

縣道溝橋鐵筋混凝土版桁設計計算ニ就テ

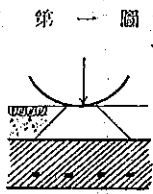
(第八卷第三號所載)

會員 工學士 坂 田 時 和

故竹内式郎氏ノ表題ノ論文ヲ討議セヨト云フ金森編輯委員長カラノ御命令デアアル此ノ御命令ヲ受ケル毎ニ私ハ光榮ヲ感ズルト共ニ「アノ男ナラ屹度例ノ鈍帳趣味デ出テ來ルニ相違ナイカラ……」ト云フ可笑味ヲ感ズルノデアアルガソレデモ光榮ハ光榮デアアルニ相違ナイソレデ此ノ光榮ヲ體シテ少シ出難イノヲ出掛ケテ見ルコトニシタ

荷重ノ分布

成程一寸覗イタ處デハ單純桁ノ計算ニ過ギナイノデアアルガ實ハ恐ロシイ陥穽ガ幾ツモ手ヲ擴ゲテ待ツテ居ル第一荷重ノ分布ガ土ガアツテハ何ウナルカ分ラナイツマリアノ土ガ曲物デアアル何シテ本ニモハツキリシタコトハ書イテナイ寧ロ學者ハ皆此ノ問題ニ觸レルコトヲ避ケテ居ル實際的ナ本例ヘバベとん・かれんだーノ如キハ止ムヲ得ズ取扱ツテ居ルモノハソレハ鐵道ナドデ荷重ガ道床カラ直グ版ニ傳ハル場合ニ限ラレテ居ル即チ第一圖ノ如キ場合デアアルコンナ道中ノ極メ

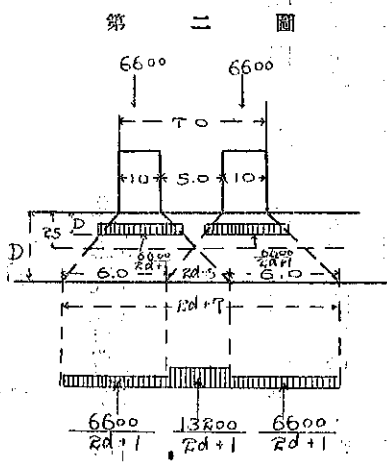


テ短イ場合ニモ角度——分布線ガ垂直線ト作ス角度ハ必シモ四十五度トシナイデ内輪目ニ三十度トシテ居ル人ガアル一番確カデ一番能ク研究セラレテ居ルノハ輪重ガ直接版ノ上ニ載ツタトキ即チ土ト云フ疑ハシイめであむノナイ場合デアアルガ此ノ場合トテモ決シテ理想的ナ等布ガ起ル譯デハナイカラ分布幅ニ對スル各國ノ規定ナドハ少シジ、違ツテ居ル無論四十五度ニハナツテ居ナイ多クハ

多少ノ實驗ヲ加味シ餘リ危險ノナイ程度ニ分布幅ヲ制限スルコトニ劣メテ居ルト思フト協同面積ハ實驗シテ見ルト版ノ Continuity ノ爲メニ今迄想像又ハ規定サレテ居ルヨリモズツト大キイト云フノデ彎曲力率ヲ二割減ニシテ計算シテ居

ル例ナドガアツタリスル何レニシテモ土ガナケレバ前後ノ兩輪カラ下シタ分布線ガ下デ重ナリ合フコトハ殆トナイ可
字桁ナドデモ兩輪ガ肋桁ト肋桁トノ間ニ同時ニ載ルコトハ減多ニナイカラナカク詳シク説明シテアル少シ皮肉ニ
觀察スレバ先ツンナ譯デ分布線ガ重ナリ合フ場合何ウ取扱フカト云フコトガ疑問ナノデアルガ其處ヲ巧ク避ケテ居
ル

土ガアレバ先ツ分布線ノ角度ガ怪シクナル尤モ拱橋ナドニハ普通ノ四十五度法ガ考ヘラレテ居ルガ元來拱デハ等布荷重
ニ直シタリスル位デアルカラ荷重分布ノ如何ハ餘リ重要ナ問題デハナイ又土被リガ大キクナレバ其ノ土ノ重量ガ單獨ニ
又ハ動荷重ト結合シテ版ニ對シ何ウ云フ風ニ働クカト云フコトガ充分ニ分ラナイ下水管ノ計算ニ關シテハ例ノより
りんぐ氏ノ考案ガアルガアレヲ其ノ儘橋ヘ持つテ來ルコトハ少シ危險ナ氣ガスル
併シ煎ジ詰メタ處荷重ハ四十五度ノ角度ヲ作シテ下ルモノトデモ假定スルヨリ外ニ方法ハナイ然ウ假定スレバ自働車ヲ
後カラ眺メタ場合橋幅ノ方向ニ於テ竹内氏ノ第四圖(四頁)又ハ第九圖(十二頁)ノ如キニタ通りノ分布狀態ヲ生ズル左ハ
後輪一箇ニ就キ右ハ兩輪ニ就テ考ヘタモノデアル右ノ方デハ問題ノ分布線ノ重ナリ合ヒガ起ル其處デ何レノ場合ガ版ニ



