

第二章 港灣外堤

第一節 外堤ノ種類

71. 港灣防護トシテノ外堤 港灣ノ外堤トハ海面及港口ヲ防護スル用ヲ爲ス所ノ外面築堤ヲ云フノデ、少クモ港外ニ突出シ風浪ヲ防グ働ヲ爲シテ居ル。港内ニ投錨又ハ岸壁ニ繫留シテ居ル船舶ノ安全ヤ港外カラ入港スル船舶ノ安危ハ實ニ繫ツテ外堤ノ配置ヤ構造ニ關シテ居ル、外堤工事ハ斯克シテ一般ニ荷役ヲ爲ス所ノ内港工事ニ對スルモノデ、錨地ヤ外港ト呼バレル部分ニ密接ノ關係ヲ有シテ居ル。概シテ外堤ノ位置ハ海中ノ深處ニ在ルカラ最モ困難ナル且ツ最モ工費ノ多イ部分ニ屬スル。

外堤ニハ突堤、導流堤及防波堤ノ三種ガアル。突堤ハ陸岸カラ海中ニ突出シタ堤防デ錨地、外港又ハ凡テ港内トシテ用ヒラレル水面ヲ防護スルモノデアル。一般ニ或ル長サノ間接續シテ居ルガ、稀ニハ斷續シテ居ル。而シテ或ハ海岸ニ直角ニ突出スルモアレバ、或ハ之ニ傾斜シテ突出スルモアリ、又岸壁、軌道、上屋等ヲ有スル突堤モアリ、殊ニ地中海岸ニ在ルゼのば(Genova)及とりえすと(Triest)等ノもろト呼バレルモノハ皆之デ、羅馬時代カラ荷役ニ兼用シタ。

導流堤ハ海岸カラ突出シテ居ルコト前ノ突堤ト同ジデ、時トシテハ亦之ヲ突堤トモ呼ブ。港口ヲ制限スルヲ目的トシ、殊ニ河水ノ導流ヲ爲シ、河口、灣口、又ハ潟ノ口ナドニ設ケラレ、時トシテ中間ニ切レテアルコトモアル。

防波堤ハ陸岸ニ接續セズニ海中ニ作ラレタ外堤デ、多少島狀ヲ爲シ、波浪ガ港内ニ入ルノヲ防グ、然シ突堤ト防波堤トハ屢々相混用セラレル場合ガ少クナイ。

72. 外堤ノ配置 外堤ノ種類及配置ハ海岸線ノ状態及海岸ノ土質等ニ依ツテ異ナリ、又其外堤ノ形状ハ氣象水理等ノ現象ヤ出入船舶ノ種類ナドニ關係ガアル。

海岸線ガ深ク灣入シテ自然ニ風浪ヲ防イデ居ルカ、又ハ砂濱遠ク連ツテ開放的ノ海岸ヲ爲スカ、又或ハ河口ガ海岸ヲ中斷シテ居ルカ、或ハ鹹湖若クハ潟ノ中ニ在ルカナドニ依ツテ外堤ハ特別ノ考慮ヲ拂ハナケレバナラス。

海底ガ岩盤ヨリ成ルカ、又ハ平砂移動シ易ク、或ハ砂利石礫ノ類カラ成ルカ、換言スレバ海岸ガ不變ノ土質ヨリ成ルカ又ハ移動シ易イカ、築港殊ニ外堤ノ計劃ニ非常ニ差異ヲ生ズル。

自然現象ノ中ニハ前章第五節ニ述ベタ如ク潮汐ノ干満、潮程、沿岸流ノ方向及強サ、恆風ノ方向及最強風ノ方向及強サ、波力波向、流水等ガ主ナルモノデ、地震ナドモ亦之ヲ閑却スルコトハ出来ナイ。

又其港ニ帆船ノ出入ガ多イカ、又ハ汽船ノ寄港スルモノガ多イカ、或ハ又兩者ガ共ニ出入スルカナドハ外堤ノ配置ニ影響ヲ有シテ居ル。

73. 港口 港口ハ猶ホ各家ニ門口ノ位置ガ重要視セラレルト同ジク港ニ取ツテハ最モ必要ナル部分デアアル。

港口ハ突堤、防波堤ノ間又ハ防波堤ト陸岸ノ間ニ殘サレタ外堤ノ空隙デ、其位置、方向、幅、形及水深ヲ考ヘナケレバナラナイ。

74. 港口ノ位置、方向及幅 港口ノ位置ハ船舶ガ如何ナル時デモ又如何ナル風又ハ流ノ場合デモ危険ナク容易ニ入港シ得ル様ナ處ニナケレバナラス。此點カラ見レバ海中ニ突出シタ防護工事ノ前端ニ在リ、容易ニ見出し得ル様デナケレバナラス。殊ニ入港船舶ヲ考ヘテ暴風ノ際外海カラ港内ニ逃込ムニ都合ガ良クナケレバナラナイ。

港口ノ方向ハ最大強風ノ方向カラ成ルベク外レヌモノタルヲ便トシ、避難

ノ船舶ガ真直ニ逃込ミ得テ外堤頭ニ横撞ニ衝突ナドシナイ様デナケレバナラス。但シ之ガ爲ニ錨地又ハ外港内ニ波立ツコトガ好マシカラズバ多少港口ト風向ト同一ニ取ルト云フコトハ改メナケレバナラス。殊ニ船舶ガ渠口又ハ閘門ノ前ニ投錨スル場合ハ波ノ爲ニ吹付ケラレテ是等ノ構造物ヲ破損スル虞レガアル。然シ港口ノ方向ハ最大強風ノ方向カラ 70° 以上ハ外レヌヲ良シトスル。蓋シ港口ニ入り掛ケタ船ガ横波ヲ受ケルノハ極メテ危険デアアルカラデアル。又帆船ガ隨時出入シ得ル爲ニハ港口ノ方向ハ其土地ノ恆風ノ方向ト同一ナラズシテ少クモ之ト 65° ノ傾斜ヲ爲スヲ良シトスル。勿論入港ノ船ヲ主トシ出港ノ船ハ日和ヲ待ツコトガ出来ル。若シ港口ノ方向ガ時化ノ方向ニ傾斜シテ居ル時ハ風上ノ外堤ヲ延シテ風下ノ外堤ヨリモ長クシ、船ハ成ルベク早く遮蔽ノ下ニ航走シ得ル様ニスレバ港口ニ入ル時ノ危険ガ少イ。

若シ又沿岸流ガ岸ヲ洗フ様ナ場合ニハ港口ノ方向ハ船ガ此流ヲ横斜ニ受ケヌ様ニ定メナケレバ亦船ノ攔坐ヲ招ク虞ガアル。

以上港口ノ方向ハ一般ニ帆船ノ出入スル場合ニ適スルモノデアアルケレドモ、汽船ガ出入スル場合又ハ帆船ガ曳船デ入港スル際ナドハ前ニ述ベタ關係ハ左マデ深ク拘泥スルヲ要シナイ。

若シ又一ノ港口ガ風浪ニ對シテ不充分デアルトキハ第二又、第三等ノ港口ヲ有スルモノモ無イデハナイ。

港口ノ幅ハ入船出船ガ便利ニ且ツ危険ナク通航シ得ル程廣クナケレバナラナイ。從テ其幅ハ船ノ大サ及隻數ニ依ルノデアアル。然シ又港口ハ併セテ外海ノ波ヲ導入レル處デ、之ガ爲ニ投錨ノ船ヲ脅カシ港内ノ工作物ヲ破損スル懸念ガアルカラ、此點カラ見レバ過度ニ廣イ幅ノ港口ハ反テ有害デアアル。

一般ニ廣イ外港ガアラバ港口ト時化ノ方向ガ近ク設ケラレテアル程港口ノ幅ハ狭クテ足ル。蓋シ船ガ入ツテ停止スルマデニ充分ノ餘裕ガアルカラデア

ル。然シ船が港口ヲ入ルヤ間モナク廻轉シナケレバナラヌ様ナ處デハ港口ノ幅ヲ廣クシナケレバナラヌ。殊ニ強イ沿岸流ガアツテ港口ヲ斜ニ洗ツテ居ル場合ニハ幅ヲ廣クスル必要ガアル。

船ノ出入ガ頻繁ナ港デハ港口ノ幅ヲ廣クスベキハ勿論デアアルガ、萬一船ガ港口デ横ニ擱坐スル様ナコトガアレバ全然港口ヲ閉塞スル結果トナルカラ、其幅ハ一隻ノ船ノ長サヨリ長クナケレバナラヌ。且ツ又良イ日和ニ二隻ノ船ガ同時ニ夫々出入シ得ル幅ガアレバ便デアアル。漁港ナドデハ可成多數ノ漁舟ガ同時ニ港口ニ推寄セルコトが多い。

潮程ノ大ナル海デハ亦狭イ港口ハ落潮流ノ速度ガ餘リ大デ入港船舶ニ困難ヲ與ヘル場合ガアル。之ニ反シテ餘リ廣イ港口デハ沿岸ノ砂濱カラ漂砂ノ侵入ヲ來ス虞が多い。

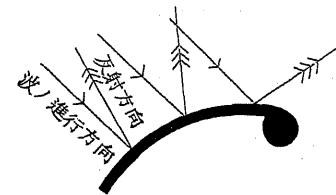
今若干ノ港ニ付イテ其港口ノ幅ヲ擧ゲレバ次ノ如クデアアル。

第十五表 港口ノ幅

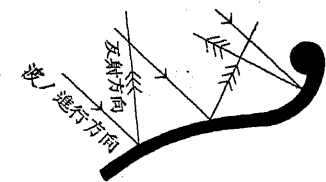
港 種	港 名	港口ノ幅	
流 港	へら (Hela)	50*	
	ぎーすとみゅんで (Geestmünde)	120	
	すけべにんぐ (Scheveningue)	130	
	銚子 (千葉縣)	{ 外港口 90 内港口 30, 100	
	室津 (高知縣)	36	
	江角 (島根縣)	73	
	串木野 (鹿児島縣)	{ 101 44	
	河口 港	伏木 (小矢部川河口)	146
		すりな河口 (Sulina, Donau)	130
		新 潟 (信濃川河口)	273
	たいん河口 (Tyne)	360	

港 種	港 名	港口ノ幅
	まーす (Maas)	680
	みしゝప్పー南水道 (South Pass, Mississippi)	305
	同南西水道 (South West Pass, Mississippi)	1000
鹹 湖 港	するねみゅんで (Swinemünde)	350
	りどう、べねちや (Lido, Venezia)	900
他 の 諸 港	どんけるく (Dunkerque)	130
	まどらす (Madras)	122
	大 阪	132
	る あーぶる (Le Havre)	200
	れーくそす (Leixoes)	220
	横 濱	242
	どーばー (Dover)	244; 183
	小 樽	265
	神 戸	273; 55
	大 連	364; 121; 61
	ばれるも (Palermo)	420
	あいむいでん (Ymuiden)	260
	ぜのば (Genova)	500
	ぶーろーに	450

75. 港口ノ形及水深 港口ノ形ハ第七十一圖 A = 示スガ如ク外 = 向テ凸出



第七十一圖 A



第七十一圖 B

スルトキハ反射スル波浪ハ散亂スル傾向ガアルケレドモ、第七十一圖Bニ示スガ如ク内ニ向テ凸出スルトキハ外方ヨリ來ル波ハ反射ノ後反テ集中スル傾向トナル。

突堤ヤ防波堤ノ形ニ依リテ反射シタ波ガ反ツテ港内深く侵入シタリ、或ハ突堤端ノ一方ヲ曲ゲテ反射波ヲ防ギ得タ場合モアル(第七十二圖)。

若シ突堤ガ平行ニ設ケラレルトキハ入り來ル波ハ殆ド其高サヲ變ゼズ進ムケレドモ、若シ漏斗狀ヲナシテ尖端ガ開放スレバ波ハ港口カラ進ムニ從テ其高サヲ増スガ、之ニ反シテ突堤ガ收斂狀ヲ爲ストキハ奥ニ進ム程波高ハ減少スル。

突堤ヤ防波堤ノ尖端港口ヲ爲ス部分ハ其法リガ急ナル程港口ノ利用率ガ多イ。

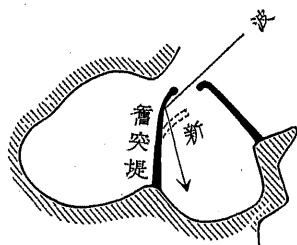
港口ノ深サハ最低水位ノ際ニ最大ナル波ニ逢ツテモ船底ガ海底ニ觸レヌ程度ノモノデナケレバナラス。如何ナル時デモ入港シ得ル爲ニハ強潮ノ海ト弱潮ノ海タルヲ論ゼズ其最低水位ヲ基礎トシテ之ヨリノ水深ヲ考ヘナケレバナラス。然シ港ニ依リテハ滿潮時ニ於ケル深サヲ基準トスル所モアル。此場合ニハ小潮ノ高水位ニ於テモ所要ノ深サヲ有シナケレバナラス。

波高ニ關シテハ中位以下ノ船ニ對シテハ波高ノ $\frac{2}{3}$ ヲ餘裕ニ取り、巨船ニ對シテハ其 $\frac{1}{2}$ ヲ取ツテ靜穩時ニ必要ナル深サニ加ヘナケレバナラス。

第二節 岩盤又ハ移動少キ海岸

ニ在ル港灣

76. 岩盤又ハ移動少キ海岸ニ在ル港灣ノ外堤 海岸ガ岩盤ヨリ成ルカ又ハ

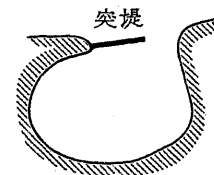


第七十二圖

殆ド移動性ヲ有セザルトキハ港口ヲ定メ靜穩且ツ安全ナル水面ヲ得ルノ道ハ比較的簡單デアアル。而シテ天然ノ遮蔽ガ大ナル外堤ノ規模ハ小ニシテ足ルベク、處ニ依リテ岬角遠ク海中ニ突出シテ天然ノ突堤ヲ作り復タ人工的ノ外堤ヲ要セザルコトモアリ。從テ斯カル處ニハ單ニ岸壁又ハ水陸連絡ノ設備ヲ爲セバ充分ナリ。以下長汀曲浦開敞遮蔽ノ度、風向風力等ノ差異アリ夫々外堤ノ配置ヲ同ジクシナイ。

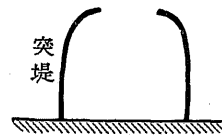
77. 灣口ノ一側ヨリ出シタル一條ノ突堤 一般ニ海岸カラ灣入シタ處ハ風浪ヲ遮ルニ適シテ居ル。即チ其灣口ノ一側カラ突堤一條ヲ突出セバ之ニ依ツテ灣内ノ水面ヲ防護スルコトガ出來ル。第七十三圖ニ示シタモノハ其一般様式デ、伊太利ノゼのば灣ハもろぬおぼ及もろ

ちわかち がりえーらナル屈折シター一條ノ突堤デ防護セラレテ居ルガ、之ヲ更ニ眞直ニ改築スル計劃ガアル。又すこつとらんどノ東北ニ在ル漁港ニシテ且ツ避難港ナルペーたーへど(Peterhead) 港ハ亦灣ノ東南端カラ突出シター一條ノ突堤デ灣口ヲ扼シテ居ル。若松港ハ洞海灣ノ北方ニ亦一條ノ突堤ヲ出シテ北風ヲ遮斷シテ居ル。



第七十三圖

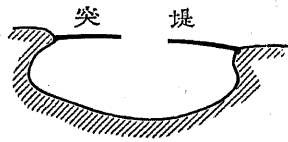
78. 海岸ヨリ突出シタル二條ノ突堤 岬角又ハ入江ノ如キ天然ノ地物ヲ利用シ得ヌ處デハ、第七十四圖ニ示シタ様ナ二條ノ突堤ヲ海岸カラ突出シテ錨地又ハ靜穩ナル水面ヲ作ルコトガ出來ル。此場合ニハ任意ノ處ニ港口ヲ設ケルコトガ出來ル長所ガアルガ、波ハ港内ヲ攪亂スル傾向ガ多イ。



第七十四圖

あいるらんどノキングスタウン(Kingstown) 港ヤ葡萄牙ノれーくそす(Leixoes) 港ナドハ此遠例ダ。

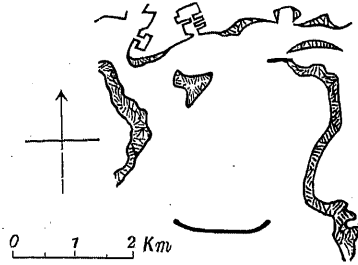
時トシテハ灣入シテ居ル入江ノ兩側カラ
反對ノ方向ニ突堤ヲ突出シタモノモアル
(第七十五圖)。伊太利シナリーノぱれるも
(Palermo) 港ヤ我が邦ノ小樽港ノ如キハ之
ニ屬スル。



第七十五圖



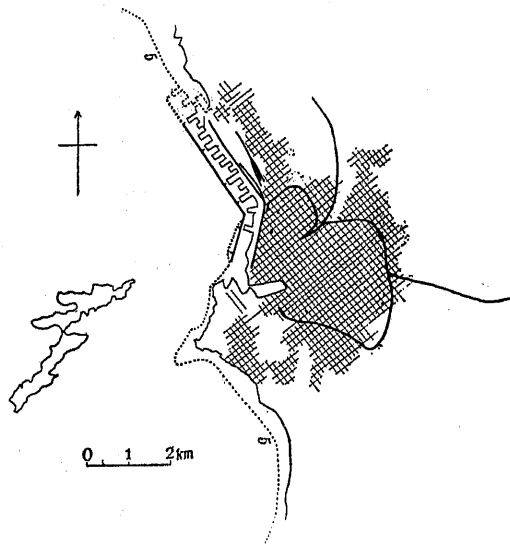
第七十六圖



第七十七圖 ぷりまうす

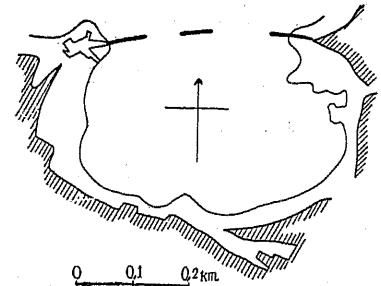
又場合ニ依リテハ殆
ド平行シタニ條ノ突堤
ヲ反對ノ海岸カラ突出
シタ例モアル (第七十
六圖)。西班牙ノかる
たげな (Cartagena) 港
ノ如キハ即チ是デア
ル。

79. 一條ノ防波堤ニ
依ル防護 港灣ノ前面
ニ一條ノ防波堤ヲ用ヒ
テ水面ノ防護ニ充テル
コトガアル。例ヘバ英



第七十八圖 まるせーゆ

國ノぷりまうす(Plymouth) 港(第
七十七圖)ト佛國ノまるせーゆ
(Marseille) 港(第七十八圖)ノ如キ
之ニ屬シテ居ル。



第七十九圖
さんじゅあんどりゅづ

80. 突堤及防波堤ヲ併用スル外
堤 廣イ入江ヲ風浪ヨリ 防護スル
ニハ同時ニ 突堤及防波堤ヲ併用ス
ルコトガアル。此場合ニハ港口モ多ク、錨地モ廣クナル。佛國ノしゑるぶー
る (Cherbourg) 港及さんじゅあんどりゅづ (St. Jean de Luz) 港ノ
如キハ即チ此種ノ外堤ヲ持ツテ居ル。

第三節 移動性ヲ帶ブル砂濱ノ港灣

81. 砂濱 固定海岸ニ於ケル港灣ハ單ニ風浪ヲ遮蔽スレバ足ルニ反シテ、
砂濱ニ在ル港津ハ更ニ漂砂防止ノ策ヲ講ジ、移動性ヲ帶ビタ海岸ニ備フル所
ガナケレバナラス。

風ヤ浪ハ絶エズ砂濱ヲ攪亂シ、潮汐ヤ沿岸流ハ亦濱ノ眞砂ヲ移動セシメル。
其外地下水ヤ陸上ノ表水ハ亦皆抵抗力ノ弱イ海岸ノ土砂ヲ洗流シ、石礫ハ粗
砂ニ粗砂ハ細砂トナル。又河川ハ其水源カラ河口ニ至ルマデ漸次岩石ヲ風化
シ破碎シテ其細カイ土砂ヲ河口ニ齎ラシ、砂濱ノ源ヲ爲シテ居ル。而シテ斜
ニ推寄セル波浪ハ砂ヲ移動セシメ、沿岸流ヤ其他ノ海流ト共ニ漂砂運搬ノ作
用ヲ營ミ、更ニ海風ハ乾イタ砂ヲ内地ニ吹送ツテ砂丘ヲ作リツ、アル。

波ノ強イ處デハ石礫モ大ク、海ノ深處ニハ細イ土砂ガ堆積スル。但シ浮游
スル微細ナ泥土ハ海中ノ流レノ爲ニ遠イ區域ニ運バレ廣イ面積ニ沈澱スル。

風ヤ波又ハ海流ノ強サニ從テ砂濱ハ傾斜ヲ爲シテ居ル。 $\frac{1}{10}$ 乃至 $\frac{1}{100}$ ノ傾斜ハ急ナルモノデ、 $\frac{1}{100}$ 乃至 $\frac{1}{500}$ ノ傾斜ハ緩勾配ト云フベキデアル。

一般ニ海濱ニ於ケル砂ノ移動ハ恆風及定ツタ海流ノ方向ニ從フケレドモ亦一時的ニハ特種ノ風ヤ偶發ノ海流ニ基クコトモアル。殊ニ暴風及暴潮ナドノトキ砂ノ移動ガ最も多イ。

移動海岸ノ幅又ハ區域ハ其地方ノ風ヤ浪及海流ニ依ツテ異ナル。伊太利ノこるなぐりあ (Cornaglia) ハ海中ニ中立線ガアツテ其ノ陸側デハ移動性ノ砂ハ陸上ニ運バレ、其ノ海側デハ更ニ深處ニ送ラレルト云ツテ居ル。

82. 漂砂ト突堤 今漂砂ガ海岸ヲ洗ツテ移動シツ、アル處ニ、防波堤又ハ防砂堤ナドノ人工的ノ突堤ヲ作ルナラバ、猶ホ恰カモ河流ヲ横ツテ水制ヲ設ケル様ニ、又或ハ砂濱ニ突出ヲ作ル如ク、漂砂ハ少ナカラズ其進行ヲ妨ゲラレテ其結果ハ砂ノ堆積トナリ、又或ハ海岸線ノ移動トナル。唯彼ニ於テハ中間地ノ沈澱ヲ望ムモ是ニ於テハ乃チ港口ノ埋没ヲ忌ム。

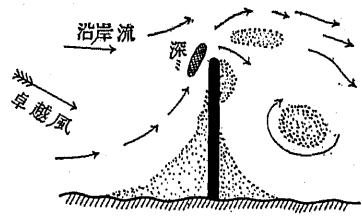
今沿岸流ガ海岸ニ平行ニ走り、恆風ガ第八十圖ノ矢ノ方向ヲ指シテ居ル時、突堤ガ海岸ニ直角ニ突出サレタ

トスレバ突堤ノ爲ニ渦卷ガ出來テ更ニ沈澱ヲ生ジ、突堤ノ根部ニハ亦砂ガ沈澱スル。

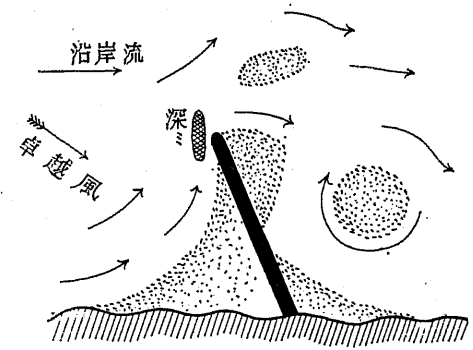
若シ又突堤ガ沿岸流ニ向テ傾斜スルコト第八十一圖ノ如ク所謂上向ス

ルナラバ突堤根ノ沈澱ハ反テ多クナル。然シナガラ若シ突堤ガ沿岸流ノ方向ニ傾下シテ下向シテ居ルナラバ、第八十二圖ニ示ス如ク砂ハ素直ニ運去ラレテ沈澱ガ比較的少イ。

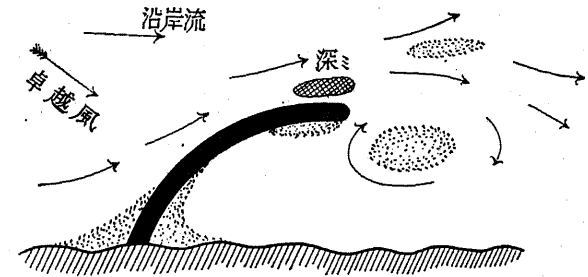
故ニ突堤ハ稍々傾斜ヲ爲シテ海岸カラ突出シ次第ニ外側ニ凸出シ、最後ニ



第八十圖



第八十一圖



第八十二圖

殆ド岸ニ平行ナル位置迄之ヲ延スベキデアル (第八十三圖)。然シテ外堤ハ充分深イ處マデ之ヲ延シテ其外側ニ沿ウテ運來ツタ砂ハ前面ノ深イ海中ニ分散シ、且ツ波ニ依ツテ更ニ遠イ處ニ荷去ラレルトキハ港内埋没

ノ患ガ少イ。然シナガラ砂濱ノ前進ハ或ル程度迄ハ避ケルコトガ出來ナイカラ、補助的ニ浚渫ニ依ルコトハ

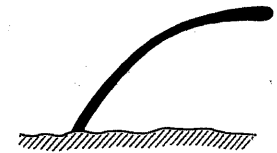
此種砂濱ノ港灣ニハ已ムテ得ザルモノデアル。

砂濱ニ於ケル外堤工事ハ開敞シタ海岸ニ設ケルモノ及河口、瀉口、鹹湖等ニ設ケルモノトノ二種ニ分ケルコトガ出來ル。

83. 開放セル砂濱ノ外堤 風浪ニ曝サレタ砂

濱ニ於テハ或ハ一條ノ突堤ニ依ツテ水面ヲ防護シ、或ハ二條ノ收斂狀ヲ爲シタ突堤ヲ用ヒテ風浪ヲ防イデ居ル。又ハ防波堤及突堤ヲ併セ用ヒタモノモアル。

84. 一條ノ突堤ヨリ成ル砂濱ノ外堤 佛國ぶーろーに港ニ於テハ第九圖ニ



第八十三圖

示シタ如ク初メハ一條ノかるの一突堤 (Mole Carnot) ヲ斜ニ西南岸カラ海中ニ突出セシメ、前端ハ緩ク曲ツテ略ボ海岸ニ平行シ、深處ニ達セシメ丈デアツタガ、最近現在ノ 1125 米ヲ延長シ、港口 450 米ヲ殘シテ更ニ北防波堤 2160 ヲ築造シテ、二條ノ收斂突堤ヲ作ル工事中デアル。是レ南側ニハ砂濱ガ漸次前進シテ砂ハ堤端ヲ廻ハリ錨地ニ侵入スル爲メ一條ノ突堤デハ錨地ノ埋没ヲ防ギ得ナイコトヲ知ツタ結果、斯クノ如ク北防波堤ヲ設ケ、兼ネテ淺瀬ニ依ツテ錨地ノ水深ヲ維持セントスルモノデアル。且ツ南カラ北ニ向フ強イ潮流ガアツテ絶エズ漂砂ヲ遠ク深海ニ運去リツ、アリ、稀ニハ北カラ來ル漂砂ガ北風ナドニ伴ハレテ港内ニ流込ムコトガアツタ。此ノ場合ニハ突堤ハ上向トナリ、砂ノ沈澱ガ速カツタ。北海道ノ余市、杵形、稚内、紋別、網走、宮城縣ノ女川、鮎川、三重縣ノ四日市、島根縣ノ境、福井縣ノ敦賀、富山縣ノ氷見、秋田縣ノ船川、高知縣ノ室津、愛媛縣ノ宇和島、三津濱、今治、福岡縣ノ若松、宮崎縣ノ内海、長崎縣ノ今福、佐賀縣ノ唐津、樺太ノ大泊、臺灣ノ高雄、朝鮮ノ仁川ナド皆一條ノ外堤ヲ備ヘテ居ル。

漂砂ガ若シ甚ダ多ケレバ之ヲ阻止スル様ナ配置ハ極メテ危險デアル。此場合ニハ海岸ニ平行ニ防波堤ヲ築イテ棧橋ノ類ヲ以テ之ヲ陸上ニ接續シ、港灣ノ主要部ハ寧ろ外海ニ近ク之ヲ置クノガ得策デ、漂砂ハ毫モ影響ヲ受ケナイ。時トシテハ環狀ノ防波堤ヲ作ツテ港津ヲ深海ニ置キ、更ニ棧橋ヲ以テ防波堤ヲ陸上ニ繋イダ例モアリ、漁港ナドニ用ヒラレル島港ガ即チ是デアル。

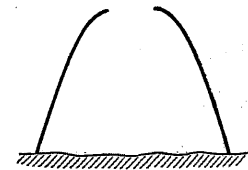
ゼーぶるのちハ第八圖ニ示シタ如ク白耳義ノ北部砂濱ノ間ニ作ラレタ港デ突堤ガ海岸カラ斜ニ圓弧狀ヲナシテ海中ニ突出シテ居ル。其主要部ハ 1715 米ノ突堤デ内側ニ岸壁ヲ有シ上屋軌道ナド荷役ノ設備ヲ持ツテ居ル。其陸上ト連絡スル處ハ 300 米ノ棧橋デ漂砂ハ其間ヲ出入シ、更ニ若干ノ砂濱上ノ接

續棧橋ガアル。尖端ニハ 240 米許ノ延長突堤ガアル。漂砂ガ多イ爲ニ港内水深維持ノ爲ニ年々浚渫ハナカナカノ多量ニ上ツテ居ル爲メ専門家ノ注目ヲ惹イテ居ルガ、最近漂砂ノ爲メ港内埋設ガ甚シイコトガ報ゼラレテアル。

あいるらんどノ東海岸ニアルろすれーあ (Rosslare) 灣ハ鉤ノ手狀ヲ爲シタ突堤ヲ有シテ居ルガ、其長サ 475 米之ニ 270 米許ノ棧橋ガアツテ陸上連絡ヲ行ツテ居ル。1881 年以來 1907 年迄ニ海岸線ノ前進モ極メテ少ク、沖ノ 9 米水深線モ殆ド變動ガナイ。

南米ぶらじるノ北東海岸ノせあら (Céara) 港ハ長サ 518 米ノ突堤ニ 228 米ノ棧橋ヲ附屬シテ居タガ、1903 年ノ頃漂砂ノ爲ニ全然埋没シテ仕舞ツタ。

85. 二條ノ收斂突堤ヲ用フル港灣 永久的ト一時的トヲ論ゼズ潮流又ハ風向ナドニ伴ツテ漂砂ノ移動方向ハ未ダ必ずシモ一定シナイコトガ多イ。此點カラ考ヘレバ沿岸流ニ對シテ下向シタ突堤ヲ向ヒ合ハセタモノハ即チ收斂突堤ノ配置デ、若シ其港口ヲ相當ニ深イ處マデ突出シ、又其尖端附近ニ於ケル沿岸流又ハ潮流等ガ沈澱物ヲ運去ルニ適スル程強イモノナラバ此配置ハ此種砂濱ノ外堤トシテ最モ適當ナルモノデアル。

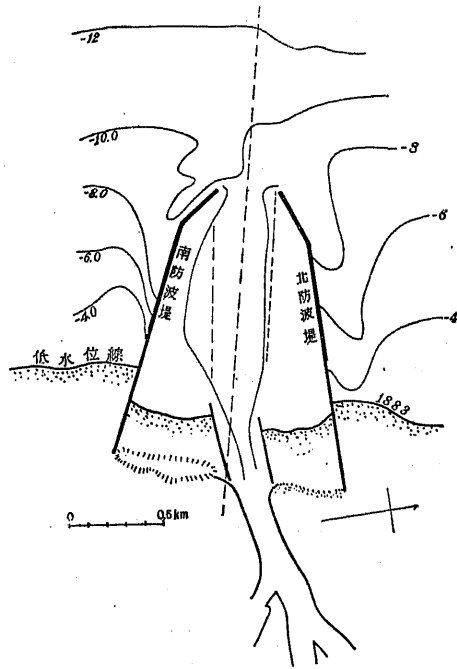


第八十四圖

北海道ノ江差、岩内、留萌、天賣、廣尾、浦河、室蘭、福島縣ノ四倉、江名、茨城縣ノ磯崎、千葉縣ノ興津(計劃)、神奈川ノ早川(計劃)、静岡縣ノ稻取、大阪ノ兵庫縣ノ西宮、島根縣ノ仁万、江角、石川縣ノ輪島、富山縣ノ新湊、山形縣ノ加茂、秋田縣ノ金浦、徳島縣ノ牟岐、淺川(計劃)、高知縣ノ佐喜濱、津兵、手結、福岡縣ノ三池、大分縣ノ大分、沖繩縣ノ本部(計劃)、臺灣ノ海口、新港等ノ漁港及一般商港ニ於ケル外堤ハ皆之ニ屬スル。

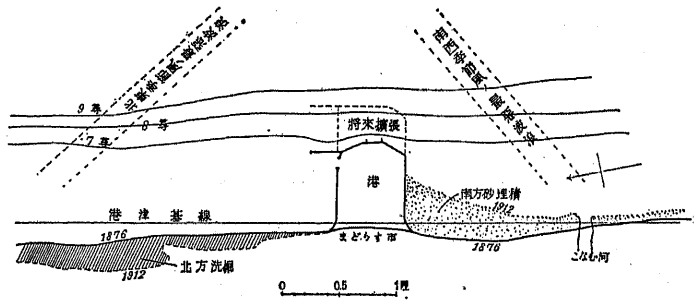
和蘭の一どゼー運河ノ河口ニ在ルあいむいでん (Ymuiden) 港ハ二ノ收斂

突堤ヲ有スルヲ以テ有名デアル。1864年以來1906年迄ニ海岸線ガ進出シタコト南方ニ於テ200米、北方ニ於テ300米デ、一年平均夫々5米乃至7.5米許リノ進出ヲ爲シタ勘定デアル。又多少堤頭ヲ廻ツテ港内ニ侵入スル漂砂モアツテ水深維持ノ爲ニハ年々多少ノ浚渫ヲ餘儀ナクセラレテ居ル。目下更ニ南堤ノ尖端ヲ擴張改築シ、北堤ヲ全部取拂ツテ新ニ築造スル計劃中デアル。



第八十五圖

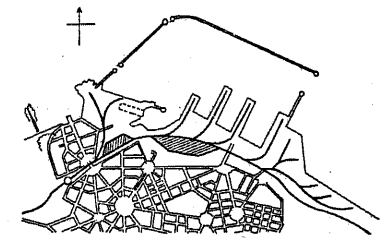
佛國ノる あーぶる(Le Havre)港ヤレハリーノえんべどく (Empedock) 港ナドハ亦此種收斂突堤ヲ有スル港灣ノ例デアアル。印度まどらす港ノ突堤ハ



第八十六圖 まどらす

收斂狀ヲ爲シテ居ラヌケレドモ 1876年以來 1912年迄南側 151.5へくたーハ始テ全部埋没シ、終ニ東向シタ港口ヲ塞イテ東北部ニ新港口 122米ヲ作ルノ已ムナキニ至ツタ。然シ是トテモ漂砂ノ沈澱ハ安定ヲ得タ譯デナイカラ追ツテ行ク行クハ更ニ突堤ヲ東北ニ延長シテ之ニ備ヘナケレバナラヌモノト信ゼラレテ居ル。

86. 二條ノ收斂突堤及防波堤ヲ併用スル港灣 若シ夫レ砂濱ニ築港シテ大ナル水面積ヲ包擁セントナラバニノ收斂突堤及一二條ノ防波堤ナドヲ用ヒタ例ガアル。大連ヤらとびや國 (Latvia) りばう (Libau Léepaja) 港ノ如キハ之デ、後者ノ恒風及最強風ハ南西デ年々ノ浚渫量 50 萬立米ニ達シテ居ル。

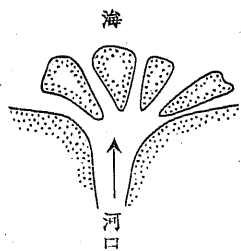


第八十七圖 大連

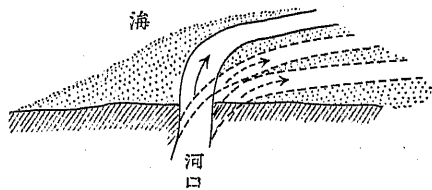
87. 河口、瀉口、排水運河口ニ在ル港津ノ外堤 此種ノ港津ノ外堤ニ砂濱ニ在ルモノニ比スレバ新ニ二個ノ關係ガ加ツテ居ル。即チ港津ノ爲ニ砂濱ガ中斷セラレルコト、内地カラ來ル河川等ノ水ガ及ス影響ト是デアアル。從テ砂濱ノ各種現象ト是等新ナル影響トガ錯綜シテ外堤ノ配置ヲ複雑ナラシメル。例ヘバ海岸ニ沿ウテ移動スル漂砂ハ中斷セラレタ砂濱即チ河口等ヲ埋メントスルガ、内地カラ流下ル河水ハ絶エズ之ニ逆テ漢掻キ、且ツ又河水自身ハ屢々土砂沈澱物ヲ齎ラシテ漂砂ト共ニ河口ニ近ク堆積スル。時化ニ依テ起ル風浪ニハ消長ガアリ、河川ニ依テ生ズル洪水ハ不定期ニ起ル。是等兩者ノ盛衰ニ依ツテ河口ノ位置ヤ盛衰ハ絶エズ變化スル傾向ヲ免レナイ。斯クシテ此種ノ場所ニ外堤ヲ設ケル目的ハ河口ヲ固定制限シテ沿岸流ノ影響ノ下ニ内地ノ流水ヲ閘洲ノ外マデ導イテ必要ナル水深ヲ保ツニ在ル。而シテ此目的ヲ以テ作ラレルノガ導流堤デ、亦屢々突堤トモ呼バレル。

88. 弱潮河口ノ港津 本書第四編河工ニ述ベタ如ク、一般ニ河口ハ航運ニ適シテ、多クノ場合ニ單ナル治水ノ目的ヲ以テノミ改修セラレルノデハナク、河口港ノ入口トシテ航運ノ爲ニ修築セラレル場合が多い。

潮汐干満ノ少イ即チ弱潮ノ海ニ於ケル河口ハ河ノ流量ニ重キヲ置カナケレバナラス。然ルニ河ノ流量ハ絶エズ變化ガアツテ、而カモ其齎ラス土砂沈澱物ノ量ハ亦異同ガ多ク、且ツ止ム時トテハナイ。流勢流量ノ盛ナルトキハ可ナリ海中遠クマデ淡水ガ流込ムケレドモ濁水時ハ河水ノ勢ガ微弱デア。斯クノ如クシテ河口ニ近ク門洲ガ出来、淺瀬ガ生ジ、河水ハ若干ノ分派支流トナツテ流込ム。若シ又河ノ流勢ガ弱ク、恆風ヤ沿岸流ノ影響ガ可ナリ大ナル場合ニハ河口ハ絶エズ下ノ方ニ推進ラレ、會々洪水ノ場合ニ水ノ洗掘力ガ大トナツテ再ビ直達ノ水路ヲ作ルニ至ル(第八十八圖及第八十九圖)。



第八十八圖

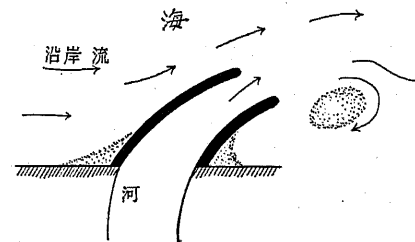


第八十九圖

斯クノ如ク弱潮河口ノ外堤ハ即チ前ニ述ベタ導流堤デ、河口ヲ固定シ、河水ヲ集中シテ漂砂ヲ斥ケ且ツ門洲ノ形成ヲ妨グルニ在リ。然シナガラ第四編ニモ述ベタ通り河自身ノ沈澱ハ免レルコトガ出来ナイカラ、水深ヲ得ルニハ充分ナル流量デ而カモ沈澱ノ量ガ少イ河口ヲ擇ビ、且ツ河ノ全流量ヲ集中スル様ナ愚ヲ學ンデハナラナイノハ般鑑遠カラズろーん (Rhône) 河口ノ改修失敗ニ在ル。

二條ノ突堤又ハ導流堤ヲ設ケルニハ其方向、配置、間隔及長サヲ研究シナケレバナラス。

二條ノ突堤ノ方向ハ相當ノ水深ニ達スルニハ海岸ニ直角ナルモノガ最短ナル譯デアルケレドモ、前節砂濱ニモ述ベタ通り沿岸流ニ對シテ下向シ、而カモ外凸ニシテ且ツ將來ノ擴張ヲ考置カナケレバナラス。又水勢ヲ集中シテ門洲洗掘ノ作用ヲ完カラシメル爲收斂狀ノ配置ヲ爲サシメルヲ良シトスルガ、之レハ其港口又ハ堤端附近ニ於ケル流速ガ果シテ航運ニ差支ナキヤ否ヤヲ研究シ、併セテ將來ノ擴張ニ支障ナキヤヲ考ヘナケ



第九十圖

レバナラス。此點カラ平行突堤ハ屢々用ヒラレルガ、放散狀突堤ハ此種弱潮河口ニハ用ヒラレヌ。突堤間ノ間隔ハ丁度上流ノ河幅ヲ參酌シテ定メナケレバナラス。勿論支派川ヲ擇ンダ場合ニハ其支派川ノ規則正シイ河口ノ幅ヲ標準トシ、河口ガ餘リ廣イトキハ突堤ニ依ツテ漸次正シイ幅ニ導クベキデア。一般ニ弱潮河口ノ突堤ハ充分ナル水深ノ所マデ延長シナケレバナラス。殊ニ河水ノ洗掘力ガ弱ケレバ最モ然リトスル。多クノ場合ニ突堤ノ長サハ双方相等シク、異ルトシテモ極僅カデア。而シテ風上ノ突堤ガ一般ニ風下ノ突堤ヨリモ長イケレドモ、時トシテハ風下ノ方が長イコトモアル。

然シナガラ此場合ニモ永ク天然河水ノ洗掘力ノミニ依ツテ水深ヲ保チ得ル様ナ突堤ノ配置ハナイ。從テ浚渫ハ或程度迄補助的ニ之ヲ用ヒナケレバナラス。而シテ海岸線ノ前進ニ作ツテ突堤モ亦之ヲ延長シナケレバナラス日ガ必ズ來ルデアロウ。

どなる河ノすりな河口 (Sulina) ノ收歛突堤ヤ、みししびー河ノ南水道ノ平行導流堤ガ夫々能ク水深ヲ保ツテ成功シタ改修ノ例ニ數ヘラレテ居ルコトハ第四編ニ述ベタ通りデアル。

89. 強潮河口ノ港津 強潮河川ニハ其河口ニ潮汐ノ干満ガアツテ潮限マデハ水位ノ昇降ガアル。且ツ淡水ノ流量ニモ變化ガアルノミナラズ、土砂沈澱物ノ量モ亦甚シク消長ガアリ、搗テ、加ヘテ漂砂ヤ風浪ノ爲ニ攪亂セラレルノデ強潮河口ニ於テハ成ルベク潮限ヲ延長シテ容潮ノ量ヲ多クシ、以テ沈澱物ガ河口ニ堆積スルヲ妨ゲ、更ニ沈澱物ヲ遠ク海中ニ分散シ、沿岸流ニ流シ去ラシメルノヲ一般方略トスル。

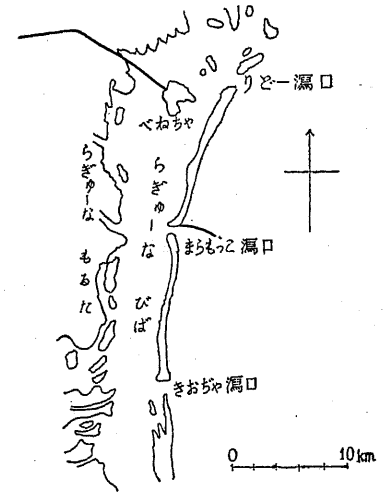
ゑーざー (Weser) 河口ヤたいん (Tyne) 河口ノ如キハ大潮升夫々 3.0 米及 4.6 米ニ達スル所ノ強潮河川ノ例デ、前者ハ導流堤ヲ放散狀ヲ爲シテ上流カラ整理シ、而カモ干潮面以上ニハ之ヲ高クセズ、以テ容潮量ヲ出來得ル丈ケ多クスル方針ヲ取り、後者ハ單ニ浚渫ニ依ツテ河床ヲ下ゲ、孰レモ水流ヲ疏通シ曲線ヲ緩ニシテ在來ノ低水位ハ低下シ高水位ハ高クナツテ水深ヲ増シ得タ。而シテゑーざー河口ニハ一條ノ導流堤ヲ延長シテ遙カ沖合ニ達セシメ、たいん河口ニハ風浪漂砂ヲ防グ目的ヲ以テ兩側カラ長サ夫々 980 米及 1650 米ノ收歛狀ヲ爲シタ突堤ヲ出シ、間ニ 360 米ノ河口ヲ殘シテ居ル。以上強潮河口ノ改修ハ亦載セテ本書第四編ニ在ル。

90. 潟又ハ鹹湖口ノ港津 平磯又ハ砂濱ニ砂嘴ガ延ビテ一種ノ湖水ヲ作ツタモノガ潟又ハ鹹湖デアル。從テ附近ニハ砂丘ガ連亘シテ其ノ口ハ時化ナドニ際シテ塞ガレルコトモアル。潟港トシテ有名ナモノニハ伊太利ノベねちヤ (Venezia) 及獨逸ノすゐねみんで (Swinemünde) ナドガアル。

ベねちヤハあどりヤちく海ノ西北、びば潟ノ北ニアル。びば潟 (Laguna Viva) ハ南北長サ 53 軒、東西幅 12 軒 乃至 15 軒、面積 58,660 へくたー

るニ達シタ鹹湖デアル。潟口ハリドー (Lido)、まらもっこ (Malamocco) 及きおぢや (Chioggia) ノ三箇所アツテ、平均潮程ハ 0.6 米、大潮ノ潮程 0.8 米乃至 1.4 米ニ達シテ居ル。潟内ノ土砂沈澱ヲ防止スル爲ニびあーぶ (Piave) 河始メ潟ニ注グ諸川ノ附替ヲ行ツテ直接海ニ放流セシメタ (第九十一圖)。

まらもっこノ潟口ニハ 2122 米ノ北堤ト 956 米ノ南堤ヲ東微南ニ向ケテ突出シ、堤間 431 米突、落潮流速小潮ノ時 0.38 秒米、大潮ノ時 0.85 秒米、彼岸ノ大潮 1.31 秒米デアル。從來此潟口ニハ低潮時水深僅ニ 2.0 米乃至 3.0 米ニ過ギナカツタモノガ突堤築造ノ結果トシテ浚渫ニ依ラズ自然ノ洗掘ノミデ干潮面以下 10 米ノ水深ヲ維持シテ居ル。

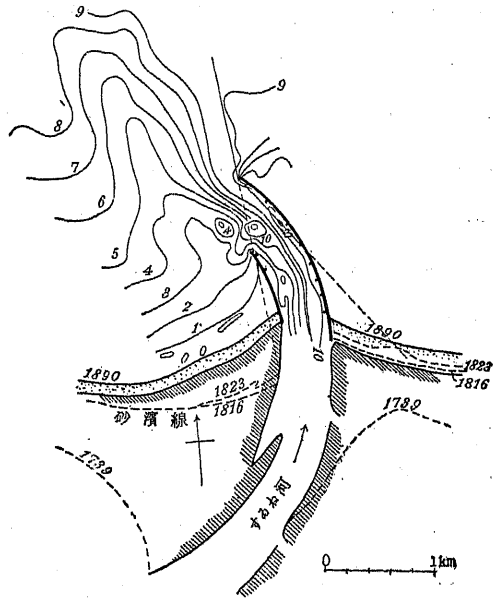


第九十一圖 らぎやーな びば

りドー潟口ハベねちヤニ近イ爲ニ此ニモ同様ナル突堤ヲ作り其間隔 900 米、潮流々速 0.6 米乃至 1.0 米ヲ得ル豫定デアツタガ、改修前門洲ノ水深僅カニ 2.4 米ニ過ギナカツタモノガ 1915 年ノ頃早クモ 7 米トナツタ。唯ダ港口ノ幅ガ過廣ナル爲メ濤筋ガ稍々不規則デ且ツ淺瀬再生ノ懸念ガアル爲メ、他ノ突堤ヲ設ケテ水路ノ幅ヲ制限スルコトガ必要ラシイガ、現在デハ浚渫ヲ用ヒテ水深ヲ維持シテ居ル。之ヲ要スルニ大潟ハ良港ヲ作ルト云フベねちヤノ謬モ人ヲ欺カナイ。

