

第四章 工事用材

築港工事ニ用ユル材料ハ固ヨリ一ニシテ足ラス就中石、セメント、鐵、木材等ハ其重ナルモノナリ而テ此等各種ノ用材ニ就キ其性質及ヒ使用ノ方法等ヲ講スルハ本章ノ目的ナリトス

石質

石材ハ堅質ナルモノニシテ高度ノ比重ヲ有シ又々海中ニ在リテハ能ク海水ノ破壞的動作ニ耐ヘ空中ニ在リテハ寒暑ニ對抗シ得ルモノタルヘシ

石質ノ良否ヲ檢定スルニハ其產出ノ地ニ在リテ多年風雨霜雪ニ曝ラサレタル部分ヲ檢スルヲ以テ適法トス又其標本ニ據リ比重及ヒ吸水ノ度ヲ量リ其比重二、三ニ達セサルカ若ハ一晝夜ニ全積量ノ十分ノ一(火山石ニアリテハ百分ノ一)以上ノ水量ヲ吸收スル石材ハ決シテ良好ノモノニアラス然レトモ亦タ場合ニ據リテハ

尙ホ劣等ノ石材ヲ使用セサルヲ得サルコトアリ現ニ橫濱港防波堤ノ捨石工事ニ使用セシモノハ俗ニ土炭岩ト稱シ粘土磐ノ類ニシテ水中ニ在リテハ異狀ヲ呈セスト雖モ之ヲ空中ニ置クトキハ崩壞シ且ツ比重二、〇ニ達セス又吸水三分ノ一以上ニ及フ最モ劣等ナル石材ナリ

ブリード (Bard) 石材試験法ト稱シ石材ヲ硫酸曹達ニ浸シ其結晶スルヲ以テ凍氷ニ擬シ耐寒ノ質ヲ試ムルモノアリト雖モ深ク信賴スルニ足ラス

石材ハ築港工事ニ要スル材料中常ニ其大部ヲ占ムルモノナルヲ以テ其採掘及運搬ニツキ豫メ適當ノ方法ヲ講スルハ工事施設上重要ノ件タリ

石材ノ種別

切石

石材ハ使用ノ途ニ依リ其形狀ヲ異ニシ普通別チテ切石間知石粗石ノ三種トス切石ハ正角ナル積疊ニ用ユルモノニシテ各層及左右隣接ノ石ハ其全面ニ於テ相接スヘキモノナレハ伐採ノ當時略々所定ノ形狀ニ切取レルモノナリ其精削及積疊ノ法ニ至リテハ數種アリ(石工學書參照)

從來築港工事ニ用ユル切石ハ約五立尺ノモノ最モ多ク三十立尺ヲ超ルモノ尠シ蓋シ人造石ノ發明以來大形ノ石材ニハ後者ヲ用ルノ多キヲ以テナリ

間知石

間知積ハ殆ント我邦ノ特有ト稱スヘキモノニシテ其工費ノ比較的廉ナルト外見ノ可ナルトニ依リ古來城壁其他各種ノ工事ニ使用セシモノ多シ間知石ハ略、金字形ニシテ積接スル部分ハ表面ヨリ僅ニ一寸乃至五寸ニ過キスヲ胴付又ハ合齒ト稱ス

間知石ノ築設法ニハ普通二種アリ表面四角ノモノヲ用ヒ一層毎ニ水平ニ積ムモノヲ布積間知ト云ヒ層ヲ爲サ、ルモノヲ谷積ト云フ堅牢ノ點ニ於テハ前者ニ如カス

粗石

粗石ハ専ラ捨石工事又ハ裏込等ニ用ユルモノニシテ其捨石工事ニ供スルモノニアリテハ比重高ク且ツ成ルヘク方形ノモノタルヘク通常大サ三乃至五十立尺トス

粗石ハ其空隙全量ノ三分ノ一乃至二分ノ一ニ當リ大小相混スルトキハ之ヲ減シ各個相等シキトキハ之ヲ増スモノニシテ略、等大ノ粗石ニアリテハ實積約百五十立尺ヲ以テ一立坪ヲ成スモノトス

前記各種ノ石材ノ採掘ニ要スル費用ハ總テ土地ノ狀況ニ依リ同シカラサルヲ以

テ一定ノ標準ヲ定メ難シ尙後章各種工事ノ場合ニ於テ觀ル所アルヘシ

石灰及ヒ天然セメント

石灰石ヲ燒キ炭酸及ヒ水分ヲ放散シテ細末ト爲ストキハ其石質ニ依リ左ノ三種ノ一ヲ生ス

石灰

水硬石灰

天然セメント

石灰 石灰ニ二種アリ富石灰、貧石灰是ナリ

富石灰ハ殆ント純粹ナル石灰石ヲ燒キタルモノニシテ之ニ水ヲ注クトキハ沸化石灰トナリ盡ク粹粉ス貧石灰モ亦タ同一ノ方法ニヨリテ一割乃至三割ノ混合物ヲ有スル石灰石ヨリ之ヲ製出スルモノトス而テ混合物ノ多分ハ石灰ト毫モ化學的作用ヲ起サ、ルモノタリ且ツ其沸化スルコト不充分ニシテ富石灰ノ如ク速カナラス

石灰ノ凝結

石灰ノ用途

石灰ヲ使用スルトキハ全面大氣ニ觸接セシムルヲ要ス然ラサレハ決シテ凝結スルコトナシ是レ石灰ノ水ト相混シ大氣ニ觸接スルヤ空中ノ炭酸ト化合シテ炭酸石灰トナルニ由ル而テ其凝結スル部分ハ僅カニ厚サ三分内外ノ皮層ニ過キス石灰ハ海中工事ニハ火山灰ト混シ用ユルノ外之ヲ單獨ニ使用スルコトナク空中ニ在リテモ其凝結力微弱ナルニヨリ重要ノ工事ニ用ユルコト極メテ稀ナリ石灰ヲポルトランドセメントニ混スルトキハセメントノ凝結時間ヲ遲緩ナラシメ且ツ費用ヲ減スルニヨリ地上ニ於ケル工事ニハ之ヲ混用スルコトアリ

水硬石灰ノ製法

水硬石灰 水硬石灰ハ其名ノ如ク水中及ヒ空中ニ於テ凝結スルモノニシテ一割乃至三割五分ニ當ル混合物ヲ含有スル石灰石ヲ燒キ後沸化シテ之ヲ得ルモノナリ而テ其混合物ノ大部ハ灼燒中ニ石灰ト化合スルモノ乃チ硅酸石灰ヲ含有スルモノタルヘシ故ニ水硬石灰ノ凝結ハ硅酸石灰ノ水化シテ結晶スルニ依ルモノナリ然モ石灰ノ多量ナルニ由リ悉ク硅酸石灰トナラスシテ遊離スルモノアルニ依リ其力爲メ全體ヲ沸化セシメ粉末スルモノナリ

品質

水硬石灰ノ沸化ハ遅緩ニシテ且ツ不充分ナルヲ以テ器械的幫助ヲ與ヘテ粉末トナスコトアリ
 水硬石灰ノ品質ハ専ラ水中ニ於ケル凝結力ニ依リ之ヲ判定スルモノナリ
 海中ニ於ケル工事ニハ多量ノ硅酸ヲ含有スル水硬石灰ニアラサレハ使用ニ耐ヘサルヲ以テ從來ノ經驗ニ徴スルニ之ニ適スルモノ僅ニ一二種ニ過キス其他ニ至リテハ海水ノ破壞的作用ニ耐ユルモノナキカ如シ

テール石灰

テール(Eil)産水硬石灰(二名シヨウ、イヅロリック)(Chaux hydraulique)ハ佛國ローン(Rhone)河畔ニ於ケル産地ニ於テ採掘セル石灰岩ヲ燒キ後沸化シテ之ヲ製スルモノニシテ多量ノ硅酸ヲ含ミ概シテ能ク海水ノ作用ニ抗スルヲ以テ地中海ノ諸港ニ在リテハ之ヲ使用セルモノ多シ

テール石灰ノ成分

成分	百分	中
石灰	六五	六二四

硅酸	二二、五八八
礬土	二、六二九
苦土	一、五三六
酸化鐵	〇、八三七
アルカリ	〇、一八九
硫酸	〇、五二三
灼燒消失ノ分	六、四二四

テール石灰ハ新鮮ナルトキハ其重量一立米ニ付凡ソ七百盃(一立尺ニ付五貫一八)ニシテ之ヲ搗キ且ツ詰込ムトキハ一百盃(八貫一四)ニ達ス

テール石灰ハ通常ノ場合ニ在リテ水ヲ混スルトキハ其積量ニ於テ三割五分乃至四割ヲ減シ十八時間乃至二十四時間ニシテ凝結ス而テ其凝結力ハ水化硅酸石灰及ヒ礬土石灰ノ結晶スルニ因ルモノノ如シ

テール石灰ハ之ヲ空中ニ置クトキハ普通石灰ノ如ク炭酸石灰ノ皮層ヲ生シ其耐

其凝結

其重量

テール石灰
ノ凝結力

海水ノ質ヲ助成スルコト少ナカラス

左表ハテール石灰ノ凝結力ヲ示スモノニシテ曾テ小樽築港事務所ニ於テ施セシ
試験ノ結果ナリ

抗張力一平方糎ニ對スル貯 (每同六個ノ平均) (切斷面十六方糎)

重量配合	一晝夜空中ニ置キ後海水ニ浸スコト左ノ如シ													
	四週間	八週間	六ヶ月	一ケ年	二ケ年	三ケ年	四ケ年	五ケ年	六ケ年	七ケ年	八ケ年	九ケ年	十ケ年	十ケ年
石 灰	六三	二、五	一九三	三〇六	三三三	三〇、三	三五八	三六一	三三三	破壞				
砂石灰	七、三	二、五	三三三	三〇、三	三三三	一〇、〇	一七九	一五九	九四〇	七、六	破壞			
砂石灰	四、八	七、三	一四三	一五三	一三五	一五三	二二六	一五、六	一五、二	一四、九	一九四	一九三	三、六	一八、七
砂石灰	三、一	四、五	六、四	七、三	九、六	三、三	破壞							

此試験ニ使用セシ砂ハ小樽港附近ニ於テ採集セル細砂ナルヲ以テ充分ナル凝結
力ヲ呈スルニ至ラス

テール石灰
ノ用途否

テール石灰ハ海中工事ニ於テ屢塊及ヒ場所詰ノ工事ニ使用セラル然モ其性前表

ニ示ス如ク頗ル緩結質ニシテ徐々ニ其凝結力ヲ加フルニ依リ嚴寒ノ地ニ在リテ
ハ水上ニ使用シ得サルノ不利アルト海中ニ沈下スヘキ塊ニ用ユルトキハ數月間
陸上ニ置クノ必要アルニ依リ工場ノ廣大ナルヲ要スルノ缺點アルノミナラス前
記試験ノ結果ニヨレハ配合宜シキヲ得サレハ耐久ノ性ニ乏シキモノトス
左ノ配合ハ地中海ノ諸港ニ於テ實行セシモノナリ

其配合ノ例

佛國マルセーユ港混泥土塊ノ積量配合

膠 泥 一

碎 石 二

膠泥ハテール石灰三砂五ヲ混シテ之ヲ製セリ

ポルトサイド防波堤混泥土塊ノ積重配合

テール石灰 一

砂 二

砂ハ沙漠ノ産ニシテ極テ細粒ナルモノタリ

同港燈臺全體

第四章 工事用材

テール石灰 一 一 砂

以上ノ如キ混合物ハ比較的能ク海水ノ作用ニ堪ヘ今日ニ至ルマテ甚シキ異狀ヲ呈セサルモノアリト雖モ亦タ結果不良ノモノ尠ナカラス殊ニル、ハーブル港ニ使用セシモノ及ヒラ、ロシエーユ港ニ於ケル試験ニアリテハ破壊セシモノ多ク概シテ地中海ニ於ケル結果ハ大西洋ニ於ケルモノヨリ良好ナリシト云フ此レ多少兩海ニ於ケル寒暖ノ差ニ起因スルモノノ如シ蓋シ高温度ハ凝結力ヲ増進セシムルコト多シ(太平洋ハ平均十二度地中海ハ十五度乃至十八度)

テール石灰
破壊ノ例

ボヅラナ

天然セメント 粘土ニ割乃至四割ヲ含有スル石灰岩ヲ燒クトキハ石灰、硅酸、

礬土相化合ス然モ石灰製造ノ場合ニ於ケル如ク沸化セス仍テ器械ヲ用ヒテ之ヲ粉粹スルトキハ天然セメントヲ得ルモノナリ

英國ノ市場ニ在ル所謂羅馬セメント(Roman Cement)ハ三割乃至四割五分ノ粘土ヲ含有スル一種ノ石灰岩ヨリ製出シタルモノナリ

羅馬セメン
ト

天然セメン
トノ重置
其凝結力

天然セメントノ原料タル斯ノ如ク多量ノ混合物ヨリ成ル故ニ灼燒其度ヲ過クルトキハ溶解スルノ虞アルヲ以テ灼燒中甚シキ高熱度ニ達セシメサルヲ要ス蓋シ石灰若ハ純粹ナル粘土ハ高熱度ニ耐ユルモノナリト雖モ鐵礬土等ノ混スルトキハ熱度ニ侵サル、コト容易ナレハナリ

天然セメン
トノ重置
其凝結力

天然セメントノ重量ハ普通一立米ニ付約九百疔(一立尺ニ付六貫六六)ニ過キス羅馬セメントハ通常二三分間ニ凝結シ高度ノ凝結力ニ乏シク普通ポルトランド、セメントノ半ニ達セス且ツ之ニ砂ヲ混スルトキハ大ニ凝結力ヲ減退セシム故ニ此種ノセメントハ海中工事ニ用ユルコト稀ナリ

ローゼンデ
ール、セン
メント

北米ニハローゼンデール、セメント(Bosendale Cement)ト稱スル苦土石灰岩ヨリ製シタル一種ノ天然セメント廣ク販賣セラル然モ其高度ノ凝結力ヲ有セサルト容積ノ一定セサルハ其缺點ナリトス

以上列記ノ外種々ノ天然セメントアリト雖モ何レモ産出地方ノ需用ニ供スルニ過キサルモノナルヲ以テ爰ニ掲ケス

人造水硬石灰

普通石灰ニ適當ノ物質ヲ加フルトキハ水中ニ於テ凝結スルノ性ヲ享クルモノナリ此ノ如キ混合物ヲ人造水硬石灰ト云フ左ニ其重ナルモノニ就キ記述スヘシ石膏石灰 (E. Selenitic Lime) ナルモノアリ該品ハ沸化セサル石灰ニ凡ソ全量ノ二十分ノ一ニ當ル硫酸石灰ヲ混シ製シタルモノニシテ水硬ノ性ヲ有シ粘土ヲ加フルニ於テハ更ニ其ノ性ヲ昂進セシメ充分凝結スルトキハポルトランドセメントニ近似セル強度ヲ有スルモノナリト雖モ海中工事ニ使用スルコト能ハサルモノナリ

