

第六章 防波堤工事

防波堤ノ配置

防波堤ノ目的タルヤ波浪ノ進路ヲ遮リ波動ヲ防止シ又タ波浪ノ方向ヲ轉シ以テ波高ヲ低減スルニアリ故ニ其効用ヲ全フセシメント欲セハ先ツ外海ニ對シ其配置宜シキヲ得サル可ラス

防波堤ノ配置ハ港内ニ對シテモ亦タ慎重ニ之ヲ定メサル可ラス蓋シ港内ノ面積及船舶ノ出入碇繫ノ便否ハ懸テ一ニ防波堤配置ノ當否如何ニアリ殊ニ港口ノ位置及幅員ハ港内ノ靜穩ヲ保持スル上ニ於テ操船上ノ必要ト全ク相反スルモノアリ其調和ヲ得ルコト容易ナラサルモノアリ

防波堤ノ位置タル固ヨリ波浪ノ進路ニ當ラサル可ラスト雖モ兩者ノ方向直角ヲナストキハ防波堤ハ其全長ニ於テ同時ニ波撃ヲ受クルノ不利アルニヨリ激浪ノ方向一定セル港灣ニアリテハ防波堤ヲ波浪ノ進路ニ多少斜(七十度乃至八十度)ニ

波浪ニ對ス
ル角度

潮流ニ對スル注意

防波堤配置ノ種別

半島堤

スルトキハ波撃ハ堤ノ一方ヨリシテ漸次他方ニ移リ自然堤ノ抵抗力ヲ多大ナラシムヘシ然モ斜度多キニ過クルトキハ堤ニ沿ヒ其方向ニ騰奔スル波動ヲ強烈ナラシメ捨石若クハ海底ニ移動ヲ生スルノ虞アリトス

防波堤ノ位置ヲ定ムルニ當リ尙ホ攻究ヲ要スルモノハ工事完成後ニ於ケル潮流ノ變狀ニシテ其港口ニ出入スル方向ノ正シキヲ得ルニ注意スヘシ港口ヲ横斷セシムルカ如キハ最モ忌避ス可キコトナリトス

防波堤ハ其陸地ニ對スル位置ニヨリテ之ヲ大別シテ半島堤、島堤ノ二種トス第三十九圖(イ)(ロ)(ハ)(ニ)(ホ)等ハ半島堤ニシテ陸地ヨリ直ニ突出シ或ハ一直線ニ又ハ屈曲シテ築設スルモノナリ而テ此種ノモノ最モ多シ島堤ハ(ヘ)(ト)(チ)ノ如ク陸地ヨリ全ク隔離シ海岸ト殆ント並行シテ海中ニ築造スルモノナリ

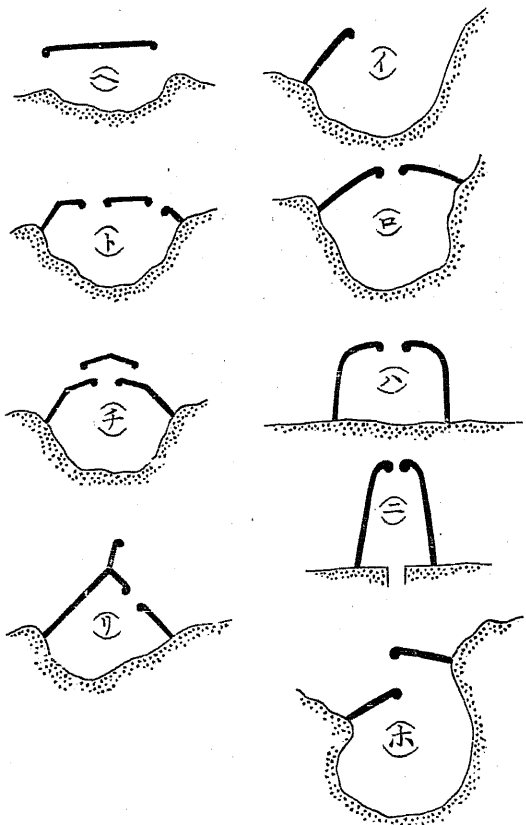
半島堤ハ波浪ノ侵入ヲ防ク上ニ於テハ島堤ニ比シ其功用ノ多大ナルノミナラス其一部若ハ全部ヲ阜頭ト爲シ其上ニ道路鐵道等ヲ布設シ船舶ヲ繫留シテ水陸運輸ノ接續ヲ施スコトヲ得其利便少ナカラスト雖モ沿岸ニ於テ漂砂ノ存スル場合ニアリテハ之ヲ其一側ニ堆積セシメ且ツ潮流ノ急激ナルトキハソノ進路ヲ遮ル

島堤

ニ據リ流狀ヲ變シ船舶ノ出入ヲ困難ナラシムル虞アリ

島堤ハ半島堤ニ於ケルカ如ク沿岸ノ潮流ヲ遮ルコトナク且ツ港内ニ潮流ノ流通ヲ自由ナラシムル

圖一十四第



ヲ自由ナラシムルノ利アリ然モ防波ノ功用全キヲ得サルト港口ヲシテ海岸ニ接近セシムルノ缺點アリ且ツ漂砂ノ存スル場合ニハ之ヲ港内ニ誘致スルコトアリ又タ其終端ハ陸地ト相

離ル、カ故ニ棧橋等ニヨリテ特ニ連絡ヲ施スニ非レハ阜頭ノ用ヲ兼ヌルコトヲ得ス第四十一圖ハ防波堤各種ノ配置ヲ示スモノナリ河口ニ屬スルモノハ姑ク之

ヲ除キ後編ニ於テ論述スヘシ

(イ)ハ單獨ナル防波堤ニシテ強風ノ方向略一定セル地方若ハ一方ニ向テ開敞セル个所例ヘハ釧路敦賀ホウリヘッド(Holyhead)バスタヤ(Bastia)テーブルベイ(Table Bay)ゼーブルグ(Zee-Bruggen)ノ如キ港灣ニ築設セルモノニシテ半島堤ノ最も單純ナルモノトス此種防波堤ニハ其内側ニ船舶ヲ繫留セシメ以テ海陸運輸ノ接續ヲ全フスルモノアリ又タ異日港市ノ繁盛ニ赴クヲ待テ更ニ對岸ニモ防波堤ヲ築造セントスルモノ少ナカラス例ヘハドウバー古倫母小樽等ノ如キ始メ單獨ナル防波堤ヲ築造シ後數年ヲ經テ漸ク港灣ヲ完成シ若クハ其工事中ニアルモノナリ

ロ)ハ天然ノ灣形既ニ備ハレルモノニ人工ヲ加ヘ之ヲ完全ナラシムル場合ニ於ケル防波堤配置ノ一ニシテ我カ橫濱港ノ如キハ其防波堤ノ終端ト陸地トノ間ニ存スル小間隔ヲ塞キ半島堤トナサハ其最も顯著ナル一例タルヘシ斯ノ如キ港灣ニ在リテハ港口ノ幅員及ヒ港内ノ面積共ニ宜シキヲ得且ツ外側ニ土砂堆積ノ虞ナキトキハ最も完全ナルモノトス然モ歐米諸洲ニ於ケルカ如ク下水ニ各種ノ汚物ヲ投捨スル場合ニ在リテハ港内ニ汚水ヲ滯留セシムルノ虞アリ殊ニ干満ノ差微

弱ナル地方ニ在リテハ衛生上ニ危虞ナシトセス

(ハ)ハ天然ノ灣形ヲ備ヘサル連亘殊ント一直線ナル海岸ニ於テ築造スル防波堤ノ配置ニシテマドラス(Madras)港ノ舊防波堤ノ如キハ此種ノ最大ナルモノニシテ純然タル人造港ヲ成シタリ其港口ハ激浪ノ方向ニ正面シ港内ノ靜穩ヲ保持スル爲メ必要ナル面積殊ニ港口海岸間ノ距離ヲ得ンニハ多大ノ工費ヲ要シ又タ港口ノ左右ニ當レル防波堤ノ一部ハ激烈ナル波擊ヲ受ケ兩側ノ堤ハ沿岸漂砂ノ進路ヲ遮ル等ノ不利アルヲ免レス

(ニ)ハ天然ノ地勢ニ於テ(ハ)ト稍之ヲ同フスル場合ニ在リテ單ニ外港ヲ造ルヲ目的トスル配置ニシテ遠淺ノ海岸ニ適シ殊ニ港口ハ堤ノ内外ニ於テ陸地トノ間ニ充分ナル距離ヲ存スルニ依リ船舶ノ出入ニ便ナラシムルコト少ナカラス然モ堤内幅員ニ乏シク激浪ニ際シ港内靜穩ナラサルハ其缺點ナリトス故ニ斯ノ如キ配置ハ内部ニ於テ充分ナル繫留地乃チ内港ヲ具フル場合ニ施スモノニシテ專ラ船舶ノ出入及ヒ一時碇繫ヲ便ナラシムルニ外ナラス大阪アムイデン(Ymuiden)バタビヤ(Batavia)等ハ其最も顯著ナルモノニシテ其他形狀ノ之ニ類似スルモノハ河口工

事ニ多シ此等ニ付テハ後編ニ於テ詳述スヘシ又タインマウス (Tynemouth) アバー
ダーン (Aberdeen) 港等ノ如キハ其中間ニ屬スルモノニシテ併セテ河口改良ノ章ニ
至リ再述スル所アルヘシ

(ホ)ハ専ラ天然ノ地勢ヲ利用スルノ考案ニ出テタルモノニシテゼノア (Genoa) カル
タデーナ (Carthago) タラゴウナ (Taragona) 等ノ諸港ハ其適例ナリ此種ノ配置ハ波浪ノ
侵入ヲ防クニ於テハ其功多シト雖モ出入船舶ハソレカ爲メニ迂回シテ航路ヲ取
ラサルヲ得サルニヨリ地勢ノ許ス限リ前後ノ防波堤ノ間隔ヲ大ナラシメ以テ其
不便ヲ除去スルト同時ニ港灣ヲ割リテ自然内外ト爲スヲ良計ナリトスアレキサ
ンドリヤ (Alexandria) 港ニ於ケル防波堤ノ配置乃チ是ナリ

(ハ)ハ深水ノ海岸ニ近キ場合殊ニ沿岸ニ於ケル潮流若ハ漂砂ノ路ヲ遮ル虞アル所
ニ適セリ然モ亦タ單ニ天然ノ地勢ニ據リ此配置ヲ施シ且ツ適宜ニ陸地ニ接續セ
シムルモノアリ馬耳塞ツリースト (Trieste) 等ハ其顯著ナル實例ナリ此配置ハ港口
ヲ左右ニ設ルコトヲ得ルノ利アリト雖モ亦堤頭陸地間ノ距離比較的僅少ナルカ
爲メ入港スル船舶ノ激浪ノ横撃ヲ受クルコトアルノ不利アリ故ニデラウウエア

(Delaware) 港ニ於ケルカ如ク遠ク海岸ヲ隔ツルトキハ之ヲ避クルコトヲ得ヘシト
雖モ更ニ防波ノ功用ヲ減スルノ虞アルヲ以テシカゴ (Chicago) 港ニ於ケル如ク更ニ
一條ノ島堤ヲ築キ其間ニ港口ヲ設クルカ又ハ(ト)ニ於ケル如キ配置ヲ爲ストキハ
此等ノ不利ヲ除却スルコトヲ得ヘシバフフロ (Buffalo) サンイェンヅルー (St. Jean de
Luz) 古倫母ドウバー等ノ諸港ハ其例ナリトス

(チ)ハ(ロ)ノ場合ニアリテ港口ノ幅ヲ減セスシテ港内ニ波浪ノ侵入ヲ防クヲ目的ト
スルモノニシテ船舶ノ出入ニ對シテハ便否相半ハスルモノナリトスセツト (Cette)
レグホルン (Leghorn) シンビタヘキヤ (Oivita Vecchia) 等ノ諸港ハ此種ノ例ナリ

(リ)ハ船舶ノ港口ニ向フニ當リ風浪若ハ潮流ノ横襲ヲ防クノ目的ニ出テタルモノ
ニシテ地勢ノ是ニ適スルトキ極テ有效ナル配置ナリトスコンスタンザ (Constanza)
ヲラン (Oran) アルジエー (Alger) 等ハ此種ノ重モナルモノナリ

以上ハ防波堤配置法ノ原則ヲ擧ケタルモノニシテ是カ實施ニ臨ンテハ地勢及ヒ
土地ノ狀況ヲ參酌シ分合折衷シテ適應スヘキモノトス

港口ノ位置 港口ノ位置ヲ定ムル上ニ於テハ左ノ數點ニ注意スルヲ要ス

一 港口ノ位置ハ港灣所在ノ地ニ起ル激烈ナル風浪ニ對シ岬角若クハ防波堤端ニヨリ庇覆セラルルヲ最良ナルモノトス否ラサレハ風向ニ正面セシムヘシ蓋シ船舶ハ入港ニ際シテ強烈ナル風浪ノ横撃ヲ受クルトキハ船體操縦ノ上ニ至大ノ困難ヲ生シ入港スルコト能ハサルニ至ルコトアレハナリ

港口ノ要件

一 港口ヨリ内ニ向ヒ船舶ノ操縦ニ必要ナル餘地ヲ存セサル可ラス殊ニ強風ニ際シ入港スル船舶ハ比較的高速度ヲ以テ港口ヲ經過スルニヨリ錨泊スルニ至ルマテニ要スル距離四千尺以上ナルヘキニヨリ直距二千尺餘ヲ得ルヲ可トス

一 強迅ナル潮流ノ港口ヲ横斷スルモノナキニ注意スヘシ
 一 港口ハ成ルヘク遠ク陸地ヲ距ツルヲ可トス蓋シ船舶ノ入港セントスルニ當リ其方向ヲ誤リ(船多クハ帆)正シク港口ニ向ヒ得サルトキニハ直ニ方向ヲ轉シ再ヒ港口ニ向フニ足ルヘキ餘地アルヲ要スルヲ以テナリ乃チ(ニ)ノ港口ハ(ハ)ニ比シ勝ル所多シ

波高ノ低減

港口ノ幅員 港口ノ幅員ハ港内水面ノ平穩ヲ維持スル上ニ於テ密切ノ關係ヲ有シ其面積ノ小ナルニ從ヒ港口モ亦之ヲ縮少セサルヘカラス蓋シ港内ニ侵入スル波浪ハ其狹隘ナル港口ヲ通過スルトキハ忽チ其高サヲ低減スレハナリ而テ其程度ハ專ラ港口ノ幅員ト港内面積ノ關係ニ存スルモノニシテ斯ノ如キ場合ニ對システベンソンハ左ノ如キ式ヲ案出セリ

$$h = \frac{H \sqrt{\frac{b}{B}}}{\sqrt{B}} \left(H + H \frac{\sqrt{\frac{b}{B}}}{\sqrt{E}} \right) \sqrt{D}$$

H ハ 港口ニ於ケル波ノ高サ(尺)

b ハ 港口ノ幅(尺)

h ハ 港口ヨリ D ノ距離ニ於テ低減シタル波ノ殘高(尺)

B ハ D ヲ半径トシテ描キタル孤線ノ長(尺)

本式ニ依レハ港口ノ波浪ニ對スル減殺程度ハ專ラ其幅員ト港腹ノ大小ニ依ルモ

港口ノ最小副員

港口ニ於ル流速

港口幅員ノ例

ノナリ
 港口ノ最小幅員ハ操船上ノ必要ニ依リ制限セラル、モノニシテ出入船舶ノ大小ニ依リ差アリト雖モ通常二百尺ヲ下ラサルヲ可トス但シ船入場ノ如キ規模ノ小ナルモノニ至リテハ三十尺内外ノモノ少ナカラス
 港口ニ於テ潮流ノ速度ヲ甚シク増加スルトキハ船舶ノ出入困難ナルノミナラス海底ニ異動ヲ生スルノ虞アルヲ以テ干満ノ差著大ナル地ニ於テ港口ノ幅員ヲ定ムルニ當リテハ其潮流ノ速度ヲシテ毎時約三湮ヲ超過セシメサルヲ可トス
 左表ハ大小ノ港灣ニシテ人工ニ依リ縮小シタル港口ノ例ヲ示スモノナリ

港名	面積(坪)	港口幅尺	
キングスタウン	二八〇、〇〇〇	七二〇	港内平穩ナラス
ラムズゲート	三六、〇〇〇	二〇〇	元ト三百尺ナリシヲ二百尺ニ縮少セリ
アムイデン	二五四、〇〇〇	八四〇	
アlicant	七八、〇〇〇	四〇〇	

アルジェー	二二一、〇〇〇	一〇〇〇	港内平穩ナラス
フラン	九〇、〇〇〇	四三〇	初メ六百尺ナリシモ後四百三十尺ニ縮少セリ
ラデッサ	四七〇、〇〇〇	九五〇	
マドラス	二六〇、〇〇〇	五一五	
バタビヤ	内八〇〇、〇〇〇 外四〇〇、〇〇〇	四七〇	港内平穩ナラス
大 阪	内一、四〇七、〇〇〇 外一、〇七〇、〇〇〇	六〇〇	
横 濱	一、四〇〇、〇〇〇	八〇〇	
ドウバー	八三〇、〇〇〇	八〇〇	港口ノ位置潮流ニ對シ宜シキヲ得ス
古倫母	八〇〇、〇〇〇	六〇〇	
小 樽	一、三〇〇、〇〇〇	九〇〇	

是ニ由リテ之ヲ觀レハ港口ノ幅員ト港内面積ノ比ハ固ヨリ一定セスト雖モ良好ナル結果ヲ奏スヘキモノハ專ラ各港灣ニ於ケル開敞ノ度ニ依リ定マルヘキモノ

トス而テ全ク大海ニ面スル港灣ニ在リテ港内ノ依テ稍平穩ヲ期スヘキ港口ノ幅員ハソノ一尺ニ對シ港内ノ面積約六百坪以上幅員十尺以上タルヘキモノトス

防波堤ノ構造

凡ソ波力ナルモノハ既ニ第三章ニ於テ記述セシ如ク專ラ波浪ノ高サ及ヒ速度ニ依ルモノニシテ其大サ水深ニ比シ僅少ナルトキハ水分子ノ回轉稍完全ニシテ其速度最モ大ナル部分乃チ水面ノ一小部分ニ於テ比較的高度ノ力ヲ有スルニ止マリ全體ニ於テハ故ラニ之ヲ激スルニ非サレハ其觸衝面ニ對スル動作モ殆ント水面ノ昇降ニ過キス然モ波浪ノ大サ水深ニ比シ稍大ナル場合ニ在リテハ波動ハ一變シテ波頭ヲ墜落セシメ絶大ナル壓力ヲ生スルコトアリ而モ衝突面ノ形狀ニ依リ更ニ其度ヲ異ニスルヲ以テ防波堤ノ構造ヲ定ムルニ當リテハ深ク考究ヲ要スルモノトス

構造ノ原則

防波堤ノ目的タル固ヨリ波浪ニ對抗シ其進行ヲ防止スルニアリ而テ其目的ヲ達スヘキ構造ヲ施スニ當リ二種ノ原則アリ

海濱ノ勾配

第一 波浪ヲシテ傾斜面ニ騰奔セシメ其勢力ヲ削減スルコト
 第二 殆ント直立ノ壁面ニ衝突セシメ立處ニ防止スルコト
 以上ノ方法ハ海岸ニ於テ天然ノ状態ヲ觀察スルトキハ到ル處其實例ニ乏シカラサルヲ見ルヘシ乃チ第一ノ方法ハ砂礫ヨリ成ル海濱ニアリ第二ハ斷岩絶壁ニ類スルモノナリ
 今更ニ一步ヲ進メテ海岸ノ形狀ヲ觀察スルトキハ同一ノ海濱ニ在リテモ砂礫ノ細粗ニ依リテ渚ノ傾斜ヲ異ニスルヲ見ルヘシ乃チ砂粒ノ小ナルニ從ヒ砂濱ノ傾斜緩ニシテ礫石ノ類ニアリテハ最モ急ナリ而テ其斜度ハ大海ニ向テ全ク開敞セル海濱ニ在リテハ概ネ左ノ如シ
 細砂 三十分ノ一乃至六分ノ一
 粗砂 八分ノ一乃至四分ノ一
 砂利 五分ノ一乃至三分ノ一
 是レ唯其一斑ヲ示スニ過キサルモノニシテ同一ノ地質ニ在リテモ波浪ノ高及方向等ニ據リ其斜度ヲ異ニシ同一ノ場所ニアリテ激浪ノ爲メ暫時ノ間ニ其傾斜ヲ

五分ノ一ヨリ十分ノ一ニ變スルカ如キハ常ニ砂濱ニ於テ目撃スル所タリ」
湖岸若ハ江灣等ノ如キ比較的平穩ナル所ニ在リテハ固ヨリ前記ノ度數ニ比シ傾斜ノ度遙カニ急ナルモノナリ

捨石面ノ勾配

試ミニ粗石ヲ海中ニ投シテ築堤ヲ爲シ波浪ヲシテ天然平衡ノ状態ニ達セシムルニ於テハ石材ノ比重及ヒ各個ノ大小ニ依リ其傾斜ノ度ヲ異ニスルヲ見ルヘシ若シ更ニ堤面ニ作工ヲ加フルトキハ波動ニ對スル抵抗力ヲ増進スルニ依リ著シク前面傾斜ノ度ヲ加フルヲ得ルニ至ルヘシ

直立堤

直立堤ニアリテハ壁ハ波浪ノ全力ニ對抗スヘキモノナルニ依リ巨大ナル石材若クハ塊ヲ用ヒ且ツ其積疊ヲ緻密ニナシ個々脫出ノ虞ナカラシメサル可ラス亦タ其基礎モ隨テ強固ナルヲ要スルモノナリ

傾斜面ニ於ケル波浪ノ動作

前記兩種ノ防波堤ニ於ケル波浪ノ動作ヲ觀察スルニ第一ノ場合ニ在リテハ波浪ハ堤ノ傾斜面ニ於テ漸次水深ノ減スルニヨリ其波底ニ於ケル摩擦大ニ加ハリソノ斜面ヲ昇ルヤ波頭ハ堤上ニ墜落スルカ若ハ堤頂ヲ越エテ港内ニ入テ後止ム其動作激烈ナルトキハ捨石ヲ轉投シテ港内ニ打入レ又タ波向ノ堤ニ並行若ハ斜ナ

直立面ニ於ケル波浪ノ動作

ルトキハ堤ニ沿ヒ巨石ヲモ移動スルコト稀ナラス
第二ノ場合ニアリテハ波浪ハ堤面ニ衝突スルヤ波形忽チ一變シテ水塔ヲ成シ水平及ヒ上下ノ三方ニ向テ其壓力ヲ發生スルモノナリ而テ水平ノ方向ヲ有スル壓力ハ水面ノ附近ニ於テ最モ強クシテ堤ノ前面ノ垂直ヨリ離ル、ニ從ヒ之ヲ減スルコト射水ノ斜面ヲ打ツ場合ニ異ナラス上ニ向フ壓力ハ頗ル強烈ニシテステベ
ンソソノ觀測ニ據レハ或場合ニ於テハ水面ヨリ二十餘尺ノ高サニ於ケル此種ノ壓力ハ水平ノ方向ニ於ケルモノニ比シ實ニ八十餘倍ノ多キニ達スルコトアリトセリ乃チ燈臺ニ在リテ其水面ヲ抜クコト數丈ナルニモ拘ハラス燈籠ノ破壊セラ
ル、モノアルカ如キハ蓋シ此種ノ波力ニ依ルモノ多シ故ニ防波堤前面ノ形狀ヲ定ムルニ當リ其面以外ニ凸出セル構造ハ之ヲ避クヘキモノトス
飛揚スル波浪ノ一部ハ雷ニ前述ノ如クソレニ對抗スルモノニ向テ絶大ノ力ヲ現ハスノミナラス其堤上ニ墜落スル勢力ニ至リテモ亦タ之ニ減スルコトナク巨大ナル石材ト雖モ之ヲ押流スルコトアリ爲メニ粗石堤ノ破壊セラル、モノ多クハ上ヨリ打破セラル、ニ原因スルモノナリ是レ防波堤上部ノ構造ヲ堅牢ナラシメ

サル可カラサル所以ナリ
 下ニ向フ波力ハ其動作激烈ナルトキハ數尋ノ海底ニ達シ堤下ヲ洗掘シ甚シキニ至リテハ水面以下二十餘尺ニ於テ數噸ノ巨塊ヲ轉投スルコトアリ然モ普通ノ場合ニ在リテハ二十尺以上ノ水深ニ於テ一噸内外ノ捨石ニ移動ヲ生スルコト極メテ稀ナリ

直立堤ノ形
 狀

直立堤前面ノ形狀ニ就テハ由來論斷ヲ異ニスルモノアリテ弧形ヲ以テ其最モ適切ナルモノタルヲ説ク者ハ波動ニ於ケル水分子回轉ノ軌道畧圓形ナルヲ以テ障壁ノ前面ヲ弧形ニナストキハ能ク之ニ適應シ擊衝ヲ避ルヲ得ヘシト云フニアリ然ルニ凡ソ防波堤ニ襲來スル高浪ハ先ニ第三章ニ於テ説述セル如ク既ニ其性ヲ變セルモノナルニヨリ其激衝ヲ避クルニハ堤ノ前面ヲ傾斜スルノ一途アルハ前述ノ如ク實驗ノ示ス所タリ然モ直立堤ノ前面ヲ甚シク傾斜セシムルトキハ管ニ防波ノ効用ヲ缺クノミナラス普通ソノ基礎タル捨石ニ不同ナル沈定ヲ生スル場合ニハ堤下部ノ忽チ壞裂スルニ至ルコトアルハ實例ニ乏シカラス弧形ノ堤モ亦タ此缺點ヲ存スルノミナラス施工極メテ困難ナリ故ニ直立堤ノ前面ハ之ヲ垂直

階段面ニ於
 ケル波浪ノ
 動作

若クハ多少傾斜スルニ止ムルヲ以テ良法ナリトス

外面ニ於テ階段形ニ築造シタル堤ハ其例少シトセス此構造タルヤ各段毎ニ水深ヲ減シ每段直立ノ衝突面ヲ具フルニ依リ全體ノ波力ヲ減殺シ殊ニ逆降スル波浪ヲ更ニ碎破シ以テ基礎ノ洗堀ヲ防止スルニ有効ナリト雖モ階段ヲ成セル石材ハ自然載重ニ乏シク爲メニ個々脱出セラル、ノ虞アルハ其缺點ナリトス

防波堤ノ高
 サ

防波堤ノ高ハ干満ノ差、波浪ノ高サ、港内ノ面積、堤ノ構造等ニヨリ之ヲ定ムヘキモノニシテ單ニ防波ノ効用ヲシテ全タカラシムル上ニ於テハ其高サノ大ナルニ如カスト雖モ亦之カ爲メニ波力ヲシテ更ニ激烈ナラシムルハ勢ヒノ免カレサル所ナリ蓋シ波力ハ前述ノ如ク其上部ニ於テ比較的強烈ナルヲ以テ堤ノ高サヲ増ストキハ管ニ是ニ對抗スヘキ部分ヲ擴張スルニ外ナラサルノミナラス其反動ハ遠ク水面以下ニ達シ爲メニ堤ノ下層ニ於ケル構造ヲシテ一層堅牢ナラシムルノ必要ヲ生スルモノナリ故ニ大形ノ港灣ニアリテ專ラ防波ノ目的ヲ以テスル築堤ハ海面ヨリ甚シク高クスルヲ不利益ナリトス之ニ反シ防波堤ヲシテ通路若クハ岸壁等ニ併用セントスルトキハ碎波ノ甚シク堤ヲ越エサル高サト其ニ伴フ設備ト

堤ノ幅員

平面ニ於ケル形状

ヲ以テスルモノナリ

防波堤ノ幅員ハ堤ヲ強固ナラシムル上ニ於テハ固ヨリ其大ナルニ如カスト雖モ若シ内部ノ構造ニシテ外部ノソレニ伴ハサルトキハ反テ之ヲ脆弱ナラシムヘク通常堤上ヲ道路ニ併用スルノ目的ヲ以テ堤心ニ粗石ヲ詰メ堤ノ幅員ヲ増スカ如キハ劣等ノ構造ニシテ其破壊ノ原因トナルコト尠カラス

防波堤ノ平面ニ於ケル形状モ亦タ波力ヲ左右スルコト尠ナカラス乃チ其位置一直線ナルト屈曲若ハ弧形ナルトハ波浪ニ對シ堤ノ方向ヲ異ニスルモノナレハ其衝突力ニ差アルコトハ第三章ニ於テ述ヘタルカ如ク又直線ヲ成セル防波堤ハ波浪ニ多少斜ナルヲ利アリトスルコトハ本章ノ初メニ於テ之ヲ論セリ其他波浪ニ對シ凹狀ヲ爲ストキハ波高ヲ大ナラシメ凹部ニ激衝ヲ受クルノ不利アリト雖モ實際ニ望ミ其地勢ニ依リテハ避ルコトヲ得サル場合亦タ少ナシトセス要スルニ防波堤工事ノ設計ハ前數章ニ於テ説述セル如ク其施設ノ地ニ就キ詳ニ地勢ヲ觀察シ港内ニ所要ノ面積ヲ得ルト同時ニ船舶ノ出入及ヒ碇繋ノ便ニ稽ヘ防波ノ功用ヲ全カラシムヘキ配置ヲ施シ海底ノ深淺及地質工用材ノ多寡品質及採集ノ

