

論說報告

土木學會誌 第七卷第一號 大正十年二月

鐵筋混凝土ニ就イテ

會員工學士 坂田時和

本論ニ於テ私ハ今日迄本誌ニ行ハレタ鐵筋混凝土ニ對スル討議ニ就イテイサ、カ自分ノ所見ヲ述ヘテ見タイト思フ表題ヲ列擧シテ見ルトサツトコレタケアル

「海中工事ニ於ケル鐵筋混凝土」

廣井博士 第一卷 第一號

同

山形學士 同 第二號

同

白石橋博士 同 第三號

同

廣井博士 同 第五號

「混凝土中ニ於ケル鐵筋ノ錆」

茂庭學士 同 第三號

同

三池學士 同 第五號

同

殿谷學士 第二卷 第一號

同

茂庭學士 同 第三號

「鐵筋ト混凝土ノ附着強度ニ就キテ」

茂庭學士 同 第六號

同

日比博士 第三卷 第二號

同

茂庭學士 同 第五號

「鍛冶橋」

樺島學士 第一卷 第三號

同 同

二日見
吉町比見
權島學士
博士博士

同 同
第二卷 第三號
第六號

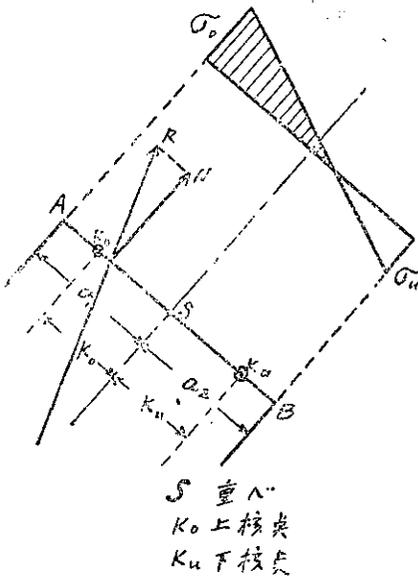
ソレテ私ノ本文ヲ讀ンテ下サル程ノ諸君ハキツト原文ヲ讀直ス位ノ勞ハ避ケラレマイト思フカラ私自身ハ一々引用シナイコトニスル又中ニハ素通シテ仕舞フモノカナイトハ限ラナイカラ豫メ斷ツテオク

核點彎曲力率

私ハ順序ヲ轉倒シテ「鍛冶橋」カラ行ク「鍛冶橋」テハ「核點彎曲力率ヲ鐵筋混凝土ニ利用スルコトハ合理的デアルカ否カ」トイフコトカ問題ニナツタ發題者ハ吉町博士デアル

元來拱テハ縁維應力度カ軸壓力ト彎曲力率トノ二項カラ成立ツテ居ルノテ所要斷面テノ最大應力度ヲ求メルコトカナリ厄介デアルスナハチ第一圖テ

第一圖



ハ 重心
K_o 上核點
K_u 下核點

$$\sigma_o = \frac{N}{F} + \frac{M a_1}{J}$$

$$\sigma_u = \frac{N}{F} - \frac{M a_2}{J}$$

..... (1)

テ此ノ困難ヲ除ク爲メニ工夫サレタノカ所謂核點彎曲力率デアラル
M_o M_u ランノ核點力率トスレハ第一式ハ

$$\sigma_o = \frac{M_o a_1}{J}$$

$$\sigma_u = - \frac{M_o a_2}{J}$$

..... (2)

トナル言葉テ云ハハ縁維應力度ハ核點力率ニ正比例スル(上下カ入

レ代ルカ)タカラモシ M_u ノ感應線サヘ引イテオケハ最大應力度ヲ生スル荷重状態又ソノ値ヲ迷ヒナク知ルコトカ出來ル「何故此ノ核點力率ヲ用ヒラレナイノテアルカコレヲ用ヒナイト結局暗中模索ニ陥リハシナイカ」トカウ博士ハ質サレテ居ル

之レニ對スル樺島氏ノ御答ヘハ少ク盤々焉トシテ居ルトコロカ花房學士ノ「高橋架設工事報告」ニ就イテ見テモ此ノ核點力率ヲ利用サレテ居ナイ私ハソレカ我カ技術界ニトレ程利用サレテ居ルカヲ疑ツテ居ル無論該理論ノ實際的價值ヲ疑フ私自身モコンナ面倒臭イコトハシナイカモ知レナイシカシ理論ハ理論トシテ私ハ此ノ核點彎曲力率ハ鐵筋混凝土ニ對シテモナホ合理的テアルカトウカ又第一式ヲトウ使フカ乃至使ツテ居ルカトイフコトヲ明カニシテオキタイト思フ

樺島氏ハ計算ヲるん。べるげる氏著鐵筋混凝土工法第一卷(西曆千九百八年刊行ノ第四〇二頁カラ第四一頁)ニ至ル理論及解法ニヨツタト云ハレテ居ルカ第二版(一九一二年)ノ第一卷ノ第二四七頁ニハコンナコトカ書イテアルコレハめらん氏ノ文句ヲソノ儘拔萃シタモノテ(同氏橋梁一九一一年版第二卷第二五頁)恐ラク一九〇八年版ノ方ニモ載ツテ居ルタラウト思フカ

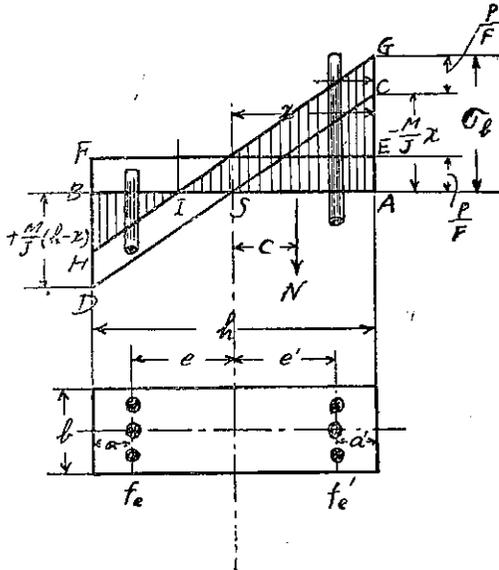
スナハチ第二式ヲ掲ケタ後ヘ「カク緣維應力度ハ核點力率ニ正比例スルカラソノ感應線ヲ定メレハイ、ノテアルカ核點曲線ヲ求メタリ又一ツノ斷面ニ對シテニツノ感應線從ツテニツノ相違シタ荷重状態ヲ考ヘルコトハスコシ手數テアルカラ爰テハ第一式(私ノ掲ケタ分)中ノ M ノ最大價ヲ生スルヤウナ荷重状態ヲ考ヘ以テ範トシヤウコノ位ノ略算ハ當然許サルヘキテアル

ツマリ樺島氏ノ採ラレタノハ會席料理ノ方テアル二ノ膳付キニヨレハ少シク面倒テハアルカ矢張一ツノ斷面ニツイテ上核點(k_0)ト下核點(k_u)トニ最大力率ヲ生スル荷重状態ヲ別々ニ考ヘル第一 M_0 カ最大トナル場合ノ荷重状態ノ下テ M_0 ト M_u トヲ求メソレテ予定ノ斷面ヲ檢證スルトカ又ハ應力分布ヲ求メル第二ニハ M_u カ最大トナル場合ノ荷重状態ニ於ケル M_0 ト M_u トテ同シ手數ヲ繰返ス何レノ場合ニ於テモ斷面寸法ハ充分テアラネハナラヌ又ハ二ツノ中都合ノ惡イ方カラ斷面寸法

決定マル面倒ハ面倒タカコレカ一番合理的テアルコトヲ妨ケナイ
 應力分布關係ハ鐵テモ鐵筋混凝土テモ少シモ違ハナイタ、後者テハ混凝土ノ負擔シナイ應張力ヲ鐵筋ニ持ツテ來ルトイ
 フタケノ話テアル略算テヨケレハ第二式カラ直クニ斷面ヲ求メルヤウナ試ミモ隨分アルカ精密ニ計算シヤウト思ヘハ矢
 張第一式ヲ使ハナケレハナラヌコレカ重複ノ原因テアル第一式ヲ使フカラニハ M_0 ト M_u トヲ求メタ各斷面ニ於テソノ M_0
 ヲ使ハナイテ更ニソノ二ツノ違ツタ荷重狀態ノ許ニ M ト N トヲ求メナケレハナラヌ結局 M_0 M_u M N ト四ツノ感應線カ要ル
 コトニナルコレハ二ノ膳トコロテハナイ

應力分布ハ第二圖ヲ分ル左カ應張力側右カ應壓力側 EF 線ハ第一式中ノ P/F ノ分布ヲ CD 線ハ第二項 $H M_u/J$ ノ
 分布ヲ又 GH 線ハ此ノ二ツヲ加算シタ h σ_u ノ分布ヲ示ス(第二式ヲ使ヘ) GH 線シカ出テ來ナイ) ソシテモシ混
 土カ應張力ニ堪ヘルモノトスレハ目ノ子算用テ左ノ諸式カ成立ツ

第 二 圖



$$\sigma_u = \frac{P}{F} - \frac{Mx}{J}, \quad \sigma_c = -\frac{n}{F} - n \frac{M(x-a)}{J}$$

$$\sigma_u = -\frac{n}{F} + \frac{n}{J} \frac{M(h-x-a)}{J}$$

但シ $F = bh + n(f'_c + f_c)$

$$a = \frac{\frac{bh^2}{2} + n f'_c a + n f_c (h-a)}{bh + n(f'_c + f_c)}$$

$$J = \frac{bx^3}{3} + \frac{b(h-x)^3}{3} + n f'_c (x-a)^2 + n f_c (h-x-a)^2$$

.....(3)

スナハチ第二階段(モット内輪目ニ云ヘハ第一階段)テハ第一式ハ
 ソツクリ(第三式ノ形テ)使用スルコトカ出來ル第三階段ニ於テモ

獨逸ノ現行規程(第十八項第七節)テハ第一式ヲ以テ計算シタトキ $\sigma_u \leq 11.5 \text{ kg/cm}^2$ テアレハイ、トイフコトニナツテ居ルモツトモ P/F ノ值カ中心壓力ニ對スル規定ノ許容應力度(ソレハ構造物ノ種類ニヨツテ違フカ)ヲ超過シテハナラナイトイフ條件付キテ

シカシサウ都合ノイ、コトハカリハナイモシ混凝土カ應張力ヲ負擔シナイトイフコトニナレハ ΔBHI テ示サレル應張力ヲ鐵筋へ持ツテ來ナケレハナラヌサウスルト第三式ノ σ_c ノ值カスコシ殖エテ來ル問題ノ應張力ヲ Z トシ鐵筋ノ増加應張度ヲ σ_s トスレハ

$$\sigma_s = Z/f_s$$

ト見做シテ大差ハナイ Z ハ比例カラ直ク分ル

$$Z = \frac{1}{2} b \left[\frac{M}{f} (h-a) - \frac{P^2}{F} \right] \left(h-a - \frac{PI}{FM} \right)$$

シカシ何モ好シテ略式ヲ使ハナケレハナラヌワケハナイ M ト N トカ分レハアトハ鐵筋混凝土ノ問題テアルトニカク核點力率ヲ用ヒルコトハ非常ニ面倒臭イノテベとん・かれんだーニハコンナコトカ書イテアル

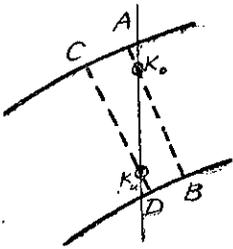
「核點力率 M_u ヲ垂直斷面ニ就テ考ヘルコトニスルト感應線ヲ引クニ必要ナ數量ノ計算手數カ少シ省ケル(コレハ説明ヲ略スル)タカラ第三圖ノヤウニ垂直斷面ヲ M_u ヲ計算スルソレカラ k_u k_u ヲ通シテトツタ

二ツノ斷面 AB , CD ニツイテ AB 斷面テハ $max M_u$ ニツキ又 CD 斷面テハ $max M_u$ ニツイテ斷面ノ寸法ヲ定メル無論各ノ場合ニ於テ M/N ノ值ハソレノ感應線カラ出スソシテ二ツノ計算ノウチテ斷面ノ大キイ方ヲ採レハイ、」

ナホ一寸言足シテオキタイノハ此處テモ私共ハ第三階段テ計算シテ居ルノテアルカ茂庭博士ナトノ御意見ニヨレハ鐵筋ノ應張力ヲ無視シテ居ルタメニ σ_c ナリ σ_c ハ實際ヨリモ大キク