すゐねみんで港ハおーだー河ノ河口ガ大小二ノ大ナル潟トナツテ更ニすゐね河 (die Swine) ニ依ツテ海ニ連ツテ居ル所ノ河口ニ在ル。此ニ恒風ハ西

風デ、沿岸流ハ東カラ來リ、最強風ハ北東デアアル。第九十二圖ニ示シタ様ニ西堤長サ 1000 米、東堤 1340 米、東ニ向テ弧形ヲ爲シ、東堤ハ西堤端ヨリ 425 米許リ突出シテ居ル。突堤ノ配置ハ沿岸流又ハ漂砂ヲ導クニ適シ、且ツ時化ニ際シテ船ハ早く東堤ノ防護ノ下ニ航走スルコトガ出來ル。



第九十二圖 するねみゆんで

而シテ堤端ヲ廻ツテ多少漂砂ガ港口ヲ塞ギ、航路ヲ埋メル傾向ハアルケレドモ、浚渫ヲ用ヒテ 7 米吃水ノ船ハ自由ニ出入シテ遙ニ上流してちん(Stettin) 港ニ達スルコトガ出來ル。

めるせー灣ノりば一ふる港ニ於ケル、又ハ我洞海灣ノ若松灣ニ於ケル、純粹ノ潟港トハ言ヒ難イケレドモ一種ノ貯水池ノ働キヲシテ港口ノ水深維持ニ缺クベカラザルモノデアアルコトハ此ニ喩々ヲ要シナイ。即チ鹹湖ト云ヒ又ハ入江ト云ヒ、潮ノ干満ニ伴フ貯水池ノ水ノ出入ハ能ク港口洗掘ノ作用ヲ營ンテ居ルノデ、若シ妄リニ之ヲ埋立テル様ナコトガアラバ容潮量ノ減少ト共ニ港口埋没ノ危険ハ將來免レルコトハ出來マイ。

91. 排水運河口ノ港津 潮汐干満ノ多イ砂濱ニ排水運河ガ開口シテ居ル場合ニハ落潮ヲ利用シテ水路ノ自然洗掘ヲ行フコトガ出來ル。然シ低地ハ漸

次沈澱物ノ爲ニ埋没スルカラ、人工的ニ洗掘ヲ行ヒ又其河口ニハ突堤ヲ設ケテ斯クシテ水深ノ維持ヲ行ヒツ、アルノハ佛蘭西ノ東北海岸ノ諸港ニ見ル所デアアル。

第四節 外堤ノ構造

92. 外堤ノ高さト幅 前ニモ述ベタ如ク、公海ニ於ケル波高ヲ $2h$ トスレバ此波ガ防波堤ヤ岩礁ナドノ障害物ニ突當ツテ返シ波ヲ生ズレバ $4h$ ノ振幅ヲ現ハス。通常波高ト呼バレルモノハ岩ナドニ突當ツタ返シ波ノ波高ヲ指スコトガ多ク、特別ノ觀測設備ヲ用ヒナケレバ公海ノ波高ヲ推知スルコトハ一般ニ困難デアアル。

今既ニ波高 $2h$ 又ハ返シ波ノ波高 $4h$ ヲ知り得タトスレバ靜止水面カラ波頂ノ達スル高サヲ知ルコトガ出來ル。元來此靜止水面ト云フノハ波ノ現ハレタ時ノ自然ノ海面ヲ指スモノデ、嚴格ナ意味デハ朔望大潮ノ平均水位ヲ用ヒルノガ安全デアアル。然シ潮差ノ大小ト安全ノ程度トニ依リ、多少ノヲ斟酌スルコトガ已ムヲ得ナイ場合ガアル。

波長ヲ $2L$ 、水深ヲ H トシ、此靜止水面ノ上ニ $h_0 = \frac{4\pi h^2}{2L} \coth \frac{\pi H}{L}$ 丈ケノ高サヲ N_1 トスレバ N_1 ハ波高 $4h$ ノ波ノ平均水位デアアル(第三十圖參照)。 N_1 カラ上及下ニ垂直線上ニ各 $2h$ ノ點ヲ切り、之ヲ夫々 P_1 及 Q_1 トスレバ P_1 及 Q_1 ハ返シ波ノ波頂及波谷ノ高サヲ表ハス。防波堤自身ニセヨ、又ハ其上ノ胸壁ニセヨ、 P_1 ハ波ノ達シ得ベキ最高點ノ高サデアアル。

防波堤ノ水面上ノ高サガ定マレバ其水面下ノ深サ H 及幅 α ヲ如何ニスベキヤガ問題トナル。

H 及 α ヲ定メルニ二ノ要件ガアル。即チ防波堤底内縁ノ縁維應力ガ許容シ得ル範圍ニ大ナルコト及工費ガ成ルベク小ナルコト是デアアル。最大縁維應

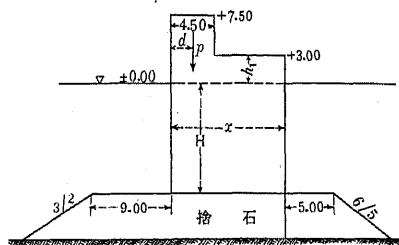
力ハ防波堤ガ天然地盤ノ上ニ築造セラレタカ又ハ基礎捨石ノ上ニ載セラレテアルカニ從テ異ナル。前ノ場合ニハ防波堤ノこんくりーと又ハ岩盤ノ許容壓應力ノ孰レカ小ナルモノヲ取ルベク、後ノ場合ニハ 6 kg/cm^2 位ガ一般ノ限度ト考ヘラレル。又工費ニ就イテハ直立堤前後ノ捨石面ノ幅及法リガ定レバ工費ハ斷面積又ハ H ト x ニ關係シテ居ル。而シテ以上應力ト工費ノ二方面カラ H ト x ヲ理論的ニ見出スコトハ頗ル複雑デアルカラ、實際ニハ H ヲ或範圍内例ヘバ 6m 乃至 15m ノ間ニ變化シテ種々ナル値ヲ與ヘ、之カラ縁維應力ノ限度ニ近ヅク様ナ x ノ値ヲ求メルノガ便利デアル。斯クシテ最低工費ヲ與ヘル H ガ定マル譯デアル。

今例ヘバ第九十三圖ニ示サガ如キ

防波堤ニ於テ、 $2h = 6\text{m}$ 、 $2L = 75\text{m}$ ノ波浪が見ラレタモノト假定シ、捨石上ノ最大壓力ヲ

6kg/cm^2 トスル。 p ヲ堤頂ノ外側

ニ在ル胸壁ノ重量トシ、前面ヨリ p ノ重心ノ距離ヲ d トスル。 t_m ヲ直立堤ノ内縁ニ於ケル最大許容應力 (t/m^2) トシ、且ツ水面下ノ高サ H = 應ズル堤幅ヲ x (m)、 δ ヲ防波堤體ノ比重ト海水比重ノ差、 M_e ヲ返シ波ニ基ヅク轉覆率トスレバ堤體內縁ノ隅ニ就イテ彎曲率ヲ取り



第九十三圖 防波堤ノ深サ及幅

$$\left. \begin{aligned} \delta(H+h_1) \frac{x^2}{6} + p \left(x - d - \frac{x}{3} \right) - M_e &= 0 \\ \delta(H+h_1)x + p &= \frac{t_m x}{2} \end{aligned} \right\} \quad [56]$$

此兩式カラ

$$\frac{x^2}{2} [t_m - \delta(H+h_1)] + px - 3(M_e + pd) = 0 \quad [57]$$

若シ t_m ガ每方噸貯テ表ハサレテアルモノナラバ、 10 ヲ乗ジテ之ヲ每方米噸トスルコトガ出來ル。今 [57] カラ

$$Ax^2 + px - C = 0 \quad [57']$$

$$\text{此ニ} \quad A = \frac{1}{2} [t_m - \delta(H+h_1)]$$

$$C = 3(M_e + pd)$$

トスルコトガ出來ル。 H = 種々ナル値ヲ與ヘレバ [56] ノ第一式カラ M_e ノ値ヲ得ベク、次ノ如ク計算スルコトガ出來ル。但シ此ニ $\delta = 2.3 - 1.0 = 1.3$ 、 $t_m = 60 \text{ t/m}^2$ トスル。又 $pd = 4.5 \times 4.5 \times 2.3 \times 2.25 = 104.79$ 噸米、或ハ $p = 46.58 \text{ t}$ トス。

第十六表 防波堤ノ深サト幅ノ計算表

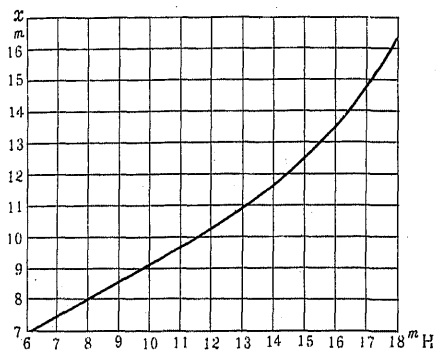
H (m)	M_e (噸米)	$H+h_1$ (m)	$60-1.3(H+h_1)$	A	M_e+pd (噸米)	C	x (m)
6	403	9	47.3	23.65	507.79	1523.37	7.10
7	451	10	47.0	23.50	555.79	1667.37	7.48
8	501	11	45.7	22.85	605.79	1817.37	7.93
9	566	12	44.4	22.20	670.79	2012.37	8.53
10	632	13	43.1	21.55	736.79	2210.37	9.11
11	695	14	41.8	20.90	799.79	2399.37	9.66
12	762	15	40.5	20.25	866.79	2600.37	10.24
15	1008	18	36.6	18.30	1112.79	3338.37	12.23
18	1278	21	32.7	12.35	1382.79	4148.37	16.54

次圖ハ以上ノ如キ波高及波長ニ對スル防波堤ノ深サト幅ノ圖解法ヲ示シタモノデアル。

H ガ定マリ、更ニ捨石ノ深サ、幅及法リガ知ラレ、バ直立堤及捨石ノ單價及施工費カラ全工費が見出サレル譯デアル。

以上捨石ノ支持力及工費カラ
H及αヲ見出シタガ、更ニ波力
カラ縁維應力ガ許容圏内ニ在ル
カ否カ、及轉覆滑動ノ安定ヲ照
査スルヲ必要トスル。

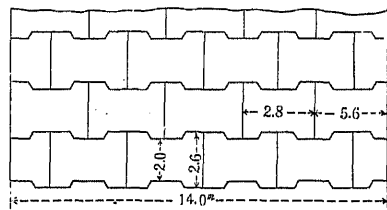
斯クシテ防波堤ニ必要ナル幅
ガ定レバ若干ノ塊ヲ合セテ此幅
ヲ充スカ、又ハ一塊トシテ之ヲ



第九十四圖 防波堤ノ深サト幅ノ圖解法

作ルカタ定メナケレバナラナイ。若干個ノ塊ヲ併ベルニモ左右上下ニ嚙合フ
臍ヲ設ケルトキハ個々トシテ波力ニ抗スル弱點カラ免レルコトガ出來ル(第
九十五圖)。又後ノ場合ニハ函塊ニ依ルモノト單塊ニ依ルモノトアル。

若干ノこんくりーと塊ヲ用ヒルトキハ其取扱ノ點カラ輕クシテ容易ナル長
所ガアルケレドモ今日ハ波力ノ弱イ處ノ内海ナドノ外ハ用ヒラレナイ傾向ヲ
見ルニ至リツ、アル様ダ。是レ波浪ニ抵抗スル力ガ一般ニ弱イ爲デアル。塊
ノ大サハ 50 噸内外ノモノガ手頃デ、其高サ、幅及長サノ比ハ 1:1.5:2.25
ナドガ最モ適當ト信ゼラレテアル。しるつゝ(Schultze)ハ 1.8×2.5×4.0m、
容量 18 立米、比重 2.2 トシテ重量 40t 位ガ最モ適當ダト推奨シテ居ル。
勿論是等ノ塊ノ沈置ニハたいたん起重機又ハ浮起重ナドニ依ラナケレバナラ
ナイ。



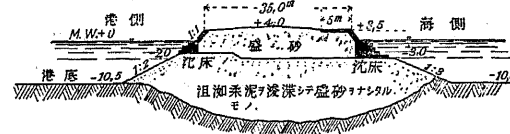
第九十五圖 ばるばらいそ

93. 外堤ノ建築材料 風浪ヨリ
遮蔽セラレタル小規模ノ港灣外堤ニ
ハ沈床、木造及天然石等ヲ用フベク、
風浪ニ曝サル、所ニハ大ナル天然石
又ハ人造石ヲ用ヒル。殊ニ人造石ハ

軌近益々廣ク用ヒラレ、或ハ塊トシテ或ハ函塊トシ、又ハ袋詰トシ、或ハ場
所詰トシ、其ノ重サ又ハ大サモ亦漸ク大クナリツ、アル。蓋シ大キナモノヲ
用ヒレバ能ク波力ニ堪ヘ得ルコトガ知ラレタカラデアル。而シテ法リノ防護
用捨塊トシテハ 10 噸 50 噸又ハ以上ノ塊ガ用ヒラレ、時トシテハびぢる
た(Bizerta)ノ 5000 噸乃至 6000 噸ナドノ巨塊モ作ラレ、又ゼーぶるぢ
ノ 9500 噸ナド云フ巨大ナルモノモアル。

斯クノ如ク建築材料カラ外堤ヲ分類スレバ沈床、框工、杭壁等ヲ土石ト共
ニ用ヒルモノ、粗石堆ヨリ成ルモノ及ビ直立外堤ノ數種ニ分ケルコトガ出來
ル。

94. 沈床及土石ヨリナル外堤 波力ノ左マデ強カラヌ所ニ傾斜シタ法ヲ
有スル外堤ヲ用ヒルコトガアル。勿論工費ノ低廉ト地盤ノ軟弱ナ時ナドニ適
スルモノデ、沈床ヲ下敷トシ、上ニ土石礫ノ類ヲ載セテ更ニ風波ヲ防グ爲
ニ張石ヲ行ツタリ、又ハ捨石ヲ用ヒタリスル。而シテ海側ノ法リハ之ヲ緩ニ
スル程抵抗力ニ富ム。稀ニハ殆ド土堤トモ名クベキモノガナイデモナイガ、
尙ホ第九十六圖ノき

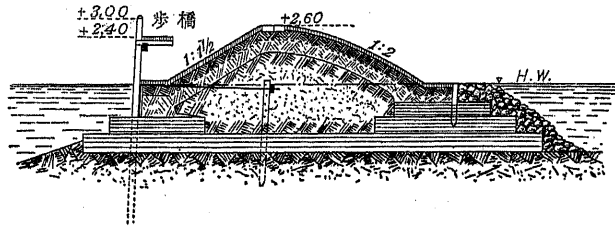


第九十六圖 き

一ノ造船所外港ノ
場合ノ如ク海側ノ法
ヲ 1:3 港側ノ法ヲ
1:2 トシ、前者ハ

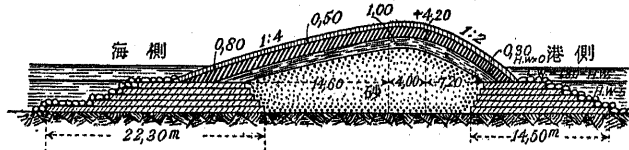
-3 米迄、後者ハ -2 米迄、厚サ 0.6 米ノ沈床ヲ重ネテ之ヲ防護シ、之ヨ
リ平均水位迄ハ沈床束ヲ用ヒ、更ニ +3.5 米迄礫ヲ敷詰メ、海側ハ之ヨリ 5
米ノ間堤頂ヲ覆ヒ、下ニハ 0.30 米ノ粘土ヲ布イテアル。馬踏ノ幅 35.0 米ニ
達シテ居ル。

づいだ一灣内ノうるく(Urk)港ノ外堤(第九十七圖)ハ全部沈床ヲ基礎ト



第九十七圖 う る く

シ、中ニハ浚漕粘土ヲ填充シテ低水位ニ達シ、内側ニハ杭ヲ打込シテ歩橋ヲ架シ、小舟ノ繫留ニ便ナラシメ、又高水位以上ハ玄武岩ヲ張り、上ニハ厚サ 25 糎ノ煉瓦片ヲ置イテ更ニ粘土ヲ張り葎ヲ植エ、堤頂ニハ石ヲ張り、海側ノ法尻ハ捨石ヲシテアル。此種ノ工法ハ和蘭ニ最モ廣ク用ヒラレルモノデ、第九十八圖ノはーりんげん (Harlingen) 外堤ナドモ全ク之ニ同ジク唯内部ニハ

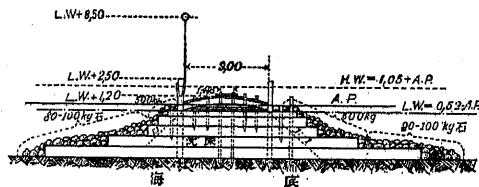


第九十八圖 はーりんげん

砂ヲ填充シテアル。此種ノ外堤ニハ底敷 80 米ニ達シテ居ルモノモアル。

又まーす河口ノ突堤ハ全部沈床カラ成ツテ低水位ニ達シ、之ヨリ上ハ粗朶束ヲ用ヒ、外側ハ 80 疋乃至 100 疋ノ巨石ヲ捨テ、堤脚ハ 500 疋、堤頭ハ實ニ 1000 疋ノ大石ヲ用ヒテ居ル。低水位以上ハ厚サ 0.5 米ノ玄武岩ヲ張り、沈床ノ抑ヘトシテ多數ノ

杭ヲ打込シテアル (第九十九圖)。みししびー南水道ノ導流堤ナドモ亦沈床ヲ用ヒ上ニこんくりー

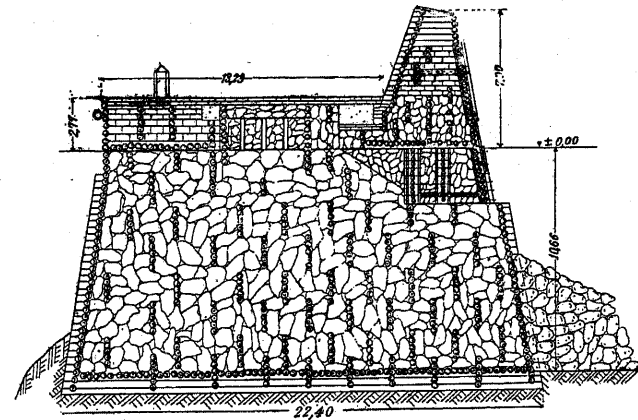


第九十九圖 まーす河口

と塊ヲ載セテアル。

95. 框工ヲ用フル外堤 小サナ海デ風浪ノ甚シク強カラヌ處、又ハ北米ノ大湖地方ナドデ蟲害ノ無イ處デハ丸太又ハ押角ノ類ヲ以テ框ヲ作り、屢々中仕切ヲ有シテ居ル。之ヲ浮シテ現場ニ曳行キ、捨石基礎ノ上ニ重リトシテ石ヲ入レテ沈下シ、更ニ石ヲ填充スルトキハ波力ニ堪ヘル框工ガ出來ル。勿論堤頂ニハ特ニ大ナ石ヲ載セタリ、又ハ其他ノ補強工ヲ施コス。

第百圖ハえすとにや國 (Esthonia) レーバる港 (Reval, Tallium) レーバ

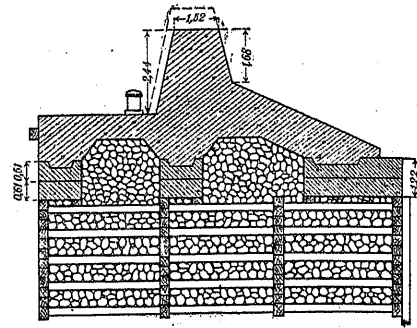


第百圖 れーばる

るノ北防波堤デ平均水位以上ノ部分及胸壁ハ特ニ小サイ框ヲ以テ作り、取換ヘニ便ナラシメテアル。然シ平均水位以上ノ木材ハ氣濕交々ヲ侵シテ腐蝕シ易ク、強イ時化ノ際ニハ框ガ解體シテ詰石ガ離散スル虞ガアルカラ、平均水位以上ハ石垣又ハこんくりーとヲ以テ波力ニ堪フル上覆工ヲ設ケタモノモアル。第百一圖ハひーろん湖畔ノ框工突堤ノ断面デ、上ニハこんくりーとヲ以テ被覆シテアル。

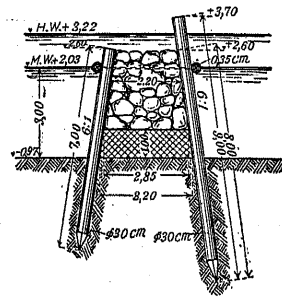
96. 詰石又ハ沈床ト共ニ用ヒタル杭壁突堤 杭ヲ二列ニ打込シテ貫ヲ以

テ各列ヲ連絡シ、又處々兩列ヲ
 ばるとノ類デ接續シ、中ニ詰石
 テスルコト猶木框工ニ類シテ居
 ル。概シテ外面ニハ大石ヲ用
 ヒ、又場合ニ依ツテハ沈床ヲ基
 礎ニ用ヒテ泥中ニ詰石ノ沈入
 ルヲ防イデアル。

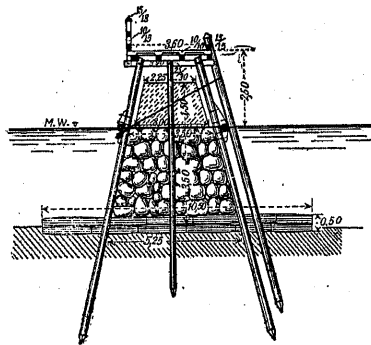


第百一圖 ひのろん

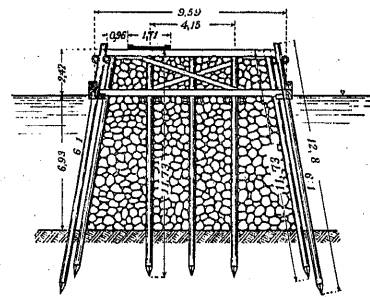
第百二圖乃至第百五圖ハ此種
 外堤ノ數例デ、第百二圖ハちべなう (Die-
 venow) 河口ノ西堤断面圖デアル。杭ハ 6:1
 ノ傾斜ヲ以テ打込マレ其平均直徑 0.3 米、杭
 天ハ一般ニ平均水位上 0.57 米デ唯若干ノ杭
 ハ高水位以上ニ突出シテ居ル。漁港へら
 (Hela) ノ西突堤(第百三圖)ハ天端ノ幅 1.75
 米乃至 3.50 米、長イ沈床東ヲ基礎トシテ洗



第百二圖 ちべなう

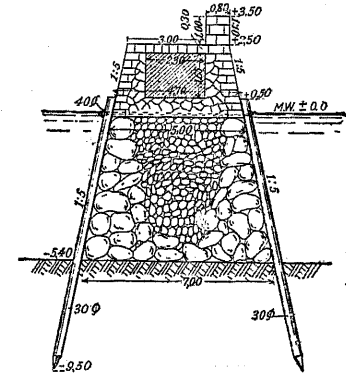


第百三圖 へら



第百四圖 ゐんだう

掘ヲ防ギ、杭ノ傾斜ハ 4:1 ニ打込
 デアル。詰石ノ上ニハこんくりーと塊
 テ 0.25 乃至 0.50 米ノ間隔ヲ以テ駢ベ、
 更ニ歩橋ヲ架シテアル。第百四圖ハ露
 國ゐんだう (Windau) ノ突堤、第百五
 圖ハ獨國ざすにっツノ突堤横断面デア
 ル。



第百五圖 ざすにっ

97. 傾斜面ノ捨石ヨリ成ル外堤

潮程ノ多少及波力ノ強弱ニ依リ或ハ天

然石ノ捨石ヲ用ヒ、或ハ捨石ノ上ニこんくりーと塊ヲ載セ、更ニ進ンデ人
 造石塊ヲ心トシタル捨石ヲ用ヒ、或ハ捨石ノ上部及側面ヲ被覆スルニ規則正シ
 ク配置シタルこんくりーと塊ヲ用フルニ至ツテ寧ろ捨石ハ基礎又ハ下構ヲ成
 シ、こんくりーと塊ハ風浪ニ直面スル所ノ主體タルノ觀ガアル。

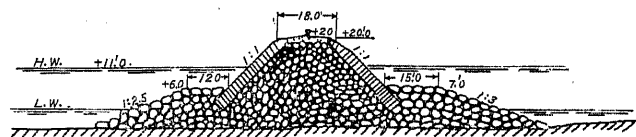
今粗石又ハ捨石ヲ主トスル外堤ニ於テハ簡々ノ天然石ヲ投込ミテ復タ膠泥
 ノ類ヲ用ヒテ接合セザルヲ常トスル。勿論波力ニ對シテ抵抗ノ多カラン爲ニ
 ハ粗石堆ノ外被殊ニ外海ニ面シテ巨石ヲ投ジ、内心ニハ乃チ漸次小ナル石ヲ
 用ヒテ核トスレバ風浪ニ抗スル力ハ大ナル譯デアル。蓋シ波力ヲ受ケルノ
 ハ波ノ方向ニ直角ナル横断面デアツテ波力ニ抵抗スル力ハ石ノ體積ニ比例ス
 ルコト嘗テ述ベタ如クデアルカラ、大キナ石ハ大ナル抵抗カヲ有シテ居ル。
 又波力ハ深サト共ニ減少スルコト水分子振動ノ圓ノ半徑又ハ全波壓ノ公式ノ
 示ス如クデアルカラ、水深が大ナレバ小サナ石デ抵抗シ得ル勘定デアル。地
 中海デハ平均水位以下 9 米ノ深サデハ 10 乃至 15 呎ノ石ハ波ニ攪亂セラレ
 コトハナイト云ハレテ居ル。

唯茲ニ考フベキコトハ大キナ石ハ多クノ空隙ヲ有スル。從ツテ波ハ石ノ間

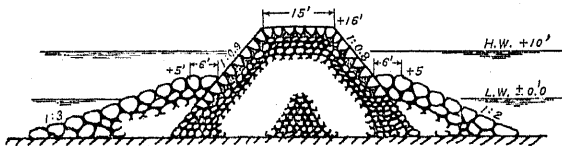
ヲ通シテ侵入スル。此點カラ見レバ防護用トシテ外面ニ巨石ヲ用ヒルノミデハ效ガ薄ク、内部ニハ漸次小サイ石ヲ用ヒル方ガ波力減殺ノ力ガ多イ。然シ大キナ石ノ間ニ目潰シ用ノ小石ヲ投入スルノハ可ナリノ注意ヲ要スル。

一般ニ波ノ弱イ處デハ水深6米デ捨石ノ移動ハ起ラズ、其波力ノ稍、大イ處デモ12米以上ノ深サトナレバ動搖ガ殆ドナイ。從テ人造石ノ防護塊ナドヲ用ヒルトキハ10乃至20立米ノ容積ガアレバ多ク安全デアル。即チ粗石堆ニ上構ヲ用ヒルモノト之ヲ用ヒサルモノ及其合成トモ見ルベキモノトアル。

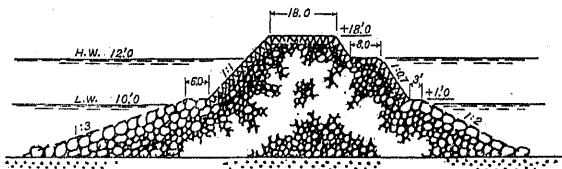
98. 天然石ノ粗石堆 天然石ノミヲ用ヒテ傾斜面ヲ有スル外堤ヲ作ルトキハ其斷面積ハ一般ニ大デアルガ潮程ノ大ナル場合ニハ殊ニ然リ。我國ノ枕崎、富江、館浦等ノ漁港ニ用ヒタ防波堤ハ粗石堆ノ天端ヲ防護スルニ石積間知等ニ依ツタモノデアル(第百六圖乃至第百八圖)。ぶりまうすニ於テハ、碎



第百六圖 枕崎

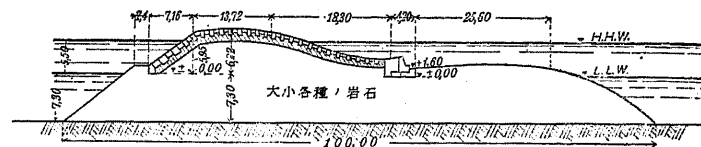


第百七圖 富江

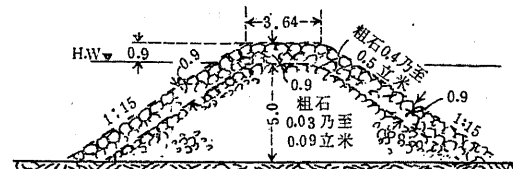


第百八圖 館浦

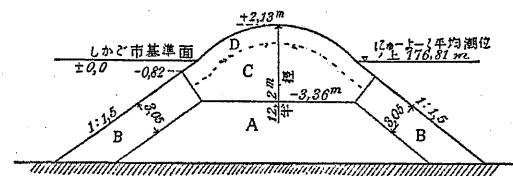
波ノ爲ニ堤頂ノ石材ガ散亂スルヲ防グ爲ニ堤頂ニ張石ヲ爲シテアル(第百九圖)。第百十圖ハ大牟田突堤横斷面圖デ、外圍厚サ0.9米ハ0.4乃至0.5立米ノ巨石ヲ用ヒ、内部ニハ0.03乃至0.09立米ノ小石ヲ用ヒタ。第百十一圖



第百九圖 ぶりまうす

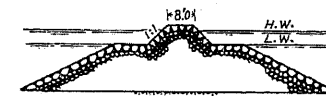


第百十圖 大牟田

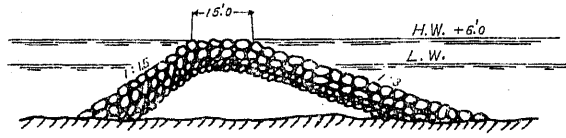


第百十一圖 しかご

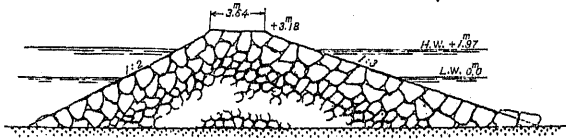
ハしかご防波堤擴張工事ノ斷面圖デ、Aハ石坑ノ石屑、Bハ最小3噸、Cハ最小500封度平均2噸、Dハ最小7噸ト云フ石材ヲ用ヒタ。此外潮程モ小デ波モ大ナラザル處デハ此種天然石ノミヲ用ヒテ外堤ヲ築ク場合ガ少クナイ。函館、若松及伊東、古湊等ノ防波堤ハ亦之ニ屬スル(第百十二圖乃至第百十五圖)。



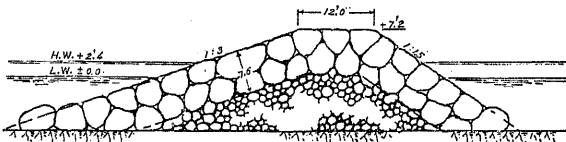
第百十二圖 函館



第百十三圖 若松



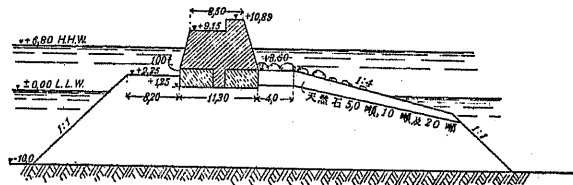
第百十四圖 伊東



第百十五圖 古湊

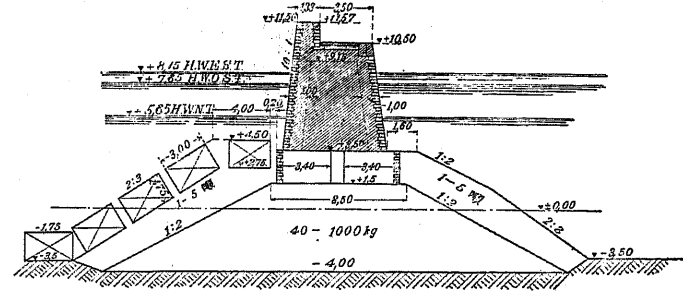
99. 粗石堆ニ練石積又ハこんくりーと塊ヲ防護用トセル外堤 粗石堆ノ上ニ練石積ヲ冠シ又ハ側面ノ防護ニ充ツル爲メこんくりーと塊ヲ用ヒレバ斷面ハ之ニ依ツテ著シク減少スルコトガ出來ル。

佛國しゑるぶーの西突堤ハ第百十六圖ニ示シタ如ク低水位上 +2.25 米マデ捨石ヲ行ツテ其上ニ練石積ノ石垣ヲ作ツタ爲メ、仕事ハ容易ニ出來タ。



第百十六圖 しゑるぶー

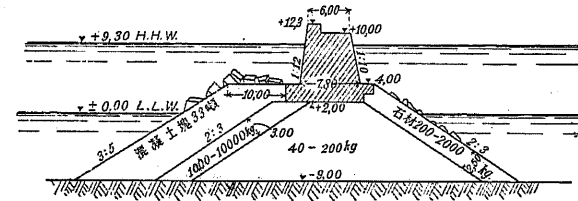
佛國る あーぶる港 (第百十七圖)ノ大潮升 8.15 米、外堤ノ基礎ハ砂交リノ粘土デ、内部ノ捨石ハ天端ガ +1.5 米デ 40 乃至 1000 斤ノ重量ヲ有シ、



第百十七圖 るあーぶる

更ニ其上ニハ 1.0 噸乃至 5 噸ノ捨石ヲ以テ被覆シ、且ツ海側ハ 36 噸ノ捨塊ヲ正シク駢ベテアル。捨石ハ其沈著ヲ待チテ更ニ其上ニ 4×3.4×2.0 米ノ塊ニ列ヲ載セテ再ビ沈定セシメ、後チ兩塊ノ間ニ積石ヲ施シタ。此上ニ 10:1 ノ法ヲ有スル平均幅 5 米ノ石積ヲ低水位以上 +10.15 米積上グ、表面ニハ花崗岩ノ切石ヲ以テ表装シタコト塊ノ外面ト同一デ、主壁ノ上ニハ幅 1.33 米高サ 1.4 米ノ胸壁ヲ築イタ。

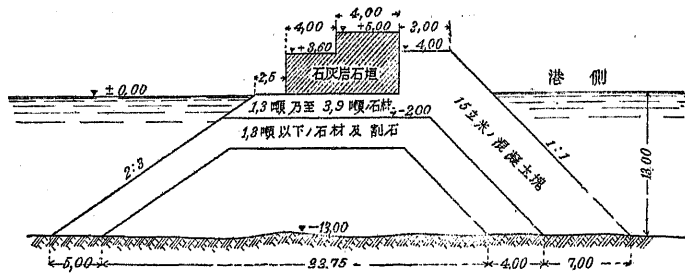
ぶーろーに (Boulogne)ノ潮程ハ 9.30 米デ、水深 9.0 米、海底ハ介殻ニ富シキ礫カラ成ツテ居ル。捨石ハ三部カラ成リ内部ハ 40 乃至 200 斤、港側外被ハ 200 乃至 2000 斤、而シテ海側ニハ 1000 乃至 10000 斤ノ重量ヲ有シ、更



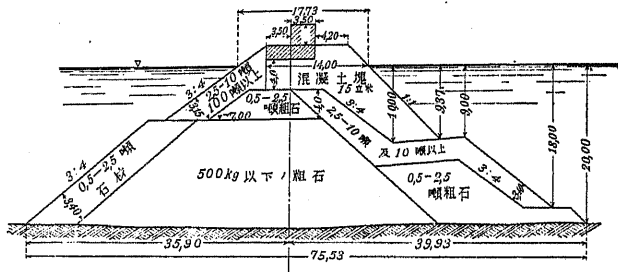
第百十八圖 ぶーろーに

ニ其上ヲ 33 噸ノ塊ヲ以テ防護シテ居ル(第百十八圖)。

あるぢーす (Algiers, 第百十九圖) 及おらん (Oran, 第百二十圖) ニ於テハ大小撰別ノ捨石ノ上ニ巨塊ヨリ成ル頂壁ヲ用ヒタガ、當時用ヒタ起重機



第百十九圖 あるぢーす



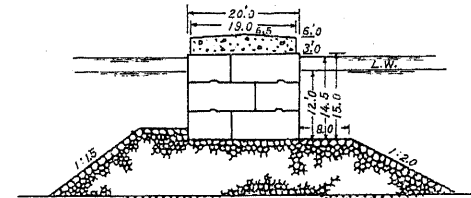
第百二十圖 おらん

ノ揚力ヨリモ重カッタノ現場デ之ヲ作ツタモノデアル。おらんノ防波堤ニ用ヒタ捨石ハ第一種 0.5 噸乃至 2.5 噸、第二種 2.5 噸乃至 10 噸、第三種 10 噸以上。

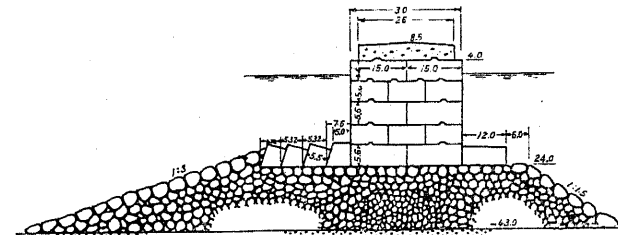
100. 捨石及正シク積疊セルこんくりーと塊ヨリ成ル外堤 こんくりーと塊ハ成ルベク其小サイ面ヲ海ニ向ケレバ波力ニ對シテ最モ能ク抵抗シ得ルノデアルカラ、塊ヲ規則正シク駢ベルコトガ最モ得策デアル。更ニ亦塊ヲ規則正シク重ネレバ各塊ハ上ノ重ミニ依リテ安定ヲ増シ、下ノ摩擦ニ依リテ抵抗

ヲ加ヘル勘定トナル。唯不規則ニ投入シタ塊ハ其角ヤ縁デ波力ヲ減殺スル力ヲ持ツテ居リ、且ツタービ規則正シク積駢ベタ塊ガ一朝破損シタ時其修復ハ非常ニ困難デ且ツ工費ヲ要スルコト大デアル。即チ初カラ不規則ニ塊ヲ置クコトハ工費モ少ク且ツ容易デアルカラ、殊ニ防護用ノ捨塊ナドハ整列セヌ方ガ得策デアルカモ知レヌ。

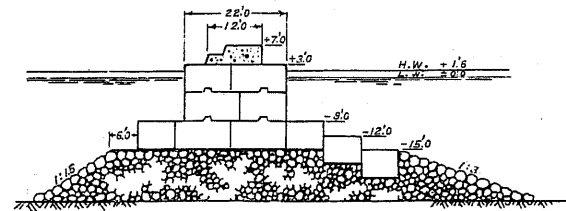
函館、釧路、船川、酒田、磯崎、船形、鮎川、江角、濱田諸港ノ防波堤ハ第百二十一圖乃至第百二十九圖ニ示スガ如ク如上ノ構造ヲ以テ作ラレタ。



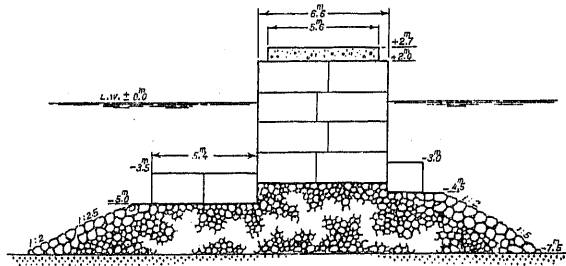
第百二十一圖 函館



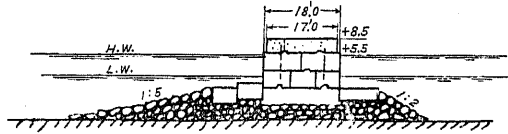
第百二十二圖 釧路



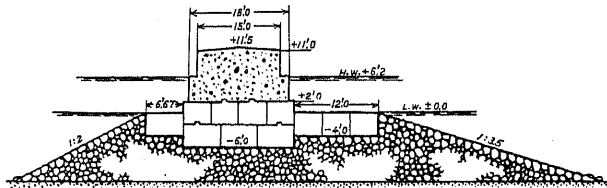
第百二十三圖 船川



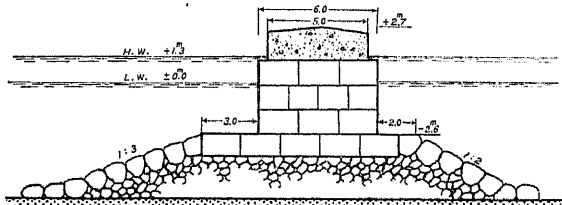
第二百二十四圖 酒田



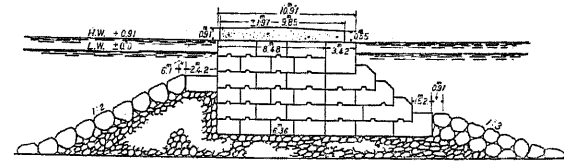
第二百二十五圖 磯崎



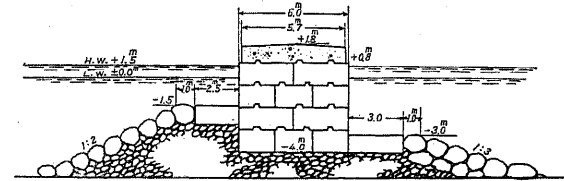
第二百二十六圖 船形



第二百二十七圖 鮎川



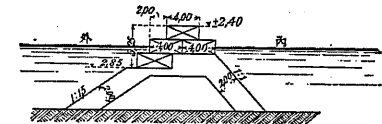
第二百二十八圖 江角



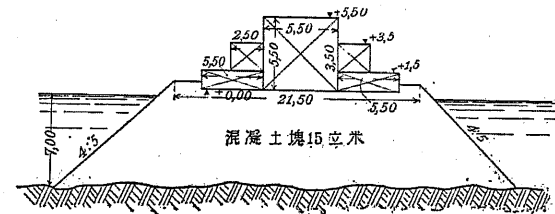
第二百二十九圖 濱田

とろーん (Toulon) 港ノ比較的遮蔽セラレタ突堤ノ内部ニハ大小混合ノ捨石ヲ用ヒ、外部ヲ $\frac{1}{4}$ 乃至 1 立米ノ捨石ニテ被覆シ、上部ニハ 14 立米ノこんくりーと塊ヲ第百三十圖ノ如ク載セタ。

かる (Calle) ノ突堤ハ 15 立米ノ人造石塊ヲ 無茶苦茶式ニ捨テ、上ニハ之ニ反シテ規則正シク塊ヲ重ねテアル。空隙ガ大イ 爲波動ハ可ナリ強イ (第百三十一圖)。

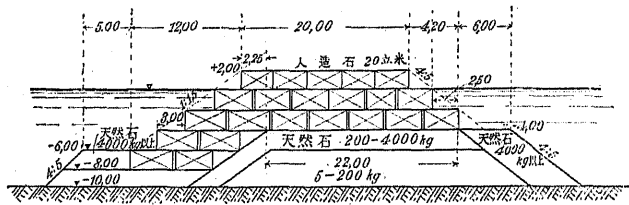


第百三十圖 とろーん



第百三十一圖 かる

せつと (Cette) ノ防波堤ハ第百三十二圖ニ示ス如ク、砂ノ上ニ作ラレタ爲

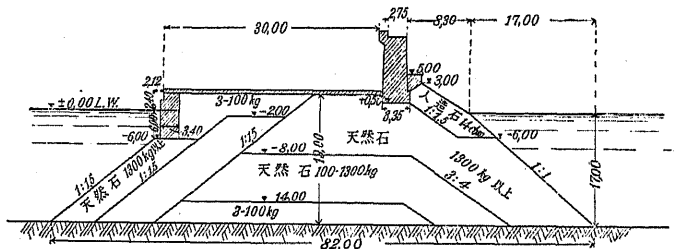


第百三十二圖 せつと

其洗掘ニ對シテ注意ヲ要シタ。捨石ノ核心ニハ 200 疋迄ノ小石ヲ用ヒ、其上ニハ 200 乃至 4000 疋ノ捨石ヲ用ヒ、法ニモ亦 4000 疋以上ノ天然石ヲ以テ防護シタ。海側ニハ二列ノ塊ヲ駢べ間ニハ小石ヲ填充シタガ最上層ニハ 20 立米ノ人造石塊三層ヲ重ネタ。

101. 胸壁及廣場ヲ有スル外堤 外堤ノ内側ニ軌道又ハ道路ヲ設ケ其外側ニハ胸壁ヲ作ツテ風浪ヲ遮リ、更ニ船舶ノ繫留ノ爲ニハ直立壁ヲ設ケタル外堤ガアル。

まるせーゆ (Marseille) 港ノ防波堤ハ第百三十三圖ニ示シタ如ク、捨石ノ

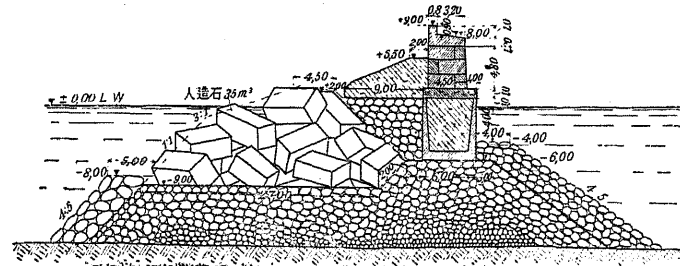


第百三十三圖 まるせーゆ

核心ハ 3 疋乃至 100 疋ノ重量ヲ有シ、其上ニハ 100 疋乃至 1300 疋ノ捨石ヲ以テ之ヲ覆ヒ、其上ヲ 1 噸乃至 4 噸ノ天然石ヲ以テ覆ヒ、海側ハ低水位以下 -6.00 米マデ 25 噸ノ人造石塊ヲ以テ防護シタ。低水位以下海側ノ法ハ

1:1 デ、其上ハ 1:3 デアル。港側ハ 1.3 噸以上ノ天然石ヲ用ヒテ被覆シテアル。港側ニ船ヲ繫留シ得ル様ニ低水位以下 -6.0 米ニ達スル岸壁ヲ設ケ外堤頂ニハ鋪敷シテ其下ニハ 100 疋以内ノ小石ヲ填充シ、海側ニハ高サ 6.9 米ノ胸壁ヲ設ケテ波浪ニ備ヘ、壁脚ニハ小段ヲ設ケ碎波ニ備ヘタ。

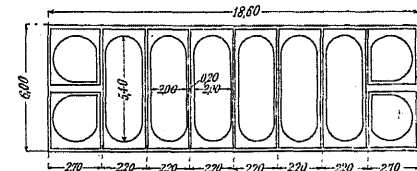
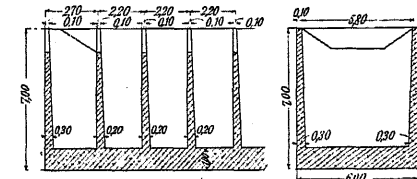
ばーせろな (Barcelona) ノ東突堤ハ第百三十四圖ノ如ク低水位以下 -6.0 乃至 -9.0 米以下ハ大小種々ノ小石ヲ用ヒ、海側ニ 27 米港側ニ 11 米ノ小



