{L} c_o \cdot \operatorname{sech} \frac{4\pi h}{L} \right)$$

$$c_o = \frac{g \cdot T}{2\pi} \dots \dots \dots \text{深海での波速}$$

$$c = c_o \tanh \frac{2\pi h}{L} \dots \dots \dots \text{深海 } h \text{ での波速}$$

$$L_o = \frac{g \cdot T^2}{2\pi} \dots \dots \dots \text{深海での波長}$$

$$L = L_o \tanh \frac{2\pi h}{L} \dots \dots \dots \text{水深 } h \text{ での波長}$$

また、

$$H_{max} = \min \{ 1.8 H_{1/3}, H_b \} \quad (7)$$

ただし、

$$H_b = 0.17 L_o \{ 1 - \exp [-1.5\pi \frac{h}{L_o} (1 + 15 \tan^{4/3} i)] \}$$

ここに

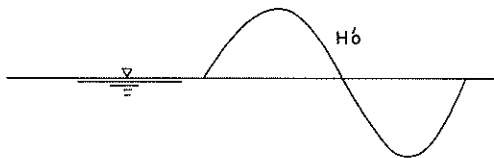
$$L_o : \text{沖波の波長, } L_o = \frac{g}{2\pi} T_{1/3}^2$$

h_b : 水深が h である地点から $5 \times H_{1/3}$ だけ沖側の水深

$$h_b = h + 5 H_{1/3} \cdot \tan i$$

i : 海底こう配 (度)

$$i = \tan^{-1} \frac{1}{\theta} \text{ すなわち } \tan i = \frac{1}{\theta}$$



②〔方法B〕²⁾

〔方法B〕は「合田良実、3. 浅海域における波浪の碎波変形、¹⁾ 港研報告、第14巻、第3号、(1975, 9)、p. 99」による波高の略算式を用いて計算する方法である。

$$H_{1/3} = K_s \cdot H'_o \dots \dots \dots h/L_o \geq 0.2 \cdot \left. \begin{aligned} &= \min \{ (\beta_o H'_o + \beta_1 h), \beta_{max} H'_o, K_s H'_o \} \dots \dots \dots \right\} (8) \\ &\dots \dots \dots h/L_o < 0.2 \end{aligned}$$

ただし

$$\beta_o = 0.028 (H'_o/L_o)^{-0.38} \exp (20 \cdot \tan^{1.5} i)$$

$$\beta_1 = 0.52 \exp (4.2 \tan i)$$

$$\beta_{max} = \max \{ 0.92, 0.32 (H'_o/L_o)^{0.29} \exp (2.4 \tan i) \}$$

ここに

$H_{1/3}$: 水深 h での有義波高

K_s : 波の有限振幅効果を考慮した浅水係数

H'_o : 換算沖波有義波高

L_o : 深海での波長

i : 海底のこう配 (度)

$$i = \tan^{-1} \frac{1}{\theta} \text{ すなわち } \tan i = \frac{1}{\theta}$$

また

$$H_{max} = 1.8 \cdot K_s \cdot H'_o \dots \dots \dots h/L_o \geq 0.2 \cdot \left. \begin{aligned} &= \min \{ (\beta_o^* H'_o + \beta_1^* h), \beta_{max}^* H_o, \right. \\ &\quad \left. 1.8 K_s H'_o \} \dots \dots \dots h/L_o < 0.2 \right\} (9)$$

注) 直立壁に作用する波力を、合田式又は伊藤式で求める場合には、上式(9)の $\min \{ \}$ 内の第一項目の h として、水深が h である地点から、 $5 H_{1/3}$ だけ沖側地点の水深を用いることとする。

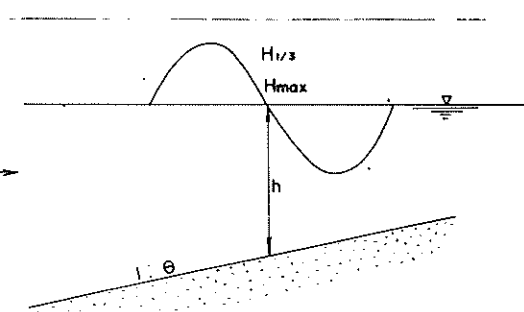


図-4 波の破波変形

ただし、

$$\begin{cases} \beta_0^* = 0.052 (H'_0 / L_0)^{-0.38} \exp(20 \tan^{1.5} i) \\ \beta_1^* = 0.63 \exp(3.8 \tan i) \\ \beta^*_{\max} = \max \{ 1.65, 0.53 (H'_0 / L_0)^{-0.20} \exp(2.4 \tan i) \} \end{cases}$$

$$\begin{cases} K_s = K_{si} \dots \dots \dots h \geq h_{30} \\ K_s = (K_{si})_{30} \cdot \left(\frac{h_{30}}{h}\right)^{3/4} \dots \dots h_{50} \leq h < h_{30} \\ K_s (\sqrt{K_s} - B) - C = 0 \dots \dots h < h_{50} \end{cases}$$

ここに

$$h_{30} \dots \left(\frac{h_{30}}{L_0}\right)^2 = \frac{2\pi}{30} \cdot \frac{H'_0}{L_0} \cdot \left[\left(1 + \frac{4\pi h_{30}}{L_{30}}\right) \frac{1}{\sinh \frac{4\pi h_{30}}{L_{30}}} \cdot \tanh \frac{2\pi h_{30}}{L_{30}} \right]^{-\frac{1}{2}}$$

を満足する h_{30}

L_{30} ... 水深 h_{30} における波長、すなわち、

$$L_{30} = \frac{g \cdot T^2}{2\pi} \cdot \tanh \frac{2\pi h_{30}}{L_{30}} \text{ を満足する } L_{30}$$

$(K_{si})_{30}$... 水深 h_{30} における K_{si} の値

$$h_{50} \dots \left(\frac{h_{50}}{L_0}\right)^2 = \frac{2\pi}{50} \cdot \frac{H'_0}{L_0} \quad (K_s)_{50} \text{ を満足する } h_{50}$$

ここに

$$(K_s)_{50} = (K_{si})_{30} \cdot \left(\frac{h_{30}}{h_{50}}\right)^{3/4}$$

$$B = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{2\pi H'_0}} \cdot \frac{h}{L_0}$$

$$C = \frac{C_{50}}{\sqrt{\frac{2\pi H'_0}{L_0} \cdot \left(\frac{h}{L_0}\right)^{3/2}}}$$

ここに

$$C_{50} = (K_{si})_{30} \cdot \left(\frac{h_{30}}{h_{50}}\right)^{3/4} \cdot \left(\frac{h_{50}}{L_0}\right)^{3/2} \cdot \left[\sqrt{2\pi \cdot \frac{H'_0}{L_0} \cdot (K_{si})_{30} \cdot \left(\frac{h_{30}}{h_{50}}\right)^{3/4}} - 2\sqrt{3} \frac{h_{50}}{L_0} \right]$$

このサブプログラムは **SUB 14** のとおりである。

(7) 碎波水深

沖波の諸元を与えた場合の、その碎波水深を図-5 によって求める。

碎波水深を求めるサブプログラムの構成は、フローチャート-5のとおりである。

SUB 16 では **SUB 4** を使用し、次の手順で Y_0 を知ることができる。

S_j 、 $j = 1 \sim M$ 数列の中で S_0 の存在する位置 (**SUB 4** を使用) が S_j と S_{j+1} の間であり、 S_j から、 S_{j+1} 寄りに、 l のきよりだけ離れていることを知る。(図-7参照)。

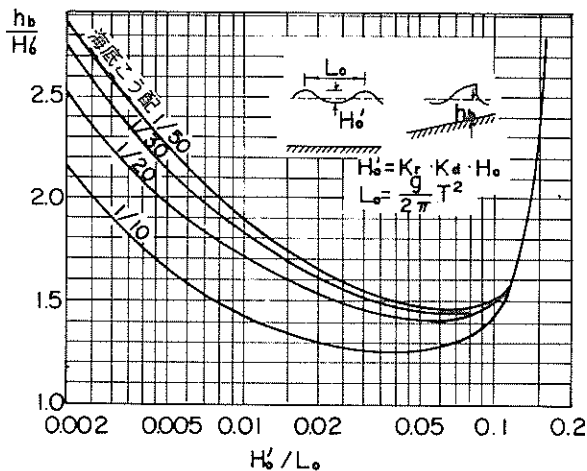


図-5 水深と換算沖波波高との関係

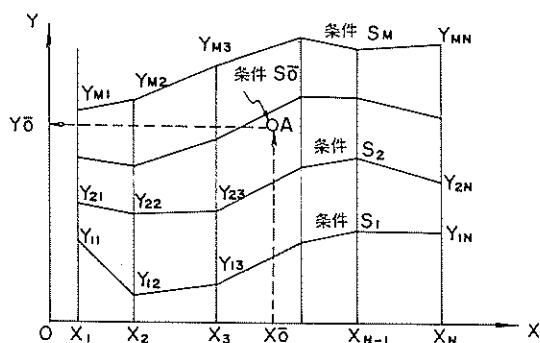


図-6 X-Y座標のグラフ

次に数列 X_i 、 $i = 1 \sim N$ の中で X_0 の存在する位置 (**SUB 4** を使用) が X_i と X_{i+1} の間であり、 X_i から X_{i+1} 寄りに、 m のきよりだけ離れていることを知る (図-7 参照)。

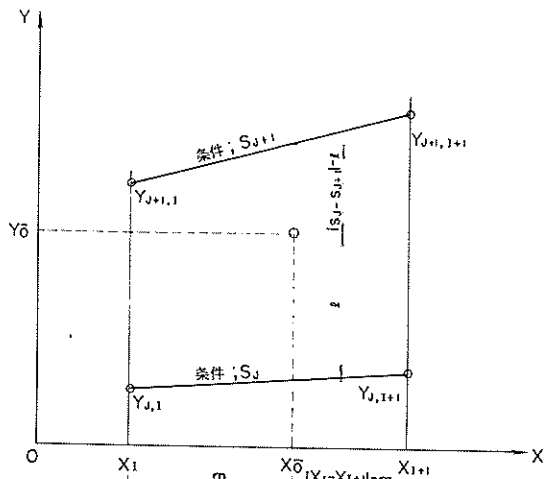


図-7 SUB 16 の手法の説明

条件がSOで、XOの点(図-6のA点を囲む4点 $(X_1, Y_1, 1)$ 、 $(X_1, Y_2, 1)$ 、 $(X_2, Y_3, 1)$ 、 $(X_2, Y_4, 1)$)から比例配分によってYOを求める。(図-7参照)。

SUB 16で、SUB 15を他のサブプログラムに差しかえることによって、同種類の他のグラフを、サブプログラムにすることができる。

ここで、比例配分によってYOを求めるとき、座標軸の縦・横の目盛が算術目盛か対数目盛かによって、次の式(10)のように4とおりに分かれる(図-8参照)。

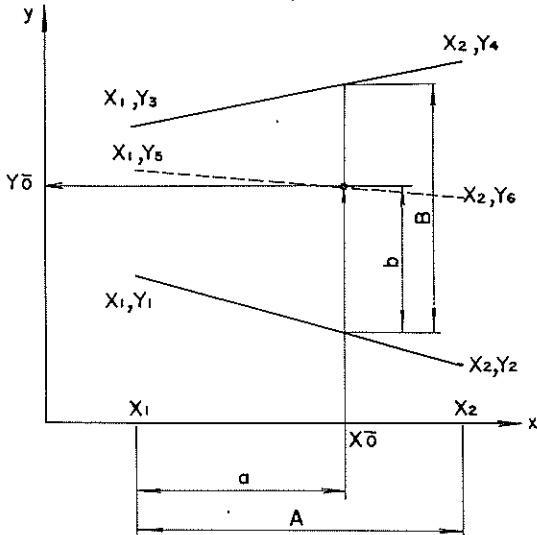


図-8 YOの求め方

縦軸、横軸とも算術目盛の場合 (K=1)

$$Y_5 = Y_1 + \frac{b}{B} \cdot (Y_3 - Y_1)$$

$$Y_6 = Y_2 + \frac{b}{B} \cdot (Y_4 - Y_2)$$

$$Y_0 = Y_5 + \frac{a}{A} \cdot (Y_6 - Y_5)$$

縦軸、横軸とも対数目盛の場合 (K=2)

$$Y_5 = \exp \left\{ \frac{b}{B} \cdot \log \frac{Y_3}{Y_1} + \log Y_1 \right\}$$

$$Y_6 = \exp \left\{ \frac{b}{B} \cdot \log \frac{Y_4}{Y_2} + \log Y_2 \right\}$$

$$Y_0 = \exp \left\{ \frac{\log \frac{(X_1+a)}{X_1}}{\log \frac{X_2}{X_1}} \cdot \log \frac{Y_6}{Y_5} + \log Y_5 \right\}$$

縦軸…算術目盛、横軸…対数目盛 (K=3)

$$Y_5 = Y_1 + \frac{b}{B} (Y_3 - Y_1)$$

$$Y_6 = Y_2 + \frac{b}{B} (Y_4 - Y_2)$$

$$Y_0 = \exp \left\{ \frac{\log \frac{(X_1+a)}{X_1}}{\log \frac{X_2}{X_1}} \cdot (Y_6 - Y_5) + Y_5 \right\}$$

縦軸…対数目盛、横軸…算術目盛 (K=4)

$$Y_5 = \exp \left\{ \frac{b}{B} \cdot \log \frac{Y_3}{Y_1} + \log Y_1 \right\}$$

$$Y_6 = \exp \left\{ \frac{b}{B} \cdot \log \frac{Y_4}{Y_2} + \log Y_2 \right\}$$

$$Y_0 = \exp \left\{ \frac{a}{A} \cdot \log \frac{Y_6}{Y_5} + \log Y_5 \right\}$$

ここで、注意しなければならないことは、いずれの場合も、条件Sとそれに対応する折れ線の関係は、算術目盛であるものと仮定していることである。したがって、SUB 16を用いて、グラフを電子計算機に読み取らせたとき、正しく値を求めているかどうかのチェックを行う必要がある。

(8) 碎波高

沖波の諸元を与えて、図-9によって碎波高を求める

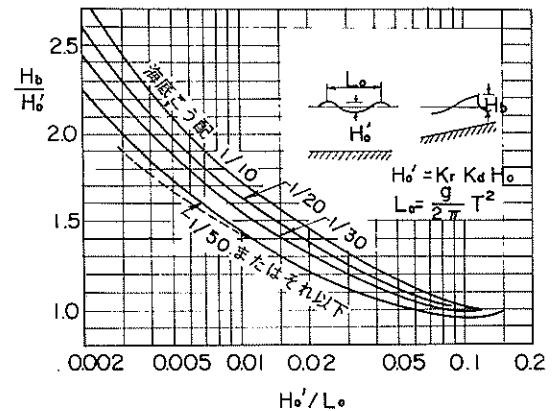


図-9 碎波高と換算沖波波高との関係

碎波高を求めるサブプログラムの構成は、フローチャート-6のとおりである。

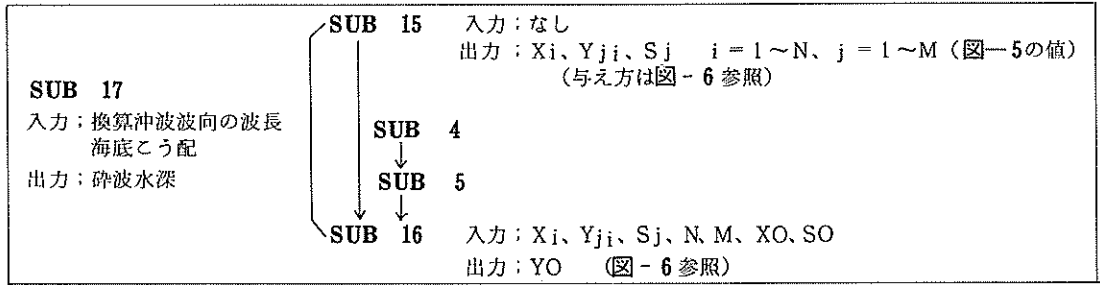
このサブプログラムの構成は、前述の(7)碎波水深と全く同じであり、グラフを数列として呼び出すSUB 18が入れ代っているだけである。

(9) 進行波の限界波高

沖波の波長、水深、海底こう配を与えて、図-10によって、その水深で生じ得る進行波としての最高波高(碎波限界波高)を求める。

限界波高を求めるサブプログラムの構成は、フローチャート-7のとおりである。

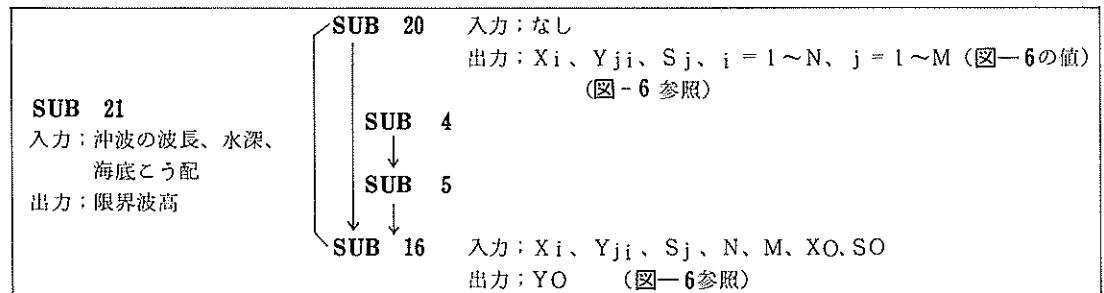
このサブプログラムの構成も、前述の(7)碎波水深と同様である。



フローチャート-5 砕波水深



フローチャート-6 砕波高



フローチャート-7 進行波の限界波高

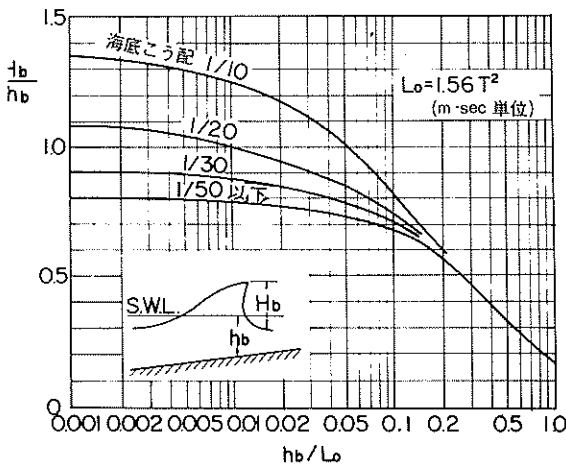


図-10 進行波の砕波限界波高

(10) 沖波高伝達率

直立堤 (図-11) 及び混成堤 (図-12) について、波高と天端高を与えて伝達波高を求める。

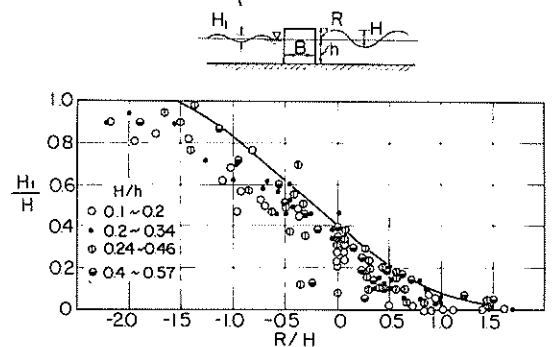


図-11 越波による堤内への波高伝達率(直立堤)

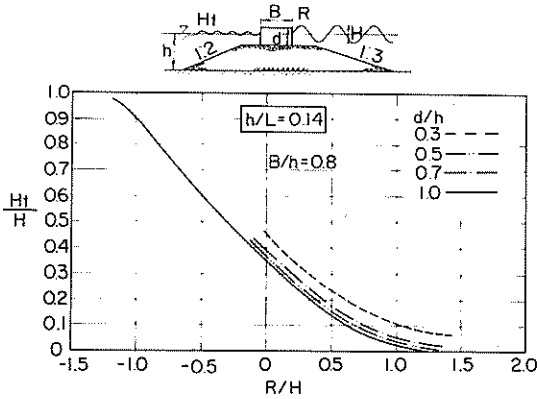


図-12 越波による堤内への波高伝達率 (混成堤)

伝達波高を求めるサブプログラムの構成は、フローチャート-8のとおりである。

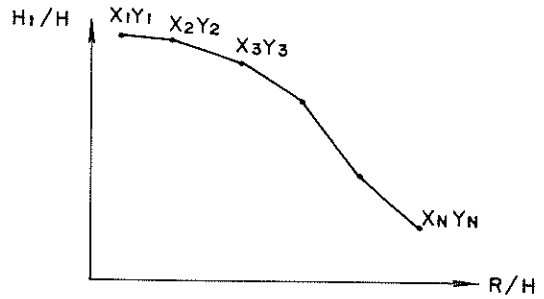
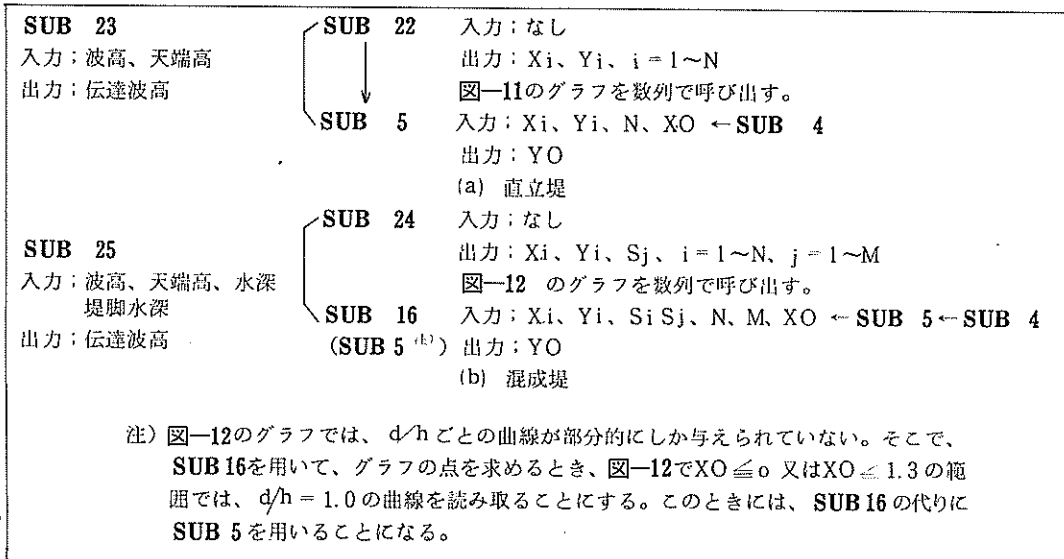


図-13 曲線を折れ線で表現すること



フローチャート-8 波高伝達率

(1) 重複波圧の分布

式 (11) に示すサンプル公式によって、重複波圧の分布形を求める。

$$\left. \begin{aligned}
 p_1 &= (p_2 + w_0 h) \left(\frac{H + \delta_0}{h + H + \delta_0} \right) \\
 p_2 &= \frac{w_0 H}{\cosh \frac{2\pi h}{L}} \\
 \delta_0 &= \frac{\pi H^2}{L} \cdot \coth h \frac{2\pi h}{L}
 \end{aligned} \right\} (11)$$

ここに

- p_1 ; 波圧 (t/m^2) 図-14参照
- p_2 ; 波圧 (t/m^2) 図-14参照
- w_0 ; 海水の単位体積重量 (t/m^3)
- h ; 水深 (m) 図-14参照

H ; 波高 (m)
 δ_0 ; 図-14参照 (m)
 L ; 水深 h における波長 (m)
 求められた波圧の分布形は、次の図-15のように、 $Y_i, P_i, i = 1 \sim 3$ として表わす。
 このサブプログラムの構成は、フローチャート-9のとおりである。

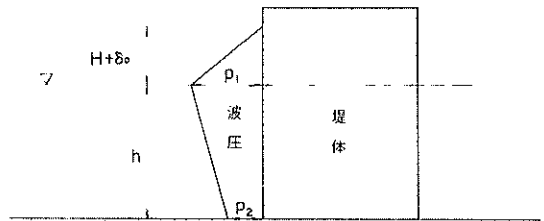


図-14 重複波圧

SUB 27

入力：波高、周期、水深、
求める波長の誤差、
海水の単位体積重量
出力：サンフルー公式による
波圧の分布形

SUB 11

入力：周期、水深、求める波長の誤差
出力：波長

←SUB 136

SUB 26

入力：波高、波長、水深、海水の単位体積重量
出力：波圧の分布形

フローチャート-9 重複波圧の分布

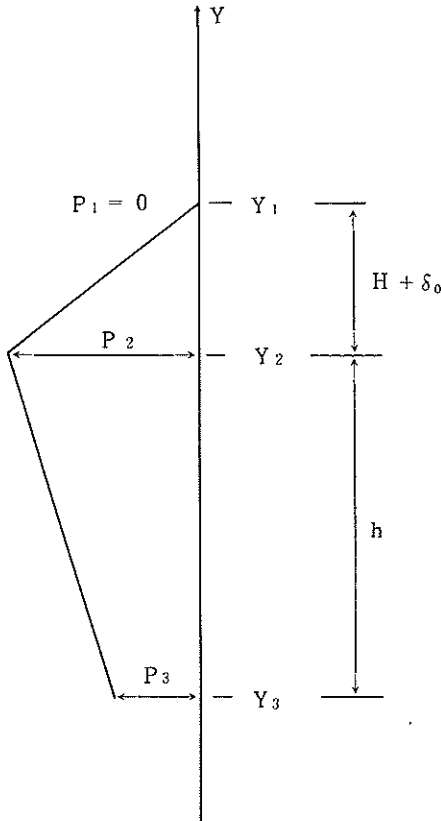


図-15 波圧の分布形

(12) 黒田式による波圧分布

サンフルー公式による重複波圧に、部分碎波圧を加えた、いわゆる黒田式による波圧の分布形を求める。黒田式による波圧の分布形は、図-16のとおりである。

図-16における記号は次のとおりである。

P_1, P_2 : サンフルー公式による重複波圧強度

p_δ は碎波圧の強度で式(12)で表わされる。

$$p_\delta = 1.5 \omega_0 H \cdot \cos^2 \beta \quad (12)$$

ただし、

β : 波向

このサブプログラムの構成は、フローチャート-10に示すとおりである

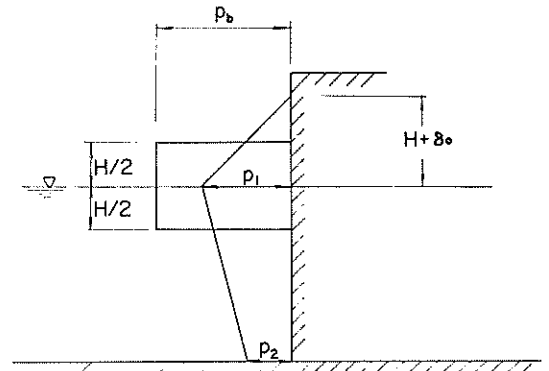
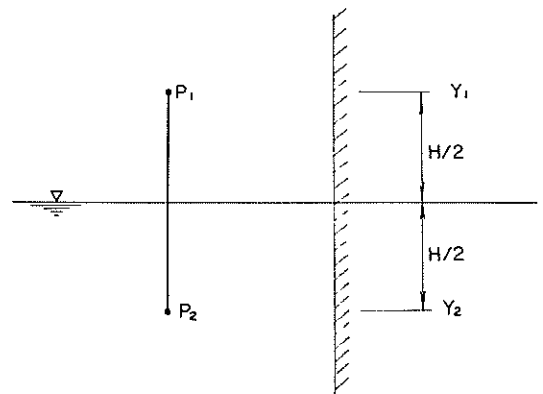


図-16 黒田式の波圧分布



$$P_1 = P_2 = 1.5 \omega_0 H \cdot \cos^2 \beta$$

図-17 部分碎波圧の分布

(13) 広井式による波圧分布

広井式による波圧強度は式(13)によって求める。

$$P = 1.5 \omega_0 H \cdot \cos^2 \beta \quad (13)$$

ここに

P : 波圧強度 (t/m^2)

ω_0 : 海水の単位体積重量 (t/m^3)

H : 波高 (m)

β : 構造物の法線に垂直な方向と、波の主方向とのなす角度 (度)

広井式による波圧分布は、SUB 31 で求められる。

SUB 30

入力：波高、周期、波向、水深、波長を求めるとき許容誤差、海水の単位体積重量
出力：黒田式による波圧の分布形

SUB 28

入力：波高、海水の単位体積重量、波向
出力：部分砕波圧の分布形 $Y_i, P_i, i=1\sim 2$ (図-17参照)

SUB 27

入力：波高、周期、水深、波長を求めるとき許容誤差、海水の単位体積重量
出力：サンフルー公式による波圧の分布形 $Y_i, P_i, i=1\sim 3$ (図-15参照)

SUB 29

入力：部分砕波圧の分布形、サンフルー公式による波圧の分布形
出力：2つの連続分布形を重ね合わせたときの、いずれかの分布形をも満足する分布形 (図-18 参照)

フローチャート-10 黒田式の分布形

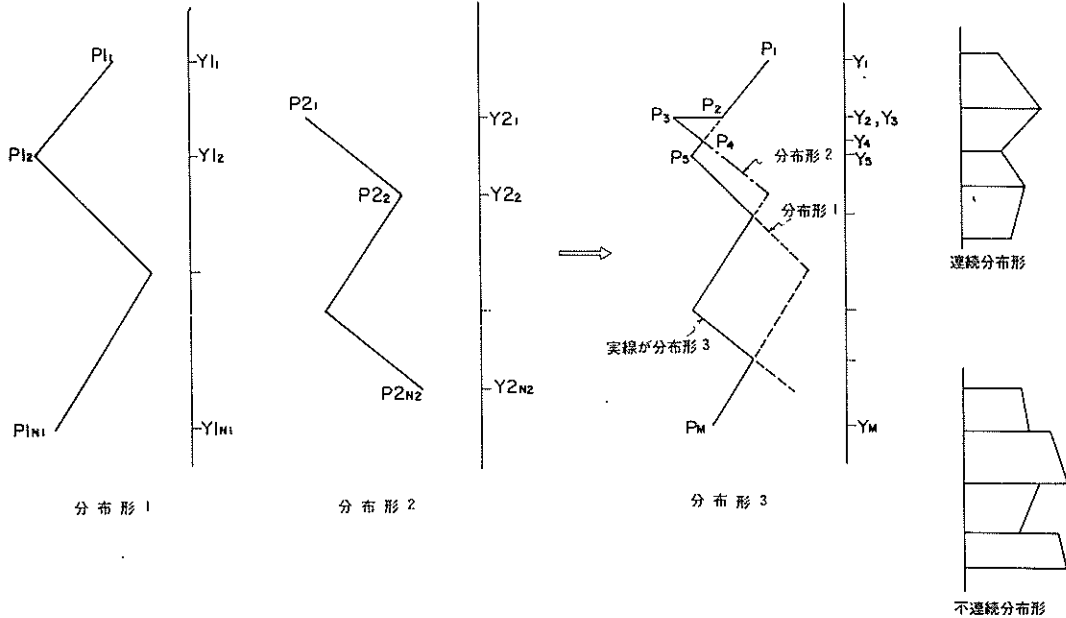


図-18 2つの連続分布形のいずれをも満足する連続分布形

(14) 合田式による波圧分布

合田式による波圧分布は、式(14)によって求める(図-19参照)。

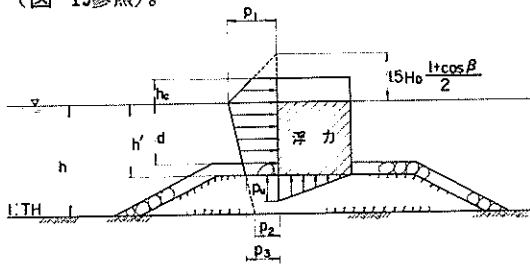


図-19 合田式による波圧分布

$$\begin{aligned}
 p_3 &= \alpha_3 \cdot p_1 \\
 \alpha_1 &= 0.6 + \frac{1}{2} \left[\frac{\frac{4\pi h}{L}}{\sinh\left(\frac{4\pi h}{L}\right)} \right]^2 \\
 \alpha_2 &= \min \left\{ \frac{hb-d}{3hb} \left(\frac{H}{d'} \right)^2, \frac{2d}{H} \right\} \\
 \alpha_3 &= 1 - \frac{h'}{h} \left[1 - \frac{1}{\cosh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)} \right]
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

$$p_1 = \frac{1}{2} (1 + \cos \beta) (\alpha_1 + \alpha_2 \cos^2 \beta) \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot \nu$$

$$p_2 = \frac{p_1}{\cosh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)}$$

ここに

p_1 : 静水面における波圧強度 (t/m²)
 p_2 : 海底面における波圧強度 (t/m²)

- p_3 : 直立壁底面における波圧強度 (t/m^2)
 h : 直立壁前面における水深 (m)
 h_b : 直立壁前面から沖側へ有義波高 $H/3$ の5倍だけ離れた地点での水深 (m)
 h' : 直立壁底面の水深 (m)
 d : 根固工又はマウンド被覆工天端のいずれか小さい方の水深 (m)
 w_0 : 海水の単位体積重量 (t/m^3)
 H_b : (6) 波の碎波変形の [方法B] により求まる、堤体設置位置での最高波 (碎波帯よりも沖側) ないしは、堤体設置位置より $5 \times H/3$ だけ沖合地点での最高波 (碎波帯内) (m)
 $H/3$: (6) 波の碎波変形の [方法B] (m) により求まる、壁体設置位置での有義波高 (m)
 β : 直立壁法線の垂線と、波の主方向とのなす角 (度)
 合田式においては、波向 β は、そのままの値を用いることとする。広井式のように、 β の補正は行なわない。
 L : 水深 h における波長 (m)
 p_u : 揚圧力 (t/m^2)
 ただし、揚圧力は 式 (15) で与えられる。

$$p_u = \frac{1 + \cos \beta}{2} a_1 a_3 w_0 H \quad (15)$$

合田式の波圧分布は、SUB 32 のとおりである。

(15) 伊藤式による波圧分布

伊藤式による波圧の分布形は、式 (16) によって求める。(図-20参照)。

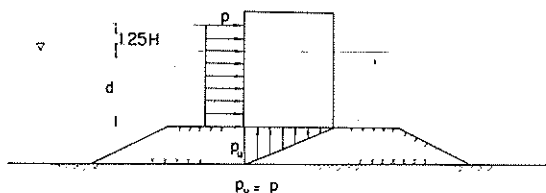


図-20 伊藤式による波圧分布

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{p}{w_0 H} &= 0.7 \quad \left(\frac{H}{d} \leq 1 \right) \\
 \frac{p}{w_0 H} &= 0.15 + 0.55 \frac{H}{d} \quad \left(\frac{H}{d} > 1 \right) \\
 p_u &= p
 \end{aligned} \right\} (16)$$

ここに

- p : 波圧強度 (t/m^2)
 H : 波高 (m)

- w_0 : 海水の単位体積重量 (t/m^3)
 b : 堤脚水深 (m) (図-20参照)
 p_u : 揚圧力 (t/m^2)
 伊藤式による波圧分布は、SUB 33 のとおりである。

(16) 期待滑動量方式による検討

この方式に用いる波圧及び揚圧力の分布は、図-21のとおりで、その強度は、式 (16) で表わされる。

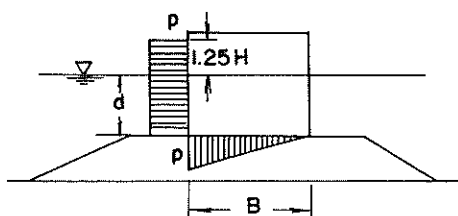


図-21 波圧、揚圧力の分布

直立部の断面が与えられたとき、その滑動限界波圧は、式 (17) で求められる。

$$p_c = \frac{\mu W}{l + \frac{\mu}{2} B} \quad (17)$$

ここに

- p_c : 滑動限界波圧 (t/m^2)
 μ : 直立部と捨石マウンド間の摩擦係数
 W : 静水中の浮力を差し引いた堤体重量 (t/m)
 l : 波圧の作用範囲 (m)
 B : 堤幅 (m)

式 (17) による p_c を式 (16) の p の中に代入して、滑動限界波高 H_c が求まる。この H_c が最大波高 H_{max} より大きければ滑動は生じない。逆に小さい場合は滑動することになり、図-22によって S_{max} を求め、次に図-23によって期待滑動量 S を求める。

これらのサブプログラムの構成を示すと、フローチャート-11のとおりである。

(17) ミニキン公式による碎波圧

ミニキン公式である式 (18) によって衝撃碎波圧を求める。(図-24参照)

静圧は直線分布であって、他の波圧分布と同じ扱いが可能である。一方、動圧は、放物線をなした分布であって、他の波圧分布と同じ扱いにするとすれば、多数の折れ線で近似した分布に置きかえる必要がある。ここでは動圧の処理に合わせて、波圧の分布形を求めることでなく、波力とその作用位置を求めるまでのサブプログラムとする。

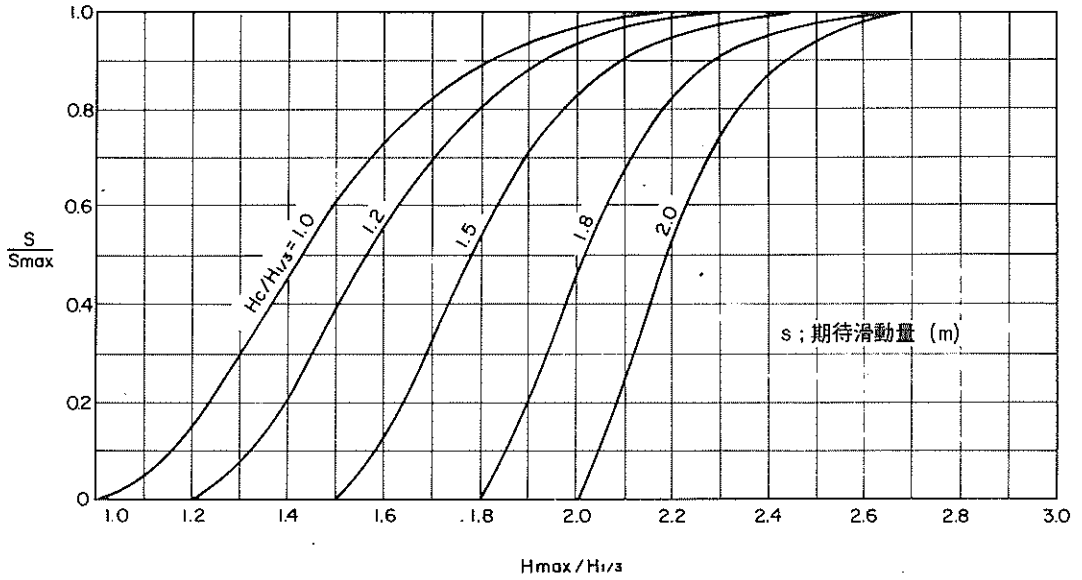
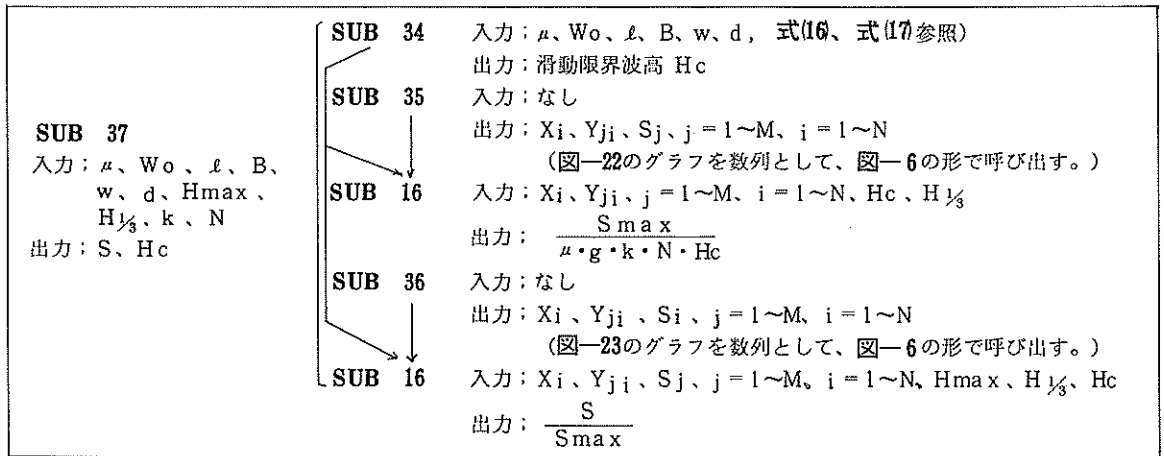


図-23 最大波高と期待滑動量



フローチャート-11 期待滑動量の検討

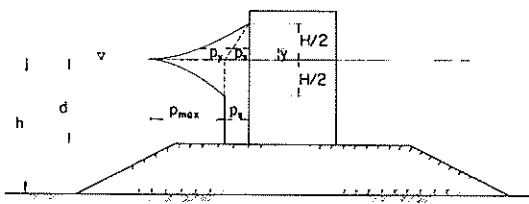
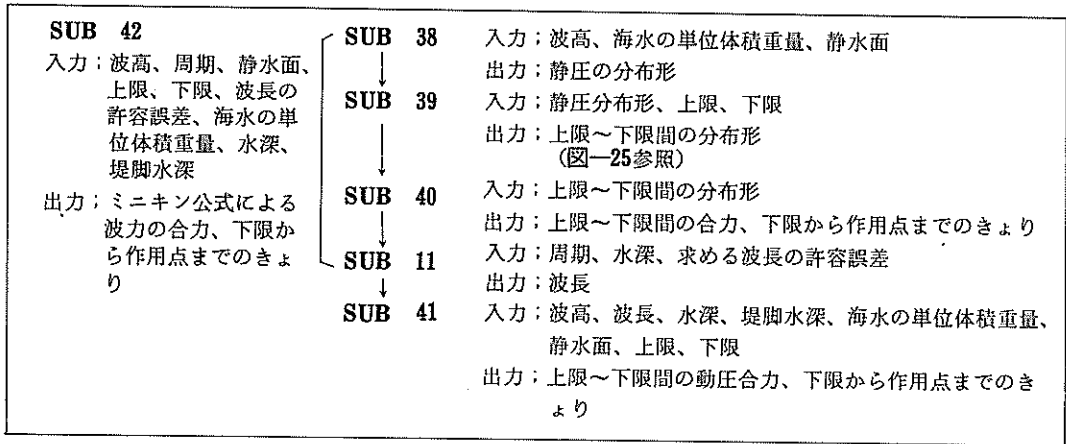


図-24 ミニキン公式による波圧分布

$$\left. \begin{aligned}
 \text{動圧} : p_y &= p_{max} \left(1 - \frac{2|y|}{H}\right)^2 \quad -\frac{H}{2} \leq y \leq \frac{H}{2} \\
 p_{max} &:= 100 w_0 d \left(1 + \frac{d}{h}\right) \frac{H}{L} \\
 \text{静圧} : p_s &= \begin{cases} 0.5 w_0 H \left(1 - \frac{2y}{H}\right) & 0 \leq y < \frac{H}{2} \\ 0.5 w_0 H & y \leq 0 \end{cases}
 \end{aligned} \right\} (18)$$

ここに

- p_y : 静水面から y の高さに作用する動圧 (t/m^2)
- p_{max} : 静水面に作用する最大動波圧 (t/m^2)



フローチャート-12 ミニキン公式による波力

p_s ; 静圧 (t/m^2)
 w_o ; 海水の単位体積重量 (t/m^3)
 y ; 静水面から想定点までの高さ (上向を正) (m)
 d ; 混成堤マウンド上の水深 (m)
 h ; 前面水深 (m)

L ; 水深 h における波長 (m)
 H ; その地点における進行波としての波高 (m)
 ミニキン公式による波力算定のサブプログラムの構成は、フローチャート-12のとおりである。

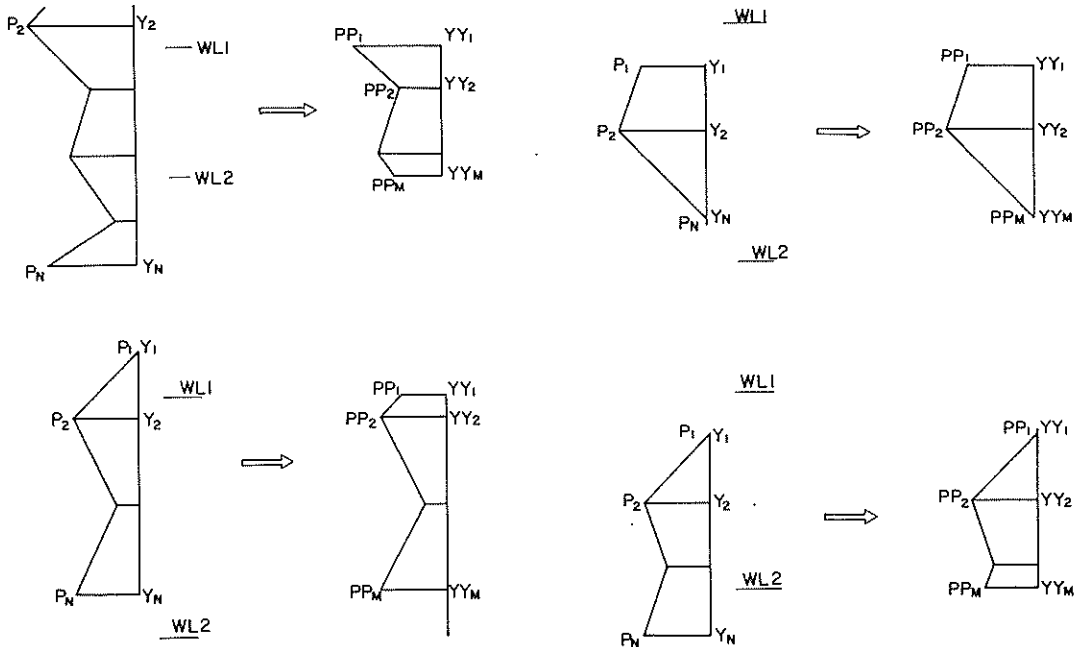


図-25 連続分布形を上限、下限で切ったときの新しい連続分布形

(18) 護岸の越波流量

直立護岸及び消波構造護岸の越波流量を図-26 (直立護岸) 及び図-27 (消波護岸) から求める。図-26及び図-27はいずれも縦軸が対数目盛、横軸が算術目盛であ

り、SUB 16 を使って、フローチャート-13のように組み立てられる。

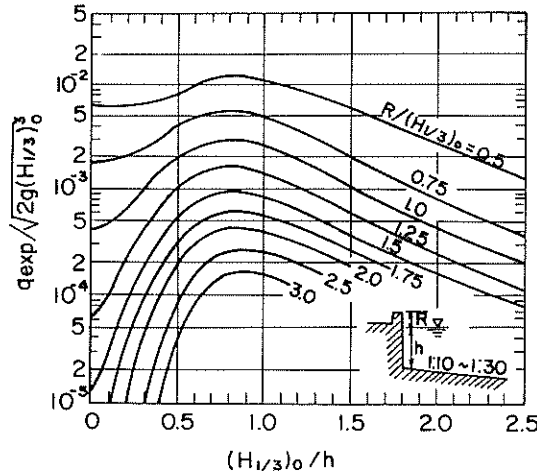


図-26 直立護岸の期待越波流量

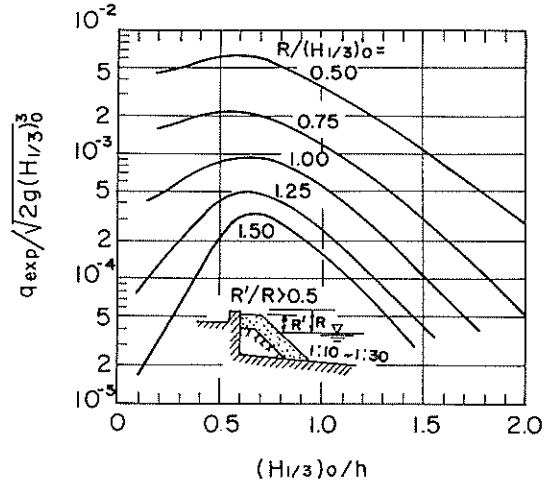
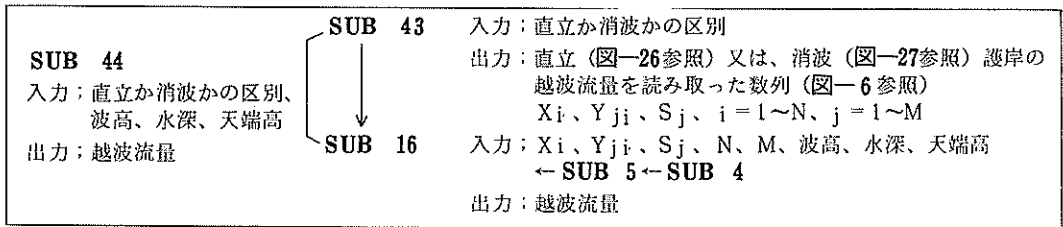


図-27 消波護岸の期待越波流量



フローチャート-13 護岸の越波流量

(19) 港内振幅及びピークカットの遅れ

港内振幅を図-28より求める。図-28において

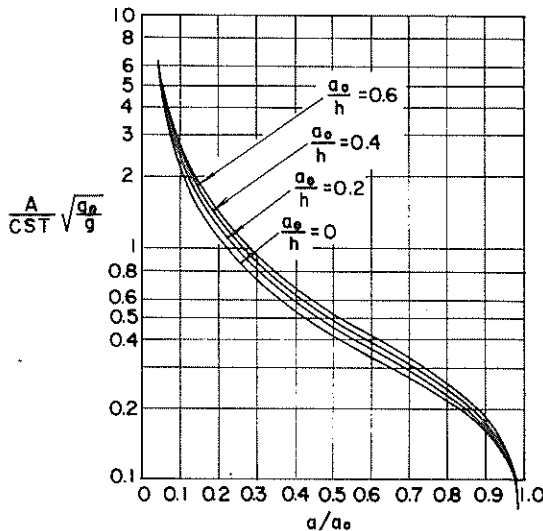


図-28 港内振幅の計算図

- a : 港内振幅 (m)
- a_0 : 潮せき振幅 (m)
- A : 港内水面積 (m²)
- C : 港内損失係数

T : 潮せきの周期 (sec) $T \doteq 44700$ sec

S : 港口断面積 (m²)

h : 港内平均水深 (m)

一般に、縦軸の外海の潮せき振幅 (a_0) から横軸の港内振幅 (a) を求めることが多いので、図-28のグラフにおいて、縦、横軸を逆にした形のグラフとして、SUB 45のようなグラフ読み取りのサブプログラムをつくと SUB 16 がそのまま使用できる。