出テ居ルトイフコトテアル混凝土ノ彈性係數ヲ定數ト考ヘルコトハモツト重大ナ假定テアラウタカラソナ假定タラケ

第 三 圖



ノ鐵筋混凝土ニ核點力率ノヤウナ面倒臭イ理論ヲ利用スル必要カナイトイフノデアレハ私ニハ敢テ異議ハナイ

半 硬 鋼

コレハ製鐵所ノ製品ヲ用途トシテハ建築材トシヤふと材トノニツカ舉ケラレテ居ル鍛冶橋テハ主ニソレヲ使ハレタ「何故ソナ珍品ヲ使ハレタノデアロツカ」トイフ日比博士ノ御質問ニ對シテ雜島氏ハ「軟鋼ニ比シテ彈性限度カ大キク且ツ燒入屈曲共アマリ惡クハナイカラ」ト御答ヘニナツテ居ルトコロカれてゐるニハ「屈曲不良」トシテアルトウモイ、惡イノ程度ソレカラ彈性限度モイクラトイフコトカ分ラナイカ伸長ハ目錄ニヨルト一二乃至一五%シカナイ堅イ鐵ハ總シテ屈曲カ利カナイ獨逸ノ規程(一九一一年)テハ一八乃至二〇%ノ伸長ヲ要求シ且ツ屈曲ノ方ハ徑又ハ厚サニ等シイ半徑マテ故障ナク曲カラネハナラヌコトニナツテ居ル又市場ニアル鐵ノ平均彈性限度ハ二、七〇〇 kg/cm^2 テ凡ソ極強ノ六五%テアルコトカ知ラレテ居ル此ノ率カ高イ程イ、ばハハノ實驗ニヨルト徑七乃至二五耗ノ丸鐵ハ三、七五〇乃至四、五三五 kg/cm^2 (二四乃至二九 $\frac{\text{t}}{\text{in}^2}$) ノ極強ニ對シテ二、四〇〇乃至三、四〇〇 kg/cm^2 (一五乃至二二 $\frac{\text{t}}{\text{in}^2}$) ノ彈性限度ヲ持ツテ居ル極強ニ對スル規程ハ半硬鋼ノ三二乃至三八噸ニ對シテ二三乃至二九噸 (三、七〇〇乃至四、六〇〇 kg/cm^2) ニナツテ居ル彈性限度ハ規程シテ居ナイカ前記ノ通り余程綿密ナ調査ヲ遂ケテ居ル彈性限度モ高ク極強モ高ク伸長モ屈曲モイ、トイフコトデアレハ申分ハナイカソナ注文通リノモノカアラウトハ思ハレヌタカラ「彈性限度カ高イ」トイフタケノ理由テハソノ理由ノ爲メニ私共ハムシロ半硬鋼ヲ排斥スル無論普通ノアリフレタ構造物テ鐵筋ノ應力カ彈性限度ノ半分以上ニモナルヤウナ設計ヲスルコトハナイカラ余リ高イ彈性限度ハ不必要タトモ云ヘルシソノ高イ彈性限度ヲ意識シテ特種ノ構造物ヲ設計スルコトハ危險タト云フコトモ出來ルモットモ値段カ安ケレハソレハマタ別問題デアアル序ニ私ハ此處テチヨット米國ノ加工鐵筋ニ觸レテオク私ハ私ノ思想ノ上カラ此ノ特許品トイフモノヲ余リ好カナイノデアアルカソナコトハ別トシテモコレタケノ資本ヲモット有益ナ方面ニ使用スルコトハ出來ナイタラウカトイフ疑ヒヲ持ツテ居ル第一値段カ高イ現場テ曲ケタリスルコトカ面倒アル破壞荷重ハ高イカ嚴正ナ意味ニ於テソレハばハハナト

ノ實驗ニヨレハ何等丸鐵ト撰ハナイ特許品トイフれつてゐるカナイト賣レナイ國ナライサ知ラス私共ハトウシテモアンナ
モノヲ信心スル氣ニハナレナイ普通ノ市場品テ立派ニ間ニ合フ

水ノ分量

水ノ分量ハ強度ニ影響スルソレニツイテイロンナ討議カアツタ茂庭博士ハ「鐵筋混凝土管ニ就イテ行ツタ實驗ニヨレハ
搗固法(硬練)ト流込法(軟練)トテハソノ強度ニ於テ約一割ノ相違カアツタカ勞力ニ於テ後者ハ前者ニ比シテ少クトモ三
割ヲ減シ得ル外鐵筋ヲ保護スル上カラ云ヘハムシロ水量ハ多イ方カイ、」(第一卷第三號一九頁)ト云ハレ第一卷第四號
ニハ各用水量ニ對スル破壞荷重ヲ掲ケラレテ居ル

コレニハ殿谷學士カラ一反證カ出タ氏ノ御説ニヨレハ「混凝土ハアル程度迄ハ水量カ多イ程密度並ニ耐壓強ハ大テアル」
(第二卷第一號)アル程度迄トイフソノ水量ハ七—九—一二—一五%ノ四種テアル多分全體ニ對スル重量割合テアラウ供
試體ハせめんと一砂三ノ膠泥テ材齡ハ四週テアル

チヨット Reid 氏著「混凝土及鐵筋混凝土築造」(一九〇七年刊行)ノ一九二頁ニさせつくす氏ノ混凝土對壓實驗カ載ツ
テ居ル配合ハ一、三、六水量ハ六%(硬練)七・八%(中練)九・四%(軟練)ノ三種テ軟練カ割合ニヨクナツテ居ルトコロ
カ水量カ容積割合テアルヤラ重量割合テアルヤラ薩張分ラヌ恐ラク前者タラウモシ果シテ前者タトスレハ六—七・八%
トイフヤウナ堅イモノハ恐ラク鐵筋混凝土ニハ出テ來マイト思フカ果シテトウテアラウカ前頁ニハ陸軍ノ實驗カ出テ居
ルカタ、強度トアルタケテトシテ強度ヤラ分ラヌ前後ノ續キカラ察スルト耐伸強ラシイ何レニセヨ殿谷氏ノ御意見ノ如
ク餘リ硬練ヲ推賞シテ居ナイ殊ニ米國ノ今日ノ傾向ハ軟練ヲ標準トシテ居ル

茂庭博士ノ水量ハ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{5}$ $\frac{1}{6}$ $\frac{1}{7}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{9}$ $\frac{1}{10}$ ノ七種テソレカ砂ニ對スル重量割合ト容積割合トノ二通
リニナツテ居ル供試體ハ配合一、三ノ膠泥テ材齡ハ一週カラ二六週強度ハ耐伸強テアルソシテ最大強度ハ重量割合ノ方
モ容積割合ノ方モ $\frac{1}{8}$ トイフ處テ現ハレテ居ルソレカラ推シテ博士ハ「混凝土ニ於テモ恐ラクソシテアラウソレ

カラ水量カ増シテモ減ツテモ強度ハ減スルモウ一ツ水量ノ膠泥又ハ混凝土ノ強度ニ關スル影響ハムシロ時間ノ問題テ化學的作用ニヨルモノテハナカラウ」ト結論シテ居ラレル(第二卷第三號)第一卷第四號所載ノ管ノ方テハ用水量ハ砂利ノ容積ノ $1\frac{1}{4}$ ト $1\frac{1}{6}$ トノ二種テ配合ハ一、二、四テアル

皆ナ思ヒ \searrow ノ水量ナリ配合ナリテ實驗サレテ居ルノテナカ \searrow 比較カムツカシイカソレハ別トシテ重量割合ヲモ容積割合テモ同シタトイフノハトウテアラウカ否サウイフ結果ニナツテ居ルノハモツトモ大觀スレハせめんとモ砂モ砂利モ同容積ニ對スル重量ハ餘リ變ラナイカモ知レナイカ砂ト砂利トノ含水量ハトウナツテ居ルテアラウカ

タトヘハ一立方呎ノ重量ヲせめんと八〇砂九五砂利一〇〇封度ト假定スレハ一、二、四ノ配合ヲ總重量ハ六七〇封度トナルモシ此ノ中ニ二%ノ水ヲ含ンテ居ルモノトスレハ八%ノ混合割合トシテ三九・一立方呎ノ水ヲ用ヒレハイ、ソコヘ五三・六封度(六七〇封度ノ八%)カラノ水ヲ混セテハモトノ含水量ト合セテ總重量ノ一〇%以上ニモナルカラ「俺ハ八%タイヤ俺ノ方ハ一〇%タ」ト爭フナラ此ノ二人ハ同シ庇ノ下ニ住ミ乍ラ永久アカノ他人テナケレハナラヌ

カトチラカイ、カト云ヘハ「俺ハ一〇%タ」トイフ人ノ方カイ、ニ定ツテ居ル此ノ點ニ於テ私ハ試驗方法並ヒニ比率ノ統一ヲ望ム統一ト云ツタトコロテ私ハ決シテ固陋ナ解釋ヲ持ツテ居ルモノテハナイ純せめんとノ試驗カ當ニナラナイコトハ周知ノ事實テアル農商務省告示ノ第六條ハソレヲ暗示シテ居ル耐伸強モアマリ當ニハナラナイ耐壓強カ何處迄モ標準テナケレハナラヌ混凝土ノ強度ニ關シテハ膠泥ハ必スシモ當ニナラナイ急ヲ要スル場合トカ又實驗費用カ充分ニナイトイフヤウナコトカラ私共ハ止ムヲ得ス便法ヲ採用シテ居ルノテアル特ニ一、三トイフヤウナ近來ノ實地ニアマリ起ラナイ惡イ配合ノ膠泥ヲ以テ全般ヲ推定スル如キ規定ハ改正シテモサウ惜クハナイ同シ混凝土ヲモ供試體強度ト實物トハ大ヘンニ違フタカラ私ハ實驗ノ範圍ヲ狭クシタイトイフヤウナ考ハスコシモ持ツテ居ナイ

獨逸テハ水量單位ハ乾燥狀態ニオケル合重量ノ比率ヲ採ツテ居ルカソレテモめるし^ハナトハaaトイフ字ヲ用ヒテ居ル(或ハ内緒テ慣例ヲ無視シテ居ルノカモ知レナイ)恐ラク水量ハ鐵筋混凝土テハ軟練テ七・五%カラ一〇%流込テ一〇乃

至一三・五%位ノモノテアラウ凡ソ此ノ水量ノ範圍ニ就イテ論スレハ多クノ實驗テハ水量ノ増スニ從ツテ耐伸強ハイク
ラカ減ツテ居ルめるしゅノ實驗ニヨレハ材齡三箇月ノ膠泥テ

配合 一、三	水量八%	水量一四%	每平方種ニ付趾
配合 一、四	九・二	八・八	同
	一二・六	一〇・五	

ばっはノ實驗ニヨレハ一、二、四ノ混凝土テ

水量 七・八%	二八日	四五日	六箇月	一箇年
水量 九%	二二・〇	一一・八	一五・三	二三・一
	二二・四	一三・七	一九・五	二三・七
	二二・八	一一・八	一五・三	二三・一

每平方種ニ付趾

ばっはハ水量ノ範圍ヲ余程狭ク採ツテ居ル耐壓強ノ方ハアマリ見當ラヌカ一九〇三年ニオケルりひたゝるだゝ試驗
所テノ實驗ニヨルト配合一、五ノ混凝土テ

水量 五・七%	九一	一三四	一六三	一八五
水量 八・五%	六三	九〇	一一七	一二一
水量 一一%	六〇	九〇	一一三	一六九

同

トイフノカアルコレハ別トシめるしゅ及ばっは兩氏ノ實驗テハ茂庭博士ノ $\frac{1}{8}$ ヨリモモット少イ水量テ最大強度(耐
伸)ニ達シテ居ルぶらばんと氏ノ實驗ニヨレハ膠泥ノ耐壓強ハせめんと及砂ノ合容積ニ對シ一五乃至一七%ノ水量テ最
大ニ達シテ居ルカコレヲ全合重量トノ割合ニ換算スルト約 $\frac{1}{10}$ カラ $\frac{1}{8}$ ニナルカラ博士ノ御實驗ト合フ

博士ニハ哲學カアル「膠泥及混凝土ニ於テハ各強度ヲ最大ナラシメル適度ノ水量カアツテソレヨリ多クテモ少クテモイ
ケナイ」前記ぶらばんと氏モサウテアルこんしてゐるニモンソナ哲學ノ上ニ立ツ實驗成績カアル

めるしゅ、ばっはノ哲學ハ違フ彼等ニ從へハ膠泥及混凝土ハソレラノ凝結作用ヲ妨ケナイ限り可成水量ヲ少クシ搗固メ

ヲ完全ニシ密度ヲ大ニスル程各強度ハ増シテ來ルモツトモばつはハ混凝土ト鐵筋混凝土トヲ決シテ一緒ニシテハ居ナイ
一方殿谷學士ノ水量七%ニ對スル敲打試驗(五〇回ト一〇〇回ト一五〇回ト二〇〇回)ハ多少此ノ間ノ消息ヲ物語ツテ
ハ居ルカ憾ムラクハ殿谷氏カ一五%水量ノモノニ就イテ此ノ敲打試驗ヲ遂ケラレナカツタ一事テアル又茂庭博士ノ哲學
トばつはソレトカ實際ニ於テ一致シナイトハ斷言スルコトカ出來ヌ

