

論 說

土木學會誌 第一卷第一號 大正四年二月

海中工事ニ於ケル鐵筋混凝土

工學博士 廣 井 勇

混凝土ノ微弱ナル抗張強度ヲ補フニ鐵材ヲ以テスル構造法ハ佛國人もにえーノ創意ニ係ハリ千八百六十八年ノ交初メテ之ヲ土木工事ニ應用シタルモノニシテ爾來全世界ニ普及スルニ至レリ我國ニアリテハ去ル明治三十六年中初メテ工學會誌第二百五十三卷ニ於テ此種構造ヲ鐵筋混凝土ト譯名シテ工業界ニ紹介セラレ其原理、特性及施工法等ヲ明ニシ本邦ノ如キ比較的鐵材ニ乏シキ國ニアリテ其應用ノ適切ナルコトヲ論述セラレタリ然レトモ尙ホ數年間其實施ヲ見ルニ至ラス漸ク最近七八年間ニ於テ各種工事ニ適用スルモノアルニ及ヘリ而テ其結果概シテ良好ナルヲ得タルモノ、如シ

5
鐵筋混凝土ノ效用ハ鐵筋及混凝土ノ接着ニ據ルモノナレハ凡ソ兩者ヲ分離スヘキ作用ノ原因トナルヘキモノハ之ヲ避ケサル可ラサルヤ言フ俟タス殊ニ恐ルヘキモノハ内壓ノ發生ニアリテ高壓電流ノ通スル虞アル所ニ於テ鐵筋混凝土ヲ用ユ可ラサル事ノ如キハ實驗ノ示ス所タリ(本件ニハあんどにおりるど第四卷第十一號等ヲ參看スヘシ號)混凝土ヲ以テ被覆セル鐵材ノ保存状態ニ關シテハ從來大氣若クハ地中ニ布設セル混凝土體ニ埋置セル鐵材ニシテ數年ヲ經テ發掘セラレタルモノニ就キ檢セルニ何等ノ異狀アルヲ發見セサル

6

ニヨリ混凝土ノ鐵材ニ對スル保護作用ハ完全ナルモノト認識セラレ、ニ至レルモノニシテ今日鐵筋混凝土ヲ以テ永久的ノ用材トナス者アル蓋シ此事實ニ基クモノナリ記者モ亦タ以上ノ事實ニ據リ被覆スル混凝土ノ厚サ及密度ニシテ氣水ノ透入ヲ防遏スルニ足ルモノナルトキハ鐵筋混凝土ノ保全ヲ期スルコトヲ得ヘキヲ信スル者ナリト雖モ僅ニ皮層ニ類スル混凝土ヲ以テ鐵筋ヲ掩フモノニアリテハ其永久的保存力ヲ疑ハサルヲ得ス殊ニ汚水若クハ海水ニ浸セルモノニアリテハ早晚其破壊ヲ免レサルモノト思考スルモノナリ

先年英國混凝土協會ナルモノニ於テ委員ヲ舉ケ調査セシメタル結果ニヨレハ凡ソ鐵筋混凝土ニ用ユヘキ材料ハ其徑四分ノ三吋ヲ超越セシム可ラサルモノトシ而シテ普通ノ場合ニアリテハ鐵筋ヲ掩フヘキ膠泥ノ厚ハ半吋以上タルヘク圓釘若クハ方釘ヲ用ユルトキハ其徑以上ノ厚ニ掩フヘキモノトシ又タ水中若クハ濕所ニ用ユルトキハ前記ノ厚ニ五割ヲ加フヘキモノトナセリ然レトモ著者ノ實驗セル所ニヨレハ海水中ニ用ユル鐵筋混凝土ニアリテハ以上ノ注意ヲ以テ足レリトナス能ハサルモノアリ以下之ヲ詳述スヘシ