第百三十四圖 ばーせろな

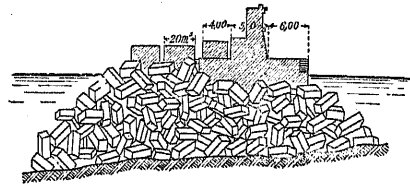
段ヲ用ヒテアル。而シテ外部ハ厚サ 4 米乃至 5 米ノ大ナル天然石ノ防護層ヲ設ケ、外側ノ小段ニハ 0.5×2.8×2.5 米人造石塊、其一個ノ容積 35 立米、重量 80 噸ノモノヲ用ヒ、船デ之ヲ投下シタ。内側ノ小段ノ上ニハ第百三十五圖ニ示シタ函塊 18.6×7×6 ノ中ニハ大石ヲ詰メテ沈下シ、其上ニハ塊ヲ重ネ更ニ場所詰ヲシタこんくりーと胸壁ヲ設ケタ。

伊太利りぼの (Livorno) 港ノカーびりね堤 (Diga Curvi-



第百三十五圖 ばーせろな

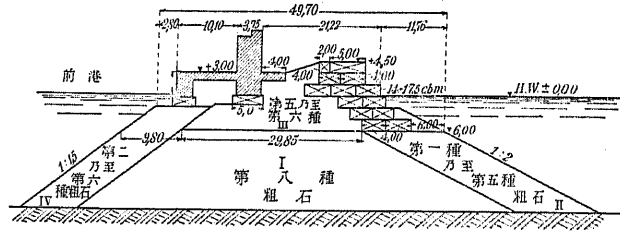
linea) ハ 10 立米ノ人造石塊ヲ捨塊トシ、其上ニ場所詰こんくりーとヲ用ヒ厚サ5米ノ胸壁ヲ樹立シテ居ル。而シテ港側ニハ幅6米ノ岸壁面ヲ有シ、海側ニハ4米ノ小段ガ設ケテ、其上ニハ20立米ノ防護塊ヲ載セテアル。其後外側ニ更ニ二列ノ塊ヲ加ヘ、捨塊ノ間ニハ小サイ天然石ヲ詰メタ(第百三十六圖)。



第百三十六圖 りぼるの

102. こんくりーと塊ヲ正シク積重ネテ被覆トシタル捨石 ばろち (Parodi)ノ提案ヲ容レテ伊太利デ外側時トシテハ内側マデこんくりーと塊ヲ正シク積重ネテ之ニ依ツテ外堤ノ斷面積ヲ縮少スルコトヲ企テタ。殊ニ水深ノ大ナル所デハ此工法ニ依ツテ法ヲ 1:1 又ハ更ニ急ニスルコトガ出來テ、斷面積ヲ小クスルコトガ出來ル。

第百三十七圖ハぜのばのもろ かりえーら (Molo Galliera)ノ突堤デ水深

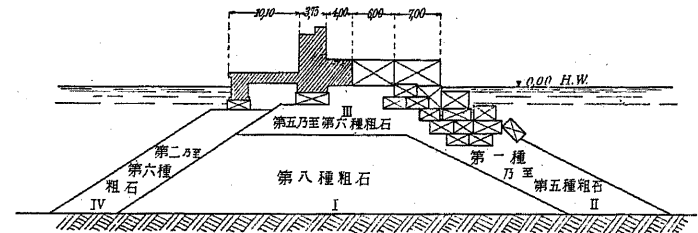


第百三十七圖 ぜのば

29 米ニ達シテ居ルガ、捨石ノ大サヲ次表ノ如ク八種トシタ。

種別	石ノ重量	種別	石ノ重量
1	30以上	5	2.5—5.0
2	20—30	6	0.5—2.5
3	10—20	7	0.1—0.5
4	5—10	8	0.1 以下

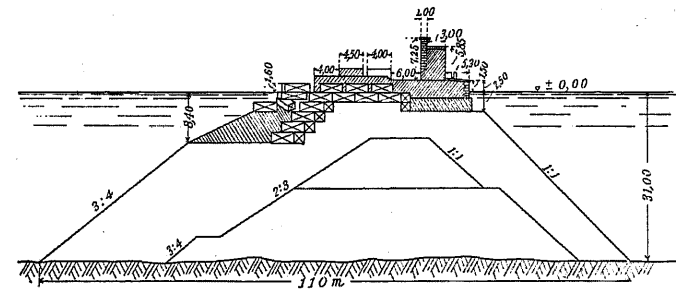
捨石ノ輕重種別ハ圖ノ如クデ、-6.0米カラ上ニ6段ノ塊ヲ海側ニ積重ネ、其各塊ノ大サハ 14 乃至 17.5立米デ、恰カモ 1:1 ノ法リヲ保タシメタ。厚サ 3.75 米ノ胸壁ハ外側ニ 4.0 米ノ小段ヲ設ケ、内側ニ 10.1 米ノ幅ノ岸壁面ヲ備ヘテ居ル。然シ外法ハ尙波ニ對シテ不充分デアツタカラ、更ニ大ナ天然石及人造石ヲ用ヒテ水面迄被覆シタガ、1898 年 11 月 27 日ノ暴風雨ノ爲ニ非常ナル損害ヲ受ケタ。是ニ於テ第百三十八圖ニ示シタ如ク、海側ニハ更ニ



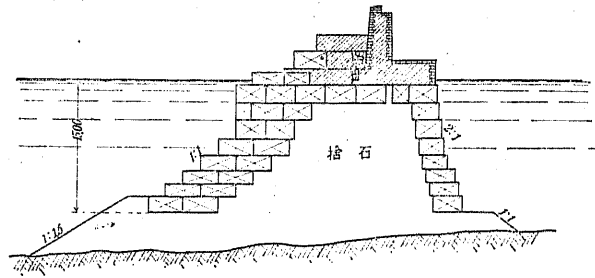
第百三十八圖 ぜのば

大ナ塊ヲ用ヒタ。然シ新ク正シク積疊シタ塊ハ修繕ニ當ツテ少ナカラザル困難ト工費ヲ要スルコトガ明カトナツタ。

此外なほり (Napoli)ノもろ さん づあんつゑんぞ (Molo San Vincenzo, 第百三十九圖) ヤシづいた べっきあ (Civita Vecchia, 第百四十圖)ナドモ同様ノ構造ヲ用ヒテアル。



第百三十九圖 なほり

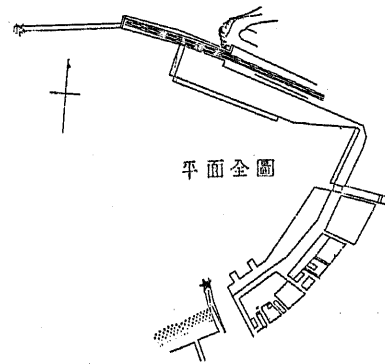


第百四十圖 しびた べっきあ

我國敦賀ノ突堤ノ如キモ多少正シイ塊ノ積疊ヲ用ヒタ點ニ於テ以上ニ髣髴タルモノガアル(第百四十一圖乃至第百四十三圖)。基礎ニハ沈床二段ヲ用ヒ、其上ニ捨石ヲ投ジテ海側ノ法ヲ

1:1.5 港側ノ法ヲ 1:1 トシ更ニ
 兩側共規則正シイ塊ノ積疊ヲ行フ
 コト三段ニシテ、其上更ニ三段ノ
 塊ヲ積重ネタ。突堤ノ天端ノ幅
 4.85 米其ノ高サ 2.73 米デアアル。

第百四十三圖ノ断面 aa ハ突堤根
 ニ近キ部分、bb ハ其中央部ノ斷
 面ヲ示シタモノデアアル。

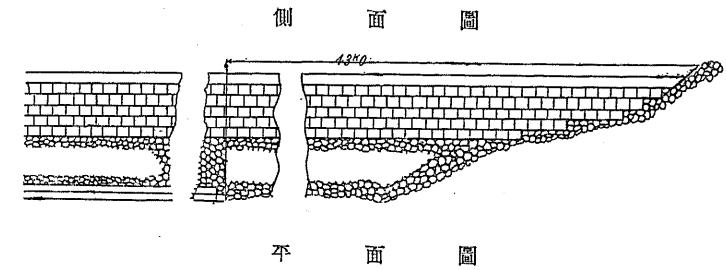


第百四十一圖 敦賀港

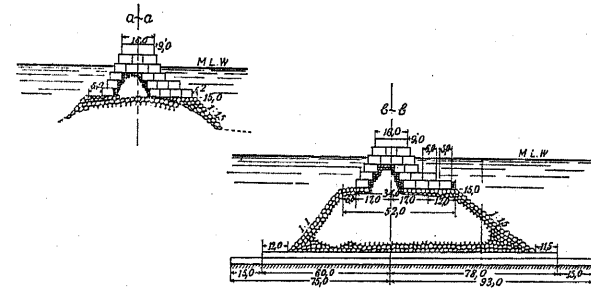
外堤ノ法リニ塊ノ規則正シイ積疊ヲ用フルコトモ亦前ニ述ベタ通り波ノ爲ニ外堤ノ破レタ場合又ハ沈下ナドノ起ツタ際ニ修復ガ困難デ原狀ヲ保テ難イ。

青森、釜山、神戸ノ防波堤ハ第百四十四圖乃至第百四十六圖ニ示シテアル如ク、亦他ノ數例デアアル。

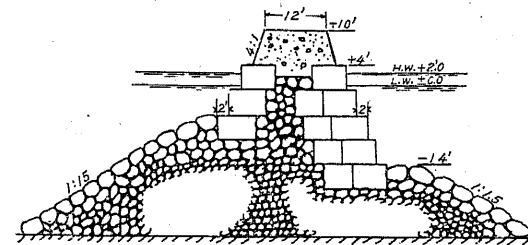
103. 直立外堤 直立外堤ハ其強サノ點カラ波力ニ抵抗スルニ最モ適當ナ



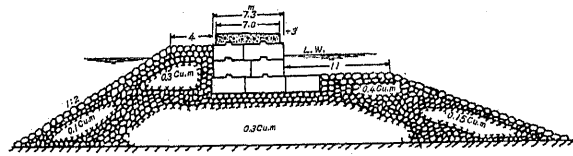
第百四十二圖



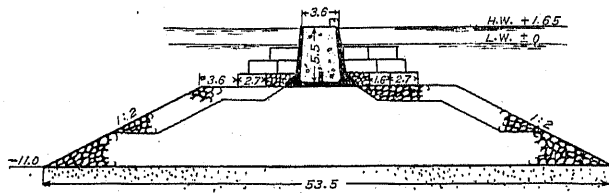
第百四十三圖 横断面圖



第百四十四圖 青森



第百四十五圖 釜山



第百四十六圖 神戸

ル構造デアル。此種ノ外堤ニハ潮程ガ其高サニ關係深ク、波力ハ亦其幅ニ影響ヲ持ツテ居ル。

直立壁ヲ作ルニハ或ハ兩側ニ各一條ノ側壁ヲ設ケ、其間ヲ砂若クハ石材ヲ以テ填充シタリ、或ハこんくりーと塊ヲ地平ニ積重ネタリ、又ハこんくりーとヲ斜ニ重ネタリ、更ニ全堤一塊ノ工法ニ基イタモノナドガアル。

104. 兩側壁ノ間ニ砂、石又ハこんくりーとヲ填充シタル外堤 兩側ニ天然石又ハ人造石ヨリ成ル側壁ヲ積上ゲ、其間ヲ7米乃至10米位ノ距離ニ横壁ヲ以テ兩側壁ヲ連絡シ、更ニ兩側壁ノ間ニ砂、石又ハこんくりーとノ類ヲ詰メテ後一個ノ直立壁ガ得ラレル。此種ノ外堤ヲ作ルニハ海底ノ地盤ガ沈下セヌ強固ノ所デナケレバナラス。又強イ波ノ無イ所ニ用フベキモノデアル。殊ニ側壁ノ間ニ填充ヲ終ラヌトキハ波力ニ對シテ最モ弱ク、危険ノ程度ガ多イ。

ぶっきー (Buckie) ノ外堤ハ低水位カラ上ニ積上ゲタ爲、第百四十七圖ニ

示シタ如ク水外デ施工ヲ爲スコトガ出來タ。側壁ハこんくりーと塊及切石積デ作ラレ、間ニ割石ヲ詰メタ。

ぶりちたうん(Bridgetown) 港ノ外堤ハ此ニ潮程ハ少イガ、深サ7.5米ノ海中ニ作ラレタモノデアル(第百四十八圖)。

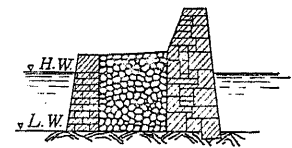
兩側壁ハこんくりーと塊ヲ地平ニ積重ネテ且ツ各層ニ塊ヨリ成リ、間ニハ砂ヲ詰メ、堤頂ハこんくりーとノ一層ヲ鋪布シテアル。

兩側壁ノ間ニ粗惡ナルこんくりーとヲ詰メタモノハ又更ニ強固ナル外堤トナル。

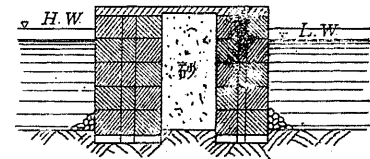
潮差ノ大ナル處ニ直立壁ヲ用ヒレバ非常ニ高イモノトナルヲ免レナ

イ。例ヘバ第百四十九圖ニ示シタぢえーぶ(Dieppe)ノ防波堤ヤ次ノ第百五十圖ノどーばーノ防波堤ナドハ之ニ屬スル。前者ノ潮差9.8m、後者ノ潮差5.7mデアル。長サ20m、幅8mノ鐵筋こんくりーとノ潛函ヲ基礎ト爲シ、壓搾空氣ヲ用ヒテ沈下シ、其天端ヲ+3.00mニ達セシメタ。此基礎ノ上ニ堤體ヲ築イテ

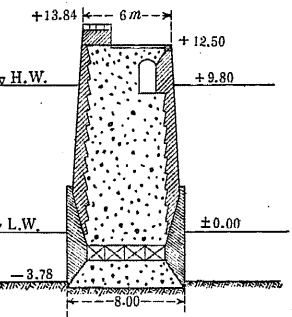
+12.50mニ達セシメ、厚サ6.00mノ胸壁ヲ築イテ+13.84m迄上ゲタ。全



第百四十七圖 ぶっきー



第百四十八圖 ぶりちたうん



第百四十九圖 ぢえーぶ

體トシテ非常ニ細織デアアルガ、どーばーノ防波堤ハ之ヨリ稍々ガツチリシテ居ル。

直立堤ノ高サガ過大ニナルコトヲ避ケル爲ニハ捨石ヲ干潮面以上マデ積上ゲテ其上ニ直立堤ヲ水外工事トシテ施工スル法ガ用ヒラレルニ至ツタ。混成堤トデモ云フベキデアアル。しるぶーノ防波堤ハ之ニ屬スル(第百十六圖)。又ぶーろーにノかるのー (Carnot) 防波堤ノ如キモ亦他ノ一例デアアル。満潮ニ近イ時ハ直立堤ハ波ヲ反射シテ捨石ノ上ニ直立壁ヲ立テタ働キヲスルガ、干潮ニ近イ時ハ普通ノ粗石堆ガこんくりーと塊ヤ大天然石塊デ防護サレタモノニ異ナラナイ。但シ下部ノ粗石堆ガ激浪ニ對シテ果シテ能ク結束ヲ保チ得ルヤ否ヤハ疑問デアツテ、其抵抗力ハ浪ノ強サ及粗石堆ノ抵抗ノ程度ニ依ツテ異ナル筈デアアル。

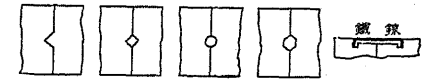
105. 地平層ニこんくりーと塊ヲ積上ゲタル外堤 直立壁ヲ作ルニ當リ大ナこんくりーと塊ヲ用ヒレバ水中ノ工事ニ殊ニ便利デアアル。各塊ハ陸上デ思フ儘ノ形ヲ與ヘテ作ルコトガ出來、硬化後相當ノ乾燥期間ヲ經テ之ヲ適宜沈下スルコトガ出來ル。唯塊ヲ重ネテ外港ヲ作ルトキハ繼手ガ多ク、而カモ水中デ其繼手ヲ繋合ハセルコトハ不可能デハナイガ困難デアアル、從テ内部ニ水ノ滲入スルコトハ免レ得ナイ。又下ノ地盤ヲ均ラス爲ニハ潜水夫ヲ入レテ能ク之ヲ均ラサナケレバナラヌ。而シテ堅イ海底デ發破ヲ用ヒテ岩盤ヲ均ラシタリ、又ハこんくりーとノ薄層ヲ用ヒタリ、或ハ袋詰こんくりーとヲ駢ベテ塊ノ基礎ヲ作ル。軟弱ナ土質デハ或ハ浚渫ヲ用ヒ、其泥土質ノ處デハ浚渫ノ後砂ヲ撒キ、捨石ヲ用ヒ、更ニ其上ニこんくりーとヤ袋詰こんくりーとナドノ基礎ヲ用ヒル。

一般ニ塊ヲ積重ネル工法ハ地盤ノ沈下ナキヲ第一ノ要件トシテ居ル。砂質ノ處ハ洗掘ヲ免ズ、泥土質ナラバ之ヲ避ケナケレバナラヌ。而シテ地平層

ニ塊ヲ駢ベテ一旦下層ノ塊ガ沈下スルコトアレバ終ニ全部ガ破損撓曲スルニ至ル。殊ニ捨石ヲ基礎トスル場合ハ若干時日ノ經過ニ依リ、其沈著ヲ待ツテ後新ニ塊ヲ載セルケレドモ、然シ斯クシテ捨石ノ上ノ荷重ヲ増セバ亦沈下ヲ免レナイ。

塊ノ大サハ之ヲ取扱フ設備例ヘバ起重機又ハ船舶ノ規模ニ依ツテ定マルノ概ニ之ヲ論ズルコトハ出來ナイケレドモ、今 40 噸ノ塊ヲ作ラウト思ヘバ $1.8 \times 2.5 \times 4.0 = 18$ 立米トシ、其高幅及長サノ比 $1:1\frac{1}{2}:2\frac{1}{2}$ ニ當ツテ居ル。而シテ塊ノ最小面ヲ波ニ曝ラシ、最大面ハ抵抗ノ任ニ當ラシメル。又塊ハ或ハ凸凹相噛合ハシメタ

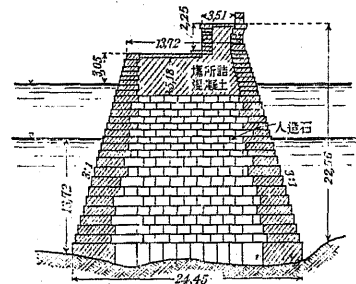
リ、又ハ間ニ空隙ヲ存シテ塊ヲ駢ベタ後こんくりーとヲ之ニ流込ム法モアル。又時トシテ鈎鐵



第百五十圖 塊ノ連結

ニ用ヒテ相隣リスル塊ヲ繋イデアアルモノモアル (第百五十圖)。

水中ニ於ケル塊ノ繼手ハ所謂空積デアアルケレドモ低水位以上ハ膠泥ヲ以テ練積ニシ、或ハ低水位以上又ハ之ヨリ高イ或水位以上ハ場所詰ヲ用ヒテ堤頂ニ冠シタ例モアル。又 10 米乃至 20 米毎ニ縦ノ通シ繼手ヲ用ヒテ局所的ノ



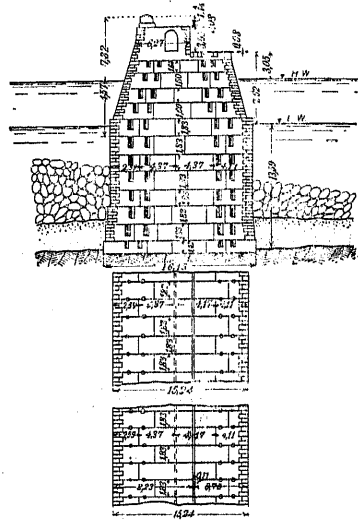
第百五十一圖 どーばー

沈下ニ備ヘタ例モ少クナイ。どーばー (Dover) ノあどみらるちーびーあ (Admiralty pier) ハ 1847 年カラ 1871 年ニ作ラレタ最モ古イ直立堤デアアル (第百五十一圖)。水深ハ 12 米乃至 13 米デ、大潮ノ潮差 5.7 米、小潮ノ潮差 3.4 米、海底ハ海岸ニ近ク石灰岩デ沖ハ石灰凝灰岩

カラ漸次泥灰岩ニ移ツテ居ル。捨石ニ用フベキ適當ナ石材ヲ缺イテ居ツタ爲海底カラ直チニ直立堤ヲ積上ゲ、之ニ依リテ維持費ヲ少クシ兼ネテ船ノ繫留ニ便ナラシメントシタ。然ルニ南西ノ時化ニハ波ガ此突堤ヲ越エテ港内ヘ打込ム爲、港ノ西北カラ東南ニ向テふりんす おぶ ゑーるす(Prince of Wales) 突堤ヲ突出シ、一部ハ鐵棧橋、他ハ突堤トシテ作り、之ヲ商船ニ用ヒテ他ノ軍港ト區別シタ。

たいん河口ノ外堤ハ深サ8米、潮程4.7米ノ所ニ作ラレタ(第百五十二圖)。

海底ノ地質ハ頁岩ノ上ニ厚薄一ナラザル砂ヲ以テ覆ウタモノデアル。海岸ハ深サガ急ニ大ナル爲、高イ波ガ外堤ニ突當ツタ。外堤ハ砂ノ上ニ捨石ヲ施シテ兩側壁ヲ作り、7.6米ノ間隔ヲ以テ横壁ニ依リ之ヲ繋イダ。兩側壁ノ間ニハ陸ニ近イ方ハ割石ヲ詰メ、海ニ近イ方ハこんくりーとヲ填充シ、且ツ堤脚ハ30噸ノ人造石塊ヲ以テ防護シタ。然シ工事中ニモ早ク波動ガ底ヲ攪亂スルコトヲ認めラレ、堤頭ニ於テ低水位下8.25米ニ達シタ。而シテ此水深ハ尙不充分

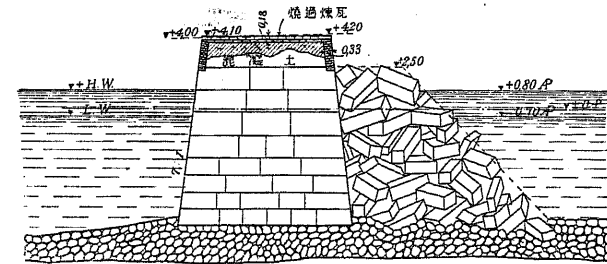


第百五十二圖 たいん

デ、北部外堤ハ防護塊ノ沈下ヲ生ジ、外堤自身ノ洗掘ヲ見タノミナラズ、1897年ニハ一部ノ破損ヲ生ジタ。而シテ此破損ハ外部ニ向ツテ凸出シタ部分ニ起ツタカラ、修繕ハ在來ノ北堤ノ方向ニ延長シタ。塊ハ外面ヲ花崗岩ヲ以テ表装シ、堤ノ方向ハ通シ目地トシ、低水位以上ハ練積トシ、兩側ノ地平

層ノ塊ハ鯨デ連結シタ。

あいむいでん (Ymuiden) 港ノ外堤ハ低水位以下7米ノ深サカラ築上ゲタガ、波ハ更ニ4米モ高く上ツテ居タ(第百五十三圖)。兩方カラ收歛狀ヲ爲

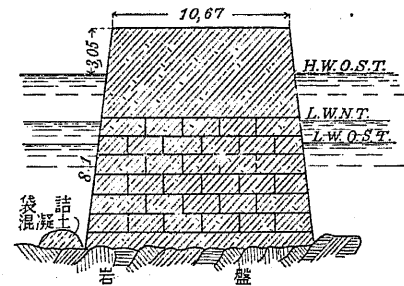


第百五十三圖 あいむいでん

シテ長さ各1550米程延シ、間ニ100ヘクた一ノ水面ヲ擁シテ居ル。今ハ更ニ西堤ヲ延シ、東堤ヲ新ニシテ全部改築ノ計劃中デアル。

基礎ニハ薄イ捨石ヲ行ヒ、其上ニ6噸乃至12噸ノこんくりーと塊ヲ重ネ、鐵釘ヲ以テ隣塊ヲ繋イデアル。低水位以上ハ膠泥ヲ以テ相連結シ、最上層ニハ場所詰こんくりーとヲ用ヒタ。堤頂ノ幅、岸ノ處デ6米カラ堤頭デ8米、捨石ノ上堤高11米乃至13米、法ハ7:1デアル。最後ニ海側ニ10噸乃至20噸ノ捨塊ヲ用ヒテ防護シタ。

あばーぢーん (Aberdeen) ノ南突堤ハ1870年カラ1877年ノ間ニ作ラレタ(第百五十四圖)。岩盤ノ上ニ薄イ水中こんくりーとヲ用ヒテ基礎ヲ均ラシ、其上ニ10噸乃至25噸ノ塊ヲ正シク積疊シテ小潮低水位以上0.3米ニ至



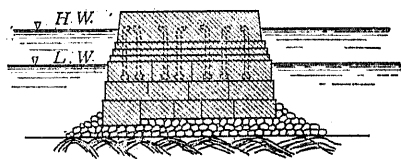
第百五十四圖 あばーぢーん

リ、之ヨリ場所詰こんくりーとヲ用ヒテ平均 5.5 米、大潮高水位以上 3.05 米ニ達シ、其長サ 2.4 米乃至 9.4 米即チ 340 噸乃至 1320 噸デ切離サレテアル。堤頂ノ幅ハ 10.67 米、兩側ノ法リ 8:1、堤脚ヲ掘ラレルヲ防グ爲ニ海側ニ 2100 噸ノ袋詰こんくりーとヲ用ヒタ。北東ノ暴風ハ殊ニ狂暴デ、1883 年上下ノ塊ハ破損シタガ、之ヲ修理シタ。然ルニ同年 30 米許ノ部分ガ堤ノ中心線マデ移動シ、45 米許リ中心線ニ平行ナル龜裂ガ現ハレタ。然ルニ調査ノ結果、工事中ニ打込ダ徑 0.6 米ノ二列ノ杭ハ 5.5 米ノ間隔ニ堤身ニ殘サレタモノガ海蝕ニ蝕セラレテ水ハ自由ニ堤身ニ入り、終ニ此ガ爲ニ損害ヲ醸スニ至ツタコトガ知ラレタ。其中 5 米ノ間隔ニ 4 個ノ縦孔ヲ全堤ニ涉ツテ穿チ、中ニ膠泥ヲ流込ダ。

すこつらんどノ東岸ニ在ルゐっく (Wick) 港ノ外堤ハ 1863 年大潮低水面以下 4 米乃至 10 米ノ深サニ、5 噸 10 噸ノ人造石塊ヲ以テ作ラレ、基礎ニハ捨石ヲ用ヒタ (第百五十五圖)。

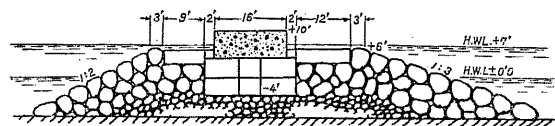
初メ捨石ノ天端ハ低水位以下 3.5 米ニ置イタガ、1868 年 -4.5 米以上ノ捨石ガ波ニ浚ハレタ爲、天端ヲ -5.5 米ニ改メタノハ當然ダ。1864 年嘗テ 100 米許ノ外堤ガ波ニ浚ハレタノデ、水硬石灰ヲ一まんせめんとニ改メ塊ヲ作ツタガ、其後更ニ之ヲぼーとらんどせめんとニ換ヘタ。

1870 年ニ同長ノ略三分ノ一即チ 120 米許ガ破損シ、1872 年ニ再ビ修復シタガ、ぼーとらんどせめんとヲ用ヒタ塊デモ亦波ニ壞サレタ。1872 年十二月非常ナル破損ガ起ツタ。由來堤頭ハ捨石ノ上ニ三段ノ 80 噸乃至 100 噸ノ塊ヲ積重ネ、更ニ其上ニ三段ノ大ナ切石ヲ積ミ、最後ニ幅 14 米、長サ 8 米、高サ 3.3 米ノ重サ 800 噸以上ノ塊ヲ作り、徑 8 糎ノぼるとデこんくりーとノ

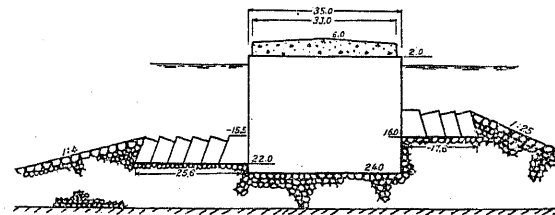


第百五十五圖 ゐっく

上層ノ塊ト繋イダガ、此時ノ暴風ノ爲ニ下ノ塊カラ剥サレテ内側ノ法ニ打込マレタ。此全重量 1350 噸デ、波力ニ依ツテ動サレタモノ、最大ナルモノ、



第百五十六圖 波切

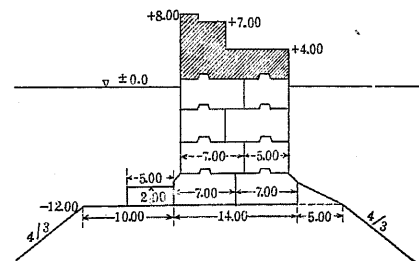


第百五十七圖 留崩

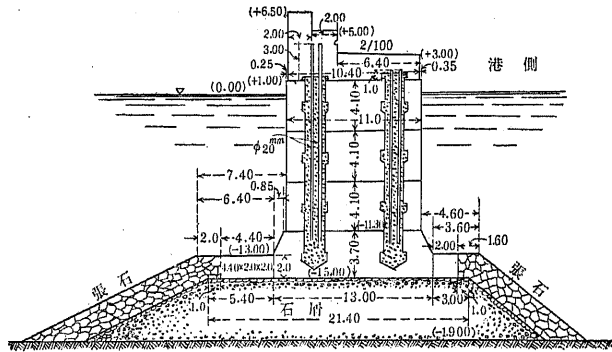
一トシテ知ラレテアル。此時 50 米ノ長サニ涉ツテ外堤ハ破壊シタガ、基礎ハ其儘殘ツタノデ其後單塊式トシテ之ヲ改築スルニ至ツタ。我國ノ波切、留崩ノ防波堤ハ第百五十六圖及第百五十七圖ニ示シテアル。

地平層ニこんくりーと塊ヲ駢ベタ場合ニハ其滑動ニ對スル地平ノ抵抗ヲ増ス爲ニ嚙合フ臍ヲ設ケルトキハ或程度迄上下一塊トナル長所ガアルガ、塊ノ製作ニハ多少困難ガ伴フノト、塊ヲ沈置スル際稍々

々複雑デアル。第百二十八圖江角ノ防波堤ヤ、次ノ第百五十八圖ノあんとうがすたノ如キハ其適例デアル。又平面カラ見テ前後嚙合フ臍ヲ通シタモノモ



第百五十八圖 あんとふがすた



第百五十九圖 あるぢーるす港むすたふ防波堤

アリ、更に上下ニ貫通スル若干ノ縦孔ヲ設ケテ之ニ軌條ノ類ヲ通シ、こんくりーとヲ充填シタモノモアル。第百五十九圖ノあるぢーるす港むすたふ防波堤 (Mustapha) ノ如キハ其適例デアル (第三十一圖参照)。

106. 傾斜層ニこんくりーと塊ヲ積上ゲタル外堤
 こんくりーと塊ヲ地平ニ積ムノハ其作業比較的容易デアルケレドモ積重ネタ塊ハ上下ニハ壓合フカ波力ニ推サレル外ニハ左右ニ壓スルハナイ。從テ一部沈下スルカ洗掘ヲ受ケルカノ爲メ塊ノ一隅ガ平衡ヲ失ツテ傾ク場合ガアレバ縦ノ繼手ハ口ガ味ク。故ニ若シ塊ヲ斜ニ積重ネルトキハ小口モ長手モ共ニ壓合ツテ一朝一部ニ沈下ナドガ起ツテモ外ニハ累ヲ及サズ能ク整形スル譯デアル。斯クシテ沈着シテ後堤頂ニ場所詰こんくりーとノ類ヲ用ヒレバ良イ。即チ此法ハ海底ノ地盤ガ稍々沈下ノ傾向ヲ有スルトキ、又ハ捨石ノ上ニ堤身ヲ築上ゲル場合ナドニ適シテ居ル。其海底ノ土質ガ砂ヤ泥ノ様ナモノナラバ其洗掘ニ對シテハ相當考慮ヲ費サナケレバナラヌ。若シ塊ノ長手ノ面ニ矩形又ハ半圓形ノ凹ミヲ設ケテ塊ヲ積上ゲタ後其孔ニこんくりーとヲ詰メレバ斜ノ諸塊ハ互ニ一塊ノ作用ヲ爲ス勘定デアル。又時トシテハ低水位以上ハ今述べタ様ナ孔ヲ作り、低水位以下ハ臍ト孔ト相嚙合フ様ニ作ツタ例モアル。然シ若シ下ノ塊ガ充分能ク

載ラストキハ傾斜ハ漸次緩クナリ、之ヲ救済スルニハ特別ノ塊ヲ作ルヨリ外ニ道ガ無イコトガアルカラ、塊ノ沈下ハ注意ヲ要スル。

塊ノ傾斜ハ地平ニ對シテ 50° 乃至 80° 位デ第 19 世紀ノ始メすこつとらんどノ西海岸あるどろっさん (Ardrossan) デ用ヒラレテカラ各地デ試ミラレテ良成績ヲ收メタ。今其地平トノ傾斜角ヲ擧ゲレバ次ノ如クデアル。

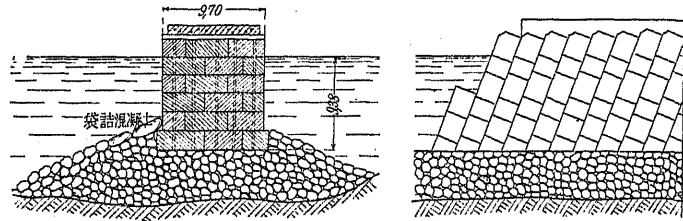
第十七表 こんくりーと塊ノ傾斜角

地 名	國 名	傾 斜 角
きゅらしー (Kurrachee)	印 度	76°
きすてんぜ (Kustendje)	る ー ま に や	48°
ころんぼ (Colombo)	印 度	68°
まどらす (Madras)	印 度	75°
もるみゅがお (Mormugao)	印 度	70°
ら れゆにおん (La Réunion)	印 度	70°
すけぶにんぐ (Scheveningue)	和 蘭	75°
小 樽	日 本	71°34'

きゅらしー港ものら (Monora) 突堤ヲ作ツタ海底ノ地盤ハ一部細砂デ他ハ岩盤デアツタ。1869 年カラ 1874 年ノ間ニ 458 米ノ長サヲ作り、水深凡ソ 9 米、下ニハ捨石ヲ用ヒ、天端ノ高サ低水面以下 4.5 米ニ達シタ。捨石ノ幅ハ 30 米ニ達シ、其内三分ノ一ハ港側ニ、他ノ三分ノ二ハ海側ニ在ル。初メ低水位マデ捨石ヲ投込ミ、暴風ノ爲ニ其上部カラ浚去ラレルモノト豫期シタガ、捨石ハ密ニハナツタガ高サハ餘リ多ク減ジナカツタ。從テ上部ノ捨石ヲ取除クニハ非常ニ多額ノ工費ヲ要シタ。此捨石ノ上ニ陸岸カラ軌道ヲ延シテ起重機ヲ進メ、漸次 3.6×2.4×1.4 米ノ塊ヲ沈置シタ。

ころんぼ (Colombo) 港ノ外堤ノ地盤ハ一部砂デ他ハ岩石カラ成リ、捨石

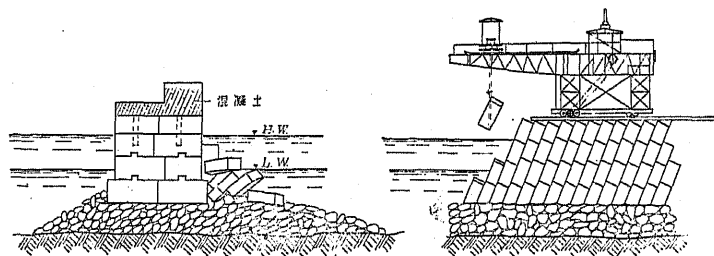
ヲ基礎トシテ其上ニ築カレ、幅 9.70 米、低水位マデ高サ 9.38 米デア(第百六十圖)。塊ヲ六層積ンデ各層ハ三個ノ異ナル長サノ塊ヨリ成リ、通シ、



第百六十圖 ころんぼ

繼手ヲ避ケタ。最上層及最下層ノ塊ハ地平ニ切ツテアル。延長 0.45 米ノ方形断面ノ溝 5 條ヲ配置シテ塊ノ移動ガ已ンダ後こんくりーとヲ詰メ、堤頂ニハ厚サ 1.52 米ノ場所詰こんくりーとヲ加ヘ、更ニ堤脚ノ防護トシテ幅 7 米ニ涉リ重量 10 噸ノ袋詰こんくりーとヲ捨石ノ上ニ載セ、重サ 180 噸ノ移動起重機ヲ用ヒテ重サ 16 噸乃至 32 噸ノ塊ヲ沈下シタ。

もるみお(第百六十一圖)ノ外堤ハ亦捨石ノ上ニ作ラレタ。外側ノ波

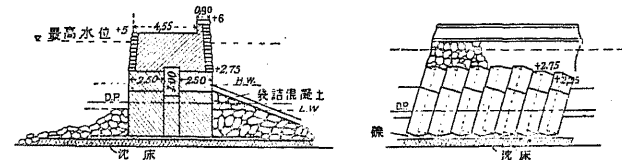


第百六十一圖 もるみおがほ

力ニ對シテハ捨塊ヲ用ヒタ。堤身ハ 4 層ヨリ成リ、其中下部二層ハ凸出ヲ有シテ上ニ載セラレル塊ノ凹ミニ應ゼシメタ。但シ上ノ二層ハ之ニ反シテこんくりーとノ臍デ連絡セラレテアル。堤頂ニハこんくりーとノ場所詰ト胸壁ヲ

用ヒテアル。

すげぶにんぐ漁港(第百六十二圖)ノ外堤ノ地盤ハ砂カラ成ツテ居タカラ此ニハ沈床ヲ用ヒテ其上ニ重イ石ヲ載セ更ニ礫ヲ用ヒテ之ヲ均ラシ、こんく

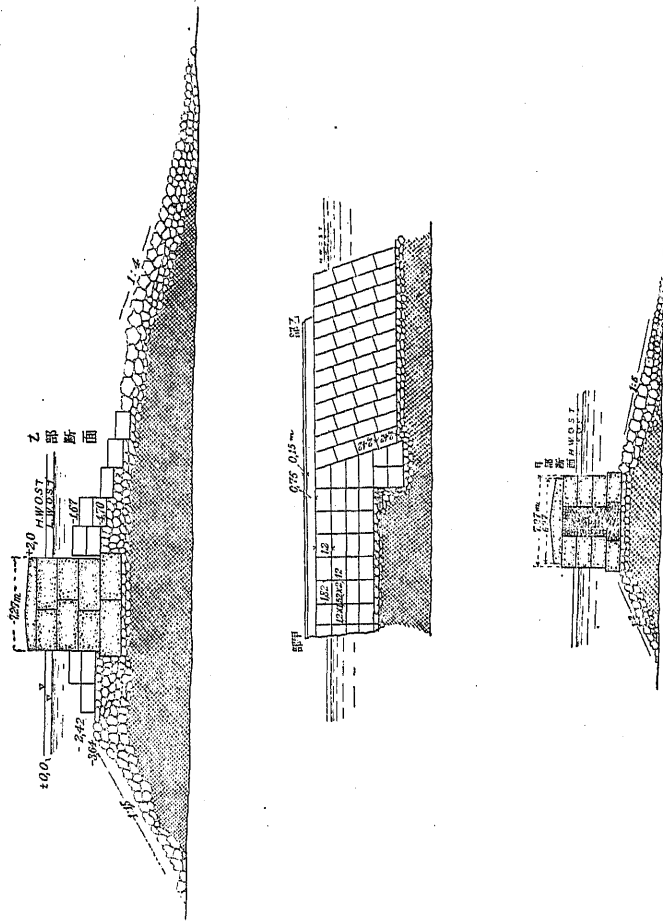


第百六十二圖 すげぶにんぐ

りーと塊ノ兩側ニハ捨石ヲ投ジ、海側ニハ長サ 4.5 米、幅 1.50 米、厚サ 0.6 米ノ袋詰こんくりーと重サ 10 噸ノモノヲ以テ捨石ヲ防護シタ。外堤ヲ横ツテ出來ル繼手ヲ避ケル爲ニ、中央ニ幅 1.0 米ノ塊ヲ用ヒ其厚サヲ兩外側ノ塊ト異ナラシメタガ、縦ノ方向ニハ通シノ繼手ガ出來タ。從テ兩外側ノ塊ヲ鐵製ノ鈎デ繋ギ、重ネタ塊ハ亜鉛鍍金ノ臍デ繋イダ。突堤ノ頭部ハ圓弧狀ヲ爲サシメタノデ、塊ハ平面圖ノ上デハ梯形ヲ爲シ、外部ノ幅ハ内部ヨリハ 7 種廣クシタ。こんくりーとハ +2.75 米マデハせめんと 1, 火山灰 $\frac{1}{2}$, 河砂 3, 礫 5 ノ割合デ作り、上ノ場所詰ハ $1:\frac{1}{2}:3:7$ ノ比ヲ用ヒタ。又 +2.75 米以上ハ長サ 0.35 米ノ玄武岩ヲ以テ表装シタ。

我小樽港ノ防波堤ハ其陸岸ニ近イ部分ハ第百六十三圖甲部断面圖ニ示シタ様ナ断面ヲ用ヒタガ、他ノ部分ハ乙部断面圖ノ如キ構造ヲ用ヒタ。

107. 沈函ヲ用ヒタル外堤 こんくりーとノ塊ヤ捨塊ヲ積重ネテ外堤ヲ作ル際ニ萬一工事中ニ暴風ガ起レバ其未成ノ部分ハ破壊シ易イ缺點ガアル。之ニ對シテ塊ノ大サヲ増セバ良イ譯デア(ルガ、然シ之ニハ取扱ヤ沈下ノ點カラ自カラ制限ガアル。而シテ波力ニ對シテ充分大ナル塊ヲ作ランガ爲メ鐵又ハ鐵筋こんくりーとデ沈函又ハ函塊ヲ陸上適宜ノ處デ作り、之ヲ沈下スベキ現



小 圖 第三百六十六

場ニ浮シテ運行キ、中ニ水ヲ入レテ之ヲ沈下スル。其後函内ニ水中こんくりーとヲ打込ムカ又ハ一部分ヅ、仕切内ノ水ヲ乾シテ之ニ場所詰こんくりーとヲ詰メ、或ハ砂ヲ填充シテ安定ヲ保タシメル。斯クシテ單獨ニ波力ニ抵抗シ得ル大ナ塊ヲ作ルコトガ出來ルガ、下ノ地盤又ハ基礎ガ充分ノ載荷力ヲ有シ、函ノ荷重ニ堪ヘ得ルモノデナケレバナラヌ。此工法ハ數多ノ方塊ヲ地平ニ積

重ネタモノニ比スレバ凡ベテ地平ノ繼手ヲ無クシ、且ツ容易ニ幅ヲ廣クスルコトガ出來ル。又内部ノ細胞ハ砂利石屑又ハ砂ヲ以テ充填スルコトガ出來ルカラ、工費ヲ廉ナラシメルコトガ出來ル、從ツテ此工法ハ殊ニ潮程ノ大ナル處ニ適シ、低潮ニ際シテ函ガ水面外ニ突出シ得レバ上部ノ施工ニ至便デアル。堤頭ナドハ亦最モ此沈函ヲ用ヒテ便ナル部分デアルノデ、之レニ依ツテ大ナル安定ヲカチ得ラレル。更ニ沈函ハ陸上ニテ其製造ノ設備サヘ整ハバ充分ナル個數ヲ作り置イテ、之ヲ適宜沈下スレバ工程ハ非常ニ早クシ得ル長所ヲ有シテ居ル。唯其中ニこんくりーとノ填充ヲ終ラザル間ハ浮動シ易イカラ特ニ注意ヲ要スル。又(一)函ノ吃水ヲ餘リ多クシナイ爲ニ、函壁ノ厚サヲ薄クスレバ龜裂ヲ生ジ易ク、鐵筋ハ鏽ヲ生ズル傾向ガアルカラ、内部ニこんくりーとヲ填メル方ガ函ノ抵抗力ガ強イ。然シ(二)充填シタこんくりーとハ函壁ニ膠著シナイ。又(三)此ノ充填作業モ海上で行フ爲メ、天候ノ不良ヤ風浪ナドノ爲ニ硬化モ相當困難ヲ伴フ。(四)函ノ製作及沈下ニハ可ナリ、種々ノ設備ヲ要シ、滑臺或ハ乾船渠又ハ浮船渠ナドヲ必要トスル。ゼーぶるっち、びつゑるた、びるばお(Bilbao)、すけぶにんぐ、ばーせろな及と、あふせー(Touapsé)、たるかふあの(Talcahuano)ヤ神戸港ヤ其他ノ我國ノ諸港ニ用ヒラレタ。

ぶるっち運河ノ口ニ在ルゼーぶるっち港ハ其弧形ヲ爲シタ防波堤ニ依ツテ100ヘクたーノ錨地ヲ得テ居ル。堤長實ニ2487米、其中ノ1955米ガ純

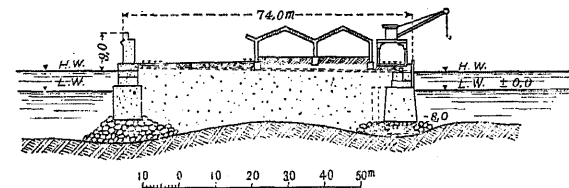
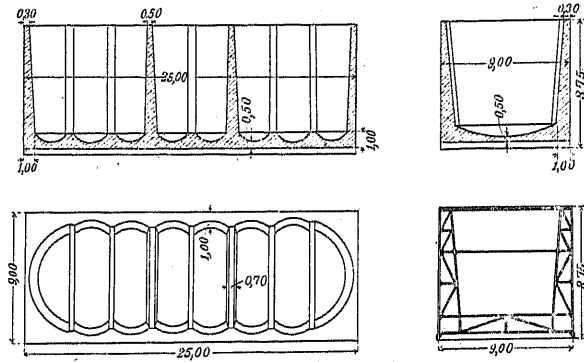
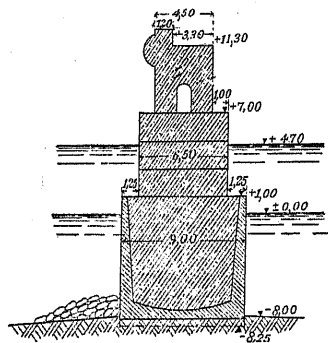


圖 第三百六十四 防波堤斷面圖



第百六十五圖 函

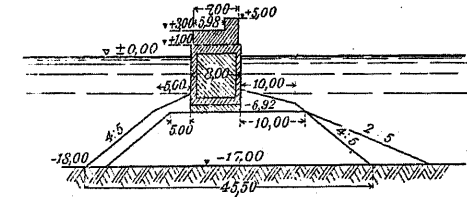


第百六十六圖 突堤

防波堤ヲ自餘ノ 300 米ガ鐵棧橋ヲ爲シ、更ニ 232 米ノ陸上接續部ヲ持ツテ居ル。防波堤ノ中前端ノ 240 米ヲ除ケバ幅 74 米ノ岸壁ヲ爲シ、内側ニ船ヲ繋グコトガ出來ル。此防波堤ヲ作ルトキ堤頭ニ近ク凹窪ガ出來タノデ最下層ニ沈床ヲ敷キ、上ニ捨石ヲ用ヒ、低水位以下 -8.0 米ニ達セシメタ。此上ニ沈函ヲ載セテ +1.0 米ヲ天端トシタ。此沈函ノ大サ實ニ長サ 25.0 米、幅 9.0 米、高サ 8.75 米、重量 4500 噸ニ達シタ。此沈函ノ上ニ重サ 50 噸ノ塊ヲ起重機ニテ積重ネ、練積トシテ +7.0 米ニ至リ、其上ニ厚サ 4.5 米ノ胸壁ヲ場所詰トシテ築上ゲタ（第百六十四圖乃至第百六十六圖）。岸壁ヲ持ツタ部分ノ構造モ全ク前ト同一デアルケレドモ前者ノ幅 9.0 米ニ對シテ 7.5 米デアル。堤脚ノ前ニハ幅 15 米ノ捨石ガ 500 疋以上ノ石ヲ投ゲラレテアル。1904 年 12 月 30 日カラ 31 日ニ懸ケテノ夜ノ嵐ニ尙裏込シテナイ幅 7.5 米

