

混 凝 土 ノ 弾 性 係 數 ニ 關 ス ル 實 驗 (第七卷第六號所載)

會 員 工 學 士 坂 田 時 和

目 次

緒言	………	一
第一節 指數公式ト彈性係數	………	二
第二節 總變形量ト彈性變形量	………	五
第三節 彈性係數ノ計算方法	………	六
第四節 指數公式ト應力度範圍	………	八
第五節 彈性係數ノ選擇	………	一一
第六節 指數法則ノ特性	………	一五
第七節 桁ノ計算方法ト彈比	………	一五
第八節 混凝土ノ耐伸強	………	二一
第九節 鐵筋混凝土ニ於ケル指數公式ノ實際的價值	………	二六
第十節 混凝土ノ應壓力分布	………	二八
附 引 用 書		

緒 言

高橋學士ノ此ノ御報告ハ實驗トシテハ頗ル有益ナ又我邦ニ於ケル此ノ種ノ研究トシテ極メテ有數ノモノデアアルガ之ヲ論

討 議 混 凝 土 ノ 弾 性 係 數 ニ 關 ス ル 實 驗

説トシテ見ルトキハ隨分議論ガ有ラウト思フ以下疑點ヲ擧ゲテ逐一論ジテ見ルコトニスル

第一節 指數公式ト彈性係數

先ヅ第一ニ疑ハシイノハ指數公式カラ彈性係數ヲ出ス方法デアル之ハ疑ハシイト云フヨリハ明カニ間違ツテ居ルト云ツテ可カラウ第二式(總索引一〇八八頁以下總テ之ニ因ル)ハ指數公式デアル處ガ其次ニ去リ氣ナク持チ出サレテ居ル第三式(一〇八九頁)ハ何ヲ隠サウムックす法則デアル之ヲ結合スレバ第四式トナルノデアルガ此ノ二ツハ結合スルコトガ出來ヌ之ヲ結合スル位ナラ指數公式ハ最初カラ論ジナイニ限ル何故

$$\epsilon = \alpha \sigma^m \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{d\sigma}{d\epsilon} = \frac{1}{m\alpha\sigma^{m-1}} = E \quad \dots \dots \dots (2)$$

ト云フ極メテ平凡ナ式ガ氏ノ眼カラ抜ケタデアラウ氏ハ不思議ニモ此ノ式ニ就イテハ一言半句モ云ツテ居ラレナイ第四式ナレバアンナ廻リ諄イコトヲシナイデモ第一式(私ノ方ノ)ノ兩節ヲ割レバ出テ來ル

$$\sigma = \frac{1}{\alpha\sigma^{m-1}} = \beta \quad \dots \dots \dots (3)$$

而シテ此ノβモ彈性係數ト名付ケラレヌコトハナイハ之ヲ die Mittlere Elastizitätsmass für die Spannungsebene 〇 mnd. 〇ト呼ンデ居ル(ハ之ツて第二十一版第一卷五二〇頁)幾何學的ニ云ヘバ第一圖ノβ角トβ'角トノ相違デアル

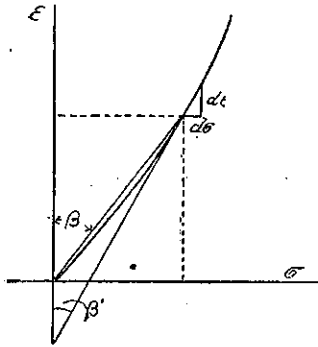


圖 一

式(一一〇五頁) $\epsilon = \frac{1}{1,976,660} \sigma^{1.537}$ ニ於テ $\sigma = 40 \text{ kg/cm}^2$ ニ對スル彈性係數ハ $E =$

$\frac{1,976,660}{1.537 \times 40^{1.537}}$ ナリ $\sigma = 0-40 \text{ kg/cm}^2$ ニ對スル平均彈性係數ノ方ガ $E = \frac{1,976,660}{40^{0.537}}$

$= 272,663 \text{ kg/cm}^2$ デアル從ツテ $n = 40 \text{ kg/cm}^2$ ニ於ケル彈比ノ値ハ $n = 7.7$ デハナ

ク $n = 7.7 \times 1.537 = 11.8$ デナケレハナラヌ

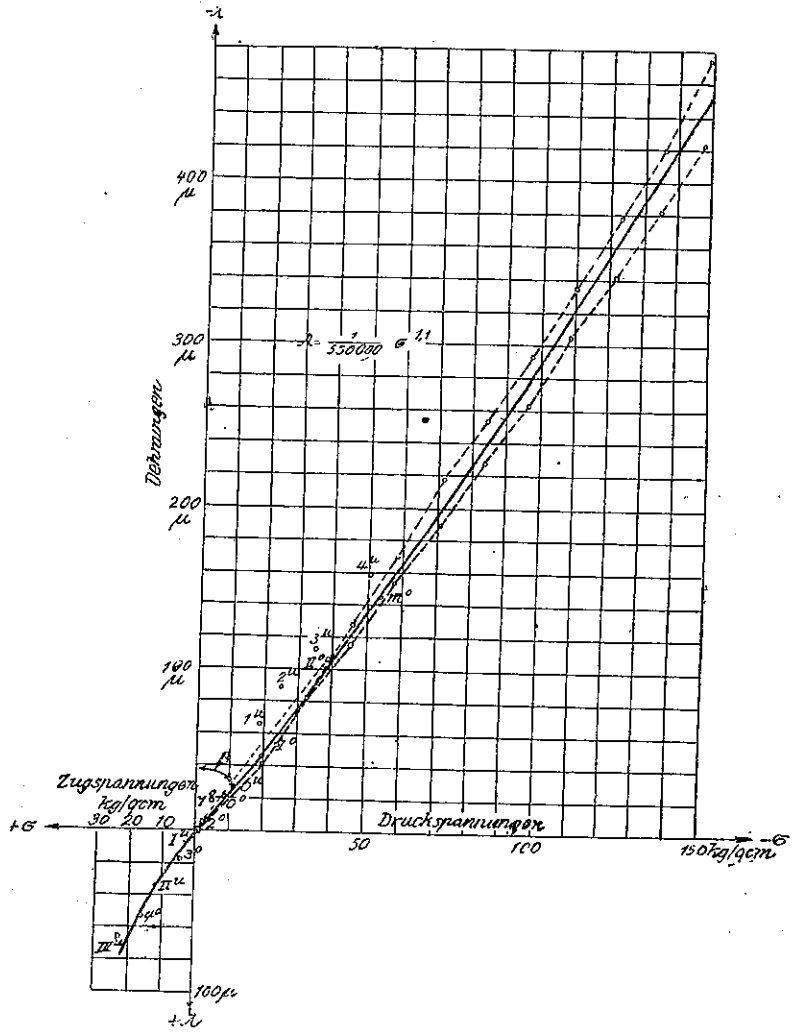
處ガ然ウ云フ肝心ノ以つてガ大分恠シイ計算ヲシテ居ル前述ノ頁ヲ見ルト花崗石ノ耐壓ニ對スル彈性係數ガ $9.1 \times 10^8 \text{ kg/cm}^2$ ノトキ $E = 530,400 \text{ ton/cm}^2 = 0.45 \text{ kg/cm}^2$ ノ間ニ於テハ平均 $E = 594,000$ トシテ載ツテ居ル比率ハ正シイカラ
 孰レカノ計算違ヒデナケレバナラヌ恐ラク助手カ何カバ對數表ヲ繰リ損ツタモノデアラウ何レノ場合ニ於テモ彈性係數
 ハ直グ其ノ前ノ頁(五一九頁)ニ示サレテ居ル $E = 300,000$ ト云フ數字ヲ越シテハナラヌ等ニ思フガ花崗石許リデナク次
 ノせめんと・も一たるニ關スル數字ガ矢張恠シイ處ガ此ノ恠シイ數字ヲべとん・かれんだ一ナドガ其儘轉載シテ居ル(例
 へバー一九一二年版第一部九七頁ニ於ケル如ク) 何故コンナ間違ヒガ起ツテ來ルカト云フト私ノ察スル所ニ依レバ指數公
 式ノ元祖タルばっは氏ガ此ノ彈性係數ト云フモノヲ彼ノ彈性論カラ全然省イテ仕舞ツタコトカラ來ル彈性係數ハ元來假
 想ノ數字デアアル之ニ反シテ變形ハ見ルコトモ出來レバ讀ムコトモ出來ル而シテ彼ハ $\frac{d\epsilon}{d\sigma} = \frac{1}{m+1}$ ハ變形曲線ガ軸ト
 作ス角度ノ正切デアアルト云フ風ニ總テ逆ニ扱ツテ居ル(ばっは第六版九五頁)煎ジ詰メレバ之ハ高橋氏ガ「元來彈性係數
 ハ應力ノ單位變形量ニ對スル比ニシテ其ノ曲線ニ對スル任意ノ點ノ正切ヲ意味スルモノナリ」(一一〇六頁)ト云ハレテ
 居ルノト少シモ違ヒハナイノデアアルガ

斯ウ云フ譯デ第十表 一一〇六頁)ナリ第十一表(一一〇七頁)ノ「公式」行ノ數字ハ恠シイ之ヲ前行ノ實驗數字ト比較スル
 爲メニハ m ヲ以テ割ラナケレバナラヌ其外指數公式カラ出タ數字ハ總テ改竄ヲ要スルコト、思フ尤モ爰ニ一ツ斷ツテ置
 カナケレバナラヌコトハ矢張高橋氏ノ如ク實驗カラ指數公式ヲ求メテ置キ乍ラ態トソレヲ使ハナイデ第一圖ノ β 角

$$\frac{\sigma}{e} = \beta \dots \dots \dots (4)$$

即チ氏ノ第四式ヲ使ツテ居ル人モナイデハナイコトデアアルえんべるげる第二版第一卷ノ二二六頁ヲ見ルト一ツノ指數公
 式 $e = \frac{1}{350,000} \sigma^{0.1}$ ト之ニ對スル圖表ガ出テ居ル第二圖ガ即チソレデアアル之ハだるむし^{たつと}ノ試驗所デ或ル

拱橋カラ採收シタ二箇ノ供試體ヲ實驗シタ成績カラげーら一氏ガ作ツタモノデ點線ハ實驗實線ハ公式デアアル處ガげーら



第 二 圖

一氏ハ前ニ述ベタ通り公式ハ使ハナイデβヲ使ツテ居ル之ハ起點ト或ルノ點トヲ結付ケタ直線ヲ以テ測ルノデ其ノ點ノ採リ方ハ別問題トシ同ジノ點ニ就イテ云フナレバ公式カラ出スヨリハ大キク出ル恰度m倍ダケゲーら一氏ハ之ヲ「修正」ト呼ンデ居ルガ然ツ云ツテハ誤解ヲ生ジ易イ無論指數曲線ガ直線ニ近イ(即チmガ一ニ近イ)ト云フ事實ニハ因ルコトデアアルガ元來ハ目的ガ違フ若シ爰ニ拱橋ノ平均

彈性係數ヲ幾何ニ採ルカト云フ様ナ大雜把ナ問題ガ提供サレタトシテナレバ我々ダツテ矢張げーら一氏ト同ジク起點カラ何處カラ岨ツテ突ツト直線デモ引張リ(此ノ邊リデハ何ウデス)ト答ヘルヨリ外ハナイ實驗數字ト合フ合ハヌト云フ問題ニナレバば一氏はノ如キ數種ノ材料ニ對シ彼ノ指數公式カラ出ル計算變形係數ト實驗數字トヲ一々比較シテ居ルガ高橋氏ハ一度デモ其ノ公式數字ヲ御檢算ニナツタコトガアルカ何ウカ私ノ堅ク信ズル所ニレンバ氏ハ第二式 $\frac{d^2e}{da} = ma^{m-1}$