抑モ鐵鏽ノ由テ生スル化合物的作用ニ關シテハ未タ明確ナラサルモノアリテ化學者ノ說一定セスト雖モ普通ノ場合ニアリテハ水氣ノ存在ヲ以テ酸化ニ必要ナリトナスコトハ一般ニ認識スル所タリ乃チ鐵ノ大氣若クハ酸素ノ中ニアリテ水氣ニ乏シキトキハ酸化スルコトナク水中ニアリテモ亦タ酸素ノ存スルニ非レハ同斷タルコトハ爭フ可ラサル事實ナリトス海水ニアリテハ鹽酸及硫酸、鹽類等ヲ含有シソノ空氣ヲ保合スルトキハ酸化極テ速カナリ而テ鐵材ノ酸化シテ鏽ヲ生スルヤ其容積大ニ加ハリ純鐵ノ比重七、八ナルニ對シ三酸化鐵ハ五、七ナリト雖モ後者ハ多孔性ノモノナルニヨリ其容積ハ純鐵ノ二倍以上ニ達スルヲ常トス故ニ固體ノ中ニ包藏セラレ、鐵材ニシテ其表面ニ鏽ヲ生スルコトアルトキハ忽チ内壓ヲ發生スルハ自然ノ理ニシテ其力侮ルヘカラサ

ルモノアルハ左記ノ實例ニ徴スルコトヲ得ヘシ
第一圖ハ或家屋ニ於テ窓枠ニ建込タル鐵釘ニ生セル鏽ノ爲メ枠材ノ壞裂セラレタル狀ヲ示スモノナリ

第二圖ハ千九百十年十二月發行ノあなるで、つらぼうぶふりっく、づ、べるじっくニ掲載セル數種寫眞ノ一ニシテ數十年ヲ經タル鐵欄ニ於テ鏽ノ爲メ硬石ノ破壞セラレタル實例ナリ元ヨリ他力ノ幫助シタル所アルヘシト雖モ龜裂ノ狀ハ鏽ソノ主因タリシヲ示スニ足レリ

第三圖は鏽ノ膨脹力ヲ表示スル目的ヲ以テ施シタル實驗ノ結果ヲ現ハスモノニシテ徑三分ノ鐵釘ヲ厚八分乃至二寸ノせめんと筒ニ挿シ屢鹽水ヲ注キ鏽ヲ速生セシメ約五ヶ月ヲ經過シタル狀態タリ乃チ厚一寸二分ノ筒ニハ既ニ龜裂ヲ生シ二寸ノモノ半之ニ倣ヒ其他ハ尙依然タリト雖モ早晚悉ク破壞ヲ免カレサルニ至ルヘシ

鐵筋混凝土ノ既設工事ニ於テハ未タ前記實驗ニ於ケル如キ龜裂ヲ生シタルモノアルヲ聞カスト雖モ年所及四圍ノ狀態ニヨリ鐵筋ノ酸化スルコトアラハ混凝土ノ破壞スルニ至ルヘキコト蓋シ想到スルニ難カラス

曾テ海中工事ニ於テ混凝土ニ埋設シタル鐵材ノ狀態ヲ檢セルコトアリ其結果鏽ノ侵入程度ハ主トシテ浸水ノ期間及混凝土ノ質ニ據リ著シキ差アルコトヲ認識セリ乃チ稍々粗ナル混凝土ニアリテハ僅ニ一ケ年内外ニシテ八分以上侵入セルモノアリ然レトモ緻密ナルモノニアリテハ十ケ年ヲ經テ尙ホ四分ニ達セサルモノ鮮ナカラス畢竟鏽ノ侵入ハ海水ノ透入ニ起因スルモノナレハ之ニ對スル豫防ヲ以テ最要件ナリトス

海水ノ混凝土ニ透入スルニ二途アリ一ハ漸次表面ヨリ他ハ龜裂ヨリスルモノ是ナリ表面ヨリスルモノハ自然混凝土ノ密度ニヨリ遲速アルヘシト雖モ左ニ掲クルモノハ小樽築港事務所ニ於テ

8

十六年間海中約十尺ノ水深ニ沈下シ置キタル塊ニ就キ調査シタル結果ニシテ海水透入ノ程度ヲ示スニ足レリ塊ハせめんと一砂ニ配合ニヨリ製シタルモノナリ

塊ノ表面ヨリノ距離

膠泥百分中ニ於ケル鹽化曹達ノ量

〇乃至一寸	〇、八四
二同 四寸	〇、二七
四同 六寸	〇、一八
六同 八寸	〇、一七
九同 一尺	〇、一七

是ニ由テ之ヲ觀レハ供試塊ニアリテハ海水ノ透入ハ表面ヨリ一寸乃至二寸ニ過キス蓋シ海濱ニ於テ採集セル砂ニハ約百分ノ〇、二内外ニ當ル鹽分ノ附着スルヲ以テ常トスレハナリ
左ニ掲クルモノハせめんと一火山灰一砂四ノ配合ニヨリ造リ十二ヶ年海中ニ置キタル塊ニ就キ施シタル調査ノ結果ナリ

