

港 湾 技 研 資 料

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

No. 150 Dec. 1972

港湾構造物の設計の自動化

中 山 種 清	古 土 井 光 昭
武 山 秀 夫	内 田 豊 彦
塩 見 雅 樹	山 口 孝 市
片 山 猛 雄	井 口 元 治

運 輸 省 港 湾 技 術 研 究 所



港湾構造物の設計の自動化

目 次

要 旨	5
1. 序 論	5
1.1 まえがき	5
1.2 設計の合理化	6
2. 設計の自動化	8
2.1 設計の自動化とその必要性	8
2.1.1 設計の自動化とは	8
2.1.2 設計の自動化の必要性	11
2.2 設計の自動化のすすめ方	12
2.3 設計の自動化の対象とする港湾構造物	12
3. 自動製図	14
3.1 自動製図の方法	14
3.1.1 自動製図の流れ図	14
3.1.2 自動製図装置	14
3.2 自動製図の対象図面	16
3.3 自動製図のための製図規程	16
3.3.1 概 要	16
3.3.2 図面の大きさや配置	17
3.3.3 投 影 法	17
3.3.4 標 題	17
3.3.5 尺 度	17
3.3.6 線	18
3.3.7 寸 法	18
3.3.8 材 料 表	18
3.4 自動製図用サブルーチン	18
3.4.1 ベイシック・サブルーチン	19
3.4.2 ファンクショ ン・サブルーチン	24
3.4.3 漢字用サブルーチン	34
3.5 自動製図例	41

4. 矢板式けい船岸の自動設計(基本設計)	41
4.1 基本方針	41
4.2 設計大要	41
4.2.1 設計範囲	41
4.2.2 設計の順序	42
4.3 設計計算	43
4.3.1 設計条件	43
4.3.2 矢板壁本体	44
4.3.3 控え版	46
4.3.4 控え矢板	48
4.3.5 控え直ぐい	48
4.3.6 控え相ぐい	49
4.3.7 控え工の設置位置	51
4.4 その他	51
4.4.1 使用材料リスト	51
4.5 設計条件のインプット	53
4.5.1 インプットする際の注意	53
4.5.2 設計条件のインプットの方法	53
4.6 今後の作業	54
4.7 設計例	54
5. 矢板式けい船岸の自動製図	71
5.1 概要	71
5.2 製図の基本方針	71
5.3 製図の範囲	71
5.4 自動製図の流れ	72
5.5 自動製図機による矢板式けい船岸の製図例	75
6. L型ブロック式けい船岸の自動設計(基本設計)	85
6.1 設計の基本方針	85
6.2 設計大要	85
6.2.1 対象範囲	85
6.2.2 設計計算範囲	85
6.2.3 設計計算フロー	86
6.3 設計方法	86
6.3.1 設計条件	86
6.3.2 L型ブロック形状	86

6.3.3	裏込めおよびマウンド形状	86
6.3.4	上部工	87
6.3.5	L型ブロック本体	89
6.4	プログラムの概要	92
6.4.1	プログラムの構成	92
6.4.2	フローチャート	92
6.5	設計例	103
7.	あとがき	103

Automatic Design System for Port and Harbour Structures

Tanekiyo NAKAYAMA*
Teruaki FURUDOI**
Hideo TAKEYAMA***
Toyohiko UCHIDA***
Masaki SHIOMI***
Koichi YAMAGUCHI***
Takeo KATAYAMA****
Motoharu IGUCHI*****

Synopsis

This paper is the first report of the automatic design system for port and harbour structures, which is developed under the Design Standard Section of P.H.R.I..

The automatic design system is made of automatic calculating system and automatic drawing system, in which computing for design is automatically carried out by the electronic digital computer TOSBAC-3400 and drafting of designed structures is made by the electronic drafting machine TNC 5000M.

After this system is completed, we shall be able to obtain not only the results for structures intended, such as various dimensions, safety factors and so on, but the drafts of structures, just only putting design conditions in-to the electronic computer.

This paper presents an outline of automatic design system and considerations on the problems concerning design methods, etc., and two casestudies of L-type concrete block quay wall and sheet pile quay wall.

This paper contains the following subjects;

- In Chap. 1, A purpose of the automatic design is discussed relating to the rationalization of designing.
- In Chap. 2, A definition of the automatic design is made clear and the automatic design system developed under P.H.R.I. is explained.
- In Chap. 3, The automatic drawing system for port and harbour structures and the basic programs for automatic drawing used by the electronic drafting machine are explained.
- In Chaps. 4, and 6,
We refer to the outline of automatic design of sheet pile quay wall and L-type concrete block quay wall which are the first fruits obtained from the automatic design system.
- In Chap. 5, The program for automatic drawing of sheet pile quay wall is explained.

* Chief of the Design Standard Section.
** Deputy Chief of the Design Standard Section
*** Member of the Design Standard Section
**** Head of the Niigata Investigation and Design Office
(before Chief of the Design Standard Section)
***** Chief of the Construction Division, Bureau of Port and Harbour
(before Member of the Design Standard Section)

港湾構造物の設計の自動化

中山 種 清 * 古土井 光 昭 **
武 山 秀 夫 *** 内 田 豊 彦 ***
塩 見 雅 樹 *** 山 口 孝 市 ***
片 山 猛 雄 **** 井 口 元 治 *****

要 旨

港湾構造物の設計の合理化のために、これまで設計基準の作成、標準設計の採用がはかられるとともに、設計計算の電子計算機による処理が行われてきた。

港湾構造物の設計の自動化とは、電子計算機と自動製図機を用いて構造物の設計計算の自動化および製図の自動化をはかり、設計条件等を入力すれば、必要断面諸元や安全率などの設計計算結果とともに設計図面が自動製図機から出力されるシステムをいうが、本資料は設計基準課が中心となり開発を進めている設計の自動化のこれまでの成果について報告するものである。

1では、設計の合理化あるいは設計業務の省力化の必要性をのべ、港湾の設計の合理化の成果である設計基準および標準設計と設計の自動化は相互に補完しあいながら、設計の合理化を達成することを明らかにし、

2では、港湾構造物の設計の自動化の定義を明らかにした。すなわち設計計算の自動化作業である自動設計と製図の自動化作業である自動製図の2つの部分からなり、これによって設計計算と製図が一貫して自動処理されることを示した。ついで、設計条件等設計に必要な諸元の入力にはじまり、設計計算および最適性の判定の電子計算処理、設計計算結果の出力、自動製図を行なうための前処理演算と製図用サブルーチンを有効に使って自動製図機を制御して設計図面が出力されるまでの自動設計・自動製図の流れについて説明し、さらに流れの各段階での検討事項についてふれた。

3では港湾構造物の自動製図システムについて、自動製図の対象とする図面とその自動製図のための製図規程について説明を加え、港湾構造物の自動製図のために開発した自動製図用サブルーチンとその利用法について述べている。

4.6には港湾構造物の設計の自動化の具体的成果である矢板式けい船岸およびL型式けい船岸の基本設計の自動設計について報告している。ここでは、港湾構造物設計基準に載せられた設計法をもとにし、自動設計プログラムを作成するための基本的な方針や設計を電子計算処理するために必要な構造物の構造細目の標準化の具体的処理について述べている。

5は4に報告する矢板式けい船岸の自動設計の結果を標準断面図として自動製図するための作業過程にしたがって、自動製図のための基本方針、自動製図機の制御方法ならびに製図のプログラムについて述べている。

1. 序 論

1.1 まえがき

戦後のわが国の社会経済の発展、その中でもGNP世界第2位という言葉で象徴されるその量的な発展はめざましいものがある。これら社会経済の伸張に対応して港湾建設の分野においても、神戸、横浜、名古屋港をはじめとした主要港湾における大規模な外貨ぶ頭建設、堺、水島や鹿島港などの大工業港の建設が進められた。

港湾の発展を港湾で取扱われる貨物量でみると、昭和46年の取扱貨物量は約14億トンで、昭和34年のそれと比較すると4.0倍となっている。このような港湾取扱貨物量の大幅な伸びに対して、港湾建設に費される公共

の港湾事業費は昭和46年度で約1,900億円、昭和34年度に比べ6.4倍となっている。国の直轄事業費では、約690億円で、昭和34年度に比べ6.2倍となっている。

この事業費の伸びは必然的に、防波堤やけい船岸をはじめとした港湾構造物の設計量の増大をまねくことになっている。すなわち、一般に港湾が建設される地点は沖積地であるため、港湾内における土質条件や水深は複雑に変化するのが通常である。さらに来襲する波浪や、利用形態の多様性などによって、防波堤やけい船岸に作用する外力も一律でなく、加えて防波堤やけい船岸では構造物によって差はあるが、m当り200～300万円の工費を要するため、構造物の安全性と経済性を満足させるためには、各構造物と

* 設計基準部設計基準課長
** 設計基準部設計基準課専門官
*** 設計基準部設計基準課

**** 前設計基準部設計基準課長
***** 設計基準部設計基準課

も土質条件や水深、設計外力などの変化に応じて、設計を行なうのが通例である。このため、事業費の伸びは、直接的に設計量の増加につながっている。しかしながら、社会的な労働力の逼迫と、国の定員法などの規制によって、作業量の伸びに応じた、設計技術者の増員は期待できないのが現状であり、今後さらに港湾事業費がのびることを考慮すれば、これまで実施してきた設計業務の効率化は一層強力に推進されねばならない。

また、近年、海洋開発の重要性が高まっているが、港湾技術者は単に、港湾の建設のみにたずさわっているだけでなく、港湾建設において得た技術的成果を土台にして海洋開発の中核を担うべきであることが要請されており、このいみでも従来の業務の効率化が必要となっている。設計業務の効率化においても、たんに業務処理を効率に行なうということだけでなく、今後の、国土、空間の有効利用、社会需要の多様化などの社会経済の変化にもなった、港湾をとりまく環境の変化に十分対応したものでなくてはならない。すなわち、水深が-50m以上の大水深、超軟弱な地盤などの悪条件での港湾の建設、全天候港湾などの港湾機能の強化、あるいは、既設の港湾施設のスクラップアンドビルドなどによる港湾の再開発などが、現実の課題となっており、設計業務に課せられた期待も大きい。このため、設計業務の省力化はもちろんのこと、設計法の改良、開発をはじめとする設計の高度化、業務の大幅な電子計算機化をはかり、人間の能力によってしか解決できない問題に人力を集中し、人力の有効利用をはからねばならない。設計業務の電子計算機化を実現しようとする設計の自動化は、その開発効果の周辺技術への波及効果を含めて、将来の課題解決のバネとして重要である。

1.2 設計の合理化

港湾建設の進展による設計量の増大に対処するため、これまで、直轄の港湾建設の分野では、

(i) 各港湾建設局に調査設計事務所を設置（昭和34年）し、調査および設計業務の集中化をはかり、業務処理の専業化による効率化と統一化をはかった。

(ii) 港湾構造物の設計の基準化に努めた。この成果物が港湾構造物設計基準である。

(iii) 設計計算に計算図表を多用し、業務処理の効率化をはかるとともに、計算が複雑なもの、あるいは計算量が多いものについては電子計算機の利用をはかった。

(iv) けい船柱や車止めなどけい船岸の付属設備や矢板の上部工など構造物の一部に限られるが標準設計あるいは標準設計（案）を定めて、設計の簡素化をはかった。

など設計業務の効率化、省力化に努めるとともに、港湾技術研究所を中心とした研究成果を適宜、設計基準化し、

たえず設計の高度化がはかられてきた。

このような設計の合理化のための努力によって、6倍以上の事業費ののびに対応して増加した作業量を消化、安全にして経済的な構造物の設計が実施されてきたのである。

以下に、港湾建設の分野で行なわれてきた、設計の合理化の内容について分析を行ない、今後設計の合理化はいかに行なわれるべきかについて考察し、2以下で報告される設計の自動化のつなぎとしたい。

設計の合理化は大きく、三つの内容に分けられる。すなわち、

1) 基準化 2) 標準化 3) 自動化

である。

設計の基準化とは、構造物の設計のために考え出されたさまざまな手法や手順を合目的の時に一つあるいは複数の手法や手順に統一し、それに従えば設計が行なえるような手法や手順を与えたり、あるいは設計上の問題解決のための指針となるべき判断を与えることである。

設計の標準化とは比較的使用頻度の高い構造物、部材について、標準形を設定し、設計の際には、できうるかぎり、標準形を使用することによって、その都度、設計するわずらわしさをはぶくと共に、標準形をプレキャスト部材化し、これを利用することによって、施工の単純化をはかろうとするものである。

自動化とは計算法は分っているが、設計に際し多くの時間を必要とする計算や製図を電子計算機を使って、人の手をわずらわせることなく、短時間に作業を完了させようとするものである。当然のことながら、いわゆる設計計算のすべては自動化の対象であり、最終的には構造物全体あるいは構造物系全体は一貫した自動化の対象となりうる。

以上が設計における基準化、標準化、自動化の定義のごときもので、以下に港湾の設計におけるこれら三者について具体的に述べるが、これら三者はたがいに強い因果関係を有し、基準化が進まねば、標準化、自動化は実際上の意味のないものとなり、自動化が進めば、基準化は自動化の結果をもとにさらに進められ、これが標準化に結びつき、標準化が進めば、自動化もより容易なものとなるといった関係があり、どれか一つが特に進んでも、全体としての効率は上らず、三者はおたがいに補完しながら全体としてより合目的なものとなって行く。

(1) 港湾構造物の設計基準

一般に構造物の設計法にはいくつかの方法があり、これらは構組の違い、適用範囲の違いなどがあり、絶対唯一でないのが普通である。したがって、初級技術者が設計にたずさわるとき、いくつかの手法の中から設計条件に合致したものを選択することは、昨年のようにさまざまな参考書、

手引書や技術文献が容易に入手できる状況においても容易ではない。このため一定の手順に従えば構造物の設計が行なえるよう設計法を基準化することは、技術の平準化や業務の省力化のために必要である。

このような意味で、現在までに港湾構造物の設計基準、あるいはそれに準ずるものとして、発表されているものとして、

港湾工事設計示方要覧(昭25.5)

港湾工事設計要覧(昭34.6)

港湾構造物設計基準(昭42.4上巻、昭43.9下巻)

港湾調査指針(昭和46.4)

が上げられる。

港湾構造物設計基準は港湾工事設計要覧発刊以来の数多くの研究成果をはじめ、建設現場における新たな技術開発をもとに、港湾事業量の増大にもなり港湾構造物の設計量の急増に対処しつつ、これら膨大な設計量を技術の高度化に対応しつつ、円滑にしかも合理的に処理するために、運輸省港湾局、港湾建設局、港湾技術研究所の中堅技術者が中心になってつくられた調査設計標準作成委員会において作成され、上部機関の研究協議会の審査をうけた。

この設計基準は基礎的部分と応用的部分10編と付録(合計1,200頁)からなり、港湾構造物の設計に必要な基準を網羅している。構成は本文、解説、資料とし、内容は主として直轄の調査設計事務所に於ける業務に関連するものが中心である。このため、初級技術者にとっては難しいという声もあるが、直轄の技術者をはじめとして各港湾管理者あるいは民間企業における技術者にとって港湾の設計の入門書あるいは参考書、あるいは設計基準として幅広く活用されている。このような設計基準の使用にあたっては作成の目的を十分理解して適切に使用されなければならない。すなわち、この設計基準の目的とするところは「港湾施設、その他港湾工事に関係する施設に関する設計の一般的な基準および手順を定め、設計の合理化ならびに能率化を図る」ことであり、増大する設計業務を港湾技術水準を高度に保ちながら能率的にかつ誤りなく処理することが出来るように編集され、作成にあたってはできるかぎり各種の条件が考慮されている。

しかし、設計の基準があらゆる条件に合致することは不可能であり、基準を単に盲目的にたよって設計していると各種の特殊条件を忘れてしまい、不適当な設計を行なう恐れがある。したがって基準の内容を十分理解し、諸条件を適確に把握しつつ、基準の内容に合致しているかどうかを検討して設計しなければならない。また基準のみに頼るといふ安易な気持は、創造の精神の欠如を招き、技術の発展を阻害するので、この基準によって、設計者の不必要な負担

を軽減させる一方、新しい技術の発展に力を向けなければならない。さらに設計基準は日日の研究および技術開発の成果を反映させて技術水準を高めていくことが必要であるが、港湾構造物設計基準においても毎年設計基準の補遺を行なっている。

港湾調査指針もまた調査設計標準作成委員会の手でまとめられたものであり、港湾建設に必要な技術調査をこれまで網羅的に記載している。本来、調査法というものは基準化して半ば強制的に用いられるべきものではなく必要に応じ、その方法は無限に変化していくものであり絶えず、新しいくふうがこらされるべきものであり、基準としてなじまない性格を有しているが、調査に関する一般的手法について平易な解説書をつくることは調査の精度を上げ、効率を高めることに有効であるとしてまとめられ、この意味で指針とよばれている。したがって、この調査指針の記載はあくまで一般的手法であると考え、各々の特殊条件に合わせた調査法を考える必要がある。

(2) 標準設計

港湾構造物の標準設計として昭和46年8月に刊行されたけい船柱、車止めの標準設計(港湾構造物標準設計(第1集)日本港湾協会発行)がある。これらの他に標準設計の案としては、けい船浮標、ケーソン壁、矢板式けい船岸の上部工の標準設計(案)が提案されているがいまだ(案)をとり正式に採用するにいたっていない。

標準設計は構造物の全体あるいは一部分について、その部底、個別的に設計を行わず、あらかじめ標準となる設計図を定めておき、設計条件等にもとづいて定められた指標あるいは手順に従って標準となる設計図の中から適当な設計図を選ぶことで設計が完了するように定められた設計処理あるいは設計図集をさすと考えられる。したがってその利点として、

- ① わずらわしい設計計算から全く解放される。時間と労力を他の重要な業務に注ぐことができる。特にそれが構造物全体の中でさほど重要でない場合はなおさらである。
- ② 一つ一つの設計そのものとしてはそうたいしてわずらわしさも、めんどりもなし、しかも多くの時間を要さぬものでも、設計件数が多いものでは全体として相当の省力化となる。
- ③ 標準設計を定めることによって、構造物の全体あるいは一部の標準化が進み、このため施工の標準化が可能になったり、他の構造物への転用や構造物のユニット化への道が開けてくる。

などがあげられる。しかしながら港湾構造物の標準化の程

度はあまり高くない。この理由として、

- i) 港湾構造物の設計条件の多様さと設計法の複雑さ一すなわち、たとえば防波堤についていえば、地盤は各種設地点で異なり、外力としての波力も各地点の設計波が異なるため違っている。けい船岸についても同様である。
- ii) 一構造物当りの単価が高い。防波堤ではm当り500万円にも達するものがあり、さらに防波堤法線は海岸線に平行でないことが一般で、全延長同一断面であることはめずらしい。
- iii) 全国的にみても同一構造、同一規模の構造物が多いとはいえず、全設計件数においても年間1,000件に満たない。

ことがあげられる。一般に標準設計はあらかじめ作成された設計を採用することによって設計業務を大幅に省力化するものであるから、個別に設計した場合に比べ何分かの不経済性を含んでいる。したがってこの不経済性を減少せよとするとさまざまな設計条件に合致するようきめの細かい多くの標準設計を作成することが必要となり、港湾構造物のように設計条件が複雑に変化する場合はその変化に応じて標準設計を作成することは困難である。さらに、防波堤やけい船岸は構造物によって差はあるがm当り200～300万円の工費を要し、標準設計採用の際の数%の不経済性は無視できないものとなっている。しかしながら、標準設計が十分経済的合理性をもつだけのものであれば、標準設計の利用の程度が低いといっても、利用した場合は確実にそれだけの省力化が行なわれるのであるから、十分なメリットは考えられる。けい船岸や防波堤の設計における設計条件の多様さに対して十分に標準設計を整備するためには各構造物とも莫大な標準設計を必要とし設計計算が完全に自動化できるまでは大変な労力を要するために現段階では不可能であり、技術の進歩に対応して、標準設計を改訂することを考えれば実用化が困難であると考えられてきた。

このため、けい船岸や防波堤などのように港湾の設計業務の中心課題ではなく、けい船柱や車止めなどのいわば付属設備的な構造物あるいはエプロン舗装などのようにけい船岸の設計とは独立して行なえる構造物に関する設計が標準化されてきた。

今後は設計の自動化の進展によって、けい船岸や防波堤の設計においても数多くの比較設計によって、設計条件の多様さに対して構造物の標準化がどの程度追従できるかなど標準設計作成の妥当性の検討が進むと考えられ、将来、防波堤やけい船岸などの港湾構造物の標準設計の作成が可能になるものと考えられる。

2. 設計の自動化

2.1 設計の自動化とその必要性

2.1.1 設計の自動化とは

自動設計あるいは設計の自動化はさまざまな分野で実施され、その意味するところは、実施機関あるいは分野によって異なっており、定まった定義はない。一般には、設計計算あるいは設計業務を電子計算機を用いて自動的に行なう技術をばくぜんとして指しているが、いちおうつぎのように定義されうると考えられる。

「設計という仕事（一般には設計計算、製図など）の手順を分析し、電子計算機で行なえることはできるだけ電子計算機を利用し、作業時間を短縮するとともに、繰り返し計算を有効に使用して、最適なもの（値、構造あるいはシステムなど）を得るようにつとめ、最終的には電子計算機に構造物のもつべき性能、施工条件、工費、工期などの諸条件を与えると、例えば図-2.1の手順をたどって自動製図機の出力として、構造物の最適構造図が得られ、必要であれば、材料表、積算結果が得られるシステムをつくること」

これを現在、港湾技術研究所で開発されている、港湾構造物の設計の自動化について、具体的に説明すると、

港湾構造物設計基準に定められた手法や処理を用いて、設計計算を電子計算機を用いて行ない、設計条件を入力すれば、図-2.1の流れにしたがって、設計計算結果と計算結果の可視的表示としての設計図が与えられるシステムをつくることである。図-2.1にも明らかなように、設計の自動化は大きく、2つの作業一すなわち、設計計算の電子計算処理を行なう自動設計と、製図の自動化をはかる自動製図から構成されている。

図-2.1に示されるように、土質条件や設計震度などの設計条件をはじめとした設計計算に必要な諸元が電子計算機に入力されると、設計基準にもとづいた設計計算が行なわれ、設計条件を満足する構造物の諸元が与えられるまで断面等の変更を行なって、繰り返し計算が行なわれる。同時に、設計条件を満足する構造諸元の中から、例えば工費を最小にするといった最適性の判定条件をも満足するものが選出され、計算結果が、磁気テープ(MT)あるいはラインプリンタ(LP)に出力される。

ついで、以上の自動計算結果を可視的に表現するための自動製図過程にうつるが、自動計算結果は構造物の寸法、断面係数あるいは安全率などである。設計計算結果の図示は通常人間が縮尺、配置、線の太さ、種類などを適宜考えながら図化される。自動製図機によって自動製図させる場合、自動製図機の基本的な機能が、ペンのup, downとある点からある点までの直線あるいは円弧の移動であるということを考えてすれば、図面の中に構造物が収容できるた

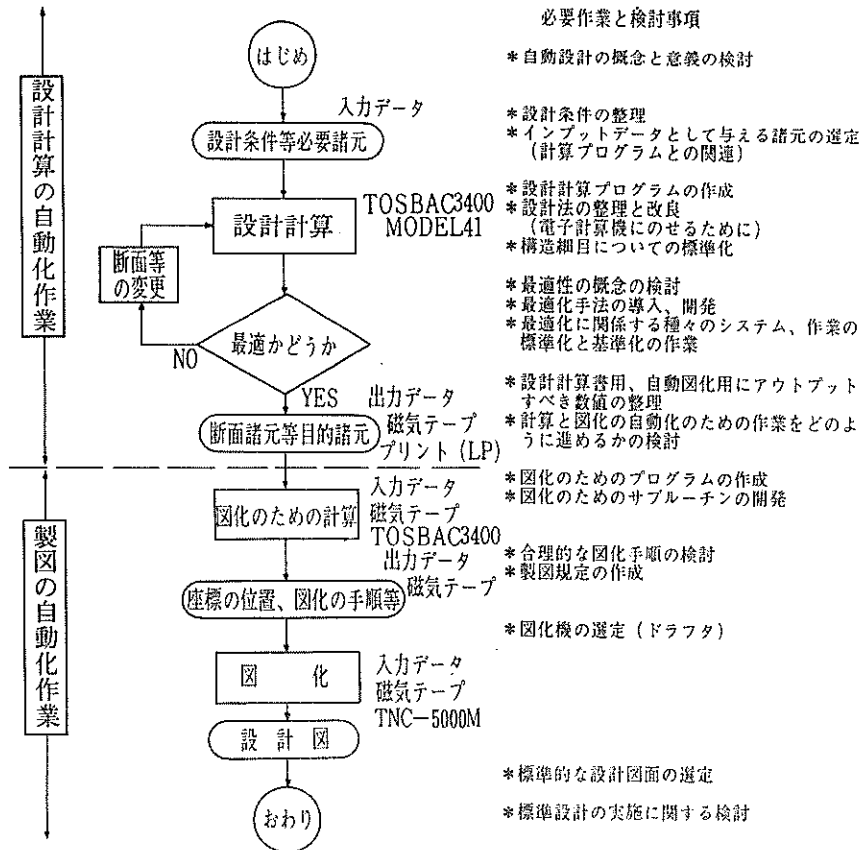


図-2.1 自動設計、自動製図の流れ図

めの縮尺や配置の決定、あるいは、ペンが移動するために必要な構造物の各部分の座標の決定などが必要であり、そのためには、縮尺や座標決定のための計算が必要となる。ついでこれらが求まると、実際にペンを移動させる手順を決定し、それを自動製図機用の言語を用いてプログラム化することになる。以上のような過程を経て、自動製図機は作動し、設計図が出力される。

図-2.1には流れ図の各段階に必要な作業あるいは検討事項が示されている。以下、図-2.1の流れにしたがってそのうちの重点事項について説明する。

(1) 設計条件等必要諸元の入力

インプットデータを与えるために、この段階で行なわねばならない検討事項はつぎの2つである。

(i) 設計条件の整理

設計条件として電子計算機に与えるべきデータの代表例としては、つぎのようなものがある。

天端高、前面水深、上載荷重、設計震度、基礎地盤の土質条件、けい船岸背後の土質条件、各使用材料の許容応力、単位体積重量、船舶のけん引力、船舶の衝撃力、残留水位、壁面摩擦角、などがけい船岸の基本設計段階で必要であり、

さらに鉄筋の最小かぶり、配筋間隔、摩擦係数などが細部設計で必要となる。防波堤その他の構造物の設計においてはそれぞれ異なった設計条件を必要とする。

インプットデータとして与える設計条件等の諸元はできるだけ少ない方が、コーディング時における誤りやこれに必要な時間が少なくて済み、さらに、けい船岸の設計において、重力式や矢板式あるいはさん橋式など各種構造物の比較を行なうためには、できるだけ統一した設計条件を与える方がよい。現段階では、プログラム容量の問題、地盤条件や施工上の問題あるいは工期や工費の問題について設計者が計算結果をもとに判断を下さなければならぬ段階にあるため、設計条件の入力は各構造形式ごとに行なわねばならない。

また設計条件の中には船舶の衝撃力などのように接岸速度と船型および防げん材の型式から別途計算しなければならないものも含まれている。

(ii) インプットデータとして与える諸元の選定

人力で行なう設計計算では、過去の設計例を参考にして、適当な初期値を与え、数回の繰り返し計算によって最終結果に到達するのが普通である。これは計算を人力で行なうため多くの繰り返し計算が実際困難であること、過去の実施例を参考に与えられる初期値が、数多くの経験にもとづくため、一般に最終値に近い値、かなりの程度、最適性を満足すると考えられる。しかし、電子計算機による計算では、その計算プログラムの作成に要する多大な時間を考慮すれば、プログラムは汎用性をもつよう作成されるのが普通であるため、設計諸元の初期値を適当に仮定してやらねばならない。妥当な初期値を与えることによって繰り返し計算の回数は著しく減少させることが可能となる。このような初期値の選定、あるいは(i)でのべた必要最小限の設計条件の選定などが、計算プログラムとの関連において重要となってくる。また、港湾構造物の設計の自動化は設計計算、製図が一貫して自動化されるものであるから、設計計算には必要はないが、自動製図のために必要な諸元もあり、これらについてもあらかじめインプットデータとして与えておく必要がある。

設計の自動化は可及的に設計業務を電子計算機によって処理しようとするものであるから、プログラムの開発が進むにしたがって、計算機内部で適宜判断、処理させることが可能になると考えられ、インプットデータはできるだけ少なく、あるいは前処理を必要としないものとなる。すなわち、プログラムの開発レベルによってもインプットデータの選定は異なったものになってくる。

(2) 設計計算

この段階において必要となる作業は、

(i) 設計計算プログラムの作成

(ii) 設計法の整理と改良

(iii) 構造細目の標準化

である。

(i)は港湾構造物設計基準に記載されている現行設計法の電子計算プログラムの作成である。従来、計算に多くの時間を要している応力計算、安定計算等については、假想はり法やたわみ曲線法による矢板の根入れ長の計算プログラムや円形すべりによる安定計算プログラムをはじめとして、設計計算の一部のプログラム化がはかられている。これによって設計業務の省力化がはかられ、所要の結果が得られるまで、労力を気にすることなく、繰り返し計算が可能である。しかし、設計作業の中の一部の省力化では十分でなく、設計作業の全過程を電子計算処理することが必要である。このためには、通常設計作業において、設計者が実施例や経験にもとづいて頭の中で処理している、構造物の安定上決定的でないが、重要な問題（構造細目に関することなどが多い）に対して明確な判断を与える必要がある。すなわち、自動計算結果は必ずしも、構造細目の決定にまで及ぶものではなく、また、構造細目や構造物の施工についての標準化が設計計算法そのものにも影響を与えるためである。

さらに、現行の設計法は設計者が設計過程において適宜判断することによって設計が進められる部分が少なくない。したがって、設計作業全体を電子計算機化する場合には、現行設計法の整理と改良が必要である。

また、自動設計の実用化のためには、施工側の意見が十分に反映されることが必要で、設計計算のプログラム化の段階で十分な意見の交換が必要である。

(3) 最適かどうか — 最適性の判定

設計は定められた応力度や安全率などの設計上の必要条件を満し、利益を最大にする設計諸元を決定することである。応力度や安全率などの必要条件を満足する解（設計諸元）は無数にあるが、その中から最適なものを選ぶには、設計計算で得られるすべての設計諸元の組合せを、ある価値基準（たとえば、工費最小、鋼材量最小など）にもとづいて比較を行なえばよい。しかし、すべての組合せについての比較をおこなえば、途方もない計算量になってしまうため、現実には限られた組合せについてだけ比較計算が繰り返えられることになる。そのため絶対の最適解は必ずしも得られない。絶対の最適解を得ることはかなり困難であり、さらに、できるだけ短時間で最適解を得るためには、さまざまな最適化手法を港湾構造物の設計の最適化過程に適用するための作業が必要となる。しかしながら、土木構造物の設計における最適化手法の適用例をみると、最適配

筋計算においてもかなりの計算を要しており、構造物全体を施工条件、あるいはその機能をも含めて最適解をうることはかなり困難なことで考えられる。さらに最適性を決定するための価値基準を何に求めるかがこれらの作業の前提として必要である。したがって現段階では、できうるかぎりの最適化を設計過程に導入することが必要であるが、設計技術者の総合的な技術判断も有効に生かすことが必要であると考えられる。

この段階で必要とされる作業は

- (i) 最適性の概念の検討
- (ii) 最適化手法の導入、開発
- (iii) 最適化に関係する種々のシステム、作業の標準化と基準化の作業

最適化は必ずしも全体が一時に行なわれなければならないのではなく、構造物の部分部分の最適化をはかり、最適化のはかられた部分をユニットとして、全体を最適化していくことも可能であり、それが現段階では現実的である。すなわち、ある構造部材の最適な配筋法が求まるとすると、最適計算にもとづく配筋を有するような構造部材の標準形を定めることによって、全体の最適計算に必要な比較諸元を減らし、全体の最適計算を簡略化することである。このいみで、構造物のユニット化、構造細目の最適性を満足する標準化などの作業が必要となってくる。

(4) 断面諸元等目的諸元の出力

(2)、(3)の計算で得られる設計諸元は、定められた応力度や安全率などの設計上の必要条件を満足し、なまかつ最適性を満足するものであるが、設計される構造物のすべての細目を決めるものではなく、構造上特に重要な諸元のみである。たとえば、ケーソンなどの設計の場合、必要な主鉄筋量は設計諸元として求められるが、配力鉄筋あるいはハンチ筋などはべつに構造細目の段階で決められる。また主鉄筋についても、決められた必要鉄筋量を直径何ミリの鉄筋をどのように配置するかなどは、構造細目として決められる。(このいみで、(2)の(iii)でのべた部材の最適化が必要となる。)

実際の設計では、このような細部の設計が非常に多く必要となり、これらは従来設計図を描くときに、設計者や熟練した製図工の経験にもとづいて決められてきたものである。自動設計では引き続き実施される自動製図のために、この過程をも電子計算機内部で処理する必要がある。この場合、あいまいな形で決められてきたこれらの細目をどのように基準化し、アルゴリズムを確立するかが問題となってくる。

計算結果の出力データはそのデータを何に使用するかによって、すなわち、設計計算結果として、構造部材の諸元

や応力度あるいは安全率などが必要である場合と、自動製図のための計算の入力データとして必要な場合とによって異なる。さらに、その出力も、利用目的によって、ラインプリンタあるいは磁気テープにアウトプットされる。したがってこの段階で必要となる作業は、

- (i) 設計計算書用、自動製図用にアウトプットすべき諸元の種類とその数値の整理
 - (ii) 設計計算と製図の自動化作業をどのような形で進めるかの検討
- である。
- (5) 自動製図のための計算

(4)で与えられた設計諸元を入力データとし、構造細目によって決定される構造物の各部材の諸々の関係を考慮し、自動製図機の作動に必要な情報を電子計算機によって求め、磁気テープに出力する作業で、つぎの2段階からなっている。

- (a) (4)で与えられた設計諸元をもとにして、製図に必要な諸元を計算すること。

たとえば鉄筋の均し計算があげられる。設計計算から得られるのは必要な鉄筋量であり、実際に配筋を行なうために必要な諸量、すなわち、鉄筋径、本数、ピッチ、かぶりなどを決定するための計算である。もちろんこれらの計算は構造細目にもとづいて計算される。

- (b) 設計断面の座標値の計算

設計図面はあらかじめプログラム化された製図手順にしたがって自動製図機を制御することによって描かれる。したがって、設計される構造物の図面を自動製図するのに必要なのは、設計結果から与えられる構造物の各部材の図面内における座標値である。(4)で与えられる設計諸元と、(a)で求められる構造細目の諸元から座標値が計算される。

この段階で必要となる作業は、

- (i) 自動製図機の制御を行なうためのプログラムの作成
 - (ii) 自動製図プログラムを能率的に作成されるための自動製図用サブルーチンの開発
 - (iii) 自動製図機の制御を効率的に行なわせる合理的な図化手順の検討
 - (iv) 自動製図のための製図規程
- である。

その他自動製図についてのくわしい説明は 3 自動製図において述べる。

2.1.2 設計の自動化の必要性

港湾構造物の設計の自動化を推進する必要性として下記のような理由があげられる。

- (1) 港湾構造物の設計法は港湾構造物設計基準によって基準化され、これにしたがえば、初級技術者といえども

安定な構造物の設計が行なえるようになった。したがって、
一歩進めて、設計を自動化し、できるだけ設計業務を省力
化し、余力を他の技術開発などにむけたい。

(ii) 港湾構造物の設計において、円形すべり法による安
定計算、横さん橋の軸力の計算をはじめとする応力計算、
波の推算などに、日常的に電子計算機を使用しており、設
計計算の途中一部分に電子計算機を利用するのは、設計の
流れかとだえるので、構造物の設計業務を一貫して電子計
算機をパートナーとして活用したい。

(iii) 港湾工事量の増大によって、設計量は飛躍的に増大
し、調査設計事務所を設置などの組織の合理化や設計基準
の作成などによって設計業務の合理化をはかったが、限界
があり、業務処理そのものを大幅に効率化する必要があり、
そのために電子計算機を活用する。

(iv) 社会、経済の多様化にともなって、港湾建設の分野
においても、設計業務以外の業務 — 調査、研究、調整業
務など — 量が増大しており、一方それに対応する技術者
の増加は困難である。このため、工事量の伸びに対応する
設計業務の効率化以上に生産性を上げる必要があり、しか
も設計水準を下げることは許されない、このため、電子計
算機の有効利用によって、設計業務の生産性を高めるとと
もに、繰り返し計算の多用による設計精度の向上をも期待
したい。

(v) 港湾構造物は従来、数多くの実施例にもとづいて、
経験的に安全性が確信されていたため数少ない比較設計に
よって、適当な最適性を有する構造物の設計が行なわれて
きたが、今後、港湾構造物の大規模化あるいは大水深や超
軟弱地盤など設計条件の悪化さらには従来の条件と異なる
設計条件のもとでの建設が予想されるが、このような場合、
構造物の設計において、構造物が十分な安全性と経済性を
保持するためには、新たな調査および研究はもちろんのと
と、設計においても十分な比較設計を行なうことが必要で
あるが、この比較設計は設計の自動化によってはじめて可
能である。

2.2 設計の自動化のすすめ方

設計の自動化のすすめ方については、図-2.2に設計の
自動化の各作業過程とこれまでおよび今後の作業順位(丸
の中の数字で)ならびにその作業成果を示し、以下にその
概略を説明する。

①では港湾構造物設計基準に示される設計法の設計手順
を詳細なフローチャートを描くことによって分解・分析し、
自動計算プログラムを作成するための基本的な方針を決定
し、自動計算上あらかじめ定めておかねばならない構造細
目などを実施例にもとづいて決定し、施工法と密接な関係
をもつ問題点については現場の施工担当者の意見にもとづ

いて解決をはかった。

②は構造物全体の計算プログラムはできるだけサブルー
チン化した。これは設計法の改良などにも対処できるよう
にするとともに、他構造物の設計にも汎用性をもたせるよ
うにしたため、構造物の計算プログラムの部分プログラムの
作成をはかった。

