

第十一編

桁 橋 論

鐵筋混凝土ノ理論及其應用 下卷

工學博士 日比忠彦著

第十一編 桁橋論

第一章 總論

第一節 鐵筋混凝土橋梁ノ利害

鐵筋混凝土構法世ニ紹介セラレシヨリ以來各方面ヲ通ジテ其應用ノ範圍逐次擴大セラレ就中輓近建築界ヲ風靡シテ茲ニ一新紀元ヲ劃セシト同時ニ土木界ニ於テ其發達ノ最モ顯著ナルモノ蓋シ橋梁ノ應用ニ如クモノ勿ル可シ今ヨリ十數年以前ニアリテハ鋼橋ハ最モ永久的ナル構造トシテ推獎セラレタルモノナリキ然カモ其保存期ノ數十年以上ニ彌ルコト實際ニ困難ナル事實アルニ拘ラズ羅馬時代ニ建設シタル石工橋及水路橋ノ現存シテ猶其實用ニ適スルモノニ對比セバ蓋シ思ヒ半ニ過グルモノアル可シ最初鐵筋混凝土ハ單純ニ是等石工橋ニ代用シ得ベキ廉價ナル建築材ト考エラレタルニ過ザルモ其性質ノ研究事實ノ確證若クハ施工ノ熟練ハ逐次石橋ヲ驅逐シテ美觀ト強度トヲ兼有セル恆久的構法ノ立脚點ニ達シタリ千八百十六年佛國「スーイラック」市(Souillac)「ドルドギュ」(Dordogne) 拱橋及千八百四十年瑞西「アラン」市(Aaran)「エルリスバッハ」(Erlisbach) 拱橋ハ何レモ「ローマンセメント」ヲ使用シタルヲ以テ暫ク之ヲ措クモ千八百六十八年獨國「シャフハウ

ゼン市(Schaffhausen)ニ於テマイヤー氏(Meyer)ガ徑間 5m ノ純「ボーラシドセメント」混擬土拱橋ヲ建設シタリシヨリ以來千九百十二年ニ至ル迄世界ヲ通ジテ徑間 100' 以上ノ著名ナル純混擬土拱橋既ニ四十餘同シク鐵筋混擬土拱橋八十餘ヲ算シ千九百十一年竣工セル羅馬市「タイバー」河(Tiber)ニ架セル「ヴィーダーグブルト」橋(Wiedergeburt)、其徑間實ニ 328' ヲ算セルガ如キ如何ニ其急激ナル發展ヲ促シタルカヲ立證スルニ足ル本邦ニアリテモ既ニ仙臺廣瀬橋、京都四條橋、横濱吉田橋、東京鍛冶橋ノ如キ其實例ニシテ就中東京萬世橋間高架鐵道外濠橋ハ其徑間最長ニシテ 125' ヲ算スト云フ。

鐵筋混擬土橋ノ利益トスルトロロハ材料ノ零碎ニシテ其調製ノ容易ナル爲メ設備、運搬若クハ組立等ニ費用ト時間トヲ要セズ勞力ノ節減ヲ爲シ得可キヲ以テ鐵道工事ノ如キ迅速ヲ要スル處ニハ最モ適當ナルコト(伊國「ミレシモ」(Millesimo)ノ拱橋ハ徑間 52m ニシテ三箇月ニテ竣工シ露國カザルギエース橋(Kazargnène)ハ徑間各 25m、九個ノ拱ヨリ成ルモノ五箇月ニシテ全部ノ架設ヲ了シタルガ如キ)、耐水的、耐火的ナルヲ以テ定期施行ノ「ベンキ」塗若クハ綴鉄、「ピン」検査ノ如キ保存修繕ニ關スル特殊ノ注意ヲ要セザルノミナラズ鋼橋ノ絶エズ腐蝕ヲ受クルニ反シテ鐵筋混擬土ハ材齡ト共ニ其強度ヲ增進スルノ利益アルコト、煉瓦若クハ石橋ノ鈍重粗朴ナル外觀ニ比シテ輕快纖麗ナル爲メ市街橋ノ如キ美觀ヲ要スル場合ニ克ク其周圍ト調和ヲ保チ得可キコト、橋脚ノ厚ヲ節約シ得ル爲メ水路若クハ道路ノ幅員ヲ減殺スルコトナク剩エ歩道用ニハ單ニ肱桁ノ構造ニ依リテ之ヲ支ヘ得ベク其施工容易

ニシテ且ツ確實ナルコト等是ナリ。更ニ其連續單體的ナル構法ハ克ク振動、衝擊若クハ喧囂ヲ緩和シ又著シク荷重ニ對スル撓度ヲ減少セシムルコトヲ得可シ但シ其寸法割合ニ薄キヲ以テ施工ニ際シ周到ナル注意ト綿密ナル監督トニ依リ充分鐵筋ノ位置ヲ調整シ混擬土ノ配合及其打方ヲ嚴密ニ監視スルニアラザレバ一旦竣工ノ上ハ鋼橋ノ如ク表面ヨリ容易ニ其缺點ヲ見出スコト能ハズ往々其施工ヲ請負者ニ一任シタル結果全ク失敗ニ歸シタルノ例證亦尠カラズ更ニ假棒若クハ拱架ノ費用ヲ要スルコト他ノ橋梁ニ比シテ大ナルノ缺點アルモ之ヲ前記ノ利益ト比較シテ其失フ所極メテ鮮少ナルヲ知ル可シ。

論者往々鐵道橋ニ鐵筋混擬土ヲ應用スルノ猶未ダ不安ナルヲ唱道スル者アリ其主ナル理由ハ不斷ノ振動ニ依リ漸次鋼材ト混擬土間ノ附著力ヲ減殺セラル、ヲ恐ル、ニアルガ如キモ日々貨物ノ積卸ニ使用セル倉庫若クハ重大ナル機械ノ搖動ヲ受クル工場等ニ應用セラレタルモノニシテ其效用ノ發揮最モ顯著ナルニ徹セバ吾人ハ同性質ノ振動ニ對スル鐵道橋ニ不適ナルノ理由ヲ見出スコト能ハズ從ツテ將來ニ於ケル鐵道橋ニモ普遍的ニ應用セラル、ノ期亦遠カラザルヲ信ゼント欲ス。