ソレテ耐伸強及耐壓強カ水量ノ増加スルニ從ツテ減スルトイフコトハ殆ト一般のニ認メラレテ居ル併シソレト同時ニ此
ノ差違ハ歲月ノ進ムト同時ニタンノ少クナツテ來ルコトモ亦事實テアル言ヒ換ヘレハ水量カ多イ程硬化作用ハ増進シ
テ來ルソシテ何年カノ後ニハ結局同シニナツテ仕舞フトイフコトカ一般のニ信シラレテ居ル何テモ廣井先生ノ御實驗中
ニモンシナノカアルトカテ博士ハ多少不安ラシイ語氣テ「廣井先生ノ御實驗ニヨルト17乃至110ノ水量テ練ツタ一、
三ノ膠泥ハ四年後ニ到リ殆ト均一ノ強度ニ達シテ居ルカ(工科大學紀要同先生せめんと用法實驗報告)水量ノ單位ハト
ウナツテ居ルタラウ又水量カ17ヨリ大キイ場合テモサウナルテアラウカ」ト訊ネラレテ居ル前ニモ云ツタ通り博士
ノ御實驗ハ材齡二十六週迄テアル

此ノ如キ信念——結局同シクナルトイフ——ハ獨逸ニ於テモツイ近頃迄一般のテアツタトコロカぶるはるつ氏(コレハ
べとん・かれんだーニモ執筆シテ居ル)ノ一九一七年ノ配合一、三ノ膠泥テノ耐壓實驗ニヨルト「水量ノ多イ膠泥ハ五
年迄ハ前記ノ加速度的増進カアルカ五年テビツタリ止ツテ仕舞フソシテイカナル材齡ニ於テモ普通水量ヲ用ヒタモノ、
強度ニハ達シナカツタ」サウテアル私ハ數字ヲ詳ニシナイカトニカク此ノ實驗ハ一般の信念ニ對スル反逆テナケレハナ
ラヌトニカク混凝土ニ對スル實驗ノ結果ハアマリニ雜然トシテ居テ確固タル結論ヲ引クワケニ行カヌ而シテ水量カ強度
ニ及ホス此ノ不思議ナ影響ニ對シテ「ソレハ時間ノ問題テアル化學的作用テハナイ」トイフ博士ノ御説ハ「ソレハ硬化
作用ノ問題テアルソレ以上ノ問題テハナイ」トイフ意味ニ解シテ然ルヘキモノテアラウカ

チヨット序ニ——水量ノ多寡ハ少クトモ相當ノ歲月迄ハ彈性係數ニモ必然的ニ關係ヲ持ツめるし、並ヒニふるふるぶすと

ニ從ヘハ彈性係數ハ耐伸耐壓トモ矢張水量カ増スニ從ツテ著シク減スル又水量カ増スニ從ツテムラカ出來ル此ノ事實ハ前記リヒタ^レゝふゑるだ^レテノ耐壓強ノ實驗成績テモ視ハレルツマリ品行方正テナイタカラ彈性係數ハ隨分水量ノ多イモノニ對シ又荷重ノ充分加ハツタ第三階段ニ於テ適當ナ値ヲ採ラナケレハナラナイソレカ一四〇、〇〇〇 *lb/cm²* タト獨逸人ハ云フ

實地ニナルト水量問題ハ余程大ザツバニナル第一配合ノ貧富ニモヨル溫度ノ關係カアル溫度カ高ケレハ自然多量ノ水ヲ要スル冬ハ水量ヲ制限シナケレハナラヌソレカラ型カ水ヲ吸フめるし^レハ實地ニハ實驗ノ成績ヨリモ少シ水量ヲ増シテイ、トイフコトヲ指摘シテ居ルトニカク種々ノ關係カラ水量ヲサウキツチリ定メテオク譯ニ行カヌ獨逸テハ硬練軟練ノ處^レ *Erdfenchten Beton* ト *Plattschen (Weichen) Beton* トイフ言葉ヲ用ヒテ居ル前者テハ水量カ五乃至八%後者テハ一

〇乃至一五%位時候ノ關係上前者ハ専ラ北部ニ用ヒラレ後者ハ南部ニ行ハレテ居ル後者ハ強度ノ點カラ學者間ニ重ンセラレ前者ハ仕事師ニ喜ハレル亞米利加テモ多ク *Dry, Medium, Wet* ノ三種位ニ區別シテ居ル實地家ニハヨク實踐哲理カアツテ稍モスレハ極端カラ極端ヘ走ツテ居ル無論コレハ混凝土全般ニ亘ツテノ話テアル

茂庭博士カ「軟練ハ鐵筋ヲ保護スル上ニ於テ硬練ヨリイ、」ト云ハレテ居ルノハ私ノ實踐哲理ニ於テハ至極同感テアル下水管ナトテハ搗固メルコトカ出來ナイ搗イタリシテハ鐵筋カイサツテ仕舞フ虞カアル博士ハ14位ノ水量ニ對シテモ矢張搗イテ居ラレルヤウテアルカ私共ハ流込法ヲ採ツテ居ルソレカラ努力ニ於テ軟練カ得策テアルコト——恐ラクコレニハ天下一人ノ異論者モアルマイ

塞國テハモウ一ツ軟練ノ利益カアル矢張ぶるはるつ氏ノ一九一〇年ノ實驗ニヨレハ二十八日後三日間凍ラシタ硬練混凝土(配合一、五)ノ耐壓強ハ固有強度ノ1/10位ニ減スルニ反シテ軟練ノ方ハ五〇乃至六〇%ノ値ヲ維持シテ居ルトウイフモノカカ、ル溫度ノ變化ハ硬練ニ幸シナイ(ソノ硬化作用ヲ甚シク阻礙スル)

水量ト附着強

博士ハ耐伸強以外水量カ膠泥及混凝土ニ及ホス影響ニ就イテ研究サレテ居ル今度ハ少シ水量カ殖エテ來テ 1/8 カ 1/7 (砂及砂利ノ合容積ニ對シ)ニナツテ居ル(第二卷第三號)ばはハツノ哲學ヲ押通シテ「附着強ハ耐伸強並ヒニ耐壓強ノ最大トナルトキ亦最大トナル」ト主張シナカラ矢張水量ハ七・八%アタリカラ著ク増シテ一五%ニナツテ居ルサウスルト此ノ一五%ハ鐵筋混凝土ノ成立シ得ル程度ノ最小水量デアラネハナラヌ無論築港ノぶろく並ミニ鐵筋混凝土ヲ取扱フコトハ出來マイカカウナルトばはノ哲學モ大分恠シクナルめるしカ配合一、二—一、三—一、四—一、六ノ四種ノ混凝土ニ對シ水量一五—二〇—二五%ノ三種ヲ以テ實驗シタ處ニヨルト附着強ハ矢張一五%ノトキ最大デアツタコレハ膠泥ノ耐壓強テハアルカ殿谷氏ノ御實驗ト一致シテ居ル

ふれーノ實驗ハ注目ニ値スル氏ハ云フ「非常ニ硬ク練ツタ膠泥テハ附着強ハ零テアルソレハ水量ノ増加ト共ニ著シク増進シ軟練ニ至ツテ最大トナルソレヨリ水量カ増セハ又減シル」ト一例ヲ舉クレハ配合一、三ノ膠泥(材齡十八箇月)テ

水 量 七・五 九・〇 一〇・五 一二・〇 一三・五 %

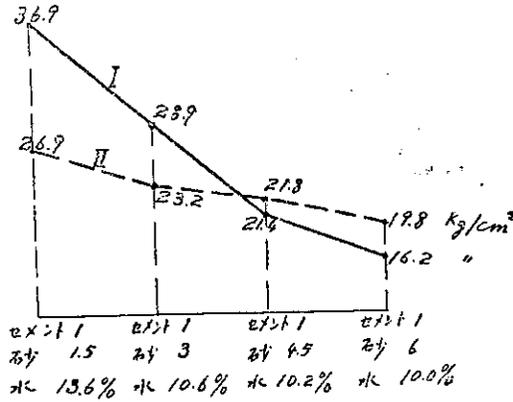
附着強 一〇・四 五三・四 六二・九 五七・二 四八・〇 每平方糎ニ付

ふれーノ哲學ハ殿谷氏ノニ似テ居ルケレトモ實驗者ハアル哲學ヲ以テ實驗シテハナラヌ豫感ヤ豫備智識ハ稍モスレハ實驗者ヲ不知不識ノ間ニトシテモナイ過失ヘ導ク自分テハ公平無私ニ行ツテ居ル積リテモ「矢張サウタ」ト早合點シタリ「オヤ占メタソ」ト思ツタリスルトコロニ既ニ危機カ潜ンテ居ルタカラ私ハ實驗科學トイフモノニ對シテハ余程疑ヒヲ持ツテカ、ル一般科學ニ對シテモ私ハ歸納的乃至辯證的態度ヲ執ツテ居ルソノ結果稍モスレハ批評ノ位置ニ立ツモシ私カ天才的ノ男タツタラ恐ラクソソナ馬鹿臭イ真似ハシナイテアラウカ凡才ニハ是非カナイ

凡才ニハ凡才相當ノ職分カアル博士ハ第二卷第六號ニ於テ更ニ詳細ニ附着強ヲ論シラレテ居ルソレニ對シテ第三卷第二號ニ日比博士ノ討議カアツタ

第一ノ問題ハ水中ニ保存シタモノト大氣中テ凝結シタモノトノ比較テアル博士ノ御實驗ニヨレハ淡水中ニ凝結シタモノ

第四圖



I は濕砂上に濕布を以て被ひたるもの。
 II は七日後は濕砂上に濕布を以て被ひ、
 其の後大氣中に放置せるもの。
 材齢 約 十 日

シタ方カ都合カイ、ヤウニ思ハレル

えんべるげるハ恰モ腫物ニテモ觸ルヤウナ腰付テ此等ノ諸現象ニ對スル説明ヲ與ヘテ居ル「混凝土ハ大氣中ニ保存スル
 トキハ收縮スル收縮スレハ混凝土自身ニハ應張力鐵筋ニハ應壓力(水中ノ場合ハ凡テ反對)混凝土ト鐵筋トノ間ニハ附
 着應力ヲ生スルタカラ桁ハ荷重ヲ受ケル前ニモウ既にいにしやる・すとれ、すヲ受ケテ居ルノテ此ノいにしやる・すとれ
 っすノ大小ハ混凝土ノ成分並ヒニ桁ノ作り方ナトニヨツテ違フカトニカク載荷後ニ於ケル附着抵抗ヲ減スルコトハ明カ

ハ大氣中ニオケルモノニ比シ一般ニ大キイ附着強ヲ持ツテ居ル配合ハ一、二、四ノ混凝土テアルトコロカ日比博士ノ擧
 ケラレタばはトぐらゝ雨氏ノ實驗(一九一〇年)ニヨルト配合ノ惡イ膠泥テハ反對ノ現象カ起ツテ居ル「タカラ一概
 ニハ云ヘナイ」トイフノカ日比博士ノ御説ラシク思ハレルカ私ノ知ツテ居ル限りテハ此ノ種ノ實驗ニハ先キニモ後ニモ
 タツターツシカナイノテばはノ實驗トハ云ヒ條蓋然性ニ缺ケテ居ルソレカラ第四圖ニ示ス如ク惡イ配合トイフノハせ
 めんと一、砂四・五アタリカラテ減多ニ實地ニハ起ラナイ又ヨシコ

レカ事實テアルニセヨコレカ理由ヲ説明スルコトハ日比博士ノ博識
 ヲ以テスルモ恐ラク難事テアラウ私モウツカリハ引ツカ、ラナイコ
 トニスル

該圖表ニ對スル日比博士ノ御説ニハモウ一ツノ命題ヲ含ンテ居ル
 大氣居士ハ砂量ノ増加ニ伴フ附着強ノ減小率カ少イトイフ——
 コレハ言ヒ換ヘルコトカ出來ル——せめんとノ量カ増加スルニ從ツ
 テ増進率カイ、ト——又コレハえんべるげる氏ノ桁ニ就イテノ實驗
 テアルカ材齡ニヨル附着強ノ増進率モ水中居士ノ方カイ、——極大
 ツカミニ云ヘハ膠泥又ハ混凝土ノ硬化作用ハ水中又ハ濕氣中ニ保存

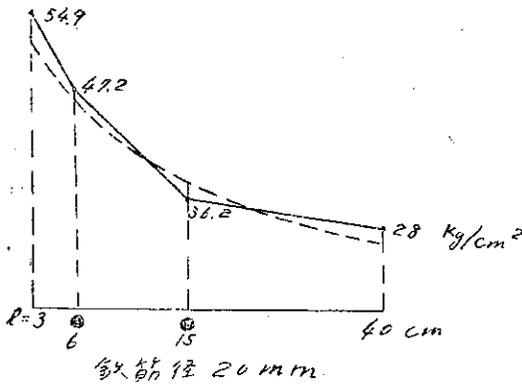
テアル此ノ減シ方ハ配合ニヨツテモせめんとノ種類ニヨツテモ違フ」

何トイフ心細サテアラウ成程混凝土カいにしやる・てんしんヲ受ケテ居ルトイフコトハ面白クナイニ定ツテ居ルンシテ大氣中テ凝結シタ桁カ載荷後水中ノソレヨリモ早ク龜裂ヲ生シル位ノコトハソレテ説明カ付ク又すとれっすノ大サモ違フばは及ぐらゝム兩氏ノ實驗ニヨレハ大氣居士ハ一年後ニ於テ一米ニ付〇・二〇五耗モ收縮スルニ對シ水中居士ノ膨脹ハ僅カニ〇・〇四二耗ニ過キヌ之レヲ應力ニ直シテ見ルト大氣ノ場合ニハ收縮ニヨル應張力ハ每平方糎ニ付四三〇珎テアルニ對シテ水中ノ場合ニハ僅カニ每平方糎八八珎(應壓力)ニ過キヌシカシコレタケテハ――

