

## 第十三章 直立部詳論

### 第一節 石 張 堤

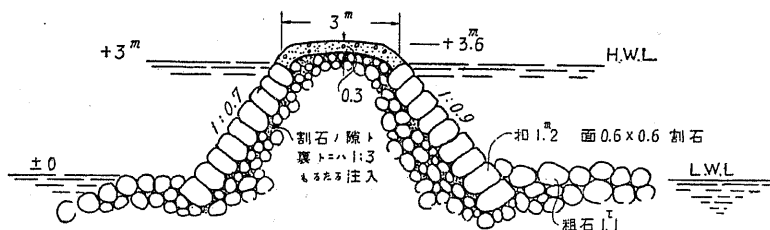
本章にては、直立堤の堤體と混成堤の直立部に就て述べる、此等の直立部の堤體を用材に依つて分てば、既述の如く、石張堤、石粹堤、方塊積堤、函塊堤、又稀れにコンクリート單塊堤、矢板堤などの種類がある。

石張堤とは、直立部の外側を石材に依つて張り詰め、其中に粗石等を詰めたものである。

**特長** 石張堤は直立の各様式中にて最も、構造簡單、施工容易、工費低廉のものである。

然し其缺點としては、各張石の重量が一般に小さい爲め、波に依つて之が脱出崩壊するの恐が多い、従て波高が約 1.5 米以下の、内海などに限つて使用し得るに止まる。又水中に於ける、張石作業が困難であるが爲め、主として干潮面以上の直立部に之を應用するに過ぎない。

**形状** 石張堤は前記の如く、波の小なる所に用ゐる様式であるが爲め、その堤體は一般に矮小である、即ち上幅は 2 米乃至 4 米ほど、又頂面の高さは満潮上 1 米乃至 1.5 米とし、中央を稍高く蒲鋒形になす、又兩肩に多少の圓味を付ける、然し時として片側に、胸壁を有する者もある。兩側の勾配は、5 分乃至 9 分位の



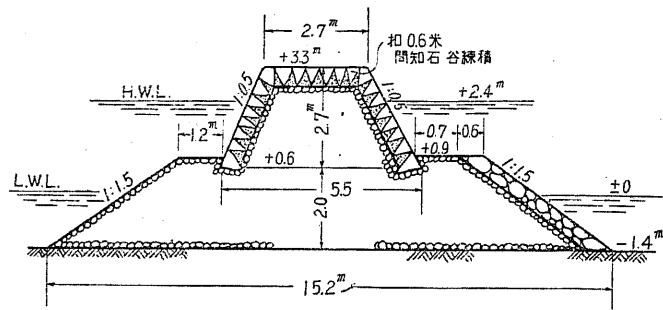
割石張の石張堤

ものが多い。

〔註〕 石張堤の両側勾配が1割以上の緩勾配の者は、直立堤よりも寧ろ捨石堤に近くなる。実際には両者の區別の明かで無いものがある。

種類 石張堤を石材の種類に依つて分ければ、割石張と間知石張となる、又裏込の工法に依つて分れば、空積とコンクリート練積となる。

割石による者は、間知石による者よりも、各石の合場が廣い爲め強固である、但し間知石張



高松の石張堤 (間知石張)

と雖も、若し之にコンクリートの裏込を充分に施せば、相當に強くなし得る。本邦に於ける昔の防波堤は、巨大なる割石張であつたが、今日の内海の石張堤には間知練積のものが多かつた。

張石の大きさ 石張堤に用ゐる石材の大きさは、普通その控が60糎乃至80糎ほどの者が最も多い。

〔註〕 高松の石張堤は、控60糎の間知石を谷練積とした、又西宮の新防波堤には控70糎の割石を用ゐ、尙ほ船港の防波堤では、控1.2米以下の大割石を用ゐた。(圖参照)

施工 張石の施工に不便なる干潮面以下の部分には、粗石の捨石を堆積して、直立部の基礎とする、又張石部の根入として、之に方塊を利用する事もある。

一般に張石部の根入は、成るべく深く捨石の中へ入れて、波の洗掘を防ぐ、又張石部の直接の基礎となる部分の捨石は、特によく之を搗き固める。

尙ほ地盤柔弱の所では、或ひは杭打、敷粗朶、置砂などに依つて基礎を固めることもある。

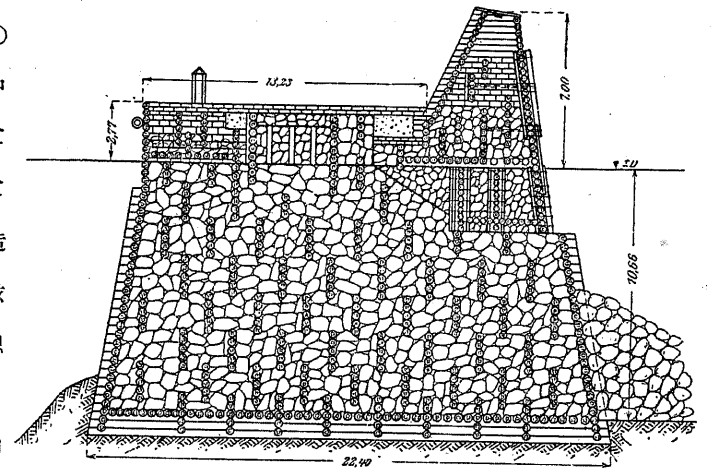
石材が大なる場合は簡易なる木造クレーンの力を借りて積む。

次に石張堤の頂面は、跳波の落下に依る破壊を防ぐ爲めに、其全部をコンクリートで覆ふか、或は石を張つて之にコンクリートの裏込を施す。

〔註〕 瀬戸内海地方に於ける、石張堤の石張だけの単價は、一平米の面當りにて大略6圓乃至8圓であつて、其中2圓ほどが勞力費、其他は石材の材料費である。

### 第二節 石 棧 堤

石棧 (Crib) を用ゐ、其中には主として粗石を詰めて直立部を形造つたものを茲に石棧堤と總稱せしめた、但し石棧の用材に依り次の



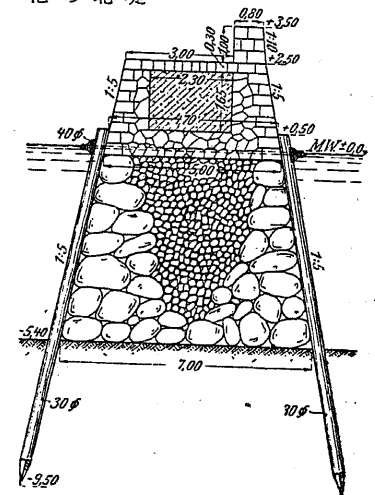
(イ) レバール港の北堤

如き種類があつて、各々その形状、特質、施工等を著るしく異にする。

- 木造石棧堤 セルラーブ
- ロック堤 鐵矢板堤

木造石棧堤 石棧を木材に依つて造つた者であつて、古から行はれた代表的の石棧堤である、之が特長は、構造が簡單、工費

(ロ) ザスニツツ港の防波堤



も低廉であるが、石枠の木材が、虫害その他の腐蝕を受け耐久的でない。従てバルチック海、北米大湖の諸港に於けるが如く、海蟲少く木材が豊富な地方に限つて用ゐらるゝに過ぎない、本邦沿海の防波堤には不適當である。只だ酒田港で、混成堤下部の捨石が工事中に散亂するを防ぐ爲めに、簡單なる石枠を利用した事がある。又河口の簡易導水堤などに用ゐた事もある。