火山灰

火山灰 (E. Volcanic Ash) ハ多量ノ硅酸ヲ含有スルモノナルヲ以テ石灰ト密混スルトキハ之ニ水硬ノ性ヲ附與スルモノニシテ水中工事ニ用ユルコトアリト雖モ直接海水ニ浸サル、場合ニ在リテハ結果良好ナラス

ボツナラ

火山灰ノ一種ナルボツラナ (Pozzuoliana) ハ伊太利國ノ一邑ボヅウリ (Pozzuoli) ノ附近ニ於ケル火山灰ニシテ古來羅馬人ノ用ヒシモノナリト云フ其產地ハ單リ該所ニ止マラス地球上各所ニ少ナカラス我邦ニ於テモ伊豆ノ大島肥前ノ五島等其他火山地ニアルコトハ恰ク世人ノ知悉スル所ナリ

石灰ト混合 法

ボツラナト石灰ノ混合ハ最モ密接ナルヲ要スルニ因リ混合臼ヲ用ヒ半時間以上ニ及ホスヲ可トス

火山灰配合 ノ例

伊太利國ニ於テ海中工事ニ使用セシ凝結土塊ニハ左ノ容積配合ニ依レルモノアリ

- 富石灰 (和水) 一
- 火山灰 二
- 碎石 六

此種ノ配合ハ亦タツウロン、セツト、アルジェルノ諸港ニ於テモ實施セシモノニシテ其結果直接海水ニ觸接セシモノハ多ク破壊セラレタリト云フ

ツラス (Trass) ハ專ラ獨國ライン (Rhine) 河畔ニサントウリン (Santorinerde) 土ハ希臘列

島ノ内ニ其他類似ノモノ諸方ニアリト雖モ産額ノ少キヲ以テ僅カニ當該地方ノ用ニ供スルニ過キス

ポルトランドセメント

ポルトランドセメント (Portland Cement) ハ即チ人造セメントニシテ石灰岩ト粘土トヲ適當ニ配合シテ之ヲ燒キ後粉細シタルモノナリ而テ英國ニ在ルポルトランド、ストウン (Portland stone) ト俗稱スル石材ニ其色ノ近似セルヲ以テコノ名アリト云フ

ポルトランドセメントノ始メテ世ニ出シヨリ爰ニ百餘年其間其需用ノ量ハ年々増加シ其使用ノ範圍ハ倍々擴張セラレ殊ニ築港工事ニアリテハ最重要ノ用材タリ

ポルトランドセメントノ効用

製法

ポルトランドセメント(以下單ニセメントト稱ス)ノ製法ニ關シテハ爰ニ贅セス宜ク該専門ノ書ニ就キ攻究スヘシ

成分

セメントノ成分ハ専ラ原料ノ質及配合ニ因スト雖モ亦タ多少其製法ニモ由ルモ

ノナリ

左表ニ掲クル分析ハ著者カ曾テ築港工事ニ使用セシ各種ノセメントニ就キ其成分ヲ平均シタルモノニシテ良好ナルセメントノ成分ナリトス

成分	百分中
石 灰	六一、〇
硅 酸	二二、〇
礬 土	八、〇
酸 化 鐵	三、五
苦 土	二、〇
不溶解物其他	二、五
灼燒消失量	一、〇

セメントノ水硬性ハ全ク石灰ト硅酸ノ化合ニアリテ酸化鐵及礬土ノ如キモノニ至リテハ必スシモ含有スルヲ要セサルモノナリトス

ル、シヤテリエー (Le Chatelier) ノ説ニヨレハ左ノ關係ヲ以テ必要ナリトス



主ナル成分
乃チ石灰及苦土ノ三分ハ硅酸及礬土ノ一分ト化合スヘキモノトス
市場ニ在ルセメントノ成分中其重ナルモノハ概ネ左ノ範圍内ニアリ

セメント百分中

石灰	五八乃至六六
硅酸	一九乃至二五
礬土	四乃至九
酸化鐵	二乃至五

成分ノ質
製造法ノセメント成分ノ上ニ及ホスモノハ專ラ灼燒ノ熱度ニアリ其七百度(攝氏)ノ熱度ニ於テハ硅酸石灰ト化合シ凡ソ千六百度ニ至リテ礬土、硅酸及ヒ石灰ノ化合ヲ爲スニ依リ比較的の低熱度ニ於テ灼燒スルトキハ硅酸石灰ノミヲ生シ礬土ハ遊離シテ石灰ト化合セス高熱度ニ於テスルトキハ硅酸石灰、礬土石灰及硅酸礬土石灰ヲ生スルモノノ如シ此等各種ノ化合物ハ何レモ水ヲ加フルニ及ヒ結晶スル

ノ性ヲ有スルモノナリ低熱度ニ於テ燒キタルモノ乃チ灼燒不充分ノモノニハ礬土ノ化合成ラサル爲メ石灰モ幾分遊離スルニ由リ斯ノ如キセメントヲ使用スルトキハ害ヲ工事ニ及ホスコトアリ蓋シ少量ノ燒石灰ハセメントノ水ト混スルニ及ンテ龜裂ヲ生スレハナリ

以上ハ專ラ舊式ノ製造ニ關シ新式ノ製法ニアリテハ廻轉窯内ニ於テ高熱度能ク全體ニ普及シ灼燒ノ完全ヲ期スルコト容易ナルニ至レリ
灼燒ノ度充分ナルセメントニシテ比較的の多量ノ石灰ヲ含有スルトキハ高度ノ抗張力ヲ呈スルモ遊離スル石灰ハ海水ノ作用ニ抗スル能ハス又比較的の多量ノ粘土ヲ含有スルモノナルトキハ抗張力ニ乏シキモノナリ

苦土ハセメント成分中當ニ不用ナルモノタルノミナラス寧ロ有害ト認ムヘキモノナリ蓋シ其水ト混スルヤ膨脹スルノ性ヲ有スレハナリ
フエージャ (Fayja) ノ説ニ依レハ苦土ノ量ハ百分ノ三以上ヲ超ユヘカラサルモノトス而テ普通百分ノ二ヲ以テ際限トス然モ之ニ反シテローゼンデルセメントニ於ケルカ如ク苦土多量ナルトキハ却テ其害ヲ認メサルコトアリ此レ全クセメ

苦土

遊離石灰

礬土

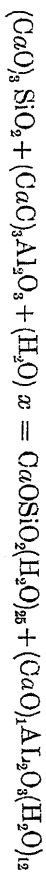
ント全體ヲシテ硅酸及礬土ヲ苦土ノ性ニ從ハシムルニ因ルモノナラン
 礬土ヲ多量ニ含有スルセメントニハ概シテ急結性ノモノ多ク且ツ凝結力ニ乏シ
 キノミナラス海水ニ浸ストキハ其硫酸及ヒ鹽酸ノ爲メニ溶解サレ易キヲ以テ海
 中工事ニ適セサルモノトス

セメントノ
 凝結

セメントヲ混和スルニ適當ノ水量ヲ以テスルトキハ凝結ヲ始ム此レ專ラ化合物的
 作用ニ由ルモノナリト雖モ其理ニ至リテ未タ詳カナラサルモノアリ

凝結ノ理

ル、シヤテリエーノ説ニヨレハ化合ノ重ナルモノハ左ノ式ニ示ス如シ乃チセメン
 トノ重要成分トスル硅酸石灰ハ水二・五ト礬土石灰ハ水十二ト化合シ結晶體ヲナ
 スモノナリ



然モ本説ヲ以テスルトキハ現ニ凝結シタルセメントノ有スル強度ニ對スル明解
 ニ缺ク所アリミハエリスノ説ニヨレハ凝結ハ水化硅酸石灰ノ硬化ニ由ルモノニ
 シテ乃チ膠ノ如キ作用ヲ生スルニアリトス而テ後説ハ實驗ノ結果ニ附合スル所
 多シ

凝結試験

セメント凝結ノ經過及始終ハ概シテ判然ナラス故ニ一般ニビカー針(Vicat's Needle)
 ト稱スル器ヲ以テ一定ノ法ニ依リ其程度ヲ定ムルモノトス

凝結ノ緩急

セメントハ其質ニ依リ凝結スルニ緩急アリ而テ其混合後三十分以上ヲ經テ凝結
 ヲ始ムルモノヲ緩結性セメントトシ急結性ノモノニ至リテハ五分以内ニシテ指
 頭ノ壓力ニヨリテ爪痕ヲ印セサルニ至ルモノ少ナカラス緩結性ノモノニアリテ
 ハ漸次凝結ノ度ヲ進メ年所ト共ニ其強度ヲ加フルモノ多シ

凝結ニ伴フ
 熱度

セメントハ凝結スルニ當リ其成分ノ水化スル結果トシテ多少熱度ヲ高ムルモノ
 ナリ殊ニ其度急結性ニアリテ最モ著シキヲ認ム緩結性ノセメントニアリテハ混
 和後十時間乃至二十時間ニシテ發熱シ十度内外ニ達スルヲ常トス此現象ヲ以テ
 凝結ノ終始ヲ判定スルノ方法アリト雖モ未タ廣ク行ナハルニ至ラス
 緩結性ノセメントハ急結性ノモノニ優レルヲ以テ最モ多ク使用セラル而テ其最
 急結性ナルモノニ至リテハ僅ニ一時ノ彌縫的工事ニ使用スルニ過ス

重量

セメントノ重量ハ灼燒ノ熱度、細末ノ程度及風化ノ多少ニ依ルモノニシテ高熱度
 ヲ以テ燒キタルセメントハ低熱度ニヨリタルモノニ比シ比重高シ然モ細末ノ程

度ニ於テハ其細微ヲ極ムルニ隨テ重量ヲ減ス故ニ灼燒ノ度ヲ標準トシ單ニ重量ノ多キヲ望ムトキハ却テ粗製ノセメントヲ得ルノ虞アリ故ニセメントノ品質ハ單獨ニ重量ノミニヨリ之カ良否ヲ判別スルニ足ラサルニヨリ市場ニ在リテハセメント賣買上ノ便宜ニ基キ一樽ノ重量若干ト指定シ積量單位ノ重量ハ之ヲ定メサルヲ常トス

普通ノ重量
セメント及ヒ石灰類ノ積量單位ノ重量ハ樹ノ大小及取扱等ニヨリテ差異ヲ生スルニ由リ豫メ一定ノ方法ヲ定メ置クニアラサレハ之カ比較ヲ爲スコトヲ得ス而テ通常一般ニ行ハル、方法ハ樹ノ上ニ水平ニ對シ四十五度ノ角度ニ斜板ヲ置キ之ヲ滑下セシメテ樹ニ充滿セシメ其剩餘ハ定規ヲ以テ輕ク拂ヒ取ルモノトス振搖シ又ハ搗キ込ムトキハ重量ニ尠カラサル差ヲ生スルコト左ノ如シ

靜カニ斜面ニヨリ枡ニ入レタルセメント一立尺ノ重量 八貫九(一立米ニ付 一二〇〇疋)

實地操業ノ際取扱フ如ク鏟ニテ掬ヒ込ミタルモノ 十貫 (同 一三五〇疋)

蟄ニテ搗キ込タルモノ 十三貫(同 一七八五疋)

一樽ノ重量

セメント一樽ノ重量ハ通常正實七十疋又ハ四十五貫其容積ハ三立尺半内外トス

細末ノ程度

セメントノ細微ナルヲ要ス

細末ト重量

故ニ之ヲ風袋ヨリ取出ストキハ其容積量ニ於テ二割以上ノ増加ヲ見ルヘキニヨリ工事用ノ積量ハ後者ニヨリ計量スヘキモノトス
セメント細末ノ程度ハ其品質ヲ判定スルニ於テ重要ノ件ナリトス而テ其細微ナルモノヲ以テ優品トス蓋シ粗末ナルセメントハ單ニ水ヲ和スルトキハ凝結力ニ於テ細微ナルモノニ勝ルコトアリト雖モ砂ヲ混スルニ於テハ正反對ノ結果ヲ呈シ其細微ナル程比較的凝結力ヲ減退セスシテ尙ホ多量ニ砂ヲ混合スルコトヲ得レハナリ蓋シ粗粒ハ砂ニ異ナラス若シ其燒石灰ヨリ成ルコトアラハ水ヲ和スルニ及ヒ忽チ膨脹シテ龜裂ヲ生スルモノナリ
セメント細末ノ程度ハ重量ニ對シ直接ノ關係ヲ有スルコトハ左ノ比較表ニヨリテ明カナリ

篩一方徑ニ於ケル細目數	セメント百分ニ對スル殘留	セメント一立米ノ重量
六〇〇	六	一三〇〇
九〇〇	六	一一三〇
一〇〇〇	四	一一六〇

是ニ由テ之ヲ觀レハセメントハ細微ナル程輕シ故ニ細末ノ程度ヲ高ムルニヨリ得ル所ノ利ハ更ニ容積ノ増加ニヨリ増進セラル、モノナリ

セメントノ品質ヲ檢定スル爲メ施行セラル、試験方法ハ一ニシテ足ラスト雖モ要スルニ左ノ數點ヲ檢スルニ過キス

第一 成分

第二 細末ノ程度

第三 凝結中形積異變ノ有無

第四 凝結始終ノ時間

第五 凝結力

第六 耐海水質

幾多ノ試験方法中最モ廣ク施行セラレ且ツ前記第二乃至第五ノ諸點ニ對シ適當ナルモノハ獨逸政府ノ規定及ヒ之ニ準セル我農商務省ノ發令ニ係ハレル試験方法ナリトス然モ專ラ海中工事ニ使用スヘキセメントハ尙ホ特別ノ試験ヲ要スルモノアリ

セメント試験法

左ニ掲クルモノハ著者カ曾テ築港工事ニ使用セシセメントノ試験方法ナリ

セメント性質試験方法

第一セメントハ礬土百分ノ八以上ヲ含蓄スヘカラス

第二セメントハ不溶解物百分ノ三以上ヲ含蓄スヘカラス

第三セメント細末ノ程度ハ一方糲ニ九百ノ網目ヲ有スル篩ヲ通過セシメ其殘留ハ全量ノ十分ノ一ヲ超過スヘカラス

但針金ノ徑ハ〇、一二七耗トス

第四セメントハ濕和後一時間以内ニ凝結ヲ始ムルヘカラス

第五セメントハ凝結スルニ及ヒ之カ形積ヲ變スルコトアルヘカラス

第六セメント一砂三(重量)ノ割合ヲ以テ造リタル固塊ノ抗張力ハ七日間ヲ經テ一方糲ニ付九瓦以上タルヘク且ツ漸次増加シテ二十八日間ノ後ニ於テ十二瓦ヲ下ルヘカラス

右四項以下ヲ檢定スルニハ左ノ試験ヲ要ス

セメントノ凝結時間ヲ檢定スルニハ先ツセメント重量ノ四分ノ一乃至三分ノ一ニ當ル水ヲ加ヘ凡ソ一二分間ニ能ク之ヲ攪拌シ適度ノ粘體トナシ徑凡ソ八糲高四糲ノ鐵環ヲ硝子板ノ上ニ置キ之ニセメントヲ詰メ込ミ其上面ニ徑一、一三糲ノ針金ヲ立テ針頭ニ三百瓦ノ重ヲ付シ而シテ針金ノ貫通ヲ試ミ其滯滯スルヲ凝結ノ始トシ其全ク侵入セサルヲ凝結ノ終トス