③ ②の部分プログラムを組合せて構造物全体の設計プ
ログラムを作成する。なお、この段階で構造物の基本設計
計算の自動化が達成されることになる。

④ 構造物の基本設計プログラムが完成した段階で、た
だちに、基本設計図(標準断面図)の自動製図を行なう。

港湾構造物の設計において、種々の構造物の比較設計お
よび同種の構造物内での比較設計は基本設計の完了した段
階で、それらの概算工費、施工条件、工期あるいは付帯設
備の有無などによって比較検討され、構造物の標準断面が
決定されるのが通例であるから、この段階の成果物が十分
設計会議等の資料として有用である。

⑤⑥ 概算工費の算出のための主要な構造材料の必要材
料の計算および、材料費を中心とした概算工費の算出計算
のための作業である。

⑦は基本設計完了後実施する細部設計の自動化のための
作業であり、

⑧は細部設計結果の自動製図である。

たとえば、ケーソンやさん橋などでは細部設計に費やす
時間が多く、矢板式けい船岸では基本設計が完了した設計
はほとんど終了したとみなされるなど、構造物によって、
基本設計と細部設計の比重は異なる。このため、ケーソン
やさん橋などでは細部設計の自動化の意義は大きい。

⑨⑩は工費比較による構造物の最適化を実施しようとする
と、このような作業が必要となることを示したものである。
施工条件や工期等の金額による評価そのものは、パート
を用いた工程管理や施工に用いる作業船や建設機械の損
料等のきめこまかい計算が可能であるなら、十分実施され
うるものと考えられる。しかしながら、現段階ではその実
現は困難である。

2.3 設計の自動化の対象とする港湾構造物

設計の自動化の対象として、その設計プログラムの開発
が進められている港湾構造物はつぎの4種の構造物である。

- (i) L型ブロック式けい船岸
- (ii) 鋼矢板式けい船岸
- (iii) 直ぐい式横さん橋式けい船岸
- (iv) ケーソン式混成防波堤

ここ数年建設された港湾構造物のその多くは、これら4
種の構造物であり、今後とも、施工の容易さ、工費の安さ、
構造物としての安定性などを考慮すると、これら4種の構

作業過程

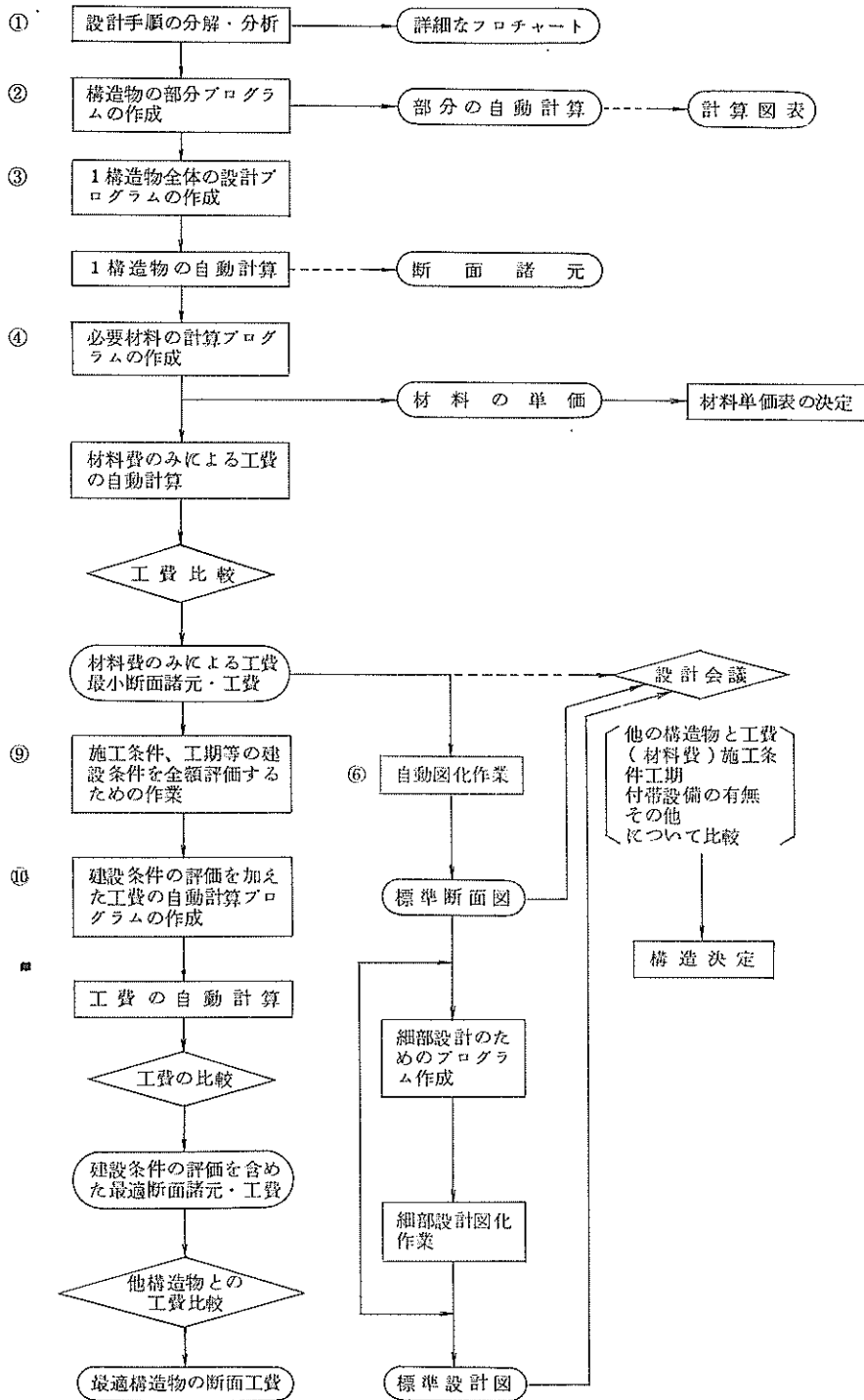


図-2.2 設計の自動化のための作業過程とその成果

造物が主として建設されるものと考えられる。

これらの構造物の設計の自動化が完成すれば、他の構造物はこれらのバリエーションとして処理できるものもあり、また、その重要度に応じて自動化プログラムの開発を進めればよいと考えられる。

本資料では上の4種の構造物のうち、すでに基本設計の自動化が完了した、L型ブロック式けい船岸と鋼矢板式けい船岸の自動設計および自動製図について4～6に報告する。

参 考 文 献

- 1) 運輸省港湾技術研究所：港湾建設の省力化のための方策（設計における省力化）、第21回直轄技術研究会資料、昭和45年10月
- 2) 中村慶一他：自動設計、土木研究所資料No.556、昭和45年1月
- 3) 丸安、中村、村井、若林：土木設計における最適化、東大生産技術研究所報告、19巻4号、1969

3. 自動製図

自動製図が自動設計の中で自動設計計算と一体となって用いられるべき必要性については、序論においてすでに述べたところであるが、自動製図プログラムを作成するまでの作業は、まず、どのような図面を自動製図の対象とするかを検討して、自動製図の対象図面を決定し、つぎに、どのような自動製図装置を用いれば、その図面に必要な精度と大きさなどの必要条件を満足させることができるかを検討して、自動製図装置の選定を行なう。また、自動製図の対象図面が決定され、自動製図装置の選定が行なわれた時点において、自動製図の対象図面を自動製図装置により具体的に図として表現するための作業が行なわれる。すなわち、自動製図の対象図面を自動製図装置を用いてかくためには、図面の大きさ、配置、投影法および線の用法などについて、各図面に共通な規程を設け、図面の標準化を行ない、この規程にもとづいて、図面を構成するいくつかの図素（英数字、カタカナ、漢字、各種の記号および寸法線など）のサブルーチン化を行なう。さらに、図素のサブルーチンが完成した時点において、このサブルーチンを用い、自動製図の対象図面をかかせるプログラムを作成する作業にはいる。このプログラムは、港湾構造物に例をとると、図素のサブルーチンを用いて、正面図、平面図、側面図あるいは各種断面図をかくそれぞれのサブルーチンと、これらのサブルーチンを結合し、設計計算結果より与えられる構造物各部の寸法などをインプットデータとして、自動製

図装置に作図すべき図の座標値をアウトプットするメインプログラムで構成される。以上、著者らが行なってきた港湾構造物の自動製図プログラムを作成した作業にもとづいて、一般的に行なわれている自動製図プログラムを作成するまでの作業の概要を述べたが、以下、本章においては、具体的な自動製図の方法について述べる。すなわち、3.1 自動製図の方法では、設計図面の作成に必要なデータが電子計算機に入力され、設計図面が自動製図機から出力されるまでの自動製図作業の流れについて述べ、さらに電子計算機による自動設計計算結果を自動製図するために用いられる自動製図装置の紹介を行なう。3.2 自動製図の対象図面では、当面、自動製図の対象と考えられる港湾構造物の設計図面を示し、3.3 自動製図のための製図規程では、自動製図プログラムを作成するにあたり、あらかじめ決めておかなければならない製図上の規程について述べる。さらに3.4 自動製図用サブルーチンでは、港湾構造物の自動製図に必要なサブルーチンを示し、その目的および呼出形式について説明を行なう。3.5 自動製図例では、上記のサブルーチンを組合せて作成した港湾構造物の自動製図プログラムによってかかれた設計図面を示す。

3.1 自動製図の方法

自動製図は、構造物各部の寸法などをもとにして、電子計算機を用い、作図すべき図の座標値を数値で表現し、その数値データにもとづいて、自動製図装置の持つペンのupおよびdown、2点の直線補間、2点の円弧補間などの機能を制御して製図を行なうもので、港湾構造物の自動製図においては、3.1.1 自動製図の流れ図に示した過程を経て、図面が作成される。

3.1.1 自動製図の流れ図

自動製図の作業は、電子計算機で自動製図機を制御するのに必要な座標値などを計算する作業と、計算された座標値などをもとにして自動製図機を制御して製図を行なう作業に大別される。これらの作業を図-3.1 自動製図の流れ図に示した。

3.1.2 自動製図装置

現在のところ自動製図装置としては、グラフあるいは簡単な図をかくのに用いられる自動作図機（カーブプロッタ、XYプロッタ）、精度が高く設計図面などをかくのに用いられる自動製図機、計算機のアウトプットデータを瞬時にブラウン管に映し出すことができるグラフィックディスプレイ装置などがあるが、以下、これらの装置の概要を説明し、あわせて港湾構造物の自動製図に使用されている自動製図装置についてその概要を述べる。

(1) 自動作図機

自動作図機は、磁気テープ、紙テープあるいは直接電子

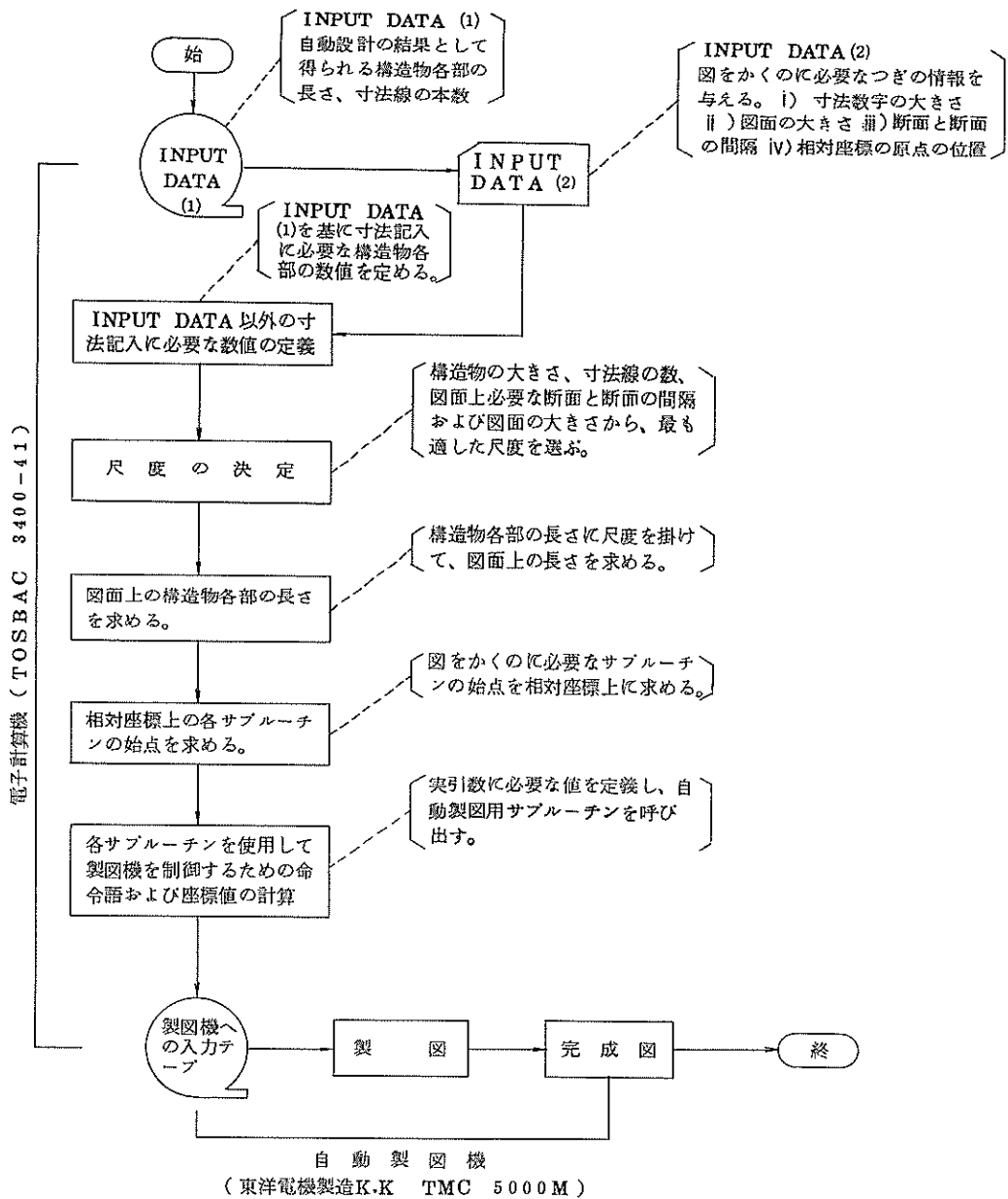


図-3.1 自動製図の流れ図

計算機から自動作図機の制御に必要なデータを得て、グラフあるいは簡単な図をXおよびY方向のペンの動きによってかく機能を持つ(作図機によっては、X方向にはペンが移動しないで、ドラムが回転するものがある)。図をかく精度は、通常0.1~0.2mm前後で、0.1~0.2mmの階段状に曲線および斜めの線をかくので、図のきれいな仕上り

はあまり期待できないが、グラフあるいは簡単な図をかくためには、種々の図形処理のためのサブルーチンが完備されているため、比較的簡単にプログラムを作成することができる。

(2) 自動製図機

自動製図機は、原理的には上記の自動作図機と同じであ

るが、ペン先がパルスモーターなどにより駆動されているので、図をかく精度は1パルス当りのペン先の移動量によって決まり、その量は0.01～0.05mm/パルス程度で、自動製図機にはるかにまさる。したがって自動製図機は、精度のうえから、施工技術者に渡す設計図面をかく能力を持っている。現在、自動製図機は土木、造船、機械などの分野で実作業に用いられている。また、自動製図機の機能から考えて、つぎに示すような図面の作成に用いると有効であろう。

- (a) 精密さを要求される図面
- (b) 人手ではうまくかけないか、または時間のかかる図面
- (c) 港湾構造物の自動設計におけるL型ブロック式けい船岸あるいはケーソン式防波堤のように、図面の形式は同じであるが、設計条件がそれぞれ異なるため、その都度、製図を行なうもので、大量に、ひんばんに製図しなければならないもの。

(3) グラフィックディスプレイ装置

この装置は、計算機とオンラインで用いられ、計算機のアウトプットデータをブラウン管(CRT: cathod ray tube)の上に映し出すことができる。これは、計算機とオンラインになっているので、計算結果を図形としてアウトプットできるだけでなく、この図形をライトペンで修正して、ふたたび計算機にもどすこともできる。したがって、電子計算機と人間が対話しながら設計を進めていく、いわゆるマンマシンコミュニケーションシステム(man machine communication system)に利用される。

(4) 港湾構造物の自動製図に使用されている自動製図装置

港湾構造物の自動製図においては、自動製図装置によって描かれた図面が、設計図面として、構造物の施工に際して使用されることを考えているので、施工技術者に渡す設計図面をかく能力を持っている自動製図機を使用することとした。使用した自動製図機は、小型電子計算機(HITAC-10)を数値制御装置に持つ、ストアードプログラム方式である。このストアードプログラム方式は、英数字などの座標値の計算を小型電子計算機で行なうため、自動製図に用いる大型電子計算機の計算時間が短かくてすみ、大型電子計算機を効率よく使用できる利点を持っている。つきに、この自動製図機の概要を記述し、写真-3.1に自動製図機を示す。

型 東洋電機製造K.K
TNC 5000M
フラットベッドタイプ

有効作図範囲	X軸 1200mm Y軸 900mm
最大作図速度	10000mm/分
精度 (最小設定単位)	0.02mm/パルス
作図ペン	4本ターレットペンヘッド インクペン 0.15mm 0.2～1.2mm

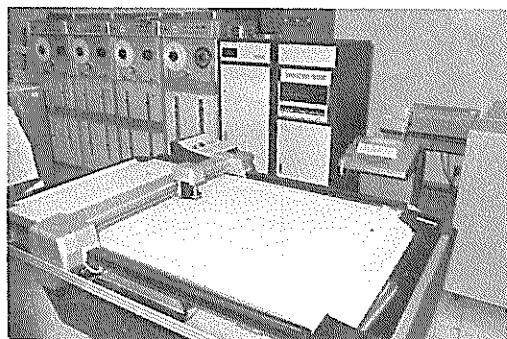


写真-3.1 自動製図機

3.2 自動製図の対象図面

自動製図の対象図面としては、各種の港湾構造物の中で、比較的設計ひん度が多く、かつ設計業務を電子計算機で処理しやすいL型ブロック式けい船岸、矢板式けい船岸、ケーソン式防波堤および横さん橋の設計図面をとりあげた。これらの港湾構造物の設計図面を電子計算機および自動製図機を用いて自動製図させる作業も当然のことながら設計の自動化の作業の中に含まれる。したがって、各港湾建設局に対してL型ブロックなどの設計図面の調査を実施し、自動製図の対象図面を決定した。

上記により決定された自動製図の対象図面を、各港湾構造物ごとに、基本設計の段階でかけられる図面と細部設計の段階でかけられる図面にわけてあげると表-3.1のようになる。これらのうちL型ブロック式けい船岸の標準断面図、標準ブロック一般図(平面図、側面図、背面図)および矢板式けい船岸の標準断面図については、自動設計プログラムに直結した形ですでに自動製図プログラムが完成している。また、これら以外の図面については、自動設計プログラム作成作業と歩調を合わせて、自動製図プログラムの開発を行なっている。

3.3 自動製図のための製図規程

3.3.1 概要

この製図規程は“港湾構造物製図規程(運輸省港湾局制

表-3.1 自動製図の対象図面

構造物名	基本設計	細部設計
L型ブロック式 けい船岸	① 標準断面図 ・標準ブロック 一般図 ② 平面図 ③ 側面図 ④ 背面図	⑤ 前壁配筋図 ⑥ 底板配筋図 ⑦ バットレス配筋図 ⑧ 鉄筋加工図 ⑨ 材料表
矢板式 けい船岸	① 標準断面図	② 平面図(車止め・ けい船柱配置図を 含む) ③ 腹起し工取付詳細 図 ④ 鑑定工配筋図 ⑤ 上部工配筋図 ⑥ タイロット加工図 ⑦ 鉄筋加工図 ⑧ 材料表
ケーン式 防波堤	① 標準断面図 ② 正面図 ③ 平面図 ④ 断面図	⑤ 底板配筋図 ⑥ 側壁(長手)配筋図 ⑦ 側壁(短手)配筋図 ⑧ 隔壁(長手)配筋図 ⑨ 隔壁(短手)配筋図 ⑩ 断面図(長手) ⑪ 断面図(短手) ⑫ 断面図(平面) ⑬ 鉄筋加工図 ⑭ 材料表
横さん橋	① 標準断面図 ② 正面図 ③ 平面図 ④ 断面図	⑤ 床版配筋図 ⑥ 大梁配筋図 (縦・横) ⑦ 小梁配筋図 (縦・横) ⑧ 受梁配筋図 ⑨ 渡版配筋図 ⑩ 杭頭部詳細図 ⑪ 鉄筋加工図
共通図面		① けい船曲柱詳細図 ② けい船直柱詳細図 ③ けい船曲柱基礎詳 細図 ④ けい船直柱基礎詳 細図 ⑤ 車止め ⑥ 防舷材および防舷 材取付図 ⑦ 吊筋詳細図

定)”および“土木製図基準(土木学会制定)”にもとづいて、港湾構造物の自動製図に必要な基本的事項について定めたものである。

なお、この製図規程に定められていない事項については“港湾構造物製図規程”および“土木製図基準”によるも

のとする。

3.3.2 図面の大きさと配置

(1) 図面の大きさ

図面の大きさは、A列を用いる。また、図面の整理および取扱い上の便を考慮して、設計会議用に用いられる図面はA3、施工などに用いられる図面はA1を原則とし、図面の大きさを統一する。

(2) 図面の配置

図面は、その長手方向を左右方向に置いた位置を正位とし、各断面図、材料表、設計条件および標題などを配置する。材料表は、1構造物につき1個所にまとめて表わす。設計条件は、標準断面図のかかれていた図面の右上隅にかくのを原則とし、わく取りはしない。標題を記入する標題欄は、図面の右下隅に設ける。

(3) 輪郭

図面には輪郭をつけ、つぎの値を標準として、輪郭外に余白をもうける。

A0~A2 …………… 15mm

A3~A4 …………… 10mm

3.3.3 投影法

投影法については第3角法によるのを原則とするが、とくに見誤る恐れがなければ、立面図の下に平面図をかくことができる。

3.3.4 標題

標題欄は図面右下隅に設ける。図面の標題は、原則として標題欄にのみ記入し、図面中央上部などにはかかないものとする。なお、標題欄は図-3.2が適当である。

港名		図番	面号
工事名			
図名	縮尺		
設年月計日	昭和 年 月 日	組数	枚ノ内
プログラム名			

図-3.2 標題欄の様式

3.3.5 尺度

(1) 概要

尺度は、図面の大きさとそこにかかれる構造物の断面などの大きさによって決定されるものであるが、一応の目安として、基本設計の段階でかかれる標準断面図、平面図、

正面図、断面図などは1:100,細部設計の段階でかけられる配筋図などは1:50とすればよい。また、各部の詳細図などについては、適宜尺度を決定せざるを得ないであろう。

(2) 尺度の種類

尺度は、つぎの19種の中から目的に合った尺度を選ぶものとする。なお、ここに()で示した尺度は、“土木製図基準”には示されていないが、“港湾構造物製図規程”に示されている尺度である。

(1:1), 1:2, 1:5, 1:10, 1:20,
 (1:25), 1:30, (1:40), 1:50,
 1:100, 1:200, (1:250), (1:300),
 1:500, (1:600), 1:1000, 1:2500,
 (1:3000), 1:5000

(3) 尺度の記入

尺度は、図面の標題欄に記入する。ただし、同一図面中に異なる尺度を用いるときには、異なる尺度のみ、それによってかけられた図名の右側に適当に記入する。

3.3.6 線

(1) 線の種類

線の種類は、実線、破線、一点鎖線、二点鎖線の4種類とし、これらを必要に応じて用いる。

(2) 線の太さ

線の太さは、0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 0.8 mmの中から目的に合った太さを選ぶものとする。

(3) 線の太さの組合わせ

同一図面において使用する線の太さの組合わせは、大体4:2:1とすることが望ましい。

(4) 線の用法

港湾構造物の自動製図における線の用法は、表-3.2のとおりとする。また、これらとは別に、鉄筋については、その径に応じた実線で表わすのを原則とする。径と実線の太さの関係は、径16 mm以上は0.8 mm、径16 mm未満は0.4 mmとするのが望ましい。

3.3.7 寸法

(1) 寸法記入の原則

寸法は、位置および形状を表わすのに必要最少限におさえ、かつ計算をしないですむように記入する。また、図の理解を容易にするために一部重複して記入するのはさしつかえない。

(2) 寸法線

寸法線はそれが示す寸法の方向に平行に引き、なるべく物体を示す図の外部に引くものとする。

(3) 寸法線に対する寸法記入の位置

寸法および記号を寸法線の上側に記入する。

表-3.2 線の用法

線の種類	線の太さ	使用目的
太い実線	0.4 mm	外形線
細い実線	0.1 mm	寸法線、寸法補助線、引出し線、破断線
破線	0.2 mm	見えない部分の形を示す線
太い一点鎖線	0.4 mm	切断面を指示する線
細い一点鎖線	0.1 mm	中心線、基準線、境界線、参考線
細い二点鎖線	0.1 mm	想像線、または中心線等で一点鎖線と区別する必要がある場合

(4) 寸法線の交差

寸法線がたがいに交差したり、関連のない寸法補助線と寸法線が交差することはなるべく避ける。

(5) 寸法線の間隔

接近した多数の寸法線を引く場合は、寸法線と寸法線の間隔を一定とする。また、寸法線と寸法線の間隔は8 mmを標準とし、寸法線と構造物の外形などを示す線との間隔は10 mmを標準とする。

(6) その他

その他の寸法に関する事項は、“土木製図基準”に従うことを原則とする。

3.3.8 材料表

材料表は、1構造物につき1個所にまとめてあらわすものとし、その項目は、①鉄筋番号、②呼び径、③材質、④長さ(mm)、⑤1本の重量(kg)、⑥本数、⑦重量(kg)、⑧摘要とする。また、総鉄筋量(kg)、コンクリート量(m³)、型わく面積(m²)を行を変えて記入する。材料表は、上から下へ、左から右へ読むようにかくものとする。

3.4 自動製図用サブルーチン

港湾構造物の自動製図の作業を進めるうえで、各港湾構造物をその都度プログラムするのは各港湾構造物の設計図面のなかで使用される英数字、カタカナ、漢字、各種の記号および寸法線などのプログラムの重複をきたし、合理的な作業方法とはいえない。そこで、これらの重複を避けるために、設計図面を、これを構成するいくつかの図素に分解し、この図素を標準化し、サブルーチン化して、これらのサブルーチンを組合わせることによって、正面図、平面図、側面図、断面図および標題などをかくサブルーチンを図素のサブルーチンをもとに作成し、この正面図などをかくサブルーチンを結合して各港湾構造物の自動製図プログラムを作成するのが合理的な方法であり、港湾構造物の自

動製図においてはこの方法を用いた。

ここに述べる自動製図用サブルーチンは、上記の図素をサブルーチン化したもの、あるいは図素をサブルーチン化するために必要なサブルーチンである。

3.4.1 ベイシック・サブルーチン

ベイシック・サブルーチンとは、自動製図機で図をかかせるための基本的なサブルーチンである。

(1) ベイシック・サブルーチン一覧

- 1) **KMTOPN** 自動製図機用の LABEL などを磁気テープに書き込む。
- 2) **MTOUT** 磁気テープの最終処理を行なう。
- 3) **HALT** 自動製図機を一時停止させる。
- 4) **CHWRIT** 演算結果の打出しを指定する。
- 5) **ERSTOP** エラー発生時の処理を指定する。
- 6) **RESET** COMMON変数のイニシャルセットを行なう。
- 7) **KRESET** 自動製図機を原点に復帰させる。
- 8) **SEQUE** シーク番号を磁気テープに書き込む。
- 9) **KPEN** ペンを選択する。
- 10) **KSPEED** 作図速度を指定する。
- 11) **KKANKA** 破線および鎖線の間隔を指定する。
- 12) **MESS** タイプライターにメッセージを打出す。
- 13) **KSOTAI** 相対座標系を設定する。
- 14) **KIDO** ペンを上げた状態で移動する。
- 15) **KSEN** 現在の位置からある点まで直線を引く(点の座標値を与える)。
- 16) **KSEN1** 2点の直線補間を行なう(2点の座標値を与える)。
- 17) **KDASHL** 点列の直線補間を行なう(各点の座標値を与える)。
- 18) **KSENK** 現在の位置からある点まで直線を引く(点までの距離と角度を与える)。
- 19) **KSENK2** 点列の直線補間を行なう(各点の間の距離と角度を与える)。
- 20) **KENKO** 現在の位置を始点とする円弧をかく。
- 21) **KENKO1** 始点および終点の座標値、ならびに半径を与えて円弧をかく。
- 22) **KENKO2** 始点、終点および中心の座標値を与えて円弧をかく。
- 23) **KSUZI** 数字をかく。
- 24) **KMOZI** 英数字および特殊記号をかく。

(2) KMTOPN

目的

自動製図機用の LABEL などを磁気テープに書き込む。

呼出形式

CALL KMTOPN(MTC, TITLE, N)

MTC=1: 磁気テープの最初から LABEL などを書き込む。

MTC=2: 現在磁気テープに入っている自動製図機用のデータの後に LABEL などを書き込む。

TITLE: 任意の名前をリテラルかホルリスで入れる。

N: TITLEの文字数

(3) MTOUT

目的

磁気テープの最終処理を行なう。

呼出形式

CALL MTOUT(N)

N=0: 磁気テープの最終処理を行なう。

N=1: N=0に加えて磁気テープをREWINDする。

(4) HALT

目的

磁気テープにデータのはき出しを行ない、自動製図機を一時停止する。

呼出形式

CALL HALT(N)

N=1: 自動製図機を一時停止する。

N=2: N=1に加えて、自動製図機の色速度、倍率などを最初のリセットの状態にもどす。

N=3: N=1に加えて、磁気テープをREWINDし、自動製図機を固定原点にもどす。

(5) CHWRIT

目的

CALLしたサブルーチン名および座標値の打出しを指定する。

呼出形式

CALL CHWRIT(N)

N=0: 打出ししない。

N≠0: CALLしたサブルーチン名、ペンの上下、各座標値および係数などを打出す。

(6) ERSTOP

目的

演算中にエラーが生じた場合、演算を中止するかどうかを指定する。

呼出形式

CALL ERSTOP (N)

- N=0 : 演算を中止する。
- N=1 : 演算を中止しないで最後まで実行する。
- N=2 : HALTサブルーチンまでスキップする。

(7) RESET

目的

COMMON変数のイニシャルセットを行なう。

呼出形式

CALL RESET

(8) KRESET

目的

自動製図機を機械原点または固定原点に復帰させる。

呼出形式

CALL KRESET (N)

- N=1 : 機械原点復帰 (機械原点とは、製図台の左下隅に設けられている原点である)
- N=2 : 固定原点復帰 (固定原点とは、最初にペン先の置かれた位置である)

(9) SEQUE

目的

シーケンス番号を磁気テープに書き込む。

呼出形式

- $N \geq 0$: シーケンス番号N以後のデータを作図したい時に使用する。
- $N < 0$: $N \geq 0$ 加えてシーケンス番号Nのデータを作図した後、自動製図機を一時停止する。

(10) KPEN

目的

自動製図機についている4本のペンのうち1本を選択する。

呼出形式

CALL KPEN (N)

- N=1 : ペン1を選択する。
- N=2 : ペン2を選択する。
- N=3 : ペン3を選択する。
- N=4 : ペン4を選択する。

(11) KSPEED

目的

作図速度を指定する。

呼出形式

CALL KSPEED (N)

- N=1 : 1 m/min
- N=2 : 2 m/min
- N=4 : 4 m/min
- N=6 : 6 m/min
- N=8 : 8 m/min
- N=10 : 10 m/min

(12) KKANKA

目的

破線、一点鎖線、二点鎖線の間隔を指定する。

呼出形式

CALL KKANKA (D, S)

- D : 実線部の長さ
- S : スペース部の長さ

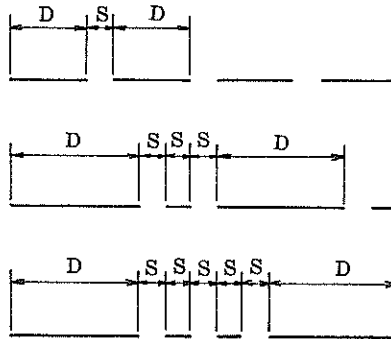


図-3.3 破線および鎖線の間隔

(13) MESS

目的

タイプライターにメッセージをタイプアウトする。

呼出形式

CALL MESS (ID, IP, IK, N, IA)

- ID : 出力の区別を指定する。
ID=0 ならば、タイプライターに印字する。
ID=1 ならば、紙テープに出力する。
- IP : 印字の色の区別をする。
IP=1 ならば、黒で印字する。
IP=2 ならば、赤で印字する。
- IK : 改行数
- N : 文字数
- IA : 次元の配列で、メッセージの内容をリテラル、ホレリスまたはAタイプの

文字データとして入れる。

04) KSOTAI

目的

相対座標系を設定する。

呼出形式

CALL KSOTAI (XS,YS)

XS,YS : 固定原点からみた相対座標系の原点のXおよびY座標

05) KIDO

目的

ペンを上げた状態で移動する。

呼出形式

CALL KIDO (XE,YE)

XE,YE : ペンを移動させる点のXおよびY座標

06) KSEN

目的

現在ペンのある位置からある点まで直線を引く(点の座標値を与える)。

呼出形式

CALL KSEN (XE,YE,K)

XE,YE : 移動する点のXおよびY座標

K : 線の種類

K=0ならば、実線

K=1ならば、破線

K=2ならば、一点鎖線

K=3ならば、二点鎖線

07) KSEN1

目的

2点の直線補間を行なう(2点の座標値を与える)。

呼出形式

CALL KSEN1 (XS,YS,XE,YE,K)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

XE,YE : 終点のXおよびY座標

K : 線の種類

K=0ならば、実線

K=1ならば、破線

K=2ならば、一点鎖線

K=3ならば、二点鎖線

08) KDASHL

目的

点列の直線補間を行なう(各点の座標値を与える)。

呼出形式

CALL KDASHL (XYT,IS,IE,K)

XYT : 各点の座標値を入れる2次元の配列

IS,IE : 始点および終点の座標値が入っている配列の番号

K : 線の種類

K=0ならば、実線

K=1ならば、破線

K=2ならば、一点鎖線

K=3ならば、二点鎖線

[XYT(1,IE),XYT(2,IE)]

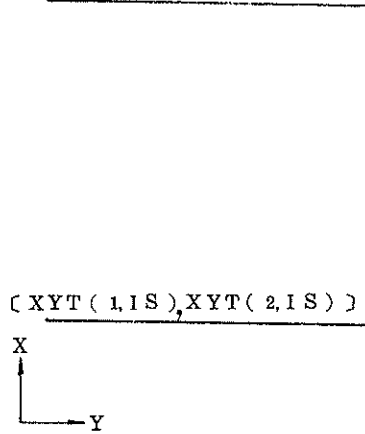


図-3.4 KDASHLの説明図

09) KSENK

目的

現在ペンのある位置からある点まで直線を引く(点までの距離と角度を与える)。

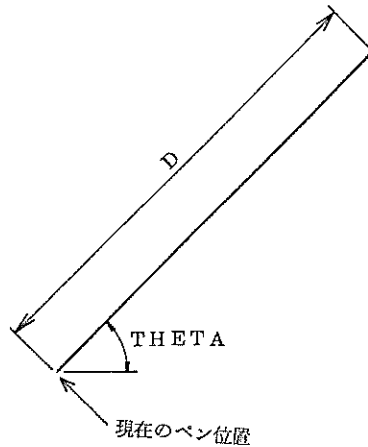


図-3.5 KSENKの説明図

呼出形式

CALL KSENK (THETA, D, K)

THETA : 直線とX軸のなす角度

D : 直線の長さ

K : 線の種類

K=0ならば、実線

K=1ならば、破線

K=2ならば、一点鎖線

K=3ならば、二点鎖線

例 KSENK2

目的

点列の直線補間を行なう(各点間の距離と角度を与える)。

呼出形式

CALL KSENK2 (XS, YS, N, A, D, K)

XS, YS : 始点のXおよびY座標

N : 線分の数

A : 各線分とX軸のなす角度を入れる1次元の配列

D : 各線分の長さを入れる1次元の配列

K : 線の種類

K=0ならば、実線

K=1ならば、破線

K=2ならば、一点鎖線

K=3ならば、二点鎖線

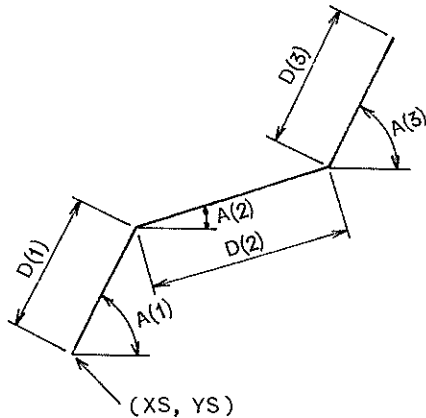


図-3.6 KSENK2の説明図

例 KENKO

目的

円弧の終点の座標と半径を与えると、現在ペンのある位置を始点として、移動角の小さい方の円弧をかく。

呼出形式

CALL KENKO (XE, YE, R, K)

XE, YE : 終点のXおよびY座標

R : 半径

ただし、

R>0ならば、右廻りでかく。

R<0ならば、左廻りでかく。

K : 線の種類

K=0ならば、実線

K=1ならば、破線

K=2ならば、一点鎖線

K=3ならば、二点鎖線

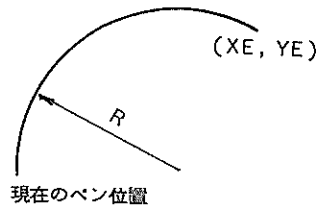


図-3.7 KENKOの説明図

例 KENKO1

目的

円弧の始点および終点の座標、ならびに半径を与えて円弧をかく。

呼出形式

CALL KENKO1 (XS, YS, XE, YE, R, IC, K)

