

論 說 報 告

第 27 卷 第 4 號 昭和 16 年 4 月

海工用巨大塊體に關する研究 (其の二)

(附横濱港其他に於ける實施諸例)

(下關要塞司令部検査濟, 内務省警保局内閣濟)

正會員 工學博士 鮫 島 茂*

5. 扶壁式埠頭構造に於ける巨大塊體

1. 扶壁式岸壁の分類

扶壁式 (Buttress Wall Type) 埠頭とは總論第 6 節に述べたる如く、背後の埋立土砂の重量を安定の要素として利用する形式、即ち“L”形壁又は“L”形に扶壁を加へたる扶壁體による埠頭である。而して性質上用途は岸壁及物揚場に限らる。

扶壁 (Buttress) なき“L”形壁は極めて小形の埠頭のみであるが、海工用の如き大形にありては常に扶壁を必要且つ有利とするが故に扶壁あるもの即扶壁體を以て代表せしむ。

扶壁體の使用材料は現在鐵筋コンクリートに限らるるが、蓋し他の材料を以てしては耐久性に劣り、且高價なる爲である。但し扶壁體の缺如せる部分を補ふ爲に木材を利用したる例あり、又將來鐵材を混用する場合もあり得る。

扶壁體岸壁 (物揚場を含む) には構造上次の種類あり。

i) 單一扶壁形

扶壁體の扶壁が其中央に唯 1 ヶ所存在するものにて、壁體重量を輕からしむる利益あるも、外壁上部の一端に働く水平外力に對し歪を生じ、各部に二次的應力を起す恐れあるを缺點とす。短き長さの扶壁體のみに使用せらる (圖-64, 72)。

ii) 複扶壁形

兩端に近く扶壁が 2 ヶ所存在するもの、或は 3 ヶ所以上にある形態のものであつて、構造上單一扶壁體に勝るも重量著しく大となる。又扶壁の數餘り多く長さ長きに過ぐるは二次的應力を起し不利益である (圖-65, 68, 70, 71)。

iii) 中間に水平床版を有する形

底床版の外に中段に水平スラブあるものにして、前壁に働く土壓の量を著しく減少せしめ、且つ底床版の面積を少くして安定の良化を計り得べく、根堀り土量を少くする利益あり、現在稀に使用せらるるに止るも、將來海工として考究の價値ある形式である。

iv) 扶壁體積疊形

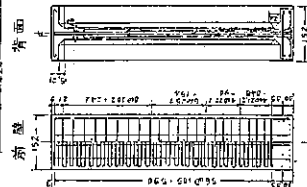
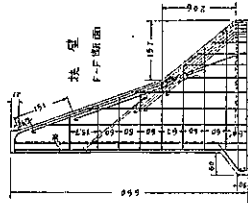
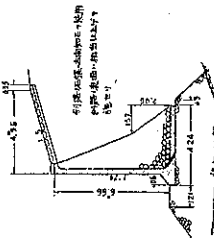
扶壁體 3 個を積み重ねたるものにして、iii) に似たる形となる。此の方法は豫製體單個の重量を減少し、而も岸壁に使用し得る利益あるも構造上中間に継目なきものに劣る事勿論である。

v) 組立てによる扶壁體

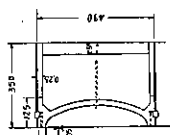
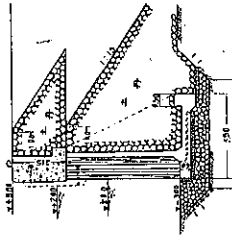
豫製體の重量を減ずる爲め、其一部を分離し現地に於て組立つる考案であつて、第 15 章に記載する下關港大扶壁體は底床版の一部を缺ぎ、別個の鐵筋スラブを以て補つた (圖-72)。又横濱港小岸壁用のものは底床版の大部を缺ぎ別個の木材により補つた (圖-70)。猶將來は底床版、前壁、扶壁又は此に代るものを各々別個に豫製し組立つるが如き考慮も行はれ得べく、本形式埠頭の進むべき一方向である。

* 内務技師 内務省下關土木出張所

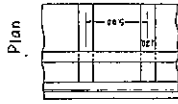
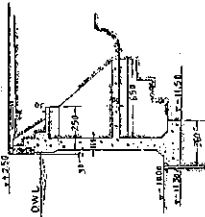
圖一54 下関 (B)
三米六岸壁



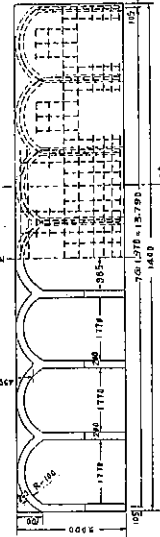
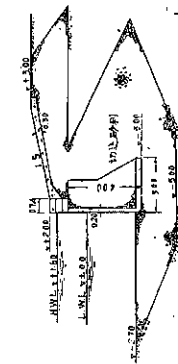
圖一55 橋頭三米岸壁



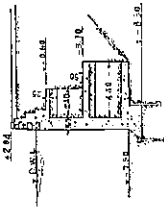
圖一56 Copenhagen
Traffic Basin



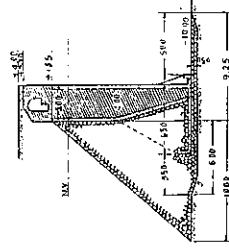
圖一58 清水港 三米物揚場



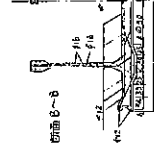
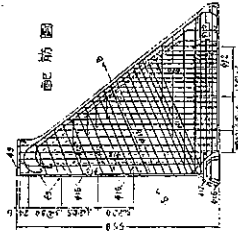
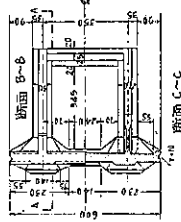
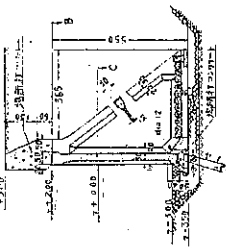
圖一57 Copenhagen
Bridge Island



圖一59 Valparaiso



圖一70 橋頭(南)三米岸壁
断面 A-A



2. 扶壁體岸壁の長所及缺點

其利點とする處は

i) 耐久性良好なり

鐵筋コンクリート構造として函塊と同程度の耐久性を有し、骨格式構造の如き構造的急所少く、或は又鐵筋矢板の如き打込龜裂の憂もない。

ii) 修理容易なり

函塊構造と同様である。

iii) 船舶の激衝に比較的堅牢なり

背面に土壤を有し其 Mass 大なる爲め、骨格式構造に比し丈夫であつて、局部弱點の保護方法を講ずるに於ては充分堅牢と稱し得る。

iv) 波浪高き個所に適當なり

壁の外面平滑なると、iii) の理由とより波浪ある個所に適當す。

v) 構造上不確實の點少し

重力式岸壁と同様である。

vi) 小形岸壁に特に適す

起重機船能力以内を以て施行し得べく、容易且最も經濟的に作り得る。

vii) 安定の良化を計り易し

安定の良化の爲には底幅を増大するは最も利益とするも、扶壁體形のものゝは容易、簡單且安價に此目的を達し得べく、函塊、方塊構造の如きものと大いに異なる處にして、此理由を以て扶壁體式のものゝは概して力學的に安定である。

viii) 適用し得べき地質の範圍廣し

容易に安定の良化を計り得る事、及び杭打基礎と爲すに適するが故に、地質極端に軟弱なる個所に非ざる限り、本形式を應用し得べく、其適用地質の範圍は重力式構造より遙に廣い。

ix) 工費最廉なり

地質及環境の如何によるべきも、概括的に見て、構造複雑ならざる爲め努力を要する事多からず。又所要材料の量に就ては最も合理的形狀たるが故に最少であつて結局に於て最も經濟的形狀である。

扶壁體岸壁の缺點とする處は

i) 沈下異状を生じ易し

壁下前趾に働く壓力強く、又重量大なる爲め往々前方に傾斜せんとし、或は又不同沈下を生じ此に伴ふ異状なしとせず。

ii) 水平外力に對する抵抗大ならず

重力式岸壁と同様であつて、特に壁底と基礎間の滑出しを危険とするも、重力式岸壁よりは杭打基礎として工作に適當するが故に安全に爲し易い。

iii) 地震に對する抵抗大ならず

性質上著大なる地震影響を蒙るべきは重力式岸壁と同様明白なるも、安定を良化し易く、又杭打基礎による便多きを以て、其解決は遙に樂であり、重力の 95% 程度の水平震度に堪ゆるが如く爲す事も不可能とせぬ。

iv) 大岸壁として施行安易ならず

起重機船の能力範圍を超ゆる扶壁體に就ては、フロートの利用或は假壁添付の操作を必要とし、熟練せざる技術者にとり容易とせぬ。但し習練により此の程度の施行困難が一般化する時期の近きを信ずるものである。

3. 扶壁體岸壁の施行

扶壁體岸壁を施行する手段は下の如くである。

i) 場所打コンクリートによる

周圍に締切堤を作り排水し乍ら陸上擁壁同様に築造する方法にして、最も完全であるが、掘込船渠か又は浅き岸壁の場合に限られ、深岸壁に對しては豫備工事が法外に高價となり、海工としての價値乏し。

ii) 扶壁體を豫製し起重機により移動す

困難なき平凡なる施行法たるも、普通其能力は 50t を限度とし、此を超過する大起重機船の如きは極めて高價不經濟である。即略水深 4m 以上の大岸壁には普通適用し難い。

iii) 豫製扶壁體に假壁を設け進水浮游せしむ

扶壁を支柱として背面に一時的假壁を取付け、函塊進水と同様に進水し、自己浮游により曳行し、内部に注水して沈下せしめ、爾後假壁を取外す方法であつて、將來にも適用性ある考案と思ふ。大正の末期清水港 3m 物揚場用として長さ 14m に達する長大なる扶壁體其重量 815t のものを此の方法により實施した (圖-68)。

iv) 扶壁體を豫製しフロートにより取扱ふ

豫製扶壁體の進水は乾船渠内、或は第 9 章記載の如く任意に停止し得る如き装置を以て斜路上を進水せしめ、第 10 章記載のフロート即別個の浮力を有する浮體にて吊揚げて運搬し、且沈下せしむる方法であつて、横濱港及下關港に於て重量 350t 及 188t のものをそれぞれ實施し好成績を挙げた。此の方法の特色とする處は大岸壁用の大重量の扶壁體を容易安全に取扱ひ得る事である。