ピークカットの遅れは、図-29によって求める。

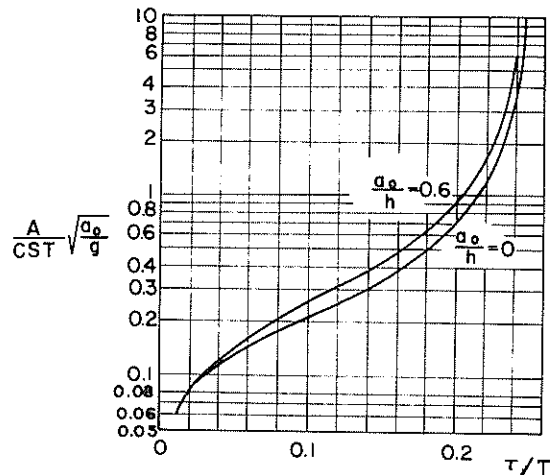
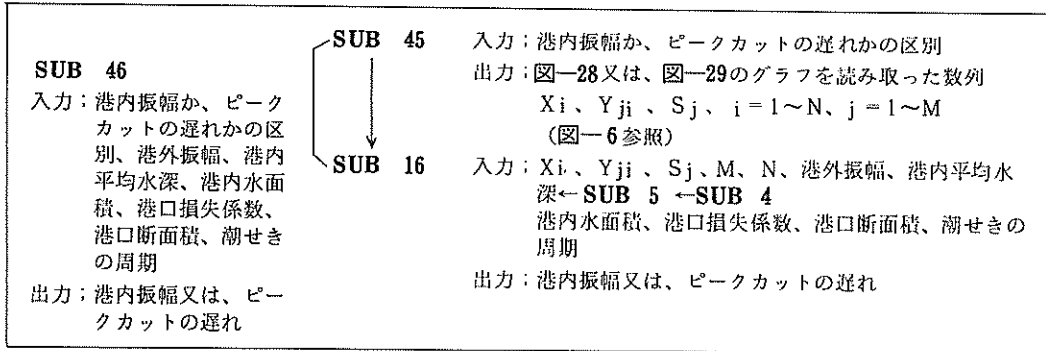


図-29 ピークカットの遅れの計算図



フローチャート-14 港内振幅およびピークカットの遅れ

図-29の縦軸は、図-28の縦軸と全く同一であることを利用するとプログラム作成上有利である。よって、図-29のグラフの数列化も図-28と同様にして、SUB 45とし、SUB 16がそのまま使用できるようにする。

港内振幅及びピークカットの遅れを求めるサブプログラムの構成は、フローチャート-14のとおりである。

(20) 主動土圧の分布

係船岸、護岸等の安全計算に用いる主動土圧の分布を常時、地震時、砂質土、粘性土についてそれぞれ、次の式(19)によって求める。(図-30参照)。

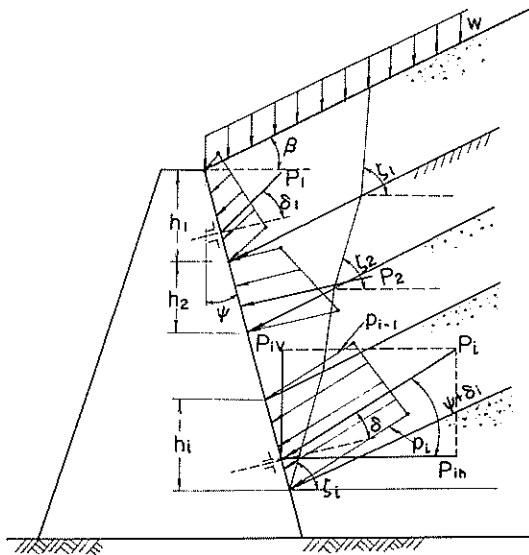


図-30 土 圧

常時
砂質土

$$P_{Ai} = K_{Ai} \left[\sum r_i h_i + \frac{w \cos \phi}{\cos(\phi - \beta)} \right] \cos \phi$$

※

$$K_{Ai} = \frac{\cos^2(\phi_i - \phi)}{\cos^2 \phi \cos(\delta + \phi) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_i + \delta) \sin(\phi_i - \beta)}{\cos(\delta + \phi) \cos(\phi - \beta)}} \right]^2}$$

$$\cot(\zeta_i - \beta) = -\tan(\phi_i + \delta + \phi - \beta) + \sec(\phi_i + \delta + \phi - \beta) \sqrt{\frac{\cos(\phi + \delta) \sin(\phi_i + \delta)}{\cos(\phi - \beta) \sin(\phi_i - \beta)}}$$

ここに

- $P_{Ai} P_{pi}$: i 層下面の壁面に働く主(受)働土圧強度(t/m^2)
- ϕ_i : i 層の土の内部摩擦角($^\circ$)
- r_i : i 層の土の単位体積重量(t/m^3)
- h_i : i 層の厚さ(m)
- $K_{Ai} K_{pi}$: i 層の主(受)働土圧係数
- ϕ : 壁面が鉛直となす角($^\circ$)
- β : 地表面が水平となす角($^\circ$)
- δ : 壁面摩擦角($^\circ$)
- ζ_i : 層の崩壊面が水平となす角($^\circ$)
- w : 水平単位面積当りの積載荷重(t/m^2)

粘性土

$$P_A = \sum r h + w - 2c$$

又は

$$P_A = K_c (\sum r h + w)$$

地震時

砂質土

$$P_{Ai} = K_{Ai} \left\{ \sum r_i h_i + \frac{\cos \phi}{\cos(\phi - \beta)} \right\} \cos \phi$$

$$K_{Ai} = \frac{\cos^2(\phi_i - \phi - \theta)}{\cos \theta \cos^2 \phi \cos(\delta + \phi + \theta)}$$

$$\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_i + \delta) \sin(\phi_i - \beta - \theta)}{\cos(\delta + \phi + \theta) \cos(\phi + \beta)}} \right]^2$$

$$\cot(\zeta_i - \beta) = -\tan(\phi_i + \delta + \phi - \beta)$$

$$+ \sec(\phi_i + \delta + \phi - \beta) \sqrt{\frac{\cos(\phi + \delta + \theta) \sin(\phi_i + \delta)}{\cos(\phi - \beta) \sin(\phi_i - \beta - \theta)}}$$

(19)

粘性土

$$Pp = \sum \gamma h + w + 2c$$

受働土圧の分布を求めるサブプログラムは SUB 48 のとおりである。

②② 前面に斜面を有する場合の砂質土の受働土圧

矢板式構造で、岸壁等の取付部を設計する場合、一般に、前面の海底面は水平でなく、斜面を有していることが多い。このような場合の砂質土の受働土圧は、岡部、物部公式と同様の考え方で、すべり面を種々変えて、試行によって、受働土圧を求めることができる。⁵⁾

このサブプログラムは SUB 49 のとおりである。

②③ 残留水圧の分布

岸壁等に作用する残留水圧は、比較的単純な分布であって、その合力及び作用位置を求めることは、困難でない。しかし、残留水圧は、それ自身単独で外力となることは少なく、ほとんどの場合、主働土圧などと共に作用することが多い。

そこで、残留水圧も、外力としての処理が土圧分布などと共通して行えるように、分布形として求めるとよい。このサブプログラムの仕様は、SUB 50 のとおりとなる。(図-32(a)参照)。

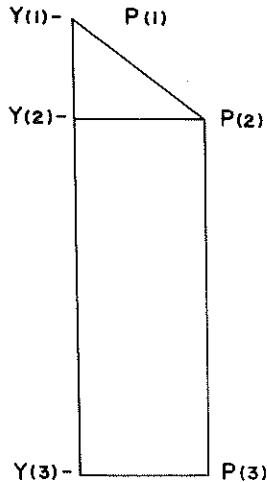


図-32(a) 残留水圧

②④ ウェスタガードの簡略な動水圧

ウェスタガードの簡略化した動水圧の式は、式②②のとおりである。

$$p_{dw} = \pm \frac{7}{8} k \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H \cdot y} \quad (22)$$

ここに

- p_{dw} : 壁体前面に作用する動水圧 (t/m^2)
- k : 震度
- γ_w : 水の単位体積重量 (t/m^3)
- y : 水面から動水圧を求める点までの深さ (m)
- H : 壁体前面の水深 (m)

この動水圧の分布形は、土圧や残留水圧の計算結果のように、折れ線分布ではない。折れ線分布で近似すれば、他の土圧、残留水圧と同様の処理が可能であるが、ここでは、(17)のミニキン公式による碎波圧と同様に、その作用力と使用位置を求めるプログラムとする。

式(22)を、動水圧を求める範囲について積分して、合力及びその作用位置を求めると、式(23)のとおりである。

$$P_D = \frac{7}{12} k \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H \cdot D} \quad (23)$$

ここに

- P_D : 静水面から深さDの範囲の一面に作用する動水圧の合力 (t)
- k : 震度
- γ_w : 水の単位体積重量 (t/m^3)
- H : 壁体前面
- D : 静水面下の動水圧合力を求める範囲 (m)

なお、合力の作用位置は、静水面下 $\frac{1}{3}D$ (m)の点である。プログラムの仕様は、SUB 51のとおりである。動水圧を求める範囲の上限が、静水面以下の場合には、次のようにして動水圧を求めることができる。

(図-32(b)参照)

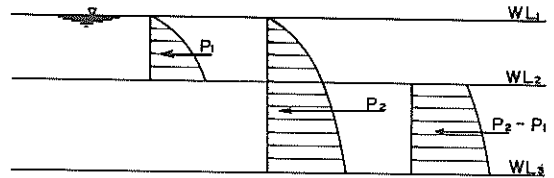


図-32(b) 動水圧

- WL_1 (静水面) $>$ $WL_2 >$ WL_3 として
- $WL_1 \sim WL_2$ 間の動水圧 P_1 を求める。
- $WL_1 \sim WL_3$ 間の動水圧 P_2 を求める。
- $P_2 \sim P_1$ が $WL_2 \sim WL_3$ 間の動水圧である。

②⑤ 中詰土圧の分布

ケーソンなどの中詰材によって作用する中詰土圧の分布形を求める。上載荷重が作用し、また、中詰部分の幅から土圧分布が一定値となる場合を考慮すると、中詰土圧の分布形は一般に、図-33のように与えられる。

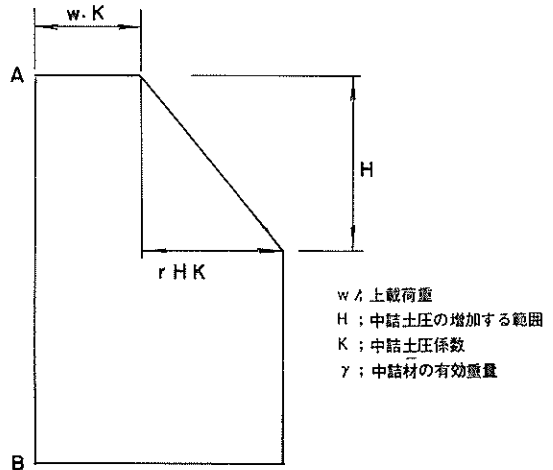


図-33 中詰土圧の分布形

- w : 上載荷重
- H : 中詰土圧の増加する範囲
- K : 中詰土圧係数
- γ : 中詰材の有効重量

表-3 鋼ぐい材の許容応力度 (kg/cm²)

鋼種 応力度の種類	S S 41, S M 41 S M A 41, S T K 41	S M 50, S T K 50	S M 50 Y, S M A 50
軸方向引張応力度 (純断面積につき)	1400	1900	2100
軸方向圧縮応力度 (総断面積につき)	$\frac{l}{r} \leq 20$ 1400 $20 < \frac{l}{r} < 93$ $1400 - 84(\frac{l}{r} - 20)$ $\frac{l}{r} \geq 93$ $\frac{12,000,000}{6700 + (l/r)^2}$	$\frac{l}{r} \leq 15$ 1900 $15 < \frac{l}{r} < 80$ $1900 - 13(\frac{l}{r} - 15)$ $\frac{l}{r} \geq 80$ $\frac{12,000,000}{5000 + (l/r)^2}$	$\frac{l}{r} \leq 14$ 2100 $14 < \frac{l}{r} < 76$ $2100 - 15(\frac{l}{r} - 14)$ $\frac{l}{r} \geq 76$ $\frac{12,000,000}{4500 + (l/r)^2}$
曲げ引張応力度 (純断面積につき)	1400	1900	2100
曲げ圧縮応力度 (総断面積につき)	1400	1900	2100
せん断応力度	800	1100	1200

表-3における記号は次のとおりである。

l ; 部材の有効座屈長 (cm)

r ; 部材総断面の断面二次半径 (cm)

また、中詰土圧の分布を求めるプログラムの仕様は、**SUB 52** のとおりである。

中詰材の有効重量が上下で異っている場合には、次のようにして中詰土圧の分布形を求めることができる。

上層の厚さを h_1 、有効重量を r_1 、中詰土圧係数を K_1 、下層の厚さを h_2 、有効重量を r_2 、中詰土圧係数を K_2 、とすると、

まず、上層について **SUB 51** で分布形を求める。

次に、下層については、

$h_1 < H$ (H は図-33参照)の場合

CALL **SUB 52** ($K_2, W+r_1 h_1, H-h_1, TOP-h_1, r_2$)

$h_1 \geq H$ (H は図-33参照)の場合

CALL **SUB 52** ($K_2, W+r_1 H, 0, TOP-h_1, r_2$)

で分布形を求める。この上層、下層の分布形を **SUB 29** で処理すればよい。

2.2.3 材料

(1) 鋼ぐいの許容応力度

鋼ぐい材の鋼種を3種類に分け、各種許容応力度を、表-3によって求める。

このサブプログラムの仕様は、**SUB 53** のとおりである。

(2) 矢板の腐食時の断面係数

矢板の腐食時の応力度を求めるには、腐食時の断面係数が必要である。これは、鋼管のような形状のものの腐食とは異なり、簡単な計算式で求めることができない。

そこで、図-34~図-38に示す腐食時の断面係数を求めるグラフを、サブプログラムとして作成しておく、矢板の設計計算の中で、腐食時の計算も、一連の計算としてのプログラムを組むことができ、便利である。

これらのグラフは、次の2つの種類に分けられる。

① 図-34~図-35は、海側、陸側のそれぞれの腐食量を任意に組み合わせることができるグラフである。

② 図-36~図-38は、(海側の腐食量) / (陸側の腐食量) = 20/3 の場合のみに使用することができるグラフである^{注)}。

この2種類のグラフをサブプログラムとしたとき、入力するパラメーターが異なるので、それぞれ別個のサブプログラムとしておいた方がよい。

上記①を **SUB 54**、②を **SUB 55** とすれば、それぞれのサブプログラムの構成は、フローチャート-15のとおりである。

Z : 腐食時の鋼矢板断面係数 (cm^3/m)
 Z_0 : 腐食のない場合の鋼矢板断面係数 (cm^3/m)
 Z/Z_0 : 腐食時の鋼矢板断面係数の Z_0 に対する割合 (%)
 t_1, t_2 : 鋼矢板両面の腐食厚さ (mm)
 α : t_2 と t_1 の比 $\alpha = t_2/t_1$ ($t_1 \geq t_2$)

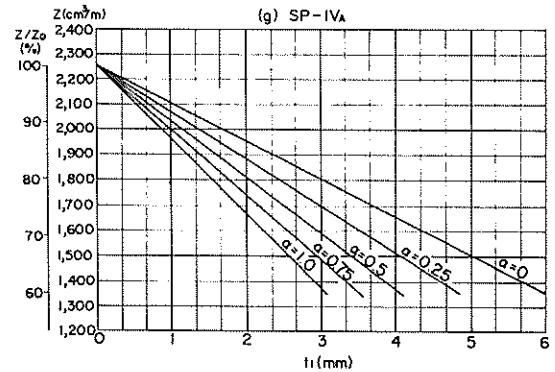
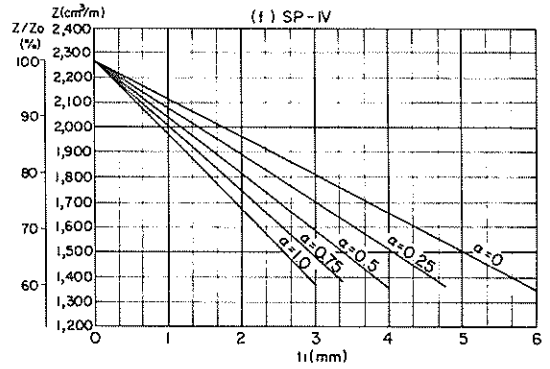
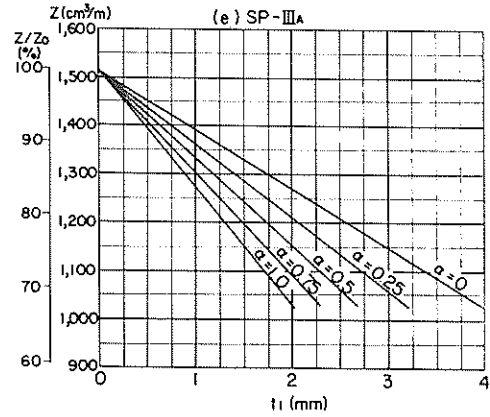
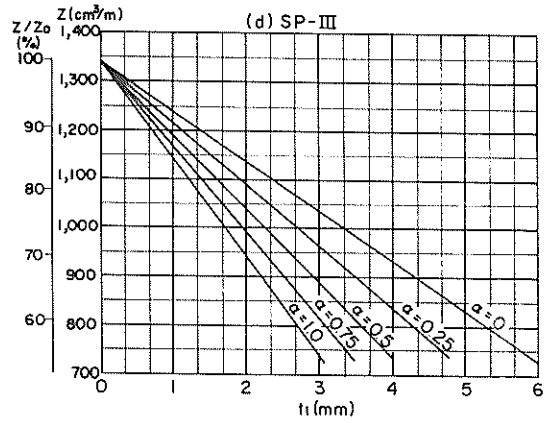
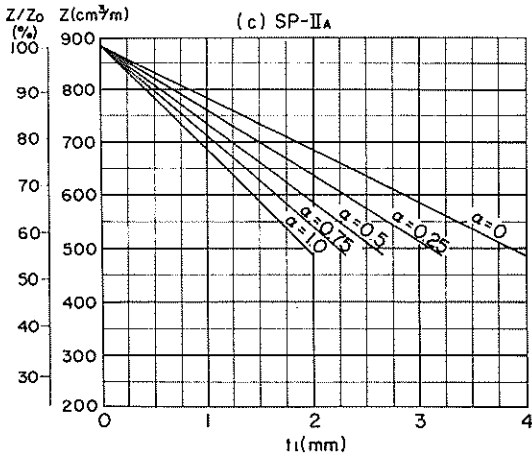
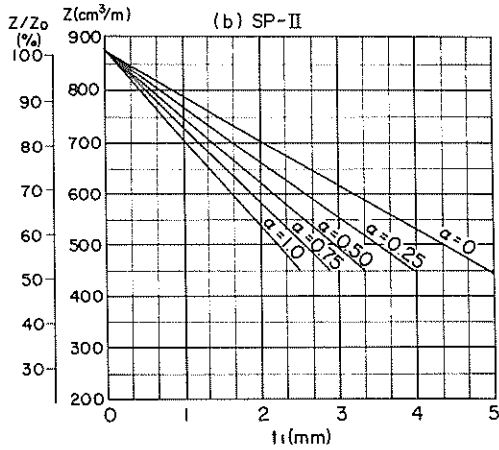
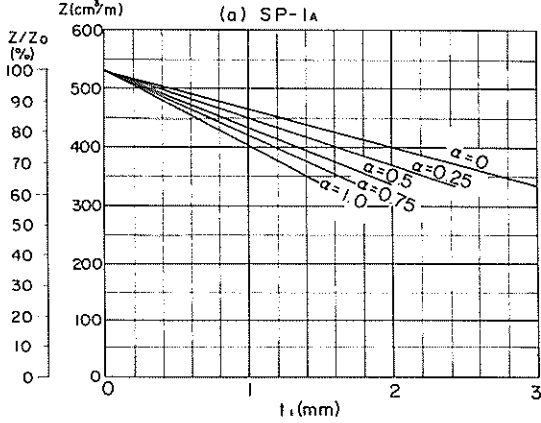
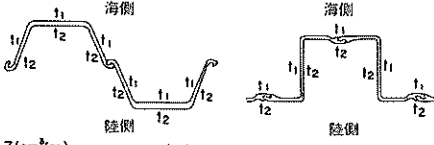


図-34 腐食時の矢板の断面係数

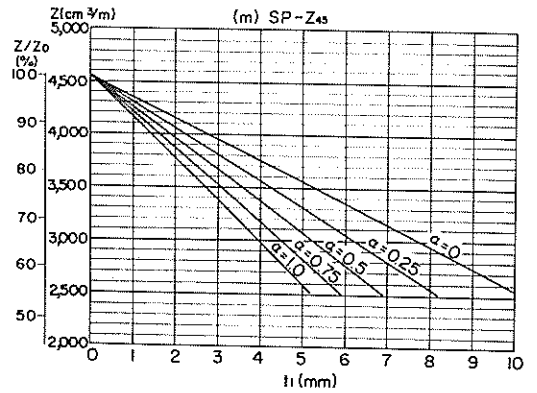
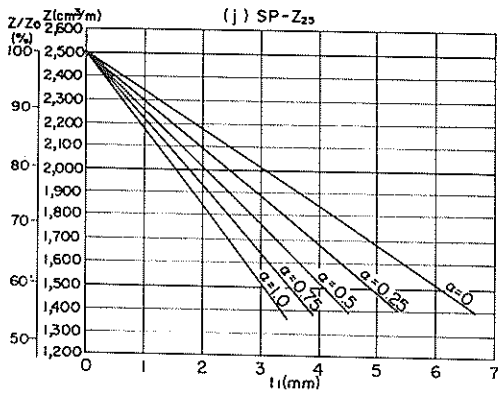
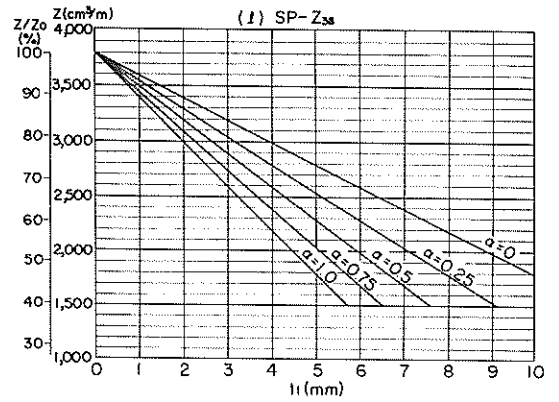
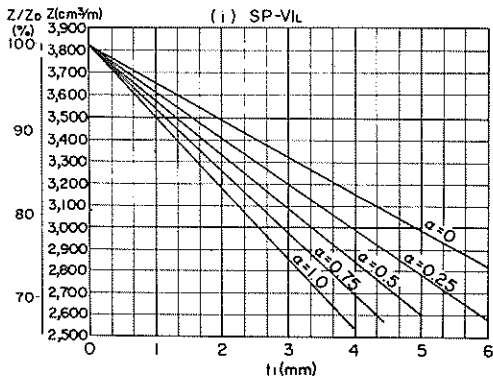
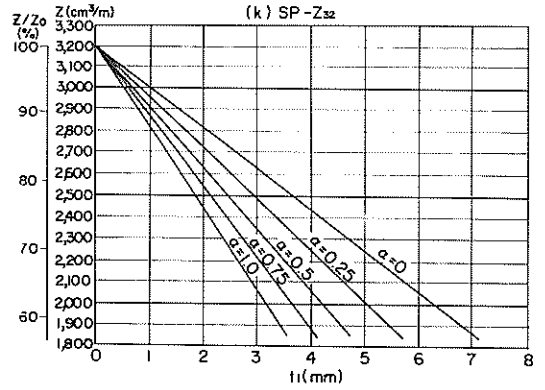
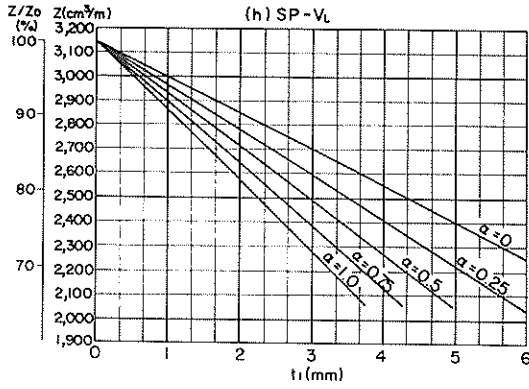


図-34 腐食時の矢板の断面係数

Z : 腐食時の鋼矢板断面係数 (cm^3/m)
 Z_0 : 腐食のない場合の鋼矢板断面係数 (cm^3/m)
 Z/Z_0 : 腐食時の鋼矢板断面係数の Z_0 に対する割合 (%)
 t_1, t_2 : 鋼矢板両面の腐食厚さ (mm)
 α : t_2 と t_1 の比 $\alpha = t_2/t_1$ ($t_1 \geq t_2$)

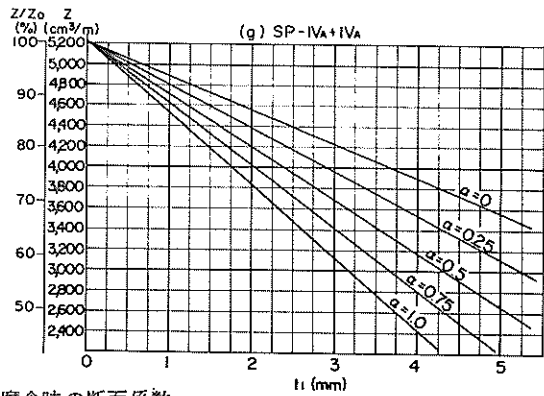
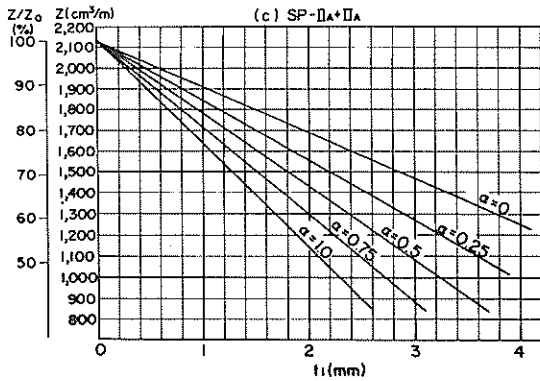
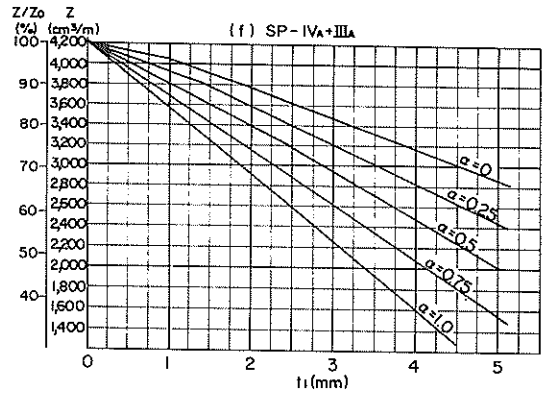
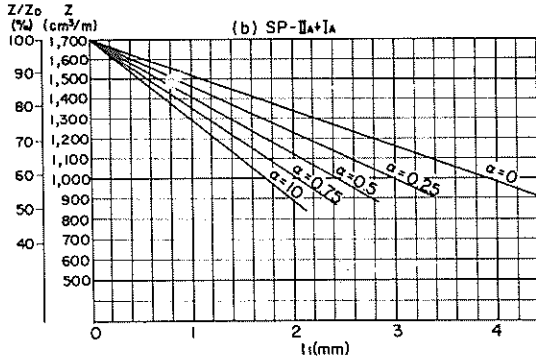
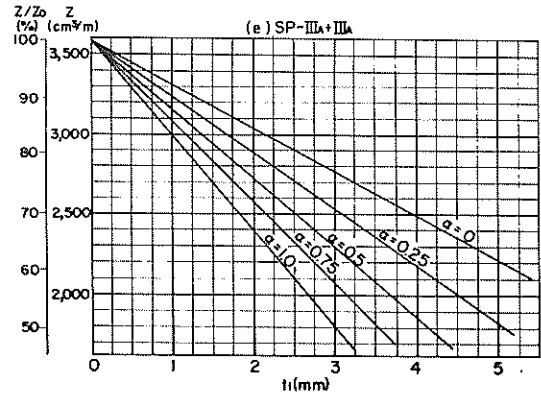
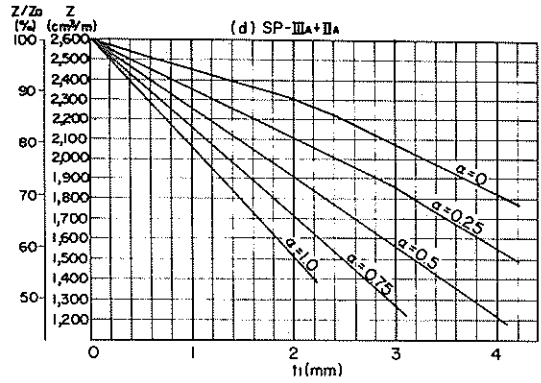
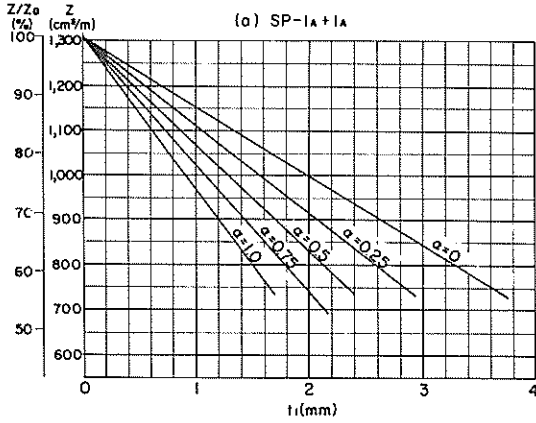
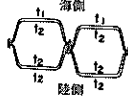


図-35 組合せ鋼矢板の腐食時の断面係数

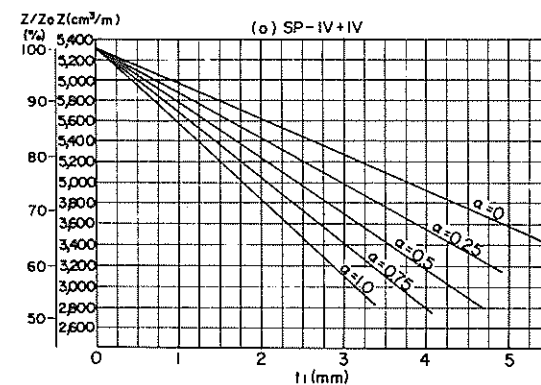
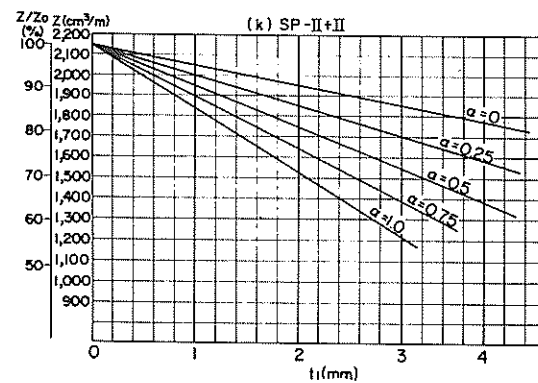
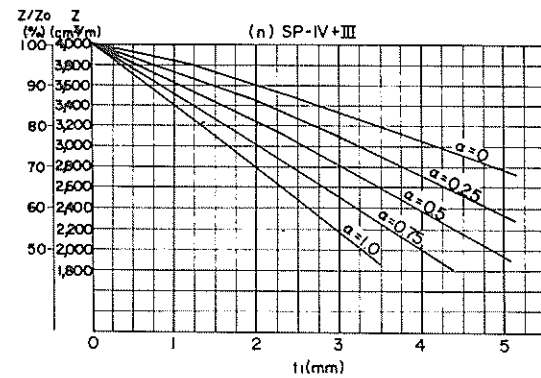
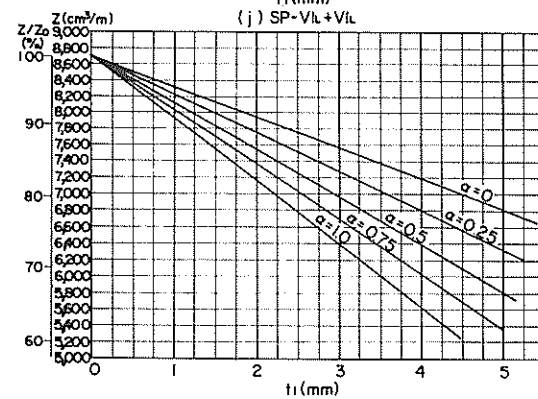
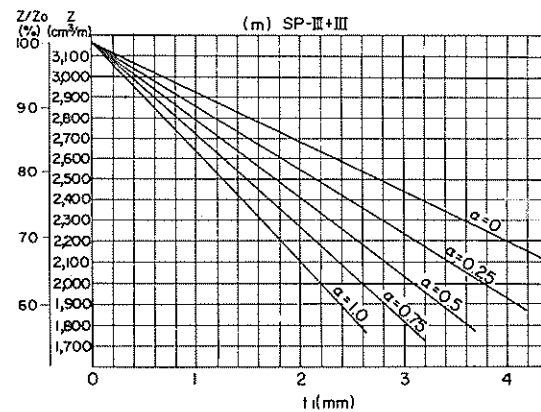
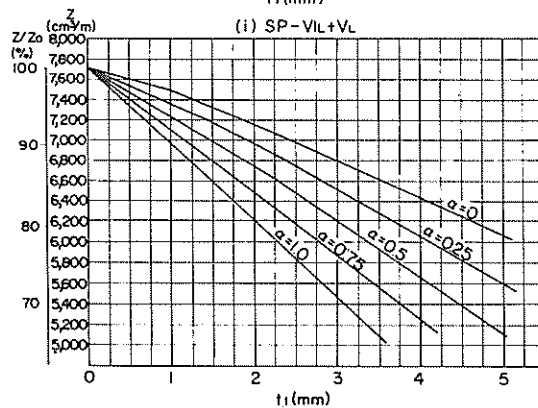
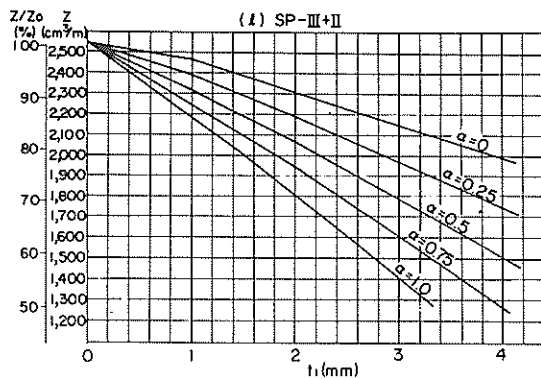
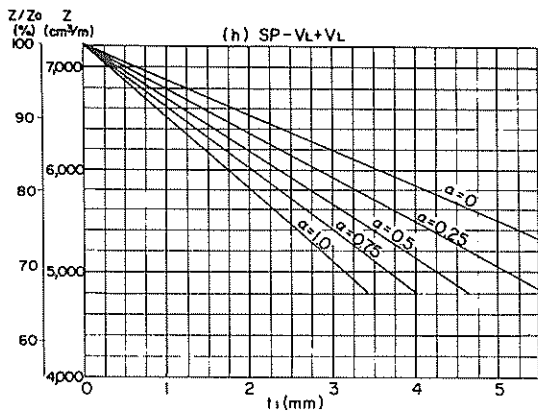


図-35 組合せ鋼矢板の腐食時の断面係数

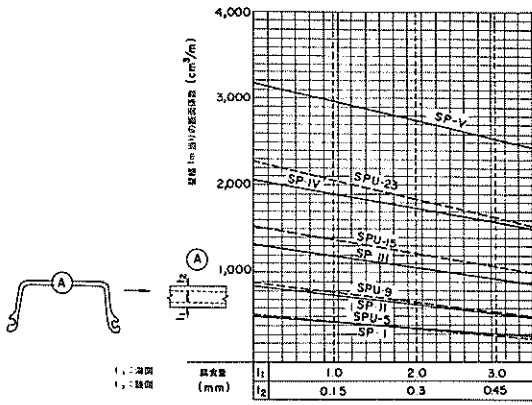


図-36 SP-U形鋼矢板の腐食時の断面係数

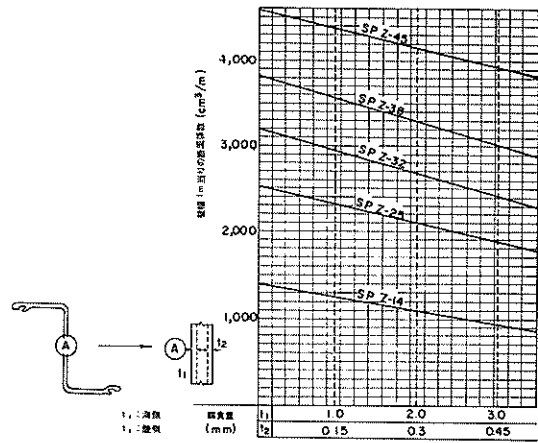


図-37 SP-Z形鋼矢板の腐食時の断面係数

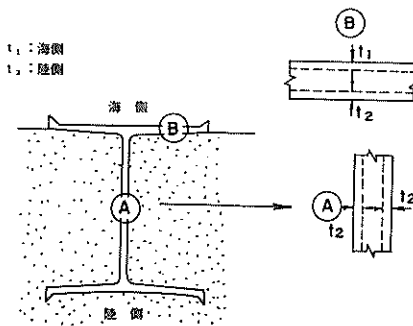
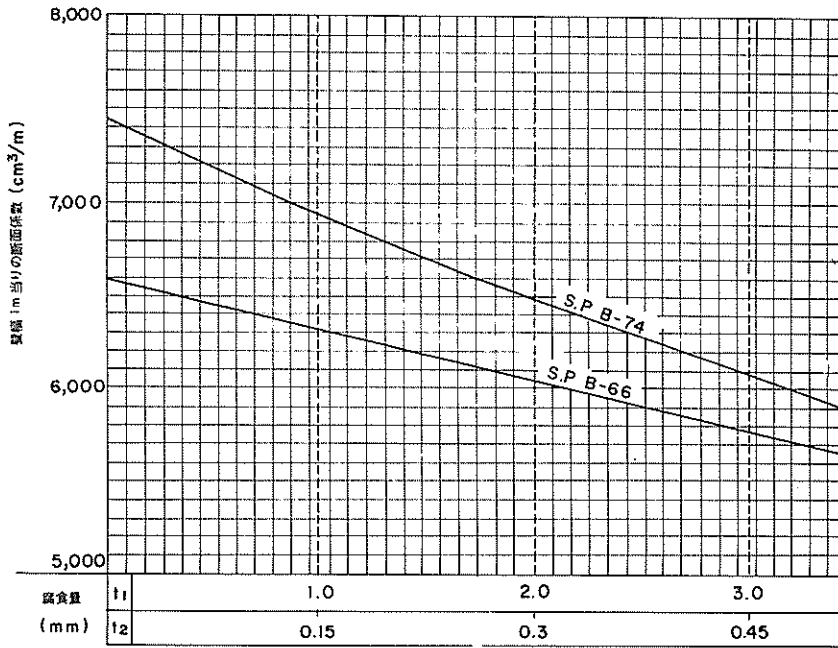


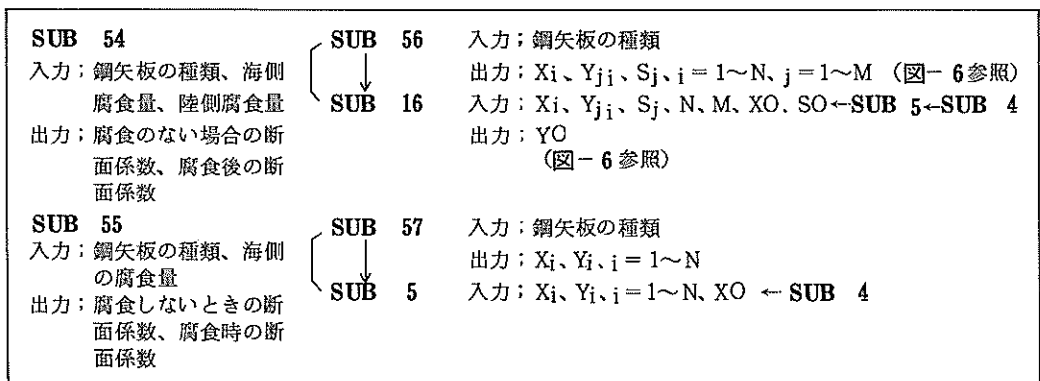
図-38 H形鋼矢板の腐食時の断面係数

注) 図-36、37を用いて、任意の腐食量の比 t_2/t_1 (= 陸側腐食分量/海側腐食分量) の場合の断面係数は次のようにして求めてもよいと考えられる。

まず、仮定として「陸側と海側との腐食量の比がいかなる値でも、それらの腐食量の和が一定であれば、その断面係数は一定である」を設ける。

SP-U および SP-Z について、任意の t_2/t_1 の断面係数を読み取ることができる。図-34を用いて、上記の仮定が妥当であることを確認する。すなわち、各規格の矢板について、種々の t_2/t_1 の断面係数を求めると、表-4のとおりである。

表-4より、 t_2/t_1 のちがいでによる断面係数の差は、



フローチャート-15 鋼矢板の腐食時の断面係数

表-4 腐食量ごとの断面係数

規格	t_1 (mm)	t_2 (mm)	t_1/t_2	t_1+t_2 (mm)	断面係数(cm^3/m)
SP-I _A	1.0	1.0	1.0	2.0	402
	1.6	0.4	0.25	2.0	401
	2.0	0	0	2.0	400
SP-III	2.0	2.0	1.0	4.0	940
	3.2	0.8	0.25	4.0	930
	4.0	0	0	4.0	930
SP-Z ₄₅	3.0	3.0	1.0	6.0	3360
	4.8	1.2	0.25	6.0	3370
	6.0	0	0	6.0	3350

グラフの読み取り誤差程度であってほとんど無視できる。

よって、海側腐食量 t_1 、陸側腐食量 t_2 が与えられたとき、まず t_1 のみを用いて図-36又は図-37で断面係数 Z' を得る。次に式(24)で断面係数を補正すれば、 Z は求める断面係数である。

$$Z = Z' \frac{(1+t_2/t_1)}{1.15} \quad (24)$$

(3) 鋼材の諸元

鋼管、矢板、溝形鋼の各々について、表-5、表-6、表-7、表-8の値をテーブルとして呼び出すサブプロ

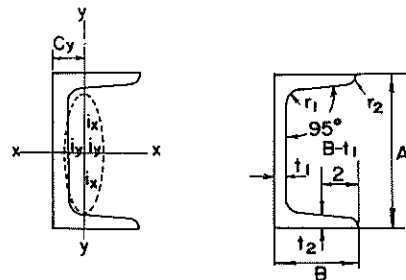


図-39 溝形鋼

グラムを作成する。

これは、最適設計を行う場合に、該当項目の諸元から適当なものを見つけ出すときに有効である。しかし、これらの表を呼び出したとき、該当項目について、その値は必ずしも大小又は小大順に並んでいない。そこで、該当諸元について、大小又は小大順に並びかえるサブプログラムが必要となる。その仕様は、SUB 61のとおりである。

SUB 61では、数列を並びかえると同時に、並びかえた数列のそれぞれが並びかえる前の数列の何番目に位置していたかを記憶しておくようになっている。これは、並びかえた後に、その他の諸元を求めようとすれば、もともとあった位置を記憶していないと、諸元表からその箇所を探すことができないからである。

表-5 鋼管ぐいの諸元

外径 (D) mm (inch)	厚さ (t) mm	重量 (W) kg/m	断面二次 モーメント (I) cm ⁴	断面係数 (Z) cm ³	外径 (D) mm (inch)	厚さ (t) mm	重量 (W) kg/m	断面二次 モーメント (I) cm ⁴	断面係数 (Z) cm ³
318.5 (12)	6	46.2	7,190	452	660.4 (26)	9	145	97,700	2,960
	6.9	53.0	8,200	515		12	192	129,000	3,890
	10.3	78.3	11,900	744		16	254	168,000	5,100
				19		301	197,000	5,970	
355.6 (14)	6	51.7	10,100	566	711.2 (28)	9	156	122,000	3,450
	6.4	55.1	10,700	602		9.5	164	129,000	3,630
	7.9	67.7	13,000	734		12	207	161,000	4,540
11.1	94.3	17,800	1,000	12.7		219	170,000	4,780	
				16		274	211,000	5,940	
406.4 (16)	6	59.2	15,100	745	22	374	283,000	7,960	
	6.4	63.1	16,100	792	812.8 (32)	9	178	184,000	4,520
	7.9	77.6	19,600	967		9.5	188	193,000	4,760
	9	88.2	22,200	1,090		12	237	242,000	5,960
	9.5	93.0	23,300	1,150		12.7	251	256,000	6,290
12	117	28,900	1,420	16		314	318,000	7,820	
457.2 (18)	12.7	123	30,500	1,500	22	429	428,000	10,500	
	6	66.8	21,600	947	914.4 (36)	9	201	262,000	5,740
	6.4	71.1	23,000	1,010		9.5	212	276,000	6,050
	9	99.5	31,800	1,390		12	267	346,000	7,580
	9.5	105	35,500	1,470		12.7	282	366,000	8,000
12	132	41,600	1,820	16		354	456,000	9,970	
508.0 (20)	12.7	139	43,800	1,920	22	484	614,000	13,400	
	6.4	79.2	31,700	1,250	1,016.0 (40)	9	223	361,000	7,110
	9	111	43,900	1,730		9.5	236	380,000	7,490
	9.5	117	46,200	1,820		12	297	477,000	9,390
	12	147	57,500	2,270		12.7	314	504,000	9,920
12.7	155	60,600	2,390	16		395	628,000	12,400	
558.8 (22)	16	194	74,900	2,950	22	539	849,000	16,700	
	9	122	58,800	2,100	1,117.6 (44)	9	246	482,000	8,620
	9.5	129	61,900	2,210		9	246	482,000	8,620
	12	162	77,100	2,760		12	327	637,000	11,400
	12.7	171	81,300	2,910		16	435	840,000	15,000
16	214	101,000	3,600	22		594	1,140,000	20,300	
609.6 (24)	9	133	76,600	2,510	1,219.2 (48)	9	268	626,000	10,300
	9.5	141	80,600	2,650		9.5	283	660,000	10,800
	12	177	101,000	3,300		12	357	829,000	13,600
	12.7	187	106,000	3,480		12.7	378	876,000	14,400
	16	234	132,000	4,320		16	475	1,090,000	18,000
19	277	154,000	5,050						

表-5 鋼管ぐいの諸元

外径 (D) mm (inch)	厚さ (t) mm	重量 (W) kg/m	断面二次 モーメント (I) cm ⁴	断面係数 (Z) cm ³	外径 (D) mm (inch)	厚さ (t) mm	重量 (W) kg/m	断面二次 モーメント (I) cm ⁴	断面係数 (Z) cm ³
1,219.2 (48)	20	591	1,350,000	22,200	1,727.2 (68)	12	508	2,380,000	27,500
	22.2	655	1,500,000	24,500		12.7	537	2,510,000	29,100
	25.4	748	1,700,000	27,900		16	675	3,150,000	36,500
1,320.8 (52)	9	291	798,000	12,100		20	842	3,910,000	45,300
	9.5	307	841,000	12,700		22.2	933	4,320,000	50,000
	12	387	1,060,000	16,000	25.4	1,070	4,920,000	56,900	
	12.7	410	1,120,000	16,900	1,828.8 (72)	9	404	2,130,000	23,300
	16	515	1,400,000	21,100		9.5	426	2,250,000	24,600
20	641	1,730,000	26,200	12		538	2,830,000	30,900	
22.2	711	1,910,000	28,900	12.7		569	2,990,000	32,700	
25.4	811	2,170,000	32,800	16		715	3,740,000	40,900	
1,422.4 (56)	9	314	998,000	14,000	20	892	4,650,000	50,800	
	9.5	331	1,050,000	14,800	22.2	989	5,140,000	56,200	
	12	417	1,320,000	18,600	25.4	1,130	5,850,000	64,000	
	12.7	441	1,400,000	19,600	1,930.4 (76)	9	426	2,570,000	26,700
	16	555	1,750,000	24,600		9.5	450	2,640,000	27,400
20	692	2,170,000	30,500	12		568	3,330,000	34,500	
22.2	766	2,390,000	33,700	12.7		600	3,520,000	36,400	
25.4	875	2,720,000	38,300	16		755	4,410,000	45,700	
1,524.0 (60)	9	336	1,230,000	16,100	20	942	5,480,000	56,700	
	9.5	355	1,300,000	17,000	22.2	1,040	6,060,000	62,800	
	12	447	1,630,000	21,400	25.4	1,190	6,900,000	71,500	
	12.7	473	1,720,000	22,600	2,032.0 (80)	9	449	2,930,000	28,800
	16	595	2,150,000	28,300		9.5	474	3,090,000	30,400
20	742	2,670,000	35,100	12		598	3,880,000	38,200	
22.2	822	2,950,000	38,800	12.7		632	4,110,000	40,400	
25.4	939	3,360,000	44,100	16		795	5,150,000	50,700	
1,625.6 (64)	9	359	1,490,000	18,400	20	992	6,400,000	63,000	
	9.5	379	1,570,000	19,400	22.2	1,100	7,080,000	69,700	
	12	477	1,980,000	24,400	25.4	1,260	8,060,000	79,300	
	12.7	505	2,090,000	25,700	1,727.2 (68)	9	381	1,790,000	20,800
	16	635	2,620,000	32,200		9.5	402	1,890,000	21,900
20	792	3,250,000	40,000						
22.2	878	3,590,000	44,200						
25.4	1,000	4,090,000	50,300						