試験中水井ニ空氣ノ温度ハ始終十七度(攝氏)内外タルヘシ第五ニ就テ試験ヲ施スニハセメント若干ヲ取り淡水ニテ煉リ(水量ハ四分ノ一乃至三分ノ一ナリトス)之ヲ硝子板上ニ置キ徑凡ソ八糎ノ圓平ニ形ヲ作り中央ノ厚サヲ八糎トシ周圍ノ縁ヲ薄クシ二十四時間函ノ内ニ入レ置キ後第一ハ海水ニ入レ四週間ヲ經テ其薄縁ニ些少ノ異狀ナキヲ以テ全キモノトス(但シ水中場所詰ニ使用スルモノハ前記二十四時間ヲ待タス直ニ海水ニ浸スモノトス)

第六ナル抗張力ノ檢定ヲ爲スニハ先ツ石英砂ヲ採リ其内一方糎ニ六十ノ網目(針金ノ徑〇.三八糎)ヲ有スル篩ヲ通シ一方糎ニ二百二十ノ網目(針金ノ徑〇.三二糎)ヲ有スルモノヲ通セサル部分ヲ以テ其重量三ニセメント一ノ割合ヲ以テ混和シ水凡ソ十分ノ一ヲ入レ能ク攪拌シ模型ニ充實シ泥錫ニテ押シ且ツ敲キ水ノ稍上面ニ顯ハルル迄詰メ込ミ型ニ倣ヒ切り均シク函ノ内ニ圍ヒ置キ二十四時間ノ後海水中ニ入ル此ノ如キ型十個ヲ造リ五個ヲ七日間ノ後ニ殘十個ヲ二十八日ノ後ニ試験シ每五個ノ平均ヲ取り當該抗張力トス

以上數頂ノ試験中第五ヲ以テ最も重要ナルモノトス蓋シ之ニヨリテセメントノ耐海質ヲ推知スルコトヲ得ヘキモノナレハナリ乃チ同試験ニ於テ數時間内ニ龜裂ヲ生スルモノハ燒石灰ヲ含有スルモノニシテ數日ヲ經テ龜裂スルモノハ遊離石灰ヲ多量ニ含有スルモノニ外ナラスコレ海水ノ作用ハ甚タシキ急激ノモノニ

重要ナル試験

龜裂ノ試験

アラスシテ善良ナルセメントヲ用ユル場合ニアリテハ混和後直ニ海水ニ浸スト雖モ其海水ノ作用ハセメント體ノ内部ニ於ケル化合ニ對シ其性ノ緩急ニ係ハラス有害ナルコトナシ

凝結力試験ノ結果ハ種々ノ原因ニ由リ差ヲ生スルコト少ナカラス而テ施行ノ際特ニ注意ヲ要スル點概ネ左ノ如シ

試験ノ結果ヲ左右スル原因

- 一 供試型ヲ製スルニ用ユル壓力ノ差ニ由リ殆ント三割ノ差ヲ生ス故ニ手詰ヲ爲ストキハ充分熟練セル者ヲ要ス若シ詰鈍(Gr. Böhmshammer)ヲ用ユルトキハ手打ニ比シ稍等一ノ型ヲ製スルコトヲ得ヘシ
- 一 水及大氣ノ温度ハ凝結ニ遲速ヲ生シ延テ抗張力ノ増進ヲ左右スルニ依リ常ニ成ルヘク一定ノ温度ヲ保タシムルヲ要ス
- 一 セメントヲ混和スルニ用ユル水量ハセメントノ種類ニ依リ多少差アリト雖モ要ハ化合ニ必要ナル適度ノ分量ヲ甚ク超迢セシメサルニアリ
- 一 型ノ断面ハ通常五乃至十方糎ニシテ其小ナルモノハ大ナルモノニ比シ高度ノ抗張力ヲ呈ス獨逸試験法ニアリテハ五方糎トス

一 試験器ノ構造ニ依リテモ亦タ多少結果ヲ上下ス普通用ユル者ハミハエリス
 重秤桿器ナリ

一 塑ノ模型ヲ取外ス時間ノ遅速モ亦タ多少試験ノ結果ニ差異ヲ生ス其時間ノ
 長キニ亘ルトキハ結果良始ナリト雖モ實際ニ於テハ模型ニ詰メ込ムト共ニ
 順次之ヲ取外スヲ以テ常トス

以上列擧スルモノ、外多少試験ノ結果ニ差異ヲ生セシムヘキ原因尙ホ一ニシテ
 足スト雖モ其及ホス所些少ナルニヨリ之ヲ略ス

供試塑ハ浸水ノ日數成ルヘク多キヲ可トス是レ不良ナルセメントハ日數ヲ經ル
 ニ從ヒ其凝結力ノ減退スルコトアルヲ以テナリ然モ實際ニ於テ試験ノ爲メ多ク
 ノ日子ヲ費ストキハ直ニ工事ニ支障ヲ來シ殊ニ北國地方ニ在リテハセメント使
 用ノ期間短ク隨テ試験ヲ一个月以上ニ亘ラシムルコト難シ

試験ニ供スルセメントハ樽ノ中央ニ穴ヲ穿チ捻錐ヲ用ヒテ之ヨリ取出スヲ可ト
 ス他ナシ外圍ニ近キ部分ハ多少變化ヲ呈シ居ルコトアレハナリ

セメントヲ空中ニ暴露スルトキハ水氣ヲ吸收シ殊ニ遊離石灰ノ水化スルニ由リ

標本ノ浸水
ハ長キヲ可
トス

試験用セメ
ント

風化ト重量

其容積ヲ加ヘテ重量ヲ減スルニ至ル之ヲセメントノ風化ト云ヒ舊式ノ製造法ニ
 アリテハ凝結ニ際シ形状及容積ニ異變ナカラシムルト緩結ノ性ヲ附與スル爲メ
 欠ク可ラサル作業ニ屬セリト雖モ輓近回轉竈ノ使用ニヨリ其必要亦タ昔日ノ如
 クナラサルニ至レリ

セメントハ其風化久シキニ彌ルトキハ凝結時間ニ變化ヲ生スルノミナラス凝結
 力ヲ減退セシムルコト左表ニ掲クル實驗ノ結果ニ觀ルヘシ

風化日數	凝 結 時 間		抗張強度每方糎ニ對スル研	
	始	終	四週	八週
〇	二時三十分	五時 十分	二七、五	三〇、九
二〇	一時三十分	五 時	二五、三	二八、五
四〇	三 十分	一時三十分	二四、八	二八、五
六〇	一時三十分	二時三十分	二三、一	二四、二
九〇	一 時	一時四十分	二一、九	二二、五
一二〇	十五 分	三十五 分	一五、八	一九、〇

風化ト凝結

一五〇	十	分	四	十	分	一六、八	一六、五
二〇〇	十五	分	三十	分	四、五	一一、一	
二五〇					二、四	三、二	

凝結緩急ノ差

セメントニ砂ヲ混合スル結果

膠泥

本實驗ニ供シタルセメントハ新式ノ製法ニ據レルモノニシテ風化ニヨリ却テ急結ノ性ヲ享クルニ至レリ凝結力ハ風化一日ニ付キ約〇・一盪ノ減退ヲ呈セリ故ニセメントニシテ製造後風化ヲ要スルモノハ須ク製造所ニ於テ之ヲ施サシメ一旦荷造シタルモノハ使用ノ際ニ至ル迄テ其儘濕氣ヲ避ケテ貯藏スヘキモノトス緩結性ノセメントハ漸次其凝結力ヲ加ヘ急結性ノモノハ暫時ニシテ比較的高度ノ凝結力ヲ與フルモ其後ニ至リテ増加スルコト少シセメントハ單純ニ此ヲ使用スルトキハ不經濟ナルノミナラス其容積ニ異變ヲ生シ且ツ久ニ及フトキハ甚シク脆性ヲ帶ヒ凝結強度ヲ減退セシムルニヨリ通常砂ヲ混和スルモノニシテ之ヲ膠泥 (E. Mortar) ト稱シ其配合ト凝結強度ノ關係ハ左表ニ掲クル實驗ノ結果ニ徴スヘシ

膠泥ノ強度

海水ニ於ケル膠泥抗張強度一方糲ニ對スル盪 (淺野セメント、小樽地方海岸ノ砂)

配合重量	供試塑ハ淡水ヲ以テ製シ二十四日間空中ニ於テ函中ニ置キ後海水ニ浸スコト左ノ如シ											
	一週間	二週間	三週間	四週間	五週間	六週間	七週間	八週間	九週間	十週間	十一週間	十二週間
純セメント	三三、九	三六、五	四〇、三	四〇、六	四〇、二	三七、七	三五、一	五二、一	五五、五	六五、五	七四、二	八二、七
セメント	一一	二五、四	三六、六	四〇、〇	四〇、六	三八、八	三五、七	三九、八	四二、三	四八、八	五九、九	五〇、一
セメント	一一	一八、七	二七、九	三〇、〇	三〇、三	三三、八	三五、七	三九、〇	四〇、八	四八、八	五九、九	五〇、一
セメント	一一	一六、五	二五、六	二九、八	三〇、一	三三、八	三五、七	三九、〇	四〇、八	四八、八	五九、九	五〇、一
セメント	一一	一五、一	二四、六	二九、八	三〇、一	三三、八	三五、七	三九、〇	四〇、八	四八、八	五九、九	五〇、一
セメント	一一	一三、三	二二、三	二七、九	二八、一	三二、二	三三、八	三九、〇	四〇、八	四八、八	五九、九	五〇、一
セメント	一一	一一、一	二〇、三	二五、九	二六、五	三〇、六	三二、二	三七、四	三九、〇	四七、〇	五八、〇	五〇、一
セメント	一一	九、五	一七、八	二二、八	二三、六	二七、八	二九、四	三三、〇	三四、四	四二、五	五三、〇	五〇、一

尙ホ他種ノセメントヲ以テ施シタル試驗ハ前記ノモノト略、同一ノ結果ヲ呈セリ是ニ由テ之ヲ觀レハ純セメントハ海水ニアリテハ一ケ年内外ニシテ最高強度ニ達シ爾後減退シテ僅カニ外形ヲ存スルニ過キスソレニ反シ砂ヲ混シタルモノハ其分量ニ略、反比例シタル強度ヲ有セリ就中比較的良好ナル結果ヲ呈セルモノハセメント一砂二ノ配合ニシテ水硬石灰ヲ以テ施シタル左記試驗ノ結果ニヨリ更

ニ明瞭ナリトス

海水ニ於ケルテール石灰ノ抗張強度一方糎ニ對ル所

テール石灰ノ強度

配合重量	二十四時間空中ニ圍ヒ置キ後チ海水ニ浸ケル期間													
	一週間	六週間	六月	一年	二年	三年	四年	五年	六年	七年	八年	九年	十年	十一年
純石灰	六三	一一四	一九二	二〇四	三三	三〇六	二五九	二六二	二三三	二二九	二〇六	一九九	一九〇	一八〇
砂石灰	七八	一一四	三三三	二〇四	三三	三〇六	二五九	二六二	二三三	二二九	二〇六	一九九	一九〇	一八〇
砂石灰	四二	七一	一四三	二五三	一三六	一五二	一三〇	一五六	一五一	一四七	一四七	一九三	一八〇	一八〇
砂石灰	三一	〇	四五	六二	七二	九六	一二九	分壞	分壞	分壞	分壞	分壞	分壞	分壞

是ニ由レハ純石灰及砂一ト三ヲ混シタルモノハ四ケ年乃至八ケ年ニシテ全ク分壞シテ其形ヲ存セサルニ至レルニ拘ハラヌ砂ニヲ混シタルモノハ漸次抗張強度ヲ加フルノ好成绩ヲ呈セリ

以上兩種ノ實驗ニヨレハセメント一砂ニヲ以テ海中ニ於テ施スヘキ最モ安全ナル配合ナリトスヘシ蓋シセメント一砂一ノ配合ニアリテハセメントノ量多キニ失シ純セメントニ近似シ砂三以上ノ配合ハセメントノ量充分ナラサルモノノ如

適當ノ配合

ロシエール港ニ於ケル實驗

シ獨リ砂ニニアリテハセメントノ量砂ノ空隙ヲ滿シテ尙多少ノ餘裕アルヲ以テナリ

佛國ラロシエール(La Rochelle)港ニ於テ施セシ四十餘年ニ互レル實驗ノ結果ニ據レハ各種ノ水硬石灰天然セメント火山灰及セメントハ海水ニ侵蝕セラレタルコト甚シク多クハ全ク分壞セルニ拘ラスセメント一砂ニヲ以テ造リタル塊ハ異狀ヲ呈セサリシト云フ亦タ以テ本説ノ一證タルニ足ラン

海水ニ於ケルセメントノ凝結力ハ空中若クハ淡水ニ於ケルモノニ比シ劣ルコト少ナカラス左表ハ淺野セメントヲ以テ試験セシ結果ニシテ塑ハ二十四時函中ニ圍ヒタル後空中淡水及海水ニ置キタルモノナリ

抗張強度每方糎ニ對スル所

配合	二十四時間空中ニ圍ヒ置キ後チ海水ニ浸ケル期間													
	一週間	四週間	八週間	六月	一年	二年	四年	五年	六年	七年	八年	九年	十年	十四ケ年
純セメント	二六五	三六一	三三三	三五七	五二五	五三八	七二四	七二二	六七二	七〇三	六五八	五八五	四九六	四九六
セメント試験砂	三一	二二六	一四六	二二	二九三	三四七	四〇六	五五五	五九三	六八四	七四〇	七三〇	六四四	五三二

空中及水中ニ於ケル強度

淡	水	海	水
純セメント	試験セメント	純セメント	試験セメント
三一	三一	三一	三一
二四、一	二二、一	二八、四	九、七
三〇、八	二四、〇	三五、〇	二二、七
四三、三	一六、五	三五、四	一五、八
四〇、五	一九、三	五、六	一八、四
四七、七	二五、八	四三、一	二二、九
四七、七	二七、五	一五、〇	二七、五
五七、二	二八、九	八、一	三三、二
四二、八	二七、〇	八、〇	二七、六
五一、〇	三三、七	九、四	二九、四
五一、五	三四、五	五、七	二九、二
四一、〇	三六、〇	八、三	三三、三
四四、九	—	一〇、三	三三、五
五七、三	三七、三	—	三五、四

本試験ノ結果ニヨレハセメントハ空中ニ於テ最高ノ凝結力ヲ呈シ淡水ニ於ケルモノ之ニ次キ海水ニアリテ最低トス而テ砂三ヲ混シタル塑ノ抗張強度ヲ比較スルニ空中ニ於ケルモノヲ一トスルトキハ其比左ノ如シ

空 中 一

淡 水 〇、六

海 水 〇、五

純セメントノ海水ニ於ケル抗張強度ノ減退ニ關シテハ既ニ記述セル所ノ如シ本試験ニヨレハ空中ニアリテハ五ヶ年内外ニシテ最高強度ニ達シ爾後減退ヲ呈シ遂ニ砂三ヲ混シタルモノニ及ハサルノ遠キニ至レリ獨リ淡水ニアリテハ終始砂