4. 慣行扶壁體の缺陷及其改善に關する意見

扶壁體形埠頭は前に述ぶるが如く多くの特長を有する形状なるも現在一般に行はるるものに就ては相當の缺陷ある如く認めらる。此れを摘記せば

i) 基礎との連絡不完全なり

廣く行はるる如く。基礎地形上に扶壁體を單に靜置し、摩擦抵抗を以て水平外力に對せんとするは不十分であつて地質特に堅硬ならざる限り、前趾直下は杭打地形となし、壁底の特別なる工作によつて結合するを必要と考へる。然らずんば少くとも、基礎表面は稜角ある堅石を並べ、壁底を不平滑として、凹凸抵抗を加ふべきである。

ii) 壁厚薄きに過ぐ

扶壁體の前壁は函塊の場合以上に緊要なる役目を持ち、土壓、波壓、水壓に直接抵抗し、岸壁の耐久度は全く前壁の如何に係る。而して満干兩潮間の個所が最も自然浸蝕を受くと共に、船舶の接觸被害も此部分に最大である。特に實例の最も多き解小船埠頭にありては其使用頻繁なると且取扱ひ亂雑なる爲め、船の衝突に基く損傷は大船岸壁より遙に多い事は注意すべき件である。此故に扶壁體の前壁は計算値以上に大ならしめ、特に上部に厚からしむるを至當とする。

iii) 前壁の鐵筋外部被覆過小なり

耐久性増大の爲め海水に露出する前壁の鐵筋被覆を多くし、コンクリートを緻密ならしむ要あり。

iv) 防衝用意不十分なり

船舶の衝突を保護する防衝設備として木材取付けは、大船岸壁にありては不完全乍ら維持せらるるを常とするも、小船用岸壁にありては木材の取換へ修理の如きは、謂ふべくして行はれ難いのを例とするが故に、取換への要なき硬質防衝設備を適當とする。

硬質永久的防衝設備としては、前壁に縦に突起を付し(背面扶壁ある個所に於て)船舶をして直接前壁に接觸する事なからしむる方法が適當である。但し此際波頭を起さしめざる形状たらしめねばならぬ。

v) 扶壁體の剛度不十分なり

函塊に於けると同様に、不完全なる基礎均しの爲め歪を生じ、或は諸外壓の不均等なる場合にも歪むべく、前壁上端を増大せしめ特別の強度を與ふるを至當と思ふ。又長さを徒らに長からしむるは特に不可とする。

vi) 扶壁體外面の凹凸は勉めて避くべきである

外面を弧状となし、或は深き凹凸ある如きは波頭を起さしめ、土砂吸出しの原因となり、小船に激しき動揺を與へ、且干潮時不用意に繋留せる小船が満潮時に覆没する危険あるが故に、勉めて平滑なるを良しとする。

vii) 前壁の弱點は頂部コンクリートにより保護を要す

扶壁體岸壁の最弱所は、扶壁取付點より扶壁體端に至る間の前壁が突肘せる部分、即扶壁體相互の繼手附近であつて、船の衝突の如き非常衝撃に充分ならざる故に、扶壁體上部の頂部場所打コンクリートを利用し、適當の鐵筋を挿入して桁として働かしめ、繼手部分の補強に供すべきである。

viii) 底板の奥行は勉めて大ならしむべきである

扶壁體岸壁の大なる特色は容易に底板の奥行を長く爲し得るに在る。即僅かなる材料を以て大に岸壁安定度の良化を計り得る。

ix) 扶壁體重量の輕減は床版に於て爲すべきである

扶壁體は取扱の爲めに制限を受くる事多きを以て、重量を輕減する手段としては、床版面積の一部を缺ぎ取りたる形状とし、此の部分は他の別個のスラブを乗ずる方法を最も簡易且つ無害とする。

5. 結 論

扶壁體による岸壁は從來の重力式岸壁の特長の殆んど凡てを有し、且其缺陷の一半を持たぬ將來推稱さるべき改良形式である。而して其適性地質は堅盤及半堅盤であるが、稍々軟弱なる程度の地盤に對しても構造如何によりては取て不適當とせぬ。

材料を合理的に利用し、廉價である事、又滑り出し、前趾の沈下に對する防禦が容易に爲し得る美點は、將來本邦に於て、特に適用性廣く優れたる形態と考ふ。

扶壁體が自己浮遊に不適當なる爲め、現在其利用範圍が漸く小船用岸壁に止るは遺憾とする處であつて、須らく將來フロート操作の普及により、大船用岸壁用としても旺んに使用さる時期の遠からざるを期待する處である。

6. 大 扶 壁 體

1. 大扶壁體の説明

擁壁の形式として扶壁ある L 形擁壁が合理的形態として多くの特長を有するが故に、海中に於ける擁壁たる岸壁物揚場用としても、此を豫製し移搬する方法が夙に小形埠頭に行はれたが、施行の困難の爲め未だ大岸壁に及び得なかつた。

昭和 9 年横濱港瑞穂町水深 10 m 岸壁の築造に當り、其地盤が比較的良好なると其他の條件が備り居たる爲め著者等は扶壁體形を此の大岸壁に應用するの最も適切なるを認め、乾船渠内にて豫製し、フロートを以て浮かし上げ、移搬据付くる計畫を樹て、此を實行に移した。

斯の如き普通起重機船を以て扱ひ難き程度の扶壁體を“大扶壁體”と名付く。而して上記の大壁體はフロートを以て扱ひたる總ての巨大塊體の内、今日迄の最大の重量體であつて重量 350 t に達す。

横濱港に於ける成功に基き、昭和 12 年下關港の 9 m 岸壁にも本式を使用すべく計畫し目下其施行中に屬するが、本件は斜路により進水し、特別なる木製フロートを以て操作せしむる事とした。今兩例の要項を記せば

i) 横濱港瑞穂町 10 m 岸壁、長 422 m、水深干潮面下 10 m

扶壁體形狀高 12 m、敷幅 11 m、長 8 m、重量 350 t

扶壁の數 2 ヶ所、製造個數 52 個 (圖-71)