ヲ使ツテ居ルト思フ

第二節 總變形量ト彈性變形量

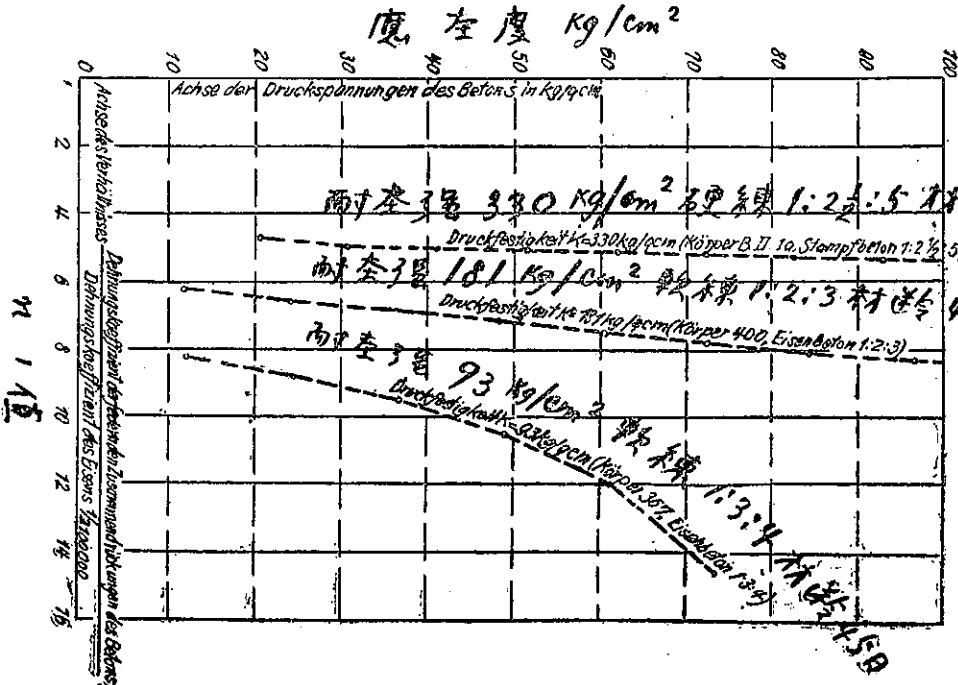
氏ハ第二節ニ於テ「既ニ行ハレタル實驗」トシテ四ツノ實例ヲ示サレテ居ル第一ハせんといす市北米合衆國地質測量部建築材料實驗所ニ於テ試ミラレタ實驗デアル(一〇九〇頁)此ノ實驗ハ「鐵筋混凝土ニ對シテハ變形ヲ殘留變形ト彈性變形トニ區別スル必要ナキモノトシテ」行ハレテ居ルサウデアアルガ何故其ノ必要ガナカツタノデ有ラウカ鐵筋混凝土ノ桁デハ殘留變形ハ撓度トシテ現ハレルカラ彈比 μ ノ值ヲ定メル上ニ於テ其ノ必要ガナイトデモ云フノデアアルカソレナラバ柱デハ何ウデアアルカ唯差ガ僅カデアアルカラト云フノデアレバ「鐵筋混凝土ニ對シテハ」ト云フ文句ガ分ラヌ第四ノめるし¹⁾氏ノ實驗(一〇九三頁及一〇九四頁)ハ同ジク總變形量ニ依ツテハ居ルガ氏ハ「問題ヲ面倒臭クシナイ爲メト一ツハ時間ヲ節約シタカツタカラ」ト斷ツテ居ル(めるし²⁾第四版四五頁)彼ノ云ヒサウナ言草デアアル第二ハてーらー及とんぶそん兩氏ノ實驗デアアルガ之ハ何ウシテ居ルカ一寸分ラヌ第三ノば³⁾は氏ノ實驗(一〇九一頁及一〇九二頁)ハ彈性變形ニ依ツテ居ル之ハ高橋氏モ云ハレテ居ル通り「理論上望マシキコト」(一〇九五頁)デアリ而シテ之ニ關シテば⁴⁾は氏自身ハ左ノ如ク云ツテ居ル

よくす法則 $\alpha = \frac{e}{\sigma}$ ニ於テ我々ハ α ヲ變形係數——Dehnungskoeffizient——ト名付ケル又 $\frac{1}{\alpha}$ ヲ彈性係數——Elastizitätsmodul——ト名付ケルコトモ出來ル α ニ對シテハ彈性變形總變形又ハ殘留變形ニ對スル變形係數ト云フ様ナ言葉ヲ使

ハナケレバナナルマイガ $\frac{1}{\alpha}$ ニ對シテハ然ウ云フ名稱ハ斷ジテ許サレヌト(ば⁵⁾は第六版一七頁及一八頁)即チ彼ニ依レバ

彈性係數ハ彈性變形ニ限ル譯デアアル而シテ彼ハ外ニハ餘リ彈性係數ト云フ言葉モ E ト云フ符號モ使ツテ居ラヌ

斯ク彈性係數ハ理論上彈性變形ニ限ラレテハ居ルガ總變形ヲ採ツテモ計算ハ出來ル而シテ彈性變形ニ由ル彈性係數ト總變形ニ由ル彈性係數トガ何レ位違フカト云フコトニ就イテハし⁶⁾れ氏ガ實驗ヲ遂ゲテ居ル搗堅メタ混凝土ニ就イテハ



第 三 圖

餘リ違ハナイガ軟練ノモノデハ著シク違フ私ハ Eisenbe-
 igit 云フノガ能ク分ラナイノデ假リニ軟練トシテ置ク
 ガ圖面ノ寸法ヲ極大撰ミニ讀ンデ見ルト彈比 n ノ値ハ
 $n = 60 \text{ kg/cm}^2$ ノトキ前者ガ $n = 11$ デアルニ對シテ後者ハ
 $n = 18$ ナル $n = 30 \text{ kg/cm}^2$ ノトキ前者ガ $n = 9$ デアルニ對
 シテ後者ハ $n = 13$ デアル(えんべるげる第二版第一卷四
 三二頁)

第三節 弾性係數ノ計算方法

次ニ實驗ニ伴フ弾性係數ノ計算方法デアルガ之ニハ二通
 リアル高橋氏ノハぶろーぶすと氏ノ用キタ算法ヲ採ツテ
 居ラレル之ヲ式デ表ハセバ

$$E = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\epsilon_1 - \epsilon_2} \dots \dots \dots (5)$$

デ其ノ結果ガ第七表ニ載ツテ居ル等デアル前記めるし
 氏ノ計算法(一〇九四頁ノ第三表)ハ違フ該表ハ

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots \dots \dots (6)$$

カラ直グ計算シタモノデ第五式カラ計算スルヨリハ E ノ
 値ガ少シ大キク從ツテハ小サク出ル孰レノ計算方法ガ
 正シイカト云フコトニ就イテハ問題ハナイぶろーぶすと

氏ハ「應力度及單位變形量ノ小サイ變化ノ間ニ於テハふくす法則ハ成立ツデアラウカラ」ト云ヒ(ぶろーぶすと五一頁及えんべるげる第二版第一卷五一五頁)又ば氏は如何ニモ親切ナふるふつさー口調デ一ツノすけちヲ示シ乍ラ

「 σ_2 の段階ニ相應シテ e_2 e_1 ガアル此等ノ段階ヲ小サク採レバ採ル程 α ハ精密ニ出ル而シテ其ノ極限ニ於テハ $\alpha \parallel \frac{de}{ds}$ デアル」ト教ヘテ居ル(ば氏は第六版一八頁)無論氏ハ最初ノ内ハ第五式ニ依リ各荷重階段ニ對スル α ノ值ヲ變ヘテ居タノデアリ又ソシキ事カラ例ノ指數公式ヲ考ヘ出シタノデアアルし α ハ又めるし β ハ又めるし β デ態トヤラナカツタモノラシイ何故ナラ指數公式ヲ作ルニハ第二式ニ依ラナイデ第一式ニ依ルデハナイカ (?)

其處デ第五式カラ計算シタ E ノ價ト本式ノ基ク觀測量カラ指數公式ヲ求メタ上第二式カラ計算シタ E ノ價トハ無論合ハナケレバナラヌ又相當段階ヲ細カク刻ンデ實驗スレバ觀測量カラ描イタ變形曲線ト指數曲線トハ結局同ジモノデナケレバナラヌ唯公式カラ描イタ方が姿ハ少シ美シクナル指數公式ハ法則トシテハ價值ガアリ又ば氏は天才デアアルコトハ認メルニシテモ元來ガ實驗アツテノ法則デアリ實驗ニ合ハナケレバ法則デアッテナイ私ハ管テ本誌第一號(六九頁ニ於テ矢張ば氏は氏ノ附着應力度ニ關スル公式 $\epsilon = 100\epsilon^{(0.9+0.9\sqrt{\frac{\sigma}{\sigma_1}})}$ ヲ評シタコトガアルガ同ジ考ヲ此ノ指數公式ノ上ニモ持ツテ居ル兎ニ角實驗ト法則トハ一致シナケレバナラヌ然ルニ此處ニ不思議ナ事ガ湧イテ出タソレハ一一〇六頁ノ第十表デアル實驗ノ數字ト公式ノ數字トガ合ハナイ「公式」行ノ數字ハ私ノ註文通り訂正シテ頂ケルトシテモソレデモ著シク違フ

指數公式ノ計算法ニ關シテ氏ハ「但シ計算ニ際シ一ツノ假定ヲ爲サルベカラズ即チ應力變形曲線ハ全體ニ於テ勿論曲線ヲ爲セドモ應力ノ初期ニ於テハ直線ト看做スモ大差ナキモノトシ變形量測定ノ第一ノ差ヲ以テ荷重ノ零點迄變化スルモノトセリ」(一一〇一頁)ト云ハレテ居ルガ之ハ無論起點ト第一觀測點トヲ繋グヨリ外ニ仕方ガアルマイ若シ曲線ヲ完成シタイナラバ唯第一觀測點ヲ何ノ位ノ應力度ニ於テ採ルカ又何ノ位ノ應力度段階ヲ以テ進ムカト云フコトガ問題デナケレバナラヌば氏は氏ノ第二表(一一〇九二頁)ノ「應力」行ヲ見ルト氏ハ第一觀測點ヲ $\sigma = 0.16 \text{kg/cm}^2$ ト云フ極メテ低イ處

ニ採ツテ居ル而シテ比較的規則正シク凡ソ 10 lb/in^2 程ノ差階ヲ以テ進ンデ居ルガ實驗ヲスル段ニナレバ種々ナ手心ガ要ルデアラウト思フソレニシテモ同表ノ同行ニハ何ノ段ニモ今云ツタ 0.16 lb/in^2 ト云フ數字ガ載ツテ居ルノハ一タイ何ウ云フ意味デアルカ又「彈性變形ニ對スル彈性係數」行ノ數字ハ何ウシテ出シタノデアルカ又此ノ實驗カラ次頁ノ何ノ公式ガ出タノカ或ハ全然緣故ハナイノカ私ハばは氏ノ報告書ハ何一ツ持ツテ居ナイノデ殆ド途方ニ暮レテ仕舞ツタ