表-6 鋼矢板の諸元

種類	幅 B mm/板	重量 壁幅 1 m当りkg/m ²	断面二次モー メント 壁幅 1 m当りcm ⁴ /m	断面係数壁幅 1 m当りcm ³ /m
YSP-I	400	91.2	3,820	509
YSP-U	400	88.8	4,220	527
FSP-I _A	400	88.8	4,500	529
YSP-II	400	120	8,690	869
FSP-II	400	120	8,740	874
YSP-U	400	108	9,680	880
FSP-II	400	108	10,000	880
YSP-III	400	150	16,400	1,310
FSP-III	400	150	16,800	1,340
YSP-U ₁₅	400	146	22,800	1,520
FSP-III _A	400	146	22,800	1,520
YSP-IV	400	190	31,900	2,060
FSP-IV	400	190	38,600	2,270
YSP-U ₂₃	400	185	39,400	2,250
FSP-IV _A	400	185	41,600	2,250
YSP-V	420	250	55,200	3,150
FSP-V _L	500	210	63,000	3,150
FSP-VI _L	500	240	86,000	3,820
YSP-Z ₁₄	400	130	16,200	1,380
FSP-Z YSP-Z ₂₅	400	185	38,300	2,510
FSP-Z YSP-Z ₃₂	400	211	55,000	3,200
FSP-Z YSP-Z ₃₃	400	240	69,200	3,800
YSP-Z ₄₈	400	290	82,200	4,550
FSP-Z ₄₈	400	290	83,500	4,550
B74	420	394	180,000	7,420
I _A + I _A	400	177.6	13,400	1,310
II _A + I _A	400	196.8	20,500	1,700
II _A + II _A	400	216.0	29,500	2,130
III _A + II _A	400	254.0	42,800	2,600
III _A + III _A	400	292.0	60,750	3,580
IV _A + III _A	400	331.0	82,200	4,220
IV _A + IV _A	400	370.0	108,000	5,220
V _L + V _L	500	420	161,000	7,240
VI _L + V _L	500	450	185,000	7,700
VI _L + VI _L	500	480	216,000	8,700
II + II	400	240	26,500	2,170
III + II	400	270	35,500	2,550
III + III	400	300	49,000	3,300
IV + III	400	340	71,200	4,020
IV + IV	400	380	104,000	5,380

表-7 鋼矢板の名称 (NAME)

種類	名称	種類	名称	種類	名称	種類	名称
YSP-I	Y-1	FSP-ⅢA	F-3A	Z ₃₂	Z32	ⅣA+ⅢA	4A+3A
YSP-U ₅	Y-U5	YSP-Ⅳ	Y-4	Z ₃₈	Z38	ⅣA+ⅣA	4A+4A
FSP-ⅠA	F-ⅠA	FSP-Ⅳ	F-5	YSP-Z ₄₅	Y-Z45	V _L +V _L	5L+5L
YSP-Ⅱ	Y-2	YSP-U ₂₃	Y-U23	FSP-Z ₄₅	F-Z45	Ⅵ _L +Ⅵ _L	6L+5L
FSP-Ⅱ	F-2	FSP-ⅣA	F-4A	B ₇₄ (両継手)	B74	Ⅵ _L +Ⅵ _L	6L+6L
YSP-U ₉	Y-U9	YSP-V	Y-5	Ⅰ _A +Ⅱ _A	1A+1A	Ⅱ+Ⅱ	2+2
FSP-ⅡA	F-2A	FSP-V _L	F-5L	Ⅰ _A +Ⅰ _A	2A+1A	Ⅲ+Ⅲ	3+2
YSP-Ⅲ	Y-3	FSP-Ⅳ _L	F-6L	Ⅱ _A +Ⅱ _A	2A+2A	Ⅲ+Ⅲ	3+3
FSP-Ⅲ	F-3	Z ₁₄	Z14	Ⅲ _A +Ⅱ _A	3A+2A	Ⅳ+Ⅲ	4+3
YSP-U ₁₅	Y-U15	Z ₂₅	Z25	Ⅲ _A +Ⅲ _A	3A+3A	Ⅳ+Ⅳ	4+4

表-8 溝形鋼の諸元

寸法 mm A×B×t ₁ ×t ₂	単位重量 W kg/m	断面二次モーメント cm ⁴		断面係数 cm ³	
		X I	Y I	X Z	Y Z
75×40×5×7	6.92	75.9	12.4	20.2	4.54
100×50×5×7.5	9.36	189	26.9	37.8	7.82
125×65×6×8	13.4	425	65.5	68.0	14.4
150×75×6.5×10	18.6	864	122	115	23.6
150×75×9×12.5	24.0	1,050	147	140	28.3
180×75×7×10.5	21.4	1,380	137	154	25.5
200×70×7×10	21.1	1,620	113	162	21.8
200×80×7.5×11	24.6	1,950	177	195	30.8
200×90×8×13.5	30.3	2,490	286	249	45.9
250×90×9×13	34.6	4,180	306	335	46.5
250×90×11×14.5	40.2	4,690	342	375	51.7
300×90×9×13	38.1	6,440	325	429	48.0
300×90×10×15.5	43.8	7,400	373	494	56.0
300×90×12×16	48.6	7,870	391	525	57.9
380×100×10.5×16	54.5	14,500	557	762	83.3
380×100×13×16.5	62.0	15,600	584	822	75.8
380×100×13×20	67.3	17,600	671	924	89.5

2.2.4 プレキャスト部材

(1) ケーソンの重量、重心

防波堤及び係船岸に用いるケーソンについては、えい航時の検討及び構造物として完成した時の安定検討が必要である。そのために、ケーソンの重量、重心を求める過程を、いくつかの部分に分割しておき、えい航時の安定検討と完成時の安定検討に、できるだけ共通して使えるような形にしておくことがのぞましい。

また、完成時の安定検討については、防波堤と係船岸

のいずれにも共通して使えるような形にしておくとう便利である。

えい航時の検討は式(25)によって行う。

$$\frac{I}{V} - \overline{CG} = \overline{GM} > 0 \quad (25)$$

ここに

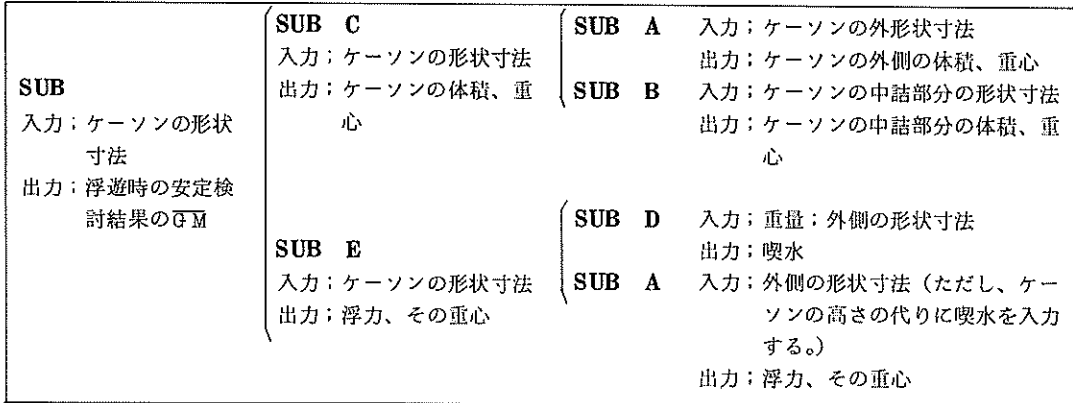
- I : 喫水面の長軸に対する断面二次モーメント (m^4)
- V : 排水容積 (m^3)
- C : 浮心
- G : 重心
- M : 傾心

一方、注水状態でえい航するとき、式 (26) によって、検討を行う。

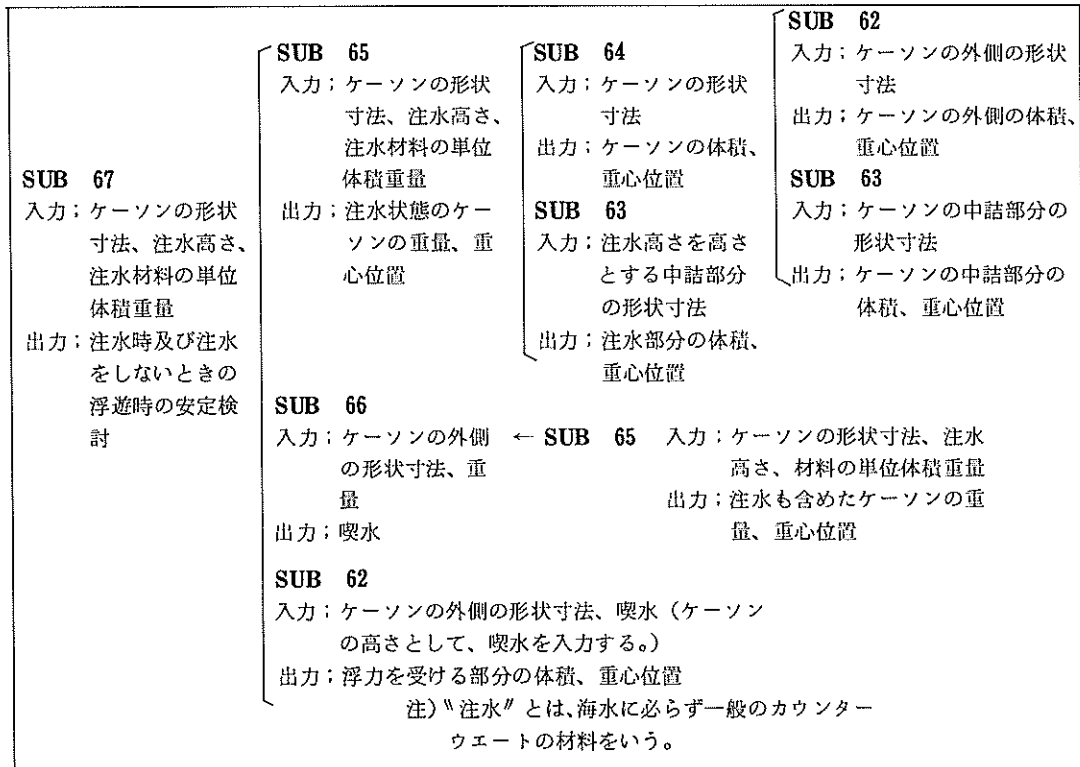
$$\frac{1}{V'}(I' - I_i) - \overline{C'G'} = \overline{G'M'} > 0 \quad (26)$$

ここに

- i : 各隔室内の水面の、ケーソン回転軸に平行な中心線に関する断面二次モーメント (m^4)
 - V', I', C', G' : 注水時におけるそれぞれの値又は位置
- えい航時の検討は、注水をしない場合には、フローチャート-16のようになる。一方、注水をする場合には、フローチャート-17のとおりである。ここでは、一般的なサブプログラムとなるように、注水をする場合をとりあげ、注水しない場合にも使える形としておくことにする。そのプログラムの構成は、フローチャート-17のと



フローチャート-16 ケーソンの浮遊時の安定（注水しない場合）



フローチャート-17 ケーソンの注水時の安定検討

おりである。

また、完成時の安定検討に必要なサブプログラムは、フローチャート-18のとおりである。ケーソンを用いた防波堤の安定検討はフローチャート-18の範囲で行うこ

とができる。ただし、係船岸の安定検討の場合は、更に、裏埋土等の重量、重心を求めるサブプログラムを作成し、これをフローチャート-18に付け加える必要がある。

<p>SUB 70 入力：ケーソンの形状寸法、蓋コンクリートの厚さ、上部工の位置と形状寸法、各材料の単位体積重量 出力：ケーソン、中詰材、蓋コンクリート、上部工の全体の重量、重心</p>	<p>SUB 64 入力：ケーソンの形状寸法 出力：ケーソンの体積、重心位置</p> <p>SUB 63 入力：中詰部分の形状寸法（蓋コンクリート部分をのぞいた高さを入力） 出力：中詰部分の体積、重心位置</p> <p>SUB 68 入力：ケーソンの形状寸法、蓋コンクリートの厚さ 出力：蓋コンクリートの体積、重心位置</p> <p>SUB 69 入力：上部工の位置、形状寸法 ←SUB 68 出力：上部工の体積、重心位置</p>	<p>入力：ケーソンの形状寸法、上部工のくい込み深さ 出力：上部工のくい込み部分の体積、重心位置</p>
--	---	---

フローチャート-18 ケーソンの完成時と安定検討

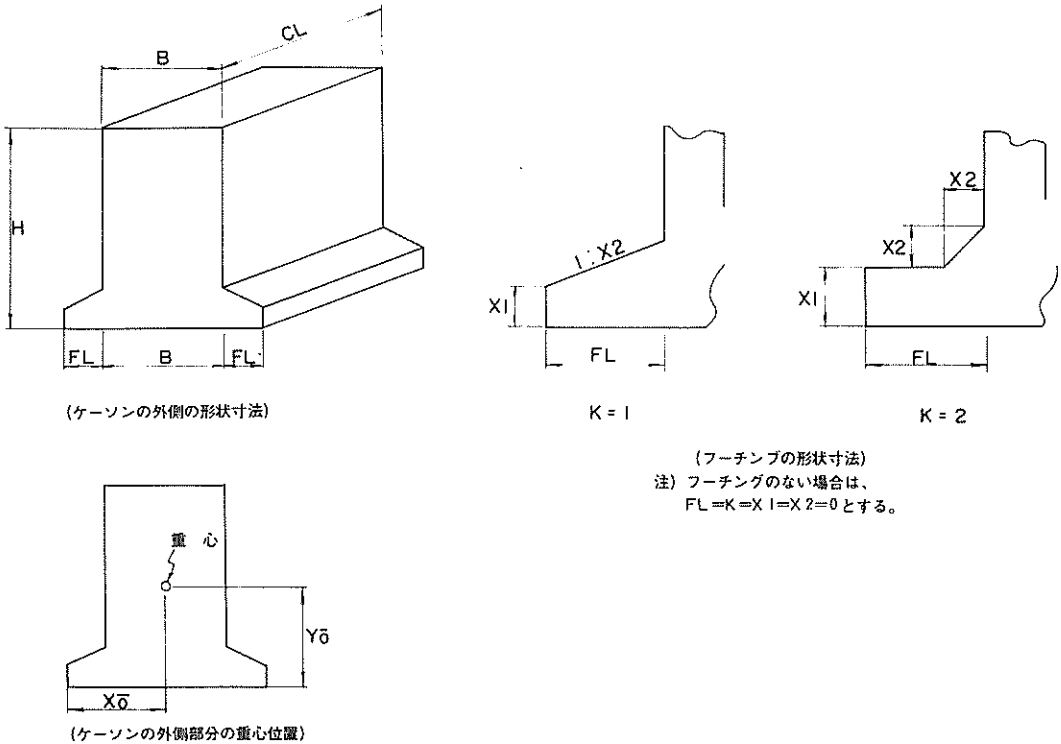


図-40 ケーソンの外側の形状の体積及び重心位置

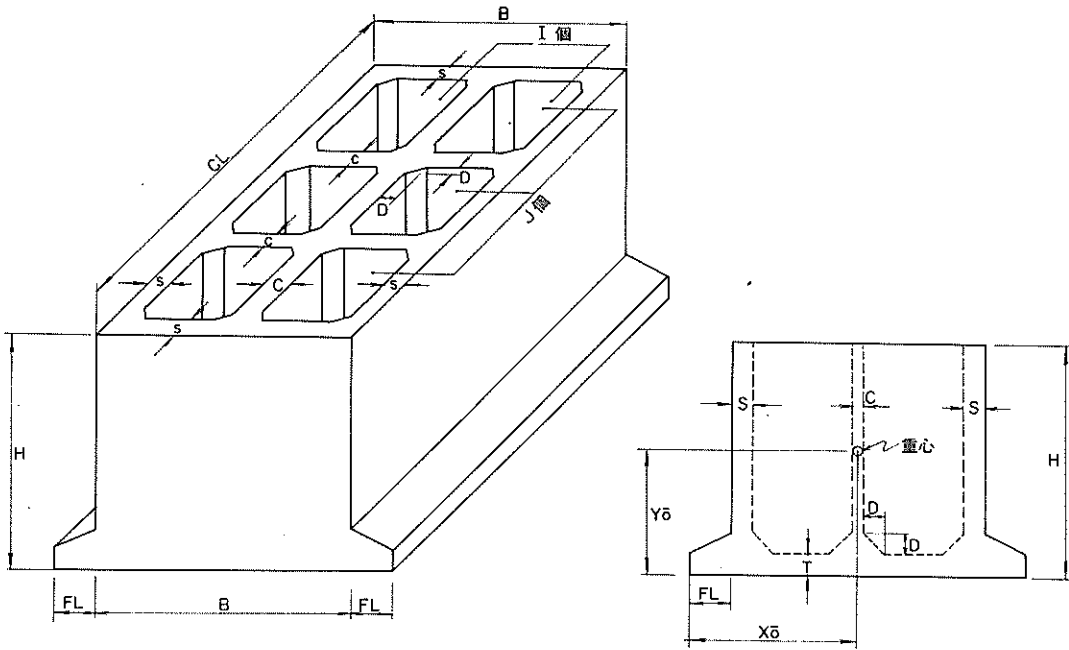


図-41 ケーソンの中詰部分の体積及び重心位置

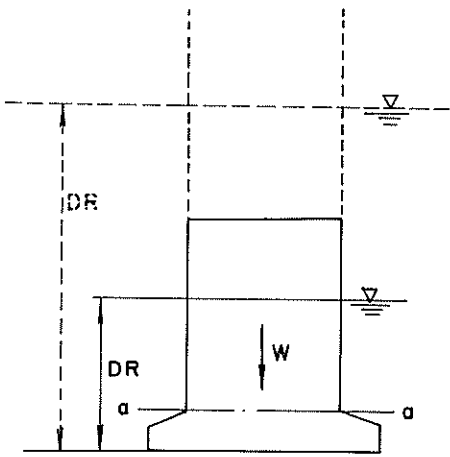


図-42 ケーソンの喫水

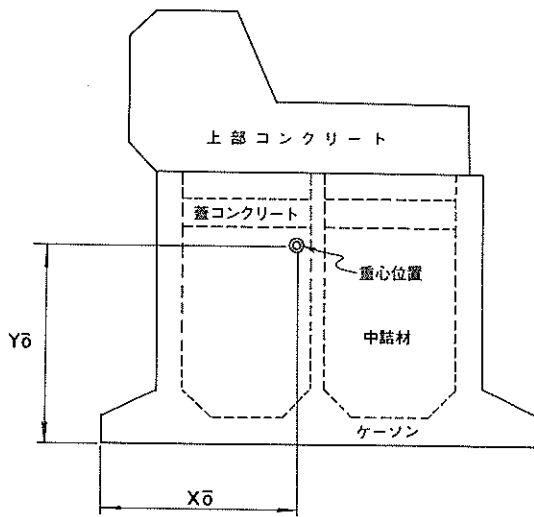


図-44 堤体の空中重量、重心位置

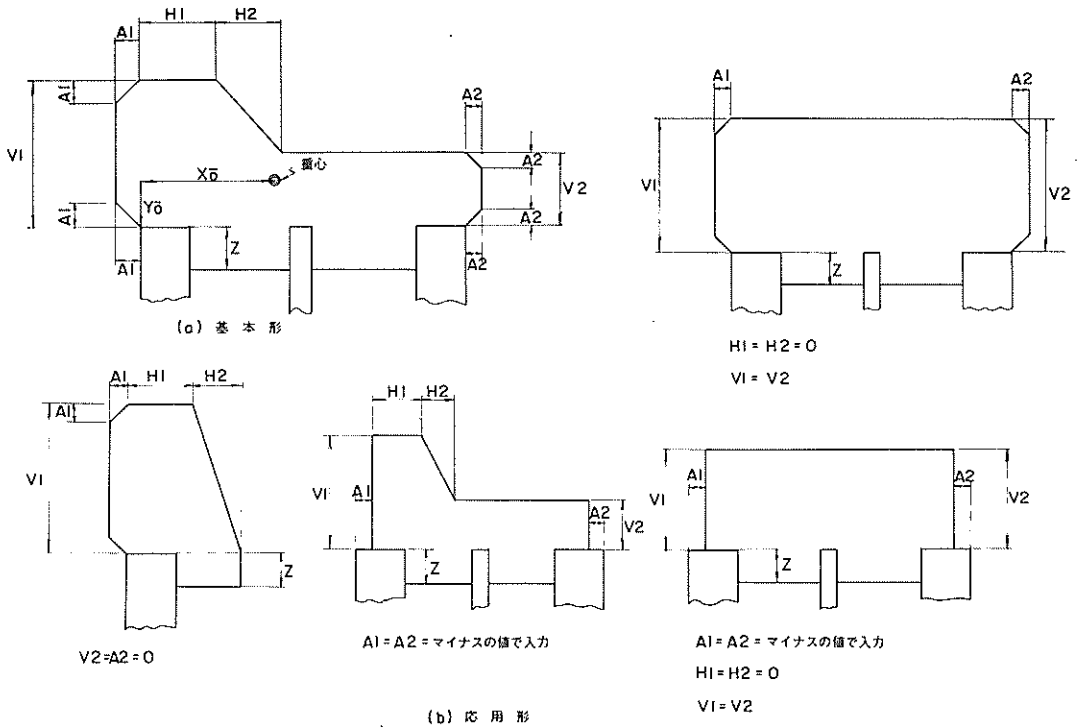


図-43 上部工の形状

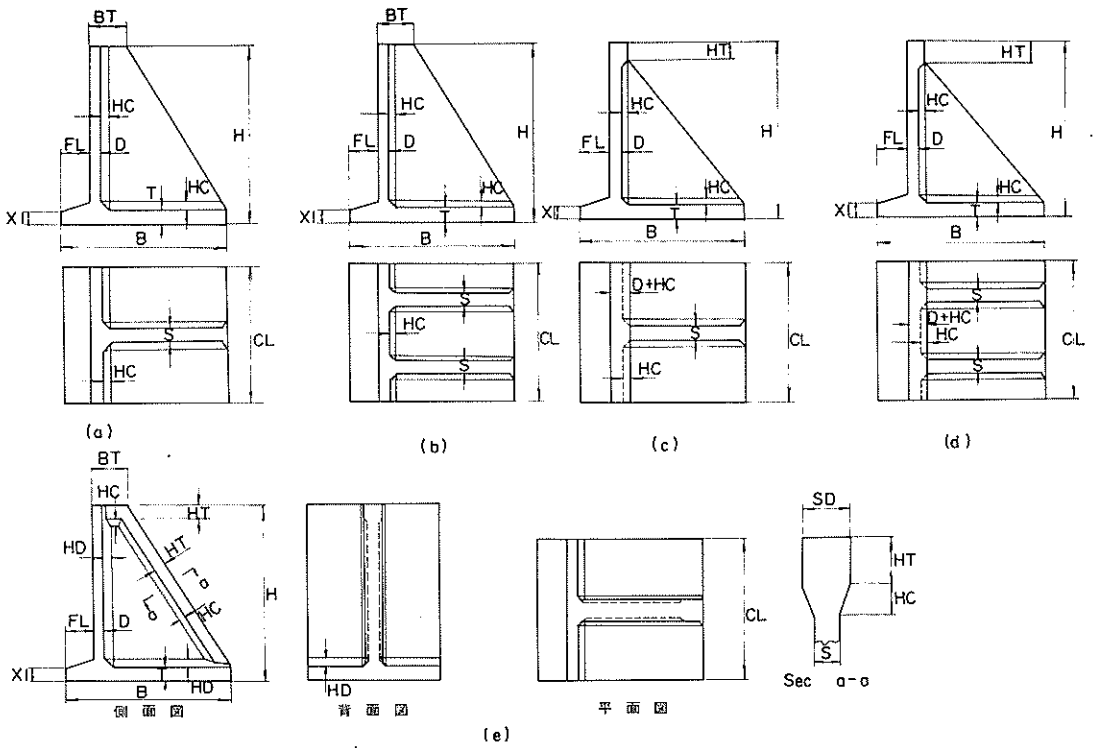


図-45 L形ブロックの形状

(2) L形ブロック

L形ブロックに関する検討には、つり上げ時の検討と完成時の壁体としての安定検討が必要である。

L形ブロックの形状は、図-45に示すように、扶壁が1枚または2枚の5タイプに限るものとし、これらについての検討をフローチャート-19に示すサブプログラムの構成で行う。

(3) セルラーブロック

セルラーブロックについては、L形ブロックと同様につり上げ時の検討及び完成時の検討が必要である。

セルラーブロックの形状は、種々のものが考えられるが、ここでは、比較的使用例の多い「長方形断面」と「I形断面」について算出できるようにする(図-47参照)。

それらの検討に必要なサブプログラムの構成はフローチャート-20のとおりである。

(4) 版の曲げモーメント係数¹⁾

ケーソンの底版の配筋設計、側壁の配筋設計、その他版に分布荷重が作用する場合の曲げモーメントなどを求める場合のために、曲げモーメント係数表が与えられて

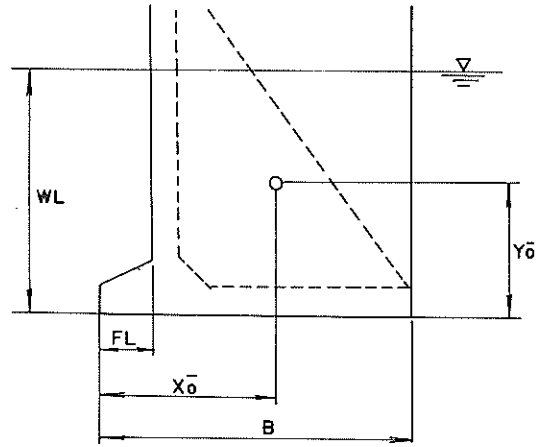
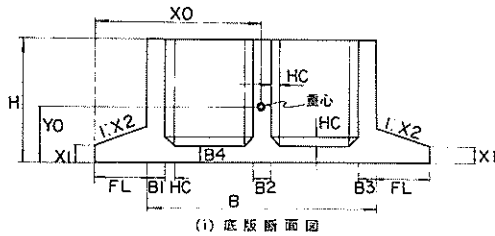
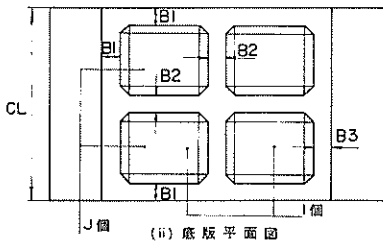


図-46 浮力を受ける部分の体積及び重心 (L形ブロック)

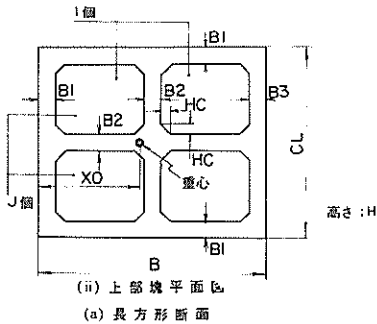
いる。設計プログラムの中に、これらを組み込んで、任意の辺長比の矩形の任意点につき、それぞれ補間をして(図-51参照)、曲げモーメント係数を求めることとする。



(i) 底版断面図

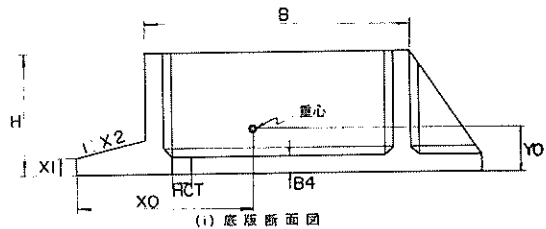


(ii) 底版平面図

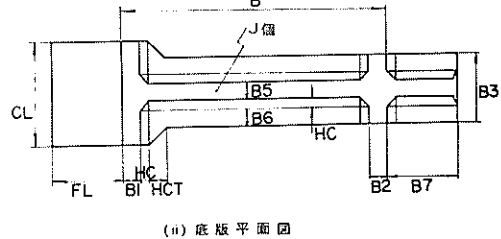


(ii) 上部塊平面図

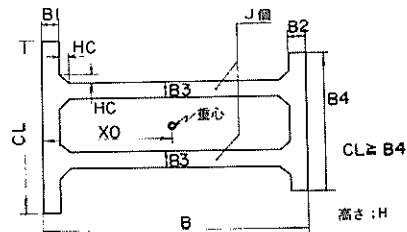
(a) 長方形断面



(i) 底版断面図



(ii) 底版平面図



(ii) 上部塊平面図

(b) I形断面

図-47 セルラーブロックの形状

つり上げ時の検討	
SUB 71	入力：L形ブロックの形状寸法 出力：L形ブロックの体積、重心位置
完成時の検討	
SUB 74	入力：L形ブロックの形状寸法、上部工の位置と形状寸法、地層線と土の単位体積重量、水位、材料の単位体積重量 出力：L形ブロックの壁体部分の重量、重心
SUB 71	入力：L形ブロックの形状寸法 出力：L形ブロックの体積、重心位置
SUB 69	入力：上部工の位置、形状寸法 出力：上部工の体積、重心位置
SUB 72	入力：L形ブロックの形状寸法、上部工の位置と形状寸法、地層線と土の単位体積重量
SUB 73	出力：L形ブロックの壁体部分の土の重量、重心 入力：L形ブロックの壁体部分の外側の形状寸法、水位 出力：浮力を受ける部分の体積、重心位置

フローチャート-19 L形ブロック

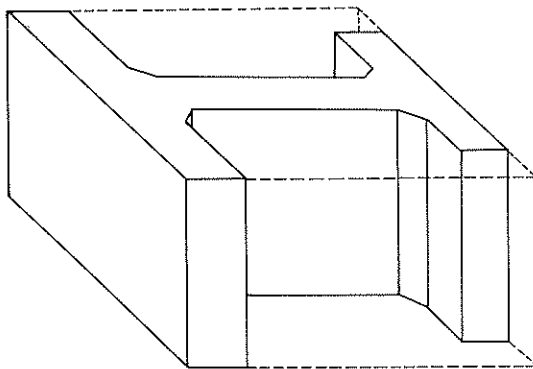


図-48 I形断面の中詰部分の体積（上部の塊）

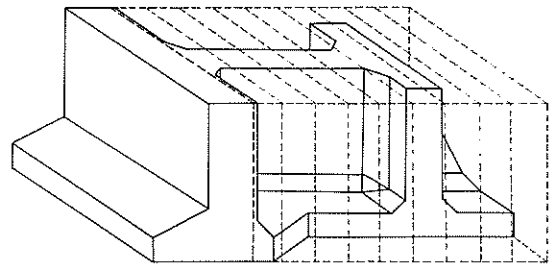


図-49 I形断面の中詰部分の体積（底版塊）

つり上げ時の検討に必要なサブプログラム	
SUB 75	入力：上部塊の形状寸法 出力：体積及び重心位置、中詰部分の体積及び重心位置
SUB 76	入力：底版塊の形状寸法 出力：体積及び重心位置、中詰部分の体積及び重心位置
完成時の安定検討に必要なサブプログラム	
SUB 78	入力：各段セルラーブロックの形状寸法、上部工の形状寸法、単位体積重量 出力：セルラーブロック、中詰部分及び上部工を含む範囲の重量、重心位置
SUB 77	入力：各段のセルラーブロックの形状寸法、単位体積重量 出力：セルラーブロック部分の重量、重心位置
SUB 75	入力：上部塊の形状寸法 出力：体積及び重心位置、中詰部分の体積、重心位置
SUB 76	入力：底版塊の形状寸法 出力：体積及び重心位置、中詰部分の体積、重心位置
SUB 69	入力：上部工の形状寸法 出力：上部工の体積、重心位置

フローチャート-20 セルラーブロック

もちろん、この曲げモーメント係数を求める一連のプログラムは完成しているが、プログラムのサイズが比較的大きいうえ、演算時間も、ここに示す方法に比べて、非常にながくなるため、以上の方法をとることとする。

ここで取り扱う版は、三辺固定一辺自由または四辺固定の矩形版とし、作用する分布荷重は、等分布荷重または、三角形分布荷重とする。

これらの版の曲げモーメント係数表は、版の辺長比ごとに、版の格子上的点について、その係数を与えている。

まず、**図-50**に示すように、係数を求める点 (x, y)

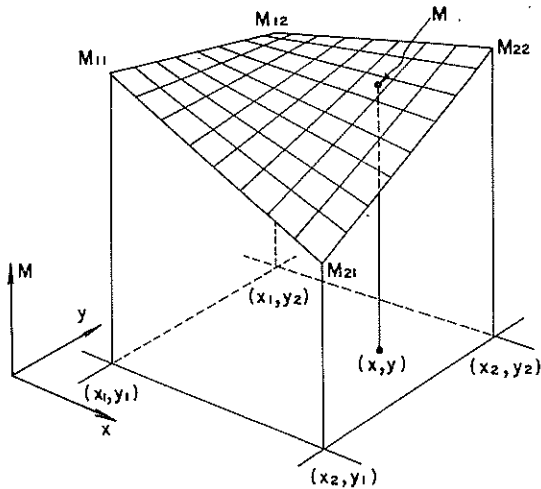


図-50 λ_j 面における曲げモーメント係数 M_i

を囲む4つの格子点 $(X1, Y1, \sim X4, Y4)$ 上の係数 $(XM1 \sim XM4)$ を求める。

x 方向の傾斜を a 、 y 方向の傾斜を b 、ねじれを c 、定数を d とすると、4点の座標及びそれぞれの係数から次の連立方程式ができる。

$$\left. \begin{aligned} a \cdot X1 + b \cdot Y1 + c \cdot X1 \cdot Y1 + d &= XM1 \\ a \cdot X2 + b \cdot Y2 + c \cdot X2 \cdot Y2 + d &= XM2 \\ a \cdot X3 + b \cdot Y3 + c \cdot X3 \cdot Y3 + d &= XM3 \\ a \cdot X4 + b \cdot Y4 + c \cdot X4 \cdot Y4 + d &= XM4 \end{aligned} \right\} (27)$$

この式(27)を解いて a, b, c, d を求める。

任意の点 (x, y) における曲げモーメント係数 XM は式(28)で求められる。

$$a \cdot x + b \cdot y + c \cdot x \cdot y + d = XM \quad (28)$$

点 (x, y) を囲む4点が、矩形格子にあるときは、式(27)において

$$X1=X2, X3=X4, Y1=Y4, Y2=Y3$$

となる。

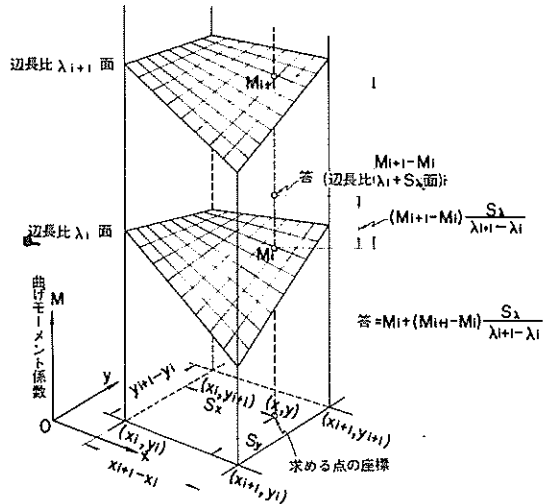


図-51 版の曲げモーメント係数の補間法

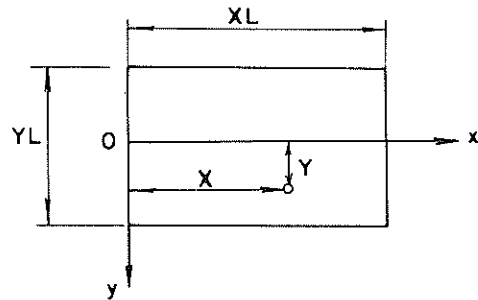


図-52 版の曲げモーメント

次に、求めようとする版の辺長比が、 λ_i と λ_{i+1} との間にあることを知って、**図-51**に示すように、**図-51**の求め方を基にして、辺長比 λ_i と λ_{i+1} との間で直線補間を行って、答を求める。

これらのサブプログラムの構成は、フローチャート-21のとおりである。

SUB 83 入力：三辺固定版か、四辺固定版かの区別、等分布荷重か三角形分布荷重かの区別、x方向の辺の長さ、モーメントを求める点の個数と位置荷重強度 出力：求める点のx方向及びy方向の曲げモーメント	SUB 79 入力：等分布荷重か三角形分布荷重かの区別 出力：三辺固定一辺自由版の曲げモーメント係数表	図-51参照
	SUB 80 入力：等分布荷重か三角形分布荷重かの区別 出力：四辺固定版の曲げモーメント係数表	
	SUB 4 入力：辺長比の数列、辺長比 出力： $\lambda_i, \lambda_{i+1}, S_{\lambda}$	
	SUB 4 入力：xの数列、y 出力： x_i, x_{i+1}, S_x	
	SUB 4 入力：yの数列、 出力： y_i, x_{i+1}, S_y	
	SUB 81 入力： $x_j, x_{i+1}, y_i, y_{i+1}, M_1 \sim M_4, x, y$ — SUB 82 出力：M 連立一次方程式	

フローチャート-21 版の曲げモーメント係数

2.2.5 基礎

(1) テルツァギによる許容支持力
 砂質地盤上の基礎の許容支持力は、式 (29) によって与えられる。

$$q_a = \frac{1}{F} \cdot (\beta r_1 B \cdot N_r + r_2 D N_q) + r_2 D \quad (29)$$

ここに

- q_a : 許容支持力 (t/m²)
- F : 安全率
- B : 基礎の最小幅 (m)
- D : 基礎の根入れ深さ (m)
- r_1 : 基礎底面より下の地盤の土の単位体積重量 (t/m³) (水面下にあれば、水中単位体積重量)
- r_2 : 基礎底面より上方の地盤の土の単位体積重量 (t/m³) (水面下にあれば、水中単位体積重量)
- N_r, N_q : 支持力係数 (図-53参照)
- β : 基礎の形状係数 (表-9参照)

表-9 基礎の形状係数

基礎面の形状	連続形	正方形	円形	長方形
β	0.5	0.4	0.3	$0.5 - 0.1(\frac{B}{L})^*$

* B : 長方形の短辺長 (m)
 L : 長方形の長辺長 (m)

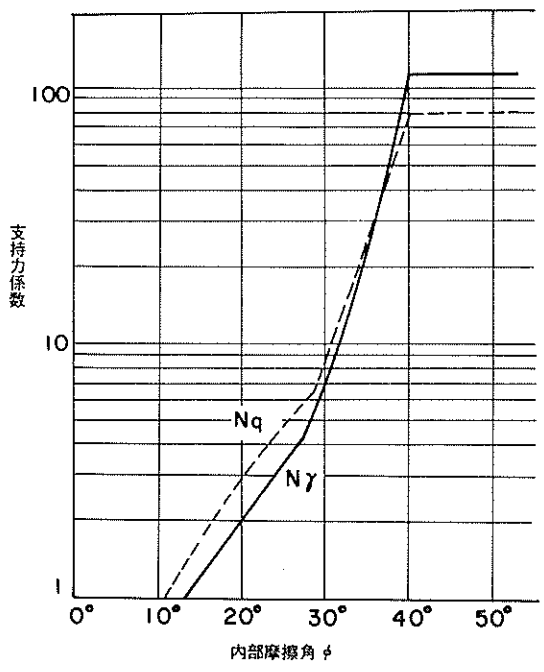


図-53 支持力係数

許容支持力 q_a を求めるプログラムの構成は、フローチャート-22のとおりである。

SUB 87 入力：安全率、基礎の幅、長さ、単位体積重量（基礎底面より上及び下）、根入長、内部摩擦角 出力：許容支持力	SUB 84	入力：なし 出力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ (図-53のNrのグラフを数列として呼び出す)
	SUB 5	入力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ 、内部摩擦角 出力：Nr
	SUB 85	入力：なし 出力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ (図-53のNqのグラフを数列として呼び出す)
	SUB 5	入力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ 、内部摩擦角 出力：Nq
	SUB 86	入力：基礎の幅、長さ 出力：基礎の形状係数

フローチャート-22 テルツァギによる許容支持力

(2) マイヤホフによる鉛直荷重時の極限支持力 $d_r = 1 + 0.6\left(\frac{D}{B}\right) \dots\dots\dots \phi > 10^\circ$
 砂質地盤におけるマイヤホフの荷重が、偏心、傾斜し $d_\phi = 1 \dots\dots\dots \phi \leq 10^\circ$
 ない場合の基礎の極限支持力は、式 (30) で与えられる。 $d_\phi = 1 + 0.2\left(\frac{D}{B}\right) \dots\dots\dots \phi > 10^\circ$

$$q_d = \beta r_1 B \cdot N_r \cdot d_r + r_2 D N_\phi \cdot d_\phi \quad (30)$$

ただし $D/B \leq 1$ のこと。
 ここでの記号等は、(1) テルツァギによる許容支持力と同じである。式 (30) のプログラムの構成は、フローチャート-23のとおりである。

ここに $d_r = 1 \dots\dots\dots \phi \leq 10^\circ$

SUB 89 入力：基礎の幅、長さ、単位体積重量（基礎底面より上及び下）、根入長、内部摩擦角 出力：極限支持力	SUB 84	入力：なし 出力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ (図-53のNrのグラフを数列として呼び出す)
	SUB 5	入力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ 、内部摩擦角 出力：Nr
	SUB 85	入力：なし 出力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ (図-53のNqのグラフを数列として呼び出す)
	SUB 5	入力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ 、内部摩擦角 出力：Nq
	SUB 86	入力：基礎の幅、長さ 出力：基礎の形状係数 (表-9の値)
	SUB 88	入力：内部摩擦角、根入長、基礎の幅 出力：補正係数 d_r, d_ϕ (式(30)参照)

フローチャート-23 マイヤホフによる鉛直荷重作用時の極限支持力

(3) 偏心傾斜荷重の方法

基礎に、偏心傾斜荷重が作用する場合、式(31)で求められる荷重強度 q が、式(32)で求まる許容支持力 q_a 以下であれば安定である。

$$q = \frac{P_v + \lambda_h P_h}{A'} \quad (31)$$

$$q_a = \beta r_1 B' N_r + r_2 D N_q + r_2 D \quad (32)$$

ここに

- q ; 偏心傾斜荷重強度 (t/m^2)
- P_v ; 荷重合力の鉛直成分 (t)
- P_h ; 荷重合力の水平成分 (t)
- A' ; 偏心傾斜荷重に対する有効載荷面積 (m^2)
 $A' = B' \times L'$
- B ; 基礎の短辺幅 (m)
- B' ; 有効接地幅 (m)
- L ; 基礎の長辺幅 (m)
- L' ; 有効接地面のL方向の長さ (m)
- λ_h ; 傾斜荷重に対する係数 (図-54参照)
- F ; 安全率
- ϕ ; 基礎地盤の内部摩擦角 (度)
- q_a ; 許容支持力 (t/m^2)
- β ; 基礎の形状係数 (表-9参照)
- r_1 ; 基礎底面から下の土の単位体積重量 (t/m^3)
- r_2 ; 基礎底面から上の土の単位体積重量 (t/m^3)
 r_1, r_2 とも水中では、水中単位体積重量
- N_r, N_q ; 支持力係数 (図-54参照)
- D ; 根入長 (m)

一方、粘性土地盤においては、式(33)によって求まる荷重強度 q が、式(34)によって求まる許容支持力 q_a

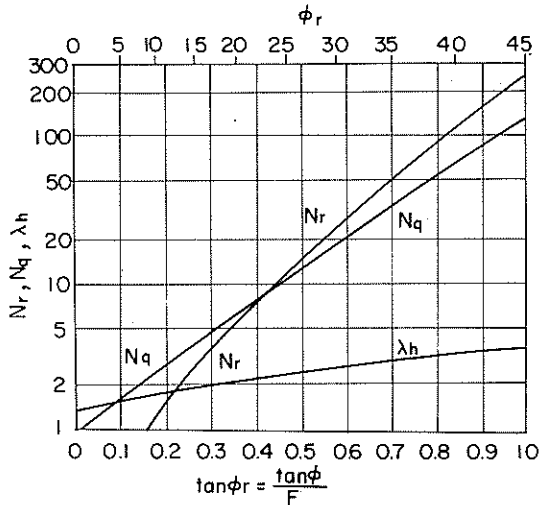


図-54 砂質土地盤の支持力係数

の値以下になるようにする。

$$q = \frac{P_v + \sqrt{2 P_h}}{A'} \quad (33)$$

$$q_a = N_c \frac{c}{F} + r_2 D \quad (34)$$

N_c ; 支持力係数 (図-55参照)

c ; 粘土の粘着力 (t/m^2)

F ; 安全率

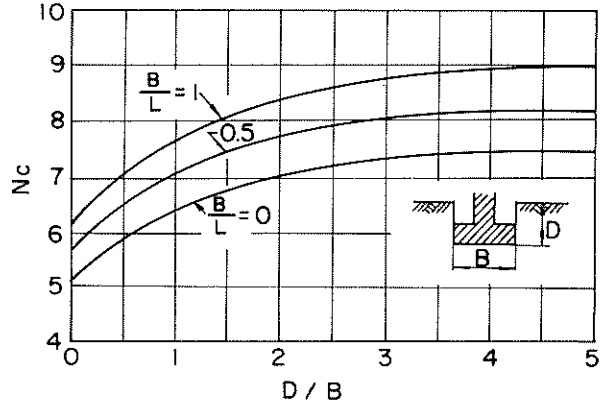


図-55 支持力係数 N_c

これらのプログラムの構成は、フローチャート-24、およびフローチャート-25のとおりである。

(4) 立石の解

平坦な砂質土地盤に偏心傾斜荷重が作用したときの極限支持力の鉛直成分及び安全率は、式(35)で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} q_a &= \frac{r_1 B}{2} N \\ F &= \frac{q_v}{\frac{V}{B}} \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

ここに

- q_a ; 極限支持力の鉛直成分 (t/m^2)
- r_1 ; 砂の単位体積重量 (t/m^3)
 水中にある場合は、水中単位体積重量
- B ; 基礎の幅 (m)
- V ; 荷重合力の鉛直成分 (t/m)
- N ; 支持力係数
- F ; 安全率

ただし、支持力係数 N は式(36)で求まる n の最小値である。

SUB 93 入力：鉛直力、水平力、基礎地盤の内部摩擦角、安全率、基礎の幅、長さ、基礎の有効幅、有効長さ、地盤の単位体積重量（基礎底面より上及び下）、根入長、 出力：地盤反力、許容支持力	SUB 90	入力：なし 出力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ (図-54の λh のグラフを数列として呼び出す)
	SUB 5	入力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ 、内部摩擦角、安全率 出力： λh (図-54の λh をよみとる)
	SUB 91	入力：なし 出力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ (図-54の Nr のグラフを数列として呼び出す)
	SUB 5	入力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ 、内部摩擦角、安全率 出力： Nr
	SUB 92	入力：なし 出力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ (図-54の Nq のグラフを数列として呼び出す)
	SUB 5	入力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ 、内部摩擦角、安全率 出力： Nq
	SUB 86	入力：基礎の幅、長さ 出力：基礎の形状係数

フローチャート-24 砂質地盤におけるヤンプーの方法

SUB 95 入力：鉛直力、水平力、基礎の幅、長さ、基礎の有効幅、有効長さ、根入長、安全率、粘着力、基礎底面から上の土の単位体積重量 出力：地盤反力、許容支持力	SUB 94	入力：なし 出力： $X_i, Y_j, i, S_j, j=1\sim N$ (図-55のグラフを数列として呼び出す) (図-55のグラフを図-6の形として呼び出す)
	SUB 16	入力： $X_i, Y_j, i, S_j, j=1\sim M, i=1\sim N$ 、基礎の幅、長さ、根入長 出力： Nc (図-55のグラフを読みとる)

フローチャート-25 粘性土地盤におけるヤンプーの方法

$$n = \frac{r^2(2\theta - \sin 2\theta)}{\sqrt{\left\{(\sin \theta + \alpha \cdot \cos \theta) - \frac{1-|\varepsilon|}{r}\right\}^2 \operatorname{cosec}^2 \phi - \alpha^2 - 1}} \quad (36)$$

式 (36) において、一定値として与えられるものは、 $\alpha, \varepsilon, \phi$ であり、 r と θ は変数とみなせる。すなわち、式 (36) は、式 (37) の形で表わされる。

$$n = f(r, \theta) \quad (37)$$

式 (37) の2つの変数、 r と θ を変形させて、 n が最小となる場合を試行によって求めればよい。

(図-56 (a) (b) 参照)

ここに

r ; すべり円の半径を表わす係数。 n が最小となる r の値。

$$\text{すべり円の半径} = r \frac{B}{2}$$

θ ; すべり円の中心角の $\frac{1}{2}$ 。 n が最小となる θ の値。

α ; 荷重の傾斜角 (ラジアン)

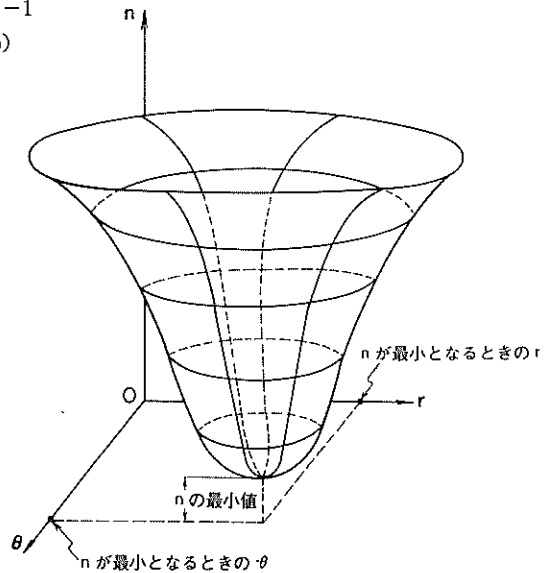


図-56 (a) 支持力係数 n の最小値

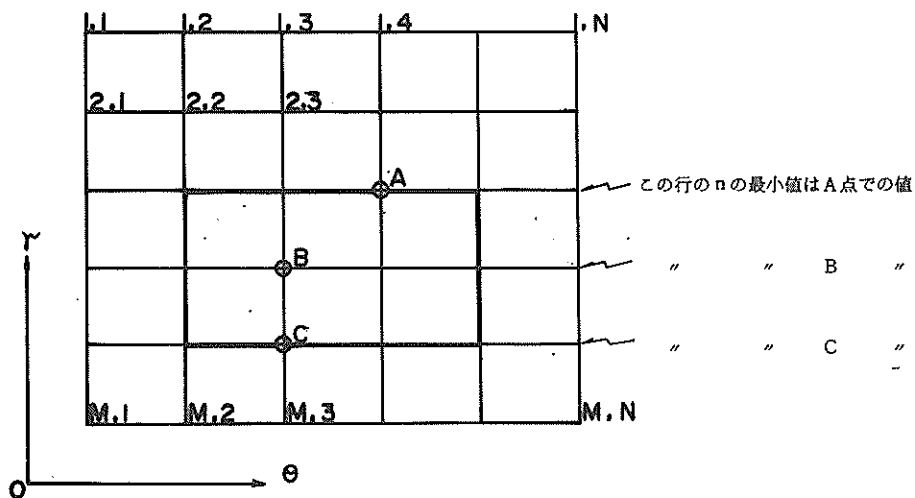


図-56 (b) 支持力係数 n の求め方

e : 荷重の偏心度

ϕ : 基礎地盤の内部摩擦角

これらのサブプログラムの構成は、フローチャート-26のとおりである。

<p>SUB 97 入力 ; 地盤の単位体積重量、内部摩擦角、基礎の幅、荷重の鉛直力、水平力、偏心度 出力 ; 極限支持力の鉛直成分、安全率、すべり円の半径と中心角</p>	<p>SUB 96 入力 ; 荷重の傾斜角、荷重の偏心度、地盤の内部摩擦角 出力 ; 支持力係数、半径を求める係数、すべり円の中心角 (式 (36) 参照)</p>
---	---