ノ函五個ハ其上部構造ト共ニ倒壊シタガ、幅 9.0 米ノ函ハ其上部構造ガ未ダ出來上ツテ居ラナカツタニモ係ハラズ破損ハナカツタ。

びつゑるた港ニ於テハ 1889 年ニ軍港ヲ設ケタ爲ニ、北突堤ヲ延長スルコト 200 米、更ニ新堤 600 米ノ築造ヲ必要トシタ。水深ハ 18 米、地盤ハ泥交リノ砂デ植物ノ遺物ヲ存シタ。舊堤ハ捨石カラ成リ、海側ニハこんくりーと塊ヲ防護トシタ。附近カラ石灰岩ヲ産出スルケレドモ外堤工事ノ重大ニ鑑ミ 5000 噸ノ巨塊ヲ作ルコト、シタ（第百六十七圖）。其長 31 米、幅 8 米、高サ 9.0 米デ深サ 8.0 米ニ



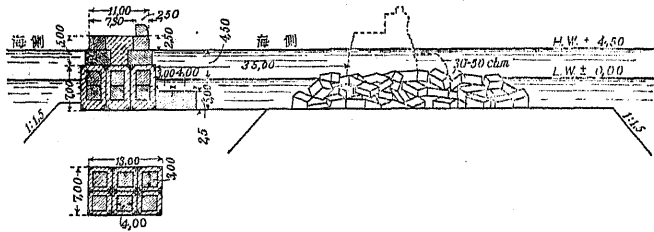
第百六十七圖 びつゑるた

均シタ捨石ノ上ニ載セ、兩側ヲ 4:5 ノ法ニ作ル豫定デアツタガ海側ハ 2:5 トサレタ。塊ノ間ニ厚サ 0.4 米ノ隙間ガアツタガ後テ肥率

ナこんくりーとヲ以テ之ヲ充填シタ。然ルニ 1905 年ノ始メ新堤ハ非常ナル損害ヲ受ケ、塊ノ間ノ填充こんくりーとハ全然脱出シ、且ツ塊ハ沈下シテ港側ニ傾キ一部ハ破損シタ。其原因ハ波浪ノ逆流ト捨石ノ不良ナルニ塊又ハ強イ石デ防護シナカツタノトニ基イタモノラシク、又塊ハ高サノ割ニ幅ノ小サカツタコトモ其原因デアラシイ。

びるばお港ハねるびおん河 (Nervion) ノ漏斗狀ヲ爲シタ灣内ニ在ツテ波ガ非常ニ強ク、殊ニ狂暴ナル風浪ニ曝サレテ居ルノハ東防波堤デアル。初メ此ニ天然石ヲ以テ捨石トシテ -6.0 米ニ達セシメ、其上ニ 30 乃至 50 立米ノ人造塊ヲ捨塊トシテ低水位ニ至リ、更ニ其上ニ直立壁ヲ作ル豫定デ 1891 年カラ著手シタガ、1894 年ニ到底其不可能ナルコトガ認メラル、ニ至ツタ。即チ壁ニ突當ツタ浪ハ突返サレテ塊ヲ散亂シ、捨石ノミトナツテ壁下ハ洗掘セ

ラレ、遂ニ破壊スルニ至ツタ。此波力ハ幅 30 米ノ直立壁重サ 1700 噸ノモ
 ノヲ移動シテ港内ニ投込マレタ、是ニ於テ前ニ作ラレタ残壁ヲ一種ノ防護ト
 シテ天然石ノ捨石ヲ延長シ、-6.0 米カラ上ニハ長サ 13 米、幅及高サ共ニ
 7 米ノ塊ヲ外堤ノ中心ノ方向ニ直角ニ駢ベタ (第百六十八圖)。而シテ此塊



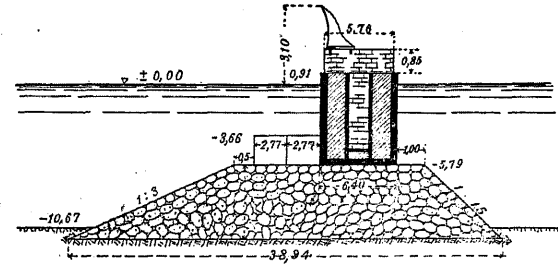
第百六十八圖 びるばお

ハベセマ一鋼ノ浮函トシテ陸上ニテ作り、底ニハ厚サ 1.5 米ノコンクリート
 ヲ用ヒタ。斯クシテ凡ソ 3.5 米ノ吃水ヲ得、横縦共ニ 6 個ノ仕切ヲ用ヒテ函
 ヲ沈メタ後、各 30 立米ノコンクリートと塊二個ヲ中ニ沈下シタ。捨石ヲ均ス
 ニ一大移動起重機デ潜鐘ヲ吊ルシテ其中ニ潜水夫ヲ入レテ之ヲ行ツタ。海側
 ニハ更ニ二列ノ人造塊ヲ用ヒテ防護シタ。

ばーせろノ防波堤ニ於テハ第百三十四圖及第百三十五圖ニ示タル様ニ
 びるばお港ノ防波堤築造ニ當リ残壁ヲ一種ノ防護用ニ用ヒタ改智ニ倣ツテ一
 種ノ防壁ヲ作ツタ。防波堤ヲ作ツタ海ノ水深ハ 16 米乃至 20 米デ、茲ニ天
 然石ノ捨石ヲ用ヒテ低水位以下 6 米ノ高サニ廣ク之ヲ均ラシ、其上ニ海側ニ
 於テ重サ 8 噸ノコンクリートと塊ヲ以テ低水位以下 2 米ニ達セシメタ。之ヲ風
 浪ノ防壁トシテ港側ニ長サ 14 米、幅 6 米、高サ 7 米ノ大塊ヲ作り之ヲ下構
 トシタ。此大塊ハ若干ノ仕切壁ヲ有スル函トシテ作り鐵筋ヲ用ヒズ、浮船渠
 ヲ利用シテ浮シタ。而シテ沈下スベキ場所ニ至リ、中ノ間仕切ニ水ヲ入レテ
 函ヲ沈メタ後始メテ外方ノ間仕切ヲ充スニコンクリートヲ以テシタ。其後中

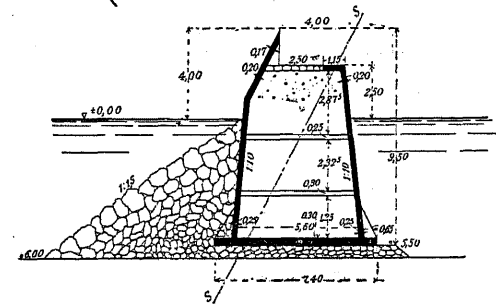
央ノ間仕切ノ水ヲ唧筒デ吸出シテ更ニ此ニモコンクリートヲ填充シタ。斯ク
 シテ作業ハ迅速ニ行ハレ復タ風浪ノ障害ヲ受ケルコトモナク、防波堤ノコン
 クリートと 1 立米僅カニ 11.5 圓、深サ 16 米ノ箇所ニ於テ防波堤 1 米ニ付キ
 僅カニ 4500 圓許リデ出來上ツタ。

と、あふせーハ黒海ノ一港デ、其防波堤 (第百六十九圖) ハ鐵筋コンクリート
 と函ヨリ成ル塊ヲ以テ作り、長サ 8 米、幅 6.37 米、水深ニ依リ高サハ 1.83
 米乃至 6.7 米デアツタ。最大函ノ重量ハ空デ 268 噸、中ニコンクリートヲ填
 メテ 1600 噸、外室ハ貧コンクリートヲ用ヒテ填メ、内室ハ空積ノ石垣ヲ用
 ヒテ充填シタ。



第百六十九圖 と、あふせー

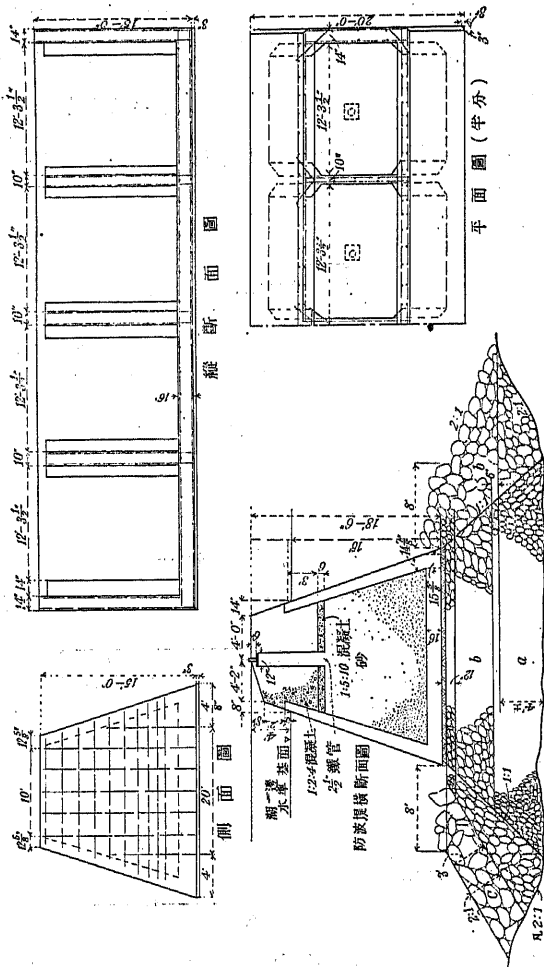
智利國たるかふあの防
 波堤ノ鐵筋コンクリート
 函ハ長サ 10 米デ中ノ間
 仕切ハ補強ヲシテアル。
 下ニハ薄層ノ捨石ヲ施シ
 海側ニハ更ニ捨石ヲ用ヒ
 テ洗掘ヲ防ギ、中ニハ亦
 コンクリートヲ填メタ。



第百七十圖 たるかふあの

又第七十圖ノSS線ハ浮カシタ時ノ位置ヲ示シタモノデアアル。

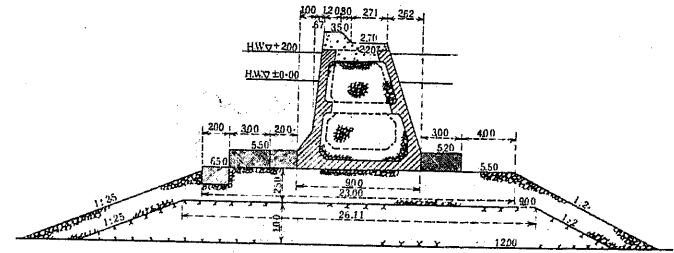
前ニ述ベタ沈函ハ皆矩形ノ横断面ヲ持ツテ居ルガ、梯形ノ断面ヲ有スルモノモ亦屢々用ヒラレル。是レ安定ノ度が大ナル爲デアアル。第七十一圖ニ示シタモノハ米國のすこんしん州らしん (Racine) 港ノ南防波堤ニ用ヒタ鐵筋



第七十一圖

こんくりーと沈函デ、54'×20'10"×15'3"ト云フ寸法ノモノデアアル。基礎捨石ハa,b,cノ三種ヨリ成リ、木板ヲ敷イテ沈函ヲ上ニ載セタ。中ニハ砂ヲ填メ、上ニこんくりーとノ笠置ヲシタガ、鐵管ヲ差込シデアアルノハ面白イ。

第七十二圖ハ横濱港外新防波堤ノ捨石基礎及函塊、捨塊等ノ断面圖デ、



第七十二圖 横濱港外防波堤断面圖

第七十三圖ハ函塊ノ鐵筋配置ヲ示シタモノデアアル。

108. 水中こんくりーとヲ用ヒタル單塊外堤。水中ニこんくりーとヲ投下シテ單塊トナシテ外堤ヲ作ルトキハ其側面ヲ傾斜スル必要ガナイカラ、船ヲ繋グニ便利デアアル。勿論基礎ガ沈下セヌコトガ必要デ、底ガ岩盤ヨリ成ルカ又ハ基礎捨石ガ深クテ永ク放置セラレ充分ニ沈著シテ居ラナケレバナラス。而シテ此外堤ヲ作ルハ非常ニ簡單デアアルガ、其施工ニ注意シナケレバこんくりーとノ硬化ノ間ニ破損スル虞ガアル。

此種ノ外堤ヲ作ルニハ夫々型枠ヲ用ヒテニ列ノこんくりーとヨリ成ル側壁ヲ作ツテ中ニ貧こんくりーとヲ填充シタリ、又單ニ兩側ニ型枠ヲ當テ、中ニこんくりーとヲ填メ、特別ノ側壁様ノモノヲ用ヒヌカ、又ハ袋詰こんくりーとヲ用ヒテ外側ヲ作ツタモノモアル。とりえすと、ゐるへるむすは一ふえんノ外堤ハ第一法ニ屬シ、ゐくらう (Wicklow)、ほゐとびー (Whitby)、ぶらいす (Blyth) ノ如キハ第二法ニ、にゅーへふん (Newhaven) きんだーらんど (Sunderland) ノ如キハ第三法デ作ラレタ。

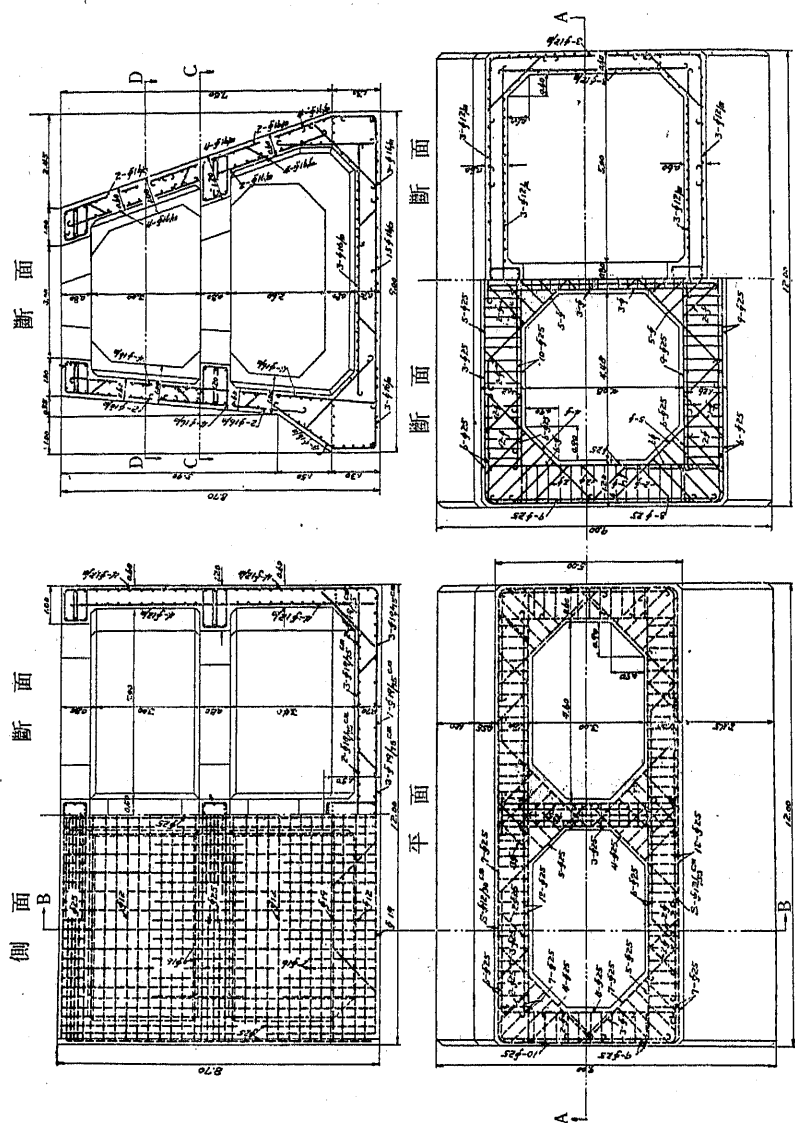
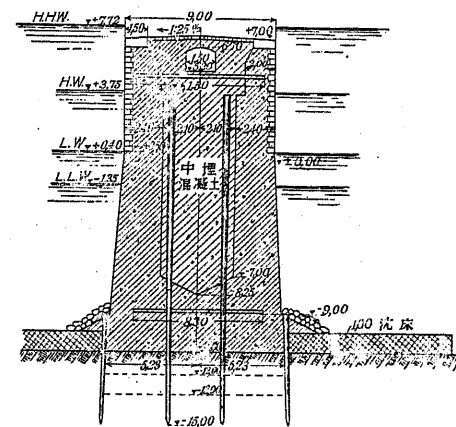
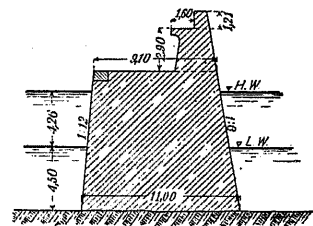


圖 配筋塊鐵函圖三十七號第

ゐるへるむすは一ふん港第三入口ノ北外堤ハ硬砂ノ上ニ築カレタモノデ、上敷 8.0 米、下敷 11.0 米アル、低水位以下 13 米ニ海底ヲ掘鑿シ、四列ノ杭ヲ打込シテ足場トシ且ツ型枠ヲ之ニ沿ウテ設ケ、厚サ 2.5 米ノこんくりーとヲ打込シテ兩側壁トナシ、次ニ型枠ヲ外側ニ移シテ外堤全體ニこんくりーとヲ打チ 8.0 米ニ及ンダ。是ニ於テ鐵桿ヲ埋メテ兩側ヲ繋ギ、上部ハ更ニ兩側ニ外壁ヲ設ケ中ニ貧こんくりーとヲ詰メ、若干ノ高サ毎ニ繋ギノ鐵桿ヲ挿入シタ。兩外側ノ杭ハ 10 米ノ水深デ切落シ、兩側ノ杭ハ其儘ニシテ残シ置イタ。但シ兩外側ニ沈床ヲ沈置シテ洗掘ニ備ヘタ (第百七十四圖)。



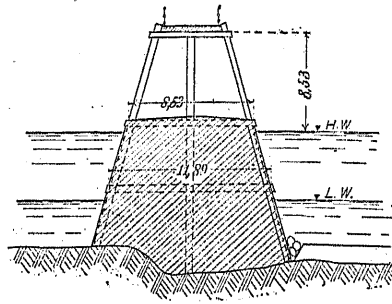
第二法ニ依ルモノハ兩外 第百七十四圖 ゐるへるむすは一ふん側ニ型枠ヲ置クモノデベタこんくりーとヲ打ツノダカラ比較的簡單ダ。第百七十五圖ハゐくらく、第百七十六圖ハぶらいすノ断面デアル。



にへぶん等ニ於テハ低水位以上マデ袋詰こんくりーとヲ用ヒ、其上部ハ型 第百七十五圖 ゐくらく枠ノ間ニこんくりーとヲ打ツタ。第百七十七圖ハにへぶん第百七十八圖ハあば一でんノ外堤断面デアル。

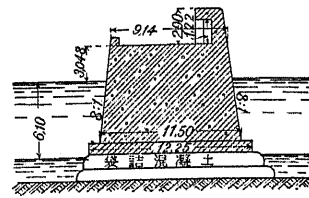
臺灣基隆港ノ防波堤ハ長サ 236.34 米 (130 間) 袋詰こんくりーとヲ用ヒ

テ兩側壁ヲ築キ、中ニ水中こんくりーとヲ填充シタ。其天端ノ高サハ最大干潮面以下 0.30 米デ幅 3.64 米、之ヨリ上部ハ型枠ヲ用ヒテ堤幅 2.73 米ノ水中こんくりーとヲ用ヒタ。港口ノ波高ハ 7.58 米防波堤ノ附近ニ於テ波高 3.64 米、波力ハ港口ニ於テ毎方米約 32.4

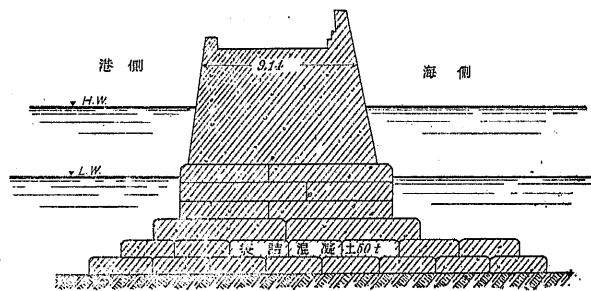


第百七十六圖 ぶらいす

噸、防波堤附近ニ於テ毎方米 7.6 噸、前面ノ暗礁ノ爲ニ更ニ幾分破碎セラレテ毎方米 5.4 噸ノ波力ヲ持ツテ居ル。若シ茲ニ普通ノ方塊ヲ積疊スレバ其幅少クモ 8.5 米ヲ下ラザル勘定ダト云ハレテ居ル (第百七十九圖)。



第百七十七圖 にゅーへぶん

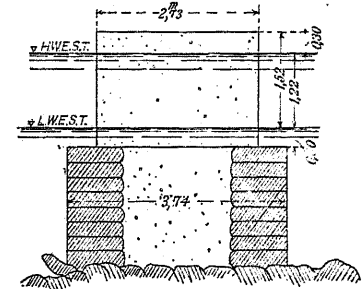


第百七十八圖 あばーでーん

、單塊外堤ハ沈函又ハ函塊ヲ用ヒルモノト共ニ大ナル波力ニ抵抗セシメルコトガ出來ル。而シテ基礎捨石ニ良材ヲ用ヒ、其沈著ヲ俟ツテ單塊又ハ函塊ヲ据付ケレバ非常ニ強力ナル防波堤ガ得ラレル。近來各地ニ大ナル波力ガ經驗

セラレ、防波堤ノ被害が見ラレル爲メ、益々是等強力ナル防波堤ガ用ヒラレントスル傾向ヲ見ツ、アル。

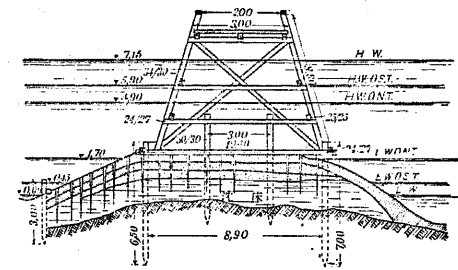
109. 疏通外堤 時トシテハ航路ヲ固定シ、潮流ヲ集中シ、漂砂ヲ阻止スル様ナ目的デ所謂突堤又ハ導流堤ヲ作り、主トシテ工費ノ低廉ヲ旨トシタモノモアル。從テ下部ニハ沈床ノ類ヲ用ヒテ其天端ヲ匾平ニシ而カモ低水位ヨリモ甚シク高クシナイ。中ニハ土砂粘



第百七十九圖 基隆

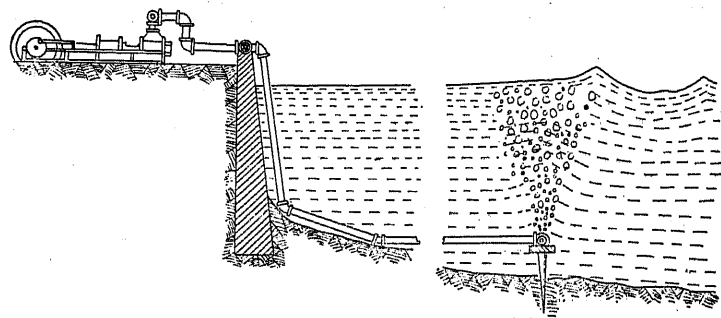
土ノ類ヲ填充シ、更ニ上部ヲ石張ニシ、練積ヲ用ヒタモノモアル。更ニ上部ニハ杭ヲ打チテ足場トシ、棧橋ヲ作り、高水位ノ上 2 米乃至 3 米ニ歩橋ヲ設ケタモノモアル。勿論海蟲ノ居ル處デハ木材ニ防蟲劑ヲ施シ、塗料ヲ用ヒ、釘ヲ密ニ打込ムナドノコトヲセネバナラヌ。第百八十圖ハ佛國ど、んけるく (Dunkerque) ノ外堤デアル。

110. 壓氣防波堤 波浪ヲ攪亂スルニ壓氣ヲ以テシ、波頂ノ水壓ニ對シテ之ヲ凌駕セシメレバ亦波浪防禦ノ目的ヲ達スルコトガ出來ル筈デアル。是ハ多少空想ノ様デアルガ實際ニ試ミテ居ル處ガアル。



第百八十圖 ど、んけるく

アル。あふりかノえる せぐんど (El Segundo) ニ於テハ毎分 2000 立呎ノ壓氣ヲ發散スルニ臺ノ空氣壓搾機ヲ用ヒ、50 呎ノ水深、25 封度ノ壓力デ能ク波ヲ消散スルニ堪ヘル。



第百八十一圖 え る せ ぐ ん ど

111. 防波堤構造ノ批判ト其修補 防波堤ハ其名ノ示ス如ク波浪ノ侵入ヲ防グテ以テ主要ナル目的トスル。従テ波力又ハ波壓ノ成ルベク正確ナル値ヲ知ルコトハ何ヨリモ先ヅ必要デアル。而シテ從來ノ貧弱ナ資料カラ得ラレタ波壓公式ヤ、屢々不適當ナ所ニ据付ケタ波力計ナドカラ見出サレル波力波壓ハ決シテ満足ナル値ヲ與ヘナイ。此點カラ見レバ未ダ完璧トハ言ヒ得ナイニシテモ、波高波長ナドカラ導ル波壓ハ從來ノモノニ比スレバ稍々暗中摸索ノ域ヲ脱シテ、實際ニ近イモノ、如クデアル。殊ニ直立壁ニ對スル波ノ衝擊及壓力ノ現象ハ可ナリ複雑デアルガ、せんふる一ノ結果ハ實驗ト可ナリ能ク符合シテ居ルカラ、其水力學ノ計算ハ信頼スルニ足ルト思ハレル。而シテ從來觀測又ハ推定セラレタ激浪ノ高サヤ波長ハ頗ル小サク取ラレタ爲メ、東西各地ニ浪禍頻々ト起リ、防波堤破壊ノ災厄ニ罹ツタ所ガ多イノハ主トシテ波力ノ正確ナル値ヲ擱ミ得ナカツタ罪ト、併セテ施工上ノ不完全ニ基ヅクモノガ多イヨウデアル。

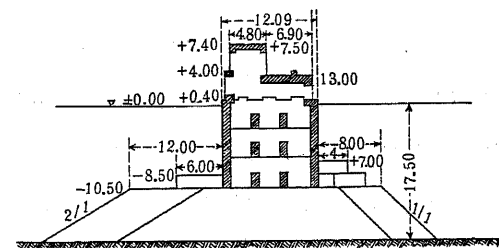
粗石堆ノ防波堤ヲ用ヒル所ハ波力ノ極メテ弱イ區域ニ限ラレルカラ、波力ノ相當ニ強イ處ハ直立堤若クハ之ニ類スル構造ヲ用ヒナケレバナラナイ。

直立堤ノ深サ及幅ハ波力ニ對シテ極メテ重要ナ關係ヲ有スル許リデナク、

其基礎捨石ノ沈著ヲ俟ツテ堤體ヲ築上グルコトガ必要デ、堤體自身ノ破壊、剪斷、滑動、轉覆ガ起ラス上ニ、捨石ノ散亂、潛掘或ハ更ニ捨石前面ノ潛掘ナドガ現ハレナイコトヲ必要トスル。海底ノ潛掘ヲ防グニハ其地盤ノ性質、侵蝕ノ程度ヲ豫メ知ラナケレバナラナイ。捨石ハ其前幅ヲ廣クシ、其法リヲ緩ニシ、必要ニ應ジテハ更ニ其前面ニ沈床防護ヲ施スヲ安全トスル。

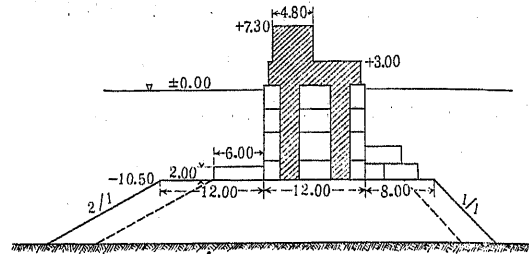
如何ナル構造ノ防波堤ヲ用フベキヤヲ定メルニハ慎重ノ研究ヲ要シ、波力、材料ノ供給及海底ノ深淺土質等現地ノ事態ニ即シテ之ヲ決定シナケレバナラナイ。然シ一般ニ基礎ニ面ヲ廣クシテ波力ニ堪ヘ得ベキ單塊若クハ函塊ヲ用ヒ、或ハ個々ノ塊ガ支離減裂ニ近イ分散ヲ避ケル爲ニハ其相互攻守ヲ爲シ得ル構造ヲ用ヒルコトハ防波堤ニ必要ナ條件デアル。

地中海方面デ汎ク用ヒラレル單塊防波堤ハこんくりーとノ巨塊ヲ重ネテ之ヲ緊結スルモノデ、伊太利ゼノばノびくとる えまにえ第三世防波堤ニ用ヒタ次ノ三例ガ之ヲ示シテ居ル。第百八十二圖ハ $12 \times 6 \times 3.6 \text{ m}$ ノ仕切附鐵筋こんくりーと函塊ヲ三段ニ積重ネ、其壁厚 75 cm 、高サ 2 m ノ隔壁又ハ仕切ヲ備ヘ、重量各 120 t 、初メ最下段ノこんくりーとヲ半バ填充シ、次ニ上部二段ヲ一舉ニ填充シ、凡ソ 170 m^3 ヲ要シタ。然ルニ函塊丈ノ重量ハ波力ニ對シテハ比較的小サイ爲メ、其こんくりーとヲ填充シナイ間ハ波ノ爲ニ容易ニ移動シタ。是ニ於テ第百八十三圖ニ示ス如ク $12 \times 4 \times 2.95 \text{ m}$ ノ函塊四段ヲ用ヒ、直徑 2 m ノ豎孔ヲ設ケテ上部ノ場所詰ト共ニ四段全部ヲ貫通セシメタ。此構造デハ工事中

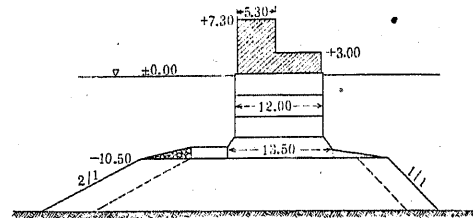


第百八十二圖 ゼのば防波堤

ニ防波堤ガ破壊スル
 コトハ無カツタガ、
 水中ニ打ツタこんく
 りーとノ抗剪力ガ多
 少信頼出来ナイモノ
 ガアツタ。是ニ於テ
 更ニ第百八十四圖ノ
 形ヲ用ヒ、堅孔ヲ廢
 シテ下段ノ長サヲ
 13.50 m ニシ、且ツ
 捨石ノ法リノ防護ヲ
 變ヘタガ、此構造ノ
 防波堤ハ非常ニ能ク風浪ニ堪ヘタ。



第百八十三圖 ゼのば港修築防波堤ノ一



第百八十四圖 ゼのば港修築防波堤ノ二

あるぢーるすノむすたふあ防波堤ハ前ニ述ベタ如ク(第百五十九圖)、こん
 くりーと塊ヲ重ネテ之ヲ縦ノ軌條及こんくりーとノ棍ニ依ツテ緊結シタモノ
 デアル。11×4×4m ノ三段ト最下段ノ 13×4×4m トヲ積重ネ、且ツ平面
 的蟻接ヲ用ヒ、縦ニ四本ノ堅孔ヲ用ヒタ。而シテ 1934 年 2 月ニ異常ナ激浪
 ニ襲ハレテ破壊シタガ、其浪ハ豫想ヨリ大デ且ツ海底ノ土質ガ不良ナ爲、前
 面ノ海底ニ潜掘ヲ生ジタ爲メデアツタ。

伊太利ノかぐりー教授 (Prof. Cagli, E. C.) ハ直立壁ニ就テ次ノ様ナ事ヲ
 述ベテ居ル。

第一、水深ヤ海底ノ岩盤ガ許スナラバ海底ヲ浚渫又ハ切均ラシテ之ニ袋詰
 こんくりーとノ類ヲ用ヒテ平坦ナ基礎ト爲シ、其上ニ直立壁ヲ据付ケルノガ
 最良デアル。然シ水深ガ非常ニ大ナルカ、又ハ海底ノ土質ガ軟弱デ捨石ノ基

礎ヲ用ヒナケレバナラナイナラバ捨石ヲ出来ル丈ク緊密ニスル爲メ、大小各
 種ノ石ヲ混ゼテ且ツ目濱シテ用ヒ、表面ニハ大ナ石ヲ用ヒテ空隙ヲ最小ニス
 ル。斯クシテ作ツタ捨石基礎即チ粗石堆ガ厚イナラバ其沈著ヲ充分ナラシメ
 ル爲、相當ノ時日、殊ニ冬ヲ經過セシメ、時トシテハ之ヲ若干層ニ分ケテ
 順次ニ沈著セシメ、然ル後最後ニ防波堤體ヲ其上ニ加ヘルヲ必要トスル。

第二、地震ヲ外ニシテ時化ノ際波浪ガ完全ニ碎ケル様ナ所デハ直立壁又ハ
 之ニ類似ノ構造ヲ有スル防波堤ハ不利デアル。多クノ観測研究並ニ經驗ナド
 ノ結果カラ見レバ波長ガ波高ノ 35 倍乃至 40 倍ト云フ巨浪ノ範圍内デハ防
 波堤ノ根ノ處ノ水深ガ最大波高ノ 2 倍以上アレバ波浪ガ完全ニ碎ケルコトヲ
 免レラレル。

第三、近代ノ技術ニ於テ築造シ得ル防波堤ノ水深以內ニ於テ、堤脚ハ此ニ
 現ハレル最大波高ノ 2 倍以上ノ深サヲ要スル。是レ最大ノ激浪ガ捨石ノ天端
 又ハ法リヲ荒シ廻ツテモ其進展性又ハ廻轉性ヲ失ハナイコトヲ要スル爲デア
 ル。廻轉性ヲ失ヘバ波ノえねるぎーハ捨石ノ潜掘ヲ引起ス。波浪ハ大海ノ中
 デハ其水分子ハとろこいど性ノ廻轉ヲ行フモノデモ若シ垂直ノ障害ニ逢ヘバ
 其水平ノ推力ハ其障害ニ反撥セラレテ反射シ、其斜ニ下ル力又ハ降下ノ力ハ
 捨石又ハ海底ニ妨ゲラレテ或ハ潜掘ノ作用ヲ營ミ、或ハ渦動泡沫ノ餘技ヲ演
 ジ、殘ル所ノ斜ニ上リ又ハ上昇スル力ハ波ノ奔騰ヲ増シ、其結果トシテ障害
 物ノ直前ニ於テハ波ノ振幅又ハ高低ヲ増加スルコト、ナル。以上ノ現象ハ靜
 振ナドニモ明デアルガ(地表水第三章 40 参照)、激浪ハ常ニ其港灣特有ノ振
 動ヲ爲スコトニ依ツテ非常ナル振幅ニ達スルコトハ颱風ニ依ル暴潮又ハ地震
 津浪ニ知ラレル通りデアル(地表水第六章 215 参照)。

港灣災害ノ事例ヲ通覽スレバ最大波高ガ 4 米乃至 5 米以下ナラバ直立壁ノ
 根元ニ於テ凡ソ 10 米ノ厚サアレバ充分デアルガ非常ニ開放セラレタ港灣デ

ハ以上所要ノ水深ハ 12 米乃至 13 米位トシナケレバナラナイ。

防波堤ハ基礎部ヲ相當ニ廣クシテ捨塊ナドヲ前面ニ用ヒ粗石堆ノ上ニ突出セシメルヨリハ其底ヲ堆中ニ埋込ム方が良イ。

第四、各地ノ最大波浪ガ防波堤ヲ衝擊スル最大力ハ公海即チ防波堤ナドノ障害物ニ接近シナイ海中ノ波高ニ應ジタ静水壓ヲ静水面ニ用ヒ、静水面以下ハ一様ナル水壓トシ、静水面以上ハ漸次水壓ヲ減ジ、其減少ノ割合ハ静水面上ノ高サガ波高ノ $\frac{3}{5}$ ニ至ツテ盡クルモノトスル。例ヘバ公海ノ波高ガ 5 米ナル波浪ガ直立防波堤ニ衝擊シタトスレバ静水面ノ水壓ハ每方米 5 噸デ、水面下ハ其水壓ヲ凡テ 5 t/m^2 トシ、静水面上ノ水壓ハ $\frac{3}{5} \times 5 = 7.5 \text{ m}$ ニ至ツテ皆無トナル。

かぐり一教授ノ波壓ノ分布ハせんふる一ノ其ニ比スレバ稍々正鵠ヲ得テ居ラナイ。

第五、粗石堆即チ捨石ノ上幅ハ 10 米乃至 15 米、外法ハ 2:1 乃至 3:1 デ風浪ニ多ク曝サレテアル程、又海底ガ多ク擾亂サレル程傾斜ヲ緩ニシナケレバナラナイ。

容易ニ潜掘セラレ易イ土質ノ地盤デ而カモ餘リ深クナイ海デハ直立防波堤ハ其捨石ノ前面ヲ更ニ捨石ノ一層ヲ以テ撒布スルカ、或ハ沈床ノ類ヲ以テ相當廣イ幅ニ涉ツテ防護シナケレバナラナイ。

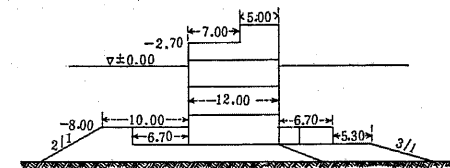
第六、開敞ノ度ノ少イ處デハ普通ノコンクリート塊ヲ積重ネテ防波ノ目的ヲ達シ得ベク、非常ニ開敞シタ處デハ防波堤ノ幅モ大デ、粗石堆ナドモ亦其幅ヲ大クシナケレバナラナイ。從テ傾斜層ヲ用ヒタ塊ヲ用ヒ、或ハ單塊ヲ直接岩盤ノ上ニ擴ゲタリ、或ハ直立單塊ヲ粗石堆ノ上ニ載セテ作ルナドノ工法ガ用ヒラレテアル。又函塊ヲ用ヒテ其中ニコンクリート又ハ砂利ナドヲ填充シ、以テ一種ノ單塊トスル時ハ強力ノ波浪ニ抵抗シ得ル理想的ノ構造ガ得ラ

レル。

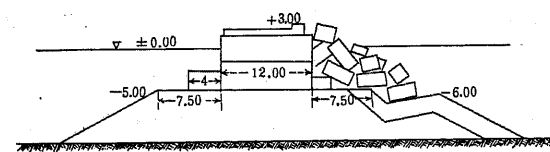
然シ地方ノ事情ニ依ツテハ粗石コンクリート塊ヲ用ヒルヨリ外ニ道ガナイ場合モ少クナイ。然シ是等ノ塊ヲ積重ネル時ニハ蟻接ニ依ツテ隣塊ヲ繋合ハセルコトモ必要デアル。然シ非常ニ開敞シタ處デハ小サイ塊ヲ幾ツモ用ヒルノハ抵抗力ニ乏シイカラ、寧ろ函塊ヲ用ヒル方が安全デアル。

粗石コンクリート塊ヲ積重ネル時ハ如何ナル場合デモ其上部ニ場所詰コンクリートノ一層ヲ冠スルコトヲ必要トスル。而シテ 15 米乃至 20 米毎ニ此場所詰コンクリートニ縦ノ継手ヲ設ケ、他日ノ不規則ナル沈下ニ備ヘルコトガ得策デアル。他日此沈下ガ現ハレナケレバ之ヲ繋ゲバ一層ノ單塊性ヲ増シ、延イテハ其強度ヲ増ス利益ガアル。

前ニモ述べタ如ク(第一章 38)、近年防波堤ノ破壊セラレタモノニ 1926 年 12 月ノばれんしあ (Valencia) 東防波堤、1928 年 7 月ノあんとうがすた防波堤ノ一部及 1929 年 8 月同防波堤ノ大部ノ破壊、1930 年工事中ノかたにや (Catania) 防波堤、1932 年同防波堤ノ破壊、1934 年 2 月あるぢーるす (Algiers) ノむすたふあ防波堤 400 米ノ破壊ナドガ數ヘラレテアル。



第百八十五圖 ばれんしあ防波堤

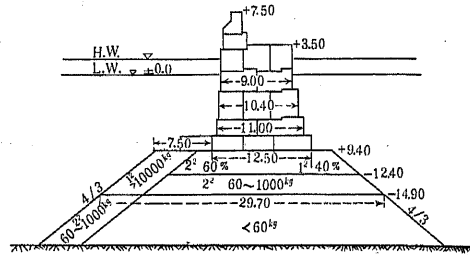


第百八十六圖 ばれんしあ防波堤修築断面圖

ばれんしあ防波堤ハ深サ 12 米ノ海中ニ作ラレタモノデ、海底ノ土質ハ細砂及泥土デアル。第百八十五圖ニ示シタ上部ノ場所詰コンクリートガ未ダ打タレナイ中ニ高サ 7 米、長サ

150 米ノ激浪ニ襲ハレテ倒潰シタ。其破壊ノ跡ヲ視レバ堤前後共ニ甚シク潜掘セラレテ粗石堆ハ散亂シ、防波堤體ヲ組立テタ巨塊ノ或ルモノハ前方ニ他ノモノハ後方ニ轉覆シタ。之ガ再築ニ當リ場所詰ヲ廢シテ第百八十六圖ニ示シタ如ク無茶苦茶ニ投込シテ捨塊ヲ以テ防護シタ。此犠牲ハ餘リ大ナラザル水深ニ直立壁ヲ用ヒタ爲ニ起ツタ例トシテ有意義ノ教訓ヲ提供シ、且ツ潜掘ノ爲ニ倒潰ヲ生ジタコトガ知ラレタ。波浪ノ廻轉速度ハ防波堤カラ 40 米以内ニ毎秒 5 米内外ニ達シタカラ、海底ハ之ニ抵抗シ得ナカツタ。

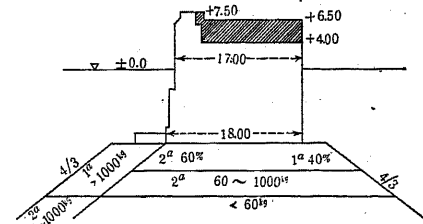
あんとうふがすた防波堤ハ第百八十七圖ニ示スモノデ、1928 年 7 月冬ノ最悪ノ時期ニ起ツタ激浪ハ高サ 9 米ニ達シタト言ハレタガ、堤頂ニ近ク長サ 56 米ノ破壊ヲ見タ。此場合ニ下



第百八十七圖 あんとうふがすた防波堤

段ノ塊ハ殆ド傷マズ、唯内側ノ塊ガ僅カニ移動シテ高サヲ變ゼズ。上段ノ塊ハ滑ツテ港内ニ墜落シタ。高サ 9 米、波長 250 米ノ波ハ其地平波壓ヲ計算シテ見レバ容易ニ塊ヲ滑ラセルニ足り、7 米ノ波デモ尙同様ノ結果ヲ來シ得ベシト言ハレタ。但シ基礎ノ粗石堆ハ故障ヲ生ゼズ、法リテ防護シタ石塊モ亦異常ヲ見ナカツタ。即チ上段ノ塊ガ滑ツテモ上部ノ重ミヲ荷ツテ居タ下段ノ塊ハ殆ド移動ヲ生ジナカツタ。此防波堤ハ全部人造塊ヲ積重ネタモノデアラカラ、上段ノ塊ハ強イ波壓ニ堪ヘズ、地平ニ推出サレ、且ツ上向壓ガ破壊ノ重ナ役割ヲ演ジタ。以上破壊シタ防波堤ノ修補ニハ壁ノ底幅ヲ擴ゲ、外側ノ保護塊ヲ増投シタ。越エテ 1 年 1929 年 8 月中位ノ颶風ガ起リ、最低潮ヨリ降ルコト 1.30 米ト見ルマニ最高潮ヨリモ 2 米高クナリ、振幅 5.30 米ニ達シ

タガ、大潮ノ潮差ハ此ニ 2 米デアル。之ニ次イデ 3 個ノ巨浪ガ襲來リ、胸壁ノ上ヲ越ユルコト 2.5 米、長サ 100 米ノ破堤ヲ生ジタ。其後 2 時間更ニ 300 米ヲ隔テ、第二ノ破壊ヲ見、其後殘餘ノ全部ガ破壊シタ。此慘事ハ夜中ニ起ツタ爲メ、波高ヤ波長ノ觀測ハ不可能デアツタガ、各種ノ材料カラ推定スレバ波高ハ 8 米ニ達シ、波長ハ 800 米ニ及ンダ。此巨浪ハ恐クハ風ノ爲ニ起ツタモノデナク、海底地震ニ依ツテ起ツタ津浪ラシイ。其原因ハ兎モ



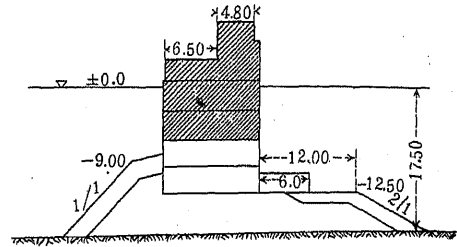
第百八十八圖

あんとうふがすた修築防波堤

角モトシテ、大洋ノ風浪ニ直面シテ居ル港灣デハ波高 8 米乃至 9 米ニ達スルコトガアルト考ヘナケレバナラナイ。是ニ於テ修補防波堤ノ厚サヲ 17 米、底ニ於ケル厚サヲ 18 米、堤頂ノ高サヲ +6.50 米トシタ。1932 年此改築ガ竣功シ、爾來 3 冬ヲ經過シテ尙ホ安全デアルト言ハレテアル。

かたにや防波堤ハ重量各 320t ノ巨塊 4 個ヲ重ネテ其上ニ場所詰こんくりーとヲ施シ、且ツ胸壁ヲ設ケタ。1930 年 2 月天端ノ場所詰ト胸壁トガ一部出來上ツタ程度デアツタガ、波高 7 米、波長 100 米ノ巨浪ニ襲ハレテ非常ナル損害ヲ受ケタ。良ク調査シテ見タ處ガ堤線ニ平行ニ溝ガ出來、法リガ崩レテ外法ノ損害ヲ生ジタ。其完成シタ部分 200 米ノ間ハ捨石ガ平均 20 糎沈下シ、外法ニ最大 27 糎、内法ニ 18 糎沈下シタ。場所詰ノ完成シナイ部分ハ上層ノ塊ガ風デ滑動シテ港内ニ墜チタリ、又ハ移動シタ。此場合ニモばれんしあノ如ク潜掘ノ現象ヲ見タガ、水深ガ 17 米デ且ツ海底ガ抵抗力ニ富ンデ居ル爲メ潜掘ハ稍々著シクナカツタ。1933 年 3 月高サ 7.50 米、波長 230 米ノ狂暴ナル激浪ノ見舞ヲ受ケ、場所詰こんくりーとト胸壁ハ上段二層ノ塊ト