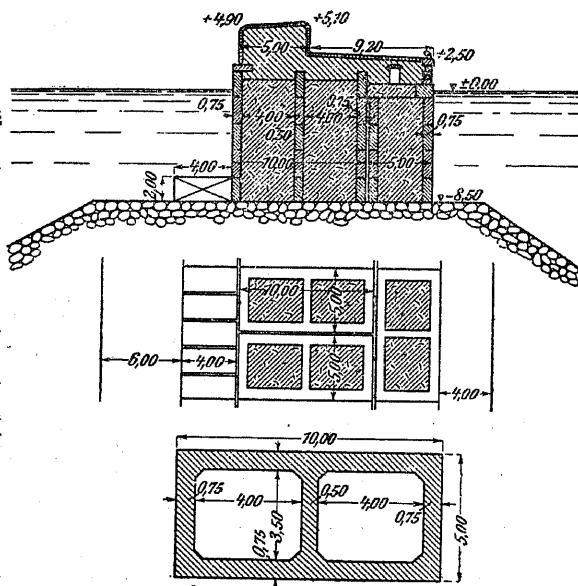
木造石枠堤を更に分てば二種類となる、即ち(イ)圖の如く枠を積み重ねたものと、(ロ)圖の如く木杭を打ち並べたものである。前者の實例には、ネキソ、レバールなどがあり、又後者には、ザスニツツ、メンメルなどの防波堤がある。

〔註〕地盤の固い所、或は捨石上などには、(イ)圖の枠を積み重ねた者を用ゐ、土砂の所では木杭式が用ゐらるゝ、尙ほ特に柔弱の所へは、或は粗梁を敷き、或は置砂を施す干潮面より上部は、時として場所諸コンクリートで固める事がある。

**セルラーブロック堤** Cellular block 即ち無底函とは鐵筋コンクリート造の枠であつて、恰もケーソンの底を除いた如き者、或は方塊の中を抜き取つた者等に似て居る。此セルラーブロックの中に粗石、或はコンクリートを詰めて直立堤を形ら造つたものが、即ちセルラーブロック堤である。

此様式の**特長**は、前記の木造石枠より耐久的なるに在る、然し木造の者よりは施工設備が複雑となつて工費も高くなる。

尙ほ此セルラーブロック堤と後述のケーソン堤とを比較すれば、ケーソンに於

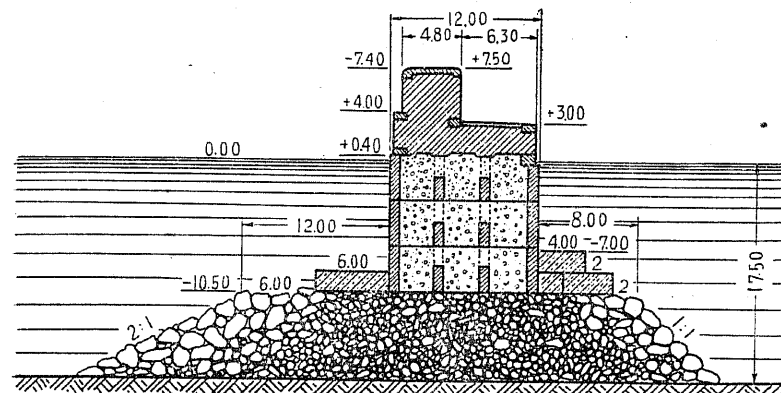


サボナ港のセルラーブロック堤

けるが如く、中詰を完全にして強固なる單塊的の構造となし得ない缺點を持つ、然し滑動に對する底部の摩擦が多く、工費も多少安くなる、尙ほ之を或は數層に仕切つて施工し得るが爲め便利の事もある。

因に此セルラーブロックは防波堤の外に、岸壁、護岸などに多く用ゐらるゝ。

セルラーブロック堤の**種類**には、單一の枠なる者と、數層に積み重ねた者とある、前者の實例にはウエランド運河入口の防波堤がある、又後者はナポリ、ゼノア其他伊太利に多い。



ゼノアのセルラーブロック堤

又中詰の用材に依つて種類を分てば、ウエランド運河の如く、粗石を詰めた者と、ナポリの如くコンクリートを詰めたものとある。

次にセルラーブロック堤の**施工**に就て變つた所を二三述べる、セルラーブロックの製造方法は、略々ケーソン、或は方塊と同様である、而て之が運搬据付に於て、小形輕量のものならば、浮起重機と運搬船とに依つて施工する、又大形のセルラーブロックならば、假に木の底板を張つて、恰もケーソンの如く水上へ浮べて曳送する。

〔註〕加奈陀の Welland 運河の入口に當る Weller と Colborne との兩港に用ゐられた、セルラーブロックは、頗る巨大であつて重量 2000 噸、長 30 米、幅 15 米、高 9.4 米

に及ぶ、之に假の底板を張つて曳送する際の水壓は、一時的のものであるが故に、中に切張を假にかつて、其水壓に對抗せしめた。従て周壁内の鐵筋は主として、中詰粗石の壓力に對して配置するのである。

次に Genova に用ゐたセルラーブロックは、長12米、幅6米、高3.6米、であつて、之を三段に積み重ね、中にコンクリートを詰めた。

又 Napoli のセルラーブロックは、長9米、幅5米、高2.3米であつて、之を二列五段に置いた。

**鐵矢板堤** 既述の木杭を打ち並べて枠を造る代りに、鐵矢板 (Steel sheetpile) を

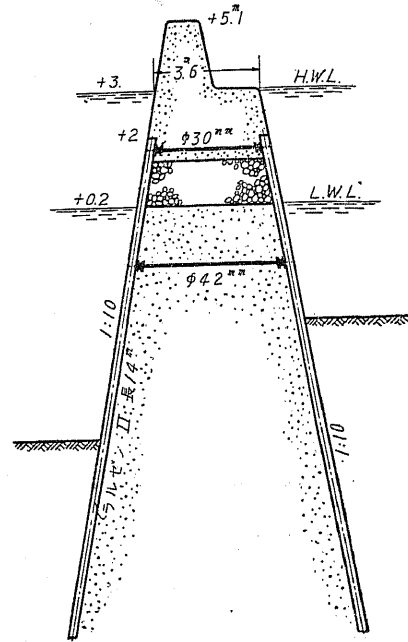
打ち並べ、其中に粗石或は土砂を詰めたる者である、粗石を詰めた實例は、船形港 (千葉) の防波堤であつて、土砂詰のものは、名古屋港内の木材用の水面を圍む小防波堤に用ゐられた。

鐵矢板堤の特長は、木造石枠に比して耐久性に富むが、工費は夫れより高くなる、然し其他の直立堤に比すれば設備簡單、施工迅速、或は工費も比較的安い事があつて、波小なる場所に用ゐて便利の場合もある。