フローチャート-26 立石の解

(5) 片山・内田法⁶⁾

地表面に斜面を有する二層系地盤上で、根入れをもつ基礎に、偏心傾斜荷重が作用した場合の支持力の計算が可能であるように、立石の解を拡張したものである。

このサブプログラムは、すでに、1つのまとまったものとして完成している。これは、比較的多数のサブプログラムから構成されており、その膨大なフローチャートを示すことは、避けたい。

また、サブプログラムの仕様を示すと、SUB 98 のとおりである。

(6) 粘性土地盤に鉛直荷重が作用する場合

鉛直荷重が作用する場合の粘性土地盤における基礎の許容支持力は、式 (38) により求める。

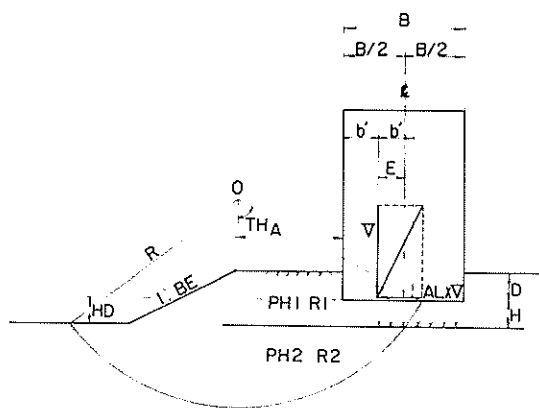


図-57 片山・内田法

$$q_a = N_c \frac{C_o}{F} + r_2 \cdot D \quad (38)$$

ここに

- q_a : 許容支持力 (t/m²)
- N_c : 支持力係数⁷⁾
- C_o : 基礎底面における土の粘着力 (t/m²)
- F : 安全率
- r_2 : 基礎底面から上の土の単位体積重量 (t/m³)
水中にある場合は、水中単位体積量
- D : 基礎の根入深さ (m)

これらのサブプログラムの構成は、フローチャート²⁷⁾のとおりである。

(7) くい横抵抗

港研方式及びチャンの方法によるくいの横抵抗の計算を行うサブプログラムは、比較的大きなプログラムであるが、既に完成している(プログラムライブラリ(15)、港研、1976.9、pp.146~153)。

このサブプログラムの仕様を示すと、SUB 101 のとおりである。

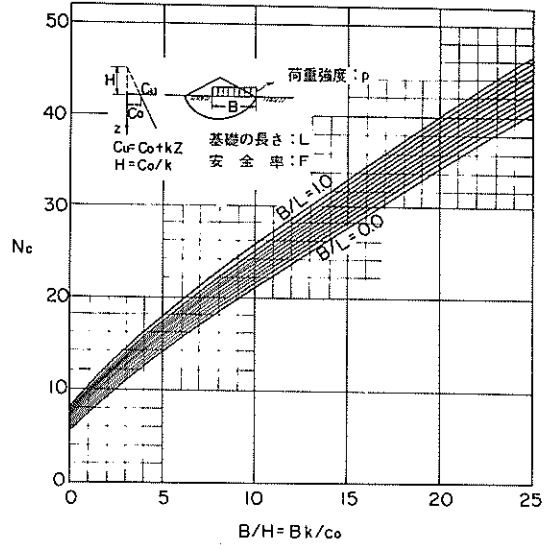


図-58 支持力係数 N_c

SUB 100 入力: 基礎の幅、長さ、根入深さ、粘土の強度、地盤の単位体積重量、安全率 出力: 許容支持力	{	SUB 99 入力: なし 出力: $X_i, Y_{ji}, S_j, j=1 \sim M, i=1 \sim N$ (図-58を数列として呼び出す)
		SUB 16 入力: $X_i, Y_{ji}, S_j, j=1 \sim M, i=1 \sim N$, 基礎の幅、長さ、粘土の強度 出力: 支持力係数

フローチャート-27 粘性土地盤に鉛直荷重が作用する場合

(8) 端趾圧

図-59のようにマウンド上に重力式壁体がかった場合の基礎マウンド上面での端趾圧は、式(39)で与えられる。

$$P_1 = \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \cdot \frac{V}{B}$$

$$P_2 = \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \cdot \frac{V}{B}$$

$$B' = B$$

$$\text{ただし } e \leq \frac{B}{6}$$

$$P_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{V}{\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

39 ※

$$P_2 = 0$$

$$B' = 3\left(\frac{B}{2} - e\right)$$

$$\text{ただし } e > \frac{B}{6}$$

※

ここに

P_1 : 最大端趾圧 (t/m²)

$$e : \frac{B}{2} - x \quad x = \frac{M_v - M_h}{V}$$

B : 基礎の幅 (m)

M_v : 鉛直力による転倒の抵抗モーメント (t-m)

M_h : 水平力による転倒モーメント (t-m)

V : 鉛直力 (t)

P_2 : 最大端趾圧 (t/m²)

B' : 端趾圧の作用幅 (m)

一方、同様の状態でマウンドの底面での端趾圧を求めると、式(40)のとおりである。(図-59参照)

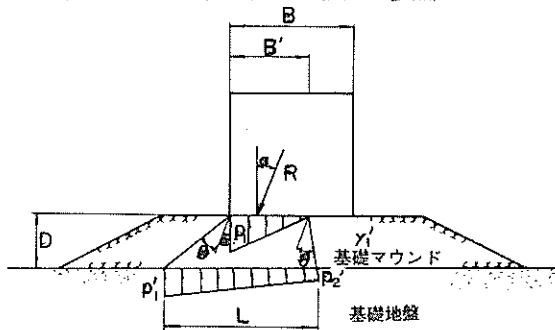


図-59 端趾圧

$$p'_1 = \frac{B'}{L} p_1 + \gamma'_1 D'$$

$$p_2 = \gamma'_1 D$$

40 ※

$$L = B' + D \{ \tan(\theta + \alpha) + \tan(\theta - \alpha) \}$$

ここに

p'_1 ; 最大端趾圧 (t/m²)

p'_2 ; 最小端趾圧 (t/m²)

L ; 端趾圧の作用幅 (m)

γ'_1 ; マウンドの単位体積重量 (t/m³)

水中にあるときは、水中単位体積重量

D ; マウンドの厚さ (m)

θ ; マウンド内の荷重の分散角 (度)

α ; 荷重合力の傾斜角 (度)

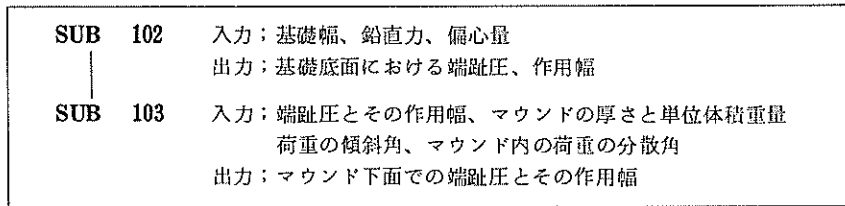
その他の記号については、式(39)と同じである。

これらのサブプログラムの構成は、フローチャート-28のとおりである。

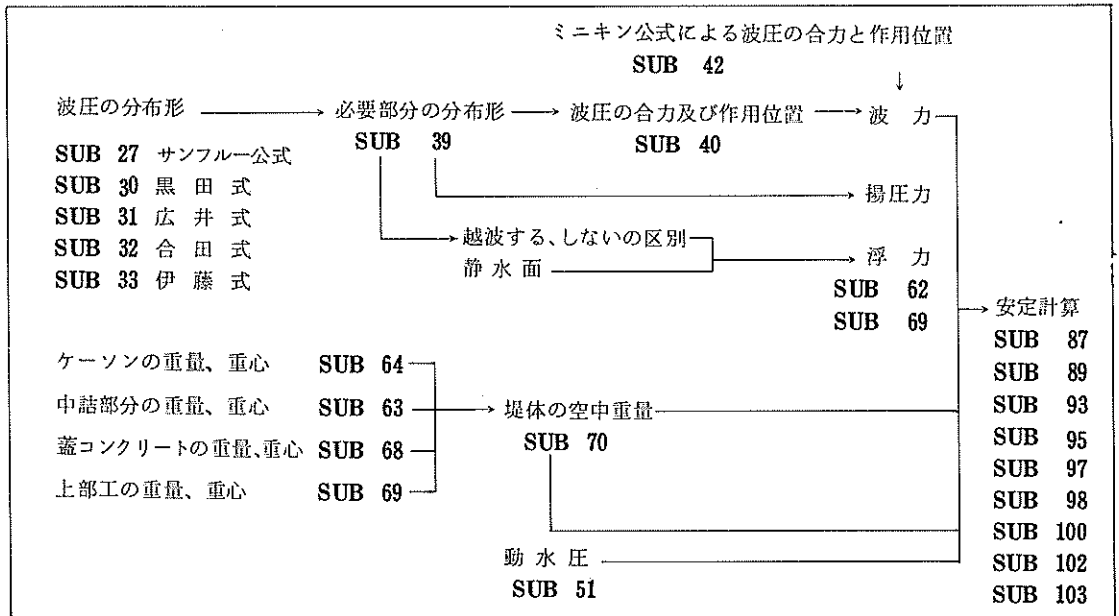
2.2.6 外かく施設

(1) ケーソン混成堤

ケーソン混成堤の安定計算を行う場合の外力、荷重の項目およびそれらの関連の概略を示すと、フローチャート-29のとおりである。安定計算に用いる技術の項目の



フローチャート-28 端趾圧



フローチャート-29 ケーソン混成堤

大部分は、既に述べたとおりであり、それらを組み合わせ、また、計算の流れをコントロールすることによって、一連の安定計算が可能となる。

(2) セルラーブロック堤

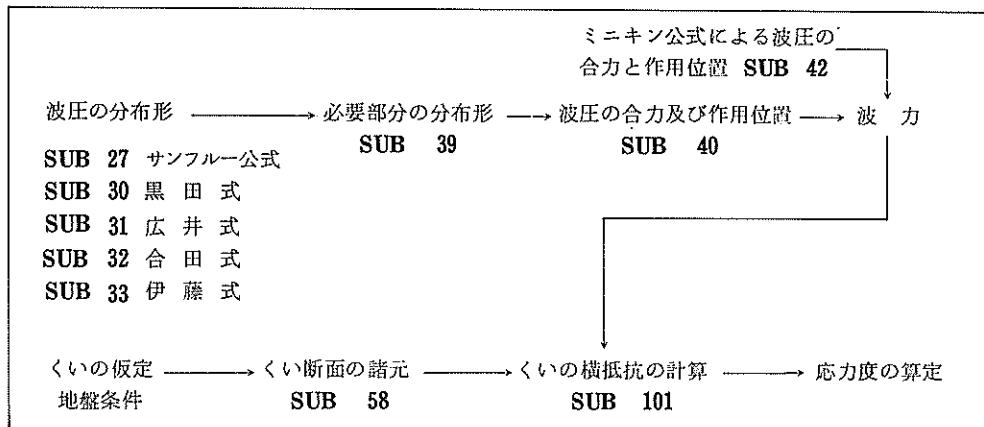
セルラーブロック堤の安定計算は、ケーソン混成堤の場合（フローチャート-29）と大部分が同じである。フローチャート-29において、SUB 70（堤体の空中重量）の代りにセルラーブロックの堤体の空中重量（SUB 78）

を挿入すれば、セルラーブロック堤の安定計算を行うことができる。

(3) 鋼管直ぐい式防波堤

鋼管直ぐい式防波堤の安定計算は、外力としての波力を求め、それを、鋼管直ぐいに水平力として作用させ、くいの横抵抗の計算を行えばよい。これらの項目の概略の構成を示すと、フローチャート-30のとおりである。

いずれの項目についても、既に述べたサブプログラムが有効に使用できる。



フローチャート-30 鋼管直ぐい式防波堤

(4) カーテン式防波堤

カーテン式防波堤の場合には、波の反射率、伝達率を考慮して、カーテンウォールの下端の位置を決めている。

またカーテンウォールの天端高さは、その下端の位置から、波の打ち上り高さを求めて決めている。そのための波の反射率、伝達率および天端高さの算定図を、図-60～図-63に示す。⁸⁾ これらのグラフを数列で表現し読み取るサブプログラムを作成すれば、フローチャート-31のとおりである。

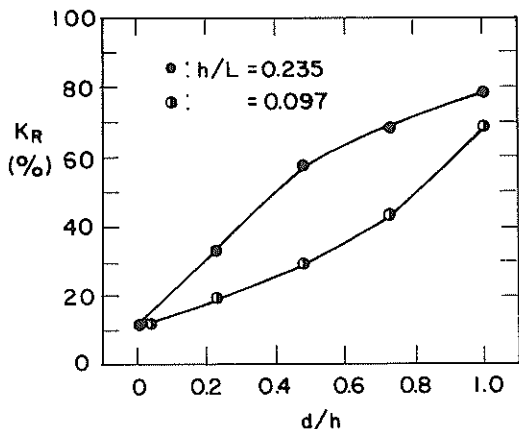


図-60 反射率とd/hの関係

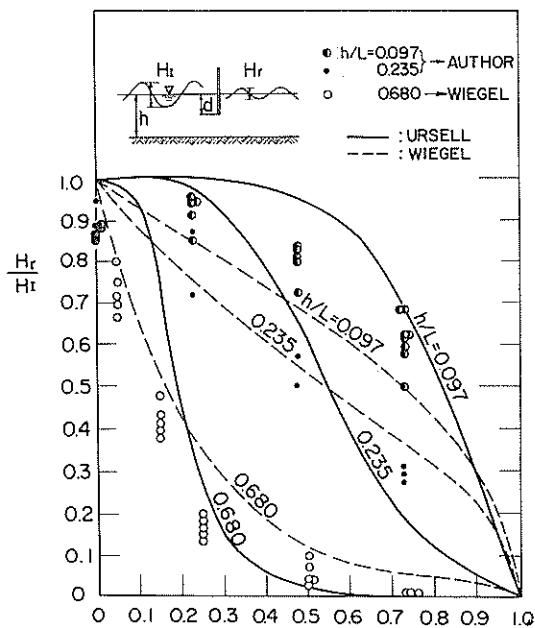


図-61 伝達率とd/hの関係

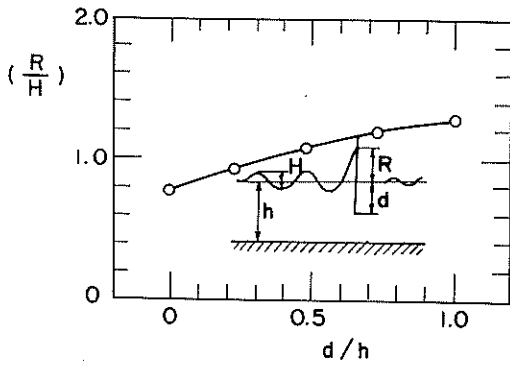


図-62 カーテン壁への波の打ち上り高と d/h の関係
(カーテン防波堤の天端高算定曲線)

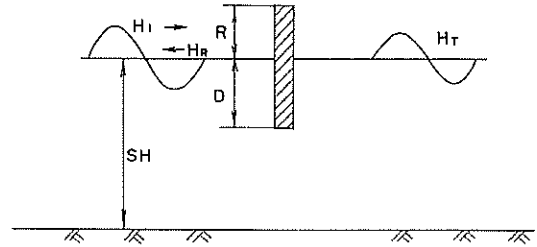


図-63 カーテン防波堤

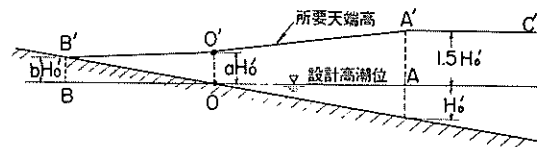


図-64 鉛直壁の天端高算定図

SUB 107 入力：水深、波長、カーテン下 端水深 出力：反射率、伝達率、天 端高/波高比	↓	SUB 104 入力：なし 出力： $X_i, Y_{ji}, S_j, j=1\sim M, i=1\sim N$ (図-60のグラフを図-6の方法で数 列として呼び出す)
	↓	SUB 16 入力： $X_i, Y_{ji}, S_j, j=1\sim M, i=1\sim N$ 、水深、波長、 カーテン下 端水深 出力：反射率
	↓	SUB 105 入力：なし 出力： $X_i, Y_{ji}, S_j, j=1\sim M, i=1\sim N$ (図-61のグラフを図-6の方法で数 列として呼び出す)
	↓	SUB 16 入力： $X_i, Y_{ji}, S_j, j=1\sim M, i=1\sim N$ 、水深、波長、カー テン下 端水深 出力：伝達率
	↓	SUB 106 入力：なし 出力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ (図-62のグラフを数列として呼び 出す)
	↓	SUB 5 入力： $X_i, Y_i, i=1\sim N$ 、水深、カーテン下 端水深 出力：天端高/波高比

フローチャート-31 カーテン式防波堤

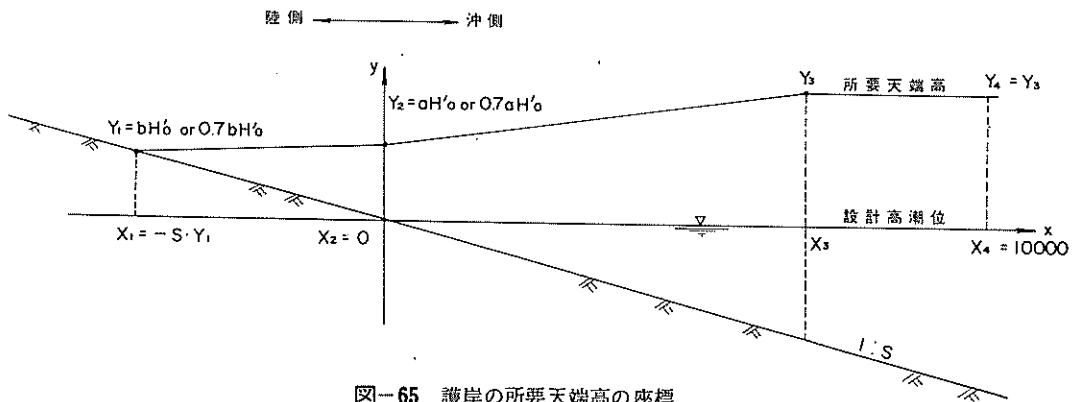


図-65 護岸の所要天端高の座標

(5) 護岸の所要端高

消波工のない護岸の天端高は次のようにして求める。

A点：換算沖波波高 H_0' に等しい水深の地点

A'C'：水平

0点：設計高潮位上、地盤高が bH_0' となる点

ただし、図-64における a 、 b の値は次の表-10によって求める。

護岸法線に斜め入射する場合には、表-10による係数 a 、 b に、次の式(41)で求められる α を乗じた値を a 、 b として用いる。

$$\alpha = \frac{1 + \cos \beta}{2} \quad (41)$$

また、消波工のある護岸の天端高は、消波工のない場合の設計高潮位上の天端高の0.7倍まで下げる。

また、傾斜壁のときは、表-10の「A点以深」の1.5 H_0' の代わりに、表-11による値を用いる。係数 a 、 b については、表-10のままよい。

これらの過程をフローチャート-32に示す。

2.2.7 係留施設

(1) ケーソン式係船岸

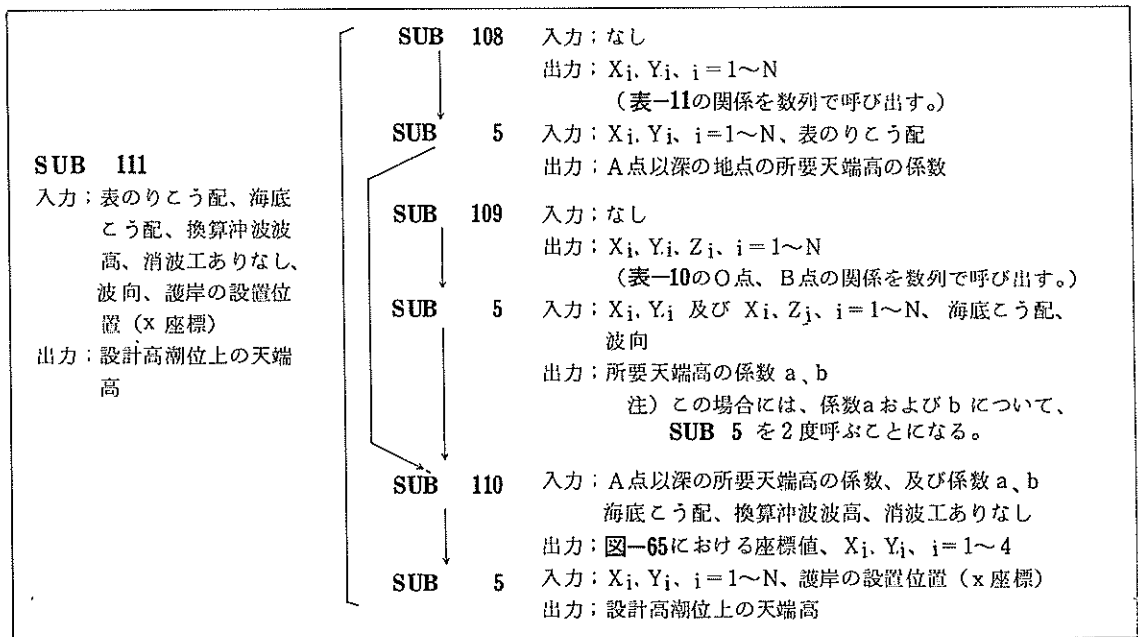
ケーソン式係船岸に作用する外力項目及びその安定計算の項目の構成は、フローチャート-33に示すとおりである。壁体重量は防波堤の安定計算の場合の堤体重量にフーチングおよびケーソン上の裏埋土の重量を加えたものになり、また、防波堤の安定計算における波力の代り

表-10 直立壁の天端高算定のための係数表

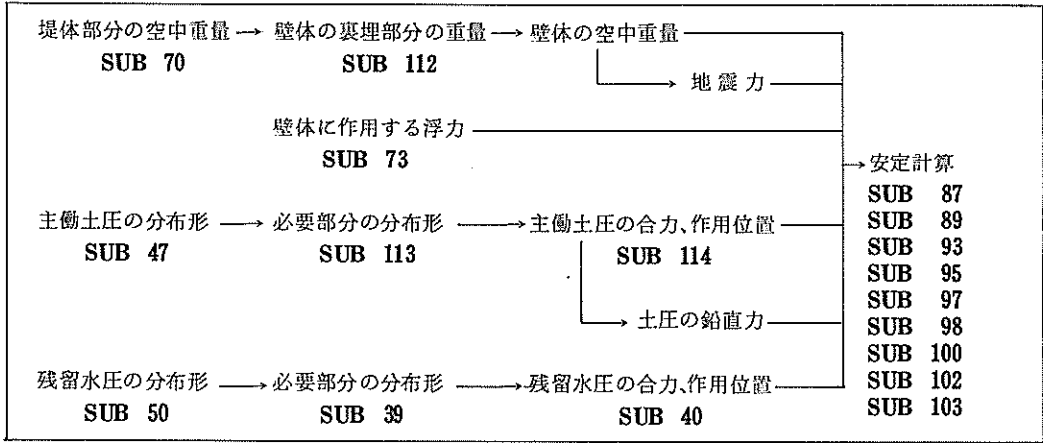
地点	海底こう配	設計潮位上の所要天端高
A点以深	すべてのこう配	1.50 H_0'
0点	1:50よりゆるやか	0.5 H_0'
	1:30	0.6 H_0'
	1:20	aH_0' 0.9 H_0'
	1:10	1.3 H_0'
	1:10より急	1.5 H_0'
B点	1:50よりゆるやか	0.3 H_0'
	1:30	0.4 H_0'
	1:20	bH_0' 0.6 H_0'
	1:10	0.9 H_0'
	1:10より急	1.2 H_0'

表-11 傾斜壁の場合のA点以深の地点における天端高

堤防表ノリこう配	設計潮位上の所要天端高
1:1 未満	1.5 H_0'
1:1~1:1.5	2.0 H_0'
1:2	2.2 H_0'
1:3	2.0 H_0'



フローチャート-32 護岸の所要天端高



フローチャート-3.3 ケーソン式係船岸

に主働土圧、残留水圧を作用させるなど、かなりの部分が防波堤の場合の項目に追加、または項目を差し換えることによって係船岸の安定計算を行うことができる。

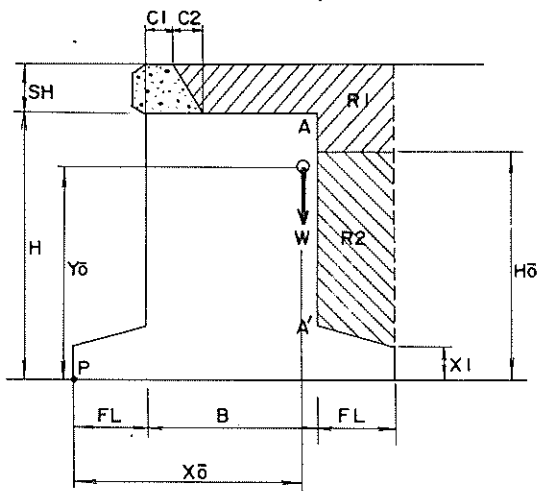


図-66 ケーソン式係船岸の裏埋土

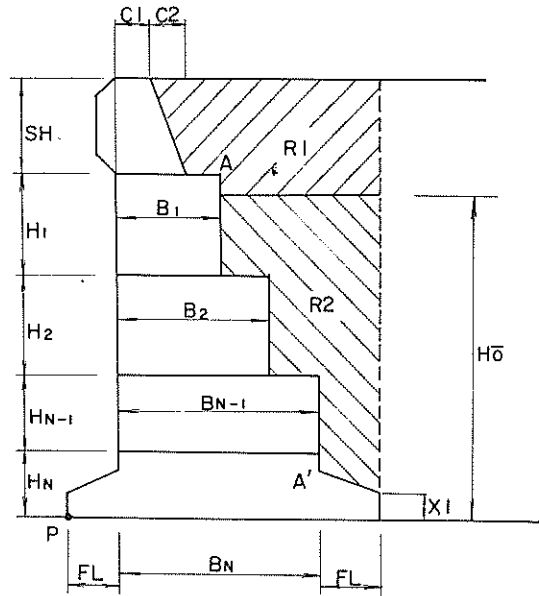


図-68 セルラーブロック式係船岸の裏埋土

(2) L形ブロック式係船岸

ケーソン式係船岸（フローチャート-33参照）の壁体の空中重量 SUB70 の代わりに、SUB 69、SUB 71 および、SUB 72（L形ブロックの壁体部分の裏埋土の空中重量）を差し換えればよい。また、壁体に作用する浮力はケーソン式係船岸であっても、L形ブロック式係船岸であっても、共通して SUB 73が使えることはもちろんである。

(3) セルラーブロック式係船岸

フローチャート-33に示したケーソン式係船岸をもとに、堤体部分に空中重量 SUB 70 の代わりに、セルラーブロックの堤体部分の空中重量 SUB 78を差し換える。

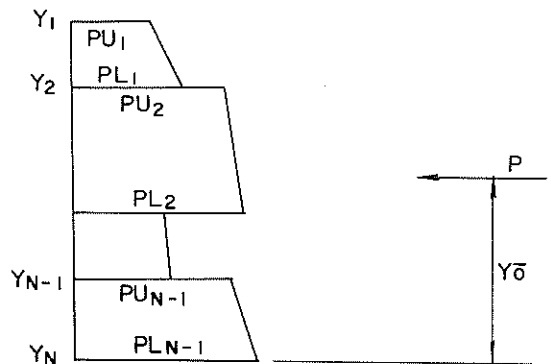


図-69 不連続分布形の合力、作用位置

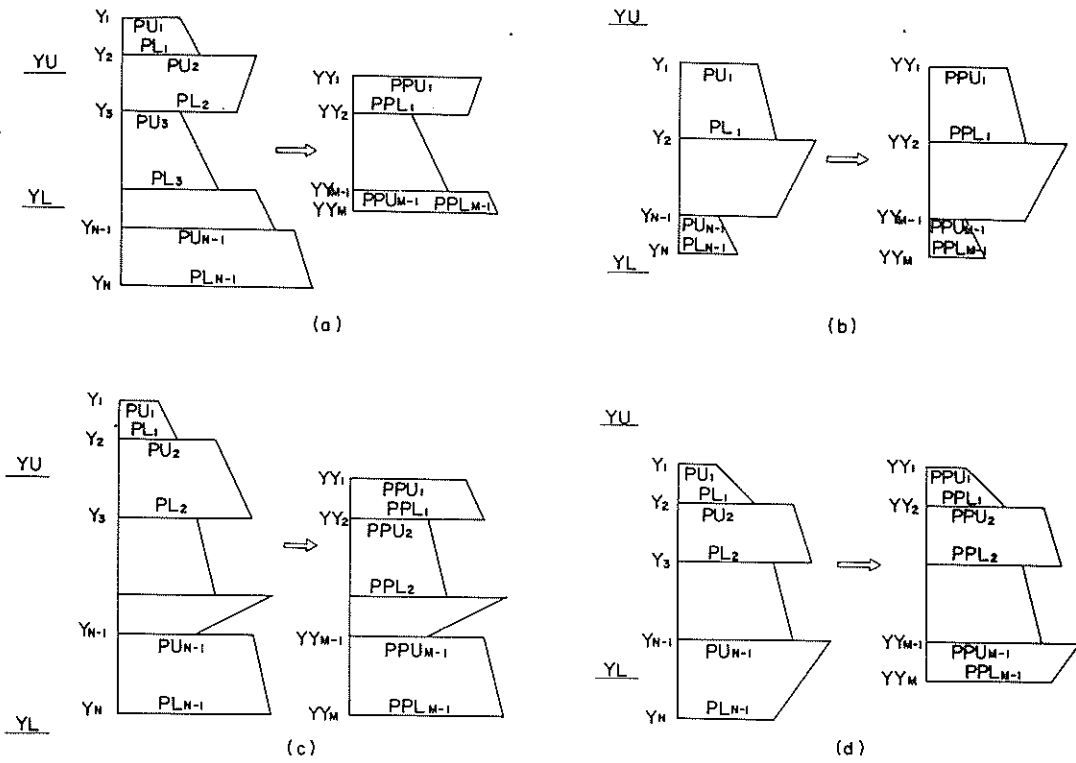
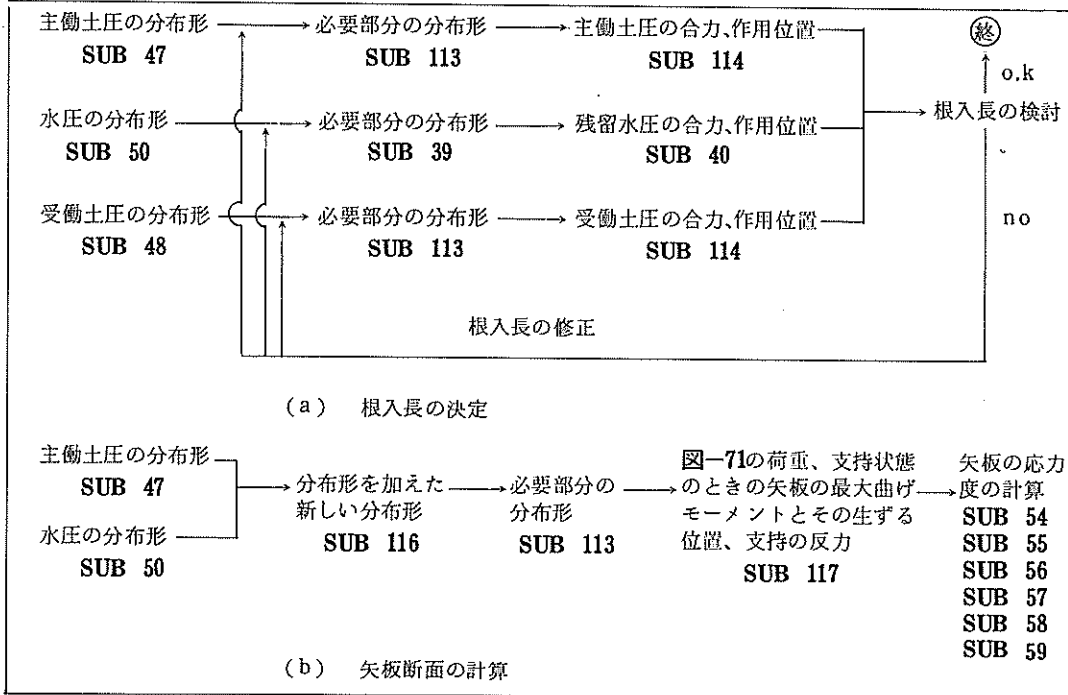


図-67 分布形を上限、下限で切ったときの新しい分布形 (SUB 113)



フローチャート-34 フリーアースサポート法、仮想ばり法

また、壁体の裏埋部分の空中重量は、ケーソン式の場合とは、裏面の形状が異なるためケーソン式係船岸の場合の **SUB 12** はそのまま使わず、別途、**SUB 115** として求める必要がある。

しかし、壁体に作用する浮力 **SUB 73** は、セルラープロック式の場合にも、共通して用いることができる。

(4) フリーアースサポート法、仮想ばり法による矢板の計算

フリーアースサポート法によって矢板の根入長を、また、仮想ばり法によって矢板に生ずるモーメント及びタイロッド張力を求める過程をフローチャート-34に示す。

根入長の決定のために行う試行計算は、後述の 2.2.8 その他の (1) 逐次二等分法によれば便利である。

(5) 控え直ぐい

控え直ぐいの断面及び根入長は、**SUB 117** (仮想ばり

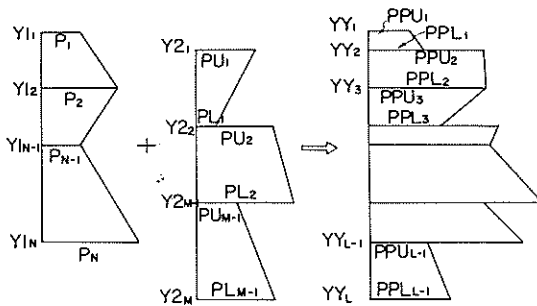


図-70 連続分布形と不連続分布形との加算

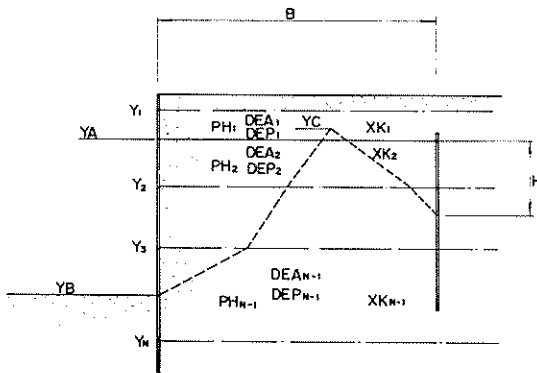


図-72 控え工の設置位置

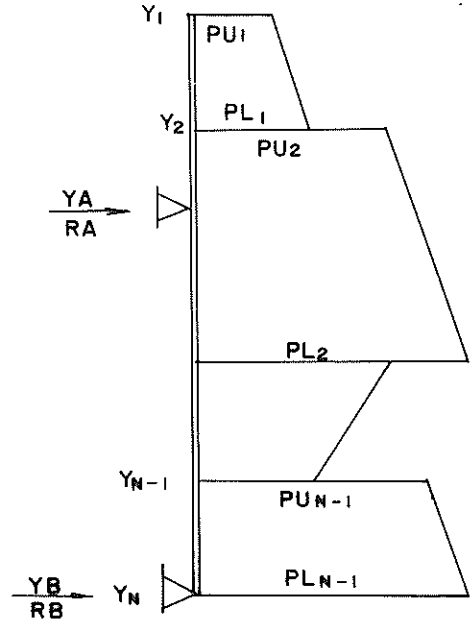


図-71 仮想ばり法

法) で求まるタイロッド張力を水平力として作用させ、**SUB 101** (くいの横抵抗) でくい断面に生ずる曲げモーメント及び矢板の根入長を計算する。断面力の算定には **SUB 58** (鋼管ぐいの諸元表) が有効となる。このほか

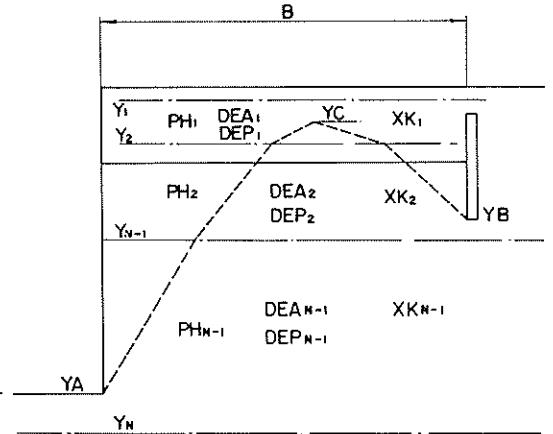
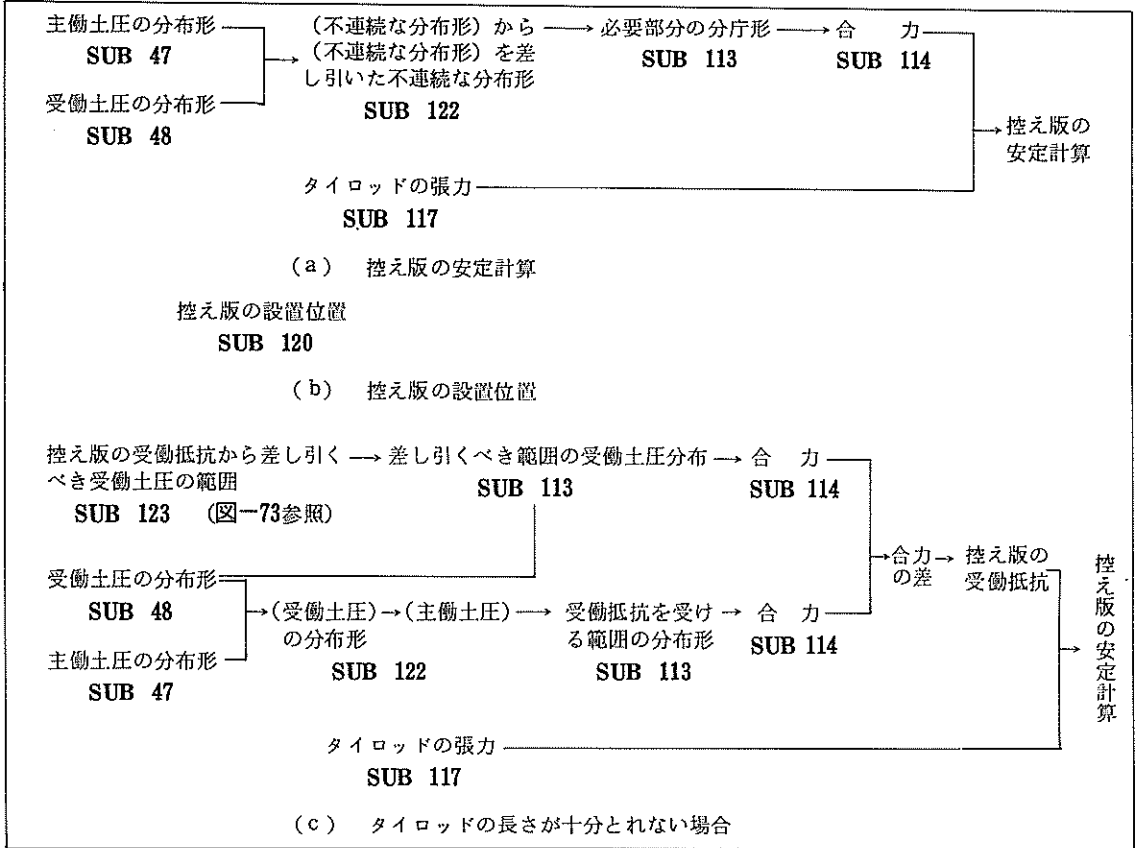


図-73 控え版の設置位置が十分背後にとれない場合の受働抵抗から差し引くべき受働土圧の範囲

SUB 120 入力: Y, PH, DEA, DEP, XK, N, YA, YB, YC, H 出力: B (記号の説明は図-72のとおり)	{	SUB 118 入力: 内部摩擦角、壁面摩擦角、見掛けの震度 出力: 主働崩壊角
		SUB 119 入力: 内部摩擦角、壁面摩擦角、見掛けの震度 出力: 受働崩壊角

フローチャート-35 控え直ぐいの設置位置



フローチャート-36 控え版

控え直ぐいの設置位置を求めるプログラムも必要であり、その構成をフローチャート-35に示す。

また、控え直ぐいの場合、タイロッドの長さが十分とれないときは、控え直ぐいは自由長を有するくいとて、計算しなければならない。そのために、自由長を求めるSUB 121が必要となる。

(6) 控え版

控え版の安定計算及び設置位置を求めるプログラムの構成は、フローチャート-36のとおりである。安定計算では、不連続な分布形(受働土圧)から不連続な分布形(主働土圧)を差し引いた新しい分布形(抵抗土圧)を求めるサブプログラム(SUB 122)が必要となる。一方、控え版の設置位置については、控え工の設置位置のプログラム(SUB 120)の入力データの壁面摩擦角DEPを変えることによって求めることができる。

さらに、タイロッドの長さが十分とれない場合は、フローチャート-36の(c)の受働抵抗から差し引くべき受働土圧の範囲(SUB 123)を求めれば、安定計算が可能となる。

(7) たな式係船岸

矢板に作用する主働土圧および残留水圧の分布は、た

な幅が十分かどうかによってフローチャート-37の(b)および(c)のように、2とおりの計算方法に分かれる。また、たな部に作用する水平力のうち、矢板から伝達される水平力の算定は、フローチャート-34の(b)のとおりである。

フローチャート-37の(c)の場合、矢板からの水平力および根入長の検討の項目は、(b)の場合と同様

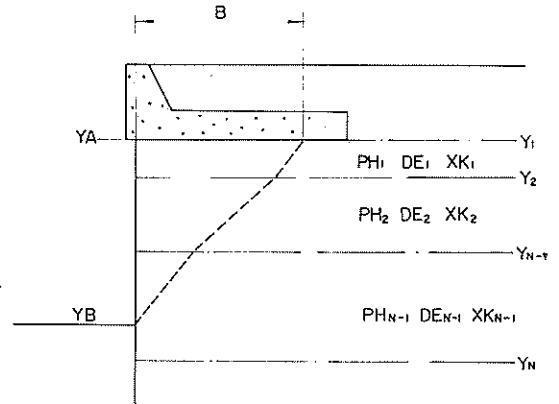


図-75 たなの幅

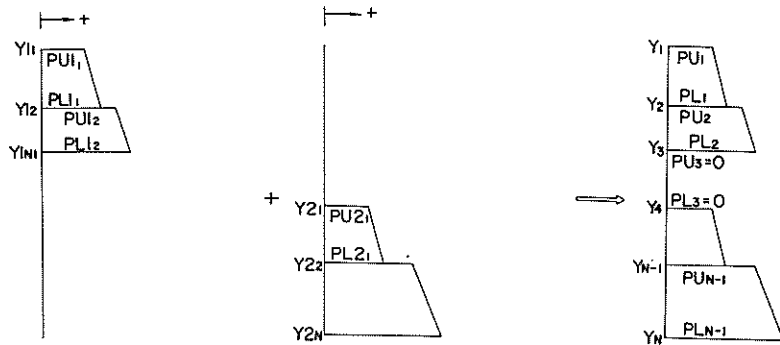
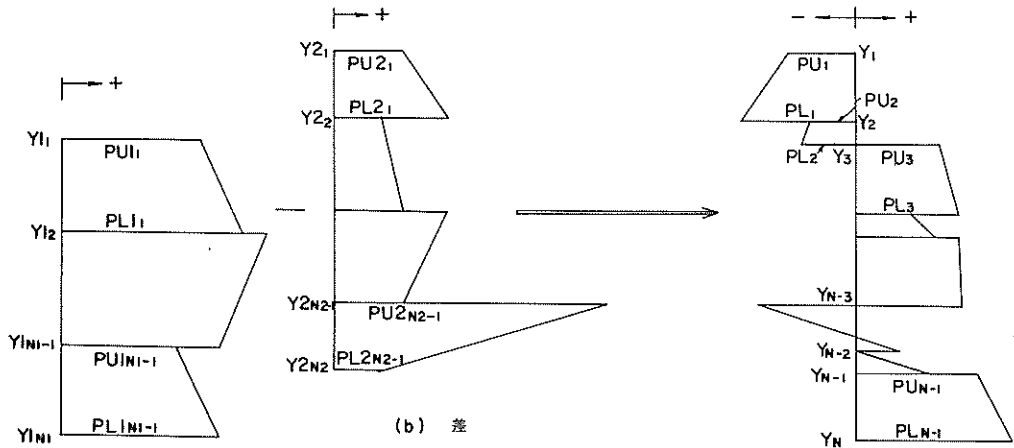
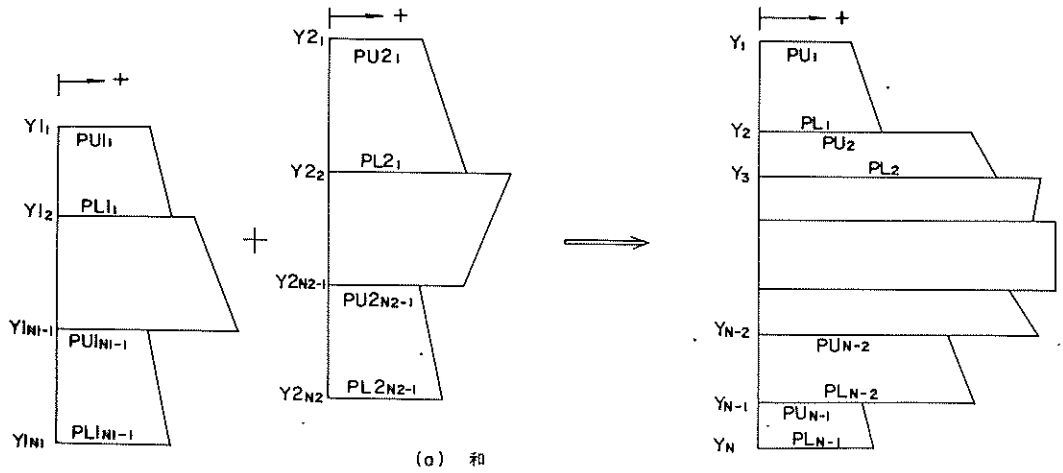


図-74 2つの不連続分布形の和または差

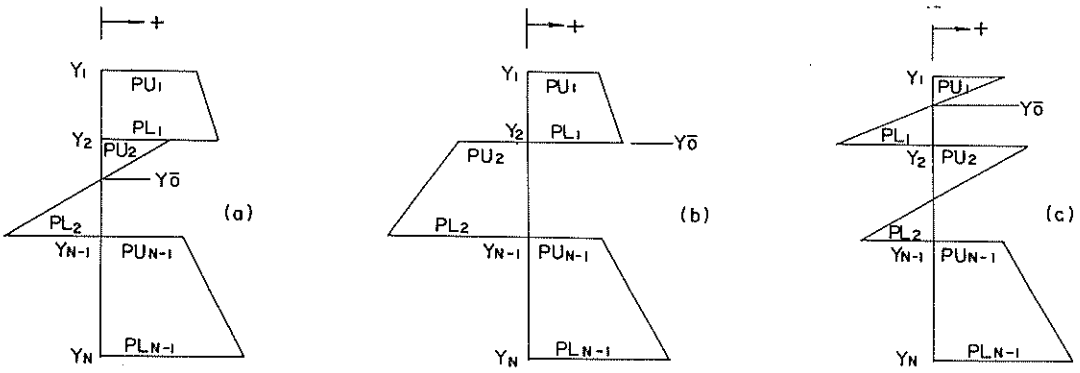
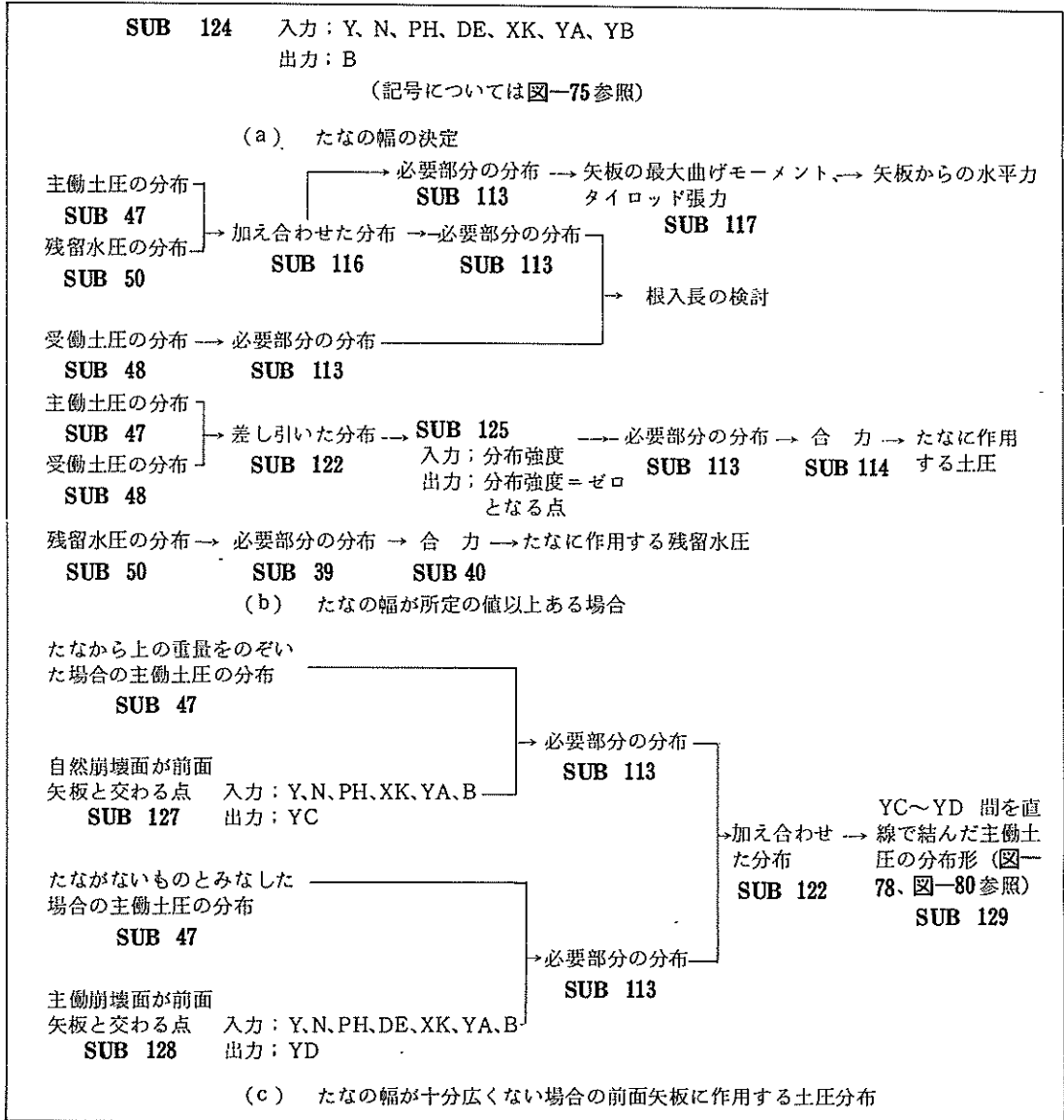