共ニ凡テ其全長ニ亘ツテ洗落サレ、下段二層ハ移動シタ。捨石モ亦碎波ト潜掘ノ爲ニ外法ハ防護塊ノ被覆セル部分ヲ裸出シ、塊ハ凡テ分離散逸シタノミナラズ、捨石ハ沈下シタ。今せんふる一ノ方法デ圖ノ三段(斜線ヲ以テ描キタル部分)ノ波壓ヲ見出セバ幅1米當リ97tニ達シテ居ル。然ルニ其重量ハ221tデ上向壓ヲ差引ケバ125tトナリ、摩擦係數ヲ0.5トスレバ方ニ62.5tデ前記波壓ノ6割4分ニ過ギナイ。



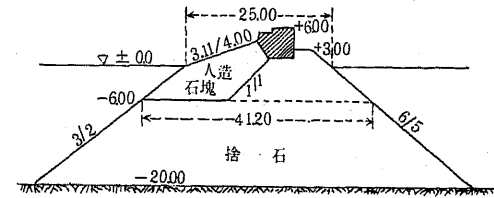
第百八十九圖 かたにや防波堤

あるぢるす港むすたふあ防波堤ハ波高5米、波長100米ノ波ヲ標準トシテ作ラレ、第百五十九圖ニ其横断面ヲ示シテアル。然ルニ1930年及1931年12月工事中ノ防波堤ヲ襲ツタ波ノ波高ハ7.50米ニ達シタ。其結果捨石殊ニ直立堤下ガ著シク沈下シテ堤體ハ外側ニ倒レ、防波堤ノ中心線ハ地平ノ方向ニ歪ンダ。捨石ノ沈下ハ堤體ガ受ケタ波壓ガ過大ナルニ基ツクモノデ、堤底ノ一隅ハ毎方米127t、他隅ハ61tノ壓力ヲ及シタ勘定デアツタ。之カラ上向壓ヲ差引ケバ堤底ノ捨石ハ毎方極11.5t及4.2tノ壓力ヲ受ケタ勘定デ、普通ノ捨石ノ許容壓力6kg/cm²ノ凡ソ2倍ニ等シイ。是レ堤ガ港側ニ倒潰シタ理由デ、捨石ノ沈下モ亦略ボ之ヲ説明スルコトガ出來、且ツ潜掘ガ捨石法尻ノ前方ニ起ツタコトモ亦想像ガ出來ル。

其後1934年2月同防波堤ニ復タ猛烈ナ颱風ガ起ツタ。地中海ニ於ケル空前絶後ノ巨浪ガ起リ、防波堤カラ1000米ノ距離ニ於テ波高8米乃至9米、稀ニハ10米ニモ上ツタ。但シ波長ハ200米デ、沖ニ於テハ300米ニ達シタ。即チ5米ノ波高ヲ標準トシテ作ラレタ此防波堤ガ倒潰シタノモ當然デアツ

タ。波ハ直立壁ニ反射シテ深サ10米ノ潜掘ヲ生ジ、此ニ捨石ガ落込ンデ、延イテ防波堤ノ全長ニ亘ツテ直立堤體自身ガ外方ニ倒壊スルニ至ツタ譯デアル。再築工事ハばれんしやヤかたにやノ場合ト同ジク、直立壁型ヲ廢シテ人工地ヲ以テ斜ニ其一側ヲ覆フコト、ナル模様デアル。第百九十圖ハ其修築案ヲ示シタモノデアル。

之ヲ要スルニ開敞シタ海岸ニ在ツテ大洋ニ直面スル處デハ其公海ノ波高7米乃至8米、波長300



第百九十圖 むすたふあ防波堤修築案

米乃至400米ヲ豫想シナケレバナラナイ。然シ日本海ト地中海ト云フ様ナ枝海デハ波高ハ同一デモ波長ハ150米位ト考ヘルコトガ出來ル。但シ處ニ依ツテハ200乃至300米ノ波長ト9米ノ波高ヲ見ルコトモアロウ。更ニ小サイ内海デハ5米乃至7米ノ波高ト80米乃至120米ノ波長ヲ想定スベク、而カモ風向ト對岸距離ニ依ツテハ更ニ之ヲ強化シナケレバナラナイ。最後ニ風浪カラ遮敷セラレタ港灣デモ少クトモ3米内外ノ波高ト100米以内ノ波長ヲ豫想シナケレバナラナイ。

又防波堤破壊ノ原因ノ主ナルモノ、一ニハ堤體自身ニ起ル應力ガ堤體ノ許容抵抗力ヲ超過シテ抵抗線ガ底ノ三分区域即チ核ノ外ニ脱出スル場合ガ是デ、一般ニ縁維應力ガ6kg/cm²ヲ超過シナイコトガ必要デアル。

破壊ノ第二原因ハ滑動ノ抵抗ガ地平波壓ヨリ小サイ爲、地平移動ヲ爲スコトガ是デアル。垂直ノ方向ニ働ク所ノ重量(揚壓ヲ減ジテ)ニ摩擦係數ヲ乗ジタモノハ滑動ノ抵抗デアル。

破壊ノ第三原因ハ堤體ノ轉覆デ、防波堤ノ底ノ内縁ノ一隅デ波力ト重量トノ彎曲率ヲ計算シ、前者ガ後者ヨリ大ナル場合ニ轉覆ヲ生ズル。

第四ノ原因ハ直立壁カラ反射シタ波ガ捨石ヤ海底ニ潜掘ヲ生ジ、上部構造物ノ倒潰ヲ招ク。殊ニ深サが大ナラズ、土質ガ泥土ナドデ、潜掘ヲ受ケ易イ處デハ直立堤ヲ作ルコトハ非常ニ考慮ヲ要スル。從テ水深ノ少イ處ニ直立防波堤ヲ造ルトキハ少クとも3米乃至4米深イ溝ヲ作ツテ粗石ヲ填充シ、其表面ヲ更ニ大ナル石材ヲ以テ防護スルヲ安全トスル。

開敞ノ海岸デ激浪ノ見舞ヲ受ケ易イ處デハ直立堤ノ水面下ノ深サヲ13乃至14米トシ、堤體ノ厚サヲ14乃至18米トスルトキハ無茶苦茶ニ投下シタ捨塊ヲ以テ防護シタ粗石堆ヨリモ工費ガ遙ニ大デアル。從テ風浪ガ非常ニ大ナル海中ニ直立壁ヲ用ヒルコトハ經濟的ニ不得策デアル。然シ近クニ石坑ガアツテ豊富ニ且ツ低廉ニ粗石ヲ供給スルコトガ出来ナケレバ直立堤ノ方ガ寧ロ優ツテ居ルガ、若シ水深ガ非常ニ大デ人造塊デ覆ウテモ捨石ノ量ガ甚シク多クナル場合ニ石材ガ乏シイトキハ工事ニ時間ヲ要スベク、直立堤ガ亦得策デアル。從テ直立堤ヲ用ヒ得ル範圍ハ粗石堆ヨリモ稍々制限サレテアル。然シ實際ニハ直立堤ハ一般ニ甚ダ多用ヒラレ、而カモ浪禍ノ大ナルニ鑑ミテ單塊又ハ函塊ナドノ巨大ナル構造ヲ用ヒル傾向ガ多イ。

第五節 外堤端ノ構造

112. 外堤端ノ配置 其突堤ナルト防波堤ナルトニ論ナク、外堤ノ尖端ハ最モ風浪ノ激衝スル處デアルカラ、最モ丈夫ニ造ラナケレバナラス。勿論此部分ハ外堤ノ延長セラレタ處デ其構造ハ其外堤ノ他ノ部分カラ引延サレテ其寸法ヲ増シ、風浪ヲ外ラセル様ニ配置セラレナケレバナラス。例ヘバ外堤ノ他ノ部分デハ6米ノ深サデ殆ド捨石ヲ攪亂スル浪ガナクトモ堤端ニ於テハ波浪ハ積疊シテ深く且ツ強く、深サ6米ノ邊デハ大キナ捨塊ヲ用ヒナケレバナラス様ナ場合ガ多イ。從テ堤端ニハ大ナ單塊構造ヲ用ヒタ例ガ少クナク、こ

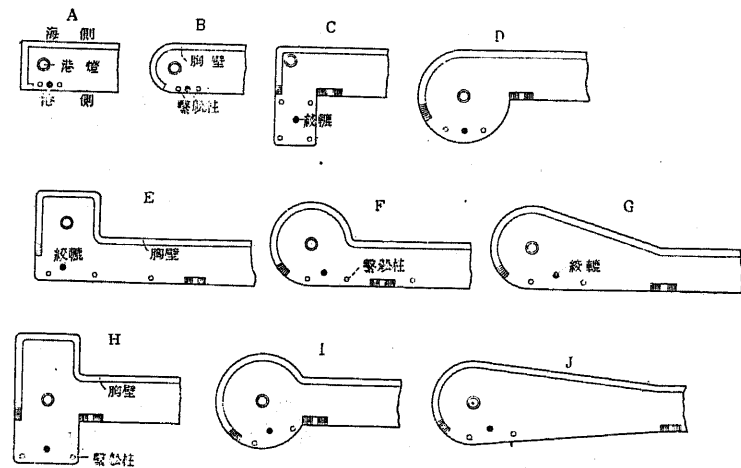
ろんぼノ傾斜層ニ積上ゲタ防波堤端ニハ徑18.9米高サ8.23米ノ圓壘鐵函ヲ用ヒ、まどらすデハ同ジク徑13米高サ8.23米ノ圓壘ヲ繋ギ合ハセテ作ラレタ。又其基礎捨石ニハ膠泥ヲ流込デ凝結シタ。

之ト同時ニ外堤端ハ港口ヲ形ツテ居ルカラ港口ノ有效幅ヲ少クシナイト云フコトモ必要デ、從テ此理由カラ其法リヲ餘リ緩クシテ船ノ擱座ナドヲ來スコトノナイ様ニスルヲ良シトスル。

又外堤端ハ其外形ヲ圓クシ又ハ少クモ圓味ヲ附ケテ船ノ衝突ヲ少クシ、兼ネテ風浪ノ激衝ヲ弱メルヲ有利トスルノデアル。唯塊ヲ積重ネタ場合ニハ必ズシモ此通りニ出来ナイコトガアル。

以上ノ諸點カラ見レバ單ニ捨石ノミカラ外堤端ヲ作ルノハ其法リガ緩デナケレバナラスカラ多クノ場合不利デ、捨石ヲ用ヒルニシテモ充分深イ處ニ限リ、波浪ノ潜掘攪亂ノ無イモノデナケレバナラス。

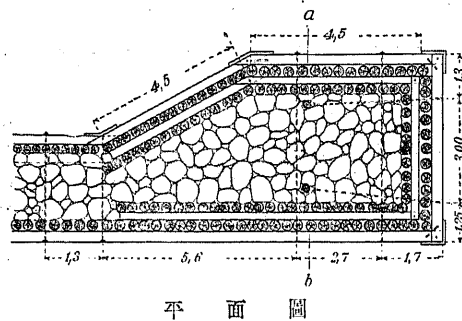
全體ノ配置トシテハ堤端ヲ故ラニ大クシナイモノト(第百九十一圖A及



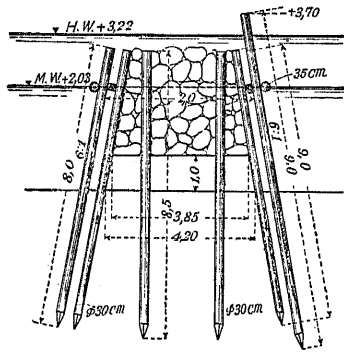
第百九十一圖 外堤端ノ配置

B)之ヲ大クシタモノトアル (C—J)。又其堤端ヲ大クシタモノ、中ニモ内側又ハ港側ニ向テ大クシタモノ (C, D)、外側又ハ海側ニ向テ大クシタモノ (E, F, G)、又ハ兩方ニ向テ大クシタモノナドガアル (H, I, J)。風浪ノ烈シイ處デハ又胸壁ヲ海側ニ設ケ、尖端ニ於テ若干之ヲ折リ回ラセタモノモアル。一般ニ外堤端ニハ港燈トシテ燈竿又ハ燈臺ナドヲ備ヘ、又繫船柱ヤ絞轆ヲ設ケ、更ニ階段及繫船環ナドヲ備ヘルヲ常トスル。

113. 外堤端ノ構造 外堤端ヲ特ニ大クシナイ場合ニハ或ハ杭數ヲ増シ、或ハ補強ヲ行ツテ其強サヲ増サナケレバナラス。此工法ハ杭壁ノ中ニ填石ヲ



平面圖



断面圖

第百九十二圖 びーべなう

用ヒタ場合ナドニ見出サレルガ、尙多クハ強固性ヲ増ス爲ニ多少堤端ヲ大クシタモノガ多イ。第百九十二圖ハびーべなう河口 (Dievenow) ノ突堤端デ、前ニ示シタぎすにのつ (第百五圖) ノ如キモ亦多少堤端デ廣クナツテ居ル。若シ又外堤端ヲ圓クスレバ杭ヲ斜ニ打込ム爲ニ上部ハ密デモ下部ハ疎ニナツテ填石ガ逸出スルナドノ懸念モアルカラ圓形堤端ヲ特ニこんくりーと塊ヲ積重ネテ作ツタ例モアル。

内側即チ港側ニ突出ヲ設ケル構法ハ其矩形ヲナスト圓形ナルトニ論ナク、

外側即チ海側ガ平デ

外堤ニ用ヒラレルコ

トガ多イ。第百九十

三圖ハ敦賀突堤ノ堤

端ヲ示シタモノデア

ル。あーぶるノ外

堤端ニハ長サ60米、

幅13米ノ鐵函ヲ修

船架ノ上デ作り、之

ヲ滑ラシテ現場ニ曳

キ行キ、上ニ相當ノ

重サヲ載セテ更ニこ

んくりーとヲ上ニ填

充シテ函ヲ沈メタ。

是ニ於テ函内ニハ壓

氣ヲ入レテ掘鑿ヲ進

メ函ヲ沈下シテ低水

位以下11.5米ニ達

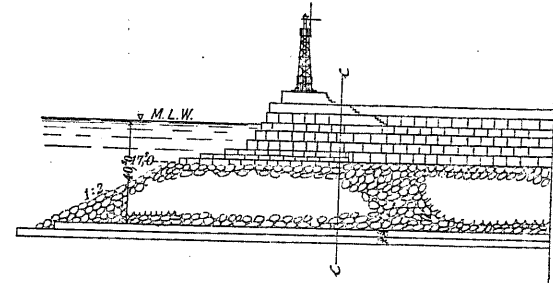
セシメタ。此ニ高水

位ハ +8.15米、外

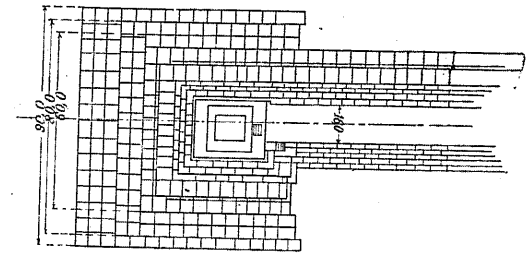
堤端ノ高サハ +11.5米ニ及ンダ。

基隆防波堤ハ單塊型デ塊幅2.73米デ干潮面以下0.30米ニ至リ、以下ハ

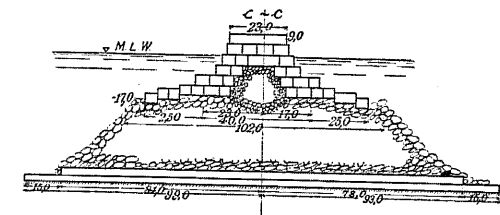
3.64米デ兩外側ニ袋詰こんくりーとノ間ニ水中こんくりーとヲ施シタモノデ



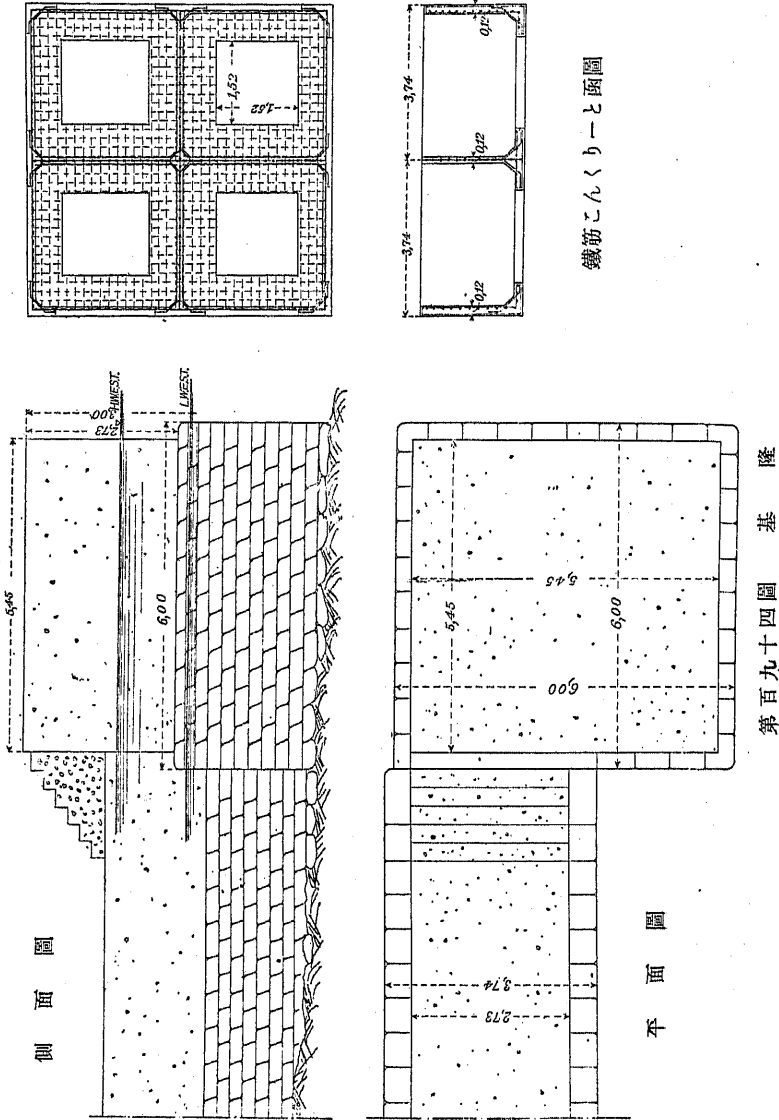
敦賀堤端側面圖



平面圖



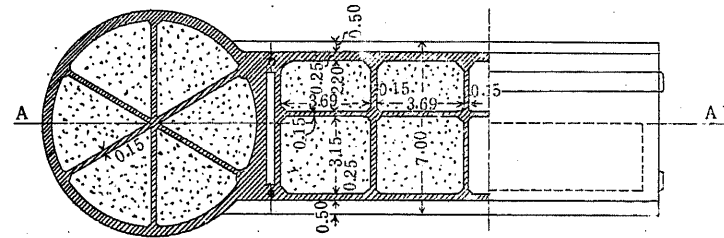
断面圖
第百九十三圖



アル(108 及 125 参照)。其頭部ハ最大干潮面以下ハ 6.06 米角、以上ハ 5.45 米角デ最大干潮上 3.03 米ニ達シテ居ル。下部 6.06 米角ハ袋詰こんくりーとヲ重疊シ、其内部ニ水中こんくりーとヲ填充シ、其天端ハ最大干潮面上高サ 0.30 米ニ至リ、其上ニ 5.45×5.45×1.82 米ノ鐵筋こんくりーと函ヲ据付ケタ。函ハ厚サ 0.12 米ノ隔壁デ四室ニ分割シ、各室ノ底部ニ方 1.52 米ノ孔ヲ設ケ、假ニ木製底板ヲ附ケテ浮游セシメ、現場ニ曳航シテ据付ケテ後此蓋ヲ撤去シ海水ヲ充シタノデアル。是ニ於テ潜水夫ヲシテ底孔ヨリ下部ニ入ラシメ此ニ水中こんくりーとヲ施シ漸次函内ニ及バシメ、函内 0.60 米内外ノ厚サデー一旦中止シ、硬化シタ後内部ヲ排水シテ更ニこんくりーとヲ施シタ(第百九十四圖)。

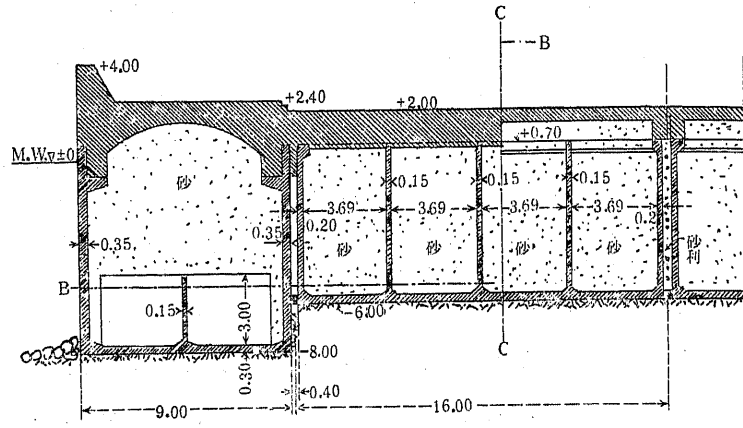
井筒ヲ沈下シテ堤端ノ基礎トシタ例モアル。英國ヘーシェム(Heysham) 港ノ外堤端ニハ直径 16.75 米ノ鐵製井筒ヲ用ヒ、筒厚實ニ 2.4 米ニ及ンダ。

瑞典イすたど(Ystad) 港ガ 1934 年以來築造シタ二條ノ防波堤ハ稍々弧形ヲ爲シ、東部 217.2 米、西部 147 米デ港口 60 米、鐵筋こんくりーと函

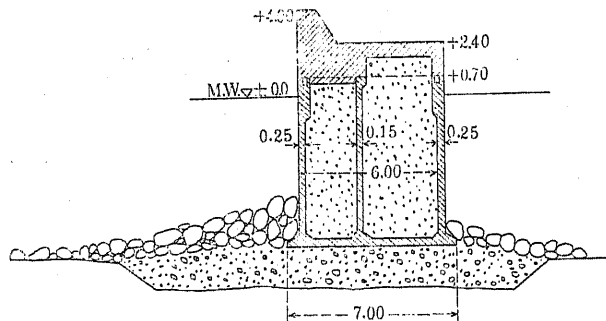


いすたど防波堤端
第百九十五圖 平面圖 断面 BB

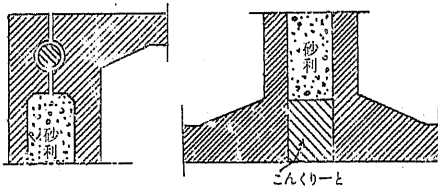
塊長サ 16 米、幅 6.0 米、底幅 7.00 米ノ細胞ノ中ニ砂ヲ填充シタモノデ、塊ノ高サハ深サニ依ツテ異ナル。第百九十五圖ハ平面圖ヲ表ハシ、堤頭ニハ直径 9 米ノ圓形函塊ヲ用ヒテ居ル。第百九十六圖ハ縦断面圖、第百九十七圖ハ横断面圖ヲ示シ、第百九十八圖ハ繼手明細圖デアル。函塊ハ繼手ト窪ミガ



第九十六圖 縦断面圖 断面 A-A



第九十七圖 横断面圖 断面 C-C



第九十八圖 継手明細圖

精密ニ啗合ヒ、窪ミニハこんくりーとヲ填メテ徑 20 糎ノ縦ノ圓楔ヲ形クリ、又函塊ノ間ノ空隙ハ底ニ 50 糎許リノこんくりーとヲ填メ、其上ニ砂利ヲ充シテアル。

第六節 外堤ノ施工

114. 外堤施工ノ一斑 外堤ノ施工ハ一方ニハ之ニ用フベキ材料ニ鑑ミ、他方ニハ風波ト闘ツテ之ヲ完成シナケレバナラス。從テ築港工事中ノ最モ困難ナル部分トシテ慎重ナル注意ヲ要スル。

材料ノ方面カラ見レバ或ハ捨石ノミヲ用ヒタリ、或ハ框ノ中ニ填石ヲシタリ、更ニ基礎捨石ノ上ニこんくりーと塊ヤ又ハ函ナドヲ置イタモノモアルコト前節ニ述ベタ通りデアル。是等材料ノ異同ニ應ジ、海底土質ノ如何ト風浪ノ強弱及漂砂ノ多寡等ニ應ジテ夫々其施工ヲ異ニスル必要ガアル。

一般ニ外堤ノ基礎トシテハ捨石及沈床ナドヲ海底ニ沈置シテ其上ニ他ノ捨石又ハ函塊ナドヲ置クベキデアル。從テ先ヅ外堤ノ位置ヲ定メルニハ竹木ノ類ヲ用ヒ更ニ紅白ノ旗ナドヲ附ケテ先ヅ精密ニ測定シタ處ニ之ヲ樹テ置カナケレバナラス。場合ニ依ツテハ浮標ニ依ルコトモアル。

陸上カラ粗石ヲ運搬シテ外堤ノ延長セラレルマ、ニ之ヲ陸岸カラ遠ク海中ニ送ル爲ニ、或ハこんくりーとノ類ヲ陸上カラ運出ス爲ニハ足場ヲ設ケナケレバナラス。足場ニハ固定ノモノト移動ノモノトアル。固定ノモノハ陸岸カラ續々材料ヲ送ル必要アル場合ニ用ヒラレ、移動型ノモノハ單ニ現場ニ於テノミ必要ナ場合ニ用ヒラレル。

海底ガ土砂ノ類ヲ以テ覆ハレテアルトキハ足場ノ杭先ハ單ニ鐵沓ノ類ヲ冠スレバ充分デアルガ、土質ガ更ニ柔軟ナルトキハ尖端ニ螺旋ヲ備ヘテ載荷力ヲ増スコトモアル。或ハ捨石ナドノ際ニハ杭先ニ石版ヤ鐵板ヲ取付ケ、成ルベク速ニ捨石ヲ行ツテ杭ヲ樹立シタ例モアル。岩盤ノ様ナ堅イ地盤ニハ潜水夫ヲ入レテ杭ノ鐵沓ヲ立テ得ル孔ヲ穿ツコトモアル。

固定足場ハ風浪ニ對シテ強固ナル構造ヲ用ヒナケレバナラス。其露床ハ高

水位ノ上ニ置イテ貫材トカ筋違ナドハ水面外ニ在ルヲ便トスル。露床ノ上ニハ軌道ノ類ヲ敷設シテ車臺ナドヲ運轉スル。

固定足場ハ水深及長サニ從テ屢々其工費ガ増スカラ、移動足場ナルモノモ亦用ヒラレタ。

115. 外堤ノ基礎工 海底ガ岩盤ナドカラ成ル場合ハ之ヲ例外トシ、多クノ場合ニハ泥土又ハ砂交リノ粘土ト云フ様ナ土質ノ處ガ多ク、直チニ其上ニ捨石ナドヲスレバ必ズ若干ノ沈下ヲ伴フノヲ常トスル。又此沈下ハ捨石ヲ投ゲタ當座許リデナク、可ナリ永イ間引續イテ起ルケレドモ始程ハ多クナイ。殊ニ風浪ノ爲ニ下底ニ潜掘ガ起リ、沈下ヲ助長スルノハ理ノ當然デアアル。

海底ノ沈下ハ本書第一章第五節 43 及 44 等ニ述ベテアルガ、豫メ捨石ノ上ニ若干噸ノ塊ヲ載セテ試験外堤ヲ作ツテ充分之ヲ調査シナケレバナラヌ。其沈下ガ餘リ大ナル時ハ吸揚唧筒ノ類デ其柔泥ヲ吸揚ゲテ其跡ニ砂ヲ撒キ、沈下ヲ防イダ例ハ多イ。是レ大ナル沈下ノ爲ニ多量ノ捨石ヲ餘儀ナクセラル、ヨリモ反テ經費ニ於テ廉ニ、又永ク沈下ガ已マスト云フ様ナ後難ガ少イ利益ガアル。勿論砂ト共ニ捨石ヲシタリ、又ハ矢板ヲ外堤基礎ノ兩側ニ打込ンダリシタ例モアル。

詰石又ハ沈床ト共ニ杭壁ヲ用ヒテ外堤トスル場合ニハ外側ノ杭ハ相當ニ深ク打込ンデ中カラ詰石ガ逸出スルヲ防ガナケレバナラヌ。

若シ又適當ナル地盤ガ杭地行ニ依ツテ達シ得ラル、深サニアレバ函塊ナドノ直立壁ヲ用ヒルニ適シテアル。但シ海蟲蠶蝕ノ懸念ノアル處デハ杭ノ尖端ヲ泥面ヨリ高く出シテハナラヌ。

強固ナル地盤ガ深クシテ杭地行ニ不適當ナル時ハ壓氣函ナドヲ用ヒテ基礎ヲ作ルコトモアル。

捨石ハ其基礎用タルト上覆工トシテ用ヒルトニ論ナク陸上カラ之ヲ海中ニ

捨テルノニ様アル。是ハ其採石場ノ位置カラ打算シタ工費及便否等ニ依テ定マルノデ、軌道及石運車デ足場ノ上ニ運來リ之ヲ放下スルノト、舟デ外堤築造ノ位置ニ持來シ之ヲ放下スルノトノ二法ニデアアル。かなだノすーべりおる湖畔ノぼーと あーさー (Port Arthur) デハ冬期張詰メタ氷ノ上ニ 36 吋ノ軌間ヲ有スル軌道ヲ足場ノ上ニ敷設シ、上カラ氷上ニ石材ヲ放下シタガ氷ガ溶ケタ際ニ石材ハ沈下シテ堤心ヲ作ツタ。其後 8 噸乃至 10 噸ノ石ヲ以テ正シク水面下 15 呎ノ間ニ被覆シタ。

捨石ノ沈下ヲ促進スル方法トシテ、壓搾空氣ヲ用ヒテ上部カラ強制壓入シタ例モアル。確カニ有效デアアルガ、尙ホ海底ノ沈下ニハ多クノ時日ヲ要スル時効ノ影響モアル。又其基礎捨石ヲスル場合ニハ其上部ニ塊ヤ函ナドヲ載セルノデアアルカラ、其上面ヲ水中デ均サナケレバナラヌ。此場合ニハ捨石ノ尖端ガ餘リ高過ギヌ様ニ絶エズ注意シテ測量シナケレバ後日潜水夫ヲ入レテ剩石ヲ除却スルハ二重ノ手數ト工費ヲ要スル。捨石ノ間ニハ目潰シト稱シテ空隙ヲ填充スルヲ良シトスル。斯クスルトキハ波壓ガ捨石ノ間カラ下底ニ及ンデ延イテハ洗掘沈下ナドヲ引起ス懸念ヲ無クスルカラデアアル。目潰用ノ小石又ハ礫ノ類ハ理論上カラ言ヘバ捨石ノ全容積ノ 4 割乃至 5 割位ニ達スベキデアアルガ、普通ニハ 1 割乃至 2 割位ヲ用ヒルガ、捨石堆ノ外圍ヲ目潰ス丈ケデ、勿論中身ノ方全部マデト云フ譯ニハ行カヌ。然シテ特大サヲ定メタ石ヲ捨テル場合ニハ小サイ礫ガ幾ラデモ潛入スル様ナコトガアル。斯カル際ニハ基礎捨石ノ上層ニ大礫ヲ敷均ラス代リニ袋詰こんくりーとノ類ヲ以テ捨石ノ上部ヲ均ラスノモ一法デアアル。

海底ガ岩盤ナレバ捨石ヲ用ヒテ故ラニ基礎ヲ作ル必要ハナイ。只凹窪ノ處ナドニ堆積スル岩屑貝殻又ハ土砂木片ノ類ヲ淤渫シテ、其岩質ノ硬カラヌ時ハ潜水夫ヲ入レテ之ヲ均ラシ、若シ其硬イ場合ニハ袋詰こんくりーとノ類ニ

依ツテ平ニスルコトが出来ル。若シ甚シイ凸凹ノ處又ハ大ナ窪ミガアレバ水中こんくりーとナドデ之ヲ均ラスコトモ出来ル。

之ヲ要スルニ地盤ノ載荷力が不同デアルコトハ上部構造物ノ不規則ナル沈下ヲ招ク原因トナルカラ殊ニ注意ヲ要スル。而シテ若シ基礎捨石ノ高サガ不同ナルカ又ハ下ノ地盤ガ不同ナル載荷力ヲ持ツテ居ルトキハ傾斜層ヲナシタ塊ヲ用フルノガーノ適當ナル方法デアル。

沈床ヲ基礎トスルモノ又ハ沈床ヲ主體トスル防波堤モ亦時トシテ用ヒラレテ居ルガ、殊ニ和蘭ナドデハ最も多く使ハレテ居ル。我國デハ幅 1.8 米高サ 90 糎位ノモノガ普通デアルケレドモ、外國デハ長サ 20 米カラ 25 米、幅 12 米、厚サ 2 米ナド云フ大キナモノヲ作ツテ 填石ヲ以テ沈下スルヲ通例トスル。

神戸港ニ於テハ其防波堤ハ著工當時カラ 10 米以上ノ沈下ヲ生ジタ部分ガアル。横濱ナドニ於テモ多量ノ沈下ヲ豫想シ、防波堤ノ築造海底ニ軟硬岩塊ヲ投下シタ。粗石堆ノ堆積ト共ニ徐々ニ沈下ヲ始メタガ、其形狀ガ略ボ計劃高ニ達シタ時、潜水夫ヲシテ粗石堆ノ頂面ヲ均ラサシメタ。其後別ニ製作シタ函塊ヲ假ニ此堆上ニ据付ケ、其内室又ハ細胞ハ安價デ取扱容易ナル砂ヲ填充シタ。函塊上ニハ更ニ方塊ヲ積上ゲ、竣功後ノ荷重ヨリ大ナル荷重ヲ豫メ早急ニ載セタ。此豫備荷重操作ハ當然後日生ズベキ沈下ヲ急激ニ促進セシメル目的デ、狀況ニ依リ半ケ年或ハ一ケ年此儘ニ放置シ、地盤及粗石堆ノ自由ナ變形ヲ行ハシメタ。沈下ガ略ボ終結スルニ至レバ先ヅ方塊ヲ取去リ、砂ヲ排除シ、函塊ヲ浮揚撤去シ、沈下ノ爲變形シタ粗石堆ニ硬岩塊ヲ補給シ、原形ニ復舊セシメル。此際若シ地盤ノ沈下ガ大デ容易ニ停止シナイ場合ニハ豫備荷重操作ヲ更ニ反覆スルモノトス。豫備荷重ガ終了シタ後ハ函塊ヲ永久ニ据付ケ、諸般ノ施工ヲ爲スノデアルガ、微量ノ沈下ハ本堤完成後ト雖モ永

年月ニ亘リ繼續スベク、恐クハ其終局迄ニハ数十年ヲ要スルモノト想像セラレル。

116. 沈床、框工、杭壁及粗石堆ヨリ成ル外堤 沈床ハ陸上又ハ舟上デ作り之ヲ現場ニ運ンデ土石ヲ載セ沈下スル。而シテ止杭ヲ用ヒテ止メナケレバナラヌ。又沈床ヲ外堤ノ主體トスル場合ニモ尙ホ上覆工トシテハ土石ヲ以テ之ヲ被覆シ、或ハ更ニこんくりーと塊ナドヲ用ヒタ例モアル。

框工ヲ外堤ニ用フルトキハ陸上斜路ノ上デ之ヲ組立テ、後之ヲ卸シテ現場ニ曳行クコトが出来ル。中ニ石ヲ詰メルニハ成ルベク迅速ニシナケレバ波力ニ抵抗スル力が弱イ。

外側ニ詰杭ヲ打込シ貫材ヲ以テ之ヲ貫キ、更ニ兩列ノ詰杭ハ處々ニ控柱ヲ以テ繋ギ、更ニ中ニハ粗石ヲ填充スル。杭ハ多く 4:1 内外ノ傾斜ヲ以テ足場ヲ立テ、其上カラ打込ムカ、又ハ舟ニ杭打装置ヲ載セテ打込ム。石材ノ投下ハ杭ノ上ニ敷設シタ軌道ノ上カラスルコトが出来ル。杭壁外堤ノ上部ニモ亦強固ナル石ヲ積ミ又ハこんくりーとヲ以テ被覆スレバ波浪ノ爲ニ粗石ガ散亂スル憂ガ少イ。

粗石ノミデ外堤ヲ築ク場合ハ波浪ノ少イ場合ニ限ル。而カモ尙波力ハ水面附近ガ最も強大デアルカラ、多少石ノ大サヲ區別シテ水深ガ大ナル程小イ石ヲ用ヒ、水面及外面ニ近い程巨石ヲ用ヒルヲ原則トスル。之ニ加フルニ外堤ノ天端及法面ハ相當ノ深サマデ張石ニ依ツテ抵抗力ヲ増スカ又ハこんくりーと塊ヲ載セテ強サヲ増シタモノモアル。一般ニ天然石ハ其比重ノ大ナル點ニ於テ人造石ニ勝リ、其巨大ナル容積ヲ得ルニ困難ナル點デハ人造石ニ劣ツテ居ル。

北米合衆國カリフォルニア州ろんぐビーチ (Long Beach) ノ防波堤ハ他ノ護岸突堤等ト 1925 年 8 月カラ工事ニ著手セラレタガ是等ニ用ヒラレル花

崗石ノ粗石ガ凡ベテ 1,600,000 乃至 2,000,000 噸、1日 2,500 噸ヲ投入スル
 ノデ此種ノモノデハ蓋シ空前ノ工事ダト云ハレテアル。防波堤ノ長サ 2129
 米、天端ノ幅 3.05 米、堤頂ノ高サ +3.05 米、堤底 -9.15 米、全高 12.2 米、
 法リ $1\frac{1}{4}:1$ デ底敷 33.5 米、堤ノ内部ハ小サイ石、外面ニハ大キナ石ヲ捨
 テタ。石ヲ投ゲルニハ堤ノ中心カラ 2.59 米ノ處カラ 4 列ノ杭ヲ打込ミ、之ニ
 足場ヲ作ツテ扁平車ノ横開キニナル車臺ニ石材ヲ載セ、動力鏟ヲ車臺上ニ進
 メテ石材ヲ右ニ左ニ拂捨テル様ハ恰カモ雪掻キノ如ク、工程ガ甚ダ速デア
 ル。起重機ヲ使ヘバ二列ノ足場ヲ要スルニ此方法デハ一列ノ足場デ充分デ、
 1928 年ニ竣功ノ豫定ノモノガ、1927 年ノ秋ニハ出來上ツテ人ヲ驚カシタト
 言ハレタ。

117. **こんくりーと塊ヲ用フル外堤** こんくりーと塊ハ適當ノ大サノ模型
 ヲ作ルニ木材又ハ鐵框ヲ以テスル。充分固イ地盤ノ上ニ枕木ヲ配列シテ基礎
 トシ、其上ニ模型ヲ組立テ、麻層又ハ槓肌ノ類デ空隙ヲ塞ギ、或ハ粘土ノ類
 デ漏水ヲ防ギ、内面ニハ石鹼又ハ油ノ類ヲ塗りせめんとノ膠著ニ備ヘル。塊
 ヲ釣ルニ用ヒル釣孔ヤ、鎖ヲ廻ラスベキ側面又ハ底ノ溝ハ孰レモ豫メ模型ノ
 中ニ木型ノ類デ之ヲ設ケル。塊ノ外面ニ當ル部分ニ天然石ヲ用ヒテ作ツタこ
 んくりーと塊ハ岸壁ノ場合ト同ジク外堤ニモ亦用ヒラレル。

せめんと、火山灰、砂及砂利等ノ材料ハ搬入及塊製造ノ便カラ適當ノ區域
 ニ之ヲ貯藏シ、塊ヲ作ル爲ニハ製塊所ヲ作ラナケレバナラヌ。製塊所ハ軌道
 ヲ敷設シテ其間ニ模型ヲ配列シ、一方ニハ材料運搬ノ設備ヲ整ヘテ練臺ヲ模
 型ノ側ニ置キ、或ノ搗固法ニ依リ或ノ練込法ヲ用ヒテ型ニ入レルカ又ハ混合
 機ニ依ツテ塔樋ナドカラ模型ニ注入スル。模型ニ注入シ終ラバ筵ヲ以テ之ヲ
 覆ヒ如露ナドデ水ヲ注ギ置ク(第百九十九圖)。

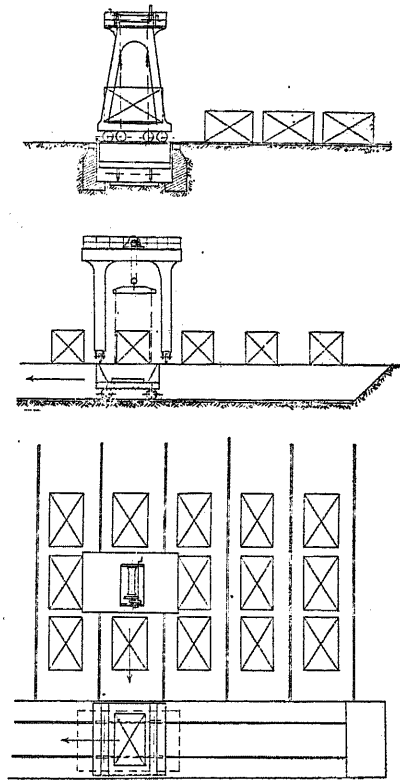
こんくりーと塊ハ製造ノ後三四日間ヲ經テ其側板ヲ取外シ、少クモ二週間

ハ筵ヲ以テ之ヲ覆ヒ、急劇ナル乾
 燥ヲ防ギ、且ツ一週間ハ絶エズ水
 ヲ掛ケルノヲ良シトスル。全體固
 結シテカラ之ヲ動カスベク通例二
 週間内外デアル。是ニ於テごらい
 あすト呼ブ運塊起重機(第百圖)
 デ之ヲ塊車ニ載セ、更ニ之ヲ乾燥
 所デニケ月内外乾燥シ、最後ニ外
 堤又ハ其他ノ現場ニ舟(第百一
 圖)又ハ浮起重機(第百二圖)

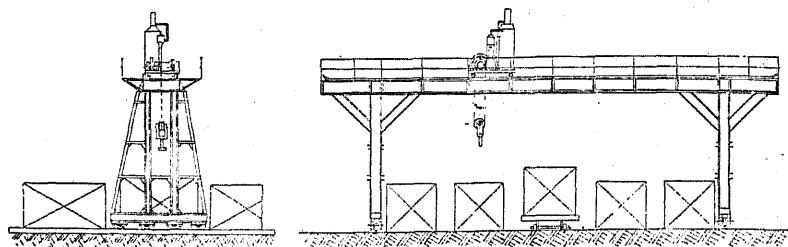
ノ類デ運搬積疊スル。乾燥ノ期間
 ハ暖候ニ早ク寒候ニ遅イ。海中ニ
 用ヒル塊ハ永ク空中ニ置ク程抵抗
 ガ強イケレドモ、永ク置ク程乾燥
 所ノ面積ガ廣クナケレバナラヌ上
 ニ、寒地ナドデハ冬期仕事ガ出來
 ナイ關係カラ、成ルベク早く塊ヲ

海中ニ使用スル方ガ都合ガ良イカラ、可ナリ短期間ニ海中ニ沈入シタ例モアル。殊ニ其固結ノ後ハ海水ニ對シテ恐ル、必要ガナイト云フ意見モアルガ、實際ニハ少クモーケ月以上經過シテ海中ニ用ヒルガ安全ナ様デアル。唯前ニモ述べタ通り早強こんくりーとヲ用ヒントスル傾向ノアルノハ事實デアル。

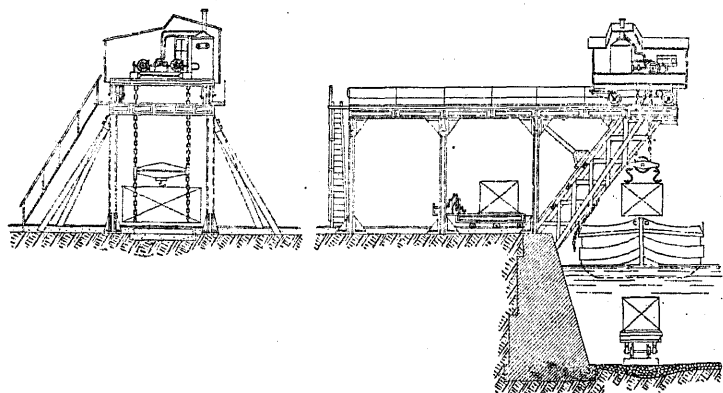
塊ヲ外堤ノ部分ニ沈置スルニハ陸上カラ既成ノ堤上ニ軌道ヲ延長シ、此ニ
 運轉スルたいたん起重機(第百三圖)ニ依ルカ、又ハ塊ヲ船デ積出シテ浮
 起重機デ現場ニ積ムコトガ出來ル。



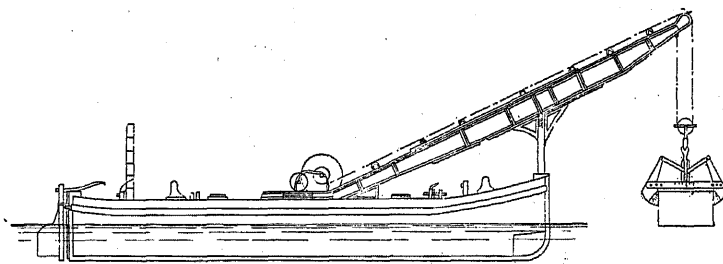
第百九十九圖 製塊所



第二百圖 ごらいあす

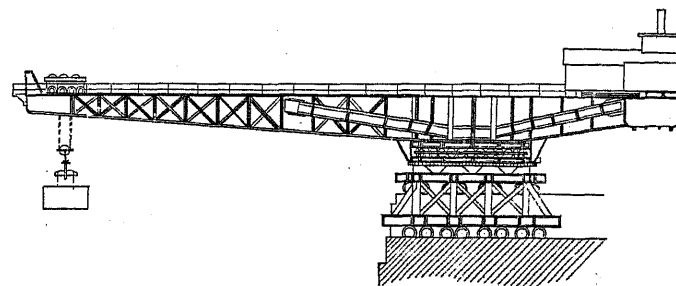


第二百一圖 塊運送船

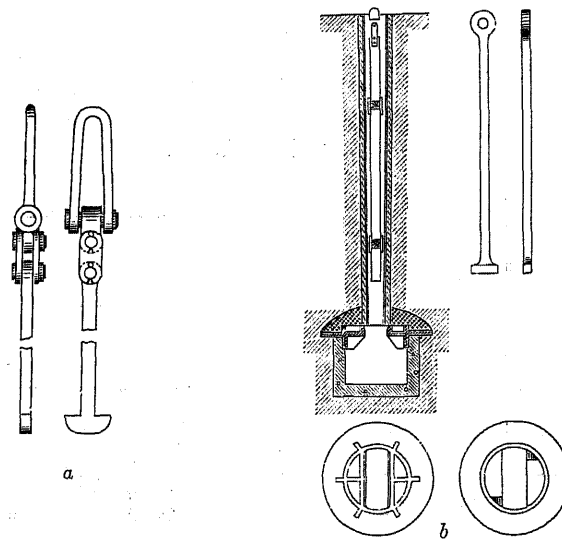


第二百二圖 浮起重機

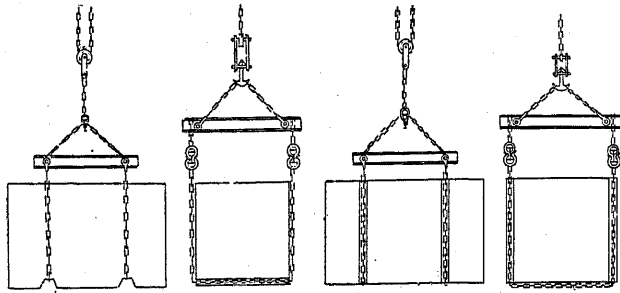
塊ヲ釣ルニハ第二百四圖 a 及 b ノ如キ鈎鐵ヲ用ヒテ塊ノ鈎孔ニ通ストキハ多少塊體ヲ弱メル虞ガアルカラ或ハ第二百五圖 a 及 b ノ如キ鎖ヤ、第二百六圖 a 及 b ノ如キ吊鈎ヤ、第二百七圖 a, b 及 c ノ如キ特種ノ吊塊裝置モ亦用ヒラレタ。