防波堤ノ種別

便否等凡テ工事ニ關係ヲ有スル事項ヲ精細ニ調査シ其構造ヲ定ムヘキモノトス

防波堤ハ其構造ニ依リ大別シテ左ノ三種トス

第一 捨石防波堤

第二 直立防波堤

第三 混成防波堤

捨石堤 (E. Mound Breakwater) ハ粗石若クハ人造石ヲ堆積シテ造成セルモノニシテ波動ト平衡ノ状態ヲ維持スヘキ形状ヲ存シ間々水面附近ニ於テ作工ヲ加ヘ粗石ノ移動ヲ捍止スルノ構造ヲ施セルモノアリト雖モ多クハ石材ヲ投入ノ儘放置シタルモノタリ

直立堤 (E. Upright Breakwater) ハ海底ヨリ殆ント垂直ニ積築セル防波堤ナリ

混成堤 (E. Composite Breakwater) ハ粗石若クハ人造石ヨリ成ル捨石ヲ基礎トシ上ニ直立堤ヲ築造セルモノナリ

防波堤築造ノ濫觴ハ遠ク羅馬ノ時代ニアリテ之ヲ詳ニスルコトヲ得スト雖モ大形ノ港灣ヲ造成セル築堤工事ハ皆近代ノ施設ニ係ハリ自然構造最モ單純ナル捨

沿革

石堤ヲ始トシ漸次進化ヲ呈シ直立堤及各種ノ混成堤ヲ見ルニ至レリ左ニ其沿革ヲ略記スヘシ

近代ニ於ケル防波堤工事ノ先驅者ハ佛國ノ軍港シャープール(Cherbourg)タリ該防波堤ハ千六百八十七年ノ起工ニ係ハリ當時海中工事ニ關スル知識極メテ幼稚ナリシニヨリ各種ノ失敗ヲ重ネ屢工事ヲ中止シ漸ヤク試験的ニ其歩ヲ進メ千八百五十三年ニ至リ竣功ヲ告クルニ至レリ其學術上ニ貢獻セル所偉大ナリトス

千八百七年ニ至リ愛蘭ハウス(Houwh)港修築ノ舉アリハウスハ面積僅カニ六萬坪ニ過キサル一小港ナリト雖モ其名英國ニ於ケル築港工事ノ嚆矢トシテ知ラレタリ防波堤ハ全ク粗石ヨリ成ル捨石堤ニシテ千八百二十五年ニ至リ竣功セリ

千八百十二年ニ至リプリマウス(Plymouth)防波堤ノ築設ニ着手セリ是レ英國ニ於ケル大港灣修築ノ創始トス(第二四七頁 照)

千八百十七年ヨリ同三十六年ノ間ニハウス港ト略同一ノ設計ニヨリキングスタウン防波堤ヲ築設セリ(第二五一頁 照)

千八百二十九年米國ニ於テデラウェア(Delaware)防波堤ノ工事ヲ起セリ其構造ヲ

觀ルニ堤断面ノ形狀及ヒ粗石大小ノ配置等ニ於テ從來ノ施設ニ比シ進歩ヲ呈セルアリ本工事ハ後年米國ニ於テ築造セル幾多防波堤ノ模範ト成レリ(第二四四頁 照)

千八百三十二年ヨリ同四十一年ノ間ニ英國ノ一小港ホワイトヘーブン(White Haven)ニ於テ粗石ヲ以テ中埋メセル一種ノ直立堤ヲ築造セリ

千八百三十四年アルジエー(Alger)防波堤ノ工事ニ着手シ始テ大形ノ凝土塊ヲ以テ捨石面ノ防禦ヲ施ス構造ヲ成セリ(第二六一頁 照)

千八百四十七年ヨリ同七十一年ノ間ニポルトランド(Portland)防波堤工事成レリ其構造ハ依然粗石ヲ以テセリト雖モ著シク其重量ヲ増加シ一個三噸乃至七噸ノモノヲ多ク使用スルニ至レリ(第二四九頁 照)

千八百四十七年ニホーリーヘッド(Holyhead)アルダーニー(Alderney)等ノ防波堤ニ着手セリ(第三〇二頁及第三〇一頁 參照)

千八百五十年ニ至リ馬耳塞防波堤ヲ起工シ稍新規ノ構造ヲ創設シテ其他地中海ニ於ケル築港工事ノ模範ヲ成セリ(第三一〇頁 參照)

千八百五十七年ヨリ同七十一年ノ間ニドウバー(Dover)港ニ於テ始メテ純然タル

直立防波堤ヲ築造セリ(第二八一頁 照)

千八百六十九年ヨリ同七十三年ニマノラ(Manora)防波堤ヲ築造シテ傾斜積ノ方法及ヒ其利ヲ明示セリ(第三一九頁 照)

千八百七十年ヨリ同七十三年間ニアバーデーデン(Aberdeen)築港成リテ大形ノ袋詰混凝土ノ應用及ヒ布設ノ方法ヲ示セリニューヘーヴン(New Haven)ニュープリマウス(New Plymouth)フレーザーバー(Fraserburgh)等ノ諸堤ノ築造モ亦タ續テ同一ノ方法ニ據レリ(第二九〇頁 照)

千八百七十二年ニロスレーアー(Rosslaire)千八百七十七年ニバックキー(Buckie)千八百八十一乃至同八十四年ニウイックロウ(Wicklow)等ニ於テ水中場所詰混凝土ニヨリ防波堤ヲ築造セリ

千八百九十一年ニ至リコペンハーゲン(Copenhagen)及ヒハイスト(Hyest)ニアリテ中空ナル大形ノ混凝土塊ヲ造リ海ニ浮カヘテ所定ノ位置ニ運搬シテ沈下シ後混凝土ヲ以テ其内部ヲ填充スルノ方法ヲ實行セリ爾來此方法ニ據レルモノハビルバヤ(Bilbao)ヤープルグ(Zee Bruggen)小樽留前港等ノ防波堤ニアリテ其大ナルモノハ一個

ノ重量二千餘噸ニ達セリ

捨石防波堤

捨石防波堤ハ粗石又ハ混凝土塊ヲ所定ノ位置ニ投入若ハ沈下シ波浪ノ力ニ依リ又ハ人工ヲ以テ波動ト平衡スヘキ傾斜面ニ積ミ均ラシタルモノナリ
此種ノ築堤ハ常ニ多量ノ材料ヲ要シ其容積ハ水深ノ自乗ニ據リ増減スルヲ以テ用材ノ供給自在ナラサルヘカラス然モ其施設ノ容易ナルト海底ノ地質ニ關セサルハ其長所ナリトス

捨石防波堤ハ其用材ニ依リ之ヲ分チテ粗石及ヒ捨混凝土ノ二種トス

粗石堤 粗石堤(Rubble-mound Breakwater)ハ築造法ノ最モ簡單ナル防波堤ニシテ石材ノ饒多ナル地ニ在リテハ古來之ヲ築設セルモノ少ナカラス近世ニ至リテハ英國ノ諸港殊ニ米國ノ港灣ニ於テ多ク見ル所ナリ

此種ノ防波堤ハ人工ヲ以テ天然ノ渚ヲ模造スルニ外ナラス故ニ最モ適當ナル斷

捨石ノ量ハ
水深ノ自乗
ニヨル

捨石堤ノ種
別

粗石堤ノ形
狀

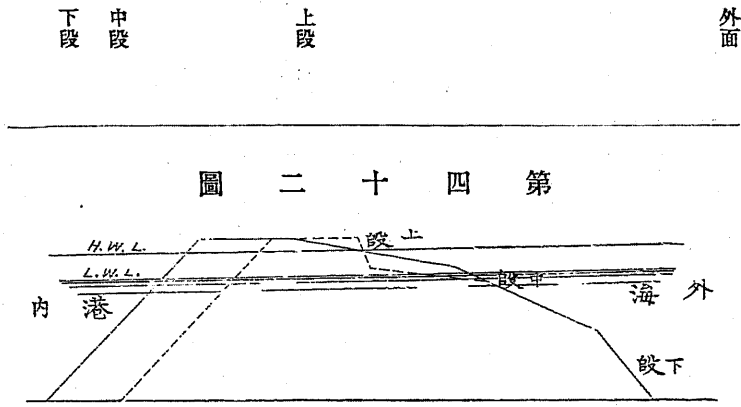


圖 二 十 四 第

面ハ其施設ノ地ト開敞ノ度ヲ同シクスル地方ニ於テ同種ノ
 石材ニシテ多年波浪ノ力ニ依リ動搖セラレ自然平衡ノ状態
 ニ達シタルモノニ依リ之ヲ定ムルヲ以テ良計ナリトス
 凡テ大海ニ面シ築設スル粗石堤ニ在リテハ堤ノ前面ニ三種
 ノ階區ヲ設クルヲ常トス乃チ第四十二圖ニ示ス如ク水面以
 上ヲ上段トシ水面以下凡ソ十二尺マテヲ中段トシ以下ヲ下
 段トス
 前記三段ノ内上中ノ二段ハ波浪ノ激衝ニ對抗セサルヘカラ
 サルニ依リ最モ堅牢ナルヲ要ス上段ニ在リテハ全部水面以
 上ニ屬スルニ依リ作工ノ容易ナルヲ以テ上圖ニ點線ヲ以テ
 描キタル如ク其上部ニ於テ堅固ニ積疊ヲ施シ併テ其背部ニ
 於ケル材料ヲ節約スルノ途ヲ講スルモノ多シ中段ニ至リテ
 ハ捨石面ノ法リヲ緩ニスルヲ以テ常トス下段ニアリテハ波
 力稍微弱ナルニ依リ一個一噸内外ノ捨石ハ殆ント天然ノ傾

斜ヲ保ツコトヲ得ヘシ

内面

内面ニアリテハ固ヨリ外面ニ比シ波力微弱ナルヲ以テ外面ニ於ケル中段ヲ存セ
 ス單ニ上下ノ二段ニ區分スルヲ以テ足レリトス

粗石ノ大サ

捨石ノ重量ハ波力ノ強弱ニ依リテ之ヲ異ニスヘキモノニシテ大海ニ面スル此種
 ノ防波堤ニ在リテハ上中段ニ於テハ凡ソ二噸乃至五噸ノモノヲ用ユルヲ以テ常
 トシ下段及ヒ内部ニハ半噸内外ノモノヲ以テ足レリトス最下層ニ至リテハ最小
 ノモノヲモ亦タ使用スルコトヲ得ヘシ

粗石大小混
用ノ利害

堤ノ表面ニ近ク大小ノ石材ヲ混用スルトキハ空隙ヲ減スルノ利アリト雖モ亦波
 浪ノ爲メニ小形ノモノ先ツ脱出セラル、トキハ隨テ巨大ナルモノニ移動ヲ生セ
 シムルノ虞アリテ其利害殆ント相半ハスルモノノ如ク諸説一定セスト雖モ極メ
 テ小形ナルモノト巨大ナルモノトヲ混用スルコトヲ避ケ一噸乃至三噸若ハ二噸
 乃至五噸ト云フカ如キ範圍内ニ於テ大小ヲ混用スルニ於テハ良好ナル結果ヲ得
 ヘシ

粗石ノ空隙

粗石ハ固ヨリ許多ノ空隙ヲ存シ其容量ハ粗石ノ大小混合ノ度合ニ依リ之ヲ異ニ

捨石ノ沈定

捨石ノ堤ト干満ノ關係

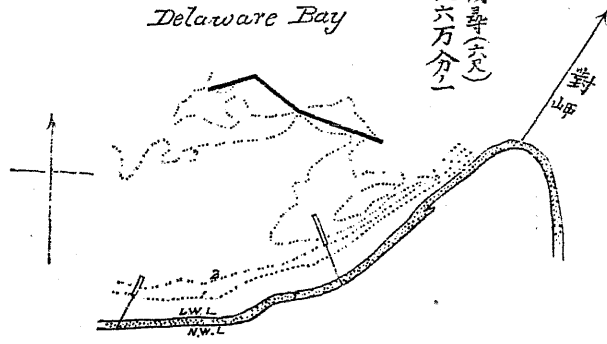
スルモノニシテ通常全量ノ半乃至三分ノ一ノ間ニアリ
 捨石ハ之ヲ投入スルニ及ヒ自然其重量ノ爲メニ定着シ當初ノ積量ヲ減スルモノ
 ニシテ殊ニ波撃ヲ受クルトキハ更ニ甚シクシヤール防波堤ニ在リテハ一時
 ニ三寸餘沈定セシコトアリト云フ若シ夫レ海底ノ軟弱ナル場合ニアリテハ豫メ
 精確ナル調査ヲ遂ケ其沈降ノ程度ヲ測定スルコト緊要ナリトス
 此種防波堤ノ構造ハ海潮干満ノ差ト多大ノ關係ヲ有スルモノナリ蓋シ其構造ノ
 最モ堅牢ナルヲ要スル上段ハ干満ノ差多キニ從ヒ其面積ヲ加ヘ且ツ之カ爲メ中
 段以下ニ於テ石材ノ數量ヲ増スコト頗ル多シトス
 左ノ數例ハ此種防波堤ノ顯著ナルモノナリ

デラウエーアー防波堤

デラウエーアー (Delaware) 港ハ米國東岸隨一ノ避難港

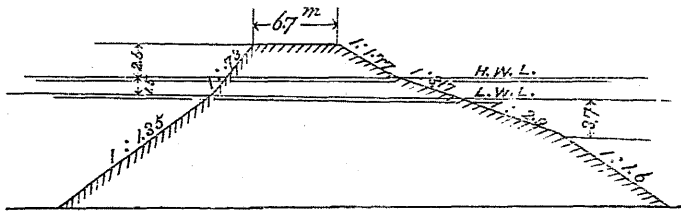
ニシテ千八百二十八年ノ起工ニ係リ其後幾度カ中止シテ千八百六十九年ニ至リ
 漸ク南北二條ノ島堤ノ築造ヲ竣ヘリ(圖參照)北堤ハ延長千三百六十尺ニシテ專
 ラ流水ヲ防クノ目的ニ出テ南堤ハ二千五百六十尺トシ是ヲ以テ東北ヨリスル波

第四十三圖

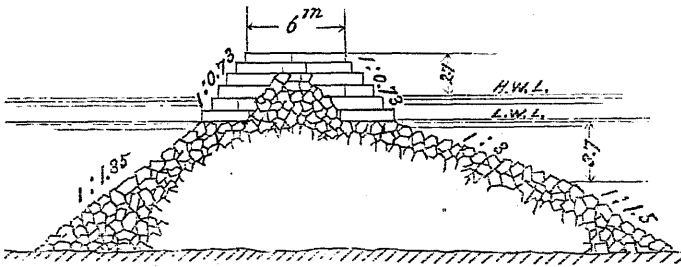


深淺尋(元) 縮尺六万分一

第四十四圖



第四十五圖



延費
工費

浪ニ對抗セシムルモノトス兩間堤ニ存セシ千三百八十尺ノ離間ハ千八百八十三年ニ至リ之カ接續工事ニ着手シ全延長五千三百尺ノ一大島堤ヲ造成セリ其總工費凡ソ六百萬圓ニ達シ乃チ延長一尺ニ付千百三十二圓餘ナリトス

該防波堤タルヤ最舊ノ部分ハ七十餘年ノ星霜ヲ經過シ其間波浪ノ爲メニ漸次現形ヲ成セルモノニシテ此種防波堤ノ模範タリ只其地勢ノ大海ニ面セサルニ依リ開敞ノ度大ナラサルハ遺憾トスル所ナリ

堤ノ法リ

粗石ノ比重

重量

第四十四圖ハ該堤中最モ激浪ノ衝ニ當レル部分ナリ是ニ由テ之ヲ觀レハ中段ハ干潮以下十二尺ニ達シ法リハ下段ニ於テ一割六分中段ニ至リ三割二分ナリトス本工事ニ使用セシ石材ハ比重約二・七ニシテ外部ニハ一個二噸乃至五噸ノモノヲ用ヒ上段ニハ三噸乃至十噸ノモノヲ積疊セリ其容積ニ就キ計算ヲ試ムルニ堤一立坪ニ石材九・七噸ヲ要セシモノノ如シ

新避難港

米國政府ハデラウエアー江ニ於テ更ニ避難港ヲ築造スルノ目的ヲ以テ前記ノ箇所ヨリ北方ニ當リ二哩餘ヲ隔テ延長七千九百尺ニ互レル防波堤ヲ築造セリ其庇覆スル所ノ面積ハ約九十五萬坪ニシテ優ニ一千艘ノ船舶ヲ碇泊セシムルコトヲ

新舊工費ノ
比較

得ルモノトス該堤ノ断面ハ第四十五圖ニ示スカ如クニシテ其施工ニ當リテハ專ラ船舶ヲ用ヒ下段ニ於ケル石材ハ總テ千四百噸積ノ底開船ニテ之ヲ運搬且ツ沈下シ中段以上ハ千五百噸積ノ石積船ニテ揚力十五噸ノ蒸氣起重機ヲ備ヘ成ルヘク人力ヲ除クノ方法ヲ講セシニヨリ舊堤ニ在リテハ石材一噸ニ付五圓ヲ要セシニ比シ新堤ニ於テハ僅カニ其半額ニシテ足レリト云フ此レ專ラ工費用諸器械ノ進歩セシニ依リテナリ

此種ノ防波堤ニシテ米國ニ在ルモノハポイント、ジウチス(Point India)及ヒサンデーベイ(Sandy Bay)ニ於ケル避難港其他サンペーゾ(San Pedro)築港ニ於テ之ヲ見ル所タリ

港内面積
堤ノ延長

プリマウス防波堤 プリマウス(Plymouth)港ハ英國ノ南部ニ在リテ軍用及ヒ避難ノ目的ヲ以テ築造セル一大港灣ニシテ面積二百四十五萬餘坪ニ達シ其防波堤ハ第四十六圖ニ示ス如ク灣口ニ横ハリタル淺所ヲ利用シ築設セシモノニシテ延長五千百餘尺ニ亘ル一大島堤ナリ

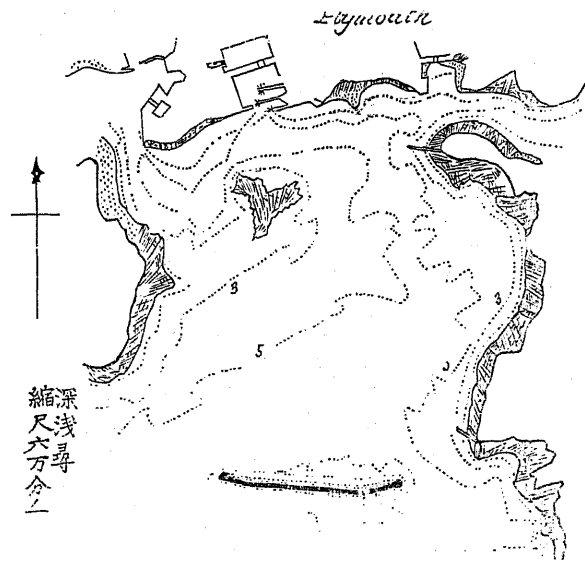
工費
功程

堤ノ構造

維持費

堤頭

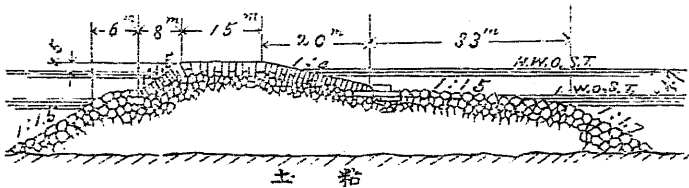
圖 六 十 四 第



該工事ハレニー(Sir John Rennie)ノ設計ニ係ハリ千八百十二年ニ起工シ千八百四十八年ノ頃ニ至リテ竣功セリ其工費ハ實ニ一千五百萬圓ニ達セリト云フ乃チ堤一尺ニ付平均約三千圓ニ當リト云フ乃チ堤一ノ最大功程ハ捨石三十七萬噸ナリシト云フ石材ハ港灣ノ附近ニ於テ之ヲ採掘シ軌道ニヨリ搬出シ開底船ニ積ミ所定ノ个所ニ放下セシモノナリ

該堤ハ東南及ヒ西南ノ間全ク大海ニ面シ波浪激烈ニシテ始メ中段ニ於テ約三割ノ法ヲ以テ堆石セシモ其ノ後干満ノ中間ニ於テ二噸乃至五噸ノ石材ヲ外側ヨリ港内ニ打入レラレシヲ以テ爲ニ外側ハ約五割

圖 七 十 四 第



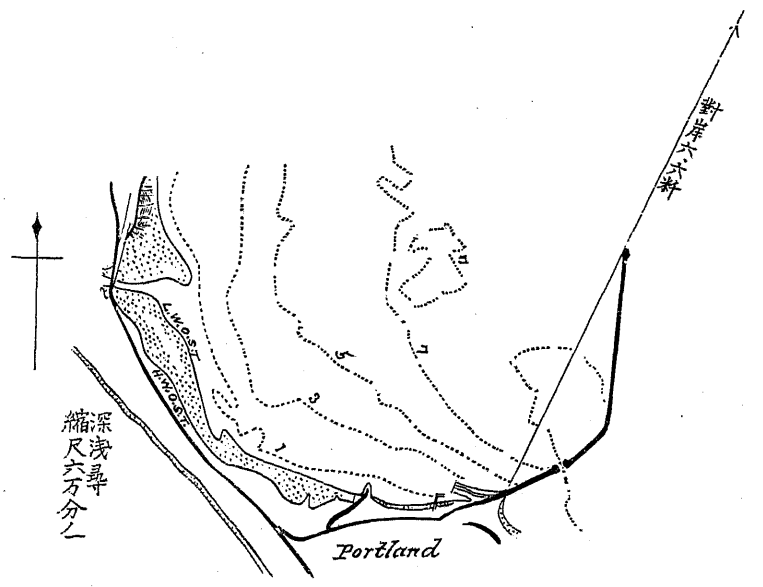
ノ法ヲ成スニ至レリ是ニ於テ中段上部ノ法ハ總テ之ヲ五割ト爲セリ堤ハ初メ高サ干潮面上十尺上幅二十尺ノ設計ナリシモ工事中數度ノ被害ニ鑑ミ高サニ於テ更ニ十尺ヲ加へ上幅ヲ五十尺トシ上段ニハセメントヲ用ヒ第四十七圖ニ示ス如ク花崗石ヲ以テ張石ヲ施スコト、ナセリ其構造一見堅牢ヲ極ムルカ如シト雖モ大西洋ヨリ襲來スル激浪ハ屢々干潮以下十尺ノ深サニ於テ捨石ヲ攪亂シテ港内ニ打チ入レ又ハ海底ニ墜落セシムル等被害頗ル多ク年々捨石ヲ投シ其修補ヲ施スノ必要アリ其費用一箇年延長一尺ニ付平均四圓五十錢ニ達スト云フ

堤頭ハ切石ヲ以テ圓形ニ之ヲ築造シ港燈及ヒ立標ノ設置ニ供セリ

ポルトランド防波堤

ポルトランド (Portland) 港ハ英國

圖 八 十 四 第



南部ノ要港ニシテ軍用及ヒ避難ニ併用シ天然ノ勝地ニ比較的僅少ノ人工ヲ加ヘタル面積二百萬坪ヲ有スル良港ナリトス

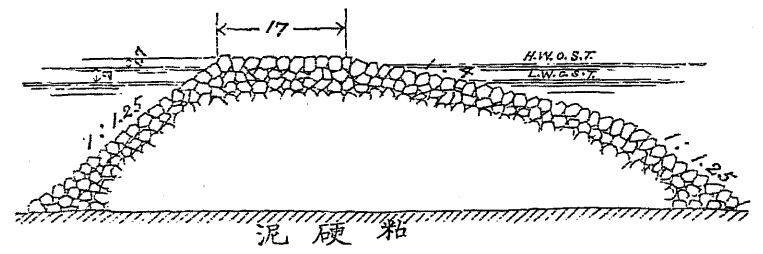
防波堤ハ第四十八圖ニ示ス如ク延長千七百餘尺ノ半島堤ト六千四百餘尺ノ島堤ヨリ成リ其間ニ百二十尺ノ離間ヲ存セリ

該工事ノ着手ハ千八百四十七年ニ在リシト雖モ石材ノ運搬ハ専ラ陸送ニ頼リシヲ以テ假棧橋架設等ニ勤ナカラサル日子ヲ費シ捨石工事ハ漸ク千八百四十九年ニ始マリ千八百七十一年ニ完成セリ其ノ最大

維持費

工費

圖 九 十 四 第



功程ハ一個年捨石五十五萬噸ニ及ヒシト云フ

粗石ハ比重平均二、四ニシテ概ネ三噸乃至七噸ノモノヲ混用セリ堤ノ断面ハ第四十九圖ニ示ス如クニシテブリマウス堤ニ比シ同一水深ニ於テ比較セハ同一ノ上幅ヲ有セリト雖モ構造堅牢ナラサルハポルトランドノ地勢タル僅カニ英佛海峡ニ向テ開敞シ波浪ノ動作激烈ナラサルニ由ル然モ捨石ノ轉投ハ多少之ヲ免カレス爲メニ一個年延長一尺ニ付平均凡ソ五圓ノ維持費ヲ要スト云フ該工事ノ費用ハ一千三十四萬圓ニ達セリ乃チ堤一尺ニ付平均約千二百七十圓ナリトス

半島堤ハ阜頭ニ併用スルヲ以テ島堤ト稱其構造ヲ異ニセリ之ニ關シテハ後章ニ於テ詳説スル所アルヘシ

キングスタウン防波堤 キングスタウン(Kingstown)

地質

港ハ愛蘭ノ東岸ニ在リテ英國ト交通ノ衝點ニ當ル樞要ノ地タリ該港ノ防波堤ハ第五十圖ニ示ス如ク延長四千二百八十尺及ヒ五千九百九十尺ニ達スル二條ノ半島堤ヨリ成リ其抱圍スル所ノ面積三十萬坪ニシテ港口ノ幅員ハ凡七百五十尺トスキングスタウンノ地タルヤ海底砂ヲ以テ岩盤ヲ掩ヒ防波堤ヲ築設スルトキハ港内埋没ノ虞アリトシ當時之ヲ危ムモノ多カリシト雖モ遂ニ前顯レニ一ノ設計ニ基キ之ヲ決行スルニ至リ千八百十七年ニ着手シ同三十六年ニ至リテ竣功セリ爾來甚シキ異狀ヲ呈スルコトナク僅ニ東北風ニ際シ港口ニ多少砂ノ堆積シ且ツ東堤ノ外側ニ於テ少シク陸地ノ前進セシコトアルニ止マレリト云フ是レ全ク該沿海ニハ岩石多クシテ甚シキ漂砂ノ存セサリシニ外ナラサルヘシト雖モ亦タ開敞ノ度少キト港口ニ於ケル水深凡ソ二十三尺ニ達スルヲ以テ波動ニヨリ海底攪亂ノ憂ナク加フルニ潮流ノ作用其宜シキヲ得タルニ因ルモノナラン

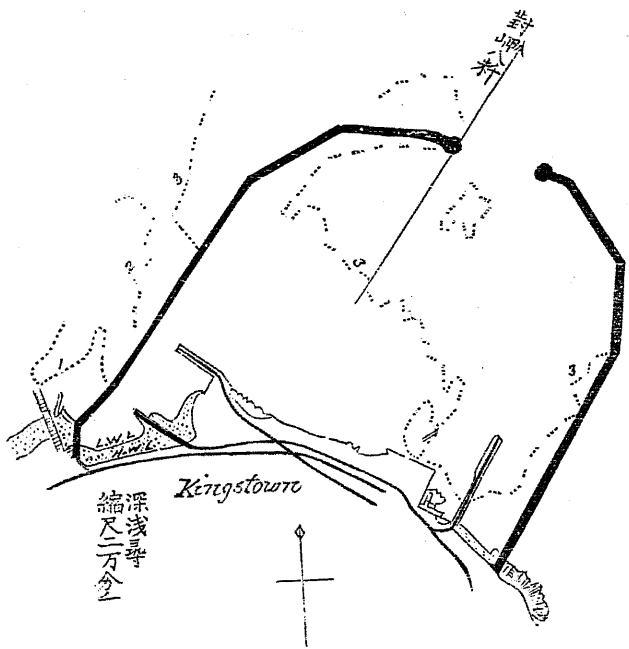
築堤ニハ悉ク花崗石ヲ用ヒ第五十一圖ニ示ス如キ斷面ニ施工セリ其上部ノ構造ハ該堤ヲシテ純然タル捨石堤タラシメスト雖モ亦タ以テ混成堤トナスヘキモノニ非ルナリ