表面ヨリノ距離

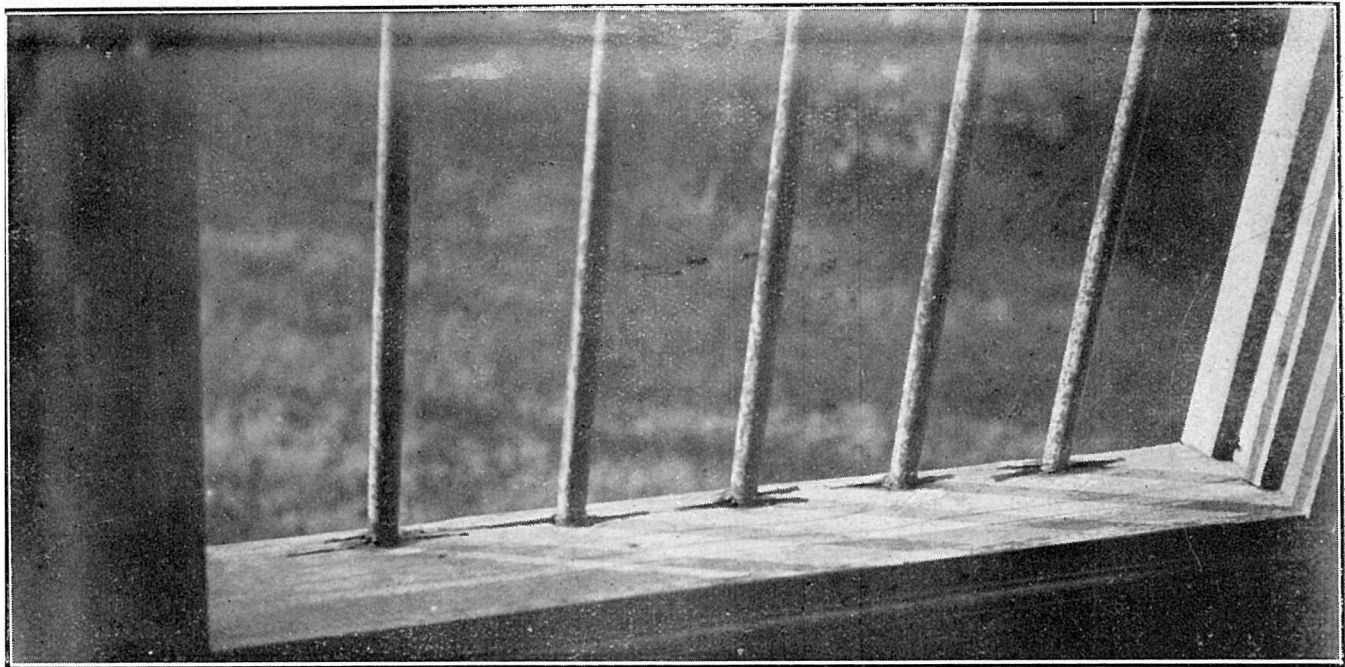
鹽酸ノ量(百分中)