茂庭博士ハ水中居士ノ優越(附着強)ニツイテ「此ノ事實ハ混凝土ノ固有強度ノ關係トハ正サニ相反スル廣井先生ノ御實驗ニヨレハ大氣中ニ硬化シタ膠泥ノ耐伸強ハ淡水及海水中ニ於ケルモノニ比スレハ常ニ強大ニシテ其比ハ恰モ大氣七四淡水四二海水三五ニ相當シ此ノ現象ハ十四箇年後ニアリテモ變化カナカツタトイフカラ」ト恠ンテ居ラレシ

私ハ廣井先生ノ根氣ヨイ御實驗ニ對シ心カラノ尊敬ヲ捧ケルンソシテ其根氣ヨサニ於テ又恐ラク學殖ニ於テ先生ト對比スヘキハ前記ノぶるはるつ氏テアラウ 同氏ノ一、三ノ膠泥テノ耐壓實驗ニヨレハ大氣居士ハ四週迄ハ水中居士ヨリモ強度カ高イカソレカラ二箇年迄ハ反對ノ現象カ起ルニ箇年後ハマタモトノ通り大氣居士カ優ツテ來ル水中居士ハ六箇月迄ハ盛ンニ強度ヲ増シテ來ルカソレカラ一箇年迄ハ増進カ極メテ微弱テアリ一箇年後二箇年迄ハ一時進行ヲ停止シ二箇年後五箇年迄又少シ宛増進シテ今度ハ本當ニ停ツテ仕舞フ大氣居士ハ四週迄ハ常態テ進ミンレカラ六箇月迄ハ増進ハ微弱テアルカソノ代リ六箇月後十年乃至ソレ以上經續的ニカツ活潑ニ増進スル水中居士ハ七日後ノ強度ヲ標準トシテ一箇年迄ニ平均一一・五%十箇年迄ニ平均一五・二%増進シ大氣居士ハ五箇年迄ニ平均一二・五%十箇年迄ニ平均一五六%増進スル(一九一七年)ソシテ茂庭博士ノ御實驗中ニモ(膠泥耐伸強)大氣中及土中ニオケルモノハ四週ニ於テ強度著シク増進シ八週ニ及ヒテ一旦下降シ爾後一樣ニ増進シタモノカアル(第二卷第六號三六頁)カウナルト何人ノ哲學モアマリ當ニハナラヌ混凝土ノ如キモノニ對シテハナマシキ哲學ナトヲ持タナイ方カイ、カモ知レナイ

第五圖



論説報告 鉄筋混凝土ニ就イテ

舊説擁護トイフノカ一向分ラナイカ舊説ハ左式ヲ現ハサレル

$$\tau_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{455}{dx} \cdot \frac{1}{\sqrt{l}} \dots \dots \dots (5)$$

此ノ式カラは一げる氏ハ τ_1 ノ値ヲ左ノ如ク求メテ居ル

$$dP = \tau_1 dx dl$$

$$\frac{dP}{dl} = \frac{3}{4} \cdot \frac{455}{\sqrt{l}}$$

ヲ發表シタ

$$P = 455 l^{\frac{3}{2}} \dots \dots \dots (5)$$

トイフば一は一流ノ公式テアル (一九〇五年押出法カラ) 圖表モ序ニ再録スルば一はカ此ノ公式ヲ發表スルト (一九一一年獨逸工師會時報へ) ふれ一氏ハ少シ後レテ同シ誌上へ舊説(後ニ)擁護ト共ニ左式

$$\tau_1 = 100 l^{-(0.2+0.5\sqrt{l})} \dots \dots \dots (4)$$

ノ實驗テハ反對ノ現象カ現ハレテ居ル一ト云ツテ日比博士ハば一は有名ナ公式ト圖表トヲ掲ケラレテ居ル公式ハ博士ノ御實驗ニヨレハ附着強ハ鐵筋ノ長サニ比例シナイテソノ増加ト共ニ漸次増進シテ居ルばうしんが(?)及ば一はコレヲ新説タナト、稱スルノハ以ツテノ外テアルせめんとノ分量トカ材齡ノ關係トカ鐵筋ノ大サトカ鐵筋面ノ性質トカニ關スル御實驗ノ成績ハ總シテ蓋然性ヲ持ツテ居ルカ (第二卷第六號) コレタケハソレヲ缺イテ居ルソシテソノ爲メニ博士カ誤ツタ結論ニ陥ラレタノハ蓋シ千慮ノ一失テアラウ

トコロカばハハソノ後公式ヲ訂正シテ居ル

$$\tau_1 = \frac{P}{\pi d l} \dots \dots \dots (7)$$

$$\tau_1 = m e^{-\phi \left(\frac{r}{r_0}\right)} \dots \dots \dots (8)$$

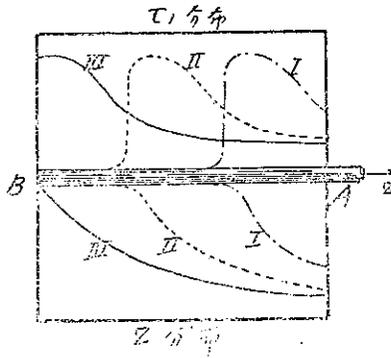
ハ鐵筋ノ長サdハ徑μハ周圍Fハ斷面積mハ定數φハ混凝土ト鐵筋トノ彈性比ニ關スル係數eハ恐ラク對數基數テアラウ第四式ニ於テモ「有名ナ」ト云ツタモノ、私ハ本式モ乃至第八式モ今迄ニ彼是ト詮議シテ見ル必要ヲ生シナカツタばハ主張ハ第七式ハ間違ツテ居ルハハノ大小ニヨツテ大ヘン違フ——ト云フノテアルカ第五圖ニ於テ實線カ第七式點線カ第四式テアツテ見レハ姿カスコシヨクナツタ、ケノコトテ大シタ違ヒハナイコレハタ、第七式テ計算シタ τ_1 ノ値ハノ大小ニ拘ラスキツト同一ノモノテアラウト私共カ考ヘテ居タ信念カ裏切ラレタトイフニ過キヌソレハ一タイトウシタ譯カ——ソレハ τ_1 カ埋込長 l ノ全長ニ等布サレテ居ナイトイフ事實ヲ暗示スルモノテナクシテ何テアラウ

ばつハノ實驗ハ違ツタ長サノ試験棒（長サ三—一五—四〇纏徑ハ何レモ二〇耗）ニ就イテ行ハレテ居ルカ違ツタ棒テ l ノ長イ程 τ_1 カ小サイトイフ事實ニ何程ノ興味カアラウ結局本問題ハ l ノ大小ノ問題ヲ離レテ τ_1 ノ分布如何トイフ問題ニ歸着スルノテアル

桁テノ實驗ハ所謂間接法テアル博士ノハ曳出法ばハノ前記ノ分ハ押出法テ此ノ二ツヲ併セテ直接法ト對稱スルコトカ出來ルトチラカイ、カト云ヘハ無論間接法ノ方カ實際問題ニ觸レテ居ルニ相違ナイソシテ兩者ノ實驗成績ノ間ニハ隨分 τ_1 ノ値ニモ違ヒカアツタカばハハノ本實驗テハアマリ大シタ違ヒカナカツタシカシソレト同時ニ大氣居士ト水中居士（正シク云ヘハ濕氣中ニ保存シタモノ）トノ間ニモ前記ノ押出法ニオケル如キ相違カナカツタソレカラモウ一ツ前實驗テハ徑カ増スト同時ニ τ_1 ハ増ストイフ決論ニナツテ居ルカ本實驗テハ徑一八耗ノモノト三二耗ノモノトノ間ニ格別ノ相違カナカツタトイフノテアルカラ日比博士ノ示サレタばハハ此ノ二實驗ハ實ニ皮肉ナ關係ヲ持ツテ居ルノテアル

博士ハ第三卷第五號ニ於テ「附着強ト鐵筋ノ長サ」トイフ題ノ下ニ「何故鐵筋ノ長サカ増スニ從ツテ附着強カ大キクナルカ」ノ理由ヲ説明シテ居ラレル御説明ハめるし。ノソレト暗合シテ居ル。「鐵筋ト混凝土間ニ生スル附着強ハ其接觸面積ニ均等ニ分布サル、モノニ非スシテ其位置ニヨリ度合ヲ異ニシ混凝土ノ内部程附着力モ亦多大ナリト認メサルヘカラス又外力ヲ受クル場合ニ於テハ先ツ受力點附近ニ於テ最大應力ヲ生シ漸次他ニ傳達サレ遂ニ全體ニ及フモノナルヘケレハ受力ノ上ニ於テモ亦必ス位置ニヨリ其度ヲ異ニスルハ當然ナルヘシ」ト云ハレ又「單位附着強度ハ附着力ハ凡テ鐵筋ノ全面ニ等布サル、モノト假定シ接觸面積ヲ以テ附着力ノ總和ヲ除セシ商ナレハ之ヲ以テ正當ナル變化ノ如ク見做スモノアラハ甚シキ誤ト爲サルヘカラス」ト云ハレテ居ルコトヲめるし。ハ第七圖ノ如ク圖解シテ居ル

第 七 圖



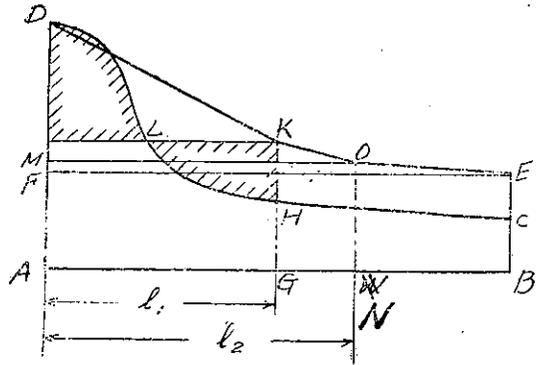
一定長ノ l ニ對シタンノ荷重ヲ増シテ行クトキ σ 並ヒ ϵ ノ分布ハモシ A ヲ曳出口トスレハ Z カ最大値ニ達スル迄ハトチラモ鐵筋ノ全長ニ亘ツテ働イテ居ナイ I II トイフヤウナ階段ヲ徑テ最後ニ III ニ到着スル其處テハ Z カ初メテ最大價ニ達シ末端マテ滑脫作用カ及ンテ居ル

タカラ Z ノ最大價ニ於ケル σ ノ分布ヲ第八圖ヘ寫シ直シテ見ルト $ABCD$ ノヤウナモノニナル平均價ハ BE 又ハ AF テアリ曳出口ヨリ測ツテ l ナル長サニ相當スル全附着抵抗ハ $AGHD$ 平均價ハ GK 又 l ニ對スル平均價ハ NO ンレカラ l ノトコロテハ無論 HKL DLM トハ面積ニ於テ相等シイ實驗ニ表

ハレル數字(違ツタ棒テ)ハ平均價ノ $DKOE$ 線テアルカ本當ノ分布ハ DHC 曲線テナケレネハナラス

ツマリ違ツタ棒テノ實驗成績ヲ一ツノ棒ヘ持ツテ來テ此處ニ一ツノ眞理ヲ建設シタノテアル一ツノ棒テトウシテ σ ノ分布ヲ測知スルコトカ出來ヤウ又 l ト l_2 ト違ツタ長サノ二ツノ棒テソノ共通部分ニ於ケル曲線カピッタリ合致スルナト、ハ誰カ斷言シ得ヤウ第五圖ノ實線ハスナハチ第八圖ノ $DKOE$ 線テアリ點線ハスナハチ DHC 線テナケレネハナラス