XS, YS : 始点のXおよびY座標

XE, YE : 終点のXおよびY座標

R : 半径

ただし、

R>0ならば、右廻りでかく。

R<0ならば、左廻りでかく。

IC : IC=0ならば、移動角の小さい方の円弧をかく。

IC=1ならば、移動角の大きい方の円弧をかく。

K : 線の種類

K=0ならば、実線

K=1ならば、破線

K=2ならば、一点鎖線

K=3ならば、二点鎖線

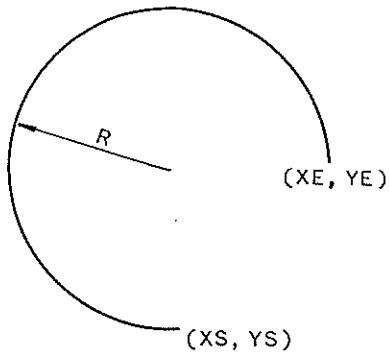


図-3.8 KENKO1 の説明図

④ KENKO2

目的

円弧の始点、終点および中心の座標、ならびに回転方向を与えて円弧をかく。ただし、始点と終点の座標が等しければ、全円をかく。

呼出形式

CALL KENKO2 (XS,YS,XE,YE,XC,
YC, ID,K)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

XE,YE : 終点のXおよびY座標

XC,YC : 中心のXおよびY座標

ID : ID=1 ならば、右廻りでかく。
ID=-1 ならば、左廻りでかく。

K : K=0 ならば、実線
K=1 ならば、破線
K=2 ならば、一点鎖線
K=3 ならば、二点鎖線

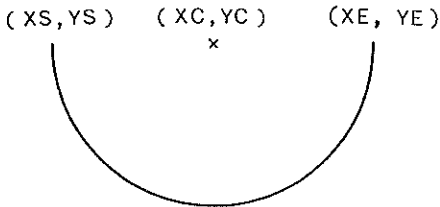


図-3.9 KENKO2 の説明図

④ KSUZI

目的

指定された大きさおよび傾きをもった整数タイプまたは実数タイプの数字をかく。

呼出形式

CALL KSUZI (XS,YS,N1,N2,DNUM,
SIZE,THETA)

XS,YS : 始点のXおよびY座標
N1 : 整数部のけた数
N2 : 小数部のけた数
DNUM : かこうとする数字
SIZE : 数字の大きさ
THETA : 数字列のX軸となす角度

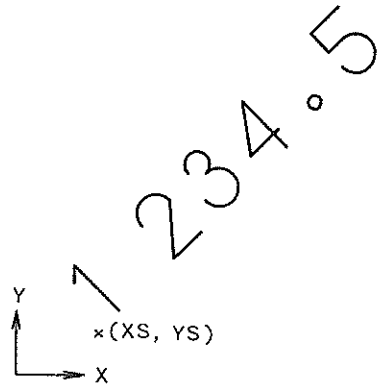


図-3.10 KSUZI の説明図

④ KMOZI

目的

指定された大きさおよび傾きをもった英数字および特殊記号をかく。

呼出形式

CALL KMOZI (XS,YS,N,HMOZI,
SIZE,THETA)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

N : 文字の数

HMOZI : リテラル、ホレリスおよびAタイプの文字データを入れる。

SIZE : 文字の大きさ

THETA : 文字列のX軸となす角度

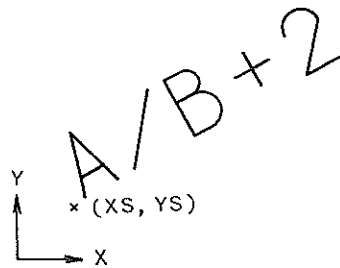


図-3.11 KMOZI の説明図

3.4.2 ファンクション・サブルーチン

ファンクション・サブルーチンとは、自動製図機で図をかかせるためにベシック・サブルーチンの集まりで作られたサブルーチンである。

(1) ファンクション・サブルーチン一覧

- 1) KSIKA1 長方形をかく。
- 2) KSIKA2 長方形にハンチのついた図をかく。
- 3) KHEIKT 多角形の中に平行線を引く。
- 4) KHEIKE ドーナツ型の中に平行線を引く。
- 5) KHIKI 引出線と記号列をかく。
- 6) KYASEN N個の点を通過する矢線をかく。
- 7) KYASE1 寸法線および寸法数字をかく。
- 8) KYASE2 連続した寸法線および寸法数字をかく。
- 9) KYASE3 1本の寸法補助線および寸法線と寸法数字をかく。
- 10) KARROW 矢線をかく。
- 11) KMARUS 丸とその中に整数をかく。
- 12) KMARUK 丸とその中に鉄筋番号をかく。
- 13) KHADAN 破断線をかく。
- 14) KENDA1 円断面をかく。
- 15) KSUIME 水面記号をかく。
- 16) KDOBAN 土盤面記号をかく。
- 17) KTAMA 多角形の内側に玉石、割ぐり記号をかく。
- 18) KTAMA1 線分の上または下に玉石、割ぐり記号をかく。
- 19) KHGATA H形鋼の断面をかく。
- 20) KBOGE2 防げん材の断面をかく。
- 21) KKESE1 けい船曲柱をかく。
- 22) KKESE2 けい船直柱をかく。
- 23) KNOT ナットをかく。
- 24) KKOMOZ 英字の小文字をかく。
- 25) KGRIS ギリシャ文字の小文字をかく。
- 26) KROUMA ローマ数字をかく。
- 27) KTOKUS 自動製図用の特殊記号をかく。
- 28) KKANA カタカナをかく。

(2) KSIKA1

目的

長方形をかく。

呼出形式

CALL KSIKA1 (XS,YS,A,B,
THETA,K)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

A,B : 長方形の辺の長さ

THETA : B辺がX軸となす角度

K : 線の種類

K=0ならば、実線

K=1ならば、破線

K=2ならば、一点鎖線

K=3ならば、二点鎖線

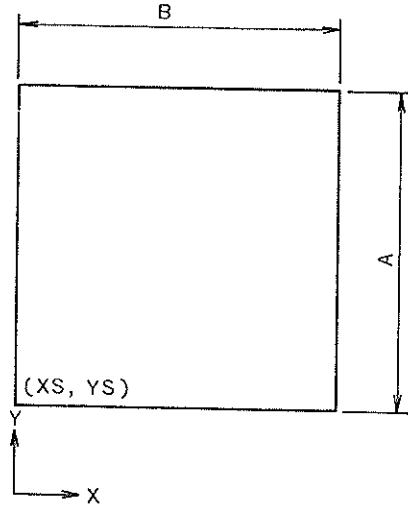


図-3.12 KSIKA1の説明図

(3) KSIKA2

目的

長方形にハンチのついた図をかく。

呼出形式

CALL KSIKA2 (XS,YS,A,B,HAN,
N)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

A : 長方形のY軸に平行な辺の長さ

B : 長方形のX軸に平行な辺の長さ

HAN : ハンチの大きさ

N : N=1ならば、長方形にハンチのついた図をかく。

N=2ならば、N=1に加えてハンチを示す線を引く。

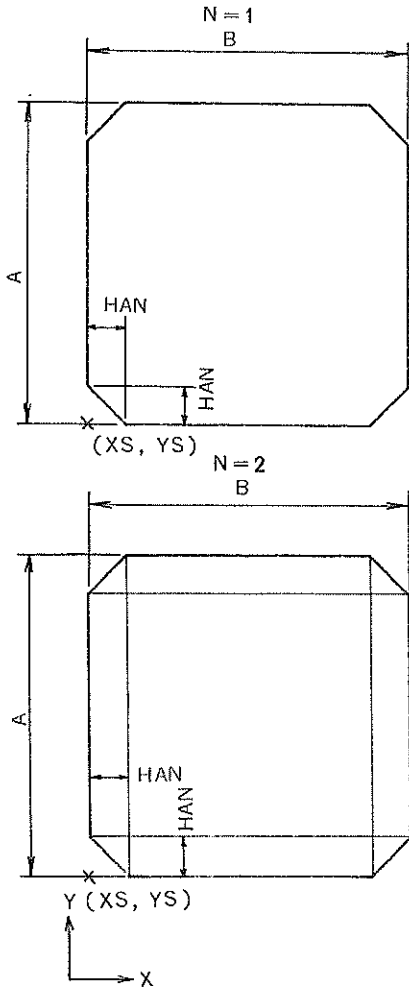


図-3.13 KS IKA 2 の説明図

(4) KHEIKT

目的

任意の多角形の中に平行線のみを引く。

呼出形式

CALL KHEIKT (XS, YS, N, A, D, P, THETA, K)

XS, YS : 多角形の始点のXおよびY座標

N : 多角形の辺の数

A : N個の辺とX軸となす角度の入っている1次元の配列

D : N個の辺の長さの入っている1次元の配列

P : 平行線のピッチ

THETA : 平行線とX軸のなす角度

K : 線の種類

K=0 ならば、実線
 K=1 ならば、破線
 K=2 ならば、一点鎖線
 K=3 ならば、二点鎖線

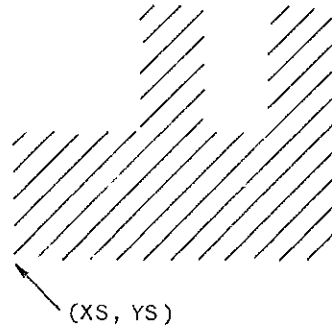


図-3.14 KHEIKT の説明図

(5) KHEIKE

目的

ドーナツ型の中に円の中心を基準にして平行線のみを引く。

呼出形式

CALL KHEIKE (XC, YC, P, R1, R2, THETA, K)

XC, YC : 円の中心のXおよびY座標

P : 平行線のピッチ

R1 : 外円の半径

R2 : 内円の半径

THETA : 平行線とX軸のなす角度

K : 線の種類

K=0 ならば、実線

K=1 ならば、破線

K=2 ならば、一点鎖線

K=3 ならば、二点鎖線

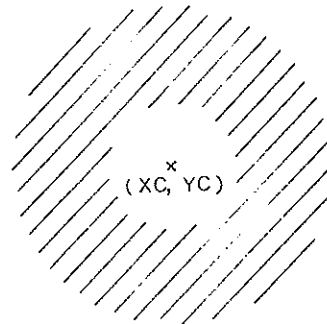


図-3.15 KHEIKE の説明図

(6) KHIKI

目的

引出し線とその線上の記号列とともにかく。

呼出形式

CALL KHIKI (XS,YS,SIZE,D,H1,
N1,H2,N2,THETA)

XS,YS : 引出し線の始点のXおよびY座標

SIZE : 記号の大きさ

D : 引出し線端から基線までの距離

H1 : 鉄筋の記号(リテラル、ホレリスまたはAタイプの文字データとして入れる)

N1 : 鉄筋番号

H2 : 鉄筋の種類(リテラル、ホレリスまたはAタイプの文字データとして入れる)

N2 : 鉄筋径

THETA : 引出し線とX軸のなす角度

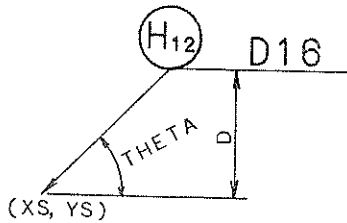


図-3.16 KHIKI の説明図

(7) KYASEN

目的

N個の点を通過する矢線をかく。

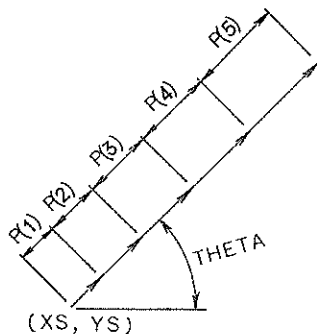


図-3.17 KYASEN の説明図

呼出形式

CALL KYASEN (XS,YS,N,P,THETA)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

N : 通加する点の数

P : 矢線のビッチの入っている一次元の配列

THETA : 矢線とX軸のなす角度

(8) KYASE1

目的

寸法線および寸法補助線を引き、寸法線の上または下に寸法数字をかく。

呼出形式

CALL KYASE1 (XS,YS,XE,YE,SIZE,
D,IA,KK,HD)

XS,YS : 寸法補助線を引出す点のXおよびY座標(始点側)

XE,YE : 寸法補助線を引出す点のXおよびY座標(終点側)

SIZE : 寸法数字の大きさ

ただし、

SIZE > 0 ならば、寸法数字を寸法線の上側にかく。

SIZE < 0 ならば、寸法数字を寸法線の下側にかく。

D : 2点(XS,YS),(XE,YE)を結ぶ線分から寸法線までの距離

IA : 寸法数字の入っている一次元の配列

KK : 寸法数字のパターンを指定する(図-3.18参照)

HD : 鉄筋記号をリテラル、ホレリスまたはAタイプの文字データとして入力する(KK=2の場合にのみ有効)。

かかれる寸法数字	パターン(KK)	寸法数字の配列(IA)
300	1	IA(1)=300
D19×7540	2	IA(1)=19 IA(2)=7540
3×100=300	3	IA(1)=3 IA(2)=100 IA(3)=300

図-3.18 寸法数字のパターン例

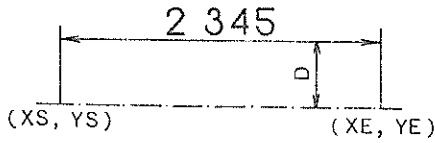


図-3.19 KYASE 1 の説明図

(9) KYASE 2

目的

連続した寸法線および寸法補助線を引き、寸法線の上または下に寸法数字をかく。

呼出形式

CALL KYASE 2 (XY, SIZE, D, NS, NE, THETA, IA, KA, HD)

XY : 寸法補助線を引出す点の X および Y 座標の入っている 2 次元の配列

SIZE : 寸法数字の大きさ

D : 最初の寸法補助線を引出す点と寸法線との距離

NS, NE : 2 次元の配列 XY の書き始めと書き終りの番号

THETA : 寸法線と X 軸のなす角度

IA : 寸法数字の入っている 2 次元の配列

KA : パターンの入っている 1 次元の配列

HD : 鉄筋記号をリテラル、ホレリスまたは A タイプの文字データとして入力する (KA(N) = 2 の場合にのみ有効)。

かかれる寸法数字	パターン (KA)	寸法数字の配列 (IA)
300	KA(N) = 1	IA(1, N) = 300
D19 × 7540	KA(N) = 2	IA(1, N) = 19 IA(2, N) = 7540
3 × 100 = 300	KA(N) = 3	IA(1, N) = 3 IA(2, N) = 100 IA(3, N) = 300

図-3.20 寸法数字のパターン例

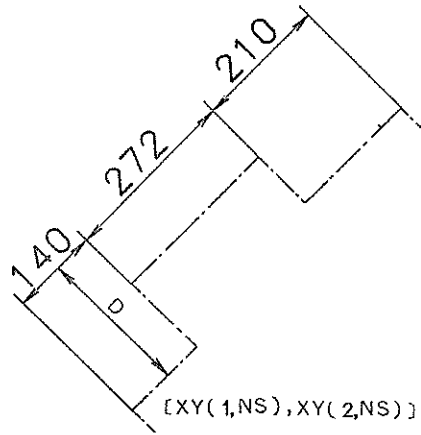


図-3.21 KYASE 2 の説明図

(10) KYASE 3

目的

寸法補助線を 1 本引き、それを中心にして右または左に寸法線および寸法数字をかく。

呼出形式

CALL KYASE 3 (XS, YS, SIZE, D1, D2, THETA, NUMBR)

XS, YS : 寸法補助線を引出す点の X および Y 座標

SIZE : 寸法数字の大きさ
ただし、

SIZE > 0 ならば、寸法数字を寸法線の上側にかく。

SIZE < 0 ならば、寸法数字を寸法線の下側にかく。

D1 : 寸法補助線を引出す点から寸法線までの距離

D2 : 寸法線の長さ

THETA : 寸法線と X 軸のなす角度

NUMBR : 寸法数字

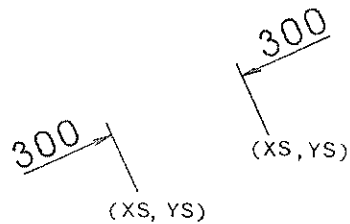


図-3.22 KYASE 3 の説明図

⑩ KARROW

目的

矢線をかく。

呼出形式

CALL KARROW (XS,YS,XE,YE,AL,
AW,K)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

XE,YE : 終点のXおよびY座標

AL : 矢印の長さ

AW : 矢印の幅

K : K=0ならば、両端に矢印をかく。
K=1ならば、始点に矢印をかく。
K=2ならば、終点に矢印をかく。

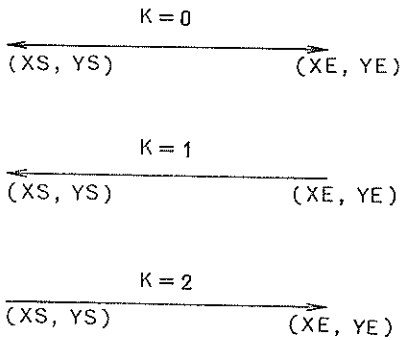


図-3.23 KARROWの説明図

⑪ KMARUS

目的

丸とその中に整数をかく。

呼出形式

CALL KMARUS (XC,YC,SIZE,N,
NUM)

XC,YC : 円の中心の
XおよびY
座標

SIZE : 数字の大き
さ

N : けた数

NUM : かくとす
る数字

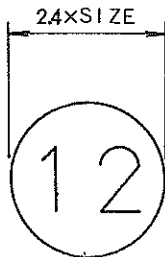


図-3.24
KMARUS
の説明図

⑫ KMARUK

目的

丸とその中に鉄筋番号をかく。

呼出形式

CALL KMARUK (XC,YC,SIZE,N,
NUM,H)

XC,YC : 円の中心の
XおよびY
座標

SIZE : 鉄筋記号の
大きさ

N : 鉄筋番号の
けた数

NUM : 鉄筋番号

H : 鉄筋記号

(リテラル、
ホレリスま
たはAタイ
ブの文字データとして入れる)

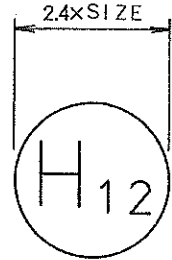


図-3.25
KMARUK
の説明図

⑬ KHADAN

目的

破断線をかく。

呼出形式

CALL KHADAN (XS,YS,A1,A2,A3,
THETA)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

A1~A3 : 破断線各部の寸法

THETA : 破断線とX軸のなす角度

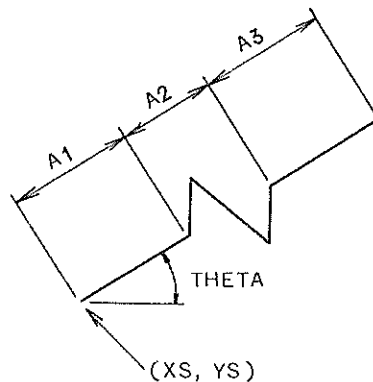


図-3.26 KHADANの説明図

⑭ KENDA1

目的

円断面をかく。

呼出形式

CALL KENDA1 (XS,YS,XE,YE,NN,
K)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

XE,YE : 終点のXおよびY座標

NN : 円断面の種類(図-3.27参照)

K : 線の種類

K=0ならば、実線

K=1ならば、破線

K=2ならば、一点鎖線

K=3ならば、二点鎖線

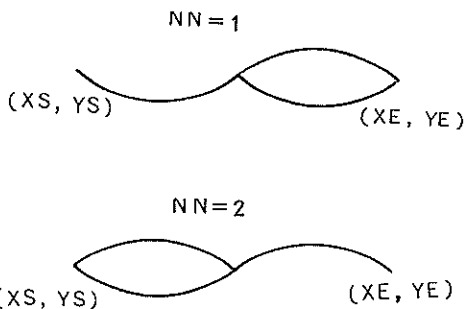


図-3.27 KENDA1の説明図

(10) KSUIME

目的

水面記号をかく。

呼出形式

CALL KSUIME (XS,YS,D)

XS,YS : 始点(逆三角形の頂点)のXおよびY座標

D : 正三角形の一辺の長さ

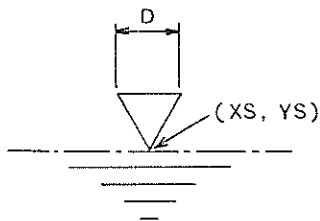


図-3.28 KSUIMEの説明図

(11) KDOBAN

目的

土盤面記号をかく。

呼出形式

CALL KDOBAN (XS,YS,XE,YE)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

XE,YE : 終点のXおよびY座標



図-3.29 KDOBANの説明図

(12) KTAMA

目的

多角形の内側に玉石、割ぐり記号をかく。

呼出形式

CALL KTAMA (XS,YS,N,HA,HD,
M,NS,D)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

N : 多角形の辺の数

HA : N個の辺とX軸のなす角度の入っている一次元の配列

HD : N個の辺の長さの入っている一次元の配列

M : 玉石、割ぐり記号をかく辺の数

NS : 玉石、割ぐり記号をかく辺の番号の入っている配列

D : 玉石、割ぐり記号の大きさ

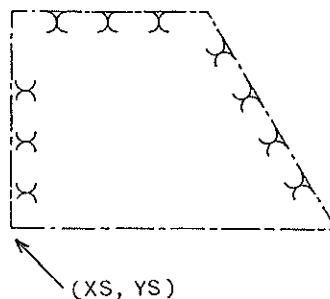


図-3.30 KTAMAの説明図

(13) KTAMA1

目的

線分の上または下に玉石、割ぐり記号をかく。

呼出形式

CALL KTAMA1 (XS,YS,XE,YE,D,
KK)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

XE,YE : 終点のXおよびY座標

D : 玉石、割ぐり記号の大きさ
 KK : KK=0ならば、線分の上下に玉石、割ぐり記号をかく。
 KK=1ならば、線分の上に玉石、割ぐり記号をかく。
 KK=2ならば、線分の下に玉石、割ぐり記号をかく。

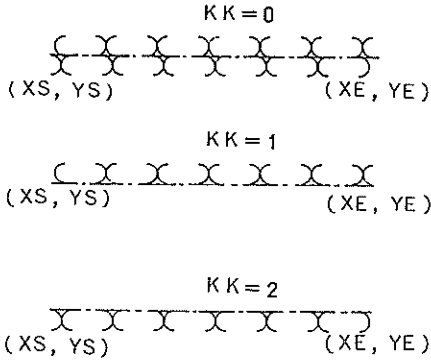


図-3.3.1 KTAMA 1 の説明図

⑧ KHGATA

目的

H形鋼の断面をかく。

呼出形式

CALL KHGATA (XS, YS, H, B, THETA, K)

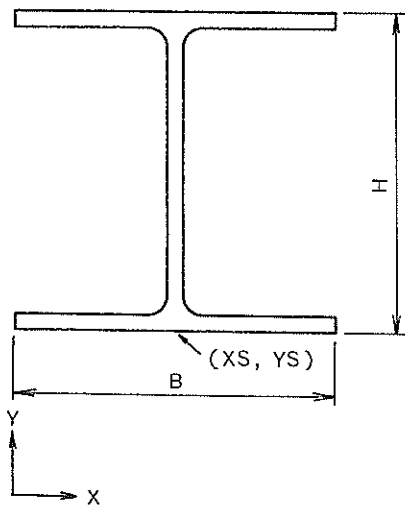


図-3.3.2 KHGATA の説明図

XS, YS : 始点のXおよびY座標
 H : H形鋼の高さ
 B : H形鋼の幅
 THETA : H形鋼の断面のX軸に対する傾き
 K : 線の種類
 K=0ならば、実線
 K=1ならば、破線
 K=2ならば、一点鎖線
 K=3ならば、二点鎖線

⑨ KBOGE2

目的

防げん材の断面をかく。

呼出形式

CALL KBOGE2 (XS, YS, H, THETA, K)

XS, YS : 始点のXおよびY座標
 H : 防げん材の高さ
 THETA : 防げん材の断面のX軸に対する傾き
 K : 線の種類
 K=0ならば、実線
 K=1ならば、破線
 K=2ならば、一点鎖線
 K=3ならば、二点鎖線

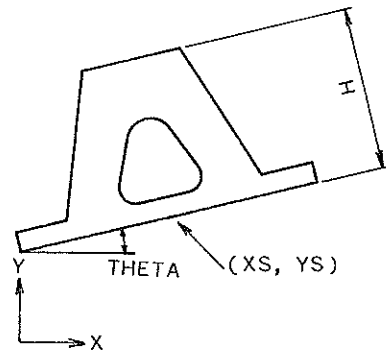


図-3.3.3 KBOGE2 の説明図

⑩ KKESE1

目的

けい船曲柱をかく。

呼出形式

CALL KKESE1 (XS, YS, D, NN, K)

XS, YS : 始点のXおよびY座標
 D : 胴径
 NN : NN=1ならば、側面図をかく。

NN=2ならば、正面図をかく。

K : 線の種類

K=0ならば、実線

K=1ならば、破線

K=2ならば、一点鎖線

K=3ならば、二点鎖線

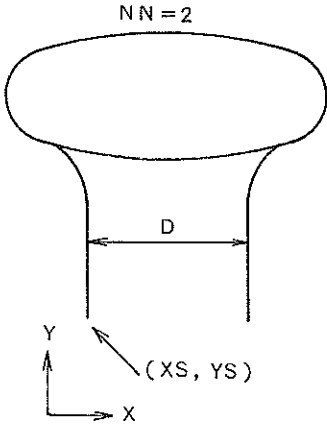
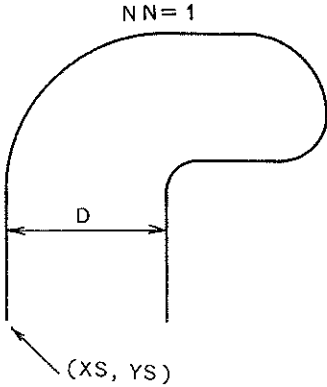


図-3.34 KKESE 1の説明図

☞ KKESE 2

目的

けい船直柱をかく。

呼出形式

CALL KKESE2 (XS, YS, D, K)

XS, YS : 始点のXおよびY座標

D : 胴径

K : 線の種類

K=0ならば、実線

K=1ならば、破線

K=2ならば、一点鎖線

K=3ならば、二点鎖線

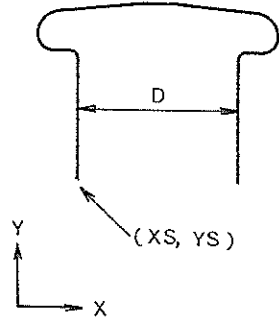


図-3.35 KKESE 2の説明図

☞ KNUT

目的

ナットをかく。

呼出形式

CALL KNUT (XS, YS, D, THETA, NN, K)

XS, YS : 始点のXおよびY座標

D : 呼び径

THETA : ナットのX軸に対する傾き

NN : NN=0ならば、正面図をかく。

NN=1ならば、平面図をかく。

NN=2ならば、平面図の左半分をかく。

NN=3ならば、平面図の右半分をかく。

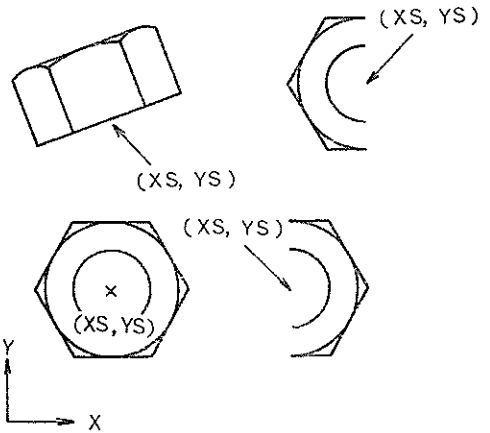


図-3.36 KNUTの説明図

- K : 線の種類
 K=0ならば、実線
 K=1ならば、破線
 K=2ならば、一点鎖線
 K=3ならば、二点鎖線

例 KKOMOZ

目的

英字の小文字とブランクをかく。

呼出形式

CALL KKOMOZ (XS,YS,DMOZI,N,
 SIZE,THETA)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

DMOZI : 文字データ(リテラル、ホレリスまたはAタイプの文字データとして英字の大文字を入れる)。

N : 文字数

SIZE : 文字の大きさ

THETA : 文字列とX軸のなす角度

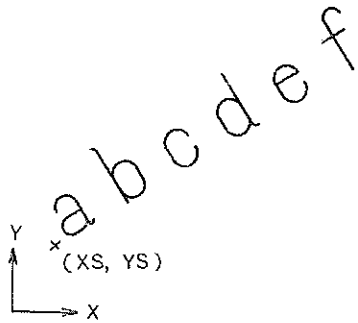


図-3.37 KKOMOZの説明図

例 KGIRIS

目的

ギリシャ文字の小文字およびブランクをかく。

呼出形式

CALL KGIRIS (XS,YS,DMOZI,N,
 SIZE,THETA)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

DMOZI : 文字データ(リテラル、ホレリスまたはAタイプの文字データとして表-3.3のコードを入れる)

N : ギリシャ文字の数(ブランクも含む)

SIZE : 文字の大きさ

THETA : 文字列とX軸のなす角度

表-3.3 ギリシャ文字と計算機用コード対照表

	ギリシャ文字	コード	英訳	和訳	備考
1	α	AL	ALPHA	アルファ	
2	β	BE	BETA	ベータ	
3	γ	GA	GAMMA	ガンマ	
4	δ	DE	DELTA	デルタ	
5	ϵ	EP	EPSILON	イプシロン	
6	ζ	ZE	ZETA	ツエータ	
7	η	EE	EETA	エータ	
8	θ	TH	THETA	シータ	
9	ι	IO	IOTA	イオタ	
10	κ	KA	KAPPA	カッパ	
11	λ	LA	LAMDA	ラムダ	
12	μ	MU	MU	ミュー	
13	ν	NU	NU	ニュー	
14	ξ	XI	XI	グザイ	
15	\omicron	OI	OMICRON	オミクロン	* 1
16	π	PI	PI	パイ	
17	ρ	RH	RHO	ロー	
18	σ	SI	SIGMA	シグマ	
19	τ	TA	TAU	タウ	
20	υ	UP	UPSILON	ユプシロン	
21	ϕ	PH	PHI	ファイ	
22	χ	CH	CHI	カイ	
23	ψ	PS	PSI	ブサイ	
24	ω	OE	OMEGA	オメガ	* 2
25	ブランク	ブランク			

*1,*2を除いてコードはすべて英訳した頭2文字をとったものである。

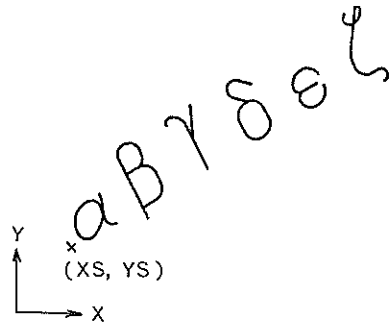


図-3.38 KGIRISの説明図

例 KROUMA

目的

1~10までのローマ数字とブランクをかく。

呼出形式

CALL KROUMA (XS,YS,DMOZI,N,
SIZE,THETA)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

DMOZI : 文字データ(リテラル、ホレリスまたはAタイプの文字データとして数字を入れる)

N : 文字の個数

SIZE : 文字の大きさ

THETA : 文字列とX軸のなす角度

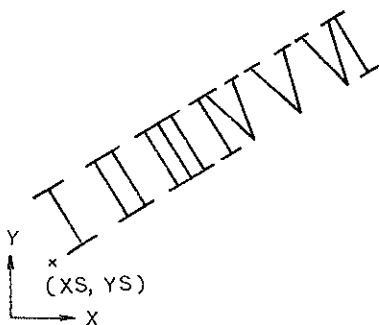


図-3.39 KROUMAの説明図

例 K TOKUS

目的

自動製図用の特殊記号をかく。

呼出形式

CALL KTOKUS (XS,YS,KODO,SIZE,
THETA)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

KODO : 特殊記号のコード

SIZE : 特殊記号の大きさ

THETA : 特殊記号のX軸に対する傾き

表-3.4 自動製図用の
特殊記号コード表

計算機コード	描画	計算機コード	描画
1	±	10	;
2	:	11	φ
3	%	12	⊘
4	⊙	13	[
5	φ	14	⊥
6	→	15	⊥
7	←	16	∨
8	×	17	∧
9	~	18	。

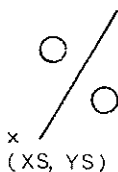


図-3.40

KTOKUSの説明図

例 KKANA

目的

カタカナをかく。

呼出形式

CALL KKANA (XS,YS,DKANA,N,
SIZE,THETA)

XS,YS : 始点のXおよびY座標

DKANA : ローマ字であらわしたカタカナの文字データ(リテラル、ホレリスまたはAタイプの文字データとして入れる)

N : 文字数(カタカナの文字数でなく、ローマ字および別に定める記号の数である)

SIZE : カタカナの大きさ

THETA : カタカナのX軸に対する傾き

DKANAで指定するローマ字の書き方は、昭和29年12月9日付内閣告示第一号によるローマ字のつづり方に準ずる。なお、ヲおよびンは、それぞれOおよびNの後に/をつけて、オとヲ、ナ行とンを区別する。

例題

CALL KKANA (50.0,100.0, KOUW
AN/GIZYUTU,14, 7.0, 0.0)

CALL KKANA (50.0,90.0, KEN/
KYUUZYO, 11, 7.0, 0.0)

CALL KKANA (50.0, 80.0, SEKKE
IKIZYUN/KA, 15, 7.0, 0.0)

これを実行したものを図-3.41に示した。

コウワンギジュツ
ケンキュウジョ
セツケイキジュンカ

図-3.41 KKANAの例題

表-3.5 ローマ字のつづり方

A	I	U	E	O	
KA	KI	KU	KE	KO	KYA KYU KYO
SA	SI	SU	SE	SO	SYA SYU SYO
TA	TI	TU	TE	TO	TYA TYU TYO
NA	NI	NU	NE	NO	NYA NYU NYO
HA	HI	HU	HE	HO	HYA HYU HYO
MA	MI	MU	ME	MO	MYA MYU MYO
YA (I)	YU (E)	YO			
RA	RI	RU	RE	RO	RYA RYU RYO
WA (I)	(U)	(E)	(O)		
GA	GI	GU	GE	GO	GYA GYU GYO
ZA	ZI	ZU	ZE	ZO	ZYA ZYU ZYO
DA (ZI)	(ZU)	DE	DO		(ZYA) (ZYU) (ZYO)
BA	BI	BU	BE	BO	BYA BYU BYO
PA	PI	PU	PE	PO	PYA PYU PYO

上記の他に下記のものも使用できる

	記号	描画
中点	*	.
コンマ	,	,
句読点	.	。
ブランク	ブランク	ブランク

3.4.3 漢字用サブルーチン

港湾構造物の設計図面には、例えば、標準断面図、正面図、平面図、断面図などの漢字が使用されており、自動製図においても、これらの漢字を図面を構成する図素の1つと考え、漢字のサブルーチン化を行なった。自動製図において漢字をかき方法は、つぎの2通りの方法が考えられる。その1つは、漢字の各部首をパターン化し、この部首を組合せることによって漢字を生成する方法である。この方法は、かなりの量の部首をパターン化しなければならないこと、ならびにプログラムの開発に多くの時間を必要とすることにおいて問題は残るが、使用できる漢字は非常に多い。もう1つの方法は、構造物の図面の中に使用される個々の漢字をそのままパターン化する方法である。これは図面に必要な漢字のみを対象としているので、プログラムを作成する作業は少なくてすむ。しかし、新しい漢字をかこうとする場合には、その漢字のパターン化を行なう必要があり、使用できる漢字の量はおのずと限定される。

港湾構造物の自動製図においては、将来、漢字の追加が容易に行なえるように、部首を組合せて漢字を生成する方法を採用した。また、この方法においては、漢字を生成す

る場合に、必要な部首を選定し、これを組合せなければならない。この部首を組合せる作業は、なれないと多少は複雑なため、港湾構造物の設計図面においてしばしば現れる漢字については、必要な漢字を指定すれば、自動的に部首を組合せて漢字を生成できるようにした。現在までに開発された部首は、図-3.42に示した307種類であり、自動的に部首が組合わされて生成できる漢字は、図-3.43に示した264種類である。

(1) 部首のパターン

港湾構造物の自動製図のために開発した部首は307種類であり、そのパターンを図-3.42に示す。

(2) 部首組合せパターン

図-3.44に部首の組合せ方を規程した部首組合せパターン13種とそれにつけられているコード番号を示す。

また、部首組合せパターン一覧表を表-3.6に示す。

(3) 漢字用サブルーチン一覧

- 1) KKANZI 必要な漢字を指定すると、自動的に部首を組合せて漢字をかき。
- 2) KKANZA 1つの部首からなる漢字をかき。
- 3) KKANZB 2つの部首からなる漢字を部首を組合せてかき。
- 4) KKANZC 3つの部首からなる漢字を部首を組合せてかき。
- 5) KKANZD 4つの部首からなる漢字を部首を組合せてかき。

(4) KKANZI

目的

必要な漢字のコード番号を指定すると、自動的に部首を組合せて漢字をかき。

呼出形式

CALL KKANZI (XS,YS,SIZE,D,IA,NS,NE,K,THETA)

XS,YS : 始点のXおよびY座標(始点は、横書きの場合は漢字列の左下隅、縦書きの場合は漢字列の左上隅とする)

SIZE : 漢字の大きさ

D : 漢字と漢字の間隔

IA : 漢字のコード番号を入れる1次元の配列(漢字のコード番号は図-3.43を参照して、3けたまたは4けたの整数で表わされ、上1けたあるいは2けたは面数を表わし、下2けたはその面数において何番目の漢字かを表わす)

NS,NE : 1次元の配列IAの書き始めと書き

17画	戲																						
15画	業																						
12画	番	曾	景	鹿	幾	喬	量	烏															
11画	宿	祭	雀	頃	商	黃	率																
10画	能	馬	枚	亭	葦	蕭	害	高															
9画	單	面	重	軍	泉	崩	禹	堯	省	茲	頁	齒	晶	音	巷	俞							
8画	東	幸	並	垂	食	囧	果	雨															
7画	良	兂	見	言	谷	豆	貝	走	車	采	迷	里	哭	局	角	坐	甫	臣	疋	辰			
6画	夾	圭	兒	共	攴	自	至	參	亦	吊	冫	冫	冫	冫	冫	冫	冫	冫	冫	冫	冫	冫	
5画	田	疋	皮	彳	矢	石	禾	立	业	良	弟	布											
4画	介	反	月	氏	火	火	生	文	止	午	允	心	心	心	心	手	手	手	手	手	手	手	
3画	斤	日	木	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	夕	
2画	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	
1画	一																						