第二節 美的裝工。

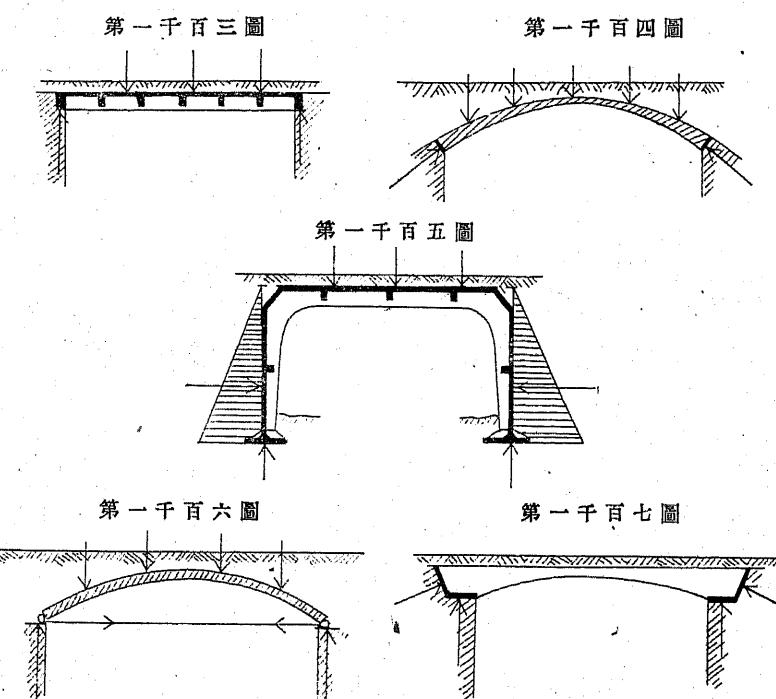
鐵筋混擬土橋梁ニ適當ナル美的裝工ヲ施シ得ルヤ否ヤハ少クトモ現時ニ於ケル疑問ノータル可ク從來此問題ニ注意ヲ缺キタルハ事實ナリト云フ可シ石橋若クハ鋼橋ニ施セル裝飾ハ其儘採リテ之ヲ鐵筋混擬土橋ニ應用シ難ク夫々其材料ニ適應スルノ考案ナカル可ラズ然カモ時代ト技工ト相伴ヒテ漸次理想的改良ノ

氣運ニ向フ可キハ蓋シ疑ヲ容レズ但シ橋梁ノ種類ニ依リテハ潤澤ナル裝飾ヨリモ單調素樸ナル外觀ノ却ツテ好感ヲ與フルモノアルヲ以テ割合ニ其非難ヲ緩和シ得ル場合尠カラズ。

混擬土ヲシテ自然外容ノ儘ニ放置スルノ非美術的ナルハ言フヲ俟タズ從ツテ其打上後多少ノ人工的裝飾ヲ要ス可キ場合極メテ多シ但シ本邦ニ於テ一般施行ニ係ル表面ニ膠泥上塗ヲ施ストハ好マシキ方法ニアラズ溫度ノ增減ニ伴ヒテ生ズル裂縫ノ現出ハ到底之ヲ避クルコトヲ得ザレバナリ天然石材化粧煉瓦若クハ陶瓦ヲ以テ其表面ヲ粧フハーノ手段ナル可ク此場合ニハ適當ナル繫金物ヲ用キテ混擬土トノ連絡ヲ圖ルコト必要ナリ或ハ「ビシャン」ヲ用ヒテ混擬土ノ仕上面ヲ小叩トナスコトアリ若シ裝石積ノ如キ外觀ヲ具エシメントセバ豫メ堰板面ニ其目地ニ相當ス可キ凸片ヲ釘付トナス可シ近年米國ニ於テ專ラ實施セルモノハ上記ノ方法ニ依リテ表面ヲ小叩トナシタル後水ニテ $1:1$ ノ割合ニ薄メタル醋酸(Acetic Acid)ヲ以テ仕上面ヲ洗滌シ硬直ナル「プラッシ」ヲ用ヒテ表面ノ「セメント」ヲ洗ヒ去リ更ニ清水ヲ注ギテ充分ニ酸ヲ除去セシムルカ或ハ初メヨリ相當ノ色彩ヲ帶ベル混擬料ヲ撰ミテ表面ニ近ク之ヲ打込ミ前ト同様醋酸ヲ以テ之ヲ洗滌スルトキハ其天然ノ色彩ヲ顯セル一種ノ痘面外觀ヲ呈ス可シ若シ二十四時間以内ニ於テ堰板ヲ取外シ得ル場合ニハ洗出シノ方法ヲ取ルモ亦一案タル可シ何レニセヨ一般ノ表面ハ相當ノ方法ニ依リテ觀感ヲ眩惑セシメ得可ク勾欄街燈親柱等ニ石材鋼材若クハ合金ノ種類ヲ用ヒテ相當ノ裝飾ヲ施ストキハ其周圍トノ調和ヲ保ツニ蓋シ遺憾ナカラシムルコトヲ得可シ。

第三節 鐵筋混擬土橋梁ノ一般様式。

鐵筋混擬土橋梁ノ一般様式ハ之ヲ二ツニ大別スルコトヲ得可シ第一ハ桁梁式(Beam bridge)=シテ第一千百三圖ノ如ク外方荷重ニ對シ支點ニハ常ニ垂直ナル反應力ノミヲ生ジ更ニ兩支點ヲ緊定スル時ハ茲ニ緊定力率ヲ生ズルモノ第二ハ拱式(Arch bridge)=シテ第一千百四圖ノ如ク外方荷重ニ對シ支點ニハ常ニ傾斜セル反應力ト其構法ニ依リテハ更ニ支點力率ヲ生ズ可キモノ是レナリ而シテ桁梁式ハ一般ニ水平ニ置カレタル直構材、拱式ハ壓力線