第八圖

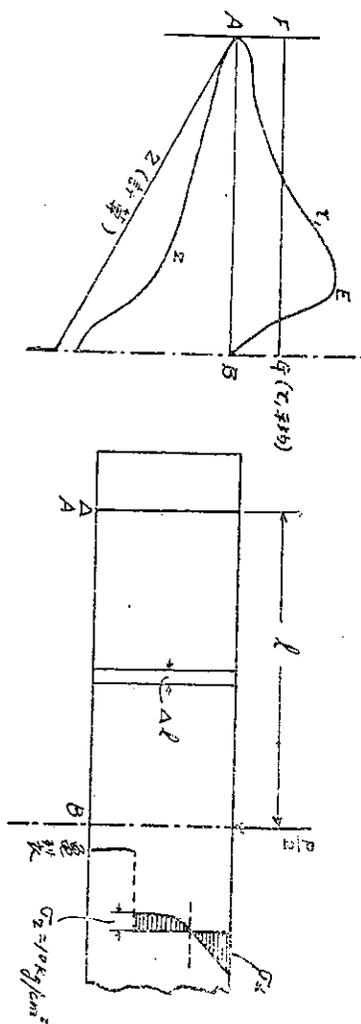


モットモ曳出法ト押出法トテハ曲線ハ違ツテ來ル

眞理トイフモノハマアンナモノテアル幾何學ハ眞理テアルカばあなかれー氏ハ云フツレハこんぐえんしゅんテアルトにゅーとんノ引力説ハ眞理テアルカマア〜眞理テアラウ少クトモ今日迄ハソレカ宇宙ノ諸現象ヲ説明スルニ一番都合カヨカツタ私ハ小サイ子供ヲ持ツテ居ルカ「太陽カ東カラ出テ地球ノ周圍ヲ廻ル」トイフト領イテ居ルカ「地球カ西カラ太陽ノ周圍ヲ廻ル」トイフトナカ〜承知シナイ神話ト科學トノ間ニサウ大シタ相違カアルト思ツテハナラヌ子供達ハムシロ神話ノ方ヲ喜フ又俗世間テハホントウノ眞理ハ極冷淡ナ待遇シカ受ケナイソシテ地球カ太陽ノ周圍ヲ廻ルトイフト皆ナ厭ナ顔ヲスル

博士ノ御實驗ニハ彈性限度ヲ超過シテ切レタモノカ多イ殊ニ鐵線ノ方ナト〜ソレカ爲メ御實驗ノ結果カ此ノ定則ニ從ハナカツタノテアラウト私ハ思フ

桁テハスコシ話カ違ツテ來ル桁テノ實驗ハ二通りアルカソノ一ツノ龜裂ヲ目安トスルモノニハ一ツノ重大ナ假定カアルソレハ附着抵抗カ(又ハモ)盡キタ爲メニ龜裂カ這入ツタノタト見做スコトアル此ノ假定ヲ假定トセスマルテ見テ來タヤウナ話ヲスルコトハヨクナイモツトモワツト口ヲ開ケタトキニハ附着狀態ハソコデ破壊サレテ居ルトコロノ騷キテハナク何程混凝土カニツタトイフ寸尺ヲ側ルコトカ出來ルトニカクソレカ假定ニセヨ事實ニセヨ龜裂ハ最大勢力ノ處ヘハ這入ラスニ最大彎曲力率ノ場所又ハソノ附近ヘ來ルタカラ第十式テ計算スルコトニハイロンナ議論カアルカモシ混凝土ノ應張力ヲ無視スルモノトスレハソノ部分ニ於ケル σ_1 ノ算式トシテハ別ニ間違ツテハ居ナイタ、假定カ恠シイソコテ博士ノ御持論ノ如ク龜裂シナイ部分テハ相當ノ應張力カ働イテ居ルモノトスルト(めるしゅ)ハソレヲ $\sigma = \frac{W}{A} + \frac{M}{I}y$ ニ採ツテ居ル)鐵筋ノ應張力 σ_s ハ直ク分ル此ノ σ ハ無論第三階段テ計算シタ値ヨリ小サイニ相違ナイ(BCハ計算BDハ

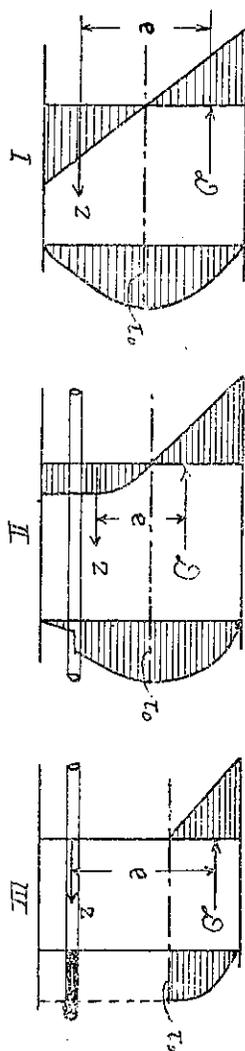


混凝土ノ應張力ヲ考ヘタモノ)ソコテ假リニ龜裂カ正シクBへ這入ツタモノトシテ取扱ヘハAB間各所ノ觀測變形カラZ線トシテAB線ヲ得ル此ノZ(モット正シク云ヘハ彎曲力率Z)ヲ附着應力ニヨツテ傳達スルモノトスレハτ₁線ハ直ク分ル

$$\tau_1 = \frac{\Delta(Z\bar{e})}{\pi d l \Delta}$$

ソレカ AEB 曲線テアル平均力度ハ FG 線テ示スコトカ出來ル無論前ニ示シタ τ₁ノ表ハ此ノ平均價テアルカ山ノ形モ lノ大小ニ應シテ違ツテ來ルニ相違ナイ無論カ大キクナルニ從ツテ山カ低クナル曳出法ノ場合ハチヨツト話カ反對ニナル

序ニ——私ハ龜裂箇所テ混凝土ノ應張力ヲ考ヘタリスルコトニハ行掛リ上反對シナケレハナラヌテアルカ支點附近テハ混凝土ノ應張力カ彎曲力率ノ傳達ニ對シテ相當手傳フニ相違ナイタカラ第九式及第十式テ計算シタ τ₀ τ₁ノ值ハ多少曲ツテ來ル恐ラク τ₀ノ分布ハ(第十圖) III テナクシテ II ノヤウナモノテアラウ中軸カ少シ下ツテ來ルソシテ其處テノ τ₀ハスコシ大キイ代リニ鐵筋ノ部分テハスツト小サイニ相違ナイ τ₀カ小サケレハ從ツテ τ₁モ實際ハ計算ヨリモ小サイタカラモ



シ第九式及第十式ヲ以テ計算スルナラ許容應力度ハ σ_0 ノ方ハスコシ控目ニ又 σ_1 ハスコシ大キク採ツテモイ、譯テアル

鐵筋ト混凝土ノ眞ノ粘着力

實ニコレハ厄介ナ問題テアルせめんとニハ意思カナク——行爲ノ表レカ單純テアルタケニ人事問題ヤ社會問題以上ニ辯證カムツカシイ混凝土ハ硬化スルニ從ツテ鐵ヲ抱ク何故抱クカ

博士ハ「鐵材ノ表面カ完全ニ平滑ナトキニハ混凝土ノソレニ對スル眞ノ粘着力ハ甚々微小タルモノテ若シ之アリトスレハソレハ混凝土ノ凝結スルニ伴ヒ周圍ノ混凝土カ鐵筋ヲ緊壓スルニヨリ生スルモノト考ヘナケレハナラヌ」ト云ハレテ居ルツマリぶろーぶすとト同シ御見解テアルカトウモ此說ハ疑ハシイトサレテ居ル何故ナラ前ニ云ツタ通り大氣居士ハ凝結ニ當ツテ收縮シ水中居士ハ膨脹スルカラモシ緊壓作用ニ基クモノトスレハ大氣居士ノ方カ都合カイ、筈テナケレハナラヌ然ルニ博士並ヒニぶろーぶすとノ實驗カ示ス如クソレカ反對ニナツテ居ル

此ノ眞ノ粘着力ノ存在ヲ立證スルニ用ヒラレタ博士ノ御實驗ハ(二一頁)ばっはヤみゆるらーノソレニヨク似テ居ル兩氏ハ鐵板ヲ混凝土ノ中ヘ埋込シテ居ルカ何レニセヨ粘着力ノアルコトハ分ル此ノ粘着力ノ原因ハ何カトイフトろーらんど氏ハ之ヲせめんとノ特種的ナ化學作用ニ歸シテ居ル(一九二二年)ツマリせめんとハ水ニ接觸スルト同時ニ微細ナ膠

質分子ヲ放散シテ鐵ヲ包ムトイフノテコレハ一新説トシテ認メラレテ居ルカトウモ博士ナトノ御實驗ニヨル所謂眞ノ粘着力ヲ説明スルニハコレカ一番都合カイ、ヤウニ思ハレルツレ迄ハ專ラ機械的作用カ唱道サレテ居タ機械的作用ノ中ニハ凝結ニ伴フ緊壓作用モアルタラウ鐵面又ハ鏽ノ中ニハ入込シタせめんと分子ノ對剪抵抗モアルタラウ緊壓ニセヨ粘着ニセヨ化學的作用ニセヨ機械的作用ニセヨ既ニ兩者ノ接觸カシカ、親密テアル以上其處ニハ靜的並ヒニ動的摩擦抵抗カアル

コンナ類ハシイ關係カラば、ハ此ノ如キ諸抵抗ノ綜合ヲ單ニ滑脫抵抗ト名付ケテ居ルトコロカソレハ餘リ大ザツバスキル所謂眞ノ粘着力ト滑脫抵抗トハ嚴重ニ分タネハナラヌトイフ説カ多クノ學者ニヨツテ提唱サレテ來タ博士モ亦阿部美樹志氏ノ著「鐵筋混凝土工學」中ニ記載サレタあぶらむ氏ノ所説ニ基キ混凝土ト鐵筋トノ附着抵抗ヲ *Adhesive resistance* (以下附着抵抗ト稱ス) ハ *Sliding resistance* (以下滑脫抵抗ト稱ス) ニ分ツヘキコトヲ勸告シ(一一頁)「前者ハ鐵筋力混凝土ヨリ將ニ脫離セントスル瞬間迄支フヘキ抵抗力テアリ後者ハ鐵筋ノ脫離ヲ始メシ後ニ於テ尙ヨリ以上ノ滑出ニ對シ抵抗セントスルカテアル」ト云ハレテ居ル(二三頁)

此ノ區別ハ全然時間的テアルソシテ兩者ノ境目ハ何テ判斷スルカソレハ曳出法ニ於テモ乃至間接法ニ於テモ鐵筋カ伸ヒ始メタ時テアルト成程鐵筋カ少シテモ伸ヒ始メレハソロ、滑脫カ始マリカケテ居ルコトハ常識上想像サレナイテハナイタカラサウイフコトテ全抵抗ヲ區別シヤウテハナイカトイフコトテアレハ私ニハ大シタ異議ハナイシカシ何レヲ以テ計算ノ目安トスルカトイフ問題カ必然的ニ之レニ伴ツテ來ルノテアル私共ノ信スル處ニヨレハカウイフ區別ハ觀念トシテハアツテモ又ハナケレハナラナイトシテモ之ヲ嚴重ニ峻別スルコトハ實際上頗ル困難タラウト思フ

えん。べるげるモマタ所謂附着抵抗ト滑脫抵抗トハ嚴重ニ區別シナケレハナラヌト説イテ居ルシカシ氏ハ云フ「我々ハ計算ノ目安トシテ二ツノ中トテラカ弱イ方ヲ採ラナケレハナラヌ」トコレハ思フニ時間的テハナイモシ之ヲ時間的タトスレハ私ハ氏カ何故「附着強トシテ我々ハ所謂附着抵抗ヲ採ラナケレハナラヌ」ト云ハナイカヲ疑ハスニハ居ラレナイマ

タ是迄ノ諸學者ノ實驗慣習ハ決シテ一定シナイ鐵筋ノ伸ヒ始メヲ採ルモアリ又ソレカ一定量延ヒタ時ヲ採ルモアリ又滑
脱作用カ充分活潑ニナツタ時ヲ採ルモアルタカラ人々ニヨツテ數字モ違フどれすでん實驗所ハ桁ノ龜裂ハ活潑ナ滑脱作
用カ始マツテカラ起ルトイフコトヲ報道シテ居ルカ(一九一一年)コレハ事實疑ハシイ曳出法一名鬼拔法テハ一層滑脱
前後ノ見分ケカ困難テナケレハナラヌ數字モ桁ノ場合ヨリハ一般ニ高クナツテ居ル(桁ノ場合ニハ 10 kg/cm^2 以下ノ低
イ數字カアルカ曳出法テハ減多ニ 20 kg/cm^2 ヲ降ツテ居ナイ)コレハ一面ニハ區別論者ノ好材料ニモナルテアラウカ附
着強ノ標準トシテソノでりけいとナ桁テノ實驗成績ヲ採ラナケレハナラヌカトウカニ就イテハ私ハ反對ニ多少ノ疑ヲ存
シテオク

附着抵抗ト滑脱抵抗

所謂固有ノ附着抵抗カ打勝タレタ後ニ滑脱カ始マリソレカ始マツテカラモナホ多大ノ抵抗ハ殘存シ鐵筋カ著シク斷面ヲ
減シタ後初メテソレカ盡キルコトハ事實テアル博士ニヨレハはつと教授ハ滑脱抵抗ハ附着抵抗ノ五〇乃至七〇%テアル
ト云ヒたるばつと教授ハ最初ノ移動後1—4吋ノ長サ迄引出スニ要スル荷重ハ軟鋼棒ニテ附着抵抗ノ五四乃至七二%テ
アルトシテ居ル(五七頁)ナホ此外ニモばい(?)教授トあだむす氏ノ同種ノ實驗成績カ紹介サレテ居ルトニカク滑脱抵
抗カ抵抗要素ノ可ナリ重大ナ部分ヲ構成シテ居ルコトハ分ル