図-3.42 部首コード

号 順	漢字	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
20	欄		護																										
18	礎		類																										
17	縮		轄	覽																									
16	壁		擁	橋	機	縦	輸		頭																				
15	億		影	摩	標	横	盤	線	舖	課	質	震																	
14	境		層	摘	構	種	管	総	製																				
13	傾		数	新	準	漢	腹	試	話	詳	鉛	鉄	隔																
12	備		堤	幅	普	最	渡	港	滿	灣	番	短	程	塩															
11	側		動	務	基	張	管	捨	掘	接	控	断	深	等								集							
10	個		倍	容	座	料	殘	流	後	浮	破	般	荷	率	筋	異	盛	第	間	細	組	朝	袋						
9	前		厚	品	单	型	建	度	岸	施	柱	活	海	記	現	途	配	高	徒										
8	並		例	具	参	取	呼	定	後	處	径	所	拈	淺	起	研	約	背	要	計		變		限					
7	位		低	作	図	局	床	扶	技	折	材	桑	冲	松	板	枚	治	法	波	注		直	重	表					
6	先		全	合	同	名	字	安	式	年	曲	次	每	状	究	角	車	防	体										
5	付		以	加	半	四	写	左	平	広	本	末	正	当	百	考	自				号		凹						
4	中		五	内	六	切	区	反	円	天	孔	尺	心	目	矢	石	示	立	台			凸							
3	三		上	下	千	口	大	寸	小	山	工	万																	
2	七		九	二	八	力																							
1	一																												

図一 3.4.3 漢字コード

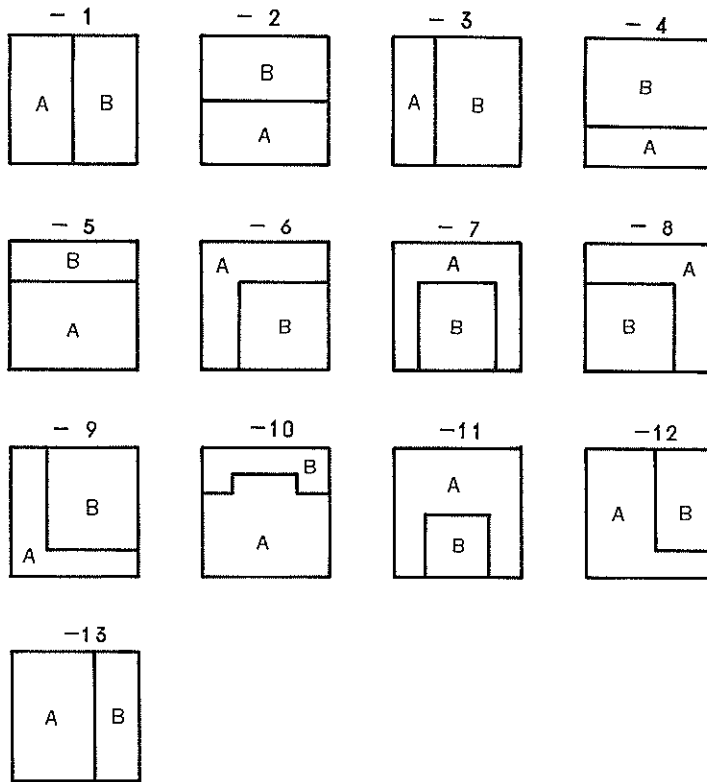


図-3.4.4 部首組合せパターン

終りの番号
 K : K=1ならば、横書き
 K=2ならば、縦書き
 THETA : 横書きの場合に漢字列がX軸となす
 角度
 例題
 IA(5)=509 (509は漢字“平”のコード
 番号)
 IA(6)=924 (924は漢字“面”のコード
 番号)
 IA(7)=704 (704は漢字“囧”のコード
 番号)
 CALL KKANZI (10.0, 10.0, 10.0,
 5.0, IA, 5, 7, 1, 0.0)
 これを実行したものを図-3.45に示した。



図-3.4.5 KKANZIの例題

(5) KKANZA
 目的
 1つの部首からなる漢字をかく。
 呼出形式
 CALL KKANZA (XS,YS,SIZE,K,
 THETA)
 XS,YS : 始点のXおよびY座標
 SIZE : 漢字の大きさ
 K : 部首のコード番号(図-3.4.2参照)
 THETA : 漢字のX軸に対する傾き
 例題
 CALL KKANZA (10.0, 10.0, 15.0,
 576, 0.0)
 これを実行したものを図-3.4.6に示した。



図-3.4.6 KKANZAの例題

表-3.6 部首組合せパターン一覧表

組合せ パターンコード	パート	始 点		縦 長	横 長
		X 軸	Y 軸		
- 1	A	X1	Y1	S	S/2
	B	X1+S/2	Y1	S	S/2
- 2	A	X1	Y1	S/2	S
	B	X1	Y1+S/2	S/2	S
- 3	A	X1	Y1	S	S/3
	B	X1+S/3	Y1	S	2S/3
- 4	A	X1	Y1	S/3	S
	B	X1	Y1+S/3	2S/3	S
- 5	A	X1	Y1	2S/3	S
	B	X1	Y1+2S/3	S/3	S
- 6	A	X1	Y1	S	S
	B	X1+6S/20	Y1	39S/50	17S/25
- 7	A	X1	Y1	S	S
	B	X1+S/5	Y1	11S/20	59S/100
- 8	A	X1	Y1	S	S
	B	X1	Y1	12S/25	12S/25
- 9	A	X1	Y1	S	S
	B	X1+3S/10	Y1+S/5	4S/5	7S/10
- 10	A	X1	Y1	3S/4	S
	B	X1	Y1+13S/20	7S/20	S
- 11	A	X1	Y1	S	S
	B	X1+S/4	Y1	S/2	S/2
- 12	A	X1	Y1	S	S
	B	X1+11S/20	Y1+S/5	4S/5	9S/20
- 13	A	X1	Y1	S	2S/3
	B	X1+2S/3	Y1	S	S/3

ただし、表においてX1、Y1は合成された漢字の始点(左下隅)のXおよびY座標、Sは漢字の大きさを表わす。

(6) KKANZB

目 的

2つの部首からなる漢字を部首を組合わせてかく。

呼出形式

CALL KKANZB (XS,YS,SIZE, KP,
K1,K2,THETA)

XS,YS:始点のXおよびY座標

SIZE:漢字の大きさ

KP:部首組合せパターンのコード番号
(図-3.44参照)

K1:部首組合せパターンのパートAに入る部首のコード番号
(図-3.42参照)

K2:部首組合せパターンのパートBに入る

れる部首のコード番号

THETA:漢字のX軸に対する傾き

例 題

CALL KKANZB (100,
100, 150, -3, 398,
2128, 00)

これを実行したものを図-3.47
に示した。

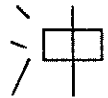


図-3.47

KKANZB
の例題

(7) KKANZC

目 的

3つの部首からなる漢字を部首を組合わせてかく。

呼出形式

CALL KKANZC (XS,YS,SIZE, KP,
K1,K2,K3,K4,THETA)

XS, YS : 始点のXおよびY座標
SIZE : 漢字の大きさ
KP : 部首組合わせパターンのコード番号
 (図-3.44 参照)
K1~K4 : 1個の部首組合わせパターンのコード番号と3個の部首のコード番号
THETA : 漢字のX軸に対する傾き
 ここに、部首組合わせパターンのコード番号と部首のコード番号の並べ方は表-3.7による。

表-3.7 KKANZCの部首組合せパターンのコード番号と部首のコード番号の並べ方

	KP	K1	K2	K3	K4
並べ方1	NP1	(NP1の 部分A) N1		(NP1の部分B) NP2 N2 N3 (NP2の 部分A) (NP2の 部分B)	
並べ方2	NP1	(NP1の部分A) NP2 N1 (NP2の 部分A)		(NP1の 部分B) N2 N3 (NP2の 部分B)	

ただし、
NP1, NP2 : 部首組合わせパターンのコード番号
 (図-3.44 参照)
N1~N3 : 部首のコード番号
 (図-3.42 参照)

例題

CALL KKANZC (100, 100, 150,
 -3, 398, -2, 128, 18, 0.0)
 これを実行したものを図-3.48に示した。



図-3.48

KKANZC

の例題

(8) KKANZD

目的

4つの部首からなる漢字を部首を組合わせてかく。

呼出形式

CALL KKANED (XS, YS, SIZE, KP, K1,
 K2, K3, K4, K5, K6,
 THETA)

XS, YS : 始点のXおよびY座標

SIZE : 漢字の大きさ

KP : 部首組合わせパターンのコード番号
 (図-3.44 参照)

K1~K6 : 2個の部首組合わせパターンのコード番号と4個の部首のコード番号

THETA : 漢字のX軸に対する傾き

ここに、部首組合わせパターンのコード番号と部首のコード番号の並べ方は表-3.8による。

表-3.8 KKANZDの部首組合せパターンと部首のコード番号の並べ方

	KP	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
並べ方 1	NP 1	N 1	NP 2	N 2	NP 3	N 3 (NP 3の パートA)	N 4 (NP 3の パートB)
		(NP 1の パートA)		(NP 2の パートA)	(NP 2のパートB)		
並べ方 2	NP 1	N 1	NP 2	NP 3	N 2 (NP 3の パートA)	N 3 (NP 3の パートB)	N 4 (NP 2の パートB)
		(NP 1の パートA)		(NP 2のパートA)	(NP 1のパートB)		
並べ方 3	NP 1	NP 2	N 1	N 2	NP 3	N 3 (NP 3の パートA)	N 4 (NP 3の パートB)
			NP 2の パートA	NP 2の パートB			
		(NP 1のパートA)		(NP 1のパートB)			
並べ方 4	NP 1	NP 2	N 1	NP 3	N 2 (NP 3の パートA)	N 3 (NP 3の パートB)	N 4 (NP 1の パートB)
			(NP 2の パートA)	(NP 2のパートB)			
		(NP 1のパートA)					
並べ方 5	NP 1	NP 2	NP 3	N 1 (NP 3の パートA)	N 2 (NP 3の パートB)	N 3 (NP 2の パートB)	N 4 (NP 1の パートB)
			(NP 2のパートA)				
		(NP 1のパートA)					

ただし、

NP 1~NP 3 : 部首組合せパターンのコード番号 (図-3.44 参照)

N 1~N 4 : 部首のコード番号 (図-3.42 参照)

-3, 1006, -4, 3538, -5, 90, 18, 00)

これを実行したものを図-3.49 に示した

例題

CALL KKANZD (100, 100, 150,



図-3.49 KKANZDの例題

3.5 自動製図例

L型ブロック式けい船岸の自動設計計算の結果としてアウトプットされたけい船岸各部の形状寸法などをインプ

トデータとして、自動製図プログラムによりかかれたL型ブロック式けい船岸の標準断面図を自動製図例として、図-3.50に示す。

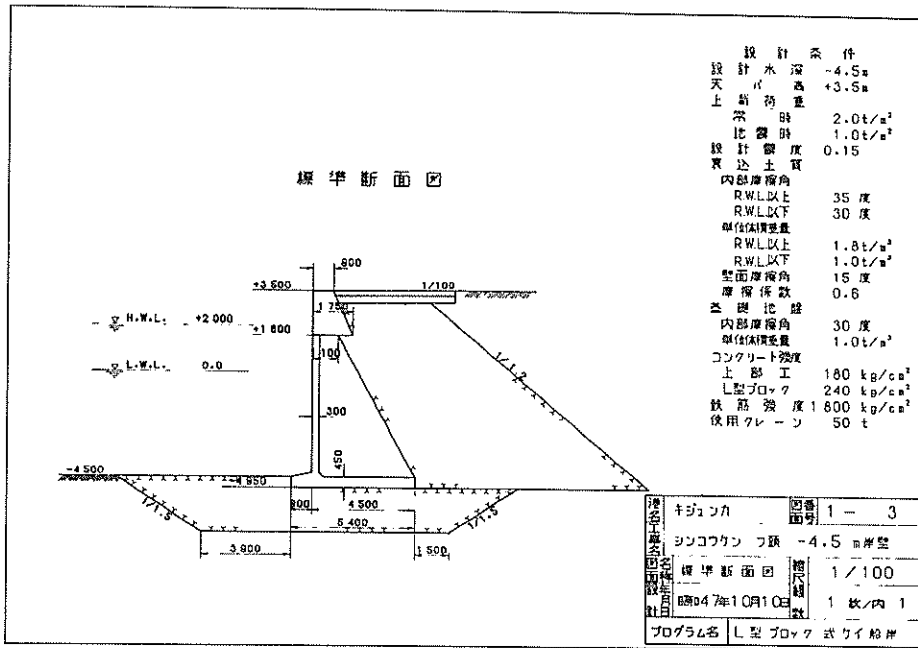


図 - 3.50 自動製図機によってかいたL型ブロック式けい船岸の標準断面図

参考文献

- 1) 丸安隆和・中村英夫・河野 彰・小川亜夫・村井俊治, “土木構造物の自動設計・自動製図”, オーム社, 1962, P.354 ~ P.360
- 2) 運輸省港湾局編, “港湾構造物製図規程”, 運輸省港湾局
- 3) 土木学会土木製図基準改訂委員会編集, “土木製図基準”, 土木学会, 1968
- 4) 中村慶一, “自動設計(44年度版)”, 土木研究所資料, 第556号, 1970
- 5) 鋼構造電算班, “プログラム — 鋼桁自動製図用ベークサブルーチン(1) — ” 構造物設計事務所資料, 1970

4. 矢板式けい船岸の自動設計(基本設計)

4.1 基本方針

ここに報告する鋼矢板式けい船岸の自動設計プログラムは、砂質地盤および砂と粘性土が互層をなした上に建設される鋼矢板を使用したけい船岸、物揚場、および護岸を対

象としたものである。このプログラムの中で用いられる設計計算式は、港湾構造物設計基準(日本港協協会発行)の方法を用いている。

控え工の種類は、控え版、控え矢板、控え直ぐい(くいの種類は鋼管ぐいおよびH型ぐい)、控え組ぐい(くいの種類は鋼管ぐいおよびH型ぐい)の4種類である。タイロッドの取付は水平取付とする。

また、本設計プログラムでは、前面の矢板および控え矢板、控え直ぐい、控え組ぐいの形状、寸法の決定に際して鋼材使用量の最も少ないものを選定するようになっている。鋼材量が少ないものが必ずしも経済的であるとは断定しにくい、全体工費の比較まで行なった矢板式けい船岸の経済比較を実施すると、現在の計算機では記憶容量が小さすぎること、あるいは、現在の積算体系において全体工費の比較のみで施工まで含めた最適設計が可能であるとはいえないなどの理由で、設計の最適化への初歩的段階として、鋼材料が最小になるような方法を採用した。

4.2 設計概要

4.2.1 設計範囲

本プログラムでは次の項目について設計を行う。

- a. 矢板壁本体（U型およびZ型鋼矢板を使用）
- b. タイロッドの設計
- c. 腹起しの設計
- d. 控え版（鉄筋コンクリート製逆T字形）
- e. 控え矢板（矢板はU型およびZ型鋼矢板使用）
- f. 控え直ぐい（直ぐいは鋼管ぐいおよびH型ぐいを
用）

g. 控え組ぐい（組ぐいは鋼管ぐいおよびH型ぐいを
用）

なお、控え工は上記4種類をすべて計算しアウトプットする。またここでは、基本設計のみを対象とし、矢板上部工をはじめとする細部設計はとりあつかわなかった。

矢板式けい船岸の概略図と控え工の種類を図-4.1に示す。

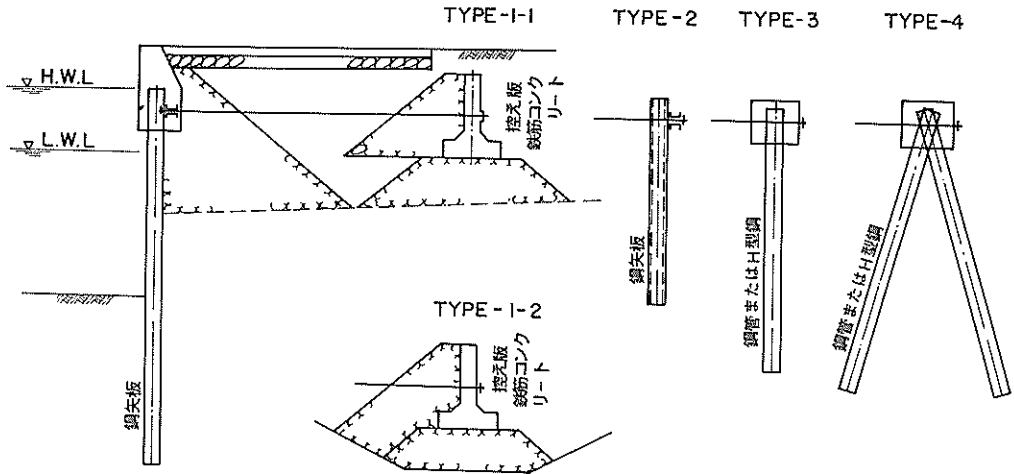


図-4.1 矢板式けい船岸の概略図と控え工の種類

4.2.2 設計の順序

矢板式けい船岸の設計は図-4.2の順序により行なう。

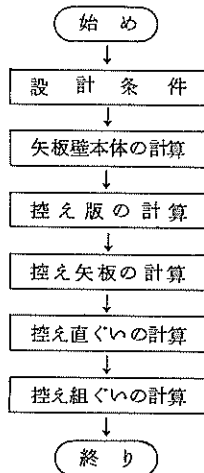


図-4.2 矢板式けい船岸の設計順序

この矢板式けい船岸の設計は、図-4.2に示す順序により行なわれる。

すなわち、インプットされた設計条件を用い、矢板壁本体の設計計算が行なわれる。ついで、控工-控え版、控え矢板、控え直ぐい、控え組ぐいの設計計算を行う。

一般に、矢板式けい船岸の設計では、矢板壁本体の設計と控え工の設計は相互に独立に行うことが可能であり、控え工の設計によって矢板壁本体の設計結果が修正されることはない。矢板壁本体の設計計算では、矢板壁本体が控工の種類に関係なく、所要の安全率を得、かつ、使用鋼材量を最小にするような、根入長および断面が得られるまでくり返し計算が行なわれる。

つづいて、矢板壁本体の設計計算から得られるタイロッド張力と、控え工の土質条件をもとにして、控工の設計が行なわれる。

ここでとりあつかう控工の種類は、図-4.1に示すように、控え版、控え矢板、控え直ぐいおよび控え組ぐいの4種類であるが、その各々は互いに独立して設計されるので、その各々について所要の安全率と、最小の鋼材量を得るような断面および根入長等をくり返し計算によって求める。

このプログラムでは通常、1つの矢板壁について4つの控工が求まり、その各々が後述するように自動製図されるので、施工条件等を考慮し最適な工種の選定が可能になる。

なお本設計プログラムでは矢板壁本体および4種の控え工は各々サブルーチン化されている。

4.3 設計計算

4.3.1 設計条件

設計条件として次のものをインプットする(インプットはなるべく少ない方が良いが、たとえば潮位差に関する設計条件等は一律に決めかねる点があるため多少のインプットの増加はやむをえない)

- (1) 岸壁水深(計画水深) (m)
- (2) 天端高さ (m)
- (3) パース延長 (m)
- (4) エブロン幅 (m)
- (5) 対象船舶 (D/W)
- (6) 設計接岸速度 (cm/sec)
- (7) 矢板壁本体上載荷重(常時、地震時) (t/m^2)
- (8) 設計震度(水平方向)
- (9) HWL (m)
- (10) LWL (m)
- (11) RWL (m)
- (12) 設計水深 (m)
(設計水深を決定する際余堀を考慮する場合、岸壁水深+余堀、考慮しない場合岸壁水深を記入する)
- (13) 矢板天端高 (m)
- (14) タイロッド取付高 (m)
- (15) 控え版上載荷重(常時、地震時) (t/m^2)
- (16) 控え組ぐいの開き角度 ($^{\circ}$)
(中心線からインバターあるいはアウトバターぐいの角度)
- (17) 地表面が水平となす角度 ($^{\circ}$)
(排水のためにつけられるゆるやかなこう配は考慮しない。)
- (18) 粘性土の粘着力基準面 (m)
(砂質土と粘性土の互層地盤で最初に出てくる粘性土層の上端の高さ)
- (19) 矢板の許容応力度(常時) (kg/cm^2)
- (20) タイロッドの許容応力度 (kg/cm^2)
- (21) タイロッドの材質
(SS材かセミハイテンかの区別)
- (22) タイロッドの引張強さ (kg/mm^2)
- (23) タイロッドのさびしろ (mm)
(たとえば、2.5 mm等)

- (24) 腹起しの許容応力度(常時) (kg/cm^2)
- (25) 控え鋼ぐいの許容応力度(常時) (kg/cm^2)
- (26) 矢板壁本体の土質条件
(土層の境界面上の側をとるものとする)
 - 土層の境界面 (m)
 - 土の単位体積重量 (t/m^3)
 - 粘性土の粘着力 (t/m^2)
 - 粘着力の増加係数
 - 土の内部摩擦角 ($^{\circ}$)
 - 壁面と土の摩擦角 ($^{\circ}$)
- (27) 控え版の土質条件
 - 主働側内部摩擦角 ($^{\circ}$)
 - 受働側内部摩擦角 ($^{\circ}$)
 - 主働側の控え版と土の摩擦角 ($^{\circ}$)
 - 受働側の控え版と土の摩擦角 ($^{\circ}$)
 - 主働側の土の空中および水中単位体積重量 (t/m^3)
 - 受働側の土の空中および水中単位体積重量 (t/m^3)
- (28) 控え矢板、あるいは直ぐいの土質条件
 - 地盤の型(S型地盤かC型地盤かの区別)
 - 地盤の平均N値
 - 地盤の内部摩擦角 ($^{\circ}$)
- (29) 控え組ぐいの土質条件
 - ぐい先端地盤のN値
 - ぐい先端地盤の平均N値
 - 組ぐい全長に対する平均N値
- (30) 矢板上部コンクリート
 - 上部コンクリート天ば幅 (m)
 - 上部コンクリート下ば高 (m)
 - 岸壁法線と矢板中心線との距離 (m)
 - 矢板中心線と上部コンクリート背面との距離 (m)
 - 上部コンクリート下ば幅 (m)
 - 上部コンクリートの背面垂直部の寸法 (m)
- (31) エブロン
 - エブロンこう配
 - エブロン舗装厚 (m)
 - エブロン舗装基礎厚 (m)
- (32) 裏込
 - 本体裏込の天ば幅 (m)
 - 本体裏込のこう配
- (33) 現地盤
 - 現地盤の深さ (m)

現地盤のこう配

(水平の場合は1,000程度の数字を記入する)

(34) 控え版の基礎部床廻りのこう配

3~6 および 30~34はここでとりあつかう基本設計の計算には必要ないが自動製図のために必要であり、また、計算結果のアウトプットの際に設計条件として記載しておいた方が便利であるのでインプットする。

4.3.2 矢板壁本体

砂地盤または硬い粘性土地盤中に打込まれた鋼矢板壁について、港灣構造物設計基準にしたがって、矢板の根入れ長をフリーアースサポート法による平衡から求め、タイロッド張力および矢板の断面を、G.P.Tschebotar ioff の提案しているタイロッド取付点と、海底面を支点とする仮想ばり法によって求める。

a. 矢板壁本体の設計順序

矢板壁本体の設計は図-4.3の順序で行なう。

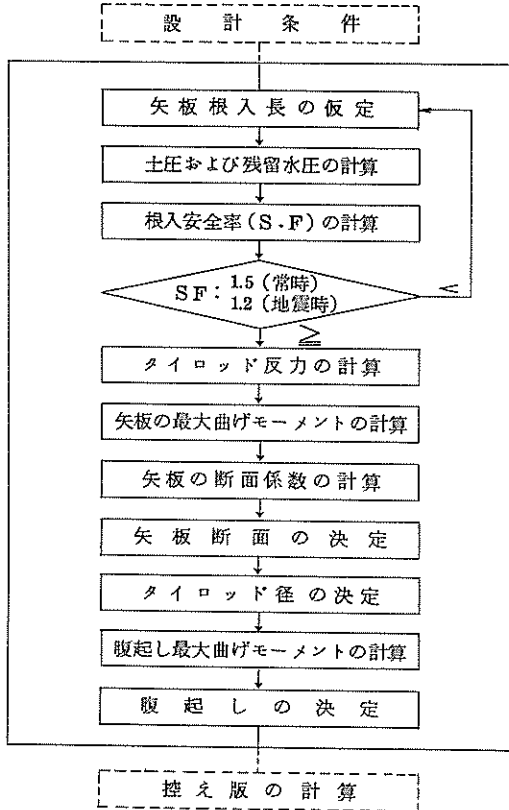


図-4.3 矢板壁本体の設計順序

なお、矢板壁本体および、控え工を含めたけい船岸の円形すべりなどによる安定の検討を行う必要があるが、ここではプログラム作成上の問題からとりあつかわなかった。

また、実際の設計においては、地盤改良を必要とする場合があるが、地盤改良も1つのプログラムの中に含めてプログラムを作成することは、現時点では種々問題があるため、けい船岸は地盤改良された地盤上に建設されるものとし、とりあつかわなかった。

b. 土圧の計算

(1) 砂質土

砂質土の常時土圧はクーロンの式により、地震時土圧は、物部、岡部公式によって求める。

したがって計算は以下に示す式によって行なう。

常時土圧は、物部、岡部公式の θ を0として計算する。

地震時の土圧(物部、岡部公式)

主動土圧

$$P_{Ai} = K_{Ai} \left\{ \sum \gamma_i h_i + \frac{w \cos \psi}{\cos(\psi - \beta)} \right\} \cos \psi$$

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

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

受働土圧

$$P_{Pi} = K_{Pi} \left\{ \sum \gamma_i h_i + \frac{w \cos \psi}{\cos(\psi - \beta)} \right\} \cos \psi$$

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

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

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/m²)

ϕ_i : i 層の土の内部摩擦角 (°)

γ_i : i 層の土の単位体積重量 (t/m³)

h_i : i 層の厚さ (m)

$K_{Ai}(K_{Pi})$: i 層の主(受)働土圧係数

ψ : 壁面が鉛直となす角 (°)

β : 地表面が水平となす角 (°)

δ : 壁面摩擦角 (°)

w : 水平単位面積当りの積載荷重 (t/m²)

θ : 地震合成角で $\theta = \tan^{-1} \lambda$ あるいは

$\theta = \tan^{-1} \lambda'$ で表わされる。 λ, λ' は震度、見掛の震度である。

(2) 粘性土

常時の主働土圧は

$$P_{Ai} = \Sigma \gamma_i h_i + w - 2C$$

$$P_{Ai} = K_c (\Sigma \gamma_i h_i + w)$$

の二式で計算を行ない大きい方の値を用いる。

また地震時の場合は

$$P_{Ai} = \frac{(\Sigma \gamma_i h_i + w) \sin(\theta + \alpha)}{\cos \theta \cdot \sin \alpha} - \frac{C}{\cos \alpha \sin \alpha}$$

$$\alpha = 45^\circ - \frac{\mu}{2} \quad \mu = \tan^{-1} \frac{a}{\sqrt{b^2 - a^2}}$$

$$a = \sin \theta \quad b = \sin \theta - \frac{4C \cos \theta}{\Sigma \gamma_i h_i + 2w}$$

$$P'_{Ai} = K_c (\Sigma \gamma_i h_i + w)$$

の二式で計算を行い大きい方の値を用いる。

受働土圧は常時、地震時共に次の式で計算する。

$$P_{Pi} = \Sigma \gamma_i h_i + w + 2C$$

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/m²)

γ_i : i 層の土の単位体積重量 (t/m³)

h_i : i 層の厚さ (m)

K_c : 圧密平衡係数 0.5

C : 粘着力 (t/m²)

w : 水平単位面積当りの積載荷重 (t/m²)

θ : 地震合成角(砂質土の項参照) (°)

(3) 見掛けの震度

残留水位面においては空気中における震度を用いて土圧強度を求め、水面下においては見掛けの震度を用いる。見掛の震度は次の式によって求める。

$$A' = \frac{\gamma}{\gamma - 1} A$$

(4) 土圧に関するプログラム上の注意

水面下土層の変化した所で見掛けの震度を用いるという基準になっているが、もし、層の変化が根入れの先端までない場合は、海底面で見掛けの震度を用いて土圧強度を求め残留水位の線における土圧強度と直線で結ぶプログラムとしてある。

また、海底面下の粘性土については次のようになっている。すなわち、海底面を含めて最初に出てくる粘性土について上面の土圧強度は見掛けの震度を用いて計算し、下部は海底面下-10m の所を常時として計算して比例配分する。ただし、海底面下-10m より深い所までその粘性土が続いている場合には、海底面下-10m 以深はすべて常時として土圧計算を行なうが、海底面の値より小さいときは海

底面の値を用いる。また海底面下に砂質の層をはさむ場合には、砂層は見掛けの震度を用いて土圧を計算するが、二番目に出てきた粘性土については、海底面下-10m 以浅であっても常時の土圧計算式による。

また、もし海底面下-10m より深くまで最初の粘性土が続く場合、一度-10m の位置で土層を区切る。

c. 矢板根入長の計算

主働土圧および残留水圧と受働土圧によるタイロッド取付点に関するモーメントのつり合いより求める。

$$M_P = F \cdot M_A$$

ここで

M_P : タイロッド取付点に関する受働土圧によるモーメント (t-m/m)

M_A : タイロッド取付点に関する主働土圧および残留水圧によるモーメント (t-m/m)

F : 安全率

なお、安全率は

砂質地盤 常時 $F = 1.5$

異常時 $F = 1.2$

粘性土地盤 常時、異常時共に $F = 1.2$

粘性土地盤において一般に次の式を満足しなければ根入の安定は成立しない。

$$4C > w + \Sigma \gamma_i h_i + \gamma_w h_w$$

ここで

C : 海底の土の粘着力 (t/m²)

w : 上載荷重 (t/m²)

γ : 土の単位体積重量 (t/m³)

h : 土層の厚さ (m)

γ_w : 水の単位体積重量 (t/m³)

h_w : 残留水位と前面潮位との水位差 (m)

d. 矢板の断面の計算

タイロッド取付点と海底面を支点とする張出しばりとして仮定し、海底面までの主働土圧および残留水圧を荷重として曲げモーメントを求め応力度が、材料の許容応力度を越えないように決める。

e. タイロッドの計算

タイロッドの張力は海底面に対する、海底面上の主働土圧と、水圧のモーメントとタイロッド張力によるモーメントのつり合いから求める。

f. 諸元の決定

(1) タイロッド取付高さ

タイロッド取付高さは潮位を関数として決めるのがよいと思われるが潮差の大小の関係、概設構造物との取付の関係を考慮してデータをインプットすることとした。

(2) タイロッド取付間隔

タイロッドの取付間隔は矢板4枚に1カ所とする。

(3) 腹起し取付位置

腹起しの取付位置は前面および背面の両者があるが矢板打込精度の悪い場合でも余裕があり、コンクリート量も少なくてすむ背面取付とする。

(4) 上部コンクリートの形状

基本設計の時点では、港灣技研資料No.103 矢板上部工の細部設計(案)を参考に、施工上より決定されるコンクリート下ば高、および岸壁天ば高を考慮して決定する。

(5) その他

矢板の全長は50 cm 単位にまるめる。

矢板の選択は必要断面係数を満足し、岸壁延長1m当りの使用矢板重量が最少のものを選択する。

タイロッド径は市販されているものより選択する。

4.3.3 控え版

a. 控え版の設計順序

控え版の設計は図-4.4の順序で行なう。

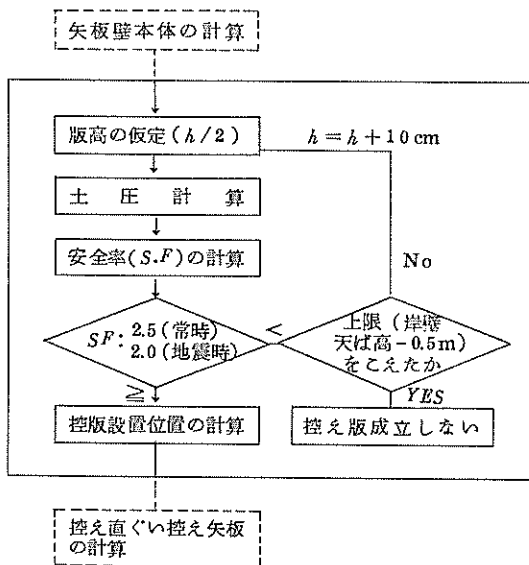


図-4.4 控え版の設計順序

b. 控え版の計算

控え版は、図-4.5のように控え版前面の受働土圧によってタイロッド張力および控え版背後の主働土圧に抵抗するものとして、次式を満足するようにその高さおよび設置深さを決定する。なお控え版前面には前込を施工する。

$$F = \frac{E_P}{A_P + E_A}$$

ここに

F : 安全率

A_P : タイロッド張力によるタイロッド取付点反力 (t/m)

E_A : 控え版に作用する主働土圧 (t/m)

E_P : 控え版に作用する受働土圧 (t/m)

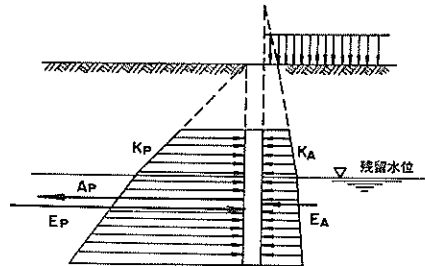


図-4.5 控え版に作用する外力

ただし、控え版に作用する土圧の算定にあたって、上載荷重は、図-4.5のように作用するものとして主働土圧には考慮して、受働土圧には考慮しない。安全率は常時2.5以上、異常時2.0以上とする。

控え版に作用する土圧の計算は、4.3.2 矢板壁本体の土圧計算による。

土圧の計算に用いるの壁面摩擦角は、主働土圧の場合15°、受働土圧の場合は0°とする。

c. 諸元の決定

- (1) タイロッド取付点は版の1/2点とする。
- (2) タイロッドは水平取付とする。
- (3) 版の天ば高さの上限は、舗装および排水溝を考慮して岸壁天ば高さより50 cm 低くとする(版の計算中に上限を越えた場合は控え版は成立しないむね、アウトプットされる)
- (4) 形状は実施例より逆T字形とする。

実施例を図-4.6に示す。()内は実施数

- (5) 版厚

鉄筋量と版厚の関係から最も経済的な断面を求められるはずであるが、詳細については細部設計において検討するとして、ここでは実施例から3種類に分ける。実施例は図-4.7に示す。

版高2.0 m以下	35 cm
版高2.0 m~4.0 m	40 cm
版高4.0 m以上	50 cm

(6) 底板幅

底板幅の決定に際して考えられることは、前込め割石を施工する時点で自立していればよいわけである。波による

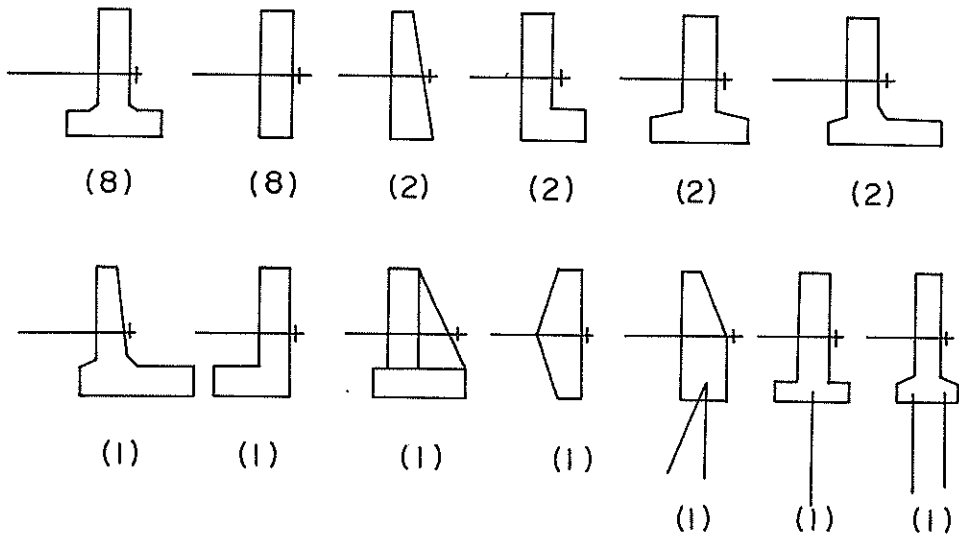
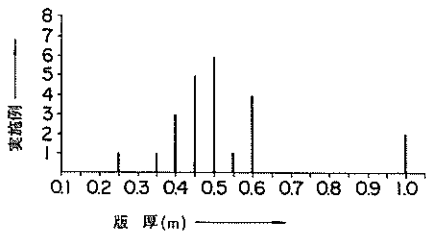


図-4.6 控え版形状・（ ）内の数字は実施例数



転倒を考えると、港内に起る波としては航跡波および風による港内発生波がある。

これらの波による安定から幅を決めるべきであるが、ここでは実施例より決めた。

実施例は図-4.8に示す。

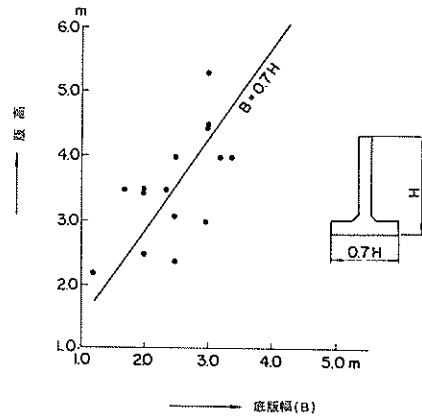
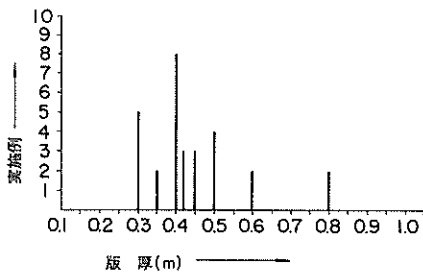