=近似セル曲構材ヨリ成リ前者ハ彎曲力率ト同時ニ剪力ヲ受クルコト多ク從ツテ剛直(Rigid)ニシテ剛性(Stiffness)ヲ具フルヲ要シ後者ハ其曲線軸推力線ニ近キ程彎曲力率及剪力ヲ受クルコト

少クシテ大部其軸壓力ニ依リテノミ支配セラレ從ツテ其構法耐壓的ナルヲ要ス更ニ以上二式ノ中間ニ介在スル様式亦尠カラズ假令バ a) 框構式 (Cross framed bridge) ハ第一千百五圖ノ如ク水平桁材ト之ニ緊定セルニツノ柱材トノ單體結合ヨリ成リ桁上ニ來ル荷重ニ依リ其緊定點ニ於テ水平力ヲ惹起ス可ク更ニ柱材ニハ地壓ヨリ來ル水平壓力ヲ受ク可シ b) 抗張力ヲ有スル拱式ハ第一千百六圖ノ如ク其外形全ク拱ト同一ナルモ其水平推力ハ水平抗張材(Horizontal tie)ニ依リテ抵抗セラレ支點ノ反應力ハ桁梁式ト同ジク垂直ニ動キ主要ナル軸壓力ハ拱ト全ク同様ノ作用ヲ興フ可シ故ニ一般ニハ拱橋トシテ之ヲ取扱フモノトス c) 拱桁式 (Arched beam bridge) ハ其形第一千百七圖ノ如ク拱トシテモ桁トシテモ同様ニ計算シ得可キモ其支點ハ純粹ノ拱トシテ取扱フ可キ水平推力ニ抵抗シ得ル程度迄ニ充分ナル抵抗力ヲ有セズ然カモ荷重ノ一部ハ曲線構材ノ應變力ニ依リテ傳導セラレザル可カラズ何レニセヨ其應力ノ分掌曖昧ナルヲ以テ好ンデ使用ス可キ様式ニハアラズト知ル可シ。

桁梁ノ樣式ハ更ニ之ヲ細別スルトキハ單桁式 (Simple beam bridge), 丁桁式(Tee beam bridge), 連續桁式(Continuous beam bridge), 肱桁式(Cantilever bridge), 框構式(Cross framed bridge), 拱桁式(Arched beam bridge), 結構式(Framed girder bridge), 「ヴィレンディール」式 (Vierendeel bridge), 三鉸拱式(Three hinged arch bridge), 二鉸拱式(Two hinged arch bridge), 無鉸拱式(Hingeless arch bridge)等トナル可シ本篇ニアリテハ拱式ヲ除キ凡テ他ヲ括シテ順次之ヲ説述ス可シ。

第四節 橋梁上ニ來ル荷重

橋梁上ニ來ル荷重ハ之ヲ三種ニ區別スルコトヲ得可シ。1) 桁梁若クバ拱ノ自重及胸壁(Spandrel wall), 填料(Filling), 鋪料(Pavement), 勾欄(Hand rail)等ノ重量ヲ含メル死重(Dead load). 2) 人馬, 車輛等ノ往來ヨリ來ル活重(Live load). 3) 風壓其他橋床ニ垂直ナラザル影響ヲ與フル外重(External load)是ナリ今順次之ヲ説明ス可シ。

死重. 橋梁ニ使用スル混疑土其他ノ材料ハ產地若クバ配合等ニ從ツテ重量ニ多大ノ相違アリ今其主要ナルモノヲ舉グレバ。

材 料	一立方呎ノ重量 ^(#)	材 料	一立方呎ノ重量 ^(#)
鐵筋混疑土	150	砂利及碎石	112—125
砂利混疑土	145	アスファルト	75—85
裏込用混疑土	140	土壤	90—110
鑛滓混疑土	110	砂	100
膠泥	135	搗固メタル砂	135
鋪道用石材	160	道床ヲ有スル軌道 ^(長1/付)	200
鋪道用煉瓦	120	道床ヲ有セザル軌道 ^(長1/付)	300
鋪道用木塊	30—50.		

勾欄ハ使用材料ノ種類ニ依リテ其重量一定セズ鐵材ハ5乃至20#/」シテ混疑土ナルトキハ30乃至100#/」ト取ル可シ。

活重. 群衆ヨリ來ル荷重ハ其密集ノ程度, 移動ノ緩急等ニ從ヒテ一様ナラズ今行人ノ平均體重ヲ125#ト假定セバ其停立スル時ハ一人ニ付キ約1.5#/」徐行スル時ハ2.5#/」普通步行ノ時ハ約4#/」面積ヲ要ス可シ故ニ停立ノ時ノ荷重度ハ約85#/」徐行ノ時ハ50#/」普通ノ場合32#/」トナル可シ但シ武裝セル兵士一人ノ重量ハ約