堤ノ構造

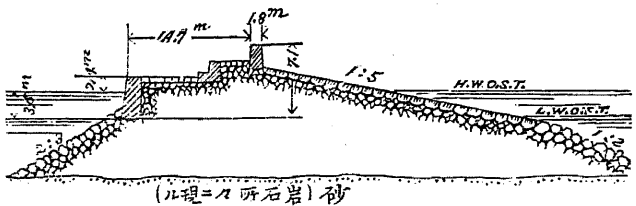
粗石ノ重量

捨石ニハ一個四分ノ一乃至十噸ノ粗石ヲ投入シ波浪ノ爲メ凡ソ五分ノ一ノ法リ

第五十圖



第五十一圖



ニ打ち均サル、ヲ待テ上ニ張石ヲ施シタルモノニシテ頗ル堅固ナル構造ナリト

云フヘシ然モ東堤ハ其正面ニ當ル對岸ノ距離百哩餘ニシテ東北風ニ際シテハ激浪ノ爲メ捨石ノ轉投セラル、コトアリト云フ

粗石ハキングスタウンヨリ三哩ヲ隔ツル採石場ヨリ之ヲ陸送シ軌道ニ依リ投入シタルモノナリ

粗石ノ投入
工費

港口

堤ノ上部ハ之ヲ通路ニ併用シ滿潮ヲ抜クコト約八尺ニシテ上ニ胸壁ヲ設ケタリ築堤ノ工費ハ七百萬圓ニ達シ堤ノ延長一尺ニ付平均約七百四十圓ニ當レリキングスタウン港ハ維持ニ於テハ前述ノ如ク甚シキ困難ヲ感セサルモ港口ノ幅員過大ニシテ激浪ニ際シ港内ニ波浪ノ侵入スルコト尠カラス爲メニ港内ノ全ク平靜ナルコトヲ得ル能ハサルノ缺點アリ

面積

バタビヤ防波堤

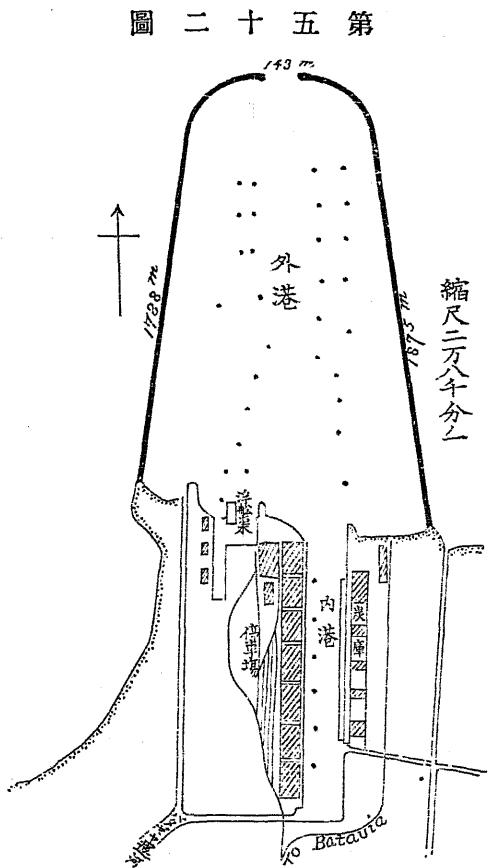
バタビヤ(Batavia)港ハ蘭領瓜哇島ニアリ其修築工事ハ千八百七十六年ニ着手シ千八百八十三年ニ至リ竣功セリ其設計ハ第五十二圖ニ示ス

如クニシテ内港八萬坪及ヒ外港四十萬坪ヨリ成ル一大人造港タリ

バタビヤノ地タル瓜哇海ニ面シ東印度列島ノ間ニ在リテ開敞ノ度多大ナラスト

海底

縮尺二万八千分一



圖二十五第

雖モ海底ハ柔泥ヨリ成リ其層二十乃至三十尺ニ達シ殊ニ軟弱ヲ極メ此種ノ築堤工事ニ於テ頗ル觀ルヘキモノナリトス

防波堤ハ東西ノ二條ニシテ東堤ハ延長六千九百九十尺西

堤ノ延長

堤ハ五千九百尺トシ港口ノ幅員ハ四百六十二尺トス

堤ノ構造

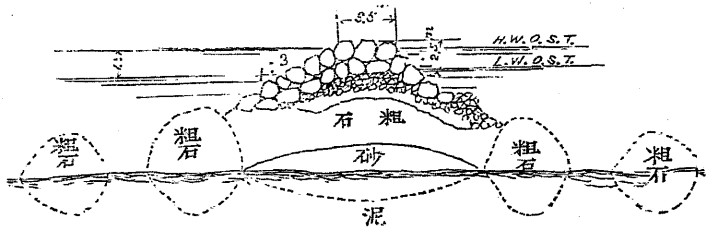
該堤ノ構造ハ第五十三圖ノ断面ニ示ス如ク專ラ粗石ヲ使用セルモノニシテ其投入ニ先チ海底ノ没入ヲ防クノ目的ヲ以テ豫メ堤ノ左右ニ粗石ヲ投シ其柔泥ヲ左右ニ排シ以テ捨石ノ移動ヲ防止シ且ツ多量ノ砂ヲ堆積シテ堤心ヲ造リ此ニ粗石

捨石ノ沈

粗石ノ價

工費

圖 三 十 五 第



及ヒ珊瑚ノ磐片ヲ置キ更ニ一噸乃至五噸ノ粗石ヲ以テ之ヲ掩ヘリ然モ海底ノ没入ハ容易ニ底止セス其甚シキ個所ニ至リテハ六乃至十尺ニ達シ殊ニ東堤ノ没入ハ今尙ホ止マスシテ年々百六十立坪内外ノ捨石ヲ補フコトヲ要スト云フ第五十三圖ニ點線ヲ以テ示セルハ海底ノ没入ヲ現ハセルモノニシテ畧、竣成當時ノ状態ナリトス

石材ハバタバヤヲ去ル五十六哩ノメラク島ニ於テ採掘シタルモノニシテ一立坪ニ付價殆ント三十六圓ニ達セリ我横濱港ニ於ケル防波堤ニ在リテモ亦タバタバヤニ於ケル如ク柔泥ノ海底ニ於ケル捨石ノ没入ヲ豫防スルノ法ヲ探レリ

防波堤ノ總工費ハ約四百三拾萬圓ニシテ堤一尺ニ付平均三百五十餘圓ニ當レリ

捨石堤ノ他用

捨石堤ハ純然タル防波堤ニ用ユル外導水堤及ヒ防砂堤等ノ築設ニ應用スルコト稀ナラス而テ其河口改良工事ニ屬スルモノハ後章ニ譲リ左ニ江口ノ改良ニ於ケル此種ノ一大築堤ノ實例トシテガルベストン港ノ修築ニ關シ記載スヘシ

ガルベストン防波導水堤

ガルベストン (Galveston) 港ハ米國テキサス州ニ

在ル一大江灣ニシテミスシツビー河口ノ以西唯一ノ港灣トシテ該地方ニ於ケル物貨集散ノ地タリ然モ其灣口ニハ漂砂堆積シテ航路ニ於ケル水深僅カニ十一尺ニ過キサリシヲ以テ同國政府ニ於テ三十餘年來鉅萬ノ工費ヲ投シテ之カ改修ヲ圖リ屢、失敗ヲ重ネタル後千八百八十六年ニ至リ設計ヲ確定シ爾來工事ヲ繼續シテ先年漸ク完成スルニ至レリ

灣口改修ノ設計ハ第五十四圖ニ示ス如クニシテ二條ノ突堤ヲ遠ク海中ニ達セシメ退潮ヲ利用シ又ハ必要アルニ際シテハ浚渫ヲ施シテ淺所ヲ洗掘スルノ方法ヲ探レリ

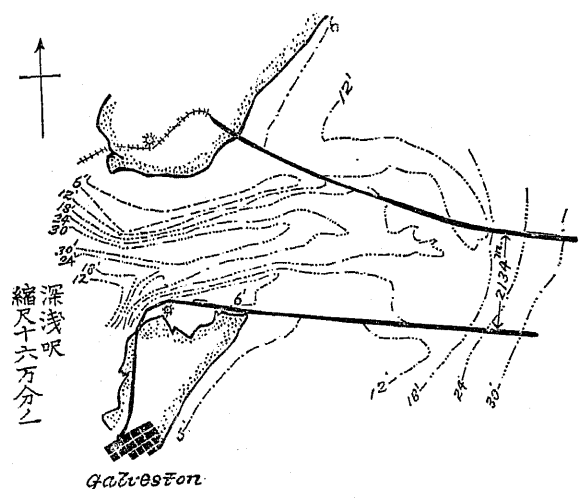
該地方ハ海潮ノ干滿微弱ナルニモ拘ハラズ灣内廣濶ナルヲ以テ灣口ヲ通過スル

設計

水量ノ多大ナルニヨリ好結果ヲ奏シ本工事ニヨリ爾來淺所ニアリテモ水深實ニ二十尺ノ大キヲ得ルニ至レリト云フ斯ノ如キ地ニ在リテハ漂砂ハ灣内ヨリ多量

堤ノ延長
構造

圖 四 十 五 第



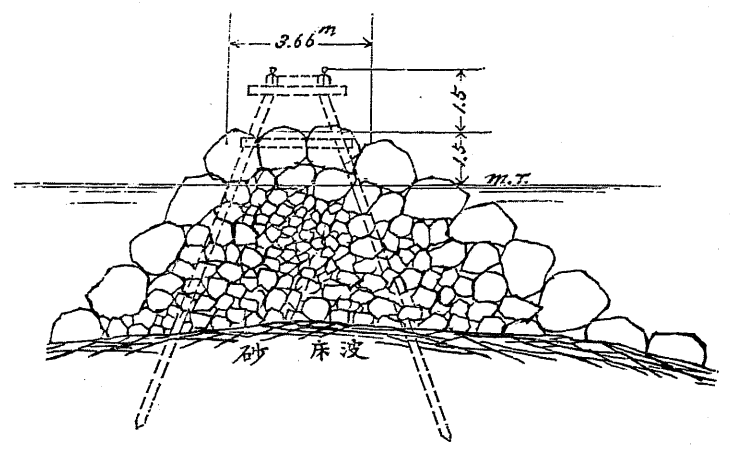
ニ吐出スルモノニ非ラサルカ故ニ兩堤間ニ一度充分ノ水深ヲ與ヘ堤端ヲシテ遠ク波浪攪亂ノ區域外ニ達セシムルトキハ堤ノ外側ニ於ケル陸地ノ急速ナル前進ヲ爲サ、ル限リハソノ水深ノ維持ニ於テ甚シキ困難ナキモノトス
北堤ハ延長二萬六千六百餘尺南堤ハ三萬八千五百五十尺ニシテ水深三十尺ノ個所ニ達ス其構造ハ第五十五圖ニ示ス如ク悉ク粗石ヲ用ヒ其施工ノ方法ハ圖中點線ヲ以テ示ス如キ假棧橋ニ鐵道ヲ布設シ是ヨリ先ツ比重二〇内外ノ砂石ヲ投下シテ堤心

粗石ノ重量

試驗工事

粗石ノ運搬
下價

圖 五 十 五 第



ヲ造リ其上ニ更ニ一個五噸以上ノ花崗石ヲ堆積セリ

ガルベストンハ石材ニ乏シキ地ナルヲ以テ始メ突堤ヲ築造スルニ當リ凡ソ二立坪ノ函ニ砂ヲ詰メタルモノヲ用ヒタルモ幾許ナラスシテ波浪ノ爲メ其形跡ヲ止メサルニ至リ後沈床ヲ用ヒ上ニ混凝土塊ヲ置キシモ是亦海蟲ノ侵蝕スル所トナリ已ムヲ得ス遂ニ全然石材ヲ用ユルコト、ナセリ而テ現ニ使用シタル砂石ハ百五十哩花崗石ハ二百五十哩ノ陸送ヲ爲セルモノニシテ其費用ハ一噸ニ付砂石ハ四圓七拾錢花崗石ハ平均八圓五拾錢ニ當レリ

該工事費ハ總額千四百六拾萬圓ニ達シ内約

百三十拾萬圓ハ工事着手ノ前後ニ於テ試ミシ浚渫其他各種ノ試験的工事ト失敗ニ費セシモノナリ

粗石堤ノ缺點

以上列記セルモノ、外此種ノ防波堤ニシテ尙ホ若松、熱田、プレス、ケーブタウン、タンビコ、コロ、ポイント、ジュニス、リツチモンド、サンデー、ベイ、ゼノア等ノ諸港及ヒ河口工事ニ於テ施設セシモノ少ナカラス何レモ年々多少ノ粗石ヲ補充スルノ煩ヲ免レサルハ此種防波堤ノ一大缺點ナリトス

其構造

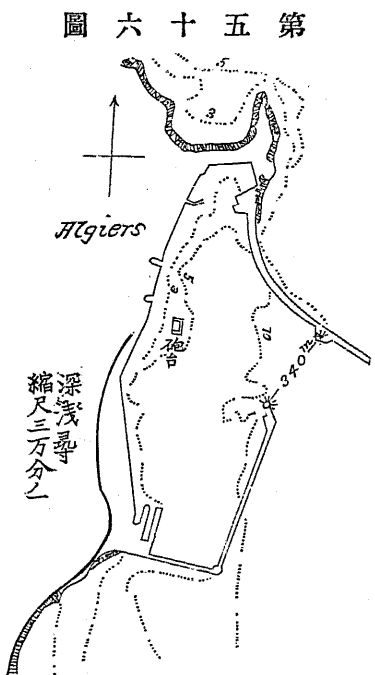
捨混凝土堤 捨石防波堤ノ一種ニシテ良好ナル石材ヲ得ル能ハサル地ニ於テ殊ニ工事施設ノ急速ヲ要スル場合ニ在リテハ混凝土塊ヲ投入シテ築堤ヲ爲スコト亦少ナカラス此レ則捨混凝土堤(E' Concrete-Mound Breakwater)ナリトス其構造ハ單ニ所定ノ大サニ造リタル混凝土塊ヲ普通捨石ノ如ク堆積スルニ在リ而テ地方ニ依リテハ石材饒多ナルモ巨大ナルモノヲ得ルニ困難ナル場合ニ在リテハ塊ヲ節約シ且ツ空隙ヲ少ナカラシムルノ目的ヲ以テ堤ノ下部及ヒ堤心ニ粗石ヲ用ヒ之

面積

レヲ掩フニ巨塊ヲ以テシテ波浪ニ對抗セシムルノ方法ヲ施スコトアリ乃チ粗石及ヒ塊混用ノ築堤ニ外ナラス左ニ掲クル二三ノ例ハ此種防波堤ノ顯著ナルモノナリ

アルジェー防波堤

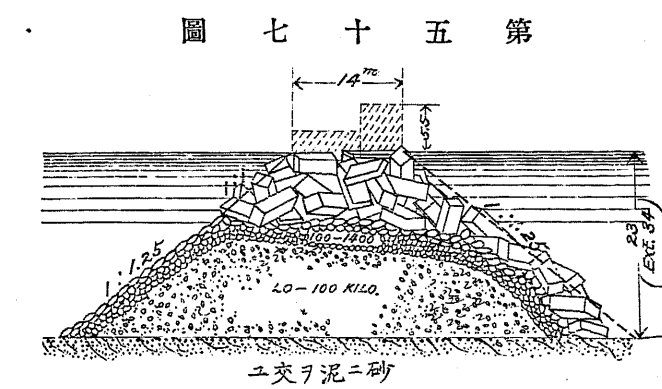
アルジェー(Algiers)港ハ往時一小港ナリシカ千八百三十年アルジェー國ノ佛領トナリタル時始メテ増築工事ヲ起セシモノニシテ其防波堤



第五十六圖

ハ南北二條ヨリ成リ港内ノ面積二十六萬餘坪トス(第五十六圖) 該防波堤ハ佛國ノ技師ポアレル(Poirel)ノ設計ニ係リ實ニ此種築堤ノ嚆矢ニシテ且ツ佛國ニ於テ大形ノ混凝土塊ヲ築港工事ニ使用セシ創メナリトスポアレルノ始メテ該工事ニ着手スルヤ天然

ノ石材ヲ以テ捨石工事ヲ施セシモ幾許ナラスシテ激波ノ爲メニ轉投セラレ法リ



第五十七圖

六割ニ均ラサレタリ是ニ於テ人造石ヲ使用スルノ一途アルヲ覺知シ約六百立尺ノ塊ヲ造リ第五十七圖ノ如ク粗石ノ上ニ堆積シ以テ漸ク波浪ニ對抗セシムルコトヲ得タリ而モ當時捨石ニ於ケル波動ノ力ト水深ノ關係明カナラサリシヲ以テ當初淺所ニアリテモ大形ノ塊ノミヲ以テ堤ヲ築造シ漸ヤク經驗ヲ重ヌルニ及ヒ塊ヲ減セシニヨリ深水ノ部分ニ至リ却テ塊ヲ使用スルノ少ナキ奇觀ヲ呈セシノミナラス全堤ヲ通シ海面ヨリ海底ニ達スル迄堤ノ前面ニ亘リ塊ヲ投入セルカ如キハ巨材亂用ノ非難ヲ免レサル所トナレリ

塊ハ左ノ配合ニ依リ之ヲ製造シ一乃至二个月ヲ經テ沈下セリ

塊ノ配合

設計

- 石灰 一
- 火山灰 一
- 砂 一
- 碎石 三

地勢

設計ノ變更

海底

アルジェー港ノ地勢タル深水海岸ニ接シ地中海ニ向テ全ク開敞シ東北ノ烈風ニ際シテハ激浪回旋シテ防波堤ヲ襲撃シ其暴威ヲ逞フスルヲ以テ屢設計ヲ改メ又タ改築ヲ加ヘ初メ北堤ハ二千尺ナリシヲ東北風ニ際シ激浪ノ港内ニ侵入スルコト甚シキヲ以テ後年ニ至リ更ニ堤頭ニ於テ六百六十尺ヲ延長シ以テ港内ノ靜穩ヲ圖リ漸次現形ヲ成スニ至レルモノナリ。

斯ノ如ク堤ハ屢波浪ノ侵害ヲ受ケ改築數次ニ及ヒ第五十七圖ニ示ス如キ斷面ニ依リ漸ク波浪ト平衡ノ狀體ヲ保ツニ至レリ水深ハ平均八十尺ニシテ堤頭ニ至リ百十尺ニ達セリ此ノ如キ水深ニ於テ此種ノ防波堤ヲ築造セシコト該港ヲ措テ古來未タ他ニ其例ヲ見サル所ナリ殊ニアルジェーノ地タル海底堅固ナラス捨石ノ海底ニ没入セシコト六尺餘ノ多キニ及ヒシ個所アリト云フニ於テオヤ今第五十七

圖ノ断面ヲ以テブリマウス若ハポルトランドノ断面ニ比スルトキハ其左右ノ法
 リニ著シキ差アルヲ見ルヘシ是レ乃チ本章ノ初メニ於テ説述シタル捨石ノ大小
 ト法リノ關係ニ依ルモノニシテ用材ノ巨大ナルニ隨ヒ其數量ヲ減スルコトノ著
 シキヲ示スニ足ルモノナリ然モ亦此種防波堤ノ一大缺點トシテ記臆スヘキハ其
 巨塊ノ間ニ存スル空隙ノ大且ツ多キニヨリ餘波ヲシテ堤ヲ潜通シテ港内ニ侵入
 セシムルニアリテ面積廣大ナラサル港灣ニアリテハ其カ爲メ防波ノ效用全キヲ
 得ル能ハサルコトナリ

粗石ノ重量
 粗石ハ其大小ニヨリ之ヲ區別シ最下層ニハ〇・〇二乃至〇・一噸ノモノヲ中層ニハ
 〇・一乃至一・四噸上層ニハ一・四噸以上ノモノヲ用タリ其法リ及ヒ高サニ至リテハ
 第五十七圖ニ示ス如シ而テ又波動ノ激烈ナル部分ニアリテハ點線ヲ以テ示ス如
 ク二百二十餘噸ノ巨塊ヲ配置セリ

ポルトサイド防波堤

ポルトサイド (Port Said) 港ハ地中海ニ於ケル蘇士運

河口ニ在リ其地勢タルヤ連亘數里ノ砂濱ニシテ殊ニナイル河口ノ東ニ當リ強風

堤ノ延長

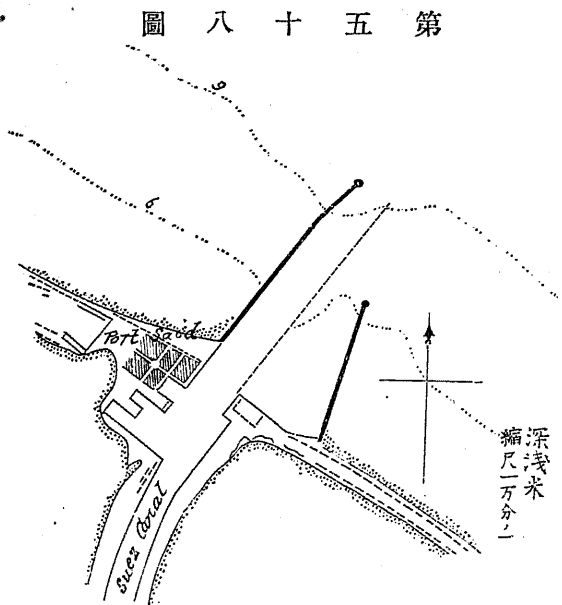
ニ際シテハ該河濁流ノ沈澱區域内ニ在リテ築設及ヒ維持ニ頗ル困難ヲ極メタリ
 防波堤ハ第五十八圖ニ示ス如ク東西ノ兩堤ヨリ成リ西堤ハ延長一萬尺東堤ハ五
 千二百餘尺ナリトス是レ該地ハ西北風最モ強烈ナルヲ以テ西堤ヲシテ遠ク海中

面積

深淺米
 縮尺一万分一

塊ノ大サ

第五十八圖



ニ突出セシムルコトノ必要ナルニ依レ
 リ港内ノ面積ハ十六萬坪ニ達セリ
 ポルトサイドノ地タル其附近ニ石材ノ
 乏シキカ爲メ粗石ヲ混用セシ部分ハ西
 堤ニ在リテ僅カニ海岸ニ近キ部分ニ於
 テ第五十九圖ニ示ス如ク堤心ニ小形ノ
 モノヲ用ヒシト運河開通ノ後ニ築造セ
 ル第六十一圖ニ示ス堤端ノ一部ニ過キ
 ス第五十八圖ハ西堤大部ノ断面ナリ
 塊ノ容積ハ三百六十立尺ニシテ其重量
 二十五噸ナリトス之ヲ製造スルニハテ

配合

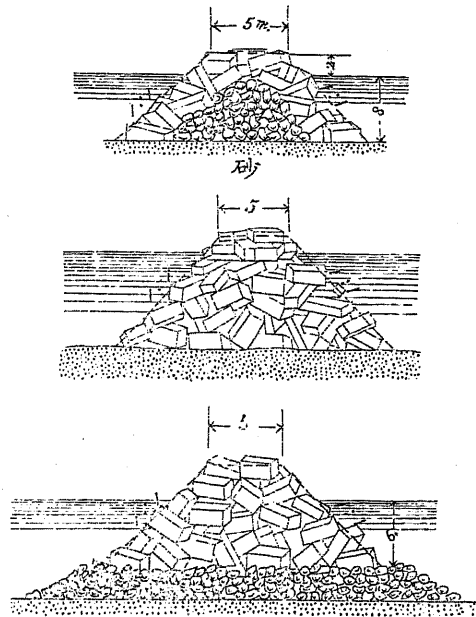
乾燥

堆砂

第五十九圖

第六十圖

第六十一圖



ル産水硬石灰及ヒ砂漠ノ砂ヲ用ヒ其配合ハ積量ニヨリ石灰一砂ニシテ海水ヲ以テ混合シ模型ニ放入シ二ヶ月乃至三ヶ月間空中ニテ乾燥シ後海中ニ沈下セリ其海水ノ作用ニ耐ヘスシテ破壊セシモノ尠ナカラスト云フ防波堤ハ海岸ヨリ殆ント直角ニ突出スルニ依リ沿岸漂砂ノ之ニ堆積スルコト甚シク西堤ハ運河

開通ノ後四年ニシテ既ニ維持ヲ危フシ更ニ千三百尺ヲ延長スルノ必要ヲ生セリ然モ爾後平衡ノ状態ニ達セシモノノ如ク淺所ノ前進極メテ遲緩ニシテ且ツ防波堤築設ノ當時塊ノ空隙ヲ通過シテ港内ニ侵入セシ漂砂モ亦々漸次其跡ヲ斷ツニ至レリ而テ現時ノ狀勢ヲ以テ推移スルトキハ尙ホ三百年ヲ維持スルコト敢テ難

浚渫

功程

塊ノ價

面積

堤ノ延長

塊ノ大サ

シトセサルモ不斷港口内外ノ浚渫ニ要スル費用尠ナカラスト云フ該工事ノ着手ハ千八百五十九年ニアリテ六ヶ年ニシテ完成セリ故ニ防波堤一ヶ年ノ工程ハ平均二千六百九十尺ニシテ其爲メニ投入セシ塊ノ數ハ實ニ四萬二千個ニ及ヘリ塊製造ノ費用ハ原料共ニ計算シテ一立尺ニ付約四十七錢ニ當リ而テ之ニ沈下及其他一切ノ費用ヲ加フルトキハ凡ソ一圓十錢トナレリ

アレキサンドリア防波堤 歴山港(Alexandria)ハ亞歷山時代ノ一小港ニ擴張ヲ加ヘタルモノニシテ其面積百七十萬餘坪水深五尋以上ニ達シ埃及國第一ノ良港ナリトス防波堤ハ第六十二圖ニ示ス如クフアロー島ノ南方ニ當レル淺所ヲ利用シテ築造セルモノニシテ同島ノ南端ヨリ凡ソ百三十尺ヲ隔テ稍陸地ト並行シ延長九千七百三十五尺ニ亘レル一大島堤ナリ其斷面ハ第六十三圖ニ示ス如ク混凝土塊ヲ以テ粗石堤ノ上部及ヒ外側ヲ掩ヒタルモノナリ塊ハボルトサイドニ於ケルカ如ク

圖 二 十 六 第

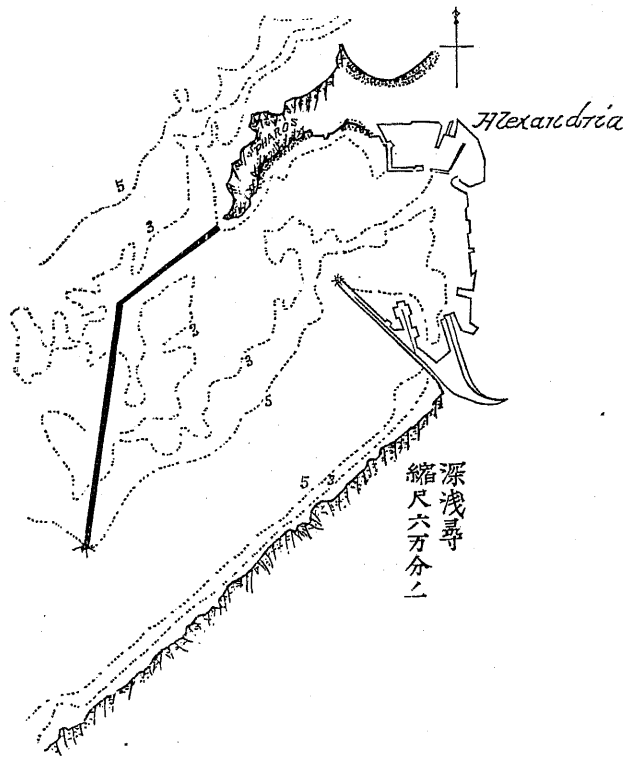
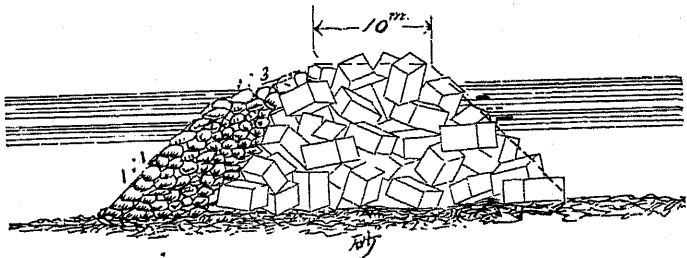


圖 三 十 六 第



配合

三百六十立尺ニシテテール石灰一砂及ヒ砂石五ノ配合ヲ以テ之ヲ造リ空中ニ置

施工法

クコト三ヶ月ニシテ沈下セリ
 該堤ノ築造ハ先ツ塊ヲ投下シテ其背部ニ粗石ヲ投シ其大ナルモノヲ以テ上部ノ法リヲ造レリ
 塊ハ工場ヨリ大舢船ニ移載シ所定ノ個所ニ至ルヤ浮起重機ヲ以テ之ヲ吊リ直ニ沈下セルモノナリ塊ノ揚卸ハ普通ノ丁字釣鐵ニ依ラス鎖錠ヲ用ヒ之ヲ塊ノ四隅ニ掛ケ取去ヲ便ニシ一日四十乃至五十個ヲ容易ニ沈下セリ
 粗石ハ歷山ヨリ四哩ヲ距ル、メツクスニ於テ採掘シ底開舢船ニ積ミ之ヲ運送シテ投入セリ

工程

防波堤ハ千八百七十年ニ着手シ二ケ年ニシテ竣功セリ乃チ一ケ年間ノ功程ハ堤ノ延長約千六百八十尺ニ達セリ
 該港ハ埠頭ニ依リテ内外ニ區分セラレ而テ該埠頭ハ之ニ船舶ヲ繫留セシムルノ外餘波ノ港内ニ侵入スルヲ防止スルモノナリ埠頭ノ構造ニ就テハ後章ニ至リ更ニ記述ス