カ此等ノ諸實驗カトウイフ風ニ理論又ハ實際ノ上ニハ入ツテ來ルカトイフニあぶらむ氏ニヨレハ加工鐵棒ハ滑脱抵抗ハ
多イカ附着抵抗ハ圓鐵又ハ角鐵ニ比シテ割合ニ少イ少クトモ何等異ルトコロカナイカラ一概ニ許容粘着力ヲ増加スルハ
考ヘモノテアル殊ニ表面ノ凸起部ハ滑脱ノ際混凝土ニ隨分高イ支面應力ヲ與ヘルカラ充分之ニ注意シナケレハナラヌト
(一二頁)

博士モ亦結論一四ニ於テ(八七頁)加工鐵筋ノ許容應力度ヲ並鐵筋ヨリ大ニ採ル理由ハナイト云ハレ又後藤學士等ノ「泰
西ニ於ケル一般ノ輿論ヲ徵スルトキハ殆ト一樣ニ從來ノ加工鐵筋ヲ重用シ過キル弊カアルソシテ加工鐵筋ノ附着力カ大

キイヤウニ思フノハ多ク滑脱抵抗ト附着抵抗トヲ混同シタ結果テアル」トイフ意見ヲ引用シテ「全クソノ通りタ」ト云ツテ居ラレル

私モ亦大體ニ於テ同感テアル又所謂固有ノ附着抵抗カ盡キナイウチニ凸起部テ混凝土ヲ裂クトイフヤウナコトノナイ爲メニハ團體ノ寸法ハ充分テナケレハナラヌ無論加工鐵筋カ專ラ動的摩擦抵抗ヲ増ス爲メニ思ヒ付カレタモノテアルコトハ明カテアルばはハ實驗ニヨレハ(一九〇七年)鐵筋ノ伸ヒノ始マル荷重ハ圓鐵ト變ラナイタ、最大抵抗ニ對スル荷重ハ圓鐵ノ倍以上ニナツテ居ル供試材ハさちや一・ば一テアル同シヤウナ例ヲ博士モ示サレテ居ル(五三頁)試驗者ハたるぼつと供試材ハぢんそん・ば一テアルばはハ桁テノ實驗テハ所謂附着抵抗モヤ、加工鐵筋ノ方カ大キク出テ居ルカ何ト云ツテモ加工鐵筋ノ特徴カ破壞附着力ニアルコトハ一點ノ疑ヒヲ容レナイ

然ラハ加工鐵筋ハ全然無意味テアルカ之ニ對シテハ幾多中間ノ議論ハアラウシカシモシ中間ノ議論カ許サレナイナラ私ハコノ答ハ附着強カ亞米利加人ノ主張スル如ク附着抵抗ト滑脱抵抗トノ二ツニ截然ト時間的ニ區別シ得ルヤ否ヤニ繫ツテ居ヤウト思フ

附着強ト彈性限度トノ關係

附着應力ト鐵筋應力トノ間ニ密接ナ關係カアルコトハ前記ノ通りテアルカ鐵筋カ彈性限度ノ間際テ滑リ出ストイフ事實カアルド・じょりー氏ノ實驗ニヨレハ彈性限度カ高イ程附着強ハ大キイトニカク兩者ノ間ニハ密接ナ關係カアル博士モ結論一九二ニ於テ亦サウ云ハレテ居ルトコロカ此ノ結論ヲ結論一(附着強ハ鐵筋ノ長サニ正比例セスシテ其長サノ増加スルニ從ヒ漸次増進ス)カ裏切ツテ居ルコトカ分ル

彈性限度ヲモット廣義ニ解釋シテ鐵筋應力トシヤウばはハ實驗ニヨレハ

徑	長サ	r_1	斷面積	μ	$P = r_1 \pi d l$	σ
10	20	14.1	0.78	3.14	885	1.135

20	30	18.5	3.14	6.28	3485	1110
40	30	27.7	7.07	12.57	10146	1478
mm	cm	kg/cm ²	cm ²	cm	kg	kg/cm ²

スナハチのニハ大シタ違ヒハナイテモシ鐵筋ノ一定ノ應力度ニ於テ附着強カ打勝タレルモノトスレハ

$$P = r_1 \pi d l = \sigma \frac{\pi d^2 l}{4}$$

從ツテ

$$r_1 = \frac{\sigma d}{\varphi l} \dots\dots\dots (11)$$

$$\sigma = \varphi r_1 \frac{l}{d} \dots\dots\dots (12)$$

$$l = \frac{d}{\varphi} \frac{\sigma}{r_1} \dots\dots\dots (13)$$

第十三式ハ博士ノ第十一式(八〇頁)テアル第十一式ニヨレハ r_1 ハ大體ニ於テ d ニ正比例シ l ニ反比例シナケレハナラヌ
結論一〇ハ即チ前者テアルば σ ハ此ノ二ツノ現象(正比例ハシナイカ)ヲ説明シテ「ソレハ鐵筋ノ彈性ニヨルノデア
ル」ト簡單ニ云ツテ居ルツマリ斷面積ト周圍トノ關係テアル

ソレテハ第十一式カラ可成大キイ鐵筋ヲ使ツタカイ、カト云フト——工學十月號ニ剛性ト副應カトノ關係又本文ノ初メ
ニ彈性限度ノ高イ鐵筋ハ餘リ面白クナイト云ツタト同シヤウナ關係カ此處ニモアル

實驗ニヨルモ又第十一式及第十二式ニヨルモ d ヲ増セハ σ ハ小サクナリ r_1 ハ大キクナルコレ程都合ノイ、コトハナイト
思ツテハナラヌ荷重カ一杯ニ桁ニ加ハツタ時 σ ハ小サク r_1 カ不相應ニ大キイトイフコト又モツト進ンテ σ カ彈性限度ヲ
超過シ乍ラマタ附着抵抗カ殘ツテ居ルトイフヤウナコトハ面白クナイ桁設計ノ秘訣ハトノ斷面ニ於テモ餘リ大キクナイ
鐵筋應カヲ餘リ大キクナイ附着應カヲ以テ安全ニ傳達スルコトツマリ各應カノ權衡ヲ調節スルニアル

最初此ノ矛盾關係ニ氣付イタノハげーらー氏テアル續イテざりーがー、はーげる氏ハ之ニ就イテ多少ノ研究ヲ遂ケタダ

りーがー氏ニヨレハ

$$\frac{P}{L} \leq \frac{\phi}{1,000} - \frac{8}{1,000}$$

又はーげる氏ニヨレハ

$$\frac{P}{L} \leq \frac{3}{1,000} - \frac{\phi}{1,000}$$

テ何レモ桁ノ安全ヲ期スル爲メ鐵筋ノ大サヲ制限シヤウトイフノテアルソレテ工學十二月號ニ書イタヤウニ獨逸テハば
は氏等ノ實驗ニ基キ附着應力ヲ計算シナイコトニナツテ居ルカソレハ「直徑二六耗以下ノ時ニハ」トイフコトニナツ
テ居ル

鐵筋ノ長サニツイテモ私ハマタ同シコトヲ云ヒタイ「カ餘リ大キクナツテハ困ル前記諸大家ノ研究ハ別トシテ第十三式
カラ云ヘハ

$$\frac{L}{L_0} \leq \frac{P}{\phi}$$

(L_0 ハ許容應力度トシテ)テナケレハナラヌ博士ハ「最大附着強度ヲ發揮セシムル爲メニハ相當ノ長サニ鐵筋ヲ混凝
土中ニ埋込ムコトカ必要テアル鐵線ハ二四吋丸棒ハ二〇吋」ト云ハレテ居ル(八八頁)コレハ「カ」ノ大小ニ從フトイ
フ誤ツタ前提カラ出發シテ居ルノテアルカラ是非モナイカ私共ハムシロ餘リ大キイ附着應力度ヲ發揮サセナイ爲メニ同
シ事ヲ主張スルワケテアル

彈性限度ニツイテモ同シテアル博士ハ結論一九ニ於テ「彈性限度ノ高率ナ鐵材ハ結局ニ於テハ最大附着強ヲ得ヘキ有資
格者テアル」(八八頁)ト云ツテ樺島氏ト同シク暗ニ彈性限度ノ高イ鐵棒ヲ推稱サレテ居ルヤウニ思ハレル亞米利加ノ一
般傾向カサウテアル私ハ學術ノ進歩ニ關シテハ亞米利加風ノ積極的ナ遣リ方モ大ヘンイ、トハ思フカソノ代リニ少シ位
ノ失敗テビク、スルヤウナ事テハナラヌ事實ノ表ヲ見ルト同時ニ直ク裏ヲ見ルノハ獨逸ノ特長テアル獨逸風ノ徘徊的

思索ニヨレハ鐵筋カ彈性限度ニ達シテ附着抵抗ヲ發揮シテハ堪ラナイ

附着強ト混凝土ノ強度

$k_d \sigma_a$ — 混凝土ノ耐壓強ト應力度

$k_s \sigma_s$ — 同上耐伸強ト應力度

$k_0 \tau_0$ — 同上 耐剪強ト應力度

$k_1 \tau_1$ — 附着強ト應力度

博士ノ御紹介ニヨレハ(六四頁)

うゑー(?)教授

$$k_1 = 0.3k_a$$

あだむす氏

$$k_1 = \frac{1}{6}k_a - \frac{1}{4}k_s = 0.17k_1 - 0.25k_2$$

すぼっふほーど教授

$$k_0 = 0.8k_a$$

たるぼつと氏

$$k_0 = 0.6k_a - 0.8k_s$$

めるしゅ教授

$$\tau_0 = \sqrt{\sigma_a \sigma_s}, \quad k_0 = \sqrt{k_a k_s} \dots \dots \dots (14)$$

こんしでーる氏

$$k_0 = 1.2k_s - 1.3k_2$$

ふれー氏

$$k_0 = 0.16k_a - 0.2k_s$$

めるしゅノ第十四式ニ對シもーる氏ハ

$$\tau_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_a \sigma_s} \dots \dots \dots (15)$$

ヲ與ヘテ居ル私ハカネテカラ著述乃至論文ニハ間違ツテ居テモイ、——何か獨自ノ個性ノ表レカナケレハナラヌト思ツテ居ルモノテアルカめるしゅノ第十四式コンハ正ニ天上天下唯我獨尊的ノモノテアル氏ハ他ノ學者ノ Schwebfestigkeit = Scherfestigkeit ナルモノヲ對立サセテ居ルすぼっふほーど教授ノ直接耐剪強 (Direct shear) トイフノカ或ハソレカト

思フカ私ハ愛ニ氏ノ用語ヲ假リテ前者ヲ間接耐剪強後者ヲ直接耐剪強ト命名シヨウ第十四式ハトニカク後者テアルめる

し。此ノ直接耐剪強ヲ見出ス爲メニ特種的ナ載荷方法ヲ用ヒテ居ル(めるし。第四版五五頁及六三頁)たるば、と氏ノ裝置モホバ同シテコンナ方法ヲ獨逸テハ Scherversuche ト呼ンテ居ルカ此ノ所謂直接耐剪強實驗ニ於テモ彎曲力率ト之ニ伴フ龜裂ハ必ス起ツテ來ル剪力ハ必ス彎曲力率ヲ伴フタ、此ノ如キ實驗テハ主應力ニヨル龜裂カ先ツ表ハレ少シ後レテ此ノ直接剪力ニヨルソレカ起ルめるし。ハ此ノ龜裂荷重カ全面積ニ等布サレテ居ルモノトシテ \$k_0\$ヲ算定シテ居ルンシテソノ値ハナカク大キイモットモ第十四式ハ理論カラ出發シテ居ル(略ス)ソシテ實驗ノ結果トソレトハ大變ニヨク合フトめるし。ハ主張シテ居ルカムラガアルタトヘバ或ル實驗テハ \$k_0 \parallel 65.9\$ (第十四式ヲ用フレハ 69) トイフ高イ數字カアルカト思フト他テハ \$k_0 \parallel 37.1\$ (第十四式ヲ用フレハ 38.8 kg/cm²) トイフヤウナ低イノモアツタ

此ノ弱味ニ付入ツタワケデハナカラウガも一る氏ハ一九一一年ノ著述(私ハソノ本ヲ見テ居ナイ)中ニ第十五式ヲ掲ケテめるし。ノ誤ヲ指摘シソレカふへ。ふる及ば。はノ實驗ニヨク合フト云ツテ居ル

ふへ。ふる氏ニヨレハ \$k_0 \parallel 308\$ テアルタカラ \$k_2 \parallel 15\$ ト假定スレハ(私ハスコシ少イト思フ) \$k_0 \parallel \frac{1}{2} \sqrt{308 \cdot 15} = 34\$ 然ル

ニ實驗テハソレカ三〇テアツタ又ば。は氏ニヨレハ \$k_0 \parallel 248, k_2 \parallel 18.6\$, 從ツテ \$k_0 \parallel 33.5\$ トナリ實驗ノ三二・四五 kg/cm²トヨク一致スルカウ氏ハ云フモットモ直接耐剪強カソレタトイフノテハナイ氏ハ直接モ間接モ耐剪強ハタツタ一ツシカナイトイフ論據ニ立ツテ居ルソレハ思フニば。はト同シテアル