200[#] ナルモ其橋上ニ來ル力度ハ普通 50^{#/ft} 内外ニ過ギズ米國ハーバート大學「ジョンソン」教授(Prof. Johnson)ノ調査ニ依レバ群衆ノ最密集度ハ 6'×6' ノ面積ニ40人ヲ詰込ミタル場合ニシテ其荷重力度 177^{#/ft} ニ達シタリト云フ。今二三ノ實例ヲ示サンニ塊國ニテハ一等公道橋ニテ 92^{#/ft}, 二等公道橋ニテ 80^{#/ft}, 三等公道橋ニテ 68^{#/ft}, 獨國柏林市(Berlin), 「ライプチヒ」市(Leipzig)ニテハ 100^{#/ft}, 同國「バーデン」市(Baden), ニテハ 80^{#/ft} ト規定シ本邦内務省訓令ニハ一平方坪 = 400 貫(約 92^{#/ft}), 鐵道院橋梁設計心得第十條ニハ市街公道橋ニテ 125^{#/ft}, 國縣道公道橋ニテ 100^{#/ft}, 跨線橋(Foot bridge), 步道(Side walk)ニテ 80^{#/ft} ト定メタリ。斯クノ如ク市ノ大小, 國縣道ノ種類ニ依リテ一定スルコト難キモ大要大都市主要橋梁ニテ最大荷重 90 乃至 120^{#/ft}, 小都市若クハ國縣道ニテ 70 乃至 80^{#/ft} 内外ト假定シテ差支ナカル可シ。

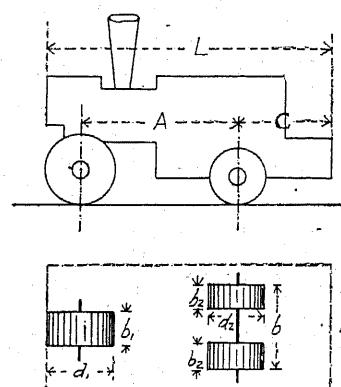
公道橋上車道ニ於ケル活重ハ通過ス可キ最大荷車, 蒸汽轉轆, 自動車若クハ電車等ニ依リテ制限セラレ何レモ小面積ニ相當ノ集中荷重ヲ有スルヲ以テ其力度群集荷重ヨリ大ナルコト勿論ナリ普通市中ヲ通過ス可キ荷車ノ最大軸重ハ 4000 乃至 8000[#] 内外ニシテ場合ニ依リテハ 10000 乃至 20000[#] ニ達スルモノアルモ後者ハ一般ニ其車軸ノ距離大ナルカ車輪ノ數多シ本邦鐵道院橋梁設計心得第十一條ニハ次ノ如ク之ヲ指定セリ。

	車體ノ幅(')	車體ノ長(')	軸間ノ距離(')	車輪軸ノ距離(')	軸重(*)
市街公道橋	12	20	10	5	12000
國縣道公道橋	12	20	10	5	6000
其他ノ公道橋	12	20	10	5	3000

蒸汽轉轆(Steam roller)ハ其集中荷重大ナルモ輻幅亦廣キヲ以テ其力度ハ割合ニ小ナリ其寸法及軸重量共ニ一定セズ普通前輪ハ一箇ニシテ其重量 3 乃至 10 噸, 後輪ハ二個ニシテ其重量 5 乃至 13 噸ニ至ル更ニ其寸法ハ第一千百八圖ノ如キ符號ヲ用フルトキハ凡ソ次ノ如シ。

$$\begin{aligned} L &= 15'-20', \quad B = 7'-8', \quad A = 9'-12' \\ C &= 4'-6', \quad b_1 = 3'-4', 5, \quad b_2 = 1', 5-2' \\ b &= 6'-8', \quad d_1 = 3', 5-5', \quad d_2 = 4', 5-5', 5 \end{aligned}$$

第一千百八圖

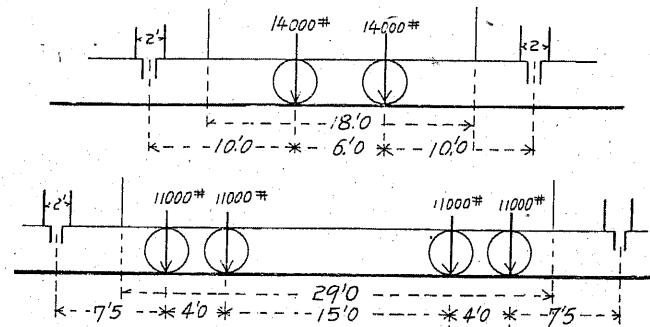


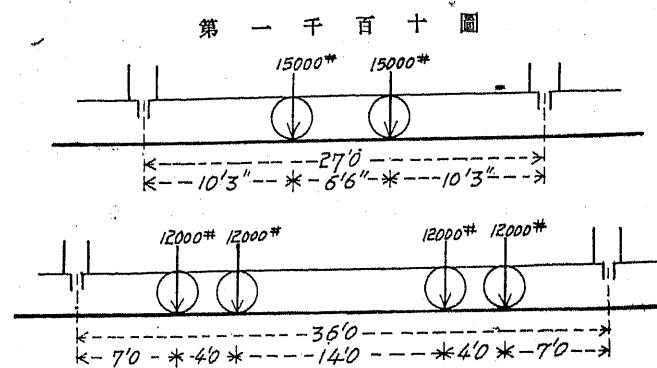
東京市ニテ使用セル蒸汽轉轆ハ重量 30000[#], A = 11', 0, b₁ = 4', 0, b₂ = 1', 8'', b = 6', 8'', d₁ = 3', 0, d₂ = 4', 0, 前輪重量 10000[#], 後部各輪重量 9000[#] ト規定セリ。

電車ノ重量ハ車軸ノ間隔割合ニ小ナル爲メ其力度大ナリナレド剛度ノ大ナル一定ノ軌道上ヲ走ルヲ以テ橋床上ノ荷重ハ割合長キ間隔ニ配布サル可ク電車ノ寸法及重量ハ素ヨリ多

様ナルモ一般ニハ四輪車ニテ車軸間隔 4' 乃至 10', 「ボキー」車ニテ 18' 乃至 24', 長サハ前者 18' 乃至 30', 後者ハ 35' 乃至 45',