防波堤、埠頭、岸壁其他諸般ノ設備ニ要セシ工費ハ約二千萬圓ニ達セリト云フ

大阪港防波堤

大阪港第六十四圖ハ大阪市ノ中心ヲ去ル四哩ナル天保山ニアリテ南北二條ノ防波堤ヲ以テ形成セラル南堤ハ延長一万四千六百四十尺北堤ハ九千二百二十尺別ニ内港防波堤ト稱スルモノ五千四百六十ニシテ其抱圍スル所ノ面積ハ百四十八萬坪ニ達シ其内百七萬餘坪ハ之ヲ外港トシ四十一萬坪ヲ以テ内港トス港口ハ幅六百尺ニシテ海岸ヲ隔ルコト約一萬尺トス

本港ノ地タル大阪灣ノ一隅ニ處シテ對岸ノ距離僅ニ三十餘哩ニ過キス故ニ灣内ニ起ル波浪ハ激烈ナラスト雖モ紀淡海峽ニ面スルニヨリ大海ヨリスル餘波ノ侵入スルコトアリ海底ハ遠淺ニシテ而モ柔泥ヨリ成リ其載荷力極メテ微弱ナリ防波堤ハ粗石ヲ以テ其下部ヲ造リ上ニ一個八噸ノ混凝土塊ヲ置ケリ而テ海底ハ前述ノ如ク柔弱ナルニヨリ捨石ハ忽チ埋没シテ第六十五圖ニ示ス如クナレリ其没入セル深サ二十尺餘ニ達セル個所アリト云フ

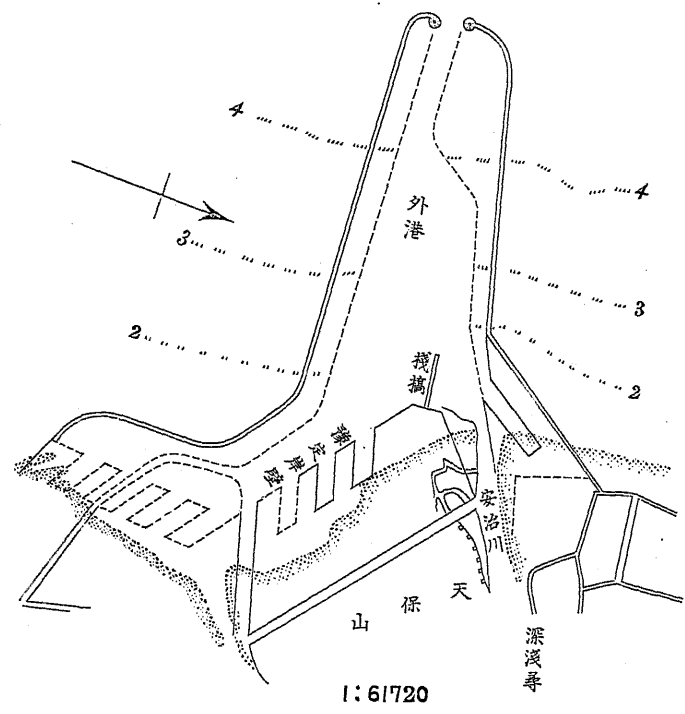
粗石ハ悉ク花崗石ニシテ海上六十五哩ヲ隔ツル地ニ於テ採掘シタルモノナリ其量五十五萬餘立坪ニ及ヒ堤ノ内部及下層ヲ造ルニ低廉ナル用材ヲ得サリシヲ遺

地勢

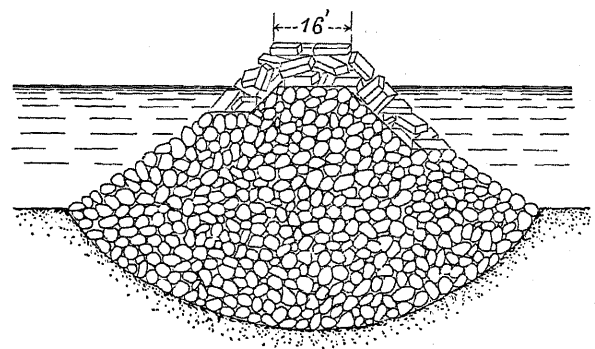
海底

用材

第六十四圖



第六十五圖



憾トスルモノナリ
捨石ハ上幅十六尺外法二割内法一割五分ニシテ其表面ニハ一噸乃至二噸ノ石材ヲ使用セリ

堤ハ築設後多少ノ沈降ヲ爲セルノ外甚シキ移動ヲ呈シタルコトアルヲ聞カス其維持極メテ容易ナリト云フ

南北兩堤ノ築設ニ要セシ費用ハ九百三十六萬八千四百六十餘圓ニ達シ堤一尺ニ付三百九十四圓餘ニ當レリ内港防波堤ハ一尺ニ付キ百十圓ニ過キス

此種ノ堤ノ他例

此種ノ防波堤ハ上記述シタルモノノ外リボウ、ブーラン、ピアリツ、ポルトエーリ、バスチャ等ノ諸港ニ在リ就中ピアリツ、ブーラン等ニ於テハ築造後被害少ナカラスト雖モ其他ニ於テハ何レモ良好ナル結果ヲ奏セリ

此法ノ得失

此種防波堤ノ長所ハ先キニ述ヘシ如ク單純ナル粗石堤ニ比シ多少用材ノ量ヲ減シ又タ築設ノ速カナルニアリ而テ其缺點トナスヘキモノハ先ニアルジェー港防波堤ニ關シ指摘シタルカ如シ

沈床堤

遠淺ノ海岸ニ於テ防波堤又ハ導水堤ヲ築造スルニ當リ海底悉ク砂若ハ泥ナルトキハ其下層ニ沈床ヲ用ユルコトアリ沈床ハ粗朶ヲ編ミ石材ヲ載テ之ヲ沈下スルコト普通ノ河川工事ニ使用スルモノト多ク異ナルコトナシ其性波浪ニ對シ之ヲ激スルコトナク漸次堆砂ノ被覆ヲ得テ能ク久シキニ耐ユルコトアリ後卷ニ於テ記載スル所ノ蘭國マース及ヒミスシビー等ノ河口工事ハ其例ナリ之ニ反シガルベストンニ於ケル如キ失敗アリテ其適否如何ニ至リテハ全ク各地ノ狀況ニ依ルモノニシテ容易ニ斷定スルコトヲ得サルモノナリ我國ニアリテハ曾テ新潟港ニ於テ防波堤ノ下部ニ粗朶ヲ使用セシコトアリ其成績ニ至リテハ未タ之ヲ詳ニスルコトヲ得ス

沈床ノ適否

沈床ニ使用スル粗朶及ヒ粗石ノ價廉ナル地方ニ在リテハ築堤ノ工費ヲ節約スルコト寡ナカラスト雖モ其性永ク激浪ニ對抗シ得ヘキモノニ非ルト堆砂ノ被覆ニヨラサルヨリハ忽チ海蝕ノ爲メ侵蝕セラル、モノナルヲ以テ純然タル防波堤ノ築造ニハ適セサルモノトス

直立防波堤

直立堤トハ其面必スシモ垂直ナラスト雖モ波浪ヲ反撥スルニ足ルヘキ角度ヲ以テ用材ヲ海底ヨリ積疊セルモノノ云ナリ而テ實際ニ在リテハ四十五度以上ノ角度ハ此作用ヲナスモノニシテ通常水平ニ對シ六十度以上ノ角度ヲ以テ直立堤前面ノ傾斜トナスモノ多シ

直立堤ハ其構造最モ堅牢ナルコトヲ要スルニヨリ深水ニ在リテハ施工極メテ困難ナルノミナラス其基礎タル海底ハ沈降ノ虞ナキ地質タラサル可ラサルヲ以テ其施設ハ水深大ナラスシテ且ツ海底ノ岩磐ヨリ成ル場合ニ適應スルモノナリ然モ亦其築設ニ要スル材料ノ量他種ノ構造ニ比シ比較的僅少ナルヲ以テ用材ノ乏シキ地ニアリテハ施工上ノ困難ヲ排シテ直立堤ヲ築造セルモノアリアムイデン防波堤(二八〇頁)ノ如キハ乃チ其一例ナリ直立堤ノ築造ニ用ル材料ハ切石、混凝土及石柁ノ三種トス

凡テ石材ノ積疊ハ空中ニ在リテハセメントヲ以テ其接合ヲ爲スニ依リ構造極メ

直立堤ノ弱點

テ堅牢ナルヲ得ヘシト雖モ水中ニ在リテハ潜鐘若ハ潜函ヲ用ユルニ非ラサレハ之ヲ施スコト容易ナラス故ニ後者ニ依ラスシテ積疊シタル直立堤ノ弱點ハ水面以下殊ニ波動ノ最モ激烈ナリトスル干潮面附近ニ在リテ其ノ表面ニ存スル間隙ヨリ侵入スル波浪ノ爲メニ内部ノ空氣ヲ壓搾セラレ遂ニ石材ヲ前後ニ脱出セシメラル、コトアリ

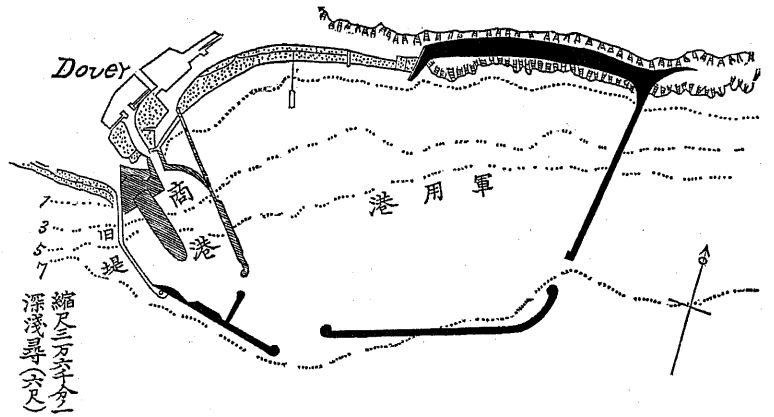
直立堤ノ併用

直立堤ハ之ヲ岸壁ニ併用シ得ルノ利ナキニアラスト雖モソノ場合ニ在リテハ其爲メ所要ノ幅員ヲ備ヘサルヘカラサルト高大ナル胸壁ヲ要シ而モ波浪ノ激烈ナル地ニ在リテハ碎波ノ尙ホ胸壁ヲ打越スニ依リ防波堤ヲ以テ阜頭岸壁ニ併用スルコトハ實利極テ尠ナキノミナラス若シ幅員ヲ加フル爲メ堤幅ヲ二分シテ粗石ヲ以テ其中ヲ填充スルカ如キハ構造ヲシテ脆弱ナラシムルモノナリ
左ニ記載スル數例ハ此種築堤ノ顯著ナルモノニシテ其設計及施工ノ方法ハ以テ模範トナスニ足ルヘキモノナリ

ドウバー防波堤

ドウバー(Dover)港ノ位置タル英佛海峽ニ面シ歐州大陸ニ最

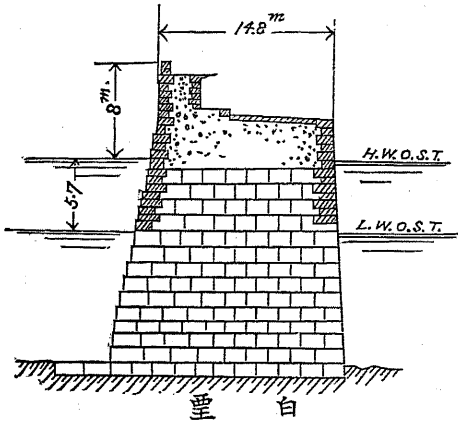
圖 六 十 六 第



モ近キ地ニシテ其交通ノ衝ニ當リ軍事避難ヲ兼ネタル英國隨一ノ要港タリ同港修築ノ議ハ千八百四十五年ノ交ニ在リテ英國政府ニ於テ精細ナル調査ヲ經テ千八百四十七年ニ至リ第六十六圖ノ如キ設計ニ依リ工事ニ著手シ千八百七十一年マテニ僅カニ西堤二千尺ノ築設ヲ竣ヘ爰ニ於テ一旦工事ヲ中絶シ漸ク近年ニ至リテ黑色ヲ以テ描ケル如ク再ヒ略當初ノ設計ニ基キ工事ヲ完成スルニ至レリ其工費三千五百萬圓ニ達セリ

防波堤ハ東西二條ノ半島堤ト一條ノ島堤ヨリ成リ其抱圍ル所ノ面積約八十三萬坪ニシテ内八萬三千坪ヲ商港トナセリ港口ハ二ヶ所ニ之ヲ設ケ東口ハ幅六百尺西口ハ八百尺トス

圖 七 十 六 第



ドウバー防波堤ノ配置タルヤ潮流ニ關スル調査完全ナラサリシニヨリ築設後港口附近ニ横流ヲ發生シ其速度多キハ五哩ニ達シ殊ニ昇潮ニ際シ船舶ノ出入ヲ危険ナラシムルコトアルニ至レリ

ドウバーノ地タル英佛海峡ノ最モ狹隘ナル個所ニ面スルヲ以テ開敷ノ度大ナラス爲メニ激浪ノ襲撃ヲ受クルコト稀ナリ

防波堤ノ構造ハ始メ捨石式ヲ採ルノ議アリシモブリマウス及ヒシャープール等ニ於ケル結果ノ充分良好ナラサルト該地方ノ殊ニ石材ニ乏シキニヨリ幸ニシテ海底ノ地質堅固ナルヲ以テ舊堤ニアリテハ純然タル直立堤ヲ築設セリ其断面ハ第六十七圖ニ示ス如ク白堊ヲ切均シ石材ヲ積疊セリ

築堤ニ使用セル材料ハ始メ該地方ノ石材ニ乏シキカ爲メ煉瓦ヲ用ヒテ塊ヲ造レリト雖モ工

施工ノ方法

事ノ數年ニ涉リシヲ以テ漸次設計ヲ改メ後年混泥土塊ヲ以テ内部及ヒ下部ヲ造リ花崗石ヲ以テ表装ヲ施スニ至レリ
 工事施設ノ方法ハ先ツ堅牢ナル足場棧橋ヲ架設シ是ヨリ潜鍾ヲ用ヒテ海底ヲ切均シ其上ニ直ニ塊ヲ積疊セリ
 塊ハ潜鍾ノ容積ニ制セラレテ僅カニ重量八噸ノモノヲ使用セリ其普通ノ潜水器ニ頼ラスシテ潜鍾ヲ用ヒシハ全ク潮流ノ急ナルト多少ノ風波ニ拘ハラヌ操業スルノ目的ニアリタルモノノ如シ然モ實際ニ在リテハ潜鍾ヲ用ユルノ不便甚シキモノアリタリト云フ

堆砂ノ虞

ドウバー防波堤ノ配置タル當初西風ニ際シ沿岸ニ於ケル砂礫ノ堤側ニ堆積シテ終ニ港灣ヲ埋没スルノ虞アリトシ工事著手ノ後ニ至リテモ尙ホ其設計ヲ非難スルモノ多ク遂ニ工事ヲ中止スルノ一原因トナレリト雖モ西堤築設後ニ於ケル狀況ヲ觀察スルトキハ甚シキ移動ヲ認メスシテ只纜カニ潮流ノ爲メ軟弱ナル白堊ノ洗掘セラレントスルノ傾向アリタルヲ以テ袋詰混泥土ヲ用ヒテ堤根ノ防禦ヲ施セシ个所アルニ過キス且ツ堤ハ激浪ノ爲メ胸壁ノ一部ヲ破壊セラレシコトア

工費

ルヲ除クノ外ハ被害ナク其維持極テ容易ナリトス

ドウバー舊防波堤工事ハ古來殆ント比類ナキ巨額ノ工費ト歲月トヲ要シ其延長一尺ニ付工費平均三千二百十五圓ニ達シ其始メ水深二尋内外ニ於テ専ラ石材ヲ使用セシ部分ニ在リテハ一尺ニ付二千九百十圓ヲ要シ水深七尋ノ部分ハ多量ノ混泥土塊ヲ使用セシニ依リ一尺ニ付二千五百圓ニ過キサリシト云フ而テ工事一今年ノ功程ハ平均僅カニ八十九尺ニシテ其進捗ノ多大ナリシ部分ニ在リテモ百四十八尺ニ過キス是レ畢竟海底ノ切均シニ多クノ勞力ト時間トヲ要セシニ依ルヘシト雖モ亦タ工事施設ノ方法其宜シキヲ得サルノ致セル所ナリ

功程

アムイデン防波堤

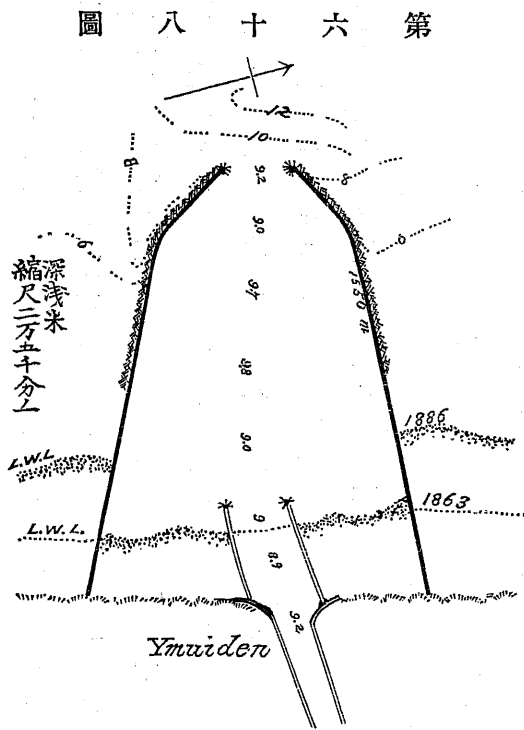
アムイデン (Ymuiden) ハ蘭國アムステルダム運河口ニ當

リ連亘百餘里ノ砂濱ニ築設セル一大港灣ニシテ第六十八圖ニ示ス如ク南北各延長五千百餘尺ノ突堤ヨリ成リ其干潮ニ於ケル面積ハ二拾五萬餘坪ナリトス
 アムイデン港ノ防波堤タルヤ北海ノ激浪ト沿岸漂砂ノ二強敵ニ對抗セサルヘカラサル工事ニシテ且ツ其成否ハ直ニアムステルダム市貿易ノ隆替ニ關セルヲ以

北海運河

テ頗ル重大ノ事業タリ

始メアムステルダムヨリ外海ニ通スル水路ヲ求ムルニ當リ直ニ北海ニ出ルヲ至難ノ事トシ北ニ向ヒテ延長凡ソ五十哩ノ運河ヲ開鑿シテ一時大ニ其便ヲ得タリ



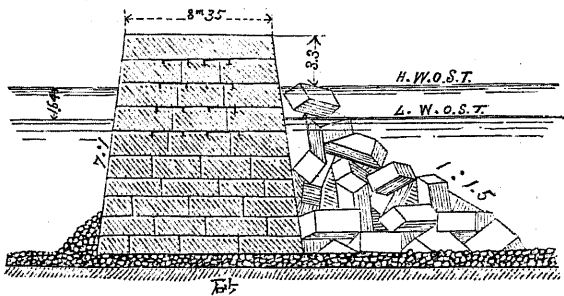
ト雖モ其運搬力ハ到底貿易ノ發達ト相伴フコト能ハサルヲ以テ千八百六十三年ニ至リ遂ニ延長十五哩餘ノ大運河ヲ開鑿シテ直路北海ニ達セシムルコト、セリ而テ其運河口ニ於テ充分ナル水深ト平靜トヲ維持シ船舶ノ出入ヲ便ナラシメンカ爲メ防波堤ヲ築クニ至レリ是レ乃チアムイデン築港ナリ

築堤ノ構造

アムイデンノ地タル天然ノ石材ニ乏シキカ爲メ該築堤工事ハ最モ少量ノ材料ヲ以テスルノ必要ヨリ直立式ヲ採擇セリ而テ堤ハ始メ直ニ海底ヨリ之ヲ築造セン

塊ノ配合

第六十九圖



トセシニ其悉ク砂ナルヲ以テ波浪ノ爲メニ忽チ周圍ヲ洗掘セラル、ニ至レリ爰ニ於テ堤ノ斷面ヲ更メテ第六十九圖ニ示ス如ク爲セリ乃チ海底ニ凡ソ厚サ三尺幅百尺ニ粗石ヲ投入シテ之ヲ均ラシ上ニ混泥土塊ヲ積疊セリ故ニ該築堤ハ純然タル直立堤ナラスト雖モ又最モ之ニ近似セルモノナリ堤ハ海岸ヨリ漸次其幅ヲ加ヘ二十尺ヨリ二十八尺ニ及ヒ而テ堤頂ハ滿潮面ヲ抜クコト全長ヲ通シテ十一尺トス積疊セル塊ハ六噸乃至十二噸ニシテ其配合ハ左ノ如シ

セメント 一 (積量)

砂 三
 碎石 五

砂ハ該地方ノ海濱ニアルモノハ其粒細微ナルヲ以テライン河畔ニ於テ之ヲ採集セリ

塊ノ積疊

塊ハ之ヲ水平ニ積疊シ其干潮以上面ニ屬スル部分ニハセメントヲ用ヒ且ツ繫鐵ヲ以テ之ヲ堅締シ上ニ一體ノ場所詰混凝土ヲ施セリ

塊ノ積疊ハ漸次陸地ヨリ之ヲ進メソレニ用ヒシ起重機ハ之ヲ既設ノ堤上ニ進退セシメタリ

碎波工事

又堤頭ヨリ凡ソ三千尺ノ間ニハ堤ノ外側ニ於テ波浪ノ直立堤ニ衝突スルニ先チ之ヲ碎クノ目的ヲ以テ別ニ十噸乃至二十噸ノ塊ヲ投入セリ此塊ノ配合ハ始メ前記ノ如クナセリト雖モ海水ノ爲メ侵蝕セラレシモノ鮮カラサリシニヨリ後チ更メテ左ノ如クナセリ

セメント 二
 砂 三

碎瓦 三
 粗石 二

波浪ノ激烈

然モアムイデン地方ニ於ケル波浪ノ激烈ナル斯ノ如キ巨塊ヲ移動シ其甚シキニ至リテハ堤頂ヲ越ヘテ港内ニ打入レシコトアリ而テ此場合ニ在リテ堤ニ衝突セル波浪ノ反動ハ堤外六十餘尺ノ个所ニ於テ海底ヲ洗掘セリト云フ

海底ノ移動

防波堤築設後ニ於ケル海底ノ移動ハ始メ二十年間ハ稍々著シク當時海岸ノ前進シタルコト堤ノ兩側ニ於テ一ケ年ニ平均四十六尺ニ及ヘリ然モ其後ニ至リ殆ント平衡ノ状態ニ達シ甚シキ移動アルヲ認メサルニ至レリト云フ

浚渫

港口ニ在リテハ潮流ノ作用ニ依リ又波動ノ激烈ナルヲ以テ海底ヲ攪亂シ其内外ニ堆積スル土砂ノ量尠ナカラス其爲メ年々凡ソ八万三千立坪ノ土砂ヲ浚渫スルノ必要アリテ其費用ノ多大ナル到底收入ノ僅少ナル商港ノ能ク負擔ニ堪ユル所ニアラサルナリ

起工

該工事ハ千八百六十五年ニ著手シ同七十四年ニハ略々竣功セリ其築堤ニ要セシ工費ハ千九百餘萬圓ニシテ堤一尺ニ付千六百六十三圓ニ當レリ

工費

地勢

棧橋

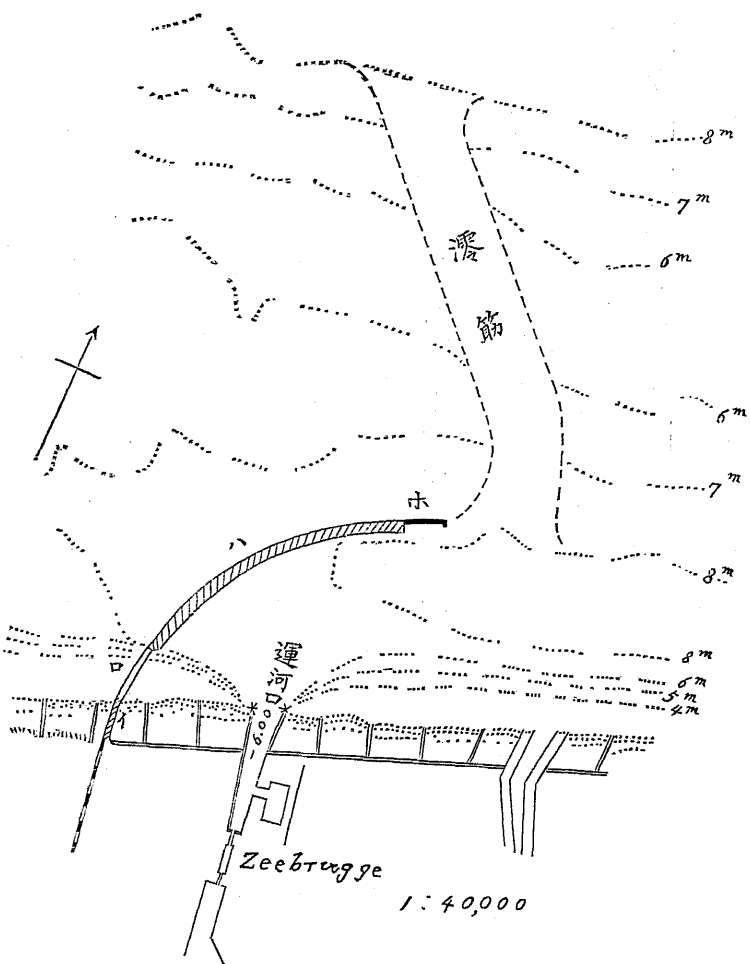
堤ノ併用

ゼーブルグ防波堤 　ゼーブルグ (Zeeburg) 港ハブルグ運河(後卷第六章參照)ノ
 終端ニ當リ北海ノ砂濱ニ築設セル一小港ニシテ第七十圖ニ見ル如ク一條ノ防波
 堤ニヨリ運河口ヲ庇覆シ兼テ面積約三十萬坪ノ錨泊地ヲ設ケタルモノナリ
 ゼーブルグノ地タルヤ連亘數百里ノ砂濱ニ處シテ地勢及ヒ築港ノ目的共ニアム
 イデンニ近似セリト雖モ兩港ノ防波堤ハ其配置及ヒ構造ヲ全ク異ニセリ
 防波堤ハ總延長八千八百八十餘尺ニシテ其構造ニヨリ(イ)(ロ)(ハ)(ホ)ノ四區ニ之ヲ分
 テリ

イ)ハ延長七百六十餘尺ニシテ干潮面以上ニ屬シ單ニ堤防ナルニ過キス(ロ)ハ一千
 尺ニ互レル鐵造ノ棧橋ニシテ防波堤ヲ陸地ニ接續スルト同時ニ沿岸ノ潮流及ヒ
 漂砂ノ移動ヲ妨ケサルノ目的ニ外ナラス

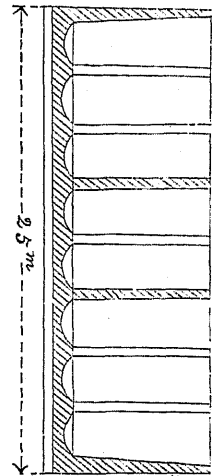
(ハ)(ホ)ハ島堤ヲ成シ延長六千四百五十尺ニ亘リ其内(ハ)ハ五千六百六十尺ニシテ幅
 員二百四十四尺ヲ有シ上ニ鐵路ヲ布設シ内側ニハ岸壁ヲ設ケ以テ船舶ノ繫留及
 ヒ物貨積卸ノ便ニ供セリ(ホ)ハ純然タル防波堤ニシテ幅二十一尺延長七百九十尺

第七十圖

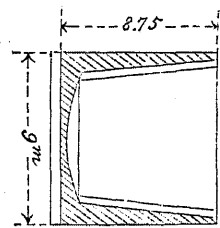


第六章 防波堤工事

一ノ圖一十七號

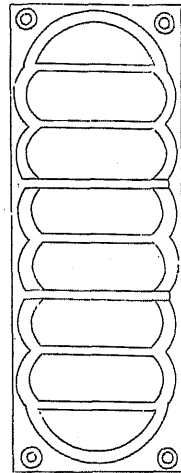


鐵骨

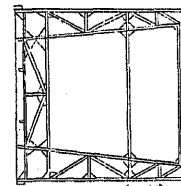


鐵骨

二ノ圖一十七號



鐵骨



鐵骨

函塊

トシ水深二十六尺ノ个所ニ達セリ
 (ハ)ホ(兩區ノ下部ハ斬新ノ築造法ニ依レリ即チ第七十一圖ハ(ホ區ノ斷面ニシテ其下部ニハ長サ八十二尺幅三十尺ノ大塊ヲ用ヒ之ヲ製作スルニハ運河口内ニアル船渠豫定地内ニ於テ上圖ニ示ス如キ鐵筋混凝土ノ巨函ヲ造