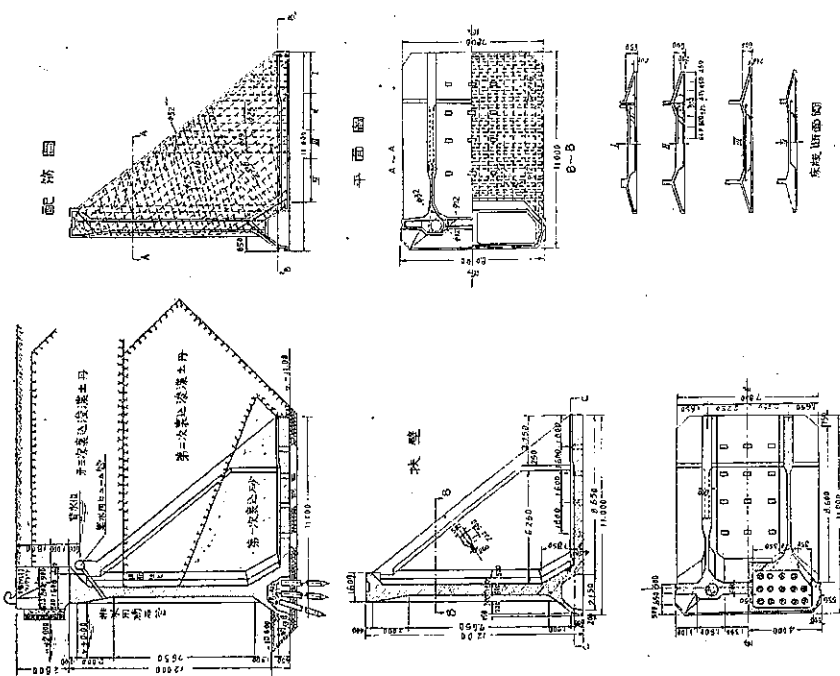
ii) 下關港、新突堤、長 660 m、水深干潮面下 9 m

扶壁體形狀高 12 m、敷幅 9.5 m、長 5 m、重量 188 t

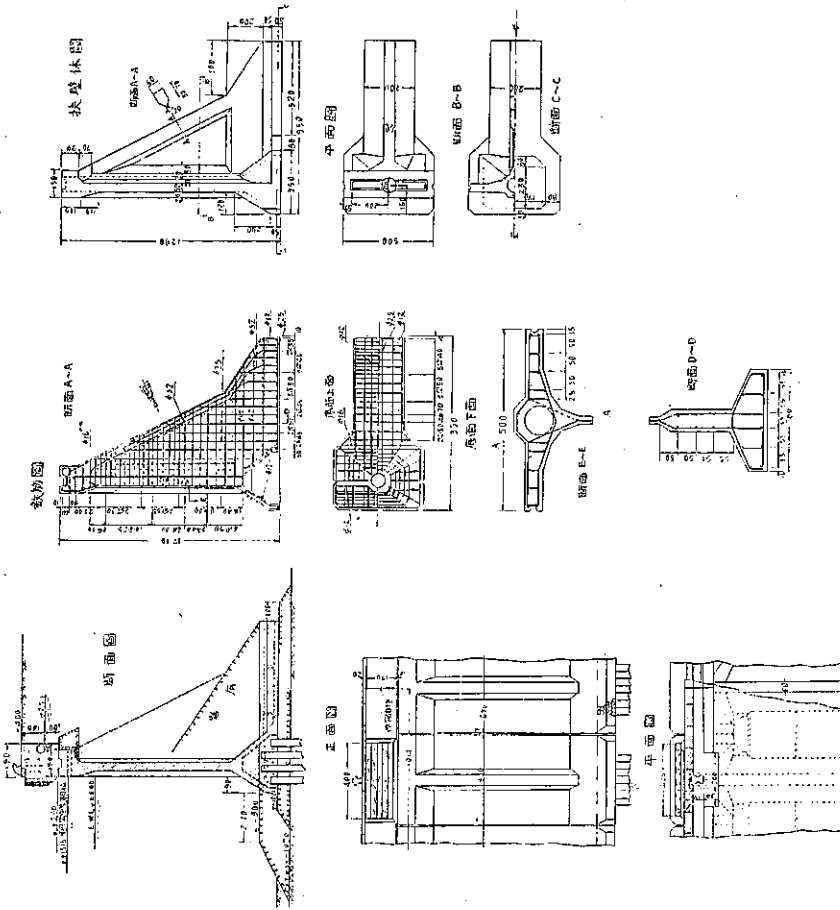
扶壁の數 1 ヶ所、製造豫定個數 266 個 (圖-72)

上記兩例の詳細に關しては第 14 章及第 15 章に述ぶる處である。

圖一71 橫濱瑞穂町岸壁(鋼筋大扶壁体)



圖一72 下関 九米岸壁(鋼筋大扶壁体 (昭和十五年十二月十三日 下関港務局合同部提供))



2. 岸壁用として函塊と大扶壁體の比較

堅盤又は中堅盤向大船岸壁用として函塊と大扶壁體の兩者の利害を比較し優劣を論ぜんとす。

i) 耐久性に就て

耐久性は一に外壁の如何に係るものであるが、從來の隔壁式函塊にありては壁厚薄く、耐久的觀念劣等にして適當なる注意の下に施行せられたる扶壁體岸壁に劣る事明である。新水平骨格式函塊と扶壁體に就ては、何れも外壁の厚さを任意に調節し得るを特長とするが故に耐久的に優劣を付し難い。但前者は多くの材料を要し、施行容易なるに反し、後者は材料工費を節し得るも施行比較的困難とす。

ii) 剛度に就て

函塊は各個の長さ比較的大なるを普通とし、扶壁體形は此に反す。故に基礎均しの不完全又は斜外力による歪みに對しては扶壁體に及ぼす影響は函塊の如く顯著でない。此の故に扶壁體形は從來の隔壁式函塊に比し剛度に於て有利なりと稱し得る。

iii) 外壁の厚さに就て

扶壁體形は自己浮游によらざるを通則とするが故に、隔壁式函塊の如く不合理なる上部薄、下部厚と爲すべき理由がない。又浸蝕に曝さるる水面附近の如き特に保護を加ふる事も任意である。

iv) 頂部龜裂に就て

扶壁體形は單個の長さ短きが故に、函塊の如く頂部よりの龜裂の憂僅少である。又形態上頂部を膨脹せしむるを有利とするが故に此の種の懸念は絶無に近い。

v) 所要材料に就て

同一の大きさを有する岸壁に對する所要材料の最少なるは扶壁體形の持つ最大の特色であつて、即函塊の如く後上部に一切の贅物を有せず、又後壁も必要としない最も合理的即無駄のなき形である。恐らく函塊の $2/3 \sim 1/2$ の材料を以て可とする。

vi) 安定に就て

自己浮游を原則とする函塊に於て底幅を著大とする事は困難であり、浮かしむる爲めに函塊の形全體を廣くするを要し工費に影響する處至大である。此に反し、扶壁體形に於ては自己浮游に非ざるが故に、底幅は單にそれのみの増費に止り簡單である。此の故を以て、大扶壁體形は高さに對する底幅の比を大とし、岸壁安定上に好影響を齎すものである。

vii) 杭打基礎に就て

岸壁の大なる安定を得んが爲めには、前趾下に杭打を爲し、滑動と前趾下の強壓の抵抗を計るを最も適切と爲すが、函塊は其形態上杭頭と接合するが如き工作を施すに困難が多い。即ち清水港耐震補強用に行ひたる如く、他の物を介するが如き手段を要するに對し、大扶壁體形にありては、杭と丁度適合するが如き凹處を床版に設くる事も形態上比較的容易である。要するに大扶壁體形は函塊よりも、より安定なる岸壁と爲し易い。

viii) 適用し得る地質の範圍に就て

大扶壁體形は函塊より安定なるが爲め、函塊を以て不可とする軟地盤に於ても時に大扶壁體形を適用し得る。但極端なる軟弱地盤は到底扶壁體形の如き重力精神の構造の範圍ではない。

ix) 耐震性に就て

安定度良好の爲め地震に對しても函塊より安全であるは明白である。横濱港瑞穂町 10 m 岸壁に於て、其初期に築造せしものは函塊による純重量式岸壁たりしが、此を耐震的に補強せしも、原耐震度重力の 10% を 17% に引上げたるに止りたるに對し、此に隣接する大扶壁體形は當初より 25% の耐震強度を容易に與へ得た。

x) 施行に就て

函塊を以て大岸壁を築造するは既に普及せる技術を以て容易であるが、自己浮游せざる大扶壁體をフロートの操

作により取扱ふ方法は未だ普遍的でなく、危惧の念を抱かしむる事無しとせぬ。但し著者は完備せるフロート装置による操作が、自己浮游方法より更に安全である事を經驗上確信するものである。

xi) 工費に就て

大扶壁體形が材料を要する事少く、又特に困難とする水中勞力の多くを要せぬが故に、函塊形よりも安價たるは明かである。但し岸壁の延長が特に少き場合に於ては、フロートの設備を要せざる點に於て、時に函塊構造を安價とする。

3. 大扶壁體の製作進水及移搬

大扶壁體の製作及進水には次の諸方法が考へらる。

i) 乾船渠又は浮船渠の利用

最も簡單であつて、又神戸港函塊の如く棧橋にて製作し、浮船渠を進水用具として用ゆるも適當である。横濱港の實例は乾船渠である(圖-71)。

ii) 斜路の利用

下關港の實例は此の方法に屬し、特別斜路上に製作したる後、任意に止め得るが如き滑走方法により進水する。即ち浮かざるものを水中に入る爲めには適當の位置にて止むる要があり、此が爲めには油脂滑走は不適當であつて、ローラー滑走、又は車輪滑走により Brake し得るを必要とする(圖-72)。

iii) ホイストの利用

未だ實例なきも、陸岸にて製作し、又海中に脚柱と移動臺とを設け、製作せる大扶壁體を車輪にて此の上に移動し、海底に釣下ぐる考案である。100t を超ゆる大重量を釣り下ぐる装置も至難とせぬ。

次に大扶壁體を海上移動の手段としては

i) フロートの利用

別に説かんとす。

ii) 假設備を以て自己浮游

嘗て清水港 3m 物揚場用の長き扶壁體重量 81.5t に試みたる處であつて、扶壁上に假支柱を設け、背面に假壁を取付け、自己浮游する不均齊函塊と同様の取扱を爲す。然し大規模工事にありては此種方法は不經濟であり、且つ施行上の不安困難が却つて多い。

iii) 舢の利用

一時的的方法として、一般の舢又は土運船の如き浮體を組合せ、大扶壁體を吊り得る如くし、潮差を利用し、數度に分ち順次沈降する方法であつて、先づ進水したる大扶壁體を満潮を以て浮かせ、干潮に適當なる水深の海底に假置し、次に壁體と船との取付位置を代へ再び満潮に浮かせ、干潮に更に深き他の海底に假置し、此の順序を繰返して、所定の岸壁位置に掘付くる方法にして、第 8 章第 4 節第 3 項に記載せるものに類似し、手數煩瑣なるも、設備は大なる事を要せず、少數大扶壁體の取扱に適當と考ふ。

7. 骨格式埠頭構造に於ける巨大塊體

1. 骨格式埠頭の材料による分類

骨格式埠頭 (Wharf of Frame Type) は構造物の自重に依存する事なく、壁體はフレーム狀中空の形態を爲し、此を地盤に固結し、外力を地盤の局所に集中傳達する形式の埠頭であつて、古來より木材等を以て各國に行はれた。

