

打狗港けいそんぶろく防波堤ニ就テ

會員 工學博士 山 形 要 助

防波堤ノ構造及形體ハ世界各港ニ於テ各々其地勢波力土質工用材料其他ノ狀態ニ因リ或ハ築造當時ニ於ケル科學又ハ經驗程度ニヨリ或ハ工費ノ多寡ニヨリ或ハ當局技術者各個人ノ見識ニ因リ幾多ノ種類アリ其結果ニ於テモ或ハ成功セルアリ或ハ破壊セルアリ或ハ補強改造セルアリ或ハ維持費ニ巨額ヲ要スルアリ或ハ單位長ニ對スル工費非常ニ高價ナルアリ或ハ施工ニ困難ナルモノアル等千差萬別ナリ而シテ何レモ皆特殊ノ事情ニヨリ特殊ノ結果ニ達セシモノナリ從テ甲所ニ於テ成功セシモノヲ直チニ採テ乙所ニ施行スルトモ必スシモ成功スルモノニ非ス又模倣ノ不可能ナル場合多シ又防波堤ヲ設計スルニハ海波ニ關スル理論ニ根據ヲ求ムルコトヲ當然トスルコト論ヲ俟タス何トナレハ海波ニヨリテ破壊セシ防波堤ハ事後ニ於テ其破壞原因ヲ深ク探究スレハ海波ノ理論上當然破壊スヘキ原因アリテ破壊シタルモノナルコトニ歸納シ得ヘキヲ以テナリ然レトモ此波ノ理論ノ範圍種類及變化等ハ極メテ廣汎複雜ニシテ其現象外觀ノ如キハ幻惑的性質ヲ有スルカ故ニ事前ニ於テ如何ナル波力襲來スヘキカ又何レノ理論ニ立脚スヘキカヲ限定スルコトハ極メテ困難ナリ今防波堤ニ關連スル波ヲ其原因ニヨリテ區別スレハ直接其海面

ニ當ル風ニヨリテ起ルモノ遠隔地ニ於ケル暴風ニヨリテ起リタル波ノ波及シ來リタルモノ地震ノ如キ急劇ナル衝擊ニヨリテ起リタルモノ潮汐及潮流ニヨリテ起リタルモノ或ハ以上各種原因ノ二種以上ノモノカ結合俱發シタリ等種々アルヘシ此等各種ノ波ハ或ハ其原因ノ強弱緩急ニヨリ或ハ進行スル海底ノ状態ニヨリ若クハ附近水陸交界線ノ形勢ニヨリテ波高波長波速波力等一定セス又各々其性質ヲ異ニス試ニ直接海面ニ當ル風ニヨリテ起ル波ニ就テ考フルニ暴風ノ際外洋航海中ノ船窓ヨリ展望スレバ海面恰モ沸騰セルモノハ如ク寄セ來リ寄セ去ル波ハ其形狀大小千種萬態長キアリ短キアリ高キアリ低キアリ波頂圓滑整正ナルアリ歪形ナルアリ碎ケテ飛沫トナルアリ速キアリ遅キアリ其進行ノ方向モ亦區々タリ誰カ云フ深海ニ起ル波ハさいくろいだる(又ハとろこいだる)ノ形ニシテ波ノ各分子ハ半徑ノ長サ波高ニ等シキ圓周ノ軌道ヲ廻ル所ノ規則正シキをのしれしんうえいぶせりト此理論ハ深海ニ於テ單一ナル動機ニヨリテ起リ而シテ他ニ何等之レヲ攪亂スルキ障害ナキ場合ノ理想的波ノ研究ニ過キス從テ暴風時ノ如ク長時間ニ亘リ風力或ハ強ク或ハ弱ク所謂間歇的ニ吹キ荒ミ波ヲ縱横無盡ニ起伏出沒セシムル場合ニ適用スヘキモノニアラス尤モ暴風吹キ止ミ幾多ノ時間ヲ經過セル後ハ彼ノ適者生存ノ天則ニヨリ薄弱ニシテ破壊シ易キ歪形ノ波ハ或ハ消滅シ或ハ他ニ併合セラレ遂ニ稍々とろこいだるニ類スル波形ヲ有スルモノノミ存スルニ至ルコトモアルヘシト雖モ歪形ノ波ノ有スル破壊的のねるぎハ必スシモとろこいだる形ノ波ノ破壊力ヨリ小ナリト云フコト能ハス更ニ此等ノ波力遠ク波及シテ陸岸ニ近ツキ遠淺ノ海底ニ及ビタル場合ニハ其波ト水深トノ關係ニヨリ漸次をのしれしんうえいぶせりト状態ヨリとらんすれしんうえいぶせりト變化スルコトニヨリテ其破壊力ヲ異ニスルニ至ル勿論理論上特定ノ波ニ對シ其變化ノ状態及其破壊力ノ程度ヲ計算表示スルコトヲ得ヘキモ其寄セ來ル波ノ波形波高波長波速ハ一定セス特ニ其海岸ニ直接暴風ノ吹キ荒ム場合ノ如キ益々混