図-76 不連続分布強度がゼロとなる点



フローチャート-37 たな式保船岸

して行うことができる。ただし、(c) の場合には、(b) の場合の主働土圧分布の代わりに、SUB 129 で求められる土圧の分布形を用いなければならない。

一方、たなに作用する土圧および残留水圧については(c) の場合は (b) の場合と全く同じ求め方でよい。

(8) 鋼矢板セル式係船岸

鋼矢板セルに作用する外力は、フローチャート-38のとおりである。また、中詰が砂の場合の抵抗モーメント

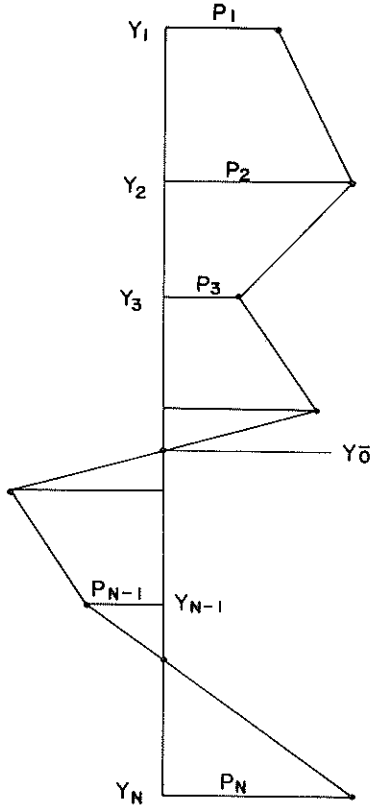


図-77 連続した分布の強度がゼロとなる点

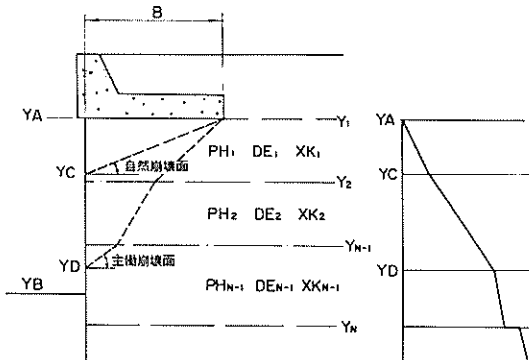


図-78 たなの幅が所定の値以下の場合に矢板に作用する主働土圧分布

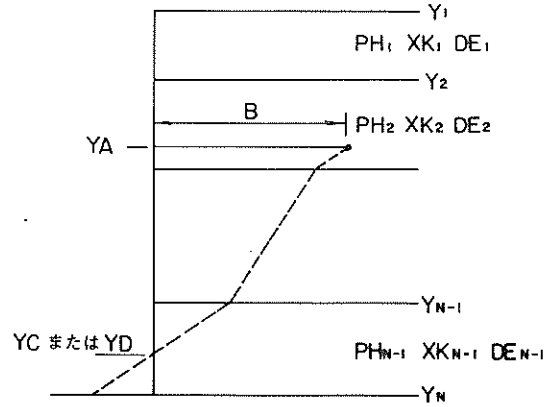


図-79 自然崩壊面または主働崩壊面が前面の矢板と交わる点

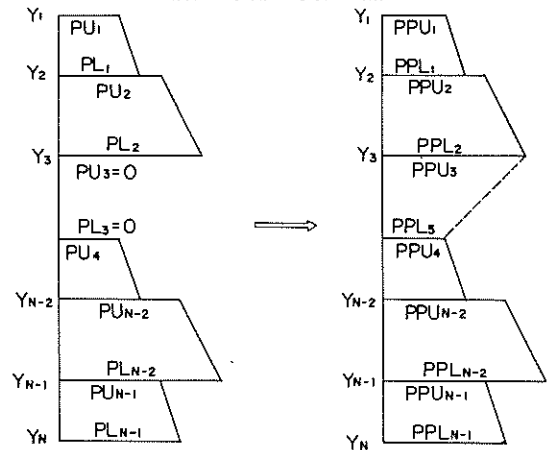


図-80 不連続分布の強度ゼロ区間を直線で結ぶ例

は、フローチャート-39、中詰に粘性土を含む場合の抵抗モーメントは、フローチャート-40に示すとおりである。

SUB 131 で求める換算壁高 H_0 は、式 (42) によって算定する。

$$H_0 = \frac{1}{\gamma} \sum r_i \cdot h_i \quad (42)$$

ここに

H_0 : 換算壁高 (m)

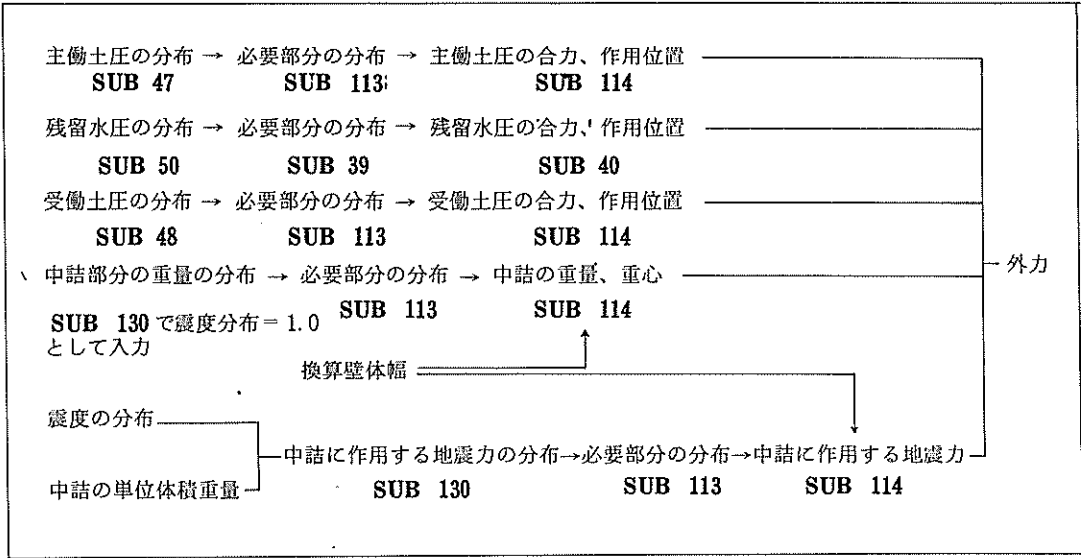
γ : 中詰の換算単位体積重量 (t/m^3)

r_i : 中詰の単位体積重量 (t/m^3)

h_i : i 層の層厚 (m)

また、SUB 132 で求める換算壁高 H_s は、式 (43) によって算定する。

$$H_s = 2 \sqrt{\frac{\sum P_i}{\gamma \tan \phi}} \quad (43)$$



フローチャート— 38 鋼矢板セルに作用する外力

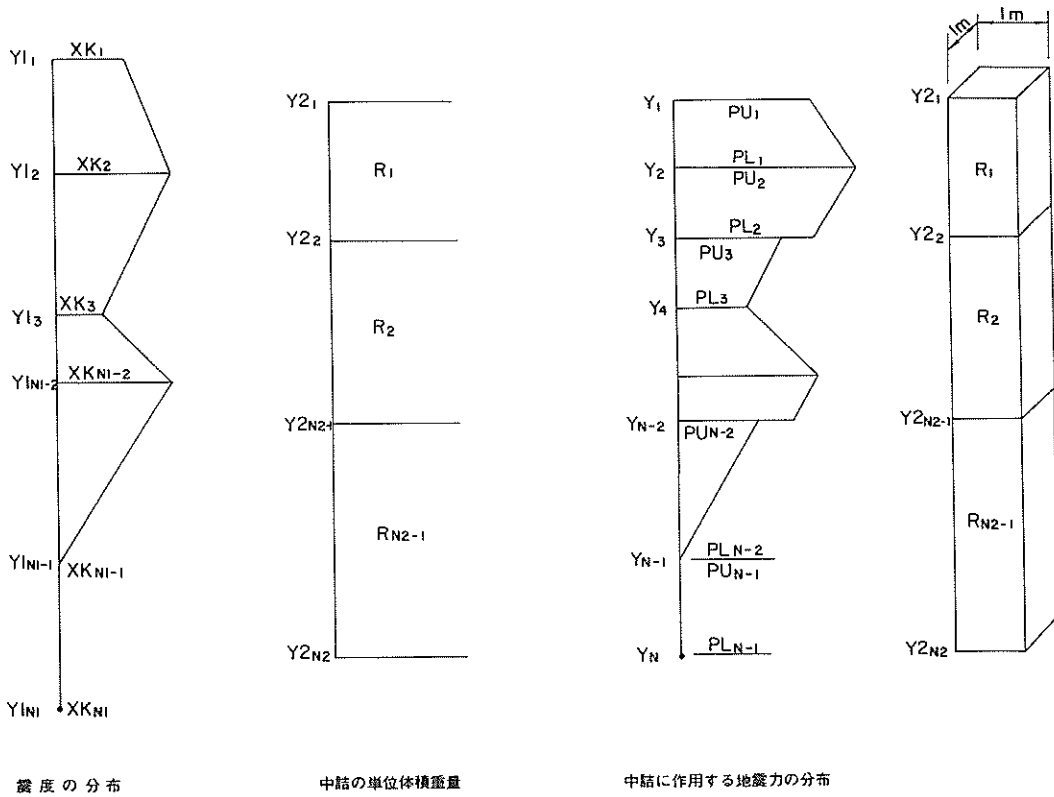
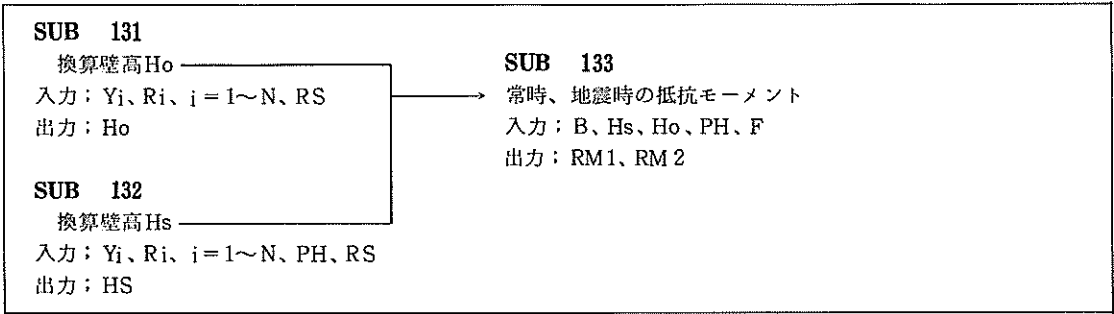
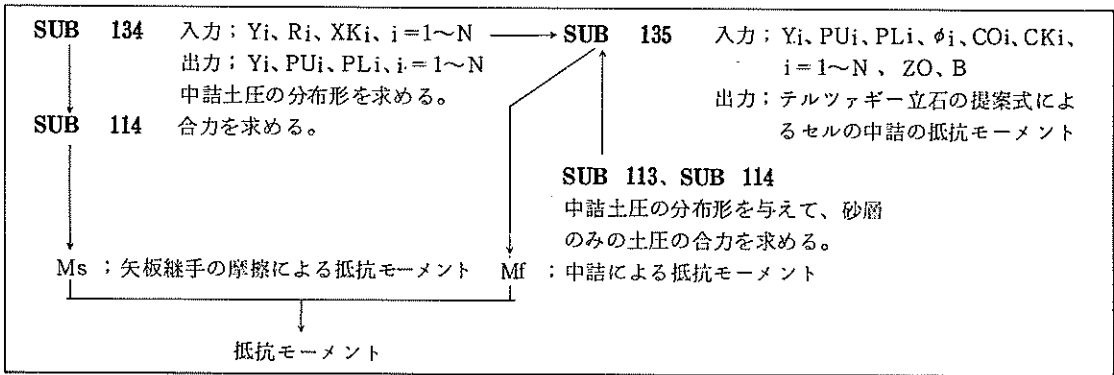


図-81 中詰に作用する地震力の分布



フローチャート-39 鋼矢板セルの抵抗モーメント (北島式)



フローチャート-40 鋼矢板セルの抵抗モーメント (テルツァギー立石の式)

ここに

H_s : 換算壁高 (m)

P_i : i 層の中詰土圧合力 (t)

r : 換算単位体積重量 (t/m^3)

ϕ : 中詰の土の内部摩擦角 (度)

ただし、中詰の土圧係数は $\tan \phi / 2$ とする。

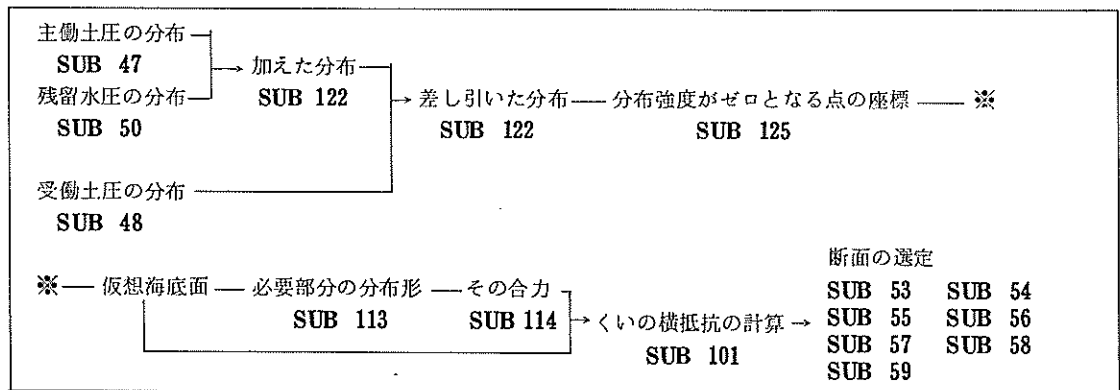
また、SUB 133 で求められるせん断変形に対する抵抗モーメントは、北島式⁹⁾によるものとする。中詰材

に粘性土を含む場合のせん断抵抗モーメント (SUB 135) は、テルツァギー立石の提案式によるものとする。

SUB 135 の中では、中詰の土圧分布が与えられたとき、中詰による抵抗モーメントを求めるために、砂層部分の中詰土圧分布をとり出し、その合力を求める必要があるため、SUB 113、SUB 114を使用している。

(9) 自立矢板

自立矢板の計算項目およびその構成はフローチャート



フローチャート-41 自立矢板

-41のとおりである。これらの計算項目は、すべて既述のものを組み合わせることによって求めることができる。

(10) ポンツーン

ポンツーンの安定の検討のうち、偏心荷重を受ける場合は、次の式(44)を解いて求めた $\tan \alpha$ が式(45)を満足すればよい。この式(44)から、解析的に α を求めることは容易でない。そこで、次に述べる2.2.8、その他の(1)逐次二分法の方法を用いれば α を容易に求めることができる。

$$(W_1 + P) \left[\frac{b^2 \tan \alpha}{12d \cos^2 \alpha} - \left(\frac{b^2}{24d} \tan^2 \alpha + c - \frac{d}{2} \right) \tan \alpha \right]$$

$$- P [a + (h - c) \tan \alpha] = 0 \quad (44)$$

$$\left. \begin{aligned} \tan \alpha &< \frac{2(h-d)}{b} \\ \tan \alpha &< \frac{1}{10} \end{aligned} \right\} \quad (45)$$

ここに

- W_1 : ポンツーン重量 (t)
- P : 偏心荷重合力 (t)
- F : 浮力 (t) $F = W_1 + P$
- b : ポンツーン幅 (m)
- h : ポンツーン高さ (m)
- d : P をポンツーンの中に載荷した場合のポンツーンの喫水 (m)
- c : ポンツーンの重心の底面からの高さ (m)
- a : P のポンツーンを中心軸からの偏心量
- α : ポンツーンの傾斜角 (度)

2.2.8 その他

(1) 逐次二分法

- $y = f(x)$ がある。
- $f(x) = 0$ を満足する x_0 が x_1 と x_2 との間に1つだけ存在することがわかっている (図-82(a) 参照)。
- しかし、 $f(x) = 0$ を満足する x_0 を直接的解法によって解くことは容易でないものとする。

このような場合の解法の一つとして逐次二分法がよく用いられる。

逐次二分法の概略は次のとおりである。

- ① $f(x_1) \cdot f(x_2) < 0$ の場合 (図-82(a) 参照) には、 x_1 はそのまま、 x_2 を改めて区間 (x_1, x_2) の中間の点に移す (図-82(b) 参照)。
 - ② $f(x_1) \cdot f(x_2) > 0$ の場合 (図-82(b) で x を移動した後) には、 x_1 を x_2 の位置に移動し、 x_2 を $x_2 + \frac{x_2 - x_1}{2}$ に移動する (図-82(c) 参照)。
- この①、②を繰り返すことにより、解を追っている区間間の幅は、 $(x_2 - x_1) \times \frac{1}{2^n}$ になり、どんどん狭め

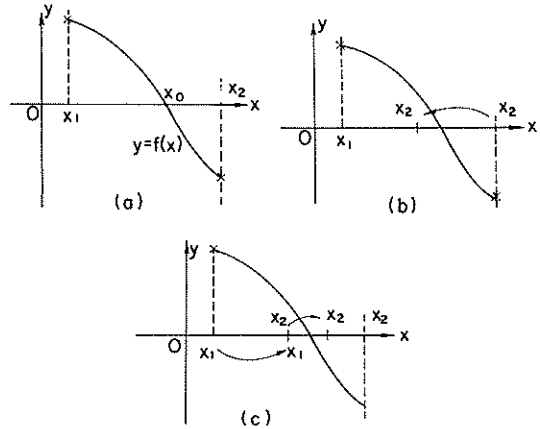


図-82 逐次二分法 (b)

られていく。ただし、 n は繰り返回数である。求めたい精度まで解の幅が十分狭められれば、それを解としてよい。

- ③ $f(x_1) \cdot f(x_2) = 0$ となる場合には、 x_1 または x_2 が解であるから、そのいずれが解であるかを判定すればよい。

以上の逐次二分法を汎用的なサブプログラムとするには、いろいろの関数 $f(x)$ について使用できるようにしておく必要がある。すなわち、プログラムを組む人が、関数 $f(x)$ を定義しさえすれば、その関数の解を逐次二分法で求めることができるようにしておく必要がある。

このサブプログラムの仕様は、SUB 136 のとおりである。

このサブプログラムは、極めて便利であり、非常に広範囲に使用できるものである。単なる関数の解を求めるだけでなく設計計算の過程で最適解を求める場合などに広く用いることができるものである。

一つの応用として次のような使い方ができる。

構造物の設計計算プログラムがある。これは、構造物の形状寸法を入力することによって、その安定計算を行い、出力として安全率を求めることができるプログラムである。このプログラムを用いて、逆に、入力として、所定の安全率を与えて、その安全率を満足する構造物の寸法の1つの最小値を求めるプログラムに変換したい場合に、逐次二分法のSUB 136 が有効となる。

この応用の具体的な使用例をあげると、次のとおりである。

ケーソン式係船岸の安定計算プログラムが既に完成しているものとする (仮に SUBROUTINE CSN とする)。このサブプログラム CSN は、ケーソンの幅 B など、壁体の諸元を与える (入力) と、その壁体の滑動の安全率 F が求め (出力) されるものであるとする。このサブ

プログラム CSN を利用して、逐次二分法の **SUB 136** によって、壁体の滑動の安全率 F を与えて、その安全率を満足するケーソンの最小幅 B を求めるメインプログラムを作成すると、フローチャート-42のとおりである。

フローチャート-42において、プログラムを組む人が作成する箇所は、メインプログラムおよび SUBROUTINE HABA の名称 HABA は、プログラム作成者が任意に名付けたものである。

メインプログラムにおいて

- ① SUBROUTINE CSN の B 、 F 以外のパラメーターを SUBROUTINE HABA に受け渡すために、COMMON を設ける。
- ② SUBROUTINE HABA の名称は、任意の名称でよいが、名付けた名称を EXTERNAL で宣言しておく。
- ③ SUBROUTINE **SUB 136** (逐次二分法) を CALL するとき、名称 "HABA" が入力パラメーターとなる。SUBROUTINE HABA において
- ① 入出力パラメーターは B 、 F とし、それ以外のパラメーターは、COMMON でメインプログラムから受ける。
- ② HABA の中で、SUBROUTINE CSN を CALL する。
- ③ $f(x) = 0$ の形にするため、求められた安全率から、所定の安全率 (入力された安全率) を差し引いたものを出力パラメーター (フローチャート-42では FF) とする。すなわち、HABA においては、次のような操作をしている。
- ① CSN にある多数の入力パラメーターを1つ (B のみ) にし、その他のパラメーターは COMMON でメインプログラムから引き継ぐ。
- ② CSN で出力が滑動の安全率 F であるものを、 $f(x) = 0$ の形の関数になるように、 F から所定の安全率 FO を差し引いたものを出力パラメーターとする。

2.3 サブプログラム作成上の約束

設計技術を構成するサブプログラムを有機的にかつ効率的によく組み合わせるために、それぞれのプログラムを作成するうえでの約束を設けておいた方がよいということはいうまでもない。例えば、次にあげるような約束があれば、使用にあたっての誤りが少なく、使用方法を理解することも早いと考えられる。

① 単位

入力、出力パラメーターの単位は、一般に用いる単位とする。

例えば、鋼管のサイズについては、長さは m 、径および肉厚は mm とするなど、一つの単位に統一しない方が使いやすい場合があるためである。

また、角度については、計算プログラムの中では、ラジアンを用いているが、我々が直感的にその量を知るためには、度の表示の方がよい。したがって、入力、出力パラメーターは度とし、プログラムの中でその都度変換するというかたちをとることにする。サブプログラム間のパラメーターの受け渡しについては、度で統一されているため、何の支障もなく行われる。

更に、設計計算で頻繁に表われる単位の表わし方の注意であるが、構造物の延長方向 $1m$ 当りの値か、1ブロック (例えばケーソン1函) 当りの値かの区別は、厳密に述べておく必要がある。

② 座標

平面の座標軸は、縦軸は上方に正、横軸は右方向に正という一般の座標の方向とする。これは、構造物の標準断面図で表示される縦方向座標 (基本となる水面を $\pm 0.00m$ とし、上方に正としている) と一致しており、標準断面図に表示されている値をそのままプログラムで扱うことができる。

③ 入力パラメーターのサブプログラム内での取扱い

入力するパラメーターは、そのサブプログラム内で壊さないこと。すなわち、そのサブプログラム通過後も入力したパラメーターは、そのままの値として使用できるようにしておかなければならない。このことは、サブプログラムが汎用的に用いられるための重要な条件の一つである。

④ 分布形

波圧分布、土圧分布などの分布形は、次に定義するような2つの分布形のいずれかに分類して扱うことにする。

① 連続分布形

合田式による波圧分布のように、一本の連続した折れ線で表わすことのできる分布形 (図-18の注) 参照

② 不連続分布形

地層ごとに土質条件が異なるため、地層線の下で大きさの異なる土圧分布となるような場合の分布形

(図-18の注) 参照

⑤ 重心位置

重量または体積を求めるサブプログラムでは、その重心位置を XO 、 YO で表わす。ここで、

XO とは、岸壁では海側、防波堤では受圧側 (港外側) の構造物 (部材) の最端部から重心までの水平距離

YO とは、構造物 (部材) の底面から重心までの鉛直距離をいう。

したがって、転倒の検討などの場合に、構造物がいずれの方向に挙動するかを考えたうえで、 XO 、 YO を使用しなければならない。

⑥ 宣言文など

サブプログラムを呼び出すプログラムに影響を与える

ような宣言文などをサブプログラム内で用いている場合には、必ずそのことを注意しておかなければならない。

例えば、サブプログラムの入力、出力パラメーターをそのサブプログラム内において DIMENSION で宣言している場合などがそれである。

⑦ 精 度

試行計算などで、計算の精度がサブプログラム内で与えられている場合には、その精度をいくらにしているかを述べておく必要がある。また、精度が任意に選べるサブプログラムでは、精度と計算時間の関係について述べておくことがのぞましい。

⑧ 計算時間

小さなサブプログラムであっても、それが繰り返し計算などに用いられる可能性のあるものについては、その計算に要する時間を記しておくこと、使用するとき便利で

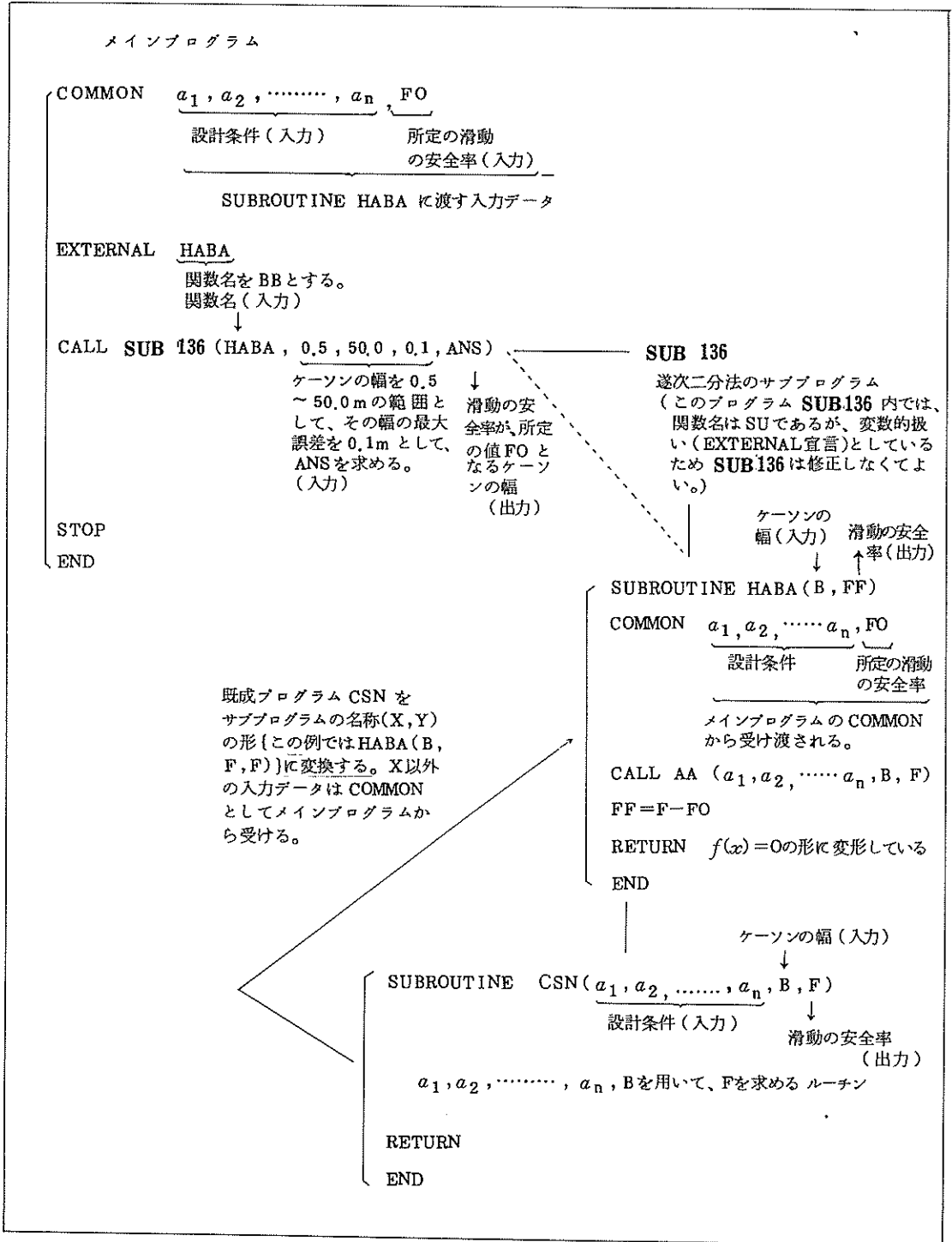
ある。

⑨ 変数の型

実数型、整数型の混乱がないように、たとえサブプログラムの仕様の説明であっても、整数型の入出力パラメーターの Name の頭文字は I～N とすること。

⑩ そ の 他

ここに揚げたサブプログラムは、広く使用されるものであり、誤ってプログラムを組んだ場合の影響の程度は極めて大きいと考えられる。したがって、当然のことながら、通常の使い方に対しては、**絶対に正しく** 演算を行うサブプログラムであると同時に、これらのサブプログラムを作成している段階で、はじめて気付くような特殊な使われ方に対しても、その出力がどのように求められるかをできる限り詳しく述べておく必要がある。



フローチャート— 42 逐次二分法の応用例

3. サブプログラム一覧表

以下に 2. 港湾構造物の設計の技術で述べたサブプログラムの一覧を、参考図番、参考ページと共に示す。

SUB NO	概 要	図 番	ページ
1	船舶の種類とトン数を与えて、その船舶の全長、幅、満載喫水を求める。		73
2	船舶の種類別にトン数間（重量トン、総トンなど）の関係を求める。		74
3	船舶の種類を与えることによつて、その船舶の諸元表（表一1参照）を呼び出す。		74
4	数列 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_N$ （個数 N ）がある。 B は A_i と A_{i+1} の間にあり、 A_i よりも S だけ A_{i+1} 寄りである。	2	75
5	XY 座標に一連の折れ線グラフがある。 XO に対応する YO を求める（図一3参照）。	3	76
6	船舶の種類、入力するトン数の種類、トン数を与えて直柱及び曲柱に作用するけん引力を求める。		76
7	船舶の総トンとけん引力の関係（表一2参照）を数列として求める。		77
8	総トンが存在する位置を与えて、直柱及び曲柱のけん引力を求める。		77
9	船舶が $1/4$ 点接岸したときの有効接岸エネルギー（式(3)）を求める。		78
10	船舶の種類と大きさ、接岸速度を与えて、その船舶の満載時の $1/4$ 点接岸の有効接岸エネルギーを求める。		78
11	波の周期、水深を与えて、その波長を求める。		79
12	波長と水深を与えて、浅水係数を求める。		79
13	波の周期及び水深を与えて、浅水係数を求める。		79
14	合田良史「浅海域における波浪の碎波変形」、港研報告、第14巻、第13号、pp.59～106の略算式によつて碎波変形後の波高を求める。		80
15	碎波水深と換算沖波高との関係（図一5参照）を数列として呼び出す。	5 6	80
16	グラフの数列を与えて、 X 座標及び条件の値を入力して、読み取るべきグラフの値を求める（図一6参照）。	7	81
17	沖波の諸元を与えて、その碎波水深を図一5から求める。		81
18	碎波高と換算沖波高との関係（図一9参照）を数列として呼び出す。	8, 9	82
19	沖波の諸元を与えて、その碎波高を図一9から求める。		82
20	進行波の碎波限界波高のグラフ（図一10）を数列として呼び出す。	10	82
21	進行波としての碎波限界波高を図一10から求める。		83
22	直立堤の波高伝達率（図一11参照）を数列として呼び出す。	11 13	83
23	波高と天端高を考へて、直立堤の場合の波高伝達率を求める（図一11参照）。		84
24	混成堤の場合の波高伝達率を図一12を用いて数列として呼び出す（図一6、図一7、図一8及び図一12を参照のこと）。	12	84
25	混成堤の場合の伝達波高を図一12によつて求める。		84
26	波高、波長、水深を与えて、サンフルー公式による波圧の分布形を求める。	15	85

SUB NO	概 要	図 番	ページ
27	波高、周期、水深を与えて、サンフルー公式による波圧の分布形を求める。		85
28	黒田式の一部分である部分砕波圧の分布形を求める。	17	86
29	2つの連続分布形が与えられたとき、そのいずれをも満足する連続分布形を求める（図—18参照）。	18	86
30	波の諸元、水深等を与えて、黒田式（サンフルー公式+部分砕波圧式）による波圧の分布形を求める。		87
31	広井式による波圧分布を求める。		87
32	合田式による波圧分布を求める。	19	88
33	伊藤式による波圧分布を求める。	20	88
34	期待滑動量方式による検討を行う場合の、滑動限界波高 H_c を求める。	22	89
35	期待滑動量の検討を行う場合に用いる図—22のグラフを数列として呼び出す。	23	89
36	期待滑動量の検討を行う場合に用いる図—23のグラフを数列として呼び出す。		90
37	期待滑動量の検討を行う。		90
38	ミニキン公式による静圧の分布形を求める。		91
39	連続分布形を上限、下限で切ったときの新しい連続分布形を求める。	25	91
40	連続分布形を集中力に換算したときの合力及びその作用位置を求める。		92
41	ミニキン公式の中の動圧による作用位置を求める。	24	92
42	ミニキン公式による衝動砕波圧の合力と作用位置を求める。		92
43	直立護岸又は消波護岸の越波流量のグラフ（図—26、図—27参照）を数列として呼び出す。	26 27	93
44	直立及び消波護岸の越波流量を求める。		93
45	港内振幅（図—28参照）又はピークカットの遅れ、（図—29参照）のグラフを読み取り、数列として表わす。	28, 29	94
46	港内振幅（図—28参照）又はピークカットの遅れ（図—29参照）を求める。		94
47	主働土圧の分布を常時、地震時の場合につき砂質土及び粘性土について求める。		95
48	受働土圧の分布形を常時又は地震時の場合につき砂質土及び粘性土について求める。		95
49	前面に図—31のような斜面を有する場合の砂質土の受働土圧強度の分布形を求める。	31	96
50	前面水位及び残留水位を与えて、残留水位の分布形を求める。	32	97
51	ウエスタガードの簡易化した式(22)で動水圧の合力及び作用位置を求める。		97
52	中詰土圧の分布形を求める。	33	97
53	鋼ぐい材の各種許容応力度を求める。		98
54	鋼矢板の腐食時の断面係数を求める。	34, 35	99
55	鋼矢板の種類と、海側の腐食量を与えて、当初の断面係数及び腐食時の断面係数を求める。	36, 37	99
56	鋼矢板の種類を与えて、その腐食時の断面係数のグラフ（図—34～図—35）を数列として呼び出す。		100

SUB NO	概 要	図 番	ページ
57	鋼矢板の種類を与えて、その腐食時の断面係数を与えるグラフ(図-36~図-38)を数列として求める。	38	101
58	鋼管ぐいの諸元表(表-5参照)を呼び出す。		101
59	鋼矢板の諸元表(表-6参照)を呼び出す。		101
60	溝形鋼の諸元表(表-8参照)を呼び出す。	39	102
61	数列を大小順又は小大順に並べかえ、かつ並べる前は、それぞれが何番目にあるかを知る。		102
62	ケーソンの外側の形状寸法を与えて、その体積重心位置を求める。	40	103
63	ケーソンの形状寸法を与えて、その中詰部分の体積重心位置を求める。	41	103
64	ケーソンの形状寸法を与えて、そのコンクリート部分の体積及び重心位置を求める。		104
65	ケーソンの形状寸法、注水高さ、注水材料の単位体積重量を与えて、注水状態のケーソン重量、重心位置を求める。		105
66	ケーソンの重量を与えて、喫水を求める。	42	105
67	ケーソンの浮遊時の安定検討を行う。		106
68	ケーソンの蓋コンクリートの体積及び重心位置を求める。		107
69	ケーソンの上部工の体積及び重心位置を求める。	43	107
70	ケーソンの中詰、蓋コンクリート上部工の範囲の構造物の空中重量、及び重心位置を求める。	44	108
71	L形ブロックの体積及び重心位置を求める。	45	109
72	L形ブロックの壁体部分の裏埋土の空中重量、及び重心位置を求める。	46	110
73	L形ブロックの壁体部分の水位以下に存在する体積及びその重心位置を求める。		111
74	L形ブロックの壁体の水中における重量及びその重心位置を求める。		111
75	セルラーブロックの上部工の塊の体積及び中詰部分の体積並びにそれぞれの重心位置を求める。	47 48	112
76	セルラーブロックの底版塊の体積、及び中詰部分並びにそれぞれの重心位置を求める。	49	113
77	セルラーブロック壁体のセルラーブロック及び中詰部分を合わせた空中重量、重心位置を求める。		114
78	セルラーブロック壁体のセルラーブロック、中詰部分、上部工の範囲の重量、重心位置を求める。		115
79	三辺固定、一辺自由版の曲げモーメント係数表を呼び出す ¹⁾ 。		116
80	四辺固定版の曲げモーメント係数表を呼び出す ¹⁾ 。		116
81	4点の座標及びそれぞれの点での係数を与えて、その格子の中での係数を補間によつて求める。	50	117
82	連立一次方程式を解く。		117
83	三辺固定版または四辺固定版に分布荷重が作用したときの曲げモーメント	51 52	117
84	支持力係数 N_r (図-53)のグラフを数列で呼び出す。	53	118
85	支持力係数 N_q (図-53)のグラフを数列で呼び出す。		118
86	基礎の形状係数(表-9参照)を求める。		119

SUB NO	概 要	図 番	ページ
87	テルツァギによる砂質地盤の計算支持力を求める。		119
88	マイヤホフによる地質地盤の極限支持力を求める場合に用いる根入れに関する補正係数 d_r, d_q を求める。		119
89	マイヤホフによる荷重が偏心傾斜しない場合の砂質地盤の極限支持力を求める。		120
90	ヤンブーの方法によつて、砂質地盤の支持力を検討する場合に用いる支持力係数 λ_s (図—54 参照) のグラフを数列として呼び出す。	54	120
91	ヤンブーの方法によつて、砂質地盤の支持力を検討する場合に用いる支持力係数 N_r (図—54 参照) のグラフを数列として呼び出す。		120
92	ヤンブーの方法によつて砂質地盤の支持力を検討する場合に用いる支持力係数 N_v (図—54 参照) のグラフを数列として呼び出す。		121
93	ヤンブーの方法によつて砂質地盤の支持力の検討を行う。		121
94	ヤンブーの方法によつて、粘性土地盤の支持力を検討する場合に用いる支持力係数 N_c (図—55 参照) のグラフを数列として呼び出す。	55	122
95	ヤンブーの方法によつて粘性土地盤の支持力の検討を行う。		122
96	立石の解に用いる支持力係数などを求める。	56	122
97	立石の解によつて、偏心傾斜荷重時の砂質地盤の支持力の検討を行う。		123
98	片山・内田法によつて偏心傾斜荷重に対する基礎の支持力の検討を行う。	57	123
99	粘性土地盤に鉛直荷重が作用する場合の支持力の検討に用いる支持力係数 N_c (図—58 参照) のグラフを数列として呼び出す。	58	124
100	粘性土地盤に鉛直荷重が作用する場合の許容支持力を求める。		125
101	くい横抵抗の計算を港研方式及びチャンの方法で行う。		125
102	基礎底面における端趾圧及びその作用幅を求める。		126
103	マウンド上の基礎底面の端趾圧を与えて、マウンドの下面での地盤反力を求める (図—59 参照) 。	59	127
104	カーテン防波堤の反射率を求めるグラフ (図—60) を数列として呼び出す。	60	127
105	カーテン防波堤の伝達率を求めるグラフ (図—61) を数列として呼び出す。	61	127
106	カーテン防波堤の天端高算定のグラフ (図—62) を数列として呼び出す。	62	128
107	カーテン防波堤について波の反射率、伝達率及び天端高を求める。	63	128
108	護岸の所要天端高を求めるときに用いる表—11 の関係を数列として呼び出す。		128
109	護岸の所要天端高を求めるときに用いる表—10 の係数表を数列として呼び出す。		129
110	護岸の天端高を示す折れ線 (図—65 参照) を数列として求める。	65	129
111	護岸の所要天端高を求める。	65	130
112	ケーソン式係船岸の壁体の裏埋部分の空中重量、重心位置を求める。	66 68	130
113	不連続な分布形を上限、下限で切つたときの新しい不連続分布形を求める (図—69 参照) 。	67	131
114	不連続な分布形を集中力に換算したときの合力及び作用位置を求める。	69	131

SUB NO	概 要	図 番	ページ
115	セルラブロック式係船岸の壁体の裏埋部分の空中重量、重心位置を求める。		132
116	連続分布形と不連続分布形を加えた新しい不連続分布形を求める(図-70参照)。	70	132
117	仮想ばり法によつて矢板に生ずる最大曲げモーメント及びタイロッド張力を求める。	71	133
118	砂質地盤の主働崩壊角を求める。		134
119	砂質地盤の受働崩壊角を求める。		134
120	矢板の控え工の設置位置を求める。	72	134
121	矢板の控え直ぐいの設置位置が所定の位置にとれない場合、控え直ぐいの断面を計算するときの自由長を求める。		135
122	2つの連続分布形を加えて(又は差をとつて)新しい不連続の分布形を作る。	74	136
123	矢板の控え版の設置位置が十分背後にとれない場合、差し引くべき控え版の受働土圧の範囲の下限のレベルを求める。	73	136
124	たな式係船岸のたなの幅を求める。	75	137
125	不連続分布形が与えられたとき、分布強度がゼロとなる点のY座標を求める。	76	137
126	連続分布形が与えられたとき、分布強度がゼロとなる点を求める。	77	138
127	たな式係船岸において、たなの底面後端から発生する自然崩壊面が前面矢板と交わる点を求める(図-78参照)。	78 79	138
128	たな式係船岸において、たなの底面後端から発生する主働崩壊面が前面矢板と交わる点を求める(図-78参照)。		139
129	不連続分布の途中に分布強度がゼロの箇所が1つ存在するとき、その分布強度ゼロ区間を上下の分布強度で直線分布する新しい分布形を求める(図-80参照)。		140
130	図-80に示すように、地震の震度分布と地層ごとの単位体積重量が与えられたとき、地層ごとに作用する地震力の分布を幅1m当たりについて求める。	81	140
131	鋼矢板セルのせん断変形の検討に用いる換算壁高 H_0 を求める。		141
132	鋼矢板セルのせん断変形の検討に用いる換算壁高 H_s を求める。		141
133	鋼矢板セルのせん断変形に対する抵抗モーメントを北島式を用いて求める。		141
134	地層線、土質条件を与えて、セルの中詰土圧の分布形を求める。		142
135	各地層ごとの中詰の土圧強度、及び砂、粘土の土質条件を与えてテルツェギー立石の提案式によるセルの中詰による抵抗モーメントを求める。		142
136	逐次二分法によつて超越方程式 $f(x) = 0$ の解を求める。	82	143

4. あとがき

港湾構造物の設計技術の構成を文献の順序に従って設計技術の電算化という考え方から整理し、基本となるサブプログラムの項目およびその構成を述べ、項目ごとのサブプログラム136本について、具備すべき仕様をそれぞれ明らかにした。

これらのサブプログラムは次のような種類に大別できると考えられる。

① 基本処理

それ自体は単純な機能しかもたないが、これらを組み合わせることによって、下記の②～⑤が可能となる。

例えば

SUB 4

数列 A_i , $i = 1 \sim N$ がある。 ($A_1 > A_N$)

数列 A_i の中で点 B ($A_1 \cong B \cong A_N$) の存在する位置を求める。

などがそれである。

② 分布形の処理

土圧、波圧などの分布形を加えたり、集中力に変換するなどのサブプログラム。

例えば

SUB 29, SUB 40

サンフルー公式の波圧に部分砕波圧を考慮した分布形を求める。

波圧分布を集中力に換算する。

などがそれである。

③ 図、表の読み取り

図または表を電算機のプログラムに組み込み、読み取れるようにする。

例えば

SUB 6, SUB 44

船舶のけん引力を求める。

護岸の越波流量を求める。

などがそれである。

④ 計算式

計算式に従って答を得る場合である。ただし、2.1 対象とする項目でも述べたとおり、本稿では、比較的単純な計算式で求められる項目は対象外としている。

例えば

SUB 27, SUB 47

サンフルー公式で波圧分布形を求める。

主働土圧の分布形を求める。

などがそれである。

⑤ 重量、重心の計算

構造物の各部分ごとの重量、重心位置を求めるサブプログラムである。

例えば

SUB 64, SUB 69

ケーソンの重量、重心を求める。

上部工の重量、重心を求める。

などがそれである。

2.2.5 外かく施設および 2.2.6 係留施設では、一連の設計技術を組み立てた例として、いくつかの種類
の構造様式について、設計項目の構成を揚げたが、すべての構造物、様式について述べるまでには至らなかった。しかし、このような一連の設計計算プログラムの大部分は、2.2.1 設計条件、2.2.2 材料、2.2.3 プレキャスト部材、および 2.2.4 基礎に揚げた基本的な項目を組み合わせることによって比較的容易に作成できると考えられる。

ここに揚げた設計技術を構成する項目のサブプログラムの仕様を基にして、それぞれのサブプログラムを組み、その使用マニュアルと共に電算機のソフトウェアとして整備して、設計業務およびより大きなプログラム作成の業務を便ならしめることが、今後の課題である。

なお、本稿の作成にあたって設計基準部 西村一男部長に、設計の基本項目とその構成の考え方について全体的な方向づけの御指導を頂いた。ここに感謝の意を表する次第である。

(1977年3月31日受付)

参考文献

- 1) "電子計算機応用研究会報告 第一報"、直轄港湾技術研究会分科会、電子計算機応用研究会 (昭和36年11月)
- 2) 同上、第二報、(昭和37年11月)
- 3) "TOSBAC-3123 プログラムライブラリー 第一集"、港湾技術研究所、(昭和38年7月)

引用文献

- 1) 港湾構造物設計基準 運輸省港湾局
- 2) 合田良実、"浅海域における波浪の砕波変形"、港研報告、第14巻、第3号 (1975.9)、pp. 59~106
- 3) 合田良実、"防波堤の設計波圧に関する研究"、港研報告、第12巻、第3号 (1973.9)、pp. 31~69
- 4) 港湾技研、"プログラムライブラリー-15"、(1976.9)、pp. 145~147
- 5) 沢田源平、"斜面をもった矢板根入部の受働土圧計算法" 港研資料、No.9、(1944.4)、pp. 2~35
- 6) 片山猛雄・内田豊彦、"偏心傾斜荷重を受ける二

- 層系地盤上の帯状基礎の支持力”、港研資料 No. 140 (1972)
- 7) 中瀬明男、”粘性土地盤の支持力”、港研報告、Vol. 5, No. 12 (1966)
- 8) 森平倫生・柿崎秀作・合田良実、”カーテン防波堤とその特性について”、港研報告、第3考、第1号 (1964)
- 9) 北島昭一、”セル岸壁の安全性に関する研究”、運研報告、Vol. 12, No. 3 (1962)

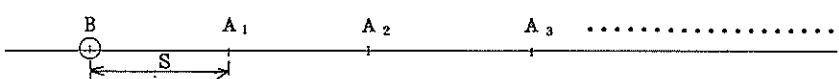
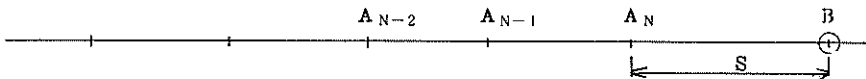
付 録

SUBROUTINE SUB 1 (I, J, T, EL, B, D)	
概 要	船舶の種類とトン数を与えて、その船舶の全長、幅、満載喫水を求める。
パ ラ メ ー タ 力	<p>I ; 入船舶の種類</p> <p>I = 1 ……貨物船 2 ……鉱石船 3 ……タンカー 4 ……客 船</p>
	<p>J ; 入力するトン数の種類</p> <p>J = 1 ……載荷重量 (D, T) 2 ……総トン 3 ……純トン 4 ……満載排水量 5 ……軽荷排水量</p> <p>客船 (I = 4) については、トン数間の関係が明らかでないので、表—1 が使えるように、必ず総トン (J = 2) で入力すること。</p>
	<p>T ; 入力する船舶のトン数 (トン)</p> <p>客船 (I = 4) のときは、必ず総トン (J = 2) で入力 (T は総トン数) のこと。</p>
出 力	<p>EL ; 船舶の全長 (m)</p> <p>B ; 船舶の幅 (m)</p> <p>D ; 船舶の満載喫水 (m)</p>
そ の 他	<p>貨物船、鉱石船、タンカーについては、トン数間の関係が明らかである (式 (1) の関係) ので、いかなる種類のトン数を入力しても、表—1 が使用できる。しかし客船の場合は、トン数間の関係が明らかでないので、表—1 に示されている総トンで入力すること。</p> <p>誤つて客船であつて、総トン数以外を入力した場合は、注意を促すため、その旨印字するプログラムしておくこと。</p> <p>使用サブプログラム SUB 2 , SUB 3 , SUB 4 , SUB 5 .</p>

SUBROUTINE SUB 2 (I, J, TI, K, TO)	
概要	船舶の種類別に、トン数間（重量トン、総トンなど）の関係を求める。
入力	I ; 船舶の種類 I = 1 ……貨物船 2 ……鉱石船 3 ……タンカー J ; 入力するトン数の種類 J = 1 ……載荷重量 (D . T) 2 ……総トン (G . T) 3 ……純トン (N . T) 4 ……満載排水量 5 ……軽荷排水量 TI ; 入力するトン数 (トン) K ; 出力するトン数の種類 K = 1 ……載荷重量 (D . T) 2 ……総トン (G . T) 3 ……純トン (N . T) 4 ……満載排水量 5 ……軽荷排水量
	出力
その他	船舶のトン数間の関係は式(1)による。 客船の場合の各トン数間の関係は、明らかでないのでこのサブプログラムは使用できない。

SUBROUTINE SUB 3 (I, T, EL, B, D, J)	
概要	船舶の種類を与えることによつて、その船舶の諸元表（表—1 参照）を呼び出す。
入力	I ; 船舶の種類 I = 1 ……貨物船 2 ……鉱石船 3 ……タンカー 4 ……客船
	出力

その他	DIMENSION T(20), EL(20), B(20), D(20) を宣言している。			
	例えば、I = 1 とすれば、次のような数列が求められる。			
	T(1) = 700	EL(1) = 52	B(1) = 8.3	D(1) = 3.6
	T(2) = 1000	EL(2) = 60	B(2) = 9.3	D(2) = 4.1
	T(3) = 2000	EL(3) = 77	B(3) = 11.5	D(3) = 5.1
	⋮	⋮	⋮	⋮
	T(14) = 17000	EL(14) = 173	B(14) = 22.4	D(14) = 9.8
T(15) = 20000	EL(15) = 184	B(15) = 23.6	D(15) = 10.3	
J = 15				