骨格式埠頭を使用材料により分類せば

i) 木材

淡水港にして海蟲の害を蒙らざる地點、或は長木材が廉價豊富に入手し得る所に非ざる限り將來性なし。防蝕材

を注入するも到底半永久構造の範圍を出ない。

ii) 鑄鐵材

古代の構造にて高價脆弱將來適用の價値なし。

iii) 鋼材

高價にして耐久性低く、維持費不廉の爲め、特殊の場合以外將來に適用性なし。

iv) 鐵筋コンクリート杭

輕便なるも、海中に露出する面積廣く、打込に微龜裂の發生の爲め耐久度低劣にして、實例に就て見るに半永久的構造以上の價値なく、高級埠頭用として推稱すべき材料と思惟せぬ。

v) 混用

獨逸に發達したる水面下の木杭（淡水港）上にコンクリート L 形床を設けたるもの、米國に往々見受くる木杭とコンクリート床（防火の効果大なり）、或は鋼柱にコンクリート床等の例あるも特異のものに過ぎぬ。基礎材料として木材を用ゆるは一般に行はる。

vi) 鐵筋コンクリート（杭を除く）

耐久的最良、廉價且形状の自由なるを以て、骨格式埠頭に不可欠の材料であつて、將來性ある唯一のものとする。

2. 骨格式埠頭の構造による分類と其特性

剛度により骨格式埠頭を區別せば

i) 柔軟式構造

多數の垂直杭を以て基礎と脚體を兼ねしむる原始的構造であるが今尙木材の豊富なる米國西部に多く行はる。水平外力即船の衝撃は専ら多數杭の彈力及埠頭の Mass に依頼する精神であつて、材料を浪費する事甚しきも、船にとりては頗る安全な構造である。

ii) 半柔軟式構造

前者の垂直杭に斜方向の杭を支へたるもの（圖-74）、或は鋼又は鐵筋コンクリート細杭の上部に綾材を以て相互結合してラーメンの性質を帯びしめて水平外力に僅に抵抗せしめむとするもの（圖-73）等がある。本式の内、斜材多きものは相當の確實性あるも、鋼鉚の綾材を取付けたるもの如きは數年を経ずして柔軟式と大差なきに至るを常とし、特に鉚の端のネヂ山の命數は極めて短かく容易にゆるみを生ず。鐵筋コンクリート柱に同材料の綾材を取付けたるものは、高度の彎曲率の爲め龜裂を生じ易く、修理困難、耐久性低く推稱に値せぬ。

iii) 剛式構造

本式は埠頭構造物自體に高度の剛性を與ふるものであつて、將來の發展性あるは専ら此の様式に屬す。

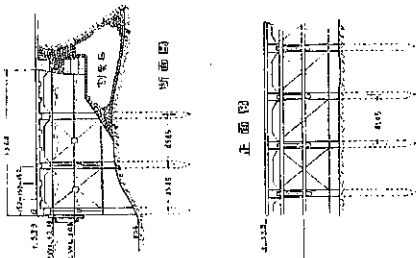
骨格式埠頭構造の内將來性ある剛式構造を更に構造上細分類せば次の如くである。而して此種ものは國別により大體の流派ある如く感ぜらる。

i) 杭床形式 (Pfahlrost Type)

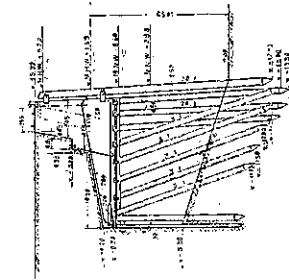
獨逸及北歐諸國に古くより發達せし形であつて、初期のものは河岸に多數の直斜木杭を打ちて基礎と脚體を兼ねしめ、水面以下にて杭の上に木床を張り、水面以上は天然石の前壁及土砂を乗せ、又水中杭群中に捨石を以て急傾斜のマウンドを作り土砂の流失を防止した（即埠頭の下部水中は Open である）。其後天然石に代ふるにコンクリートを以てし、又は木床と前壁を兼ねたる扁平 L 形鐵筋コンクリート床を用ひ（圖-75）、又土留に木矢板、鐵矢板、コンクリート矢板の使用、或は又矢板土留を前方に移して水中部を Solid とせる岸壁等各種の變化を生じた（圖-76, 88）。

本式は船の衝撃に強きも、其の優良性は河港に限り、海工には特色とする多くの木杭を用ひ難く、水面下を Solid として木杭を利用する爲めには矢板杭構造と同様の大鋼矢板を要し、又土壓支持の手段としての斜杭は不經濟なる方法である。更に又水面下 Open の構造は波浪多き海港には波害を受け易く、此を要するに海港たる本邦には工作

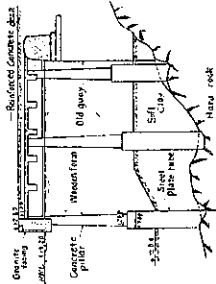
圖一-73 東京日出助棧橋



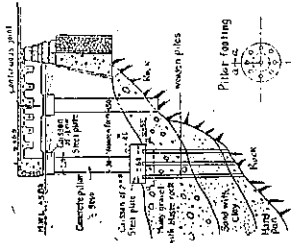
圖一-75 Hamburg



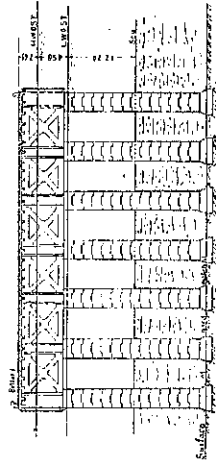
圖一-77 Göteborg



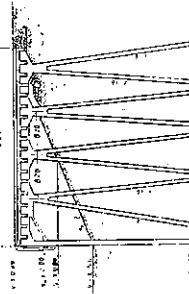
圖一-79 Stockholm



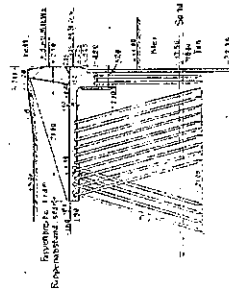
圖一-81 Dover



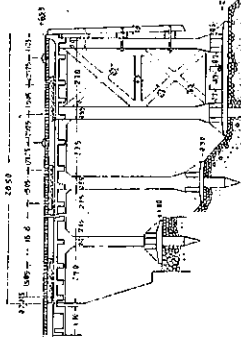
圖一-74 Buenos Aires



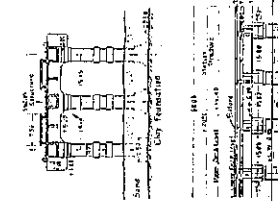
圖一-76 Bremerhaven



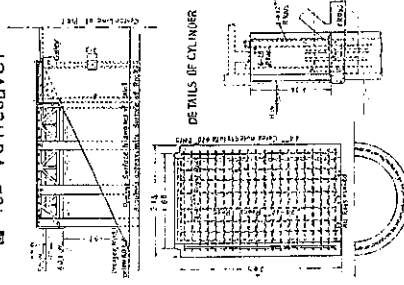
圖一-78 St. Nazaire



圖一-80 Bordeaux



圖一-82 Vancouver



圖一-74 Buenos Aires

圖-83 Le Havre

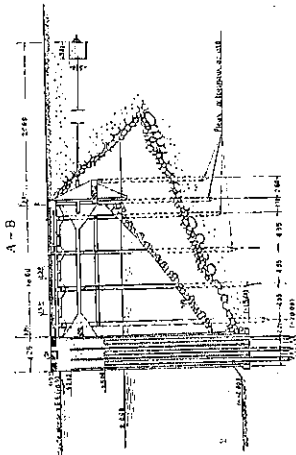


圖-84 St. John

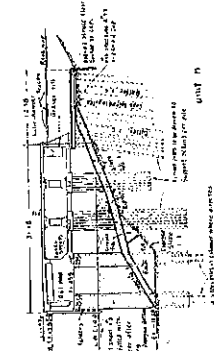


圖-87 大阪港天保山棧橋

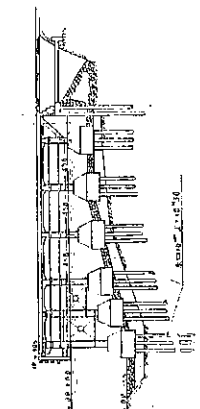


圖-89 大阪港住友棧橋

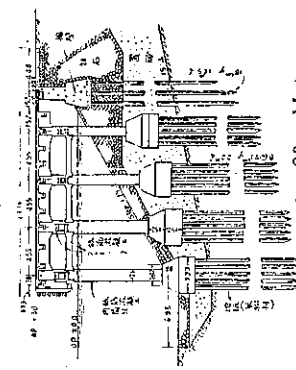


圖-85 Brementon

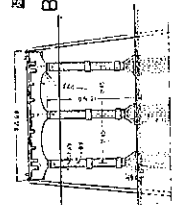


圖-88 波港岸壁

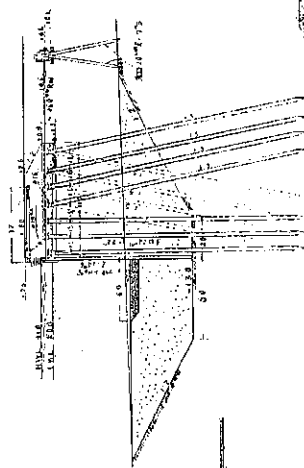
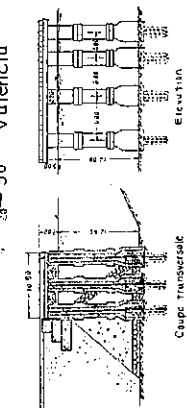


圖-90 Valencia



Plan

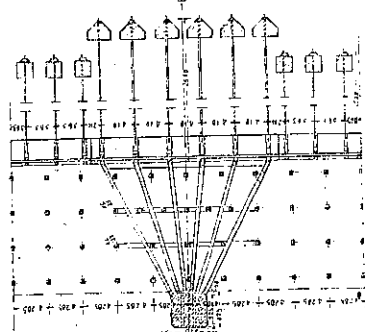


圖-86 Dover

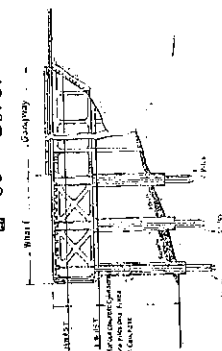
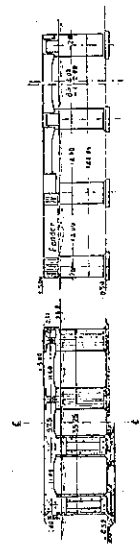