亂ノ状態トナリ到底其破壊力ヲ算定スルコト能ハサルヘシ
 以上縷述スル所ニヨリ防波堤ヲ設計スルニ當リ其位置ニ襲來スル總テノ波ヲ検査研究シ而シテ
 一々波ノ理論ニ其根據ヲ求メ永久ニ安全ナルヘキ防波堤ノ構造ヲ定ムルコトハ實ニ企及シ得サ
 ル困難アルコトヲ見ルヘシ
 從來各所ニ於テ築造セラレタル防波堤ハ當局者カ最善ノ智能ヲ盡シテ設計シタルモノナルヘキ
 モ往々不測ノ波力ニヨリテ破壊セラレタルモノアルハ蓋シ未タ調査研究ノ及ハサリシ波ノ襲來
 シタルニ外ナラサルヘシ左ニ掲クル實例ハ普通ノ波力計算法ニヨリテ算出シ能ハサルモノナリ
 一 英國ウゐゝく港ノ防波堤ハ全部破壊セリ其際一千三百五十噸ノ混凝土方塊移動轉覆シタリ
 二 和蘭國わいむいでん港ニ於テ波高僅カニ十尺ノ波ニヨリテ三百噸ノ方塊移動シタリ
 三 英國びいたへつ港防波堤ノ前面ニ於テ水深十七尺乃至三十七尺ノ所ニアリタル四十一
 噸以上ノ方塊移動セリ
 四 同上びいたへつ港防波堤ハ四十噸ノ方塊ヲ規則正シク水平積トナシ其目筋ハ駄柄ニテ接
 合シタルモノナルカ其一部堤頂ヨリ干潮面以下約十一尺ノ深サマテ一團塊トナリテ二吋動
 キタリ此總重量實ニ三千三百噸ナリ
 五 印度ころんぼノ西南防波堤ハ六十噸ノ方塊ヲ以テ傾斜疊式ニ積ミタルモノナルカ幅二十八
 尺高二十二尺長百五十尺ノ部分カ一團塊トシテ十五吋動キタリ
 以上ハ波力ニヨリテ大重量ノ方塊ヲ動カシタル實例ナリ次ニ掲クルモノハ波カ其衝突スル防波
 堤ノ形狀ノ變化ニヨリテ其破壊力ニ著シキ相異ヲ生シタル實例ナリ
 六 英國ぷりまうす港ぼるとらんど港及ぼりりへつ港及あるてに一港佛國しやーばーく港
 等ノ諸港ノ防波堤ハ其當時ノ學說即チ如何ナル大波モ水深十五尺ノ所ニ於テハ重量一噸以

上ノ石塊ヲ動かカス力無シトノ學說ニ基キ亂積式碎石堤ヲ築造シ爾來多年ノ間安全ニ保持セラレタリ然ルニ此中あるてに一港ニ於テハ此捨石堤上堤頂ハ干潮面ニアリテ干満ノ差十七尺ニ更ニ波除ノ爲メニ直立壁ヲ築キタリシカ其結果恐ルヘキ損害ヲ受タリ即チ直立壁築造以前ニ毫モ動かサリシ所ノ水深干潮下十五尺ノ所ニアリシ碎石ハ皆移動シ全堤遂ニ慘憺タル崩壊ノ不幸ヲ來セリ

七

英國たいんまうす北防波堤ニ於テハ陸岸ニ近キ部分ノ捨石堤ノ頂ヲ干潮面下二尺ニ置キ其上ニ直立壁ヲ築キシカ漸次深海部ニ向テ工事ヲ進ムルニ從ヒ直立壁ノ基礎ヲ深クスルノ必要ヲ認メ其終點ニ於テハ捨石堤ノ頂ヲ干潮面以下二十七尺トシ尙其上ニ築キタル直立壁ノ根固メノ爲四十一噸ノこんくりーと方塊ヲ以テ捨石堤ノ表面ヲ被覆セリ此ノ如キ堅固ナル構造ナルニモ拘ラス年々冬期ニ此根固ヲ流失セラレ損害程度益々増大シ遂ニ此千五百尺ノ長堤ヲ改築スルノ止ムヲ得サルニ至レリ

以上記述スルカ如ク波ハ其種類多ク且ツ變化ノ状態千差萬別ニシテ到底淺薄ナル人智ヲ以テ之ヲ知悉シ得ルコト能ハサルモノアリテ數々意外不測ノ大威力ヲ發現ス此威力ニ對抗シテ永久ニ破壊或ハ顛覆セラレサル防波堤ヲ築造セントスルコトハ蓋シ至難ノ業ナルヘシ故ニ余ハ思考スルニ

一 防波堤ヲ以テ永久ニ破壊又ハ顛覆セサルモノト想定シ此想定ヲ信賴シ之レヲ基礎トシテ港灣ノ各種設備及配置ヲ爲スコトハ危険ナリ

二 防波堤ノ結構ハ其一部部カ破壊又ハ顛覆スルコトニヨリ續テ全部ノ陷落崩壊流失トナリ

三 全然防波ノ効ヲ失スルカ如キ構造ト爲スコトハ危険ナリ
 四 第一ノ例ハ防波堤ノ背面ヲ荷役岸壁ニ利用スル場合又ハ此防波堤ニヨリテ内港水面ニ全ク波

ノ浸入セサルコトヲ條件トシテ内港各般ノ施設ヲ行ヒタル場合ニシテ第二ノ例ハ防波堤全體トシテハ勿論波力ニ抗シ得ヘキモ之レヲ構成スル各個ノ材料單獨ニテハ到底波力ニ抵抗シ能ハサル程度ノモノヲ組ミ合セテ築造シタル場合ニシテ彼碎石又ハ小形方塊ニテ築造シタルモノ是ナリ此ノ如キハ若シ不幸ニシテ其一部破壊セハ遂ニ全部ノ土崩瓦壞ヲ來シ甚タシキハ全部流失消散シテ其痕跡タモ止メサルニ至ルコトアリ

以上ハ勿論港灣ノ位置地勢其他ニヨリテ全ク止ムヲ得サルニ屬スルモノアルヘシト雖若シ能クヘクシハ内港其他荷役設備機關ノ位置ヲ巧ニ選定シ防波堤ノ背面ニ多少ノ波力浸入スルモ差シタル支障ヲ生セサルヘキ計畫配置ヲ爲シ而シテ防波堤ノ構造ハ之レヲ構成スル單位材料ヲ充分ニ大ナラシメ顛覆スルコトアル場合ヲモ豫期シ假令顛覆スルコトアリトモ各單位材料ハ其位置ニ止マリ流失消散スルコトナク大體ニ於テ防波ノ目的ヲ達シ得ヘキ構造トナスヲ最上策ト信ス今日マテ技術者カ最モ苦心研究シタルモノハ或限度ノ工費ヲ以テ方塊碎石其他ノ材料ヲ如何ナル方式ニヨリ結合構成シ又如何ナル形狀ニ築造スレハ波ニ對スル抵抗力ヲ増大シ得ヘキヤノ問題ニ歸スルモノハ如シ從テ其既ニ築造セラレタル方式又ハ形狀其種類甚タ多シト雖モ之レヲ大別スレハ