次に其の缺點を記せば、波の荒い所では、屢々施工中に波に依つて、矢板が折り曲げらるゝことがある。一般に

此様式は荒海の防波堤には適しくなく、僅に波小なる所の小防波堤に用ゐらるゝに止まる。

又耐久性に就ては、木造の石枠に勝るが、鐵矢板も亦多少腐蝕するが故に他の石工的構造の者には勿論及ばない。



名古屋港内の鐵矢板堤

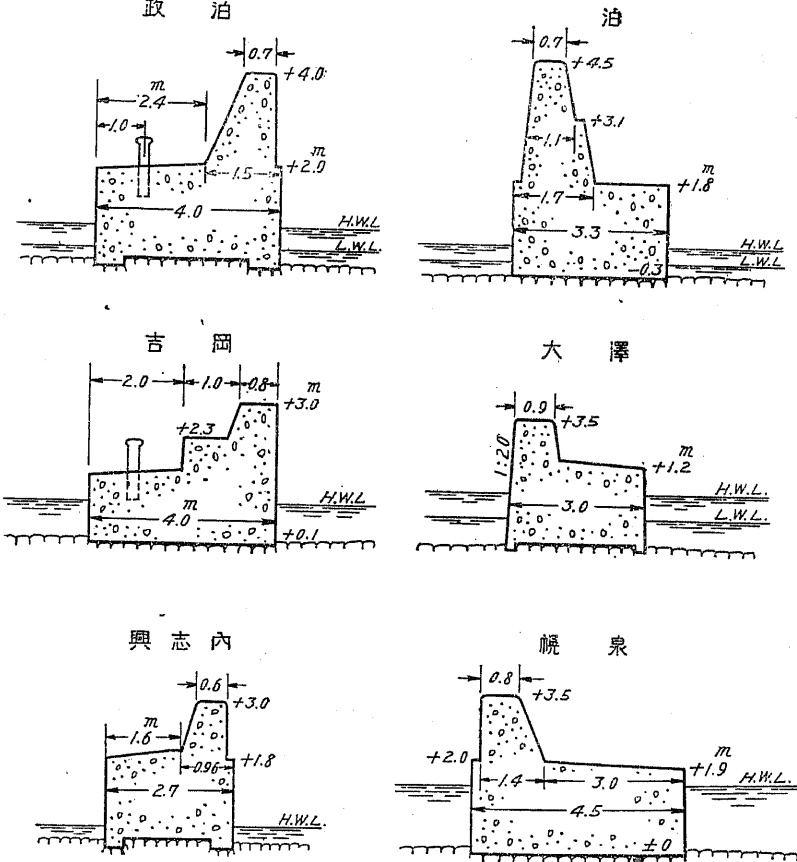
鐵矢板堤の施工に當つて注意すべきは、既述の如く施工中に折られない爲めに矢板を打つ端から、粗石或は土砂を詰める事である。

又其頂面はコンクリートで成るべく早く被覆するがよい。

〔註〕 矢板外側の上部には、腹起を附し、之より後方へ太いホルトを出して、左右の兩側を連結する。

此連結は、一列の者もあるが、之を上下二列に連結する時は其仕上りが綺麗に且つ強固に出来る。

名古屋の單價は一米當り約500圓ほどであらう、又船形は海が浅い爲めに、其時價は約350圓ほどである。

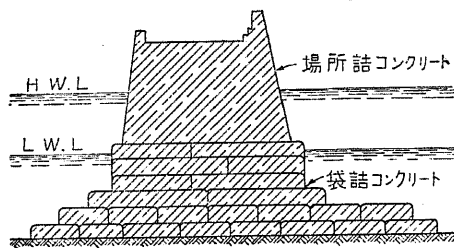


漁港船泊のコンクリート單塊堤

### 第三節 コンクリート単塊堤

コンクリート単塊堤とは、堤體の全部が略々一體の混泥土から出来た者である、之が水中の施工困難の爲め、近時の大防波堤には餘り行はれないが、然し地盤が干潮時に露出する浅い所の小堤、例へば漁港船濶の防波堤などには盛に用ゐられる。(前頁圖参照)

**特長** 本様式の特長は、若し施工が完全ならば、堤體が一體の爲めに強固の構造である、然し水中に於ける、コンクリートの施工が困難であつて、工費が高くなり、又施工が不完全になり安い。



アバデーン港のコンクリート単塊堤

**種類** 本様式を強いて分類すれば二種類となる、即ち干潮面下の部分を、袋詰コンクリートで築いた者と、水中コンクリートにて造つた者である、前者の實例には、アバデーン、ニューヘブンなどがあり、又後者には、ウイクロウ、ブライスなどがある。

干潮面上の部分が、何れも場所詰コンクリートで築造せらるゝは言ふ迄でもない、即ち圖に示す船濶の防波堤は、總て場所詰コンクリートにて造つたものである。

### 第四節 方塊積堤

方塊積堤とは方塊 (Concrete block) を積み上げて、直立部を形ち造つた者であつて、極めて廣く用ゐらるゝ様式である。

**特長** 一般に此様式は波高の大なる場所にも使用し得る。次に水中に於けるコンクリートの困難なる施工をなすの要なき爲めに、前記のコンクリート単塊堤に比

すれば、施工が容易、且つ確實であつて、工費も少なくて済む、然し各方塊間の結合が、コンクリート単塊堤やケーソン堤に比して、不充分的の恨みがある。

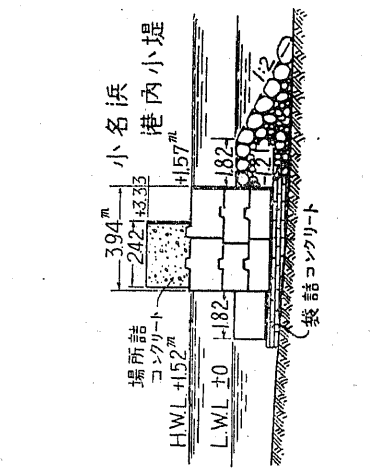
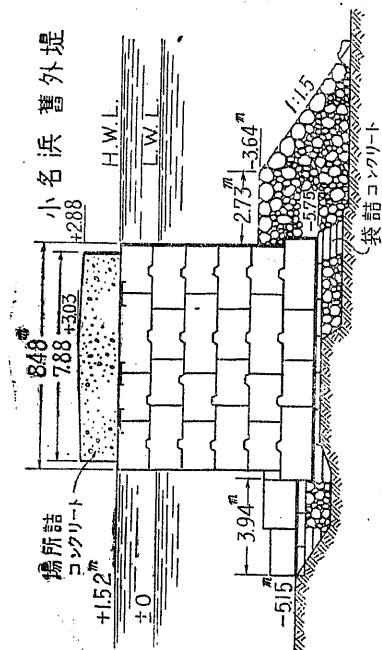
施工の設備費に就ては、一般にケーソン堤のものより僅少である、従て築造すべき防波堤の總延長の短い所には、ケーソン堤より此方塊堤を以つて、有利とする場合が多い。

又海上が常に荒れて、施工日数が特に少ない所ではケーソンの据付填充が甚だ困難である爲め、此方塊積堤の方が施工に便である。

**種類** 方塊堤は之が分類の仕方に依つて色々の種類がある、先づ塊の大小に依つて分類すれば、次の二様となる。

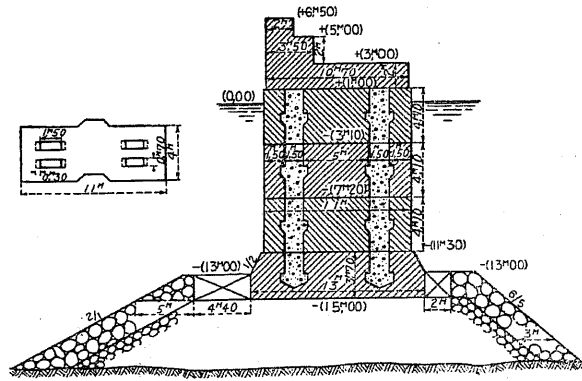
- (イ) 手頃の大きさの方塊を、數多く積疊したもの。
- (ロ) 堤體の全幅に及ぶ大塊 (Cyclopean block) を數少く重ねたもの。

(イ) は最も普通の方塊堤であつて、施工設備が簡單であるが、方塊間の継目が多い爲め、波力に對しては弱い、之に反して、(ロ) は波力に對して甚だ強固であるが、施工設備が複雑となり、殊に浮起重機の強大なるものを要する。

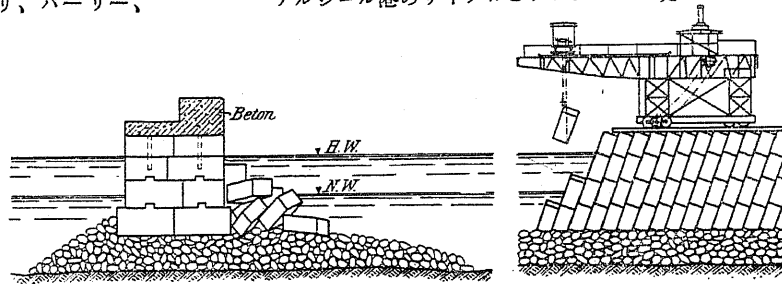


小名浜港の方塊積堤

實例は(イ)にはコロンボ、小樽、釧路、函館、船川、酒田、小名濱、江角、波切、室津など、本邦にも其例は頗る多い。(ロ)の實例にはアルジール、カタニア、ナポリ、パーリー、