圖-91 小樽港鉄道棧橋



れ、起重機船を以て取扱はるるも、稀れに中空シリンダーの両端に假蓋を爲し滑走進水せしむる事もある。基礎は別に杭打を以て爲す場合と、塼柱を以て兼ねしむる場合と兩様であるが、頂部の連結水平桁又はトラスは常に場所打コンクリートを海上にて施行す。今此を分ちて説明すれば

i) 海底に杭打を施し、其上に中間の継ぎ手(プレカストの中空大徑輪)をかぶせ、柱を差込み、継ぎ手の間にコンクリートを填充し、斯くして各塼柱を獨立して建てたる後、水面上に型枠及鐵筋を組立て水平桁を打ち結合す。此は塼柱形の代表的方法であつて、1本の塼柱下に多數の杭を打ち得て、軟地盤に適當す(圖-85, 87, 89, 90)。

ii) 先づプレカスト塼柱を海中に立て、而る後其中空内部に長き杭を打込み基礎としコンクリートして塼柱と結合す。此の方法によれば塼柱と杭は稍 Rigid の継ぎ手に近く、横壓に對し若干の利益がある(圖-83, 84, 86)。

iii) 起重機を以て完全なる組立型枠を海中に立て、場所打コンクリートを以て脚柱を造成する。ラーメンが一個の同時コンクリートとなる利益あるも、斯の如き水中コンクリートが完全なるものを得るや否や疑はしい。又費用も恐らく高價であつたであらう。本例は米國に行はれたる事あり。

iv) プレカストの大塼柱を滑走進水して浮かせ、起重機船により垂直に立てて海底に据付け、Water Jet を以て内部の土砂を排除して、次第に Well Sinking の如く沈降せしめ所定の深さに達せしむ。大徑のシリンダーの時に好適の方法である(圖-80)。

v) Pneumatic Caisson の方法によりプレカストシリンダーを海底に据付け、内部を人力掘鑿してシリンダーを所定の深さに達せしめ其上部を順次繼足す。この方法は陸岸には行ひ得るも、海上離れたる地點に於ては面倒多く不利と考へる(圖-77, 81, 82)。

塼構式(Braced Cylinder Type) 構造法は塼柱式(Mouchel's Type)の改良より出發せしものであるが、新らしき施行方法を採用する事により、全く別種の構造精神のもと成つた。而して又此の塼構式(B. C. T.)は見方によつては、從來の函塊の立壁に穴を多く作りて不要部分を取去り、骨格のみを残したものと考へ得る。即 Braced Cylinder なる巨大塊體は塼柱式と函塊の各長所を取り、施行方法は他種の巨大塊體と同様に取扱ふものであるが、フロートによるを最も適當とする。

5. 結 論

骨格式埠頭は他の形式たる重力式、扶壁式、矢板式に比し最も軟弱地盤に對する適形であつて、他種の不可能とするが如き極軟地盤に對しても解決の途あるを特色とする。此に反し地盤が堅硬又は半堅硬の際は他に劣る處多く不適形と稱す可きである。但し棧橋埠頭用としては地質の如何に關せず常に最適形である。

又一時的簡易構造に就ては骨格式は極めて優れたる形式であつて、鐵筋コンクリートの杭による構造就中斜方向の杭を交へたるものが耐久の點に比較的良好と思ふ。

骨格式構造は軟地盤に對し大なる特徴を有するが、就中大船埠頭用としては塼構式(Braced Cylinder Type)を以て最も適當する形式と信ずる。而して此の形式は從來屢々行はれたる塼柱式(Mouchel's Type)に多くの點に於て勝り施行の困難はフロートの使用により解決し得べく、塼構に要する設備費は構造費の差を以て充分償ひ、其他耐久、耐震及工費の廉なる事に於て他の及び難きものあるを信ずる。又塼構をフロートによらずして取扱ふ爲め、二聯塼構とし此を縦横に組合せ配列せる埠頭(川崎滿鐵埠頭に行はれたる如く)は特に民營請負工事等に適し、強度も大に、且適用性の廣きものと考へる。

Pneumatic Caisson 方法による、太く、數歩き獨立塼體の形式は特に、Bulk Cargo 取扱用横棧橋用として別途の將來あるものである。

8. 塼 構

1. 塼構の説明

昭和3年横濱港内國貿易諸埠頭の築造に當り、同地點が水面下50mに至る軟泥堆積層に屬し、又關東大震災

て龜裂或は破壊するが如き恐れある事である。

iv) 棧橋として波浪ある個所に適す

床下開敞せられ、従つて大なる重力式脚柱にて成る棧橋よりも波を激する事少く、波害を受くる事も少い。次に骨格式埠頭の缺點と見るべきは次の如し。

i) 耐久性低し

木鐵構造は論外とするも、鐵筋杭も露出面積大に且微龜裂の爲め其生命極めて少い。太き塼柱にありても他の部材との取付箇所の如き弱點を有し、損傷を受け易く、他の Massive なる構造に比して短命たるを免れ難い。

ii) 損傷の場合修理困難なり

構造複雑にして要所多く、修理は他に比し容易でない。

iii) 船舶衝擊に弱し

其理由は明白であつて、Massive なる構造に比し影響を蒙る程度遙に大であるが、防衝装置の優良化を以て此の危険を補ひ得る。又杭構造の埠頭の如きは其彈力、柔軟性を以て寧ろ安全とし、反面船舶に損害を與へぬ利益を有す。

iv) 上載荷重多し

他種埠頭は多く土壤を以て上載荷重を支持するも、本式は構造物自體にて支持するが故に大なる荷重に堪へしむるには特に高價を必要とする。

v) 施行困難なり

構造複雑、勞働者の技能に俟つ事比較的の多き事、海上の操作多き等他種に比し困難點多し。

vi) 横棧橋は波浪高き所に適せず

床下に空所を有し、波浪浸入し種々の被害を及ぼすは既に述べたる如くであつて、平滑なる外壁の構造に劣る。事明であるが、佛國に行はるる如き重力式の大なる脚體による横棧橋よりは、骨格式構造の横棧橋が遙に被害僅少である。何故ならば前者は床下空間が各徑間毎に隔離し波浪が他徑間に逃ぐる能はざるに對し、後者は連續開敞せる爲め局所的波浪の影響を著しく緩和する。

vii) 良地盤の構造として不廉なり

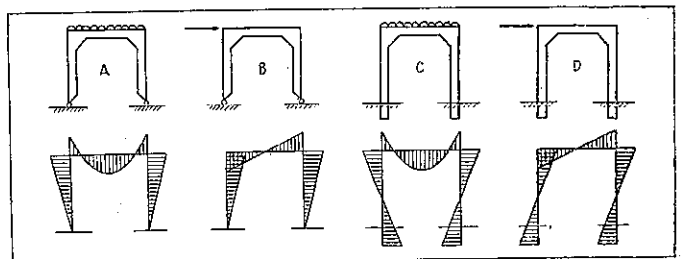
地盤堅硬なる場合に於ては横棧橋形は概して岸壁形より高價に當り従つて骨格式構造は適形と稱し難い。但し石炭或は鑛石の如き Bulk Cargo を機械操作するが如き埠頭は、船の安全繫留を主眼として大なる埠頭床面を要せざるが故に、良地盤の場合と雖も横棧橋形を有利とし、従つて骨格式構造を以て適形となす場合がある。

4. 塼柱式構造と嚮構式構造

塼柱式 (Mouchel) 式の特徴とする所は前章に述べたる如く、脚體及上桁が曲げ應力を受くる鳥居形ラーメン形狀を爲す點である。而して此の形式の内には脚柱の基礎が別に杭にて作られ、脚柱下端に繼ぎ手を有して、Hinge として取扱ふべきものと、脚の下端を深く地盤に穿入せしめ、地盤と Rigid なる支點と認むべきとの兩者あり、或は又鳥居形ラーメンが 2 本の塼柱上に架せるものと 3 本以上に跨がるものがあるが、何れも其幅に比し丈高きラーメンである。今船の衝動或は土壓の如き横壓力が其頂點に近く働きたる場合、及上載荷重が作用する事による各部材の曲げモーメントの配布は大體 附圖-1 の如くであつて、水平桁と塼柱の取付點附近に最大である

塼柱形の施行法は、塼柱は多くの場合各單獨に、中空の形狀にプレカストせら

附圖-1.



れ、起重機船を以て取扱はるるも、稀れに中空シリンダーの兩端に假蓋を爲し滑走進水せしむる事もある。基礎は別に杭打を以て爲す場合と、塼柱を以て兼ねしむる場合と兩様であるが、頂部の連結水平桁又はトラスは常に場所打コンクリートを海上にて施行す。今此を分ちて説明すれば

i) 海底に杭打を施し、其上に中間の繼ぎ手(プレカストの中空大徑輪)をかぶせ、柱を差込み、繼ぎ手の間にコンクリートを填充し、斯くして各塼柱を獨立して建てたる後、水面上に型枠及鐵筋を組立て水平桁を打ち結合す。此は塼柱形の代表的方法であつて、1本の塼柱下に多數の杭を打ち得て、軟地盤に適當す(圖-85, 87, 89, 90)。

ii) 先づプレカスト塼柱を海中に立て、而る後其中空内部に長き杭を打込み基礎としコンクリートして塼柱と結合す。此の方法によれば塼柱と杭は稍 Rigid の繼ぎ手に近く、横壓に對し若干の利益がある(圖-83, 84, 86)。

iii) 起重機を以て完全なる組立型枠を海中に立て、場所打コンクリートを以て脚柱を造成する。ラーメンが一個の同時コンクリートとなる利益あるも、斯の如き水中コンクリートが完全なるものを得るや否や疑はしい。又費用も恐らく高價であつたであらう。本例は米國に行はれたる事あり。

iv) プレカストの大塼柱を滑走進水して浮かせ、起重機船により垂直に立てて海底に据付け、Water Jet を以て内部の土砂を排除して、次第に Well Sinking の如く沈降せしめ所定の深さに達せしむ。大徑のシリンダーの時に好適の方法である(圖-80)。

v) Pneumatic Caisson の方法によりプレカストシリンダーを海底に据付け、内部を人力掘鑿してシリンダーを所定の深さに達せしめ其上部を順次繼足す。この方法は陸岸には行ひ得るも、海上離れたる地點に於ては面倒多く不利と考へる(圖-77, 81, 82)。