(十三頁)デハナクシテ

$$w = \frac{6600}{2d+1}$$

$$w = \frac{13200}{2d+1}$$

ノ通りデアアルガ兩輪ノ場合ハ
(但シ縦ノ分布面ト衝擊係數トハ考ヘナイデ) $D > 2.5$ トナレバ一輪ノ場合ハ前

對シテ有害ナ結果ヲ生ズルカト云フ比較問題ニ就テ少シク鈍張趣味ヲ發揮スレ
バ私ハ氏トハ聊カ見方ヲ異ニスル $D > 2.5$ オレバ何レノ場合モ

$$\frac{w}{2d+1} = \frac{13200}{2d+1}$$

トナル轉壓機ニシテモ $D > 1.8$ トナレバ前輪ヲ考ヘルヨリモ後輪ヲ考ヘタ方ガ單位荷重ハ大キク出ル即チ前輪デハ

$$\frac{w}{2d+4} = \frac{11000}{2d+4}$$

デアルガ後輪デハ

$$\frac{w}{2d+1.7} = \frac{13200}{2d+1.7}$$

トナル私ハ自分ノ方ガ正シイト云フコトヲ證明シ得ル何物ヲモ有タナイノミナラズ少シ詮議シテ行ケバ種々ノ矛盾ヲ生ズルコトヲ能ク知ツテ居ル唯私ハ兩輪荷重ガ決シテ重ナリ合ハナイト云フ證明ヲ求ムレバ可イノデアルガ竹内氏ヨリハ最早教ヲ受ケルコトガ出來ナイカラコレハ勢ヒ花房田邊兩學士ノ方ヘオ願ヒスル外ハナイ執レニシテモ荷重ノ分布ハ極メテ不明瞭デアル若シ重ナリ合フモノトスレバ計算ハ其ノ部分ニ就テシナケレバナラヌガ其ノ部分ガ僅カデアレバドチラニナツテモ大シク差ハナイ

衝 撃 係 數

衝撃係數ハ二五%トナツテ居ル恐ラクコレハ東京市ノ例ニ倣ハレタユ下、思フガ少シ大キ過ぎハシナイデアラウカ土ガアレバ鐵橋ノ上ヲ直グ電車ガ渡ツタリスルノトハ餘程趣キガ違フ實驗ガアレバコレニ越シタコトハナイガソレ迄ハ有ルダケノ文献ヲ徴シテ研究シテ見ナケレバナラヌ處ガ本題ノ如キ公道橋ニ對スルモノハ餘リ見當ラヌ元來荷重ノ分布ガ分ラヌノニ衝撃係數ガ分ツテ居ヤウ管モナイガ併シ二九〇六年二月二十一日付ノ伯林鐵道管理局ノ內規ハ土被リノ淺イモノデモ電車ニ對スル衝撃係數ヲ一〇%増シニ採ツテ居ル(べとん・かれんだー一九二二年版三〇九頁)又或ル處デハ轉壓機ダケニハ衝撃係數ヲ用ヒテ居ナイ様デアル

荷重ノ組合ハセ方

溝橋デハ徑間ガ小サイ爲メニ自働車ニシテモ轉壓機ニシテモ前後兩輪ハ載ラナイガ此等ノ一輪ト人間荷重トガ載ル餘地ハ充分ニアル尤モ多少不自然ナ載荷法ハ出來ル例ヘバ自働車ガ群集ヲ追フ如キソレモ大キイ橋アレバダ可イガ小サイ橋デハ減多ニ起ラヌカモ知レヌ併シ橋梁學ト云フモノガ有ラユル載荷法ヲ考ヘルコトヲ通則トシテ居ル以上ハコンナ場合ニモ組合ハセタ方が可クハナカラウカ獨逸デハ普通二ツノ場合ヲ考ヘテ居ル

第一 重イ荷車ノ行列又ハ一箇ノ蒸汽轉壓機ガ載リ橋面ノ殘部ニハ人間ガ滿載シタ場合

第二 橋面全部ニ人間ガ滿載シタ場合

而シテ二ツノ場合應力ノ大キク出ル方ヲ採ル徑間二十米以下ノ橋梁デハ第一ノ計算法ソレモ轉壓機ヲ採ツタ方が普通大キク出ルゆるてんべるひデハ

第一 蒸汽轉壓機ノ通行スル橋梁デハ十六噸乃至十八噸ノ轉壓機ト每平方米ニ付四六〇疋(每平方米呎ニ付九四封度)ノ人間荷重トヲ組合ハセ

第二 蒸汽轉壓機ノ通行シナイ橋梁デハ其ノ輕重ニ應ジ(甲)十噸乃至十二噸ノ荷車ト每平方米ニ付四六〇疋ノ人間荷重トヲ以テ計算スルカ又ハ(乙)六噸ノ荷車ト每平方米ニ付四〇〇疋(每平方米呎ニ付八二封度)ノ人間荷重トヲ以テ計算スルコトニシテ居ル何噸荷車又ハ何噸轉壓機ト云ヘバ馬ノ頭數ナリ寸法ナリガ略ホ一定シテ居ルノデアアルガ必要ガナイカラ省ク何噸ト云フノハ無論獨佛噸ノコトデアアル