抗壓強度

三ノ配合ニ勝レル結果ヲ示セリ
 以上述ル所ハ抗張強度ノミニ關スルモノニシテ抗壓強度ニ至リテハ塑保存中ノ周圍氣水ノ何レタルヲ問ハス純セメントヲ以テ最高強度ヲ有スルモノトス乃チ左表ニ掲クルモノハ前記十四ヶ年後ニ於テ切斷シタル供試塑ヲ壓挫シタル結果ナリトス

抗壓強度每方糎ニ對スル研

圍 體	純セメント	セメント一砂三
空 中	五八九	四六六
淡 水	七〇四	三四九
海 水	四五二	二六八

尙ホ別ニ八糎立方ノ塊ヲ造リ二十四時間ヲ經テ海水ニ浸シ壓挫シタル結果ハ左ノ如シ

抗壓強度每方糎ニ對スル研

配合重量	浸水期間					
	二ヶ月	六ヶ月	一ケ年	二ケ年	三ケ年	四ケ年
純セメント	二九八	三〇〇	四一四	三九八	四五七	三九五
セメント	八一	八〇	一一六	一一七	一二二	一二二
砂	三一					

是ニ由テ之ヲ觀レハセメントノ抗壓強度ハ年所ニヨリ著大ナル増減ヲ呈スルモノニ非ルカ如シ

海水ノ成分

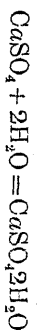
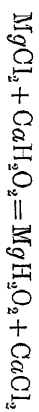
海水ノ成分ハ所ニ依リテ多少ノ差アリト雖モビカー(Vicar)ノ分析ニヨレハ通常左ノ範圍内ニ在ルモノ、如シ

鹽酸曹達	二五乃至二八
硫酸苦土	二乃至七
鹽酸苦土	二乃至六
硫酸石灰	〇乃至二
硫酸曹達	〇乃至五

水百分

海水ノ作用

海水ノセメントニ於ケル化合的作用ハ頗ル錯雜セルモノナリト雖モ其重ナルモノハ海水中ニアル硫酸苦土及ヒ鹽酸苦土ノ苦土ヲ放レテセメントノ遊離石灰及ヒ化合ノ強密ナラサルアルカリ性ノ成分ト化合スルニ原由スルモノ、如シ其式左ノ如シ



乃チ化合ニヨリ生スル鹽酸石灰ハ水ニ溶解シテ去リ水化苦土及溶解セサル石灰ノ化合物ハ白色物トナリテ沈澱シテセメント體ニ附着スルモノニシテ混和セルセメントヲ海水ニ浸ストキハ忽チ白色物ノ全體ヲ掩フモノアルハ此作用ニ外ナラサルナリ就中硫酸石灰ハ結晶スルニ及ヒ元ノ石灰ニ比シ大ニ膨脹スルモノナ

鹽酸剝篤亞斯	〇乃至一
炭酸石灰	〇乃至〇、三

海水作用ノ著シキ場合

凝結土塊龜裂ノ原因

ルニヨリセメント體內ニ海水ノ透入自由ナルトキハ龜裂ヲ生シ遂ニ全體ノ崩壞ヲ惹起スルニ至ルモノナリ

前記ノ作用ハ如何ナル場合ニアリテモセメントノ海水ニ浸サル、トキハ多少之ヲ免ル、コト能ハサルモノナリト雖モ多クハ表面ニ止マリ良好ナルセメントニアリテハソノ一度凝結シタル固密ナル塊中ヲ侵サルモノニ非ルコトハ前掲十數年ニ亙ル實驗ノ結果ニヨリ明瞭ナリトス若シ夫レ品質不良ナルセメントニ至リテハ海水ニ浸ス前充分凝結セシメサルトキニ於テ最モ速ニ海水ノ作用ヲ現出スルモノナリ又タ如何ナルセメントタリト雖モ砂礫ニ混シ全體ニ夥多ノ空隙ヲ存セシムルカ若クハ層ヲ成シテ搗固メタルモノヲ海水ニ浸ストキハ海水其中ニ透入シ遂ニ破壞スルニ至ルコトハ實驗ノ示ス所ニシテ又タンノ從來築港工事ニ於テ凝結土塊龜裂ノ原因タルハ確固爭フ可ラサル事實ナリトス

以上掲記スル所ノ海水ニ於ケル各種ノ試驗ニアリテハ既記ノ如ク供試塑ハ凡テ製作後僅ニ二十四時間ヲ經テ浸水セシモノナルニヨリ未タ凝結ノ度ヲ進メサルニ先チ海水ノ作用ニ接セシメタルモノニシテ凝結土塊製造ノ如キ場合ニ於ケル

實地施工ノ方法ニ比スルトキハ過酷ニ傾クモノアリ而モ配合宜シキヲ得タルモノハ漸次強度ヲ加ヘ更ニ減退ノ兆ナキハ以テ其海水ニ於ケル耐久ノ性ヲ表示スルニ足ルモノトス

左ニ掲クル圖表ハ普通ノ膠泥ノ耐海水質ヲ確證スルノ目的ヲ以テ施シタル實驗ノ結果ニシテ北海道セメントヲ以テ塑ヲ製シ實地ノ作業ニ擬シ二ヶ月間淡水中ニ置キ後チ海水ニ浸シタルモノナリ

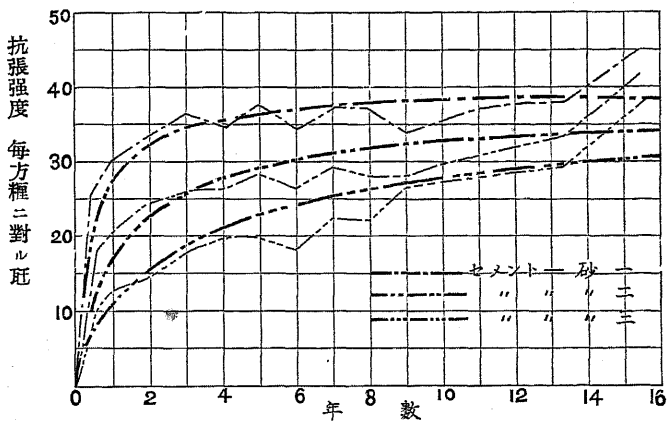
是ノ結果ニヨレハ砂一乃至三ヲ混合セルモノハ何レモ年所ト共ニ強度ヲ増進シ其狀雙曲線ニ近似セリ仍テ試ニ左ノ簡單ナル式ヲ以テ曲線ヲ描ケリ

セメント一	セメント一	セメント一
砂 一	砂 二	砂 三
$y = \frac{40x}{x+0.5}$	$y = \frac{37x}{x+1.2}$	$y = \frac{35x}{x+2.5}$
セメント一	セメント一	セメント一

y ハ抗張強度トス
x ハ年數ナリ

以上ノ式ニシテ誤リナキモノトセハ斯ノ如キセメント塑ノ凝結力ハ永遠ニ持續

圖 三 十 第



シ 每方糎ニ對シ三十五乃至四十疋ニ達スヘク
 凡ソ海中工事ニ用ユヘキセメントノ耐久ニ關
 シテハ用材ノ撰擇及施工ノ方法宜シキヲ得ル
 ニ於テハ何等危虞スヘキモノナシトス若シ夫
 從來築港事業ニ於ケル幾多セメント工事ノ失
 敗ニ就キテハ其原因多クハ施工ノ方法ヲ誤リ
 タルニアルコト既ニ判明セル所タリ
 然ルニ從來前述ノ失敗ヲ以テ專ラセメントノ
 耐海水質ニ缺ク所アルニ起因スルモノト爲セ
 ルモノ少ナカラス就中前顯ミハエリスハ曾テ
 實驗ノ結果トシテ本問題ニ就キ表白セリ曰ク
 ポルトランドセメントニシテ礬土及酸化鐵ヲ
 多量ニ含有シ比較的硅酸ニ乏シキモノハ(乃チ
 當時市場ニ於ルセメントヲ指ス)之ヲ海中ニ使

用スルトキハ遂ニ破壞ヲ免レサルヘシ是レ專ラ海中ニ在ル硫酸ノ作用ニ依リ硫
 酸石灰并ニ礬土化鐵ノ化合セル種々ノ溶解シ易キ物質ヲ生スルニ由ルモノナリ
 ト而テ其療法トシテ火山灰及ヒ其他硅酸ヲ多量ニ含有スルモノヲセメントニ混
 合スルノ利ナルヲ説ケリ

此學說タル海中工事施設ノ上ニ至大ノ關係ヲ有シ延テセメント製造業ニ影響ス
 ル所尠ナカラサルヲ以テ千八百九十七年ニ至リ普國政府ハ特ニ試驗委員ヲ任命
 シシルト島(Sylt)ニ於テ最モ精緻ヲ極メ毫モ間然スル所ナキ方法ヲ以テツラスニ
 就キ試驗ヲ施サシメタリ而テ其報告中殊ニ本問題ニ關スルモノノハ左表ナリト
 ス

配合重量		浸水期間		抗張強度 毎方糎ニ對スル疋			
セメント	砂	淡	海	一週間	四週間	三ヶ月	一年
二	一	淡	海	二六、四	三〇、三	三六、五	四八、七
三	一	淡	海	二六、一	二六、二	二七、二	二九、九
三	一	水	水	一九、二	二四、〇	二九、六	三一、〇
三	一	水	水	一八、〇	二二、九	二二、七	一三、七

シルト島ノ
 試驗

セメント ツラスト 四〇〇	二	一	海	淡	水	一三、九	一六、八	二二、四	二七、〇
セメント ツラスト 四〇〇	四	一	海	淡	水	一一、一	一五、五	一九、六	二一、五
セメント ツラスト 四〇〇	二	一	海	淡	水	一九、四	二九、八	三五、九	三五、五
セメント ツラスト 四〇〇	三	一	海	淡	水	二〇、八	四一、六	四二、九	四七、八
セメント ツラスト 四〇〇	一	一	海	淡	水	一三、六	二二、二	二七、六	三三、〇
セメント ツラスト 四〇〇	一	一	海	淡	水	一四、九	三三、一	三七、七	四三、〇
セメント ツラスト 四〇〇	一	一	海	淡	水	八、〇	一四、六	一八、九	二五、三
セメント ツラスト 三〇〇	二	一	海	淡	水	一〇、三	一一、〇	二六、六	二八、三
セメント ツラスト 三〇〇	二	一	海	淡	水	三三、六	三三、六	四〇、七	
セメント ツラスト 三〇〇	二	一	海	淡	水	四二、六	四二、六	四四、九	

本實驗ノ結果ニヨレハセメントニツラスヲ混シタルモノハ海水ニ浸セルモノニ
 限リ何レモセメントノミニ比シ高度ノ凝結力ヲ呈シ以テ明カニツラス混用ノ利
 ヲ表示スルモノニシテ前記ミハエリスカ所説ノ後半ヲ證明セルモノナリ此實驗
 ニ使用シタルセメントハ當時獨逸國ニ於ケル普通ノ乾式法ニヨリ製シタルモノ
 ニシテ尙其他異種ノセメントニアリテモ亦タ同様ノ結果ヲ呈セリ

ミハエリス
ノ實驗

カンヅロー
ノ所説

ミハエリスハ是ヨリ先キ千八百九十四年ニ自己ノ施シタル實驗ノ結果ヲ發表シ
 ツラス混用ノ利アルヲ説ケリ其所論ハ實驗化學ノ理ニ基キ凡ソセメントハ凝結
 スルニ當リ多量ノ水化石灰ヲ遊離セシムルモノニシテ之ヲ海水ニ浸ストキハ後
 者ノ含有スル硫酸ト化合シ硫酸石灰ヲ成シ更ニカンヅロー(Candlot)ノ説ニ據リ礬
 土硫酸石灰ナルモノニ化スルモノトス此新化合物ハ其原料タル礬土ニ比シ其容
 積十二倍ニ達シ隨テ巨大ナル膨脹力ヲ有シ一旦凝結セルセメント體ノ中ニ海水
 ノ浸入スルトキハ遂ニ其破壊ヲ來スモノトス故ニ海水ニ於テ此破壊ヲ免カル、
 ニハ遊離石灰ヲシテ海水ノ作用ニ耐ヘシムヘキ化合物ヲ造成セシメサルヘカラ
 ス乃チツラス若ハボゾラナノ如キ多量ノ硫酸ヲ含有スルモノヲ混シテ之ニ化合
 セシムルニ在リトス

礬土百分ノ五、八ヲ含蓄スルセメントニ〇、五乃至一ノツラスヲ混シタル塑ヲ切斷
 後硫酸苦土百分ノ二乃至三ヲ含有スル水中ニ浸シタル結果ニヨレハツラス一ヲ
 混合セルモノハ三年ヲ經ルモ何等ノ異狀ヲ呈セサルニ拘ハラヌツラス〇、五ヲ
 混合セルモノハ白色物ノ附着セルアリト是レツラスノ量セメントト同量ナルヲ

ルシヤテ
リエーノ所
説

可トスルヲ示スモノナリ
佛國ニアリテハ技師フエー(Feuille)カボヅラナヲ以テ前述ノ如キ試験ヲ施シタル
結果ハ大體ニ於テ前記ツラスヲ以テ爲セルモノニ符合セリ亦タセメントニ關シ
化學的攻究ヲ以テ有名ナル博士ルシヤテリエーハ多年ニ涉レル最モ精緻ナル研
究ノ結果トシテ千九百一年七月巴里ニ於テ開會セル萬國建築用材試験會議ニ於
テ左ノ如ク表白セリ

- 一 海水ニ於ケルセメント體ノ破壞ハ専ラ硫酸礬土石灰ノ發生ニ基ク
- 一 セメントノ含蓄スル礬土ハ破壞ノ創源ニシテ其量百分ノ四ニ達スルトキハ
危殆ニ瀕スヘシ但此礬土ハ化性ノモノニシテ更ニ水化シ得ヘキモノヲ云フ
- 一 酸化鐵ヲ以テ礬土ニ代フルヲ可トス蓋シ鐵ハ礬土ニ比シ良質ノ熔劑タルノ
ミナラス硫酸石灰ニ接合シテ膨脹セス且ツ鐵性セメントノ凝結力ハ礬土性
ノモノニ比シテ強大ナリ
- 一 礬土ヨリ生スル危險ハ石灰ノ量ヲ減スルニ依リテ幾分之ヲ避クルコトヲ得
ヘシト雖モ其減量甚シキトキハ凝結力ヲ減殺スルノ害アリ

一 礬土ヨリ生スル危險ハボヅラナヲ混スルニ依リテ全ク之ヲ避クルコトヲ得
ルモノ、如シ

曾テ小樽地方ニ於テ採集シテ該築港工事ニ使用セル火山灰混用ノ試験ノ結果ハ
左表ニ示ス如クニシテ凝結力ニ於テ得ル所ハツラスニ於ケル如ク多カラスト雖
モセメントノ節約ニヨリ利多大ナリトス蓋シ同火山灰ノ價格ハセメントノ約七
分ノ一ニ過キサレハナリ