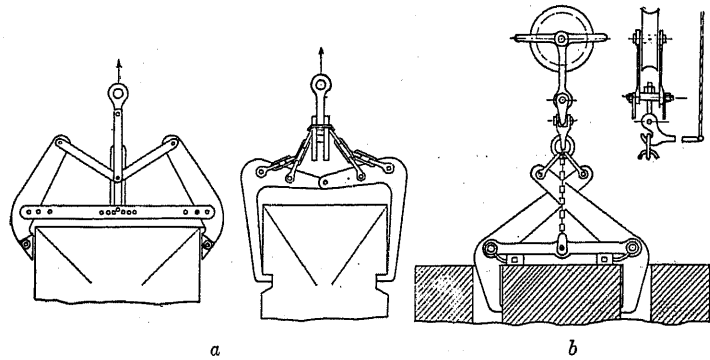
第二百三圖 たいたん



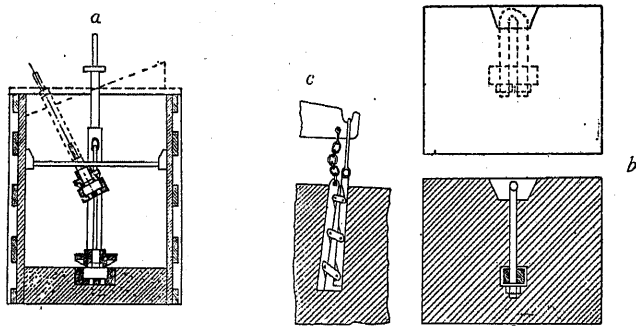
第二百四圖 鈎鐵



第二百五圖 吊塊装置



第二百六圖 吊鈎



第二百七圖 吊塊装置

コンクリートと塊モ 15 米乃至 20 米ヲ一區トシテ此ニ斷接ヲ設ケ、下底ノ沈下ニ際シテモ累ヲ廣イ區域ニ及ボスコトナカラシメル。

118. 鐵筋コンクリートと函塊ヲ用フル外堤 成ルベク接手ノ少イ大塊ヲ用ヒテ波浪ニ對スル抵抗カヲ増スコトハ外堤ノ構造上一進歩ト云ハナケレバナラス。函塊ヲ用ヒルノガ其一デアル。

伊太利國さぼな (Savona) 港ニ用ヒタ格子目ノ塊ハ幅 5 米、長 10 米、高サ 2 米デ周圍ノ縁ノ厚サ

0.75 米、中仕切ノ厚サ 0.50

米、之ヲ五段積ンデ、且ツ

横ニ二個縦ニ一個列ベテ中

ニコンクリートヲ填充シタ

(第二百八圖)。一個ノ塊ハ

中味ト共ニ 100 立米、縦ノ

五段デ 500 立米約 1100 噸

ノ重量ノ巨塊ガ得ラレタ勘

定デアル。中空ノ塊ハ凡ソ

100 噸デ起重機ヲ用ヒテ高

サ -8.50 ノ基礎捨石ノ上

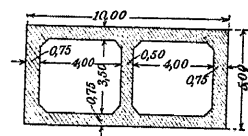
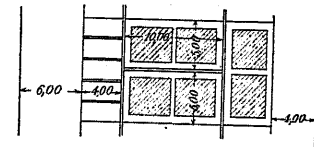
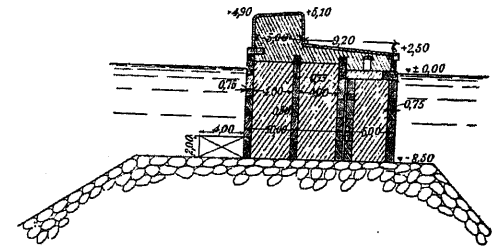
ニ沈置シタ。斯クシテ外堤

ノ幅ハ 15 米トナリ、更ニ

海側ニハ 4×2×2 米ノコン

クリートと塊ヲ駢ベテ下底洗掘ニ備ヘタノミナラズ、捨石ノ上層ハ巨石ヲ用ヒテ防護シタ。而シテ最後ニハ場所詰コンクリートヲ用ヒテ上覆工ヲ作ツタ。

鐵筋コンクリートノ框ヲ作ツテ中ニコンクリートヲ詰メル法ハ木框ノ中ニ



第二百八圖 さぼな函塊

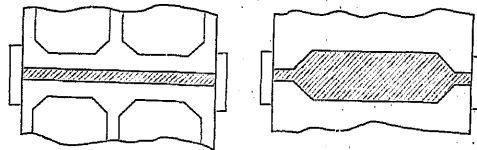
クリートと塊ヲ駢ベテ下底洗掘ニ備ヘタノミナラズ、捨石ノ上層ハ巨石ヲ用ヒテ防護シタ。而シテ最後ニハ場所詰コンクリートヲ用ヒテ上覆工ヲ作ツタ。鐵筋コンクリートノ框ヲ作ツテ中ニコンクリートヲ詰メル法ハ木框ノ中ニ

石礫ヲ填充スルノニ似テ而カモ著シク耐久性ニ富ンデ居ル。

更ニ大キナ塊ヲ作ルニハ前ノ如ク底無シノ格子體ノ代リニ底ヲ備ヘタ函ヲ用ヒ、浮體トシテ浮カシテ之ヲ現場ニ運ビ、此ニ之ヲ基礎捨石等ノ上ニ沈メルトキハ取扱ニモ輕便デ而カモ巨大ナ塊ヲ作ルコトガ出來ル。此種ノ函ハ或ハ指形浮船渠デ運ビ、或ハ普通ノ修船架又ハ斜路等デ之ヲ作り、水上ニ滑ラシテ進水シタ後曳船ノ類デ運行クコトガ出來ル。此函ハ現場ニ至レバ一旦之ヲ沈メテ後之ニ砂又ハ貧こんくりーと等ヲ填充スルノデ、鐵筋ハ單ニ函ヲ浮シテ居ル間こんくりーとノ乏シイ張力ヲ補フニ過ギナイ。從テ矩形ノ函壁ヲ用ヒルヨリモ拱形ノ縁壁ヲ用ヒレバ鐵筋ハ少クテ濟ムガ、若シ薄イ鐵板ノ類デ型枠ノ内側及底ノ内部ヲ支ヘ、現場ニ函ヲ沈メルト同時ニ此鐵板ヲ取外ス工風ヲシタナラバ鐵筋ヲ全部廢止スルコトガ出來ヨウ。但シ未ダ實行セラレタコトハ聞カナイ。

函ノ製作ニモ亦塔橋ヲ用ヒテこんくりーとヲ注込ムコト他ノ塊ノ場合ト同ジクスルコトガ出來ル。又此種ノ函ハ岸壁ニモ多く使用セラレテ居ル。

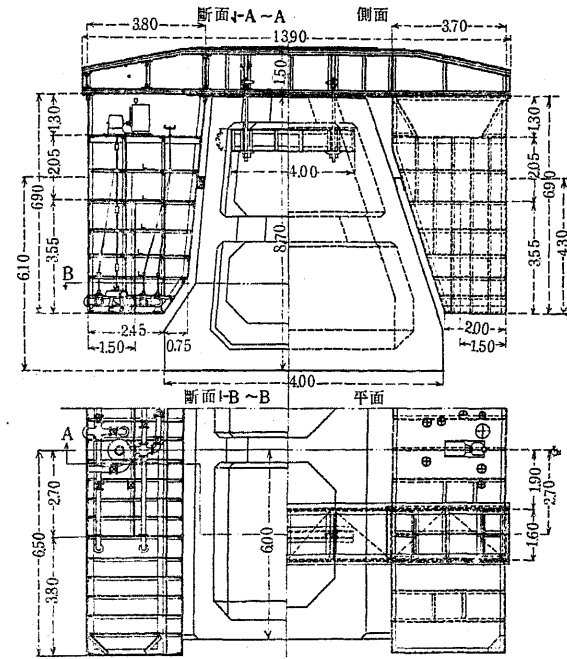
相隣ル函ノ間ニハ兩側ニ假板ヲ當テ、中ニこんくりーとヲ填充スルコトモ出來ル(第二百九圖a)。又函ノ兩端ヲ特種ノ形ニ作ツテこんくりーとノ注入ヲ便ナラシメタモノモアル(第二百九圖b)。



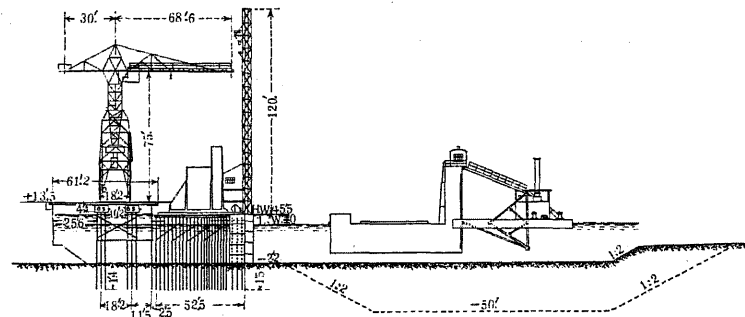
第二百九圖 函塊ノ繼手

第二百十圖ハ乾船渠デ作ツタ横濱港外防波堤用函塊運搬裝置ヲ示シタモ

ノデ、第二百十圖Aハ神戸ノ防波堤及岸壁用函塊製作場ヲ示シタモノデ、函塊ノ運搬ニハL形浮船渠ヲ用ヒタ。但シ最近デハ斜路ノ上デ函塊ヲ作り、進水シテ之ヲ現場ニ曳行ク方法ヲ用ヒル處が多い。



第二百十圖 横濱函塊運搬裝圖



第二百十圖A 神戸函塊製作場

119. 函塊ノ製作及進水。

第一、函塊 函塊又ハ沈函ハ一般ニ鐵筋こんくりーとヲ以テ作ツタ中空ノ

底アル函形ノ塊デ、一般ニ縦横ノ仕切ニ依ツテ區劃セラレ、陸上ノ製函臺上又ハ乾船渠ノ内デ作り、之ヲ進水シテ防波堤又ハ岸壁ナドニ浮シテ曳行キ、一旦之ヲ現場ニ沈メテ順次水ノ代リニコンクリート、砂又ハ碎石ナドヲ填メ上部ニハ更ニ他ノ函塊ヲ重ネタリ、又ハコンクリートと塊ヲ載セタリ、或ハ場所詰コンクリートとナドヲ冠セタモノデアル。可ナリ大キナ塊ガ製作シ得ラレルカラ、單塊ト殆下撰ブコトナキ同效力ノモノモ出來ル譯デアル。

函塊ハ側壁及底壁ヲ以テ周圍ヲ繞ラシ、中間ハ縦横ノ間仕切又ハ隔壁ヲ以テ若干ノ細胞ニ分ケテアル。是等ノ側壁、底壁及隔壁ニハ一般ニコンクリートノ中ニ鐵筋ヲ入レテ作ラレアルガ、鐵筋ハ函塊ヲ進水シテ沈下スルマデノ僅カノ時間丈ケ役立つモノデ、萬一海水ガコンクリートヲ滲透シテ鐵筋ニ接觸スレバ鏽ガ出來、コンクリートヲ破壊シテ粗鬆ナラシメル虞ガアル。即チ單塊ノ方ガ函塊ニ比レバ安全ノ點カラ見テ勝ツテ居ル。又防波堤ニ用ヒル函塊ナドモ其側壁ノミデ波力ニ抵抗シ得ル設計ヲ爲シタ例ハ無イ様デアル。

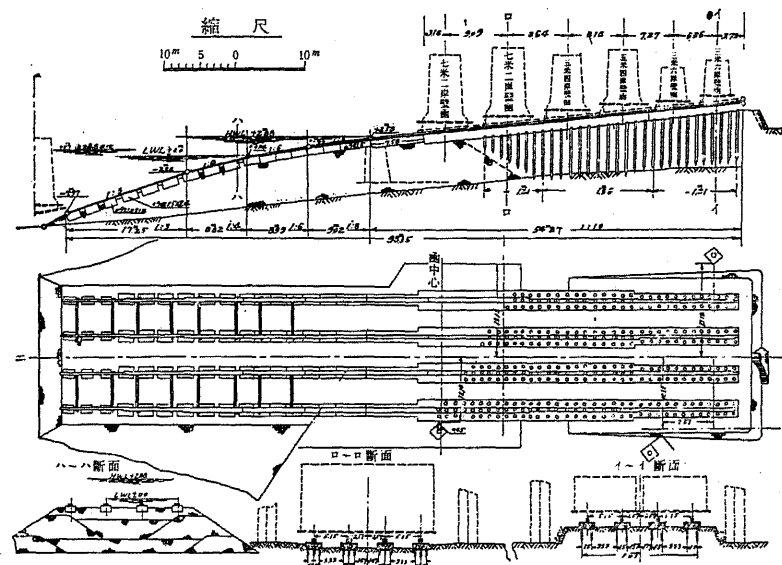
函塊ノ大サハ其使用ノ目的ニ依リ大凡限定セラレル。即チ函塊ヲ捨石基礎ノ上ニ置クモノトスレバ、此捨石面ハ波浪ニ依リ捨石ガ攪亂セラレナイ水深ノ處ニナケレバナラナイ。

函塊ノ大サガ定レバ斜路又ハ乾船渠ニ於テ之ヲ製作スル。

第二、斜路 斜路ハ船ノ新造及修繕ニ用ヒラレルすりぶゑート同理ニ依リ作ラレルモノデ、船舶用ノモノニ比スレバ函塊ノ長サガ船舶ヨリ短イ丈ケ曲率ガ急デアル。

斜路ハ函塊ヲ製作スル固定臺ト進水ノ爲ノ進水臺ノ二ニ分カレ用ヒラレルコトハ普通ノすりぶゑート異ナラナイ。固定臺ハ 1/18 乃至 1/15 位ノ勾配ヲ用ヒ、進水臺ハ之ニ續イテ其下ニ 1/12, 1/9, 1/7, 1/6, 1/5, 1/4.5, 1/4 又

ハ 1/3 等デ半徑約 300 米内外ノ縦曲線カラ成ル。第二百十一圖ニ示シタ鹿兒



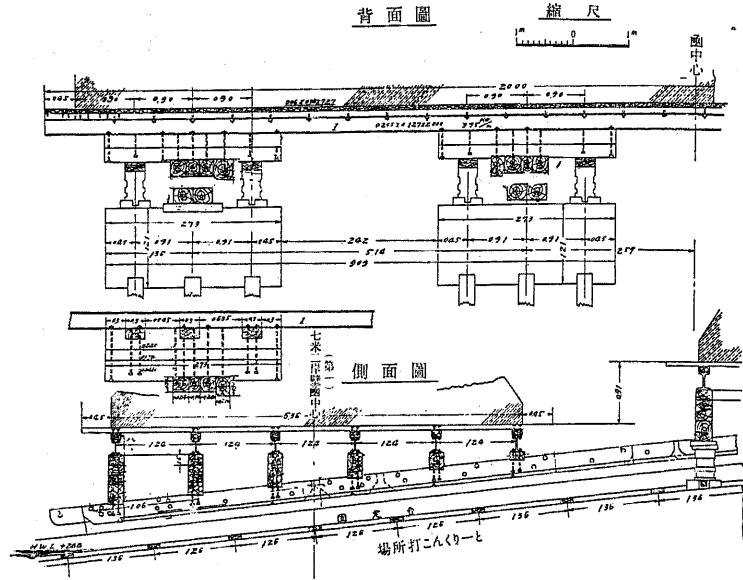
第二百十一圖 函塊用斜路

島ノ斜路ハ 1/10 ノ固定臺ト 1/8, 1/6, 1/4, 1/3 等ノ進水臺ヲ用ヒタ。前端海底ノ水深ハ函塊ノ大サニ依リ、進水ノ際傾斜浮揚スルモ海底ニ接觸セザル程度トスベキデアル。

斜路ハ岸線ニ直角ニ、塊ノ大サヨリ稍々大ナル幅員ヲ用ヒ、函塊製作部ノ固定臺ノ長サハ製作セラレル塊ノ大サ及數ニ依ツテ定マリ、進水臺ハ潮差ノ大小ニ依リ差異ガアル。

斜路ノ底ハ不陸ナキ様割石ヲ以テ敷均ラシ、陸上ハ杭打ノ上ニ、上部一帯ニ厚サ 1 米ノ場所詰コンクリートヲ敷キ、水中ハ假粹ヲ配列シ、其中ニ水中コンクリートヲ填充スル。基礎コンクリートノ上ニハ幅 0.6 乃至 1.5 米内外厚サ 30 糎位ノ米松材等 4 列ヲ心々 4 米位ニ縦ニ取付ケテ滑臺トスル。米松

ハ高サ 30 糎、幅 30 乃至 60 糎ノ角材若干ヲ組合ハセ、ぼるとヲ以テ緊結シ、水中部デハ漸次木材ノ幅ヲ減ズル。第二百十二圖ハ鹿兒島築港ニ用ヒタ



第二百十二圖 鹿兒島函塊製作臺

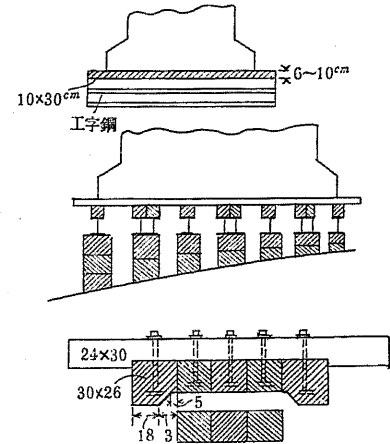
函塊製作臺ノ側面圖及背面圖デアル。

第三、底型及滑木 函塊ハ底型ノ上デ作り、底型ハ函塊ノ底幅ヨリ少シク廣クスル。例ヘバ塊ノ底幅 16m ニ對シ、底型ハ 17.4m ヲ用ヒル、底型ハ幅 30cm 厚サ 6 乃至 10cm 位ノ松板デ、繼目ヲ突合セ、根肌ヲ詰メテこんくりともるたるノ漏出ヲ防グ、底型ノ下ニ 10×30cm、長サ底型ノ全長ニ達スル貫材ヲ 1m 内外ノ心々ニ配置シ、其下ニ高サ 24 乃至 30cm 位ノ工字鋼若干本ヲ以テ連結スル。第二百十二圖ニハ 6 本ノ工字鋼ヲ用ヒ、又第二百十二圖Aノ場合ニハ 10 本ヲ用ヒテアル。場合ニ依ツテハ前ノ工字鋼ヲ更ニ高サ半分ノ工字鋼ヲ以テ連結シタモノモアル。工字鋼ノ下部ニハ一本

乃至數本ノ米松幅 30cm ヲぼるとニテ工字鋼ノ突縁ニ連結シ、其下ニ滑木ヲ滑臺ノ傾斜ニ應ジテ縦ニ取附ケル。各滑木ノ兩側ニハ盤木ヲ置キ、其上ニ砂函ヲ据エ、樫材ノ楔ヲ以テ底型ノ高サヲ調整シ、滑木ノ滑臺ノ上ニ卸ロサレル迄ハ砂函ニ依ツテ函塊等ノ重量ヲ支ヘル。函塊ヲ進水スルニハ指揮者ノ合圖ト共ニ先ヅ砂函内ノ砂ヲ抜キ、函塊ノ重量ノ滑臺ノ上ニ移ルヤ否ヤ、楔砂函盤木等ヲ除去スル。

滑木ハ本圖ノ場合ニハ長サ 17 米、滑臺ト同様ナル米松ノ類 5 條ヨリ成ル。

第二百十二圖Aニ示スガ如ク、滑木ノ兩側ニ、時トシテハ一側ニ突縁ヲ備ヘテ滑臺ニ對スル導材ノ作用ヲ營ム。滑木ノ各米松材ハ徑 25 糎ノぼるとヲ以テ締附ケテ置ク。滑木ハへ」とヲ塗ツタ滑臺ノ上ニ載セラレテ函塊ヲ進水セシメルモノデ、此準備ガ出來ル迄ハ楔若干ヲ間ニ嵌入スル。

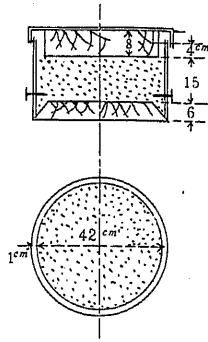


第二百十二圖 A 底型及滑木

底型及滑木ハ併セテ函臺ト呼バレ、其重量ハ本圖ノモノデ約 100 噸、函塊ヲ載セタ儘海上ニ進入スル際、前後ノ浮力ガ異ナルカラ、函臺後部下面ノ工字桁ノ間ノ空所ニ幅 27 糎長サ 2 米位ノ木箱ナドヲ取附ケテ浮力ノ權衡ヲ保タシメルモノモアル。

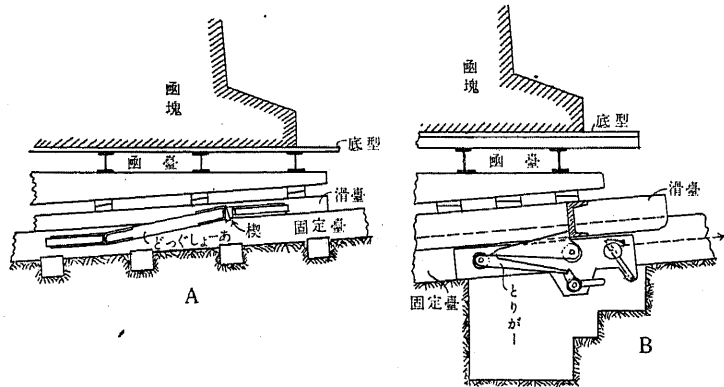
第四、砂函 砂函ハ厚サ 10 糎ノ鋼板デ作ツタ内徑 42 糎高サ 20 糎位ノ圓筒デ、底ニ厚サ 6 糎ノ樫板ヲ嵌メ、内部ニ厚サ 15 糎ノ砂ヲ入レ、其上ニ厚サ 8 糎ノ圓形樫板ヲ載セル。圓筒ト本樫板トノ直徑ニハ間ニ 6 糎ノ緩ミヲ有セシメ、進水ノ際ニハ圓筒ノ側面下部ニ設ケタ 18 糎ぼると孔 2 ヶ所カラ

栓ヲ抜イテ砂ヲ推出サセルトキハ上方ノ檣板ハ徐々ニ降下シテ函塊ノ重量ハ静カニ滑木ヲ通シテ滑臺ノ上ニ移ル装置トナツテ居ル。圓筒内ノ圓形檣板ニハ亞鉛蓋ヲ被セテ砂函内ニ水ノ滲入ヲ防ギ、内部ノ砂ハ豫メ鍋デ良ク煎リ、充分ニ乾燥セシメテ推出ヲ容易ナラシメル。函臺一個ニ使用スル砂函ノ總數ハ本例ノ場合ニハ 65 個ヲ用ヒ、其一個ノ砂函ガ支ヘル重量ハ約 23 噸デアル。



第二百十三圖 砂函

第五、どっくしょーあ又ハとりっがー 斜路ノ固定臺ハ滑臺ヲ滑ラセル縦ノ木軌道デ、二條時トシテ三條稀ニハ四條ヲ備ヘテアル。函塊ヲ載セル函臺ト固定臺トノ間ニ挿入セラレル木材ハ即チ滑臺デアル。進水マデノ間滑臺ヲ支ヘル支柱ノ働キヲスルモノガどっくしょーあ又ハとりっがーデアル。是レ孰



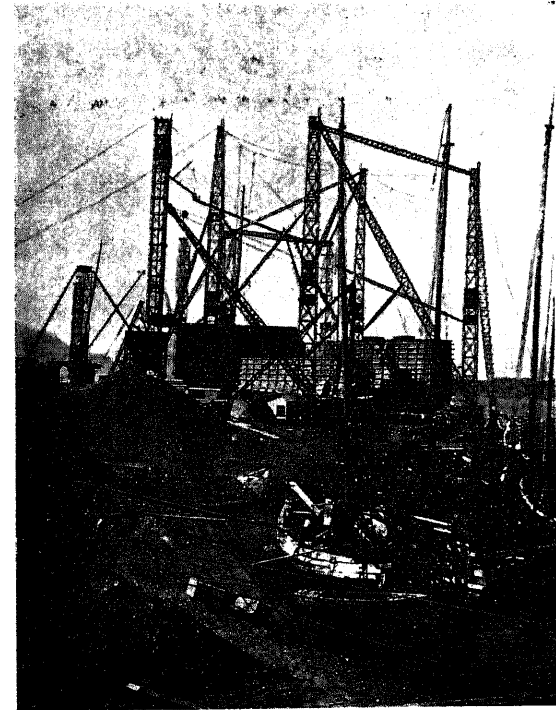
第二百十四圖 どっくしょーあ及とりっがー

レモ一端ハ固定臺ニ連絡シ、他端ハ滑臺ニ繋ガツテ、其連絡ヲ絶テバ滑臺ハ滑出スノデアル。どっくしょーあ(第二百十四圖A)ニ於テハ支柱ノ下端ハ鐵ヲ被アセタ圓形關節様ヲ爲シテ固定臺ニ取附ケタ凹形ノ溝ニ支ヘラレ、上端

ハ滑臺ノ凸起ニ應ジ其間ニ楔ヲ打込シテアル。進水ノ場合ニハ重錘ヲ以テ楔ヲ打抜ケバ固定臺ト滑臺トハ縁ガ切レテ函塊ハ滑出スノデアル。

とりっがー又ハ曳鐵(第二百十四圖B)ハ亦前ト同様ノ目的ニ用ヒラレ、造船ノ進水用並ニ函塊ノ進水用トシテ有效デアル。

第六、鋼製型枠及型枠移動装置 函塊製作ノ型枠ハ木製又ハ鋼製デ、鋼板

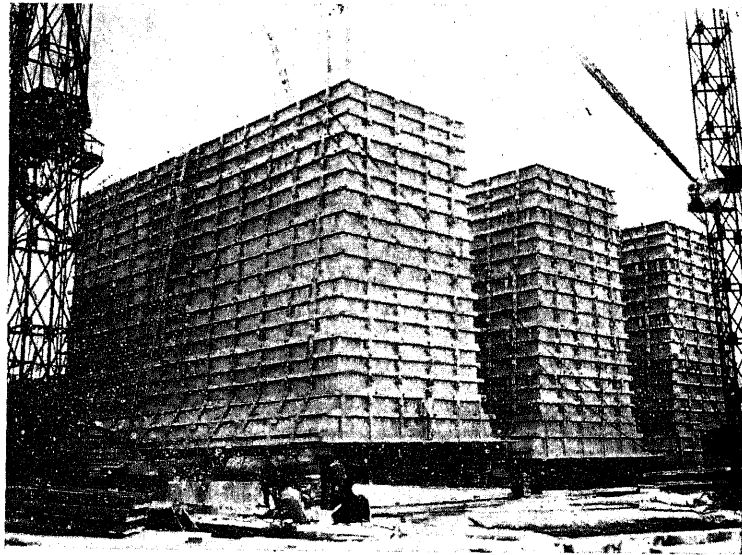


第二百十五圖 函塊製作場

ナラバ厚サ2 耗ヲ主トシテ 5 耗又ハ 6 耗板ナドヲ使用スル。補強材ニハ山形鋼 60×60×6 耗又ハ 50×50×5 耗ヲ用ヒテ之ヲ鋸釘シ、60×60×6 耗ノ山形鋼ヲ以テ突縁トスル。本例ノ場合ニハ型枠一組ノ重量ヲ約 135 噸トスル。

型枠ヲ使用位置ニ運搬シ、又ハ使用後之ヲ置場ニ移動スルニハ索道ナドヲ

以テスルヲ便トスル。索道ニハ徑 25 耗位ノ鋼索ヲ使用シ、兩端ニハ各々三角形ノぶらいどる ぶれーとヲ附シテアル。其海側ノ一端ハ斜路ノ兩側ニ近ク、高サ 27 米位ノ鋼製ますとヲ樹テ、其二本ノますとノ頭部ニ渡シタ鍊條ニ依ツテ支持シ、陸側ノ一端ハ水面上 47 米ノ高サヲ有スル木塔 2 箇所ノ頂點ヨリ來ル鍊條二個ニ依ツテ支持シテアル。木塔ト木塔トノ間隔ハ 40 米、ますとトますとノ距離ハ 51 米ヲ保チ、索道ノ徑間ハ 130 米トスル。鍊條ノ上ニハ二輪車ノ觸輪吊材ヲ運轉セシメル。物資ノ運搬ニハ前記四本ノ鍊條ヲ



第二百十六圖 函塊の型枠

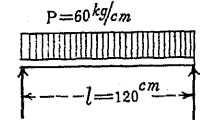
調整シテ索道ヲ必要ノ位置ニ移動セシメレバ函臺四個并ニ型枠置場ノ全部ニ亘ル面積約 3000 方米高サ 20 米以内ノ立體的空間ハ地平高低共ニ型枠其他ノ工事材料ヲ自在ニ移動セシメルコトガ出來ル。本索道ハ二條ヲ架設シ、一條ハ 10 馬力電動はゐすとヲ使用シテ主トシテ型枠ノ運搬移動ニ充テ、他ノ一條ハ手動はゐすとヲ用ヒ、こんくりーとノ施工ニ際シ、しゅーとノ下端ヲ釣リ、必要ニ應ジテ之ヲ前後左右ニ移動セシメル目的ニ使用スル。索道ノ耐

力ハ 2 噸デアル。第二百十五圖及第二百十六圖ハ函塊製作場ノ全景及函塊ノ型枠ヲ示シタモノデアル。

120. 函塊製作設備ノ設計 函塊ヲ載セル函臺ヲ始トシ、滑臺、砂函又ハ進水ニ必要ナル曳鐵又ハ函塊滑落ニ關スル設備ナドガ函塊製作設備ノ主ナルモノデアル。

第一、函臺 今型枠ノ重量ヲ 130 t、函塊ノ重量ヲ 1270 t トスレバ荷重

ハ凡ベテ 1400 t トナル。底版ハ地二百十七圖ニ示スガ如ク心々 1.2 米ニ工字鋼ヲ以テ支へ、其上ニ厚サ 10 種ノ板ヲ載セテ函塊ヲ載セルモノデ、總荷重 1400 t ガ函塊ノ底面積 $16 \times 15 = 240 \text{ m}^2$ ノ上ニ一様ニ分布セラレ



第二百十七圖

ルモノトスレバ其齊荷重 p ハ

$$p = \frac{1400}{240} = 5.83 \text{ t/m}^2 = 60 \text{ kg/cm}^2$$

トナル。今米松ノ彈率 $E = 100,000 \text{ kg/cm}^2$ トシ、幅 1 m、厚サ 10 cm ノ板ノ惰率 $I = \frac{100 \times 10^3}{12} = \frac{10^5}{12} \text{ cm}^4$ 、徑間 $l = 120 \text{ cm}$ トスレバ最大撓度

$$f \text{ ハ } f = \frac{5}{384} \cdot \frac{pl^4}{EI} \text{ デ}$$

$$f = \frac{60 \times 12}{10^5 \times 10^5} \times \frac{5 \times 120^4}{384} = 0.19 \text{ cm}$$

然ルニ k_b ヲ彎曲ニ對スル松材ノ強度 $k_b = 470 \text{ kg/cm}^2$ 、 h ヲ板ノ厚サトスレバ最モ危險ナル中央斷面ニ於テ許容撓度 f_0 ハ $f_0 = \frac{5}{24} \times \frac{k_b}{E} \frac{l^2}{h}$ デ

$$f_0 = \frac{5}{24} \times \frac{470}{10^5} \times \frac{120^2}{10} = 1.41 \text{ cm}$$

即チ $f_0/f = 7.4$ デ 7 以上ノ安全率ヲ持ツテ居ル。

底版ヲ支ヘル工字鋼 300 × 150 × 8 mm 長サ 1 m ノ重量 48.34 kg ヲ 2 條駢ベテ心々 1.2 m ニ配置スル。工字鋼ハ 4 米毎ニ滑臺ニテ支ヘル。函塊ノ底面ハ 240 m² デ之ヨリ來ル荷重 p_1 ハ

$$p_1 = \frac{1270}{240} \times 1.20 = 6.36 \text{ t/m} = 63.6 \text{ kg/cm}$$

底版カラ來ル荷重ヲ p_2 トスレバ

$$p_2 = 1.2 \times 1 \times 0.1 \times 800 = 96 \text{ kg/m} = 0.96 \text{ kg/cm}$$

工字鋼ノ重量ヲ p_3 トスレバ

$$p_3 = 48.34 \times 1.2 = 0.54 \text{ kg/cm}$$

從テ工字鋼1條ノ荷重 p ハ $p = \frac{1}{2}(p_1 + p_2) + p_3$ デアルカラ

$$p = \frac{1}{2}(63.6 + 0.96) + 0.54 = 32.8 \text{ kg/cm} \approx 33 \text{ kg/cm}$$

鋼ノ彈性率ヲ $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, $I = 9499 \text{ (cm)}^4$ トスレバ最大撓度 f ハ

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{p l^4}{EI} \text{ デ}$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{33 \times 400^4}{2.1 \times 10^6 \times 9499} = 0.55 \text{ cm}$$

最大許容撓度 f_0 ハ $k\sigma = 4730 \text{ kg/cm}^2$ トスレバ

$$f_0 = \frac{5}{24} \times \frac{4730}{2.1 \times 10^6} \times \frac{400^2}{30} = 2.50 \text{ cm}$$

即チ $f_0/f = 4.5$ デ4.5倍以上ノ安全率ヲ持ツテ居ル。

第二、滑臺 滑臺ノ幅ハ木材ノ抗壓強及地盤ノ載荷力ヲ参照シテ定メナケレバナラナイ。但シ進水ノ際ニハ滑臺ノ上ニへつとヲ塗布スルカラ、へつとノ抗壓強ハ以上兩者ヨリモ小サイカラ、其單位面積上ノ荷重ヲ考ヘテ幅ヲ定メナケレバナラナイ。今滑臺4條ノ幅ハ各々1.5米、其有效長ヲ16米トスレバ負荷總面積ハ $1.5 \times 4 \times 16 = 96 \text{ m}^2$ トナル。

函塊及函臺ノ重量ヲ併セテ1400tトスレバへつとノ上ノ荷重ハ每方米當リ $\frac{1400}{96} = 14.6 \text{ t}$ トナル。普通ノ優秀へつとハ 16 t/m^2 以上ノ抗壓強ヲ備ヘテ居ルカラ、安全デアル。

第三、斜路ノへつと及其摩擦係數 へつとノ摩擦係數ハ溫度ニ依ツテ頗ル差ガアル。即チ μ ヲ此摩擦係數トスレバ凡ソ

$$\mu = 0.037 \text{ 乃至 } 0.043$$

$$\text{最大 } \mu = 0.03$$

デ、滑臺ノ傾斜角ヲ θ トシ、其傾斜ヲ1/15トスレバ恰カモ $\theta = 3'50'$ デ、 P ヲ滑下ル重量、 N ヲ滑臺ニ垂直ナル力トスレバ μN ハ摩擦抵抗力ヲ表ハス。

第二百十八圖ニ於テ W ヲ函塊及函臺ノ荷重、 P ヲ滑臺ニ平行ナル力、 N ヲ之ニ垂直ナル力 μ ヲ摩擦係數トスレバ

$$P = W \sin 3'50' = 1400 \times 0.06685 = 93.59 \text{ t}$$

$$\mu N = \mu W \cos 3'50' = 0.06 \times 1400 \times 0.99776 =$$

$$83.81 \text{ t}$$

勿論 $P > \mu N$

1/15ノ勾配デ滑下ルカラ、他ノ之ヨリ急勾配ノ下部デハ無論容易ニ滑下ル。

1/7以下ハ水中ノ部分デ、1/7 = $8'10'$ デアルカラ

$$P = W \sin 8'10' = 1400 \times 0.14205 = 198.87 \text{ t}$$

水中ニ於テ滑カニ仕上ゲタ滑木ト滑臺ノ間デハ μ ハ一般ニ0.07乃至0.08位デ、今之ヲ $\mu = 0.1$ ト假定スレバ

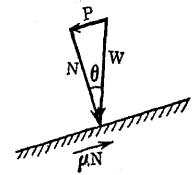
$$\mu N = 0.1 \times 1400 \times 0.98986 = 138.58 \text{ t}$$

此場合ニモ

$$P > \mu N$$

デアル。

へつとハ斜路ノ最上部カラ四回位ニ分ケテ流下スル。最初ハ攝氏 100° 乃至 120° 位ニ熱シテ熔カシ、以下 10° 位ヅ、溫度ヲ下ゲル。一回進水ニ使用シタへつとハ之ヲ掻取ツテ水1割位ヲ入レテ之ヲ沸カス。脂氣ガ少ケレバ稀硫酸1%ヲ加ヘテ沸カセバ脂氣ヲ生ジ、水分ハ下ニ溜ル。一回ノ進水ニへつと



第二百十八圖
へつとノ摩擦係數

ハ凡ソ4割内外ヲ損耗スルガ、函臺ノ下面ヲ完全ニ仕上ゲレバ損耗ハ少クナリ、凡ソ1.5割乃至2割トスルコトガ出來ル。又進水直前ニ函臺ノ下ニ軟石鹼ヲ塗布シテ摩擦抵抗ヲ少クスルガ、其量ハ溫度ニ依ツテ異ナリ、冬季ハ夏季ノ凡ソ2倍ヲ要スル。へゝトノ厚サハ函塊ノ下7耗、前面5耗位ヲ標準トスル。

第四、函塊滑下ノ加速度及摩擦角 滑臺ヲ第二百十九圖ニ示スガ如ク圓弧

狀ヲ爲スモノトシ、一點Aト原點Oトガ中心ニ於テ挟△角ヲθトシ、圓ノ半徑ヲRトスレバ

$$x = R \sin \theta \quad y = R(1 - \cos \theta) \quad [53]$$

今一般ニ地平距離xヲ進行スル加速度ヲα、時間ヲtトスレバ勿論 $x = \frac{1}{2} \alpha t^2$ デアル。又vヲ速度トスレバ $v = \alpha t$ デアル。次ニOA'ヲ進行スルニ要スル時間ヲt₁トスレバ其加速度a₁ハ $a_1 = \frac{2x}{t_1^2}$ デアル。

從テx=0.3米、t₁=68.6秒トスレバa₁=0.00013 m/(sec)²トナル。又 $\frac{OA'}{AA'} = 15$ トスレバAA'ヲ降ル爲ニ生ズル加速度ハ全然摩擦ノナイモノト考ヘテ $\frac{9.8}{15} = 0.65333$ m/(sec)² デアル。從テ摩擦角ハ

$$\frac{0.65333 - 0.00013}{9.8} = 0.0667$$

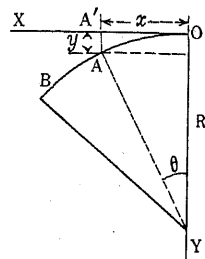
トナル。

次ニAB間ノ地平距離ヲs₂トシ此間ヲ滑下スルニ要シタ時間ヲt₂トスレバ $s_2 = \frac{1}{2} \alpha_2 t_2^2 + v_1 t_2$ デアル。s₂=24.95m、t₂=16.70トスレバ

$$v_1 = \alpha_1 t_1 = 0.00013 \times 68.6 = 0.0089 \text{ m/sec.}$$

從テ

$$\alpha_2 = \frac{2(s_2 - v_1 t_2)}{t_2^2} = \frac{2(24.95 - 0.00892 \times 16)}{16^2} = 0.19381 \text{ m/(sec.)}^2$$



第二百十九圖

平均勾配ハ $\frac{1.87}{24.95} = 0.0749$ デアル。摩擦ナキ場合ノ加速度ハ $9.8 \times 0.0749 = 0.73402$ デ、摩擦角ハ

$$\frac{0.73402 - 0.19381}{9.8} = 0.055$$

第五、砂函、凡テノ砂函ニ依ツテ支ヘラレル總荷重ヲW(t)、砂函ノ總數ヲN(例ヘバ65個)トスレバ一個ノ砂函ノ支ベキ荷重w(t)ハ勿論W/Nニ等シイ。今總荷重ハ函塊ノ重量1270t、型枠130t、函臺105tヲ加ヘテ凡

ベテ1505tデ、 $w = \frac{1505}{65} = 23.15$ tトナル。第二百二十圖ニ示スガ如クFヲ底蓋板ノ面積トスレバ $F = \frac{42^2}{4} \times \pi = 1384.74 \text{ cm}^2$ σ_wヲ底蓋板ノ受ケル壓應力トスレバ

$$\sigma_w = \frac{w}{F} = \frac{23.15 \times 1000}{1384.74} = 16.76 \text{ kg/cm}^2$$

Pヲ函壁ノ受ケル張應力、pヲ周壁ニ及ス砂壓、Dヲ函ノ直徑、hヲ有效函高(今20cm)トスレバ

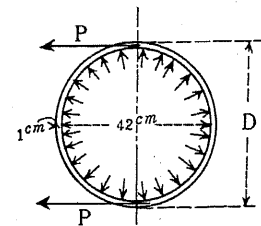
$$P = p \times \frac{D}{2} \times h = 16.76 \times \frac{42}{2} \times 20 = 7206.8 \text{ kg.}$$

Pヲ支ヘル周壁ノ縦斷面積ハ $1.0 \times 20 = 20 \text{ cm}^2$

デアルカラ周壁ノ張應力σ_tハ

$$\sigma_t = \frac{7206.8}{20} = 360.3 \text{ kg/cm}^2$$

鑄鋼ノ許容應力ハ750 kg/cm² デアルカラ、此砂函ノ函套ハ安全デアル。



第二百二十圖
砂函周壁ノ張應力

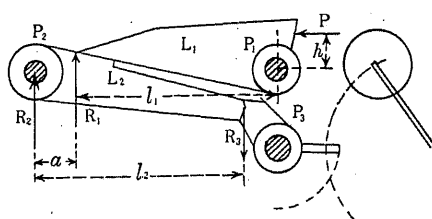
第六、曳鐵、曳鐵ト云フノハ函塊ヲ進水スル前之ヲ支ヘ、之ヲ放テバ危機一髪函塊ガ移動ヲ

開始スル裝置デアル。第二百二十一圖ニ示スガ如ク、Pヲ曳鐵ノ上ノ荷重トスレバPハ $\frac{1}{2} W \sin \theta$ ニ等シク、1/15勾配ノ處デハθ=3°50'デ

$$P = \frac{1}{2} \times 1400 \sin 3^\circ 50' = 46.8 \text{ t}$$

びん P_1 ノ中心ト P ノ距離ヲ h 、挺子 L_1 ノ尖端マデノ距離ヲ l_1 トシ、 $h = 24$ cm、 $l_1 = 100$ cm トスレバ

$$R_1 = \frac{Ph}{l_1} = \frac{46800 \times 24}{100} = 11232 \text{ kg.}$$



第二百二十一圖 曳 鐵

又びん P_2 ノ中心ト其挺子 L_2 ノ尖端マデノ距離ヲ l_2 、挺子 L_1 ノ尖端迄ノ距離ヲ a トシ、 $l_2 = 112$ cm、 $a = 22$ cm トスレバ P_2 ノ上ノ反力 R_2 ハ

$$R_2 = \frac{R_1(l_2 - a)}{l_2} = \frac{11232 \times (112 - 22)}{112} = 9025.7 \text{ kg.}$$

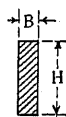
L_2 ノ一端ニ於ケル反力 R_3 ハ

$$R_3 = \frac{R_1 a}{l_2} = \frac{11232 \times 22}{112} = 2206.3 \text{ kg.}$$

挺子 L_1 ノ最大彎曲率ハ

$$M_{max} = R_1 \times l_1 = 11232 \times 100 = 1,123,200 \text{ kg cm}$$

第二百二十二圖ニ示スガ如キ矩形断面ヲ L_1 ニ用ヒ、其幅ヲ B 、高サヲ H トスレバ其抗曲率 W_1 ハ $\frac{BH^2}{6}$ ニ等シク、 $H = 40$ cm トスレバ



第二百二十二圖 挺子 L_1 ノ断面

$$W_1 = \frac{1}{6} B \times 40^2 = 266.67 B$$

鋼ノ許容應力ヲ 1000 kg/cm² トスレバ

$$\frac{M_{max}}{1000} = \frac{1,123,200}{1000} = 1123.2 \text{ (cm)}^3 = 266.67 B$$

從テ

$$B = \frac{1123.2}{266.67} = 4.2 \text{ cm}$$

實際ニハ $B = 8$ cm 位ヲ用ヒル。彎曲率ハびんノ中心ヲ遠カルニ從ヒ直線的ニ減少シ、 R_1 ノ點ニ至レバ $M = 0$ トナル、從テ L_1 ノ左端カラ x ニ於ケル

彎曲率ヲ M_x トスレバ $M_x = M_{max} \times \frac{x}{l_1}$ デ、理論的ニ x ナル距離ニ於ケル挺子ノ高サ H_x ハ

$$H_x = H \sqrt{\frac{x}{l_1}} \quad [59]$$

實際ニハ L_1 ノ高サハ安全ヲ取ツテ按配スル

挺子 L_2 ニ對シテハ

$$M_{max} = R_2 a = 9025.7 \times 22 = 198,565.4 \text{ kg cm.}$$

$$W_2 = \frac{B_2 H_2^2}{6} = \frac{198,565.4}{1000} = 198.565 \text{ (cm)}^3$$

$B_2 = 8$ cm トスレバ

$$H_2 = \sqrt{\frac{198.565 \times 6}{8}} = 12 \text{ cm}$$

實際ニハびん P_2 ノ大サニ依ツテ按配スベキデアル。

びん P_1 ノ直徑ヲ D トスレバ $P = 46800$ kg デ複剪力ヲ受ケ、其剪應力

τ_1 ハ

$$\tau_1 = \frac{P}{\frac{\pi}{4} D^2} = \frac{4 \times 23,400}{3.1416 D^2}$$

$\tau_1 = 600$ kg/cm² トスレバ

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 23,400}{600 \times 3.1416}} = 7 \text{ cm}$$

5 割ヲ増シテ 10.5 cm ノ直徑ヲ用ヒル。

びん P_2 ノ徑ヲ 7 cm トスレバ其斷面積 F_2 ハ

$$F_2 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \times 7^2}{4} = 38.4 \text{ cm}^2$$

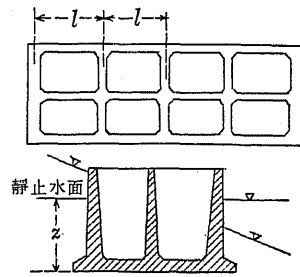
從テ剪應力 τ_2 ハ

$$\tau_2 = \frac{R_2}{F_2} = \frac{9025.7}{2 \times 38.4} = 117.5 \text{ kg/cm}^2$$

びん P_3 ニモ P_2 ト同一直徑ヲ用ヒル。

121. 函塊各部ノ應力 函塊ガ静カニ水上ニ浮ブトキハ其排水量乃至水面カラ底マデノ深サ z ハ極メテ簡單ニ定メルコトガ出來ル。然ルニ函塊ヲ滑下ス時ハ函塊自身ガ傾斜ノ位置ヲ保ツ許リデナク、相當ノ速度ヲ以テ進水スルカラ、此速度ハ函壁ニ對シテ動水壓ヲ及ボス。從テ v ヲ滑落速度、 g ヲ重力加速度トスレバ $\frac{v^2}{2g} = h$ 丈ケノ深サノ静水壓ニ等シイ壓力ヲ前ノ動水壓ニ加ヘナケレバナラナイ。例ヘバ $v = 3 \text{ m/sec.}$ トスレバ $h = \frac{3^2}{2 \times 9.8} = 0.5 \text{ m}$ デアル。然ルニ進水ノ際ニハ塊ノ底部カラ先ヅ水ニ接觸スルカラ塊ハ尙ホ多ク傾斜スル傾向ヲ有スル筈デアル。通例毎秒3米以上ノ滑落速度ヲ現ハスコトハ少イカラ、50糎ノ高サヲ加算スルヲ安全トスル。