第一千百九圖





軸重ハ前者3乃
至12噸後者2乃
至6噸ナリ。參
考ノ爲メ東京市
及大阪市ニ於ケ
ル標準電車ノ寸
法及重量ハ第一

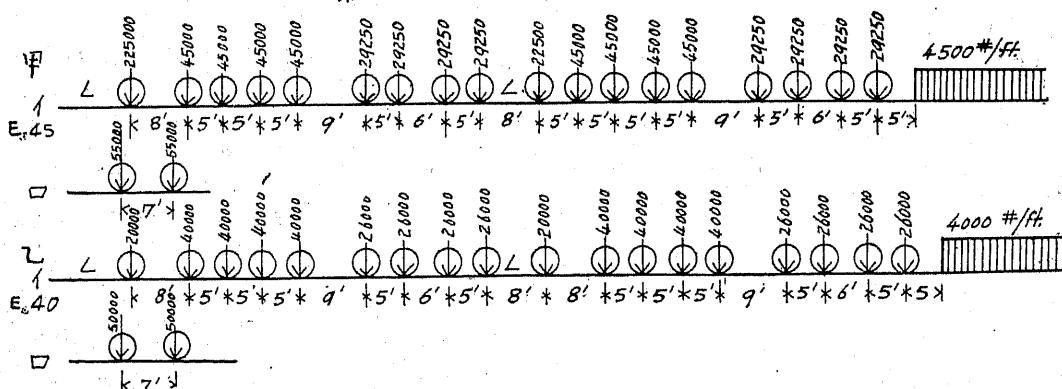
千百九圖及第一千百十圖ニ於テ示ストコロノ如シ。

本邦鐵道橋ニ使用スル活重ニ關シテハ鐵道院橋梁設計心得第八條ニ次ノ如ク之ヲ規定セリ。鐵道橋ニ於ケル動荷重ハ甲乙二種トシ一軌道ニ對シ第一千百十一圖ニ示スガ如ク假定シ(イ)(ロ)ノ中孰レカ部材(Member)ニ大ナル應力ヲ生ズルモノヲ用フ可シ。

更ニ雪重風壓制動力其他ニ關シテハ第七節ニ於テ之ヲ説明ス可シ。

衝動。衝動(Impact)ヨリ來ル影響ニ關シテハ橋梁材料ノ彈性、橋上路面ノ整否、荷車構造ノ良否、鋪料堅硬ノ程度、及活重進行ノ速

第一千百十一圖



度等ニ依リ一定ノ公式ヲ以テ之ヲ示スコト困難ナルモ多少トモ之ヲ見積ル可キハ勿論ナリ而シテ鐵筋混泥土橋ニアリテハ鋼橋、木橋等ト異リ其材料ノ彈性少キト其死重比較的大ナルトニ依リ木橋、鋼橋ノ如キ大ナル影響ナシト見ルヲ至當ナリトス。鋼橋ニ使用セル公式ハ種々アルモ(土木會誌第三卷第四號及第四卷第一號參照)鐵筋混泥土橋ニ對シテハ未ダ適當ナルモノアルヲ聞カズ鐵道院橋梁設計心得第十二條ニハ次ノ如ク之ヲ規定セリ。

第八條乃至第十一條ニ規定セル動荷重ヨリ生ズル應力ニ限り次ノ式ニヨリテ算出シタル衝動應力ヲ加算ス可シ但シ道床ヲ有スル場合ニハ此值ヲ半減ス可シ。

$$\text{第八條規定ノ動荷重ニ對シテハ } i = s \cdot \frac{300}{L + 300}$$

第九條(電氣鐵道其他ノ軌道ニ於ケル動荷重規定)ニ對シテハ

$$i = s \cdot \frac{200}{L + 300}$$

$$\text{第十條及第十一條規定ノ動荷重ニ對シテハ } i = s \cdot \frac{150}{L + 300}$$

上式ニ於テ i = 衝動應力, s = 最大動荷重應力, L = 徑間(呎)
但シ腰吊材(Hip vertical), 牀桁(Floor beam)ニアリテハ格間(Panell)ノ二倍トシ又軌道複線ノ場合ニ於ケル L の値ハ單線ノ場合ニ於ケルモノ、二倍トス。

縱橫荷重(Longitudinal and lateral loads), 風壓及離心力(Centrifugal force)等ニヨリテ生ズル應力ニハ衝動應力ヲ加算スペカラズ。

更ニ東京市ニテ採用セルモノハ「ワッデル」氏(Waddell)標準ニ從ヘルモノニシテ

$$\text{電氣鐵道ニ對シテハ } i = s \cdot \frac{200}{L + 270}$$

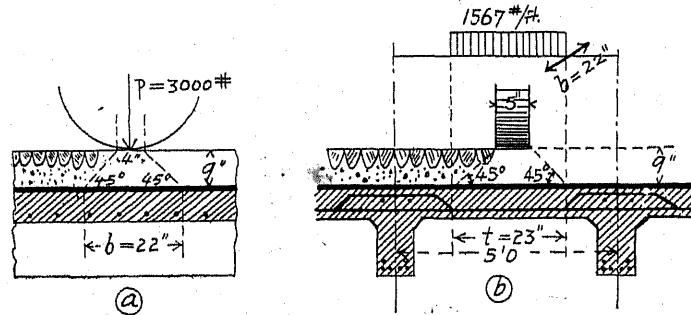
$$\text{鐵道橋ニ對シテハ} \quad i = s \cdot \frac{400}{L + 500}$$

$$\text{公道橋ニ對シテハ} \quad i = s \cdot \frac{100}{L + 150}$$

第五節 荷重ノ配布

荷車若クハ轉轆ノ如キ集中荷重ガ公道橋上ヲ通過スル場合ニハ橋桁ニ來ル荷重ハ一般ニ之ヲ等布的ニ配布セラル、モノト考フ而シテ道床ノ彈性程度ニ從ヒテ轍ト道床トノ接觸面積ニ多少