アルジール港のサイクロピアプロツク堤

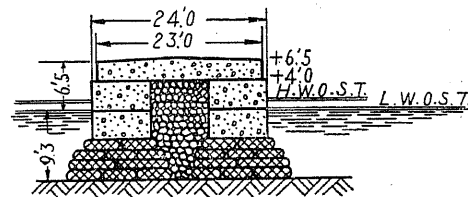


モルムガオ港の傾斜積方塊堤

バレルモ等、特に伊太利に多い。

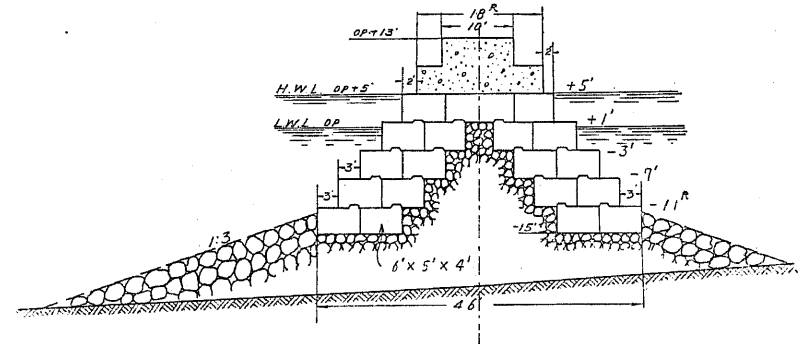
次に手頃の方塊を多数積疊する者に於て、更に之を積疊方法に依つて二つに分ち得る、即ち水平積と傾斜積とである、前者の實例は小名濱、函館等、又後者の實例にはコロンボ、小樽などがある。

水平積は施工が容易であつて最も廣く行はるゝ積方であるが、荒海にては、施工中に方塊が移動する傾向が多い、之に反して傾斜積は、前方の塊の重量が、後方の次々へ寄り掛るが爲めに、施工中と雖も散亂する事が少い。



粗石詰の方塊積堤

次に又方塊積堤を、其直立部の全部或は一部が方塊積なるかに依つて二つに分つ、即ち普通は、全部が方塊に依つて構成せられた者であるが、稀には直立部の兩側にのみ方塊を積み、其内部に粗石を詰めた者がある、但し後者は波力に對して弱い爲めに、内海の波の小なる所に限つて用ゐらるゝに過ぎない、其實例は横濱の舊防波堤である。



大分港の方塊積堤

尚ほ大分、敦賀舊堤も亦中詰に粗石を用ゐた方塊積堤であるが、其兩側は階段形に積まれてある。

形状 方塊積堤の形状は、一般の直立堤に於て述べたもので盡されて居るが、二三變つた形のを参考に記す。

方塊積堤の普通の形は、兩側が垂直であるが、稀には之を階段形として下部を擴大した者がある。前記の大分、敦賀舊堤が其例である、但し若し其階段が一割近くの緩勾配となれば、之は前節の伊太利式の階段捨方塊堤に屬する事となる。

又時として補強の爲めに、直立堤の外側に多数の方塊を、階段形に積み重ねる場合がある、例は室津の破壊後に於ける防波堤の如き之である。因にエムイデンとマドラスにては、直立堤の外側に多数の捨方塊を置いて補強せしめた。

尚ほ極めて稀の例ではあるが、外側を垂直にし、内側を傾けた者がある、之は波を受けた時、堤底後端の最大荷重が少くなり、又碎波を起す傾向少くて、越波

が僅少となる、但し地盤が特に柔弱の場所では、常時の荷重が均一でない爲めに、或は不同沈下を起す虞がある。

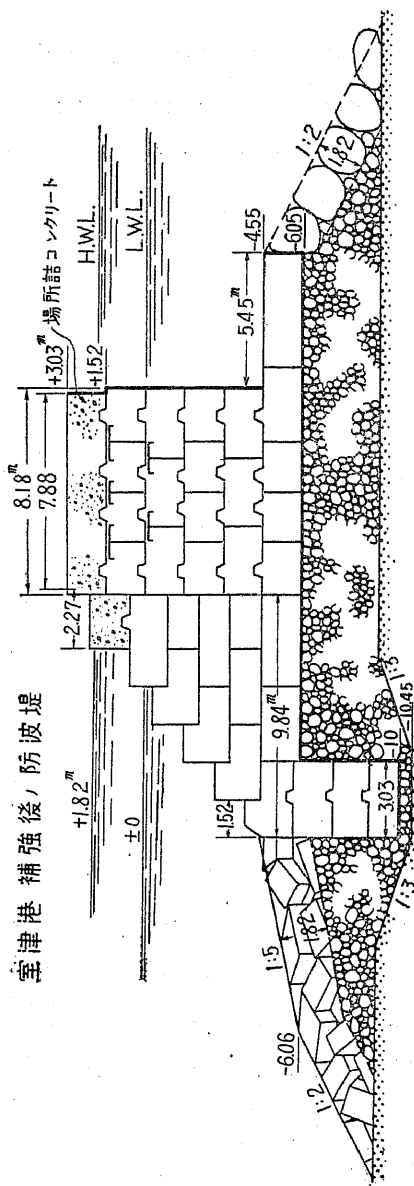
方塊の大きさ 多数積疊式に用ゐる普通方塊と雖も、對波の點よりすれば、其重量の成るべく大なるを望む、例へば釧路にては 47 甍、ドーバーにては 43 甍の塊を用ゐた。

然し塊が大きくなれば、設備が大きくなる、従つて直立堤に於て最も多く用ゐらるゝ普通の方塊は 14 甍乃至 22 甍ほどの者である。

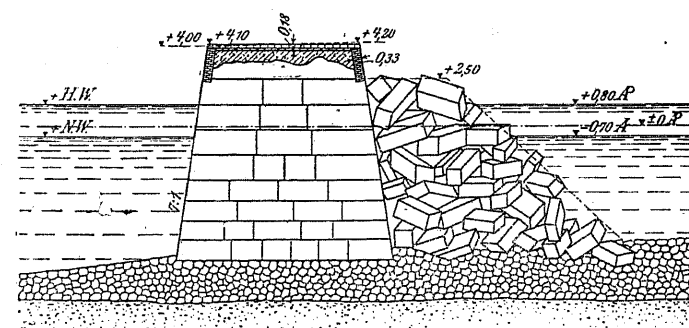
次に各方塊の長、幅、厚の寸法の比例は、必ずしも一様でないが最も普通のもの  $1 : \frac{1}{2} : \frac{2}{5}$  前後の割合が多い。

更に小敷大塊式に用ゐるサイクロピアン・ブロックの大きさは、三四百甍に及ぶ巨大な者であつて、其長さは堤體の全幅員と同じである。然し其幅と厚さとは、浮起重機の抵抗力の制限から割合に薄く、何れも長さの約  $\frac{2}{5}$  ほどである。

〔註〕 常に風浪多くして、施工日数の少い地方では、方塊の大きさを、特に大きくして工



室津港の方塊積疊式防波堤



エミタン港の防波堤

程を迅速ならしむる。

〔註〕 Alger 新防波堤の断面と大塊との寸法は、圖に示した如きものであつて、底部の塊の重量は 450 甍其他 350 甍である。尙ほ同港の Agha 堤と稱する者は、不對稱形の断面であるが、之亦大塊を四段に重ねた。