函塊側壁ノ應力ハ次ノ數種ノ方法ニ依ツテ計算スルコトガ出來ル。

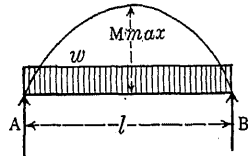


第二百二十三圖 函塊ノ形

第一、兩端ヲ支ヘタ單梁ガ齊荷重ヲ有スルモノ。

z ヲ豫想水面以下ノ深サ(米)、 γ ヲ海水ノ重量 1026 kg/m^3 、 w ヲ齊荷重ノ強度即チ $w = \gamma z$ 、函塊ノ隔壁ニ依ツテ支ヘラレル側壁ノ地平距離ヲ徑間 l 、 $P = wl$ トスレバ左支 A カラ x ノ距離ニ於ケル彎曲率 M_x 及左右兩支點ノ反力 A 及 B ハ次ノ如クデアル。

$$\left. \begin{aligned} M_x &= \frac{Px}{2} \left(1 - \frac{x}{l}\right) \\ A &= B = \frac{P}{2} \end{aligned} \right\} [60]$$



第二百二十四圖 荷重

最大彎曲率 M_{max} ハ徑間ノ中央ニ表ハレ

$$M_{max} = \frac{1}{8} Pl = \frac{1}{8} \gamma z l \quad [61]$$

即チ M_{max} ハ豫想水深 z ニ比例スルカラ、函塊ノ高サヲ 11 米トスレバ之ヲ

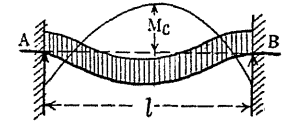
11.5 m トスベキデアル。今 $l = 3 \text{ m}$ 、 $z = 11.5 \text{ m}$ トスレバ $P = 11.5 \times 1026 \times 3 = 35,397 \text{ kg}$ デ

$$M_{max} = \frac{3}{8} \times 35,397 = 13,274 \text{ kg m}$$

$$A = B = \frac{1}{2} \times 35,397 = 17,699 \text{ kg}$$

第二、兩端ヲ固定セル單梁ガ齊荷重ヲ有スルモノ。

第二百二十五圖ノ如ク兩端固定セラレタ單梁ガ齊荷重ヲ有スル場合ニ、其兩固定端及中央ニ於ケル彎曲率ヲ夫々 M_A 、 M_B 及 M_C トスレバ勿論 $P = wl$ トシテ



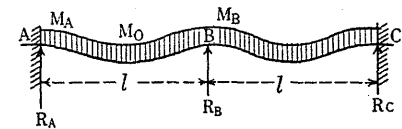
第二百二十五圖 荷重

$$\left. \begin{aligned} M_A &= M_B = -\frac{1}{24} Pl \\ M_C &= \frac{1}{12} Pl \\ A &= B = \frac{P}{2} \end{aligned} \right\} [62]$$

デアル。

第三、兩端固定シテ且ツ中央ヲ支ヘタル梁ガ齊荷重ヲ有スルモノ。

第二百二十六圖ニ於テ、 A 及 B ニ於ケル彎曲率ヲ M_A 及 M_B 、中央ニ於ケル彎曲率ヲ M_O 、 A 、 B 及 C ニ於ケル反力ヲ夫々 R_A 、 R_B 及 R_C トスレバ



第二百二十六圖 荷重

$$\left. \begin{aligned} M_A &= M_B = -0.033 Pl \\ M_O &= 0.042 Pl \\ R_A &= R_C = 0.5 P, \quad R_B = P \end{aligned} \right\} [63]$$

$l = 3 \text{ m}$ デ 11.5 m ノ豫想水深ニ於テハ $P = 11.5 \times 1026 \times 3 = 35,397 \text{ kg}$ デ

アルカラ

$$M_A = M_B = -0.083 \times 35,397 \times 3 = -8,813.85 \text{ kgm.}$$

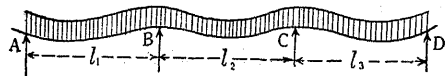
$$M_O = 0.042 \times 35,397 = 1486.67 \text{ kgm.}$$

$$R_A = R_C = 0.5 \times 35,397 = 17,699 \text{ kg.}$$

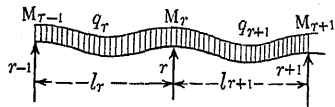
$$R_B = 35,397 \text{ kg.}$$

第四、齊荷重ヲ有スル連続梁ト考フルモノ。

連続梁ハ第二十七圖ノ如ク、A、B、C、D 等ニ於テ支ヘラレ、其徑間



第二十七圖 荷重



第二十八圖 荷重

ヲ l_1, l_2, l_3, \dots トスル。今

第二十八圖ニ示ス如ク任意

連接スル三個ノ支點 $r-1,$

$r, r+1$ ニ於ケル高サヲ夫々

y_{r-1}, y_r, y_{r+1} 、彎曲率ヲ夫々

M_{r-1}, M_r, M_{r+1} 徑間ヲ l_r 及

l_{r+1} トスレバ (時針ノ廻ル方

向ヲ正トス)、くらペーロン (Clapeyron) ノ理論ニ依リ、E ヲ梁ノ彈率、J ヲ

惰率、 q_r 及 q_{r+1} ヲ夫々兩徑間ノ荷重強度トスレバ

$$6EJ \left(\frac{y_r - y_{r-1}}{l_r} + \frac{y_r - y_{r+1}}{l_{r+1}} \right) = M_{r-1} l_r + 2M_r (l_r + l_{r+1}) + M_{r+1} l_{r+1} + \frac{1}{4} (q_r l_r^3 + q_{r+1} l_{r+1}^3) \quad [64]$$

各支點ノ高サガ同一ナレバ前式ノ左節ガ消去セラレテ

$$M_{r-1} l_r + 2M_r (l_r + l_{r+1}) + M_{r+1} l_{r+1} + \frac{1}{4} (q_r l_r^3 + q_{r+1} l_{r+1}^3) = 0 \quad [65]$$

若シ又更ニ $l_r = l_{r+1} = l, q_r = q_{r+1} = w, wl = P$ ナラバ

$$M_{r-1} + 4M_r + M_{r+1} + \frac{1}{2} Pl = 0 \quad [66]$$

0 カラ n 迄 n 徑間アレバ支點ハ凡テ $n+1$ 個アリ、且ツ M_0 及 M_n ハ共ニ

0 ニ等シイ。

r ニ種々ノ値ヲ與ヘテ相隣ル二徑間ノ連續梁彎曲率ノ等式ヲ示セバ次ノ如クデアアル。

$$r = 1 \quad M_0 + 4M_1 + M_2 = -\frac{1}{2} Pl$$

$$r = 2 \quad M_1 + 4M_2 + M_3 = -\frac{1}{2} Pl$$

.....

$$r = n \quad M_{n-1} + 4M_n + M_{n+1} = -\frac{1}{2} Pl$$

今最も近い左ノ支點カラ各徑間ノ最大彎曲率ノ現ハレル距離ヲ x_1, x_2, x_3

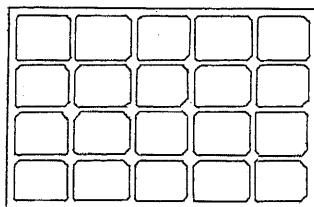
x_4 トシ、同一支點ヨリ彈曲線ノ反曲點迄ノ距離ヲ $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4$ トスレバ連續

梁ノ反力及彎曲率等ハ次表ノ如クデアアル。

第十八表 連續梁ノ反力及彎曲率表

項目	支 點 / 數							單位
	3	4	5	6	7	8	9	
R_0	0.3750	0.4000	0.3929	0.3947	0.3942	0.3944	0.3943	wl
R_1	1.2500	1.1000	1.1428	1.1317	1.1346	1.1337	1.1340	"
R_2	—	—	0.9286	0.9736	0.9616	0.9649	0.9640	"
R_3	—	—	—	—	1.0192	1.0070	1.0103	"
R_4	—	—	—	—	—	—	0.9948	"
M_1	0.1250	0.1000	0.1071	0.1053	0.1058	0.1056	0.1057	wl^2
M_2	—	—	0.0714	0.0789	0.0769	0.0775	0.0773	"
M_3	—	—	—	—	0.0865	0.0845	0.0850	"
M_4	—	—	—	—	—	—	0.0825	"
M_{max}^I	0.0703	0.0800	0.0772	0.0779	0.0777	0.0778	0.0777	"
M_{max}^{II}	—	0.0250	0.0364	0.0332	0.0340	0.0338	0.0339	"
M_{max}^{III}	—	—	—	0.0461	0.0433	0.0440	0.0438	"
M_{max}^{IV}	—	—	—	—	—	0.0405	0.0412	"
x_1	0.375	0.4000	0.3930	0.3947	0.3942	0.3944	0.3943	l
x_2	—	0.5000	0.5357	0.5264	0.5327	0.5281	0.5283	"

項目	支 點 ノ 數							單位
	3	4	5	6	7	8	9	
x_3	—	—	—	0.5000	0.4904	0.4930	0.4923	l
x_4	—	—	—	—	—	0.5000	0.5026	"
ξ_1	0.750	0.8000	0.7860	0.7894	0.7884	0.7887	0.7887	"
ξ_2	—	{0.2760 0.7240}	0.2659	0.2680	0.2675	0.2680	0.2680	"
ξ_3	—	—	—	{0.1964 0.8036}	0.1960	0.1962	0.1960	"
ξ_4	—	—	—	—	—	{0.2153 0.7847}	0.2150	"



第二百二十九圖
函塊ノ平面圖

今函塊ヲ縦 4 條、横 3 條ノ隔壁又ハ
中仕切ニ依ツテ細胞ニ分ケ、其各徑間ガ
凡ベテ l ニ等シトスレバ縦及横ノ側壁
ハ夫々 4 連及 5 連徑間、支點ノ數夫々
5 個及 6 個ノ連續梁ト見ルコトガ出來、
前表カラ反力及彎曲率等ヲ見出セバ次表
ノ如クデアル。

第十九表 函塊側壁ノ反力及彎曲率表

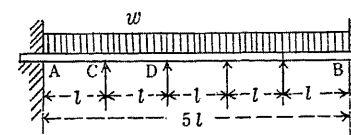
項 目	縦 (5 支 點) 側 壁	横 (6 支 點) 側 壁
R_0	0.3929 $w l$	0.3947 $w l$
R_1	1.1428 "	1.13.7 "
R_2	0.9286 "	0.9736 "
M_1	0.1071 $w l^2$	0.1053 $w l^2$
M_2	0.0714 "	0.0789 "
M'_{max}	0.0772 "	0.0779 "
M''_{max}	0.0364 "	0.0332 "
M'''_{max}	—	0.0461 "
x_1	0.3930 l	0.3947 l
x_2	0.5357 "	0.5264 "

項 目	縦 (5 支 點) 側 壁	横 (6 支 點) 側 壁
x_3	—	0.5000 l
ξ_1	0.7860 l	0.7894 "
ξ_2	{0.2659 " 0.8055 "	0.2680 " 0.7830 "
ξ_3	—	{0.1964 " 0.8036 "

第五、兩端固定シテ中間ノ若干支點ニ支ヘラレタル梁ガ齊荷重ヲ有スルモ

ノ。

此場合ハ第二百三十圖ニ示スガ如キ
モノデ、兩端固定シテ一徑間ノ場合ト
同ジク、兩端及支點ニ於ケル負彎曲率
ハ



第二百三十圖 荷 重

$$M_A = M_B = M_C = \dots = -\frac{1}{12} w l^2 \quad [67]$$

各徑間ノ中央ニ於ケル正彎曲率ハ

$$M_O = \frac{1}{24} w l^2 \quad [68]$$

又最大剪應力ハ

$$R_A = R_B = R_C = \dots = \frac{1}{2} w l \quad [69]$$

更ニ $M = 0$ ハ

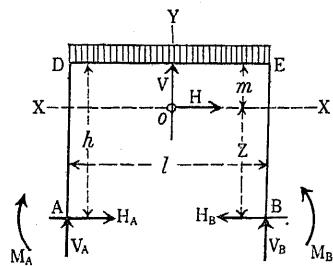
$$\xi = 0.2113 l \quad [70]$$

ノ處ニ現ハレル。

土木學會鐵筋コンクリート標準示方書ニ於テハ正最大彎曲率ハ兩端ノ徑間
ニ於テ $M_{max} = \frac{1}{10} w l^2$ 中間ニ於テ $M_{max} = \frac{1}{14} w l^2$ トシ、負最大彎曲率ハ
第一内部支承ニ於テ二徑間ノ場合ニ $M = -\frac{1}{8} w l^2$ 、三徑間以上ノ場合ニ
 $M = -\frac{1}{9} w l^2$ 、其他ノ内部支承ニ於テ $M = -\frac{1}{10} w l^2$ ト規定シテアル。

第六、單純ナル框構ト考フルモノ。

Eヲ部材ノ彈率、Jヲ惰率ヲシ、第二百三十一圖ニ示ス AD、DE及EBナル



第二百三十一圖 框構

三ノ部材 = $\frac{1}{EJ}$ ナル力度ノ彈性荷重ガ等布セラレルモノト考ヘル。高サ h ナル柱 AD 又ハ BE ニ對スル荷重ハ J_h ナル柱 DE ニ對シテ其惰率ヲ J_l トスレバ $\frac{l}{EJ_l}$ トナル。從テ原點 0 ヲ齊荷重面積ノ重心ニ置キ、DE ニ對スル靜力

率ヲ取レバ 0 ト DE ノ距離ヲ m トシテ

$$(1) \quad 2 \frac{h}{EJ_h} \frac{h}{2} = \left(2 \frac{h}{EJ_h} + \frac{l}{EJ} \right) m$$

今 $\frac{h}{l} \frac{J_l}{J_h} = \nu$ トスレバ (1) カラ

$$(2) \quad m = \frac{h}{2 + \frac{l}{h} \frac{J_h}{J_l}} = \frac{h\nu}{1+2\nu}$$

$h-m=z$ トスレバ

$$(3) \quad z = h \frac{1+\nu}{1+2\nu}$$

今荷重 $\frac{1}{J}$ ナル梁ノ惰率ヲ x 軸ニ對シテ見出シタモノヲ J_x トスレバ勿論

$J_x = \int \frac{y^2}{J_l} ds$ ト考へ得ベク

$$J_x = 2 \left[\frac{h}{J_h} \frac{h^2}{12} + \frac{h}{J_h} \left(\frac{h}{2} - m \right)^2 \right] + \frac{l}{J_l} m^2 = \frac{1}{J_h} \frac{h^3 (2+\nu)}{3(1+2\nu)}$$

同様ニ y 軸ニ對シテ $J_y = \int \frac{x^2}{J_l} ds$ テ

$$J_y = \frac{l}{J_l} \frac{l^2}{12} + \frac{2h}{J_h} \left(\frac{l}{2} \right)^2 = \frac{l^3}{12J_l} (1+6\nu)$$

及

$$\int \frac{ds}{J_l} = 2 \frac{h}{J_h} + \frac{l}{J_l} = \frac{l}{J_l} (1+2\nu)$$

DE ニ等布荷重ヲ有スル場合ニハ m ハ y トナリ、 dx ハ ds デ

$$\begin{aligned} \int_0^l \frac{M_0 y}{J_l} ds &= \frac{m}{J_l} \int_0^l M_0 dx = \frac{m}{J_l} \int_0^l \frac{wlx}{2} \left(1 - \frac{x}{l} \right) dx \\ &= \frac{m}{J_l} \left[\int_0^l \frac{wlx}{2} dx - \int_0^l \frac{wx^2}{2} dx \right] = \frac{m}{J_l} \frac{wl^3}{12} \end{aligned}$$

齊荷重ノ場合ニ y 軸ニ對シテハ

$$\int_0^l \frac{M_0 x}{J_l} ds = 0$$

$$\int_0^l \frac{M_0}{J_l} ds = \frac{1}{J_l} \frac{wl^3}{12}$$

F_h ナ柱 AD 及 EB ノ斷面積、 R_A 及 R_B ナ夫々 AD 及 EB ニ於ケル垂直力トスレバ

$$\frac{(R_A - R_B) h}{F_h} = \frac{1}{l} \left(\frac{wl}{2} - \frac{wl}{2} \right) h = 0$$

$\frac{J}{F} = r^2$ ナ以テ一般ニ環動半徑ヲ表セバ

$$\frac{J_h}{F_h} = r_h^2$$

0 ニ於ケル地平力 H ハ

$$\begin{aligned} H &= \frac{\int \frac{M_0 y}{J_l} ds}{\int \frac{y^2}{J} ds + \frac{l}{F}} = \frac{\frac{m}{J_l} \frac{wl^3}{12}}{\frac{h^3}{3J_h} \frac{2+\nu}{1+2\nu} + \frac{l}{F}} \\ &= \frac{wl^2}{8h \left\{ 1 + \frac{\nu}{2} + \frac{3}{2} \frac{(1+2\nu)}{\nu} \frac{r^2}{h^2} \right\}} \end{aligned} \quad [71]$$

分母ノ第三項ヲ省略スレバ

$$H = \frac{wl^2}{8h \left(1 + \frac{\nu}{2} \right)} \quad [72]$$

同様ニ 0 點ニ於ケル垂直力ヲ V、彎曲率ヲ M トスレバ

$$V = \frac{\int \frac{M_0 x}{J_l} ds - \frac{(R_A - R_B)h}{F_h}}{\int \frac{x^2}{J_l} ds + \frac{2h}{F_h}} = 0 \quad [73]$$

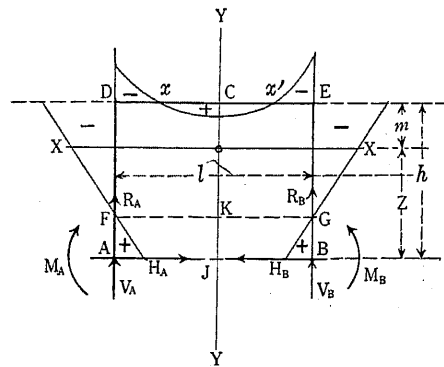
$$M = -\frac{\int \frac{M_0}{J_l} ds}{\int \frac{1}{J_l} ds} = -\frac{w l^2}{12(1+2\nu)} \quad [74]$$

然ルニ A 及 B ニ於ケル垂直力ヲ夫々 V_A 及 V_B、地平力ヲ夫々 H_A 及 H_B

トスレバ

$$\left. \begin{aligned} R_A = R_B &= \frac{w l}{2} \\ V_A = R_A + V &= \frac{w l}{2} \\ V_B = R_B + V &= \frac{w l}{2} \end{aligned} \right\} \quad [75]$$

$$H_A = H_B = H = \frac{w l^2}{8h \left(1 + \frac{\nu}{2}\right)} \quad [76]$$



第二百三十二圖
框構ノ彎曲率及剪力

彎曲率ノ 0 ナル點ヲ換點

F 及 G トシ、F 及 G ナ定

メル爲メ 豎軸ト AB ノ交點

J = 就テ 彎曲率ヲ 求メ レバ

第二百三十二圖ニ示スガ如ク

$$H z + M = H \bar{JK}$$

又ハ

$$(9) \quad \bar{JK} = z + \frac{M}{H}$$

及 $\tan \alpha = \frac{V}{H}$

(9) = z, H 及 M ナ代入スレバ

$$\begin{aligned} \bar{JK} &= h \frac{1+\nu}{1+2\nu} - \frac{\frac{w l^2}{12(1+2\nu)}}{\frac{w l^2}{8h \left\{1 + \frac{\nu}{2} + \frac{3}{2} \frac{(1+2\nu)}{\nu} \frac{r^2}{h^2}\right\}}} \\ &= \frac{h}{3} \left[\frac{1+2\nu - \frac{3(1+2\nu)}{\nu} \frac{r^2}{h^2}}{1+2\nu} \right] \end{aligned}$$

大括弧内ノ第三項ハ $\frac{r^2}{h^2}$ ナ含デ小イカラ之ヲ閉却スレバ

$$\bar{JK} = \frac{h}{3}$$

從テ

$$(10) \quad \left\{ \begin{aligned} AF &= \frac{h}{3} - \frac{l}{2} \tan \alpha \\ BG &= \frac{h}{3} + \frac{l}{2} \tan \alpha \end{aligned} \right.$$

然ルニ $\tan \alpha = \frac{V}{H} = 0$ 故ニ

$$AF = BG = \frac{h}{3}$$

從テ亦

$$\left. \begin{aligned} M_A = M_B &= \frac{Hh}{3} = \frac{w l^2}{24 \left(1 + \frac{\nu}{2}\right)} \\ M_D = M_E &= -\frac{2Hh}{3} = -\frac{w l^2}{12 \left(1 + \frac{\nu}{2}\right)} \end{aligned} \right\} \quad [77]$$

DE 上ノ一點 x = 於ケル彎曲率ヲ M_x トスレバ

$$M_x = M_0 - \frac{2}{3} Hh = \frac{w}{2} \frac{l^2}{4} - x^2 - \frac{2Hh}{3} \quad [78]$$

D カラ x ナル距離ニ於テハ

$$M_x = \frac{wx}{2}(l-x) - \frac{2Hh}{3} = \frac{wx}{2}(l-x) - \frac{wl^2}{12\left(1+\frac{\nu}{2}\right)} \quad [78']$$

最大彎曲率ハ

$$\frac{dM_x}{dx} = w\left(\frac{l}{2} - x\right) = 0$$

又ハ $x = \frac{l}{2}$

從テ $M_{max} = \frac{1}{8}\left(wl - \frac{16}{3} \frac{h}{l} H\right) = \frac{wl^2}{24} \frac{2+3\nu}{2+\nu}$ [79]

DE 上ノ換點ハ $M_x = 0$ テ

$$x = \frac{1}{2} \left\{ l \pm \sqrt{l^2 - \frac{4l^2}{6\left(1+\frac{\nu}{2}\right)}} \right\} \quad [80]$$

函塊ノ場合ニハ $J_l = J_h$, 從テ $\frac{h}{l} \frac{J_l}{J_h} = \frac{h}{l} = \nu = 1, h = l$ 故ニ

$$H = \frac{wl^2}{8h\left(1+\frac{\nu}{2}\right)} = \frac{wl}{12}$$

$$V = 0$$

$$M = -\frac{wl^2}{12(1+2\nu)} = -\frac{wl^2}{36}$$

$$V_A = V_B = \frac{wl}{2}$$

$$H_A = H_B = \frac{wl}{12}$$

$$M_A = M_B = \frac{wl^2}{24\left(1+\frac{\nu}{2}\right)} = \frac{wl^2}{36}$$

$$M_D = M_E = -\frac{wl^2}{12\left(1+\frac{\nu}{2}\right)} = -\frac{wl^2}{16}$$

$$M_C = \frac{wl^2}{24} \frac{2+3\nu}{2+\nu} = \frac{5wl^2}{72}$$

[81]

$h = 3$ m トスレバ AF 及 BG ハ共ニ $\frac{h}{3} = 1$ m

$$AF = BG = 3/3 = 1 \text{ m}$$

及

$$Dx = Ex' = \frac{1}{2} \left\{ l \pm \sqrt{l^2 - \frac{4l^2}{6\left(1+\frac{\nu}{2}\right)}} \right\} = 0.382 \text{ m 又ハ, } 2.618 \text{ m}$$

即チ $Dx = 0.38$ m, $Dx' = 3 - 0.38 = 2.62$ m デアル。

函塊ノ高サヲ 11.0 m トスレバ

$$w = 11.5 \times 1.026 = 11.8 \text{ t/m}$$

$$V_A = V_B = \frac{11.8 \times 3}{12} = 2.95 \text{ t}$$

$$M_A = M_B = \frac{11.8 \times 3 \times 3}{36} = 2.95 \text{ tm}$$

$$M_D = M_E = -\frac{11.8 \times 3 \times 3}{18} = -5.90 \text{ ''}$$

$$M_C = \frac{5}{72} \times 11.8 \times 3 \times 3 = 7.38 \text{ ''}$$

第七、單純梁ノ兩端ガ地平ノ方向ニ固定セラレ、縦ノ方向ニハ一端自在デ他端ガ固定セラレタモノト考ヘル。勿論齊荷重ヲ受ケテアル。

第二百三十三圖ニ於テ A 及 B ニ於ケル彎曲率

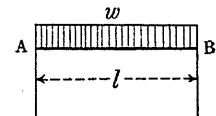
$$M_A = M_B = -\frac{1}{12} wl^2 \text{ デ、從テ A カラ } x \text{ ナル距離ニ於ケル彎曲率 } M_x \text{ ハ}$$

$$M_x = \frac{w}{2}(lx - x^2) - \frac{wl^2}{12}$$

$$M_{max} = -\frac{wl^2}{12}, \quad x = 0$$

$$M_C = \frac{wl^2}{24}, \quad x = \frac{l}{2}$$

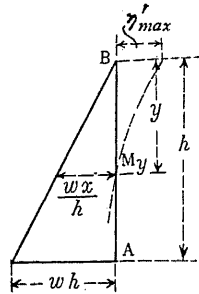
[82]



第二百三十三圖
單純梁

$$\begin{aligned} \text{撓リヲ } \eta \text{ トスレバ } \eta &= \int dy = \int \int \frac{M_x dx^2}{EJ} \text{ テ} \\ \eta &= \frac{w}{EJ} \int dx \left(\frac{l}{2}x - \frac{x^2}{2} - \frac{l^2}{12} \right) dx \\ &= \frac{w}{EJ} \int \left(\frac{l}{4}x^2 - \frac{x^3}{6} - \frac{l^2}{12}x \right) dx \\ &= \frac{w}{12EJ} \left(lx^3 - \frac{x^4}{2} - \frac{l^2}{2}x^2 \right) \\ \eta_{max} &= \frac{wl^4}{384EJ} \end{aligned} \quad [83]$$

一端自在デ他端ガ固定セラレル時ハ第二百三十四圖



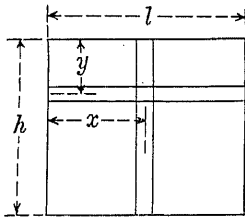
第二百三十四圖

示スガ如ク

$$\begin{aligned} M_y &= -\frac{wy^3}{6} \\ M_{max} &= -\frac{wh^3}{6} \\ S_x &= \frac{w}{2}y^2 \\ \eta'_{max} &= \frac{wh^5}{30EJ} \end{aligned} \quad [84]$$

$$\eta' = \int dy = \frac{wh^5}{24EJ} \left[\frac{y}{h} - \frac{1}{5} \frac{y^5}{h^5} \right] \quad [85]$$

次ニ地平ノ方向即チ l ニ平行ナル方向ニハ齊荷重 w_1y ガ働キ、高サ即チ h ニ平行ナル方向ニハ 0 カラ w_2h マデ一様ニ變化スル荷重ヲ受ケル場合ニハ第二百三十五圖ニ示スガ如ク函塊側壁ノ實際ニ近イ荷重状態ガ得ラレル。即チ地平ノ方向ニハ水深ニ應ジタ一様ナル水壓ヲ受ケ、豎ノ方向ニハ其水壓ハ深サト共ニ 0 カラ底マデ變化シテ居ル。今地平ノ方向ニ於ケル



第二百三十五圖

一點ニ於ケル撓リヲ η 、縦ノ方向ニ於ケル同點ノ撓リヲ η' トスレバ

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{w_1 y}{12EJ} \left(lx^3 - \frac{x^4}{2} - \frac{l^2 x^2}{2} \right) \\ \eta' &= \frac{w_2 h^5}{24EJ'} \left(\frac{x}{h} - \frac{1}{5} \frac{x^5}{h^5} \right) \end{aligned}$$

l ニ平行ナル梁ノ中點ニ於テハ

$$\eta_0 = \frac{w_1 y}{384} \frac{l^4}{EJ}$$

$$\text{故ニ } \frac{w_1 y l^4}{384EJ} = \frac{w_2}{24EJ'} \left(x h^4 - \frac{x^5}{5} \right)$$

$$\text{又ハ } w_1 = 16w_2 \frac{EJ}{EJ'} \frac{h^4 - \frac{x^4}{5}}{l^4}$$

$$EJ = EJ' \quad x w_1 + x w_2 = x w \quad \text{故ニ } w_1 + w_2 = w$$

$$\begin{aligned} \text{從テ } w_1 &= w_2 \frac{16 \left(h^4 - \frac{x^4}{5} \right)}{l^4} = \mu w_2 \\ \mu &= \frac{16 \left(h^4 - \frac{x^4}{5} \right)}{l^4} \end{aligned} \quad [86]$$

$$\text{故ニ } w_1 = \frac{\mu}{1+\mu} w = a_1 w$$

$$w_2 = \frac{1}{1+\mu} w = a_2 w$$

$$M_{max} = -\frac{w_1 l^2}{12} \times 100 = -8.3 w_1 l^2 \text{ kgcm}$$

$$M_C = \frac{w_1 l^2}{24} \times 100 = 4.1 w_1 l^2 \text{ "}$$

$$M_x = -\frac{w_2 x^3}{6} \times 100 = -16.6 w_2 x^3 \text{ "}$$

$$M_{max} = -\frac{w_2 h^3}{6} \times 100 = -16.6 h^3 \text{ "}$$

[87]

第八、函塊ノ底部

函塊ノ底部ハ側壁及隔壁ニ依ツテ若干ノ矩形又ハ方形ニ分タレ、是等ノ矩形又ハ方形ハ共ニ其四邊固定セラレテアル。今一般ニ是等四邊形ノ幅及長サヲ夫々 l_1 及 l_2 トシ、 l_1 及 l_2 ニ平行ナル方向ニ於ケル撓リヲ夫々 η_1 及 η_2 トスレバ全荷重 w ヲ横縦二ノ方向ニ分擔負荷スルモノトシテ

$$(1) \quad \begin{cases} \eta_1 = \frac{hw_1 l_1^4}{384EJ} \\ \eta_2 = \frac{hw_2 l_2^4}{384EJ} \end{cases}$$

$\eta_1 = \eta_2$ デアルカラ

$$(2) \quad w_1 l_1^4 = w_2 l_2^4$$

及 $w_1 + w_2 = w$

故ニ $w_1 l_1^4 = (w - w_1) l_2^4$

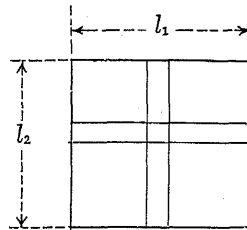
又ハ

$$w_1 = \frac{l_2^4}{l_1^4 + l_2^4} w \quad [88]$$

同様ニ

$$w_2 = \frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4} w \quad [89]$$

以上多クノ場合ヲ函塊ノ實際ニ比較シテ見レバ第一ノ場合ハ梁ガ單ニ支ヘラレテ兩端ガ自由ナルモノデ稍々函塊ノ實際ニ遠イ。第二ノ場合ハ兩端ガ固定セラレテ而カモ中間ガ單ニ支ヘラレテアルモノデ、頗ル實際ニ近イガ、尙ホ未ダ完全ニ事實ニ即シナイ恨ミガアル。第三ノ場合ハ活荷重ヲ受ケル床版ノ規定デ、永久ニ鐵筋ヲ必要トスルモノニ適用スベキデアル。第四ハ連續桁ノ支點ガ3以上ノモノヲ解イタモノデ其兩端ハ自由ニ支ヘラレタ場合ニ相當シテ居ル。即チ兩端ノ彎曲率ガ0ニ等シイノハ事實ニ遠イ。第五ハ實際ノ



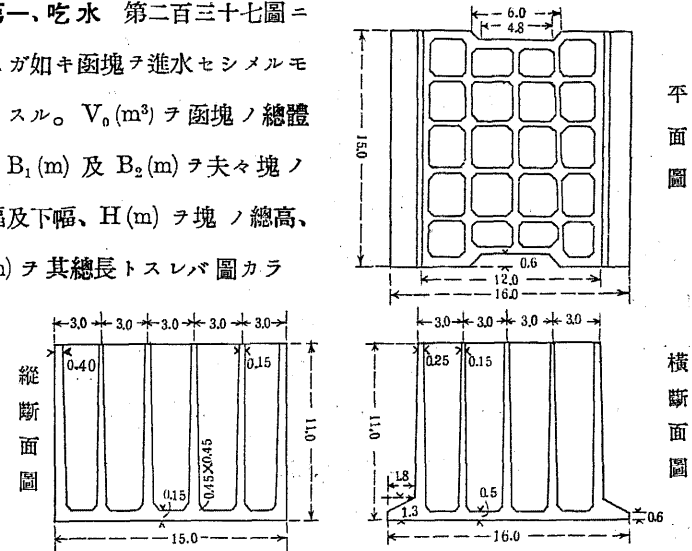
第二百三十六圖
函塊ノ底部

状態ニ近ク、第六ノ框構ハ其支點固結ノ點ニ於テ稍々事實ニ遠ツテ居リ、且ツ計算ガ頗ル煩雜デアル。

122. 函塊浮揚ノ安定 函塊ヲ進水シテ之ヲ浮揚セシメルトキハ果シテ其安定ヲ得ルヤ否ヤヲ知ラナケレバナラナイ。之ニハ函塊ノ吃水、浮心、重心、及浮揚中ニ於ケル安定度等ヲ調査シナケレバナラナイ。

第一、吃水 第二百三十七圖ニ

示スガ如キ函塊ヲ進水セシメルモノトスル。 V_0 (m³) ヲ函塊ノ總體積、 B_1 (m) 及 B_2 (m) ヲ夫々塊ノ上幅及下幅、 H (m) ヲ塊ノ總高、 L (m) ヲ其總長トスレバ圖カラ



第二百三十七圖 函塊ノ寸法

$$V_0 = L \left\{ \frac{B_1 + B_2}{2} \times H + 2 \times \frac{0.6 + 1.8}{2} \times 1.8 \right\} - 2 \times \frac{4.8 + 6.0}{2} \times 0.6 \times 11 = 1,993.02 \text{ m}^3$$

V_1 (m³) ヲ函塊ノ鐵筋こんくりーとノ總體積トスレバ

横側壁 : $0.4 \times 10.50 \times 12 \times 2 = 101.28 \text{ m}^3$

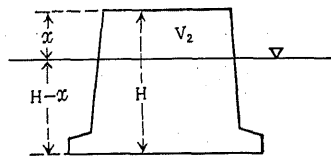
横隔壁 : $0.15 \times 10.50 \times 11.5 \times 4 = 72.80 \text{ m}^3$

縦側壁 : $\frac{0.25 + 0.45}{2} \times 10 \times 15 \times 2 = 105.00 \text{ m}^3$

- 縦 隔 壁 : $0.15 \times 10.50 \times 14.2 \times 3 = 67.41''$
- 底 版 : $0.50 \times 12.4 \times 15 = 93.00''$
- 横 隅 縁 : $0.45 \times 0.45 \times 11 \times 5 = 11.14''$
- 縦 隅 縁 : $0.45 \times 0.45 \times 14.2 \times 4 = 11.50''$
- 高サノ方向隅縁 : $0.3 \times 0.3 \times 10.5 \times 16 = 15.19''$
- 其 他 : 2.53''
- 脚 部 : $\frac{0.6+1.3}{2} \times 1.8 \times 15 \times 2 = 51.30''$
- 隅縁重複部 : $-0.15 \times 0.15 \times 10.5 \times 12 = -2.85''$

以上合計 $V_1 = 528.30 \text{ m}^3$

次ニ函塊ヲ浮シタ場合ニ、第二百三十八圖ニ示ス如ク、 V_2 ヲ水面上ノ部分ノ體積トスレバ、海水ノ比重ヲ 1.028、鐵筋こんくりーとノ比重ヲ 2.4 トシテ



第二百三十八圖 浮揚ノ函塊

$$(V_0 - V_2) \times 1.028 = V_1 \times 2.40$$

$$V_2 = V_0 - \frac{2.40}{1.028} V_1 = V_0 - 2.335 V_1$$

本例ノ場合ニハ

$$V_2 = 1993.02 - 2.335 \times 528.30 = 759.44 \text{ m}^3$$

又塊ノ水面上ノ高サヲ x トスレバ V_2 ハ

$$V_2 = \left(12 \times 15 - \frac{4.8+6}{2} \times 0.6 \times 2 \right) x = 173.52 x$$

デアルカラ

$$x = \frac{759.44}{173.52} = 4.38 \text{ m}$$

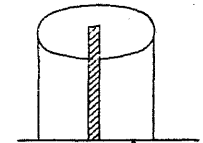
從テ函塊ガ靜止浮揚スル場合ノ吃水ハ

$$H - x = 11 - 4.38 = 6.62 \text{ m}$$

デアル。

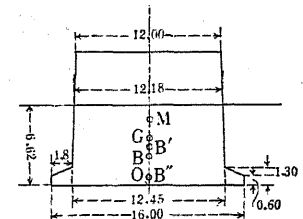
第二、浮心 物體ガ水ニ浮ブ時、浮力ガ之ニ作用スルト考ヘ得ベキ點ハ之ヲ浮心ト云フ。

抑モ物體ガ液體ノ中デ自由ニ浮ブトキハ其物體ノ重量ハ其排除サレタ部分ノ液體ノ重量ニ等シイコトハあるきめです(Archimedes)ノ理トシテ一般ニ知ラル、モノデ、淡水又海水ノ上ニ船ヤ其上ノ物體ガ浮ベバ之ヲ其排水量ト呼ビ、實際ニハ重量ヲ以テ表ハスベキデアルガ、其容積ヲ以テ表セバ、其重量ハ容易ニ知ラレル筈デアル。而シテ物體ノ重量ハ垂直靜水壓又ハ浮力ニ等シイカラ、排水重量ハ浮力ニ等シイ勘定デアル。今第二百三十九圖ニ示ス如ク、或小サイ面積ノ上ノ浮力ハ此面積ノ上ノ縦ノ牆體ノ液體ノ重量ニ等シク、全面積ノ全浮力ハ數多ノ牆體ノ重量ノ和ニ等シイカラ、浮力ノ和ハ排水シタ水ノ重心ヲ過ギ此點ガ即チ浮心デアル。



第二百三十九圖 小面積上ノ浮力

今第二百四十圖ニ示スガ如キ斷面ヲ有スル函塊ノ浮心ヲ B トシ、脚部ヲ除イタ塊ノ浮心ヲ B', 脚部ノ浮心ヲ B'', 函塊ノ重心ヲ G トスレバ底ノ中心 O カラ測リ

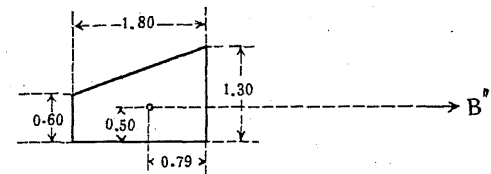


第二百四十圖 函塊ノ浮心

$$OB' = \frac{6.62}{3} \times \frac{2 \times 12.18 + 12.45}{12.18 + 12.45} = 3.30 \text{ m}$$

又脚部ノ重心ノ高サハ次ノ如クシテ見出スコトガ出來ル。

$$\frac{1.80}{3} \times \frac{2 \times 0.6 + 1.3}{0.6 + 1.3} = 0.79 \text{ m}$$



第二百四十一圖 脚部ノ重心

$$(1.30 - 0.60) \times \frac{1.80 - 0.79}{1.80} = 0.39$$

$$OB'' = \frac{0.60 + 0.39}{2} = 0.50 \text{ m}$$

而シテ梯形及兩脚部ノ面積ヲ夫々 F 及 F₁ トスレバ

$$F = \frac{12.18 + 12.45}{2} \times 6.62 = 81.53 \text{ m}^2$$

$$F_1 = \frac{0.60 + 1.30}{2} \times (1.8 - 0.025) \times 2 = 3.37 \text{ m}^2$$

從テ浮心 B ノ高サハ O カラ測ツテ

$$OB' \times 81.53 + OB'' \times 3.37 = OB \times (3.37 + 81.53)$$

又ハ

$$OB = \frac{1}{84.90} (3.30 \times 81.53 + 0.50 \times 3.37) = 3.19 \text{ m}$$

即チ此函塊ノ浮心ハ底カラ 3.19 m ノ高サニ在ル。

第三、重心 各部分ノ體積ト底カラ重心ノ高サヲ見出し、其相乘積即チ力率ヲ見出セバ次ノ如クデアル。

部 分	體 積 (m ³)	臂 長 (m)	力 率 (m ⁴)
横 側 壁	101.28	5.75	582.36
横 隔 壁	72.80	5.75	418.60
縦 側 壁	105.00	5.27	533.35
縦 隔 壁	67.41	5.75	387.61
底 版	93.00	0.25	23.25
横 隅 縁	11.14	0.60	6.68
縦 隅 縁	11.50	0.60	6.90
高サノ方向隅縁 (外部)	15.19	5.75	87.34
〃 (内部)	2.53	5.75	14.55
脚 部	51.30	0.475	24.37
高サノ方向隅縁 重複部	-2.85	5.75	-16.34
計	<u>V₁ = 528.30</u>		<u>2088.62</u>

從テ底カラ重心ノ高サ CG ハ

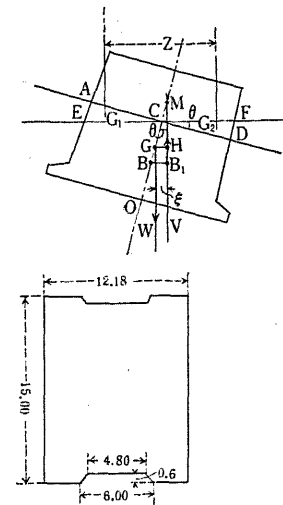
$$OG = \frac{2088.62}{528.30} = 3.95 \text{ m}$$

BG = OG - OB デ

$$BG = 3.95 - 3.19 = 0.76 \text{ m}$$

第四、函塊浮揚ニ於ケル傾斜ノ安定度 今第二百四十二圖ニ示ス

ガ如ク函塊ノ重心 G 及浮心 B ヲ過グル垂直斷面ヲ考へ、函塊ガ θ 丈ケ地平軸ノ周圍ニ傾斜シテ、EF ナル水面トナリ、B₁ ガ新浮心トナリ、G、B 及 B₁ ナ含ム斷面ニ於テ、B₁ ヲ過グル垂線ガ BG ノ延長線ト M ニ於テ交ルモノト假定スル。若シ M ガ G ノ上ニ在レバ函塊ノ重量 W ト G 及 M ヲ過グル垂線ノ間ノ距離 ξ ノ相乘積カラ成ル所ノ偶力 Wξ ハ塊ヲ引戻シテ平衡ノ舊位置ニ復歸セシメントスル傾向ヲ生ズ、若シ M ガ G ヨリモ低ケレバ塊ハ更ニ多ク傾斜スル傾向ヲ呈スルノデアル。M ヲ名ヅケテ傾心ト云フ。浮揚シタ函塊又ハ船舶等ニ於テ安定ノ爲ニハ M ハ常ニ G ノ上ニナケレバナラナイ。



第二百四十二圖
浮揚函塊ノ安定度

函塊ノ靜止浮揚ノ位置ヲ AD トシ、θ 丈ケ傾斜シタ位置ヲ EF トスレバ近似的ニ AD、EF ノ交點 C ハ底ノ中心 O ヲ過グル二等分線ノ上ニ在ル。從テニノ楔形 ACE 及 FCD ノ重心ヲ G₁ 及 G₂ トスレバ是等ノ楔形ニ等シイ水量ガ G₁ カラ G₂ ニ移動シタ爲メ、全排水量ノ重心ハ B カラ B₁ ニ

移ルノデアル。G₁ 及 G₂ ノ地平距離ヲ Z トシ、B カラ B₁M ノ垂直距離ヲ S、函塊ノ全排水量即チ浸水部ノ體積ヲ V、楔形ノ體積ヲ v、水ノ單位容積ノ重量ヲ γ₀ トスレバ

$$\gamma_0 v Z = \gamma_0 V S = \gamma_0 V \cdot BM \sin \theta$$

$$(1) \quad \quad \quad = \gamma_0 VBM \cdot \theta$$

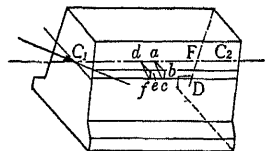
G カラ B₁M = 垂線ヲ下シテ之ヲ GH トスレバ GH = ξ デ函塊ヲ復歸セシメントスル所謂復歸偶力ハ

$$(2) \quad \gamma_0 V \xi = \gamma_0 VGM \cdot \theta$$

然ルニ GM = BM - BG デ、從テ(1)ノ代用カラ

$$(3) \quad \gamma_0 V \xi = \gamma_0 v Z - \gamma_0 V \cdot BG \cdot \theta$$

然ルニ γ₀vZ ハ第二百四十三圖ニ示スガ如ク、地平軸 C₁C₂ ノ周圍ニ楔形



第二百四十三圖
復歸偶力

C₁DF ヲ組立テル小楔形 abcdef ノ力率ノ和ノ2倍ニ等シイ。今 ab ヲ x トスレバ bc ハ xθ = 等シイト考ヘ得ルカラ、ad ヲ dl トスレバ小楔形ノ體積ハ $\frac{1}{2}x^2\theta \cdot dl$ = 等シク、又其重心ハ C₁C₂ カラ $\frac{2}{3}x$ ノ距離ニ在ルカラ C₁C₂ = L トスレバ

$$(4) \quad \gamma_0 v Z = 2\gamma_0 \theta \int_0^L \frac{x^3 dl}{3}$$

然ルニ $\frac{x^3 dl}{3}$ ハ C₁C₂ ノ周圍ニ面積 adeb ノ惰率ニ外ナラナイカラ $2 \int_0^L \frac{x^3 dl}{3}$ ハ水線面積 AC₁DC₂ ノ C₁C₂ = 對スル惰率ヲ表ハス。從テ I ヲ惰率トスレバ

$$(5) \quad \gamma_0 v Z = \gamma_0 I \theta$$

$$\text{又ハ} \quad \left. \begin{aligned} \gamma_0 V \xi &= \gamma_0 I \theta - \gamma_0 VBG \cdot \theta \\ &= \gamma_0 \theta (I - V \cdot BG) \end{aligned} \right\}$$

[90]

復歸偶力ハ γ₀θ(I - V · BG) = 等シク、之ガ正ナレバ浮揚體ハ原位置ニ復歸セントシテ安定平衡ヲ得ベク、若シ之ガ負ナレバ不安定トナル。

更ニ又(1)及(5)カラ

$$(6) \quad \gamma_0 VBM \cdot \theta = \gamma_0 I \theta$$

從テ

$$BM = \frac{I}{V} \quad [91]$$

換言スレバ BM ガ BG ヨリ大ナレバ安定デアルガ、若シ之ヨリ小ナレバ不安定デアリ、平衡ノ新位置ニ達スル迄函塊ハ横搖ヲ續ケル。若シ又 BG ガ BM = 等シケレバ其平衡ハ中立デアル。GM ヲ名ケテ傾心高ト呼ビ、船ナドデハ小サイ負ノ値カラ 1.2m 乃至 1.5m ノ間ノ値ヲ持ツテ居ル。若シ傾心高ガ負トナレバ安定平衡ノ位置ニ達スルマデ函塊ハ横搖スベク、ばらすとヲ用ヒテ之ヲ防グコトガ出來ルガ、函塊ノ場合デハ少量ノ砂利、砂又ハ中埋こんくりーとノ類ヲ用ヒテ下部ノ重量ヲ増スコトニ依リ、横搖又ハ轉覆ヲ防グコトガ出來ル。

前ノ例ニ於テ

$$V = V_0 - V_2 = 1993.02 - 759.44 = 1233.58 \text{ m}^3$$

又

$$I = \frac{1}{12} \left\{ 15 \times 12.18^3 - 2 \times 0.6 \times \left(\frac{4.8 + 6.0}{2} \right)^3 \right\} \\ = 2242.91 \text{ (m)}^4$$

從テ

$$BM = \frac{2242.91}{1233.58} = 1.818 \text{ m}$$

BG = 0.76 m = 比シ BM ハ大ナルヲ以テ安定ナリ。

又ハ GM = BM - BG デ

$$GM = 1.82 - 0.76 = 1.06 \text{ m}$$

傾心高ハ正值ヲ有シ、1.06 m = 等シイ。今 $\gamma_0 = 1.028 \text{ t/m}^3$, $I - V.E.G = 2242.91 \text{ m}^4 - 1233.58 \times 0.76 = 937.53 \text{ m}^4$ デ [90] カラ θ = 種々ナル値ヲ與ヘテ復歸偶力又ハ函塊安定ノ程度ガ知ラレル。