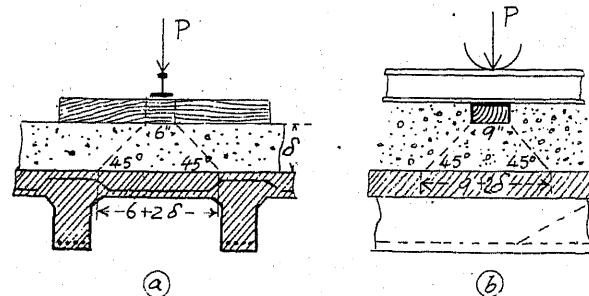
第一千百十二圖



ノ差違アル
ハ勿論ナル
モ普通橋軸
ノ方向ニハ
約4"ノ接觸
ヲ與エ第一
千百十二圖

⑥ノ如ク45°ノ角度ヲナシテ傳播スルモノト考エ同時ニ橋軸ニ直角ノ方向ニアリテハ轍幅ニ相當シテ45°ニ傳播スルコト第一千百十二圖⑥ノ如シト假定ス假令バ幅5"ヲ有スル車輪ノ其車軸ニ來ル荷重3000#ナリトセバ橋軸ニ沿フテ桁ヘノ荷重幅ハb=22"トナリ之ト直角ノ方向ニハt=23"トナル故ニ車重ヲP=3000#トセバ其力度ハ $\frac{3000}{\frac{22.23}{12.12}}=855\#/l_0'$ トナル可シ故ニ此力度ヲ有スル一部等布荷重及床ノ自重ヨリ來ル全體等布荷重ヲ受クルモノトシテ床版ノ厚ヲ計算ス可シ。同様ニ鐵道橋ノ場合ニハ車重ハ一旦之ヲ枕木ニ受ケ其底幅ヨリ更ニ45°ヲ爲シテ等布的ニ傳播スルコ

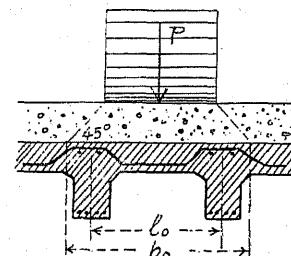
第一千百十三圖



ト第一千百十三圖
ノ如ク假定スルヲ
常トス。

若シ轉轆ノ前輪
ヨリ來ル荷重第一
千百十四圖ノ如ク
其荷重配布ノ幅b₀

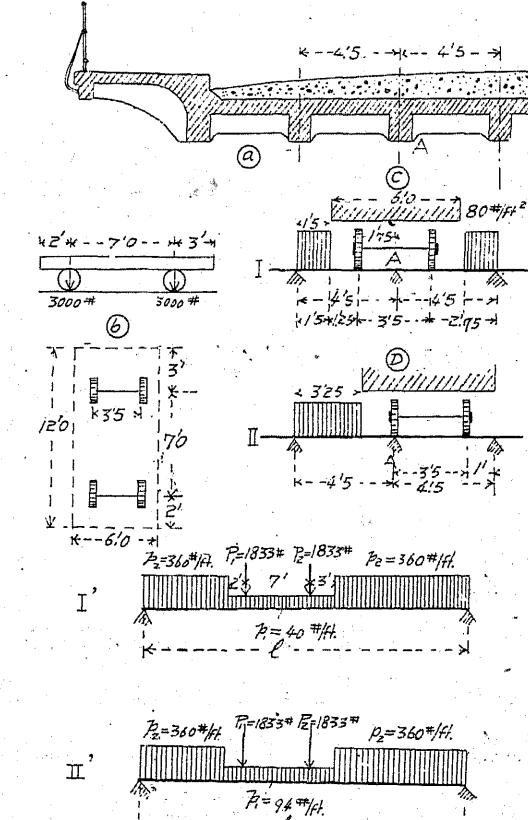
第一千百十四圖



ガ桁ノ間隔l₀ヨリモ大ナルトキハ其一桁ニ來ルト考エ得ル荷重ハl₀:b₀ノ割合即チ $P_0 = P \cdot \frac{l_0}{b_0}$ ト假定ス可シ。

或主要桁ニ來ル荷重ノ最不利益ナル狀態ヲ考フルニハ荷車若クハ轉轆ガ其桁ニ對シ如何ナル位置ニアル場合ナルカヲ探究セザル可ラズ假令バ第一

第一千百十五圖



千百十五圖⑥ノ如キ寸法ヲ有スル荷車ガ@圖Aナル桁ニ及ボス
荷重ノ配布ハIノ如キ場合ニハ

$$P_1 = P_2 = 2 \cdot \frac{3000}{2} \cdot \frac{2,75}{4,5} = 1833*$$

荷車ノ左右ニアル群衆ヨリ來ル荷重ノ

$$p_1 = 2.80 \cdot \frac{1,5^2}{2,4,5} = 40*/ft.$$

荷車ノ前後ニ於ケル群衆荷重ハ

$$p_2 = 80.4,5 = 360^{\circ}/ft$$

故ニ其荷重配布ハ I' ノ如クナル可シ若シ II' ノ如キ配置ナルトキ

$$P_1 = P_2 = \frac{3000}{2} \left(1 + \frac{1,0}{4,5}\right) = 1833*$$

$$p_2 = 80 \cdot \frac{3,25^2}{2 \cdot 4,5} = 94 \text{#/ft}$$

故ニ其等布荷重ハ II'ノ如クナル可シ即チ II'ノ状態ニ於ケルモノ最不利ナリト云フコトヲ得可シ斯クテ II'ノ如キ荷重列ガシナル徑間ヲ通過スル時更ニ其如何ナル位置ニ前進シタル場合桁ニ最大彎曲力率ヲ與フ可キカヲ検定セザル可ラズ(第三編第一章第六節参照)。

第六節 等量等布荷重

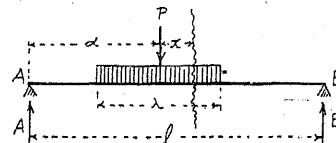
第五節所載ノ如ク活重ハ車體ノ構造ニ從ヒテ軸重ヲ異ニスルト車輛ノ移動若ハ車輛ト群衆トノ配置ニ伴ヒテ桁梁ニ及ボス影響種々ニ變化ス可シ故ニ精密ナル活重影響ノ算定ハ頗ル手數ヲ要シ且不定的ノ場合尠カラズ此等ノ手數ヲ輕減スル爲豫メ其最