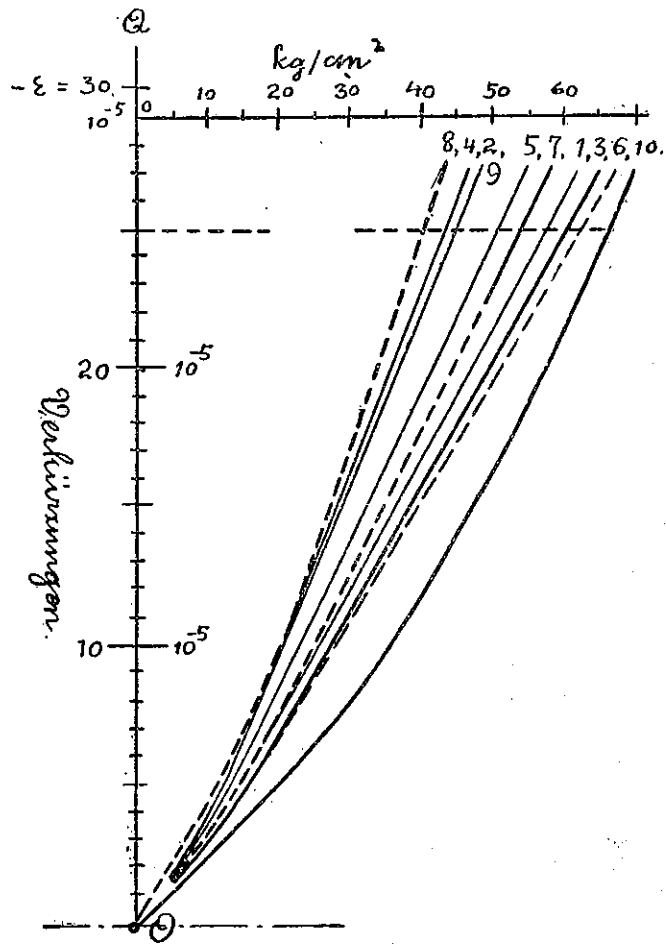
第四節 指數公式ト應力度範圍

次ニ指數公式ヲ作ルニ當ツテ何處等當リ迄ノ應力度ヲ採ルカト云フコトニ就イテ氏ハ「或ル規程ニ從ハバ起點ニ於ケル其ノ曲線ヘノ切線ガ檢定長ノ千分ノ一ナル變形量即チ單位變形量 $0 \cdot 001$ ナル點ニ立テラレタル垂線ニ交ハル點ニ相當スル應力度ヲ計算ニ取ルベシトノコトナルモ云々」ト云ハレテ居ルガ(一一〇三頁)之ガ又私ニハ分ラヌ理論的ニ云ヘバ起點ニ於テハ〇軸其物ガ切線ニナツテ居ル等デアアル假令起點附近ハ省カレテ居ルトスルモ未ダ定ツテ居ナイ曲線ヘ起點カラ切線ガ引キ得ラレル筈ガナイ之ハ何カ外ニ意味ノ探リ方ガアルノデアラウガ何シロ難問責メデアアル又直グ其ノ前ニ「此處ニ注意スベキハ此ノ與ヘラレタル數字ノ全體ヲ取りテ計算スルカ或ル一定ノ制限ノ下ニ其ノ數字ヲ選ブカ又ハ其ノ制限ノ定メ方ニヨリテ m 及 α ノ値ヲ異ニスベキハ明カナリ」ト云ハレテ居ルコトニハ私モ至極同意デアアル全體ヲ取ツテ計算シテ可イノデアレバ何等顧慮スル必要ハナシ又制限ヲ置カナケレバナラヌトスレバ法則ハ其ノ範圍内ニシカ當筈マラス筈デアアルカラ制限外ノ數字迄モ拾ヒ集メテ來ルコトハ出來ヌ然ルニ氏ハ其ノ全體ヲ取りテ計算スベキカソレトモ或ル制限ヲ置クベキカニ就キテハ何等講究サレタ模様ガ見エヌ「次ニ最大荷重ノ三分ノ一迄ノ應力ニ相當スルモノニ就キ計算センカ荷重ソレ以上ノ點ニ於テ公式ト實驗トノ相違大ナルベシ」トカ「正切ハ $39^\circ 59'$ ニテ $37.7-90^\circ$ ニテハ無限大ナリ云々」(一一〇六頁)トカ云ハレテ居ルガ制限ノ有無ガ先決問題デアアルソナ處迄行ケルカ何ウカハ疑ハシイ私ノ信ズル所ニ依レバ第十表ナド應力度ハ最初ノ二ツカ精々三ツ位迄ノモノデアアル實驗數字モ公式數字モソレ以上ハ意味ガナイ更ニ一一〇八頁ニハ「此ノ計算タルヤシレハは氏實驗式ヲ攻究スルハ本實驗ノ目的ナレバ敢テ勞ヲ厭ハズ之

ヲ行ヒタリ其ノ結果タルヤ第二節ニ示シタルば氏は氏ノ與ヘタル數字トハ多少異リタルモ m ノ値トシテ一乃至二ヲ得タリ而シテ其ノ異ナル結果トナレル原因ハば氏は氏ノ行ヒタル計算ハ強度ノ比較的低位點迄ニ止メタルニ本計算ハ破壞強度ニ近キ點迄ヲ含メルコトニ因ルナラン」ト云ハレ一―一四頁ニハ「第六節中しれ・ば氏は氏公式ノ係數ヲ定メ彈性係數ヲ見出スニ當リ公式ヨリ得タル値ト直接單位變形量ノ差ヨリ求メタルモノトノ相違應力ノ大ナル程多キハ公式ヲ求ムルニ當リ變形量ノ變化著シキ部分ヲ加ヘタルニ因ルコト此處ニ於テモ亦推定シ得」ト云ハレテ居ルガ私ハ氏ガ此ノ勞ノ多イ指數公式ヲ作ラレルニ當テ先ヅ以テソレガ應用サレ得ベキ應力度範圍ヲ充分御攻究ニナラナカツタコトヲ非常ニ遺憾トスル

一タイば氏は氏自身ガ何ノ當リ迄行ツテ居ルカハ知ラヌガ強度ノ比較的低位點迄ニ止メタノハ止メナケレバナラヌ理由ガアルカラデアルニハ相違ナイ第二表(一〇九二頁)ニハ $\sigma = 100 \text{ kg/cm}^2$ ト云フ様ナ隨分大キイ數字ガ現ハレテ居ルガ之ハ材齡ガ二箇年トカ二箇年半トカ相當古イモノデアル又げー氏ハ第二圖ニ見ル如ク $\sigma = 150 \text{ kg/cm}^2$ 迄行ツテ居ルガ材齡ハ七箇年デアル此等ノ外ニハ然ウ大キイ應力度ハ一寸見當ラヌばハ何處迄行ケルト云フ數字ヲ明言シテ居ナイガ制限ハ必要デアルトスル此ノ制限ハ氏ニ依リ Innehalb für die anstehend Technik in Betracht kommenden Spannungsgelichteト云フ修正遍照式ノモノデアルガ氏ハ又花崗石ノ實驗カラ得タ曲線ヲ示シテ圖ノ如ク反方向點——Wendepunkt——ガアテハナラヌ指數法則ノ利用ノ利クノハソレ迄デアルト云ツテ居ル(ば氏は第六版九四頁圖ハ八三頁)混凝土ニソシク反方向點ガアラウトハ思ハヌガえんべるげる(第二版第一卷六七頁)ハ斯ウ云ツテ居ル Buch erhielt für kleine Spannung $\frac{\Delta l}{l} = \alpha \sigma^m$ wobei $\alpha = \frac{1}{E}$ (?) und $m = 1.11$ bis 1.16 之モ少シ曖昧デアルガ其處ハめるし氏はデアル氏ハ直截ニ指數法則ノ利クノハ精々 $\sigma = 40 \text{ kg/cm}^2$ 位迄デアルト云フ(めるし)第四版一四一頁)モウ一ツ私ハげー氏が一著述カラ拔取ツタ圖表ヲ參考ノ爲メニ加ヘテ置カウ之ハ紙面ノ都合デ余儀ナク耐壓ト耐伸トヲ切り離シタ

元來指數公式ハふっくす法則ニ取ツテ代ツタモノデアルカラ凡ソソレガ比例限度トカ彈性限度トカ當リ迄シカ行ケナイ



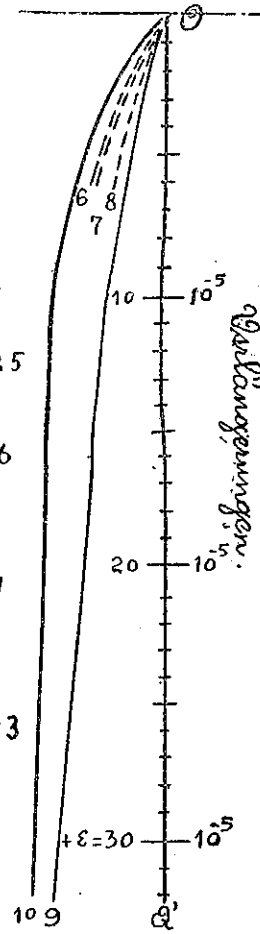
第 四 圖

ト云フコトハ承認シナケレバナラヌ
 又桁ノ實驗デハ其ノ保存法如何ニ
 モ因ルガ先ヅ其ノ下面ニ水線ガ現
 ハレ次ニ龜裂ガ來ル其ノ伸長曲線
 フ引イテ見ルト水線ノ現ハレル所
 ガ恰モ比例限度ニ而シテ龜裂ノ起
 ル點ガ彈性限度ニ能ク似テ居ル耐
 壓實驗デハソソナ現象ハ起ラナイ
 様デアルガ比例限度ハ必ズシモナ
 イデハナイ或ル人ニ依レバ混凝土
 ノ耐壓ニ對スル比例限度ハ極強度
 ノ二分ノ一乃至三分ノ二デアル今

假リニ此ノ如キ比例限度ガ存スルモノトスレバ第十表(一一〇六頁)ノ混凝土デハ極強度ハ 132 kg/cm^2 デアルカラ問題ノ
 比例限度ハ $66-88 \text{ kg/cm}^2$ トナルガ之トテモ決シテ安全ナ目安デハナカラウ何故ナラ桁ガ龜裂ヲ生ズルトキノ應壓度ハ
 一概ニハ云ヘナイガ此等ノ數字ヨリモ隨分小サイ場合ガアリ而シテばは氏ニ依レバ龜裂荷重以上ヲ以テ實用的範圍内
 トスルコトハ恐ラク出來マイカラ甚ダ不充分ナ研究デハアルガ大體ノ見當ハ立ツ兔ニ角ばは氏ニ從ツテ指數公式ヲ打
 建テル上ニ於テハ或ル制限以上ノ實驗數字ハ避ケナケレバナラヌ此ノ避ケナケレバナラヌ而シテ變形量ノ多イ部分ヲ要
 素トシテ公式中ヘ取入レルトキ初メ氏ノ自認サレル様ナ不都合ヲ生ズルふくす法則トテモ破壞強度近ク迄行クコト
 ハ出來ヌ實驗トテモ此ノ如キハ無意味デアアル

討 議
混 凝 土 ノ 弾 性 係 數 ニ 關 ス ル 實 験

1. $\frac{1}{\alpha} = 3,560,000, m = 1.11, 1:1\frac{1}{2}$
2. 315000, 1.15, 1:3
3. 457000, 1.157, 1:2 $\frac{1}{2}$:5
4. 298000, 1.145, "
5. 380000, 1.161, 1:3:6
6. nach Wayss & 1:3
7. Freytag mit 1:4
8. 8% Wasser 1:7
9. 300000, 1.15
150000, 1.40
10. n. Grut u. Considère 1:3



第 四 圖 二

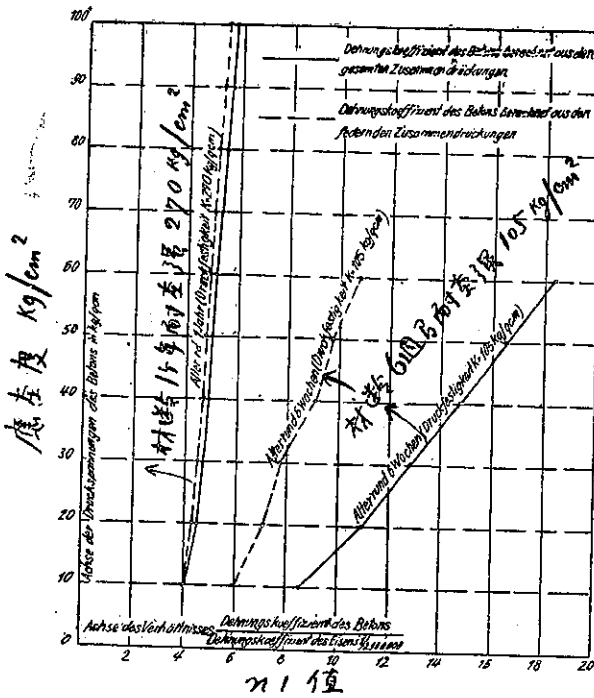
對テ見方ヲスル即チ彈性係數ハ實驗方法ノ如何ニ由ツテモ違ヘバ配合硬軟材齡等ニ依ツテモ著シク違フ耐壓ト耐伸トデモ違フ其ノ百種百様ノ中カラ適當ナ價ヲ一ツトカニツトカ引拔イテ來ルノガ事ノ真相デモアレバ又興味ノ存スル點デモアル尤モ彈性係數ガ應力度ノ増減ト共ニ減増スル事實ガ配合ノ貧富其他ノ關係ヲ多少緩和シ何シテ種類ノ混泥土ニモ共通ノ彈性係數ヲ持ツ様ナ應力度ガ無數ノ對ヲ爲シテ起リ得ルノデハアルガソレガ特定ノ點デ起ルト云フ様ナ事

第五節 彈性係數ノ撰擇

氏ハ第七節ニ於テ混泥土ノ彈性係數ハ其ノ配合貧富硬軟ノ別又ハ材齡ノ多少ニ拘ラズ極強度ノ三分ノ一ノ點デハ略ボ同一デアルトシテ其ノ平均數字ヲ與ヘラレテ居ル(一一二頁及一一二頁)之カラハ指數公式ヲ離レルノデ私ハ氏ノ舉ゲラレテ居ル數字ヲ信用シナイ譯ニハ行カナイシ又必ズシモ氏ノ此ノ見方ヲ難ズルモノデハナイガ孰レカト云ヘバ私ハ餘リ斯ウ云フ風ナ見方ヲ好マヌソレガ成心ヲ以テ成サレル處ニ得テ危險ガ伴フ凡テノ學問ガ然ウデアアル餘リ深入リシテハ手モ足モ拔ケナクナル私達ハ寧ロ反對ナ見方ヲスル即チ彈性係數ハ實驗方法ノ如何ニ由ツテモ違ヘバ配合硬軟材齡等ニ依ツテモ著シク違フ耐壓ト耐伸トデモ違フ其ノ百種百様ノ中カラ適當ナ價ヲ一ツトカニツトカ引拔イテ來ルノガ事ノ真相デモアレバ又興味ノ存スル點デモアル尤モ彈性係數ガ應力度ノ増減ト共ニ減増スル事實ガ配合ノ貧富其他ノ關係ヲ多少緩和シ何シテ種類ノ混泥土ニモ共通ノ彈性係數ヲ持ツ様ナ應力度ガ無數ノ對ヲ爲シテ起リ得ルノデハアルガソレガ特定ノ點デ起ルト云フ様ナ事