塼構式 (Braced Cylinder Type) 構造法は塼柱式 (Mouchel's Type) の改良より出發せしものであるが、新らしき施行方法を採用する事により、全く別種の構造精神のもと成つた。而して又此の塼構式 (B. C. T.) は見方によつては、從來の函塊の立壁に穴を多く作りて不要部分を取去り、骨格のみを残したものと考へ得る。即 Braced Cylinder なる巨大塊體は塼柱式と函塊の各長所を取り、施行方法は他種の巨大塊體と同様に取扱ふものであるが、フロートによるを最も適當とする。

5. 結 論

骨格式埠頭は他の形式たる重力式、扶壁式、矢板式に比し最も軟弱地盤に對する適形であつて、他種の不可能とするが如き極軟地盤に對しても解決の途あるを特色とする。此に反し地盤が堅硬又は半堅硬の際は他に劣る處多く不適形と稱す可きである。但し棧橋埠頭用としては地質の如何に關せず常に最適形である。

又一時的簡易構造に就ては骨格式は極めて優れたる形式であつて、鐵筋コンクリートの杭による構造就中斜方向の杭を交へたるものが耐久の點に比較的良好と思ふ。

骨格式構造は軟地盤に對し大なる特徴を有するが、就中大船埠頭用としては塼構式 (Braced Cylinder Type) を以て最も適當する形式と信ずる。而して此の形式は從來屢々行はれたる塼柱式 (Mouchel's Type) に多くの點に於て勝り施行の困難はフロートの使用により解決し得べく、塼構に要する設備費は構造費の差を以て充分償ひ、其他耐久、耐震及工費の廉なる事に於て他の及び難きものあるを信ずる。又塼構をフロートによらずして取扱ふ爲め、二聯塼構とし此を縦横に組合せ配列せる埠頭(川崎濱鐵埠頭に行はれたる如く)は特に民營請負工事等に適し、強度も大に、且適用性の廣きものと考へる。

Pneumatic Caisson 方法による、太く、數少き獨立塼體の形式は特に、Bulk Cargo 取扱用棧橋用として別途の將來あるものである。

8. 塼 構

1. 塼構の説明

昭和3年横濱港内國貿易諸埠頭の築造に當り、同地點が水面下50mに至る軟泥堆積層に屬し、又關東大震災

の後を受けて耐震觀念の勃興時期に當り、且工費に制限せらるる等の條件の下に於て、著者等は在來の Mouchel 形を變改して其大部分をプレカストによらんと考へたるが基となり、順次プレカストの特長を擴大し、四隣連結形狀のものを乾船渠中に製作する案を樹て、是れを罫構 Braced Cylinder と名付けた。

而して山ノ内町埠頭はこの罫構を使用して横棧橋構造となし(圖-92)、續いて高島町第一號及第二號棧橋も上記罫構を主體として築造し(圖-93)、豫期の効果を納め得たるも、素より本件は當初の計畫に屬し、經驗を経たる今日より見て完全なるものとは考へぬ。

續いて昭和 7 年同港外國貿易山下町大棧橋の擴張に當り、其位置も亦極端なる軟盤たりしを以て、別個の長大なる三脚形罫構を以て施行した(圖-97)。これは今日迄の最大の罫構であつて其運搬の際の浮游安定を得るに特に苦心を拂つた。

次に同港外川崎に於ける滿鐵埠頭築造に際し、著者の意見より二脚形の輕き罫構を縦横に組合せ脚體とし、水深 9m の横棧橋及棧橋を完成した(圖-104, 105)。

更に清水港にありては大船用として短き棧橋を造る際、二聯罫構を僅かに 3 個現地にて製作せしが、特殊の設備を用ひずして 20t 吊起重機船及在り合せの雜船のみにて 84t の罫構の製作及操作を爲したるは、施行法上の特殊の例である(圖-102)。

其他罫構は、東京港埠頭 圖-103、滿鐵川崎埠頭の擴張工事(圖-106)に於ても行はれ、それぞれ特色ある構造をなす。更に又罫構と函塊の中間をゆく複雑なる形態に 圖-107, 108 の兩例がある。此等を列記すれば

- i) 横濱港、山内横棧橋、水深 8m、昭和 3 年、四聯構 27 個、三聯構 2 個
- ii) 横濱港、高島棧橋第 1 號及第 2 號、水深 8m 及 7.3m、昭和 4 年、四聯構 47 個、三聯構 4 個、二聯構 3 個
- iii) 横濱港、山下町大棧橋、水深 12m 及 11m、昭和 2 年、三聯構 41 個
以上の三件は何れも乾船渠内に製作しフロートで操作した。
- iv) 横濱港、川崎滿鐵横棧橋、水深 9m、昭和 5 年、二聯構 28 個
- v) 横濱港、川崎滿鐵棧橋水深 9m、昭和 5 年二聯構 44 個
以上の二件は何れも陸岸に製作し、起重機を以て進水し、フロートを以て海上操作した。
- vi) 東京港、竹芝横棧橋、水深 6.7m、昭和 7 年、六聯構 19 個
本件は斜路にて製作し、假壁を設け自ら浮かしめた。
- vi) 清水港、棧橋、水深 10m、昭和 10 年、二聯構 3 個
本件は一部を陸岸に製作し、之を海中に移して殘部を完成し、ポンツーンを以て据付けた。
- viii) 横濱港、川崎滿鐵横棧橋擴張、水深 9m、昭和 10 年、二聯構 17 個
本件は斜路により進水し、フロートを以て据付けた。

2. 罫構の形態

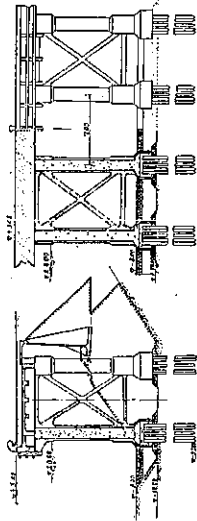
罫構を成す脚柱の數は 2, 3, 4, 6 の各例あるも、最も安定なる形態は三聯形である。然し此の場合上面の床面の工作複雑となるを不利とし(圖-96, 99)、四聯以上に於ては對角柱間に Sway Bracing を加へざる限り、剛性に缺陷を生じ、歪みて龜裂の恐れがある(圖-95, 103)。

二聯形は埠頭線に沿ひたる方面の強度少く、又材料に於て四聯形より若干増す嫌あるも、埠頭の縦方向には大なる外力の掛らざるを常とするが、本形を組合せる事により十分の強度を保たしめ得る。而して此形は輕易、且重量を輕減し、舢形船を以ても扱ひ得べく、將來の適用範圍最も廣いものと思ふ(圖-102, 104, 105, 106)。

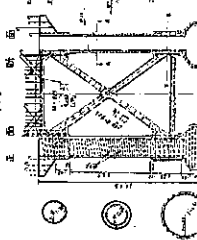
罫構を用ふるが如き地盤は軟盤たるが故に、不同沈下の絶無を期し難く、此故に多數柱の長き罫構は寧ろ不適切であると思ふ。又同様に床面桁に於ても、長連續桁は不適當にて龜裂發生の原因となる。

罫構を爲す各脚柱の斷面形狀は、當初山内町のもの純圓輪とせしも、Bracing の取付けの便宜及重力點が偏位する事より考へて、中心が Bracing の方向に偏したる斷面を適切とす(圖-99)。又横濱の諸例は同一の型枠

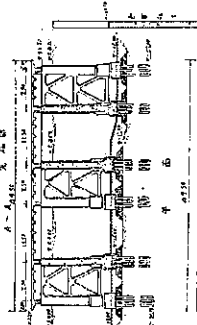
圖一92 精溪山内町橋様橋



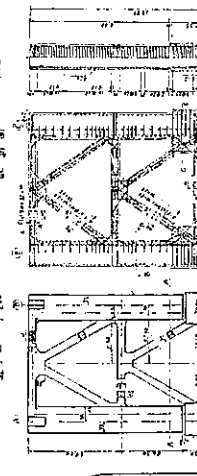
圖一95 快心堂岩屋橋脚部鋼架橋



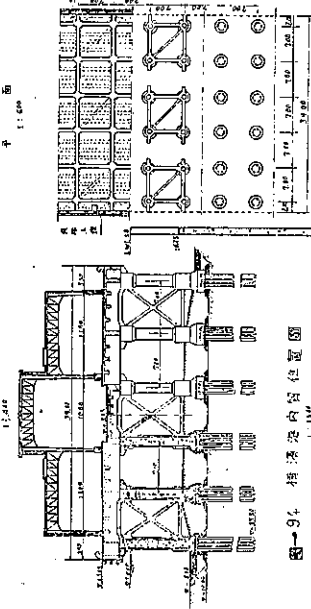
圖一97 精溪山下町柱橋



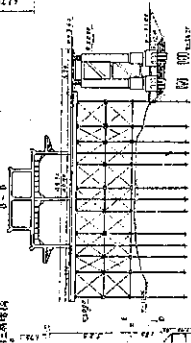
圖一99 山下町橋脚部三脚鋼架



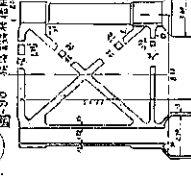
圖一93 精溪高島町第二級様橋



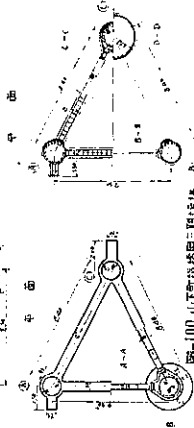
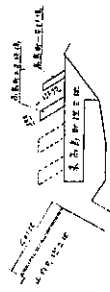
圖一98 精溪山下町柱橋