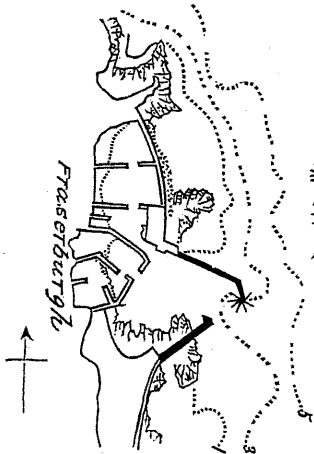
リ之ヲ所定ノ个所ニ浮送シ假ニ設ケタル所ノ導塊ノ間ニ於テ栓ヲ抜キ入水セシメテ沈下シ直ニ混凝土ヲ以テ其内ヲ填充セルモノニシテ塊一个ノ重量ハ高サニヨリ差アリト雖モ其大ナルモノハ約七千噸ニ達セリ上部ノ構造ハ普通ノ方法ニヨリ製作セル塊ヲ積疊シタルモノナリ

フレザーバー防波堤

フレザーバー(Fraserburgh)港ハ蘇國東北岸ニ於ケル

深淺等
縮尺二百分一

圖二十七第



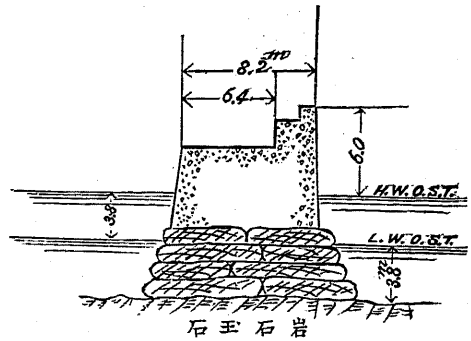
一大漁港ニシテ近年大ニ増築ヲ施シ第七十二圖ニ見ル如ク完成ヲ告クルニ至レリ
 フレザーバーノ地タルヤ蘇國東岸ノ突角ニ在リテ北海ニ向テ全ク開敞シ常ニ激浪ノ襲來スル處タリ其附近ニハ暗礁露岩殊ニ多ク爲メニ甚シク波動ヲ激シ斯ノ如キ地ニ於テ小形ノ港灣ヲ造成スヘキ防波堤ノ配置ヲ定ムルニ當リテハ考究ヲ要スル點頗ル多シ

地勢

設計

堤ノ構造

圖 三 十 七 第



防波堤ハ南北二條ノ半島堤ニシテ其抱圍スル所ノ面積僅ニ八萬坪ニ過キス其内五萬七千坪ヲ外港及斜岸トナセリ

北堤ハ第七十三圖ニ示ス如キ構造ニシテ岩面ニ袋詰混凝土ヲ積ミテ干潮面以上ニ達セシメ上一體ノ場所詰ヲ施シ更ニ外側ニ於テ上ニ胸壁ヲ設ケタリ其延長九百二十尺ニシテ中間ニ波囊ヲ設ケ沿堤ノ波動ヲ防止セリ

袋詰混凝土ハ一個二十噸以内ノモノヲ用ヒ場所詰ハ適宜之ヲ區分シテ側枠ヲ裝置シ之ニ混凝土ヲ填充セリ其工費ハ延長一尺ニ付凡ソ五百十七圓ニシテ堤一ケ年ノ維持費一尺ニ付キ凡ソ九圓ナリト云フ

工費

此種構造ノ得失

此築堤ノ法タルヤ岩石切均シノ費用ヲ省クコトノ多キト工事ノ速成ヲ圖ル上ニ於テハ最良ノ方法ナルカ如シト雖モ袋詰及ヒ場所詰混凝土ノ永ク波浪及ヒ海水ノ化合物的作用ニ耐ヘサルモノアルコトハ業ニ已ニ之ヲ述ヘタルカ如シ且ツ袋詰

被害

個々ノ間ニ存スル間隙ノ波浪ヲシテ其動作ヲ逞フセシムルノ不利アルヲ以テ歲月ヲ經過スルト共ニ自然損傷ヲ生スルニ至ルヘク若シ幸ニシテ其築堤ニ修理ヲ加フルニ便ナルトキハ敢テ遺憾ナキモ水深多ク且ツ波動ノ激烈ナル所ニ在リテハ應用スヘキ良法ト爲スコトヲ得ス現ニフレージャーバー築堤ニ於テ往年セメント一砂及碎石九ノ配合ニヨリ製シタル袋詰ノ破壊セシコトアリアバーヂーノンバツキー等ニ於テモ亦タ同一ノ事實アリシヲ以テ爾來此等ノ工事ニ在リテハ袋詰ニ使用スル混凝土ハセメント一砂及ヒ碎石五ノ割合ヲ下ル可カラサルモノトナセリト云フ

施工ノ法

此種構造ノ施工ニ於テ最モ注意スヘキハ混合ニ際シ充分ノ水ヲ用ヒ粘體ト爲シ其固結スルニ當リ空隙ヲ存セサラシムルニ在リ故ニ碎石若ハ砂利ハンノ稍小粒ノモノヲ撰ヒ袋ハ帆布ニ如クモノナシト雖モ小形ノモノニ在リテハ綿布又ハ粗布ヲ以テ足レリトス

若シ岩石ヲ均ラサスシテ直ニ場所詰ヲ施サントスル場合ニハ豫メ岩面ノ凸凹ヲ測リ側枠ノ下端ヲシテ成ルヘク岩面ニ接セシメ尙ホ底ニ粗布ヲ垂レ以テセメン

トノ流出ヲ豫防スヘキコト凡テ第四章ニ述ヘタルカ如シ

スケブニンゲン港防波堤 スケブニンゲン(Scheveningen)港ハ蘭國ノ漁港ノ

一ニシテ大海ニ面シ築造セル一小港ナリ(第七十四圖)

防波堤ハ東西二條各延長千五百五十尺ニシテ其抱圍スル海面二萬坪ヲ以テ外港トナセリ港口ハ幅四百三十尺ニシテ水深干潮面以下十尺ノ个所ニアリ港内ノ水深ハ之ヲ六尺ニ維持スルモノトナセリ

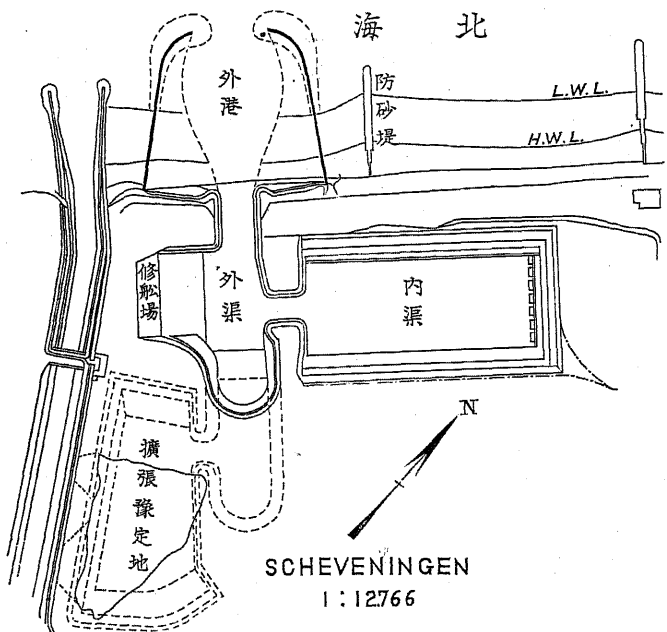
外港ハ其面積及港口ノ幅員前述ノ如クナルニヨリ波動ヲ減殺スルニ足ラサルカ故ニ更ニ幅二百尺ノ通路ヲ經テ之ヲ面積約一萬坪ノ外渠ニ連絡セシメソレヨリ方向ヲ轉シ幅百三十尺ノ渠口ヲ設ケテ面積二萬坪ノ内渠ニ接續シ爰ニ平靜ナル水面ヲ得ルモノナリ

防波堤ノ構造ハ第七十五圖ニ見ル如クニシテ其上幅ヲ二十尺トシ滿潮面上ニ達スル迄混泥土塊ヲ傾斜積ニシ上ニ場所詰混泥土ヲ布設シ切石ヲ以テ表裝セリ海底ハ至ル所細砂ナルニヨリ直立堤ノ築造ニ際シ其移動ヲ豫防スルノ目的ヲ以

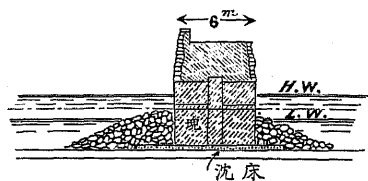
設計

施工

第七十四圖



第七十五圖



テ先ツ一層ノ沈床ヲ敷キ塊積疊ノ後ハ直ニ左右ニ捨石ヲ投セリ頭部ニ近キ部分

第六章 防波堤工事

工費

ハ巾二十六尺トシ函塊ヲ以テ築設セリ
本工事ハ千九百年ヨリ四ヶ年ニ亙リ外港ノ築造ハ之ヲ政府ノ事業トシ内港及陸

上ノ設備ハ地方ニ於テ負擔セリ防波堤

一尺ノ工費ハ三百二圓ヲ要セリト云フ

前掲フレザーバー及スケブニンゲンノ

兩港ハ其規模及用途共ニ船入場ニ類似

シ從來避難若クハ漁用ノ目的ヲ以テ諸

邦ノ沿海ニ於テ施設セル此種工事ノ標

本タリ

斯ノ如キ小規模ノ築港工事ノ設計ニ於

テ最モ注意ヲ要スルモノハ波動減殺ノ

方法ニシテ先ニ波浪低減ノ方法ニ就キ

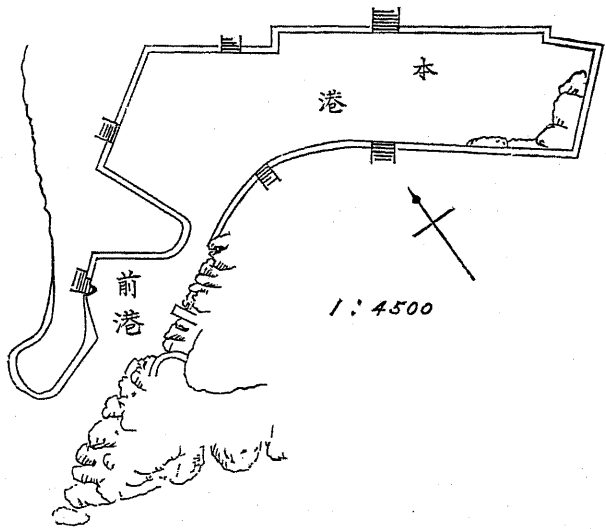
説述セル如ク膨脹及轉向ニ依ルノ良法

ナルコトハ一般ニ認識スル所タリ此方

小港ノ例

波浪減殺ノ方法

第七十六圖



室戸港

法タル由來我國ノ築港工事ニ實行セルモノ尠カラス其一例トナスヘキモノハ室戸港(第七十六圖)ト稱シ全ク大海ニ面スル船入場ニシテ有名ナル野中兼山ノ經營ニ係ハリ高知縣ノ沿岸數ヶ所ニ於ケル此種施設ノ一ナリトス其位置タル天然ノ地勢ヲ利用シ岩礁ノ間ニ入口ヲ設ケ突堤ヲ以テ前港ヲ形成シ深ク陸地ヲ掘鑿シテ本港トナセルモノニシテ先ツ港外ニ於テ波力ヲ挫キ其突堤間ニ浸入スルモノハ前港ニ於テ之ヲ低減シ本港口ニ至リ著シク之ヲ狹窄スルト又タ内外港心ノ方向ヲ異ニセシメ以テ本港内ノ靜穩ヲ期スル所其用意頗ル周到ナルモノアリ防波堤ハ幅百尺ニシテ專ラ轉石ヲ積重セルモノニシテ其構造極メテ粗ナリト雖モ波動ニ對シ用材ノ輕重ヲ計リ數百年間波擊ニ對抗シテ遺憾ナカラシメタルハ注目スヘキ點ナリトス

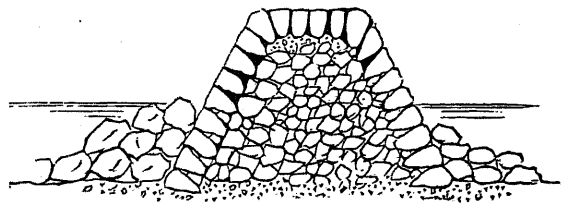
淺所ノ築堤

凡ソ防波堤ニシテ海岸ニ近ク淺所ニ築設セララルモノハ固ヨリ波浪ノ激衝ヲ受クルコト稀ナルニヨリ其カ構造ハ第七十七圖ニ示ス如キ間知積ヲ以テ足レリトス此ノ如キ築堤ノ弱點ハ多クハ堤頂ニアルヲ以テ其打破ヲ防カンカ爲メ上部ニハ混凝土及ヒ膠泥ヲ以テ石材ヲ固着セシムヘシ又其殆ント直立セルニヨリ堤根

堤ノ高サ

構造ノ得失

第七十七圖



ヲ洗掘セラルヘキ虞アルヲ以テ捨石ヲ投シ根圍ヒヲ施スノ必要アリ間知石ノ大サハ其使用ノ个所ニ依リ差アルヘシト雖モ長サ三尺面一尺三寸内外ヲ以テ稍大形ノモノトス之ニ相當ノ胴付ヲ付シ合齒ヲ良クシ尻飼裏込ヲ固クスルトキハ遺憾ナカルヘシ若又混凝土ヲ以テ裏込ヲ施シ膠泥ヲ以テ合齒ヲ充タスニ於テハ強固ノ度ヲ加フルコト言フ俟ス堤ノ高サハ風浪ニ際シ其後方ニ尙ホ能ク船舶ノ繫留シ得ヘキヲ以テ程度トスヘシ否ラサレハ船入場ノ如キモノニアリテハ場内有用ノ面積ヲ甚シク減スルニ至ルモノナリ

石棹堤 石棹堤ハ直立防波堤ノ一種ニシテ海虫ノ害ナキ

地ニ於ケル築港其他假設工事ニ在リテハ間々之ヲ應用スルコトアリ殊ニ米國諸大湖ノ港灣及露國ノ諸港ニアリテハ木材ノ廉價ナルヲ以テ數年來此種ノ築堤ヲナスモノ多シ左ニ其一二ノ例ヲ記掲スヘシ

レバル港防波堤 レバル(Batavia)港ハバルチック海ニ於ケル露國ノ商港ニシテ軍

用ヲ兼テ其位置フインランド灣ノ入口ニ當リ其對岸ノ距離僅ニ五十哩ニ過キサリヲ以テ開敞ノ度多カラス

バルチック海ハ由來干満ノ差ニ乏シク纔ニ風力ニヨリ昇降スルコトアルノミ(西風ニ際シ昇リ東風ニヨリ降り其最大差五尺ニ達スルコトアリ)且ツ其沿岸ニ注瀉スル河川ノ多數ナルトニヨリ鹽分極テ薄クレバル附近ニアリテハ其量千分ノ六ニ過キス故ニ海虫ノ害尠ナク工事ニ木材ヲ使用スルコトヲ得ヘシト雖モ亦タ其爲メ結氷シ易ク一ケ年中一ケ月半餘ハ港内全ク氷結スルヲ以テ常トス

防波堤ハ第七十八圖ニ示ス如クニシテ三條ノ島堤ト一條ノ半島堤ヲ以テ海面約七萬坪ヲ抱圍セリ其配置ハ主トシテ潮流ノ疏通ヲ好クシ又タ波動ヲ全滅セスシテ以テ氷結ノ期間ヲ短縮セシメントスルニアルモノノ如シ防波堤ニハ専ラ石棹ヲ用ヒ工費ヲ低廉ナラシメタルニヨリ全體ノ費用三百五十萬圓ニ過キサリシト云フ

北堤ハ第七十九圖ニ示ス如キ構造ニシテ其幅ノ大ナルハ堤内ニ石油ノ貯藏所ヲ

圖 八 十 七 第

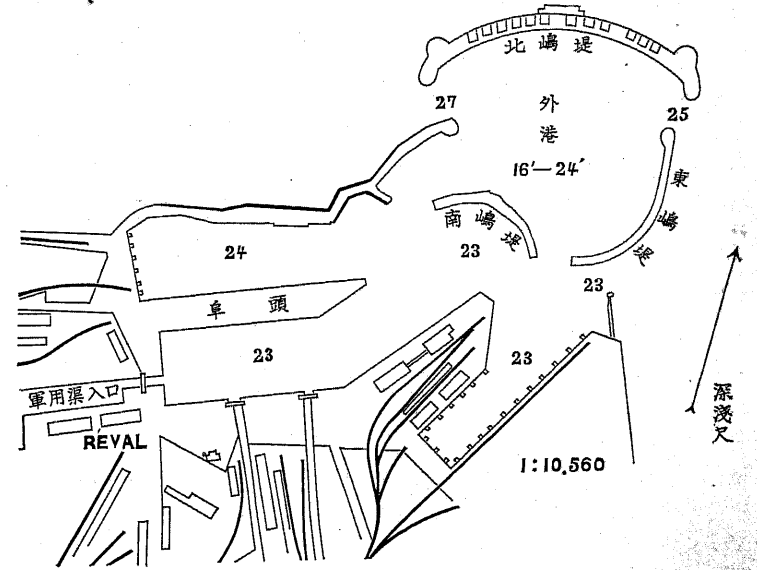
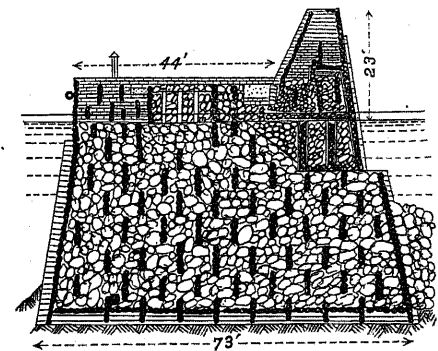
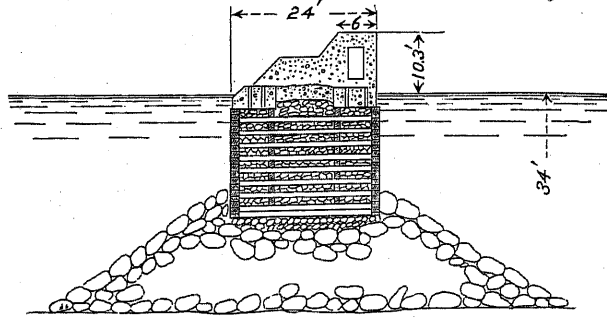


圖 九 十 七 第



マ
ー
ケ
ッ
ト
防
堤
構

圖 十 八 第



混
凝
土
ヲ
布
設
シ
タ
ル
モ
ノ
ナ
リ

設ケタルニヨレリ
 米國諸大湖ノ港灣ニハ該地方ニ於テ木材ノ殊ニ饒
 多ナルヲ以テ此種ノ築堤ヲ施スモノ頗ル多シシカ
 ゴ、マールケット、ラスウヘゴ、パツファロー、クリブランド
 等ハ其主ナルモノナリ其一例トシテ第八十圖ニ示
 スモノハマールケット(Marquette)港防波堤ノ断面ナリ
 其柁ハ長サ五十尺幅二十四尺ニシテ水面以下三尺
 ノ高ニ之ヲ止メ其側ハ盡ク尺角ノ木材ヲ積ミテ之
 ヲ造リ同シク尺角ノ材ヲ以テ縦横ニ兩側ヲ繋キ經
 七分ノ鐵釘ヲ以テ木材ヲ結合シ極メテ強固ナル構
 造ナリトス柁ハ豫メ均ラシタル捨石ノ上ニ之ヲ据
 へ粗石ヲ以テ填充シ其上ニ圖ノ如ク塊及ヒ場所詰

混成防波堤

混成堤ハ捨石ヲ以テ堤ノ下部ヲ造リ上部ニ直立堤ヲ築設シタルモノナリ捨石ハ其海底ニ接スル所能ク其凸凹ヲ均ラシ且ツ其下方ノ面積ノ廣キニ渉ルヲ以テ軟柔ナル地層ト雖モ之ヲシテ多大ノ重量ヲ支ヘシムルコトヲ得ヘシ又直立部ハ干潮面以下ニ屬スル部分ヲ減スルニ依リ施工ノ容易ナルト其波動最モ激烈ナル部分ニ在リテ能ク其動作ニ對抗シ且捨石ノ移動ヲ防止スルノ利アルヲ以テ單純ナル直立堤及捨石堤ノ不利ヲ避ケ其長所ヲ採リ海底ノ地質水深ノ如何ニ拘ハラス比較的僅少ノ工費ヲ以テ能ク防波ノ目的ヲ達スルモノ蓋シ此種築堤法ノ特長ナリトス然モ亦タ其基礎タル捨石ハ堅固ナルモノニ非サルニヨリ一旦沈定セシ後ト雖モ尙ホ波動ニヨリ沈降スルコトナシトセス其爲メ上部ノ構造ニ異狀ヲ生シ遂ニハ工事ニ救フヘカラサル損害ヲ及ホスコトアリ

捨石沈定ノ程度
 其點
 長混成堤ノ特
 捨石ノ沈定ハ海底ノ地質捨石ノ厚サ載荷ノ量及ヒ波動ノ強弱如何ニ依リテ差アルモノニシテ古倫母防波堤ニ於テハ捨石ノ總高サノ十分ノ一モームガラニ在リ

テハ八分ノ一ホウリ一ヘツドニハ十五分ノ一アルダーニ一ニ於テハ二十分ノ一ニ達シ各地其度ヲ異ニセリト雖モ通常十分ノ一乃至二十分ノ一ノ間ニアルモノ如シ此程度タル施工ニ際シ豫メ捨石作工面ノ高サヲ定ムル上ニ至大ノ關係ヲ有スルモノナリ

種別

混成堤ハ其構造ニ依リ別テ左ノ二種トス

第一 高基混成堤

第二 低基混成堤

高基混成堤 高基混成堤ハ直立部全體ノ干潮面以上ニアルモノノ謂ニシテ其基礎タル捨石ノ上端ヲシテ干潮面附近ニ達セシメ最モ作工ノ多キヲ要スル直立部ノ工事ヲ水中ニ於テ施スコトヲ避クルノ目的ニ出テタル構造ニシテ直立部ハ防波ノ用ヲ爲スノ外捨石ノ轉投ヲ防止シ側ラ通路ニ供セシムルノ利アリト雖モ亦タ此ニ附隨スル不利ナル點ナキニアラス他ナシ直立部ノ基礎ハ干潮面附近ニ在ルヲ以テ波動ノ激衝ニ當リ捨石ノ移動ヲ免レス爲メニ常ニ多少ノ修理ヲ施ス

利害

ノ必要アリ是乃チ此種築堤ノ一大缺點ナリトス又々直立部ヲ通路ニ併用スルノ
 利便ハ實際ニ在リテハ極メテ尠ナシ蓋シ防波堤ノ港内ニ對スル位置タル通常街
 路ヲ去ルコト遠ク且ツ波浪ノ胸壁ヲ騰越スルニ際シテハ碎波ノ甚シク路面ヲ洗
 フヲ免レ難キヲ以テナリ

設計
起工

シヤールブル防波堤 シヤールブル (Cherbourg) ハ佛國ノ一大軍港ニシテ避難
 港ヲ兼ネ其面積實ニ四百三十餘萬坪(内防波堤ノ庇覆ニ係ル分凡二百四十萬坪)ニ達シ第八十一圖ニ見
 ル如ク天然ノ勝地ニ一大島堤ヲ築造セシモノナリ
 シヤールブル港ノ修築タルヤ專ラ英國ニ對シ出師及ヒ防禦ノ目的ニ出テタルモ
 ノニシテ其起工ハ遠ク百餘年以前ニ在リ島堤ハ延長一萬一千九百尺ニ涉リ其施
 設ノ个所ハ水深干潮面以下四十二尺ニシテ西北風ニ際シテハ激浪ノ高サ二十尺
 ニ達シ築堤ニ關スル學術ノ未タ幼稚ナル時代ニ在リテ至難ノ工事タリ
 築堤ニハ始メ截頭錐形ノ石椋ヲ沈下シ粗石ヲ以テ之レヲ填充シテ堤心ヲ造成セ
 ントナセシモ幾許ナラスシテ波浪ノ爲メニ洗掃セラレ其痕跡ヲタモ止メサルニ

圖 一 十 八 第

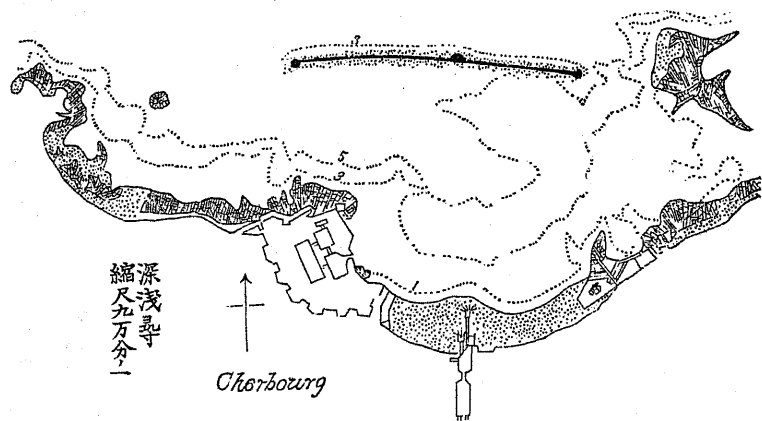
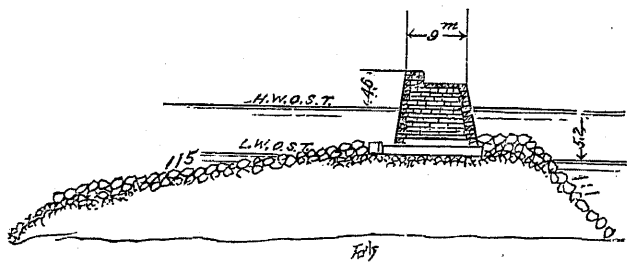


圖 二 十 八 第



至レリ是ニ於テ全然捨
 石堤ニ改メ灣内附近ニ
 於テ粗石ヲ採掘シテ港
 内ニ向テ一割港外ニ三
 割ノ法リヲ以テ之レヲ
 投入シ其大部ノ漸ヤク
 干潮面ニ達スルヤ是レ
 亦タ波浪ノ爲メ散亂セ
 ラレ内法リハ一割五分
 トナリ外面ハ干潮面以
 下十六尺ノ深サマテ法
 リ十分ノ一ニ打均サレ
 堤頂ハ最干潮迄打下ラ
 レタリ是ニ至リ防波堤

捨石ノ大サ

直立部ノ構造

工事ハ純然タル捨石堤トシテ其儘數年間放棄セラレタリト雖モ堤上三个所ニ砲臺ヲ築造スルノ必要ヨリ漸次考究ヲ重ネ幾多失敗ノ後千八百三十二年ニ至リテ技師ヂュバノ設計ニヨリ第八十二圖ニ見ル如キ断面ニ施工スルニ至レリ粗石ハ當初多クハ一個一立尺内外ノモノナリシト雖モ漸次之ヲ増大ナラシメ捨石ノ上部ニ至リテハ七十乃至百立尺ノモノヲ使用スルニ至レリ捨石ハ干潮面ニ於テ幅百尺ニ之ヲ均ラシ上ニ厚サ二尺六寸幅五十尺ニ混凝土ヲ布設シ此ニ下幅三十六尺ノ直立部ヲ築造シ高サ二十六尺上幅三十尺ニ達セシメ其内部ハ混凝粗石ヲ以テ之ヲ造リ表面ハ凡テ花崗石ヲ以テ積疊セリ兩堤頭ニハ砲臺築設ノ爲メ宏大ナル構造ヲ施シ其周圍ニハ干満ノ附近ニ於テ三百乃至七百立尺ノ塊ヲ以テ粗石ヲ掩ヘリ

捨石ノ固定

捨石工事ハ數年間波浪ニ打タレタル爲メ沈降ノ憂ナク爲メニ爾來全體工事ニ甚シキ異狀ヲ呈セスト雖モ常ニ其修理ニ捨石ヲ加フルノ必要アルコト築設後六十餘年ノ今日ニ於テ尙ホ且ツ然リ其主ナル原因ハ西北風ニ依テ大西洋ヨリ襲來スル廻浪ニシテ其方向堤ニ對シ斜角ヲ爲スニヨリ捨石ヲシテ東方ニ移動セシムル

工費

ニ在リ防波堤ノ正面ニ當ル陸地ノ距離ハ僅ニ六十哩内外ニシテ堤ニ直角ニ向フ波浪ハ激烈ナラス

成績

築堤ニ要セシ工費ハ初メ試驗的工事ニ費消セシ七百二十萬圓ヲ除キ凡ソ貳千萬圓ニ達シ乃チ堤一尺ニ付凡ソ千六百八十五圓ナリトス
シヤールブル築港工事タルヤ前後五十餘年ニ互リ其間屢失敗ヲ重ネ千八百五十五年ニ至リ漸ク竣功スルニ至レリ實ニ人工ノ巧妙ト耐忍トノ一大紀念ニシテ後年ノ施設ニ係ル幾多築港工事ノ爲メ至重ナル實驗タルヲ得タリ