ハ 恐 ラ ク 有 リ 得 ナ イ デ ア ラ ウ シ ヌ ヲ シ ヌ 窮 屈 ナ 假 定 ヲ ス ル 必 要 モ ナ イ

誰 ガ 言 ヒ 出 シ タ コ ト カ ハ 知 ラ ス ガ 第 二 ノ 一 及 ト ン ぶ そ ン 兩 氏 ノ 實 験 モ 極 強 度 ノ 三 分 ノ 一 ノ 點 ニ 於 ケ ル 彈 性 係 數 ヲ 舉 シ テ 居 ル (一〇九一頁第一表) 併 シ 之 ハ 生 憎 ニ モ 配 合 如 何 ニ 因 ツ テ 可 ナ リ 變 ツ テ 居 ル 第 一 ノ せ ん と ・ る い す 市 ノ 實 験 (一〇九〇頁) デ ハ 應 力 變 形 曲 線 ハ 良 質 ノ 混 凝 土 ニ 於 テ ハ 極 強 度 ノ 三 分 ノ 一 ノ 點 迄 ハ 殆 ド 直 線 ヲ 爲 シ 從 ツ テ 彈 性 係 數 ハ 一 定 デ ア ル ト シ テ 居 ル ガ 此 ノ 程 度 ノ 斷 定 ナ ラ バ 特 定 ノ 混 凝 土 ニ 就 イ テ ハ 云 ヘ ル カ モ 知 レ ナ イ モ ウ 一 ツ 例 ヲ 舉 ゲ テ 見 ヤ ウ 之 ハ ば っ は 氏 ノ 實 験 デ ア ル 第 五 圖 ニ 於 テ α ハ 配 合 1:2 $\frac{1}{2}$:5 極 強 度 330kg/cm² 材 齡 一 箇 年 〇 ハ 配 合 1:2:3 極 強 度 181kg/cm² 材 齡 四 十 五 日 〇 ハ 配 合 1:3:4 極 強 度 93kg/cm² 材 齡 同 ジ ク 四 十 五 日 ノ モ ノ ニ 就 イ テ 各 應 力 階 級 ニ 於 ケ ル 彈 比 n ノ 値 ヲ 圖 示 シ タ モ ノ デ 猶 ホ 此 ノ 外 ニ 硬 練 軟 練 ノ 別 ガ ア ル 極 強 度 ノ 三 分 ノ 一 ノ 點 ト 云 フ コ ト ニ ナ レ バ α ハ モ ウ 少 シ 引 延 バ サ ナ ケ レ バ ナ ラ ス ガ 何 ノ 應 力 度 ニ 於 テ モ n ハ 一 致 シ テ 居 ナ イ カ ラ 頭 カ ラ 問 題 ニ ハ ナ ラ ス (えん べ る げ 第 二 版 第 一 卷 四 三 三 頁)



第 五 圖

何 故 ス ウ 云 フ 詮 議 立 テ ガ 始 メ ラ レ タ カ ト 云 フ ト 氏 ニ 依 レ バ 極 強 度 ノ 三 分 ノ 一 ノ 點 附 近 デ ハ 彈 性 係 數 ハ 割 合 ニ 能 ク 出 揃 ヒ 其 ノ 總 平 均 數 ハ $E_{av} = 270,000 \text{ kg/cm}^2$ デ ア リ 之 ヲ 標 準 ト ス レ バ $n = 1.78$ ト ナ ル 之 ハ 現 今 我 邦 ニ 於 テ 普 通 用 フ ル 値 ノ 凡 ソ 二 分 ノ 一 ニ 當 ル (一一一頁 及 一一二頁 並 ニ 第 十 六 表 參 照) 處 ガ 總 平 均 數 ト 云 フ 内 ニ モ 平 生 餘 リ 使

ハナイ混凝土ガアル例へハ一、三、五乃至一、三、六ノ如キ普通用キラレル配合ハ鐵筋混凝土トシテハ一、二、四ノ軟練デア
 リ其ノ $\sigma = 80 \text{ kg/cm}^2$ ニ於ケル彈性係數ハ材齡四週間に於テハ $E_w = 138,050 \text{ kg/cm}^2$ 從ツテ此ノ場合ニハ $\epsilon = 15.2$ トナ
 リ我邦ニ於テ普通用フル數字ニ違スルガ材齡ヲ三箇月トスレバ $\epsilon = 17$ ニ復歸スル又極強度ノ二分ノ一ノ點ニ於テ採レ
 ヲ $\epsilon = 9.6$ トナリ或ル一定ノ應力度例へハ $\sigma = 60 \text{ kg/cm}^2$ ノ點ニ於ケル彈性係數ハ配合使用水量及材齡ノ如何ニ因ツテ多
 少曲ツテ來ル云々(一一一四頁)ト云フ様ナ譯デ右カラ來レバ左ニ通ゲ左カラ來レバ右ニ通ゲ廻ハルダケノ餘地ハ充分ニ
 作ツテ居ラレル

併シ前後ノ所論カラ推スニ氏ハ $\epsilon = 17.8$ ヲ以テ最モ適當トサレテ居ル様デアアル配合一、二、四ノ軟練ニ於テ $\epsilon = 15.2$ ヲ與
 ヘル所ノ $\sigma = 80 \text{ kg/cm}^2$ ト云フ應力度ハ凡ソ許容應力度ノ二倍位ニ相當スル(何故ナラバ我が政府ハ許容應力度ヲ 50 kg/cm^2
 cm^2 ニモ採ツテ居ルノデアアルカラ)ノデ一寸皮肉ニモ思ハレルノデアアルガ氏ニ依レバソレハ餘リ高カ過ギル即チ氏ニ依
 レバ此ノ混凝土ノ四週後ニ於ケル許容應力ハ 20 kg/cm^2 デナケレバナラヌ等デアアル

然ラバ應力度ノ如何ナル程度ニ於テ彈性係數ヲ採ルベキカ氏ニ依レバ混凝土ノ許容應力度ハ普通安全率ヲ六ニ採ルガ此
 ノ許容應力度ノ意味ハ構造物ガ荷重ヲ受ケタ場合實際起リ得ル限度ヲ示スモノデハナク或ル局部若クハ特別ノ場合ニハ
 之以上ノ應力度即チ許容應力度ノ二倍若クハソレ以上ノ應力が起ルモノト考ヘラレル故ニ此ノ許容應力度ノ二倍即チ極
 強度ノ三分ノ一附近ニ於ケル彈性係數ヲ採用スルガ適當デアアルト斯ウ云フノデアアル(一一二頁)

第二「或ル局部」トカ「特別ノ場合」トカ云フノハ何ウ云フ意味カ能ク分ラナイガ成程實際ノ構造物ニ於テ許容應力度ノ二
 倍若クハソレ以上ノ應力が起ルコトハ多々有ルデアラウ併シ若シ一般的ニ或ル構造物ニ許容應力度ノ二倍附近迄ヲ許シ
 テ可イト云フノデアレバ之ハ非常ニ危險デアリ從ツテ此ノ如キ規ヒ處ガ必ズシモ正シイトハ云ヘヌ許容應力度ノ意味ハ
 矢張或ル構造物ニ許サレタ限度ト見ル方ガ適當デアアル氏ノ説ガ如何ニ危險デアアルカラ證スル爲メニ私ハ一ツ實例ヲ擧ゲ
 テ見タイト思フガ之ハ後ニモウ一度引張り出ス積リデアアルカラ此處デハホンノ引用ニ止メテ置ク矢張ばハ氏ノ實驗デ

えんべるげる第二版第一卷四三七頁カラ四四一頁迄ニ載ツテ居ル今許容應力度ヲ極強度ノ六分ノ一トシ之ニ對シテ桁ガ龜裂ヲ生ジタ時ノ實際應力度ヲ擧ゲテ見ルバ

桁 種 類	許容應力度 kg/cm^2	龜裂應力度 kg/cm^2
桁 333號矩形	35	52.6
桁 86號丁字	41	38.5
桁 328號矩形	20	62.4
桁 390號丁字	21	33.2

斯フ云フ譯デ安全上カラ論ズレバ或ル局部デモ又特別ノ場合デモ許容應力度以上ノ應力度ハ封セラレケレバナラヌ收縮作用並ビニ溫度變化カラ生ズル應力度ニ對シテ許容應力度ヲ増シタリスルコトハアルガソレハ此ノ如キ應力度ノ起否並ビニ其ノ値ガ充分ニ分ラナイカラデアツテ若シソレガハツキリ分ツテ居レバ矢張掛値ハ許サレナイコトニナル第二ニハ氏ノ所論ガ安全率六ト云フ假定カラ出發シテ居ルコトデアツテ私ノ成心ト云フノハ其處デアアル近來ノ傾向ハ必ズシモ安全率ヲ六トハ定メテ居ラヌ極強度ヲ一々測定スルコトハ面倒デモアリ又其ノ測定ハ是非シナケレバナラヌトシテモ一々許容應力度ヲ換ヘテ掛カルコトハ餘リニ煩ハシイ又彈性係數ノ採リ處デアアルガ之ハ桁ニシテモ柱ニシテモソレガ作用荷重以上ニアルコトハ各國共同様デアリ然ウ云フ意味ニ於テハ氏ノ所論ニ大シタ異議ハナイガ餘リ窮屈ニ之ヲ極限スルコトハ面白クナイ極限スルナレバ寧ロめるし。當リノ主張スル龜裂荷重當リノ方が好箇ノ規ヒ處デアアルマイカ鐵筋混凝土ノ理論ハ一口ニ云ヘバ龜裂學デアリ龜裂實驗ヲ伴ハナイ議論ハ一切空論トモ云ヘル

嚴格ニ云ヘバ此ノ問題ハ安全率ヲ先ヅ六ト定メル而シテ計算法ハ(一) (一一一六頁)ニ因ル此ノ時ハ許容應力度ノ二倍即チ極限度ノ三分ノ一ノ點ニ於テ採ルノガ一番適當デアルト云フコトニ歸着スルノデアラウト思フガ此ノ如キ所論ニ關シテ一寸私ノ胸ニ浮ブノハえんべるげるノ彈性係數ニ關スル概論トば氏はノ實驗デアアル

えんべるげるノ概論ト云フノハ高橋氏ノ結論(三)ニ間聯シテ居ルコトデ彈係數ハ $\sigma = 0.30 \sigma_{\text{容}} / \text{cm}^2$ ノ關デハ凡ソ $15\% -$

$\sigma = 30-60 \text{ kg/cm}^2$ ノ間デハ凡ソ 8% 位動クガ $\sigma = 30-40 \text{ kg/cm}^2$ 即チ普通探ラレテ居ル許容應力度ノ附近デハ其ノ變動ガ凡ソ 3% 位ニ減ジルノデ非常ニ好都合デアルト云フノデアアル(えんべるる第二版第一卷五一六頁)併シ之モ實驗ニ依ツテ違フデアラウシ又此ノ規ヒ處ガ必ズシモ正シイトハ云ヘヌ普通ハ許容應力度以上ヲ規ツテ居ル唯彈性係數ノ融通性ヲ高橋氏ヨリハ多少廣ク言ヒ表ハシテ居ルコトニ於テ關係ガアル

次ハばっは氏ノ實驗デアアル氏モ安全率ハ矢張六ニハ採ツテ居ルガ之ハ全然こんぐえんしよなるノモノデ其ノ所論トハ何等關係ガナイ氏ノ所論ハ高橋氏ト同ジク混凝土ノ耐伸力ヲ見タ第二計算法——之ハ單ニ私ノ命名ニ過ギナイ——デ計算スレバルノ値ハ實際應力度ニ相當スル耐壓實驗ノ數字ヲ其儘用キテ大體差支ガナイト云フノデ此位ノ程度ナレバ未ダ幾ラカ自然的デアアル高橋氏ノ所説ハ恐ラク之ヲ裏付ケル理論ガナカラウ大局トシテナラバ首肯サレルガ大局論トナルト例ノ許容應力度ノ二倍ノ點ト云フノガ何ウモ氣掛リニナツテ仕方ガナイ