一 碎石又ハ方塊(一個重量百噸ヲ超ユルモノ少シ)ノ亂積即チ捨石防波堤ト稱スルモノニシテ其横斷面ヲ定ムル爲メニ幾多ノ研究並ニ爭議アリ

二 碎石又ハ方塊(一個ノ重量百噸ヲ超ユルモノ少シ)ヲ規律正シク疊積シ其ノ法面ハ垂直又ハ稍々垂直ニ近キモノ即チ所謂直立壁防波堤ニシテ其積ミ方及ヒ各方塊ノ接續組ミ合等ニ幾多ノ研究アリ(尙ホ波力ノ影響微弱ト爲ルヘキ水深ヲ想定シ此水深ノ所ニテ捨石堤ト爲シ其上ニ直立壁ヲ築造シタルモノモ此内ニ含ム)

以上二型ノ利害ニ就テハ屢々世界ノ學者ニヨリテ研究論議セラレ各一利一害アリテ容易ニ其優劣ヲ判シ難シ即チ前者ハ防波堤ニ突激シ來ル波力ヲ消盡セシムルヲ目的トシ後者ハ波ヲ反射シ去ラシムルヲ目的トス即何レモ主トシテ防波堤ニヨリテ防護セラルハ海面ニ絶對ニ波ノ浸入セサランコトヲ期スル爲メ防波堤ハ決シテ破壞顛覆スルコトヲ許サハルヲ根本要義トナス從テ其利害論ハ前段所述ノ如キ防波堤ハ破壞顛覆ヲ豫期シ多少ノ波力防護區域ニ侵入スルヲ壓ハサルモノニ對シテハ一部ノ參考資料トナルニ過キササルヲ以テ茲ニ之ヲ批判セサルヘシ

凡ソ波ノ種類形狀ハ實ニ千種萬態ナリト雖モ波ヲ形成セル水分子ハ如何ナル歪形波ニ於テモ或ル軌道ニ沿ヒ(假令不規則トハ雖トモ廻轉スルコトハ明ナル事實ナルカ故ニ此波カ突然或ル障害物ニ衝突シ其軌道ノ形ヲ急變セシメタル場合ニハ其波ハ破壞シ其有スル潛勢力ノ一部ハ混亂セル動勢力トナリテ相殺シ去ルモノナルコトハ彼ノ渺々暗礁上ヲ波ノ通過スル場合ニ於テモ波ハ白沫トナリテ碎クルコトハ吾人ノ數々目撃スル所ナリ防波堤ハ以上ノ原則ニ基キ波ノ有スル勢力ヲ減殺スルモノニシテ其目的ニヨリテ必スシモ波ノ有スル勢力ノ全部ヲ喪失セシメ又ハ反射シ去ラシムルコトハ絶體的必要條件ニアラス

打狗港ノ防波堤ハ目的ハ其背面ヲ荷役埠頭トシテ使用セントスルモノニアラス又之レニヨリテ内港水面ノ平穩ヲ保障セシムルモノニモアラス唯港口外附近ノ海面ハ風波常ニ荒々(勿論平穩ナル日アルモ特ニ暴風ノ際ハ波高二十尺ニ近キ大波カ港口外ヲ横キリテ進行スルヲ以テ船舶カ港口ヲ出入スルニ當リ危險ナルノミナラス數々航行不可能ナルコトアルヲ以テ防波堤ヲ築キ以テ此港口外ノ航路ヲ防護セントスルナリ故ニ此航路内ニ一旦防波堤ニヨリテ破碎セラレタル後ノ小波又ハ皺波カ侵入スルモ毫モ船舶ノ航行ニ支障ヲ來スコトナシ換言スレバ打狗ノ防波堤ハ其位置附近ニ暗礁的ノ岩塊ヲ散點並列スルトモ充分ニ其目的ヲ達シ得ヘキヲ疑ハス要ハ只此人

工的暗礁カ消磨流失シ若シクハ破壊或ハ移動セサランコトヲ期スルニアリ
 今打狗ニ築造シタル防波堤ノ構造及施工法ヲ略記スレバ

一 打狗防波堤ハ其延長二千二百八十尺ニシテ大形けいそんぶろくハ幅五十尺長八十尺乃至二百尺高ハ海底ヨリ満潮
 リ(目下施工中ナリ)此けいそんぶろくハ幅五十尺長八十尺乃至二百尺高ハ海底ヨリ満潮
 面以上十二尺ニ達スルモノニシテ最大四十六尺(一個ノ重量六千三百噸乃至二萬七千噸ヲ
 算シ打狗ニ襲來スヘク豫想シタル最大ノ波ニヨリテモ浮動又ハ推移セラル、コトナキヲ
 期ス其施工法ハ先ツ叙上ノ寸法ノ鐵筋こんくりーとけいそんヲ打狗港内ニ特ニ設備セル
 乾船渠内ニ於テ造リ天候清穩ナル日ヲ撰ミ之レヲ浮揚シ曳船ニヨリテ防波堤築造位置ニ
 運ヒ來リ適當ニ其位置ヲ定メ終レハ直チニ水ヲけいそん内ニ注入シテ海底ニ沈着セシメ
 而シテ後徐々ニけいそん内ニ注入シタル水ヲ排出シテ普通こんくりーとヲ充填シ以テ一
 個ノ密實ナル大方塊トナス

二 防波堤ヲ築造スヘキ位置ノ海底ニハ何等ノ基礎工事又ハ地均工事ヲモ施行セス此海底ノ
 地質ハ砂ナルカ故ニ大波ノ際ハ防波堤ニ激突スル波ニヨリテ海底洗堀セラレ爲メニけい
 そんぶろくハ或ル程度マテ傾斜シ又ハ遂ニ顛覆スルモノモアルヘシト雖モぶろく自
 身破壊シ又ハ他ニ遠ク移動シ去ルコトナキヲ期ス

次キニ此けいそんぶろくノ強弱及安全ノ程度ニ就キテ考フルニ鐵筋こんくりーとノ海水ニ對
 スル耐久力ニ關シテハ今日マテ學者ノ研究シタル程度ニ於テハ未タ其安全ヲ保證スルノ域ニ達
 セス現ニ英國さんぶとん港ニ於テ埠頭建設ニ使用セシ鐵筋こんくりーと柱ハ龜裂シテ用ヲ爲
 サ、ルニ至リ又基隆港防波堤ノ鐵筋こんくりーと波除堤及埠頭岸壁ノすらぶ等何レモ龜裂シタ
 リ其他類例乏シカラス其原因ト認メラ、ル主要ナルモノハ(一)電氣作用ニヨリ鐵筋ヲ腐蝕膨脹セ