図-4.8 控え版の底版幅・実施例

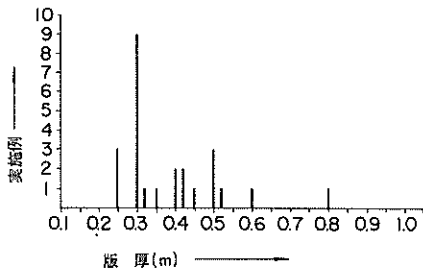


図-4.7 控え版の版厚・実施例

4.3.4 控え矢板

a. 控え直ぐい控え矢板の設計順序

控え直ぐい、控え矢板の設計は図-4.9の順序で行なり。

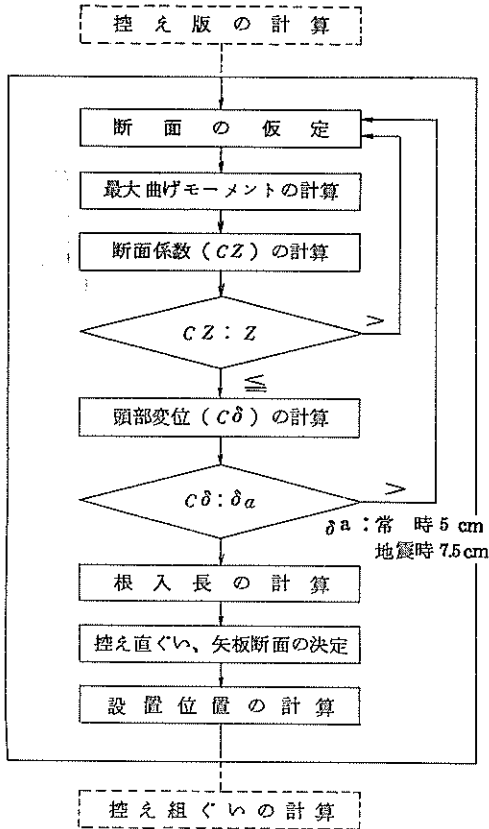


図-4.9 控え直ぐい控え矢板の設計順序

b. 控え矢板の計算

控え矢板はタイロッド張力を外力として受ける直ぐいとして設計する。タイロッド取付点から下の控え矢板を長ぐいと見なして根入長を $1.5 l_{m1}$ 以上とする。

計算法は港湾技術研究所報告第10巻第1号「数値解によるくいの横抵抗の基準曲線の作成」による。

S型地盤、頭部自由ぐい

$$M_{\max} = 0.8745 (EI)^{1/7} (B\#)^{-2/7} F^{6/7}$$

$$Y_{\text{top}} = 2.4514 (EI)^{-4/7} (B\#)^{-6/7} F^{1/7}$$

$$l_{m1} = 3.4255 (EI)^{1/7} (B\#)^{-2/7} F^{1/7}$$

C型地盤、頭部自由ぐい

$$M_{\max} = 0.5147 (EI)^{1/5} (B\#)^{-2/5} F^{4/5}$$

$$Y_{\text{top}} = 1.2980 (EI)^{-2/5} (B\#)^{-2/5} F^{3/5}$$

$$l_{m1} = 3.5649 (EI)^{1/5} (B\#)^{-2/5} F^{1/5}$$

ここに

EI : くいの曲げ剛性 (kg・cm²)

$B\#$: 地盤反力係数 (kg/cm^{m+1.5})

F : くい頭水平力 (kg)

c. 諸元の決定

(1) 腹起しは矢板壁本体と同じものを使用し陸側に取付けるものとする。

(2) 矢板天ば高さはタイロッド取付点上 50 cm とする。

控え矢板標準形は図-4.10に示す通りとする。

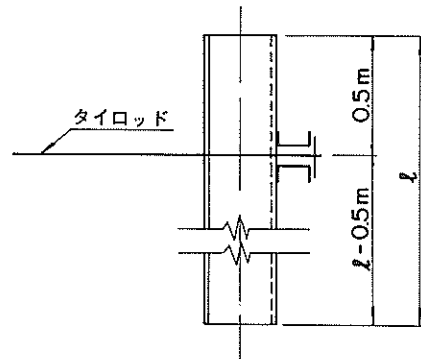


図-4.10 控え矢板の標準形

(3) その他

矢板の全長は 50 cm 単位にまるめる。

矢板の選択は必要断面係数を満足し、岸壁延長 1 m 当りの使用矢板重量が最少のものを選択する。

4.3.5 控え直ぐい

b. 控え直ぐいの計算

控え直ぐいはタイロッド張力を水平外力として受ける直ぐいとして設計し、材料は鋼管ぐいおよびH型钢ぐいを対象とする。計算法は4.3.5 控え矢板に準じて断面を決定する。

c. 諸元の決定

(1) 控えぐいの間隔はタイロッド取付間隔と同じとする。

(2) くい頭部は鉄筋コンクリートにて連結するものとし、その標準形は図-4.11に示す通りとする。

1) 上部工の幅は以下のように決定した。

上部工の幅はくいの幅+くい打施工精度+鉄筋かぶり+余裕

$$B = A + 0.10 \times 2 + 0.10 \times 2 + 0.10 \times 2$$

$$= A + 0.6 \text{ m}$$

くい打ちの施工精度 (港湾工事共通仕様書より)

くい頭中心間隔 ± 10 cm 以内

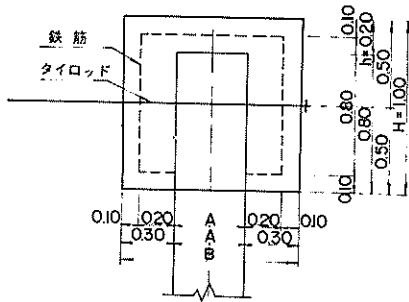


図-4.1.1 控え直ぐい上部工標準形

ぐいの天ば高 ± 5 cm 以内
 ぐいの傾斜角 ± 3° 以内

2) 上部工の高さは実施例より $H=1.0$ cm とする。
 実施例を図-4.1.2 に示す。

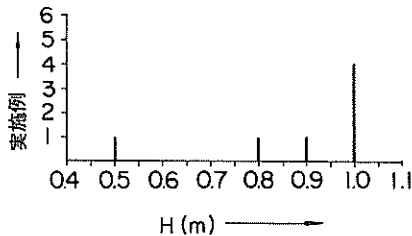


図-4.1.2 控え直ぐい上部工の高さ・実施例

3) 上部工天ば高とぐい天ば高との間隔は実施例より $h=0.2$ m とする。

実施例を図-4.1.3 に示す。

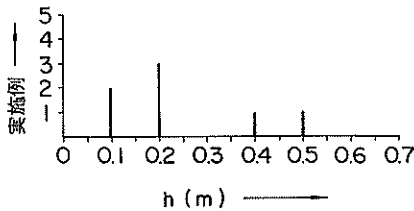


図-4.1.3 控え直ぐい上部工の天ばとぐい天ばの間隔・実施例

4.3.6 控え組ぐい

a. 控え組ぐいの設計順序

控え組ぐいの設計は図-4.1.4 の順序で行なう。

b. 控え組ぐいの計算

(1) ぐいの軸方向力

控え組ぐいはタイロッド張力を水平外力として受ける組

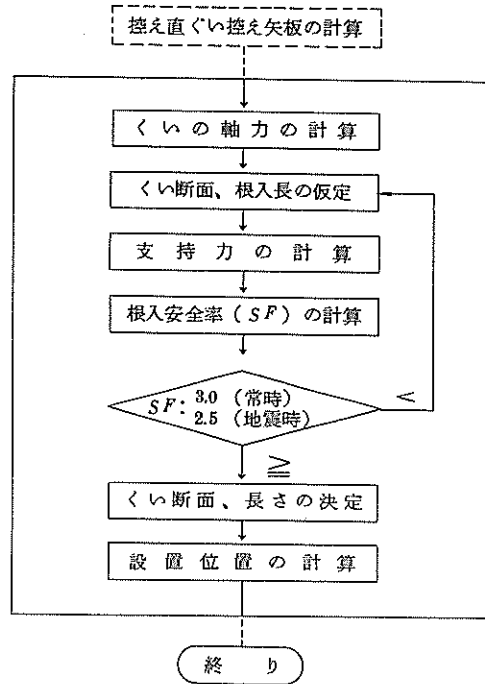


図-4.1.4 控え組ぐいの設計順序

ぐいとして設計する。組ぐいの2本のぐいには軸方向力として、押し込み力または引抜き力が働くと考えて、鉛直力および水平力のつり合いから軸方向力を求める。材料は鋼管ぐいおよびH型钢を対象とする。

$$P_1 = \frac{V_i \sin \theta_2 + H_i \cos \theta_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$$

$$P_2 = \frac{V_i \sin \theta_1 - H_i \cos \theta_1}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$$

ここに

P_1, P_2 : 各ぐいに働く押し込み力(負になった場合は引抜き力) (t)

θ_1, θ_2 : 各ぐいの傾斜角

V_i : 組ぐいの鉛直反力 (°)

$$V_i = 2 F v_i \quad (t)$$

H_i : 組ぐいの水平反力

$$H_i = F h_i \quad (t)$$

この方法はぐいの曲げたわみによる土の横抵抗を無視し、軸方向力のみによって抵抗するものと考えた方法である。

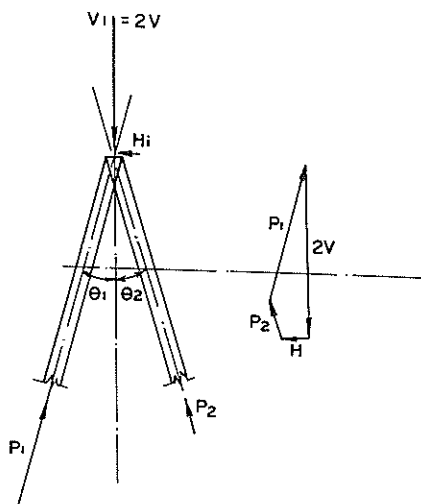


図-4.15 控え組ぐいの反力

(2) くいの軸方向極限支持力

砂地盤に打込まれたくいの極限支持力は次式で求める。

$$R_u = 4.0 N A_p + \frac{\bar{N} A_s}{5}$$

ここに

R_u : くいの極限支持力 (t)

A_p : くいの先端面積 (m²)

A_s : くい周の全表面積 (m²)

N : くい先端地盤の N 値

\bar{N} : くい根入れ全長に対する平均 N 値

ただし N は次式によって求める。

$$N = \frac{N_1 + \bar{N}_2}{2}$$

ここに

N_1 : くい先端位置での N 値とくい先端より下方へ 2 B なる範囲の平均の N 値のうち、いずれか小さい方の値

\bar{N}_2 : くい先端より上方へ 10 B なる範囲内の平均の N 値

B : くいの直径または幅 (m)

地盤が水に飽和された細砂、シルトでさらに N 値が 15 より大きい場合、計算の N 値は次式で補正して用いる。

$$N = 15 + \frac{1}{2} (N' - 15)$$

ここに N' : 実測された値

(3) 組ぐい根入れの安全率

次式により根入れの安全率を満足するよう決定する。

$$F = \frac{R_u}{P}$$

ここに

F : 安全率

R_u : くいの極限支持力 (t)

P : 各くいに働く軸力 (押し込み力または引抜き力) (t)

安全率は引抜き力の場合、常時 3.0 以上、異常時 2.5 以上とする。押し込み力は施工の複雑性を考慮して引抜き力と同じものを使用する。

C 諸元の決定

(1) 控え組ぐいの間隔はタイロッド取付間隔と同じとする。

(2) くい頭部は鉄筋コンクリートにて連結するものとしその形状寸法は図-4.16 に示す。

控え組ぐい上部工標準形 ($\theta_1 = 20^\circ$, $\theta_2 = 20^\circ$) の場合

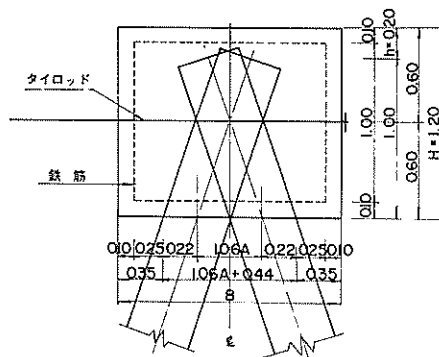


図-4.16 控え組ぐい上部工標準形

1) 上部工の幅 = 上部工下端でのくいの幅 + くい打ちの施工精度 + 鉄筋のかぶり + 余裕

$$B = 1.06 A + 2 \times 0.22 + 0.1 \times 2 + 0.25 \times 2 = 1.06 A + 1.14 \text{ m}$$

但し $1.06 A = A \sec \theta$

A : くいの幅

$$0.22 = 0.6 \tan 20^\circ$$

2) 上部工の高さは実施例より $H = 1.2 \text{ m}$ とする。実施例を図-4.17 に示す。

3) 控え組ぐいの根入れの最大は -3.0 m とする。



図-4.17 控え組ぐい上部工の高さ・実施例

4.3.7 控え工の設置位置

a. 控え版の設置位置

控え版の設置位置は、図-4.18のように海底面から引いた矢板の主働崩壊面と控え版下端より引いた控え版の受働崩壊面が、地表面以下で交わらないように決定する。

b. 控え直ぐいの設置位置

控え直ぐいの設置位置は、図-4.19のようにくいとタイロッドの取付点より $l_{m1}/3$ の深さの点より引いたくいの受働崩壊面と海底面より引いた矢板の主働崩壊面が、くいとタイロッドの取付点を含む水平面以下で交わらないように決定する。ここに l_m はタイロッドとくいの取付点を地表面と見なしたときの頭部自由ぐいの曲げモーメント第1ゼロ点の深さである。

c. 控え矢板の設置位置

控え矢板の設置位置は、控え直ぐいの設置位置に準ずる。

d. 控え組ぐいの設置位置

控え組ぐいの設置位置は、図-4.20のように海底面から引いた矢板の主働崩壊面の背後に決定する。

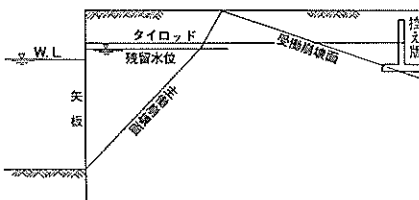


図-4.18 控え版の設置位置

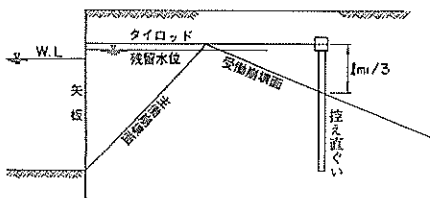


図-4.19 控え直ぐいの設置位置

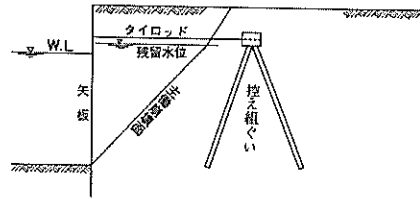


図-4.20 控え組ぐいの設置位置

e. 設置位置の計算

崩壊面が水平となす角は次式によって算出する。

砂地盤主力崩壊角

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

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

砂地盤受働崩壊角

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

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

距離

$$L = h_i \cot(\zeta_i - \beta)$$

粘性土地盤主働崩壊角

$$\alpha = \tan^{-1} \sqrt{1 - \left(\frac{\Sigma \gamma h + 2w}{2C} \right)} \tan \theta$$

距離

$$L = h_i \cot \alpha$$

式中の記号は4.3.2 (2) 土圧計算の項参照

4.4 その他

4.4.1 使用鋼材リスト

このプログラムにおいて、設計計算結果から必要な矢板タイロッド、鋼管ぐい等の断面係数、長さ等が与えられるが、実際の施工に用いられるこれ等鋼材は市販のものを用いるのが一般的であるので、あらかじめ市販の鋼材の使用材料規格をプログラム中に記憶させておき、その中から所要の断面係数等の設計値を満足し、なおかつ、使用鋼材の最少になる鋼材規格を選択する方法を採用している。

あらかじめプログラム中に組込まれている市販の使用鋼材の規格は、表-4.1~4.5に示される。

なお、設計計算値がこれらの鋼材のリストが与える性能(断面係数等)の最大値を越えた場合は、その構造が成立しないむねアウトプットされる。

表-4.1 鋼矢板の規格

No.	KA TA	B	W	I	Z
番号	型式	幅 (mm)	重量 (kg/m)	断面二次 モーメント (cm ⁴ /m)	断面係数 (cm ³ /m)
1	U	400	91.2	3,820	509
2	"	"	88.8	4,220	527
3	"	"	88.8	4,500	592
4	"	"	120.0	8,690	869
5	"	"	120.0	8,740	874
6	"	"	108.0	9,680	880
7	"	"	150.0	16,400	1,310
8	"	"	150.0	16,750	1,340
9	Z	"	130.0	16,200	1,380
10	U	"	146.0	22,800	1,520
11	"	"	191.0	31,900	2,060
12	"	"	185.0	39,400	2,250
13	"	"	190.2	38,641	2,273
14	Z	"	185.0	38,300	2,510
15	"	"	211.0	54,900	3,190
16	"	"	211.0	55,000	3,200
17	"	"	226.0	61,200	3,500
18	"	"	240.0	69,200	3,800
19	"	"	290.0	82,200	4,550

表-4.2 腹起し(薄形鋼)の規格

No.	A	B	T	W	Z
番号	高さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	重量 (kg/m)	断面係数 (cm ³)
1	100	50	5.0	9.4	37.8
2	125	65	6.0	13.4	68.0
3	150	75	6.5	18.6	115.0
4	150	75	9.0	24.0	140.0
5	180	75	7.0	21.4	153.7
6	200	80	7.5	24.6	195.0
7	200	90	8.0	30.3	245.0
8	230	90	8.5	33.1	303.6
9	250	90	9.0	34.0	335.0
10	250	90	11.0	40.2	375.0
11	300	90	9.0	38.1	429.0
12	300	90	10.0	43.8	494.0
13	300	90	12.0	48.6	525.0
14	380	100	10.5	54.5	762.0
15	380	100	13.0	62.0	822.0

表-4.3 タイロッドの径の規格

タイロッドの径 (mm)									
25	26	28	38	42	44	46	48	50	
52	55	60	65	70	75	80	85	90	

表-4.4 H型鋼の規格

No.	A	B	T	W	I	Z	A	U
番号	高さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	重量 (kg/m)	断面2次モー メント (cm ⁴)	断面係数 (cm ³)	先端面積 (m ²)	周 長 (m)
1	200	204	12	56.2	4,980	498	0.0408	0.81
2	244	252	11	64.6	8,790	720	0.0615	0.99
3	250	255	14	82.2	11,500	919	0.0638	1.01
4	294	302	12	84.5	16,900	1,150	0.0888	1.19
5	300	305	15	106.0	21,500	1,440	0.0915	1.21
6	338	351	13	106.0	28,200	1,670	0.1186	1.38
7	344	354	16	131.0	35,300	2,050	0.1218	1.40
8	350	357	19	156.0	42,800	2,450	0.1250	1.41
9	388	402	15	140.0	49,000	2,520	0.1560	1.58
10	394	405	18	168.0	59,700	3,030	0.1596	1.60
11	400	408	21	197.0	70,900	3,540	0.1632	1.62

表-4.5 鋼管ぐいの規格

No.	ϕ	T	W	I	Z	A	U
番号	直径 (mm)	厚さ (mm)	重量 (kg/m)	断面二次モーメント (cm ⁴)	断面係数 (cm ³)	先端面積 (m ²)	周長 (m)
1	318.5	6.9	53.0	8,200	515	0.0797	1.00
2	"	10.3	78.3	11,900	744	"	"
3	355.6	6.4	55.1	10,700	602	0.0993	1.12
4	"	7.9	67.7	13,000	734	"	"
5	"	11.1	94.3	17,800	1,000	"	"
6	406.4	6.4	63.1	16,100	792	0.1297	1.28
7	"	7.9	77.6	16,900	967	"	"
8	"	9.5	93.0	23,300	1,150	"	"
9	"	12.7	123.0	30,500	1,500	"	"
10	457.2	6.4	71.1	23,000	1,010	0.1642	1.44
11	"	9.5	105.0	33,500	1,470	"	"
12	"	12.7	139.0	43,800	1,920	"	"
13	508.0	6.4	79.2	31,700	1,250	0.2027	1.60
14	"	9.5	117.0	46,200	1,820	"	"
15	"	12.7	155.0	60,600	2,390	"	"
16	558.8	9.5	129.0	61,900	2,210	0.2452	1.76
17	"	12.7	171.0	81,300	2,910	"	"
18	"	16.0	214.0	101,000	3,600	"	"
19	609.6	9.5	141.0	80,600	2,650	0.2919	1.92
20	"	12.7	187.0	106,000	3,480	"	"
21	"	16.0	234.0	132,000	4,320	"	"
22	711.2	9.5	164.0	129,000	3,630	0.3973	2.23
23	"	12.7	219.0	170,000	4,780	"	"
24	"	16.0	274.0	211,000	5,940	"	"
25	812.8	9.5	188.0	193,000	4,760	0.5189	2.55
26	"	12.7	251.0	256,000	6,290	"	"
27	"	16.0	314.0	318,000	7,820	"	"
28	914.4	9.5	212.0	276,000	6,050	0.6567	2.87
29	"	12.7	282.0	366,000	8,000	"	"
30	"	16.0	354.0	456,000	9,970	"	"

4.5 設計条件のインプット

本設計プログラムに必要な設計条件として、4.3に記してあるが、ここでは設計条件をインプットする際の注意と、インプットの方法について述べる。

4.5.1 インプットする際の注意

- a. 主働側、受働側の土質条件のインプットを行う場合インプットする土層の最下層の境界面を一致させる。
- b. 土層は主働側、受働側とも20層以内とする。
- c. 低水位(L.W.L.)以上は砂質土とする。また残留水位(R.W.L.)と低水位の間には1層しか入れることができない。

d. 低水位および海底面の位置では、たとえ土層が変化していなくても境界線を入れる。

e. インプットする数値データは小数点を含め、10桁以内とする。

f. 控え工の土質条件は、たとえ粘性土であってもN値をもってあらわす。

4.5.2 設計条件のインプットの方法

設計条件は、表-4.6に示す様式に従い、すべての欄をうめる。

表-4.6 設計条件のコーディング

DATA CODING SHEET

DATA

Coded by

Date

No.

10

20

30

40

50

60

70

80

タ イ ト ル							
岸壁水深	岸壁天ば高	バース延長	エプロン幅	対象船舶	接岸速度	岸壁上載荷重 (常時)	岸壁上載荷重 (地震時)
設計震度	H. W. L.	L. W. L.	R. W. L.	設計水深			
矢板天ば高	タイロッド 取付高	控え版上載荷重 (常時)	控え版上載荷重 (地震時)	控え組ぐいの 開き角度			
矢板の許容応 力度(常時)	タイロッド許 容応力度 (常時)	タイロッド材 質 S S材は1 S H材は2	タイロッド引 張強さ 41(kg/mm ²) 70,75等	タイロッド鋼 代 2.5mm等	腹起しの許容 応力度 (常時)	鋼ぐいの許容 応力度 (常時)	
地表面が水平 となす角度	粘性土粘着力 の基準面						
土層の境界面	土の単位体積 重量	粘性土の粘着 力	粘着力の増加 係数	土の内部摩擦 角	壁面と土の摩 擦角		
・	・	・	・	・	・		
・	・	・	・	・	・		
・	・	・	・	・	・		
控え版の主働 側内部摩擦角	控え版の受働 側内部摩擦角	主働側の控え 版と土の摩擦角	受働側の控え 版と土の摩擦角	控え版主働側 土の空中単位 体積重量	控え版受働側 土の空中単位 体積重量	控え版主働側 土の水中単位 体積重量	控え版受働側 土の水中単位 体積重量
(SGATA 又 はCGATA) 控え直ぐい、 矢板地盤の型	控え直ぐい、 矢板の地盤の 平均N値	控え直ぐい、 矢板の地盤の 内部摩擦角					
控え組ぐい先 端地盤N値	控え直ぐい先端 地盤の平均N値	控え組ぐい全 長の平均N値					
矢板上部コン クリートの天 ば幅	矢板上部コン クリートの下 ば高	岸壁法線と矢 板中心線との 距離	矢板中心線と 上部コンクリ ート背面との 距り	矢板上部コン クリートの下 ば幅	矢板上部コン クリートの背 面垂直部の寸 法		
エプロンこう 配	エプロン舗装 厚	エプロン舗装 基礎厚	本体裏込の天 ば幅	本体裏込のこ う配	現地盤の深さ	現地盤のこ う配	控え版の場合の 基礎部床堀の こ う配

4.6 今後の作業

矢板式けい船岸の自動設計プログラムの開発は、以上に報告したごとく、基本設計の自動化が中心であり、引続き細部設計のプログラム開発を行う予定である。

しかし、ここに報告した基本設計の自動化プログラムにおいて、軟弱粘性土地盤については利用できないし、控え工の土質が粘性土の場合でもN値に換算しなければならないなどの問題点を残している、引続き改良を行う予定であ

る。

4.7 設計例

矢板式けい船岸の設計例として、次の設計条件により行なう。

岸壁水深	- 7.5 m
岸壁天端高	+ 4.0 m
岸壁上載荷重(常時)	3.0 t/m ²
(地震時)	1.5 t/m ²

設計震度	0.5	タイロッドの許容応力度(常時)	1800 kg/cm ²
H.W.L.	+ 2.0 m	タイロッドの材質	SH材
L.W.L.	± 0.0	タイロッド引張強さ	49 kg/mm ²
R.W.L.	+ 1.2 m	タイロッドの錆しろ	2.5 mm
設計水深	- 7.8 m	腹起しの許容応力度(常時)	1400 kg/cm ²
矢板天端高	+ 2.0 m	鋼ぐいの許容応力度(常時)	1800 kg/cm ²
タイロッド取付高	+ 1.2 m	地表面が水平となす角度	0°
控版上載荷重(常時)	3.0 t/m ²	粘性土粘着力の基準面	- 12.0 m
(地震時)	1.5 t/m ²	土質条件	
控組杭の開き角度	20°	土質条件は、図-4.21による。	
矢板の許容応力度(常時)	1800 kg/cm ²		

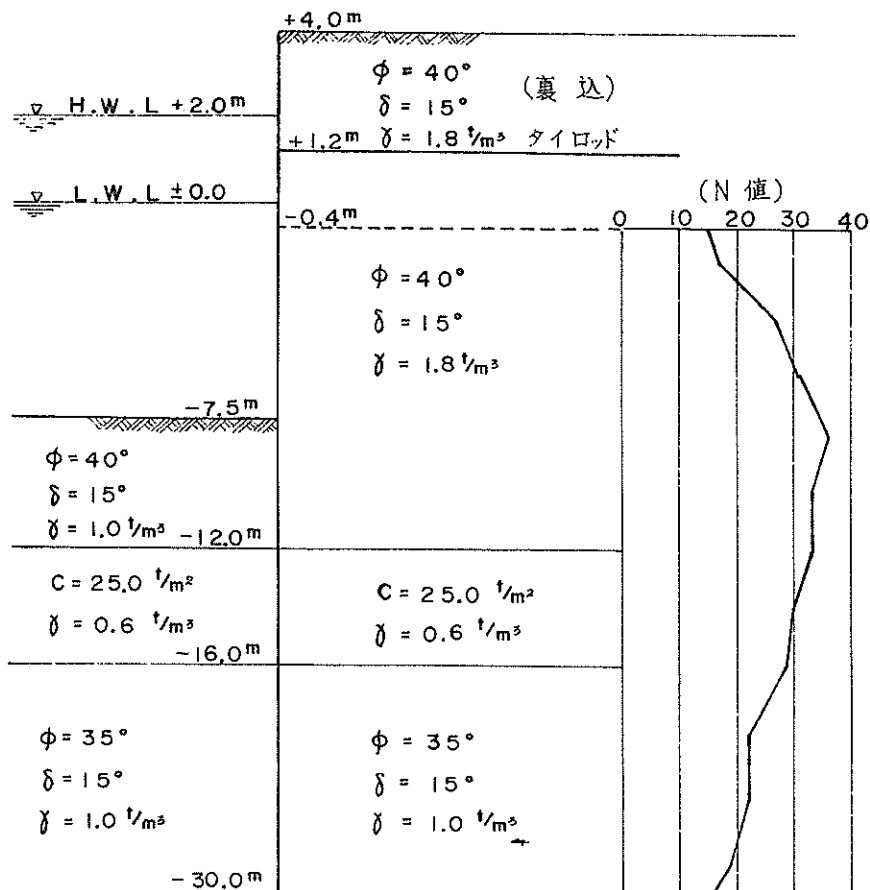


図-4.21 設計例の土質条件

控版の主働側内部摩擦角	30°	受働側の控版と土の摩擦角	0°
・ 受 ・	40°	控版主働側土	
主働側の控版と土の摩擦角	15°	空中単位体積重量	1.8 t/m ³

水中単位体積重量
 控版受働側土
 空中単位体積重量

1.0 t/m³

 1.8 t/m³

水中単位体積重量 1.0 t/m³
 以上の設計条件をコーディングすると、表-4.7のよう
 なる。

表-4.7 設計例の設計条件コーディング

シンコーケンフ 頭 - 7.5 m 岸壁							
-7.5	4.0	120.0	2.00	300.00	15.0	3.0	1.5
0.15	2.0	0.0	1.2	-7.8			
2.0	1.2	3.0	1.5	2.00			
100.00	180.00	2.0	49.0	2.5	140.00	180.00	
0.0	-12.0						
1.2	1.8	0.0	0.0	4.00	15.0		
0.0	1.0	0.0	0.0	4.00	15.0		
-7.8	1.0	0.0	0.0	4.00	15.0		
-12.0	1.0	0.0	0.0	4.00	15.0		
-16.0	0.6	25.0	0.0	0.0	0.0		
-30.0	1.0	0.0	0.0	35.0	15.0		
-12.0	1.0	0.0	0.0	4.00	15.0		
-16.0	0.6	25.0	0.0	0.0	0.0		
-30.0	1.0	0.0	0.0	35.0	15.0		
30.0	4.00	15.0	0.0	1.8	1.8	1.0	1.0
CGATA	1.00	30.0					
2.00	18.0	27.0					
0.5	0.8	0.4	0.6	1.0	1.0		
100.0	0.2	0.3	1.5	1.2	-0.4	999.0	2.0

設計計算結果は、表-4.8のようにラインプリンターにアウトプットされ、控え工の異なる標準断面図が図-4.22, 23および図-5.5~8のように自動製図機からアウトプットされる。

YAITASIKI KEISENGAN NO SEKKEI

SEKKEI JOKEN

SUISIN	= 7.50 M (7.80 M)	TEBRADAKA	= 4.00 M	DEPTH EAGHO	= 120.00 M
APRON HABA	= 20.00 M	TAISYO SEMPAK	= 3000.00 D/L	SETUGAN SOKURU	= 15.00 CM/SEC
JOSAI(JOJI)	= 3.00 T/M**2	JOSAI(JISINJI)	= 1.50 T/M**2	SEKKEI SINDO	= 0.15
H.W.L	= 2.00 M	L.W.L	= 0. M	R.W.L	= 1.20 M

DOSITU JO UKEN

HONTAI

SYUDO

LEVEL (M)	GAMMA (T/M**3)	CO (T/M**2)	XX	PHI (DO)	DELTA (HO)
1.20	1.80	0.	0.	40.00	15.00
0.	1.00	0.	0.	40.00	15.00
-7.60	1.00	0.	0.	40.00	15.00
-12.00	1.00	0.	0.	40.00	15.00
-16.00	0.60	25.00	0.	0.	0.
-30.00	1.00	0.	0.	35.00	15.00
JUDO					
-12.00	1.00	0.	0.	40.00	15.00
-16.00	0.60	25.00	0.	0.	0.
-30.00	1.00	0.	0.	35.00	15.00

表 - 4.8 - 1

HIKAE BAN

SYUDO		JUDO	
PHI	= 30,00 00	PHI	= 40,00 00
DELTA	= 15,00 00	DELTA	= 0, 00
GAMMA(PIKUJO)=	1,60 T/M**3	GAMMA(PIKUJO)=	1,60 T/M**3
GAMMA(SUICHU)=	1,00 T/M**3	GAMMA(SUICHU)=	1,00 T/M**3

HIKAE CHOKUGUI,YAITA

ZIBAN CGATA
 PHI = 30,(00)
 NACHI = 10,

HIKAE KUMIGUI

SENTAN JIRAN=N = 20,
 SENTAN MEAN=N = 18,
 MEAN=N = 27,

* * * * *

* HONTAI *

* * * * *

JISINJI

NO	H	HD	SGH	SGHH	KA	UPA	UPD	S	TIA	M	TM
1	4.00	0.	1.50	6.54	0.274	0.41	1.79	3.08	1.11	-3.41	+3.41
2	1.20	0.	6.54	7.74	0.382	1.79	4.20	3.59	0.68	2.44	+0.97
3	0.	1.24	7.74	15.54	0.382	4.20	7.18	44.35	5.44	241.32	240.35
4	-7.80	1.24	15.54	19.74	0.382	7.18	8.78	33.52	11.17	374.40	614.76
5	-12.00	1.24	19.74	20.04	0.	11.11	11.26	5.59	13.45	75.20	689.95
1	-7.80	0.	0.	4.20	6.820	0.	28.64	60.15	11.80	709.82	709.82
2	-12.00	0.	4.20	4.50	0.	54.20	54.50	27.18	13.45	365.51	1075.33
YAITA NEIPE ANZF4-ITU			= 1.56								
YAITA MAX MOMENT			= 53.58 T/M								
YAITA DAKEN KEISU			= 1984.51 CM**3/M								

表 - 4.8 - 2

YAITA SYOGEN

NO	KATA	H (M)	W (KG/M)	I (CM**4/3)	Z (CM**3/3)
11.	U	400.	191.0	31900.	2060.