第六節 指數法則ノ特性

ソレカラ結論ノ(一デアアルガ(一一一四頁)之ニ就イテハばっは氏自身ガ斯ウ云ツテ居ル「自分ノ公式ハαトmトガ砂ノ調合比例トカ其他ノ事情ニ應ジテ非常ニ感シ易イコトガ特徴デアリ鐵材等ニ於テハ物理的實驗ニ由ツテ發見シ得ナイ性質迄モ之ニ由ツテ探知シ得ル利益ガアル」ト(ばっは第六版八〇頁)成程斯ウ云フ研究ハ科學ノ進歩ノ爲メニハ個人的ニモ國家的ニモ非常ニ有益ナコトデアアルガ我々ニハ餘リ役ニ立タナイ餘リニでりけいとデアアルカラ石灰岩ノ碎石ノ處へ多摩川ノ砂利ヲ使ツタリど一なうノ砂ノ代リニ加茂川ノ砂ヲ持ツテ來タリシテハ自分ノ公式ハ其儘使ヘナイト斯ウばっは氏ガ云フノデアアルカラ矢張私共ハとろーとわいんノ方ヲ撰ンデ掛カル唯内地ノせめんとヲ以テ試驗シタトキ其ノ曲線ハ果シテ何ナ位置ヲ占メルカ(第四圖參照)若シ内地ノせめんとガ外國品ニ對シテ劣ツテ居ルトスレバ其ノ品質ヲ何ウ改良スルトカ又ハ碩儒はは氏ヲ回込マスマダケノ發見ガ出來ルトカスレバ極メテ重要ナ意義ヲ持ツ

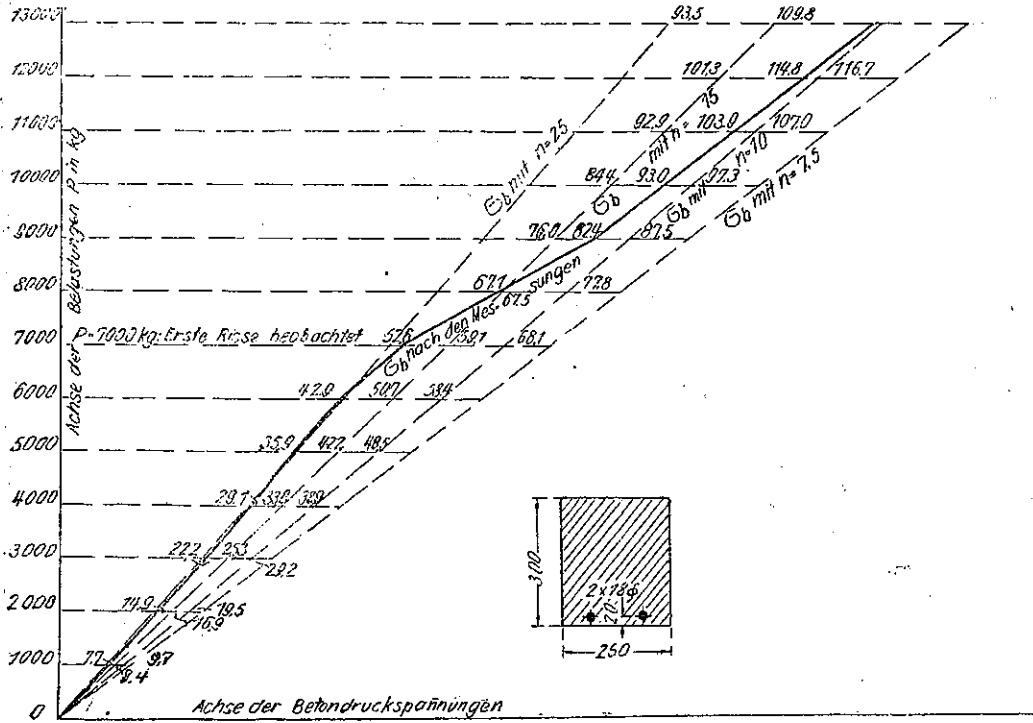
第七節 桁ノ計算方法ト彈比

結論ノ(四)(五)(六)(七)(八)ハ前ニモ云ツタ通り或ル重要ナ任務ヲ帶ビテ進行シ結局最後ハ桁ノ彈比へ落チテ來ルノデアルガ桁ニ關シテハ氏ハ實ハ何等ノ實驗ヲモ遂ゲナイデ「以上實驗ニヨリ得タル結果ハ圓檣柱ニ於ケル壓力ニ對スル彈性係數ナルモ之ヲ桁ニ對スルモノト比較スルニ他實驗ノ示ス所ニ依レバ前者ニ比シ殆ド同一ナルカ或ハ極メテ僅カ少ナリト云フ故ニ本實驗ノ結果ヲ桁ノ場合ニ應用シテ差支ナキモノト認メラル」(一一一七頁)ト最初ニ斷ツテ欲シイコトヲ最後ニ云ハレテ居ル無論彈性係數ハ何レノ場合ニ於テモ同一ト見做スヨリ外ハナイガ之ハ寧ロ理論又ハ假定カラ來ルノデ實驗カラ來ルノデハナイ然ウ見做シテモ矛盾ガナイト云フニ過ギヌ尤モ他實驗ト云フノハ撓度カラ彈性係數ヲ出ス方法ヲ指スノカモ知レナイガ之ニハ中軸線ノ移動問題ガ出テ來テナカナカ面倒臭イことしてゐる委員會ノ實驗ニ依レバ鐵筋ノ多少ニ從ツテ鐵筋ノ彈性係數ガ變ツテ來ルソレガ爲メニ佛蘭西ノ規程ハ柱ニ對シテハ彈比ヲ變數(Stress)トシテ取扱ツテ居ルノデアルガ又一方彈性係數ナリ彈比ヲ一定シタイト云フ主張ヤ希望ガ出ルノモ不當デハナイ

高橋氏ガ(イ)及(ロ)當リ(一一一五頁)ニ述ベラレテ居ルコトハ抽象的ニハ正シイ而シテ此等ノ理由ノ爲メニ獨逸當リノ計算法ガルナラザル(イ)ヲ以テ手加減ヲ加ヘテ居ルコトハ隱レモナイ事實デアリ(見方ニ依ツテハ然ウ云ヘル)又今述ベタルヲ變數トスル取扱ヒ方ニモ批難ハ出テ居ルノデアルガ併シ何ナリ計算法ガ一番正シイカト云フ内ニモ問題ハ自ラ二ツニ分レルト思フ孰レガ一番實際ニ近イカト云フノト孰レガ實際ト餘リ離レナイ程度ニ於テ一番簡單デアルトカ或ハ比較的安全デアルトカ云フノト少クトモ兩者ノ立場ノ違フコトダケハ認メナケレバナラヌ

はっは氏ハ管テ甲ノ立場ニ立ツテ桁ノ實驗ヲ遂ゲテ居ル(えん)へるげる第二版第一卷四三七頁ヨリ四四一頁迄(實際應力度ニ對シテ計算應力度ハ二通りノ計算法カラ出ス第一ハけーねん氏ノ計算法即チ普通ノ計算法デ彈比ハ獨逸鐵道規程ノ $n=10$ ト普通規程ノ $n=15$ ト最大ハ $n=15$ 最小ハ $n=7.5$ ヲ採ツテ居ル第二ハ混泥土ノ耐伸力ヲ見込ダ計算法デア

ルガ其ノ分布ヲ直線トシテ居ルカ拋物線トシテ居ルカハ分ラヌ話ノ眼目デモナイノデ檢算モシテ見ナカッタガ彈比ハ $n=8$ トカ $n=10$ トカヲ採リ此等ガ實際應力度ニ合フカ何ウカ假定ノ彈比ハ耐壓實驗ノ數字ト合フカ何ウカヲ檢査シテ



第六圖

居ル而シテ決論ハ龜裂荷重迄ハ大體ニ於テ第二計算法
 ガ能ク合ヒ彈比ハ耐壓實驗ノ數字ヲ其儘使ツテモ可イ
 龜裂後ハ第一計算法ガ可ナリニ合フト云フコトニナツ
 テ居ル圖面ニ載ツテ居ル線ハ第一計算法ノ分ダケデ
 アル

第六圖ハ桁三三三號鐵筋量ハ 0.7% 龜裂荷重 7,000 kg
 破壊荷重 16,000 kg 極強度 213 kg/cm² 許容應力度
 $\frac{1}{6} \times 213 = 35.5 \text{ kg/cm}^2$ 耐壓試驗ニ由ルルノ値ハ

$$\sigma = 35.9 \text{ kg/cm}^2 \text{ ノトキ } n = 7.2$$

$$\sigma = 71.8 \text{ kg/cm}^2 \text{ ノトキ } n = 7.8$$

$$\sigma = 119.6 \text{ kg/cm}^2 \text{ ノトキ } n = 9.3$$

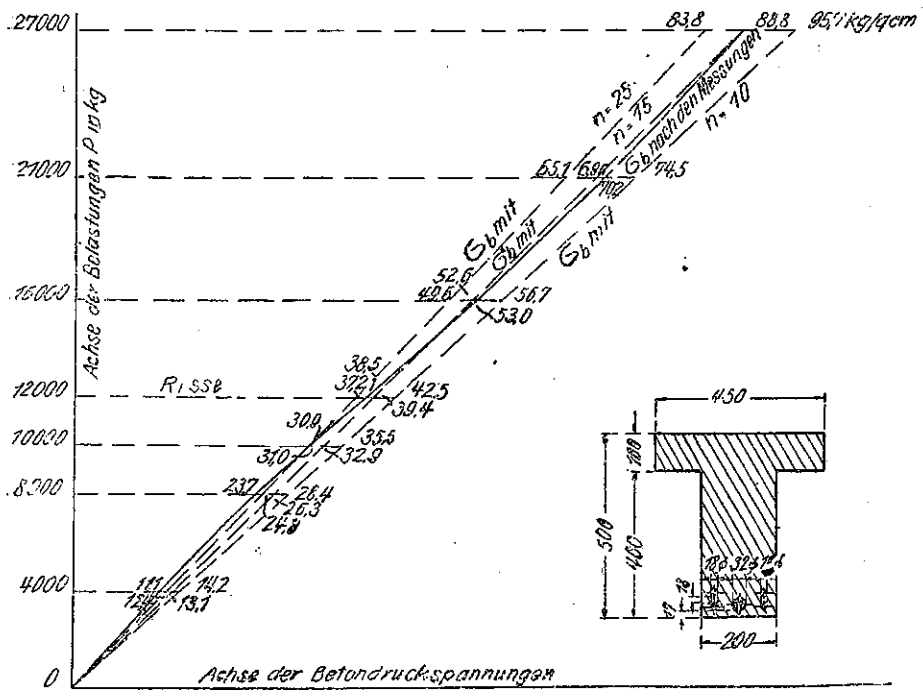
圖ニ依レバ龜裂荷重即チ $P = 7,000 \text{ kg}$ 位迄ハ $n = 15$ ヲ
 以テ計算シタ應力度(第一計算法)ハ實際應力度ヨリハ
 少シ大キク出 $P = 10,000 \text{ kg}$ 位ニナルト $n = 10$ ヲ以テ
 計算シタ應力度ガ實際ニ接近シテ來ル言葉ヲ換ヘテ云
 ハバ龜裂後ニ於テ混凝土ガ其ノ耐壓力ヲ出シ切ツタ場
 合ニハ n ハ其ノ應力度ニ相當スル耐壓實驗ノ數字ヲ用
 キテ可イコトニナル

第二計算法ニ關シテハ龜裂前即チ凡ソ $P = 6,000 \text{ kg}$ 位

迄ハニニシテヲ以テ計算シタモノガ左表ノ通り比較的能ク合フ

荷重 P	2,000	4,000	6,000kg
$\sigma_{\text{實}}$ 實験	14.9	29.1	42.9kg/cm ²
$\sigma_{\text{計}}$ 計算 $n=7.5$	12.8	25.6	38.4kg/cm ²

討論 混凝土ノ彈性係數ニ關スル實驗



第七圖

此ノnノ値ハ耐壓實驗ノ數字ト合ツテ居ル而シテ恰度許容應力度ノ二倍ノ應力度ニ相當シテ居ルガ之ハホンノ偶然デアル

第七圖ノ丁字桁八六號鐵筋量1.5% 龜裂荷重 12,000kg
破壊荷重 48,000kg 極強度 247kg/cm² 許容應力度 $\frac{1}{6} \times 247 = 40\text{kg/cm}^2$ 又nノ實驗ノ結果