轉壓機又ハ自働車ト人間荷重トヲ組合ハスレバ橋ノ方向ニ於テモ例ノ重ナリ合ヒナリ單位荷重ノ不均一ガ起ル從ツテ彎曲力率ナリ剪力ノ計算ガナカノ一簡單ニ行カヌカラ能ク感應線ヲ使ヒ各荷重ニ對スル諸函數ヲ別々ニ求メテ加ヘテ居ルガ矢張面倒ナ計算ハ厭ヤト見エ往々人間荷重ヲ滿載スルモノト考ヘル代リニ集合荷重ノ方デ手加減シタリスルコトガアル即チ本設計ニ用ヒラレテ居ル轉壓機ニ就テ云ヘバカ、ル場合前輪ヲ

$$W_2 = 11000 - 7 \times 7.5 \times 100 = 5750 \#$$

後輪ヲ

$$W_1 = 6600 - \frac{1}{2} \times 10 \times 7.5 \times 100 = 2850 \#$$

トシテ感應線ニ依ツテ絶對最大價ヲ求メルト云フ様ナコトハシナイデ先ヅ轉壓機カラ最大彎曲力率ノ起ル點ヲ求メ此點ニ就テ人間荷重ヨリ起ル彎曲力率ヲ計算シテ加ヘルト云フ風ニ扱ツテ居ル様デアアル實際直路橋ナレバ感應線ナドヲ使フダケノ値打モアルデアラウガ土ヲ被ツタ溝橋ナドデハ可成略算ガ望マシクナル略算トナレバ強ヒテ荷重ヲ組合ハセタリスル必要ハナイカモ知レヌ又荷重ノ分布ガ分ラナイ以上何ンナ計算法ガ正シイト云フコトモ云ヘナケレバ何ンナ略算ガ試ミラレテ居ヤウトソレヲ批難スルコトハ出來ヌ殊ニ竹内氏ノ試ミラレタ方法ガ能ク其ノ目的ニ添フタ方法デアアルコト且ツ氏ノ研究ノ態度ナリ其ノ功績ヲ認ムルコトニ於テ私ハ決シテ人後ニ落ツル者デハナイ

計 算 方 法

第二章豫備研究トシテ左ノ諸式ガ載ツテ居ル(五頁及六頁)

彎曲力率ニ對スル版ノ所要有効深

$$h = Q \sqrt{\frac{M}{l}} \dots \dots \dots (1)$$

$$Q = \sqrt{\frac{1}{pif_s}} = \sqrt{\frac{2}{kf_s}} \dots \dots \dots (2)$$

$$p = \frac{1}{\frac{2f_s}{f_c} \left(\frac{f_s}{\eta f_c} + 1 \right)} \dots \dots \dots (3)$$

$$k = \sqrt{2pn + p^2 n^2} - pn \dots \dots \dots (4)$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} \dots \dots \dots (5)$$

但シ $n = 15$ (彈比) $p = \frac{A}{bh}$ (鐵筋割合)

許容應力度 f_c ト f_t トヲ定ムレバ鐵筋割合 p ハ第三式ノ通り自ラ定ツテ來ルダカラ版ノ有效深 h ヲ求ムレバ凡テノ問題ハ解決スル至極簡明デ可イタシカニ手際ハ鮮カデアアル獨逸ノ本ニハ第三式ノ形ハ餘リ見受ケナイ而シテ第四式ノ代リニ

$$k = \frac{mf_c}{f_s + mf_c} \quad (\alpha = kh) \dots \dots \dots (6)$$

ナル式ヲ用キテ居ルハ違ツタモノデハナイ而シテ p ノ式ガナイ爲メニ h ヲ求メル爲メノ第二式ハ後ノ方即チ

$$M = C \sqrt{\frac{M}{b}}, \quad C = \sqrt{\frac{2}{kf_c}}$$

ヲ用ヒル第三式ト第六式トヲ比較スルニ第六式ニハ根ナドガナイカラ計算シ易ク且ツ中軸ノ位置ヲ同時ニ與ヘル代リニ鐵筋斷面積 A ハ表デモナケレバ別ニ計算シナケレバナラヌ面倒ガアル

$$A = \frac{kbn}{2mf_c} = \frac{khf_c}{2f_s + mf_c} = \frac{1}{2} \cdot \frac{mf_c}{f_s} \cdot \frac{f_c}{U} \dots \dots \dots (7)$$