第二十表 函塊安定表

θ		γ ₀ ^θ	復歸偶力 (t m)
度	弧度		
2°	0.0349	0.0859	33.66
5	0.0873	0.0897	84.10
10	0.1745	0.1794	168.19
20	0.3491	0.3589	340.97
30	0.5236	0.5383	504.67
45	0.7854	0.8074	756.96

123. 函塊各部ノ設計

第一、側壁及底版

最大正彎曲率ヲ $M_1 = \frac{1}{12} w l^2$,

最大負彎曲率ヲ $M_2 = -\frac{1}{9} w l^2$, 最

大剪應力 $S = \frac{1}{2} w l$ トシテ側壁幅 1

m 及底版幅 1 m 當リノ正負彎曲率及

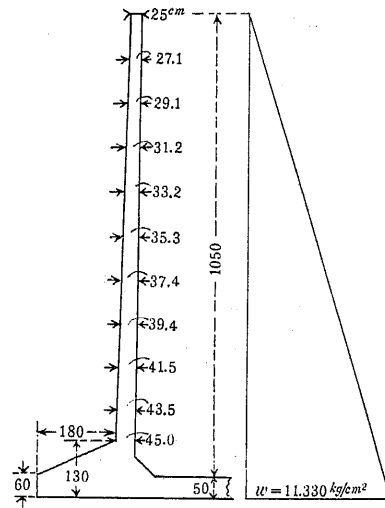
最大剪力ヲ計算スレバ次ノ如クデア

ル。但シ $w = \gamma_0 H$ = 於テ H ハ天

端ヨリノ深サ (m) ヲ表ハシ、 $\gamma_0 =$

1.028 kg/m³ トス。

一、側壁及底版ノ應力。



第二百四十四圖
函塊側壁ノ厚サ

第二十一表 函塊側壁及底版

最大正負彎曲率及最大剪力計算表

部分	區間	H (m)	$w = \gamma_0 H$ (kg/m ²)	l (m)	$M_1 = \frac{1}{12} w l^2$ (kgcm)	$M_2 = -\frac{1}{9} w l^2$ (kgcm)	$S = \frac{1}{2} w l$ (kg)
側壁	1	1	1,028	3	77,100	-102,800	1,542
	2	2	2,056	3	154,200	-205,600	3,084
	3	3	3,084	3	231,300	-308,400	4,624
	4	4	4,112	3	308,400	-411,200	6,168
	5	5	5,140	3	385,500	-514,000	7,710
	6	6	6,168	3	462,600	-616,800	9,252
	7	7	7,196	3	539,700	-719,600	10,767
	8	8	8,224	3	616,800	-822,400	12,836
	9	9	9,252	3	693,900	-925,200	13,878
	10	10.5	10,795	3	809,500	-1079,400	16,191
底版		11	10,108*	3	758,100	-1010,800	15,162

* 底版ノ自重 $0.5 \times 1.0 \times 2,400 = 1200 \text{ kg/m}^2$ テ上向水壓
 $1028 \times 11 = 11,308 \text{ kg/m}^2$ ヨリ減ジタルモノ。

二、こんくりーとノ断面及鐵筋ノ配置。

今

σ_c = こんくりーとノ許容彎曲壓應力 40 kg/cm²,

σ_s = 鐵筋ノ許容張應力 1200 kg/cm²,

E_c = こんくりーとノ彈性係數 140,000 kg/cm²,

E_s = 鋼ノ " 2,100,000 " ,

n = 鋼及こんくりーとノ彈性係數ノ比 = 15,

b = こんくりーと版ノ幅 100 cm,

d = こんくりーと版ノ抗壓側表面ヨリ抗張

鐵筋ノ重心マデノ距離 (cm),

d' = " " 抗壓

" " (")

e = 被覆厚 (cm),

t = こんくりーと版ノ厚サ (cm)

A_s = 抗張鐵筋斷面積 (cm²)

A_s' = 抗壓鐵筋斷面積 (cm²)

$x = kd$ = 抗壓側表面ヨリ中立軸マデノ高サ (cm) トシ, 彎曲率 M ガ與ヘ

ラレ、 σ_c , σ_s , n , d 及 d' ナ假定スレバ A_s 及 A_s' ハ容易ニ定メラレル。

$$\left. \begin{aligned} A_s' &= \frac{M - \sigma_c \frac{bx}{2} \left(\bar{a} - \frac{x}{3} \right)}{\sigma_s' (d-d')} \\ x &= \frac{n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} d \\ A_s &= \frac{b}{2} \frac{\sigma_c}{\sigma_s} x + A_s' \frac{\sigma_s'}{\sigma_s} \end{aligned} \right\} [92]$$

近似的 =

$$\left. \begin{aligned} A_s &= \frac{M}{\frac{7}{8} d \sigma_s} \\ d &= C_1 \sqrt{\frac{M}{\sigma}} ; C_1 = \frac{n\sigma_c + \sigma_s}{n\sigma_c} \sqrt{\frac{6n}{2n\sigma_c + 3\sigma_s}} \end{aligned} \right\} [93]$$

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} d = kd = \frac{1}{3} d \\ \sigma_s' &= n\sigma_c \frac{x-d}{x} \end{aligned} \right\} [94]$$

$$A_s' = \frac{1}{\sigma_s'} \left(A_s \sigma_s - \frac{b}{2} \sigma_c x \right) [95]$$

又ハ

$$A_s = C_2 \sqrt{Mb} \quad C_2 = \frac{\sigma_c}{2\sigma_s} \sqrt{\frac{\sigma_n}{2n\sigma_c + 3\sigma_s}} [96]$$

此 = n , σ_c 及 σ_s = 種々ナル値ヲ用ヒレバ次表ノ C_1 及 C_2 ノ値ガ得ラレル。

第二十二表 C_1 及 C_2 ノ値

$$C_1 = \frac{n\sigma_c + \sigma_s}{n\sigma_c} \sqrt{\frac{6n}{2n\sigma_c + 3\sigma_s}} ; C_2 = \frac{\sigma_c}{2\sigma_s} \sqrt{\frac{6n}{2n\sigma_c + 3\sigma_s}}$$

σ_c (kg/cm ²)	$\sigma_s = 750$ kg/cm ²		$\sigma_s = 1000$ kg/cm ²		$\sigma_s = 1200$ kg/cm ²	
	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2
30	0.451	0.00338	0.490	0.00228	0.518	0.00177
35	0.401	0.00385	0.433	0.00261	0.457	0.00203
40	0.364	0.00431	0.390	0.00293	0.411	0.00228
45	0.334	0.00474	0.357	0.00324	0.375	0.00253
50	0.310	0.00517	0.330	0.00354	0.345	0.00277
60	0.273	0.00596	0.289	0.00411	0.301	0.00323

[1] 側壁及底版ノ版厚。

今 $C_1 = 0.411$, $b = 100$ cm ナ用ヒ、 $d = 0.411 \sqrt{\frac{M}{100}}$ カラ側壁及底版ノ

版厚ヲ計算スレバ次表ノ如クデアル。

第二十三表 側壁及底版ノ版厚

區 間	M_2 (kgcm)	M_2/b	$\sqrt{\frac{M_2}{b}}$	d (cm)		d' (cm)	版厚(下端) (cm)	
				計 算	實用(下端)			
側壁	1	- 102,800	1028	32.06	13.18	21.2	6	27.2
	2	- 205,600	2056	45.33	18.63	23.2	6	29.2
	3	- 308,400	3084	55.46	22.79	25.1	6	31.1
	4	- 411,200	4112	64.12	26.35	27.2	6	33.2
	5	- 514,000	5140	71.81	29.51	29.3	6	35.3
	6	- 616,800	6168	78.55	32.33	31.4	6	37.4
	7	- 719,600	7196	84.96	34.92	33.4	6	39.4
	8	- 822,400	8224	90.73	37.29	35.7	6	41.7
	9	- 925,200	9252	96.18	39.53	38.0	6	44.0
	10	-1079,400	10794	103.90	42.70	(40.0)	6	(46.0)
底版	-1010,800	10108	100.54	41.32	44.0	6	50.0	

抗壓鐵筋ヲ要スルハ第 5 區以下及底版トス。

[1] 抗張鐵筋斷面積 A_s

鐵筋トシテ用ヒル軟鋼ノ徑 10 耗乃至 26 耗ノ圓棒ノ斷面積 (mm²) 及重量

(kg/m) ハ次表ノ如クデアル。

第二十四表 圓鐵筋ノ斷面積及重量表

直徑 (mm)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
斷面積(mm ²)	28.2	50.2	78.5	113.0	153.9	201.0	254.4	314.1	380.1	452.3	530.9
重量(kg/m)	0.22	0.39	0.61	0.88	1.20	1.57	1.99	2.46	2.98	3.55	4.16

$\sigma_c = 40 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_s = 1200 \text{ kg/cm}^2$, $n = 15$ トシテ第二十一表カラ $C_2 = 0.00228$ ナ得。從テ $b = 100 \text{ cm}$ トシテ [96] カラ及 [93] カラ A_s ナ見出セバ次ノ如クデアル。

第二十五表 抗張鐵筋斷面積ノ計算

區間	M_2 (kgcm)	$\sqrt{100 M_2}$	$A = C_2 \sqrt{Mb}$ (cm ²)	d (cm)	$\frac{7}{8} d \sigma_s$	$A_s = \frac{M_2}{\frac{7}{8} d \sigma_s}$ (cm ²)	幅 1m ノ版 = 用フル鐵筋量 (cm ²)
側壁 1	- 102,800	3206	7.31	21.2	22,260	4.61	5φ18mm = 12.72
2	- 205,600	4534	10.34	23.2	23,360	8.80	"
3	- 308,400	5553	12.66	25.1	26,355	11.70	"
4	- 411,200	6413	14.62	27.2	28,560	14.40	6φ18 " = 15.26
5	- 514,000	7169	16.35	29.3	30,765	16.71	7φ18 " = 17.81
6	- 616,800	7854	17.91	31.4	32,970	18.71	8φ18 " = 20.35
7	- 719,600	8486	19.35	33.4	35,070	20.52	9φ18 " = 22.90
8	- 822,400	9068	20.68	35.7	37,485	21.94	" 22.90
9	- 925,200	9619	21.53	38.0	39,900	23.20	10φ18 " = 25.44
10	- 1079,400	10389	23.69	(40.0)	(42,000)	25.70	11φ18 " = 27.99
底版	- 1010,800	10053	22.92	44.0	46,200	21.88	10φ18 " = 25.44

[ハ] 抗壓鉄筋斷面積 A_s'

第二十六表 抗壓鐵筋斷面積ノ計算

區間	d (cm)	$x = \frac{1}{3} d$ (cm)	d' (cm)	$\frac{x-d'}{x}$	$\sigma_s' = n \sigma_c \frac{x-d'}{x}$ (kg/cm ²)
5	29.3	9.77	6	0.386	231.6
6	31.4	10.47	6	.427	256.2
7	33.4	11.13	6	.461	276.6
8	35.7	11.90	6	.496	297.6
9	38.0	12.67	6	.526	315.6
10	(40.0)	(13.33)	(6)	.550	330.0
底版	44.0	14.67	6	.591	354.6

區間	A_s (cm ²)	$A_s \sigma_s$	$\frac{1}{2} b \sigma_c x$	$A_s' = \frac{1}{\sigma_s'} \times (A_s \sigma_s - \frac{1}{2} b \sigma_c x)$ (cm ²)	抗壓鐵筋量 (cm ²)
5	16.71	19,540	19,540	—	—
6	18.71	22,452	20,940	5.90	3φ18mm = 7.63
7	20.52	24,624	22,260	9.55	4φ " = 10.18
8	21.94	26,328	23,800	8.50	"
9	23.20	27,840	25,340	7.92	"
10	25.70	30,840	(26,660)	12.57	5φ18 " = 12.72
底版	21.88	26,256	29,340	—	—

三、剪力及剪應力。

S ナ剪力 (kg), τ ナ剪應力 (kg/cm²), b (cm)

ナ版ノ幅、 d (cm) ナ有效高トスレバ

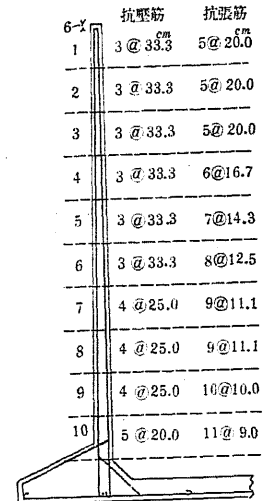
$$\tau = \frac{S}{j b d}; j d = \left(d - \frac{x}{3}\right) \quad [97]$$

又ハ近似的 =

$$\tau = \frac{S}{\frac{7}{8} b d} \quad [97']$$

こんくりーとノ τ ハ 4.5 kg/cm^2 ナ以テ極限ト

ス。



第二百四十五圖 側壁鐵筋ノ配置

第二十七表 剪應力計算表

區 間	S (kg)	d (cm)	$\frac{7}{8}bd$	$\tau = \frac{S}{\frac{7}{8}bd}$ (kg/cm ²)
1	1,542	21.2	1,855	0.83
2	3,084	23.2	2,030	1.52
3	4,624	25.1	2,196	2.15
4	6,168	27.2	2,380	2.88
5	7,710	29.3	2,564	3.01
6	9,252	31.4	2,748	3.37
7	10,767	33.4	2,923	3.71
8	12,836	35.7	3,124	4.11
9	13,878	38.0	3,325	4.14
10	16,191	(40.0)	3,500	(4.63)
底版	15,162	44.0	3,850	3.94

四、附著應力。

抗壓鐵筋ヲ無視シ、 τ_0 ヲ鐵筋周圍ノ單位面積ニ働ク附著應力(kg/cm²)、 b ヲ版ノ幅(此場合ニハ 100 cm)、 τ ヲ剪應力(kg/cm²)、 U (cm)ヲ鐵筋周長ノ總和トスレバ

$$\tau_0 = \frac{b\tau}{U} \quad [98]$$

τ_0 ハ 5.5 kg/cm²ヲ極限トス。但シ一般ニ鐵筋端ヲ直径ノ 3 倍以上ノ直径ノ鈎形ニ曲ゲ、且ツ支點ヲ越エテ充分深ク碇著スルトキハ殆ド之ヲ計算スル必要ガナイ。次表ハ鐵筋ノ直径 ϕ (mm)ト其周圍ノ長サ U (cm)ノ關係デアアル。

第二十八表 鐵筋ノ直径ト其周長

直径 ϕ (mm)	6	8	10	12	14	16
周長 U (cm)	1.885	2.513	3.142	3.772	4.398	5.027
直径 ϕ (mm)	18	20	22	24	26	28
周長 U (cm)	5.655	6.283	6.912	7.540	8.168	8.796

抗張鐵筋ノ直径ヲ知レバ其各筋ノ周長ハ上表ヨリ明カナルベク、之ニ鐵筋數ヲ乘ズレバ鐵筋周長ノ總和ガ知ラレル。次表ハ之ニ依ツテ計算シタ附著應力ノ値デアアル。

第二十九表 附著應力ノ値(丸鋼徑 18 mm ヲ用フ)

區 間	τ (kg/cm ²)	$b\tau$ (kg/cm ²)	抗長鐵筋ノ數	U (cm)	τ_0 (kg/cm ²)
1	0.83	83	5	28.28	4.35
2	1.52	152	5	28.28	5.38
3	2.15	215	5	28.28	7.60
4	2.88	288	6	33.93	8.49
5	3.01	301	7	39.59	7.60
6	3.37	337	8	45.24	7.45
7	3.71	371	9	50.90	7.28
8	4.11	411	9	50.90	8.06
9	4.14	414	10	56.55	7.32
10	(4.63)	463	11	62.21	7.43
底版	3.94	394	10	56.55	6.97

第二、隔 壁

隔壁ヲ柱ト考ヘタ場合ニ先ヅ其許容荷重ヲ定メナケレバナラナイ。今 σ_c ヲこんくりーとノ許容應力 40 kg/cm²、 d_0 ヲこんくりーと壁ノ有效厚即チ隔壁ノ全厚 t ヨリ鐵筋ノ中心トこんくりーと表面ノ間ノ距離即チ被覆厚 e ノ 2 倍ヲ減ジタル $t-2e$ (cm)、 A_c 、 A_s ヲこんくりーとノ有效斷面積及軸鐵筋ノ總斷面積(cm²)、 h ヲ柱ノ高サ(cm)、 i ヲ支柱全斷面ノ最小環動半径(cm)、 $\frac{h}{i}$ ヲ纖弱率、 P_1 ヲ短柱ノ許容中心荷重(kg) = $\sigma_c(A_c+15A_s)$ 、 P_2 ヲ長柱ノ許容中心荷重 $(1.45-0.01\frac{h}{i})P_1 = wP_1$ トスレバ此場合ニハ $d_0 = 15-2 \times 4 = 7$ cm、從テ $A_c = bd_0 = 100 \times 7 = 700$ cm²、 $\phi 16$ mmノ鐵筋ヲ側壁ト同一距離ニ配列スルモノトスレバ次ノ如クデアアル。

第三十表 隔壁鐵筋斷面積表

區間	鐵筋數	斷面積 (cm ²)	區間	鐵筋數	斷面積 (cm ²)	區間	鐵筋數	斷面積 (cm ²)
1	5	10.05	5	7	14.07	9	10	20.10
2	5	10.05	6	8	16.08	10	11	22.11
3	5	10.05	7	9	18.09			
4	6	12.06	8	9	18.09			

次 = H ヲ各區間下端ノ水深(m), γ_0 ヲ海水ノ單位容積ノ重量 1028kg/m³,
 l ヲ徑間ノ長サ(m), b ヲ柱トシテノ隔壁ノ幅(m), P₀ ヲ各區間ノ隔壁ノ荷重(kg)トスレバ隔壁 1 米ニ付キ

第三十一表 隔壁荷重表

區間	H (m)	w = $\gamma_0 H$ (kg/m ²)	l (m)	b (m)	P ₀ = wbl (kg)
1	1	1028	3	1	3,084
2	2	2056	3	1	6,168
3	3	3084	3	1	9,252
4	4	4112	3	1	12,336
5	5	5140	3	1	15,420
6	6	6168	3	1	18,504
7	7	7196	3	1	21,588
8	8	8224	3	1	24,672
9	9	9252	3	1	27,756
10	10	10280	3	1	30,840

I ヲ橢率, F ヲ斷面積トスレバ $i = \sqrt{\frac{I}{F}}$ デ

$$i = \sqrt{\frac{bt^3}{12bt}} = \frac{t}{3.46} = \frac{15}{3.46} = 4.33 \text{ cm}$$

$$\frac{h}{i} = \frac{300}{4.33} = 69.3$$

$$w' = 1.45 - 0.01 \times 69.3 = 0.76$$

以上ノ資料ニ基ヅキ許容壓力又ハ許容中心荷重ヲ求メレバ次ノ如クデア
 ル。

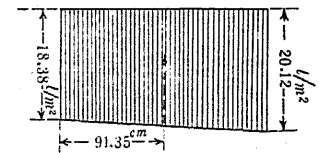
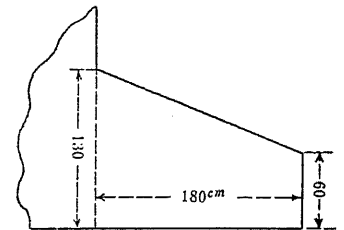
第三十二表 隔壁ノ許容中心荷重表

區間	A _c (cm ²)	A _s (cm ²)	A _c + 15A _s (cm ²)	P ₁ = $\sigma_c(A_c + 15A_s)$ (kg)	P ₂ = w'P ₁ (kg)
1	700	10.05	850.75	34,030	25,863
2	700	10.05	850.75	34,030	25,863
3	700	10.05	850.75	34,030	25,863
4	700	12.06	880.90	35,236	26,779
5	700	14.07	911.05	36,442	27,696
6	700	16.08	941.20	37,648	28,612
7	700	18.09	971.35	38,854	29,529
8	700	18.09	971.35	38,854	29,529
9	700	20.10	1001.50	40,060	30,446
10	700	22.11	1031.65	41,266	31,362

即チ前記二表カラ P₂ ハ孰レモ P₀ ヨリ大デアル。

第三、脚部

函塊ノ底部ノ兩側ニ突出スル脚部ハ
 函塊ノ役目ニハ極メテ小サイ働キラ營
 ムニ過ギナイ。今函塊ノ底幅ヲ 16.00
 m トシ、後ニ見出サレル様ニ其最大
 及最小緣維應力ガ夫々 20.12 及 4.63
 t/m² トスレバ(123 参照)、反力ハ亦之
 ニ應ジテ 20.12 及 4.63 t/m² トナル。
 從テ長サ 180 cm ノ脚部ニハ一端ニ
 20.12 t/m², 脚根ニハ 18.38 t/m² ノ反



第二百四十六圖
 脚部ノ壓力

力ヲ受ケル。

$$\frac{20.12 - 4.63}{16.00} \times (16.00 - 1.80) = 13.75 \text{ t}$$

$$13.75 + 4.63 = 18.38 \text{ t}$$

反力ノ重心ハ脚根カラ 91.35 cm ノ處ニ在ル。

$$\frac{1.80}{3} \frac{2 \times 20.12 + 18.38}{20.12 + 18.38} = 91.35 \text{ cm}$$

從テ脚根ニ於ケル彎曲率ハ

$$M = 91.35 \times \frac{20.12 + 18.38}{2} \times 1.80$$

$$= 3165.278 \text{ tcm}$$

$$= 3,165,278 \text{ kg cm}$$

長サ 1 m ノ脚部ヲ考へ、鐵筋ノ抗壓面ヨリノ有效高ヲ $180 - 60 = 120 \text{ cm}$,

鐵筋ノ許容應力ヲ $\sigma_s = 1200 \text{ kg/cm}^2$ トスレバ必要ナル鐵筋量ハ

$$A_s = \frac{M}{\sigma_s \times \frac{7}{8} d} = \frac{3,165,278}{1200 \times \frac{7}{8} \times 120} = 25.12 \text{ cm}^2$$

底版ノ鐵筋量ハ 25.44 cm^2 ヲ用ヒテアルカラ充分デアル。

又剪力 S 及剪應力 τ ハ次ノ如クデアル。但シ h ハ脚根ノ高サ 130 cm ヲ表ハス。

$$S = \frac{20120 + 18380}{2} \times 1.80 = 34650 \text{ kg}$$

$$\tau = \frac{S}{b h} = \frac{34650}{100 \times 130} = 2.67 \text{ kg/cm}^2$$

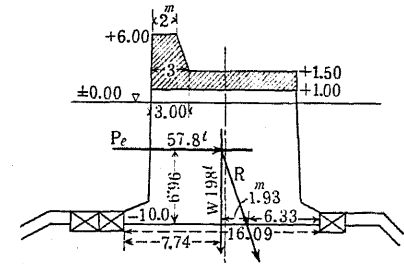
τ ハ 4.5 kg/cm^2 ヨリ小サイカラ安全デアル(第三十二圖参照)。

124. 函塊及捨石ノ混成堤 函塊及捨石ノ混成堤ハ他ノ單塊及捨石ノ混成堤ト共ニ波力ニ抵抗セシメ得ル最モ近代的ナ防波堤ト考ヘルコトガ出來

ル。今其長所ヲ要約スレバ次ノ如クデアル。

- 一、堤體ノ斷面積ハ小サク、材料ノ節約ガ出來ル。
- 二、堤體自身ノ結合ハ波力ノ大ナル上部構造ニ大ナラシメ、其小ナル下部捨石ニ稍々小ナラシメテ充分デアル。
- 三、海底ノ不陸ニ應ジテ捨石ヲ投ジ、上部函塊ノ底部ニ對シテハ捨石ノ天端ヲ均ラスニハ潜水夫ヲ用ヒレバ便利デアル。
- 四、冠波又ハ越波ニ對シテハ相當ナル高サニ上部構造ノ高サヲ配置按排スルコトガ出來ル。
- 五、上部堤體ノ重量ハ下部捨石ヲ壓シテ散逸ヲ防グ效ガアル。
- 六、場合ニ依ツテハ防波堤ノ内側ヲ繫船岸壁トシテ兼用シ得ル便利ガアル。

今 1 米ノ長サノ防波堤ヲ考へ、前記函塊ノ上ニ厚サ 1.5 米ノ場所詰こんくりーとヲ施工シ、其上ニ幅 2 米、高サ 2.5 米ノ胸壁ヲ築イタモノトスル。即第二百四十七



圖ニ示シタ防波堤ニ於テ

第二百四十七圖 函塊ノ安定

P = 堤外全側面ニ働ク波力 (t)

W = 浮力ヲ差引イタ堤體ノ重量 (t)

y = 防波堤底カラ P マデノ垂直距離 (m),

x = 堤底ノ後部カラ W マデノ垂直距離 (m),

f = 塊底ト捨石面トノ間ノ摩擦係數

σ_r = 最大緣維應力即チ塊底後部ニ起ル最大荷重 (t/m²)

σ = 最小緣維應力即チ塊底前部ニ起ル最小荷重 (t/m²)

$e = P \text{ ト } W \text{ トノ合成力 } R \text{ ガ底邊ト交ル點ヨリ底邊ノ中央マデノ距離}$
 即チ偏心距(米)

$q = \text{塊底後端ノ基礎ノ許容耐支力 (t/m}^2\text{)}$

トスレバ前ニモ述ベタ如ク

$$\left. \begin{aligned} fW > P & \text{ 滑動ノ安定} \\ Wx > Py & \text{ 轉覆ノ安定} \\ q > \sigma_r & \text{ 耐支ノ安定} \end{aligned} \right\} [99]$$

A ヲ防波堤ノ斷面積トスレバ $A = 156.09 \text{ m}^2$ デアル。函塊ノ中埋こんくり

一トヲ貧質ノモノトシ、塊全體ノ重量ヲ 2.3 t/m^3

トスレバ W ハ函塊ノ水外重量カラ浮力ヲ差引
 タモノデ

$$W = (2.3 - 1.03) \times 156 = 198 \text{ t}$$

又第一章第五節 37 カラ波高ヲ $2h = 4.50 \text{ m}$ ト

スレバ波壓ハ第二百四十八圖ニ示スガ如ク

$P = 57.8 \text{ t}$ 、其高サヲ $y = 6.96 \text{ m}$ トスレバ外縁

カラ W ノ距離ハ 7.74 m デ偏心距 e ハ

$$e = 7.74 \times \frac{P}{W} \times y - \frac{16}{2} = 7.74 \times \frac{57.8}{198} \times 6.96 - 8.0 = 1.67 \text{ m}$$

底幅ヲ 16.00 m トスレバ $\frac{16}{3} = 5.33 \text{ m}$ デ外縁カラ W ノ距離ハ 7.74 m デ

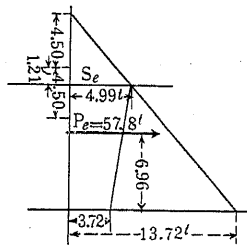
アルカラ

$$16.00 - (7.74 + 1.93) = 6.33 \text{ m}$$

$$6.33 > 5.33$$

又ハ e ガ $\frac{16.00}{6}$ ヨリ小サイカラ R ハ核ノ中ニ在ル。又摩擦係數ヲ $f = 0.5$

トスレバ



第二百四十八圖
波力

$$fW = 0.5 \times 198 = 99 \text{ t}$$

$$P = 57.8 \text{ t}$$

從テ $fW > P$ デ滑動ノ安定ヲ示シテ居ル。

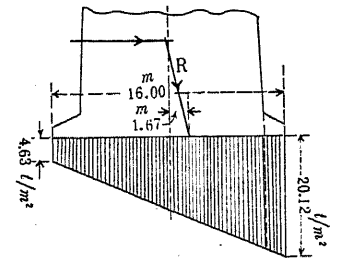
又轉覆ノ安定ハ

$$Wx = 198 \times (16.0 - 7.74) = 1635.48 \text{ tm}$$

$$Py = 57.8 \times 6.76 = 390.73 \text{ tm}$$

即チ $Wx > Py$

最後ニ耐支安定ヲ知ルニハ粗石堆又ハ捨石ノ安定ヲ知ルヲ要シ、更ニ海底ノ土質ヲ考ヘナケレバナラナイ。即チ海底ガ砂カ又ハ泥土カラ成レバ波ノ爲ニ捨石ガ沈下ヲ生ズルコトハ往々經驗セラレタ所デ、若シ岩盤ナレバ捨石ガ散亂シナイ限り非常ニ大ナル耐支力ガアル。基礎ガ相當堅イ地盤ナレバ下層ノ捨石ハ上部ノ函塊及捨石自身ノ重量ト水深カラ來ル水ノ重量ヲ荷ハナケレバナラナイ。岩石ノ抗壓力ハ花崗岩ガ $8-20 \text{ kg/mm}^2$ 、玄武岩ガ 40 kg/mm^2 、砂岩ガ $7-10 \text{ kg/mm}^2$ 等デアルカラ(地表水第二章 6 参照)、基礎ノ捨石耐支力ハ凡ソ 100 t/m^2 トスルコトガ出來ル。



第二百四十九圖
防波堤底縁維應力

防波堤底前部及後部ノ縁維應力 σ_r 及 σ_l ハ第二百四十九圖ニ示スガ如ク夫々次ノ如クデアル。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{W}{d} \left(1 + \frac{6e}{d} \right) \\ \sigma_l &= \frac{W}{d} \left(1 - \frac{6e}{d} \right) \end{aligned} \right\} [100]$$

即チ $\sigma_r = \frac{198}{16} \left(1 + \frac{1 \times 1.67}{16} \right) = 20.12 \text{ t/m}^2$

$$\sigma_l = \frac{198}{16} \left(1 - \frac{1 \times 1.67}{16} \right) = 4.63 \text{ "}$$

防波堤ノ底部、捨石ノ表面ニ於ケル耐支力ハ凡ソ 6 kg/cm^2 又ハ 60 t/m^2 ナリトシ得ルカラ以上ノ最大縁維應力 20.12 t/m^2 ハ勿論安全圏内ニ在ル。

又捨石ノ底即チ海底チ -21.0 m ニ達スルモノトシ、其水外比重チ 2.7 トスレバ捨石ノ厚サハ 11 m デ其空隙率チ 25% トスレバ捨石ノ自重ハ

$$(2.7 - 1.0) \times 11.0 \times 0.75 = 14.03 \text{ t/m}^2$$

又 -21.0 m ニ於ケル水壓ハ

$$21.0 \times 1.028 = 21.59 \text{ t/m}^2$$

之ニ前堤底ノ應力 20.12 t/m^2 ナリトシ加ヘレバ海底ノ最大壓力ハ

$$14.03 + 21.59 + 20.12 = 55.74 \text{ t/m}^2$$

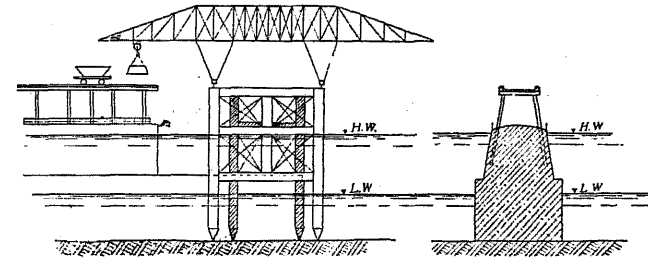
トナル。是レ前ニ述ベタ海底ノ岩盤ノ 100 t/m^2 ヨリハ小デ、安全ヲ示シテ居ル。

防波堤ノ基礎ヲ爲ス捨石ハ其結束ガ充分デナイ爲メ、之ヲ土砂ノ土壓ニ於ケルガ如ク一塊トシテ其安定ヲ考ヘルコトハ頗ル困難デアアル。從テ碎波ガ下向壓力トナツテ防波堤ノ前面ノ法リヲ擾亂シタリ、又ハ捨石ノ間ヲ縫ツテ上向水壓ヲ形クリ、浮腰ヲ爲シテ居ル塊ヤ捨石ノ摩擦係數チ小サクスルナドハ屢々所謂潜掘ヲ起スモノデ、或ハ滑出シ、轉覆、前ノメリナドノ現象ヲ生ズル。之ヲ計算ニ依ツテ確實ナ數字カラ見出スコトハ多ク困難デアアル。

125. 單塊外堤 外堤ヲ單塊トシテ作ルニハ或ハ先ヅ兩外側ヲこんくりーとデ造ツテ中ヲこんくりーとデ填充シタリ、或ハ兩側ニ型枠ヲ當テ、全塊チ一様ニ造ツタリ、更ニ低水位以上マデ袋詰こんくりーとヲ積重ネテ其ノ上ハ型枠ヲ用ヒテ單塊ヲ造ル三法アルコトハ前ニ述ベタ通りデアアル。

ほゐとびー (Whitby) ノ外堤ヲ造ルニハ移動足場ヲ用ヒ、其重量 130 噸ニ達シタ。此足場ノ杭足ニハ一方米ノ面積ヲ持ツタ砂沓ヲ著ケテ柔泥ノ上ヲ移動スルニ容易ナラシメ、足場ノ上ニハ橋狀起重機ヲ載セテ更ニ既成防波堤

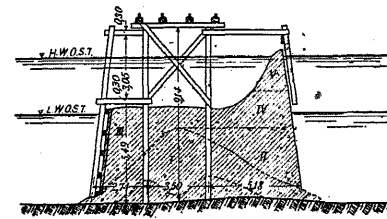
ノ棧橋上ニ齎セルこんくりーとヲ型枠ノ上ニ投下シテ低水位以上 1 米ニ達セシメ、型枠ヲ外シテ前進シタ。上部ハ亦型枠ノ間ニこんくりーとヲ打込ミ、高水位以上 2.5 米デ均ラシ、別ニ胸壁ヲ設ケナイガ、堤頂ノ燈臺ニ往來スル爲ニ高水位ノ上 6.5 米ニ棧橋ヲ造ツタ。干満ノ差 4.6 米、干潮以下水深 3.0 米デ海底ハ粘板岩上ニ砂ヲ覆ウタモノデアアル。此砂ハ唧筒及浚渫機ニ依ツテ之ヲ除却シタ (第二百五十圖)。



第二百五十圖 ほゐとびー

ゐくろー防波堤ハ第二法ニ依リ、兩外側ニ型枠ヲ當テ、間ニ全塊ヲ水中ニこんくりーとデ作ツタ (第二百五十一圖)。

ぶらいす防波堤ニ於テハ始メ並杭ノ間ニ石ヲ詰メタガ後之ヲ心トシテこん



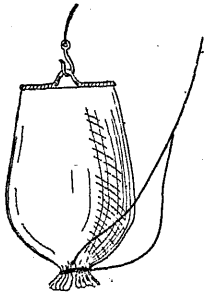
第二百五十一圖 ゐくろー

くりーとヲ以テ周圍ヲ包ミ、更ニ第七十六圖ニ示シタ様ニ單塊外堤トシタ。其天端ハ高水位以上 0.75 米ニ在ルガ、更ニくれおそーとニ浸シタ木材棧橋ヲこんくりーとノ中カラ立テ、アル。

水中ニ型枠ヲ据付ケテ且ツ水中ニこんくりーとヲ作ルノハ困難ト危険トガアルカラ、大ナ袋詰こんくりーとトシテ水中ニ沈下スルトキハこんくりーとモ

水ニ洗ハレズ、波ニ打タレルコトモナク硬化スルノミナラズ下ノ地盤ニ應ジ

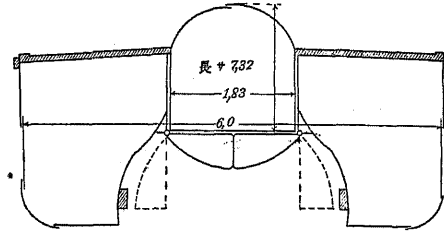
テ袋詰こんくりーとガ凸凹ヲ均ラスニ便デア
ル。一袋ノこんくりーとハ 5 噸乃至 20 噸位ノ



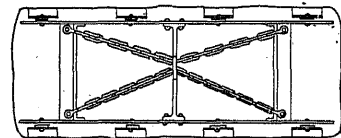
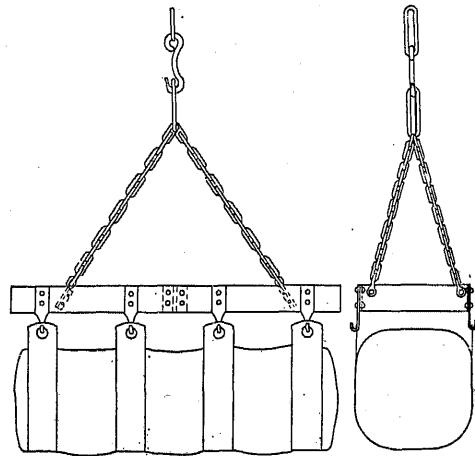
第二百五十二圖
こんくりーと袋

モノヲ最モ便利トスルガ、
100 噸以上ノモノモ亦用ヒ
ラレタ。小袋ニハ底ヲ開キ
得ル箱ニこんくりーとヲ入
レ、大袋ニハ亦底開ノ特別
ノ容器ヲ船ニ積ンデ之カラ
袋詰トスルコトガ出來ル
(第二百五十三圖及二百五
十四圖参照)。而シテ潜水
夫ヲ入レテ隙間ニ填充シナ
ケレバナラヌ。

此種ノこんくりーとニハ
一般ニ富率ノモノヲ用ヒナ
ケレバナラヌ。せめんと 1
ニ砂及砂利 4 以下ノモノハ



第二百五十三圖 袋詰こんくりーと



第二百五十四圖
袋詰こんくりーと

用ヒラレス。

基隆港ノ仙洞鼻ニ突出サレタ防波堤ハ潮差 1.22 米デ最大満潮面上 0.30 米
ヲ其天端トシテ居ル。海底ハ岩盤デ海藻及貝殻一面ニ附著シ稍々深イ處ハ砂
礫ニ覆ハレテ居タ。從テ淺イ處ハ干潮時ニ鐵器ヲ以テ海藻貝殻ヲ搔取り、深
イ處ハ潜水夫ヲシテ海藻砂礫轉石ヲ除去セシメ、天然岩盤ノ表面ヲ抉剝シテ
附著物ヲ除去シ、岩面ヲ清鮮ニシこんくりーとノ凝著ヲ良好ナラシメタ。岩
盤ノ著シク缺陷セル箇所デハ防波堤ノ内外線ニ當ル部分ハ豫メ袋詰こんくり
ーとヲ以テ缺陷ヲ填充シ、之ヲ均ラシテ型枠据付ニ適セシメ、海底ノ淺イ處
デハ干潮時ヲ利用シテ直チニこんくりーとヲ打ち、干潮面以下 1.5 米ヨリ淺
イ處デハ型枠下端ヲ袋詰こんくりーとヲ以テ均ラシ、型枠ヲ据付ケテ内部ニ水
中こんくりーとヲ施シタ。又之ヨリ深イ處ハ前後兩面ニ袋詰こんくりーとヲ
積テ干潮面以下 0.30 米ニ達セシメ、此ノ上部ニ型枠ヲ据付ケテ内部ニ水中
こんくりーとヲ施シタ。

第七節 外堤ノ工費

126. 外堤ノ環境ト工費 前ニ述ベタ如ク外堤ハ築港工事中最モ工費ノ
多イ部分デ、而カモ環境ニ依ツテ工費ガ非常ニ違フ。水深、潮差、風浪、海底
ノ土質、潮流、漂砂ナドハ環境ノ主ナルモノデ、之ニ應ジテ其構造ノ異同モ
亦勿論工費ニ影響スル。之ニ加フルニ勞銀ノ高低又ハ築堤材料ノ豊否貴賤等
モ工費ニ密接ノ關係ガアルカラ外堤工費ノ比較ハ實ニ至難中ノ難事デアル。

水深 ト工費ノ關係ヲ見レバ例ヘバ水深 1.0 米乃至 3.5 米位ノ間デハ沈石
ノ床掘ヲ爲ルニモ長柄鋤簾ノ類デ船ノ中デ容易ニ漂フコトガ出來ルケレド
モ、水深 3.5 米乃至 6.0 米以上トナレバ浚渫船ヲ用ヒナケレバナラヌ。捨石
ヲスル場合ニ第二百五十五圖ニ示スガ如ク上敷ヲ B、海側ノ法リヲ 1:n、

港側ノ法リヲ n' 、高サヲ H トスレバ 底敷ハ $(n+n')H+B$ 二等シク、從テ斷面積 F ハ $\frac{1}{2}(n+n')H^2+BH$ 二等シイ。

$$(1) \quad F = \frac{1}{2}(n+n')H^2+BH$$

即チ F ト H ハ拋線ノ關係ヲ表ハシテ居ル (第二百五十六圖)。今假リニ $n=2, n'=1.5, B=3$ 米トスレバ

$$(2) \quad F = 1.75H^2+3H$$

トナリ、更ニ $H_1=2$ 米 $H_2=4$ 米トスレバ $F_1=13$ 方米、 $F_2=40$ 方米トナリ、 F_2 ハ F_1 ノ 3 倍ヨリモ大デアル。又 $\frac{dF}{dH}$ ノ關係ヲ見レバ

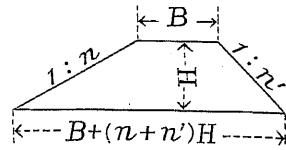
$$(3) \quad \frac{dF}{dH} = 3.5H+3$$

トナリ、深サが増スト共ニ斷面積が増ス割合ハ深サニ依リテ異ナルコトヲ示シテ居ル。

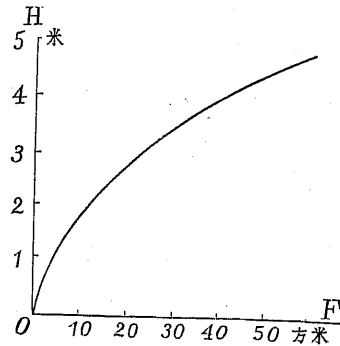
又直立堤ヲ作ルニシテモ深サが増ストキハ其幅モ亦増加シナケレバナラズ、其工費ノ増加モ非常ニ大デアル。

潮差ノ大ナルトキハ勿論諸構造物ノ高サが増スルノミナラズ、斷面積モ亦一般ニ大クナリ、工費モ亦増加スル。

風浪ニ至テハ言フ迄モナク外堤ノ強弱ニ至大ノ關係ガアル。波力小ナレバ沈石ノ類デ充分ナ外堤モ波力が大ナレバこんくりーと塊ヲ用ヒ、函塊若クハ單塊トナリ、法ノ防護ニモ亦重イ捨塊ノ類ヲ用ヒナケレバナラヌ。殊ニ波力ハ水面附近ガ最も強ク、深サが増スト共ニ其力モ減少スルガ同ジ大サノ捨石



第二百五十五圖



第二百五十六圖

ナドガ波浪ニ攪亂セラヌ爲ニハ波力ノ大ナル處ホド捨石面ヲ深クシ、上部ノ塊又ハ函塊等ノ構造物ヲ大キクシナケレバナラヌ。又波力ノ大ナル處デハ水面上ノ外堤ノ高サヲ増サナケレバナラヌノミナラズ、塊函ノ幅ヲ増サナケレバナラヌ。

海底ノ土質ガ岩盤デアラバ單塊又ハ函塊等ニ適スルガ、若シ泥砂ヨリ成ルナラバ可ナリノ載荷力ガアルケレドモ、若シ柔泥ヨリ成ル様ナ處デハ床掘ニ少ナカラザル工費ヲ要スルノミナラズ、時トシテハ唧筒ニ依リテ上層ノ柔泥ヲ吸揚ゲ、更ニ砂ヲ撒イテ捨石ノ基礎ヲ作り、其沈著ヲ待ツテ上部ノ構造ヲ作ル等ノ手數ヲ取ラネバナラヌ。

潮流ノ方向ヤ強サ及漂砂ノ多少ナドモ外堤ヲ作ルニハ閉却スルコトノ出來ヌ要素デアルコトハ勿論デアル。

127. 外堤工費ノ一斑 前ニ述ベタ様ニ外堤ノ工費ハ其關係多岐ニ涉ツテ時ト場所ノ異ルニ連レ非常ニ差異ガアル。從テ漫然ト其工費ヲ列記シテモ比較ニハナラヌケレドモ大凡ソノ概準ヲ示ス爲ニ若干ノ地點ニ於テ築造セラレタ外堤ノ工費ヲ表記シタ。

第三十三表 外堤工費

地名	干潮面以下水深(米)	潮程(米)	滿潮面以下水深(米)	工費長1米付(圓)	工費高1米對スル(圓)	摘要
しゑるぶーる (Cherbourg)	11.9	5.6	17.5	7,000	4,000	粗石堆 外堤 大潮程
ぶりまうす (Plymouth)	11.0	4.7	15.7	6,500	411	
ほーりへうど (Holyhead)	11.6	5.2	16.8	5,350	318	
おーるだーねー (Alderney)	18.3	5.2	23.5	7,700	328	
ぼーとらんど (Portland)	13.4	2.0	15.4	4,150	270	
る あーぶる (Le Havre)	3.5	8.2	11.7	2,840	243	
ぶーろーに (Boulogne)	9.0	9.3	18.3	2,900	159	

地 名	干潮面 以下水深(米)	潮程 米	満潮面 以下水深(米)	工費長 1米ニ 付(圓)	工費高 1米ニ 對スル (圓)	摘 要	
さんじゅあん(St. Jean) どりゆづ(de Luz)	10.0	3.0	13.0	8,000	616	捨塊 大潮程	
まるせーゆ(Marseille)	13.0	—	13.0	3,500	269		
おらん(Oran)	20.0	—	20.0	3,720	191	粗石 外堤 微潮程	
あるぢーる(Agha, Algier)	18.0	—	18.0	3,670	204		
なぼり(Vincenzo, Napoli)	28.5	—	28.5	6,300	221		
ぜのば(Galliera, Genova)	21.5	—	21.5	4,800	223		
りぼるの(Curvilinea, Livorno)	11.0	—	11.0	4,300	391		
敦 賀	13.9	0.6	14.5	1,491	103		
せっと(Cette)	10.0	—	10.0	2,280	228		捨塊 微潮程
どーばー(Admiralty Pier, Dover)	13.0	5.6	18.6	11,310	608		
あいむいでん(Ymuiden)	7.0	2.0	9.0	4,650	517		直立外 堤こん くり一 と塊地 層平
あばーでーん(Aberdeen)	5.4	3.8	9.2	2,350	256		
横 濱	8.4	1.8	10.2	254	25	直立外 堤こん くり一 と塊傾 層斜	
きゅらしー(Kurrachee)	7.2	2.2	9.4	2,360	251		
ころんぼ(Colombo)	7.3	0.6	7.9	3,350	424	單外 塊堤	
小 樽	13.9	0.2	14.1	1,634	122		
にゅーへぶん(Newhaven)	3.7	6.1	9.8	2,295	230	單外 塊堤	
みっくらう(Wicklow)	4.7	2.7	7.4	1,035	145		
基 隆	2.4	1.2	3.6	161	45	こんく り一と 函沈	
室 蘭	15.2	—	15.2	2,051	134		
留 萌	7.3	—	7.3	1,411	193		
高 雄	—	0.7	—	4,675	—		

128. 外堤ノ維持費 1923年佛國ノベネちー(Benezit)ガ發表シタ所ニ

據レバ年1米ノ佛國外堤ノ維持費ハ戰前ニ於テ次ノ如クデアル。

第三十四表 外堤ノ維持費

外 堤	使用せる 人造石 (立米)	捨 石 (噸)	全維持費 (法)	摘 要
まるせーゆ	0.73	—	14.00	人造石ヲ法リニ亂投シタモノ
しゑるぶーる	—	1.040	8.50	8噸乃至10噸ノ捨石
ぶーろーに	0.505	—	22.80	人造石ヲ法リニ亂投シタモノ
せっと	0.406	0.271	14.90	
おらん	1.40	—	35.00	人造石ヲ法リニ亂投シタモノ