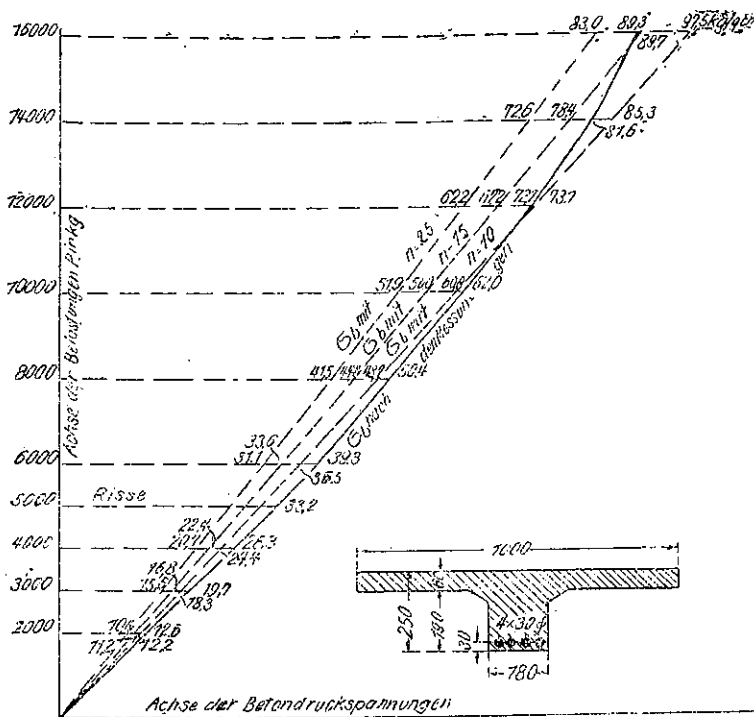
$$\sigma = 24.5\text{kg/cm}^2 \text{ ノトキ } n = 7.6$$

$$\sigma = 49.1\text{kg/cm}^2 \text{ ノトキ } n = 8.2$$

$$\sigma = 98.1\text{kg/cm}^2 \text{ ノトキ } n = 10.1$$

今度ハ表ハ略スルガ龜裂ガ入ル直ぐ前即チ $P = 10,000\text{kg}$ 位迄ハニニシテ第二計算法ニ由ルノガ一番能ク實際ニ合フト云ツテ居ル此ノ場合ニハnニ對スル應力度ハ許容應力度ノ二倍ヨリハズツト低イガ無論ソレハ耐壓實驗トハ合フ

第一計算法ニ關シテハ龜裂後ニ於ケル實際應力度ハニニ10トノ間ヲ行ク而シテnノ實驗價 (ニニ9-10)



第八圖

ヲ以テ計算シタ應力度ハ實際ヨリハ稍々大キク出ル例ヘバ $P = 27,000\text{kg}$ ノトキニ 10 トシテ計算スレバ實際應力度 $\sigma = 88.8\text{kg/cm}^2$ ニ對シテ $\sigma = 95.7\text{kg/cm}^2$ デアリ凡ソ 7% 程大キイ

第八圖ハ丁字桁三九〇號鐵筋量 6.7% 龜裂荷重 $5,000\text{kg}$ 破壞荷重 $25,200\text{kg}$ 極強度 127kg/cm^2 許容應力度 $\frac{1}{6} \times 127 = 21.17\text{kg/cm}^2$ 又 n ノ實驗價ハ

$$\sigma = 24.0\text{kg/cm}^2 \text{ ノトキ } n = 7.9$$

$$\sigma = 48.1\text{kg/cm}^2 \text{ ノトキ } n = 9.0$$

$$\sigma = 84.1\text{kg/cm}^2 \text{ ノトキ } n = 11.8$$

之モ表ハ略スルガ相當大キイ荷重即チ $P = 10,000\text{kg}$ 位迄ハ n ノ實驗價ヲ以テ計算シタ第二計算法ガ能ク實際ト合フソレ以上ノ應力度トナレバ矢張り同様ノ n ヲ以テ計算シタ第一計算法ガ寧ロ能ク合フ

高橋氏ノ立場ハ充分ニ分ラヌ併シ氏ハ「現今我國ニ於テ實際ニ用ヒラル、値ハ歐米ニ於ケルト等シク一五ナリ斯克 n ヲ一五トスルコト果シテ適當ナリヤ」(一一一五頁)ト先ツ疑ヒテ「普通ニ起ル荷重ノ範圍内ニテハ寧ロ其ノ値ハ一〇以下ナリ」(同頁結論七)ト斷ジ次頁ニハ(一)(二)(三)(四)ト四種ノ計算法ニ由ル一實例ノ計算ノ結果ヲ比較對照シ「一」ノ計算法ハ最モ事實ニ近キ結果ヲ與フルモノニシテ云々ト云ハレテ居ル處ヲ見ルト餘

程ばは氏當リノ説ニ似テ居ルヤウニ思ハレルガ前文中事實トハ何ヲ指スカ分ラヌ之ハ唯一ノ計算法ガ最も合理的ナ應力分布ヲ與ヘルデアラウト云フ氏ノ推定ニ過ギヌ(一)ノ計算法ハさんだゝす氏ノ計算法デアアル私ハ氏ナリさんだゝす氏ノ如ク混凝土ノ應壓度分布ヲ拋物線トスルコトヲ餘リ好マナイノデアアルガ之ハ後ニ譲リ兎モ角混凝土ノ耐伸力ヲ考慮ニ加ヘル點ニ於テハばは氏ト略ボ同ジデアアル處ガ此ノ如ク混凝土ノ耐伸力ヲ考慮スルコト、ナレバ之ニ對スル彈性係數ガ問題ノ中ニ這入ツテ來ル元來壓力ト張力トデハ彈性係數從ツテ彈比ハ違ヒ又同ジ張力ニ對シテモ應力度ニ由ツテ相當ニ違フノデアアルガ(二)ニ關シテハルハ耐壓實驗ノ値ヲ用キテ大體差支ガナイト云フコトヲばは氏ノ實驗ハ教ヘテ居ル無論之ハ龜裂荷重迄デアアル龜裂荷重迄ハ第二計算法ハ成程事實ニハ近イ併シ單ニ事實ニ近イト云フ點カラ行ケバ鐵筋量ノ少イ桁デハ(三)見當ノ第一計算法ノ方ガモツト近イカモ知レヌ(第六圖及第七圖參照)唯之ハルナラザルデアアル即チ高橋氏ニ依レバ「普通ノ計算法ニ從ヘバ」ノ値トシテハ寧ロ一五ヨリ大ナル數例ヘバ一八或ハ二〇ヲ用フルガ事實ニ近キ結果ヲ與ヘ經濟的設計ナランモ斯クテハル本來ノ性質ヲ犧牲ニシテ計算法ノ不完全ヲ調和セシムル如キ不合理トナル(一一一七頁)ノデアアルガ併シ元來氏ニ依レバ(一)ノ計算法ガ合理的ナノデアアルカラ(三)ノ計算法ハ寧ロ最初カラ本來ノ性質ヲ没却シテ掛ツテ居ル譯デアツテ直グ次ギノ(二)ノ値トシテ一五トスルハ先ヅ以テ妥當ナルベシ(同頁)ト云フ斷定ガ何處カラ來ルデアラウ

ルノ妥當性ハソソ口龜裂前カラ現ハレル而シテ龜裂後ニ於テ初メテ其本來ノ性質ヲ發揮シ耐壓實驗ノ數字ヲ用ヒタ第一計算法ガ漸次實際ニ近ヅイテ來ルノデアアルガソレデモ第六圖又ハ第七圖ニ於ケル如ク實驗數字ヲ其儘使ツテハ未ダ實際應力度ヨリハ多少大キク出ル傾向ガアル換言スレバ中軸ガ高カ過ギル何故高カ過ギルカト云ヘバソレハ氏ノ指稱シテ居ラレル通り直線分布ノ假定——ふろーぶすと氏ニ依レバ平面保存ノ假定(私ハ寧ロふろーぶすと氏ノ見解ヲ採ル)ト又極僅カナガラモ耐伸力ノ無視ガ手傳ツテ居ルデアラウガ(四)併シめるし。氏ニ依レバソレハ安全率ナノデアアル彼ニ依レバ桁ノ計算ハ龜裂ヲ目途トスル而シテ(五)トシテノ第一計算法ハ龜裂應力度ニ對シテ一・二乃至一・五ノ安全率ヲ有ツ

テ居ルめるし^ル氏ハ乙ノ立場ニ立ツテ居ル成程第一計算法ハルノ値ガ合ハヌコトハ合ハヌ而シテ之ニ對シテハ多クノ學者ガ喧シク論ジテハ居ルガ實際問題カラ行ケバ合ハヌト云フコトヨリハ相當ノ安全率ヲ有テ而シテ可成簡單ナ計算法ガ欲シイト云フコトニナル高橋氏ハ此ノ安全率ニ就イテハ何等論ジテ居ラレナイガ若シ^ハ氏はノ實驗ヲ正シイモノトスレバ高橋氏ハ許容應力度ノ二倍附近ニ於テ^ルヲ採ラレテ居ルノデアルカラ多少其處ニ安全率ガアルラシク思ハレル從ツテ乙ノ立場ニ於テハ氏ノ御議論ヲ認メルコトガ出來ルガソレナラバ龜裂ニ對シテ凡ソ幾何ノ安全率ガアルト云フコトモ明示サレナケレバナラヌ之ニ關シテめるし^ル氏ハ許容應力度ノ守護神ヲ捨テヨト迄極言シテ居ル

モウ一ツ鐵筋混凝土ニ於テ龜裂ガ許セルカ否カト云フコトニ就テハ色々議論ハアルガ之ハ後節ニ讓リ實際龜裂ハ能ク這入ルノデアルカラ設計トシテハ龜裂後ノ場合モ一考シテ置ク必要ガアル龜裂後ニ於テハ鐵筋量ノ少イ場合ニハ中軸ハ漸次上向スル即チ^ルハ小サクナル反對ニ鐵筋量ノ多イ場合ニハ中軸ハ漸次下向スル即チ^ルハ大キクナル此ノ消息ハ第六圖ト第八圖トヲ對照スレバ能ク分ル猶ホ^ハは及^ラズ^ニ一^ニ兩氏ガ一九一〇年ニ發表シタ中軸線ノ移動ニ關スル圖表(えんべる^ルげる第二版第一卷四一二頁)ヲ見レバ一層能ク分ル鐵筋量ノ少イすら^ハナド^ハハ^ルハ龜裂後俄カニ小サクナルカラ第六圖ニ於ケル $\approx 11.5\%$ トカ又高橋氏ノ(三)ノ計算法ノ説明中ニ現ハレテ居ル $\approx 15-20\%$ トカハウツカリ使ヘナイ無論 $\approx 17-20\%$ ト云フ様ナ價ヲ使ヘバ $\approx 5\%$ ハ余リニ大キ過ギルコト、ナルガ丁字桁デハ一杯ニナル傾向ヲ有ツテ居ル

第八節 混凝土ノ對伸強

桁ノ計算ニ於テ混凝土ノ耐伸力ヲ見ルガ可イカ何ウカト云フコトハ能ク出ル問題デアルガ今日學說トシテ猶ホ執レトモ決定シテ居ナイ併シ之ハ今述ベタ微龜裂ガ許セルカ否カト云フ問題ト離シテ考ヘルコトハ出來ヌ而シテ後ノ問題ニ關シテハ微龜裂ハ鑄ニ對シテ有害デアルカ否カ若シ有害デアルナラバ何ノ程度迄有害デアルカト云フコトガ先決問題トナルノデアルガ之モ充分ナコトハ未ダ分ツテ居ナイ