圖一96 精溪高島町三脚鋼架



圖一94 精溪高島町位置圖



圖一100 山下町橋脚部三脚鋼架

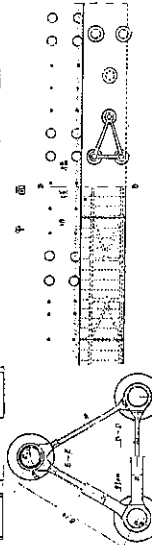
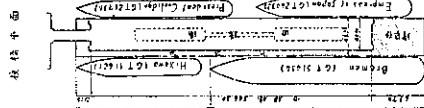
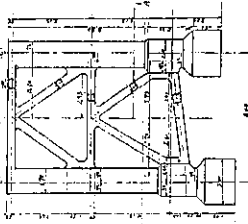


圖-102 赤水著船機構構模、進水

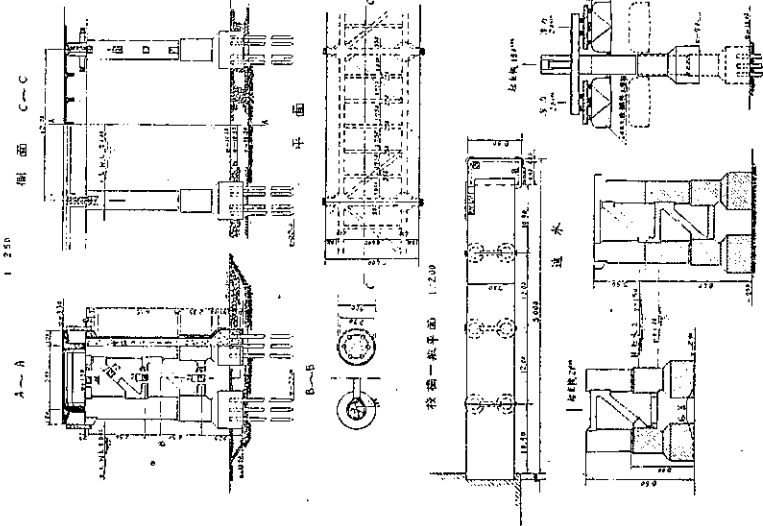


圖-103 泉系竹芝新機機構構模、進水

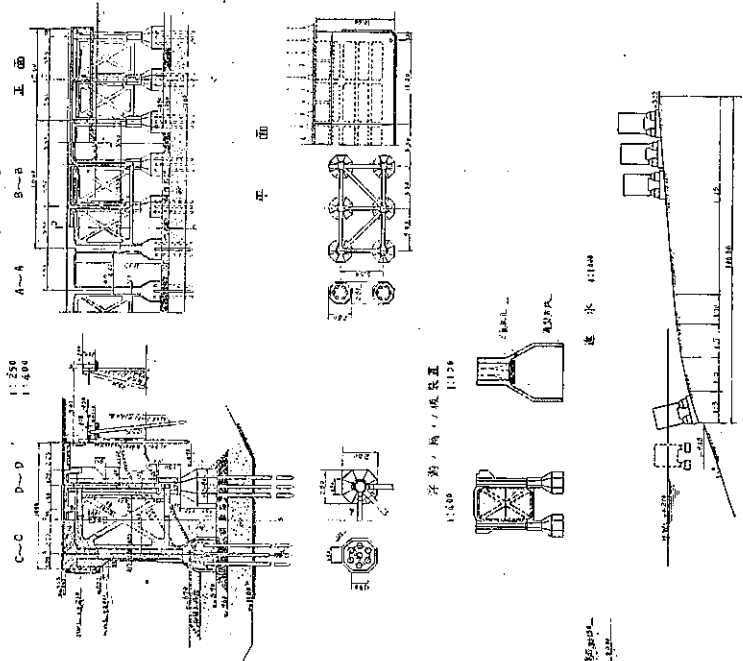
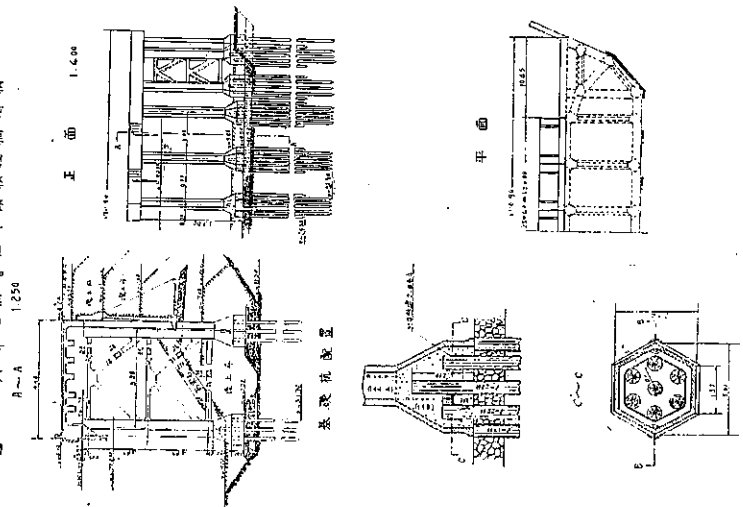


圖-104 川崎日滿會社洋頭機機構構模



を使用せし關係上、圓弧を用ひたるも、多角直線形と爲す方が型枠簡易である(圖-105)。

脚柱は何れも中空とするを利益とす。即ち、且杭との取付けにコンクリートを内部より注下し得る便ある故である。而して最後に中空部分を場所打コンクリートにて填充す。

脚柱填充コンクリートの施行方法は、當初山内町にて行ひたるは先づテレスコピック管を壩内水中に吊り下げ杭と地盤に接する部分約 1m に水中コンクリートを施し、其固化後壩内の水を排出しレイタンスを取去り、爾餘は空氣中にてコンクリートした。其後山下町棧橋にありては壩柱上に簡單なる氣閉(Air Lock)を取付け、壓搾空氣にて壩下より水を排除し、全部を Dry Concrete によつた。無論後の方法を以て遙に勝るも、前の方法にて大なる支障なきものと思ふ。

壩柱間のトラスの形狀に關しては當初のものは斜十字形とせしも、爾後の諸例は K トラスを爲した。K トラスにありては中間に水平部材を以て壩柱中央を支持する故に剛度高く、又材料に於ても有利である。

トラスの形狀は勉めて各部材に曲げ應力を起さざるを念とし、又トラスの下端は出来る限り壩柱の下端即地盤に近く爲し、又トラスの格點を壩柱の重心線に近からしむる事も同様の理由により必要である。

トラス格點に於ては多數の鐵筋交錯し複雑となるが故に、此を省略する爲め太き Flat Bar を用ひ、且一部電氣熔接によりて應力傳達する事を山下町棧橋の場合に試みた(圖-101)。

壩柱の下端近くに假蓋を付す事は、浮力を増し運搬に便であるが故に、横濱諸例は半圓形蓋 2 枚を使用した。

3. 壩柱式構造の缺陷と壩構式による改善

種々なる従來の骨格式(Frame Type)の埠頭中、多くのものは極めて一時的の構造か、然らずんば材料に於て我國情に適せず、従つて考究の價値なきものが多い。獨り壩柱式即 Mouchel 式は従來の構造方法中、軟弱なる地盤上の接岸埠頭としては、他の及び難き特徴を有し、我港灣に關係深き形態ではあるが、高價なる事及其他諸種の缺陷を伴ふを遺憾とする。壩構式(B. C. T.)は此の壩柱式(M. T.)の缺陷改善を主眼としての立案であつて、多くの點で後者より優れたる構造法と思惟する。但し兩者共に軟地盤を目標とせる構造法である故に、堅硬又は半堅硬の個所に適せざる事勿論である。

今項を分ち壩柱式(M. T.)と壩構式(B. C. T.)を對比すれば、

i) 水平外力に對する強度に就て

壩柱形は鳥居形角ラーメンなるが故に、外横力は部材の曲げ抵抗により支持せられ、特に格點附近に至大なるモーメントを起す。想定せらるる大船の衝動の如き、或は大地震力に對しては、柱體を太く、水平材を厚からしむるも猶及ばざるが爲め、勢ひ柱の數を増し高さに對する横幅即埠頭幅員を大ならしむるが如き方法を構ずると雖も、尙抵抗し得る横壓力の量は小きものに過ぎぬ。

壩構形(B. C. T.)は數本の脚柱より成る完全なる一個の巨大塊體であつて、函塊の骨格を殘せるものと異らぬ。而して各部材は直接應力のみを受くるが如きトラスなるが故に、同一外横力に堪へるに要する脚柱、水平桁の斷面は曲げ抵抗を要素とする壩柱形に比し遙かに小斷面を以て足るは明白であり。又基礎が確實なる限り其幅即ち横棧橋の幅員の大なる事も、柱の數を多からしむる事も必ずしも必要とせぬ。従つて壩柱形の及ばざる大なる抵抗を容易に發揮せしめ得る。壩構形(B. C.)の前脚基礎に對する壓力は壩柱形(M)のそれよりも強大たるべきも、此れは杭打により容易に解決し得べき問題であるし、更に杭に張力を掛くる方法、即ち後脚シンダー下端と杭頂の接合に注意を爲す事により、或る程度の張力を杭に負擔せしめ得べく、安定上經濟上非常に有利な手段と考へ得る。川崎滿鐵埠頭石炭棧橋の二聯壩構は高さに比し幅非常に狭く、兩脚下と杭との接合は特に張力に堪へる如くせしめた。

ii) 地震外力に對する強度に就て

其理由及び壩構形(B. C. T.)の有利なるは前項に説くと同様である。

iii) 地盤の異動に對する影響に就て

工事施行順序として、横棧橋完成の後背面の埋立を爲すが故に、其前後に於て附近地盤に或る程度の異動ある

は當然である。又非常に深き泥層にして基礎杭が堅盤に達せざる際の如きは、杭基礎自體に微量の水平及垂直移動を起す事も豫想さる事であつて、其絶體的停止は極めて長歲月を要する。