表面ヨリ一寸	一、三三
二寸乃至四寸	〇、六三
四寸乃至六寸	〇、四三
六寸乃至八寸	〇、四五
九寸乃至一尺	〇、三五

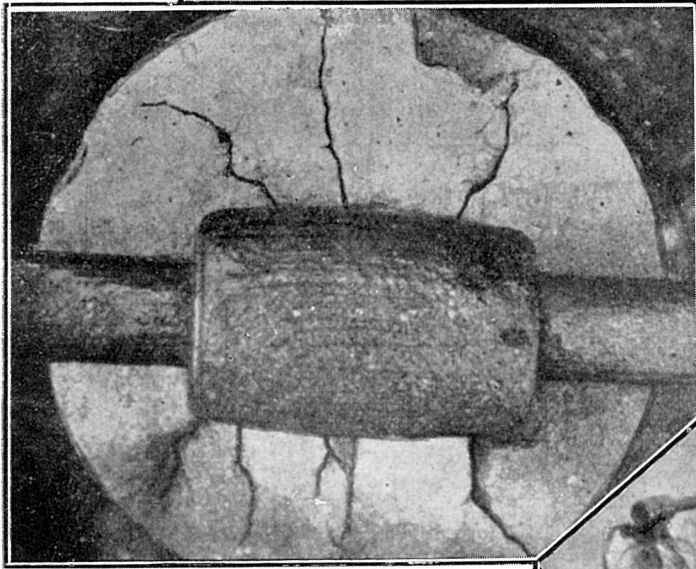
乃チ鹽分ノ量ヨリ推定スルトキハ海水ノ透入ハ深四寸ニ近ク達シタルモノタルヲ知ルヘシ若シ夫レ混凝土ノ常性トシテ温度ノ變化若ハ震動等ニヨリ長細ノ形體ニ龜裂ヲ生スルコトアル場合

ニ於テハ氣水ノ透入容易ナルヘク其結果推シテ知ルヘキノミ
 以上記述セル事實ニヨリ考フルトキハ海中工事ニ用ユル鐵筋混凝土ニアリテハ混凝土ノ配合及
 製煉ニ注意シテ其水密ナルヲ期スヘク其爲メせめんとノ量ヲシテ砂ノ半以上トシ又タ鐵筋ヲシ
 テ混凝土ノ表面ヨリ三寸以上去ラシムヘシ混凝土龜裂ノ豫防ニ至リテハ更ニ構造物各部ノ成形
 其宜シキヲ得セシムルニ如カス殊ニ水面ノ附近乃チ干満ノ間ニ於テ其用意ヲ缺ク可ラサルモノ
 トス

要スルニ海水ニ於ケル鐵筋混凝土ハ其設計及施工ニ必要ナル注意ヲ怠ラサルトキハ其有效ノ年
 限ヲ著シク延長スルコトヲ得ヘシト雖モ普通ノ場合ニアリテハ永久的ノ築造物タルコト能ハサ
 ルモノトス蓋シ鐵筋ヲ深ク混凝土ノ内部ニ配置スルトキハ其效用ヲ全ウセシムルニ至ラス而カ
 モ海水ノ透入ハ年所ト共ニ其歩ヲ進ムルモノナレハナリ
 本件ハ其關スル所臨海工事施設上頗ル廣ク且ツ重キヲ成セルニヨリ著者ハ更ニ諸種ノ實驗ニ着
 手セリ其終了ハ數多ノ歲月ヲ要スヘシト雖モ其結果ヲ報告スルノ期アルヲ信スルモノナリ(完)