兎モ角微龜裂ハ差支ナイト云フ一方ノ旗頭ハめるし^ル氏デアリ又微龜裂ハ許セナイト云フ側ハめらん氏ガ代表シテ居ル

鐵道ノ方ハ多クめらん氏ノ味方デアル其最初ノめるし。氏當リノ主張カラ行クト若シ龜裂ガ絶對ニ許セナイモノトスレバ鐵筋混凝土ハ非常ニ不經濟ナモノトナルト云フノデアアルソレニハ何ノ位ノ伸ビデ龜裂ガ這入ルカ又ハ何ノ位迄ノ伸ビハ許セルカト云フコトガ問題トナルガ桁ノ下面ニ水線ガ現ハレルノハば。は氏ノ實驗ニ依レバ凡ソ一米ニ付キ一耗即チ一萬分ノ一位ノ伸ビニ於テアリ(えんべるげる第二版第一卷三三八頁)此ノ時ノ鐵筋應力度ハふくす法則カラ計算スルニ $\sigma = 210 \text{ kg/cm}^2$ 位ノモノデアアルぐら。ふ氏ハ一萬分ノ二ノ伸ビ即チ $\sigma = 420 \text{ kg/cm}^2$ 位ノ鐵筋應力度デ龜裂ガ這入ルト云フ(同上五二四頁)ば。は氏ノ實驗ニハ一萬分ノ四ト云フノガアリ(同上三四三頁)めすなじ。及めるし。兩氏ノニハ一萬分ノ五乃至十三・五ト云フ様ナ大キイノガアルガ此等ハドチラカト云ヘバ先ヅ例外ノ方デアアル龜裂ヲ忌ム鐵道ノ丁字桁ナドデ凡ソ何ノ位ノ鐵筋應力ガ許ルサレテ居ルカト云フト先ヅ $750-800 \text{ kg/cm}^2$ デアリ此ノ時ノ混凝土ノ應力カハ $\sigma = 20 \text{ kg/cm}^2$ 位ノモノデアラウト考ヘラレテ居ルガ——鐵筋應力度ガ或ル限度ニ達スル迄ハふくす法則カラ。及。ノ中一ツガ分レバ他ハ計算スルコトガ出來ル——ソレデ龜裂ガ絶對ニ這入ラヌト云フ保證ガ付クカ何ウカ假令保證ガ付クトシテモ鐵筋其者ニハ未ダ相當ノ余力ガ殘ツテ居ル殊ニすらぶナドデ萬一。 $\sigma = 420 \text{ kg/cm}^2$ ト云フ様ナコトニナレバ其ノ不經濟デアアルコトハ論ヲ俟タナイ

龜裂ヲ怖レル方ノ議論ハ學術的ト云フヨリハ寧ロ常識的デアアル而シテ此ノ方ノ主張者ハ孰レモ前ニ述ベタ第二計算法——多少ノ相違ハアツテモ——ヲ以テ。ガ何ノ位ノ値ニナツテ居ルカラ檢證シテ居ル言葉ヲ換ヘテ云ヘバ第二階段ニ於テ計算スル普魯西亞デハ此ノ應力ノ限度ハ耐伸強ノ三分ノ二若シ耐伸實驗ガナケレバ耐壓法ノ十分ノ一ト云フコトニナツテ居ルめるし。氏ハ之ヲ評シテ「耐伸強ト云フノハ純張力ノ方デハナク桁トシテノ耐伸強ノ間違ヒデハナイカ若シ然ウデナイトスルト龜裂ニ對スル安全率ハ普通我々ガ探ツテ居ル所ノ一・二乃至一・五ノ代リニ三トナリ鐵筋混凝土ノ經濟的使用ヲ阻害スル」ト云ツテ居ル又耐壓強ノ十分ノ一ト云フノデアレバ許容應力度ハ $90-95 \text{ kg/cm}^2$ トナルガ之デハ殆ドち。つくノ必要ハナイ

めるし、氏ノ心積リデハ耐伸強——純張力——ハ凡ソ 15kg/cm^2 桁トシテノツレハ 30kg/cm^2 位ニナツテ居ル而シテ此ノ普魯西亞規程ハ錯誤又ハ安全過ギルトシテ何ンナ意見ナリ規程ガアルカト云フト耐伸強ガ充分ニ確メラレテ居レバ凡ソ其處迄行ツテハ何ウカト云フ意見ガ可ナリニアル口ノ惡イめるし、ニ云ハセタラ安全率ハ忽チニシテニニ落チタト云フデアラウ

元來此ノ應張力ノコトヲ最初喧マシク言ヒ出シタノハらへす (Lages) 氏デアルソレ迄ハ例ノこんしてゐる氏ノ意見——鐵筋混凝土ハ無鐵筋ノモノヨリモ遙カニ伸ビガ良ク從ツテヨリ大ナル應張力ニ堪ヘ得ルト云フ——ガ專ラ學術界ヲ支配シテ居タガくらゐんろーげる氏並ビニばは及ぐらゝム氏兩氏ノ實驗ハこんしてゐる氏ノ主張ヲ否定シタこんしてゐる氏モ再實驗ヲシタガ前程ノ伸ビ——一米ニ付キ二耗——ハ出ズめすなじ、及めるし、兩氏ノ實驗モ前述ノ通り一萬分ノ五乃至十三・五位デ終ツタ同時ニ(?)らへす氏ハ應張力ノ問題ヲ提起シタ而シテ氏ノ論文ノ影響ヲ受ケテ生レタノガ伯林鐵道管理局ノ規程——Vorläufigen Bestimmungen für das Entwerfen und die Ausführung von Ingenieurbauten im Eisenbeton im Bezirke der Eisenbahnverwaltung Berlin 21. Feb. 1906) デアル假規程デアルニ拘ラズ内容ハ隨分面倒臭イ併シ一口ニ云ハバ之ハめるし、氏ノ云フ通り $\frac{63I}{5s^2}$ ナル式カラ桁トシテノ耐伸強ヲ定メ安全率ヲ一・三乃至二・五ニ採ツテ居ルソレカラ引續イテ同年ノ六月ニ端西ノ鐵道規程翌一九〇七年ノ五月二十四日ニ普魯西亞ノ規程一九〇八年ニ奧太利ノ規程ガ出タノデアアルガ普魯西亞ノ分ニハ前ニ述ベタ様ナ批難ガアル

兎ニ角鐵道デハ龜製ハ怖イ事ノ起リハ伯林市外ノ Wilmerdorf ト云フ村ノ Prinzengartenstrasse ノ上ヲ通ル鐵道拱ヲ架ケル時此ノ應張力ガ問題トナツタ橋ハ三蝶絞ノ拱デアアルガ最初許容應力度ヲ張力ニ對シテ 10kg/cm^2 (壓力ニ對シテハ 45kg/cm^2) ニ採リ供試體強度トシテハ張力ニ對シ $1.5 \times 10 = 15\text{kg/cm}^2$ (壓力ニ對シテハ $3 \times 45 = 135\text{kg/cm}^2$) ヲ要求シタ而シテ耐伸強ノ方ハ桁カラ定メルト云フト桁ノ寸法荷重並ビニ載荷方法迄定メテ掛ツタ處ガ實驗シテ見ルト豫想ニ反シ 38kg/cm^2 カラノ耐伸強ガアルコトガ分ツタト云フ様ナ話ガ出テ居ルソレデ此ノ橋ノ方ハ何ウ云フ風ニナツタカ知ラ

スガめるし。氏ハ一九〇六年ニ第二版ヲ出シソレニハ純張力實驗ニ由ル耐伸強トシテ 12.6 kg/cm^2 又桁ノ實驗ニ由ルソレトシテ 20.7 kg/cm^2 ト云フ様ナ數字ヲ載セテ居ルカラ少シ時代ガ早イニ相違ナイ規程ノ出タノハ同年ノ二月デアル併シ管理局ハ規程中ノ本事項ニ關シテハ猶ホ充分研究ノ必要ガアルコトヲ認メ一九〇七年ノ二月カラ一九〇八年ノ十二月ニ亘リ偶々わいす・うんと・ふらいたーく會社カラ寄附ヲ受ケタ二箇ノ丁字桁ニ就テ實驗ヲ遂ゲテ居ル一ツノ桁ハ $\sigma_s = 36 \text{ kg/cm}^2$ 又龜裂ヲ生ジタガ他ノモノハ $\sigma_s = 58 \text{ kg/cm}^2$ ニナツテモ猶ホ龜裂ヲ生ジナカツタ又前ノ桁ハ $\sigma_s = 49 \text{ kg/cm}^2$ ニナツテ六箇ノ龜裂ヲ生ジタガ幅ハ孰レモ $\frac{1}{20} \text{ mm}$ 位ノモノデ連モ肉眼ニハ入ラナカツタ其處デ此ノ龜裂ガ荷重ノ反覆ニ從ツテ漸次増大スルカ否カ又之ニ濕氣ガ働ケバ鑄ハ何ウナルカラ見ル爲メニ龜裂シタ箇所ヲ水桶ニ浸シ水桶ニハ絶ヘズ空氣ヲ吹込ミ又荷重ニハ震動ヲ與ヘナドシテ最後ノ荷重ヲ都合百三十萬同モ反覆シテ居ル而シテ實驗ノ結果ハ荷重ヲ反覆スルニ從ツテ龜裂ガ漸次増大シ龜裂ガ増大スルニ從ツテ鑄ガ加ハツテ來ルコトハ確カニ分ツタガ鐵筋應力度ガ普通實地ニ起ルモノヨリモ少シ高カ過ギタ即チ應力度ハ一九〇四年四月十六日發布ノ普魯西亞國ノ舊建築規程ニ由ル制限ヲ超過シナイ積リデアツタ處ガ鐵筋ノ大サヲ讀ミ違ヘテ居タ事ガ後カラ知レテ思ハヌ手違ヒガ起ツタ其處デ今度ハ $1,000 \text{ kg/cm}^2$ 以下ノ鐵筋應力度デ何シテ結果ヲ得ルカラ見ル爲メニ更ニ大規模ノ實驗ヲ始メルコトニシタ

荷重ノ反覆ガ破壞ヲ早メルカ否カニ就イテハわしんとん大學ニ於ケル Van Onnum 氏ノ實驗ガアル氏ニ依レバ破壞應力度ノ半分位迄ナレバ何シテ何シテ何シテモ差支ナイノデアアルガ餘リ詳シイコトハ分ラヌぶろーぶすと氏ハ鐵筋應力度ガ彈性限度ニ達スル迄ハ鑄ノ影響ハナイト云ツテ居ルガ無論氏ノ實驗ニハ今ノ鐵道管理局ノソレノ様ニ水桶ヲ持ツテ來ルトカ桶ニ空氣ヲ送ルトカ云フ様ナコトハシテ居ナイ寧ロ此ノ如キハ餘リニ人工的デハアルガ鐵道ノ方ニハ煤煙ガ這入ツテ來ルシ又荷重ノ位置ガ一定シナイ爲メニ剪力ノ影響ガアルソレニ初應力ノ問題ナドガ加ハツテ來ルト問題ハ一層複雑トナル斯ク今日迄ノ實驗デハ龜裂ト鑄トノ關係ハ充分ニ分ツテハ居ナイガ鐵道ノ方ノ輿論ハ龜裂ハ安全ノ爲メニ避ケナケレバナラズ之レヲ避ケルニハ混凝土ノ應張力ハ桁トシテノ耐伸強ヨリハ多少小サクナケレバナラヌト云フコト

ニナツテ居ル(えんへるげる第二版第七卷六七頁ヨリ七二頁迄)

實際問題トシテハ鐵道ダケハ別デアアル鐵道以外デモすらぶト丁字桁トハ別ニ扱ハレテ居ル丁字桁ニハ能ク第二計算法ヲ使フ併シ第二計算法ハ隨分面倒デアアルぶろーぶすと氏は丁字桁ニ於ケル實際應力度ト計算應力度トヲ比較スル爲メめらん氏ノ公式ヲ使ツテ居ルガ極初期ノ荷重階段デハ $E_{st} : E_{st} = 1.2$ ヲ採リ荷重ガ稍々進ンダトキニハ $E_{st} = 0.5$ ヲ採ツテ居ル併シ此ノめらん氏ノ計算法モ前ノ普露西亞規程以上ニ檢算シテノ實際的價値ヲ有スルカ否カハ疑問デアアルめるし。氏ハ此ノめらん氏計算法カラ出タ塊太利ノ規程ヲ普魯西亞ノ規程ト同ジク *Übertrag* トシテ居ル