設計

ホウリーヘッド防波堤 ホウリーヘッド (Holyhead) 港ハ英國ヨリ愛蘭ニ達スル路線ニ當リ其交通ノ便ト西岸ニ於ケル避難港タルノ目的ヲ以テ築造セシモノニシテ海底ノ深淺開敞ノ度シヤールブル港ニ髣髴タリ

ホウリーヘッド港修築ノ設計ハ第八十三圖ニ示ス如クホウリーヘッド灣ノ西岸ヨリ延長七千九百尺ノ一大半島堤ヲ以テ凡ソ五十萬坪ノ水面ヲ庇覆スルニ在リ該堤ハ初メ延長四千九百尺ノ設計ナリシモ工事中早ク既ニ避難ノ爲メ廣集スル船舶

ノ數頗ル多ク港内ノ面積ヲ擴張スルノ必要ヲ認メタルニヨリ更ニ三千餘尺ヲ加フルコトトナセリ而テ船舶出入ノ便ト港内面積ノ多キヲ得ンカ爲メ堤ノ中途ニ於テ屈曲ヲ爲スニ至レリ

防波堤ノ構造ハ第八十四圖ニ示ス如ク稍シヤール堤ニ近似スル所アリ其直立部ハ高サ滿潮面上二十尺ニ達シ幅ハ五十六尺ニシテ之ヲ通路ニ併用セリ

捨石ハ附近ノ地ヨリ鐵道ニ頼リテ之ヲ運搬シ假設ノ棧橋ヨリ投入セリ棧橋ニハ五條ノ軌道ヲ布設シ其高サヲ滿潮面上二十尺トナセリ

捨石ハ總量七百萬噸ニシテ工程ノ最高ナリシモノハ一日五千餘噸一ケ年百萬餘噸ニ及ヘリト云フ

捨石工事ハ千八百四十九年ニ著手シ千八百五十八年ニハ略之ヲ竣ヘタリト雖モ上部直立堤ノ工事ハ下部ノ沈定スルヲ竣テ千八百六十年ニ著手シ千八百七十三年ニ至リテ全工事ノ竣成ヲ告クルニ致レリ

粗石ハ比重二・六ニシテ堅質ノモノタリ而テ捨石ノ最大ナルモノハ其重量二十噸ニ達シ其空隙ハ全量ノ凡ソ三分ノ一ニ當レリ捨石ハ一旦之ヲ滿潮面ニ達セシメ

粗石ノ比重
及空隙

圖 三 十 八 第

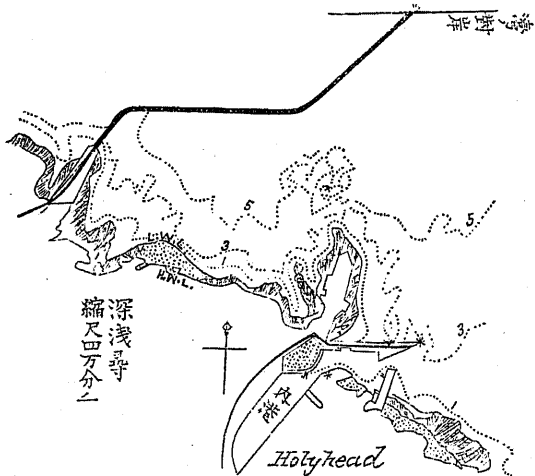
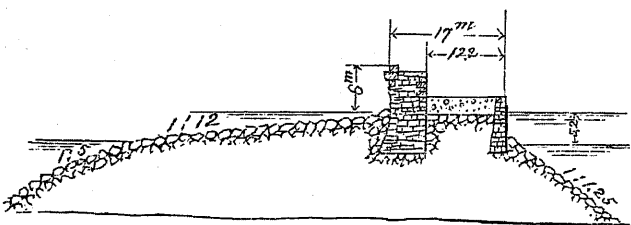


圖 四 十 八 第



更ニ直立部ニ當ル個所ヲ干潮面迄掘リ下ケテ施工セリ
捨石前面ノ法リハ之ヲ十二分ノ一トナセルニヨリ碎波ノ甚シク胸壁ヲ越ユルコトナシト雖モ唯堤頭ノ附近ニアリテハ初メ捨石ノ散亂セラレンコトヲ慮リ其高

サヲ干潮面ニ止メソレカ爲メ反テ激浪ニヨリ胸壁ヲ破壊セラレタリト云フ
堤頭周圍ノ捨石ハ其移動ヲ防止スル爲メ二千餘噸ノ古鏈ヲ以テ之ヲ被覆セリ
該工事ノ費用ハ千貳百八拾五萬圓ニ達シ堤一尺ニ付千六百二十七圓ニ當リ内假
棧橋一尺ニ付凡ソ二百圓ヲ要セリ

ホウリーベツト防波堤ノ維持ハ此種ノ築堤ニ於ケルモノ、如ク時々捨石ノ流失
ヲ補フニアリテ一ケ年間ノ維持費堤ノ延長一尺ニ付平均僅ニ六十錢ニ過キスト
云フ

ゼノア防波堤 ゼノア(Zenoa)港ハ伊國隨一ノ商港ナリ其修築ノ始メハ遠ク數
百年前ニ在リテ漸次之ヲ擴張シ殊ニ近年ニ至リテ大ニ増築ヲ施シ頗ル完全ナル
港灣トナルニ至レリ
ゼノアノ地タルヤ第八十五圖ニ示ス如ク地ノ利ヲ占メ防波堤ハ纔カニ其南方ヲ
塞クニ依リテ灣形ヲ全フセシメ内ニ水面七十萬餘坪ヲ得之ヲ内外ニ分チ三十六
萬坪ヲ以テ内港トナセリ

施設ノ順序

防波堤ノ築造ハ内部ヨリ之ニ著手シ其東北堤ハ殆ント七百年前ノ築造ニ係ハリ
後チ西堤ヲ築造シ漸次延長シテ現世紀ノ始メニ於テハ既ニ千七百六十尺トナリ
後チ更ニ千六百五十尺ヲ延長スルニ至リ爾來増築ヲ施シ今ヤ其完成ヲ告ケント
スルノ域ニ達セリ

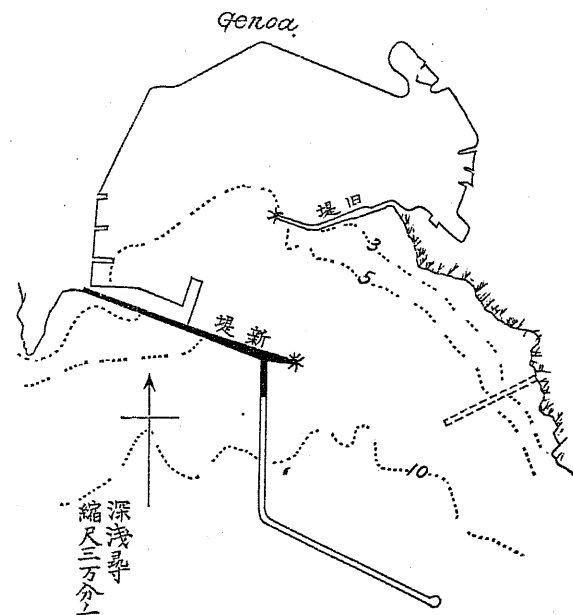
用材

石材ハゼノア近方到ル處ニ饒多ナルヲ以テ如何ナル巨石ト雖モ之ヲ得ルコト容
易ニシテ其防波堤ニ投入セシモノハ比重二・七至三ニシテ一個十噸乃至七十噸ノ
モノヲ外側ニ投シ五噸乃至二十噸ノモノヲ内側ニ用ヒ其價格一噸ニ付キ僅カニ
六十錢乃至一圓七十錢ニ過キスト云フ

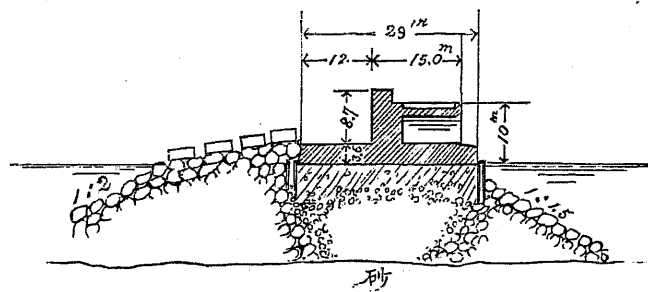
第八十六圖ハ西南堤ノ斷面ニシテ捨石ニハ内部及ヒ下層ニアリテハ小形ノモノ
ヲ用ヒ法リニハ多ク二十噸内外ノモノヲ投入セリ

西南堤ハ對岸ノ距離五百六十哩ニシテ其方向ヨリ來ル最高波浪ハ二十餘尺ニ達
シ且ツ水深ハ堤頭附近ニ在リテ五十尺ニ及ヒ築堤工事ヲ施スコト容易ナラサリ
シト雖モ幸ニシテ所要ノ石材ハ之ヲ僅カニ半哩内外ノ所ニ於テ採掘シ得タルヲ
以テ比較的輕易ニ工事ヲ竣成スルコトヲ得タルモノナリ

圖五十八第



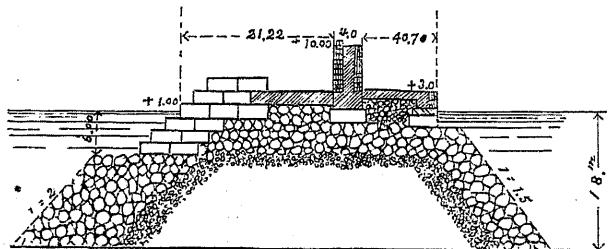
圖六十八第



維持費

ガリイラ堤

圖七十八第



直立部ハ其幅員百尺ニシテ其大ナルコト比類稀ナリ其目的タルヤ防波堤ノ一部ヲ倉庫地ニ併用セントナセルニアリ

海底ハ至ル所壓迫サレタル砂ニシテ頗ル硬固ナリ
 築堤ノ工費ハ之ヲ詳カニスルコトヲ得スト雖モ其維持
 費ニ至リテハ一ケ年延長一尺ニ付凡ソ三圓三十錢ヲ要
 スト云フ第八十七圖ハ最近ノ築設ニ係ハルガリイラ堤
 ト稱スル新堤ノ断面ニシテ第八十五圖ニ於テ複線ヲ以
 テ示ス部分ニ屬セリ其塊ヲ階狀ニ積疊シタルハ普通ノ
 投入法ニ比シ費用ノ多キヲ要スルト直立ニ積疊シタル
 モノニ比シテハ下層ニ於テ上層ノ重量ヲ充分ニ受ケサ
 ルノ不利アルニ拘ハラズ近年此築法ニ則レルモノ少カ
 ラサル所以ノモノハ碎波ノ目的ヲ達スルニ於テ其效殊
 ニ顯著ナルト(二三五頁参照)捨石ノ量ヲ減スルコトノ多
 キニアリ

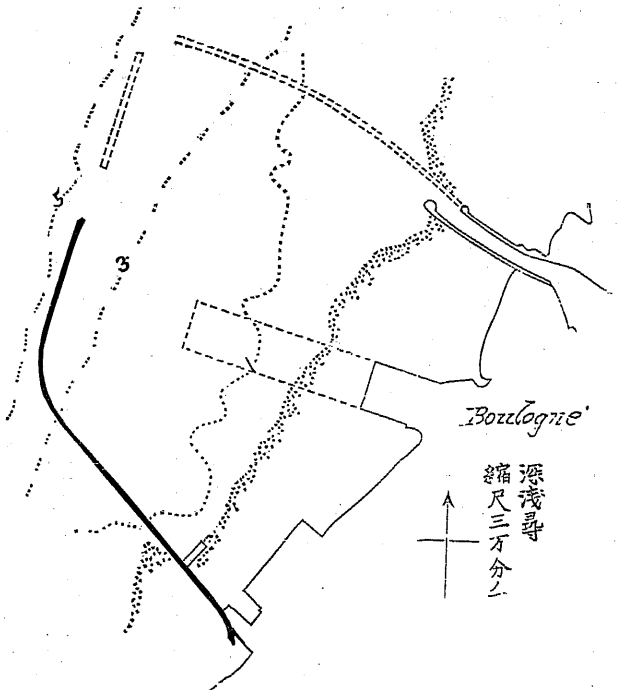
被害

ガリイラ堤施設ノ个所ハ水深五十乃至九十二尺ニシテ堤一尺ノ工費千四百五十五圓ヲ要セリト云フ該堤ハ千八百九十八年西南ノ暴風ニ際シ激浪ノ爲メ終端ヨリ千八百八十尺乃至二千七百四十尺ノ間ヲ擊破セラレタリ當時波浪ノ高サハ二十三尺ニ達シ水面上六尺以上ニ於ケル構造物ハ悉ク破壊セララル、ニ至レリ地中海ニ於ケル港灣ニアリテ尙ホ前記ノ構造ニ類セル防波堤ヲ築造セルモノハシビタベキヤ、リポールヌ、サラヌ等ナリ然モ此等ノ堤ニアリテハ階段形ニ積疊セル塊ニハ下部捨石ノ不同ナル沈定ニヨリ傾倒スルニ至レルモノ少ナカラスト云フ

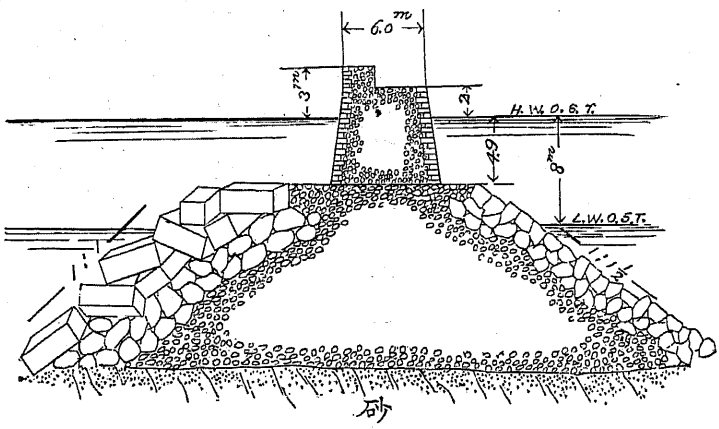
設計

ブウロオン防波堤 ブウロオン (Boulogne) 港ハ英佛海峡ニ於ケル佛國北州ノ要港ニシテカレー港ト共ニ英國ト交通ノ要路ニ當レリ其修築ハ千八百七十八年ニ著手シ目下尙ホ工事中ニ在リ其設計ハ第八十八圖ニ示ス如クニシテ外港ノ面積ハ凡ソ六十三萬坪ニ涉リ港口ハ二个所ニ之ヲ豫定セリ其防波堤中西南堤ハ大西洋ニ面シ港内ノ靜穩ヲ期スル上ニ於テ最緊要ノ工事ナルヲ以テ第一ニ著手シ

第八十八圖



第八十九圖



堤ノ構造

其他圖中點線ヲ以テ示スモノハ今尙ホ未設ニ屬セリ
西南堤ハ延長七千尺ニシテ其斷面ハ第八十九圖ニ示ス如クニシテ捨石ヲ以テ基礎ヲ造リ其上端ヲ干潮面以上ニ達セシメ直立部ハ切石及ヒ混凝土ヲ以テ之ヲ築造シ其高サヲ滿潮面上十一尺トナセリ

施工ノ方法

粗石ハ海岸ヨリ軌道ニ依リ又ハ石積船ヲ以テ之ヲ投入セリ其捨石ノ内部ニ使用セルモノハ小形ノモノニシテ大ナルモノハ纔ニ堤兩側ノ法リニ之ヲ用ヒタルニ過キス

捨石ノ外側ニハ粗石ノ外ニ巨塊ヲ投シタリ其最大ナルモノハ重量三十三噸ニ達セリ

直立部ノ構造

直立部ハ上幅二十尺左右法リ約二分ニシテ其内六尺餘ヲ胸壁ノ如ク爲セリ其構造ハ兩側ニ切石ヲ積疊シ内部ハ混凝土粗石ヲ以テ築造シタルモノナリ
築堤ノ延長一尺ノ工費ハ左ノ如シ

工費

深サ〇乃至十尺 四百七十七圓

同 十乃至十六尺 八百七十二圓

同 十六乃至二十三尺 千三十圓

同 二十三尺 千三百圓

堆砂

プウローンノ地タルヤ一帶ノ砂濱ニシテ始メ工事ノ設計ヲ定ムルニ當リ半島堤ハ漂砂ヲ堆積セシムルノ虞アリトナセシ者少ナカラス果然築造ノ結果多少海岸ヲ前進セシメタリト雖モ幸ニシテ漂砂ノ量多カラサルト地勢其宜シキヲ得タルトニ依リ漸次平衡ノ状態ニ達スルニ至レリト云フ

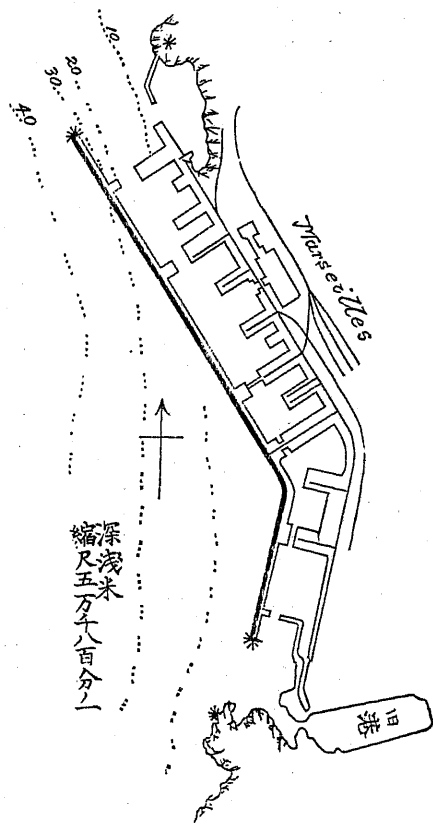
起工

マルセーユ防波堤 馬耳塞 (Marseille) 港ハ佛國第一ノ商港ニシテ地中海ノ諸港及ヒ東洋ノ諸邦ニ對スル運輸交通ノ要衝ニ當レリ
馬耳塞ノ商港ハ由來已ニ久シ然モ其範圍ハ現時舊港ト稱スル面積僅カニ九萬坪ニ充タサル小江ヲ利用セシニ止マリ現時ノ港灣ハ凡ソ七十年來ノ築設ニ係ハレルモノナリ

設計

馬耳塞港(第九十圖)ノ形狀タルヤ一大島堤ニヨリテ之ヲ成シ此種ノ防波堤配置ニ於ケル嚆矢トス澳國ツリースト、ヒユーム及ヒ佛國ブレस्त港ノ如キハ其模範ヲ

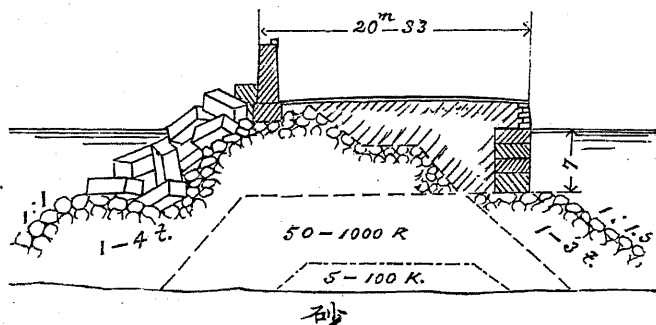
圖 十 九 第



馬耳塞ニ採リタルモノナリ
防波堤ハ海岸ヨリ僅ニ千六百尺内外ヲ距テ殆ント之ニ並行セリ
港内ハ之ヲ數區ニ分チ内ニハ阜頭ヲ櫛比セシメ

以テ岸壁ノ延長ヲ多クシ外ニハ外港ヲ設ケテ船舶ノ出入碇繫ノ便ヲ圖ルコト其用意頗ル周到ヲ極メタリ
在來ノ防波堤ハ延長一萬二千尺ナリシカ最近更ニ北方ニ向ヒテ千八百尺ヲ増設シ港内ノ面積ヲ五十六萬坪ニ達セシメ又タ内部ノ設備ヲ完全ニシ今ヤ上圖ニ見ル如キ形狀ヲ成スニ至レリ

圖 一 十 九 第



斯ノ如キ防波堤ノ配置ハ船舶ノ出入ニ便ナラサル點ナキニ非スト雖モ亦タ必要ニ應シ港内ヲ擴張スルコトノ容易ナル他ニ其比ヲ見ス殊ニ馬耳塞ノ如キ地勢ニ在リテハ最モ適切ナリトス
馬耳塞ノ地タルヤリヨン灣ノ一隅ニ在リテ其開敞ノ度多大ナラス其北東南ハ殆ント陸地ニ圍繞セラレ纔ニ西ニ向ヒ對岸ヲ距ルコト凡ソ百二十哩ナリトス故ニ最高波浪ト雖モ其高サ十六尺ヲ超ユルコトナシトス

材料ニ乏シカラサリシカ故ニ馬耳塞防波堤ニアリテハ既往幾多ノ成敗ニ稽ヘ工

築堤ノ工事ハ千八百四十五年ニ於テ其南端ヨリ著手シ漸次北ニ向ヒテ延長セシモノナリ該堤設計ノ當時ニハ既ニプリマウス、シャープール、ジェラウ、ミア、ホウリーヘッド等ノ防波堤アリテ參考ノ

堤ノ構造

事ノ施設頗ル宜シキヲ得此種築堤ノ摸範トナスニ足レリ
 堤ノ構造ハ深淺及ヒ築設ノ个所ニ依リテ多少ノ差アリト雖モ大體ニ於テハ第九
 十一圖ニ示ス如キ斷面ヲ有シ捨石ニ用ヒシ粗石ハ波動ノ強弱ニ對シ其配置ヲ定
 メ波撃ノ最モ強烈ナル海面附近ニ限リ巨大ナル塊ヲ使用セリ乃チ下部ニハ最小
 ノ粗石ヲ用ヒ其上ニ一立尺乃至十立五尺ノモノヲ投入シ堤ノ兩側ニハ十五乃至
 五十立尺ノモノヲ以テ之ヲ掩ヒ外側ニハ二十二噸ノ混泥土塊ヲ投入セリ此ノ如
 ニシテシャープールニ於ケル如ク大小ノ粗石ヲ混用スルコトヲ避ケ又タアルジュ
 ーニ於ケル如ク大形ノ塊ヲ亂用セスシテ堤ノ堅牢ト工費ノ節減ヲ併得セリ
 塊ハ數年間左ノ配合ヲ以テ搗固法ニ依リ之ヲ製シ四十五日以上ヲ經テ沈下セリ
 ト云フ

塊ノ配合

テール石灰

(積量)

山砂

一、七

碎石

四、〇

然モ其往々海水ノ作用ニ耐ヘスシテ破壊セルモノアリタルヲ以テ後チ之ヲ變改

塊ノ沈下

シテ混泥土塊ヲ以テ塊ヲ造ルニ至レリ且ツ塊ノ重量ヲ三十噸トナセリ
 混泥土塊ハ觸衝ニ對シテハ混泥土塊ニ比シ脆弱ナルヲ免レスト雖モ海水ノ作
 用ニ耐ユルノ優レルト馬耳塞地方ニアリテハ其廉價ナルノ利アリト云フ
 沈下ニハ釣孔ヲ用ヒス周圍ニ設ケタル溝ニ鎖ヲ掛ケ以テ塊ノ揚卸ヲ爲セリ
 塊ハ其最小面ニ於テ波浪ニ對スルノ位置ニ之ヲ布設セリ
 塊ハ又タ始メ凡ソ一割ノ法リニ之ヲ積疊セシモ波浪ノ爲メ水上ハ二割五分水面
 以下ハ一割ニ引下サレ其後ニアリテハ何等ノ異狀ヲ呈セスト云フ
 馬耳塞防波堤ハ前述ノ如ク岸壁ヲ兼ネ其幅員ハ七十尺乃至百尺ナルヲ以テ其築
 設ニ多大ノ工費ヲ要セリ乃チ堤ノ南端ヨリ二千六百尺ノ間ハ幅七十尺水深平均
 四十尺ニシテ堤ノ延長一尺ニ付凡ソ七百六十圓ヲ要シ幅百尺ニシテ水深五十六
 尺ノ部分ニ在リテハ一尺ニ付千百圓ヲ要セリト云フ
 堤ノ維持費ハ數年間毎年一尺ニ付平均八十二錢ヲ要セリ其多ク修繕ヲ要セシモ
 ノハ專ラ當初築設セル部分ニ於テ破壊セル塊ヲ補フニアリタリ

工費

馬耳塞港ノ貿易ハ近世ニ於ケル航運事業ノ發展ニ伴ハス其繁盛ハ他港ニ移ラン

トスルノ傾向アルヲ以テ其軌回ノ途ヲ講スルコト久シ最近一策トシテ運河ニヨリローン河ニ接續セシムル工事ヲ起シ目下尙ホ施工中ニアリ港内ノ設備及ヒ岸壁等ニ就テハ後卷ニ於テ之ヲ詳述スヘシ

低基混成堤

低基混成堤ハ捨石ヲ低クシ直立部ノ基礎ヲ干潮面以下ニ於ケルモノニシテ捨石ハ波動ノ爲メニ移動セラレサル高サニ之ヲ止メ專ラ直立部ヲシテ波浪ノ激衝ニ當ラシムルモノナリ

捨石ノ移動

捨石堤ノ場合ニ在リテハ波力ハ水深ノ加ルニヨリ著シク減少シテ如何ナル波浪ト雖モ干潮面以下十三尺ニ於テ一噸内外ノ石材ヲ轉投スルコト稀ナリト雖モ直立部ヲ築クトキハ忽チ波動ヲ一變シ其反動ハ數尋ノ深サニ及ヒ干潮面以下二十尺ニ在リテモ開敞ノ度多キ地ニ在リテハ一噸内外ノ捨石ハ尙ホ移動ナキヲ保セス現ニ古倫母防波堤ニ於テ重量三噸ノ捨石ハ深サ十三尺ノ所ニアリテ轉投セラレ亦タアルダーニー防波堤ニ於テモ捨石工事施工中ハ如何ナル激浪ト雖モ干潮面以下十三尺ニ於テ移動セシコトナカリシニモ拘ハラス一度直立部ヲ築造スルヤ

其實例

波動ヲ一變シ深サ二十尺ニ至ルモ尙ホ移動ノ停止スルコトナク其他アムイデン防波堤ニアリテ深サ二十尺ニ於テ二十噸ノ捨石ヲ轉投セラレシ例アリ故ニ此種ノ防波堤ニアリテハ通常干潮面以下二十尺乃至三十尺ヲ以テ直立部基礎ノ高サト爲スモノ多シ

捨石ノ經濟高サ

水深多大ナル場合ニ在リテハ捨石ノ高サヲ經濟的ニ定ムルコトナシトセス乃チ直立部及ヒ捨石ノ量ヲ増減シテ全體ノ工費ヲ最少額タラシメントスルニ在リ此場合ニ於テハ左ノ計算ニ據リ直ニ之ヲ得ヘシ(第九十二圖)

$$\alpha = \frac{ac - rb}{r(c + f)}$$

r ハ捨石積量單位ノ工費

c ハ直立部積量單位ノ工費

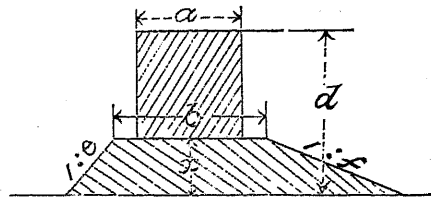
此種ノ築堤ニ在リテハ通常捨石ニハ粗石ヲ用ヒ直立部ニハ混凝土ヲ用ユルモノトス蓋シ捨石ハ波動ニ對シ安全ナル高サニ之ヲ止ムルヲ以テ巨大ナルモノヲ要セスト雖モ之ニ反シテ直立部ハ波動ノ激衝ニ當リ殊ニ工事中個々脱列ノ憂ナカラシメンニハ巨塊ヲ以テ築造セサル可ラス

築堤ノ用材

粗石ノ區別

捨石沈定ノ
必要

圖二十九第



粗石ハ其重量ニヨリ採掘及ヒ運搬ノ費用ニ甚シキ差アルヲ以テ大小ヲ區別シ之ヲ使用スルヲ以テ常トス乃チ下層及ヒ心ニハ最小ナルモノヲ投入シ其大ナルモノハ表面ニ近ク之ヲ置キ殊ニ直立部ノ前面ニ在リテハ最大ナルモノヲ用ユルノ必要アリ

捨石ハ成ルヘク其沈定ヲ全フセシムル爲メ投入ノ後少ナクモ一ケ年ヲ經テ直立部ノ工事ニ著手スルヲ可トス然モ此種ノ築堤ニアリテハ捨石ハ直接波動ニ觸接セサルヲ以テ捨石ノ干潮面以上ニ達スル場合ニ於ケル如ク波浪ノ爲メ容易ニ

塊積疊ノ方
法

固定セラル、ニ至ラサルハ其缺點ナリトス現ニ古倫母防波堤ニ在テハ捨石投入後一ケ年ヲ經テ直立部ノ築造ヲ始メシニ拘ハラス臺車及ヒ積疊機ノ堤上ヲ往復スルニ依リテ捨石ノ高サニ其一割ニ當ル沈定ヲ生セリト云フ