モウ一ツ獨逸ノ計算法ニ從フト稍モスレバ f_c ト f_t トヲ與ヘタトキ p ガ自然定ツテ來ルト云フ事實ヲ忘レ易イコレヲ忘レテハ大變デアアルソレデハ獨逸デハ第四式ハ絕對ニ使ハナイカト云フト形ハ少シ違フガ使ツテ居ル即チ $n = 15$ トスレバ

$$k = \frac{n}{m} \sqrt{1 + \frac{2m}{n}} \dots \dots \dots (8)$$

トナルコンナ形デ使ツテハ居ルガコレハ先ヅ版ノ寸法ヲ假定シテ作用應力度 f_c 及 f_t ヲ求メ此等ガ許容應力度ヲ超過シナイカ何ウカラ檢證スル方ニ使ツテ居ル即チ第八式ニ依リ h ガ定マレバ此ノ場合其ノ求ムル作用應力度ハ第一式及第二式ノ組合ハセニヨリ

$$f_c = \frac{2M}{l^2 b M^2} \dots \dots \dots (9)$$

$$f_s = \frac{mM}{j b M^2} \dots \dots \dots (10)$$

デアル然ウ云フ風ニ計算ハ二タ通りアル孰レノ計算法ガ可イカ即チ許容應力度ヲ定メテ寸法ヲ求ムル方ガ可イカソレトモ寸法ヲ假定シテ作用應力度ヲ檢證スル方ガ可イカト云フニ彎曲力率ヤ剪力ノ計算法ガ簡單ニ行カナケレバ勢ヒ第二法ニ依ラナケレバナラヌコトニナルコレハ寧ロ必要デアツテ議論デハナイ其外規定ノムヅカシイ處デモンナ必要ガ往々起ル例ヘバ或ル處デハ版ノ深サガ有効徑間ノ函數トナツテ居ル又輪重等布ノ幅ヲ版ノ上面デ探ラズニ中央デ探ツテ居ル處ガアルソレカラ應剪力ニ對スル獨逸ノ新規程ナドモ矢張ルノ假定ヲ必要トスル勿論カ、ル規定ノ可否ハ別問題デア

ル
兎ニ角竹内氏ノ新ラシイ試ミハルヲ求ムル式中ニ於テ版自身ノ重量ニ依ル彎曲力率及剪斷力ヲハ以外ノ諸數デ表ハシタ處ニアル即チ M_0 及 V_0 ヲ夫々動荷重及ビ被覆土重量ヨリ生ズル合彎曲力率及ビ合剪斷力トスレバ

$$M = 0.1 \sqrt{M_0 + 0.0386^2} \dots \dots \dots (11)$$

但シ h ハ吋 M_0 ハ呎封度 h ハ呎(九頁)

$$N = \frac{0.00237 V_0}{1 - 0.0163 V_0} \dots \dots \dots (12)$$

但シ h ハ吋 V_0 ハ封度 h ハ呎(十二頁)

ト云フコトニナツテ居ル

應剪力ト附着應力

元來版桁デハ應剪力ト附着應力トノ檢證ハ殆ド要ラナイモノト私ハ思ツテ居タ例ヘバ獨逸ノ新規程第十七章第三節第一

項ニハ「桁ニ於テハ應剪力ヲ檢證スベシ」ト規定シテ居ルガコレハ「版桁デハ其ノ必要ガナイ」ト云フ反面ヲ無論含ンデ居ル又同章第四節ニハ「若シ鐵筋ノ徑二十六耗以下ニシテ其ノ端ヲ鈎形ニ曲ゲタル場合ニハ附着應力ヲ檢證スルヲ要セズ」ト規定シテ居ル處ガ第十四表(三十二頁)ヲ見ルト彎曲力率ヨリハ寧ロ剪斷力ノ方カラ版ノ有效深カガ決定サレテ居ル場合ガ隨分アルコレハ一ツハ轉壓機ノセイデアアルカモ知レナイガモウ一ツハ許容應力度ガ獨逸ヨリハズツト低イ爲メデアアル即チ四頁ヲ見ルト剪力ガ二タ通り與ヘラレテ居ル

腹鐵筋ナキトキ 每平方吋ニ付キ四〇封度(每平方糎ニ付キ三疋)

腹鐵筋アルトキ 每平方吋ニ付キ一二〇封度(每平方糎ニ付キ八疋)