シムルコト(二) 凝結土混合方粗雜ニシテ其質緻密ナラサル爲メ多數ノ間隙若シクハ小孔ヲ通シテ海水カ内部ニ浸入シ直接鐵筋ト接觸シテ腐蝕膨脹セシムルコト(三) せめん中ニ多量ノ苦土ヲ含有スル爲メ海水ニヨリ化學的作用ヲ起シこんくりトノ實質ヲ害シ海水ヲ深く内部ニ浸透スル無數ノ小孔ヲ生スルニ至リ惹テ鐵筋ヲ腐蝕膨脹セシムルコト(四) 凝結土内ノ遊離石灰ト化合強密ナラサル亞爾加里性成分トハ海水中ノ硫酸苦土及鹽酸苦土中ノ酸類ト化學的作用ニヨリ交代シ凝結土ヲ變質分解セシムル爲メ海水ハ内部ニ浸入シ鐵筋ヲ腐蝕膨脹セシムルコト等主タル原因ナルカ如シ以上諸原因ノ内電氣作用ニ起因スルモノヲ除クノ外ハ凝結土ノ材料ヲ精選シ又ソノ混合ニ注意シテ其實質ヲ緻密ナラシムルコトニヨリテ大ニ其被害程度ヲ減少シ得ヘシト雖モ未タ永久ノ安全ヲ保證スルコト難カルヘシ鐵筋ヲ入レサル普通凝結土ニ於テモ彼ノ電氣作用ヲ除クノ外ハ殆ント前同様ノ化學的作用ヲ受ケ海水ハ漸次其内部ニ浸入スヘシト雖モ鐵筋こんくりトノ場合ノ如ク其内部ニ鏽化作用ヲ受ケテ膨脹シ終ニ凝結土ヲ龜裂セシメ益々海水ノ内部浸入ヲ誘致スヘキ鐵筋ナキカ故ニ海水ハ左程深く浸入スルコト能ハス而シテ長年月ノ後ハ其表面ニ海藻具類又ハ垢泥等附着被覆シ海水ノ自由ニ浸入シ又浸出スルヲ防止スルニ至ルモノ、如シ以上記述スル所ニヨリ海中ニ使用スル材料トシテハ鐵筋こんくりトハ不安全ナルモ普通こんくりトハ安全ナリト云フコトヲ得ヘシ打狗防波堤ニ於テハ鐵筋こんくりトハ不安全ナルモ普通こんくりト雖モ之レヲ防波堤ノ位置ニ沈設セシメタル後ハ直チニ内部ニ普通ノこんくりトヲ填充シ一個ノ大方塊ヲ結成セシムルモノニシテ即チ此鐵筋こんくりトハ此大方塊ヲ造ルカ爲ニ要スル一時的な外棹足場タルニ過キス故ニ内部ニ普通こんくりトヲ填充シ終リタル後ハ鐵筋こんくりトハけいそんニハ何等期待スル所アルニアラス異日海水ノ作用ヲ受ケテ腐蝕瓦壞シ去ルトモ敢テ大方塊破壊ノ原因トナルコトナシ換言スレハ打狗ノ防波堤ハ海水ニヨリテ消磨

滅失スルコトナカルヘシ

次キニ此大方塊ノ移動ニ就テ考フルニ打狗ニ於ケル波力ハ多年廣井式波力計ニヨリ測定ノ結果ヲ參酌シ一平方尺ニ付二四噸ヲ最大ノモノト想定スルコトハ至當ナルモノ、如シ此波力ハ波高二十五尺波長百五十尺ノ波カ進行波ノ状態トナリシトキノ波力ニ相當ス此波力ヲ目標トシテ防波堤ノ横斷面ヲ計算スルニ水深三十尺ノ所ニ築造スル場合ニハ其防波堤ノ幅ヲ五十尺(ころんぼ)ノ防波堤ヨリモ十尺多シ其高ヲ四十五尺ト爲セハ顛覆ニ對シテモ滑動ニ對シテモ共ニ安全ナリ打狗ノ防波堤ハ全ク何等ノ基礎工事又ハ地均工事ヲ施スコトナクシテ前記ノけいそんぶろくヲ直ニ海底砂上ニ沈設スルモノナルカ故ニ大ナル波浪カ之レニ直角ニ激突シ又ハ之レニ沿ステ進行スル際ニハ防波堤ノ前面ノ砂ハ洗堀セラレ爲メニけいそんぶろくハ或ハ傾斜シ或ハ顛覆スルコトモアルヘシ勿論其傾斜ヲ爲ス毎ニけいそんぶろくノ下部ハ漸次深ク砂中ニ没スルカ故ニ波ニ對スル抵抗力ヲ益シ遂ニ或ル程度ノ傾斜ニ止マルヘキモ若シ傾斜其度ヲ過キ遂ニ顛覆スルトモ此方塊ハ高二十四尺乃至四十五尺幅五十尺ノモノナルカ故顛覆ノ後ハ高五十尺幅二十四尺乃至四十五尺トナリ毫モ防波ノ效力ヲ失スルコトナシ又海底ノ洗堀甚タシキ場合ニハけいそんぶろくハ漸次砂中ニ埋没シ其頂部カ水面下ニ没スルコトモアルヘシ此場合ニ於テモ或ル程度マテハ暗礁状態ニテ防波ノ效力ヲ有ツヘク更ニ深ク海底砂中ニ埋没シ去リタルトキハ之レヲ基礎トシテ新タニけいそんぶろくヲ沈設セハ一層安全ナル防波堤ヲ得ヘシ然レトモ是レ實ニ吾人ノ想像シ得ヘキ最モ不幸不利益ナル場合ニシテ恐クハ事實トシテ現ハル、コトナキモノト確信ス現ニ打狗ニ於テ築造ヲ了セシ部分ヲ調査スルニ沈設後一二年間ハ傾斜又ハ沈降等ノ移動アリシモ其後ハ數々暴風ニ遭ヘトモ殆ント移動ノ跡ヲ認メス前述ノ如クけいそんぶろく沈設ノ後一二年間ハ多少移動スルコトヲ免レス此期間中或ル場合ニハ海底土砂洗堀ノ状態ニヨリ