配合重量	抗張強度每方糎ニ對スル斤											
	四週間	六ヶ月	一年	二年	三年	四年	五年	六年	七年	八年	九年	十年
セメント 一、五一	二五、五	三〇、〇	三三、三	三〇、一	三三、八	三三、六	—	三五、七	三〇、一	三四、六	四〇、八	三三、〇
セメント 二、五一	一七、六	二二、九	二六、五	二二、二	二七、七	二四、二	二九、六	二七、九	二七、〇	三三、三	三〇、九	三三、三
セメント 三、一一	一七、六	二九、六	二八、一	三三、四	三七、八	三五、五	三五、七	三七、二	四〇、八	三六、四	四六、二	四三、七
火山灰 五、一一	二二、六	二二、二	二五、八	二七、二	三二、一	三三、九	三〇、三	三二、七	三五、九	三四、四	三七、九	四一、六

要スルニ海中工事ニ使用スルセメントニ化性硅酸質ノモノヲ混スルノ利アルコ

トハ前掲各種ノ實驗ニ依リテ解決セラレタルモノニシテ其結果ハ築港工事施設ノ上ニ於ケル一大進歩ナリトス
 從來ノ試驗ニヨレハ混用物ハツラスヲ以テ最良トス蓋シ其含有スル可溶硅酸ハ他種火山灰ニ比シ殆ント其二倍ニ達スルモノナレハナリ
 我國ニ於テハツラスノアルヲ聞カスト雖モ火山灰ハ諸所ニ散在セリ其各種ノ質ニ至リテハ固ヨリ一定セサルノミナラス同一ソ地ニアリテモ甚シク其成分ヲ異ニスルモノアリ

火山灰ノ試驗法

火山灰ノ品質ヲ檢定スルニハ同量ノ石灰ト混シ適宜水ヲ加ヘセメントニ於ケル如ク其凝結ヲ試ムルヲ以テ最モ簡易ナル方法ナリトス而テ其凝結ノ速カニシテ強度ノ高キモノヲ良品トシ八週間後ニ於ケル抗張強度ハ少ナクモ每方糵ニ對シ八疔以上ニ達セサルヘカラス

類似ポルトランドセメント

普通ノ製法ニ據ラス又ソノ原料ヲ用スシテ製造シタルセメントニシテポルトラ

スラグセメント

製法

ンド、セメントニ類似セルモノアリ其主ナルモノヲスラグセメントトス
 スラグセメント (Blast-Cement) ハ製鐵場ニ於テ廢物ニ歸シタル鐵渣ニ石灰ヲ加ヘ製シタルモノニシテ成分ニ於テポルトランドセメントニ稍、等シキモノナリ其製法ハ鎔解セル鐵渣ヲ水中ニ注入シ砂ノ如クニ成シタル後石灰石ヲ加ヘテ燒クコトポルトランドセメントヲ製スルカ如クス然モ該品ハ品質一定セス殊ニ海水ニ使用スルノ當否ハ尙ホ實驗ニ乏シク未タ廣ク用ルニ至ラス

シリコセメント

ラシメ自然空隙ヲ存スルノ免レ難キニ因ルコトハ言ヲ俟タス此缺點ヲ補フノ目的ヲ以テ製造スルモノヲシリコセメント (Silico-Cement) ト稱ス其製法ハセメント一ニ砂一乃至二ヲ加ヘ之ヲセメントノ如ク粉碎スルニアリ此ノ如キ混合セメントニ更ニ通常ノ砂ヲ混シ全體ニ於テセメント一砂十一ノ配合ニヨリ塑ヲ製シ凝結力ヲ計ルトキハ普通セメント一砂三ノ配合ニヨレルモノニ比シ抗張強度ニ於テ優越ナリト云フ

砂石

砂ノ品質

其檢定法

砂 セメントニ混合シ用ユル砂ハ堅質ニシテ粒粗ク多角ニシテ且ツ泥土ノ混セサルモノヲ以テ最モ適當ナルモノトス
 砂ノ品質ヲ鑑定スルニハ其少量ヲ取リテ之ヲ掌上ニ置キ指頭ニテ磨シ其音響ノ鋭ク又投捨シテ跡ニ甚シク泥土ノ掌ニ附着セサルモノヲ以テ良質ノモノトス
 海濱ノ砂ハ通常潔淨ナリト雖モ川砂若ハ山砂ニ至リテハ甚シク泥土ヲ混入スルモノ多シ

砂ニ混入セル泥土ノ量ハ全體ノ百分ノ五以下ナルトキ有害ナラス百分ノ十以上ナルトキハ洗淨スルノ必要アルヘシ有機物ノ砂ニ混スルコトアルトキハ其大小ニ拘ラス盡ク之ヲ取除クヘシ

砂粒ノ大小ハ其混合セルセメントノ抗張力ニ及ス關係少ナカラス左ノ試験ハ函館港ニ於テ大森濱ヨリ得タル各種ノ砂ヲ以テ海水ニ於テ施セシモノナリセメントハ淺野工場製ノモノニシテ配合ハ重量ニ依リセメント一砂三トス

砂粒ノ大小
ト關係力ノ
關係

砂 種 類	空隙ノ量	抗張強度一方糎ニ對ル軒	
		一週 間	四週 間
粗砂天然ノ儘 <small>徑二糎以下</small>	三七 <small>百分</small>	一三、一五	一七、〇四
粗 砂 <small>網目一方糎ニ六 十二止マルモノ</small>	三八	一三、三三	一五、一一
試験用砂 <small>網目一方糎六十ヲ通リ 二百二十止マルモノ</small>	四一	九、七二	一一、八一
中 粗 <small>網目百二十ヲ通リ二百 二十五止マルモノ</small>	四一	八、七六	一一、七二
細 砂 <small>網目二百二十 五ヲ通ルモノ</small>	三八	八、五七	一〇、七五
同 <small>網目二百二十五ヲ通リ四 百八十四止マルモノ</small>	四〇	八、五六	一〇、三四
同 天然ノ儘	三六	八、五〇	九、六〇
同 <small>網目四百八十 四ヲ通ルモノ</small>	四一	七、一〇	九、九〇

乃チ砂ハ其粒細粗相混スルモノ最モ良好ノ結果ヲ呈シ其粒小ナルニ隨ヒ混スル所ノセメントノ抗張力ヲ減退セシムルモノナリ

砂トセメントノ混合ヲ完全ナラシムルニハ砂ヲ乾燥スヘシ殊ニ細砂ニアリテハ

乾燥ノ必要

砂ノ重量

其用意肝要ナリトス
 濕リタル砂ハ之ヲ盛ルトキハ乾燥セルモノノ如ク收着セサルニヨリ概シテ後者
 ニ比シ其重量ニ於テ一割乃至二割ヲ減スルモノナリ
 徐々ニ盛リタル砂ハ之ヲ震動スルトキハ忽チ積量凡ソ一割ヲ減シ重量一立尺ニ
 付拾貫七六乃至十三貫七三(一立米ニ付一千四百五)ニ達スヘシ
 石英砂ハ天然ニ乾キタル儘ニシテ之ヲ搖込ミ量ルトキハ一立尺ニ付十二貫乃至
 十三貫ニ達シ更ニ蝸ニテ搗キ固ルトキハ積量ニ於テ殆ント百分ノ二ヲ減スルニ
 ヨリ重量ノ増加ハソノ以上ニ及フモノナリ
 砂ハ又搗固震動等ニヨリ其量ヲ減スルノミナラス實地操業ノ際又ハ風雨ノ爲メ
 亡耗スルコト少ナカラス故ニ使用ノ量ニ少クモ二割ヲ増シテ採集スルニアラサ
 レハ不足ヲ告クルニ至ルコトアルヘシ殊ニ洗滌ヲ要スルモノニアリテハ三割ノ
 餘裕ヲ必要ナリトス
 乾燥セル砂ハ之ヲ砂小屋ニ收メ以テ風雨ヲ避ケシムヘシ

砂利ノ品質

砂利 砂利ハ混凝土製造ニ要スル材料ノ一ニシテ其質堅固ニシテ搗固ニ際シ撞
 具ノ衝壓ニ耐ユルモノタルヘク且ツ比重高ク粒ノ徑五分乃至一寸五分ニシテ土
 砂ノ附着セサルモノヲ良材トス
 砂利ニハ通常種々ノ石質ノモノ混淆セルヲ以テ其中大氣ノ作用ニ耐ヘサルモノ
 アルトキハ之ヲ撰除スヘシ
 砂利粒ニシテ一晝夜ニ其積量ノ十分ノ一以上ニ達スル水量ヲ吸收スルモノハ使
 用ニ適セス

砂利ノ空隙

砂利ノ重量ハ石質及粒ニヨリ差アリト雖モ通常一立尺ニ付十乃至十四貫トス
 砂利ノ空隙ハ粒ノ大小ニヨリ三割乃至四割ニ達スヘシ

碎石ノ品質

碎石 碎石ハ砂利ノ如ク混凝土ノ原料トシテ使用スルモノニシテ其質堅固ニシ
 テ成ルヘク方形ノモノタルヘシ
 碎石ノ原料タルヘキ石質ニ孰テハ既ニ石材ノ項ニ於テ之ヲ述ヘタリ
 碎石ハ徑一寸乃至一寸八分ヲ以テ最モ適當ノ大サナリトス

空隙
碎石ノ空隙ハ通常全體ノ五割トス而テ其重量ニ至リテハ石質ニ依ルモノニシテ一定セス

碎石製法

碎石ハ人力若ハ器械ニ依リテ之ヲ製造スルモノニシテ人力ヲ用ユルトキハ費用ノ點ニ於テ機力ニ如カサルモ其品質ニ至リテハ優ルコト遠シ
人力ニ依リテ碎石ヲ製造スルトキハ石質ニ依リ多少ノ差アリト雖モ熟練セル人夫ハ一日中ニ十八乃至三十六立尺ヲ製造スルヲ得ヘシ其原料ハ概ネ徑五寸内外ノ粗石トス

碎石機

碎石機ヲ用ユルトキハ一時間ニ硬石一立坪ヲ碎クコト容易ナリ該機ニ就テハ工
事用機械ノ章ニ於テ詳述スヘシ

混凝土

凡ソ工事ニ使用スヘキ石材ハ耐久及強度ニ於テ固ヨリ天然ノ良材ニ如クモノナシト雖モ巨石ヲ要スル場合ニアリテハ其採掘及ヒ運搬ノ費用多大ナルニヨリ人造石ヲ以テ之ニ代フルヲ利アリトス彼ノ豐公カ大坂城ヲ築クニ當リ天下ノ諸侯

混凝土ノ成績

ヲシテ採聚セシメタル巨石ノ如キハ近代ノ工事ニ見ルコト極メテ稀ナリ
混凝土 (E. Concrete, F. Béton) ハ水硬石灰若ハセメント及ヒ砂砂利等ヲ混シテ製造シタルモノニシテ海中工事ニ使用セラル、コト既ニ七十餘年其成績ニ至リテハ間、遺憾ノ點ナキニ非スト雖モ概シテ良好ナル結果ヲ奏シ爾來築港工事施設ノ上ニ缺クヘカラサル一材料トナレリ

別混凝土ノ種類

煉込法
混凝土ハ製造ノ法ニヨリ分テ煉込、搗固ノ二種トス
煉込混凝土ハ名稱ノ如ク所定ノ場所若ハ模型等ニ填充スルモノニシテ比較的少量ノ水ヲ加ヘ全體ヲシテ柔粘體トナシ自重ニヨリ淀着シテ空隙ヲ存セサルヲ期スルモノトス

搗固メ法

搗固混凝土ハ混和スルニ當リセメントノ凝結ニ要スル水分ヲ程度トシ之ニ蒸發及ヒ石材ノ吸收ニ對シ多少ノ餘裕ヲ與フルニ過キサル水量ヲ以テ煉リ(俗ニ堅煉ト云フ)所定ノ場所若ハ模型ニ入レ層毎ニ搗固メヲ施シ製作スルモノナリ

兩法ノ比較

煉込法ハ搗固ニ比シ操業容易ニシテ費用モ隨テ少シト雖モ其結果ニ至リテハ後者ニ及ハサルモノアリ左ノ點ハ煉込法ノ缺點ナリトス

煉込法ノ缺點

一 煉込混凝土ハ強度ニ於テ搗固タルモノニ及ハスニケ年ニ亘レル實地試験ノ結果ニヨレハ抗壓強度ニ於テ前者ハ後者ノ半ニ過キス

一 煉込タルモノハ全體固密ナラス搗固メタルモノニ比シ重量ニ於テ凡ソ百分ノ三ノ差アリ

搗固法ノ缺點

然レトモ搗固混凝土モ亦缺點ナシトセス乃チ搗固メ長時間ニ亘ルトキハ震動ノ下層ニ於テ既ニ凝結ヲ始メタル部分ニ及ホスノ虞アリ若シ夫レ搗固不充分ナルコトアリトセハ其結果ハ最モ恐ルヘキモノニシテ由來築港工事ニ於ケル混凝土塊龜裂ノ原因ハ多クハ是ニアリトス

混凝土ノ強度ハ用材ノ質配合製法及取扱ニヨリ差アルモノニシテ左表ニ掲クルモノハ搗固法ニヨリ製シ空中ニ圍置キタル十糎立方ノ塊ノ抗壓強度ナリ

抗壓強度 每方糎ニ對ル珎

配	合	二ケ月	六ケ月	二ケ年
セメント一 砂二 砂 利三		一八七	一五九	二〇〇

同同	同同	同同	同同	同同
セメント一	セメント一	セメント一	セメント一	セメント一
砂二	砂二	砂二	砂二	砂二
砂利石三	砂利石三	砂利石三	砂利石三	砂利石三
二二〇七一	二二〇七一	二二〇七一	二二〇七一	二二〇七一
二二九六〇	二二九六〇	二二九六〇	二二九六〇	二二九六〇
一一九一四二	一一九一四二	一一九一四二	一一九一四二	一一九一四二

海中ニ用ユル混凝土種別

塊混凝土

海中工事ニ使用スル混凝土ハ普通之ヲ大別シテ三種トス塊袋詰場所詰是ナリ

塊混凝土 塊混凝土ハ陸上ニ於テ模型ニ詰メ込ミ充分凝結セシメテ後チ所定ノ个所ニ運搬布設スルモノヲ云フ

塊ノ大きサ及形ハ其使用ノ目的及運搬積疊ノ方法等ニ據リ之ヲ異ニシ從來築港工事ニ使用セシ塊ノ最大ナルモノハ一個ノ重量三百五十噸ニシテダブリン港ノ岸壁ニ用ヒシモノナリ其他中空ノ塊ニシテ運搬後填充シタル塊ハ一個二千餘噸ニ達セルモノアリ