處ガ第十二式ハ每平方糎三疋ト云フ假定ノ下ニ作ラレタ式デアリ表ヲ見テモ凡テ三疋以下ニ制限セラレテ居ル様デアアル獨逸ノ方デハ版桁デハナク丁字桁デノ話デアアルガ前記第十七章第三節第二項ニ「若シ $\frac{v}{\sqrt{kg/cm^2}}$ ナレバコレニ對シテ曲鐵筋又ハ鐵鐵又ハ其ノ双方ヲ用意シナケレバナラヌ又 $\frac{v}{\sqrt{1kg/cm^2}}$ ナレバ $\frac{v}{\sqrt{1kg/cm^2}}$ トナル迄肋桁ノ厚サヲ増サナケレバナラヌ」トシテ居ルコレハ $\frac{v}{\sqrt{1kg/cm^2}}$ 迄ハ混凝土ニモタスガ $\frac{v}{\sqrt{1kg/cm^2}}$ 迄ノ應剪力ハ全部鐵ニモタセヤウト云フノデ混凝土ト鐵トニコレヲ分擔セシメヤウト云フ舊規程ナリ從來ノ計算法ナリニ比シ一步ヲ進メタモノトサレテ居ルガ猶ホ舊套ヲ脱シ得ナイ點ガアルト云フノハめるし。氏當リノ唱フル「鐵鐵ノ職分ハ決シテすたて。かるノモノデハナイ」ト云フ學說ヲ受ケ容レルダケノ新シサハ持チ得ナカツタ規程ナド、云フモノハ何レノ國デモ善ク云ヘバ種々ノ學說ヲ參酌シテ作ル——惡ク云ヘバ氣兼ヤラ折衷ヤラデ禱的ナ而シテ保守的ナモノトナリ易イ其處デムるすた。氏ノ如キハ可成鐵鐵ヲ用キズ曲鐵筋ガ不足シタ場合ニ限り之レヲ用ウルコトヲ勸告シテ居ル每平方糎二十四疋迄ト云フノハ恐ラク實驗ノ結果ナドカラ來タモノデアラウト思フソレデ四頁ノ「腹鐵筋アルトキ每平方吋ニ付キ一二〇封度」ト云フノハ混凝土ニデナク鐵ニモタセルノデアラウト私ハ解釋スルノデアアルガ其等ノ點ガ果シテ何ウナツテ居ルデアラウカ獨逸ノ法デモ剪斷力ヲ油斷シテ居ル譯デハ決シテナイ例ヘバ轉壓機ガ橋ノ上ヲ斜ニ通ル様ナ場合モ考ヘ又輪重ヲ等布荷

重ニ直スニシテモ剪斷力ノ計算ダケハ實際荷重ヲ以テ計算スルト云フ風ニ相當注意ハシテ居ル又ふゑるすたゝ氏ハ前記第十七章第三節第二項ノ丁字桁ニ關スル規程ヲ版桁ヘモ持來リ竹内氏ノ如ク彎曲力率及剪斷力ノ双方カラ比較計算ヲ試ミテ居ル方法ハ式ノ形カラ行ケバ第二法デアアルハ相變ラズ假定シナケレバナラヌ即チ竹内氏ノ二式

$$M = \phi(M_0), N = \phi(V_0)$$

ノ代リニ

$$M = \phi(N), V = \phi(N)$$

トシ假定サレタ N ガ如何程迄ノ M 及 V ニ堪ヘ得ルカラ見ルコトニシテ居ル大シタ差異ハナイ即チ f_c ト f_s ト b トハ竹内氏同様分ツテ居ル其處デ N ヲ假定スル然ウスレバ抵抗力率ハ第九式ノ通り

$$M = \frac{1}{2} k j j b h^2 = \frac{1}{6} \frac{n f_s^2 (3 f_s + 2 n f_c)}{(f_s + n f_c)^2} b h^3 \dots \dots \dots (13)$$

トナルダカラ實際ノ彎曲力率ガコレヨリモ大ナレバ N ヲ増スカ二重鐵筋ヲ用ウルカシナケレバナラヌ先ツ N ヲ増ス方ニ話ヲ局限シヤウ

剪斷力ノ方ハ規程ノ關係上多少面倒トナルガ一般公式トシテハ竹内氏ノ式

$$v = \frac{V}{j b h}$$

(十頁)ヨリ

$$V = j b h v = \frac{1}{3} \frac{3 f_s + 2 n f_c}{f_s + n f_c} b h v \dots \dots \dots (14)$$

ガ成立ツ其處デ $v = 4 k g / cm^2$ ナレバ

$$V_4 = 4 j b h$$

迄ノ剪斷力ハ許サレ $v = 14 k g / cm^2$ ナレバ

迄ノ剪斷力ハ許サレル其處デ實際ノ剪斷力ガ V_1 ヨリ大ナレバハ絕對的ニ増サナケバナラヌ又 $V_1 < V_2$ ナレバハ規程上ソレデ差支ハナイガ全部ノ V ヲ受ケ得ルダケノ曲鐵筋ヲ用意シナケレバナラヌ $V_1 > V_2$ ナレバ曲鐵筋ハ要ラナイ混凝土モ單獨デ應剪力ヲ出シ得ナイデハナイガ鐵ガアルトキ其ノ分擔額ヲ決定スルコトガ困難ナノデアソレデハ無論大キイ方ヲ採ラナケレバナラヌ f_c ガ愈々定レバ第七式カラ鐵筋ノ大サ A ハ定ル斯ウ云フ方法ハ竹内氏ノ云ハレル通り所謂 Tensile デアリ(九頁)日本ノ如ク専門ノ轉々スル所デハ可成式デ與ヘタ方ガ可イカモ知レヌガ若シ各 f_c ニ對シテ圖表ナリ表ナリヲ作ツテ置キサヘスレバ實用的ニ何等ノ不便ハナイ