けいそんぶろくハびりむ又ハかんちれば、びりむシテ應力ヲ受ケ之カ爲メニ龜裂又ハ挫折等ノ損害ヲ生スルコトアリ打狗ニ於テ其實例アリ此中最モ大ナル應力ヲ受クル場合ハけいそんぶろく先端ノ海底土砂洗堀セラレテかんちれば、びりむトナリタル場合ナルヘシ故ニ鐵筋をんくりりとけいそんハ此應力ニ抵抗スルヲ目標トシテ設計スルヲ要ス尤モ沈設後一二年ヲ經過シタル後ハけいそんぶろくハ可ナリ深ク砂中ニ埋没スヘキヲ以テ此ノ如キ應力ヲ受クルコトナカルヘシ

以上記述スル所ニ依リテけいそんぶろくヲ以テ築造スル防波堤ハ比較的安安全ナル工法タルコトヲ知ル更ニ進ンテ防波堤每一尺當工費ヲ檢スルニ歐洲大戰爭以前ノせめんと及鐵ノ單價ニヨレハ(せめんと一樽四圓鐵棒一噸百二十圓)一切ノ設備費並ニ雜器具費ヲ加算シ平均一尺ニ付一千百十六圓餘トナル此工費ハ此ノ如キ外海防波堤ニ對シテ餘リ高價ノモノニアラサルヘシ而シテ之レハ他ノ方式ノ構造ヲ有スル防波堤ノ場合ニ比スレハ大ニ低廉ナリト信ス余ハ此斷定ヲ下スニ當リ世界ノ諸港ノ既設防波堤ノ一尺當單價ト比較スルコトヲ爲サ、ルヘシ何ントナレハ是等ノ既設防波堤ハ皆其施工ノ時ト所ヲ異ニシ設計者ヲ異ニシ構造ト材料ヲ異ニシ使用セル機械又ハ勞働者ノ種類能率ヲ異ニシ又其單價ヲ異ニシ施工ノ順序速度施工中ノ事故災變ノ有無施工期限ノ長短ヲ異ニスル等ノ爲決シテ相互間ニ正當ナル比較ヲ爲スコト能ハザルヲ以テナリ余カ打狗ノ如キ海ノ水深十五尺乃至三十尺ノ程度ノ所ニ於テけいそんぶろく式防波堤ヲ築造スルコトカ他ノ方式ノ防波堤ヲ築造スルコトヨリモ低廉ナリト斷定スルハ左ノ理由ニヨリ(一)けいそんぶろく防波堤ハ即チ一種ノ直立壁をんくりりと防波堤ナリ其幅及高サハ波力ヲ標準トシテ之レニ抵抗シ得ヘク算定ス即チ所要ノをんくりりと分量ハ普通ノ直立壁をんくりりと防波堤ト全ク同一ナリ只其異ナル所ハ從來普通ノ直立壁防波堤ハ重量十噸乃至六七十噸ノをんくりりと

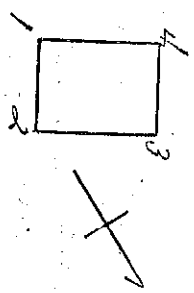
ぶろくク起重機ニヨリテ操縦シ潜水夫又ハ潜水函等ヲ利用シテ海中ニ於テ之レヲ組合セ或ハ築キ立ツルモノニシテ常ニ天候風波ノ危険ヲ冒シ作業スルヲ要スレトモけいそんぶろく防波堤ニテハ適宜ナル乾船渠又ハすりっふうえーニ於テ適當ノ大サノ鐵筋こんくりーとけいそんヲ作リ其製作ヲ了シタル後天氣靜穩ナル日ヲ撰ヒ之レヲ防波堤ヲ築造スヘキ海面ニ浮揚セル儘ニ曳キ運ヒ豫定ノ位置ニ假リニ沈設スけいそん内ニ水ヲ注入シテ此後ハけいそん内ニ注入シタル水ヲ排除シテこんくりーとヲ填充スル作業ヲナスノミナリ即チ從來ノ直立壁防波堤ハ水中ニ於テ巧妙緻密ナル作業ヲ爲スコトヲ要スルモけいそんぶろく式防波堤ハ全ク水中作業ヲ要スルコトナク只陸上ニ於テ單純ナルこんくりーと練込作業ヲ爲セハ可ナリ(二)從來ノ直立壁防波堤ハ十噸乃至五六十噸ノぶろくク高ク積ミ重ネ組ミ合スルモノナルカ故ニ海底ニ完全ニシテ堅固ナル基礎工事ヲ施スコトヲ對絶ニ必要トスけいそんぶろく防波堤ニ於テハ全ク海底基礎工事ヲ施工スル必要ナシ(三)從來ノ直立壁防波堤築造ニハ起重機潜水設備其他幾多高價ナル機械並ニ設備ヲ要スルモけいそんぶろく防波堤ハ唯乾船渠若シクハすりっふうえー設備ヲ要スル外ハ別ニ特種ノ機械並ニ設備ヲ要セス以上ニヨリテけいそんぶろく防波堤ハ從來ノ直立壁防波堤ヨリ工費ニ於テ低廉ナルヘキコト明白ナリ更ラニ之レヲ捨石式防波堤ノ工費ト比較スルニ(四)一般ニ捨石式防波堤ハ直立壁防波堤ニ比シ多量ノ材料ヲ要ス試ニ十噸乃至二十噸ノこんくりーとぶろくクヲ以テ捨石式防波堤ヲ築クトキハ其法面ヲ一割乃至二割トセサルヘカラス從テ多量ノこんくりーとヲ要スヘク若シ岩石ヲ以テ捨石堤ヲ築ク場合ニハ其法面ヲ三割乃至七八割トスルヲ普通トスルカ故ニ非常ニ多量ノ材料ヲ要スヘシ故ニ若シ附近ニ適當ナル採石場アリ特ニ廉價ニ石材ヲ採取シ得ル場合ノ外一般ニ其工費ハ直立壁防波堤ヨリ高價ナリ