支點が固定し、部材の曲げ抵抗を以て要素とするが如き構造にありては支點の微少なる異動も構造物の内應力に偉大なる影響を及ぼす。特に橋柱式 (M. T.) の如く長き片持梁狀の脚端支點の微量の異動たりと雖も全般に著しき内應力の變化を生ずべく、此の構造が軟弱地盤向きのものである事に、其危険甚しい。

此に對し橋構 (B. C. T.) 形にありては各脚端は水平桁を以て十分保持せるトラスとなり、各部材は曲げ抵抗を構造の要素とせざるが故に、兩脚基礎の異動又は不同沈下が起るとするも、此の爲めに恐るべき内應力を發生する心配はない。

iv) 所要材料に就て

橋柱形 (M. T.) をして堅牢ならしむるには形態の大なる橋柱及び水平桁とするか、若くは幅廣く橋柱の多き棧橋形を必要とするに對して、橋構形 (B. C. T.) の應力は直接應力のみなるを以て、幅狭き棧橋と細き部材を以て足り、遙に材料の節約と爲る。

v) 所要勞力に就て

橋柱形 (M. T.) のプレカストし得るは個々の橋柱に止まり、橋柱の立込みに多數の潜水夫を要し、或は又水上に於て桁を現場打するには、潮時波浪の障害を受けて、型枠、鐵筋組立は面倒なる作業である故に、従つて多くの勞力を要するは、到底橋構 (B. C.) が殆んど全部をプレカストに據り得ると同日の比でない。

又橋柱形 (M. T.) が要する多くの材料に伴ふ勞力も併せて考ふれば、橋柱形 (M. T.) は總工費に對する勞力費の比率の恐らく最大なる埠頭形式であろう。

vi) 施行上の確實性に就て

橋柱形の脚體たる橋柱はプレカストにより作られ、又水平桁は現場打を通例とするが故に、時期を異にする兩コンクリートの接合、特に最大の曲げモーメントを生ずる格點の接合が頗る不安である。又海上のコンクリート打は震動を受くる事多く、従つて龜裂を生じ易く、構造的及耐久的最弱點である。又橋柱下と杭との結合に於ても、水中コンクリートを以てするが故に完全と稱し難い。

上記の缺點に對し、プレカスト體たる橋構 (B. C.) は一體としての製作に係り、何等のコンクリート強度及接合の不安を伴はぬ。又杭との結合には Dry Concrete を以て施行し得る便宜が多い。

4. 橋構の製作進水及運搬

橋構 (B. C.) の製作及進水には次の諸方法が考へらる。

i) 乾船渠又は浮船渠の利用

此の方法は最も簡單輕便である。又棧橋上に製し浮船渠を進水用具として用ふるも適當である。横濱港諸實施例は乾船渠による。

ii) 斜路の利用

函塊製作に類似する斜路上に製作し、ローラー滑走又は車輪滑走の如き任意に止め得る進水方法を以て海中に進水せしむ。川崎鐵橋擴張工事にては二聯構 2 個を取付け、トラバースにて移動し、車輪滑走を以て進水した。

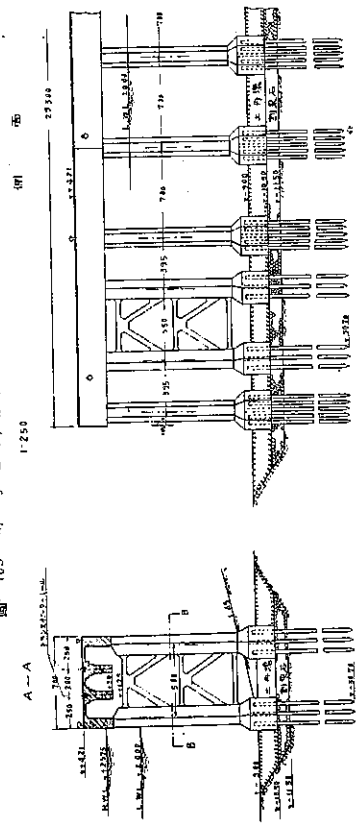
東京港例の如き底盤、假壁を取付け、自己浮遊せしむるのは、油脂滑走の如きブレーキし得ざる普通の滑走方法による事を得る (圖-103)。

iii) 陸岸にて製作し大起重機による進水

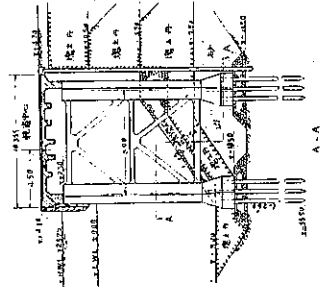
造船用大起重機船を賃借し得るが如き地點では時に有利簡單であるが、若し橋構操作の目的を以て大起重機船を新に製作せんとするは餘程の大規模に非ざる限り不經濟たるを免れぬ。

川崎鐵橋埠頭初期工事に於ては、賃借料不賤の爲め、二聯構の進水のみを造船用 120t 起重機船により、移搬をフロートによつた (圖-104, 105)。

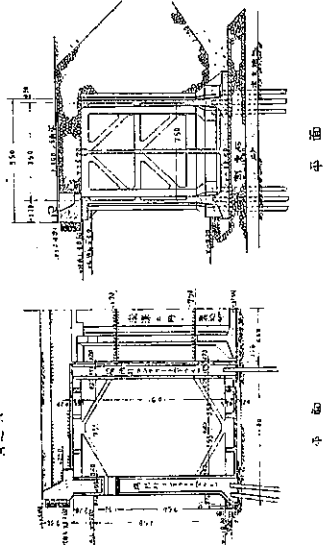
圖一105 川崎日滿會社荻原平尾棧橋
1:250
A-A



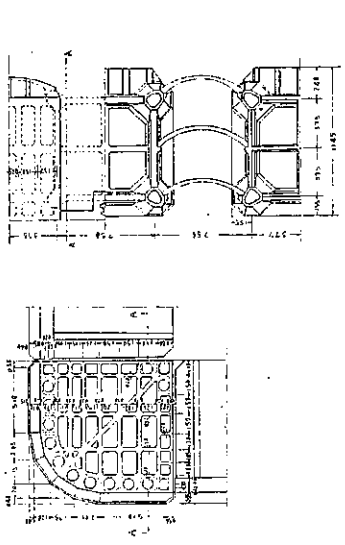
圖一106 川崎日滿會社荻原棧橋
1:250
A-A



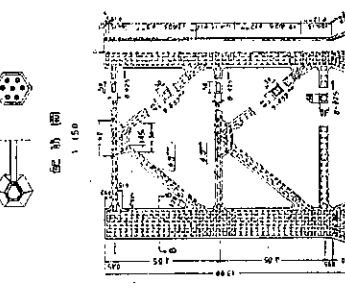
圖一107 川崎日滿會社荻原棧橋
1:250
A-A



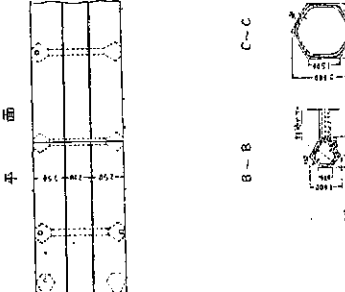
圖一108 川崎日滿會社荻原棧橋
1:250
A-A



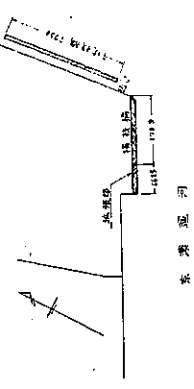
圖一109 川崎日滿會社荻原棧橋
1:250
A-A



圖一110 川崎日滿會社荻原棧橋
1:250
A-A



川崎日滿會社荻原棧橋位置圖
1:5000



荻原河

iv) 分割して普通起重機船による進水

清水港二聯構に行つた如き特例であつて移搬の項に併せ述ぶ(圖-102)。

v) ホイストの利用

第 6 章第 3 節に述べたる如き方法であるが未だ實施の例なし。

vi) 陸岸に横置製作し轉倒して進水

未だ實施の例なきも聯構に於て可能性多き有利なる方法と思ふ、即深岸壁上に横置製作し、車輪を以て移動して一端を岸壁端より突出せしめ、他端をウインチにて加減し乍ら、岸壁上端隅を支點とし徐々に廻轉し海中に直立進水する。大なる設備を要せぬを特色とす。

次に聯構を海上移動の手段としては、

i) フロートの利用

別に説かむとす。

ii) 假設備を付し自己浮游

東京港に於て六聯構に行ひたる處であつて、假蓋假壁を以て浮かせ据付後取去つた。此種方法は面倒多く又安全さに於てもフロートに劣るものと思ふ(圖-103)。

iii) 舢の利用

一時的の方法として舢又は土運船の類を 2 隻組合せ此を以て吊り、沈降方法としては潮汐を利用して數段に分ち爲すか(第 6 章第 3 節)若くは船舶上に吊下げ装置を設け据付する。

昭和 10 年清水港棧橋用の僅かに 3 個の二聯構を製作運搬せし方法は圖-102 に示す如く、先づ陸岸にて兩脚下端のみを別々に製作し、普通の 20 t 起重機船により適當なる水深海底に据ゑ、上體と絞構の一部を海上にてコンクリート繼足し、別個に土運船 2 隻を組合せ假フロートを作り、満潮時に上記半製聯構を浮かせて、干潮時に他の更に深き適當の海面に假据し、半製聯構の更に上部を海上にて繼足しコンクリートして完成せしめ満潮時に此を再び吊り上げ干潮時に目的の棧橋の位置に据付けた。設備なくして施行せしを特色とする。