YAITA NEIRE SIKDO = -12.50 R

YAITA NAGASA = 14.50 T

YAITA JYURYO = 2769.50 KG/M

TIE ROD KANKAKU = 1.60 T

TIE ROD TENSION = 38.91 T

TIE ROD DIA = 45.33 MM

TIE ROD SIYO DIA = 46.00 MM

HARAOKOSI MAX MOMENT = 6.23 T.M

HARAOKOSI DANMEN KEISU = 296.45 CM**3/M

HARAOKOSI SYOGEN

NO	A (MM)	B (MM)	T (MM)	W (KG/M)	Z (CM**3)
5.	180.	75.	7.0	21.4	153.7

HARAOKOSI JYURYO = 42.80 KG/M

JOJI

NO	H	HU	SGH	SGHH	KA	UPA	UPD	S	TIA	M	TM
1	4.00	0.	3.00	8.04	0.194	0.58	1.56	3.00	-1.19	-3.56	-3.56
2	1.20	0.	8.04	9.24	0.194	1.56	3.03	2.76	0.66	1.83	-1.76
3	0.	1.24	9.24	17.04	0.194	3.03	4.55	29.54	5.36	158.36	156.62
4	-7.80	1.24	17.04	20.24	0.194	4.55	5.17	15.54	10.63	165.24	321.87

1 -7.80 0. 0. 3.20 8.570 0. 27.42 43.88 11.13 488.49 488.49

YAITA NEIRE ANZEN ITU = 1.52

YAITA MAX MOMENT = 35.40 T.M

YAITA DANMEN KEISU = 1966.73 CM**3/M

表 - 4.8 - 3

YAITA SYOGEN

NO	KATA	B (MM)	W (KG/M)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)
11.	U	400,	191,0	31900,	2060,
YAITA NEIRE SINDO		=	*11,00		
YAITA NAGASA		=	13,00		
YAITA JYURYO		=	2483,00	KG/M	
TIE ROD KANKAKU		=	1,60		
TIE ROD TENSION		=	28,64	T	
TIE ROD DIA		=	47,51	MM	
TIE ROD SIYO DIA		=	48,00	MM	
HARAOKOSI MAX MOMENT		=	4,58	T.M	
HARAOKOSI DANMEN KEISU		=	327,29	CM**3/M	

HARAOKOSI SYOGEN

NO	A (MM)	B (MM)	T (MM)	W (KG/M)	Z (CM**3)
6.	200,	40,	7,5	24,6	195,0
HARAOKOSI JYURYO				=	49,20

*** HONTAI SYOGEN NO KETTEI ***

YAITA SYOGEN

11.	U	400,	191,0	31900,	2060,
YAITA NEIRE SINDO		=	*12,50		
YAITA NAGASA		=	14,50		
YAITA JYURYO		=	2769,50	KG/M	
TIE ROD KANKAKU		=	1,60		
TIE ROD SIYO DIA		=	48,00	MM	
HARAOKOSI SYOGEN					
6.	200,	40,	7,5	24,6	195,0
HARAOKOSI JYURYO				=	49,20

 * HIKAEKO NO KEISAN *

表 - 4.8 - 4

HIKAE BAN

JISINJI

SYUDO

LEVEL	SGH	SGHH	KA	UPA	UPD	S	P
3.00	3.30	6.54	0.393	1.30	2.57	3.48	
+0.60	6.54	8.34	0.543	2.57	4.53	6.39	9.88

JUDO

3.00	1.80	5.04	4.268	7.68	21.51	26.27	
+0.60	5.04	6.84	3.911	21.51	26.75	43.43	69.70

BAN TENBA (M)	BAN SITABA (M)	BAN TAKASA (M)	BAN TEIHABA (M)	SF
3.0	+0.6	3.6	2.5	2.04

SYUDOGAWA=L (M)	JUDOGAWA=L (M)	SETTIKYORI (M)
9.8	8.7	18.5

JUJI

SYUDO

LEVEL	SGH	SGHH	KA	UPA	UPD	S	P
2.60	5.52	8.04	0.291	1.61	2.34	2.76	
+0.20	8.04	9.44	0.291	2.34	2.75	3.56	6.33

JUDO

2.60	2.52	5.04	4.599	11.59	23.18	24.34	
+0.20	5.04	6.44	4.599	23.18	29.62	36.96	61.29

BAN TENBA (M)	BAN SITABA (M)	BAN TAKASA (M)	BAN TEIHABA (M)	SF
2.6	+0.2	2.8	2.0	2.53

SYUDOGAWA=L (M)	JUDOGAWA=L (M)	SETTIKYORI (M)
6.0	6.6	12.6

* * * HIKAEBAN NO KETTEI * * *

BAN TENBA (M)	BAN SITABA (M)	BAN TAKASA (M)	BAN TEIHABA (M)
3.0	+0.6	3.6	2.5

SYUDOGAWA=L (M)	JUDOGAWA=L (M)	SETTIKYORI (M)
9.8	8.7	18.5

表 - 4.8 - 5

HIKAE YAITA

JISINJI

YAITA SYOGEI:

NO	KATA	H (M)	W (KG/M)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)		
2.	U	400.	88.8	4220.	527.		
MAXP (T, K)	Z (CM**3/M)	TOP (CM)	HE (M)	L (M)	SUISIN (M)	w (KG)	f
10.85	401.72	2.32	5.0	5.5	-3.8	486.40	2.10
SYUDOGAWA-L (M)	JUDOGAWA-L (M)	SETTIKYOPI (M)					
8.0	1.5	9.5					

JOJI

YAITA SYOGEI:

NO	KATA	H (M)	W (KG/M)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)		
2.	U	400.	88.8	4220.	527.		
MAXP (T, K)	Z (CM**3/M)	TOP (CM)	HE (M)	L (M)	SUISIN (M)	w (KG)	f
7.51	417.14	1.42	4.5	5.0	-3.3	444.00	2.10
SYUDOGAWA-L (M)	JUDOGAWA-L (M)	SETTIKYOPI (M)					
4.6	1.0	5.6					

*** HIKAE YAITA NO KETTEI ***

YAITA SYOGEI:

NO	KATA	H (M)	W (KG/M)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)		
2.	U	400.	88.8	4220.	527.		
NEIRE SINDO (M)	YAITA FUGASA (M)						
*3.8	5.5						
SYUDOGAWA-L (M)	JUDOGAWA-L (M)	SETTIKYOPI (M)					
8.0	1.5	9.5					

表 - 4.8 - 6

HIKAE CHOKUGUI P-PILE

JISINJI

P-PILE SYOGEN

NO	PHI (MM)	T (MM)	W (KG/M)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	A (M**2)	D (M**2)	U (M)
11.	457.2	9.5	105.0	33500.	1470.	0.1642	133.6	1.44
MAXM (T,M)	Z (CM**3)	TOP (CM)	HE (M)	L (M)	SUISIN (M)	W (KG)		
39.46	1461.41	5.49	11.0	11.5	-9.8	1207.50		
	SYUDOGAWA=L (M)	JUDOGAWA=L (M)	SETTIKYORI (M)					
	8.0	3.3	11.3					

JUJI

P-PILE SYOGEN

NO	PHI (MM)	T (MM)	W (KG/M)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	A (M**2)	D (M**2)	U (M)
14.	508.0	9.5	117.0	46200.	1820.	0.2027	148.8	1.60
MAXM (T,M)	Z (CM**3)	TOP (CM)	HE (M)	L (M)	SUISIN (M)	W (KG)		
27.93	1551.49	2.61	10.5	11.0	-9.3	1287.00		
	SYUDOGAWA=L (M)	JUDOGAWA=L (M)	SETTIKYORI (M)					
	4.6	2.3	6.9					

* * * HIKAE P-PILE NO KETTEI * * *

P-PILE SYOGEN

NO	PHI (MM)	T (MM)	W (KG/M)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	A (M**2)	D (M**2)	U (M)
14.	508.0	9.5	117.0	46200.	1820.	0.2027	148.8	1.60
	MEIRE SINNO (M)	P-PILE NAGASA (M)						
	-9.8	11.5						
	SYUDOGAWA=L (M)	JUDOGAWA=L (M)	SETTIKYORI (M)					
	8.0	3.3	11.3					

表 - 4.8 - 7

HIKAE CHOKUGUI H-PILE

JISINJI

H-PILE SYOGEN

NO	A (MM)	B (MM)	T (MM)	W (KG/H)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	SA (M**2)	DA (M)	U (M)
6.	338.	351.	13.	106.0	28200.	1670.	0.1186	135.3	1.38
MAX (T.M)	Z (CM**3)	TOP (CM)	BE (M)	L (M)	SUISIN (M)	W (KG)			
42.37	1569.40	8.08	12.0	12.5	-10.8	1325.00			
	SYUDOGAWA=L (M)	JUDOGAWA=L (M)	SETTIKYORI (M)						
	8.0	3.6	11.6						

JUJI

H-PILE SYOGEN

NO	A (MM)	B (MM)	T (MM)	W (KG/H)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	SA (M**2)	DA (M)	U (M)
6.	338.	351.	13.	106.0	28200.	1670.	0.1186	135.3	1.38
MAX (T.M)	Z (CM**3)	TOP (CM)	BE (M)	L (M)	SUISIN (M)	W (KG)			
29.33	1629.64	4.95	11.0	11.5	-9.8	1219.00			
	SYUDOGAWA=L (M)	JUDOGAWA=L (M)	SETTIKYORI (M)						
	4.6	2.4	7.0						

* * * HIKAE H-PILE NO KETTEI * * *

H-PILE SYOGEN

NO	A (MM)	B (MM)	T (MM)	W (KG/H)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	SA (M**2)	DA (M)	U (M)
6.	338.	351.	13.	106.0	28200.	1670.	0.1186	135.3	1.38
	NEIRE SINDO (M)	H-PILE NAGASA (M)							
	-10.8	12.5							
	SYUDOGAWA=L (M)	JUDOGAWA=L (M)	SETTIKYORI (M)						
	8.0	3.6	11.6						

HIKAE KUMIGUI P-PILE

JISINJI

P-PILE SYOGEN

NO	PHI (MM)	T (MM)	W (KG/0)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	A (M**2)	D (M**2)	U (M)
3.	355.6	6.4	55.1	10700.	602.	0.0993	70.2	1.12
L (M)	W (KG)	NEIRE SINDO (M)	RU (T)	S.F				
22.5	1239.8	-19.6	133.7	2.50				
			205.2	3.40				

SETTIKYORI
(M)

8.8

JUJI

P-PILE SYOGEN

NO	PHI (MM)	T (MM)	W (KG/0)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	A (M**2)	D (M**2)	U (M)
10.	457.2	6.4	71.1	23000.	1010.	0.1642	90.6	1.44
L (M)	W (KG)	NEIRE SINDO (M)	RU (T)	S.F				
15.0	1066.5	-12.5	113.5	3.02				
			231.8	5.02				

SETTIKYORI
(M)

5.5

* * * HIKAE P-PILE NO KETTEI * * *

P-PILE SYOGEN

NO	PHI (MM)	T (MM)	W (KG/0)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	A (M**2)	D (M**2)	U (M)
10.	457.2	6.4	71.1	23000.	1010.	0.1642	90.6	1.44
P-PILE NAGASA (M)		NEIRE SINDO (M)						
22.5		-19.6						

SETTIKYORI
(M)

8.8

表 - 4.8 - 9

HIKAE KUMIGI H-PILE

IJOJI

H-PILE SYOGU

NO	A (M)	B (M)	T (M)	W (KG/M)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	SA (M**2)	DA (M)	U (M)
2.	244.	252.	11.	64.6	8790.	720.	0.0615	82.1	0.99
	L (M)	K (KG)	NEIRE SINDO (M)	PO (T)	S,F				
	25.5	1647.3	-22.4	134.18	2.51				
				178.46	2.96				

SETTIKYOKI
(M)

8.8

IJOJI

H-PILE SYOGU

NO	A (M)	B (M)	T (M)	W (KG/M)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	SA (M**2)	DA (M)	U (M)
2.	244.	252.	11.	64.6	8790.	720.	0.0615	82.1	0.99
	L (M)	K (KG)	NEIRE SINDO (M)	PO (T)	S,F				
	21.5	1387.0	-18.6	112.80	3.06				
				157.08	3.40				

SETTIKYOKI
(M)

5.5

* * * HIKAE H-PILE NO KETTEI * * *

H-PILE SYOGU

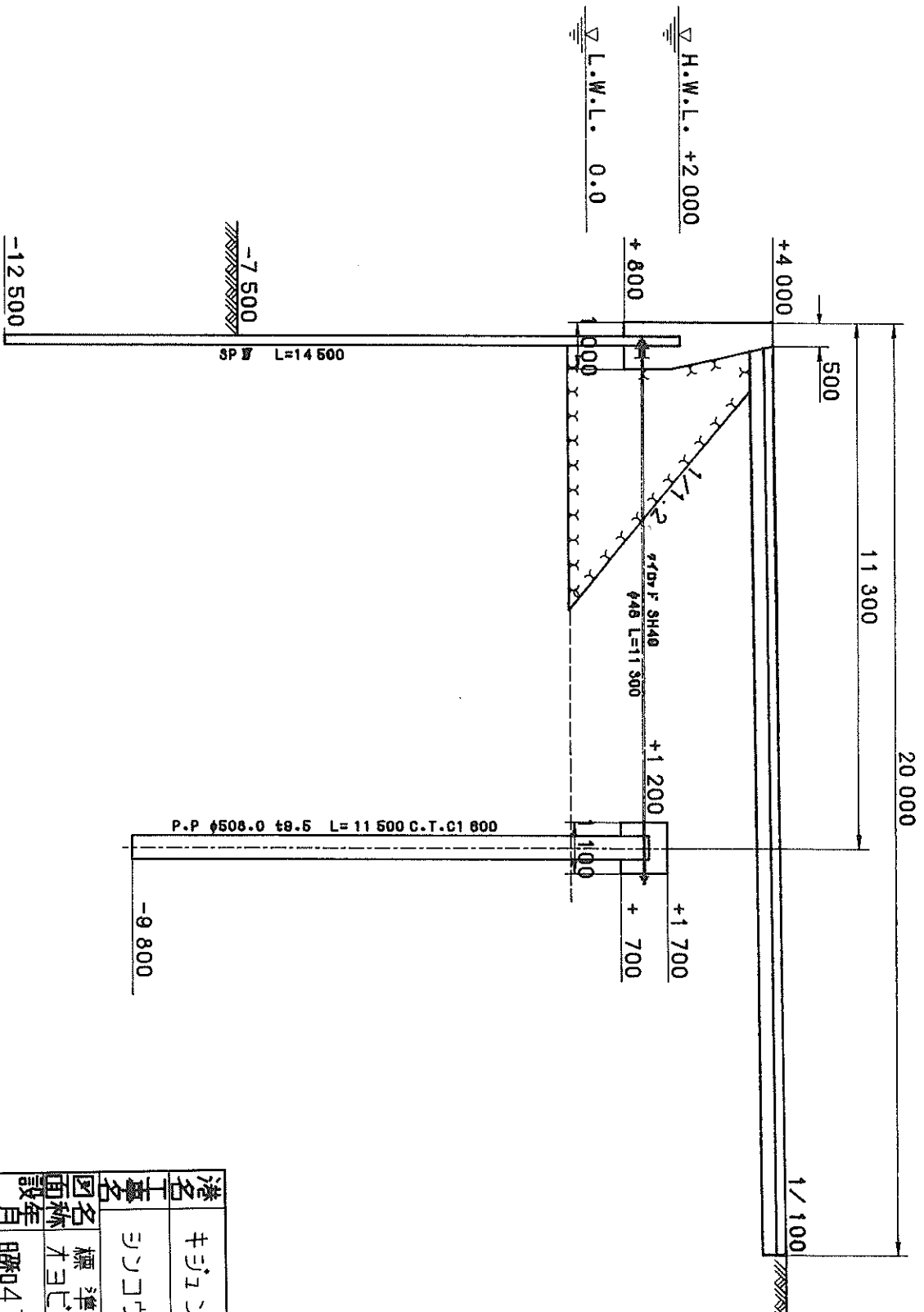
NO	A (M)	B (M)	T (M)	W (KG/M)	I (CM**4/M)	Z (CM**3/M)	SA (M**2)	DA (M)	U (M)
2.	244.	252.	11.	64.6	8790.	720.	0.0615	82.1	0.99
	H-PILE NAGASA (M)	NEIRE SINDO (M)							
	25.5	-22.4							

SETTIKYOKI
(M)

8.8

表 - 4.8 - 10

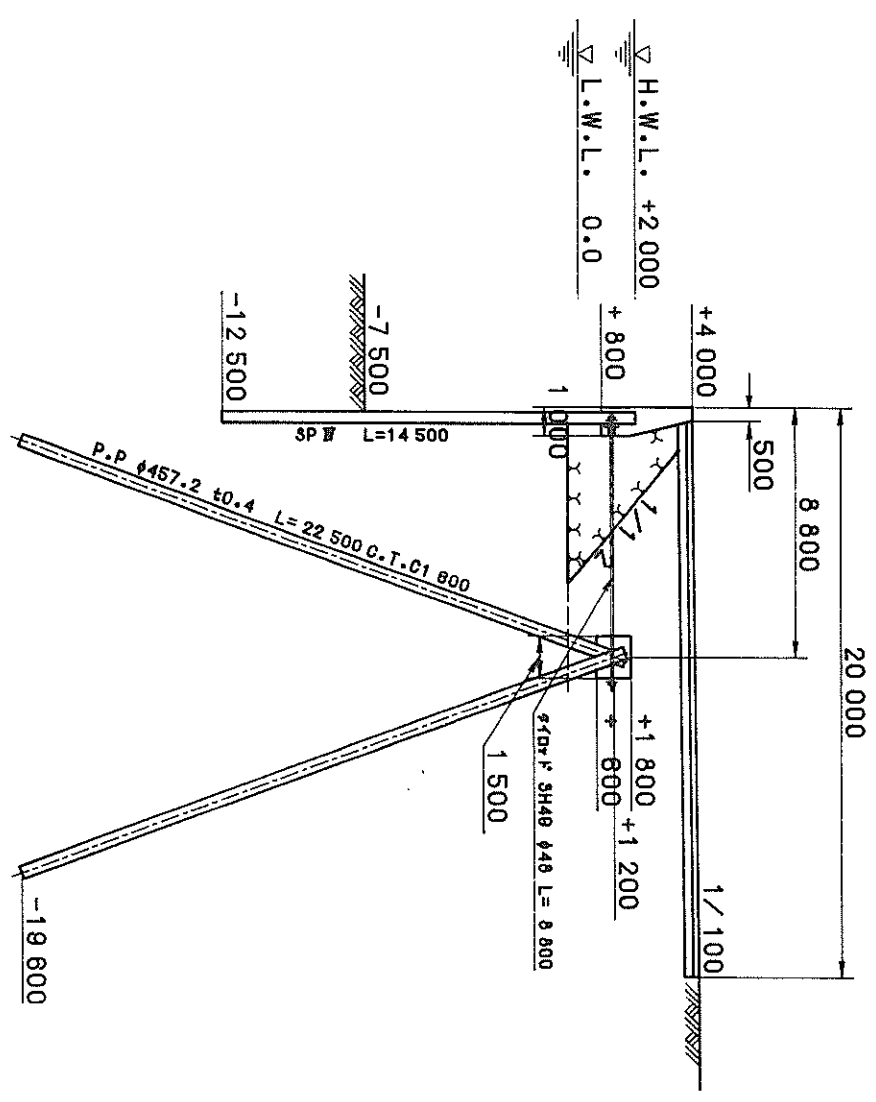
標準断面図



設計条件	岸設水上	設計水深	-7.5m
壁計水深	バ	設計水深	-7.8m
載荷	時	時	+4.0m
常地	時	時	3.0t/m ²
設計土質	度	度	1.5t/m ²
内部摩擦角	度	度	0.15
単位体積重量	度	度	40度
許容応力度(常時)	kg/cm ²	kg/cm ²	1.8t/m ³
矢板	1800	kg/cm ²	
タレット	1800	kg/cm ²	
腹起	1400	kg/cm ²	
鋼質	1800	kg/cm ²	
土質条件	-0.4m (現地盤)		
	φ=40度		
	γ=1.0t/m ³		
	-12.0m		
	c=25 t/m ²		
	γ=0.6t/m ³		
	-16.0m		
	φ=35度		
	γ=1.0t/m ³		
	-30.0m		

港名	キエツカ	図番	1-12
工事名	ヨッコウケン	ク	7.5m岸壁
図名	標準断面図	組	1/100
名称	オヨビ一般図	数	6枚/内3
設計日	昭和47年10月10日		
プログラム名	矢板式	タイ	船舶岸

標準断面図



設計条件
 岸壁水深 -7.5m
 岸壁設計水深 -7.8m
 岸壁設計土質 +4.0m

設計土質
 内部摩擦角 40度
 單位体積重量 1.8t/m³

許容応力度(常時)
 板 1800 kg/cm²
 矢 1800 kg/cm²
 タイロッド 1800 kg/cm²
 腹起シ 1400 kg/cm²
 鋼 1800 kg/cm²

土質条件
 -0.4m(埋地盤)
 } φ=40度
 } γ=1.0t/m³
 -12.0m
 } c=25 t/m²
 } γ=0.6t/m³
 -16.0m
 } φ=35度
 } γ=1.0t/m³
 -30.0m

港名	キジツカ	図号	1-14
工事名	ヨッコウケン	ク	7.5m岸壁
図名	標準断面図	縮尺	1/200
図種	大ヨビ一般図	細数	6枚/内5
設計日	昭和47年10月10日		
プログラム名	矢板式	ケイ	船岸

図-4.23

参考文献

- 1) 運輸省港湾局：港湾構造物設計基準、日本港湾協会、昭46
- 2) 運輸省港湾局：港湾工事共通仕様書、日本港湾協会
- 3) 蓮見・岩淵・片山：鋼矢板式けい船岸上部工の標準設計（案）、港研資料No.103, 1970, 6
- 4) 山下・稲富・小蔵・奥山：数値解によるくいの横抵抗の基準曲線の作成、港研報告Vol.10, No.1, 1971, 5
- 5) 港研設計基準部設計基準課：鋼材性能表、1964, 10

5. 矢板式けい船岸の自動製図

5.1 概要

各種のけい船岸の自動設計と並行に自動製図プログラムを開発しているが、L型ブロック式けい船岸の自動設計-基本設計に対応する標準断面図および一般図のプログラムは、修正部分を残して完成し、矢板式けい船岸の方も基本設計に対応する製図プログラムが完成した。

ここでは、4. 矢板式けい船岸の自動設計（基本設計）にもとづいて、それに対応する標準断面図、設計条件、標題をかく自動製図プログラムについて説明する。このプログラムは、すでに開発されているベイスックサブルーチンとファンクションサブルーチンの自動製図サブルーチンをもとに、自動製図機制御データを作成するものである。

また、決まった大きさの図面内に標準断面図、設計条件、標題をバランスよく収めるためには、あらかじめ制御データを作る以前に縮尺および配置などの計算を行なわねばならない。そのためのプログラムについても説明する。

なお、施工の実施例に見られるように、矢板背後の裏込めの形状は必ずしも形状の定まっていないものについては、プログラムの大きさ、時間的な問題からあらかじめパターン化しておいた。

5.2 製図の基本方針

自動製図は、従来からもっている図面の機能-情報伝達を自動製図によって大幅に変更しようとするものではなく、従来通りの図面を省力的に、短時間にかかせるものである。このため、矢板式けい船岸の標準断面図においても、他の標準断面図と同様に水面記号、矢板上部工、控え工等、矢板式けい船岸の標準断面図として必要な事項はすべてかく。

これら標準断面をかくプログラムの作成にあたっての基本方針は次の通りである。

- i) 従来の図面の様式とはなるべく変わらないこと。
- ii) 図面の大きさを統一する。

図面の大きさは、一般にその利用目的によって異なる。矢板式けい船岸の標準断面図の場合は、与えられた設計条

件を満足する矢板式、重力式、さん橋式などのけい船岸の比較設計に利用される。このため取り扱いに便利なように図面の大きさをA3（縦297mm×横240mm）とし、端より10mmの輪郭を設ける。

iii) 使用するペンの太さは、径0.4, 0.2mmの2本とする。

自動製図に用いられる自動製図機は、4本のペンを収用できるターレットをそなえ、4種類のペンを使用できるようになっている。矢板式けい船岸の標準断面図において、寸法線、中心線は0.2mmのペン、構造物の外形線および輪郭等は0.4mmのペンの2本を使用することにより図面の内容を明確にあらわし得るため、ここでは0.4mmと0.2mmの2本を使用した。

iv) 縮尺は、3.3 自動製図のための製図規程に決められたものを採用する。

縮尺については、A3の図面に収まるように自動製図のための製図規程に示されている1/1~1/5000の19種類の中から5.4(2) 縮尺についての項の縮尺の計算式より得られた結果にもとづいて縮尺を決定する。

v) プログラムに汎用性をもたせる。

プログラムは、設計結果の多様の変化に応じて、それに適合するようにならなければならない。そのため、実際に起りうる最大、最小の構造物の大きさを想定し、同一の自動製図に対しては、同一プログラムで処理できるようにしなければならない。なお、他種の構造物の一部としても利用できるようにし、汎用性を持たせることが必要である。

vi) 自動製図機による製図時間をなるべく少なくする。

自動製図機による製図においても、製図に要する時間はなるべく少なくするようにならなければならない。このため、ペンを上げたまま移動する距離は、できるだけ少なくすることが必要である。したがって、製図の手順はなるべく一筆書きになるようにする。またペンの変更に要する時間をなるべく少なくするため、同じ大きさの線はできるだけまとめて書くようにする。

5.3 製図の範囲

矢板式けい船岸の標準断面図に一般に記載されている事項はすべてかくものとする。すなわち、矢板壁本体や控え工の形状や位置、タイロッドのとりつけ位置をはじめとし、前面水深およびHWL, LWLの水面記号、裏込めの形状および捨石記号、地盤記号などを記載するとともに、設計条件、標題および輪かくも記載するものとする。これら通常の標準断面図で必要とされる記載事項のうち、前面水深、天端高、エプロン長さ、HWL, LWLおよびタイロッド取りつけ位置などは、あらかじめ設計条件で与えられる事項で、矢板根入長、控え工の形状および設置位置と深さな

どは、設計計算結果から与えられる事項である。
 ただし、矢板上部工の形状、腹起しの形状など基本設計の段階で与えられない事項については、プログラムを作成する際にあらかじめ与えておいた。また、裏込めの形状などのように、実施例をみても多様に変化し、設計、施工条件を考慮すれば必ずしも一義的に定まらないものもある。しかし、実施例に合わせてすべての形状が記入できるようにすることは計算機容量に問題があるとともに設計、施工上裏込めの形状を複雑に変化させることは問題がある。このため、実施例をも考慮しつつ一定のパターンを定めた。

5.4 自動製図の流れ

図-5.1に示すように、矢板式けい船岸の自動製図の流れは、次の4段階からなっている。

- i) 自動製図に必要なデータのインプット
- ii) 限られた図面内に適切に配置するための縮尺および間隔の計算、縮尺された構造物の各部分の位置を相対座標を原点とした座標になおす計算
- iii) 座標の定まった構造物各部分をベイシックサブルーチンおよびファンクションサブルーチン等の製図用サブルーチンを用いた製図プログラムによって自動製図機制御データの作成
- iv) 自動製図機制御データにもとづいた自動製図機による製図

このうちii) およびiii) の作業は、自動製図プログラムによって処理される。すなわち、自動設計の結果として磁気テープにアウトプットされた自動製図のためのインプットデータと、あらたに自動製図のためにカードより入力される相対座標の原点、玉石の大きさなどの情報を入力データとし、縮尺、間隔および座標の計算と計算された座標点間を直線で結んだり、移動させたりする自動製図機の制御に必要な計算を行なう。このプログラムによる入力-演算-出力などの電算処理は、すべて大型電子計算機 TOSBAC-3400 で行なわれ、結果は磁気テープに出力される。

磁気テープに出力された自動製図機制御データは TOSBAC-3400 とは OFF-LINE 化され、自動製図機のコントローラに読み込まれる。コントローラとしては、小型電子計算機 (HITAC-10) が用いられているため、ストアードプログラム方式が可能となり TOSBAC-3400 で処理しなければならない制御データは、他の方式に比べて少ない。

図-5.1の流れ図に従って、矢板式けい船岸の標準断面図、設計条件、標題をかく自動製図プログラムについて説明する。

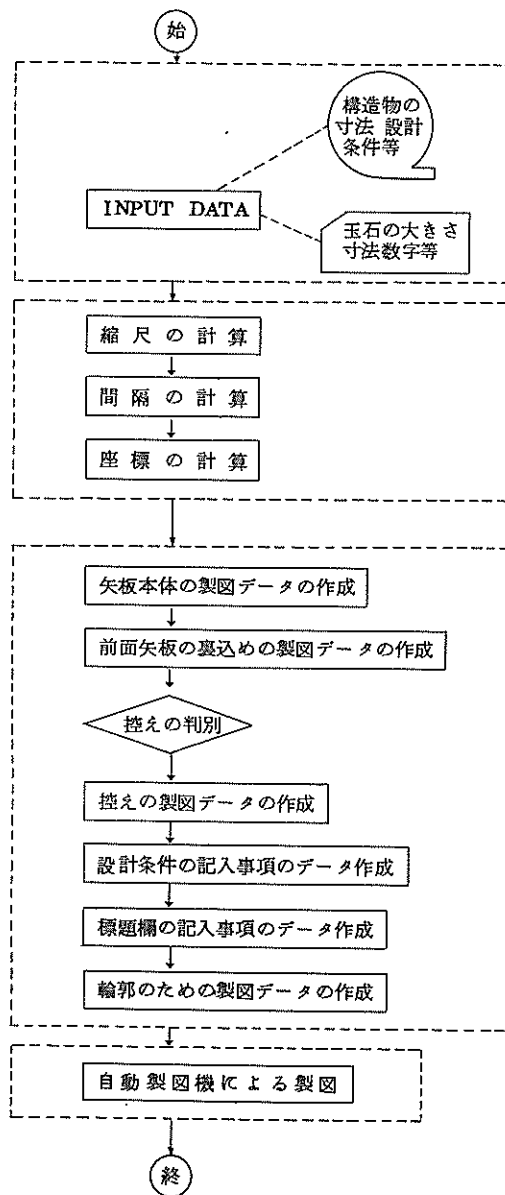


図-5.1 自動製図の流れ

(1) インプットデータ

矢板式けい船岸の基本設計の設計図面として必要な矢板式けい船岸の標準断面図、設計に必要な設計条件および図面の名称等を記入する標題欄を自動製図するのに必要なインプットデータとしては次のものがある。

i) 各構造物の断面寸法、諸元

設計条件から得られる矢板根入れ長さ、矢板の大きさ、

上部工の大きさ、矢板前壁から控え工までの水平距離および控え矢板、控え直ぐい、控え組ぐい、控え版の4つの控え工の断面の形状と根入れ深さ、設計条件として与えられるエプロンの幅とその舗装厚などである。

ii) 設計条件

標準断面図の右側余白部にかかれるもので、矢板式けい船岸の自動設計を行なう際必要としたもので前面の水深、土質条件、設計震度およびコンクリート強度、鉄筋強度などである。

iii) 標題欄の記入事項

標題欄は、設計条件欄の下側にかかれるが、その記入事項は、構造物の名称、港名などでそのためのデータである。

iv) 製図しようとする人が決めるデータ

寸法数字の大きさ、玉石の大きさ、さらに標準断面図、設計条件、標題欄の3種の図の原点となる相対座標の値である。

このうち、i), ii), iii) のデータは、自動設計で演算処理された後ラインプリンターと磁気テープに出力される。磁気テープに出力されたデータは、自動製図のためのデータとして使われる。

iv) のデータは、カードに書き込まれカードリーダーを通して読み込む。

i) ~ iv) までのデータを磁気テープとカードから別々に読み込むようにしたのは、前者は矢板式けい船岸の基本設計の際必要としたデータおよびその結果で、後者は製図を行なおうとするものが、図を書き始める際に決定するものであるからである。

これらインプットデータの変数名は、アウトプットする自動設計担当者と、アウトプットされたデータを使用する自動製図担当者の両者に、くい違いが起らないようにするため、通常使用している呼び名に類似したものを使用している。例えば、矢板前面から控え工の設置位置までの水平距離を通常、控え長さと呼んでいる。この控え長さをローマ字で表わし、変数名をHIKABLと決める。このような判断しやすい変数名を用いると、プログラム作成中において役立つだけでなく、プログラム完成後、しばらく日時を経過してプログラム修正の必要が生じた際にも大変便利である。

(2) 縮尺について

自動設計によって得られた矢板式けい船岸の標準断面、その設計条件などを与えられた図面内にかかせるためには、縮尺しなければならぬ。この縮尺は任意のものでなく、3.3 自動製図のための製図規定にもとづいた縮尺でなければならぬ。また判断しやすい図面をつくる縮尺を採用してやらねばならぬ。

図-5.2にもとづいて縮尺の決定の方法を説明する。

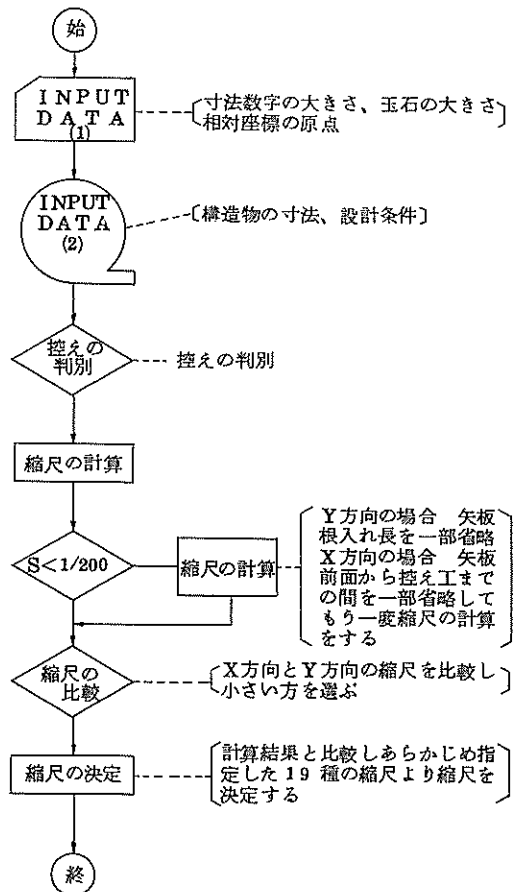


図-5.2 縮尺の決定

各構造の寸法等が書き込まれている磁気テープと、図の原点となる相対座標の値などがせん孔されているカードよりデータを読み込む。

矢板式けい船岸の自動製図プログラムは4種の控え工を自動製図できるが、まずはじめに控え工の種類が自動設計の順序にしたがって決定される。すなわち、控え矢板、控え直ぐい、控え組ぐい、控え版の4つの控え工の中からいずれをかくのかが判別され、図示する控えが決定する。

控えの種類が決ったならば、矢板前面から控え工設置位置までの水平距離、上部工、控え工の大きさと上部工の天端、矢板根入れ深さなど縮尺に必要なデータを選び、そのデータをもとにX方向(紙の横方向)とY方向(紙の縦方向)について縮尺の計算を行なう。

縮尺の計算式は

$$S = \frac{A - (i + j + k + g + m + n)}{\Sigma L}$$

S : 尺度

A : 図面の大きさ (mm)

i : 寸法線の間隔 (mm)

j : 輪郭から図までの間隔 (mm)

k : 輪郭のための余白 (mm)

g : 相対座標の原点 (mm)

m : 設計条件のための余白 (mm)

n : 水面記号のための余白 (mm)

ΣL : 各構造の外形寸法の総和 (mm)

となる。

上式の計算結果、X方向の縮尺が1/200以下になる際には、矢板本体と控え工までの距離の長いことが多く、矢板本体と控え工の図の間には、多くの余白を残す可能性がある。さらに矢板本体および控え工の図が小さくなり過ぎる恐れがある。そこで、このような場合には、矢板本体と控え工までの間を破断線でもって一部省略することにして再びX方向について縮尺の計算をする。

Y方向の縮尺が1/200以下になった場合には、矢板以外のものは非常に小さく図示され、必要以上の余白を生ずる結果となる。このようなことをできるだけ避けるため、矢板の図を破断線でもって一部省略することとして、ふたたびY方向について計算する。

なお、X方向またはY方向の縮尺が1/200以下の場合に、X方向については、矢板本体と控え工の間を一部省略し、Y方向については、矢板の一部を省略してふたたび縮尺の計算を行っても、自動設計の結果によっては縮尺が1/200以下になりうる。

X方向とY方向の縮尺の計算が終ったならば、両者を比較し小さい方の値をその図面の縮尺と仮定する。

その仮定した縮尺と3.3自動製図のための製図規程に示されている1/1～1/5000までの19種類の縮尺と比較し、仮定した縮尺より小さくそれに最も近い縮尺を19種類の中から1つ選び標準断面図の縮尺とする。

(3) 間隔の計算

図をかく際、限られた図面内に図が収まれば良いというものではない。

図が、左右、または上下のいずれかに片寄って図面内のバランスがくずれた際、図を見るものに違和感を与える。このようなことを避けるため図の配置を決めてやらねばならない。この配置計算を行なうものであるが、矢板本体と各控え工は一体となつているため各控え工の形状に応じた配置を決めてやらねばならない。そこで、インプットデータよりまず控え工の種類を決める。次に控え工の種類ど

とに、次式によりX方向とY方向について間隔の計算を行なう。

間隔の計算式は、

$$u = A - (\Sigma L \times S + i + k + g + m + n)$$

u : 間隔 (mm)

となる。

この間隔の計算により図の配置が決定する。

(4) 座標の計算

すでに開発されている製図サブルーチンにもとずいて製図データを作る際には、図の座標値を与えてやらねばならない。この座標値は、常に図面の原点である相対座標からの座標値である。

このため、座標計算は複雑で間違いやすい。このようなことをできるだけ避けるため、図をブロック別けし、そのブロックの中心となる点の座標をあらかじめ計算しておく必要がある。

実際の製図データを作るには、あらかじめ計算された各ブロックの中心となる点を仮の原点として製図データに必要なすべての座標を計算する。

ここではプログラムが組みやすいように矢板式けい船岸の標準断面図を数ブロックに別け、矢板上部工左上、矢板最下端、控え工の中心などそのブロックの中心となる点を13個選びその座標計算を行なっている。また設計条件、標題欄の中心として仮の原点となる点をそれぞれ1個選びその計算を行なっている。

インプットデータをもとに縮尺の計算、間隔の計算、座標の計算により、自動製図の流れ i) インプット処理 ii) 図を限られた図面内に適切な配置で収めるための計算の項は終ったので iii) 製図データの作成を行なう。

(5) 矢板本体および水面記号の製図

まず矢板本体の製図であるが、ここではすでに開発されている自動製図サブルーチンのうち、α、γ、φ等の特殊文字、ローマ数字、AB4、1/2のような英数字、数字、また2点間を結ぶ直線、寸法線、土盤記号、破断記号、さらに水面記号をかくサブルーチンを使用し、矢板上部工、矢板、エプロン、タイロッドおよび腹起し、さらに水面記号をかく。

なお、縮尺された矢板は、図示したさいに線が重なり、見づらくなることがある。これを避けるため図上での矢板幅は2.0mmとし線の重なりを避けた。また矢板の種類および長さも矢板に沿って記入する。もし、縮尺の計算でY方向の縮尺が1/200以下になった場合には、破断線でもって矢板の一部を省略したものを図示する。タイロッドについては、長さおよびその材質を記入する。

(6) 裏込めの形状

矢板背後の裏込めの形状は、必ずしも一様ではなく、現場の状況等により形の異なることが多い。実施例にみられるような裏込めの形状の変化に応じて図をかけるようにプログラムを作るには、多くの時間と同時に膨大なプログラムが必要となり極めて困難である。そこで、プログラム作成にあたって、今までの施工例より裏込めの形状を標準化した。その基本形を図-5.3に示す。しかし、自動設計の結果によっては、図-5.4のように控え版の版基礎が盛土の際、矢板裏込め図と版基礎の裏込め図が重なることがある。このような場合には、版基礎の裏込め図を優先させて図-5.4のように書く。またくいが矢板裏込め内に入る際には、くいを優先させてくい内に裏込めを書かないようにする。

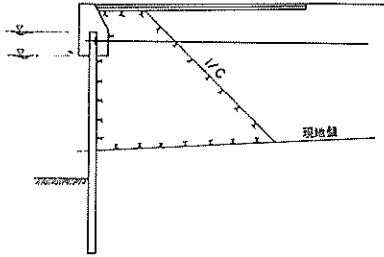


図-5.3 裏込め形状(その1)

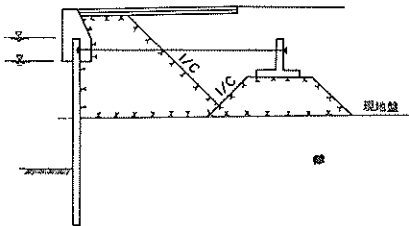


図-5.4 裏込め形状(その2)

ここで使用している自動製図サブルーチンは、裏込めの玉石、英数字(裏込めのこう配をかく際使用する)、直線をかく3つのサブルーチンである。

(7) 控え工の製図

4. 矢板式けい船岸の自動設計で行なっている4つの控え工、すなわち控え版、控え矢板、控え直ぐい、控え組ぐいについて製図する。

ただし、これらを一枚の紙に同時に製図するのではなく、自動設計の段階で図示する控え工の数と種類があらかじめ指定され、その種類ごとに矢板本体と控え工が一体となった矢板式けい船岸の標準断面図をかく。例えば、控え直ぐいと控え組ぐいが指定されているならば、最初のA3のサイズの紙に、矢板本体と控え直ぐいの図が、次に同じくA3のサイズの紙に、矢板本体と控え組ぐいの図がかかれる。

なお、縮尺に影響する矢板前面から控え工までの距離などは、自動設計の結果によって各控え工ごとに異なる。そのため、図面の間で縮尺の異なることがある。

控え矢板、控え直ぐい、控え組ぐいについては、その材質と寸法を記入する。

控え版の基礎は、現地盤の状態によって版基礎が盛土になったり、切土になったりする。それに図も適合するように控え版基礎は盛土または切土の断面をかく。ここで使用している自動製図サブルーチンは、矢板本体と裏込めの製図のさい使用したものと同じものである。

(8) 設計条件および標題の記入

設計条件および標題の各項目は、漢字または英数字で構成されているため漢字および英数字の製図サブルーチンを使用するが、漢字のサブルーチンに含まれていない漢字については、カタカナで記入する。これらの漢字サブルーチンの呼び出しは一般に4桁の数字で行なわれる。ここで使用している自動製図サブルーチンは、カタカナ、漢字、数字、英数字をかくサブルーチンである。