次キニ既設けいそんぶろくク沈下移動ノ状態ヲ表示シタル一覽表及ヒ寫眞ヲ添付ス

防波堤築造工事け一せん異動高低一覽表

(+)の前高ニ比シ高起シタルヲ意味ス
(-)の前高ニ比シ低下シタルヲ意味ス

第一せん番號	測量年月日	第一號け一せん				備考
		(點)	(點)	(點)	(點)	
干湖面上高		12.000	12.000	12.000	12.000	點 1 へ東南隅 2 へ東北隅 3 へ西北隅 4 へ西南隅
五月十五日		9.823	11.863	13.123	11.313	各點共干湖面上 12 = 成功ス
前回ニ比シ異動高		-2.177	-0.637	+1.123	-0.687	
六月二十八日		6.648	10.558	13.708	9.188	
同		-3.175	-0.305	+0.585	-2.125	
八月二十四日		5.708	10.688	11.758	6.618	
同		-0.940	+0.130	-1.950	-2.570	
九月十一日		4.011	11.761	90.81	1.931	
同		-1.697	+1.073	-2.677	-4.687	
大正六年五月十一日		4.728	11.638	9.038	1.908	
同		斷	-0.073	-0.023	-0.023	
大正七年四月十六日		4.708	11.678	9.018	1.908	
同		斷	-0.020	-0.010	± 0	
八月十二日		4.708	11.678	8.988	1.898	
同		斷	± 0	-0.030	-0.010	
十一月二十九日		4.708	11.703	9.018	1.898	
同		斷	± 0	+0.025	+0.030	



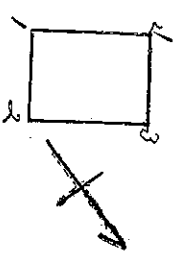
點 1 へ其位置ヲ變更セルヲ以テ前面トノ差ヲ揭ケス

防波堤築造工事けゝそん異動高低一覽表

(+)ハ前回ニ比シ高起シタルヲ意味ス
 (-)ハ前回ニ比シ低下シタルヲ意味ス

測點	第二號けゝそん				備考
	(點) 1	(點) 2	(點) 3	(點) 4	
測量年月日	1	2	3	4	
干潮而上高	12.000	12.000	12.000	12.000	
五月十一日	12.088	12.258	11.276	11.118	
前回ニ比シ異動高	+0.088	+0.258	-0.722	-0.882	
七月二日	11.968	12.393	11.038	10.613	
同	-0.195	+0.185	-0.240	-0.500	
七月十七日	8.783	11.958	11.628	8.448	
同	-8.180	-0.485	+0.590	-2.170	
八月十日	5.968	12.188	10.518	4.328	
同	-2.815	+0.230	-1.110	-4.120	
大正七年一月廿三日	5.973	12.183	10.528	4.328	
同	+0.005	-0.005	+0.010	± 0	
四月十六日	5.998	12.138	10.488	4.313	
同	+0.025	-0.045	-0.040	-0.015	
八月十二日	6.288	12.648	9.198	3.208	
同	+0.290	+0.510	-1.290	-1.105	
十一月二十九日	6.298	12.668	9.208	3.208	
同	+0.010	+0.020	-0.010	± 0	

點 1 ハ東南隅 2 ハ東北隅 3 ハ西北隅 4 ハ西南隅
 各點共干潮而上 12 尺ニ成功ス



1255

德島縣築港部 防波堤築造工事設計圖

防 波 堤 築 造 工 事 けーそん 異 動 高 低 一 覽 表

(+)の前回=比シ高起シタルヲ意味ス
(-)の前回=比シ低下シタルヲ意味ス

けーそん番號

第三號けーそん

測點

(點)

(點)

(點)

(點)

備

考

測量年月日

1

2

3

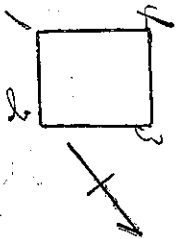
4

大正七年一月二十三日(成功)

點 1 へ東南隅 2 へ東北隅 3 へ西北隅 4 へ南西隅

各點共干潮面上 14 尺ニ成功ス

于 潮 面 上 高	14.000	14.000	14.000	14.000
六月十六日	11.208	12.328	13.568	12.438
前回ニ比シ異動高	-2.792	-1.672	-0.432	-1.562
七月四日	破 損	3.898	6.223	6.758
同 断	-	-8.480	-7.840	-5.680
八月十二日	4.728	4.248	5.328	5.888
同 断	-6.480	+0.360	-0.900	-0.870
八月二十一日	4.828	-	-	5.698
同 断	+0.100	-	-	-0.190
八月二十九日	4.818	4.378	5.128	5.668
同 断	-0.010	+0.130	-0.200	-0.030
九月二十六日	4.813	4.368	5.123	5.673
同 断	-0.005	-0.010	-0.005	+0.005
十一月二十九日	4.978	4.488	4.948	5.488
同 断	+0.165	+0.120	-0.175	-0.185

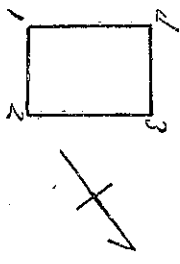


防波堤築造工事けーそん異動高低一覽表

(+)ハ前回ニ比シ高起シタルヲ意味ス
(-)ハ前回ニ比シ低下シタルヲ意味ス

測點	第四號けーそん				備考
	(點) 1	(點) 2	(點) 3	(點) 4	
測量年月日					
干潮面上高	14.000	14.000	14.000	14.000	
六月十六日	11.538	12.978	14.158	12.718	
前回ニ比シ異動高	-2.462	-1.022	+0.158	-1.282	
七月四日	5.408	4.488	4.958	5.958	
同	-6.190	-8.490	-9.200	-6.760	
八月十二日	4.778	4.358	4.408	4.968	
同	-0.690	-0.280	-0.550	-0.990	
八月二十一日	3.828			3.598	
同	-0.950			-1.370	
八月二十九日	3.808	4.368	4.118	3.578	
同	-0.020	+0.110	-0.290	-0.020	
九月二十六日	3.798	4.358	4.118	3.578	
同	-0.010	-0.010	± 0	± 0	
十一月二十九日	3.368	4.013	4.288	3.558	
同	-0.480	-0.345	+0.170	-0.020	