大荷重ニ匹敵ス可キ等量等布荷重(Equivalent uniform load)ニ換算シ
置クヲ便利トスル場合多シ今其等量等布荷重ノ力度ヲ p_e^* % トシ
死重力度ヲ g^* % トセバ假令バ單桁ニ於ケル最大彎曲力率ハ
 $M = \frac{1}{8}(g + p_e) \cdot l^2$ ナル簡単ナル形ニ依リテ算出スルコトヲ得可シ
今普通橋床上ニ起リ得ル移動荷重ニ就キテ換算方法ノ二三ヲ示
ス可シ。

- 1) 小徑間ノ桁橋上ニ第一千百十六圖ノ如クナル長サノ等布荷重ヲ有スル場合ニハ最大彎曲力率ハ x 點ニ於ケル剪力ノ最小

第一千百十六圖

ナル時即チ $Q_x = 0$ 或ハ



$$A = \frac{P}{\lambda} \left(\frac{\lambda}{2} + x \right) \text{ の場合 = 起ル可シ故ニ}$$

$\ddot{x} = \frac{\lambda}{l} \cdot \left(-\frac{l}{2} - a \right)$, 從 ツ テ 最 大 彎 曲 力 率 ハ

$$M_{max} = A \cdot (\alpha + x) - \frac{1}{2} \left(\frac{\lambda}{2} + x \right) \cdot A = \frac{P \cdot \alpha (l - \lambda) \cdot (2l - \lambda)}{2l^2}$$

若シ其荷重ガ移動スル場合ニハ最モ不利ナル荷重狀態ハ $a = \frac{l}{2}$
ノ場合ニ起ル可ク從ツテ

$$M_{max} = \frac{P.l}{4} - \frac{P.\lambda}{8} = \frac{P}{8}.(2l-\lambda) \quad \text{トナル可シ.}$$

$$\text{故に } \frac{1}{8} p_e l^2 = \frac{P}{8} (2l - \lambda) \quad \text{従ツテ}$$

$$p_e = P \frac{2l-\lambda}{\gamma^2} = \frac{2P}{l} - \frac{P\lambda}{\gamma^2} \quad \dots \dots \dots \quad (1403)$$

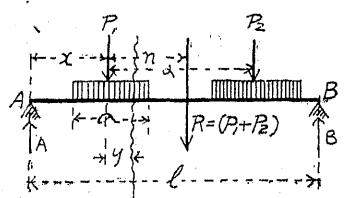
若シ $\lambda = 0$ ナルトキハ

卷之八

2) 若シニノ異ナレル長サヲ有スル等布荷重ガ第一千百十七圖

第一千百十七圖

ノ如クαナル間隔ヲ保チテ働くトキ



$$\frac{1}{8} p_e j^2 = (P_1 + P_2) \cdot \frac{2P_1 \cdot l - (P_1 + P_2) \cdot \lambda}{8P_2 j^2} \cdot (l - n + y)$$

故 =

$$P_e = \frac{(P_1 + P_2)}{l^2} \cdot \frac{2P_1 l - (P_1 + P_2) \cdot \lambda}{P_1 l^2} \cdot (l - n + y)^2 \quad \dots \dots \dots (1406)$$

若シ $P_1 = P_2$ ナルトキハ

$$y = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{l-a}{l-\lambda}; \quad n = \frac{a}{2}; \quad x = \frac{1}{2} \left(l - \frac{a}{2} - y \right)$$

トナルヲ以テ

$$\frac{1}{8} p_e \cdot l^2 = \frac{P}{8} \cdot \frac{(2l - \alpha - \lambda)^2}{l - \lambda}$$

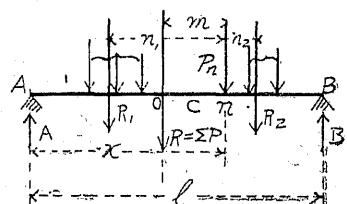
故二

$$p_e = P \cdot \frac{(2l-\alpha-\lambda)^2}{l^2(l-\lambda)} \quad \dots \dots \dots \quad (1407)$$

若シ $\lambda=0$ ナルトキハ

第一千百十八圖

3) 大ナル徑間ヲ有スル桁橋ニアリ



テ第一千百十八圖ノ如ク數多ノ集中
荷重ガ列ヲ爲シテ行進スルトキハ或
一點ニ於ケル最大彎曲力率ハ該點
ト桁上ニアル全荷重 ΣP ノ重心點 0

トノ距離ガ徑間ノ中央 C ニ於テ二等分セラルル時ニ起ル可シ(第

四編第一章第六節參照)此場合ニ於テハ $\frac{A}{B} = \frac{x}{l-x}$, 而シテ桁上ノ

$$\text{最大弯曲力率} \times x = \frac{l}{2} + \frac{m}{2} \quad \text{点 = 起 } y \quad A = R \cdot \frac{l-x+m}{l} = R \cdot \frac{l+m}{2l}$$

$$M_{max} = A \cdot x - R_1 \cdot n_1 = \frac{R}{4l} \cdot (l+m)^2 - R_1 \cdot n_1$$

故二

$$p_e = \frac{8M_{max}}{l^2} = \frac{2R}{l} + \frac{4}{l^2} \cdot (R.m - 2R_1.m_1) + \frac{2R.m^2}{l^3} \quad \dots \dots (1409)$$