又 Catania の防波堤は、長 12 米、幅 4.25 米、厚 3.25 米、重量 330 甍のサイクロピアン・ブロックを四段重ねとした。

又 Barie 港の大塊は、長 10 米、幅 5 米、厚 3.6 米、重量 380 甍であつた。

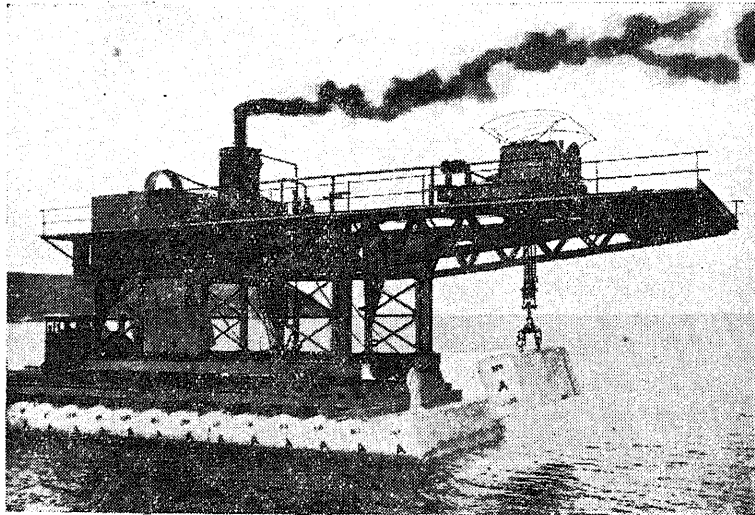
施工 普通方塊に於ける、製造、積出、運搬等に就ては、既に之を記した、又積疊の設備も略々前節の捨方塊堤に於て述べた者と同様である、即ち陸上より施工を進むるには、タイタンを用ゐ、水上にて施工する際は、浮起重機を用ゐる。

浮起重機に依るものは最も普通であつて、之に附屬して、塊運搬船、曳船などを要する事は言ふ迄でもない。但しサイクロピアン・ブロックの場合には、巨大なる浮起重機の上に、大塊を満載して自航する。

次に積疊の作業 は上記の浮起重機にて釣下ろすと共に、多くの潜水夫の力を

防波堤使用方塊重量表

| 港名  | 重量(甍) |
|-----|-------|
| 釧路  | 47—23 |
| 室津  | 31—21 |
| 船川  | 28—24 |
| 小樽  | 27—13 |
| 酒田  | 18—13 |
| 小名濱 | 16—9  |
| 江角  | 16    |
| 青森  | 11    |
| 大分  | 8     |



マイヤンにて積疊中の小樽防波堤

借りて、定位置へ正確に据えなければならぬ、潜水夫の数は浮起重機一臺に對して、普通三組の場合が多い。

〔註〕方塊一日の積数は、塊の大小、海の荒否などに依つて、勿論一様でないが、相當の荒海にて、十數越ほどの方塊ならば、最大約 80 箇、又平均 15 箇ほど積み得る。

次に其工費も亦一様でないが、一立米當に換算して、大略 2 圓乃至 3 圓ほどである、但し其中には、積出、運搬、積疊の諸費を總て含む、若し純積疊費ならば、約その半分ほどの見當である。

尙ほ参考として船川港の實例を記す、其方塊の寸法は第五章第五節の表に掲げた如くであつて、其重量は 28 匁に及ぶ、然し同港は日本海としては波靜かなる港であつて、積方も簡單であるが爲め、一日 10 乃至 26 箇、平均約 16 箇を積むを得た、之が純積疊費を一箇當りにすれば、約 10 圓前後であつた。

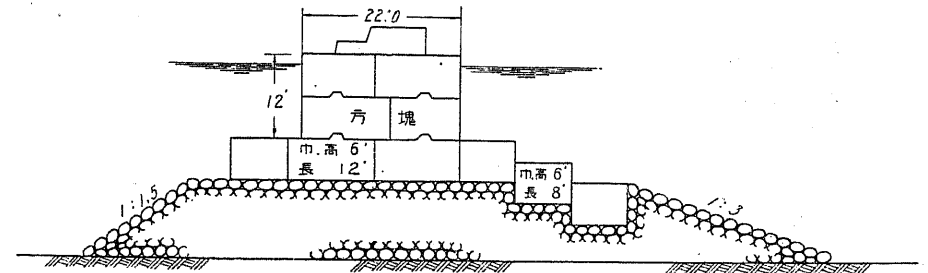
又小名濱防波堤に於ては、一日の積疊數、最大 24 箇平均 12 箇であつて、之が純積疊費は一箇約 11 圓であつた、尙ほ此外に積出運搬等の費用は一箇につき約 6 圓を要した。因に此防波堤一米當りの工費は 1,872 圓 50 錢であつた。

次に釧路港に於ては、一日最大 18 箇、最小 5 箇平均約 11 箇を積んだ、之が積疊費を一立米當りに換算すれば、1.44 圓となる。

次に方塊の繼目は、其結合を強くする爲めに、或は凸凹を造つて相互に之を嵌め込ませ、或は蟻穴を設けて之にコンクリートを填充せしめ、或は鐵材を嵌入して連結せしむる。

尙ほ又方塊を、龜甲形、鼓形などに造つて、相互に嚙合せた者もある。

サイクロピアン・ブロックの連合は、例へばアルジール新堤圖の如く、二ヶ所に縦穴を通し、之にコンクリートを填充せしむる。



船川の方塊積堤

〔註〕本邦に於ける方塊の多くは、上すばみの四角な形形の凸凹を造り、之を嵌め合せて連結する、之を俗に朝顔と呼ぶ、其高さは約 10 乃至 20 種である。

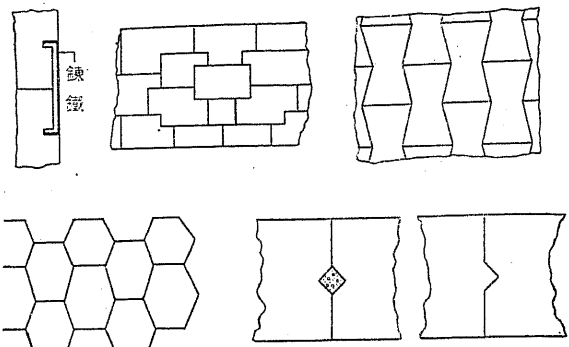
本邦に於ける龜甲形方塊の實例は、石川縣の橋立港と瀧漁港との防波堤に用ゐられた方塊積堤の基礎に就て述べる、若し岩盤の場合には、先づ潜水夫に依つて大きな不陸を直ほし、更に詳細の凸凹は、袋詰コンクリート、或は水中コンクリートを敷いて之を均らす、即ち方塊は其上に積まるゝのである。

次に若し地盤が土砂なるか、或は混成堤の場合には、粗石を堆積し、或は其上へ載荷試験を行ひ、或は相當期間之を放置して、基礎の粗石部が充分落着いた後に、初めて方塊を積むべきである、其際に粗石の不陸を均す爲めに、時として袋詰コンクリート等を用ゐる事もある。

一般に直立堤に於ける方塊積部の高さは、干潮面より僅に高い所で止め、それより上部は場所詰コンクリートを以て造る、此境界附近のコンクリート施工に於

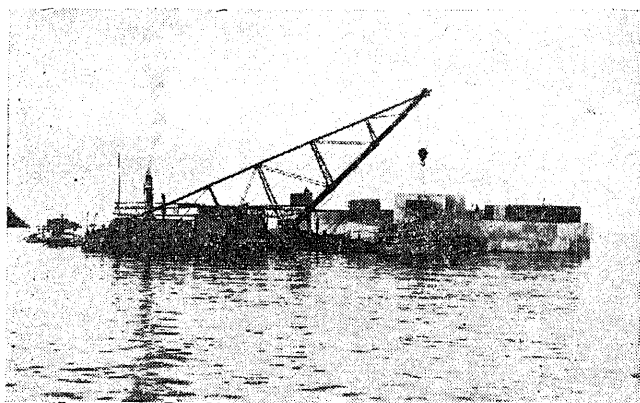


て注意すべきは、型版の水密を完全にして、外の波動に依る差し水の爲めに、モルタルの洗ひ流さるゝを防ぐ事である。尙ほ此コンクリートの頂面の仕上に就ては、第十一章第三節の註に詳しく記した。