SUBROUTINE SUB 4 (A, N, B, I, S)	
概要	<p>数列 A: 中の B の存在する位置を求める (図-2 参照)。つまり、数列 (大小又は小大順) $A_1 A_2 A_3 \dots A_N$ (個数 N) がある。</p> <p>B は A_1 と A_{I+1} との間にあり、A_1 よりも S だけ A_{I+1} 寄りである。</p>
パラメータ	<p>入力</p> <p>A: 一次元数列 (最大 20 個) で、大小又は小大順に並んでいる。</p> <p>N: 数列 A の個数</p> <p>B: $A_1 \leq B \leq A_N$ の値 (or $A_1 \geq B \geq A_N$)</p>
	<p>出力</p> <p>I: B の存在する場所 B は A_1 と A_{I+1} との間に存在する。</p> <p>S: B は A_1 よりも S だけ A_{I+1} 寄りに存在する。</p> <p>$A_1 < A_N$ のときは $S \geq 0$, $A_1 > A_N$ のときは $S \leq 0$ で表わす。</p> <p>すなわち、$S = B - A_1$ である。</p>
その他	<p>B が $A_1 \sim A_N$ の間にない場合は、次のとおりの出力をする。</p>  <p>のときは、$I = 0$, $S = A_1 - B$</p>  <p>のときは、$I = N$, $S = B - A_N$ とする。</p> <p>$N \leq 20$ のこと。</p> <p>DIMENSION A(20) を宣言している。</p>

SUBROUTINE SUB 5 (X, Y, N, K, XO, YO)	
概要	X Y座標に、一連の折れ線グラフがある。XOに対応するYOを求める(図-3参照)。
パラメータ	X ; X座標の一次元数列 (N個) , この数列は、大小順、又は小大順に並んでいる。 Y ; Y座標の一次元数列 (N個) N ; 数列 (X, Y) の個数 K ; 与えられたグラフ (数列) の縦、横座標の種類 K = 1 縦、横軸とも算術目盛 K = 2 両対数目盛 K = 3 { 縦軸…算術目盛 横軸…対数目盛 K = 4 { 縦軸…対数目盛 横軸…算術目盛 XO ; 与えるX座標の値
	出力
その他	Xの数列は大小順、又は小大順のいずれの順序で並んでもよい。 XOが、 $X_1 \sim X_N$ の範囲にない場合は、 $(X_2, Y_2) (X_1, Y_1)$ の延長上又は、 $(X_{N-1}, Y_{N-1}) (X_N, Y_N)$ の延長上に外挿してYOを求めている。 $N \leq 20$ のこと DIMENSION X (20), Y (20) を宣言している。 使用サブプログラム SUB 4

SUBROUTINE SUB 6 (I, J, T, PD, PC1, PC2)	
概要	船舶の種類、入力するトン数の種類、トン数を与えて、直柱及び曲柱に作用するけん引力を求める。
パラメータ	I ; 船舶の種類 I = 1 ……貨物船 2 ……鉱石船 3 ……タンカー 4 ……客船 J ; 入力するトン数の種類 J = 1 ……載荷重量 (D・T) 2 ……総トン (G・T) 3 ……純トン (N・T) 4 ……満載排水量 5 ……軽荷排水量 T ; 入力するトン数 (トン)

出力	<p>PC2 : 曲柱に作用するけん引力(トン)ただし、表-2の()内の値、すなわち、船席が一定しているバースの中間部にスプリングをかけるために設ける曲柱で、索が2本以上かけられるおそれのないものに対する値。()の値の示されていない箇所は0とする。</p>
その他	<p>船舶のトン数間の関係は、式(1)による。 けん引力の値は、表-2による。 客船の場合トン数間の関係が明らかでないので、必ず総トン数を入力すること。 入力するトン数が表-2の範囲にない場合、けん引力はすべて、0. とする。 使用サブプログラム SUB 2 , SUB 4 , SUB 7 , SUB 8</p>

SUBROUTINE SUB 7 (GT, PD, PC1, PC2)	
概要	船舶の総トンと、けん引力の関係(表-2参照)を数列として求める。
パラメータ	<p>出力</p> <p>GT : 総トン数(トン)の一次元数列 $GT(1) < GT(2) < \dots < GT(11)$</p> <p>PD : 直柱に作用するけん引力(トン)の一次元数列 GTの数列に対応している。</p> <p>PC1 : 曲柱に作用するけん引力(トン)の一次元数列</p> <p>PC2 : 曲柱に作用するけん引力(トン)の一次元数列 ただし、表-2の()内のけん引力(トン)</p>
その他	<p>P.15の表-2に示されている曲柱に作用するけん引力のうち、船席が一定しているバースの中間部にスプリングをかけるために設ける曲柱で、索が2本以上かけられるおそれのない場合の値(PC2)が示されていない箇所(5000総トン以下)は、PC2 = 0. で出力する。 DIMENSION GT(20) , PD(20) , PC1(20) , PC2(20)を宣言している。</p>

SUBROUTINE SUB 8 (I, S, P1, P2, P3)	
概要	総トンが存在する位置を与えて、直柱及び曲柱のけん引力を求める。
パラメータ	<p>入力</p> <p>I : 総トンは、SUB 7の総トンの数列の $GT(I)$と$GT(I+1)$との間に存在する。</p> <p>S : 総トンは、$GT(I)$よりも$GT(I+1)$寄りS(トン)のきよりに存在する。</p> <p>出力</p> <p>P1 : 直柱に作用するけん引力(トン)</p> <p>P2 : 曲柱に作用するけん引力(トン)</p> <p>P3 : 曲柱に作用するけん引力(トン) ただし、表-2の()の値</p>
その他	<p>$S \neq 0$ のときは $P1 = PD(I+1)$ $P2 = PC1(I+1)$ $P3 = PC2(I+1)$ である。</p>

	<p>$S = 0$ のときは $P1 = PD(I)$ $P2 = PC1(I)$ $P3 = PC2(I)$ である。</p> <p>使用サブプログラム SUB 7 SUB 7 の「その他」を参照のこと。</p>
--	---

SUBROUTINE SUB 9 (TD, EL, D, V, E)	
概 要	船舶が 1/4 点接岸したときの有効接岸エネルギー (式 (3)) を求める。
パラ メ ー タ	入 力 TD ; 船舶の満載排水量 (t) EL ; 船舶の全長 (m) D ; 船舶の満載喫水 (m) V ; 接岸速度 (m/sec)
	出 力 E ; 船舶の有効接岸エネルギー (t-m)
そ の 他	<p>算定式は式 (3) による。</p> <p>この有効接岸エネルギーは、船舶が 1/4 点接岸した場合の値である。</p>

SUBROUTINE SUB 10 (I, J, T, V, E)	
概 要	船舶の種類と大きさと、接岸速度を与えて、その船舶の満載時の 1/4 点接岸の有効接岸エネルギーを求める。
パラ メ ー タ	入 力 I ; 船舶の種類 $I = 1 \dots\dots$ 貨物船 $2 \dots\dots$ 鉞石船 $3 \dots\dots$ タンカー $4 \dots\dots$ 客船 J ; 入力するトン数の種類 $J = 1 \dots\dots$ 載荷重量 (D, T) $2 \dots\dots$ 総トン (G, T) $3 \dots\dots$ 純トン (N, T) $4 \dots\dots$ 満載排水量 $5 \dots\dots$ 軽荷排水量 T ; トン数 (t) V ; 船舶の接岸速度 (cm/sec)
	出 力 E ; 船舶の有効接岸エネルギー (t-m)
そ の 他	<p>客船の場合は、各種トン数間の関係が明らかでないので、満載排水量を入力すること。</p> <p>接岸速度は、一般に用いる単位 (cm/sec) で入力する。</p> <p>使用サブプログラム SUB 1, SUB 2, SUB 9</p>

SUBROUTINE SUB 11 (T, SH, EP, EL)		
概要	波の周期、水深を与えて、その波長を求める。	
パラメーター	入力	T ; 波の周期 (sec) SH ; 水深 (m) EP ; 求める波長の許容誤差 (m)
	出力	EL ; 波長
その他	周期、水深、波長の関係は式(4)のとおりである。 波長の求め方は、2.2.8 その他の(1) 逐次二分法による試行錯誤で求める。 波長の許容誤差 (EP) を小さくするほど、試行の回数が増え、演算時間が長くなることに注意。 使用サブプログラム SUB 136	

SUBROUTINE SUB 12 (EL, SH, SK)		
概要	波長と水深を与えて、浅水係数を求める。	
パラメーター	入力	EL ; 水深 SH における波長 (m) SH ; 水深 (m)
	出力	SK ; 浅水係数
その他	浅水係数は、式(5)によつて求める。	

SUBROUTINE SUB 13 (T, SH, EP, SK)		
概要	波の周期及び水深を与えて、浅水係数を求める。	
パラメーター	入力	T ; 波の周期 (sec) SH ; 浅水係数を求める位置の水深 (m) EP ; 波長を、式(4)で試行によつて求めるときの波長の許容誤差 (m)
	出力	SK ; 浅水係数
その他	水深 SH の位置の波長は、式(4)によつて求める。 浅水係数は式(5)によつて求める。 波長の許容誤差 (EP) を小さくするほど、演算時間が長くなることに注意。 使用サブプログラム SUB 11 , SUB 12 , SUB 136	

SUBROUTINE SUB 14 (HO, T, SH, TH, H1, H2, HM1, HM2)	
概要	合田良実、 ¹⁾ 浅海域における波浪の砕波変形 ²⁾ 、港研報告、14巻、3号、pp. 59~106の略算式によつて、砕波変形後の波高を求める。
パラメータ	入力 HO ; 換算沖波有義波高 (m) T ; 換算沖波の周期 (sec) SH ; 波高を求める位置の水深 TH ; 海底こう配 1 : THのときの THの値
	出力 H1 ; 水深が SHでの位置の [方法 A] による有義波高 (m) H2 ; 水深が SHでの位置の [方法 B] による有義波高 (m) HM1 ; 水深が SHでの位置の [方法 A] による最大波高 (m) HM2 ; 水深が SHでの位置の [方法 B] による最大波高 (m)
その他	このSUB 14の中で COMMON / X00001 / を使用しているの、レーベルドコモン名はこれ以外を用いること。

SUBROUTINE SUB 15 (X, Y, S, M, N)	
概要	砕波水深と換算沖波波高との関係 (図-5 参照) を数列として呼び出す。
パラメータ	出力 X ; 図-5における横軸 (H_o' / L_o') の座標値の一次元数列 ただし H_o' ; 換算沖波波高 L_o' ; 沖波波高の波長 Y ; 海底こう配ごとの Xに対応する h_b / H_o' の値の二次元数列 ただし h_b ; 砕波水深 S ; 海底こう配の一次元数列 M ; 海底こう配の種類の数 N ; Xの一次元数列の数
	その他

SUBROUTINE SUB 16 (X, Y, S, M, N, K, XO, SO, YO)	
概 要	グラフの数列を与えて、X座標、及び条件の値を入力して、読み取るべきグラフの値を求める (図-6を参照)。
パ ラ メ ー タ 力	X ; X座標の一次元数列 Y ; Y座標の条件Sごとの、X座標に対応する二次元数列 S ; 条件の一次元数列 M ; 条件Sの個数 $M \leq 10$ N ; X座標Xの個数 $N \leq 25$ K ; 与えられたグラフ(数列としての入力)の、縦、横座標の種類 $K = 1$ 縦、横軸とも算術目盛 $K = 2$ 両対数目盛 $K = 3$ { 縦軸……算術目盛 横軸……対数目盛 $K = 4$ { 縦軸……対数目盛 横軸……算術目盛 XO ; 求める点のX座標の値 SO ; 求める点の条件Sの値
	出力
そ の 他	数列の与え方、出力の求め方は、図-6、図-7を参照のこと。 使用サブプログラム SUB 4, SUB 5 DIMENSION X(25), Y(10, 25), S(10)を宣言している。

SUBROUTINE SUB 17 (HO, EL, TH, SHB)	
概 要	沖波の諸元を与えて、その砕波水深を図-5から求める。
パ ラ メ ー タ 力	HO ; 換算沖波波高(m) EL ; 沖波の波長(m) $EL = 1.56 T^2$ ここで、T ; 波の周期(sec) TH ; 海底こう配、1/THのこう配のTHの値
	出力
そ の 他	図-5のグラフを読み取るサブプログラムである。 使用サブプログラム SUB 4, SUB 5, SUB 15, SUB 16

SUBROUTINE SUB 18 (X, Y, S, M, N)	
概要	砕波高と換算沖波波高との関係(図-9参照)を数列として呼び出す。
パラメータ	出力 X ; 図-9における横軸(H_o'/L_o)の座標値の一次元数列 ただし、 H_o' ; 換算沖波波高 L_o ; 沖波の波長 Y ; 海底こう配ごとのXに対応する縦軸(H_b/H_o')の値の二次元数列 ただし H_b ; 砕波高 S ; 海底こう配の一次元数列 M ; 海底こう配の種類の数 N ; Xの一次元数列の数
その他	図-6, 7, 8, 9を参照のこと。 図-9より M=4である。 Nは、X座標のきざみ方により異なるが最大25とする。 Sの種類は、このサブプログラムでは4でよい。 しかし、他のグラフを数列にして、SUB 16を使用する場合も考えられるので、最大10としておく。 DIMENSION X(25), Y(10, 25), S(10)を宣言している。

SUBROUTINE SUB 19 (HO, EL, TH, HB)	
概要	沖波の諸元を与えて、その砕波高を、図-9から求める。
パラメータ	入力 HO ; 換算沖波波高(m) EL ; 沖波の波長(m) $EL = 1.56 T^2$ ここに T; 波の周期(sec) TH ; 海底こう配 1/THのこう配のTHの値 出力 HB ; 砕波高(m)
その他	図-9のグラフを読み取るサブプログラムである。 使用サブプログラム SUC 4, SUB 5, SUB 16, SUB 18

SUBROUTINE SUB 20 (X, Y, S, M, N)	
概要	進行波の砕波限界波高のグラフ(図-10)を数列として呼び出す。
パラメータ	出力 X ; 図-10における横軸(h_b/L_o)の座標値の一次元数列 ただし h_b ; 水深 L_o ; 沖波の波長 Y ; 海底こう配ごとのXに対応する縦軸(H_b/h_b)の値の二次元数列

	<p>ただし、H_b ; 限界碎波高 S ; 海底こう配の一次元数列 M ; 海底こう配の一次元数列の個数 N ; Xの一次元数列の個数</p>
その他	<p>図-6, 7, 8, 10を参照のこと。 Nは、X座標のきざみ方により異なるが、最大25とする。 Sの種類の数、このサブプログラムでは4でよい。 しかし他のグラフを数列にして、SUB 16を使用する場合も考えられるので、最大10としておく。 DIMENSION X(25), Y(10, 25), S(10)を宣言している。</p>

SUBROUTINE SUB 21 (EL, SH, TH, HB)	
概要	進行波としての碎波限界波高を図-10から求める。
パラメーター	入 EL ; 沖波の波長 (m) $EL = 1.56 T^2$ ただし、 T ; 周期 (sec) SH ; 碎波限界波高を求める地点の水深 (m) TH ; 海底こう配 $1/TH$ のこう配のTHの値
	出力 HB ; 進行波としての碎波限界波行 (m)
その他	<p>図-10のグラフを読み取るサブプログラムである。 使用サブプログラム SUB 4, SUB 5, SUB 16, SUB 20</p>

SUBROUTINE SUB 22 (X, Y, N)	
概要	直立堤の波高伝達率 (図-11参照) を数列として呼び出す。
パラメーター	出力 X ; 図-11の横軸 (R/H) の数列 Y ; 図-11の縦軸 (H_t/H) の数列 N ; 図-11の曲線を (X, Y) の折れ線におきかえて、数列を呼び出す。そのときの数列の数
	その他 <p>図-11に与えられている曲線を図-13のように数列 (X, Y) として呼び出す。 $N \leq 20$ のこと DIMENSION X(20), Y(20)を宣言している。</p>

SUBROUTINE SUB 23 (H, R, HT)	
概要	波高と天端高を考えて、直立堤の場合の波高伝達率を求める (図-11 参照)。
パラメーター	入力 H ; 波高 (m) R ; 静水面から天端までの高さ (m)
	出力 HT ; 伝達波高 (m)
その他	直立堤の場合の伝達波高を図-11 によつて求める。 使用サブプログラム SUB 4, SUB 5, SUB 22

SUBROUTINE SUB 24 (X, Y, S, N, M)	
概要	混成堤の場合の、波高伝達率を、図-12 を用いて数列とし、呼び出す (図-6, 図-7, 図-8 及び 図-12 を参照のこと)。
パラメーター	出力 X ; 図-12 における横軸 (R/H) の座標軸の一次元数列。 ただし、 R ; 天端高 (m) H ; 波高 (m) Y ; 図-12 で d/h ごとの X に対応する縦軸 (H_t/H) の値の二次元数列。 ただし、 d ; 堤脚水深 (m) h ; 水深 (m) H_t ; 伝達波高 (m) H ; 波高 (m)
	力 S ; 図-12 での d/h の値の一次元数列 M ; d/h の値の種類の個数 N ; X の一次元数列の個数
その他	出力の求め方は、図-6, 7, 8 を参照のこと。 N は横座標のきざみ方により異なるが、最大 25 とする。 M ≤ 10, N ≤ 25 とする。(SUB 24 では、図-12 から M = 4 とする。) DIMENSION X (25), Y (10, 25), S (10) を宣言している。

SUBROUTINE SUB 25 (H, R, SD, SH, HT)	
概要	混成堤の場合の伝達波高を、図-12 によつて求める。
パラメーター	入力 H ; 波高 (m) R ; 静水面から天端までの高さ (m) SD ; 堤脚水深 (m_b) 図-12 の d SH ; 水深 (m) 図-12 の h
	出力 HT ; 伝達波高 (m)

その他	<p>混成堤の場合の伝達波高を図-12 によつて求める。</p> <p>図-12 では、d/h ごとに、すべての横軸に対して、縦軸の値が与えられていない。そのような範囲では、便宜上、$d/h = 1.0$ として伝達波高を求める。</p> <p>使用サブプログラム SUB 4, SUB 5, SUB 16, SUB 24</p>
-----	--

SUBROUTINE SUB 26 (H, EL, SH, WO, Y, P, N)		
概要	波高、波長、水深を与えて、サンフルー公式による波圧の分布形を求める。	
パラメーター	入	H ; 波圧を求める地点の波高 (m) EL ; 水深 SH (m) における波長 (m) SH ; 波圧を求める地点の水深 (m) WO ; 海水の単位体積重量 (t/m^3)
	出力	Y ; 波圧分布形の縦座標 (m) 上方を正とする一次元数列 (図-15 参照) P ; 各 Y 座標に対応する波圧の分布強度 (t/m^2) 一次元数列 (図-15 参照) N ; (Y, P) 数列の個数 この SUB 26 では、 $N = 3$ として出力する (図-15 参照)。
その他	<p>計算式は 式(11) を参照のこと。</p> <p>Y 座標は上方に正とする。</p> <p>図-15 に示すように、波圧の分布形を $Y_i, P_i, i = 1 \sim N$ として表わす。</p> <p>DIMENSION Y (3), P (3) を宣言している。</p> <p>揚圧力は、越波するかどうかを判断したうえで、SUB 5 を用いて、ある水準面 (例えば堤体底面) での重複波圧の大きさを求めればよい。</p>	

SUBROUTINE SUB 27 (H, T, SH, EP, WO, Y, P, N)		
概要	波高、周期、水深を与えて、サンフルー公式による波圧の分布形を求める。	
パラメーター	入	H ; 波高 (m) T ; 周期 (sec) SH ; 水深 (m) EP ; SUB 11 で波長を求めるときの許容誤差 (m) WO ; 海水の単位体積重量 (t/m^3)
	出力	Y ; 波圧分布形の縦座標 (m) 上方を正とする一次元数列 (図-15 参照) P ; 各 Y 座標に対応する波圧の分布強度 (t/m^2) 一次元数列 N ; (Y, P) 数列の個数 この SUB 27 では、 $N = 3$ として出力する (図-15 参照)

そ の 他	<p>計算式は 式 (11) を参照のこと。</p> <p>Y 座標は上方に正とする。</p> <p>図-15 に示すように、波圧の分布形を $Y_i, P_i, i = 1 \sim N$ として表わす。</p> <p>DIMENSION Y (3), P (3) を宣言している。</p> <p>使用サブプログラム SUB 11, SUB 26, SUB 136</p> <p>揚圧力は、越波するかどうかを判断したうえで、SUB 5 で、ある水準面（例えば堤体底面）での重複波圧の値を求めればよい。</p>
-------------	--

SUBROUTINE SUB 28 (H, WO, BE, Y, P, N)	
概 要	黒田式の一部である部分碎波圧の分布形を求める。
バ ラ メ ー タ ー 力	入 力 力 <p>H ; 波高 (m)</p> <p>WO ; 海水の単位体積重量 (t/m^3)</p> <p>BE ; 防波堤の法線直角方向と、波の進行方向とのなす角 (度)</p>
	出 力 力 <p>Y ; 部分碎波圧の分布の Y 座標 (m)</p> <p>上方を正とする一次元数列</p> <p>P ; 部分碎波圧強度 (t/m^2)</p> <p>Y に対応する一次元数列</p> <p>N ; 数列 (Y, P) の個数</p> <p>SUB 28 では N = 2 で出力する。</p>
そ の 他	<p>部分碎波圧の強度分布は、式 (12) によつて $Y_i, P_i, i = 1 \sim 2$ で表わす (図-17 参照)</p> <p>波向 BE は波の主方向で入力し、この SUB 28 の中で、自動的に「構造物法線の垂線と波の主方向から $\pm 15^\circ$ の範囲内で最も危険な方向」に補正する。</p> <p>DIMENSION Y (2), P (2) を宣言している。</p>

SUBROUTINE SUB 29 (Y1, P1, N1, Y2, P2, N2, Y, P, M)	
概 要	2 つの連続分布形が与えられたとき、そのいずれをも満足する連続分布形を求める。(図-18 参照)。
バ ラ メ ー タ ー 力	入 力 力 <p>Y1 ; 分布形 1 の縦座標の値 (一次元数列)</p> <p>P1 ; 分布形 1 の分布強度 (一次元数列)</p> <p>N1 ; 分布形 1 の数列 (Y1, P1) の個数</p> <p>Y2 ; 分布形 2 の縦座標の値 (一次元数列)</p> <p>P2 ; 分布形 2 の分布強度 (一次元数列)</p> <p>N2 ; 分布形 2 の数列 (Y2, P2) の個数</p>
	出 力 力 <p>Y ; 分布形 3 の縦座標の値 (一次元数列)</p> <p>P ; 分布形 3 の分布強度 (一次元数列)</p> <p>M ; 分布形 3 の数列 (Y, P) の個数</p>

その他	記号等の説明は、図-18を参照のこと。 DIMENSION Y1(10), P1(10), Y2(10), P2(10), Y(20), P(20) を宣言している。 $N1 \leq 10$, $N2 \leq 10$, $M \leq 20$ のこと。
-----	---

SUBROUTINE SUB 30 (H, T, BE, SH, EP, WO, Y, P, N)		
概要	波の諸元、水深等を与えて、黒田式(サンフルー公式+部分砕波圧式)による波圧の分布形を求める。	
パラメータ	入力	H ; 波高 (m) T ; 周期 (sec) BE ; 構造物の法線直角方向と、波の主方向とのなす角 (度) SH ; 水深 (m) EP ; 波長を求めるときの許容誤差 (m) WO ; 海水の単位体積重量 (t/m^3)
	出力	Y ; 波圧分布形のY座標 (m) 一次元数列 P ; 波圧の分布形の強度 (t/m^2) 一次元数列 N ; 数列 (Y, P) の個数
その他	黒田式の波圧分布はフローチャート-10を参照のこと。 波向BE(度)は、波の主方向で入力し、このSUB 30の中で自動的に 「構造物法線の垂線と、波の主方向から $\pm 15^\circ$ の範囲内で最も危険な方向」 に補正している。 DIMENSION Y(10), P(10)を宣言している。 使用サブプログラム SUB 27, SUB 28, SUB 29 揚圧力は越波するかどうかを判断したうえで、SUB 5である水準面(例えば堤体底面)での波圧強度を 求めればよい。	

SUBROUTINE SUB 31 (H, SH, BE, WO, Y, P, N, PU)		
概要	広井式による波圧分布を求める。	
パラメータ	入力	H ; 波高 (m) SH ; 水深 (m) BE ; 構造物法線の垂線と、波の主方向とのなす角 (度) このサブプログラム内で、BEが構造物に対して最も危険となるように、 $\pm 15^\circ$ の範囲で、自動的に補正する。 WO ; 海水の単位体積重量 (t/m^3)
	出力	Y ; 分布形のY座標 (m) 一次元数列 P ; 分布形の波圧強度 (t/m^2) 一次元数列 N ; 数列 (Y, P) の個数、SUB 31では、 $N=2$ で出力する。 PU ; 揚圧力 (t/m^2)

その他	広井式の波圧強度は、 $P = 1.5 \bar{w}_0 \cdot H \cdot \cos^2 \beta$ で与えられる。 揚圧力は、 $P_v = 1.25 w_0 H$ で求めるが、越波するかどうかの判断は、SUB 31の中では行っていない。 DIMENSION Y (10), P (10)を宣言している。
-----	---

SUBROUTINE SUB 32 (H, T, BE, SH, HD, TH, SD, WO, Y, P, N, PU)	
概要	合田式による波圧分布を求める。
パラメータ	H ; 波圧計算に用いる最高波高 (m) T ; 波の周期 (sec) BE ; 構造物法線の垂線と波の主方向とのなす角 (度) SH ; 構造物設置位置の水深 (m) (図-19のh) HD ; 堤脚水深 (m) (図-19のh') TH ; 海底こう配 1: THのときのTHの値 SD ; 根固工又はマウンド被覆工天端のいずれか小さい方の水深 (m) (図-19のd) WO ; 海水の単位体積重量 (t/m ³)
出力	Y ; 波圧分布のY座標 (m) 一次元数列 P ; 波圧分布の強度 (t/m ²) 一次元数列 N ; 数列 (Y, P) の個数 SUB 32 の場合、N=3で出力する。 PU ; 揚圧力 (t/m ²) (図-19参照)
その他	合田式は、式(14)を参照のこと。 記号等については図-19を参照のこと。 詳しくは、文献 ³⁾ を参照のこと。 DIMENSION Y (10), P (10)を宣言している。

SUBROUTINE SUB 33 (H, SD, WO, Y, P, N, PU)	
概要	伊藤式による波圧分布を求める。
パラメータ	H ; 波高 (m) SD ; 堤脚水深 (m) 図-20におけるd WO ; 海水の単位体積重量 (t/m ³)
出力	Y ; 分布形のY座標 (m) 一次元数列 P ; 分布形の波圧強度 (t/m ²) 一次元数列 N ; 数列 (Y, P) の個数 SUB 33 の場合N=2で出力 PU ; 揚圧力 (t/m ²)
その他	伊藤式の波圧は 式(16)によつて求める。 伊藤式の場合、N=2であり、 $Y_1 = \text{静水面} + 1.25 H$

	$Y_2 = \text{静水面} - SD$ $P_1 = P_2 = PU$ である。 DIMENSION Y(10), P(10) を宣言している
--	--

SUBROUTINE SUB 34 (UM, W, EL, B, SW, D, HC)	
概要	期待滑動量方式による検討を行う場合の、滑動限界波高HCを求める。
入力	UM ; 堤体と捨石マウンドとの摩擦係数 W ; 静水中の浮力を差し引いた堤体重量 (t/m) EL ; 波圧の作用範囲 (m) 壁高、あるいは堤体底面から静水面上 1.25H までの高さのうち、いずれが小さい方の値 (Hは通常 H_{max}) B ; 堤幅 (m) SW ; 海水の単位体積重量 (t/m ³) D ; マウンド上面の水深 (m)
出力	HC ; 滑動限界波高 (m)
その他	堤体と捨石マウンドとの摩擦係数UMは、通常0.6である。 海水の単位体積重量SWは、通常1.03である。 式(17)による P_c を式(16)の P に代入して求めた波高Hが、HC(滑動限界波高)である。

SUBROUTINE SUB 35 (X, Y, S, M, N)	
概要	期待滑動量の検討を行う場合に用いる図-22のグラフを数列として呼び出す。
出力	X ; 横軸 ($H_c / H_{1/3}$) の座標 (一次元数列) Y ; 条件 (H_c / d) ごとの縦軸 ($\frac{S_{max}}{\mu g K N H_c}$) の座標 (二次元数列) S ; 条件 (H_c / d) の値 (一次元数列) M ; 条件 (H_c / d) の個数 N ; Xの数列の数
その他	図-22のグラフを 図-6のように数列として呼び出す。 DIMENSION X(25), Y(10, 25), S(10)を宣言している。 このサブプログラムの入力パラメーターはない。 CALLすれば、数列が得られる。

SUBROUTINE SUB 36 (X, Y, S, M, N)	
概要	期待滑動量の検討を行う場合に用いる図—23のグラフを数列として呼び出す。
パラメータ	<p>X ; 横軸 ($H_{max}/H_{1/3}$) の座標 (一次元数列)</p> <p>Y ; 条件 ($H_c/H_{1/3}$) ごとの縦軸 ($\frac{S}{S_{max}}$) の座標 (一次元数列)</p> <p>S ; 条件 ($H_c/H_{1/3}$) の値 (一次元数列)</p> <p>M ; 条件 ($H_c/H_{1/3}$) の個数</p> <p>N ; X の数列の数</p>
その他	<p>図—23のグラフを図—6のように数列として呼び出す。</p> <p>DIMENSION X (25), Y (10, 25), S (10) を宣言している。</p> <p>このサブプログラムの入力パラメータはない。</p> <p>CALLすれば、数列が得られる。</p>

SUBROUTINE SUB 37 (UM, W, EL, B, SW, D, HM, H13, XK, N, HC, S)	
概要	期待滑動量の検討を行う。
パラメータ	<p>UM ; 堤体と捨石マウンドとの摩擦係数 (通常 0.6)</p> <p>W ; 静水中の浮力を差し引いた堤体重量 (t/m)</p> <p>EL ; 波圧の作用範囲 (m)</p> <p>壁高、あるいは、堤体底面から静水面上 1.25H までの高さのうち、いずれか小さい方の値 (H は通常 H_{max})</p> <p>B ; 堤幅 (m)</p> <p>SW ; 海水の単位体積重量 (t/m^3) (通常 1.03)</p> <p>D ; マウンド上面の水深 (m)</p> <p>HM ; 最大波高 (m)</p> <p>H13 ; 有義波高 (m)</p> <p>XK ; 定数 (sec^2/m)</p> <p>捨石マウンド厚が水深の $\begin{cases} 1/3 \text{ 程度のとき} & XK = 0.025 (sec^2/m) \\ 2/3 \text{ 程度のとき} & XK = 0.013 (sec^2/m) \end{cases}$</p> <p>N ; 設計波の継続時間に対応する波数 (通常 500 あるいは 1000 とつた程度の値)</p>
出力	<p>HC ; 滑動限界波高 (m)</p> <p>S ; 期待滑動量 (cm)</p>
その他	<p>堤体が滑動しない場合 (すなわち、$HM \leq HC$ のとき) は期待滑動量 $S = 0$ で求める。</p> <p>期待滑動量 S の単位は cm であることに注意。</p> <p>使用サブプログラム SUB 16, SUB 34, SUB 35, SUB 36</p>

SUBROUTINE SUB 38 (H, WL, WO, Y, P, N)	
概 要	ミニキン公式による静圧の分布形を求める。
パラメータ	入 力 H ; 波 高 (m) WL ; 静水面の位置 (m) WO ; 海水の単位体積重量 (t/m^3)
	出 力 Y ; 分布形のY座標 (m) 一次元数列 P ; 分布形の静圧強度 (t/m^2) 一次元数列 N ; 数 列 (Y, P) の個数 この場合 $N=3$ で出力する。
そ の 他	静圧の分布強度は式 (18) で求める。 SUB 38 の出力は、 $Y_1 = \text{静水面} + H/2$ $Y_2 = \text{静水面}$ $Y_3 = \text{静水面} - 1000$ ($-1000m$ 点まで与えている。) $P_1 = 0$ $P_2 = 0.5 \times WO \times H$ $P_3 = P_2$ $N = 3$ である。 DIMENSION Y (10), P (10) を宣言している。

SUBROUTINE SUB 39 (Y, P, N, WL1, WL2, YY, PP, M)	
概 要	連続分布形を、上限、下限で切つたときの新しい連続分布形を求める (図-25 参照)。
パラメータ	入 力 Y ; もとの連続分布形のY座標、一次元数列 P ; もとの連続分布形の強度、一次元数列 N ; 数列 (Y, P) の個数 WL1 ; 上限 WL2 ; 下限
	出 力 YY ; 新しい連続分布形のY座標、一次元数列 PP ; 新しい連続分布形の強度、一次元数列 M ; 数列 (YY, PP) の個数
そ の 他	SUB 39 の説明図を図-25に示す。 $N \leq 10$, $M \leq 10$ のこと。 DIMENSION Y (10), P (10), YY (10), PP (10) を宣言している。

SUBROUTINE SUB 40 (Y, P, N, PO, YO)		
概 要	連続分布形を集中力に換算したときの合力及びその作用位置を求める。	
パラ メー ター	入 力 力 力	Y ; 連続分布形のY座標、一次元数列 P ; 連続分布形の強度、一次元数列 N ; 数列(Y, P)の個数
	出 力 力	PO ; 分布形のY ₁ ~ Y _N 間の合力 YO ; POとY _N との距離
そ の 他	N ≤ 10のこと DIMENSION Y(10), P(10) を宣言している。	

SUBROUTINE SUB 41 (H, EL, SH, SD, WO, WL, WL1, WL2, PO, YO)		
概 要	ミニキン公式の中の、動圧による合力と作用位置を求める。	
パラ メー ター	入 力 力 力 力	H ; 波 高 (m) EL ; 水 深 SH (m) 地点での波長 (m) SH ; 水 深 (m)、図-24におけるh SD ; 堤脚水深 (m)、図-24におけるd WO ; 海水の単位体積重量 (t/m ³) WL ; 静水面の位置 (m) WL1 ; 波圧を受ける部分の上限 (m) WL2 ; 波圧を受ける部分の下限 (m)
	出 力 力	PO ; 上限~下限間の動圧の合力 (t/m) YO ; POと下限WL2との距離 (m)
そ の 他	ミニキン公式による動圧は 式(18) によつて求める。 波長EL (m) はSUB 11を用いて求める。 注意 WL1, WL2はそれぞれ堤体の天端と堤体の下端のことをいう。動圧の分布の上、下端ではない。	

SUBROUTINE SUB 42 (H, T, WL, WL1, WL2, EP, WO, SH, SD, PO, YO)		
概 要	ミニキン公式による衝撃砕波圧の合力と作用位置を求める。	
パラ メー ター	入 力 力 力 力	H ; 波 高 (m) T ; 周 期 (sec) WL ; 静水面の位置 (m) WL1 ; 波圧を受ける上限 (m) WL2 ; 波圧を受ける下限 (m)
	出 力 力	EP ; SUB 11で波長を求めるときの許容誤差 (m) WO ; 海水の単位体積重量 (t/m ³)

SUBROUTINE SUB 45 (K, X, Y, S, M, N)	
概要	港内振幅 (図-28 参照)、又はピークカットの遅れ (図-29 参照) のグラフを読み取り、数列として表わす。
パラメータ	入力 K ; 港内振幅 (図-28) を呼び出すときは $K=1$ ピークカットの遅れ (図-29) を呼び出すときは $K=2$
	出力 X ; まず、図-28 及び図-29 の縦軸と横軸を逆にする。 逆にした後のグラフの横軸 ($\frac{A}{CTS} \sqrt{\frac{a_0}{g}}$) の座標値の一次元数列 Y ; 縦軸 (a_0/a 又は t/T) の条件 (a_0/h) ごとの X に対応する値、二次元数列 S ; 条件 (a_0/h) の値、一次元数列 M ; 条件 (a_0/h) の種類の個数 N ; X の個数
その他	港内振幅、及びピークカットの遅れは図-28 及び図-29 を用いて求める。 グラフの読み取りは図-6 を参照のこと。 この SUB で使用する (X, Y) は、図-28 及び図-29 の縦横軸とは逆の縦横軸として、図-6 のような数列表示をしていることに注意 (図-28、図-29 は一般に縦軸の値を与えて横軸の値を求める場合が多い。よつて、縦横軸を逆にして図-16 のように数列として与え、SUB 16 が使用できるように操作した。 $M \leq 10, N \leq 25$ DIMENSION X (25), Y (10, 25), S (10) を宣言している。

SUBROUTINE SUB 46 (K, AO, SH, A, C, SO, T, ANS)	
概要	港内振幅 (図-28 参照)、又はピークカットの遅れ (図-29 参照) を求める。
パラメータ	入力 K ; 港内振幅 (図-28 参照) を求めるとき $K=1$ ピークカットの遅れ (図-29 参照) を求めるとき $K=2$ AO ; 潮せきの振幅 (m) SH ; 港口平均水深 (m) A ; 港内水面積 (m^2) C ; 港口損失係数 SO ; 港口断面積 (m^2) T ; 潮せきの周期 (sec)
	出力 ANS ; $K=1$ のときは、港内振幅 (m) $K=2$ のときは、ピークカットの遅れ (sec)
その他	港内振幅、及びピークカットの遅れは、図-28 及び図-29 を用いて求める。 使用サブプログラム SUB 4, SUB 5, SUB 16, SUB 45

SUBROUTINE SUB 47 (Y, M, RW, ZL, AK, W, DE, BE, PSI, GA, CO, XK, PHI, SBL, J2, PAU, PAL)	
概要	主働土圧の分布を、常時、地震時の場合につき砂質土、及び粘性土について求める。
バ ラ メ ー タ ー 力	<p>Y ; i 層の上側の境界のレベル (m)</p> <p>M ; 土層数 + 1</p> <p>RW ; 残留水位 (m)</p> <p>ZL ; 粘性土の強度の基準となるレベル (m)</p> <p>AK ; 地震時の水平震度</p> <p>常時の主働土圧を求めるには AK=0 として入力する。</p> <p>W ; 上載荷重 (t/m²)</p> <p>DE ; 壁面での摩擦角 (度) 通常 15°</p> <p>BE ; 地表面が水平となす角 (度)</p> <p>PSI ; 壁面が鉛直となす角 (度)</p> <p>GA ; 土の単位体積重量 (t/m³)</p> <p>CO ; 粘着力の基準値 (t/m³)</p> <p>XK ; 粘着力の増加係数 (t/m³)</p> <p>PHI ; 砂の内部摩擦角 (度)</p> <p>SBL ; 海底面のレベル (m)</p> <p>J2 ; 見掛けの震度の選択</p> <p>J2 = 1 のとき..... $k' = \frac{r}{r-1} k$</p> <p>J2 = 2 のとき..... 二建法</p>
出 力	<p>PAU ; i 層の上側土圧強度 (t/m²)</p> <p>PAL ; i 層の下側土圧強度 (t/m²)</p>
そ の 他	<p>計算式は 式 (19) による。</p> <p>DIMENSION Y (30) , GA (30) , CO (30) , XK (30) , PHI (30) , PAU (30) , PAL (30) を宣言している。</p> <p>土層数 ≤ 30 のこと。</p> <p>常時と地震時は、一度に計算しない。震度 AK=0 と AK≠0 について 2 度 CALL しなければならない。</p> <p>土質条件が変化していても、前面の海底面、及び前面の海底面下 1.0m の 2 点で、必ず地層線を設けること。</p>

SUBROUTINE SUB 48 (N, DE, AK, Y, CO, DK, PHI, GA, W, ZO, JU, PU, PL)	
概要	受働土圧の分布形を、常時、又は地震時の場合につき砂質土、及び粘性土について求める。
バ ラ メ ー タ ー 力	<p>N ; 土層数 + 1</p> <p>DE ; 壁面の摩擦角 (度)</p> <p>AK ; 空中での水平震度 (常時のときは AK=0. とする)</p> <p>Y ; i 層の上側境界 (m)</p> <p>CO ; 粘着力の基準の強度 (t/m²)</p>

パラメータ	入	DK ; 粘着力の増加係数 (t/m ³) PHI ; 砂質土の内部摩擦角 (度) GA ; 土の単位体積重量 (t/m ³) W ; 上載荷重 (t/m ²) ZO ; 粘性土の強度の基準となるレベル (m) JU ; 見掛けの震度の選択 $JU = 1 \dots\dots k' = \frac{\tau}{\tau - 1} k$ $JU = 2 \dots\dots \text{二建法}$
	出力	PU ; <i>i</i> 層の上側の受働土圧強度 (t/m ²) PL ; <i>i</i> 層の下側の受働土圧強度 (t/m ²)
その他	計算式は式(21)による。 土層数 ≤ 20 のこと DIMENSION Y (20) , CO (20) , DK (20) , PHI (20) , GA (20) , PU (20) , PL (20) を宣言している。 常時と地震時の計算は、同時に計算できない。 AK=0 と AK≠0 の2度 CALLする必要がある。	

SUBROUTINE SUB 49 (A, B, C, D, GA, GAD, AK, PHI, DE, DZ, DT, SBL, Y, P)		
概要	前面に、図-31のような斜面を有する場合の砂質土の受働土圧強度の分布形を求める。	
パラメータ	入	A ; 図-31の <i>a</i> (m) B ; 図-31の <i>b</i> (m) C ; 図-31の <i>c</i> (m) D ; 図-31の <i>d</i> (m) GA ; 土の空中での湿潤飽和単位体積重量 (t/m ³) GAD ; 土の水中での単位体積重量 (t/m ³) AK ; 空中震度 常時のときは AK=0 とする。 PHI ; 土の内部摩擦角 (度) DE ; 受働側の壁面摩擦角 (度) 通常 - 15° DZ ; 受働土圧を求める点の深さ方向のピッチ (m) DT ; 受働崩壊面を仮定するときの角度 <i>θ</i> (図-31 参照) を変化させるときのきざみ (度) SBL ; 海底面の点 A (図-31 参照) のレベル (m)
	出力	Y ; 受働土圧強度を求める点のレベル P ; 水平方向の受働土圧強度 (t/m ²)
その他	計算方法は文献 ¹⁾ を参照のこと。 DIMENSION Y (50) , P (50) を宣言している。	

SUBROUTINE SUB 50 (WL, RWL, WO, Y, P, N)	
概要	前面水位、及び残留水位を与えて、残留水位の分布形を求める。
パラメータ	入 力
	出力
入力	WL ; 前面の水位 (m) RWL ; 残留水位 (m) WO ; 海水の単位体積重量 (t/m ³)
出力	Y ; 残留水圧、分布の高さ方向座標 (m) P ; 残留水圧強度 (t/m ²) N ; 数列 Y, P の個数 SUB 50 の場合は N=3
その他	WL ≤ RWL であること。 DIMENSION Y (3), P (3) を宣言している。 SUB 50 の出力は次のとおりである (図-32(a) 参照)。 Y (1) = RWL Y (2) = WL Y (3) = RWL - 1000 (残留水位以下 1000m までの分布を求める。) P (1) = 0. P (2) = WO × (RWL - WL) P (3) = P (2) N = 3

SUBROUTINE SUB 51 (AK, GW, H, WL, DL, P, Y)	
概要	ウエスタガードの簡易化した式(22)で、動水圧の合力、及び作用位置を求める。
パラメータ	入 力
	出力
入力	AK ; 空中段度 GW ; 水の単位体積重量 (t/m ³) H ; 壁体前面の水深 (m) WL ; 静水圧のレベル (m) DL ; 動水圧を求める下端点のレベル (m)
出力	P ; 動水圧の単位幅当りの合力 (t) Y ; 合力の作用位置のレベル (m)
その他	計算は断面延長方向 1m 当りで行っている。 動水圧は、一般に堤体の両側 2 面に作用することが多いが、 SUB 51 で求まる合力は、片面 1 面に作用する合力である。

SUBROUTINE SUB 52 (XK, W, H, TOP, GA, Y, P, N)	
概要	中詰土圧の分布形を求める。
パラメータ	XK ; 中詰土圧係数 W ; 上載荷重 (t/m ²)

パラメータ	入力	H ; 中詰土圧の増加する範囲 (図-33 参照) (m) TOP ; 中詰土圧を求める点の上限 (図-33 における点 A) のレベル (m) GA ; 中詰材の有効重量 (t/m^3)
	出力	Y ; 中詰土圧分布の高さ方向の座標 (m) P ; 中詰土圧の強度 (t/m^2) N 数列 Y, P の個数 SUB 52 の場合 $N=3$
その他		DIMENSION Y (3), P (3) を宣言している。 SUB 52 の場合の出力は次のとおりである。 $Y(1) = TOP$ $Y(2) = TOP - H$ $Y(3) = TOP - H - 1000$ (十分下の方まで分布形を与えておく。) $P(1) = W \cdot XK$ $P(2) = W \cdot XK + GA \cdot H \cdot XK$ $P(3) = P(2)$ $N = 3$

SUBROUTINE SUB 53 (K, EL, R, TA, CA, BTA, BCA, SA)	
概要	鋼ぐい材の各種許容応力度を求める。
パラメータ	入力 K ; 鋼種 $K=1 \dots SS41, SM41, SMA41, STK41$ $K=2 \dots SM50, STK50$ $K=3 \dots SM50Y, SMA50$ 出力 EL ; 部材の有効座屈長 (m) R ; 部材総断面の断面二次半径 (m)
	出力 TA ; 軸方向引張応力度 (kg/cm^2) CA ; 軸方向圧縮応力度 (kg/cm^2) BTA ; 曲げ引張応力度 (kg/cm^2) BCA ; 曲げ圧縮応力度 (kg/cm^2) SA ; せん断応力度 (kg/cm^2)
その他	各種許容応力度は表-3による。表-3では部材の有効座屈長の単位は (cm) であるが、ここでは、(m) を用いている。また、部材の断面二次半径は (cm) となっていることに注意。

SUBROUTINE SUB 54 (K, T1, T2, Z0, Z)																															
概要	鋼矢板の腐食時の断面係数を求める。																														
パラメータ	<p>K ; 鋼矢板の種類</p> <table border="0"> <tr> <td>K = 1 SP-I_A</td> <td>K = 2 SP-II</td> </tr> <tr> <td>K = 3 SP-II_A</td> <td>K = 4 SP-III</td> </tr> <tr> <td>K = 5 SP-III_A</td> <td>K = 6 SP-IV</td> </tr> <tr> <td>K = 7 SP-IV_A</td> <td>K = 8 SP-V_L</td> </tr> <tr> <td>K = 9 SP-VI_A</td> <td>K = 10 SP-Z₂₅</td> </tr> <tr> <td>K = 11 SP-Z₃₂</td> <td>K = 12 SP-Z₃₈</td> </tr> <tr> <td>K = 13 SP-Z₄₅</td> <td></td> </tr> <tr> <td>K = 14 SP-I_A+I_A</td> <td>K = 15 SP-II_A+I_A</td> </tr> <tr> <td>K = 16 SP-II_A+II_A</td> <td>K = 17 SP-III_A+II_A</td> </tr> <tr> <td>K = 18 SP-III_A+III_A</td> <td>K = 19 SP-IV_A+III_A</td> </tr> <tr> <td>K = 20 SP-IV_A+IV_A</td> <td>K = 21 SP-V_L+V_L</td> </tr> <tr> <td>K = 22 SP-VI_L+VI_L</td> <td>K = 23 SP-VI_L+VI_L</td> </tr> <tr> <td>K = 24 SP-II+II</td> <td>K = 25 SP-III+II</td> </tr> <tr> <td>K = 26 SP-III+III</td> <td>K = 27 SP-IV+III</td> </tr> <tr> <td>K = 28 SP-IV+IV</td> <td></td> </tr> </table> <p>T1 ; 海側の腐食量 (mm) T2 ; 陸側の腐食量 (mm)</p>	K = 1 SP-I _A	K = 2 SP-II	K = 3 SP-II _A	K = 4 SP-III	K = 5 SP-III _A	K = 6 SP-IV	K = 7 SP-IV _A	K = 8 SP-V _L	K = 9 SP-VI _A	K = 10 SP-Z ₂₅	K = 11 SP-Z ₃₂	K = 12 SP-Z ₃₈	K = 13 SP-Z ₄₅		K = 14 SP-I _A +I _A	K = 15 SP-II _A +I _A	K = 16 SP-II _A +II _A	K = 17 SP-III _A +II _A	K = 18 SP-III _A +III _A	K = 19 SP-IV _A +III _A	K = 20 SP-IV _A +IV _A	K = 21 SP-V _L +V _L	K = 22 SP-VI _L +VI _L	K = 23 SP-VI _L +VI _L	K = 24 SP-II+II	K = 25 SP-III+II	K = 26 SP-III+III	K = 27 SP-IV+III	K = 28 SP-IV+IV	
	K = 1 SP-I _A	K = 2 SP-II																													
K = 3 SP-II _A	K = 4 SP-III																														
K = 5 SP-III _A	K = 6 SP-IV																														
K = 7 SP-IV _A	K = 8 SP-V _L																														
K = 9 SP-VI _A	K = 10 SP-Z ₂₅																														
K = 11 SP-Z ₃₂	K = 12 SP-Z ₃₈																														
K = 13 SP-Z ₄₅																															
K = 14 SP-I _A +I _A	K = 15 SP-II _A +I _A																														
K = 16 SP-II _A +II _A	K = 17 SP-III _A +II _A																														
K = 18 SP-III _A +III _A	K = 19 SP-IV _A +III _A																														
K = 20 SP-IV _A +IV _A	K = 21 SP-V _L +V _L																														
K = 22 SP-VI _L +VI _L	K = 23 SP-VI _L +VI _L																														
K = 24 SP-II+II	K = 25 SP-III+II																														
K = 26 SP-III+III	K = 27 SP-IV+III																														
K = 28 SP-IV+IV																															
出力	<p>Z0 ; 腐食のない場合の壁幅 1m 当りの断面係数 (cm³/m) Z ; 腐食時の壁幅 1m 当りの断面係数 (cm³/m)</p>																														
その他	<p>図-34、図-35を読みとるサブプログラムである。 T1 ≥ T2 のこと。 1 ≤ K ≤ 28 のこと。 使用サブプログラム SUB 4, SUB 5, SUB 16, SUB 56</p>																														

SUBROUTINE SUB 55 (K, T1, Z0, Z)																	
概要	鋼矢板の種類と、海側の腐食量を与えて、当初の断面係数及び、腐食時の断面係数を求める。																
パラメータ	<p>K ; 鋼矢板の種類</p> <table border="0"> <tr> <td>K = 1 PS-I</td> <td>K = 2 SP U-5</td> </tr> <tr> <td>K = 3 SP-II</td> <td>K = 4 SP U-9</td> </tr> <tr> <td>K = 5 SP-III</td> <td>K = 6 SP U-15</td> </tr> <tr> <td>K = 7 SP-IV</td> <td>K = 8 SP U-23</td> </tr> <tr> <td>K = 9 SP-V</td> <td>K = 10 SP Z-14</td> </tr> <tr> <td>K = 11 SP Z-25</td> <td>K = 12 SP Z-32</td> </tr> <tr> <td>K = 13 SP Z-38</td> <td>K = 14 SP Z-45</td> </tr> <tr> <td>K = 15 SP B-66</td> <td>K = 16 SP B-74</td> </tr> </table>	K = 1 PS-I	K = 2 SP U-5	K = 3 SP-II	K = 4 SP U-9	K = 5 SP-III	K = 6 SP U-15	K = 7 SP-IV	K = 8 SP U-23	K = 9 SP-V	K = 10 SP Z-14	K = 11 SP Z-25	K = 12 SP Z-32	K = 13 SP Z-38	K = 14 SP Z-45	K = 15 SP B-66	K = 16 SP B-74
	K = 1 PS-I	K = 2 SP U-5															
K = 3 SP-II	K = 4 SP U-9																
K = 5 SP-III	K = 6 SP U-15																
K = 7 SP-IV	K = 8 SP U-23																
K = 9 SP-V	K = 10 SP Z-14																
K = 11 SP Z-25	K = 12 SP Z-32																
K = 13 SP Z-38	K = 14 SP Z-45																
K = 15 SP B-66	K = 16 SP B-74																
出力																	