許容應力度ノ撰定

次ニハ許容應力度ノ定メ方デアアル $f_c \parallel 650 \text{ #/in}^2 \parallel 46 \text{ kg/cm}^2$, $f_s \parallel 17000 \text{ #/in}^2 \parallel 1195 \text{ kg/cm}^2$ トスレバ鐵筋割合 $p \parallel 0.007$ トナル(六頁)表ヲ見ルト $f_c \parallel 45 \text{ kg/cm}^2$, $f_s \parallel 1200 \text{ kg/cm}^2$, $p \parallel 0.0068$ ト云フノガ氏ノ定メ方ニ一番近イ版桁ニ於ケル鐵筋割合ノ範圍ハ凡ソ $p \parallel 0.005 - 0.01$ デアルカラ氏ノ $p \parallel 0.007$ ナル定メ方ハ平均價トシテ一見當ヲ得テ居ル如ク考ヘラレルカハ知レナイガ必ズシモ然ウデナイ大ヘン危險ナ處迄行ツテ居ルコレハ獨逸本ノ表ナドヲ見レバ一遍ニ分ル表許リデナク $f_c \parallel 1200 \text{ kg/cm}^2$ ト云フ様ナ高イ應力度ガ丁字桁ニハ絕對ニ禁物デアアルコト又假令版桁ト雖モ橋梁ナドデハ餘程ノ考ヘ處デアアルコトハ規程ナリ學者ナリノ隨所ニ聲言シテ居ル所デアアル例ヘバー一九一六年ノ新規程ハ鐵道橋ノ丁字桁デハ

$f_c \parallel 750 \text{ kg/cm}^2$

トシ又國有鐵道デハ鐵道橋ニ於テ

$f_c \parallel 800 \text{ kg/cm}^2$

市内橋梁ニ於テ(荷車ノ通行スル)

$f_c \parallel 1000 \text{ kg/cm}^2$

ト云フ風ニ鐵筋應力度ヲ龜裂ノ爲メニ警戒シテ居ル恠シイ境ハ、 $f_s = 1030 \text{ kg/cm}^2$ ト云フ處デアル

併シ問題ハ此等ノ許容應力度ヲ低ク採ルト云フダケデハ安心出來ヌ安心ノ爲メニハ混凝土ノ應張力ヲ檢證スルコトヲ必要トスル然ラバ何ノ位迄ノ應張力ヲ許スカド云フニ新規程ノ方ハ一口デハ云ヘナイガ其ノ制限數字ダケヲ云ヘバ、 24 kg/cm^2 ト云フコトニナツテ居ルハ問題ノ應張力ヲ示ス鐵道ノ方ハTヲ規定ノ寸法ノ標本桁デ測ツタ耐伸強(純張力デハナク)トシテ安全率トスレバ市内橋梁デハ

$$f_s \leq \frac{1}{n} T \quad \text{但シ } n = 1.5 - 2.0$$

トシテ居ル尤モ土被リハ淺イ應張力ノ檢證——殊ニ版桁ナドデハ——ヲ無用トスルめるし、氏等ノ有力ナ議論モアルガリ、たト氏ヤら一ベス氏ヤめらん氏ナドハ極力檢證ノ必要ヲ力説スルモウ一ツ一九一一年ノ塊國規程ヲ見ルト左ノ通り應張力ヲ制限シテ居ル例(市内橋梁デハ優良ノ混凝土(混凝土一立方米ニ付キせめんと四七〇班)ニ對シテモ應張力ハ

$$33 + 0.27 \text{ kg/cm}^2$$

ニ又應張力ハ

$$19 + 0.11 \leq 22 \text{ kg/cm}^2$$

ト云フ風ニ但シハ徑間(米)デアル處ガ此等ノ制限數字ハ檢證ノ計算法ヲ指定シテカカル例ヘバ塊國ノ如キハめらん氏計算法ヲ用キル彈性係數ハ幾ラ〜ト先ヅ大體ソナ事ニナツテ居ルハ、

混凝土應張力ノ檢證

其處デ普通ノ計算法ニ從ヘバ第二階段デハ斷面全部ガ有效ニ働イテ居ルカラ中軸ノ位置ハ第四圖ニ於テ斷面ノ上端ニ於テ靜力率ヲ採レバ

$$a' = \frac{170r^2 + nAd}{bh + nA} \dots \dots \dots (15)$$

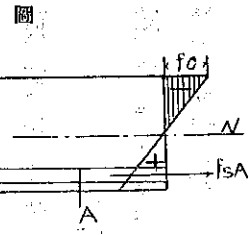
該中軸ニ對スル總物量力率ハ

$$I = \frac{1}{3} b a^3 + \frac{1}{3} n (h - a)^3 + n A (h - a)^2 \dots \dots \dots (16)$$