ざーりがー氏ノ立場ハ比較的公平デアアル氏ハ云フ鐵筋量ガ $n\%$ 以上ノ場合ニハ龜裂ガ這入ツテカラモ鐵筋ハ恐ラク猶ホ充分ノ餘力ヲ有スルデアラウカラ耐伸力ヲ見込ムコトハ差支ナイガ鐵筋量ノ少イ場合ニハ龜裂後ニ於テ鐵筋應力度ガ直チニ比例限度ニ達スル虞ガアルカラ許サレナイ丁字桁デハ耐伸力ハ最初カラ問題デハナイ(ざーりがー氏ノ頭ニハ鐵筋應力度ノハ小頁)何故デアルカ之ハ高橋氏ノ(ロ)(一一一五頁)ノ逆ヲ云ヘバ可カラウ耐伸力ヲ見込メバ中軸ハ上向シ鐵筋應力度ノハ小サク出ルガ餘力ガアレバ實際ヨリ多少小サク出タ處デ大シタ危險ハナイ丁字桁ナドデハ無論問題ニナラナイ之ニ反シテ鐵筋量ノ少イモノデハ上述ノ理由カラ可成。ノ大キク出ル様ナ計算方法ガ望マシイ尤モざーりがー氏ノ頭ニハ鐵筋應力度ト混凝土ノ應張力トハ附物デアリ前者ガ比例限度ヲ超過シナイ限り張力圈ハ害サレナイト云フ考ガアリ而シテ此ノ考ハ確カニ佛蘭西カブレヲシ過ギテ居ルノデアアルガ斯ウ云フ考ヘ方ニ依レバ第二計算法ハ確カニ *Übertrag* ニナル即チ丁字桁デハ少シ鐵筋ノ許容應力度ヲ小サク採ツテ置ケバ可イ耐伸強ニ餘リ重キヲ置カナイ處モ能クめるし。氏ニ似テ居ル

爰ニ此ノ問題ニ關シテ特種ノ位置ヲ占メテ居ルノハ我邦ノ學者デアアル私ノ推察スル所ニ由レバ一部ノ人々ハ此ノ混凝土ノ耐伸力ヲ見込ム見込マスト云フコトヲ經濟問題カ何カノ様ニ解釋サレテ居ルノデアアルガ之ハ決シテ經濟問題デハナイ而シテ最モ雄辯ニ之ニ答ヘテ吳レルノハざーりがー氏デアアル氏ニ依レバ桁ナドデ此ノ耐伸力ヲ見込ムコトハ溫度變化並

ビニ收縮作用カラ生ズル初應力ヲ考ヘタ場合非常ニ不利益ナ應力分布ヲ生ズルノデアアル經濟問題トスルコトノ出來ルノハ Statische Berechnung ノ場合ニ限ラレテ居ル從ツテ之ヲ經濟問題トスル人々ハ先ヅ以テ初應力ナドヲ計算スル必要ハ絶對ニナイト云フコトヲ説明シテ掛ラナケレバナラヌ之ガ出來ルカ何ウカ

ゴーリガ一氏ハ溫度變化及吸收縮作用ヨリ生ズル應力ノ計算方法ヲ可ナリ具體的ニ示シテ居ル方法ハ圖式デアアルガ夫ハ略シ何ノ位ノ伸縮ヲ見込デ居ルカト云フニ先ヅ收縮係數ハ佛蘭西學者ニ從ツテ $\epsilon_s = 0.0004$ ニ採ツテ居ル次ニ溫度變化ニ關シテハ攝氏百度ニ付キ混凝土ノ膨脹係數ヲ $\alpha_s = 0.001370$ 鐵ノソレヲ $\alpha_s = 0.001235$ トスル從ツテ混凝土ハ攝氏百度ニ付キ $\epsilon_s = 0.000135$ ダケ餘計ニ伸縮スル一般ニ溫度變化ヲトスレバ伸縮差ハ $\epsilon_s = 0.00000135$ デ溫度ガ昇レバ水中硬化溫度ガ下レバ空中硬化ト同ジ現象ガ起ル冬ガ一番怖イ冬ニハ溫度ノ降下ト收縮作用トガ結付キ得ル今假リニ 30°C ノ溫度降下ガ起ルモノトセバ $\epsilon_s = 60 \times 0.00000135 = 0.00008$ 從ツテ總收縮率ハ $\epsilon_s = \epsilon_s + \epsilon_s = 0.00048$ トナリムックす法則カラ計算スレバ凡ソ $\sigma_s = 20 \text{ kg/cm}^2$ 内外ノ應張力ガ初應力ダケ起ル譯デアアルカラ此ノ上耐伸力ヲ見込ムト云フ様ナ余地ハ何處ニモナイ溫度ガ上レバ收縮作用ハ緩和サレル $0.0004 + 0.0000135 = 300^\circ\text{C}$ ダケ上レバ收縮作用從ツテ初應力ハ消エテ仕舞ヒ之以上上レバ混凝土ニハ應壓力鐵筋ニハ應張力ヲ生ズル以上ノ性質ハ火事ノ時分ニ大ヘン都合ガ可イ恐ラク相當ノ高熱度ガ繼續シタ後鐵ハ初メテ其ノ強度ヲ失ヒ全體トシテ倒潰スルデアラウ反對ニ冬ハ總テノモノガ脆弱性ヲ帶ビテ居ルカラ一層危険トナルト云フノガ其ノ要旨デアアル實際斯ナ大キイ收縮ハ起リ得ナイトシテモ本問題ガ經濟問題デナイコトダケハ兎ニ角之デ分ル而シテ跡ニハ耐伸強ヲ考慮スルコトハ實際ノ應力分布ニ近イト云フ觀念ダケガ殘ル

第九節 鐵筋混凝土ニ於ケル指數公式ノ實際的價值

實際ニ近イト云フ點カラ行ケバ指數法則ハ一番實際ニ近イデアラウト思ハレルガ荷重ノ第三階段ニ於テハ應張力側ノ曲線ハ稍モスレバ姿ヲ隱シテ仕舞フば一氏モ應張力ニ對スル公式ハ與テ居ラヌ第四圖ニハ耐伸公式トシテ $\epsilon = \frac{1}{150,000} \sigma_s$ ト云フノガ示サレテ居ルガ主人ガ分ラナイ恐ラク誰カハ平均價ヲ採ツテ作ツタモノデアラウ(序ニ同圖ニ示サレテ居ル

こんしてゐる線ハ何ノ實驗デアルカヲ私ハ確メテ居ナイ。又指數公式カラ彈性係數ヲ採ラウトモソレヲ高橋氏ノ所謂實驗數字カラ採ラウトモ應力分布線ハ殆ド一致シナケレバナラヌ等デアルカラ實驗ノ領分ニモ指數公式ハ餘リ出テ來ヌ殊ニ桁ノ計算法トシテハ餘リニくらしくデモアリ又何ンナ α 及 m ノ値ヲ用ヒテ可イカニ感フ一々實驗シテ見ル譯ニモ行カナイ

此ノ指數法則ヲ最初ニ桁ノ理論へ持込シテハ恐ラクばは氏其ノ人デアラウ兔ニ角ばはニハ其ノ計算法ガ載ツテ居ル(ばは第六版二三三四頁)氏ハ例ノ如何ニモ眞摯ナ態度デ指數法則デハ中軸ノ位置ハ同一荷重ニ對シテモ断面毎ニ動キ又同一断面ニ在ツテモ荷重ニ應ジテ動クコトヲ教ヘテ居ル何ウ考ヘテ見テモばは氏ダケハ學術界ノ渡リ鳥デハナイ處ガ其ノ渡リ鳥中ノ渡リ鳥デアル所ノ私共ハ此ノ端嚴水モ漏サヌ様ナ指數法則ニ於テ一ツノ假定ヲ發見スルソレハ例ノべるぬりー氏ノ假設デアル指數法則ト雖モ矢張各荷重階段ニ對シテ平面保存ヲ假定シナケレバナラヌ而シテ此ノ點ニ就テハふつくす法則ヲ用ルト何等撰ブ所ハナイ

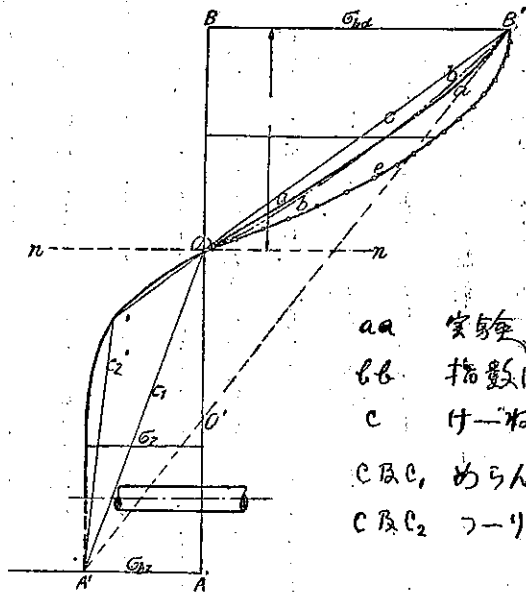
平面保存ハ桁ノ理論ニハ附物デアアル平面保存ハ中軸ノ絶對不動ヲ意味スル平面ガ保存サレナケレバふつくす法則ハ成立タナイ反對ニふつくす法則ガ成立ツ材料——彈性係數一定不變ナ——デハ平面保存ハ成立ツモノトシテ取扱ツテハ居ルモノ、之トテモ剪力ノ影響如何ニ由ツテハ大分恠シクナル鐵筋混凝土デハ指數法則ガ成立ツノデアルカラ中軸ノ絶對不動ト云フ様ナコトハ無論有リ得ナイ併シ一定ノ荷重ニ對シテハ平面保存ガ成立ツカ何ウカ之ハ實測ニ俟ツノ外ハナイ最初ニ此ノ事項ヲ研究シ初メタノハくらくらいんろーげる氏デアアル上下兩線維ノ間ニ澤山ノ測點ヲ設ケテ伸縮ヲ觀測シ之ヲ繋イデ見ルト如何ナル荷重階段ニ於テモ其ノ線ハ曲線トナル之ハ平面保存ガ成立タナイ證據デアアル若シ成立テバ上下兩線維ノ伸縮ヲ繋イダ直線ガ新位置トナリ中軸ハ直グ發見サレル筈デアアル殊ニ剪力ノ影響ガアツテハ問題ニナラナイソレデぶろーぶすと氏ナドハ高橋氏ガ(ロ)デ云ハレテ居ル混凝土ノ應壓力ノ直變化ノ假定ト云フ處へ平面保存ノ假定ト云フ言葉ヲ使ツテ居ルノデアアルガスンナ具合ニ平面保存ガ成立タヌトスレバ指數法則モ然ウ神聖ナモノデハナイ私ハ同ジ感シヲ

流速ノ指數公式ニ持ツ

第十節 混凝土ノ應壓力分布

高橋氏ノ舉ゲラレテ居ル四種ノ計算方法ノ中一ハさんだーす及び

aa 實驗
 bb 指數(法則)
 c けーねん
 c及c₁ めらん
 c及c₂ ーりえ



たり兩氏ニ何レダケノ實驗ナリ理論ナリガアルカハ實ハ私ハ知
 ラナイノデアルガ混凝土ノ應壓度ノ變化ヲ拋物線トスルコトハ
 私ハ餘リ好マヌ之ハ却ツテ實驗ト合ハナイ様ニ思ハレルぶろー
 ぶすと氏ニ依レバ第九圖ニ於テ實線bハ實際ノ應力分布線
 即チ第五式ノ彈性係數ヲ用ヒテ觀測變形ヲ應力度ニ直シタモノ

九 鎖線ハ指數曲線デアルふくす法則ト指數法則トハ能ク合
 フ而シテcハリったー氏ノ拋物線デアルガ之ヨリハ直線ノ方ガ
 寧ロ實際ニ近イ此ノc線トc₁線トヲ共用スレバめらんトナリ又
 cトc₂トノ兩線ヲ使ハウト云フノガをすてんふゑると及つり
 えてー兩氏ノ提案デアルガ此等ハ孰レモ緣維應力度ヲ目途トシテ
 居ルノデ中間部分ノ正否ハ論ジナイ又總テハ第二階段ニ於テハ

アリ鐵筋ガ應張力ノ大部分若クハ全部ヲ受クル第三階段トナレバけーねん即チc線ガ一番適當ナ分布状態トナル(ぶろ
 ーぶすと二五六頁カラ二五八頁)ト云フノデアルガ此ノ議論ガ各荷重階段ニ於ケル平面保存ヲ假定シテノ話デアルコト
 ハ勿論ノコトデアル

引用書

C. Bach—Elastizität und Festigkeit 6^{te} Auflage

Hütte—I. 21. Auflage

Beton—Kalender 1912, Erster Teil

Rud. Saliger—Über die Festigkeit veränderlich elastischer Konstruktionen insbesondere von Eisenbeton-Bauten, 1904

Mörsch—Der Eisenbetonbau 4^{te} Auflage

Probst—Vorlesungen über Eisenbeton I. 1^{te} Band

Empinger—Handbuch für Eisenbetonbau. 2 Auflage. I. Band

Empinger—Handbuch für Eisenbetonbau. 2 Auflage. VII. Band

(完)