一ノ圖二第



二ノ圖二第

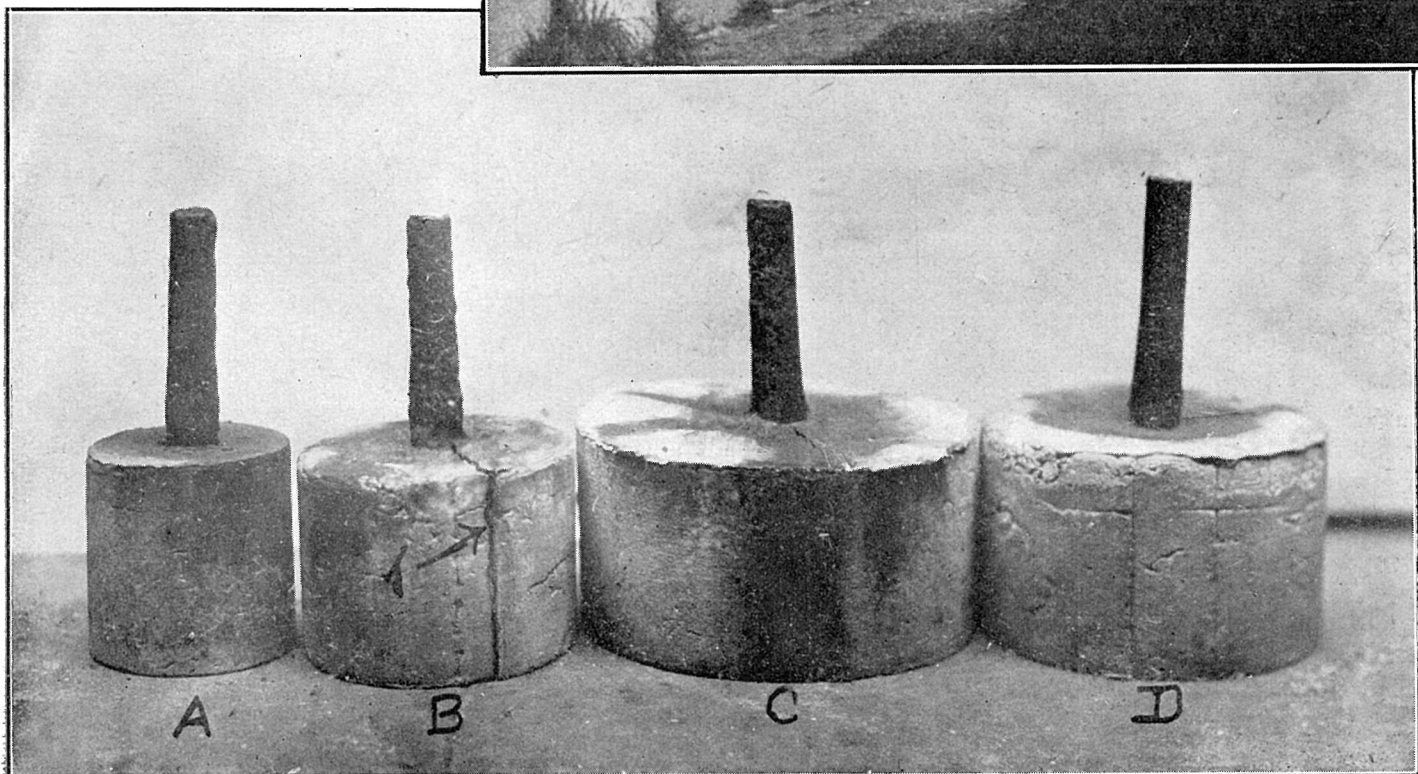
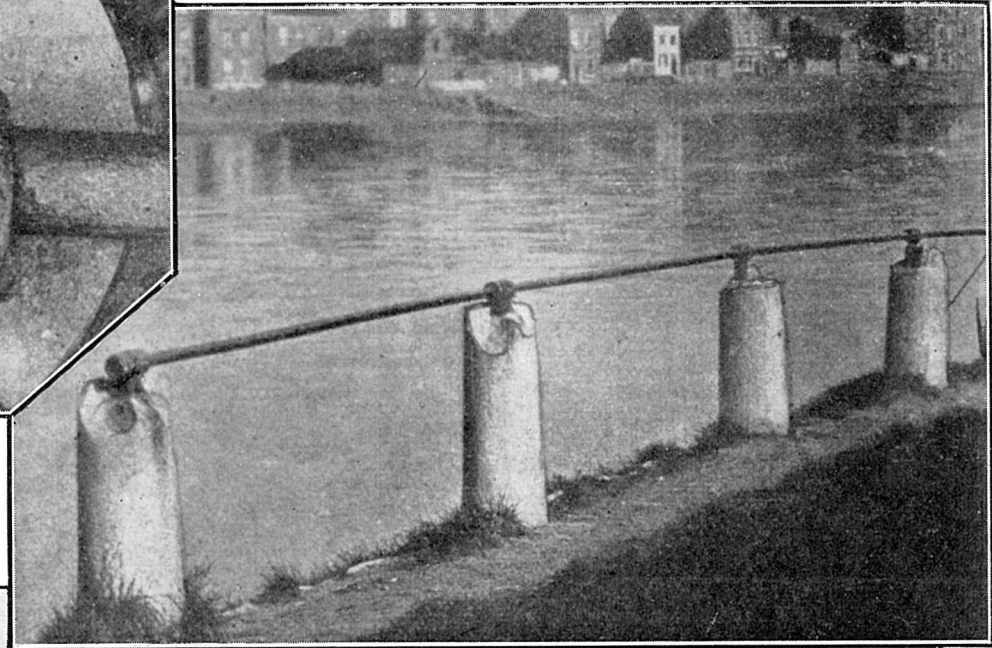


圖 三 第