點 1 ハ東南隅 2 ハ東北隅 3 ハ西北隅 4 ハ西南隅
各點共干潮面上 14 尺ニ成効ス

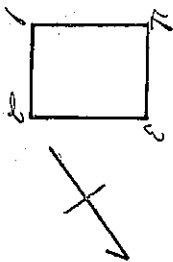


防波堤築造工事けーそん異動高低一覽表

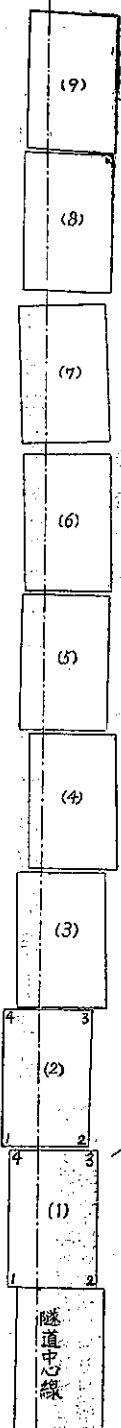
(+)ハ前圖ニ比シ高起シタルヲ意味ス
(-)ハ前圖ニ比シ低下シタルヲ意味ス

けーそん番號	測量年月日	第五號けーそん				備考
		(點) 1	(點) 2	(點) 3	(點) 4	
干潮面上高	大正七年五月十五日(成功)	14.000	14.000	14.000	14.000	
六月十六日		11.228	13.578	13.528	11.188	
前回ニ比シ異動高		-2.772	-0.422	-0.472	-2.812	
七月四日		5.398	6.458	-	-	
同		-5.830	-7.120	-	-	
八月十二日		3.548	5.858	-	-	
同		-1.850	-0.600	-	-	
八月二十一日		2.268	5.738	1.328	-1.902	
同		-1.230	-0.120	-12.200	-13.090	
八月二十九日		2.288	5.748	1.258	-2.042	
同		+0.020	+0.010	-0.070	-0.140	
九月二十六日		2.268	5.738	1.268	-2.122	
同		-0.020	-0.010	+0.010	-0.080	
十一月二十九日		2.328	5.878	1.053	-2.248	
同		+0.060	+0.140	-0.215	-0.128	

點 1 ハ東南隅 2 ハ東北隅 3 ハ西北隅 4 ハ西南隅
各點共干潮面上 14 尺ニ成功ス

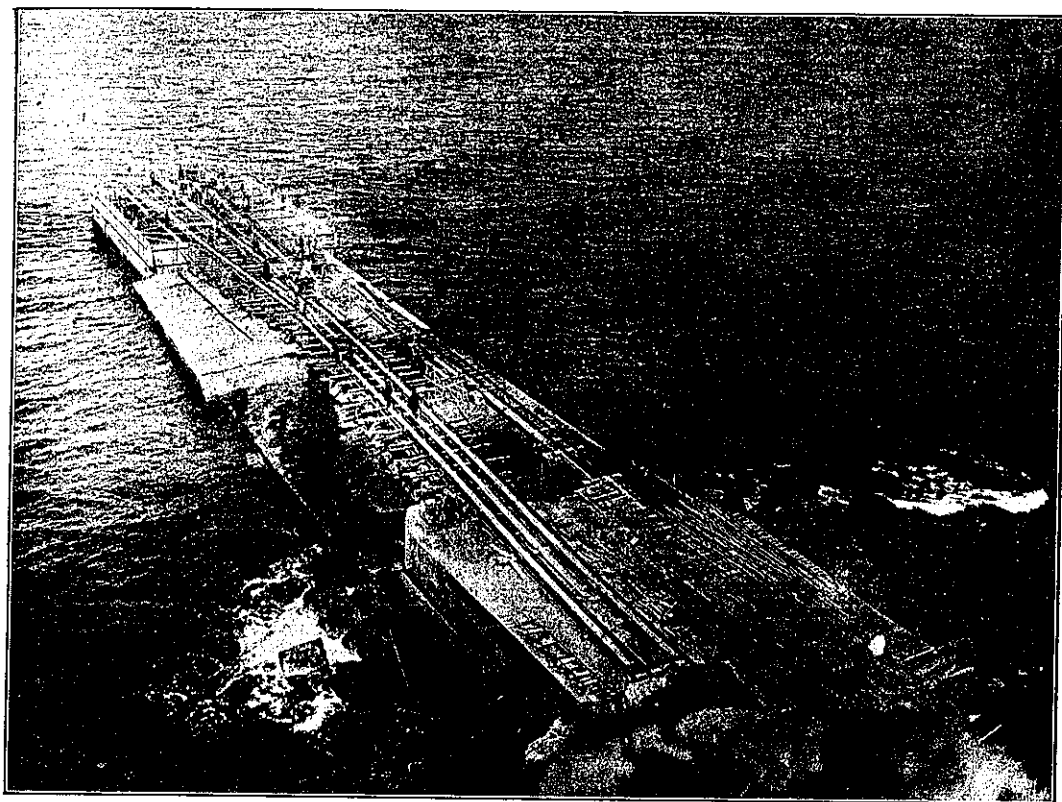


防波堤けーそん平面圖
(6. 號 7. 號 8. 號 9. 號 けーそんハ未ダ移動セズ)