方塊の結合

〔註〕地質が泥土の如き柔弱地盤に於ける、直立部基礎の堆積粗石の上に置く、載荷試験の荷重には、普通所定重量の約二倍に相當する方塊等の假荷重を置く。



防波塊の載荷試験

但し荒海に於ける、海底の地質は砂の所でも、相當に固く、縮つて居るが故に、此載荷試験は行はない、其代りに一冬の荒天期を經過せしめて、捨石の充分に落ち着くのを見待つて、後に方塊或は函塊等を据える。

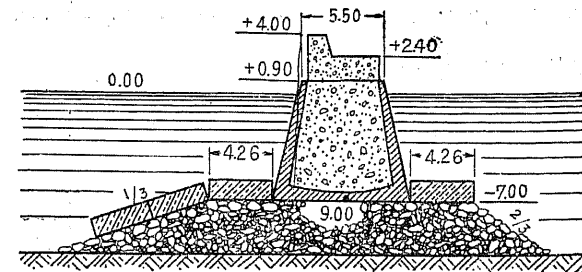
〔註〕方塊積の上に型版を當てた時、その間に出来る隙間には、カンバス、或はホロの類を詰めるがよい。

### 第五節 函塊堤

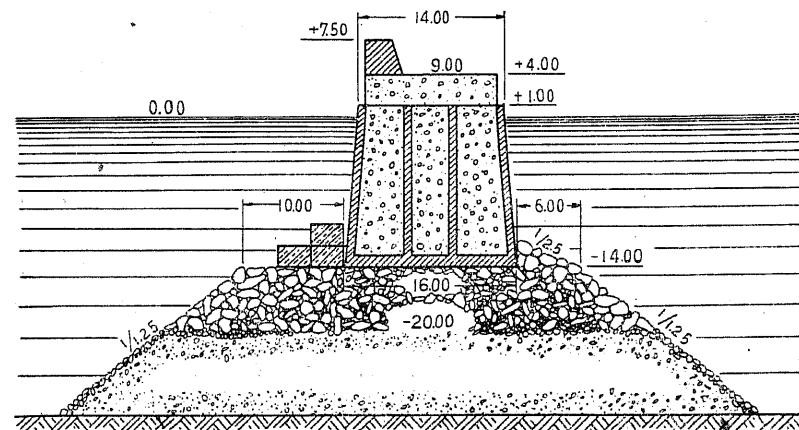
函塊即ちケーソン (Concrete caisson) を以て、直立體を形ち造つた者を、茲に

函塊堤と呼ぶ、此の様式は本邦に於て、近時最も流行する防波堤である。

特長 先づ函塊堤の長所を記せば



トアブモ港の新函塊堤



バルパライソ港の函塊堤

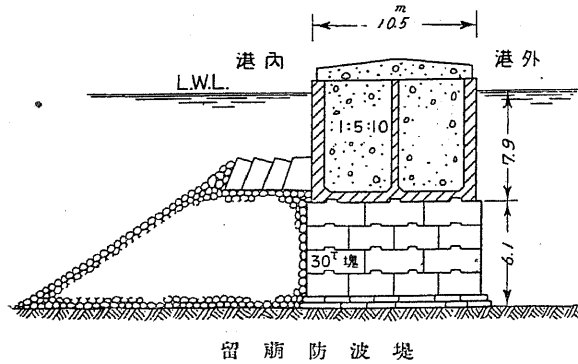
- (1) 堤體の全部を一體となし得るが爲め、對波力が強大なる事
- (2) 各部分の施工は、總て之をドライオークにて行ひ得るが爲め、施工が確實、容易なる事
- (3) 中詰材料の品質を、大に低下し得るが爲め、工費を節約し得る事

次に函塊堤の短所を記せば

- (1) 函塊の製造設備費を多く要するが爲め、防波堤の施工延長が短い場合には、不經濟の事がある。
- (2) 函塊の進水と運搬とに適する、水深等の環境條件を必要とする爲め、之が施工の不可能の事がある。

(3) 函塊の据付填充には、海上の静穏を必要とする爲め、常に波多き地方では、  
之が施工日數極めて少く且つ填充完成前に、函塊破損の虞もある。

〔註〕 荒海に直面する港でも、例へば留崩の如く静穏の日が続く地方では、函塊を使用し得る、之に反して釧路の如く、四季を通じて、常に波多き地方では、寧ろ方塊積堤を可とする。

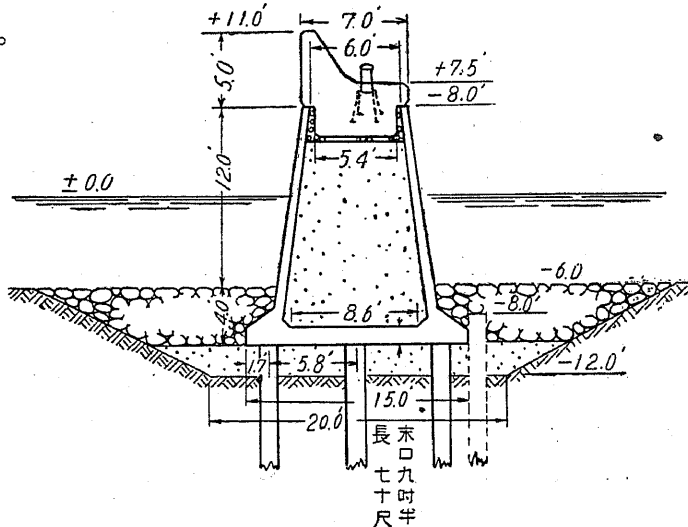


留崩防波堤

函塊の填充完成前の破壊は、打込み波に依る者、不同沈下に依る者等である。不同沈下は地盤柔弱の所、或は混成堤の粗石部の特に厚い場合、函塊の特に長い時等に起り易い。尙ほ其直接の原因は、函内の部分填充が不均等なる事であらう。此函塊破壊を防ぐには、第五章第六節註の檢算法、或は後述の填充の施工法等に留意すべきである。

種類 函塊堤を中詰材料に依つて區別すれば、コンクリートの填充と粗石土砂の填充となる。

嘗て述べた如く、函塊の鐵筋コンクリートは、海水に依つて早晩腐蝕の虞あるを以て、成るべくコンクリートを填充して強固ならし



大阪港内の船溜防波堤

むるがよい、従て重要なる防波堤は、多く其種の者である。

次に粗石或は土砂を詰める者は、堅牢の點に於て充分でないが、之に依つて工費を大に節減し得るが爲め、稀に内部の防波堤、或は民間企業の防波堤などに、此様式が採用せらるゝ。實例は博多工業港、大阪北港、横濱港内、ラシン港(米)などがある。