塊積疊ノ方法ハ之ヲ分チテ水平、傾斜ノ二種トス而テ其方法ノ何レタルニ拘ハラス塊ハ或ル格段ナル場合ヲ除クノ外ハ上下一直線ニ之ヲ積疊シテ隣層ノ接合ヲ

隣塊ノ繋合

施ササルヲ可トス若シ接ヲ亂シ普通陸上ニ於ケル築壁工事ノ如クスルトキハ海底若ハ捨石ノ沈定スルニ當リテ個塊ノ之ニ伴ナハサルヲ以テ下層ニ緩ミヲ生シ其塊ハ激浪ノ爲メ忽チ脱出セラル、ニ至ルコトアルヘシ

隣塊ノ接合ハ塊ノ側面ニ凹凸ヲ設ケテ之ヲ相筭スルカ若クハ兩凹ノ間ニ栓ヲ挿填スルニ依ルコトヲ得ヘク上下ノ接合ニ至リテハ單ニ凹凸ヲ以テスルノ外良法ナク畢竟空中ニ於テ施シ得キ完全ナル個塊ノ繋合ハ水中ニアリテハ望ム可ラサル所ナリ

水平疊

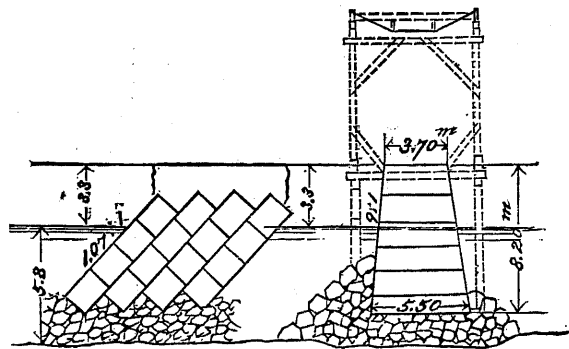
水平積疊ノ法ハ堤ノ全線ニ於テ數ヶ所ニ起工セントスルトキ又ハ島堤築造ノ如キ陸地ヲ隔ツル場合ニ在リテ最モ適切ナルモノナリトス然モ隣層若クハ個塊ノ全ク直立スルヲ以テ終端ニ於ケル塊ハ波力ニ對スル抵抗ノ微弱ナルニヨリ工事中堤端ノ防禦極メテ困難ナリ且ツ其捨石ノ沈定ニ伴ヒ降下スルニヨリ堤ノ一端ヨリ築造ヲ進ムルトキハ前後ノ層ヲシテ分離セシムルノ不利アリ

凡ソ捨石沈定ノ程度ハ其高ト荷重トニ因ルモノナルヲ以テ之ヲ今高サノ一割ト假定セハ海底ノ勾配例ヘハ五十分ノ一ナル場合ニアリテハ若シ捨石面ニ五百分

傾斜積疊

ノ一ノ勾配ヲ付セサルニ於テハ築堤後五百尺毎ニ上端ニ於テ一尺ノ差ヲ生スヘシ是レ混成堤ノ築造ニ於テ最モ注意ヲ要スル點ナリトス
半島堤若ハ島堤ニシテ其陸地ヲ隔ツルコト遠カラサル場合ニハ傾斜積疊ノ法ニ

第三十圖



據ルコトアリ此方法タルヤ別ニ新奇ト爲スニ足ラスト雖モ規模ノ大ナル築堤工事ニ應用シタルハマノラ防波堤ヲ以テ始メトス此方法ニ據ルトキハ隣層ノ塊ハ其重量ニ依リ自然後下ノ兩面ニ於テ相接シ又捨石ノ沈定ニ伴ヒ層々滑下シテ固著スヘシ又塊ハ後方ニ凭ルニヨリ能ク波力ニ抗シテ其位置ヲ保持スルコトヲ得ルヲ以テ毎期工事ノ終リニ於テ堤ノ終端ヲ防禦スルコト水平ノ法ニ於ケルカ如ク困難ナラス
傾斜積ノ法ニ在リテハ堤ノ一端ヨリ工事ヲ進メ堤上ニ軌道ヲ布設シ堤ト共ニ延長シテ塊ヲ運搬

隣塊ノ間隙

シ積疊機ヲ用ヒテ沈下スルヲ常トス然モ亦タクステンジニ於ケル如ク(第九十三圖參看)足代ヲ設ケ上ニ起重機ヲ置キ積疊セシモノアリ隣接スル塊ノ間ニ存スル間隙ハ塊ノ製造ニ用ヒタル模型製作ノ精粗、搗固ノ多少等ニヨリテ生スル不同ノ有無及ヒ積疊ノ方法ニ依リ差アリト雖モ平均五分内外ナリトス

傾斜ノ度

傾斜ノ度ハ既設ノ工事ニ在リテハ一定セス水平ニ對シ四十七度乃至七十六度ヲ成セリ此傾斜ノ度タルヤ塊ノ製造ニ際シ垂直ニ釣リ揚クルノ目的ヲ以テ同一ノ傾斜面ニ於テ之ヲ造ラントセハ塊ノ重心ヲ貫通スル垂直線ヲシテ充分塊底面ノ中ニ存セシメサルヘカラス

塊ノ大サ

混泥土塊ノ大サハ規畫正シク積疊セルモノニ在リテハ隣塊ヲ相互繫合スルニ依リ個々脱出ノ害ヲ除クコトヲ得ルヲ以テ工事施設中未タ繫合ヲ施サルモノ若ハ終端ノ塊ヲシテ波浪ニ對抗セシムルニ必要ナル大サヲ以テ足レリトス此點ニ付テハ第三章ニ於テ述ヘタル波浪ノ壓力ヨリ之ヲ算出シ得ヘシ但シ塊ハ水中ニ在リテハ殆ント其重量ノ四割ヲ減シ且ツ相互面ニ於ケル摩擦ノ率ハ凡ソ〇.五乃

場所詰著手ノ期

至〇七ナリトス乃チ例ヘハ高サ五尺幅六尺長十尺ノ塊ハ其比重二三ナルトキハ海中ニアリテ其側面ニ於テ六乃至八噸ノ横壓ニ耐ヘキモノナリ塊ヲ釣り揚クルニハ通常丁字鐵ヲ用ヒ釣孔ハ塊ノ全高ヲ貫通スルカ若ハ中途適當ノ深サニ於テ之ヲ止ムルモノトス而テ傾斜積ニ在リテハ塊ヲ斜ニ釣ラサルヲ得サルニ依リ其爲メ多少ノ煩ヲ免レヌ

積疊セル塊ノ上部ニ於テ一體ノ場所結混凝土ヲ布設スル場合ニハ捨石及塊ノ沈定スルヲ待テ之ヲ施スヘシ乃チ塊積疊後少クモ一ケ年間ヲ經ルヲ要スルモノトス而テ該混凝土ハ長サ三十尺内外ニ之ヲ區分シテ布設シ以テ下部ニ於ケル不同ノ沈定及ヒ寒暖ニヨリ生スル變形ニ備フヘシ

アルダーニー防波堤

アルダーニー (Alderney) 港ハ英佛海峡ニ於ケル群島

ノ一ニアリテ築港事業上寧ロ失敗ニ依リテ其名ヲ知ラレタリ然モ其失敗ハ學術上ニ裨益ヲ與ヘシコト少ナカラス

アルダーニー築港ノ目的タル佛國ニ對スル海峡ノ要港ヲ造リ兼ネテ避難港タラ

地勢

シメントスルニ在リテ其工事ハ殆ント五十年前ノ施設ニ係ハレリ

アルダーニーノ地タル其附近ハ潮流急激且ツ岩礁多ク航海頗ル危険ナルヲ以テ

圖 四 十 九 第

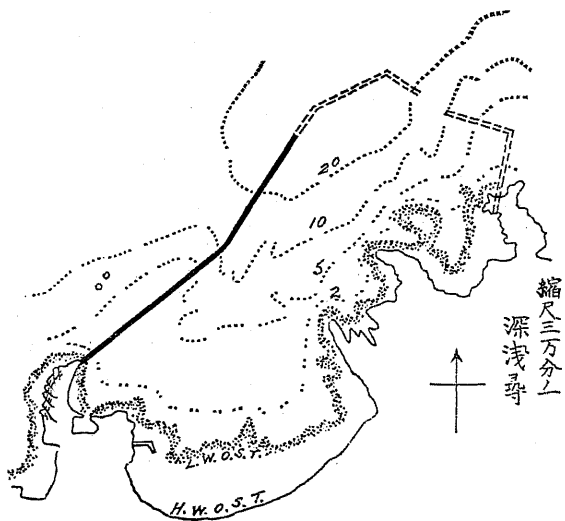
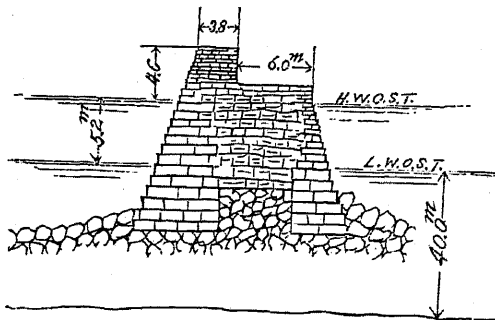


圖 五 十 九 第



設計

其變更

避難港トシテハ殆ント其用ヲ爲サス是レ既ニ其目的ニ於テ誤レルノ一ナリ
防波堤ハ第九十四圖ニ示ス如ク延長一萬二百三十尺(内五千九百尺ハ遂ニ築ニシテ千八百四十七年ニ著手シ其構造ハ始メ捨石ヲ以テ干潮面ニ達セシメ直立部ハ粗ナル切石ヲ以テ其左右ノ壁ヲ造リ中ニ粗石ヲ填充シテ大滿潮面上六尺ニ達セシメ上ニ高十八尺ノ胸壁ヲ築造シタルモノナリシニ築堤ノ延長僅カニ四百尺ニ達スルニ及テ既ニ其弱點ヲ現ハシ干潮面ニ近キ捨石ハ散亂セラレ直立部ハ屢被
害ヲ受ケ到底激浪ニ耐ユ可カラサルヲ以テ第九十五圖ノ如キ構造ニ改メ直立部ノ基礎ヲ干潮面以下十二尺ニ置キ外壁ニハセメントヲ用ヒテ切石ヲ積疊セリ外壁ノ厚サハ元ト十三尺ナリシヲ二十三尺トシ内壁ヲ十三尺トセリ中埋ニハ二千尺ノ間ハ混凝土ヲ以テシ其餘ニハ膠泥ヲ以テ粗石ヲ積疊セリ
防波堤ノ陸地ヨリ二千六百二十尺ノ點ニ於テ屈曲ヲ呈セルハ中途設計ヲ變更シテ港灣ノ擴張ヲ計リシニ依レリ

施工ノ方法

捨石ハ專ラ底開船ヲ以テ之ヲ投入シ約三年ヲ經テ直立部ノ基礎ヲ造成セリ
直立部ハ捨石ノ上ニ設ケタル足代ニヨリ延長凡ソ六十六尺ニ區分シテ施工シ大

破壊

干潮毎ニ切石ヲ積疊シ其滿潮面上ニ達シタル部分ニハ下層ノ沈定スルヲ俟テ徐々ニ其上部ノ構造ヲ施セリ
築堤ハ前述ノ如ク周到ナル注意ヲ以テ施工セシニモ拘ハラズ激浪ノ爲メ破壊セラレタルコト一再ナラス其襲來スルヤ碎波ハ二百尺以上ノ高ニ飛散シ堤上ニ墜落スルニ及テハ胸壁路面ヲ打破シ又堤ノ内外ヲ問ハス捨石ヲ轉投セルコト累年ニ及ヒ殊ニ一千八百六十六年ニ至リ二ヶ所ニ於テ堤上ヨリ外側ニ貫通セル大破ヲ生スルニ至レリ其カ爲メ一千八百七十二年マテニ年々修理ニ要セシ捨石ノミ
ノ工費約二萬餘圓ニ達シ遂ニ之ヲ放棄スルノ止ヲ得ルニ至レリ
アルダーニー築堤ノ破壊タル其原因固ヨリ一ニシテ足ラスト雖モ左ノ數點ハ其最モ重ナルモノナリトス

破壊ノ原因

- 一 工事ノ設計ヲ施スニ當リ開敞ノ度ニ重キヲ措カサリシコト
- 一 捨石ノ沈降甚シク且ツ不同ナリシ爲メニ直立部ニ龜裂ヲ生シソレヨリ堤心ニ波撃ヲ受ケテ大破ノ始メヲナセルコト
- 一 胸壁ノ高サ過大ニ失シ其カ爲メ堤面ノ上下ニ向テ甚シク波動ヲ激セシメシ

一 堤心ノ構造宜シキヲ得サリシコト
 一 外側ノ法緩ニ失シ爲メニ下層ニ於テ充分ノ壓力ヲ受ケサル石材ノ容易ニ脱出セラレタルコト
 一 捨石ノ輕小ニ失セシコト

起工

地勢

コロンボー防波堤 古倫母港ハ錫蘭島ノ西岸ニ在リテ該島唯一ノ輸出入港タルノミナラス歐洲ヨリ東洋ニ航スル船舶ノ寄航港トシテ頗ル繁盛ノ地タリ其修築ハ千八百七十五年ニ著手シ十年ヲ經テ南堤ノ築設ヲ竣ヘ茲ニ工事ノ一段落ヲ告ケタリ然モ船舶ノ安全ニ碇泊シ得ヘキ積面ハ僅カニ二十八萬坪ニ過キササルヲ以テ年々發達スル貿易ノ需用ヲ充タスニ足ラサルニ依リ更ニ千八百九十三年ニ至リテ北堤ノ工事ニ著手セリ

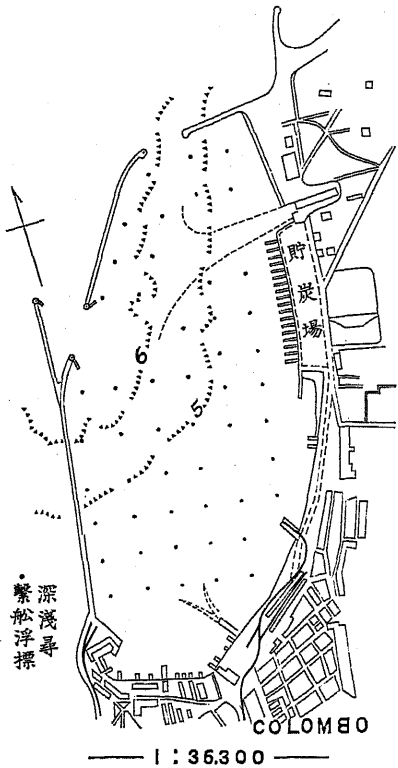
古倫母ノ地タルヤ印度洋ニ面シ定期風ヲ受ケ海上平穩ナル期間長カラズ殊ニ五月ヨリ十一月ノ間ハ西南風ノ襲フ所トナリ海中工事ハ殆ント全部之ヲ中止セサ

設計

ヲ得ス築港工事ノ困難ナルコト思フヘキナリ

南堤ハ第九十六圖ニ示ス如ク延長四千二百十尺島堤ハ二千六百五十六尺北堤ハ一千百尺ニシテ港内ノ面積八十萬坪ナリトス港口ハ二ヶ所ニ之ヲ設ケ本口ハ幅ヲ八百尺トシ副口ヲ七百尺トセリ然モ西南ノ暴風ニ際シテハ港内未タ以テ平穩ナラサリシニヨリ築設後ニ及ヒ南堤ヲ更ニ二千餘尺延長スルニ至レリ

圖 六 十 九 第



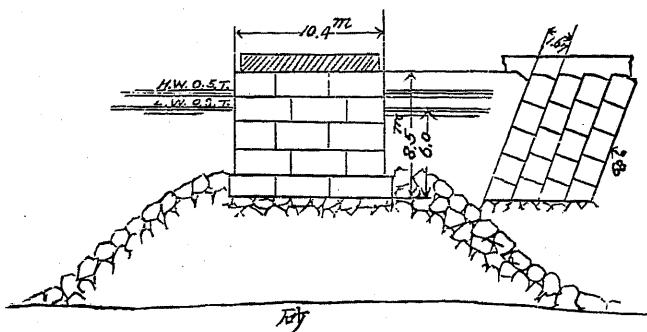
南堤ハ始メ之ヲ卓頭ニ兼用スルノ目的ヲ以テ其幅ヲ五十尺トシ壁ヲ内外ニ分チ外壁ヲ幅二十四尺内壁ヲ十二尺トナシ中間ニ粗石ヲ詰メ上ニ混凝土ノ場所詰ヲ施シテ通路トナスノ設計

異動

設計ノ變更

捨石工事

圖 七 十 九 第



ナリシヲ以テ施工中外壁ハ内壁ヨリ常ニ前進シ居
 レリ然ルニ築堤ノ起點ヨリ凡ソ千四百尺ニ達セシ
 頃ニ當リ西南ノ暴風ニ遭遇シ當時外壁ハ内壁ヨリ
 進メルコト六百九十尺ナリシニ忽チ激浪ノ爲メ港
 内ニ向テ押入レラレ其移動終端ニ於テ一尺二寸ニ
 達シ同時ニ約一尺ノ陥落ヲ生スルニ至レリ是ニ於
 テ設計ヲ變更シ且ツ其到底阜頭ノ用ヲ爲サ、ルヲ
 以テ單ニ防波堤タルノ設計ニ止メ第九十七圖ノ如
 ク施工セリ

此設計變更ノ事タル古倫母地方ニ於ケル波力ヲ畧
 推知セシムルニ足ルモノトス蓋シ幅二十四尺ノ堤
 ハ激浪ニ耐ヘサリシト雖モ設計變更ノ後異狀ナキ
 ヲ以テ觀レハ幅三十四尺ハ能ク是ニ對抗スルヲ以
 テナリ

捨石ハ古倫母ヲ距ル凡ソ十五哩ノ所ヨリ鐵道ニヨリ之ヲ搬出シ更ニ開底船ニ積
 載シテ運搬放下シ其干潮面以下十九尺ノ高サニ達スルヤ稍、小形ノモノヲ加ヘ干
 潮面以下二十尺ニ畧、之ヲ均シ凡ソ六ヶ月ヲ經テ潜水夫ヲシテ捨石ノ上ニ於テ條
 軌二本ヲ左右ニ置キ其高サヲ定メ更ニ之ニ軌條ヲ橫架シ前後ニ摺動シテ凹凸ヲ
 均ラシ以テ直立部ノ基礎トナセリ

捨石ハ此ノ如ク投入ノ後少クモ一回ノ定期風ヲ經テ始メテソレニ於ケル直立部
 ノ築設ニ着手セルヲ以テ多少其間ニ沈定シタルヘシト雖モ高基混成堤ニ於ケル
 如ク直接ニ波浪ノ動搖ニ接セサリシニヨリ其固着全カラサリシモノ、如シ
 混凝土塊ハ十四噸乃至三十三噸ニシテ其配合ハ左ノ如シ

塊ノ製造

セメント 一

砂 二

碎石 五

此外尙ホ一立尺内外ノ粗石ヲ混凝土全量ノ三分ノ一ニ達スルマテ加ヘ而テ該粗
 石ハ塊ノ表面ヲ去ルコト六寸以上タルヘキモノトナセリ

塊ノ積疊

塊ノ製造ハ總テ練込法ニ依リ會テ搗固メヲ施シタルコトナシト云フ
直立部ハ干潮面以下二十尺ノ深ニ起リ高サ二十八尺ノ間ハ混凝土塊ヨリ成リ上
部ハ一體ニシテ厚サ四尺二寸ノ場所詰混土ヲ以テセリ

塊ハ水平ヨリ六十八度(法四分)ノ傾斜ニ之ヲ積疊セリ

積疊機ハ既成ノ堤上ニ進退シテ施工中ハ堤ノ終端ニ在リテ工場ヨリ臺車ヲ以テ
送付スル塊ヲ沈下セリ

捨石ノ沈定

捨石ハ自重ノ外塊及ヒ積疊機ノ重量ニ依リテ沈定シ其度捨石ノ高サノ平均十分
ノ一ニ當レリ

上部場所詰ハ塊積疊ノ後更ニ一ケ年ヲ經テ之ヲ施セリ

堤頭ニハ捨石ノ上ニ鐵箱ヲ据ヘ之ニ混凝土ヲ填充シテ水面上ニ達セシメ上ニ一
體ノ場所結混凝土ヲ布設シ本堤トノ接續ハ水平ニ積疊セル塊ヲ以テセリ

工費

南堤ノ工費ハ凡ソ三百五十萬圓ニシテ堤端ニ於ケル埋築其他ノ工費ヲ引去ルト
キハ堤一尺ニ付約七百九十二圓ニ當レリ而テ其比較的低廉ナリシハ多ク囚徒ヲ
使役セシニ依リテナリ

島堤ハ南堤ニ比シ波力稍減スル所アルニヨリ幅ヲ三十二尺トシ干潮面以下三十
一尺ニ於テ捨石ヲ均ラシ上ニ十七乃至三十三噸ノ塊ヲ傾斜シテ積疊セリ

東北堤ハ單純ナル捨石堤ニシテ高サ滿潮面上六尺ニ達シ法ニハ三噸ノ粗石ヲ使
用セリ

南堤ヲ延長シタル部分ハ大體ニ於テ南堤ト其構造ヲ等シクセリ其異ナル點ハ直
立部ノ基礎干潮面以下三十尺ニアルト其上幅ノ三十六尺ナルトニアリ堤頭ハ徑六
十尺ニシテ三十噸ノ塊ヲ水平ニ積疊セルモノナリ

古倫母築港工事ハ千九百十二年ニ竣成シ創設ヨリ前後三十七ケ年ニ互リ其間ニ
要セシ工事費ハ實ニ三千萬圓ニ達セリト云フ

マドラス防波堤

マドラス港ハ英領印度ノ東岸ニ於ケル一大人造港ニシテ

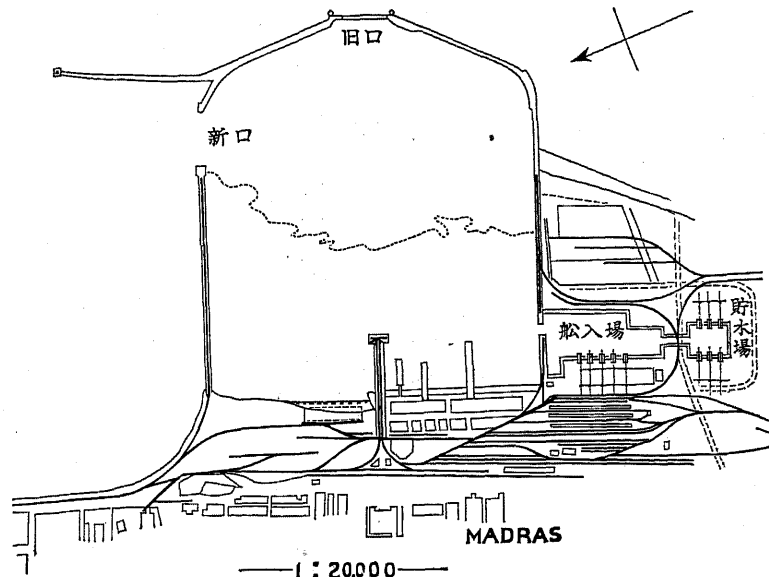
其築設ハ千八百七十六年ニ始マリ屢々風浪ノ害ヲ受ケ創設ヨリ二十年ヲ經テ漸
ク完成セリト雖モ其結果豫期ニ反スルモノアリテ近年一大改築ヲ施スニ至レリ
防波堤ハ初メ南北二條ヨリ成リ各延長四千尺其包圍スル所ノ面積二十五萬餘坪

設計

地勢

維持ノ困難

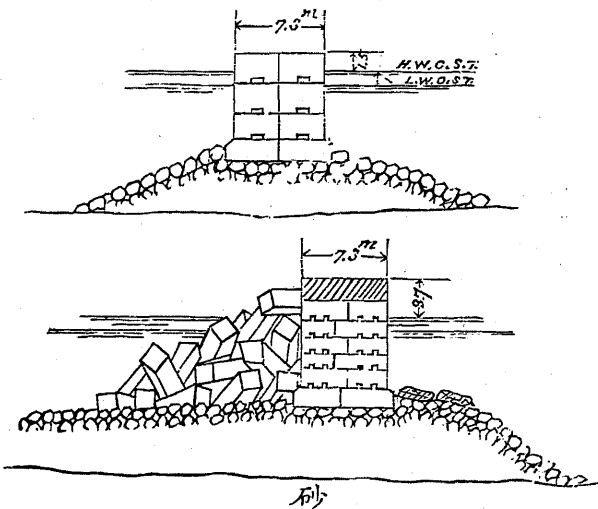
圖 八 十 九 第



ニシテ「港口ハ第九十八圖ニ舊口ト記セル所ニ之ヲ設ケタリマドラスノ地タルヤ連亘數百里ノ砂濱ニ在テ殊ニ波浪ノ激烈ニ加フルニ定期風ノ區域内ニ在ルニ依リ潮流ハ風向ニ伴ヒ一ケ年中八ケ月間ハ北ニ向ヒ殘餘ノ四ケ月ハ南行スルヲ以テ漂砂ハ多ク南ヨリ北ニ移動シ且其量夥多ナルニヨリ港灣ノ維持困難ナルヘキヲ豫想シ該工事ノ設計ヲ非難スルモノ頗ル多カリシト雖モ設計者バークスハアムイデン築堤ノ

好例ヲ推シマドラスニ在リテモ亦タ同一ノ結果ヲ得ヘキモノト爲セリ是レ誤謬

第九十九圖 第一百圖



ノ甚シキモノナリ蓋シ兩所ハ其地勢ヲ異ニシマドラスニ於ケル漂砂ハ其性急激ナルコトアムイデンノ比ニ非ラス故ニ前者ニ在リテハ築堤工事ノ進捗ト共ニ著シク南側ノ陸地ヲ増加セシメ築設後二十年間ニ海岸線ハ工事着手ノ當時ニ比シ凡ソ二千餘尺ノ沖ニ向テ前進シ風浪ニ際シテハ濁流港口ニ迫リ甚シク港口ノ水深ヲ減スルニ至リ港灣ノ維持ヲ危殆ナラシメタリ築堤ハ始メ第九十九圖ニ示ス如キ断面ニ施工シテ其全長ニ及ホシ工事將ニ成ラントスルニ當リ千八百八十一年ニ至

破壊

リ激浪ノ爲メ堤頭ヨリ曲角ニ達スル間兩堤共悉ク破壊セラレタリ當時ノ風力ハマドラスニ在リテハ速度僅カニ十七米ニ過キサリシト雖モ波浪ハ水深四十六尺ノ個所ニ於テ海底ヲ攪亂シ其防波堤ニ達スルヤ三十噸ノ巨塊ヲ六十餘尺ノ距離ニ散亂シ僅カニ六時間ヲ出テスシテ兩腕各凡ソ五千尺ヲ擊破シ工費二百萬圓ヲ空シク水泡ニ歸セシメタリ是レ工事ノ一大頓挫ニシテ漸ク三年ヲ經テ復舊工事ニ着手スルニ至レリ

復舊工事設

捨石工事

復舊工事ハ第百圖ニ示ス如ク波浪ノ爲メ充分固着セル捨石ヲ基礎トシアムイデ防波堤ノ断面ニ則リ堤ノ外側ニ碎波ノ目的ヲ以テ夥多ノ巨塊ヲ投入セリ在來ノ捨石ハマドラスヲ去ル凡ソ十四哩ノ個所ニ於テ採掘セシ半噸乃至一噸ノ粗石ニシテ之ヲ鐵道ニ依リ搬出シ開底船ニ積ミテ投入セリ而テ其高サハ水深ニ依リテ之ヲ異ニシ最高二十六尺ニシテ其上端ハ全堤ヲ通シテ干潮面以下二十二尺ニ達シ内外二割ノ法リニ均ラセルモノナリ復舊工事ニ在リテハ散亂セル塊ヲ取片付ケ之ヲ捨石トナシ新ニ十七噸乃至三十噸ノ塊ヲ製造セリ其配合左ノ如シ

塊ノ製造及積疊

セメント 一

砂 三

碎石 五

塊ハ二臺ノ積疊機ヲ以テ之ヲ六十八度ノ傾斜ニ積疊セリ其底面及ヒ前後ニハ二條ノ凹凸ヲ設ケテ隣塊ノ接合ヲ施セリ塊ハ悉ク其隅約三寸ヲ缺キ之ヲ積疊スルトキハ塊ノ邊隅ニ於テ堤ノ兩側ニ通スル小孔ヲ成シ其合断面ハ港口ノ断面積ニ等シク海水ノ流通ヲ幫助スルコト少ナカラス隣塊ノ間隙ハ概ネ二分乃至三分ニシテ頗ル密接セルモノト云フヘシ堤頂ノ場所詰ハ塊積疊後一ケ年ヲ經テ之ヲ施セリ其配合ハ左ノ如シ