トナル從ツテ緣維應力度 f_c ハ

$$f_c = \frac{M(h - a')}{I} \dots \dots \dots (17)$$

デアラネバナラヌ其處デ氏ノ表ノ中デ内法六尺土厚一尺ノモノヲ引抜イテ來テ吟味シテ見ルコレハ彎曲力率ノ方カラ h ガ定ツテ居ル而シテ



三

$$l = 6.75 = 81''$$

$$h = 6.94 = 0.578$$

$$b = 12'' = 1'$$

$$h = 6.94 \times 1.1 = 7.63 = 0.636$$

$$A = 4.81 + 6 = 0.718$$

版ノ自重ハ

$$W = 1 \times 0.636 \times 6.75 \times 150 = 644 \#$$

版自身ノ重量ヨリ生ズル彎曲力率ハ

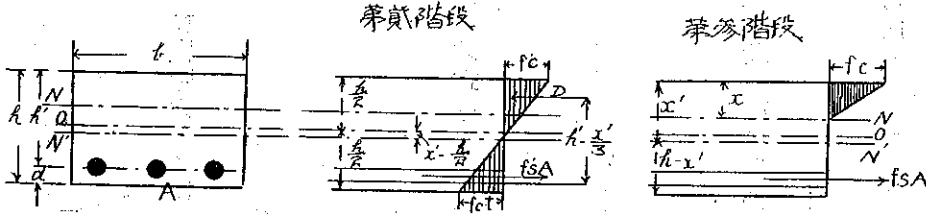
$$M_D = \frac{1}{8} W l = \frac{1}{8} \times 644 \times 6.75 = 418 \#$$

然ルニ第八表ヨリ動荷重及ビ被覆土重量ヨリ生ズル最大彎曲力率ハ

$$M_o = M_L + M_E = 4295 \#$$

總彎曲力率ハ

第 四 圖



$$M = 4295 + 418 = 4713 \text{ #} = 56556 \text{ #}''$$

從ツテ

$$x' = \frac{12 \times 7.63^2 + 2 \times 15 \times 0.718 \times 6.94}{2 \times 12 \times 7.63 + 2 \times 15 \times 0.718} = 4.14$$

$$I = \frac{12 \times 4.14^3}{3} + \frac{7.63(7.63 - 4.14)^2}{3} + 15 \times 0.718(6.94 - 4.14)^2 = 476$$

$$f_{ct} = \frac{56556(7.63 - 4.14)}{476} = 415 \text{ #} / \text{cm}^2 = 29 \text{ kg/cm}^2$$

デコレハ多クノ學者ノ忌ム所デアアル土被リノ厚イ處ナドデハ龜裂ノ危險ハ實際上衝擊又ハ荷重分布ノ關係カラ減ズルカモ知レナイガ今迄ニ樹テタ假定及ビ道順ヲ動カサナイコトニスレバ問題トナツテ來ル尤モ複雑ナ計算上ノコトデアアルカラ氏ノ示サレテ居ル澤山ノ設計中ニハ安全地帯ニアルモノモ幾多アルカハ知レヌ併シ理論上ヨリスレバ鐵筋割合 p ガ f_c 及 f_s ヨリ定マル如ク此ノ混凝土ノ應張力 f_{ct} モ f_c 及 f_s ヲ定ムレバ自ラ定マツテ來ルノデ此ノ場合彼ノ場合ト云フコトハナイ

ふえるすたー氏ノ教フル所ニ從ハズ (Grundzüge des Eisenbetonbaues von M. Foerster, Zweite Auflage, s. 183 處ガ此ノ頁ニハ二箇所許リ誤正ガ要ル) 第四圖ニ於テ左方ヲ第二階段ニ於ケル應力分布右方ヲ第三階段ニ於ケルソレトシ第二階段ニ於テ版桁ノ中心線 oo ニ就キ靜力率ヲ採レバ

$$\left(\frac{d' - h}{2} \right) (bh + nA) = \left(\frac{h}{2} - d \right) nA$$

本式ニ於テ竹内氏假定ノ如ク

トスレバ第二階段ニ於ケル中軸位置ハ前式ヨリ

$$a' = \frac{0.605 + mp}{1.1 + mp} h \quad \dots \dots \dots (18)$$

トナル又應壓力Dノ作用點ニ於テ力率ヲ取レバ抵抗力率ハ

$$M = A f_s \left(h - \frac{a'}{3} \right) + f_a b \frac{h - a'}{2} \cdot \frac{2}{3} h$$

式中 f_s ハ第二階段ニ於ケル鐵筋應張力デアアル然ルニ比例ニヨリ此ノ f_s ハ

$$f_s = n f_a \frac{h - a'}{h - a'}$$

此ノ値ヲ前式(M)中ニ挿入スレバ

$$M = n A f_a \frac{h - a'}{h - a'} \left(h - \frac{a'}{3} \right) + f_a b \frac{h - a'}{2} \cdot \frac{2}{3} h$$