以上のように製図データの作成を終えたならば、自動製図の流れ iii) 自動機制御部にもとづいた自動製図機による製図を行う。

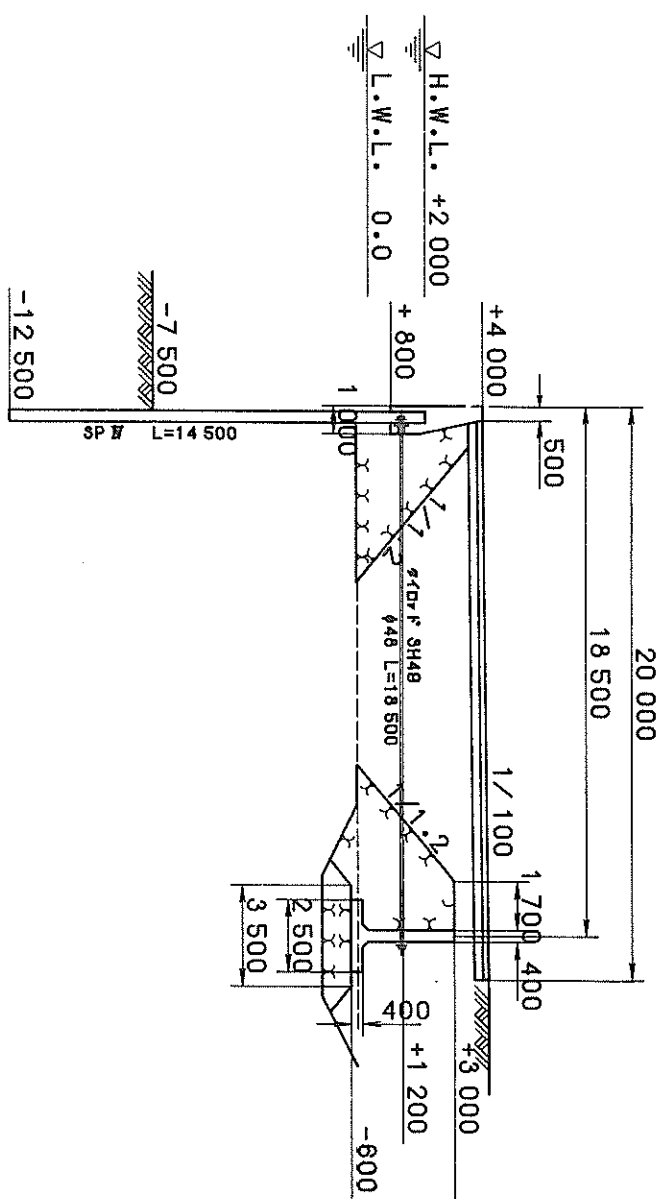
大型電子計算機による製図データの演算を終えたならば、そのデータを磁気テープにアウトプットする。磁気テープにアウトプットされたデータは、大型電子計算機とはOFF-LINE化され自動製図機を数値制御するための小型電子計算機に読み込まれる。この小型電子計算機によって数値制御される自動製図機により、矢板式けい船岸の標準断面図および設計条件、標題がかかれる。

5.5 自動製図機による矢板式けい船岸の製図例

4. 矢板式けい船岸の自動設計による計算結果をもとに自動製図機による矢板式けい船岸の標準断面図を図-5.5~8に示す。

なお製図に要する時間は平均1枚10分である。

標準断面図

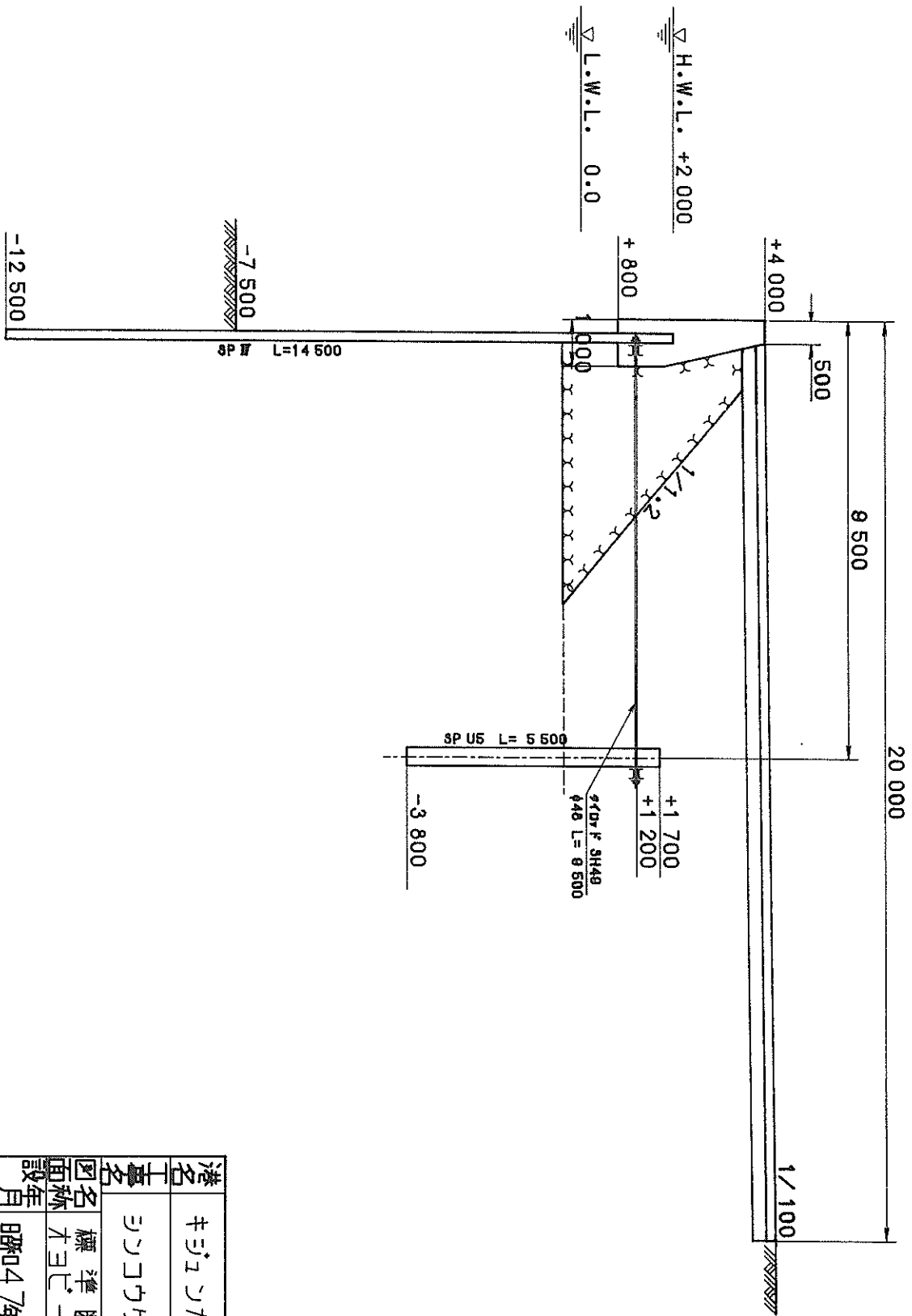


設計条件	水深	-7.5m
岸壁計	水深	-7.8m
岸壁計	岸壁高さ	+4.0m
設計	常時	3.0t/m ²
設計	地震時	1.5t/m ²
設計	土質	0.15
設計	内部摩擦角	40度
設計	単位積重量	1.8t/m ³
設計	許容応力度(常時)	
設計	矢板	1800 kg/cm ²
設計	タレット	1800 kg/cm ²
設計	腹起	1400 kg/cm ²
設計	鋼	1800 kg/cm ²
設計	土質条件	
設計		-0.4m (現地線)
設計		φ=40度
設計		γ=1.0t/m ³
設計		-12.0m
設計		c=25 t/m ²
設計		γ=0.8t/m ³
設計		-16.0m
設計		φ=35度
設計		γ=1.0t/m ³
設計		-30.0m

港名	キジュツカ	図番号	1-10
工事名	ヨシコウケン 岸壁	縮尺	1/200
名称	標準断面図	組数	6枚/内1
設計日	昭和47年10月10日		
プログラム名	矢板式	ケイ	船岸

図-5.5

標準断面図

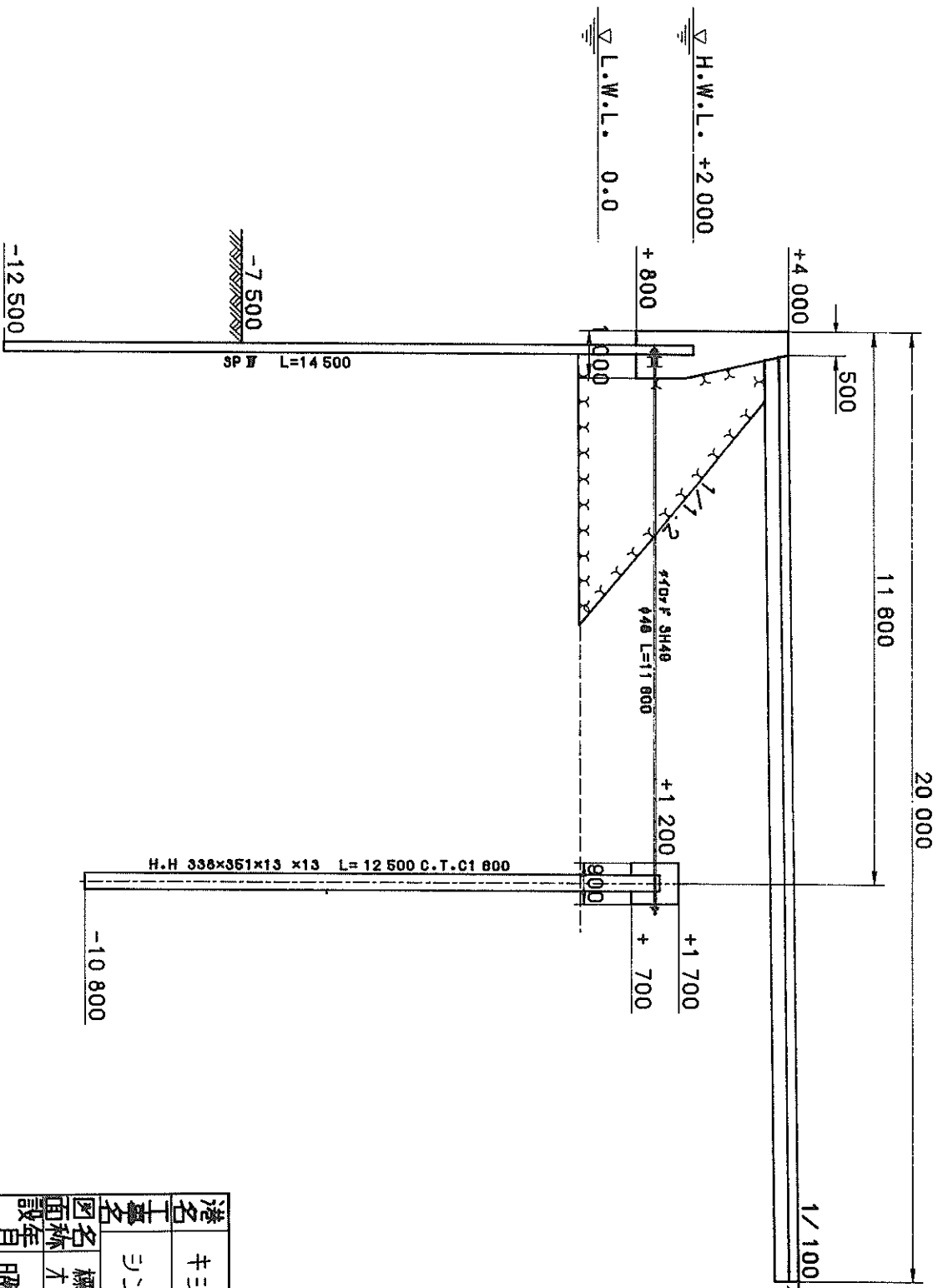


設計条件	岸壁水深	-7.5m
	設計水深	-7.8m
	岸上計	+4.0m
設計条件	設計時	3.0t/m ²
	設計時	1.5t/m ²
	設計時	0.15
設計条件	設計時	40度
	設計時	1.8t/m ³
設計条件	設計時	1.800 kg/cm ²
	設計時	1.800 kg/cm ²
	設計時	1.400 kg/cm ²
	設計時	1.800 kg/cm ²
設計条件	設計時	φ=40度
	設計時	γ=1.0t/m ³
	設計時	φ=25度
	設計時	γ=0.6t/m ³
	設計時	φ=35度
	設計時	γ=1.0t/m ³
	設計時	-12.0m
	設計時	-16.0m
	設計時	-30.0m

港名	キジュツカ	図番号	1-11
工事名	ヨコスカケツ	岸壁	-7.5m
断面図	標準断面図	総尺	1/100
設計年	昭和47年10月10日	組数	6枚/内2
設計日			
プログラム名	矢板式	ケイ	船岸

図-5.6

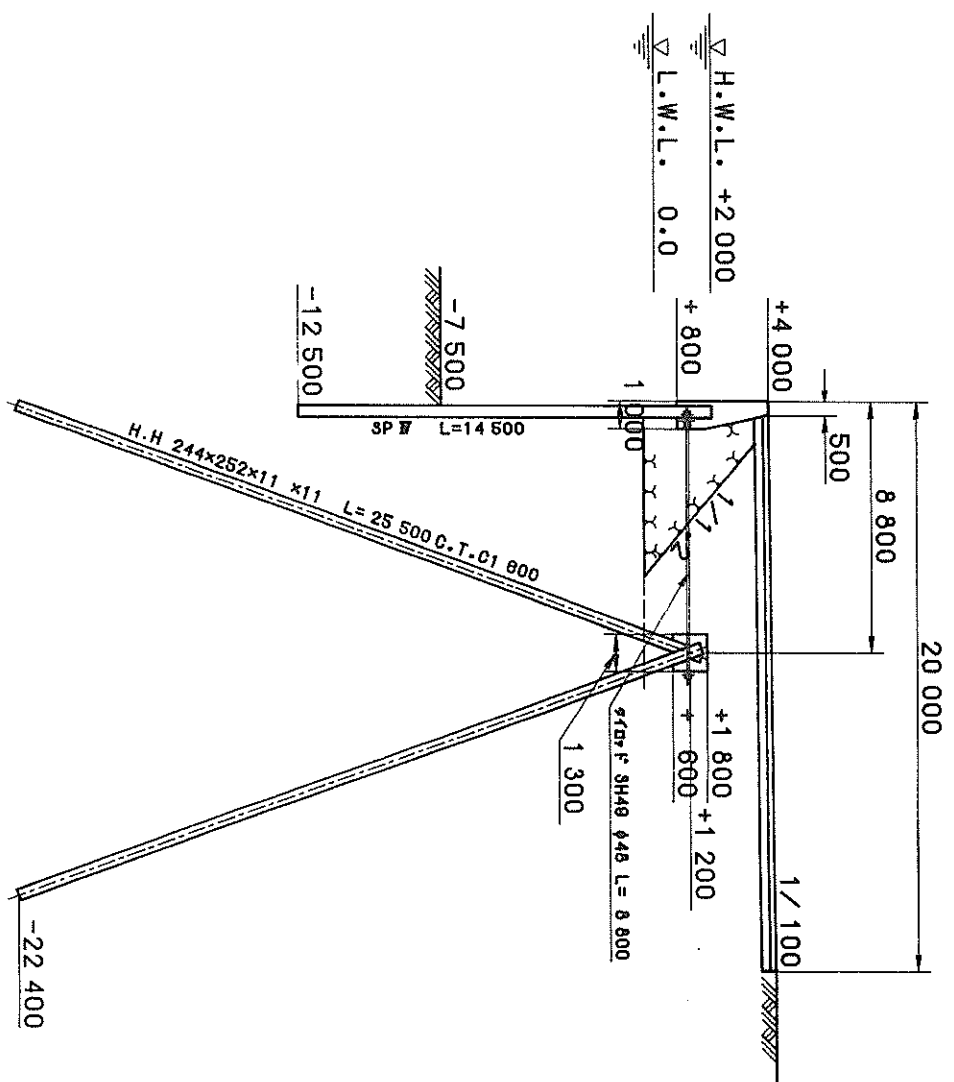
標準断面図



設計条件	岸壁計水深	-7.5m
	常時水位	-7.8m
	設計水位	+4.0m
設計土質	設計土質	3.0t/m ²
設計土質	設計土質	1.5t/m ²
設計土質	設計土質	0.15
設計土質	設計土質	40度
設計土質	設計土質	1.8t/m ³
設計土質	設計土質	1.800 kg/cm ²
設計土質	設計土質	1.800 kg/cm ²
設計土質	設計土質	1.400 kg/cm ²
設計土質	設計土質	1.800 kg/cm ²
設計土質	設計土質	-0.4m (現出盤)
設計土質	設計土質	φ=40度
設計土質	設計土質	γ=1.0t/m ³
設計土質	設計土質	-12.0m
設計土質	設計土質	c=25 t/m ²
設計土質	設計土質	γ=0.6t/m ³
設計土質	設計土質	-16.0m
設計土質	設計土質	φ=35度
設計土質	設計土質	γ=1.0t/m ³
設計土質	設計土質	-30.0m

港名	キジュツカ	図番	1-13
工事名	ヨシコウケン	工頭	-7.5m 岸壁
断面図	標準断面図	総尺	1/100
図名	木ヨビ一般図	組数	6枚/内4
設計日	昭和47年10月10日		
プログラム名	矢板式	ケイ	船岸

標準断面図



設計深	-7.5 m
壁計水深	-7.8 m
岸設天	+4.0 m
常時	3.0 t/m ²
地震時	1.5 t/m ²
設計土質	0.15
内部摩擦角	40 度
単位体積重量	1.8 t/m ³
許容応力度(常時)	
板	1 800 kg/cm ²
矢	1 800 kg/cm ²
タロット	1 800 kg/cm ²
腹起	1 400 kg/cm ²
鋼架	1 800 kg/cm ²
土質	1 800 kg/cm ²
-0.4 m (現地盤)	
φ=40 度	
γ=1.0 t/m ³	
-12.0 m	
c=25 t/m ²	
γ=0.6 t/m ³	
-16.0 m	
φ=35 度	
γ=1.0 t/m ³	
-30.0 m	

港名	キシュツカ	図番	1 - 15
工事名	ヨッコウケン ヲ頭	縮尺	1 / 200
図名	標準断面図	組数	6 枚/内 6
図面	オヨビ一般図		
設計日	昭和47年10月10日		
プログラム名	矢板式		クイ 船岸

6. L型ブロック式けい船岸の自動設計

L型ブロック式けい船岸の自動製図は、5. 矢板式けい船岸の自動製図と思想は基本的に同一であり、自動設計計算とのつながりもまた同じである。従ってここでは自動製図については改めて述べず、自動設計計算についてのみ、以下に記述することとする。

6.1 設計の基本方針

本自動設計プログラムは、L型ブロック式けい船岸および横さん橋土留壁（L型ブロックタイプ）を対象としており、基本設計および細部設計を行なう。

鉄筋コンクリート造のL型ブロックを据え並べたこの種のけい船岸は、重力式岸壁中で最も合理的な形式であり、施工設備が簡単で工費も安いのでよく採用されている。ちなみに、昭和42～45年に施工されたL型ブロック式けい船岸は32施設（補助も含む）、横さん橋護岸として6施設がある。

本自動設計プログラムの設計方法は、「港湾構造物設計基準」¹⁾に、施工方法は「港湾工事共通仕様書」²⁾に従うようにした。ただ「設計基準」および「共通仕様書」に明記されていない設計・施工法は、各港湾建設局が現在行なっている方法を比較検討あるいは調査を行なって、設計方針を決定した。

しかし、自動設計作業は従来各港湾建設局で、電卓等を用いた手計算を単に自動プログラミング化し、省力化を計るだけでは、電子計算機を利用した自動設計の本来のもう一つの利点、すなわち繰返し計算能力の速さを、最大限に利用したことにはならない。従って自動設計においては、設計上の、あるいは施工も考慮した最適化を考えねばならない。しかし、いざ工費について最適化を計ろうとすると、最適化モデルの複雑さ、最適化理論の不完全さ、あるいは計算量の膨大さから実用化することは極めてむずかしい。従って、本自動設計では、L型ブロック本体の前壁、底版およびフーチングの部材厚を決定する際に、工費の最適化（最小化）を行なったが、これはあくまでも部分的な最適化であって、L型ブロック本体全体としての最適化を計ったものではない。

なお、本自動設計では電子計算機の使用可能容量の大きさから、基礎地盤の置換等の地盤改良は一切考慮しておらず、円形すべり計算も行なわない。従って、本設計プログラムを使用する際には、すでに地盤改良は行なわれているものとして、設計条件を入力することになる。

6.2 設計大要

6.2.1 対象範囲

本自動設計プログラムは、設計水深13.5 m以下の砂質地盤上のけい船岸および横さん橋護岸を対象とする。

6.2.2 設計計算範囲

以下の項目について設計計算を行なう。

(1) けい船曲柱

「けい船柱の標準設計」³⁾において、設計けん引力に応じて曲柱5～100タイプが用意されているので、この中から使用曲柱を指定する。

(2) 上部工

安定計算およびクラッキングに対する検討より、上部工の形状（けい船曲柱設置箇所断面も含む）を決定する。

(3) L型ブロック

安定計算および応力計算より、L型ブロックの形状（ただしパットレスは一枚）を決定した後、配筋計算等の細部設計を行なう。

(4) 裏込およびマウンド

プログラム内で標準断面を選定する。

現在、細部設計については作業中であるが、今回の報告では基本設計についてのみ記述する。

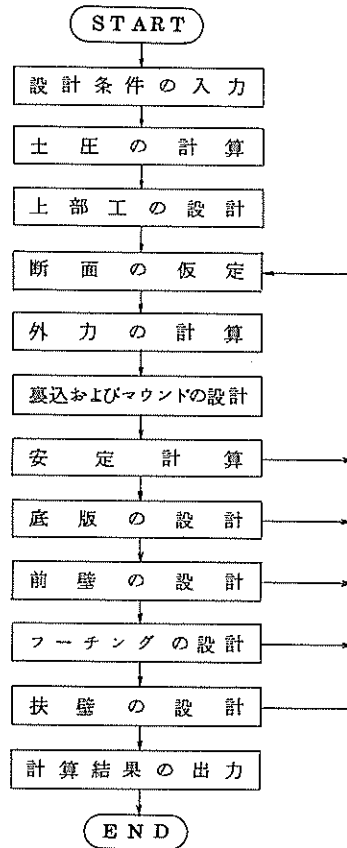


図-6.1 設計計算フロー

6.2.3 設計計算フロー

設計は図-6.1のフローに従って行なう。図示のループは安定計算およびL型ブロック本体部材厚決定のための最適化による繰返し計算である。本プログラムの演算時間は5～7分程度である。

最終部材断面は、上部工およびL型ブロック本体では5 cm 単位、裏込めおよびマウンドでは10 cm 単位に丸められる。

6.3 設計方法

6.3.1 設計条件

設計条件として次のものがインプットデータとなる。

- (1) けい船岸本体構造物か、横さん橋護岸かの別
 - (2) 前面水深
 - (3) 設計水深(ただし13.5 m以下)
 - (4) 天ば高
 - (5) H.W.L.
 - (6) L.W.L.
 - (7) 残留水位(R.W.L.)
 - (8) 上載荷重(常時、地震時)
 - (9) 設計震度
 - (10) 裏込めおよびマウンド土質条件
壁面摩擦角、摩擦係数
R.W.L. 以上
内部摩擦角、単位体積重量
R.W.L. 以下
内部摩擦角、単位体積重量
 - (11) 基礎地盤土質条件
内部摩擦角、単位体積重量
 - (12) コンクリート設計基準強度
L型ブロックコンクリート
上部工コンクリート
 - (13) 鉄筋許容引張応力度(異形鉄筋)
 - (14) 単 価
鉄筋工
コンクリート工(L型ブロックについて)
 - (15) クレーン吊上げ能力
 - (16) エプロン諸元
エプロン幅、筋装厚、路盤厚
 - (17) 渡版反力
 - (18) L型ブロックフーチング先端からマウンド斜面頂までの距離
 - (19) マウンドこう配
- ただし、(17)以下は横さん橋護岸の場合のみ入力する。(2)～(7)は工事用基準面を基準にとる。
上記の設計条件は、現在までに作成されたプログラムの

インプットデータであるが、今後変更予定のあるものは設計法詳細のところで述べる。

6.3.2 L型ブロック形状

過去に施工されたL型ブロック式けい船岸のブロック形状を調査してみると、施工地域によりパットレス部では、はちまきのあるもの、中空にしているもの、前壁部では上端にはちまきを設けているもの、厚さを変化させているもの、角度をつけているものなど、さまざまな形状のものがある。ちなみに、前壁上端のはちまきは表-6.1の如く、設けられているものは約半数程度である。

表-6.1 前壁上端のはちまき

種別	施工年度	調査数	はちまきを有するもの	はちまきを有する比率
けい船岸本体	昭和41年以前	28	16	57%
	昭和42年以降	29	10	35%
	全 体	57	26	47%
横さん橋護岸	昭和41年以前	16	13	81%
	昭和42年以降	6	3	50%
	全 体	22	16	73%
全 体		79	42	53%

力学的に有利であり、かつ施工工程が少なく済むような形状が一番良いわけであるが、一般的に力学的な立場からみた形状と施工上からみたのとは、相反するのが通例である。しかし、施工例では力学的な利点が定量的に明白であるが故に、複雑な形状を採用していることは数少ないようである。従って今回のプログラミングにおいては、過去に比較的よく採用された形状の最も簡単な図-6.2のようなタイプのもを対象とする。

6.3.3 裏込めおよびマウンド形状

(1) 裏込め形状

裏込めは現プログラムでは、図-6.3の如く土圧軽減が充分発揮されるように、壁体後し(趾)を通る鉛直面と天ば面との交点から1:1.2のこう配でおろすようになっている。

しかし裏込めの形状を決定する際には、土圧軽減による工費比較、施工法、現地盤の位置等の検討を行なうべきであり、今後種々の条件下で適用できるようにする。

(2) マウンド形状

現プログラムでは、図-6.3のように4種類のタイプ(タイプ4は横さん橋護岸の場合)に、下記の項目により自動的に決定される。

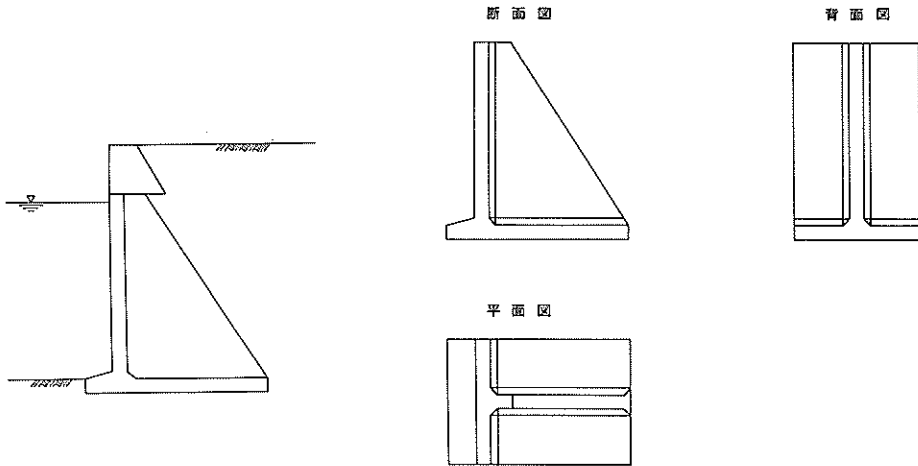


図-6.2 L型ブロック形状

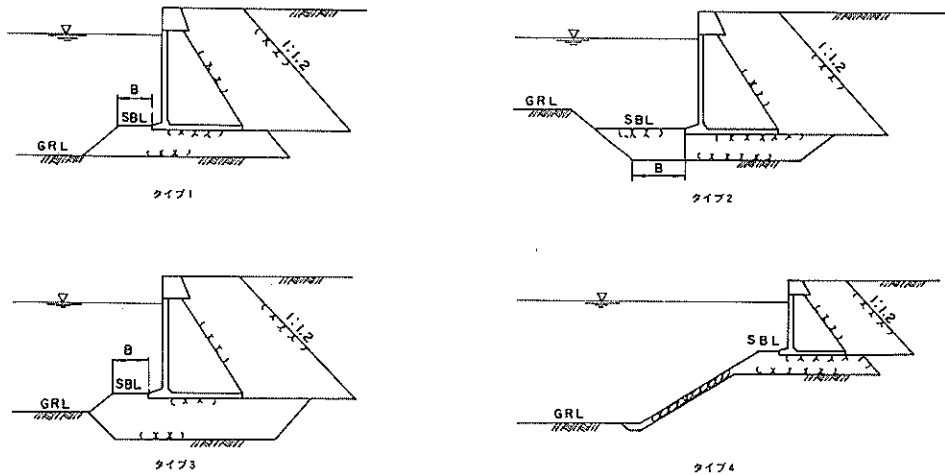


図-6.3 裏込およびマウンド形状 (GRL: 前面水深, SBL: 設計水深)

(a) 床掘の最小深さは1mとする。
「港湾工事共通仕様書」によれば、床掘施工精度は計画面に対して±30cmと規定されているのを参考にして、幾分大き目にとった。

(b) 捨石層の厚さ
捨石層の厚さ(L型底板下面より捨石層下面まで)は下記の如くとする。

- タイプ1の場合、最小厚は1.5m
- タイプ2の場合、2.0m
- タイプ3の場合、最大厚は2.5m
- タイプ4の場合、1.5m

(c) 図-6.3のBの値は2.5m以上とし、図-6.7のFGの長さに余裕長(0.2m)を加えたものとする。

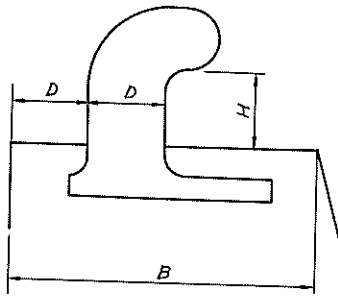
マウンド形状は種々の条件に応じて複雑に変化する。上記の4タイプのみでは、あらゆる条件下でとても覆いきれるものではないので、今後なるべく現場に沿うように検討を進めてゆく。

6.3.4 上部工

(1) けい船曲柱

けい船曲柱は設計水深に応じて、表-6.2により使用曲柱を指定する。表-6.2は「けい船柱の標準設計」および「港湾構造物設計基準」により、けい留索が二本以上掛け

表-6.2 けい船曲柱



設計水深 m	略称	けん 引力 ton	配置 間隔 m	胴径D mm	胴高H mm	上部工 幅 B m
3.75 以下	曲柱 5	5	10	150	170	70
3.75~ 4.75	曲柱 10	10	15	200	210	90
4.75~ 5.95	曲柱 15	15	15	250	250	110
5.95~ 7.55	曲柱 25	25	20	300	290	135
7.55~ 9.25	曲柱 35	35	35	300	290	135
9.25~ 9.75	曲柱 50	50	45	350	330	155
9.75~ 11.25	曲柱 70	70	50	400	370	180
11.25~ 13.50	曲柱 100	100	50	450	410	210

られる恐れがあるものとして求めたものである。曲柱の形状、アンカ等の詳細は「港湾構造物標準設計(第1集)」を参照されたい。

(2) 上部工の高さ

上部工の高さは一般に次の要因から決まる。

- (a) 潮差
- (b) 対象船舶の船型(設計水深)
- (c) 施工条件(場所打コンクリート)
- (d) 余裕高(異常高潮、波浪、地盤沈下等)
- (e) その他

本設計では(a)~(c)の要因を考慮して(図-6.4、図-6.5)、以下のように決定する。

1) 潮差が0.5mより大きい場合

$$H = 0.118(G+S) + 1.00 \quad (\text{m})$$

G: 天ば高 S: 設計水深

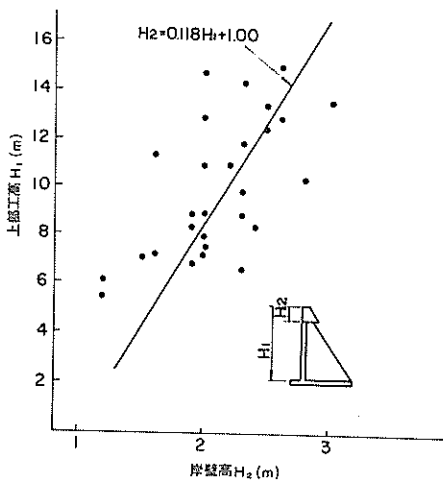


図-6.4 L型ブロック式けい船岸の岸壁高と上部工高の関係(施工例よりプロット)

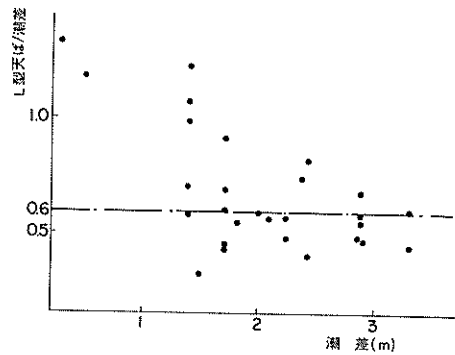


図-6.5 L型ブロック天ばと潮差の関係(施工例よりプロット)

上式で求めることを原則とするが、施工条件を考慮して上部工下ば(端)の最低高はL.W.L.面上潮差の6割の高さとする。

2) 潮差が0.5mより小さい場合

上部工下ば高は施工条件を考慮して、H.W.L.を原則とするが、上式で求めた上部工所要高がとれない場合には1)の場合に準ずる。

特別に(a)~(c)以外の要因から上部工高を決めたい場合には、インプットデータで別途に指定できるようにする。

(3) 上部工天ば幅および下ば幅

横さん橋護岸の場合には、最小天ば幅は0.80mとし、下ば幅=天ば幅+0.4×(上部工高)とする。後述する安定計算では、天ば幅が0.8mで十分な場合がほとんどである。

けい船岸の本体構造物である場合には、最小天ば幅は0.50m、下ば幅=天ば幅+0.5×(上部工高)とし、けい船曲柱設置箇所での最小天ば幅は表-6.2の値とする。

いずれの場合にも、安定計算およびクラッキングに対し

て断面不足のときには、天ば幅を5 cm単位で広げて繰返し計算を行なう。

(4) 上部工施工ブロック長

従来、次のような設計を行なっている施工例が多い。すなわち、けい船曲柱の配置間隔を対象船舶の大きさに応じて標準値を定めた後、上部工ブロックのほぼ中央にくるようにし、ブロック長としては9～12 m、L型ブロック幅の2～4倍とする。

従って、本設計プログラムにおいてもブロック長は最大12 mとし、L型ブロック法線方向幅の整数倍となるようにする。ただし、現プログラムでは一律に10 mとなっている。

(5) 安定計算

上部工の安定計算は、下記の荷重条件の下で滑動および転倒の検討を常時、地震時について行なう。なお、最小安全率は「港湾構造物設計基準」に従い、

滑動に対して、常時 1.2、地震時 1.0

転倒に対して、常時 1.2、地震時 1.1

とする。滑動における底面摩擦係数は0.6とする。

荷重は次のもの考える。

(a) 横さん橋護岸として使用する場合

- 上 載 荷 重
- 上部工壁体重量
- 土 圧
- 地 震 力
- 渡 版 反 力

渡版反力の合力作用位置は、安全側をとり上部工前端部より10 cmのところとする。

(b) けい船岸の本体構造物として使用する場合

- 上 載 荷 重
- 上部工壁体重量
- 土 圧
- 地 震 力
- 船舶けん引力

船舶けん引力は、設計水深により表-6.2から求める。異常時荷重と考える。けん引力は、上部工ブロック長にわたって一様に分散されるものとし、その方向は各安定計算において最も危険となるように作用するものとする。船舶接岸力は上記の荷重を考えれば、充分な安全率をもっていることが多いので特に考慮しない。

(a)、(b) いずれの場合においても、上載荷重は土圧分布の計算には考慮するが、エプロンからの直接載荷による鉛直力の増大分は安全側をとり考えない。

(6) クラッキングに対する検討

船舶けん引力によって、上部工コンクリートの海面側に

クラックが生ずる危険性があるので、下記のように、チェック計算を行なう。

まず、けい船曲柱は原則として上部工ブロック中央部に設けられるものとし、図-6.6の如く、けん引力 P による底面摩擦分布は一様であるとする。このような荷重状態の下で、上部工の中央部に凸部をもった長さ l の梁とみなして、コンクリート引張応力度を算出する。コンクリート許容引張応力度は $\sigma_{cs}/20$ とする。これは異常時とみて、許容応力度を5割増したものである。

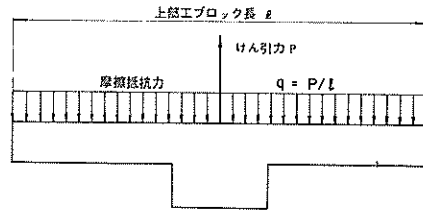


図-6.6 クラッキングに対する検討

6.3.5 L型ブロック本体

(1) 安定計算

L型ブロック仮想壁体は底板後し(趾)を通る鉛直面より前の部分とし、表-6.3に示す安定項目(ただしマウンド内の直線すべりは、現プログラムには組込まれていない)につき、チェック計算を行なう。

表-6.3 安定計算と最小安全率

項 目	常 時	地 震 時
壁 体 の 滑 動	1.2	1.0
壁 体 の 転 倒	1.2	1.1
地 盤 の 支 持 力	1.5	1.0
マウンドの直線すべり	-	1.0

安定計算には以下の荷重を考慮する。

- 上 載 荷 重
- 壁 体 自 重
- 土圧および残留水圧
- 浮 力
- 地 震 力

上記荷重の他に、横さん橋護岸として使用する場合には渡版反力が、けい船岸本体構造物として使用する場合には船舶けん引力が、ボラード設置間隔に一様に分布するものとする。

(a) 壁体の滑動に対する検討

次のような荷重状態で検討する。

水平力として、

1. 上載荷重をかけた状態で、壁体と仮想した境界面に作用する土圧の水平分力

2. 残留水圧(潮位はL.W.L.を基準)