塊ノ重量

塊ノ最小寸法

塊ノ配合

塊一個ノ重量ハ工事設計上慎重ナル調査ヲ遂ケ之ヲ定ムルヲ要ス蓋シ工事安固ノ上ニ於テハ大ナルニ如カスト雖モ之カ爲メ運搬及ヒ積疊ニ用ユル器械其他之ニ附隨スル設備ヲ要スルニヨリ其當ヲ得ルニ非ラサレハ徒ニ工費ヲ巨額ナラシムルニ至ルヘシ然モ亦タ塊ヲ小ナラシムルニ於テモ波力ノ強弱ニ係ラス自ラ際限アリ乃チ塊數ノ増加ニヨリ製造ノ上ニ却テ費用ヲ高ムルニヨリ實際ニ於テハ塊ノ最小寸法ハ三尺ヲ下ラサルヲ以テ常トス而テ特種ノ形ヲ要スル場合ノ外ハ銳角ヲ避ケテ總テ直角形ニ製造シ以テ破損ノ患ナカラシムルモノトス塊ノ配合ハ原料ノ質及ヒ塊ノ用途ニヨリ多少之ヲ異ニスルモノナリ左表ニ掲ク
ルモノハ著名ノ諸港ニ於テ防波堤ニ用ヒシ塊ノ配合ニシテ總テ積量ニ據ルモノナリ

築港地名	セメント	砂	砂利	碎石	粗石
アムイデン	一	三	五	—	—
アベルヂーン	一	四	五	—	—

コンスタクタ	—	二、五	—	五、五	—
古倫母	—	二	—	六	—
マノラ	—	四	五、七五	三、二五	—
モウムガラ	—	二	一	六	—
坡土西	—	二	—	—	—
アルダアニー	—	—	四	—	塊ノ四割
ウイック	—	一	二	四	—
ダブリン	—	二	五	—	—
馬耳塞	—	一、七	—	四	—
横濱	—	二、四	二	三	一割一分
同上	—	二	二、五	二、五	—
函館	—	二	二	二	—

小樽	同上	アルジェール
—	セメント 火山灰 〇・〇一	富石炭 火山灰 —
二	二	—
二	二	—
二	二	—
二	二	三

以上各種ノ配合中石灰ノ類ヲ用ヒタルモノニハ分壞セルモノ尠カラス

配合ヲ定ムル法

混凝土ノ配合ヲ定ムルニハ先ツ各原料ニ付其空隙ヲ計リ砂ハ砂石ノ空隙ヲ充タシセメントハ砂ノ空隙ヲ滿タシテ何レモ尙多少ノ餘裕アラシムヘシ且ツセメントノ量ハ塊ノ運搬及積疊ニ必要ナル強度ニモ稽査セサルヘカラス

セメント一、砂二ノ配合

海中工事ニ使用スル膠泥ノ配合ハ必ラスシモセメントノ多量ナルヲ以テ良好ナリトセサルコトハ嚮キニ詳述セシ所タリ而テ其最モ安全ナルモノハセメント一砂二ノ配合ナリトセリ

砂利碎石ノ混用

混凝土ニ砂利若クハ碎石ノミヲ用ユルコトハ或場合ニ於テハ已ムヲ得サルコトタルヘシト雖モ良法トナスヘキモノニアラス蓋シ砂利ノミヲ用ユルトキハ搗固メニ際シ滑脱シ又碎石ノミヲ用ユルトキハ交互突合シテ搗固メニ抗スルノ不利

積量ノ減少

塊ニ粗石ヲ混スルノ利害

アルニ依リ兩材相半スルヲ以テ最良トス而テ其結果全體ヲ緻密ナラシメ且ツ強度ニ於テモ亦タ兩材ヲ各單獨ニ使用セルモノニ比シ優越セルコト前顯實驗ノ結果ニ觀ル如シ

砂利及ヒ碎石ヲ混合スルトキハ多少空隙ヲ補填スルニ依リ全體ニ於テ其積量ノ凡ソ百分ノ五内外ヲ減スルニ至ルモノナリ

混凝土ニ粗石ヲ混入スルコトハセメント、砂及ヒ砂石ノ配合ヲ變セスシテ其量ヲ減スルニ依リ一見利アルカ如シト雖モ之ヲ實行スルニ當リテハ填充ヲ困難ニシ又タ搗固メノ妨阻トナリ空隙ヲ生セシムルノ虞アルノミナラス其固着全カラサルニヨリ海中ニ使用スルトキハ其間隙ニ海水ノ侵入スルコトヲ免レス其爲メ近來之ヲ行フモノ比較的稀ナリ若シ強テ粗石ヲ加ヘント欲セハ能ク之ヲ濕シ二寸以上ノ間隔ヲ設ケテ配列シ且ツ塊ノ外邊三寸以内ニ達セサラシメ層毎ニ能ク搗キ込ミ混凝土ヲ以テ其間ヲ充滿セシムヘシ

塊ヲ造ルニ粗石ヲ主トシ膠泥ヲ以テ其空隙ヲ填充スルコトアリ稱シテ混凝土粗石 (E. Magonerie) ト云フ此種ノ塊ハ佛國ニ於テ廣ク使用セラレ之ヲ造ルニ先ツ一面

混凝土粗石

混合ニ要ス
ル水量

水質

配合ノ量

ヲ稍平直ニシタル粗石ヲ積テ塊ノ周圍ヲ構ヘ漸次内部ニ及シ以テ模型ヲ省略スルヲ常トス其製作ニ注意ヲ要スルノ多キニヨリ作業ヲ遅緩ナラシムルヲ免レス塊混凝土製造ニ要スル水量ハ塊ノ品質上ニ影響ヲ及ホスコト少ナカラス而テ通常作業ニ際シ過量ノ水ヲ用ユルノ虞アルニ依リ之カ注意ヲ怠ルヘカラス水量ハ原料ノ質ニ據リ差アリト雖モ堅煉ニアリテハ混凝土全體ノ一割乃至一割五分(積量)ヲ以テ充分ナリトシ終搗ノ際其上面ニ水ノ滲出スルヲ以テ適度トス煉込法ニ於テハ一割五分乃至二割ノ水量ヲ加フヘシ用水ハ清水ニ如クモノナシ海水ハ凝結ノ初期ニ於テ淡水ニ比シ其強度ヲ多少増減スルコトアリト雖モ數ヶ月ヲ經テ稍、完結ノ状態ニ達スルトキハ差異ヲ生スルコトアルヲ認メス然レトモ海中工事ニアリテハ年處ト共ニ海水ノ作用内外相應スルノ傾キアルニヨリ止ムヲ得サル場合ノ外ハ專ラ淡水ヲ用ユルヲ可トスルモノナリ配合ニ係ハル水量甚シク過多ニ失セサルトキハ凝結力ニ著シキ差ヲ生スルモノニ非ルコト左記實驗ノ結果ニヨリ明カナリトス

セメント一砂三塑ノ抗張強度 每方糶ニ對ル肝

水量(重量)	四週間	八週間	六ヶ月	一年	二年	三年	四年
七分ノ一	一一、三	一三、六	一九、一	一九〇	二一、五	二二、七	二五四
八分ノ一	一二、五	一七、五	二三、一	二二、四	二五、四	二七、〇	二五九
九分ノ一	一四、二	一七、五	二三、一	二四、八	二四、四	—	—
十分ノ一	一三、八	一七、六	二二、二	二一、八	二四、七	二五、一	二四六
十一分ノ一	一四、八	一七、二	二二、一	二二、八	二四、八	二七、五	二五三

セメント一、砂二、砂利二、碎石二ノ配合ニヨリ造リタル塊混凝土一立坪ニ對スル原料ノ量ハ搗固法ニヨルトキハ左ノ如シ

セメント 五、二、七立尺

砂、砂利、碎石 各一〇、五、四立尺

此ノ如キ混凝土ハ比重約二、二七一立方ニ付十六貫八ニ達シ其抗壓強度ハ先ニ掲記セル所ノ如シ

火山灰八分ヲ用ヒ一、二、四ノ配合ニヨリ製造スルトキハ塊一立坪ニ用スル原料ハ左ノ如シトス

セメント 三三、〇立尺

火山灰 二六、四立尺

砂、砂利、碎石 各一〇、五、四立尺

此種ノ塊ハ比重二、二五(一立尺十六貫六)ニ過キス其抗壓強度ハ左ノ如シ

抗壓強度 每方糎ニ對スル疔

	海	水	ニ	浸	セ	ル	期	間
三ヶ月	六ヶ月	一年	二年	三年	四年			
五七	九〇	九六	一〇八	一〇三	一二四			

摸型

摸型ハ搗固メニヨリ生スル壓力ニ耐ヘ得ル構造タルヘシ且ツ其下部及周圍ニ於テ漏水ノ豫防ヲ必要ナリトス
摸型周圍ノ構造ハ取外シヲ便ニシ且ツ木材ハ能ク撞具ノ觸衝ニ耐ユル堅質ノモ

摸型

ノタルヘシ

巨大ナル塊ヲ製造スヘキ場合ニハ摸型ニ變形ヲ生セサラシムル爲メ外ヨリ結構ヲ取付クルカ若クハ其腹部ニ鐵桿ヲ貫通スルコトアリ此ノ如キ場合ニ於テハ日ヲ經テ鐵桿ノ拔取リヲ容易ナラシムル爲メ豫メ之ヲ竹筒ニ納メ置クヘシ

小摸型

第十七圖ハ稍小形ノ塊ヲ製造スルニ適スル摸型ノ構造ヲ示スモノナリ

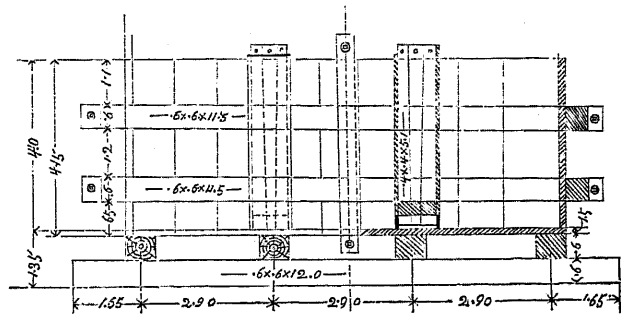
摸型ノ側ハ木材ノ質ニ據リ三十回乃至八十回使用スルコトヲ得底板ハ保存ニ注意スルトキハ二年乃至四年間ハ之ヲ使用スルコトヲ得ヘシ

摸型ハ充分固メタル地盤ノ上ニ配列セル枕木ヲ基礎トシ之ヲ置クヘシ否ラサレハ重量ノ爲メ塊底ニ歪ミヲ生シ積疊スルニ當リ上下ノ塊ハ其全面ニ於テ觸接セサルコトアルヘシ

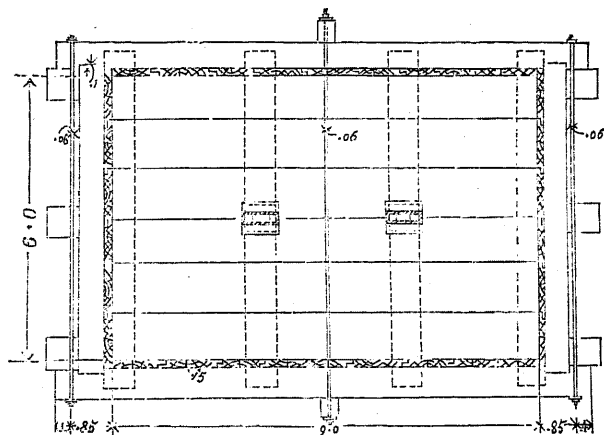
數年ニ亘ル工事ニアリテハ全ク底板ヲ廢シ混凝土ヲ以テ一帯ニ土臺ヲ造リ之ニ直ニ側枠ヲ置クコトアリ

摸型ヲ組立ツルニハ麻屑若ハ槓絮ヲ用ヒ且ツ粘土ヲ以テ總テノ空隙ヲ塞キ漏水ヲ防キ又内部全面ニハ石鹼ヲ塗リ以テセメントノ固着スルヲ避クヘシ

一ノ圖四十第



二ノ圖四十第



釣穴

模型ニ付屬シテ尙ホ設備ノ缺ク可ラサルモノハ塊ノ釣リ上ケニ要スル釣孔ニシ

テ普通使用スル丁字形ノ釣鐵ニ適合セシムヘシ
 釣鐵ノ大サハ塊ノ大小ニ據ルモノナレハ其所定ノ寸法ニ準ヒ第十四圖ニ示ス如
 ク三個ノ楔桿ヨリ成ル心ヲ置キ下ニハ釣鐵ノ旋回及ヒ釣上ケニ要スル榧ヲ置ク
 モノトス心ハ薄板ヲ以テ之ヲ掩ヒ心ニ脂肪ヲ塗ルトキハ拔取り最モ容易ニシテ
 且ツ充分塊ノ固結シタル時ヲ待テ取外スコトヲ得ヘシ榧ノ上部ハ釣鐵ヨリ重大
 ナル壓力ヲ受ケ之ヲ塊ニ傳フヘキモノナルニ依リ堅木ヲ用ヒ塊ノ重量ニ耐ヘ得
 ヘキ厚サ及面積ヲ有セシメサルヘカラス
 榧ハ必スシモ之ヲ塊底ニ置クヲ要セス塊ノ中部ニ置クモ妨ケナシト雖モ通常之
 ヲ底部ニ設クル所以ノモノハ其位置ヲ定ムルニ便ナルト釣孔ヨリ惡水塵芥等ヲ
 容易ニ排除シ得ルノ利便アルニアリ
 混合ハ人力又ハ機力ニ頼ルコトヲ得ヘシト雖モ人力ヲ以テスルトキハ作業ノ遲
 タタルト費用ノ比較的多大ナルニヨリ大工事ニアリテハ機力ヲ用ユルヲ常トス
 人力混合ハ模型ノ前後ニ其上面ヨリ少シク高ク裝置セル煉臺ニ於テ各人夫五名
 ヲ配置シ四名ヲシテ左右ヨリ鑿シヨスルヲ以テ之ヲ混合シ一名ハ之ニ水ヲ注キ且ツ全體

混合

人力混合

ヲ監視セシメ他ニ數名ノ人夫ヲシテ原料ヲ煉臺ノ上ニ運搬セシメ先ツ砂ヲ擴ケ上ニセメントヲ置キ之ヲ交セ返スコト少クモ四回ニシテ砂利及ヒ碎石ヲソノ上ニ盛り全體ヲ混合スルコト二回ニシテ水ノ半分ヲ注キソレヨリ又凡ソ四回之ヲ交セ返シ其間水ノ殘分ヲ如露ニテ徐々ニ加フルモノトス
一回ニ煉ル混凝土ノ量ハ凡ソ五立尺ヲ以テ適當トス煉リ終ルトキハ直ニ之ヲ模型ニ投入スヘシ

煉臺

煉臺ハ其中央ニ於テ巾凡ソ三尺通りニ鐵板ヲ張り全體凡ソ十尺四方トナシ又足ニ車輪ヲ取付ケ軌道ニ置キ遷動ヲ容易ニシ且ツ上ニ日除ヲ設ルニ於テハ操業上利便多シ

搗固

塊ノ製作ハ搗固法又ハ煉込法ニ依ルコトヲ得ヘシト雖モ塊積疊ノ當時ニ於テ直ニ高度ノ壓力ヲ受クル場合ニハ前者ニ依ラサル可ラス
搗固混凝土ニアリテハ其原料ノ混合ヲ了ヘルヤ之ヲ模型ニ投入シテ搔均シ前後煉臺ノ人夫全員ヲシテ大小ノ蝟ヲ以テ搗キ固メシメ表面ニ水ノ滲出スルニ及ヒ小形ノ熊手ヲ以テソノ表面ヲ搔キ起サシメテ後チ次層ヲ加ヘ以テ隣層ノ接合ヲ