トナル第三階段ニ於ケル中軸ノ位置ハ第六式ニヨリ

$$a = \frac{M}{f_s + n f_a} = \frac{n f_a}{f_s + n f_a} h$$

又第三階段ニ於ケル抵抗力率ヲ前ト同シ點(應壓力Dノ作用點)ニ就テ考フレバ

$$M = A f_c \left(h - \frac{a}{3} \right)$$

同シ彎曲力率ニ對シテMトMトガ成立スレバ

$$M = M$$

此ノ方程式ニ於テM及M中ニ含ムハA a' ニ夫々前記ノ諸價ヲ代用スレバ結局

$$f_{ca} = f_s \frac{p(3-h)(0.605+0.1mp)(1.1+mp)}{0.495mp(2.695+2mp)+1.1(0.605+0.1mp)^2} \dots \dots \dots (19)$$

トナル其處デ今假リニ $f_s = 1000 \text{ kg/cm}^2$ ($f_s = 40 \text{ kg/cm}^2$) トスルニ

$$p = 0.0075$$

$$h = 0.375$$

$$f_{ca} = 1000 \frac{0.0075(3-0.375)(0.605+0.1 \times 15 \times 0.0075)(1.1+15 \times 0.0075)}{0.495 \times 15 \times 0.0075(2.695+2 \times 15 \times 0.0075)+1.1(0.605+0.1 \times 15 \times 0.0075)^2} = 25 \text{ kg/cm}^2$$

トナリ前ニ云ツタ $f_s = 1000 \text{ kg/cm}^2$ ト云フ境ガ恠シイト云フコトガ立證サレタ筈デアラダカラ重要ナ工事又ハ龜裂ヲ虞レル處デハモウ少シ低イ應力度ヲ採ルコトヲ私ハオ勸メスル定構ニ於テ溫度變化並ニ收縮作用ナドカラ生ズル不明ノ初應力ト荷重應力トノ結合トカラ微龜裂ノ發生ヲ避ケントスルコトハ至難ノ業デアリ又ソレガ爲メニハ鐵筋ノ混凝土ノ經濟的利用ヲ阻害スル虞レガアルガ風荷重トカ雪荷重ナドヲ含マナイすたてゝかるナ計算ニ於テハ龜裂ノ發生ハ極力避ケナケレバナラス尤モ其ノ爲メノ二五%デアルト云ハレレバ仕方ガナイ——何ウモソソナ事ニナリサウデアアル

單純桁ト固定桁

ソレカラ第十五圖(四一頁)ヲ見ルトすけちデ充分ニハ分ラナイガ設計ハ總テ單純桁トシテ出來上ツテ居ル様ニ思ハレル處ガ覆土ノ厚ガ増シ且ツソレガ堅マツテ來レバ多少ノ固定ガ起ルノデ兩端ハ可動裝置ヲ置クカ——あすふあるとモ土モ大シタ相違ガナイト云フ考カモ知レヌガ——又ハ若干ノ曲鐵筋ヲ用キタ方ガ安全デアラウト思フ所ナリトモ尤モ固定ノ度合ハ能ク分ラヌ從ツテソレガ厭ヤナラ完全ナ固定桁トシナケレバナラヌ場合ニヨレバ二層ラハ一層トシタ方ガ經濟的デアアルカモ知レナイ又構造方法如何ニ依ツテハ單純桁ガ何時ノ間ニカ固定桁トナリ更ニ進シデハ一層トシタナリ計算コソ定構デアアルモ實際ノ應力分布ハ一めんニナツテ居ルト云フ様ナコトガ屢々起ルコレハ鐵筋混凝土ノ一ノ利益デアルト同時ニ思ハヌ所ニ龜裂ガ入ツタリ計算ガ不明デアツタリスルコトガ其ノ不利益トスル所デモアル

又經濟上ヨリ論ズレバ大キイ徑間デハ丁字桁ヲ用キタ方ガ利益デアルカモ知レナイ鐵筋ヲ何ノ位ノ割合ニシタガ經濟的デアルカ單筋カ複筋カ又版桁カ丁字桁カト云フ様ナ經濟的諸問題ヲ理論的ニ取扱ツタリてらつゝるガ近來瀕リニ獨逸ヨリ到來シツツアルガスノ如キ考案ニ何レ程ノ經濟的價值ガアルカヲ私ハ疑ツテ居ルソレヨリモ標準設計ヲ作ルトキ實際ニ當ツテ見ルトカ又滋賀縣ト大阪府トノ違ツタ人々ノ違ツタ設計ニ就イテ比較研究シテ見タリスル方ガ確カデアラウト思フ不取敢急ガレルハ輪重ガ果シテ何ウ云ウ風ニ版面上ニ分布サレルカト云フ撓度實驗其他ノ實物的研究デアル實驗ヲシテ見タ所デドウセ種々ノ困難ガ出テ來ルコトハ豫想サレルガ大體ノ見當ハ立ツ又實驗ガ出來レバ私ハ議論ヲ立直ス積リデアル(九月十日稿)