3. 異常時の安定計算では、上記の他に浮力を差し引かない壁体重量に作用する地震力を加える。土圧は地震時土圧の水平分力とする。

4. 船舶けん引力の水平成分(けん引力の作用方向は滑動の安全率が最小となる方向とする)

鉛直力として、

1. 壁体と仮想した境界面より前方の上載荷重を含まない壁体重量で、浮力を差し引いた値

2. 境界面に作用する土圧の鉛直分力

3. 異常時には、土圧として地震時土圧の鉛直分力

4. 船舶けん引力の鉛直成分

5. 渡版反力

計算方法は「港湾構造物設計基準」による。不安定な場合には、底版幅を広げる。

(b) 壁体の転倒に対する検討

荷重状態は滑動に準じ、計算方法は「港湾構造物設計基準」による。不安定な場合にはフーチング幅を広げる。フーチング幅が、その最大値を越える場合には底版幅を広げる。

(c) 偏心傾斜荷重による地盤の支持力の検討

荷重状態は滑動の場合に準ずるが、上載荷重の有無によって、別々に検討する。不安定な場合には転倒と同じ処理をする。

現プログラムでは次のような計算を行なっている。まず基礎地盤の内部摩擦角を 5° アップして、「設計基準」の方法、すなわち図-6.7のように、捨石層下面まで荷重分散を行ない、CD面に対して偏心傾斜支持力公式を用いている。「設計基準」の方法は、捨石層は破壊を起こさないという仮設をおいたものであるが、捨石層の挙動をも考慮に入れた二層系偏心傾斜支持力公式⁴⁾が開発されたので、今後はこの方式を用いて支持力の検討を行なう予定である。

基礎地盤が粘性土の場合についても偏心傾斜支持力公式

はあるが、港湾区域では軟弱粘土層であることが多いので、基礎地盤に直接マウンドを置く方式を採用することは数少ないこと、二層系偏心傾斜支持力公式と「設計基準」の方法を比較した結果では(砂質地盤について比較)、両者の間には安全率にかなりの差があり問題があることから、本自動設計では粘土地盤は考えないことにした。

(c) マウンド内の直線すべりに対する検討

偏心傾斜支持力公式は、砂質土内に円形すべりが発生するとして、地盤の支持力を算定するのであるが、砂質土では円形すべりよりも直線すべりの方が起こりやすいのが通例である。従って、偏心傾斜支持力公式のみで支持力のチェックを行なえば、マウンド厚が大きい場合、直線すべりによりマウンドが破壊する危険性がある。従って、マウンド厚が大きい場合には直線すべりも行なうことにした。

計算モデルは、図-6.8のように、マウンドが二層になっているものを考える。荷重状態としては滑動の場合に準ずるが、L型塊底面での荷重作用状態は図-6.9の如くとする。すなわち、鉛直地盤反力はToe Pressure法によ

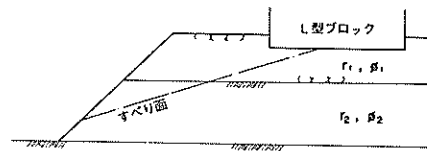


図-6.8 計算モデル

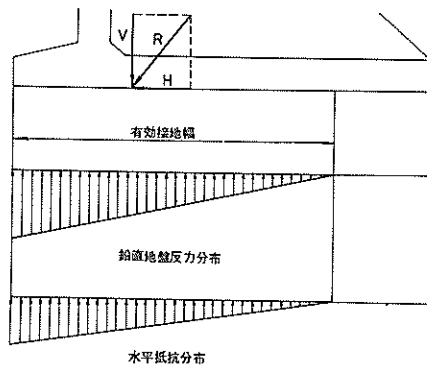


図-6.9 接地荷重分布

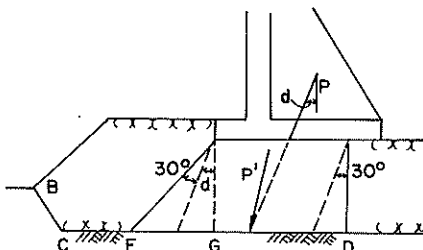


図-6.7 設計標準の方法

り求めたものであり、水平抵抗分布強度は破壊の極限状態において、鉛直地盤反力分布強度に比例するものとして、等変分布とする。ただし、L型塊根入れ部の受働土圧による水平抵抗は影響が小さいので考えない。

上記の荷重状態の下で「港湾構造物設計基準」第5編第4章斜面の安定計算法により、マウンド両層の内部摩擦角

港名工事名	設計震度	安全率	
		1.0	2.0
京浜港・本牧第3突堤先端護岸	0.10		● ○
神戸港・ポートアイランド -4.0 m岸	0.10		∞
京浜港・山下埠頭No.9,10バース	0.20	● ○	
舞鶴港・第3埠頭	0.10		● ○
名古屋港・稲永第2埠頭	0.20	● ○	
衣浦港・中央埠頭西側 -10.0 m岸	0.20	● ○	
千葉港・中央地区 -10.0 m岸	0.20	● ○	
小名浜港・第2埠頭 -10.0 m岸	0.10		∞
門司港・太刀の浦地区 -4.0 m岸	0.05		● ○
京浜港・山下No.9,10バース先端護岸	0.15	● ○	

● 安全率が最小となるすべり ○ 底版後し(趾)に始点をもつすべり

図-6.10 直線すべり計算結果(地震時)

を5°アップして求めた結果を図-6.10に示す。最小安全率と底版後し(趾)にすべり始点をもつ安全率との差は0.01~0.15程度である。地震力の計算には震度法を用いているが、このような計算方法は従来の経験からして安全側の計算になっていること、および計算時間を考慮して、底版後し(趾)に始点をもつ直線すべりでもって、チェックを行なうことにする。なお、地震時直線すべりの最小安全率は、「設計基準」および前記の計算結果から1.0が妥当であると考えられる。

このような直線すべりの検討を行なうのは、マウンドの高い横さん橋護岸である場合がほとんどであり、設計震度の大きい地域では、常時のすべりは地震時に安定であるならば、十分な安全率をもっていることが多いので特に考慮しない。

(2) 各部材の最適設計

(a) 部材厚の決定

従来、単鉄筋矩形梁の設計では、コンクリート縦圧縮応力度および鉄筋における引張応力度を、各許容応力度ぎりぎり設計するのが良いとされてきた。これは工費の面からいえば、コンクリートと鉄筋の単価工費が同等である場合には確かに工費が最小となる設計である。しかし実際には、単価工費に違いがあり最良の設計とは言いがたい。そこで、本自動設計では、前壁、底版およびフーチングの厚さを決定する際に、最適設計の思想を導入して以下の如く行なう。

部材厚は制限条件(2)の下で、目的関数(工費)Zが最小となるように決める。

目的関数

$$Z = C_s \cdot \alpha \cdot A_s + C_c \cdot B \cdot (d + d') \quad \dots\dots (1)$$

制限条件

$$\left. \begin{aligned} \sigma_c &\leq \sigma_{ca} & \sigma_s &\leq \sigma_{sa} \\ \tau_c &\leq \tau_{ca} & d + d' &\geq d_{min} \end{aligned} \right\} \dots\dots (2)$$

ここに、

- C_s : 鉄筋単価 (円/t)
- C_c : コンクリート単価 (円/m³)
- A_s : 部材厚決定断面での1m² 当り主鉄筋量
- α : 鉄筋量補正係数
- B : 部材幅 (通常は単位幅 1m)
- d : 部材有効厚
- d' : かぶり厚
- σ_c : コンクリート曲げ縁圧縮応力度
- σ_{ca} : コンクリート許容曲げ圧縮応力度 ($\sigma_{28}/2.5$)
- σ_s : 鉄筋引張応力度
- σ_{sa} : 鉄筋許容引張応力度
- τ_c : コンクリートせん断応力度
- τ_{ca} : コンクリート許容せん断応力度 ($\sigma_{28}/30$)
- d_{min} : 最小部材厚

ただし、 C_s 、 C_c には材料費だけでなく、組筋工費、型わく工費等の施工費も含まれる。 d_{min} は施工上から決まる値と、コンクリート公式($d = C_1 \sqrt{M/B}$)より定まる

値の大きい方とする。主鉄筋量 A_s は、表-6.4の組合せの中から選び出す。

表-6.4 主鉄筋表

(単位長1m当り)

鉄筋量 cm ²	鉄筋径 mm	ピッチ cm	鉄筋量 cm ²	鉄筋径 mm	ピッチ cm
95.662	35	10	19.354	22	20
79.423	32	10	19.101	19	15
64.242	29	10	15.483	22	25
63.775	35	15	14.326	19	20
52.948	32	15	13.237	16	15
50.671	25	10	12.903	22	30
47.831	35	20	12.668	13	10
42.828	29	15	11.461	19	25
39.711	32	20	9.928	16	20
38.708	22	10	9.551	19	30
33.780	25	15	8.445	13	15
32.121	29	20	7.942	16	35
28.652	19	10	6.619	16	30
25.805	22	15	6.334	13	20
25.335	25	20	5.067	13	25
20.268	25	25	4.223	13	30
19.856	16	10			

鉄筋量補正係数 α は、部材全断面についての単位面積当り平均鉄筋使用量(配筋筋等も含む)の主鉄筋量 A_s に対する比であり、施工例から求めると表-6.5のようになる。この値を参考に、現プログラムでは一応、前壁1.25、底版0.85、フーチング3.00としているが、この値は細部設計に関係しているので、基本および細部設計のプログラムが完成する段階で再検討する。

表-6.5 施工例による α の値 単位%

工 事 名	前 壁	底 版	フーチング
長崎港小ヶ倉柳 -7.5 m岸	139.6	109.2	306.2
門司港太刀の浦 -4.5 m岸	119.1	80.4	271.2
下関港 細 江 -7.5 m岸	127.1	83.7	-

この最適化手法は、ただ単に部材厚決定断面で、工費の最小化を計ろうとするものでなく、部材全断面について最適化しようとするものである。

なお、表-6.4は今後変更予定がある。

(b) 前 壁

前壁には、土圧(常時)および残留水圧が作用するものとし、扶壁で支持されている片持版として設計する。部材厚は全高一様厚とし、底版との接続部で前記の最適化手法を用いる。コンクリート粗骨材の最大寸法は40 mm程度として、施工上の最小厚は25 cm とする。設計計算の詳

細は「港湾構造物設計基準」に従う。

(c) 底 版

底版の設計には、上載荷重、上載土砂重量、底版自重および地盤反力(常時)を考慮する。底版は扶壁部で支持される片持版として設計する。部材厚は全幅一様とし、曲げモーメントが最大となる断面で最適化手法を用いる。施工最小厚は25 cm とする。詳細は「設計基準」による。

(d) フーチング

フーチングには、地盤反力(常時)およびフーチング自重が作用するものとし、前壁で支持された片持版として設計する。フーチング幅の最大値は、フーチング幹部厚の1.5倍とする。フーチング幹部厚の決定には、最適化手法を用い、前端幅は底版厚と同じとする。なお、施工上の幹部最小厚は、底版厚にハンチ(20 cm)を加えたものとする。詳細は「設計基準」による。

(e) 扶 壁

扶壁は前壁と一体となった単鉄筋T型梁とし、作用する荷重には、土圧(常時)および残留水圧を考える。扶壁の主鉄筋は三段配筋を原則とし、扶壁厚は配筋必要厚より求める。なお詳細は「設計基準」による。

(f) 岸壁法線方向L型ブロック幅

L型ブロック幅は、クレーン吊上げ能力により求める。L型塊吊上げ時におけるかん台付着力および衝撃力は、施工方法にもよるが、「設計基準」によれば各々ブロック重量の20%程度、実験結果⁵⁾によれば各々最大10%程度であり、この二つの力は同時に働くものではない。

一方、クレーン船の設計基準⁶⁾によれば、設計荷重の中に突荷重の1~2割の衝撃荷重が含まれており、施工時荷重はこの荷重係数にカバーされると考えられる。従って、本自動設計においては、ブロック幅はブロック重量がクレーン吊上げ能力を超過しない範囲で最大限にとる。

6.4 プログラムの概要

6.4.1 プログラムの構成

本自動設計プログラムの諸元は次の通りである。

プログラム語	FORTRAN
プログラムレングス	21233ワード
プログラムステップ数	約1900
プログラムの構成	
メインプログラム	1個
サブプログラム	19個

表-6.6に各サブプログラムの計算内容を示す。

6.4.2 フローチャート

図-6.1のさらに詳細なフローチャートを、図-6.11に示す。

表-6.6 サブプログラム一覧

サブルーチン名	プログラム内容
INPUT	設計条件の入力およびLPへの出力、設計条件の単位変換、上部工高の決定
KAPA	常時・地震時の土圧計算、残留水圧の計算
ASHYO	主鉄筋表
BOLLAR	上部工に働く外力の計算、クラッキングに対する検討
KEISEN	けい船曲柱諸元表
BOMIN	けん引力作用方向の計算、滑動および転倒の検討
ASSECT	L型ブロック断面寸法の初期仮定
SECT	L型ブロック重量の計算、L型ブロック壁体に働く外力の計算
ANTEI	安定性検討のための予備計算
HENUME	偏心傾斜荷重に対する地盤の支持力の検討
KUKEI	矩形単鉄筋梁の所要鉄筋量および応力度の計算
TGATA	T型単鉄筋梁の所要鉄筋量および応力度の計算
SUTE	裏込・マウンドの形状および断面寸法の決定
TEIBAN	底版の設計
ZENPE	前壁の設計
FOOT	フーチングの設計
FUHEKI	扶壁の設計
OPTIM	最適計算による部材厚の決定
OUTPUT	計算結果数値の単位変換、LPおよびMTへの出力

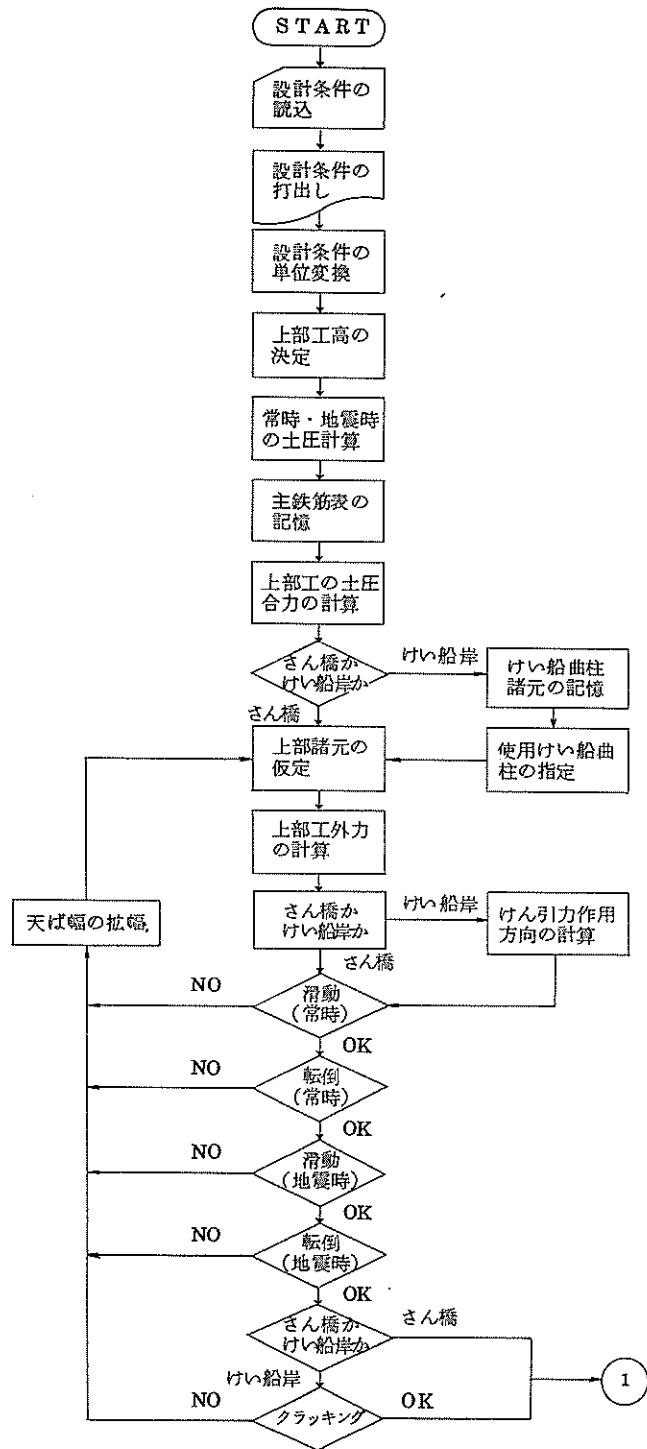


図-6.11 フローチャート

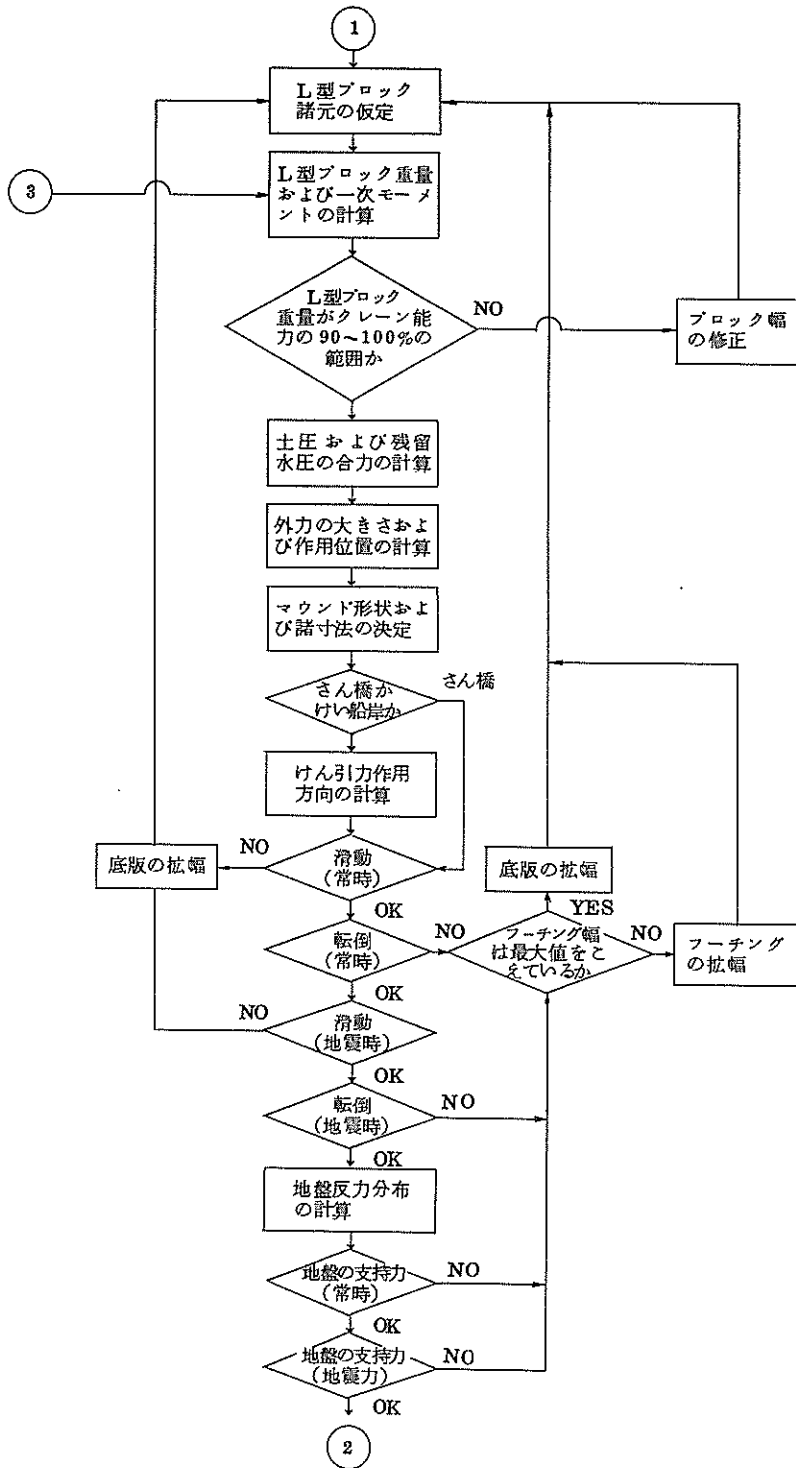


図-6.11 フローチャート(つづき)

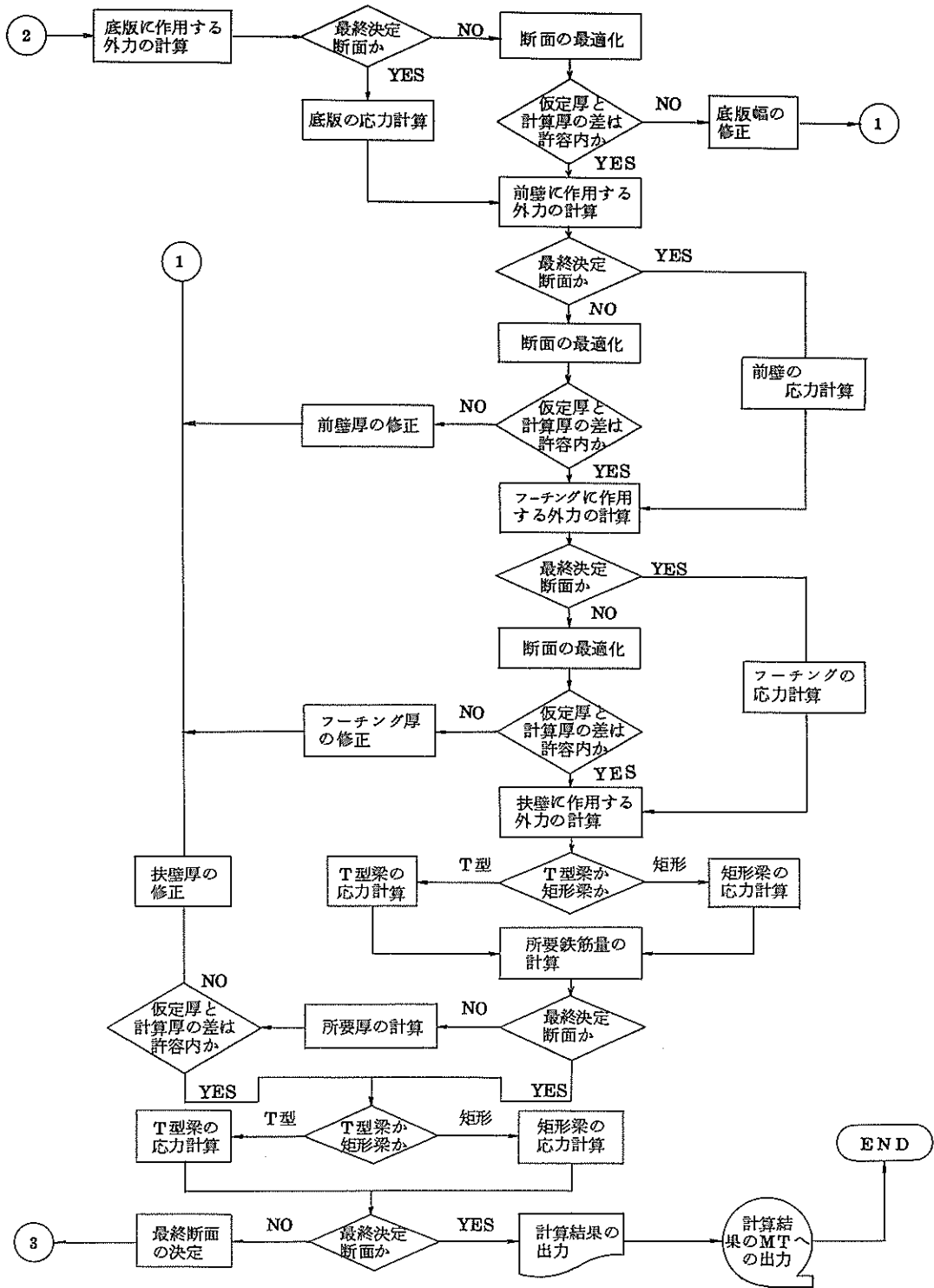


図-6.11 フローチャート(つづき)

***** L=GATA BLOCK KEISENGAN NO JIDOHSEKKEI *****

***** SEKKEI JOHKEN *****

ZENMEN SUISIN M 7,500
 SEKKEI SUISIN M 5,000
 TENBADAKA M 3,500
 H.W.L. M 2,000
 L.W.L. M 0
 ZANRYU SUII M 1,000

JOHSAI KAJUH
 JOHJI T/M**2 2,00
 JISINJI T/M**2 1,00
 SEKKEI SINDO 0,05

URAGOME DOSITSU JOHKEN
 NAIBU MASATSUKAKU R.W.L.=IJOH 35,00 DO
 TAN=I TAISEKI JUHRYO R.W.L.=IKA 30,00 DO
 HEKIMEN MASATSUKAKU R.W.L.=IJOH 1,80 T/M**3
 MASATSU KEISU R.W.L.=IKA 1,00 T/M**3
 15,00 DO
 0,60

KISO DOSITSU JOHKEN
 NAIBU MASATSUKAKU DO 30,00
 TAN=I TAISEKI JUHRYO T/M**3 1,00

CONCRETE SEKKEI KIJUN KYOHDO
 L=GATA BLOCK CONCRETE KG/CM**2 240
 JOHBUKOH CONCRETE KG/CM**2 180
 TEKKIN KYOYOH OHRYOKUDO KG/CM**2 1800
 CRANE NORYOKU TON 50
 TANKA CONCRETE YEN/M**3 7000
 TEKKIN YEN/TON 50000

図-6.12 計算結果(LPアウット)

KEISENKYOKUCHU NO SEKKEI

KENINRYOKU 15 TON
 KYOKUCHU NO DOKEI 250. MM
 KYOKUCHU NO HAICHIKANKAKU 1.5. M

JOHBUKO NO SEKKEI

BLOCK NO NAGASA 10. M
 JOHBUKO TAKASA 2000. CM
 ANTEI KEISAN JOHJI JISINJI 1.613
 KATSUDO JOHJI JISINJI 1.143
 TENTO JOHJI JISINJI 1.143
 CONCRETE NO HIPPARIOHRYOKUDO 3.2 KG/CM**2

LAGATA HONTAI NO SEKKEI

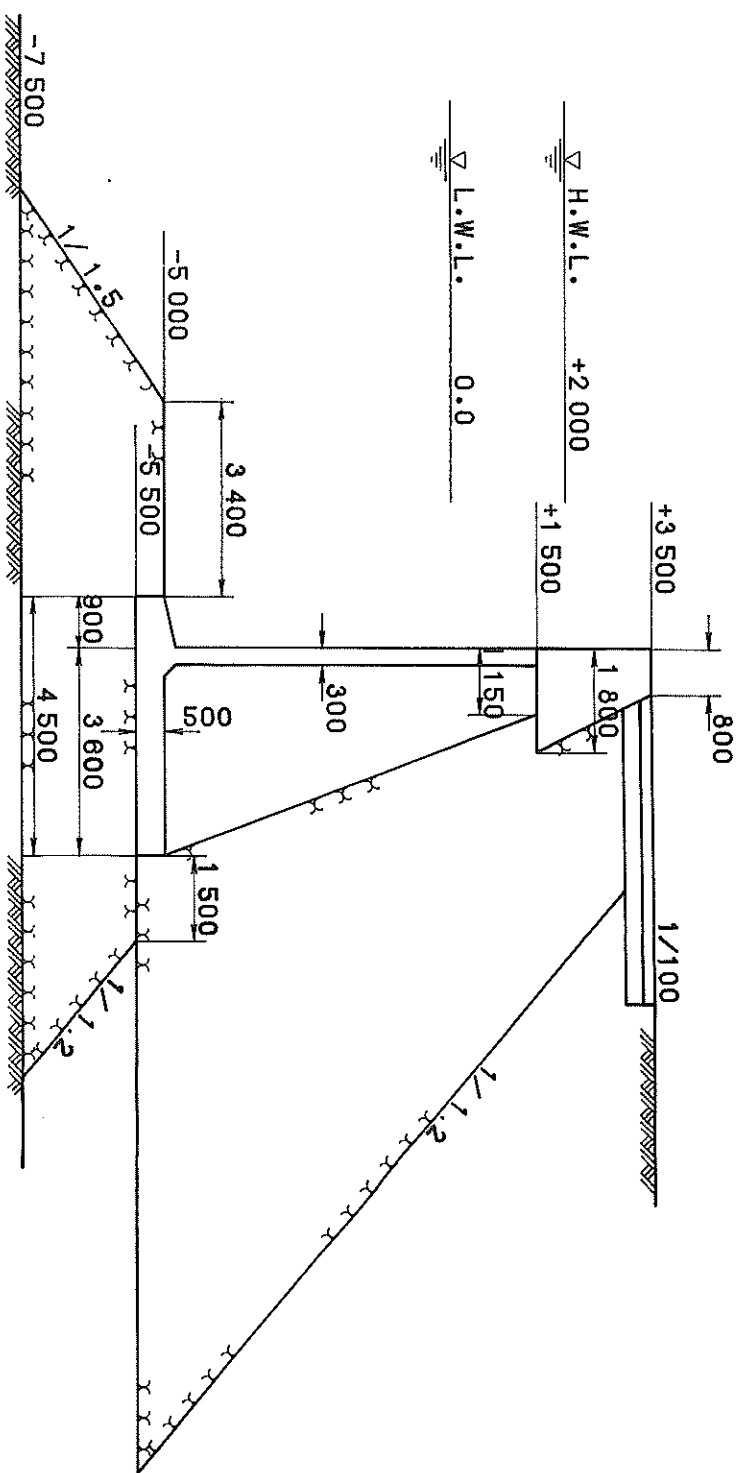
TEIBANHABA 4500. CM
 FOOTING NO NAGASA 900. CM
 BLOCK NO HABA 3650. CM
 BLOCK JURYO 49.99 TON
 ZENPEKI NO ATSUSA 300. CM
 TEIBAN NO ATSUSA 500. CM
 FOOTING NO ATSUSA 700. CM
 FUHEKI NO ATSUSA 350. CM
 ANTEI KEISAN JOHJI 1.215 JISINJI 1.135
 KATSUDO JOHJI 1.548 JISINJI 1.499
 TENTO JOHJI 3.053 JISINJI 2.683
 SIJIRYOKU

MAGE=MOMENT GA SAIDAI NI NARU DANMEN DENO TEKINRYO OYOBI OHRYOKUDO

	AS	F1	F2	F3
ZENPEKI	25.34 CM**2 (D25, MM PITCH20, CM)	78.9	1506.4	4.2
TEIBAN	38.71 CM**2 (D22, MM PITCH10, CM)	77.6	1656.3	7.0
FOOTING	12.67 CM**2 (D13, MM PITCH10, CM)	33.3	1751.7	4.6
FUHEKI	47.65 CM**2 (D32, MM HONSU 6.)	12.6	1669.5	0.7

AS = TEKINRYO, F1 = CONCRETE NO ASSUKU=OHRYOKUDO, F2 = TEKIN NO HIPPARIOHRYOKUDO,
 F3 = CONCRETE NO SENDAN=OHRYOKUDO

標準断面図

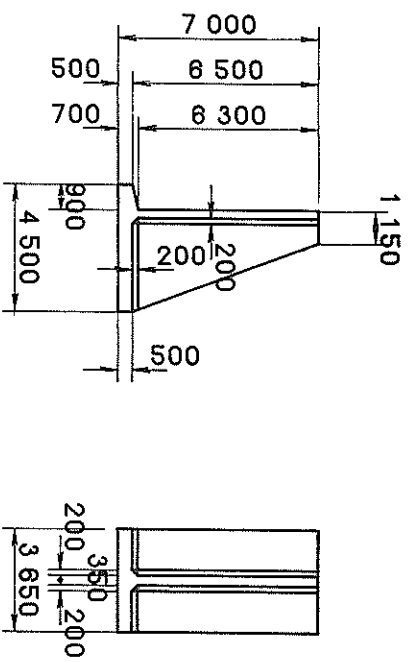


設計条件	水深	-5.0m
設計水位	常時	+3.5m
設計土質	時時	2.0t/m ²
設計地盤	時時	1.0t/m ²
設計土擦角	時時	0.05
内部土擦角	時時	
R.W.L.以上	時時	35度
R.W.L.以下	時時	30度
単体積重量	時時	1.8t/m ³
R.W.L.以上	時時	1.0t/m ³
R.W.L.以下	時時	1.5度
壁面土擦角	時時	0.6
摩擦係数	時時	
基礎地盤	時時	30度
内部土擦角	時時	1.0t/m ³
単体積重量	時時	
コンクリート強度	時時	180 kg/cm ²
上部工	時時	240 kg/cm ²
L型ジョック	時時	1800 kg/cm ²
鉄筋強度	時時	50 t
使用クレーン	時時	

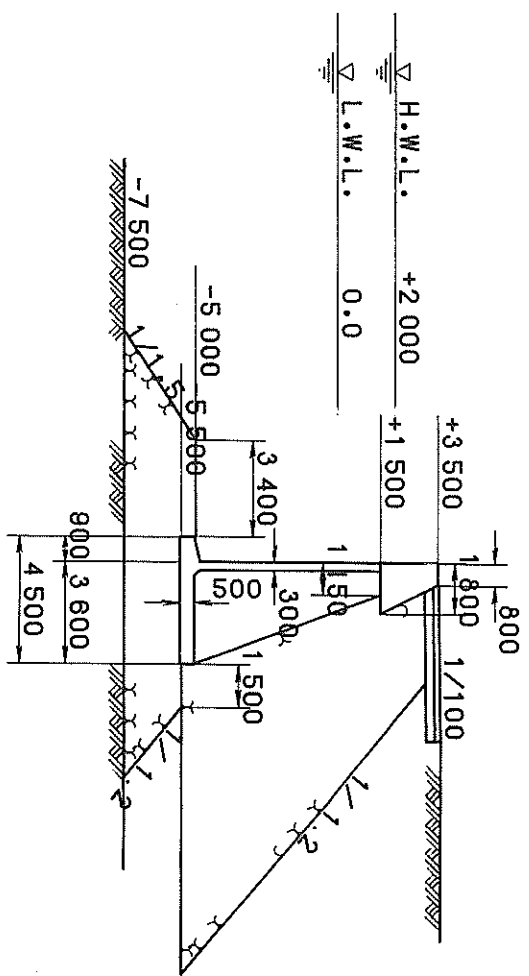
港名	キジュツカ	図番号	1-1
工事名	ヨシコウケン	岸壁	-5.0 m
図名	標準断面図	縮尺	1/100
図面設計日	昭和47年10月10日	組数	2枚/内1
プログラム名	L型ジョック式	船岸	

図-6.13-(1)

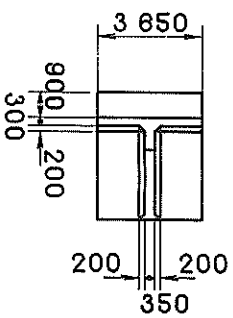
「型」ブロック一般図
側面図 背面図



標準断面図



平面図



港名	キシュツカ	図番	1 - 2
工事名	ヨッコウツツカ頭	縮尺	-5.0 m岸壁
図名	標準断面図	組数	1 / 200
図面年月	昭和47年10月10日	枚数	2 枚/内 2
設計者	プロテラス名		「型」ブロック式ケイ船岸

6.5 設計例

現自動設計プログラムおよび自動製図プログラムを用いて、実際に設計を行なった結果を以下に示す。

設計例は、設計水深-5.0mのけい船岸本体構造物であり、設計条件の詳細は図-6.12のLPに打出されたアウトプットに示す。ただし、計算結果のLPへの出力形式は、最終的なものではない。

標準断面図およびL型ブロック一般図は、自動設計プログラムの出力データを自動製図プログラムのインプットデータとして画いたものである。

なお、本設計例に要した時間は次の通りである。

① 設計条件のコーディングおよびパンチ	30分
② 自動設計計算	4分
③ 自動製図	
電子計算機による座標点の計算	2分
自動製図機による描画	10分
合計	約46分

(1972年9月30日受付)

参考文献

- 1) 運輸省港湾局：港湾構造物設計基準 日本港湾協会 昭46
- 2) 運輸省港湾局：港湾工事共通仕様書 日本港湾協会
- 3) 運輸省港湾局：港湾構造物標準設計(第1集) 日本港湾協会 1971
- 4) 片山・内田：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
- 5) 第5防波堤1000t ケーソンに関する調査報告一 第5防波堤載荷試験結果一 運輸省第三港湾建設局神戸調査設計事務所、神戸港工事事務所 昭41.3
- 6) 作業船設計基準(案) 運輸省港湾局、港湾技術研究所 昭46.10
- 7) 自動設計(44年度版) 建設省土木研究所資料 昭45.2
- 8) 土木学会：コンクリート標準示方書 昭42

7. あとがき

昭和45年10月、札幌で開かれた第21回直轄技術研究会において、港湾の設計における省力化と題して、港湾構造物の設計の自動化の必要性とその方向を示して以来はや2年が経過した。それ以来港湾技術研究所における技術開発として、設計基準課でとり組んできたが、少い人員の中で方法論の模索自動化をはかるための設計基準の整備などに日を費いやしたが、ここに第1報として、L型ブロックけい船岸および矢板式けい船岸の基本設計の自動設計および自動製図について報告できたことは関係者の熱意に負うところが多い。自動製図のための汎用図化サブルーチンについては、すでに研究所内において、実験結果の図示およびシミュレーション結果の図化などに広く用いられている。これら自動設計、自動製図法の開発に関して多大の御協力、御援助いただいた、港湾建設局、港湾技術研究所の関係各位に深甚の感謝を捧げたい。中でも当研究所設計基準部計算室の小川直樹技官、設計基準課百瀬由美子技官開発当初にその方法論の確立のために御努力いただいた現在、第2港湾建設局塩釜港工事事務所長の千葉善夫技官、図化用サブルーチンの開発に御協力いただいた東洋電機製造株式会社の古泉 武氏には特にお世話になった。また、自動設計の先達である建設省土木研究所の研究成果に力づけられることが多かったことを付記したい。今後とも関係各位の変わぬ御指導、御鞭撻をお願いする次第である。

港 湾 技 研 資 料 No. 150

1 9 7 2 ・ 1 2

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 株式会社 東京プリント

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