搗固メニ要スル蝟ノ重量

全カラシムルモノトス若シ此用意ヲ缺クコトアラハ層々遂ニ分離スルニ至ルコトアルヘシ一層ノ厚サハ五寸乃至六寸ヲ以テ適當トス

蝟ハ塊ノ大サニ據リ其數ニ差アルヘシト雖モ二人掛ノモノ二個其重量各凡ソ四貫五百匁一人搗四個重量各凡ソ壹貫五百匁ヲ下ルヘカラス

煉込法ニ依ルトキハ蝟ニ代フルニ鐵棒ヲ以テシ其尖端ヲ有スルモノニテ内部ヲ薄端アルモノヲ以テ周圍ヲ突き空隙ヲ生セサラシムヘシ

塊製造功程

摸型内ニ入り作業スル人夫ニハ足ノ腐蝕ヲ防ク爲メ木履ヲ穿タシムヘシ
塊ノ製造ニ要スル勞力ハ以上記述セル如ク專ラ人力ニ依ルトキハ塊ノ大小其他ノ狀況ニ據リ差アルモノニシテ一立坪ニ對シ人夫六人乃至九人トシ又別ニ材料ノ運搬摸型ノ組立及ヒ取外シ等ニ要スルモノ十人ヲ下ラサルヘシ

器機混合

築港工事ニ用ユル混凝土ノ量ハ概シテ多大ナルニヨリ其混合ハ機力ヲ以テスルコト多シ

普通ノ混合機ハ其式ノ間歇ナルト不斷ナルト(第五章 參照)ヲ問ハスセメント砂及砂石ヲ同時ニ混合スルノ裝置ヲ有セリ然モセメント及砂ノ混合ハ最モ密切ナルヲ要

スルニヨリ別ニ之ヲ混合スルヲ可トス殊ニ火山灰ヲ混用スル場合ニアリテ最モ然リトス

混合ニ機力ヲ用ヒ搗固ニ人カヲ以テスルトキハ塊一立坪ニ要スル勞力ハ人夫約十四人ヲ以テ足レリトスヘシ

搗固ハ從來一般ニ人力ニ依レルモノナリ然モ其勞苦ヲ要スルノ多キニヨリ自然粗造ニ流ル、ノ虞アルト費用ノ多大ナルニヨリ曾テ壓氣ヲ用ヒ機軸ヲ運轉スルノ装置ヲ施シソレニヨリ勞力ノ過半ヲ減シタルト同時ニ製品ニ於テ極メテ良好ナル結果ヲ得ルニ至レリ實際運轉ニ要セシ人員ハ約十人ニ過キス該機ノ構造ニ關シテハ後章ニ於テ詳述スヘシ

混泥土塊ハ製造ノ後凡ソ三日間ヲ經テ其側枠ヲ撤シ得ヘシト雖モ急速ナル乾燥ヲ豫防スルカ爲メ少クモ二週間ハ葎ヲ以テ之ヲ掩ヒ且ツ凡ソ一週間ハ絶エス水ヲ注クヘシ而テ其運搬ニ耐ヘ得ヘキ時期ハ全體固結ノ程度ニ據リテ自ラ判然スヘシト雖モ通常二週間内外タリ

海中ニ用ユル塊ハ其耐海水質ヲ増進セシムル爲メ從來少ナクモ二ヶ月間之ヲ陸

器械搗固

乾燥

上ニ置キ乾燥セシムヘキモノトナセリ然モ左表ニ掲クル所ノ試験ノ結果ハ其必要ヲ認メシメス凡ソ固結ノ度ニシテ搬出ニ耐ユヘキモノハ之ヲ海中ニ入レ耐海水質ヲ失フニ至ルコトナシトス只固結充分ナラサルモノハ運搬若ハ積疊スルニ際シ破損ヲ生シ易ク其カ爲メ製造後少ナクモ一ヶ月ヲ經過セシムルノ必要アリトス

一方纏ニ對スル抗張力(斤)	一ヶ月	四ヶ月	一ケ年	二ケ年	三ケ年
二十四時間空中ニ置キ更ニ二週間淡水水中ニ置キ後チ海水ニ浸ス	一九、一	二六、九	三四、一	三一、二	三〇、五
二十四時間空中ニ置キ更ニ二ヶ月間淡水水中ニ置キ後チ海水ニ浸ス	一九、七	二五、九	三三、九	三四、六	三一、九
二週間空中ニ置キ後チ海水ニ浸ス	二一、四	二七、三	三二、〇	二九、七	三〇、七
二週間空中ニ置キ後チ海水ニ浸ス	二一、三	二四、五	三四、四	三三、五	三一、六
二ヶ月間空中ニ置キ時々水ヲ注キ後チ海水ニ浸ス	二一、三	二六、八	三一、〇	三〇、九	二九、三

供試験ハセメント一細砂二ノ配合ニシテ淡水ヲ用ヒ製シタルモノナリ

本試験ノ結果ニヨレハ塑ハ製作後其取扱ノ甚シク異ナルニ拘ハラヌ三ケ年ノ後

チニ至リ其凝結力ノ差極メテ寡ナク殆ント等一ノ成績ヲ呈スルモノナリ
左ニ築港工事ニ於ケル塊製造心得書ノ一例ヲ掲ケテ參考ニ資ス

塊製造方心得

原料ノ質及取扱

セメントハ所定ノ試験ニ合格シタルモノタルヘシ其貯藏ハ濕氣ヲ避クルチ第一ト
シ使用ノ前日ニ至ル迄總テ風袋ノ儘倉庫ニ堆積スヘシ
遠隔ノ地ヨリ廻送セルセメントハ使用前粗篩ヲ通シ其殘留ニシテ容易ニ粉碎ス
ルモノハ之ヲ潰シ使用スヘシ
火山灰ハセメントノ如ク貯藏シテ濕氣ヲ避クルニ注意スヘク一旦概略ノ試験ヲ經
テ干燥粉末シタルモノト雖モ使用前更ニ時々試験ヲ施スヘシ
砂ハ事務所ニ備フル所ノ見本ニ準スヘシ
砂置場ニアリテハ晴天毎ニ其中層ノ干燥セルモノヲ掻キ取り圍場ニ移シ其量常
ニ三日間ニ使用スヘキ量ヲ下ラサル様注意スヘシ
干燥充分ナラサル砂ハ其濕氣ノ度ニヨリ使用ニ際シ積量ニ於テ干燥セルモノニ
比シ一割迄ヲ糲ニ盛り揚ケ増加スヘシ但シ濕氣甚シクシテ砂粒ノ自然ニ分離セ
サルモノハ之ヲ使用スヘカラス
砂ハ總テ使用前粗篩ヲ通シ塵芥ヲ除クヘシ

砂利ハ最モ堅實ニシテ比重二、五ヲ下ラサルモノタルヘシ其大サハ五分乃至一寸五
分ニシテ土砂ノ附著セサルモノタルヘシ
砂利ハ使用前之ニ混入セル塵芥ヲ除クヘシ
碎石ハ比重二、五ヲ下ラサル堅實ノ割栗ヲ破碎シテ得タルモノタルヘシ
割栗ハ腐蝕セル皮層ヲ除キタルモノニシテ且ツ泥土ノ附著セサルモノタルヘシ
碎石ノ大サハ一寸乃至二寸トス

混合

セメント及火山灰ハ使用ノ前日ニ所定ノ割合ニヨリ混合機ニ於テ混合シ置クヘ
シ
セメント火山灰及ヒ砂ノ混合ハ前者一後者二ノ割合ニヨリ混合機ニ於テ混合ス
ヘシ其量ハ日々使用ノ高以外ニ出テサル様注意スヘシ
砂利及碎石ハ前記ノ混合物ト所定ノ割合ヲ以テ混合機ニヨリ混合スヘシ(混合機
取扱方参照)
砂利及碎石ハ其量相半スルヲ以テ最良トス然モ砂利ノ乏シキトキハ碎石五砂利
一迄ニ減スルコトヲ得ヘシ
用水ハ淡水ニシテ其量大塊ニアリテハ混凝土全積量ノ一割二分乃至一割四分(砂
干燥ノ度及時期ニヨル)小块ニアリテハ一割四分乃至一割六分トスヘシ
セメントノ使用量ハ日々之ヲ正確ニ記シ左ノ標準ニ據ルヘシ

塊 種	積量	セメント樽數(個)
大塊八個(一組)	二三五二立尺	バラ四、六立尺
小塊十五個	二八五〇立尺	七五樽
		六八樽

填充搗固

模型ニ填充スルニハ混合筒ノ口ニ斜板ヲ置キソノ上ニ於テ混凝土ヲ受ケ鏟ヲ以テ模型中ニ投入シ其周圍ニ當レル部ニハ側板ニ向ケ少シク投付クル様ナスヘシ
斯クテ投入セル混凝土ノ厚サ六寸ニ達スルトキハ搗固機ヲ運轉セシメ二回ノ搗固ヲ施スヘシ尙模型毎ニ人夫三名ヲ配置シ隅々ノ搗固及滲水ノ取り除キニ從事セシムヘシ
一層ノ搗固メヲ竣ハルトキハ熊手ヲ以テ其表面ヲ搔キ荒ラケ更ニ次層ノ填充ニ掛ルヘシ
大塊ニアリテハ所定ノ位置ニ鈞函ヲ置キ矢ヲ立テ粘土ヲ以テ間隙ヲ塞キ漸次填充搗固メヲナスヘシ
混凝土ノ模型ニ充滿スルヤ上皮厚凡ソ五分通りハセメント一砂二碎石細末ニテ以テ製シタル混凝土ヲ以テ造リ定規ニテ正平ニ之ヲ均ラシ同時ニ大塊ニアリテハ張留メ及筒ヲ造ルヘシ
大塊ハ混合機一臺ニヨリ一日ニ八個ヲ小塊ハ十五個ヲ製造スヘシ
塊ハ製造後七十二時間以上ヲ經テ模型ヲ取り放チ莖ヲ以テ之ヲ掩ヒ少ナクモ七

日間ハ之ニ水ヲ注キ急激ノ蒸發ヲ防クヘシ莖ハ更ニ七日間ヲ經サレハ之ヲ撤スヘカラス

塊ハ製造後十五日間以上ヲ經テ始メテ積置場ニ運搬スヘシ積置場ニアリテハ塊ノ周圍ニ充分空氣ノ流通スル様配列スヘシ塊ニハ製造年月及番號ヲコイルタルニテ記スヘシ

塊ハ製造ヨリ滿一ヶ月以上ヲ經ルニ非レハ沈下スヘカラス

塊ノ表面ニ凹凸等アリテ積疊ニ妨ケアルト認ムルトキハ速カニ之ヲ手直スヘシ模型ハ取放チ後直ニ之ヲ他ニ運搬シ先ツ之ニ附著セル膠泥ヲ搔キ取り底板ノ上ニ取付ク締釦ヲ締メタル後ヲ隅々ニ檜綿ヲ打チ込ミ間隙ヲ塞クヘシ

模型ハ使用前内面ニ石鹼ヲ充分ニ塗ルヘシ

前記ノ操業中降雨ニ際シテハセメント運搬車ハ莖ヲ以テ之ヲ覆ヒセメント臺車及模型上ニハ天幕ヲ張り充分ノ被覆ヲ爲シ作業ス可シ

塊ノ耐久質

以上大體ニ付キ記述セル所ノ方法ニヨリ過去十餘年間ニ製造シタル塊ハ大小四萬餘個ニシテ爾來屢海水ノ作用如何ヲ檢スルニ火山灰ヲ混入セサルモノ及混入シタルモノ共ニ些少ノ異狀ヲ呈セス益固結ノ度ヲ増進セルモノノ如ク殊ニ外面ハ盡ク介草附着固ク海水ノ侵入ヲ防ク等塊耐久ノ質ニ至リテハ天然ノ石材ト何

等異ナル所ナカルヘキモノト認ムルモノナリ

場所詰混凝土 混凝土工事中陸上若ハ淺所ニ在リテ殊ニ水底岩石ナルトキ

ハ施工最モ容易ニシテ且ツ其工費ノ寡キモノハ場所詰混凝土ナリトス

場所詰混凝土ハ空中ニ在リテハ其施工塊ノ製造ト格別ノ差ナシ又タ煉込法ニヨ

ルモ可ナリト雖モ爰ニ最モ注意ヲ要スヘキハ製煉セシ混凝土ヲ布設スルニ當リ

之ヲ高所ヨリ投下シ若ハ斜面ヲ降下セシムルトキハ其カ爲メ混合セル成分ヲ分

離セシムルノ虞アルニヨリ一度混合セシモノハ成ルヘク攪亂セシテ使用スル

ヲ要ス左ニ記述スル所ノモノハ專ラ水中工事ニ屬スルモノト知ルヘシ

水中ニ混凝土ヲ布設スルニハ煉込法ニヨラサルヲ得ス而テ之ヲ施スニハ潜水鐘

ヲ用ユル外ハセメントノ流失スルヲ防ク爲メ筐若クハ袋ヲ用ユルヲ以テ常トス

筐ニハ水中ニ在リテ上ヨリ底ヲ開キ得ルノ裝置ヲ爲シ其積量ハ三乃至五立尺ニ

テ可ナリトス袋ヲ用ユル場合ニアリテモ亦タ筐ノ如ク水中ニテ容易ニ上ヨリ開

放スルコトヲ得セシムヘシ筐若ハ袋ハ水底ニ達スルニアラサレハ之ヲ開放スヘ

製法

運搬

布設法

枠ノ構造

布設ノ長サ

配合

水中ニハ搗固チ施ス能ハス

カラス是レセメントノ途中流失スルコト極メテ多キニヨルモノナレハナリ

場所詰ノ模型トナルヘキ周圍ノ枠ハ其下部ト水底ノ間ヨリセメントノ流出スル

ヲ豫防セサルトキハ到底満足ナル結果ヲ得ル能ハス故ニ水底岩石ナル場合ニ

アリテハ側板ノ下端ヲ畧、岩面ノニ倣ヒテ造リ之ヨリ一圓ニ粗布ヲ垂レ以テ下層

ニ當ル混凝土ヲ袋詰ノ状態ニナスヲ可トス

場所詰混凝土ヲ以テ防波堤ヲ造ルトキハ通常二十尺乃至四十尺ノ長ニ之ヲ施シ

進行スルモノトス而テ途中継接ヲ要スル場合ニハ既設ノ表面ニ生スル柔泥ヲ拂

ヒ除キ後始メテ上層ヲ布設スヘシ然モ層々ノ完全ナル接合ハ到底期スヘカラサ

ルニヨリ止ムヲ得サル場合ノ外ハ布設ヲ中絶セシム可ラス

場所詰ニ要スルセメントノ配合ハ水中ニ在リテハ空中ニ於ルモノニ比シ流出ニ

對シ一割乃至三割ノ増加ヲ爲サルヘカラス平水ニ在リテハセメント一、一砂二

砂石四ノ配合ニテ可ナリ

水中場所詰混凝土ハ搗固メヲ施ス能ハサルニ依リ前述ノ如ク煉込法ニ依ラサル

ヲ得サルヲ以テ空中ニ於ケルモノニ比シ強度ニ乏シク故ニ激浪ノ衝ニ當リテハ

粗石混凝土

侵蝕セラレ易ク殊ニ海水ニ在リテハ其透入ヲ防遏スルコト塊ニ於ケル如ク容易ナラサルニヨリ重大ナル工事ノ要部ニ使用スヘキモノニ非ス
 空中ニ於ケル場所詰混凝土ハセメント一砂三砂利碎石五乃至六ヲ用ルコト多シ
 尙ホ粗石ヲ混入シ其量全體ノ二割以上ニ達セシムルコト稀ナラス布設ノ方法ニ至リテハ煉込若クハ搗固ノ法ニヨルコト嚮キニ塊ノ製造ニ關シ記述シタル所ニ異ナラス