出力	T 1 ; 海側の腐食量 (mm) Z 0 ; 腐食しない時の断面係数 (cm ³ /m) Z ; 腐食時の断面係数 (cm ³ /m)
その他	図-36 ~ 図-37 のグラフを読みとるサブプログラムである。 これは (陸側の腐食量) / (海中の腐食量) = 3 / 20 の一定値の場合のみであることに注意のこと。 その他の比の場合の使い方は、注) を参照のこと。 使用サブプログラム SUB 4, SUB 5, SUB 57

SUBROUTINE SUB 56 (K, X, Y, S, M, N)																															
概要	鋼矢板の種類を与えて、その腐食時の断面係数のグラフ (図-34 ~ 図-35) を数列として呼び出す。																														
入力	K ; 鋼矢板の種類 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">K = 1 SP-I_A</td> <td style="width: 50%;">K = 2 SP-II</td> </tr> <tr> <td>K = 3 SP-II_A</td> <td>K = 4 SP-III</td> </tr> <tr> <td>K = 5 SP-III_A</td> <td>K = 6 SP-IV</td> </tr> <tr> <td>K = 7 SP-IV_A</td> <td>K = 8 SP-V_L</td> </tr> <tr> <td>K = 9 SP-V_L</td> <td>K = 10 SP-Z₂₅</td> </tr> <tr> <td>K = 11 SP-Z₃₂</td> <td>K = 12 SP-Z₃₈</td> </tr> <tr> <td>K = 13 SP-Z₄₅</td> <td></td> </tr> <tr> <td>K = 14 SP-I_A + I_A</td> <td>K = 15 SP-II_A + I_A</td> </tr> <tr> <td>K = 16 SP-II_A + II_A</td> <td>K = 17 SP-III_A + II_A</td> </tr> <tr> <td>K = 18 SP-III_A + III_A</td> <td>K = 19 SP-IV_A + III_A</td> </tr> <tr> <td>K = 20 SP-IV_A + IV_A</td> <td>K = 21 SP-V_L + V_L</td> </tr> <tr> <td>K = 22 SP-V_L + VI_L</td> <td>K = 23 SP-VI_L + VI_L</td> </tr> <tr> <td>K = 24 SP-II + II</td> <td>K = 25 SP-III + II</td> </tr> <tr> <td>K = 26 SP-III + III</td> <td>K = 27 SP-IV + III</td> </tr> <tr> <td>K = 28 SP-IV + IV</td> <td></td> </tr> </table>	K = 1 SP-I _A	K = 2 SP-II	K = 3 SP-II _A	K = 4 SP-III	K = 5 SP-III _A	K = 6 SP-IV	K = 7 SP-IV _A	K = 8 SP-V _L	K = 9 SP-V _L	K = 10 SP-Z ₂₅	K = 11 SP-Z ₃₂	K = 12 SP-Z ₃₈	K = 13 SP-Z ₄₅		K = 14 SP-I _A + I _A	K = 15 SP-II _A + I _A	K = 16 SP-II _A + II _A	K = 17 SP-III _A + II _A	K = 18 SP-III _A + III _A	K = 19 SP-IV _A + III _A	K = 20 SP-IV _A + IV _A	K = 21 SP-V _L + V _L	K = 22 SP-V _L + VI _L	K = 23 SP-VI _L + VI _L	K = 24 SP-II + II	K = 25 SP-III + II	K = 26 SP-III + III	K = 27 SP-IV + III	K = 28 SP-IV + IV	
	K = 1 SP-I _A	K = 2 SP-II																													
K = 3 SP-II _A	K = 4 SP-III																														
K = 5 SP-III _A	K = 6 SP-IV																														
K = 7 SP-IV _A	K = 8 SP-V _L																														
K = 9 SP-V _L	K = 10 SP-Z ₂₅																														
K = 11 SP-Z ₃₂	K = 12 SP-Z ₃₈																														
K = 13 SP-Z ₄₅																															
K = 14 SP-I _A + I _A	K = 15 SP-II _A + I _A																														
K = 16 SP-II _A + II _A	K = 17 SP-III _A + II _A																														
K = 18 SP-III _A + III _A	K = 19 SP-IV _A + III _A																														
K = 20 SP-IV _A + IV _A	K = 21 SP-V _L + V _L																														
K = 22 SP-V _L + VI _L	K = 23 SP-VI _L + VI _L																														
K = 24 SP-II + II	K = 25 SP-III + II																														
K = 26 SP-III + III	K = 27 SP-IV + III																														
K = 28 SP-IV + IV																															
出力	X ; 腐食量 T 1 (横軸) の一次元数列 (mm) Y ; 断面係数 (縦軸) の条件 S (この場合 T 2 / T 1) ごとの X に対応する二次元数列 (cm ³ /m) S ; 条件 T 2 / T 1 の一次元数列 (無次元) M ; 条件 S の個数 N ; X の個数																														
その他	図-34 、 図-35 を 図-6 のような表現の数列として呼び出す。 DIMENSION X (20), Y (10, 20), S (10) を宣言している。 K ≤ 28, M ≤ 10, N ≤ 20 のこと。																														

SUBROUTINE SUB 57 (K, X, Y, N)																	
概要	鋼矢板の種類を与えて、その腐食時の断面係数を与えるグラフ(図-36~図-38)を数列として求める。																
パラメータ	<p>K ; 鋼矢板の種類</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">K = 1 SP-I</td> <td style="width: 50%;">K = 2 SPU-5</td> </tr> <tr> <td>K = 3 SP-II</td> <td>K = 4 SPU-9</td> </tr> <tr> <td>K = 5 SP-III</td> <td>K = 6 SPU-15</td> </tr> <tr> <td>K = 7 SP-IV</td> <td>K = 8 SPU-23</td> </tr> <tr> <td>K = 9 SP-V</td> <td>K = 10 SPZ-14</td> </tr> <tr> <td>K = 11 SPZ-25</td> <td>K = 12 SPZ-32</td> </tr> <tr> <td>K = 13 SPZ-38</td> <td>K = 14 SPZ-45</td> </tr> <tr> <td>K = 15 SPB-66</td> <td>K = 16 SPB-74</td> </tr> </table>	K = 1 SP-I	K = 2 SPU-5	K = 3 SP-II	K = 4 SPU-9	K = 5 SP-III	K = 6 SPU-15	K = 7 SP-IV	K = 8 SPU-23	K = 9 SP-V	K = 10 SPZ-14	K = 11 SPZ-25	K = 12 SPZ-32	K = 13 SPZ-38	K = 14 SPZ-45	K = 15 SPB-66	K = 16 SPB-74
	K = 1 SP-I	K = 2 SPU-5															
K = 3 SP-II	K = 4 SPU-9																
K = 5 SP-III	K = 6 SPU-15																
K = 7 SP-IV	K = 8 SPU-23																
K = 9 SP-V	K = 10 SPZ-14																
K = 11 SPZ-25	K = 12 SPZ-32																
K = 13 SPZ-38	K = 14 SPZ-45																
K = 15 SPB-66	K = 16 SPB-74																
出力	<p>X ; 横軸(海側腐食量) t_1 の一次元数列(mm)</p> <p>Y ; 縦軸(断面係数)のXに対応する一次元数列(m^3/m)</p> <p>N ; (X, Y)の個数</p>																
その他	<p>グラフが一本の直線で与えられるものについては$N=2$、折れ点が1箇所あれば$N=3$、折れ点が2箇所あれば$N=4$となる(図-3、及びSUB 5参照)。</p> <p>DIMENSION X(10), Y(10) を宣言している。</p> <p>$K \leq 16$ $N \leq 10$ のこと。</p>																

SUBROUTINE SUB 58 (D, T, AI, Z, W, N)	
概要	鋼管ぐいの諸元表(表-5参照)を呼び出す。
パラメータ	<p>D ; 外径(mm)</p> <p>T ; 肉厚(mm)</p> <p>AI ; 断面二次モーメント($cm^4/本$)</p> <p>Z ; 断面係数($cm^3/本$)</p> <p>W ; 重量(kg/m)</p> <p>N ; 鋼管ぐいの種類の数、$N=141$</p>
	その他

SUBROUTINE SUB 59 (NAME, B, W, AI, Z, N)	
概要	鋼矢板の諸元表(表-6参照)を呼び出す。
	<p>NAME ; 鋼矢板の名称(Aタイプ5文字)</p> <p>B ; 一枚当りの矢板の幅(cm)</p>

パラメーター	出力	W ; 重量 (壁幅 1m 当り) (kg/m^2) AI ; 壁幅 1m 当りの断面二次モーメント (cm^4/m) Z ; 壁幅 1m 当りの断面係数 (cm^3/m) N ; 矢板の種類の数 $N=40$
その他		鋼矢板の名称は次の表-7のとおりとする。 組合せ鋼矢板は全筒形である。 $N=1 \sim 40$ の順序は表-6の順序のとおりである。 DIMENSION NAME (40), B (40), W (40), AI (40), Z (40) を宣言している。

SUBROUTINE SUB 60 (A, B, T1, T2, W, XI, YI, XZ, YZ, N)		
概要		溝形鋼の諸元表 (表-8 参照) を呼び出す。
パラメーター	出力	A ; 図-39 の A (mm) B ; 図-39 の B (mm) T1 ; 図-39 の t_1 (mm) T2 ; 図-39 の t_2 (mm) W ; 重量 (kg/m) XI ; 図-39 の X 軸に関する断面二次モーメント (cm^4) YI ; 図-39 の Y 軸に関する断面二次モーメント (cm^4) XZ ; 図-39 の X 軸に関する断面係数 (cm^3) YZ ; 図-39 の Y 軸に関する断面係数 (cm^3) N ; 溝形鋼の種類の数 $N=17$
その他		DIMENSION A (17), B (17), T1 (17), T2 (17), W (17), XI (17), YI (17), XZ (17), YZ (17) を宣言している。 $N=1 \sim 17$ の順序は、表-8 の順序のとおりである。

SUBROUTINE SUB 61 (K, A, N, B, M)		
概要		数列を大小順、又は小大順に並べかえ、かつ、並べかえる前は、それぞれが、何番目にあつたかを知る。
パラメーター	入力	K ; 並びかえる方法の選択 $K=1 \dots\dots$ 大小順 ($B_1 > B_2 > \dots\dots B_N$) $K=2 \dots\dots$ 小大順 ($B_1 < B_2 < \dots\dots B_N$)
	出力	A ; 並びかえをしようとする数列 N ; 数列 A の個数 B ; 大小又は小大順に並びかえた後の数列 M ; 数列 B のそれぞれが、数列 A の状態のときに位置した順番を示す数列

その他	DIMENSION A(200), M(200) を宣言している。 この SUB 63 の操作を例で示すと次のとおりである。	
	入 力	出 力
	$\left[\begin{array}{l} K=1, N=3 \\ A(1)=2.3 \\ A(2)=1.8 \\ A(3)=3.5 \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{l} N=3 \\ B(1)=3.5 \quad M(3)=3 \\ B(2)=2.3 \quad M(1)=1 \\ B(3)=1.8 \quad M(2)=2 \end{array} \right]$

SUBROUTINE SUB 62 (B, H, CL, K, F, X1, X2, V, XO, YO)	
概 要	ケーソンの外側の形状寸法を与えて、その体積，重心位置を求める。
パラメータ	B ; ケーソンの本体幅 (m) H ; ケーソンの高さ (m) CL ; ケーソンの法線方向一函当りの長さ (m) K ; フーチングの形状の選択 K=1 or K=2 F ; フーチングの張り出し長さ (m) X1 ; フーチングの先端の厚さ (m) X2 ; K=1 のときは フーチングの傾き (1 : X2) K=2 のときは フーチングのヘンチの寸法 (m)
	出力
その他	<p>パラメータについては、図-40を参照のこと。</p> <p>ケーソンは、法線方向、法線直角方向、共に左右対称であるものとする。</p> <p>したがって、重心の位置は、フーチングのぐう角点から、法線方向に対して、$CL/2$ 法線直角方向に対しては、$XO=FL+B/2$の位置にある。</p> <p>ケーソンの外側形状の体積は、ケーソン1函当りの値であることに注意すること。</p> <p>ここでいうフーチングの外側形状の体積とは、ケーソンのコンクリート部分の体積だけでなく、図-40に示すように、中詰部分の体積も含めた体積をいう。</p>

SUBROUTINE SUB 63 (B, H, CL, FL, S, C, T, D, I, J, V, XO, YO)	
概 要	ケーソンの形状寸法を与えて、その中詰部分の体積，重心位置を求める。
パラメータ	B ; ケーソンの本体幅 (m) H ; ケーソンの高さ (m) CL ; ケーソンの法線方向一函当りの長さ (m) FL ; フーチングの張り出し長さ (m) S ; 側壁の厚さ (m)

パラメータ	入力	C ; 隔壁の厚さ (m) T ; 底版の厚さ (m) D ; 中詰部分のハンチの大きさ (m) I ; 法線直角方向の隔壁数 J ; 法線方向の、ケーソン1 函当りの隔壁数
	出力	V ; ケーソン1 函当りの中詰部分の体積 (m ³ /函) XO ; 中詰部分の重心位置 (フーチング先端からの水平距離) (m) YO ; 中詰部分の重心位置 (底面からの高さ) (m)
その他	<p>パラメーターについては図-41を参照のこと。</p> <p>ケーソンは、法線方向、法線直角方向、共に、左右対称であるものとする。したがって、重心の位置は、フーチングのぐう角点から、法線方向に対して $CL/2$、法線直角方向に対して $XO = FL + B/2$ の位置にある。</p> <p>側壁、及び隔壁については、法線方向部材と、法線直角方向部材とで、その厚さは、それぞれ、同じ厚さであること。</p> <p>ハンチの大きさは、中詰部分のすべてのハンチに共通であるとする。</p> <p>図-41 の場合、 $I = 2$, $J = 3$ である。</p>	

SUBROUTINE SUB 64 (B, H, CL, K, FL, X1, X2, S,) (C, T, D, I, J, V, XO, YO)	
概要	ケーソンの形状寸法を与えて、そのコンクリート部分の体積及び重心位置を求める。
パラメータ	B ; ケーソンの本体幅 (m) H ; ケーソンの高さ (m) CL ; ケーソンの法線方向一函当りの長さ (m) K ; フーチングの形状の選択 $K=1$ or $K=2$ FL ; フーチングの張出し長さ (m) X1 ; フーチングの先端の厚さ (m) X2 ; $K=1$ のときは、フーチングの傾き (1 : X2) $K=2$ のときは、フーチングのハンチの寸法 (m) S ; 側壁の厚さ (m) C ; 隔壁の厚さ (m) T ; 底版の厚さ (m) D ; 中詰部分のハンチの大きさ (m) I ; 法線直角方向の隔壁数 J ; 法線方向のケーソン1 函当りの隔壁数
	出力

その他	<p>パラメーターについては、図-40、図-41を参照のこと。</p> <p>その他の注意は、SUB 62，SUB 63と同じである。</p> <p>使用サブプログラム SUB 62，SUB 63</p>
-----	--

SUBROUTINE SUB 65 (B, H, CL, K, FL, X1, X2, S, C, T, D, I, J, CH, RC, RW, W, XO, YO)	
概要	ケーソンの形状寸法、注水高さ、注水材料の単位体積重量を与えて、注水状態のケーソンの重量、重心位置を求める。
入力	<p>B ; ケーソンの本体幅 (m)</p> <p>H ; ケーソンの高さ (m)</p> <p>CL ; ケーソンの法線方向一函当りの長さ (m)</p> <p>K ; フーチングの形状の選択 K=1 or K=2</p> <p>FL ; フーチングの張出し長さ (m)</p> <p>X1 ; フーチングの先端の厚さ (m)</p> <p>X2 ; K=1 のときは、フーチングの傾き (1 : X2)</p> <p>K=2 のときは、フーチングのハンチの寸法 (m)</p> <p>S ; 側壁の厚さ (m)</p> <p>C ; 隔壁の厚さ (m)</p> <p>T ; 底版の厚さ (m)</p> <p>D ; 中詰部分のハンチの大きさ</p> <p>I ; 法線直角方向の隔壁数</p> <p>J ; 法線方向のケーソン 1 函当りの隔壁数</p> <p>CH ; 注水深さ (m)</p> <p>RC ; ケーソン (鉄筋コンクリート) の空中単位体積重量 (t / m³)</p> <p>RW ; 注水する材料の空中単位体積重量 (t / m³)</p>
出力	<p>W ; ケーソン 1 函当りの注水部分も含めた空中重量 (t / 函)</p> <p>XO ; ケーソン注水部分とを合わせた重量の重心 (フーチング先端からの水平距離) (m)</p> <p>YO ; ケーソンと注水部分とを合わせた重量の重心 (底面からの高さ) (m)</p>
その他	<p>使用サブプログラム SUB 62，SUB 63，SUB 64</p> <p>パラメーターについては、図-40、図-41を参照のこと。</p> <p>注水部分の体積は、SUB 63 に (ケーソンの高さ = 底版厚さ + 注水深さ) のケーソンとして求める。</p> <p>SUB 62，SUB 63，SUB 64 の「その他」を参照のこと。</p>

SUBROUTINE SUB 66 (B, H, CL, K, FL, X1, X2, W, DR)	
概要	ケーソンの重量を与えて、喫水を求める。
	<p>B ; ケーソンの本体幅 (m)</p> <p>H ; ケーソンの高さ (m)</p>

パラメータ	入	CL ; ケーソンの法線方向一函当りの長さ (m) K ; フーチングの形状の選択 $K=1$ or $K=2$ FL ; フーチングの張出し長さ (m) X1 ; フーチングの先端の厚さ (m) X2 ; $K=1$ のときは フーチングの傾き ($1:X2$) $K=2$ のときは フーチングのハンチの寸法 (m) W ; ケーソン1函当りの空中重量 ($t/函$)
	出力	DR ; 噴水 (m)
その他	<p>パラメータについては、図-40を参照のこと。</p> <p>注水状態のときの噴水を求めるには、ケーソン1函の重量と、ケーソン1函に注水した注水重量を加えたものをWとして入力すればよい。</p> <p>ケーソンは、傾くことなく、水平に浮上するものとする。</p> <p>噴水は図-42の$a-a$面よりも上であること。また、重量Wが大きくて、ケーソンの高さHを越える噴水（このケーソンは沈んでしまう）の場合には、図-42の破線のように、ケーソンの重量、及び重心位置が変ることなくケーソンがあるものとして、噴水DRを求める。</p> <p>Wは、SUB 64 , 又は SUB 65 によつて求める。</p> <p>使用サブプログラム SUB 65</p>	

SUBROUTINE SUB 67 (B, H, CL, K, FL, X1, X2, S, C,) T, D, I, J, CH, RC, RW, GM	
概要	ケーソンの浮遊時の安定検討を行う。
パラメータ	B ; ケーソンの本体幅 (m) H ; ケーソンの高さ (m) CL ; ケーソンの法線方向一函当りの長さ (m) K ; フーチングの形状の選択 $K=1$ または $K=2$ FL ; フーチングの張出し長さ (m) X1 ; フーチングの先端厚さ (m) X2 ; $K=1$ のときは、フーチングの傾き ($1:X2$) $K=2$ のときは、フーチングのハンチの寸法 (m) S ; 側壁の厚さ (m) C ; 隔壁の厚さ (m) T ; 底版の厚さ (m) D ; 中詰部分のハンチの大きさ (m) I ; 法線直角方向の隔壁数 J ; 法線方向のケーソン1函当りの隔壁数 CH ; 注水深さ (m) RC ; ケーソン (鉄筋コンクリート) の空中単位体積重量 (t/m^3) RW ; 注水材料の単位体積重量 (t/m^3)

	出力	GM ; 式 (26) によつて求まる重心と傾心との距離 (m)
その他		<p>パラメーターについては、図-40, 図-41を参照のこと。</p> <p>注水材料は、必ずしも海水でなくてもよい。</p> <p>使用サブプログラム SUB 62, SUB 63, SUB 64, SUB 65, SUB 66</p> <p>その他の注意については、使用サブプログラムの「その他」を参照のこと。</p> <p>注水高さは各隔室に共通です。</p>

SUBROUTINE SUB 68 (B, CL, H, FL, S, C, D, FD, I, J, V, XO, YO)		
概要		ケーソンの蓋コンクリートの体積及び重心位置を求める。
パラメータ	入力	B ; ケーソンの本体幅 (m) CL ; ケーソンの法線方向1 函当りの長さ (m) H ; ケーソンの高さ (m) FL ; フーチングの張出し長さ (m) S ; 側壁厚さ (m) C ; 隔壁厚さ (m) D ; 中詰部分のハンチの大きさ (m) FD ; 蓋コンクリートの厚さ (m) I ; 法線直角方向の隔室数 J ; 法線方向のケーソン1 函当りの隔室数
	出力	V ; ケーソン1 函当りの蓋コンクリートの体積 (m ³ /函) XO ; Vの重心位置 (フーチング先端からの水平距離) (m) YO ; Vの重心位置 (ケーソン底面からの高さ) (m)
その他		<p>パラメーターについては、図-41を参照のこと。</p> <p>蓋コンクリートの体積は、ケーソン1 函当りの値であることに注意。</p>

SUBROUTINE SUB 69 (V1, V2, H1, H2, A1, A2, Z, V, XO, YO)		
概要		ケーソンの上部工の体積、及び重心位置を求める。
パラメータ	入力	V1 ; 上部工の形状寸法 (m) V2 ; // H1 ; // H2 ; // A1 ; // A2 ; // Z ; //
	出力	V ; 上部工の体積 (m ³ /m)

出力	XO ; Vの重心とケーソン側壁の外側の天端との水平距離 (m) YO ; Vの重心とケーソン側壁天端との鉛直距離 (m)
その他	各パラメーターの説明は、 図-43 を参照のこと。 出力パラメーターのVは、法線方向1m当りの値であることに注意。 重心位置XO, YOは 図-43(a) を参照のこと。 図-43 の基本形(a)に、入力するパラメーターを操作することによつて、応用形(b)として、種々の形状の上部工について結果が求められる。

SUBROUTINE SUB 70 (B, H, CL, K, FL, X1, X2, S, C, T, D, FD, I, J, V1, V2, H1, H2, A1, A2, Z, RC, RN, RF, RJ, W, XO, YO)		
概要	ケーソン、中詰、蓋コンクリート、上部工の範囲の構造物の空中重量、および、重心位置を求める。	
入力	B ; ケーソンの本体幅 (m) H ; ケーソンの高さ (m) CL ; ケーソンの法線方向1函当りの長さ (m) K ; フーチングの形状の選択 K=1 or K=2 FL ; フーチングの張出し長さ (m) X1 ; フーチングの先端の厚さ (m) X2 ; K=1のときは、フーチングの傾き (1 : X2) K=2のときは、フーチングのハンチの寸法 (m) S ; 側壁の厚さ (m) C ; 隔壁の厚さ (m) T ; 底版の厚さ (m) D ; 中詰部分のハンチの大きさ (m) FD ; 蓋コンクリートの厚さ (m) I ; 法線直角方向の隔壁数 J ; 法線方向のケーソン1函当りの隔壁数 V1 ; 上部工の形状寸法 (m) V2 ; " " H1 ; " " H2 ; " " A1 ; " " A2 ; " " Z ; " " RC ; ケーソンの材料の単位体積量 (t/m ³) RN ; 中詰材料の単位体積量 (t/m ³) RF ; 蓋コンクリートの単位体積重量 (t/m ³) RJ ; 上部コンクリートの単位体積重量 (t/m ³)	図-40 参照 図-42 参照
	出力	W ; ケーソン、中詰、蓋コンクリート、上部工の範囲の構造物の重量 ただし、ケーソン1函の法線方向の長さ当りの重量 (t/函)

出力	XO ; フーチングの先端からWの重心位置までの水平距離 (m) YO ; ケーソンの底面からWの重心位置までの鉛直距離 (m)
その他	使用サブプログラム SUB 63 , SUB 64 , SUB 68 , SUB 69 重心位置 XO , YO は 図-44を参照のこと。 注意事項等は、 SUB 63 , SUB 64 , SUB 68 , SUB 69 の「その他」と同じである。

SUBROUTINE SUB 71 (J, B, H, CL, K, FL, X1, X2, D, T, S, HC, N, BT, HT, HD, SD, V, XO, YO)	
概要	L形ブロックの体積、及び重心位置を求める。
ベ ラ メ ー タ 力	J ; L形ブロックの形状の選択 (図-45 参照) A ~ E のいずれか一文字 B ; L形ブロックの底面の幅 (m) H ; L形ブロックの高さ (m) CL ; L形ブロック 1 函の法線方向の長さ (m) K ; フーチングの形状の選択 K=1 or K=2 FL ; フーチングの張り出し長さ (m) X1 ; フーチングの先端の厚さ (m) X2 ; K=1 のときはフーチングの勾配 (1 : X2) K=2 のときはフーチングのハンチの寸法 (m) D ; 前壁の厚さ (m) T ; 底版の厚さ (m) S ; 扶壁の厚さ (m) HC ; ハンチの寸法 (m) N ; L形ブロック 1 函に設ける扶壁の枚数 BT ; L形ブロック天端における水平部分の幅 (m) HT ; 図-45 (c) (d) (e) に示す箇所の寸法 (m) HD ; 図-45 (e) に示すハンチの寸法 (m) SD ; 図-45 (e) に示す扶壁の幅 (m)
	出力
その他	図-45 の (a) および (b) は、 HT=0 図-45 の (c) および (d) は、 BT=0 図-45 の (e) は、 HT≠0 , BT≠0 を入力すること。 L形ブロックの形状と寸法記号は、図-45を参照のこと。 入力パラメーター-JのA~Eとは、図-45の(a)~(e)のタイプのことをいう。 L形ブロックの形によつては、不要である入力パラメーターがあるが、その場合は、それらをゼロとして入力すればよい。 出力パラメーターのVは、1函当りの体積であることに注意。

SUBROUTINE SUB 72 (J, B, H, CL, K, FL, X1, X2, D, T, S, HC, N, BT, HT, HD,)
SD, V1, V2, H1, H2, A1, A2, Z, Y, R, M, W, XO, YO

概 要	L形ブロック係船岸の壁体部分の裏埋土の空中重量、及び重心位置を求める。
ベ 入 ラ メ 力 力	<p>J ; L形ブロックの形状の選択 (図-45 参照) A~Eのいずれか一文字</p> <p>B ; L形ブロックの底面の幅 (m)</p> <p>H ; L形ブロックの高さ (m)</p> <p>CL ; L形ブロック1函の法線方向の長さ (m)</p> <p>K ; フーチング形状の選択 K=1 or K=2</p> <p>FL ; フーチングの張り出し長さ (m)</p> <p>X1 ; フーチングの先端の厚さ (m)</p> <p>X2 ; K=1のときは フーチングの勾配 (1:X2) K=2のときは フーチングのハンチの寸法</p> <p>D ; 前壁の厚さ (m)</p> <p>T ; 底版の厚さ (m)</p> <p>S ; ふ壁の厚さ (m)</p> <p>HC ; ハンチの寸法 (m)</p> <p>N ; L形ブロック1函に設けるふ壁の枚数</p> <p>BT ; L形ブロック天端における水平部分の幅 (m)</p> <p>HT ; 図-45 (c)(d)(e)に示す箇所の寸法 (m)</p> <p>HD ; 図-45 (e)に示すハンチの寸法 (m)</p> <p>SD ; 図-45 (e)に示すふ壁の幅 (m)</p> <p>V1 ; 上部工の形状寸法 (m)</p> <p>V2 ; //</p> <p>H1 ; //</p> <p>H2 ; //</p> <p>A1 ; //</p> <p>A2 ; //</p> <p>Z ; //</p> <p>Y ; 地層線のレベル (m) 地表面をY_1とし、L形ブロック据付け高をY_Mとする。(一次元数列)</p> <p>R ; 土の単位体積重量 (t/m^3) 水中部分では、飽和単位体積重量 (一次元数列)</p> <p>M ; 地層線の数</p>
出 力	<p>W ; L形ブロック係船岸の壁体の裏埋土の空中重量 (t/m)</p> <p>XO ; フーチングの先端からWの重心位置までの水平距離 (m)</p> <p>YO ; L形ブロックの底面からWの重心位置までの鉛直距離 (m)</p>
そ の 他	<p>DIMENSION Y (5), R (5) を宣言している。</p> <p>Wは法線方向1m当りの重量であることに注意。</p> <p>使用サブプログラム SUB 69, SUB 71</p> <p>その他の注意事項等は SUB 69, SUB 71の「その他」を参照のこと。</p>

SUBROUTINE SUB 73 (B, K, FL, X1, X2, WL, V, XO, YO)	
概要	L形ブロックの壁体部分の水位以下に存在する体積、及びその重心位置を求める。
パラメータ	B ; 壁体の底面の幅 (m) K ; フーチングの形状の選択 K=1 または K=2 (図-40 参照) FL ; フーチングの張出し長さ (m) X1 ; フーチングの先端厚さ (m) (図-40 参照) X2 ; K=1 のときは、フーチングの傾き (図-40 参照) K=2 のときは、フーチングのハンチ寸法 (m) WL ; 水位の位置 (壁体部底面からの高さ) (m)
	出力
その他	V は、法線方向 1 m 当りの値であることに注意のこと。 図-46 参照

SUBROUTINE SUB 74 (J, B, H, CL, K, FL, X1, X2, D, T, S, HC, N, BT, HT, HD, SD, V1, V2, H1, H2, A1, A2, Z, Y, R, M, WL, W, XO, YO)	
概要	L形ブロック係船岸の壁体の水中における重量、及びその重心位置を求める。
パラメータ	J ; L形ブロックの形状の選択 (図-45 参照) A~E のいずれか一文字 B ; L形ブロックの底面の幅 (m) H ; L形ブロックの高さ (m) CL ; L形ブロック 1 函の法線方向の長さ (m) K ; フーチング形状の選択 K=1 or K=2 FL ; フーチングの張り出し長さ (m) X1 ; フーチングの先端の厚さ (m) X2 ; K=1 のときは フーチングの勾配 (1 : X2) K=2 のときは フーチングのハンチの寸法 D ; 前壁の厚さ (m) T ; 底版の厚さ (m) S ; ふ壁の厚さ (m) HC ; ハンチの寸法 (m) N ; L形ブロック 1 函に設けるふ壁の枚数 BT ; L形ブロック天端における水平部分の幅 (m) HT ; 図-45 (c)(d)(e) に示す箇所の寸法 (m) HD ; 図-45 (e) に示すハンチの寸法 (m) SD ; 図-45 (e) に示すふ壁の幅 (m)
	出力

パ ラ メ ー タ ー	入	V 1 ; 上部工の形状寸法 (m) V 2 ; // H 1 ; // H 2 ; // A 1 ; // A 2 ; // Z ; // Y ; 地層線のレベル (m) 地表面を Y_1 とし、L形ブロック据付け高さを Y_M とする。(一次元数列) R ; 土の単位体積重量 (t/m^3) 水中部分では、飽和単位体積重量 (一次元数列) M ; 地層線の数 WL ; L形ブロック係船岸の壁体に作用する浮力を求めるための水位 (m) WL以下の壁体に浮力が働くものとする。
	出	W ; L形ブロック係船岸の壁体の水中における重量 (t/m) 浮力を差し引いた重量 X 0 ; フーチング先端とWの重心位置との水平距離 (m) Y 0 ; L形ブロック底面とWの重心位置との鉛直距離 (m)
そ の 他		DIMENSION、 Y (5) , R (5) を宣言している。 Wは、法線方向1m当りの重量であることに注意。 SUB 69 , SUB 71 , SUB 72 , SUB 73 の「その他」を参照のこと。 使用サブプログラム SUB 69 , SUB 71 , SUB 72 , SUB 73

SUBROUTINE SUB 75 (B, H, CL, B1, B2, B3, B4, HC I, J, VB, X0, Y0, VN, XN, YN)		
概 要	セルラーブロックの上部の塊の体積、及び中詰部分の体積、並びにそれぞれの重心位置を求める。	
パ ラ メ ー タ ー	入	B ; セルラーブロックの本体幅 (m) H ; セルラーブロックの高さ (m) CL ; セルラーブロック1函の法線方向の長さ (m) B 1 ~ B 4 ; 図-47に示す各部の寸法 (m) 長方形断面の場合は B 4 をゼロとする。 HC ; ハンチの寸法 (m) I ; 長方形断面の場合は、法線直角方向の隔室の数 I 形断面の場合は、ゼロとする。 J ; 長方形断面の場合は、法線方向の隔室の数 I 形断面の場合は、隔壁の数
	出	VB ; セルラーブロック1函の体積 (m^3 / 函) X 0 ; VBの重心と、セルラーブロック端との水平距離 (m)

パラメータ	出力	<p>Y O; V Bの重心とそのセルラーブロック上部塊の底面との鉛直距離 (m)</p> <p>$Y B = H / 2.0$ である。</p> <p>V N; セルラーブロック1函当りの中詰部分の体積 (m^3/函)</p> <p>X N; V Nの重心とセルラーブロックとの水平距離 (m)</p> <p>Y N; V Nの重心とそのセルラーブロック塊の底面との鉛直距離 (m)</p> <p>$Y N = H / 2.0$ である。</p>
その他		<p>記号は、図-47を参照のこと。</p> <p>$I \leq 3, J \leq 3$ とする。</p> <p>長方形断面の場合のV Nは、側壁に囲まれた中詰部分の体積が求まるが、I形断面の場合のV Nは、図-48に示す破線内のセルラーブロックの体積をその部分の体積を算定する。</p>

SUBROUTINE SUB 76 (B, H, CL, K, FL, X1, X2, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, HC, HCT, I, J, VB, XO, YO, VN, XN, YN)	
概要	セルラーブロックの底版塊の体積及び中詰部分の体積並びにそれぞれの重心位置を求める。
パラメータ	<p>B ; セルラーブロックの本体幅 (m)</p> <p>H ; セルラーブロックの高さ (m)</p> <p>CL; セルラーブロック1函の法線方向の長さ (m)</p> <p>K ; フーチングの形状の選択</p> <p>$K=1$ or $K=2$</p> <p>FL; フーチングの張り出し長さ (m)</p> <p>X1; フーチングの先端の厚さ (m)</p> <p>X2; $K=1$ のときは、フーチングの傾き (1 : X2)</p> <p>$K=2$ のときは、フーチングのハンチの寸法 (m)</p> <p>B1~B7; 図-47に示す各部の寸法 (m)</p> <p>長方形断面の場合は、B5~B7をゼロとする。</p> <p>HC; ハンチの寸法 (m)</p> <p>HCT; I形断面の図-47に示す寸法 (m)</p> <p>長方形断面の場合はゼロとする。</p> <p>I ; 長方形断面の場合は、法線直角方向の隔室の数</p> <p>I形断面の場合は、ゼロとする。</p> <p>J ; 長方形断面の場合は、法線方向の隔室の数</p> <p>I形断面の場合は隔壁の数</p>
出力	<p>VB; セルラーブロック1函の体積 (m^3/函)</p> <p>XO; V Bの重心とフーチング先端との水平距離 (m)</p> <p>YO; V Bの重心とそのセルラーブロック塊の底面との鉛直距離 (m)</p> <p>VN; セルラーブロック塊1函当りの中詰部分の体積 (m^3/函)</p> <p>XN; V Nの重心と、フーチング先端との水平距離</p> <p>YN; V Nの重心と、そのセルラーブロック塊の底面との鉛直距離 (m)</p> <p>記号等は、図-47を参照のこと。</p>

その他	<p>フーチングの形状については、図-40を参照のこと。</p> <p>$I \leq 3$, $J \leq 3$ とする。</p> <p>長方形断面の場合のVNは、高さHのケーソンの中詰部分の体積を算定することになる。</p> <p>I形断面の場合のVNは、図-49に示すように破線内の部分からセルラーブロックの体積をのぞいた部分の体積を算定する。</p>
-----	---

B, H, CL, K, FL, X1, X2, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, SUBROUTINE SUB 77 (HC, HCT, I, J, BB, HH, CCL, BB1, BB2, BB3, BB4,) HHC, II, JJ, M, YB, Y, R, N, W, XO, YO	
概 要	セルラーブロック壁体のセルラーブロック、及び中詰部分を合わせた空中重量、重心位置を求める。
入 力 要 素	<p>B ; セルラーブロックの本体幅 (m)</p> <p>H ; セルラーブロックの高さ (m)</p> <p>CL ; セルラーブロック1函の法線方向長さ (m)</p> <p>K ; フーチングの形状の選択 $K=1$ or $K=2$</p> <p>FL ; フーチングの張り出し長さ (m)</p> <p>X1 ; フーチングの先端の厚さ (m)</p> <p>X2 ; $K=1$ のときは、フーチングの傾き ($1 : X2$) $K=2$ のときは、フーチングのハンチの寸法 (m)</p> <p>B1~B7 ; 図-47に示す各部の寸法 (m) 長方形断面の場合は $B5 \sim B7$ をゼロとする。</p> <p>HC ; ハンチの寸法 (m)</p> <p>HCT ; I形断面の 図-47に示す寸法 (m) 長方形断面の場合はゼロとする。</p> <p>I ; 長方形断面の場合は、法線直角方向の隔室の数 I形断面の場合は、ゼロとする。</p> <p>J ; 長方形断面の場合は、法線方向の隔室の数 I形断面の場合は、隔壁の数</p> <p>BB ; セルラーブロックの本体幅 (m)</p> <p>HH ; セルラーブロックの高さ (m)</p> <p>CCL ; セルラーブロック1函の法線方向の長さ</p> <p>BB1~BB4 ; 図-47に示す各部 ($B1 \sim B4$) の寸法 (m) 長方形断面の場合は、$BB4(1) \sim BB4(M)$ はゼロとする。</p> <p>HHC ; ハンチの寸法 (m)</p> <p>II ; 長方形断面の場合は、法線直角方向の隔室の数 I形断面の場合は、$II(1) \sim II(M)$ はゼロとする。</p> <p>JJ ; 長方形断面の場合は法線方向の隔室の数 I形断面の場合は、隔壁の数</p> <p>M ; 底板塊をのぞいた上部の塊の段数</p>
	<p>図-40 参 照</p> <p>底板塊</p> <p>上部の塊 (すべて一次元数列)</p>

	<p>YB ; 底版塊の設置水深 (m)</p> <p>Y ; 地層のレベル (m)、地表面を Y (1) とする。 一次元数列</p> <p>R ; 各地層ごとの土の単位体積重量 (t / m³) 一次元数列</p> <p>N ; 地層線の数</p>
出力	<p>W ; セルラーブロックと中詰部分を合わせた法線方向 1 m 当りの空中重量 (t / m)</p> <p>XO ; W の重心とフーチング先端との水平距離 (m)</p> <p>YO ; W の重心と底版下面との鉛直距離 (m)</p>
その他	<p>セルラーブロックの寸法の記号等は、図-47を参照のこと。</p> <p>上部の塊については その段数を M とする。 最上部の塊から 1, 2, …… M と名付ける。 上部塊の寸法を示す BB, HH, …… JJ は一次元数列であり、上から下の塊の順に、1, 2, …… M の添字を付ける。</p> <p>YB と Y のレベルの基準は同一とすること。 R_i は Y_i と Y_{i+1} との間の土の単位体積重量を示す。 Y_i は i = 1 ~ N, R_i は i = 1 ~ (N-1) について入力する。 Y_N は YB よりも下のレベルを与えておくこと。 M ≤ 5 , N ≤ 5 のこと。 DIMENSION BB (5), HH (5), CCL (5), BB1 (5), BB2 (5), BB3 (5), BB4 (5), HHC (5), II (5), JJ (5), Y (5), R (5) を宣言している。 使用サブプログラム SUB 75, SUB 76</p>

<p>B, H, CL, K, FL, X1, X2, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, HC, SUBROUTINE SUB 78 (HCT, I, J, BB, HH, CCL, BB1, BB2, BB3, BB4, HHC, II, JJ, M, YB, Y, R, N, V1, V2, H1, H2, A1, A2, Z, W, XO, YO</p>	
概要	セルラーブロック壁体のセルラーブロック、中詰部分、上部工の範囲の重量、重心位置を求める。
パラメーター	<p>入力 B, H, …… R, N については、SUB 77 参照</p> <p>V1, V2, …… A2, Z については、SUB 69 参照</p>
	<p>出力 W ; セルラーブロック、中詰部分、上部工の範囲の空中での法線方向 1 m 当りの重量 (t / m)</p> <p>XO ; W の重心とフーチングの先端との水平距離 (m)</p> <p>YO ; W の重心とセルラーブロック底版塊の据付天端との鉛直距離 (m)</p>
その他	<p>入力の記号等については、SUB 77, SUB 69 を参照のこと。</p> <p>DIMENSION の宣言、その他の注意事項については、SUB 69, SUB 75, SUB 76, SUB 77 を参照のこと。</p> <p>使用サブプログラム SUB 69, SUB 75, SUB 76, SUB 77</p>

SUBROUTINE SUB 79 (K, A, R, I, J)	
概 要	三辺固定一辺自由版の曲げモーメント係数表を呼び出す ¹⁾ 。
パラメータ	入 K: 分布荷重の種類を選択 K = 1 ……等分布荷重 K = 2 ……三角形分布荷重
	出 A: 曲げモーメント係数 (3次元の数値) R: 辺長比 (1次元の数値) I: 数値Aのx方向の数 J: 数値Aのy方向の数
その他	<p>曲げモーメント係数Aは、次のような3次元の数値である。</p> <p>$A_{i, j, k}$</p> <p>i ……辺長比の種類についての数値 ≤ 21 j ……x方向のAの数についての数値 ≤ 9 k ……y方向のAの数についての数値 ≤ 3</p> <p>辺長比 Rは、1次元数値である。</p> <p>R: i ……辺長比の種類についての数値 ≤ 21</p> <p>このSUB 79では I = 9, J = 3で出力する。 DIMENSION A (21, 9, 3), R (21) を宣言している。</p>

SUBROUTINE SUB 80 (K, A, R, I, J)	
概 要	四辺固定版の曲げモーメント係数表を呼び出す。
パラメータ	入 K: 分布荷重の種類を選択 K = 1 ……等分布荷重 K = 2 ……三角形分布荷重
	出 A: 曲げモーメント係数 (3次元の数値) R: 辺長比 (1次元の数値) I: 数値Aのx方向の数 J: 数値Aのy方向の数
その他	<p>曲げモーメント係数Aは、次のような3次元の数値である。</p> <p>$A_{i, j, k}$</p> <p>i ……辺長比の種類についての数値 ≤ 13 j ……x方向のAの数についての数値 ≤ 5 k ……y方向のAの数についての数値 ≤ 3</p> <p>辺長比Rは、1次元数値である。</p> <p>R: i ……辺長比の種類についての数値 ≤ 13</p> <p>このSUB 80では I = 5, J = 3で出力する。 DIMENSION A (13, 5, 3), R (13) を宣言している。</p>

SUBROUTINE SUB 81 (X1, X2, X3, X4, Y1, Y2, Y3, Y4, XM1, XM2, XM3, XM4, X, Y, XM)	
概要	4点の座標、及びそれぞれの点での係数を与えて、その格子の中の点での係数を、補間によつて求める。
パラメーター	入力 X1, X2, X3, X4, Y1, Y2, Y3, Y4; 4点の座標 (X _i , Y _i) i = 1 ~ 4 XM1, XM2, XM3, XM4; 4点における係数 XM _i i = 1 ~ 4 X, Y; 4点で囲まれた中の1点の座標
	出力 XM; 点 (X, Y) における係数
その他	記号については、図-50を参照のこと。 計算方法は、式(27), 式(28) (図-50参照)。 使用サブプログラム SUB 82

SUBROUTINE SUB 82 (A, N, B)	
概要	連立一次方程式を解く。
パラメーター	入力 A; 係数、及び定数項の2次元数列 N; 方程式の元の数
	出力 B; 解 (1次元数列)
その他	Aは、次の順序、位置での値を入力すること。 $A_{1,1} X_1 + A_{1,2} X_2 + \dots + A_{1,N} X_N = A_{1,N+1}$ $A_{2,1} X_1 + A_{2,2} X_2 + \dots + A_{2,N} X_N = A_{2,N+1}$ \vdots $A_{N,1} X_1 + A_{N,2} X_2 + \dots + A_{N,N} X_N = A_{N,N+1}$ $N \leq 4$ のこと。 解は $X_1 \sim X_N$ の順序に $B_1 \sim B_N$ に出力される。 ピボットの最大値を選び出しながら、掃き出し法によつて計算を行うこと。 DIMENSION A(4, 5), B(4) を宣言している。

SUBROUTINE SUB 83 (L, K, XL, YL, N, X, Q, XM, YM)	
概要	三辺固定版、または四辺固定版に分布荷重が作用したときの曲げモーメントを求める。
パラメーター	入力 L; 版の支承条件の選択 L = 1 三辺固定一辺自由版 L = 2 四辺固定版 K; 分布荷重の種類を選択 K = 1 等分布荷重 K = 2 三角形分布荷重
	出力

パラメータ	入	XL ; 版の x 方向の長さ (m) YL ; 版の y 方向の長さ (m) N ; 曲げモーメントを求める点の数 X ; 曲げモーメントを求める点の x 座標 (m) 一次元数列 Y ; 曲げモーメントを求める点の y 座標 (m) 一次元数列 Q ; 分布荷重の強度 (t/m^2)
	出力	XM ; x 方向の曲げモーメント ($t \cdot m/m$) YM ; y 方向の曲げモーメント ($t \cdot m/m$)
その他		記号等の説明は、図-52を参照のこと。座標原点は y 方向の辺の中央点にとつている。 YLには版の方向の長さを与えるが、曲げモーメントを求める点の y 座標は、 x 軸に対称であることを考慮して、 $Y \geq 0$ で与えること。 $N \leq 20$ とすること。すなわち、曲げモーメントを求める点の数は20点以下である。 当然のことではあるが、XM, YMも20個以下である。 曲げモーメントの求め方は、図-50、図-51、及び SUB 81を参照のこと。 DIMENSION X (20), Y (20), XM (20), YM (20)を宣言している。 使用サブプログラム SUB 4, SUB 79, SUB 80, SUB 81, SUB 82

SUBROUTINE SUB 84 (X, Y, N)	
概要	支持力係数 Nr (図-53) のグラフを数列で呼び出す。
パラメータ	出力 X ; 横軸の値 (一次元数列) (度) Y ; 縦軸 Nr の値 (一次元数列) N ; 数列 (X, Y) の個数
その他	SUB 5 の「その他」を参照のこと。 $N \leq 20$ のこと。 DIMENSION X (20), Y (20) を宣言している。

SUBROUTINE SUB 85 (X, Y, N)	
概要	支持力係数 Nq (図-53) のグラフを数列で呼び出す。
パラメータ	出力 X ; 横軸の値 (一次元数列) (度) Y ; 縦軸 Nq の値 (一次元数列) N ; 数列 (X, Y) の個数
その他	SUB 5 の「その他」を参照のこと。 $N \leq 20$ のこと。 DIMENSION X (20), Y (20) を宣言している。

SUBROUTINE SUB 86 (B, EL, BE)	
概要	基礎の形状係数(表-9参照)を求める。
パラメーター	入力 B ; 基礎の短辺長 (m) EL ; 基礎の長辺長 (m)
	出力 BE ; 基礎の形状係数(表-9の値)
その他	連続形のときは、 $EL=10000$ で入力すること。 正方形のときは、 $B=EL$ となる。 円形のときは、 B =直径、 EL =半径(すなわち $B=2 \times EL$)を入力すること。 計算式は $BE=0.5-0.1\left(\frac{B}{EL}\right)$ である。

SUBROUTINE SUB 87 (B, EL, D, R1, R2, PH, F, QA)	
概要	テルツァギによる砂質地盤の計算支持力を求める。
パラメーター	入力 B ; 基礎の短辺長 (m) 円形基礎の場合は、直径 BL ; 基礎の長辺長 (m) 円形基礎の場合は、半径 D ; 基礎の根入長 (m) R1 ; 基礎底面から下の土の単位体積重量 (t/m^3) R2 ; 基礎底面から上の土の単位体積重量 (t/m^3) $R1, R2$ とも水面下にあるときは、水中単位体積重量 PH ; 基礎底面から下の土の内部摩擦角 (度) F ; 安全率
	出力 QA ; 許容支持力 (t/m^2)
その他	計算式は式(29)による。(図-53,表-9参照) 根入長のないときは、 $D=0, R2=0$ を入力すること。 使用サブプログラム SUB 5, SUB 84, SUB 85, SUB 86

SUBROUTINE SUB 88 (D, B, PH, DR, DQ)	
概要	マイヤホフによる地質地盤の極限支持力を求める場合に用いる、根入れに関する補正係数 d_r, d_q を求める。
パラメーター	入力 D ; 基礎の根入れ深さ (m) B ; 基礎の短辺長 (m) PH ; 基礎地盤の内部摩擦角 (度)

出力	DR ; 補正係数 d_r (式(30)参照) DQ ; 補正係数 d_q (式(30)参照)
その他	式(30)の適用範囲から、 $D/B \leq 1$. であること。

SUBROUTINE SUB 89 (B, EL, D, R1, R2, PH, QD)	
概要	マイヤホフによる、荷重が偏心傾斜しない場合の砂質地盤の極限支持力を求める。
パラメータ	B ; 基礎の短辺長 (m) EL ; 基礎の長辺長 (m) D ; 基礎の根入長 (m) R1 ; 基礎底面から下の土の単位体積重量 (t/m^3) R2 ; 基礎底面から上の土の単位体積重量 (t/m^3) PH ; 基礎地盤の内部摩擦角 (度)
出力	QD ; 極限支持力 (t/m^2)
その他	このサブルーチンの適用範囲は $D/B \leq 1$. である。 使用サブプログラム SUB 5 , SUB 84 , SUB 85 , SUB 86 , SUB 88

SUBROUTINE SUB 90 (X, Y, N)	
概要	ヤンプーの方法によつて、砂質地盤の支持力を検討する場合に用いる支持力係数 λ_h (図-54参照)のグラフを数列として呼び出す。
パラメータ	X ; 横軸の値 (一次元数列) Y ; 縦軸の値 (一次元数列) N ; 数列 (X, Y) の個数
その他	X, Y, Nの与え方は SUB 5 を参照のこと。 $N \leq 20$ である。 DIMENSION X(20), Y(20) を宣言している。