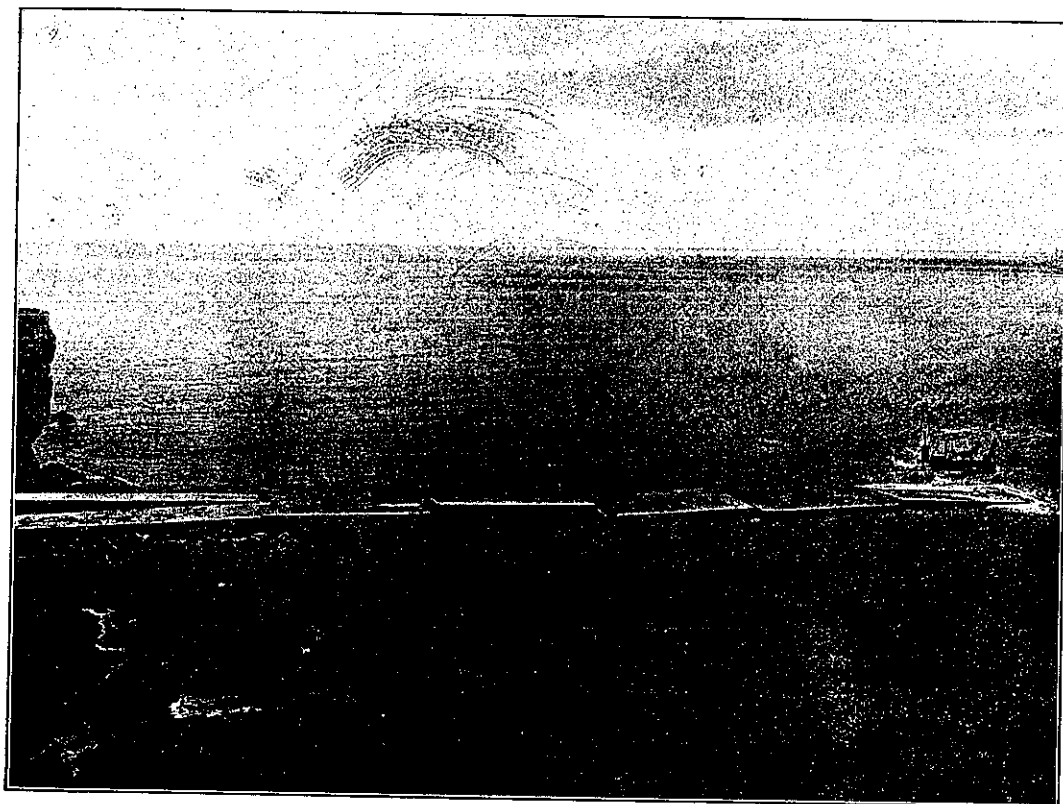


(完)

打狗防波堤(其一)

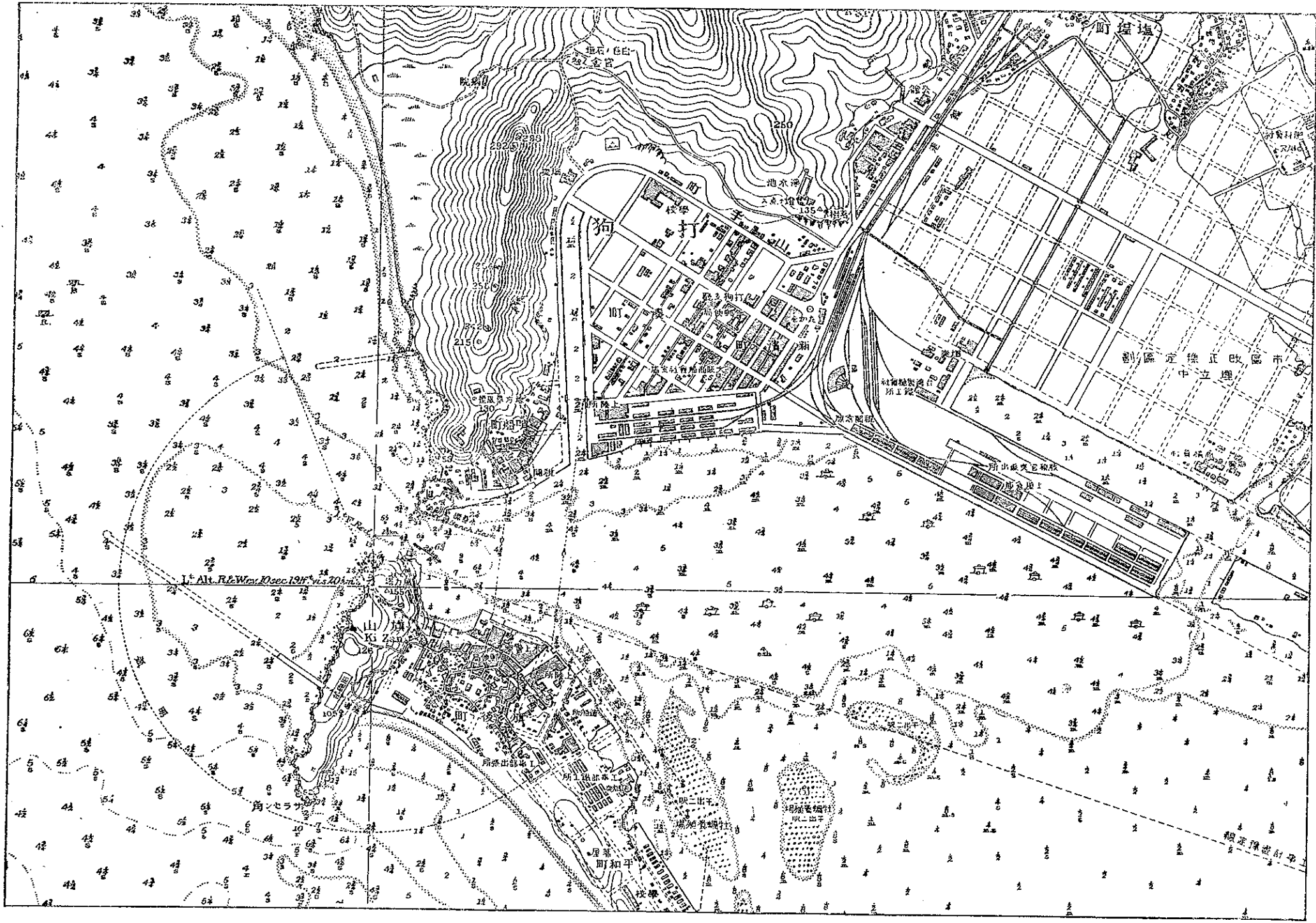


同上(其二)



(土木學會誌第五卷第六號附圖)

打狗港平面圖



縮尺一萬二千五百分ノ一

(主線會誌第五卷第六附圖)

1258-2