寒暖ノ關係

氷結ノ害

空中ニ於テハ尙ホ粗石ヲ主トシ其空隙ヲ填充スルニ混凝土ヲ以テ混凝土ノ如クスルコトアリ之ヲ粗石混凝土 (E. Rubble Concrete) ト稱シ又最モ劣等ノ用材トス
 又タ稀ニ混凝土粗石ヲ用ユルコトアリ此種ノ混成物ニアリテハ大小ノ粗石ハ全體ノ五分乃至六分ヲ成シ混凝土若ハ膠泥ヲ殘四分乃至五分トス
 混凝土ハ寒暖ノ差ニ由リ多少伸縮スルコトアルハ免レサルモノナルニヨリ空中ニ布設スルトキハ全長ヲ四十尺内外ノ數區ニ分ツノ必要アリ
 セメントハソノ硬化スルニ先チ混和セル水ノ氷結スルトキハ遂ニ凝結スルニ至ラサルモノナルニヨリ氣溫氷點以下ニ降ルトキハ混凝土工事ヲ施ス可ラス若シ

同豫防法

斯ノ如キ場合ニ於テ強テ工事ヲ繼續スルノ必要アルトキハ圍ヲ設ケ火器ニヨリ氷點以上ニ達セシメテ施工スヘシ而テ布設シタル混凝土ニハ莖ノ類ヲ以テ掩ヲ施スヘシ

混和スル水ニ鹽分ヲ加フルトキハ後者百分ノ一毎ニ氷點ヲ攝氏〇八度降下セシメ混量百分ノ十ニ及ハシムルコトヲ得ヘシト雖モ海中ニ於ケル工事ニアリテハ此方法ヲ用ヒサルヲ可トス

海中ニ於ケル場所詰工事施設ノ方法ニ關シテハ尙ホ後卷ニ於テ其實例ニ就キ詳説スヘシ

キニップル
布設法

キニップル (Kiaipile) ハ曾テ混凝土ヲ水中ニ場所詰スルニ當リセメントノ流出ヲ防クノ目的ヲ以テ混凝土ヲ半ハ空中ニ於テ凝結セシメ之ヲ布設セントスル位置ニ投入シ壓力ヲ加テ相互固着セシムルノ法ヲ説ケリ此方法タル固ヨリ實行シ得サルニアラスト雖モセメントノ半ハ凝結シタルモノヲ攪亂スルトキハ其達シ得ヘキ強度ヲ減スルコトノ明瞭ナルト且ツ沈下前完結セルモノアルトキハ互ニ固着セサルノミナラス又全體ニ幾多ノ空隙ヲ存スルノ虞アルニ依リ良法ト認ムルコ

其缺點

ト能ハス

袋詰ノ用

袋詰ノ重量

袋詰ノ利

袋詰混凝土 水中ニ混凝土ヲ布設スルニ當リセメントノ流出ヲ防クニハ之ヲ袋詰ニナスニ如カス袋詰混凝土ハ専ラ水底岩石ヨリ成ル所ニアリテ之カ凸凹ヲ均ラスニ最モ効用アリ蓋シ袋詰ハ自然ニ能ク岩面ノ起伏ニ添フニ由リ之ヲ使用スルトキハ岩石ノ切均ラシニ要スル費用ヲ省減スルコトヲ得レハナリ袋ニハ粗布ヲ用ヒ大小ニヨリ其品質ヲ撰ハサルヘカラス袋詰混凝土一個ノ重量ハ取扱ノ便ニ據リ通常一噸内外ニ過キサルモノ多シト雖モ沈下ニ要スル適當ノ設備ヲ爲スニ於テハ優ニ百噸ノモノヲ用ユルコトヲ得ヘシ袋詰混凝土ハ之ヲ積疊スルトキハ多少セメントノ粗布ヲ通シテ相互固着スルニ由リ全體ヲシテ強固ナラシムルモノナリ袋詰ニ於ケルセメントノ配合ハ通常一、二、四ヲ下ラサルヲ以テ可トス而テ其カ製造ハ煉込法ニ依ラサルヲ得ス

壓入セメント 壓入セメント (E. Stock-Ramming) ハ前顯キニブルノ案出セシモノニシテ水底ノ砂礫粗石等ナル場合ニアリテハ之ニ鐵管ヲ挿入シ混和セルセメントヲ詰メ込ミ上ヨリ壓力ヲ加ヘテ砂礫粗石等ニ沿ク透入セシメ之カ固着ヲ期スルノ法ニシテ僅カニ水底ノ空罅ヲ塞クカ如キ一小部分ノ工事ニアリテハ其效アルモノ、如シ又之ニ類似セル方法ニシテ混和セサル純セメントヲ壓氣ニ依リテ砂礫中ニ送致シ之ヲ固着セシムルノ法アレトモ之カ奏功ニ至リテハ疑問タルヲ免レス

鐵材

鐵材ハ海中ニ在リテハ鹽分ノ作用ニヨリ腐蝕スルモノナレハ永久的ノ施設ニ適セスト雖モ其強度ノ多大ニシテ且ツ確實ナルニヨリ築港工事ニ使用スルコト稀ナラス

鐵材ノ普通使用ニ供セラル、モノハ鑄鋼、鍊ノ三種ニシテソノ何レカ海水ニ在リテ最モ耐久ノ質ヲ有スルヤノ問題ニ至リテハ多少說ノ異ナルモノナキニ非ラス

鐵材ノ腐蝕

其試験

ト雖モ各種ヲ單獨ニ使用スル場合ニ在リテハアンヅルースノ試験ニ據レハ海水ニ浸セル面ノ一ケ年間ニ於ケル腐蝕ハ左ノ如シ

鑄鐵 ○〇一六五耗

鋼鐵鈹 ○〇一三四耗

鍊鐵鈹 ○〇一一二耗

腐蝕ノ甚シキ場合

乃チ純良ナル鍊鐵ヲ以テ最モ耐久ノ性アルモノトナスモノナリ

以上ノ率ハ室内ニ在リテ單ニ海水ノ化合的作用ヲ觀測シタル結果ニ過キサルモノニシテ海中ニ於テ波浪及ヒ潮流ノ機的作用ニ接スル場合殊ニ異種材料ノ併用シアルトキハ流電ノ爲メ溶解ヲ催招スルコトアルニヨリ海中工事ニ使用スル鐵材類ノ腐蝕ノ程度ハ上記ノ率ヲ超過スルコト尠ナカラサルヘシ其一例ヲ擧クレハ曾テ印度洋ニ於テ難破セシ瀛船ガンビヤノ鍊鐵鈹ハ一ケ年間ニ平均〇〇八耗ノ侵蝕ヲ受ケタリト云フ又神戸港鐵道棧橋ノ鍊鐵抗ヲ檢スルニ去ル二十年間ニ於ケル侵蝕ハ殆ント一耗ニ達セリ

腐蝕ノ實例

鑄鋼煉ノ比

前記試験ノ結果ニヨレハ鑄鋼鍊ノ中鑄鐵ハ海水ニ對シテ最モ耐久ノ質ニ乏シキ

較

鑄鐵ノ缺點

カノ如シト雖モ決シテ然ラス鍊鐵ト雖モ其質純良ナラサルニ於テハ腐蝕ノ度却テ鑄鐵ニ劣ルコト數等ナルモノアリ鑄鐵ニ在リテモ亦タ堅質ノモノハ軟質ノモノニ比シ大ニ耐久ノ性ヲ有シ四十餘年ヲ經テ尙依然タルモノアリ鑄鐵ハ其皮層ノ存スル間ハ能ク海水ノ作用ニ耐ユルト雖モ其内部ニ至リテハ最も侵蝕サレ易シ又鑄鐵ニシテ化合セル炭素ヲ多量ニ含有スル軟質ノモノハ其久シク海水ニ在リテ其原形ヲ存スルニモ拘ハラス内部ニ於テ性質ノ變化ヲ生シテ全體ノ軟化スルニ至ルコトアルハ往々見ル所ナリ其他鑄鐵ハ脆性ニ傾キ強烈ナル震動ニ耐ヘサルノ缺點アリ

鍊ハ鑄ニ優ル

鋼鐵ニ就テハ未タ經驗ニ乏シク其耐海水質モ亦隨テ明カナラスト雖モ柔鋼ニアリテハ鍊鐵ト甚シキ差異ナキカ如シ鍊鐵及柔鋼ハ其質ニ據リ多少腐蝕ノ速度ヲ異ニスルコトアリト雖モ鑄鐵ノ如ク其性質ヲ變スルコトナク且ツ能ク震動ニ對抗スルコトヲ得ルノ利アリ異質ノ金屬ヲ同一ノ場所ニ使用スルトキハ海水ノ作用ニヨリ流電ヲ生シ腐蝕ヲ速カナラシムルニヨリ之ヲ避クヘシ

防腐法

鐵材腐蝕ノ豫防ニハ船舶ノ如キモノニアリテハ屢々塗料ヲ新ニスルニアリト雖モ海中工事ニ至リテハ之ヲ施スニ由ナク僅ニ亞鉛鍍ヲ施スカ又ハ炭脂ヲ塗ルアルノミ然モ亞鉛ハ四五年炭脂ハ一年内外ニシテ離脱スヘシ殊ニ亞鉛鍍ハ費用ノ多キヲ要シ實用ニ適スルコト稀ナリ

鐵材ノ腐蝕ハ潮水干満ノ間ニ於テ最モ甚シク泥中ニ於テハ比較的少シ然モ下水口其他酸類ヲ含有スル水中ニ在リテハ極メテ速カナリ

銅ノ耐久質

銅及ヒ眞鍮青銅ノ類ハ海水ニ在リテハ鐵材ニ比シ遙カニ耐久ノ質ニ富ミ單獨ニ使用セシモノハ三百餘年ノ後ニ至ルモ尙依然タルモノアリ

鐵筋混凝土

鐵筋混凝土(F. Le Beton armé)ハ混凝土ノ抗張強度ヲ補フノ目的ヲ以テ混凝土ノ構造物ニアリテ凡ソ張力ニ抵抗スヘキ部分ニ鐵釘ヲ入レ鐵トセメントノ附着力ニ依リ混凝土ニ抗張力ヲ附與スルモノニシテ輒近海中工事ニモ應用セラル、ニ至レリ其適否ニ關シテ未タ年所ニ乏シク確固タル判定ヲ下スニ由ナシト雖モ爰ニ

一考ヲ要スルモノアリ他ナシ凡ソ混凝土ハ其性全ク水密ナルモノニ非ルカ故ニ海中ニ置クトキハ多少海水ノ滲透スルコトヲ免レサルニヨリ其内ニ於ケル鐵材ノ漸次腐蝕スルハ自然ノ數タリ而モ鐵ノ酸化スルトキハ其容積ハ鐵ノ數倍ニ達シ多大ノ膨脹力ヲ發生スルヲ以テ薄層ノ混凝土ニアリテハ遂ニ之ヲ破壊スルノ虞アリトス

要スルニ鐵筋混凝土ノ構造ハ用材ヲ節約スル上ニ於テハ極メテ有效ナリト雖重大ナル海中工事ニアリテハ上述ノ理由ニ據リ設計上最モ注意ヲ要スルモノナリ

木材

木材ハ淡水中ニ在リテハ永遠ニ保存スルモノナリト雖モ海水ニアリテハ海蟲ノ爲メ侵蝕セラレ其甚シキモノニ至リテハ僅カニ一ケ年ヲ出テスシテ巨材ノ半ハ其形ヲ失フコトアリ

普通海蟲ニ二種アリ一ハ船蟲(Teredos)ト稱シ其體殆ント透明ニシテ頭部ニハ白キ薄甲ヲ冠キ尾ハ褐色ノ二股ヲ有セリ其始メテ木材ニ蝕入スルヤ其體極メテ小

海蟲ノ害

船蟲

ナルニ由リ外面ヨリ見ルトキハ僅々針眼大ノ痕跡ヲ印スルニ過キサルモ其内部ニ入ルニ及ンテハ漸次成長シ其大ナルモノニ至リテハ徑六分長一尺五寸ノモノアリ然モ北地ニアリテハ通常徑三分長一尺ニ過キス

船蟲ノ木材ヲ襲撃スルヤ多クハ海面ニ近キ部分ニ在リ而テ其猛烈ナル場合ニ至リテハ木材ハ外觀ニ於テ殆ント異狀ナキモ内部ハ全ク蜂巢ノ如キモノアリ

海虱

他ノ一種ハ俗ニ海虱 (E. Linnaea) ト稱シ身長一分餘ニ過キス其狀恰モ蝦ノ如ク又虱ノ如キモノニシテ船蟲ノ如ク直ニ内部ニ侵入スルコトナク外部ヨリ漸次之ヲ蠶食シ船蟲ト相待テ共ニ木材ヲ襲撃スルモノナリ

耐海虫木材

海蟲侵蝕ノ度ハ木材ニ依リ之ヲ異ニス乃チ松類ヲ皮付ノ儘使用スルトキハ其皮ノ存在スル間ハ之ヲ嫌フノ傾向アリ榛、楠、檜等ニ至リテハ他材ニ比シ其侵蝕稍遅緩ナリ南米及西印度等ノ地方ニ産スルグリーンハート (Nectandra Rodiaei) ハ蟲害ヲ被ルコト極メテ尠ナキニヨリ閩門其他ノ工事ニ使用スルコト少ナカラス

海蟲豫防法

海蟲豫防ノ方法ハ普通木材ニ烟脂 (Creosote) ヲ含マシムルヲ以テ最良トス又銅若ハ鐵板ヲ以テ之ヲ覆フニアリ然モ是レ何レモ永久ニ有効ナルヘキモノニアラサルレハ木材ヲ海中ニ使用スルトキハ土中ニ埋設スルニ非ルヨリハ早晚侵蝕ヲ免レサルヲ以テ假設工事ヲ除クノ外ニハ之ヲ使用スルコト稀ナリ