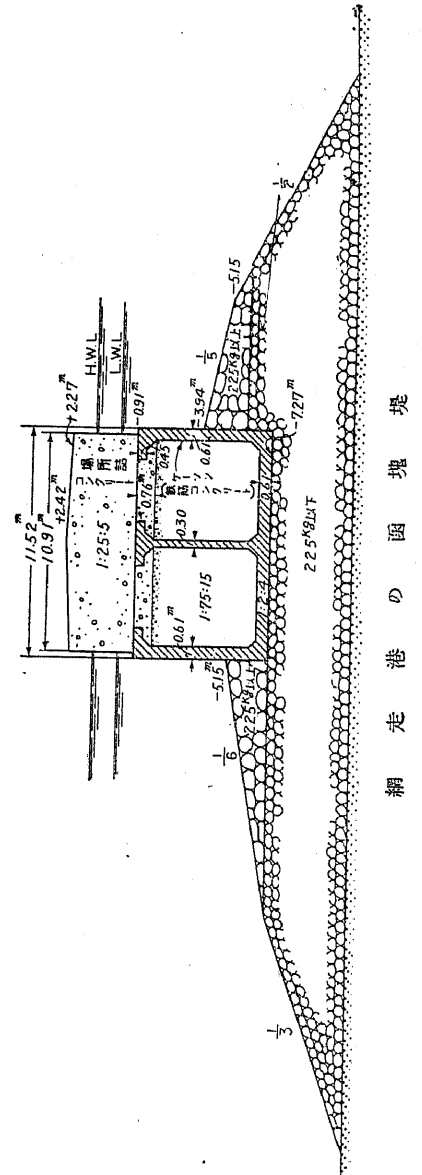
コンクリート填充のものも、其配合は頗る悪く、例へば、1:4:8(セメント180 斤)乃至1:5:10(セメント146 斤)などの貧配合が用ゐらる。

尙ほ又周壁に沿つた部分だけに、厚いコンクリートを付け加へ、其他を土砂粗石詰にした者がある、即ち前記兩者の折衷である。

〔註〕 智利のトアブセ (Toaupse) の防波堤に於ける舊函塊の内部は、二つの縦隔壁に依つて三室に分け、其左右の兩室にはコンクリートを詰め、中央の室には石材を詰めた。

形状 函塊堤の形状も、一般直立堤の所で述べた者に依つて、其大略を盡して居るが、只だ函塊の外形に就て少しく述べる。即ち函塊の横斷形に就て分てば、次の如きものがある。

(1) 矩形に近く、兩側が略々垂直をなす



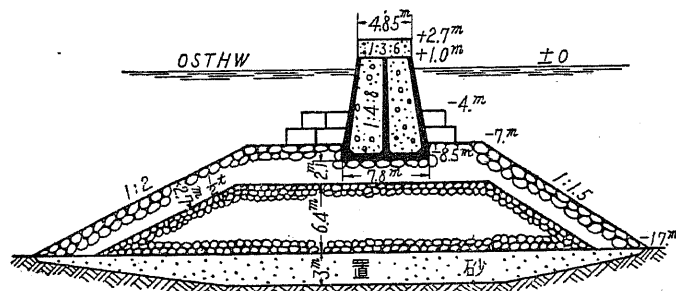
網走港走函塊堤

者

(ロ) 梯形をなして両側が著しく傾ける者

(ハ) 函底の前後へ、フーチング (Footing) を突出せる者

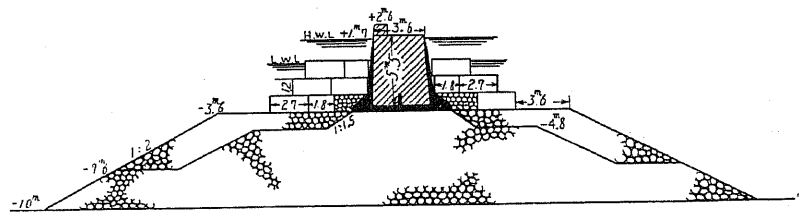
矩形のものは最も普通の形である。次に梯形のものは波力に依る転倒と耐支



敦賀の新防波堤

とに於て多少安定を増す、然し造函の際に鉄筋コンクリートの施工が甚だ不便となる、其根固用の方塊との接合部に間隙が出来る。

次にフーチングを突出した者も、転倒と耐支とに就て有利であるが、根固用方塊を置く事が多少困難となる。

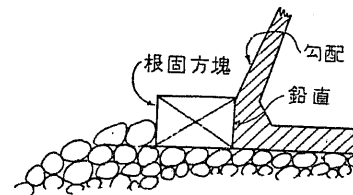


神戸港の函塊堤

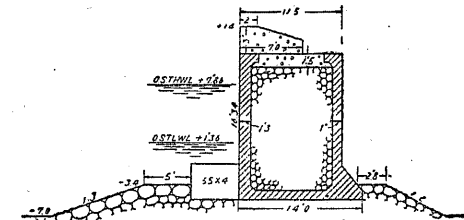
【註】 梯形の縦勾配が1分位ならば造函其他の支障が少い、然し之に3分ほどの緩勾配を用ゐた實例がある、如斯き函塊の側壁コンクリートは特に柔練を以て下から上まで一度に施工しなければならぬ。

【註】 梯形の傾ける側面へ、根固方塊を完全に接觸せしむるには、異形の方塊を造らなければならぬ。

今若し方塊と接觸する下部だけを圖の如く垂直にし、其他の上部を傾斜せしむるならば、根固方塊との接合もよく、又堤體の安定もよい。



函塊と根固方塊との接合一例



横濱港内の貯木場防波堤

【註】 尙ほ表側を垂直にし、裏側を傾斜せしめた、不對稱形の函塊堤に於ける利害は、方塊積堤の不對稱のものに就て前に記した所と同様であるが、其外に不對稱形函塊に於ては、水上の運搬中に傾く缺點がある、然し之は一方にフロートを抱かせれば差し支へない。