場所詰

セメント 一

砂 三

碎石 四

場所詰ニハ長二十尺毎ニ約八分ノ間隙ヲ存セシメ以テ變形及ヒ寒暖ニヨリ生スル伸縮及ヒ捨石ノ陷落ニ對シ備ヘタルモノナリ

混凝土塊ノ製造及ヒ場所詰ハ共ニ煉込ノ法ニ依レリ
塊ハ製造後六日ヲ經テ其模型ヲ撤シ更ニ十日間水ヲ注キ三ヶ月ヲ經テ沈下セリ
堤頭ニハ徑四十二尺高サ五十二尺ノ鐵箱ヲ用ヒ結構ヲ以テ其周圍及底ヲ造リ周
圍ニ厚二分ノ鐵板ヲ張レリ鐵箱ノ組立ハ干渠ノ中ニ於テ之ヲ施シ其高サ約七尺
ニ達スルニ及ヒ水ニ浮ヘ漸次高ヲ加ヘ又タ混凝土ヲ詰メソノ竣ルヤ浮送シテ沈
下シ更ニ混凝土ヲ以テ其内部ヲ填充セリ

工費

築堤費ハソノ千八百八十一年迄ニ要セシモノ實ニ三百七十一萬餘圓ニシテ延長
一尺ノ工費ハ約七百二十圓ニ當レリ

復舊工事ノ部分ニ在リテハ一尺ニ付約八百五十圓ヲ要セリト云フ

復舊工事ハ豫定ノ通り完成セリト雖トモ築港全體ノ設計業ニ其宜シキヲ得サル
コト前述ノ如クニシテ漂砂ハ南堤ヲ廻リ漸次港内ニ侵入シ到底浚渫ニヨリ永ク
港内ノ水深ヲ維持スルコト能ハサルニ至リ且ツ東南ノ風浪ニ際シテハ高浪港内
ニ入り船舶ノ錨泊ヲ困難ナラシメタルニヨリ遂ニ千九百五年ニ至リ第九十四圖
ニ示セル如ク北堤ニ於テ幅四百尺ノ新口ヲ開クヘキ工事ニ着手シ且ツ其庇覆ニ

具フル爲メ北ニ向ヒ延長千六百尺ノ防波堤ヲ増設シ千九百十年ニ至リ舊口ヲ全
ク閉塞セリ尙ホ南堤ニ於テモ亦タ一口ヲ設ケ堆砂ヲ掘竣シテ船入場貯木池等ヲ
築造シ其他諸般ノ設備ヲ整頓スルニ至レリ其工費六百五十萬圓ニシテ内三百萬
圓ハ陸上ノ設備ニ屬セリ而テ築港工事全體ニ要セシモノハ實ニ千六百萬圓ニ達
セリト云フ

横濱港防波堤 横濱港ハ我邦隨一ノ商港ニシテ其修築ハ明治二十二年ノ起

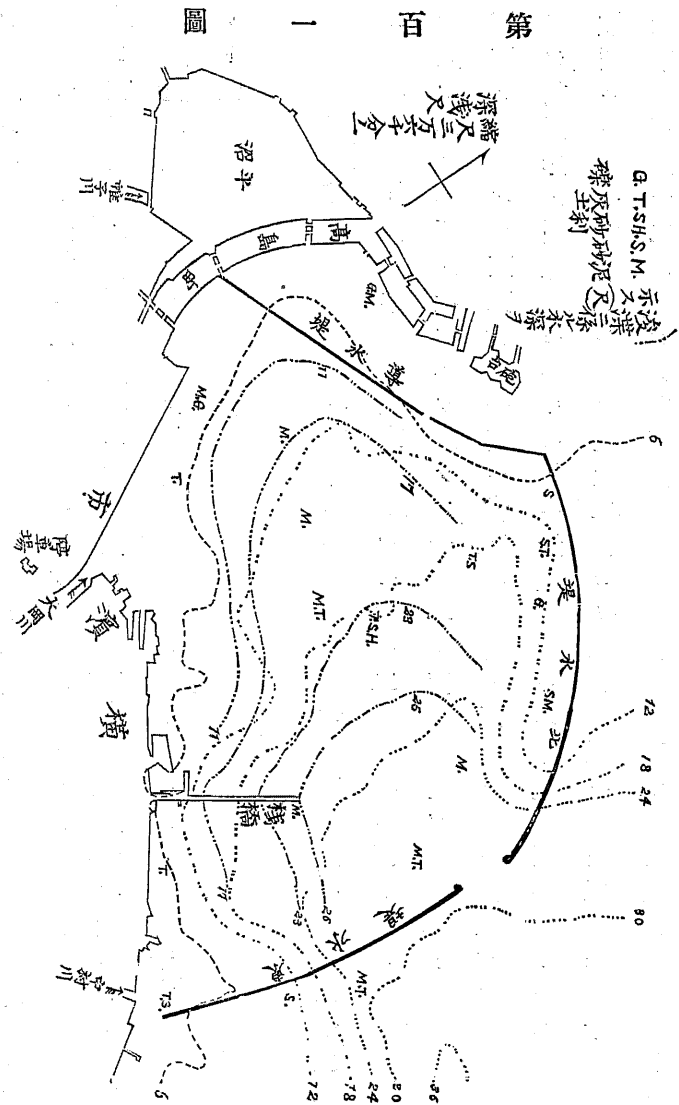
起工
地勢

工ニ係ハリ始メ四ヶ年ノ繼續事業トナセシモ二十五年ニ至リ會々塊龜裂ノ珍事
ヲ惹起シ爲メニ漸ク七ヶ年ヲ經テ二十九年ニ至リ竣功ヲ告ケタリ

横濱港ノ地タルヤ東京灣ノ一隅ニ當リ北西南ノ三面ハ岡陵圍繞シテ天然ノ灣形
ヲ成シ其對岸ノ距離最モ多キモ僅ニ卅哩ニ過キス開敞ノ度多シトセス

設計

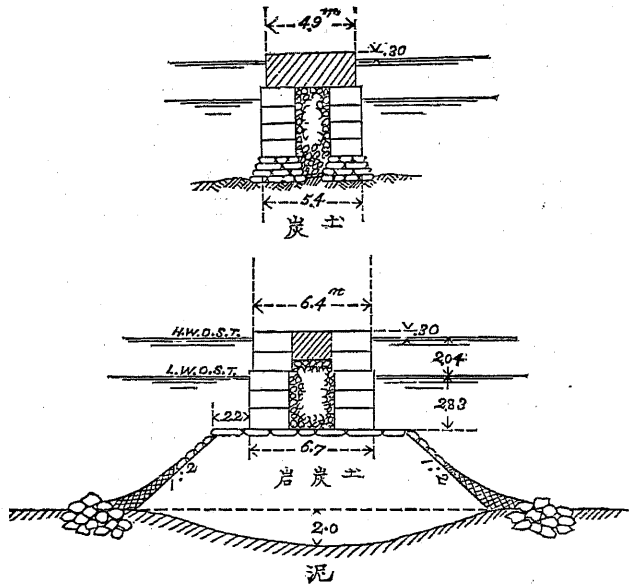
防波堤ハ第一百圖ニ示ス如ク東北二條ヨリ成リ東堤ハ延長五千四百十五尺北堤
ハ六千七百四十二尺ニシテ其包圍スル所ノ面積百五十萬坪ニ達セリ港口ノ幅員
ハ八百尺トス



第一百圖

堤ノ構造

第二百二圖



第二百三圖

海底軟弱ナル个所ニ在リテハ(第百三圖堤ノ重量ニ依リ柔泥ノ左右ニ逸出スルヲ

防波堤ハ上幅十尺乃至二十一尺ニシテ高サ滿潮面上一尺トス其断面ハ第百二圖及ヒ第百三圖ニ示ス如ク陸地ヨリノ遠近及ヒ海底ノ地質ニ依リ其構造ヲ異ニシ乃チ海底硬質ナル部分ハ(第百二圖袋詰混凝土ヲ以テ凹凸均ラシ其上ニ混凝土塊ヲ積疊シ深淺ニ應シ一層乃至四層ト爲シ外幅ヲ十二乃至十八尺トシ中間ニ粗石ヲ填充シ其上部ニハ幅十尺乃至十六尺ノ場所詰混凝土ヲ布設シ其中ヲ垂直ニ貫通シテ竹筒ヲ埋メ以テ内部ニ生スル壓氣ノ爲ニ排出ノ途ヲ設ケタリ

用材

防カンカ爲メ先ツ築堤ノ基礎トスヘキ位置ノ左右ニ〇、五乃至二噸ノ粗石ヲ投下シ水底ニ小堤ヲ築キ其間ニ土炭岩ト俗稱スル軟石及ヒ砂ヲ投入シ其上面ヲ幅三十六尺高サ干潮面以下九尺左右ノ法ニ割ニ均セリ而テ土炭岩ハ比重僅カニ一、八ニシテ波動ニ耐ヘサルト介類ノ爲メ侵蝕セラル、ニヨリ上面及ヒ左右法ノ一部ニハ袋詰混凝土ヲ布設シ其以下ハ浚渫シタル泥土ヲ以テ之ヲ覆ヘリ直立部ハ下幅二十三尺ニシテ一個ノ重量凡ソ七噸ノ塊ヲ五段ニ列ニ積疊シ其間ニ粗石ヲ填充シ上ニハ幅七尺厚四尺四寸一體ノ場所詰ヲ施セリ又氣孔ヲ設クルコト前記ノ如クナセリ

築堤ハ此ノ如ク海底ノ砂利、土炭岩等ヨリ成リテ堅固ナル場所ニハ其下幅ヲ減縮シ柔泥ノ部分ニ至リテハ著シク之ヲ擴張シ且ツ構造ヲ輕クシ以テ堤ノ海底ニ没入スルコトヲ豫防セリ

海底ノ載荷力

柔泥ノ載荷力ハ豫メ築堤下部ノ高サヲ定ムル上ニ至大ノ關係ヲ有スルヲ以テ始メ海底ニ木板ヲ布キ是ニ數條ノ鐵管ヲ立テ水面上ニ達セシメ上ニ一方尺ニ對シ凡ソ一千磅乃至一噸以上ノ壓力ニ當ル重量ヲ載セ以テ鐵管ノ沈降ヲ觀測シ此ノ

其試驗

如クスルコト數个所ニシテ其平均一方尺ニ一千六百磅ノ重量ハ五、七尺ノ没入ヲ示シ二千磅ハ、七、一尺ヲ呈セリ而テ築堤落成後海底ノ支フヘキ最大壓力ハ一方尺ニ對シ一千八百二十六磅ナリシヲ以テ下部ノ海底ニ没入スル程度ヲ六、五尺ト算セリ然モ該試驗タルヤ僅々數時間以外ニ出テサリシヲ以テ永久的ノ工事ニ對シテハ其充分信據スルニ足ラサルコトヲ慮リ二十四年ニ至リ實地ニ築堤ノ一部ヲ試設シテ其沈降ノ程度ヲ檢スルコト一ケ年ニ及ヒシニ始メハ著シク沈降シ漸次減少シテ四尺五寸ニ至リテ止マリシヲ以テ之ニ據リテ基礎ノ高ヲ定メ豫メ其沈定ニ備ヘタリト云フ

施工ノ方法

堤ノ左右ニ投入セシ粗石ハ底開船ヲ以テ運搬投下シ其量二萬六千餘噸ニ達セリ土炭岩及ヒ砂ノ運搬投入ハ多ク傳馬船ヲ以テシ其量土炭岩ハ二萬九千七百立坪砂ハ二千八百立坪ナリトス此兩事業ハ殆ント同時ニ着手シタルモノナリ袋詰混凝土ハ始メセメント一砂二、七五砂利六、二五(積量)ノ配合ニ依レリト雖モ後チ改メテ一、二四、五ト爲シ船上ニ煉臺ヲ設ケ南京米袋ニ填充シ木槌ヲ以テ敲接シテ長方形ニナシ起重機ニ依リテ沈下シ潜水夫ヲシテ之ヲ布設セシメタリ

塊ノ製造

混凝土塊ハ六種ノ大サニ之ヲ製シ其重量ヲ五七噸乃至六七噸トシ始メ左ノ配合ニヨレリ

セメント	一
砂	二、四
砂利	二
碎石	三

此外塊全量ノ九分ノ一ニ當ル粗石ヲ混入セリ

以上ノ配合ハ後チ改メテ淺野製セメントニ限リ其量ノ一割四分ヲ減スルコト、シ而テ塊龜裂ノ後ニ至リテハ更ニ改メテ左ノ如クシ粗石ノ混入ハ之ヲ廢止セリ

セメント	一
砂	二
砂利	二乃至三
碎石	二

混合ニハケーレーラサム混合機ヲ用ヒ塊製造ハ搗固メ法ニ據レリ然モ操業漸ク

龜裂

粗畧ニ流レ充分ナル搗固メヲ施サス又水量ヲ増加セシニモ非ラサルヲ以テ搗固混凝土トモナラス又煉込混凝土ニモアラス其結果塊ノ内部ニ夥多ノ空隙ヲ存スルニ至レリ是乃チ龜裂ノ原因ニシテ海水ノ混凝土塊内ニ自由ニ出入スルニ及ヒ塊ノ壞裂ヲ生スル固ヨリ怪ムニ足ラスト雖モ當時頗ル喧囂ヲ極メ政府ハ委員ヲ設ケテ其原因ヲ調査セシムル等ソレカ爲メ一年有餘ノ歲月ト經費三拾萬圓餘ヲ消費スルニ至レリ

龜裂セシ塊ハ總數二千餘個ニ達セシモノ、如シ而テ此等ハ悉ク之ヲ取除キ堤ノ脚部ニ配列シテ堤根ノ防禦ニ充テタリ

堤頭ハ圓形ニシテ其徑四十二尺トシ是ニ高サ四十六尺ノ鐵製港燈ヲ建設シ北燈

ヲ赤色南燈ヲ白色トナセリ

築港ニ要セシ費用ハ(俸給、廳費、旅費、工場器具)其當時ノ貨幣九十三萬六千百三十二圓ニシテ築堤費ハ一尺ニ僅ニ七十七圓ニ當レリ

本築港ハ防波堤ノ外港内ノ浚渫、棧橋ノ架設、帷子川導水堤等ノ諸工事ヨリ成レリ其施設ニ關シテハ同築港誌ニ詳ナリ

工費

港燈

雜工事

設計ノ非難

横濱防波堤竣功後既ニ十數年ニ迫ヒ爾來其設計ヲ非難スルモノ、多クハ港内ノ面積甚シク狹隘ニ失スルモノトナセリト雖モソレ正鵠ヲ得タルモノニ非ス蓋シ面積百五十萬坪ノ港灣ニ於テ一ケ年ニ入港スル船舶四千艘ヲ碇繫セシムルニ足サルコトアル所以ノモノハ畢竟港内水深ニ乏シク又浚渫ノ計畫姑息ニシテ第一百圖ニ見ル如ク干潮面以下二十六尺ノ部分ハ面積僅カニ三十萬坪ニ過キス其爲メ方今大船ノ輻湊スルニ當リテハ益水深ニ制セラレ港内ノ殆ント半タニ使用スルニ至ラス故ニ浚渫ノ範圍ヲ擴張シ且ツ沿岸ニ於テ船舶ヲ繫留スヘキ諸般ノ設備ヲ施スニ於テハ港内ノ狹隘ヲ訴フルモノナキニ至ルヘシ

以上記スル所ハ數年前ノ狀態ニシテ爾來防波堤ヲ改築シ内ニハ岸壁ヲ築造シ又々港内約百萬坪ヲ六區ニ分チ水深二十尺乃至三十五尺ニ浚渫スル事業ニ著手シ其工今ヤ將ニ成ラントスルニ至レリ

地勢

小樽港防波堤 小樽港ハ北海道後志國ニ在リテ同島ノ西半ニ對シ咽喉ニ當ルノ地タリ該港ノ地勢タルヤ北西南ノ三方ハ山丘圍繞シ東ニ向ヒテ開敞シ對岸

設計

ノ近キハ東南東ニ當リ約九哩東北ニ向ヒ漸次距離ヲ加ヘテ北二十三度東ニ於テハ全ク對岸ヲ離ル而テ港内ニ起ル波浪ハ東風ニ起因スルモノハ高サ六尺ニ過キスト雖モ西北風ニ際シテ襲來スル激浪ハ遠ク大洋ヨリ颯動シ崎岬ヲ廻繞シテ灣内ニ入ル其高サ十五尺ヲ超過スルコトアリ斯ノ如キ波浪ハ北堤ニ對シテハ約七十五度南堤ニハ四十度内外ノ角度ヲ成シ其壓力一方尺ニ對シ三噸以上ニ達スルコト稀ナラス

防波堤ノ設計ハ第四百四圖ニ示ス如ク南北ノ兩堤及中間ノ島堤ヨリ爲リ北堤ハ延長四千二百五十尺南堤ハ三千七十五尺島堤ハ四千尺ニシテ其包圍スル所ノ面積百四十萬坪ナリトス

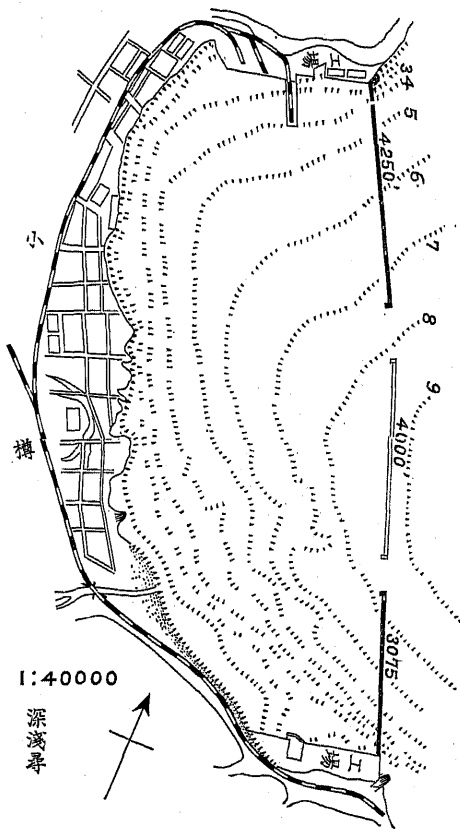
港口ハ二ヶ所ニ之ヲ設ケ北口ハ幅九百尺南口ハ六百尺トス其外北堤ノ始點ニ近ク幅五十尺ノ小口ヲ設ケ小舟ノ通路トナセリ

北堤

該工事ノ著手ハ明治三十年ニアリテ現今尙ホ工事中ニ在リ

第五百圖ハ北堤大部分ノ斷面ニシテ捨石ヲ以テ基礎ヲ造リ直立部ニハ總テ混凝土ヲ用ヒ幅二十四尺高サ滿潮面上五尺五寸トシ最大水深ハ干潮面以下四十五尺

圖 四 百 第



ニ達ス
 捨石ハ下部及ヒ
 中心ニ在リテハ
 半立尺内外ニシ
 テ上部ニハ十五
 立尺内外ノモノ
 ヲ用ヒ總テ舢舨
 ヲ以テ運搬シテ
 投入セリ
 塊ハセメント一

塊ノ製造

積疊

砂二砂利二碎石二及ヒセメント一火山灰〇八砂三二砂石六四ノ配合ヲ以テ搗固
 メ法ニ依リ之ヲ製シ一ヶ月乃至二ヶ月ヲ經テ海中ニ沈下セリ
 塊ノ重量ハ十二噸乃至二十四噸ニシテ其小ナルモノハ陸地ヨリ凡ソ四百五十尺
 ノ間ニ之ヲ用ヒ水平ニ積疊シ其大ナルモノハソレヨリ堤頭ニ至ルノ間ニ傾斜積

圖 五 百 第

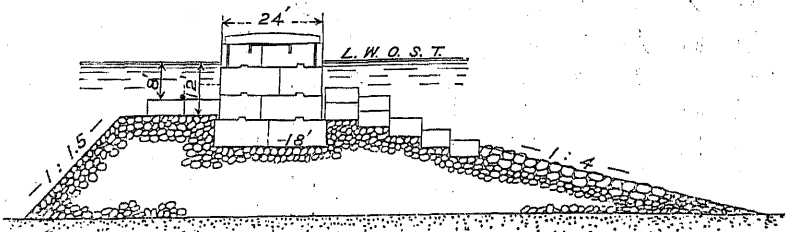
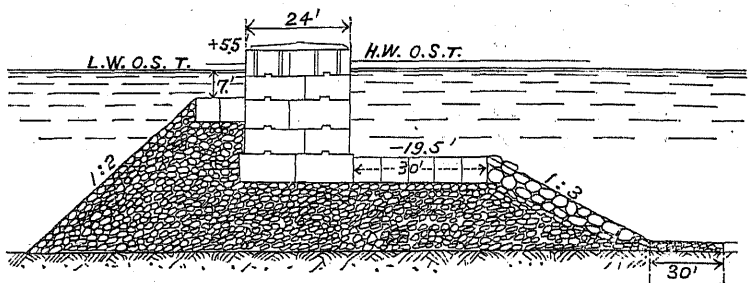


圖 六 百 第



トナシ又タ堤ノ根圍ニハ十二
 噸ノ塊ヲ使用セリ
 塊傾斜ノ度ハ水平ニ對シ之ヲ
 七十一度卅四分トナセリ
 塊ノ積疊ハ小形ノモノニアリ
 テハ浮起重機ヲ以テシ傾斜積
 ノ部分ハ既設ノ堤上ヨリ積疊
 機ヲ用ヒテ之ヲ沈下セリ
 堤頭ハ幅三十六尺ニシテ十六
 噸ノ塊ヲ水平ニ積疊シ上ニ厚
 八尺五寸ノ場所結混凝土ヲ布
 設セリ
 北堤ノ工費ハ二百十八萬圓九
 千圓ニ達シ築堤ノミニ要シタ

南堤

ルモノハ百七十二萬五千圓ニシテ堤一尺ニ付約四百六圓ニ當レリ
 南堤ノ溝造ハ第百六圖ニ示ス如キ断面ニシテ其北堤ト異ナル點ハ直立部ノ基礎
 ヲ深クシ且ツ前面ニ於ケル捨塊ヲ減シタルニアリテ前記波浪ノ成ス角度ノ差ニ
 由ルモノナリ而テ其結果極メテ良好ナリトス堤頭ニハ三萬六千餘立尺ノ函塊ヲ
 用ヒ混凝土ヲ以テ填充セリ南堤ノ工事ハ明治四十一年ニ著手シ同四十五年ニ略
 竣成シ其工費百七十五萬圓ニ達シ築堤ノミニ要セシモノハ堤一尺ニ付約三百七
 十圓ニ當レリ島堤ハ今尙施工中ニアリ

ヲデッサ港防波堤

ヲデッサ港ハ黑海ニ於ケル露國ノ重要港ニシテ同海ノ

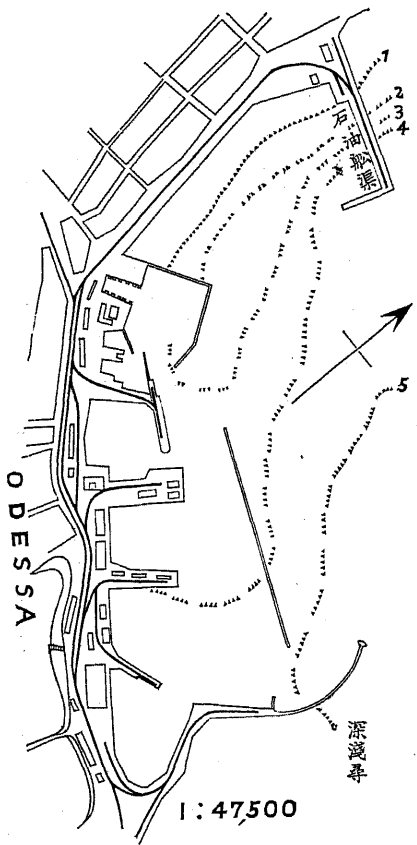
西北隅ニ在リ其地勢タルヤ北東ニ向テ開敞ス而モ對岸ノ距離僅ニ四十哩ニ過キ
 サルニヨリ該方面ヨリスル波浪ハ大ナラスト雖モ東南ヨリスル回浪ハ三百哩ノ
 海上ニ起リ頗ル激烈ナリトス

港内ノ面積ハ四十五萬坪ニシテ港口ハ島堤ノ東西ニ之ヲ配置セリ

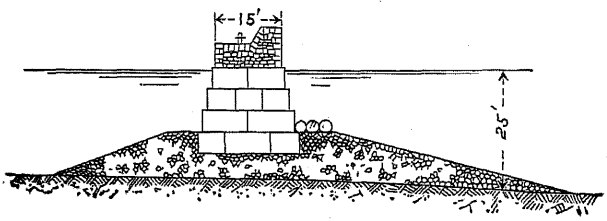
東堤ハ半ハ弧形ヲ成シ其構造ハ第百八圖ニ示ス如ク捨石ヲ基礎トシ水面以下二

十尺ニ之ヲ均ラシ上ニ混凝土塊ヲ以テ上幅十五尺ノ直立部ヲ築造セリ塊ハ初メ
 十二噸ナリシモ後チ三十噸ニ改メタリ島堤モ亦タ混成堤ニシテ上幅十五尺其斷
 面ハ第百九圖ニ示スカ如シ

第百七圖



第百八圖

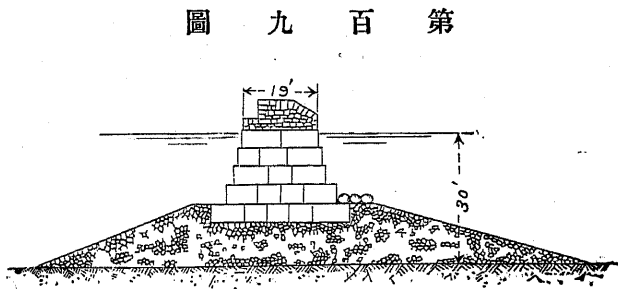


築堤ニ要セシ工費ハ東堤ニアリテハ一尺ニ付九百九十六圓島堤ハ同四百八圓ニ當レリ
 黒海ハ鹽分僅ニ百分ノ二ニ過キサレニヨリ海虫ノ害極メテ尠ナシト雖モ結氷ノ爲メニ年中一ヶ月間ハ碎氷船ヲ使用スルノ必要アリト云フ

堤頭

堤頭ハ常ニ波浪ノ激衝ニ當ルノミナラス又々船舶ノ之ニ衝突スルモノナシトセス故ニ本堤ニ比シ其幅員ヲ加ヘ且ツ基礎ヲ深クシ最モ堅牢ナル構造ヲ施スヘキモノトス
 堤頭ニハ通常港燈ヲ設置スルニヨリ本堤ノ頂點ヨリ水面上之ヲ高クシ且ツ繞ラスニ胸壁ヲ以テスルヲ常トス

堤頭ノ形狀ハ觸衝ノ害ヲ避クルノ目的ヲ以テ之ヲ略圓形ニナスモノ多シ然モ方形ノモノモ亦タ鮮ナカラス第百十圖ハ諸邦ノ港灣ニ現存スル堤頭ノ形狀ノ二三

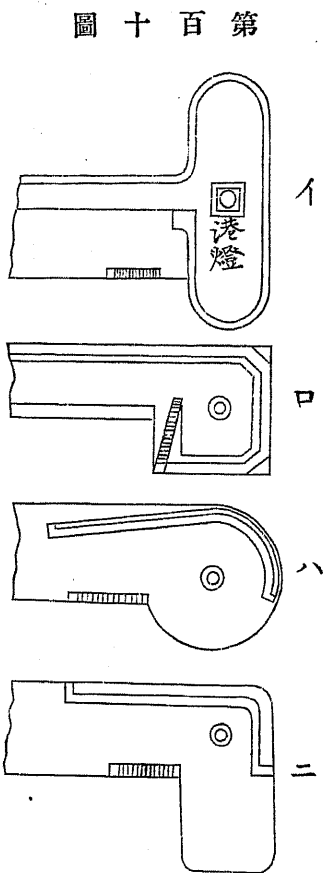


第百九圖

ヲ示スモノナリ

(イ)ハホウリーヘッド防波堤頭ニシテ槌形ヲナセリ其目的タル專ラ捨石ノ法止メヲナシ兼テ内側ニ於ケル昇降階段ノ庇覆ニ充ツルニアリ該堤頭ノ直立部ハ切石積ニシテ干潮以下二十尺ニ於テ捨石ノ上ニ築造セルモノナリ其本堤ノ構造ニ比シ堅牢ノ度ヲ加フルノ多キヲ見ルヘシ

(ロ)ハ方形ノ堤頭ニシテ其水面上ニ屬セル部分ニアリテ隅角ヲ缺ケリ此種ノ堤頭



第百十圖

ハ混凝土塊ヲ積疊シテ築造スルニ最モ能ク適セリ小樽防波堤頭ハ其一例ナリ

ハハ圓形ノ堤頭ニシテ波動ノ激衝ヲ避クルニ於テ最モ

適切ナル形状ナリ其築設ニハ切石若クハ混凝土ヲ用ヒ又タ鐵筒ニヨリ場所詰混
凝土ヲ以テスル事コロソボウ、マドラス等ノ實例ニ見ル如シ

(三)ハ堤頭ノ内側ヲ回浪ニ對シ特ニ庇覆スルノ必要アル場合ニ於ケル形状ニシテ
直角ニ換フルニ缺圓ヲ以テス

堤頭ノ築造ニハ水平ニ積疊セル塊若クハ鐵箱ニ混凝土ヲ填充セルモノ又タハ函
塊ヲ用ユルアリテ前掲防波堤中其重ナルモノニ就キ記述セルカ如シ