めるし。ハ第十四式ヲ敷衍シテ云フ耐壓耐伸兩強度ノ等シイ同質體テハ

$$k_0 = k_1 = k_2 (=k)$$

テアリ側面變形ヲ考ヘルト

$$k_0 = \frac{m}{m+1} k \dots\dots\dots (16)$$

トナルタトヘハ鐵テハ \$k_0 \parallel 0.7k - 0.8k\$ テ此ノ場合ニハ直接耐剪強モ間接耐剪強モ耐扭強モ皆ナ等シイカ混凝土ノヤウナ耐壓耐伸兩強ノ著シク違ツタモノテハ第十四式ノ關係ヲ持ツナホば。はヲ參照セヨト

モトヨリばつは有數ノ學者テアルソノばつはヲ見ルト第一氏ハ Scherfestigkeit トイフ言葉ヲ何處ニモ使ツテ居ナイソ
シテ所謂直接耐剪應力度ニツイテ

$$\tau_0 = \frac{Q}{F}$$

(Qハ剪力 Fハ斷面積) トイフヤウナ式ヲ使用スル機會(めるし)カソレヲ使用シテ居ルコトハ前ニ述ヘタ通り)言ヒ
換ヘレハ大根ヲ輪切りニスルヤウナ剪斷作用ハ事實起ツテ來ナイト云ヒ且ツ應剪度トシテ第十五式ニ似タ

$$\tau_0 = \frac{1}{2} \sigma \dots\dots\dots (17)$$

ヲ與ヘテ居ル私共モ學校テサウ習ツタめるし)カ「見ヨ」トイフノハ第六版ノ二九八頁ニ掲ケタ公式テアラウカソノ公
式ハトリモ直サス第十六式テアルカばつはハ本式ヲ誘出スルニ當ツテ第十七式ヲ使ツテ居ルノテアルカラオカシイナホ
第十六式ニ於テ $m = 3 - 4$ (鐵) トスレハ $k_2 = 0.75k_1 - 0.8k_1$ トナルコトめるし)ノ云フ通りテアル

私ハもゝるノ論カ正シイトスルソシテ假リニ $k_2 = \frac{1}{10} k_1$ トスレハ私共ハ第十五式カラ $k_2 = 1.58k_1 = 0.158k_1$ ヲ得ルコレハ
前掲こんしでゝる及ふれ一氏ノ與ヘタ數字ト大差カナイツレニシテモすばふ)トド教授ヤたるば)と氏アタリノ數字
ハ一タイドウィフノテアラウ何タカ狐ニテモツマ、レタヤウナ氣カスル

めるし)ノ直接耐剪強モもゝる乃至ばつはノ間接耐剪強モ私ノ考トシテハ頗ル實際問題ニ遠イモノタト思フ私共ハ中軸
ニ於テ主應張壓力ト主應剪力カ起ルコトヲ知ツテ居ル

$$\sigma_T = \dots\dots\dots (18)$$

$$\tau_T = \dots\dots\dots (19)$$

ドチラモ値ハ同シテアルカモシ第十六式ノ如ク兩者ニ對スル強度カ違フトスルト主應張度カ決定のニナルシカシ私共ハ
主應力ヲ目途トスルコトハ出來ナイ殊ニ堰堤ナト、ハ違ツテ鐵筋混凝土テハ混凝土ノ應張力ヲ無視スル關係上イツモ
題トナルノハ中軸ニ於ケル主應力テアリ中軸ニ於テハ $q = 0$ テアルカラ理想的主應力ト應剪度トノ關係ハ

$$k_2 = 155, \quad k_3 = 27 \text{ kg/cm}^2, \quad k_0 = 0.17k_2$$

テアリ鍍鐵ト直鐵筋トヲ持ツタ丁字桁テハ最大荷重ニ於テ

$$k_2 = 74, \quad k_3 = 13 \text{ kg/cm}^2, \quad k_0 = 0.18k_2$$

テアルカラ規程ハ餘程安全ニナツテ居ル

博士ハ次ニ「試ミニ耐剪強ハ鐵筋ト同一断面ヲ有スル圓嚙形ノ外周ニ等布サル、モノト假定スルトキハ其數値ハ恰モ附着強度ト同一ナルヘシ」トシテ $k_2 = 0.63k_3 = 0.07k_2$ トイフ數字ヲ舉ケラレテ居ル（平均價）數字ハ數字トシテ私ハ甚タ迷フ成程鐵筋ヲ曳出ストキニハ之ヲ包ムせめんと分子ヲ剪斷スルニハ相違ナイカソレカ即チ附着抵抗ノ要素テハアルマイカ鐵筋ノ外周ニ等布スルモノハ何處迄モ附着強テ耐剪強トハ何等ノ緣故カナイ又博士ハ曳出シ實驗ニ於テ破壞シタ状態カラコレハ混凝土カ破壞耐剪力ニ達シタ爲メテアルト云ツテ居ラレルカ（五六頁）コレモ同シヤウニ私ニハスコシ分リカナルトモカク混凝土カ裂ケタノテアルソレ以上説明ノシヤウカラウトハ思ハレヌ

序ニチヨット—— $\frac{1}{2} \frac{1}{11} \frac{1}{2}$ ナル爲メニハ $\frac{1}{2} \frac{1}{11} \frac{1}{2}$ ナルコトヲ要スル又第十圖へ戻ルト $\frac{1}{2}$ ハ實際ヨリハ大キク $\frac{1}{2}$ ハ反對ニ小サク出テ居ルモウ一ツハ實驗テハ大ヘンニムラガアルカ恐ラクニ 0 kg/cm^2 以上ニ探ルコトハ出來マイ k_0 ニ對スル實驗ハ極メテ乏シイカ k_2 ヨリハ稍々大キイ（凡ソ三〇 kg/cm^2 ト見テ）ソレナ關係上 $k_2 = k_0$ トイフ説ハ決シテ間違ツテハ居ナイ獨逸ノ現行規程ハ許容應力度トシテ $f_0 = 9.1, f_1 = 4.5 \text{ kg/cm}^2$ ヲ探ツテ居ルソシテ鍍鐵ヲ使ハナイ直鐵筋テハ應力度カ此ノ限度ヲ超過シテハナラヌ斜鐵カアツテソレカ傾斜張力ヲ單獨ニ負擔シ得ル場合ニハ下部直鐵筋ハ $\frac{1}{2} \frac{1}{10}$ ニ對シテ計算スレハイ、丁字桁テハ $\frac{1}{2}$ ハ無論(?) 腹桁ノ幅ヲ探ルトイフコトニナツテ居ル

附着強ノ許容應力度

許容附着應力度トシテハ $\frac{1}{2} \frac{1}{10}$ (教授ノ 273 $\#/\text{cm}^2 = 19 \text{ kg/cm}^2$ 日比博士ノ 50—60 $\#/\text{cm}^2 = 3.5—4.2 \text{ kg/cm}^2$ ソレカラ阿部氏ノ 80 $\#/\text{cm}^2 = 5.6 \text{ kg/cm}^2$ ナトカ紹介サレテ居ル亞米利加ハ一般ニ高クトツテ居ルソレカ非常ニ小サク出タ實驗

ヲ參考スルトコソナノカアル

ば っ は 氏 (一九〇五年)

五・八 (每平方糎ニ付砵)

ぶ る ー れ 氏 (一九〇四年)

〇・二八—一・五四 (同)

ぶ る ー ぶ す と (一九〇五年)

一・三五 (同)

茂 庭 博 士 (大正五年)

三・四 (同)

ナホ博士ハ結論二ニ於テ鐵筋ノ種類ト混凝土ノ各種配合ニ對スル許容應力度ヲ示シ(八八頁)又七三頁ニハじよいんとこみて。一ノ材齡ニヨルソレヲ紹介サレテ居ルノテ私ハ自分ノ示方書トイフモノニ對スル持論ヲスコシ此ノ機會ニ補ツテオキタイト思フマツ私ハイツ此ノ鐵筋混凝土ニ對スル示方書カ政府ノ手テ出來上ルノカソレヲ危ンテ居ルカウイフ技術上ノ問題ニ對シテハイツモナカラ當事者ノ誠意カ疑ハレルノテアルカ眞逆「示方書ナトハ要ラナイ」ト公言シ得ル程ノ人モナカラウ無論學術上カラ云ヘハイカナル場合ニモ同シ許容應力度ヲ採ルトイフコトハ決シテ面白イコトテナイカト云ツテアマリ煩ハシイノハ使フ方テモ困レハ作ル方テモ困ルモシ政府カ示方書ヲ作ルニ當ツテ博士ノ御實驗ヨリ別ニ參考スヘキ資料カ日本ニハ一ツモナイトシテソノ何處ニ着目スルカト云ヘハ恐ラク結論ニ示サレタ數字テハナクムシロ前記ノ例外ニアラタラウ又許容應力度ナトハタ、實驗ハカリカラ定ムヘキモノテハナク實驗ト理論トノ調和ニ待タナケレハナラナイカラ恐ラク委員カオカレルコトニナルタラウ委員モコレトイフ自信ハナイ中ニハ大急キテ日比博士ヤ阿部氏ノ著述ヲ讀ンテ每平方吋七十封度カヨロシイナト、主張スル人カアルカモ知レナイ又實驗カ大學アタリ(委託サレルコトニナルトコロカ大規模ノ實驗ハナカナカ一人ノ力テハ出來難イばはハぐらゝふノ協力ヲ要スルばはニナリタイ人ハ降ル程アツテモ一人ノぐらゝふカナイ殊ニ實地ニ從事スルモノカ少シ氣ノ利イタ實驗ヲシヤウナト、イフコトハ殆ト不可能タト云ツテモイ、程テアル——此處迄云ヘハ私ハアルモノヲ暗示シ得タ積リテアルカソレハ又別ニ書クトシテ本題ノ示方書ノ方ハトウシテモアマリ複雑ナ規定ヲ許サナイ矢張り結局ハ每平方吋七十封度トイフヤウナコトニ

ナルカ基礎工事ナトニソシテ窮屈ナ規程ヲ遵守スルコトハ出來ナイカラ例外カ設ケラレルトカ又構造物ノ種類ニヨツテ區別スルトカイフ結果ニナル私ハソレカイト思フ

博士ハ該論文ニ於テ各強度ニ對スル圖表並ヒニ公式ヲイロイロ御發表ニナツテ居ル曲線ハ實驗カラ得タ性狀又ハ特質ニ關スル蓋然性ヲ示スニハ非常ニ便利テアリ又ソノ曲線ヲ案出スルコトハ實驗ニ伴フ一ツノ附帶義務ニナツテ居ル學者ハ實驗ノ結果ヲぶろく・らいんノ儘テ殘シテオクコトヲ許サレヌ(?)雨量曲線ニセヨ人口曲線ニセヨ私共ハ遠クカラ富士山テモ望ムヤウナ氣テソレニ眺メ入ルソレハ一種靈妙ナ暗示ト印象トヲ與ヘルコノ感シハ可ナリ尊イ

カ試ミニ公式トイフモノヲ曲線カラ離シテ考ヘルトソノ感シハ又一種異様テアル蓋性然ヲ表現スルコトニ於テハ圖表ニ劣リ量の尺度トシテハアマリニ特種ノナ又ハ個人的ナ色彩ヲ帶ヒ來ツテ實用ニ乏シイモノトナルムシロ人々ハ自分ニ實驗スルトカ又ハ先例ナリ示方書ナリヲ參考スル

タトヘハばっはノ第四式ニシテモカ $\frac{1}{d}$ ニ反比例シナイテ餘程ソレニ後レテ増進スルコトハ分ルカトレ程後レルカハ曲線ヲ見タ方カ早分リカスルタカラ式タケトシテハイクラばっはノソレタツテ餘リ難有クハナイ博士ノ御紹介ニナツタ同氏ノ耐壓強ノ公式

$$k = 874 \left(1 - \sqrt{\frac{1}{6m+1}} \right) \dots \dots \dots (21)$$

(四一頁)ニシテモソレト異身同體タル曲線ノ方ヲ見ルトカ 874 kg/cm^2 トイフ最終強度ヲあしんぶとトシテ漸次コレニ接近スル趣キカ非常ニ印象的テアリトウシテ又コンナムツカシイ式ヲ考へ出シタラウトハ思フカ公式ツノモノハ此ノ曲線ヲ離レテハ何等ノ感シヲ私共ニモタラサナイハカリテハナク $\approx \infty$ ニ於テ何故 874 kg/cm^2 ニ達スルコトカ分ルソレハ單ニ數學上ノ遊戲テハナイカトイフトイフ感サへ起ル又博士ノ附着強ノ第一式(二七頁)ニ於テハ $p = 10.5$ (p ハ砂利ノせめんとニ對スル容積比)テ附着強ハ零テアラネハナラヌカたるばつと氏ノ實驗ニハモット惡イ調合テ相當ノ強度ヲ持ツテ居ルモノカアル