函塊の大きさは第五章

第五節に述べた如く、使用箇所に於ける水深と、波力に對抗する堤體の體積等から、計算して之を定むる者である、従て此函塊の寸法には大小種々あつて勿論一様でない。

只だ防波堤用函塊の通則として、其長さが岸壁用のものに比して割合に短い。

尙ほ實際の大きさは、

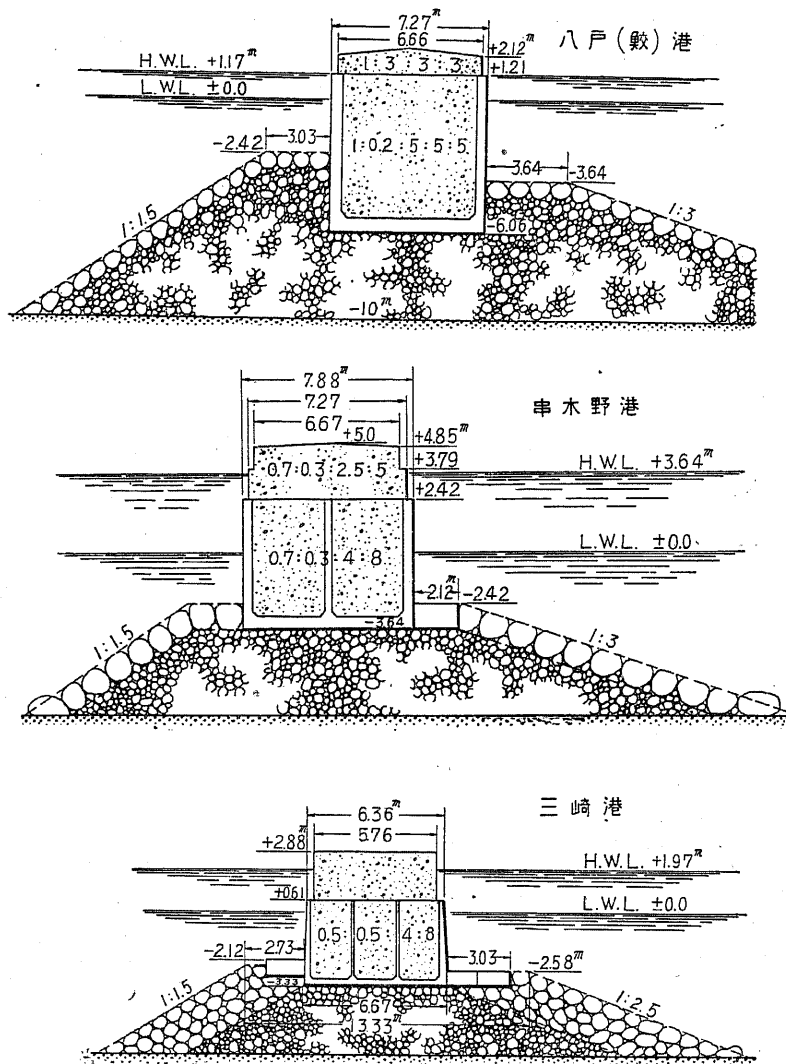
各港に於ける實際表を見られたい。

防波堤使用函塊形状及重量表

| 港名  | 形状 (米) |      |      | 重量 (噸) |         |
|-----|--------|------|------|--------|---------|
|     | 長      | 高    | 巾    | 自重     | 填充後の總重量 |
| 神戸  | 13.91  | 6.67 | 6.97 | 406    | 1,065   |
| 敦賀  | 18.4   | 9.5  | 7.8  | 909    | 3,096   |
| 鹿兒島 | 11.0   | 6.5  | 6.0  | 280    | 924     |
| 小樽  | 14.8   | 7.9  | 7.9  | 843    | 2,178   |
| 留萌  | 10.0   | 7.9  | 10.6 | 760    | 1,915   |
| 網走  | 9.1    | 6.4  | 11.5 | 642    | 1,596   |
| 八戸  | 10.9   | 7.27 | 7.27 | 500    | 1,320   |
| 室蘭  | 7.3    | 7.9  | 6.4  | 396    | 963     |
| 串木野 | 7.88   | 6.06 | 5.45 | 232    | 627     |
| 大阪  | 18.18  | 4.85 | 4.55 | 170    | 540     |
| 網代  | 6.67   | 2.42 | 4.55 | 41     | 177     |
| 三崎  | 2.74   | 3.94 | 6.67 | 49     | 160     |
| 平湯  | 6.1    | 2.0  | 3.0  | 30     | 84      |

【註】 海上静穏の日数少き地方では、國內コンクリートの填充能力から、防波堤用函塊

の大きさ、特に其長さが制限される事もある。但し後章に述ぶる岸壁用函塊に於ては、此填充能力から、其大きさを定むるが如き事は無い。



**施工** 函塊堤に於ける基礎の施工は、既述の方塊積堤のものと同様であるが故に之を省略する、又ケーソンの製造と進水との施工に関しては、第七章第三節に

其詳細を盡した、故にこゝでは専ら、ケーソンの曳送、据付、填充、上置などの施工に就て順次之を記す。

ケーソンの曳送には、進水後に直接現場へ向けて運搬する場合と、一時水中に假置して、必要に応じて其所から現場へ送る場合とある、此等の直送と假置とは勿論造函と据付との兩作業上の都合から起る者である。

曳送の際には、ケーソンの周圍に恰も鉢巻の如く、マニラロープの類を巻き、之へ引綱を結んで、小蒸汽船の曳船 (Tug boat) にて曳かせる。

遠距離曳送の際には、ケーソンへ蓋を被ぶせて、途中波の侵水を防ぐ。

假置は、若し絶対安全の水面があらば、ケーソンを浮かせたままに繋留する、然し普通は、干潮時にケーソンの頭が出る程の、水深の所へ沈めて置く。

次にケーソン据付の作業に就て述べる、先づ潜水夫をして、基礎面の均しを正確に行はせた後に、或は既設の隣接ケーソン、其他水底に設けた假のガイド等を規準として、ウインチ、神樂棧、引綱などを用ゐて、ケーソンの位置を精密に直しながら、一方サイホンに依つて、函内へ水を注いで徐々に沈め、遂に定位置へ据え付ける者である。

次に函内の填充は、前述の如く一度函内に水を注いで沈めたる後に、函内の隔壁に依つて分けられた各室毎に就て、其中の水を一つ宛ポンプにて掻き出し、之へドライオークにてコンクリートを填充せしむる。

一般に防波堤に於ける、据付と填充とは、海上静穏の間に、最も迅速に施工し終らなければ、危険である。

次に上置の場所詰コンクリートと、下のケーソンとの境界は、方塊積堤の場合よりも、一般に之を高くする、即ち中水位より高い方が、前記の函内コンクリート填充を、ドライオークで施工するに都合がよい。

若し函内の申請に土砂粗石を用ゐる場合には、上置コンクリートを通して瓦斯管を埋め、以て空氣抜きを造る。

〔註〕 水底に於ける、据付位置を示す、隅々のガイドには、或は木杭を立て、或は方塊を假に置く、即ち潜水夫は、此等の目標に依つて、沈下中のケーソンの位置を正すのである。

据付作業中の潜水夫は、函の隅々に一人宛つ、合計四人を配し沈下中は絶えず其位置と傾斜とを観測し、水上の人へ合圖を以て知らせる。

而て此等の報知と、水上に於ける観測とに依つて、神樂棧やウインチを働かして、引綱を伸張して、ケーソンの位置を絶えず修正する、此神樂棧、ウインチは既設ケーソンの上と、別に碇繋せる工業船の上などへ置く。

一般にケーソンの沈下は、注水を常に加減して、成るべく水平に徐々に沈める、殊に函底と基礎面との隙が約30糎ほどに近づいた時には、最も慎重を要する。

若し据付位置が完全でない場合には、再び函内の水を掻き出して、之を浮かせて据え直す。

〔註〕 防波堤ケーソンの中詰コンクリートは、函の据付後なるべく早く填充するがよい蓋し填充前に若し荒波が、函内に打込む時は、其壓力に依つて、ケーソンを中から破壊するの虞あるが爲である。

大ケーソンの水を掻き出すに當り、時として吸管が著しく長くなる場合がある、如斯き際にはバルブメーター其他の特種のポンプを用ふる。

中詰コンクリートの作業中に、周壁を越して海水が流れ込まないことを望むならば、周壁の高さを満潮位より更に高くすべきであるが、然し之を餘り高くすれば、或は進水や据付作業等に支障を來す事があるから、普通は中水位より稍々高きものが多い。

而てかゝる函塊にあつて、若し満潮時にもコンクリートの施工を續行する場合は、假に板圍を函上へ取り付けて浸水を防ぐ。

隔壁間の各部屋の填充に當つて、之を下から上まで一度に施工する事もあるが、若し函の不同沈下より生ずる函塊の龜裂破壊を考慮するならば、各部屋の填充を少し宛つ行つて、成るべく均等に打ち上げるを可とする。

尙ほ其爲めに、特に均等用の方塊を別に入れて、函の不同沈下を防ぐ方法もある、此方塊は填充コンクリート中に埋殺しとする。

〔註〕 中詰が土砂粗石の場合に於ける空氣抜の穴は、函内の空氣が或は膨脹して、函の周壁を破壊せしむるを防ぐ爲である、然し一方に於て、若し大穴を堤頂の上向に開けて置く時は、之より跳波墜落の水壓が、函内へ浸入して、或は周壁破壊の因をなす虞もある、故に空氣抜孔 之を曲げて設けるがよい。

〔註〕 柔弱地盤に於ける、基礎の粗石に就ての載荷試験の工法は、前記方塊積堤の場合と同様であるが、特に函塊堤に於ては一層の慎重を要する。

ケーソン基礎の接合の度を増さしむる爲めに、時としてケーソンの底に豫め小孔をあけて置き、之よりグルートモルタルを壓入する場合がある。

〔註〕 敦賀港の函塊製造費は、一箇約10,000圓であつて、更に進水費約200圓、曳送費約10圓、据付費約50圓ほどである。

〔註〕 神戸港防波堤の工費を時價に換算して、假に一米當り1,360圓とすれば、其内譯は基礎掘鑿26圓、同捨石598圓、荷重試験35圓、床拵27圓、函塊製造進水共200圓、据付2圓、填充127圓、根固方塊197圓、胸壁9圓、船舶機械費120圓、雜費19圓に當ると言ふ。