SUBROUTINE SUB 91 (X, Y, N)	
概要	ヤンプーの方法によつて、砂質地盤の支持力を検討する場合に用いる支持力係数 N_r (図-54参照)のグラフを数列として呼び出す。
	X ; 横軸の値 (一次元数列)

パラメータ	出力	Y ; 縦軸の値 (一次元数列) N ; 数列 (X, Y) の個数
その他		X, Y, Nの与え方は、SUB 5 を参照のこと。 N ≤ 20 である。 DIMENSION X (20), Y (20) を宣言している。

SUBROUTINESUB 92 (X, Y, N)		
概要		ヤングの方法によつて砂質地盤の支持力を検討する場合に用いる支持力係数 N_q (図-54. 参照) のグラフを数列として呼び出す。
パラメータ	出力	X ; 横軸の値 (一次元数列) Y ; 縦軸の値 (一次元数列) N ; 数列 (X, Y) の個数
その他		X, Y, Nの与え方は、SUB 5 を参照のこと。 N ≤ 20 である。 DIMENSION X (20), Y (20) を宣言している。

SUBROUTINE SUB 93 (PV, PH, B, EL, D, BD, ELD, R1, R2, PH, F, Q, QA)		
概要		ヤングの方法によつて、砂質地盤の支持力の検討を行う。
パラメータ	入力	PV ; 基礎に作用する鉛直力 (t) PH ; 基礎に作用する水平力 (t) B ; 基礎の短辺長 (m) EL ; 基礎の長辺長 (m) D ; 基礎の根入長 (m) BD ; 有効接地面のB方向の幅 (m) ELD ; 有効接地面のEL方向の長さ (m) R1 ; 基礎底面から下の土の単位体積重量 (t/m ³) R2 ; 基礎底面から上の土の単位体積重量 (t/m ³) R1, R2とも、水中にあるときは、水中単位体積重量 PH ; 基礎地盤の土の内部摩擦角 (度) F ; 安全率
	出力	Q ; 基礎底面に発生する荷重強度 (t/m ²) QA ; 地盤の許容支持力 (t/m ²)
その他		連続基礎の場合には、ELを十分大きな値にすればよい。 また、ELD=ELとしておく。 このとき、PV、PHもEL (m) 間に作用する力としておかななければならないことに注意。 使用サブプログラムの「その他」を参照のこと。 使用サブプログラム SUB 5, SUB 86, SUB 90, SUB 91, SUB 92

SUBROUTINE SUB 94 (X, Y, S, M, N)	
概 要	ヤンプーの方法によつて、粘性土地盤の支持力を検討する場合に用いる支持力係数 N_c (図-55参照) のグラフを数値として呼び出す。
パラメーター	出力 X ; 横軸の値 (一次元数値) Y ; B/LごとのXに対応する縦軸の値 (二次元数値) S ; 条件 (B/L) の値 (一次元数値) M ; 条件 (B/L) の個数 N ; Xの一次元数値の個数
その他	X, Y, S, M, N の与え方は、図-6を参照のこと。 DIMENSION X (25), Y (10, 25), S (10) を宣言している

SUBROUTINE SUB 95 (PV, PH, B, EL, D, BD, ELD, R, C, F, Q, QA)	
概 要	ヤンプーの方法によつて、粘性土地盤の支持力の検討を行う。
パラメーター	入力 PV ; 基礎に作用する鉛直力 (t) PH ; 基礎に作用する水平力 (t) B ; 基礎の短辺長 (m) EL ; 基礎の長辺長 (m) D ; 基礎の根入長 (m) BD ; 有効接地面のB方向の幅 (m) ELD ; 有効接地面のL方向の長さ (m) R ; 基礎底面から上の土の単位体積重量 (t/m ³) 水中にある場合は、水中単位体積重量 C ; 粘土の粘着力 (t/m ²) F ; 安全率
出力	出力 Q ; 基礎底面に発生する荷重強度 (t/m ²) QA ; 地盤の許容支持力
その他	使用サブプログラム SUB 16, SUB 94 連続基礎の場合には、ELを十分大きな値にし、また、ELD=ELとする。このとき、PV、PHも長さEL (m) 間に作用する力としておかなければならないことに注意。 使用サブプログラムの「その他」を参照のこと。

SUBROUTINE SUB 96 (AL, EP, PH, R, TH, EN)	
概 要	立石の解に用いる支持力係数などを求める。
	AL ; 荷重の傾斜角 α (度) ただし、荷重の鉛直力をV、水平力をHとすると $\tan \alpha = \frac{H}{V}$

パラメータ	入力	EP ; 荷重の偏心度 PH ; 地盤の土の内部摩擦角(度)
	出力	R ; すべり円の半径を求めるための係数 基礎の幅を B とすれば、すべり円の半径 $= R \cdot \frac{B}{2}$ TH ; すべり円の始点と中心を結ぶ線分が鉛直となす角(度) EN ; 支持力係数
その他	<p>R は、すべり円の半径そのものでないことに注意。 角度は、入力、出力とも、度で行うこと。 図-56(a)より n の最小値を求める方法を 図-56(b) に示す。順序は次のとおり。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 座標平面 (r, θ) について矩形格子を組む。 ② 各格子点の (r, θ) 毎に n を計算する。 ③ 1 行目について n の最小値を求める。これを各行について行う。 ④ ③で得られた最小値のグループの中の最も小さな値を求める。(図-56(b)では B 点である) ⑤ B 点を囲む格子を 図-56(b) の太線の如く組み、更に細く格子割して①~⑤を繰り返す。 ⑥ 格子間隔が十分細かくなれば求める近似解 (R, TH, EN) が得られる。 	

SUBROUTINE SUB 97 (V, H, EP, B, R1, PH, PV, R, TH, F)		
概要	立石の解によつて、偏心傾斜荷重時の砂質地盤の支持力の検討を行う。	
パラメータ	入力	V ; 荷重合力の鉛直成分 (t/m) H ; 荷重合力の水平成分 (t/m) EP ; 荷重の偏心度 B ; 基礎の幅 (m) R1 ; 地盤の土の単位体積重量 (t/m^3) 水中にあるときは、水中単位体積重量 PH ; 地盤の土の内部摩擦角(度)
	出力	PV ; 極限支持力の鉛直成分 (t/m) R ; すべり円の半径 (m) TH ; すべり円の始点と中心を結び線分が鉛直となす角(度) F ; 安全率
その他	使用サブプログラム SUB 96	

SUBROUTINE SUB 98 (B, E, A, D, H, AL, BE, PH1, PH2, R1, R2, V, HD, R, TH, F)		
概要	片山・内田法によつて、偏心傾斜荷重に対する基礎の支持力の検討を行う。	
	B ; 基礎の幅 (m)	

パラメータ	入	E ; 荷重の偏心量 (m) A ; 法肩幅 (m) D ; 基礎の根入深さ (m) H ; 基礎底面から下層地盤の表面までの距離 (m) AL ; 荷重の傾斜率 $AL = (\text{水平合力} / \text{鉛直合力})$ BE ; 斜面のこの配 (1 : BE) PH1 ; 上層地盤の土の内部摩擦角 (度) PH2 ; 下層地盤の土の内部摩擦角 (度) R1 ; 上層地盤の単位体積重量 (t/m^3) R2 ; 下層地盤の単位体積重量 (t/m^3) R1, R2 とも水中にあるときは、水中単位体積重量 V ; 荷重合力の鉛直成分 (t/m) HD ; 基礎底面から海底面までの距離 (m)
	出力	R ; すべり円の半径 (m) TH ; すべり円の始点と中心を結ぶ線分が鉛直となす角 (度) F ; 安全率
その他		計算理論は、 片山猛雄・内田豊彦, " 偏心傾斜荷重を受ける二層系地盤上の帯状基礎の支持力 ", 港研資料 No.140, 1972.6 を参照のこと。 記号等の説明は 図-57を参照のこと。

SUBROUTINE SUB 99 (X, Y, S, M, N)	
概要	粘性土地盤に鉛直荷重が作用する場合の支持力の検討に用いる支持力係数 N_c (図-58参照) のグラフを数列として呼び出す。
パラメータ	出力
	X ; 横軸の値 (一次元数列) Y ; 条件 (B/L) ごとの X に対応する縦軸の値 (二次元数列) S ; 条件 (B/L) の値 (一次元数列) M ; 条件 (B/L) の個数 N ; X の一次元数列の個数
その他	X, Y, S, M, N の与え方は、 図-6 を参照のこと。 DIMENSION X (25), Y (10, 25), S (10) を宣言している。 $B/L = 0. \sim 1.0$ まで 0.1 きざみ (図-58参照) となつているが、この 11 本の曲線は算術目盛で等間隔となつているため、 $B/L = 0.$ の曲線と $B/L = 1.0$ の曲線のみ与えた。 プログラムとし、その中間の B/L に対しては、比例配分 (図-7参照) で数値を読みとることとする。

SUBROUTINE SUB 100 (B, EL, D, CO, XK, R, F, QA)	
概要	粘性土地盤に鉛直荷重が作用する場合の許容支持力を求める。
入力	B ; 基礎の幅 (短辺長) (m) EL ; 基礎の長辺長 (m) D ; 基礎の根入れ深さ (m) CO ; 基礎底面における粘性土の粘着力 (t/m^2) XK ; 粘性土の粘着力の増加係数 (t/m^3) R ; 基礎底面から上の土の単位体積重量 (t/m^3) 水中にあるときは水中単位重量 F ; 安全率
出力	QA ; 許容支持力 (t/m^2)
その他	粘性土の強度は基礎底面でCO、増加係数XKで与えられる。 ($C = C_0 + XK \cdot Z$) 使用サブプログラム SUB 16 , SUB 99

SUBROUTINE SUB 101 (I, J, H, SH, EN, EI, B, A1, A2)	
概要	くいの横抵抗の計算を、港研方式、及びチャンの方法で行う。
入力	I ; 港研方式の場合の地盤の種類を選択 I = 1 …… S型地盤 I = 2 …… C型地盤 J ; くい頭の結合状態の選択 J = 1 …… くい頭自由 J = 2 …… くい頭固定 H ; くいに作用する水平力 (t) SH ; くい頭部の自由長 (m) EN ; 地盤定数 (港研方式)、及び横方向地盤反力係数 (チャンの方法) を求めるためのN値。 EI ; くいの弾性係数×断面二次モーメント ($kg \cdot cm^3$) B ; くいの幅 (cm)
出力	A1 ; 港研方式の結果の一次元数列 くい頭自由の場合には A1 (1) ; くい頭の変位量 (cm) A1 (2) ; 地中部最大曲げモーメント (t-m) A1 (3) ; 曲げモーメント第一0点の深さ (m) A1 (4) ; 地表面の変位量 (cm) A1 (5) ; くい頭の撓み角 (radian) A1 (6) ; 地表面での撓み角 (radian) A1 (7) ; 長くいととしての必要根入長 (m)

パ ラ メ ー タ ー 力	出	<p style="text-align: center;"><u>くい頭固定の場合には</u></p> <p>A1 (1) ; くい頭の変位量 (cm)</p> <p>A1 (2) ; くい頭の曲げモーメント (t-m)</p> <p>A1 (3) ; 曲げモーメント第一0点の深さ (m)</p> <p>A1 (4) ; 地表面の変位量 (cm)</p> <p>A1 (5) ; 地中部最大曲げモーメント (t-m)</p> <p>A1 (6) ; 地表面での撓み角 (radian)</p> <p>A1 (7) ; 長くいととしての必要根入長 (m)</p> <p>注) 港研方式で基準曲線が与えられていない範囲になつた場合は、すべての計算結果を0とする。</p>
	力	<p>A2 ; チャンの方法による結果の一次元数列</p> <p>A2 (1) ; くい頭の変位量 (cm)</p> <p>A2 (2) ; 地表面での変位量 (cm)</p> <p>A2 (3) ; くい頭の曲げモーメント (t-m)</p> <p>A2 (4) ; 地中部最大曲げモーメント (t-m)</p> <p>A2 (5) ; 地中部最大曲げモーメントを生ずる深さ (m)</p> <p>A2 (6) ; 第一不動点の深さ (m)</p> <p>A2 (7) ; 撓み角が0となる深さ (m)</p> <p>A2 (8) ; チャンの式が成りたつための必要根入長 (m)</p>
そ の 他		<p>チャンの方法では、横方向地盤反力係数 k_n を $k_n = 0.2 \times N$ 値として求めている (横山の提案による)。</p> <p>DIMENSION A1 (7) , A2 (8) を宣言している。</p>

SUBROUTINE SUB 102 (B, V, E, P1, P2, BD)		
概 要	基礎底面における端趾圧、及びその作用幅を求める。	
パ ラ メ ー タ ー 力	入 力	<p>B ; 基礎の幅 (m)</p> <p>V ; 基礎に作用する鉛直力 (t/m)</p> <p>E ; 偏心量 (m)</p>
	出 力	<p>P1 ; 最大端趾圧 (t/m²)</p> <p>P2 ; 最大端趾圧 (t/m²)</p> <p>BD ; 端趾圧の作用幅 (m)</p>
そ の 他	<p>基礎は幅 Bm、奥行き 1m を考えているので、V も奥行き 1m 当りの値であること。</p> <p>E は次の式で求める。</p> $x = \frac{M_v - M_h}{V}$ $e = \frac{B}{2} - x$ <p>M_v ; 鉛直力による抵抗モーメント (t-m/m)</p> <p>M_h ; 水平力による転倒モーメント (t-m/m)</p> <p>BD < B の場合には、端趾圧は、三角形分布をなしている。このときは、P2 = 0. で求まる。</p>	

SUBROUTINE SUB 103 (P1, P2, BD, D, R, AL, TH, PD1, PD2, BDB)		
概 要	マウンド上の基礎底面の端趾圧を与えて、マウンドの下面での地盤反力を求める (図-59 参照)	
バ ラ メ ー タ ー	入 力 力	P1 ; 基礎底面での最大端趾圧 (t/m^2) P2 ; 基礎底面での最小端趾圧 (t/m^2) BD ; 基礎底面での端趾圧の分布幅 (m) D ; マウンドの厚さ (m) R ; マウンドの単位体積重量 (t/m^3) 水中にあるときは、水中単位体積重量 AL ; 基礎底面に作用する全合力の傾斜角 (度) TH ; マウンド内での荷重の分散角 (度)
	出 力 力	PD1 ; マウンド下面での最大端趾圧 (t/m^2) PD2 ; マウンド下面での最小端趾圧 (t/m^2) BDB ; マウンド下面での地盤反力の分布幅 (m)
そ の 他	入力 の P1 , P2 , BD は、SUB 102 で求められる。	

SUBROUTINE SUB 104 (X, Y, S, M, N)		
概 要	カーテン防波堤の反射率を求めるグラフ (図-60) を数列として呼び出す。	
バ ラ メ ー タ ー	出 力	X ; 横軸 (d/h) 座標 (一次元数列) Y ; 条件 (h/L) ごとの縦軸 (K_R) の値 (二次元数列) S ; 条件 (h/L) の値 (一次元数列) M ; S の個数 N ; X の個数
	そ の 他	数列の与え方は、図-6を参照のこと。 DIMENSION X (25), Y (10, 25), S (10) を宣言している。 $M \leq 10$, $N \leq 25$ であること。

SUBROUTINE SUB 105 (X, Y, S, M, N)		
概 要	カーテン防波堤の伝達率を求めるグラフ (図-61) を数列として呼び出す。	
バ ラ メ ー タ ー	出 力	X ; 横軸 (d/h) の値 (一次元数列) Y ; 条件 (h/L) ごとの縦軸 (H_T/H_I) の値 (二次元数列) S ; 条件 (h/L) の値 (一次元数列) M ; S の個数 N ; X の個数

その他	数列の与え方は図-6を参照のこと。ここでは URSELL の結果を使用する。 DIMENSION X (25), Y (10, (25)), S (10) を宣言している。 M ≤ 10, N ≤ 25 であること。
-----	--

SUBROUTINE SUB 106 (X, Y, N)	
概要	カーテン防波堤の天端高算定のグラフ (図-62) を数列として呼び出す。
出力	X ; 横軸 (d / A) の値 (一次元数列) Y ; 縦軸 (R / H) の値 (一次元数列) N ; (X, Y) 数列の個数
その他	DIMENSION X (20), Y (20) を宣言している。 図-62のグラフを、図-13のように折れ線で表現し、(X _i , Y _i) を呼び出す。

SUBROUTINE SUB 107 (SH, EL, D, RK, TK, PH)	
概要	カーテン防波堤について、波の反射率、伝達率、及び天端高を求める。
入力	SH ; 水深 (m) EL ; 水深 SH での波長 (m) D ; カーテンの下端の水深 (m)
出力	RK ; 反射率 (= H _R / H _I) TK ; 伝達率 (= H _T / H _I) PH ; 天端高 / 波高 (= R / H _I)
その他	パラメーターの説明は、図-63 のとおりである。 H _I ; 入射波高 H _R ; 反射波高 H _T ; 伝達波高 EL は、水深、周期を入力として、SUB 11 で求める。 使用サブプログラム SUB 104, SUB 105, SUB 106, SUB 16

SUBROUTINE SUB 108 (X, Y, N)	
概要	護岸の所要天端高を求めるときに用いる表-11の関係を数列として呼び出す。
出力	X ; 表-11における表のりこう配 1 : S の S の値 (一次元数列) Y ; 表-11における所要天端高の係数 (一次元数列) N ; 数列 (X, Y) の個数

その他	DIMENSION X (20), Y (20) を宣言している。 この SUB 108 では表—11を読みとるのであるから、N=4である。
-----	---

SUBROUTINE SUB 109 (X, Y, Z, N)	
概要	護岸の所要天端高を求めるときに用いる表—10の係数表を数列として呼び出す。
パラメータ	出力 X; 表—10における海底こう配 1 : S の S の値 (一次元数列) Y; 表—10における係数 a の値 (一次元数列) Z; 表—10における係数 b の値 (一次元数列) N; 数列 (X, Y, Z) の個数
その他	DIMENSION X (20), Y (20), Z (20) を宣言している。

SUBROUTINE SUB 110 (XK, A, B, S, HO, J, BE, X, Y, N)	
概要	護岸の天端高を示す折れ線 (図—65 参照) を数列として求める。
パラメータ	入力 XK; 換算沖波波高よりも深い水深地点での所要天端高の係数 A ; 水深ゼロ地点での所要天端高の係数 a B ; 所要天端高の係数 b S ; 海底こう配 1 : S の S の値 HO; 換算沖波波高 (m) J ; 消波工ありなしの区別 J = 0 ……消波工なし J = 1 ……消波工あり BE; 波向 (度) 法線を角方向と波向のなす角度
出力	X ; 図—65における x 座標の値 (m) (一次元数列) Y ; 図—65における y 座標の値 (m) (一次元数列) N ; 数列 (X, Y) の個数
その他	所要天端高を 図—65 に示すように x-y 座標で表現する。 DIMENSION X (20), Y (20) を宣言している。 XKは表のりこう配を考慮した後の係数である。 A, Bは、消波工のありなしを考慮した後の係数である。 A, Bは、波向を考慮した後の係数である。 波向 BEの単位は (度) である。

SUBROUTINE SUB 111 (S1, S2, HO, J, BE, XO, R)	
概要	護岸の所要天端高を求める。
パラメータ	S1 ; 表のりこう配 1 : S1 の S1 の値 S2 ; 海底こう配 1 : S2 の S2 の値 HO ; 換算沖波波高 (m) J ; 消波工ありなしの区別 J = 0 ……消波工なし J = 1 ……消波工あり BE ; 波向 (度) 法線直角方向と波向とのなす角度 XO ; 護岸の設置位置 (m) 図-65において、X ₂ 点をゼロとし、沖側に⊕ 陸側に⊖として、水平距離で与える。
	出力
その他	波向 BE の単位は (度) である。 図-65において、護岸の設置位置を X ₁ 点よりも左側 (陸側) に与えた場合には、所要天端高 R を 999. として出力する。 使用サブプログラム SUB 5, SUB 108, SUB 109, SUB 110
SUBROUTINE SUB 112 (B, H, K, FL, X1, X2, SH, C1, C2, HO, R1, R2, W, XO, YO)	
概要	ケーソン式係船岸の壁体の裏埋部分の空中重量、重心位置を求める。
パラメータ	B ; ケーソンの本体幅 (m) H ; ケーソンの高さ (m) K ; フーチングの形状の選択 K=1 or 2 (図-40参照) FL ; フーチングの張出し長さ (m) (図-40参照) X1 ; フーチングの先端厚さ (m) (図-40参照) X2 ; K=1 のときは、フーチングの傾き (図-40参照) K=2 のときは、フーチングのハンチの寸法 (m) SH ; 上部工の高さ (m) C1, C2 ; 上部工の寸法 (m) (図-68を参照) HO ; ケーソン底面から裏埋土の単位体積量の変化する点までの高さ (m) R1 ; 裏埋土の上側の単位体積重量 (t/m ³) 通常、砂では R1 = 1.8 R2 ; 裏埋土の下側の単位体積重量 (t/m ³) 水中のときは飽和単位体積重量 通常 砂では R2 = 2.0
	出力

その他	記号等については図—66を参照のこと。 単位体積重量の変化する位置 H_0 は必ず図—66の A と A' の間に存在すること。
-----	---

SUBROUTINE SUB 113 (Y, PU, PL, N, YU, YL, YY, PPU, PPL, M)	
概要	不連続な分布形を上限、下限で切つたときの新しい不連続な分布形を求める。(図—67参照)。
パラメータ	入 Y ; もとの分布形のY座標(一次元数列) PU ; Yで区切られた層の上側の強度(一次元数列) PL ; Yで区切られた層の下側の強度(一次元数列) N ; もとの分布形(Y, PU, PL)の数列の個数 ただし、 Y..... 1~N PU, PL..... 1~(N-1) 出力 YU ; 上限 YL ; 下限
	出力 YY ; 新しい分布形のY座標(一次元数列) PPU ; YYで区切られた層の上側の強度(一次元数列) PPL ; YYで区切られた層の下側の強度(一次元数列) M ; 新しい分布形(YY, PPU, PPL)の数列の個数 ただし、 YY..... 1~M PPU, PPL..... 1~(M-1)
その他	記号、求め方については 図—67を参照のこと。 DIMENSION Y(20), PU(20), YY(20), PPU(20), PPL(20) を宣言している。 $N \leq 20$, $M \leq 20$ であること。

SUBROUTINE SUB 114 (Y, PU, PL, N, P, YO)	
概要	不連続な分布形を集中力に換算したときの合力、及び作用位置を求める。
パラメータ	入 Y ; 分布形のY座標(一次元数列) PU ; 分布形の各層の上側強度(一次元数列) PL ; 分布形の各層の下側強度(一次元数列) N ; 数列(Y, PU, PL)の個数 ただし、 Y..... 1~N PU, PL..... 1~N-1 出力 P ; 分布形の $Y_1 \sim Y_N$ 間の合力 YO ; Pと Y_N との鉛直距離
	その他

その他	<p>DIMENSION Y (20), PU (20), PL (20) を宣言している。 $N \leq 20$ のこと。 例えば、 Y …… (m), PU, PL …… (t/m²), で入力すれば、 P …… (t/m), YO …… (m) の単位で出力すること。</p>
-----	---

SUBROUTINE SUB 115 (B, H, N, K, FL, X1, X2, SH, C1, C2, HO, R1, R2, W, XO, YO)	
概 要	セルラーブロック式係船岸の壁体の裏埋部分の空中重量、重心位置を求める。
バ ラ メ ー タ	<p>B ; 各段のセルラー塊の幅 (m) (一次元数列) H ; 各段のセルラー塊の高さ (m) (一次元数列) N ; セルラー塊の段数 (底版塊も含める。) K ; フーチングの形状の選択 K=1 or 2 (図-40参照) FL ; フーチングの張出し長さ (m) (図-40参照) X1 ; フーチングの先端厚さ (m) (図-40参照) X2 ; K=1 のときは、フーチングの傾き (図-40参照) K=2 のときは、フーチングのハンチの寸法 (m) SH ; 上部工の高さ (m) C1, C2 ; 上部工の寸法 (m) HO ; セルラー底面から裏埋土の単位体積重量の変化する点までの高さ (m) R1 ; 裏埋土の上側の単位体積重量 (t/m³) 通常、砂では R1 = 1.8 R2 ; 裏埋土の下側の単位体積重量 (t/m³) 水中のときは、飽和単位体積重量 通常、砂では R2 = 2.0</p>
出 力	<p>W ; 壁体の裏埋土の空中重量 (t/m) XO ; Wの重心と点Pとの水平距離 (m) YO ; Wの重心と点Pとの鉛直距離 (m)</p>
そ の 他	<p>その他の記号については、図-68を参照のこと。 単位体積重量の変化する位置 HO は、必ず図-68の点Aと点A'の間に存在すること。 DIMENSION B (10), H (10) を宣言している。 $N \leq 10$ のこと。</p>

SUBROUTINE SUB 116 (Y1, P, N, Y2, PU, PL, M, YY, PPU, PPL, L)	
概 要	連続分布形と不連続分布形を加えた新しい不連続分布形を求める (図-70参照)。
入 力	<p>Y1 ; もとの連続分布形のY座標 (一次元数列) P ; もとの連続分布形の強度 (一次元数列) N ; 数列 (Y1, P) の個数</p>

パラメータ	入力	Y2 ; もとの不連続分布形のY座標 (一次元数列) PU ; もとの不連続分布形の各層の上側の強度 (一次元数列) PL ; もとの不連続分布形の各層の下側の強度 (一次元数列) M ; 数列 (Y2, PU, PL) の個数 ただし、 Y2 …… 1 ~ M PU, PL …… 1 ~ (M-1)
	出力	YY ; 新しい分布形のY座標 (一次元数列) PPU ; 新しい分布形の各層の上側強度 (一次元数列) PPL ; 新しい分布形の各層の下側強度 (一次元数列) L ; 数列 (YY, PPU, PPL) の個数 ただし、 YY …… 1 ~ L PPU, PPL …… 1 ~ (L-1)
その他	分布形の加え方は、図-70 のとおりである。 DIMENSION Y1 (20), P (20), Y2 (20), PU (20), PL (20), YY (40), PPU (40), PPL (40) を宣言している。 $N \leq 20$, $M \leq 20$, $L \leq 40$ のこと。	

SUBROUTINE SUB 117 (Y, PU, PL, N, YA, YB, YM, XM, RA, RB)		
概要		仮想ばり法によつて、矢板に生ずる最大曲げモーメント、及びタイロッド張力を求める。
パラメータ	入力	Y ; 荷重分布のY座標 (m) (一次元数列) PU ; 各層上側の荷重強度 (t/m^2) (一次元数列) PL ; 各層下側の荷重強度 (t/m^2) (一次元数列) N ; 数列 (Y, PU, PL) の個数 ただし、 Y …… 1 ~ N PU, PL …… 1 ~ (N-1)
	出力	YA ; 上側支点のY座標 (m) YB ; 下側支点のY座標 (m) YM ; 最大曲げモーメントの生ずる位置のY座標 (m) XM ; 最大曲げモーメント ($t \cdot m / m$) RA ; 上側支点の反力 (t / m) RB ; 下側支点の反力 (t / m)
その他	荷重状態は、図-71を参照のこと。 DIMENSION Y (20), PU (20), PL (20) を宣言している。 出力される値は、奥行き1m当りのものである。 $YA > YB$, $YA \leq Y1$, $YB \geq YN$ であること。	

SUBROUTINE SUB 118 (PH, DE, XK, TA)	
概要	砂質地盤の主働崩壊角を求める。
パラメータ	入力 PH ; 砂の内部摩擦角 (度) DE ; 壁面摩擦角 (度) XK ; 地盤の見掛けの震度
	出力 TA ; 主働崩壊面が水平となす角 (度)
その他	震度 (XK) は、見掛けの震度であることに注意。 壁面摩擦角 DE は、通常の場合 +15° とすることが多い。 常時の場合は、XK = 0. とすればよい。

SUBROUTINE SUB 119 (PH, DE, XK, TP)	
概要	砂質地盤の受働崩壊角を求める。
パラメータ	入力 PH ; 砂の内部摩擦角 (度) DE ; 壁面摩擦角 (度) XK ; 地震の見掛けの震度
	出力 TP ; 受働崩壊面が水平となす角 (度)
その他	震度 (XK) は見掛けの震度であることに注意。 壁面摩擦角 DE は、通常の場合 -15° とすることが多い。 常時の場合は、XK = 0. とすればよい。

SUBROUTINE SUB 120 (Y, PH, DEA, DEP, XK, N, YA, YB, YC, H, B)	
概要	矢板の控え工の設置位置を求める。
パラメータ	入力 Y ; 地層線の Y 座標 (m) (一次元数列) PH ; 地層ごとの土の内部摩擦角 (度) (一次元数列) DEA ; 地層ごとの主働側の壁面摩擦角 (度) (一次元数列) DEP ; 地層ごとの受働側の壁面摩擦角 (度) (一次元数列) XK ; 地層ごとの地震時の見掛けの震度 (一次元数列) N ; 地層線の数 YA ; タイロッド取付点のレベル (m) YB ; 前面海底面のレベル (m) YC ; 主働崩壊面と受働崩壊面との交わる点のレベル (m) H ; 控え工の設置位置における受働崩壊面を発生させる点と、タイロッド取付点との距離 (m)
	出力 B ; 前面の矢板と控え工との距離 (m)

その他	<p>記号等の説明は、図—72のとおりである。</p> <p>YA, YB, YC は、Y₁ ~ Y_N の間に存在すること。</p> <p>DIMENSION Y(10), PH(10), DEA(10), DEP(10), XK(10) を宣言している。</p> <p>主働崩壊面と受働崩壊面とを、タイロッドの位置で交わらせる場合には、YA = YC となる。</p> <p>控え工がくいの場合、H は $l_{m1}/3$ (ただし、l_{m1} は、港研方式の曲げモーメント第1ゼロ点の深さ) である。</p> <p>使用サブプログラム SUB 118, SUB 119</p>
-----	--

SUBROUTINE SUB 121 (Y, PH, DEA, DEP, XK, N,) (YA, YB, YC, B, H, DE)	
概要	矢板の控え直ぐいの設置位置が、所定の個所にとれない場合、控え直ぐいの断面を計算するときの自由長を求める。
入力	<p>Y ; 地層線のY座標 (m) (一次元数列)</p> <p>PH ; 地層ごとの土の内部摩擦角 (度) (一次元数列)</p> <p>DEA ; 地層ごとの主働側の壁面摩擦角 (度) (一次元数列)</p> <p>DEP ; 地層ごとの受働側の壁面摩擦角 (一次元数列)</p> <p>XK ; 地層ごとの地震時の見掛けの震度 (一次元数列)</p> <p>N ; 地層線の数</p> <p>YA ; タイロッド取付点のレベル (m)</p> <p>YB ; 前面海底面のレベル (m)</p> <p>YC ; 主働崩壊面と受働崩壊面との交わる点のレベル (m)</p> <p>B ; 前面の矢板と控え矢板との距離 (m)</p> <p>H ; タイロッド取付点と受働崩壊面の発生する点との距離 (m)</p> <p style="text-align: center;">$H = l_{m1} / 3$</p>
出力	DH ; 控え直ぐいの計算に用いるくい頭部の自由長 (m)
その他	<p>入力パラメーターの記号等については、図—72を参照のこと。</p> <p>YA, YB, YC は Y₁ ~ Y_N の間に存在すること。</p> <p>DIMENSION Y(10), PH(10), DE(10), XK(10) を宣言している。</p> <p>主働崩壊面と受働崩壊面とを、タイロッドの位置で交わらせる場合には、YA = YC となる。</p> <p>使用サブプログラム SUB 118, SUB 119</p> <p>前面の矢板と、控え直ぐいとの距離Bが、所定の値よりも大きくて、控え直ぐいの計算でくい頭に自由長のあるくいとして計算しなくてもよい場合は、自由長 DH = 0. として出力する。</p>

SUBROUTINE SUB 122 (Y1, PU1, PL1, N1, Y2, PU2, PL2, N2, J, Y, PU, PL, N)	
概 要	2つの不連続分布形を加えて(又は、差をとつて)新しい不連続の分布形を求める。
バ ラ メ ー タ 力	<p>Y1 ; もとの不連続分布形のY座標 (一次元数列)</p> <p>PU1 ; もとの分布形の各層の上側の分布強度 (一次元数列)</p> <p>PL1 ; もとの分布形の各層の下側の分布強度 (一次元数列)</p> <p>N1 ; 分布形の数列 (Y1, PU1, PL1) の個数</p> <p>ただし、</p> <p style="padding-left: 40px;">Y1 1 ~ N1</p> <p style="padding-left: 40px;">PU1, PL1 1 ~ (N1-1)</p> <p>Y2 ; もとの不連続分布形のY座標 (一次元数列)</p> <p>PU2 ; もとの分布形の各層の上側の分布強度 (一次元数列)</p> <p>PL2 ; もとの分布形の各層の下側の分布強度 (一次元数列)</p> <p>N2 ; 分布形の数列 (Y2, PU2, PL2) の個数</p> <p>ただし、</p> <p style="padding-left: 40px;">Y2 1 ~ N2</p> <p style="padding-left: 40px;">PU2, PL2 1 ~ (N2-1)</p> <p>J ; 2つの分布形を加えるか、差をとるかの選択</p> <p style="padding-left: 40px;">J=1 (Y1, PU1, PL1) + (Y2, PU2, PL2) 和</p> <p style="padding-left: 40px;">J=2 (Y1, PU1, PL1) - (Y2, PU2, PL2) 差</p>
力	<p>Y ; 新しい分布形のY座標 (一次元数列)</p> <p>PU ; 新しい分布形の各層の上側の分布強度 (一次元数列)</p> <p>PL ; 新しい分布形の各層の下側の分布強度 (一次元数列)</p> <p>N ; 新しい分布形の数列 (Y, PU, PL) の個数</p>
そ の 他	<p>DIMENSION Y1 (10), PU1 (10), PL1 (10)</p> <p style="padding-left: 40px;">Y2 (10), PU2 (10), PL2 (10)</p> <p style="padding-left: 40px;">Y (20), PU (20), PL (20)</p> <p>を宣言している。</p> <p>分布形の加、減算の方法は、図-74を参照のこと。</p> <p style="padding-left: 40px;">N1 ≤ 10 , N2 ≤ 10 , N ≤ 20 のこと。</p> <p>分布形 (Y1, PU1, PL1) と分布形 (Y2, PU2, PL2) の単位は、必ず一致させること。</p>

SUBROUTINE SUB 123 (Y, PH, DEA, DEP, XK, N, YA, YB, B, YC)	
概 要	矢板の控え版の設置位置が十分背後にとれない場合、差し引くべき控え版の受働土圧の範囲の下限のレベルを求める。
	<p>Y ; 地層線のY座標 (m) (一次元数列)</p> <p>PH ; 地層ごとの土の内部摩擦角 (度) (一次元数列)</p>

パラメータ	入	DEA ; 地層ごとの主働側の壁面摩擦角 (度) (一次元数列) DEP ; 地層ごとの受働側の壁面摩擦角 (度) (一次元数列) XK ; 地層ごとの地震時の見掛けの震度 (一次元数列) N ; 地層線の数 YA ; 前面の主働崩壊面の発生する点のレベル (m) YB ; 控え版の下端のレベル (m) B ; 前面の矢板と、控え版との距離 (m)
	出力	YC ; 主働崩壊面と受働崩壊面の交わる点のレベル (m)
その他	記号等の説明は図-73を参照のこと。 DIMENSION Y (10), PH (10), DEA (10), DEP (10), XK (10) を宣言している。 YA, YB, YC は $Y_1 \sim Y_N$ の間に存在すること。 控え版の受働抵抗から差し引くべき受働土圧の範囲は、矢板岸壁の天端からYCの間の範囲である。 一般に、控え版の場合の受働側の壁面摩擦角はゼロとする。	

SUBROUTINE SUB 124 (Y, N, PH, DE, XK, YA, YB, B)		
概要	たな式係船岸のたなの幅を求める。	
パラメータ	入	Y ; 地層線のレベル (m) (一次元数列) N ; 地層線の数 PH ; 地層ごとの土の内部摩擦角 (度) (一次元数列) DE ; 地層ごとの主働側の壁面摩擦角 (度) (一次元数列) XK ; 地層ごとの地震時の見掛けの震度 (一次元数列) YA ; たな底面のレベル (m) YB ; 海底面のレベル (m)
	出力	B ; 必要なたなの幅 (m)
その他	YAおよびYBは $Y_1 \sim Y_N$ の間に存在すること。 常時の場合は、XK = 0. を入力すること。 Y, PH, DE, XK の数列の順序は、図-75を参照のこと。 DIMENSION Y (10), PH (10), DE (10), XK (10) を宣言している。 使用サブプログラム SUB 118	

SUBROUTINE SUB 125 (Y, PU, PL, N, YO)		
概要	不連続分布が与えられたとき、分布強度がゼロとなる点のY座標を求める。	
	Y ; 不連続分布形のY座標 (一次元数列)	

パラ メー ター	入	PU 不連続分布形の各層の上側の強度（一次元数列） PL 不連続分布形の各層の下側の強度（一次元数列） N Y座標の個数
	出力	YO ; 分布強度がゼロとなる点のY座標
そ の 他		分布強度がゼロとなる点YOの求め方は図—76を参照のこと。 DIMENSION Y(20), PU(20), PL(20) を宣言している。 N ≤ 20 のこと。 分布強度がゼロとなる点が数個存在する場合は、図—76に示すように、Y1よりも下で最初に分布強度がゼロとなる点をYOとして求める。 分布強度がゼロとなる点が数個存在して、そのすべてを求める必要があるときは、このSUB 125を用いて、1個を求め、それ以下の分布強度 (SUB 113でそれ以下の分布を取り出す) について、再びSUB 125で探す操作を繰り返せばよい。

SUBROUTINE SUB 126 (Y, P, N, YO)		
概	要	連続分布形が与えられたとき、分布強度がゼロとなる点を求める。
パラ メー ター	入	Y ; 分布形の縦座標（一次元数列） P ; 分布強度（一次元数列） N ; 数列（Y, P）の数
	出力	YO ; 分布強度がゼロとなる点のY座標
そ の 他		DIMENSION Y(20), P(20) を宣言している。 N = 20 分布強度が、ゼロとなる点YOの求め方は、図—77を参照のこと。 Y1よりも下で、分布強度がゼロとなる点が複数個存在するときは、Y1に最も近い1個のみをYOとして求める。複数個のすべてを求める必要のある時は、このSUB 126を用いて1個を求め、それ以下の分布強度 (SUB 39でそれ以下の分布を取り出す) について、再びSUB 126で探す操作を繰り返せばよい。

SUBROUTINE SUB 127 (Y, N, PH, XK, YA, B, YC)		
概	要	たな式係船岸において、たなの底面後端から発生する自然崩壊面が前面矢板と交わる点を求める（図—78参照）。
パラ メー ター	入	Y ; 地層線のY座標（m）（一次元数列） N ; 地層線の数 PH ; 地層ごとの土の内部摩擦角（度）（一次元数列） XK ; 地層ごとの地震の見掛けの震度（一次元数列） YA ; 自然崩壊面の発生する点のY座標（m）
	出力	

		B ; 自然崩壊面の発生する点の前面矢板からの距離 (m)
	出力	YC ; 自然崩壊面が前面矢板と交わる点のY座標 (m)
その他		<p>DIMENSION Y (10) , PH (10) , XK (10) を宣言している。 $N \leq 10$ のこと。 YA および YC は $Y_1 \sim Y_N$ の間に存在すること。 使用サブプログラム注) SUB 4 , SUB 126 注) たな底面の後端の位置は SUB 4 を用いて決められる。 SUB 4 を用いて、自然崩壊面の発生する点の数列Yでの位置を求める。その発生点から出発して、自然崩壊面と地層線との交わる点が前面矢板よりも海側に出るまで繰り返して、自然崩壊面の折れ線グラフを求める (図-79 参照)。 次に SUB 126 を用いて点 YC を求める。</p>

SUBROUTINE SUB 128 (Y, N, PH, DE, XK, YA, B, YD)		
概要		たな式係船岸において、たなの底面後端から発生する主働崩壊面が前面矢板と交わる点を求める (図-78 参照)。
パラメータ	入力	<p>Y ; 地層線のY座標 (m) (一次元数列) N ; 地層線の数 PH ; 地層ごとの土の内部摩擦角 (度) (一次元数列) DE ; 地層ごとの壁面摩擦角 (度) (一次元数列) XK ; 地層ごとの地震の見掛けの震度 (一次元数列) YA ; 主働崩壊面の発生する点のY座標 (m) B ; 主働崩壊面の発生する点の前面矢板からの距離 (m)</p>
	出力	YD ; 主働崩壊面が前面矢板と交わる点のY座標 (m)
その他		<p>DIMENSION Y (10) , PH (10) , DE (10) , XK (10) を宣言している。 $N \leq 10$ のこと。 YA および YD は、 $Y_1 \sim Y_N$ の間に存在すること。 使用サブプログラム注) SUB 4 , SUB 126 注) たな底面の後端の位置は SUB 4 を用いて求められる。 SUB 4 を用いて、主働崩壊面の発生する点の数列Yでの位置を求める。その発生点から出発して、主働崩壊面と地層線との交わる点が前面矢板よりも海側に出るまで、繰り返して、主働崩壊面の折れ線グラフを求める (図-79 参照)。 次に SUB 126 を用いて点 YD を求める。</p>

SUBROUTINE SUB 129 (Y, PU, PL, N, PPU, PPL)	
概 要	不連続分布の途中に、分布強度がゼロの箇所が1つ存在するとき、その分布強度ゼロ区間を上下の分布強度で直線分布する新しい分布形を求める(図-80参照)。
バ ラ メ ー タ 出 力	<p>入</p> <p>Y ; 地層線のレベル(一次元数列) PU; 各地層ごとの上側の分布強度(一次元数列) PL; 各地層ごとの下側の分布強度(一次元数列) N ; 地層線の数</p> <p>出</p> <p>PPU; 各地層ごとの上側の新しい分布強度(一次元数列) PPL; 各地層ごとの下側の新しい分布強度(一次元数列)</p>
そ の 他	<p>DIMENSION Y(20), PU(20), PL(20), PPU(20), PPL(20) を宣言している。 $N \leq 20$ のこと。 たな式係船岸で、たなの幅が十分広くない場合、前面の矢板に作用する土圧の分布を求めるときに用いるサブプログラムである。</p>

SUBROUTINE SUB 130 (Y1, XK, N1, Y2, R, N2, Y, PU, PL, N)	
概 要	図-81に示すように、地震の震度分布と、地層ごとの単位体積重量が与えられたとき、地層ごとに、作用する地震力の分布を、幅1m当りについて求める。
バ ラ メ ー タ 出 力	<p>入</p> <p>Y1 ; 震度分布の縦座標(m)(一次元数列) XK ; 震度(一次元数列) N1 ; 数列(Y1, XK)の個数 Y2 ; 土層線のレベル(m)(一次元数列) R ; 地層ごとの土の単位体積重量(t/m^3)(一次元数列) N2 ; 地層線Y2の数</p> <p>出</p> <p>Y ; 中詰に作用する地震力の分布の縦座標(m)(一次元数列) PU ; 中詰に作用する地震力の分布の各層の上側強度(t/m^3)(一次元数列) PL ; 中詰に作用する地震力の分布の各層の下側強度(t/m^3)(一次元数列) N ; 中詰に作用する地震力の分布の縦座標Yの数</p>
そ の 他	<p>記号等の説明は、図-81を参照のこと。 DIMENSION Y1(10), XK(10), Y2(10), R(10), Y(20), PU(20), PL(20) を宣言している。 $N1 = 10$, $N2 \leq 10$, $N \leq 20$ であること。 図-81のように(震度)×(単位体積重量)=(地震力)として分布を求める。 この地震力の分布は、縦横がそれぞれ1mの鉛直な柱状の土に作用する鉛直方向単位長さ当りの水平力であることに注意(図-81の(d)参照)。</p>

SUBROUTINE SUB 131 (Y, R, N, RS, HO)	
概要	鋼矢板セルのせん断変形の検討に用いる換算壁高 H を求める。
パラメータ	入 Y ; 地層線の座標 (m) (一次元数列) R ; 各地層ごとの土の単位体積重量 (t/m^3) (一次元数列) 水中にある土は、水中単位体積重量 N ; 地層線 Y の数 RS ; 中詰の換算単位体積重量 (t/m^3)
	出力 HO ; 換算壁高 (m)
その他	換算壁高は、式 (42) によつて求める。 DIMENSION Y (10), R (10) を宣言している。 $N \leq 10$ のこと。 中詰材は、砂質土に限る。

SUBROUTINE SUB 132 (Y, R, N, PH, RS, HS)	
概要	鋼矢板セルのせん断変形の検討に用いる換算壁高 H を求める。
パラメータ	入 Y ; 地層線の座標 (m) (一次元数列) R ; 各地層ごとの土の単位体積重量 (t/m^3) (一次元数列) 水中にある場合は、水中単位体積重量 N ; 地層線 Y の数 PH ; 中詰の土の内部摩擦角 (度) RS ; 中詰の換算単位体積重量 (t/m^3)
	出力 HS ; 換算壁高
その他	換算壁高は、式 (43) によつて求める。 DIMENSION Y (10), R (10) を宣言している。 $N \leq 10$ のこと。 使用サブプログラム 注) SUB 40 注) 中詰土圧による分布形を求めたのち、SUB 40 を用いてその合力、 $\sum P_i$ を求める。

SUBROUTINE SUB 133 (B, HS, HO, PH, F, RS, RM1, RM2)	
概要	鋼矢板セルのせん断変形に対する抵抗モーメントを、北島式を用いて求める。
パラメータ	入 B ; 換算壁体幅 (m) HS ; 換算壁高 (m) HO ; 換算壁高 (m) PH ; 中詰の内部摩擦角 (度)

パラメーター	入力	F ; 矢板継手間の摩擦係数 RS ; 中詰の換算単位体積重量 (t/m^3)
	出力	RM1 ; 常時の抵抗モーメント ($t-m/m$) RM2 ; 異常時の抵抗モーメント ($t-m/m$)
その他	HS は SUB 132 、 HO は SUB 131 によつて求められる。 F は通常 0.3 である。 RS は一般には、 $1.0 t/m^3$ とする。 RM1 , RM2 は法線方向 1m 当りの抵抗モーメントの値である。	

SUBROUTINE SUB 134 (Y, R, XK, N, PU, PL)		
概要	地層線、土質条件を与えて、セルの中詰土圧の分布形を求める。	
パラメーター	入力	Y ; 地層線の座標 (m) (一次元数列) R ; 各層の土の単位体積重量 (t/m^3) (一次元数列) 水中にある場合は、水中での単位体積重量 XK ; セルの中詰の土圧係数 (一次元数列) N ; 地層線の Y の数
	出力	PU ; 各層の上側の中詰土圧強度 (t/m^2) (一次元数列) PL ; 各層の下側の中詰土圧強度 (t/m^2) (一次元数列)
その他	セルの中詰の土圧係数 XK は通常 砂質土の場合 XK = 0.6 粘性土の場合 XK = 0.6 として与える。 DIMENSION Y (20) , R (20) , XK (20) , PU (20) , PL (20) を宣言している。 N ≤ 20 のこと。	

SUBROUTINE SUB 135 (Y, PU, PL, PH, CO, CK, N, ZO, B, RM)		
概要	各地層ごとの中詰の土圧強度、および砂、粘土の土質条件を与えて、テルツァギー立石の提案式によるセルの中詰による抵抗モーメントを求める。	
パラメーター	入力	Y ; 地層線の座標 (m) (一次元数列) PU ; 各層の上側の中詰土圧の強度 (t/m^2) (一次元数列) PL ; 各層の下側の中詰土圧の強度 (t/m^2) (一次元数列) PH ; 各層の土の内部摩擦角 (度) (一次元数列) 粘性土の層の場合は、ゼロを入力する。 CO ; 各層の土の粘着力の基準の値 (t/m^2) (一次元数列) $C = C_0 + K \cdot Z$ の C_0 の値。 砂質土の層の場合は、次の CK と共にゼロとする。
	出力	

パラメータ	入	<p>CK ; 各層の土の粘着力の増加係数 (t/m²/m) (一次元数列)</p> $C = C_0 + K \cdot Z \text{ の } K \text{ の 値}$ <p>砂質土の層の場合は、上のC0と共にゼロとする。</p> <p>N ; 地層線Yの数</p> <p>Z0 ; 各層の粘性土の基準の強度C0を与える点の座標 (m)</p> $C = C_0 + K \cdot Z \quad Z = 0 \quad \text{at} \quad Z_0 \text{ の } Z_0$ <p>B ; セルの換算壁体幅 (m)</p>
	出力	<p>RM ; セルの中詰による抵抗モーメント (t-m/m)</p>
その他		$M_f = \left\{ (p_1 + p_2) \tan \phi + c \cdot h_c \right\} \frac{2}{3} B$ <p>によつて中詰の抵抗モーメントを求める。</p> <p>DIMENSION Y(20), PU(20), PL(20), PH(20), CO(20), CK(20) を宣言している。</p> <p>$N \leq 20$ のこと。</p> <p>粘性土の層が、2層以上の場合、粘着力の基準を与える座標は、1個のZ0に統一すること。 抵抗モーメントRMは、法線方向1m当りの値である。</p>

SUBROUTINE SUB 136 (SU, X1, X2, EP, X0)	
概要	<p>逐次二分法によつて、超越方程式 $f(x) = 0$ の解を求める。</p>
パラメータ	<p>SU ; 超越方程式をサブプログラムで定義するが、そのサブプログラムの名称</p> <p>X1 } ; 解が存在するであろうX座標の下限, 上限の値、すなわち、</p> <p>X2 } ; 図-82(a)のそれぞれ x_1, x_2 の値</p> <p>ただし、 $x_1 < x_2$ のこと。</p> <p>EP ; 解の許容誤差</p>
	出力
その他	<p>区間 (X1, X2) の間に解が存在しない場合には、区間 (X2, 2X2-X1) についても解を探すことになる。</p> <p>区間 (X2, 2X2-X1) に解が存在すれば、それを解として出力する。</p> <p>区間 (X2, 2X2-X1) にも解が存在しない場合には、(2X2-X1) が出力されるが、これは解でないので注意が必要である。</p> <p>このサブプログラムは原則として解が1ケのみ存在する場合に使える。もしも解が複数個存在するときは、本文に述べた繰り返しの方法によつて近づく解を1つだけ出力する。</p> <p>フローチャート-42に示すように関数名が自由に選択できる(フローチャート-42の例ではBB)ため、SUB 136 を CALL するプログラムで必ず EXTERNAL の宣言を行うこと。</p>

港湾技研資料 No. 261

1977・6

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 (有)つばさ印刷技研

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.