私ハ工學十月號ニ擊衝公式等ヲ作ルニ當ツテ之ニ凡テノ重要ナ因子ヲ包括サスコトノ困難ナコトヲ述ヘテオイタカタトヘハ第二十一式ノ如キハ用水量ニ應シテ各式ヲ異ニシテ居ル今モシ材齡ニヨル變化鐵筋ノ長サ及徑ノ大小用水量及砂利ノ多少ニヨルソレヲ一公式ヲ示セト云ヘハ稀世ノ天才バハト雖モ恐ラクばんヲ投シテ Adl 一ト嘆セサルヲ得ナイタラウ

附着強ト鐵筋ノ形狀

附着強ト鐵筋寸法トノ關係ハホッ

$$\tau_1 = \frac{\sigma F}{\mu l} \dots\dots\dots (22)$$

テ示スコトカ出來ルタカラモシ附着抵抗カ鐵筋ノ一定應力度ニ於テ盡キルモノトスレハ丸棒カ一番イ、筈テアル何故ナラ一定ノ間繩ヲ以テ獲得シ得ル最大地積ハあぶらはむノ圓テアルカラ
すばっふ ーど教授ノ實驗 (一九〇三年) ニヨレン

丸	鐵	19mm○	19.0	5.97	2.84	$\frac{F}{\mu}$ (cm)
角	鐵	19mm□	15.8	7.60	3.61	0.48
平	鐵	3mm x 19mm	11.2	3.20	0.39	0.12

又えまーとん氏ノ實驗 (一九〇四年) ニヨレン

角 <th>鐵</th> <th>13mm□</th> <th>30.2</th> <th>5.20</th> <th>1.69</th> <th>$\frac{F}{\mu}$ (cm)</th>	鐵	13mm□	30.2	5.20	1.69	$\frac{F}{\mu}$ (cm)
同	同	6.5mm□	25.8 <td>2.60 <td>0.43 <td>0.16</td> </td></td>	2.60 <td>0.43 <td>0.16</td> </td>	0.43 <td>0.16</td>	0.16
丸	鐵	13mm○	35.8 <td>4.08 <td>1.33 <td>0.33</td> </td></td>	4.08 <td>1.33 <td>0.33</td> </td>	1.33 <td>0.33</td>	0.33
平	鐵	25.4mm x 0.5mm	20.5 <td>6.38 <td>1.65 <td>0.26</td> </td></td>	6.38 <td>1.65 <td>0.26</td> </td>	1.65 <td>0.26</td>	0.26

ばっはハムカ附着強ニ關スル影響トシテ第八式ヲ與ヘテ居ル實驗ノ結果ト云ヒ又此式ト云ヒ第二十二式カ必スシモ當ニナラナイコトヲ示シテ居ルカシソレカ平凡ナカラモ大部分ノ眞理ヲ語ツテ居ルニハ相違ナイ張金ノ強イノハ曲ツテ居ルカラテアルカ何故形狀ニヨツテ相違カアルカハ博士ノ指摘サレタ通り應力分布ノ圓滿ヲ缺クトカ充實ノ難易ニヨルモノテアラウケレトモコレハ長サヤ徑ノ大小ニヨル誤差ノ説明ト同シクムシロソレ以下ニ心細イモノト謂ハナケレハナラヌ

鐵筋ノ鑄

此ノ問題ハ最初ニハ「海中工事ニ於ケル」トイフ制限カ附イテ居タノテアツタ此ノ制限内ニ於テハ私モ亦卒直ナ三池學士ノ如クヨシワサノ意見ヲ徵セラレルヤウナコトカアルトシテモ「一モ申述フヘキ事無之」ト應ヘナケレハナラヌシカシ之ニ關シテ經驗ヲ持タナイ者ハ強チ私一人ニハ限ラナイ又海中工事ニ於テ問題トナツテ居ルノハ獨リ鐵筋混凝土許リテハナイノテアル然リ廣井先生ハ鐵筋ソノモノカ更ニ一厄介ヲ加ヘタコト否加フヘキ可能性カアルコトヲ論シラレテ居ルノテアルソシテ先生カ純混凝土ニ關スル豐富ナ御經驗カラテハナク全然ソレヲ離レテ本問題ノ研究ニ着手サレテ居ルコトヲ私ハ學界ノ爲メニ喜ブ

シカシ私ノ判斷又ハ邪推ニヨルト此ノ種ノ意見(學說テハナイ)ハ凡ソ其人ノ年齢ニヨツテホゞ察スルコトカ出來ル誰カノ言葉ヲ假リテ云ヘハ上院ノ投票ハ舉ツテ黒テアルソシテ純混凝土ニ對スル不利不安カソツクリソノ儘此ノ鐵筋混凝土ヘ向ケラレテ居ル觀カアル無論混凝土カ不安テアルノニ獨リ鐵筋混凝土カ無難ナ譯ハナイ今日迄純混凝土ニ就イテ講究サレ來ツタ注意ハ總テ後者ヘモ向ケラレナケレハナラナイカ問題ハ鐵筋混凝土カ海中ニ於テ果シテ鑄ヲ生スルヤ否ヤ又ソノ鑄カトレタケノ害ヲ及ホスヤノ事實ニアルソシテ私モ亦年々ケハ上院並ミトシテ諸博士ト同シク海中工事ニオケル鐵筋混凝土ニ對シテハ頗ル不安ノ念ヲ抱イテ居ルコトヲ先ツ白狀シテオク

海中工事ニ於ケル鐵筋混凝土ノ利用トシテハ白石先生ノ御指摘ニナツタ通りタトヘハ岸壁用ノ函ノ如ク一時的ノ目的ノ

爲メニ使用スルコトモアルテアラウシ又永久的生命ハ第二ノ問題トシトニカク經濟上トカ便宜上トカ必要上トカ又萬一壞レタトキニハソノ時トイフヤウナ考カラ使フコトモ隨分アルテアラウ過渡期トシテハ亦已ムヲ得ナイ次第テアルカ函ヲ埋メルニ砂ヲ詰メテイ、處へ鐵筋力恠シイトイフ理由カラ混凝土ヲ使フノハ甚タ不經濟テアルカラ一日モ早く本問題ノ鍵ヲ握ルコトカ必要テアル

石橋先生ノがるづく・あくしん研究ノ御提唱ニハ至極同感テアルカ此ノ作用ヲイクラカテモ防クトイフ考カラ鐵筋混凝土カ使ハレタコトハアルマイカ少クトモ私ハソソナコトヲ考ヘタコトカアルタトヘハ築港ノ棧橋ナトニハヨク鑄鐵ト鍊鐵トヲ混用シタノヲ見受ケルカア、イフ異種金屬ノ混用カ此ノがるづく・あくしんヲ促進スルコトハ周知ノ事實テアルアレヲ混凝土テ包ンタラ全然該作用ヲ阻止スルコトカ出來ナイトシテモ殆トナクナリハシマイカト私ハ思フ山形學士ハ(第一卷第二號)あるじーる港ニハ盛ンニ石灰ヲ喰フ虫カ居ルソソナ處テハ鐵筋混凝土ヲ使用スルコトハ危険テアルト云ハレテ居ルコレハ成程危険テアルシカシ石灰ヲカデル虫ダトスルト(防波堤ノ唯一ノ材料トシテ考ヘラレテ居ル)混凝土ソノモノモ可ナリニ危険タラウト思ハレルイツソ築港ヲ見合ハシタ方カ早速カモ知レナイ

廣井先生ハ「鐵筋混凝土ニ於テ殊ニ恐ルヘキハ内壓ノ發生ニアリテ高壓電流ノ通スル處アル所ニ於テ鐵筋混凝土ヲ用フヘカラサル事ノ如キハ實驗ノ示ス所タリ」トシテ二ツノ參考書ヲ舉ケラレテ居ル之ニ關スル有益ナソシテムシロ樂天的ナソレカふゑるすたー氏ノ新著 Grundzüge des Eisenbetonbau (一九一九年版)ノ一二三頁ニ載ツテ居ル實驗者ハべるんと、うゑるつ、ぶろいす、りんてづく、りゆーぼーすきーノ諸氏テアルふゑるすたー氏ハソソレカラ結論シテ云フ

電氣ノ傳達ニ關シテハ溫氣ヲ帶ヒタ混凝土ハソソレ自體ニ於テ可ナリニ良イ電導體テアル鐵筋カ手廣ク且ツ聯絡ヨク枝ヲ張ツタ構造物ハ自ラ雷除ケトナルタカラ鐵筋ヲ構造物全體ニ萬遍ナク間配リ殊ニソソレヲ地中迄モ持込ンテオケハ放雷ハサウ恐レルニ及ハヌ實驗ニヨレハヨシ乾燥シテ居テモ放射的ノ電氣ハ存外危険ヲ及スモノテハナイ高壓電氣モ澤山ノ鐵筋ヲ通シル間ニ其張力ヲ失ヒ濕ツタ基礎又ハ基礎中へ埋込ンタ鐵筋ヲ安全ニ大地へ導クコトカ出來ル割合ニ恐ロシイノ

ハ茂庭博士テハナイカ浪人的ノモノテアル電氣鐵道トカ又ハ屋敷内ノ導線カラ迂路付イテ來ルモノニ對シテ充分絶緣シナケレハナラナイノハ勿論テアルカソレモ交流ノ方ハ心配ハナイ鑄ヲ作ルノハ直流ノ方テコレモ水氣カナケレハ無難テアルカ水氣カアルト電流ハソレヲ分解シテ陽極トシテノ鐵面へ酸素ヲ吹付ケル無論鑄ハ膨脹ノ爲メニ混凝土ヲ裂カスニハオカナイタカラ低壓ニ對シテハ乾燥シタ絶緣抵抗ノ多イモノ程イ、トイフコトニナル

何時ノ間ニカ私ハ海中カラ這上ツテ居タ陸上テハ鐵筋混凝土構造物カ鑄ノ爲メニ壞レタトイフ話ヲアマリ聞カヌ實驗ニヨレハ無論鑄ハ龜裂カラ混氣及大氣ノ媒介ヲ以テ這入ル龜裂サヘナケレハ這入ラナイ又磨イタ鐵筋ハみる。さゝふ。すヲ持ツタモノヨリハヨク鑄ヒ初メカラ鑄ヒテ居タ鐵筋ハ最モ進ミカ鈍イトイフコトテアルカ何レニシテモ此ノ龜裂カラ這入ル鑄ハ最後ノ致命傷トナルニ相違ナイ

一方ニハ鑄カ附着強ヲ増ストイフ事實カアリ地方ニハ混凝土ノ鑄ニ對スル不思議ナ作用(タトヘハソレノれ。たんすニ對スルヤウナ)カアル爲メニろ。らんど氏ノ還元説ナトカ充分ニ紹介サレテ居ナイ先キカラ「鐵筋ハ鑄ヒテ居テモ差支ナイ否ムシロンノ方カイ、位タ」トイフヤウナ信念(ムシロ漠トシタモノテ誰モサウ公言スルタケノ勇氣ハ持タナカツタカ)カ專ラ下院ヲ支配シタ町ヲ通ルトキナト隨分見ルニ忍ヒナイヤウナ赤鑄鐵筋カアチコチニ見受ケラレタソシテソノ數ノ中ニ御自分ノ關係シテ居ル工事カナイトハトウシテ云ヘヤウ少クトモ私ハ見テ見ヌ振リヲシテ居タ私ノ感情ハトウシテモ鑄ヲ認容スルコトカ出來ナカツタ無論今日モンノ通りテアル

ろ。らんどノ還元説ハ私共ハ可ナリ早クカラ知ツテ居タンノ事實ハぶる。れ氏ノ實驗ニ初メテ現ハレタトイフコトテアル十五日乃至二十日ヲ徑テ膠泥ヲハガシテ見ルトスツカリ鑄カトレテ居タトイフ——カトウモコレハ時空ヲ絶シタ眞理テハナイラシイろ。らんど氏自身サヘ「還元作用ハ硬化ノ極初期ニ於テシカモ膠泥ト鐵トノ密着カ充分完全テアル場合ニ限ラレル」ト云ツテ居ル

カシカシ硬化ノ極初期テモイ、——モシ果シテ混凝土カアル程度迄ノ鑄ヲ完全ニ還元スルモノナラ龜裂ノ這入ツタリシ

ナイ限リソノ程度ノ錆ハ差支ナイトイフ結果ニナルカコレカ學說トシテ確定スル迄ニハナホ相當ノ時日ヲ要スルテアラウ

トウシテ錆ノ發生ヲ防クカト云ヘハ第一調合密度ヲヨクスルコト被覆ノ厚サヲ充分ニスルコトソレカラ龜裂ナトノ這入
 ラナイタケノ設計ニシナケレハナラナイ被覆ノ厚サニ關スル獨逸ノ現行規程ハ床板テハ一糎腹桁ノ鐵及柱ニ對シテハ
 一・五糎露天構造物テハ二糎トイフコトニナツテ居ルモツトモコレハ丸鐵ニツイテ、アリ又海中工事ニ對スル分ハ見當
 ラヌ廣井博士ハ私共ニ對シテ「待テ！」ト云ハレル然リ時ハ一切ヲ解決スル（一九二〇年一月一六日）（完）