第七節 特殊荷重

特殊ノ荷重就中橋床ニ垂直ニ働くカザルモノ假令バ勾欄ヨリノ
横壓制動機(Brakes)ヨリノ影響等橋梁ノ設計上時ニ考慮ヲ要スベ
キモノアリ今簡單ニ之ヲ説明ス可シ。

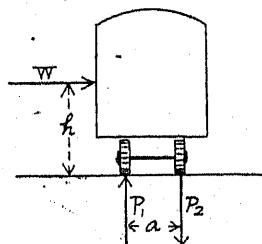
1) 雪重、一般橋梁ノ計算中ニ雪重(Snow load)ヲ考フル場合極メテ稀ナリ何トナレバ最大垂直荷重ノ受クル場合ニハ雪重ハ之ヲ無視シ得ルノミナラズ最大降雪ト最大荷重ト同時ニ來ル可キ場合實際ニ於テ殆ド之ナケレバナリ猶雪重ニ對シテハ第十編第五章第二節ニ於テ之ヲ論ジタルモ更ニ参考トシテ千九百九年獨國「シャラー」氏 (Schaller) ノ發表セシ結果ニ依レバ新タニ降リタル儘ニシテ甚ダ乾燥セルモノノ比重ハ 0,12, 乾燥セルモ上部荷重ニ依リテ踏ミ固メラレタルモノハ 0,45, 水ニ飽和シテ踏ミ固メラレタルモノハ 0,85, 飽和汚濁ノ狀態ニ於テ踏ミ固メラレタルモノハ 1,30ニ達スルコトアリト云フ即チ雪重ヲ考フル必要アル場合ニハ屋上ニ降積リタルモノト比較シテ其單位重量ヲ增大ス可キモノナルコトヲ知ル可シ。

2) 風壓: 客車、貨車等ノ橋上ヲ通過スル場合強烈ナル風壓ヲ受

クル時ハ軸ノ一方ニ於テ壓力ヲ増加スルト同時ニ他方ニハ其同量ヲ輕減ス可シ假令バ第一千百十九圖ニ於テ W ナル風壓ノ爲メ車體ノ轉覆セントスル瞬間ニアリテハ

トナリ軸重ノ全部ハ一車輪上ニ集中ス可シ然レドモ如斯烈風ヲ受クルノ際輕量活重ノ通過スルコトハ實際上不能ナルヲ以テ小徑間ノ桁橋ニ對シ特ニ或一部桁梁ノ安全率ヲ算定スルヲ要スル

第一千百十九圖



場合ノ外主要桁ニ就キテ上記ノ如キ條件ヲ顧慮スルノ必要アルコト極メテ稀ナリ更ニ上路橋(Deck bridge)ニシテ鐵製勾欄ヲ有スルモノモ一般ニハ風壓ノ影響ヲ考フルノ必要ナシ何トナレバ鐵筋混凝土橋ノ如キ單體式構造ニアリテハ或一點ニ來ル

集中荷重モ猶克ク等布的ニ之ヲ橋臺ニ傳導スルコト容易ナルヲ以テナリ若シ下路橋(Through bridge)ニシテ高ク曝露セル位置ニ構材ヲ有スル時ハ荷重ノ通過ヲ妨グザル程度ニ於テ更ニ上構材ヲ連結セル風壓材(Wind bracing)ヲ準備シ全構ヲ框構トシテ取扱方穩當ナル可シ 猶高キ小壁式勾欄ヲ有スルモノハ少クトモ歩道ノ部分ニ於ケル舷桁式桁梁及床版ニハ風壓ノ影響ヲ考フルノ必要ナルコトアリ高キ橋脚(Pier)ヲ有スル場合ニハ其設計ニ關シ風壓ヨリ來ル應力ヲ加算ス可キハ勿論ナリトス。

水平風圧力度ハ橋上ニ活重ヲ有セザル場合ニハ $50\%/\text{ft}$, 其之ヲ有スル場合ニハ 30 乃至 $35\%/\text{ft}$ ト取ル可ク更ニ橋床ノ位置高キ時

ハ其下方ヨリ吹上グル突風ヲ 10 乃至 15%/ m 'ト假定シテ計算スル
ノ必要ナルコトアリ但シ荷車其他ノ車體ヲ轉覆セシムル程度ノ
颶風ハ實際ニ遭遇スル場合殆ンド皆無ナルヲ以テ普通ノ計算ニ
ハ其車體ニ與フル風壓ヲ 20%/ m ' 内外トシ地上 3' 乃至 4' ノ高サニ
集中シテ働くモノト假定ス猶風壓ニ關シテハ第八編第一章第一
節ヲ參照ス可シ。

3) 勾欄ヨリノ横壓 橋上ニ群衆ノ集合スル場合ニハ勾欄ノ内部ヨリ外方ニ向ツテ與フル壓力ハ普通 10 乃至 20%/²ト假定ス但シ烈風ノ場合ニハ群衆ノ橋上ニ密集スルコトナキヲ以テ風壓ト勾欄ヨリノ横壓トハ同時ニ之ヲ考フルノ必要ナシ。

4) 摩擦力若クハ制動力。牛馬若クバ他ノ動力ニ依リテ車體ヲ曳ク時ハ其前進ノ方向ニ反対シテ橋床上ニ働く摩擦力(Frictional power)アリ其力ハ橋床ヲ通シテ橋臺若クバ橋脚ニ傳導ス可ク之ニ對シテ必要ナル牽引力ハ

ニテ之ヲ示スコトヲ得可シ Q ハ車重, G ハ牛馬若クハ「モートル」重量, β_1 ハ車輪ノ運動ニ對スル鋪道ノ摩擦率 (Coefficient of friction) = シテ其值ハ凡ソ石道ノトキ $\beta_1 = \frac{1}{40}$ 乃至 $\frac{1}{50}$, 木道ノトキ $\frac{1}{60}$, 軌道ノトキ $\frac{1}{100}$ 乃至 $\frac{1}{200}$, $\tan \alpha$ ハ路面ノ勾配, α ハ傾斜角ヲ示スモノナリ.

勾配ヲ有スル橋梁上ニテ車輪ニ制動(Brake)ヲ與フルトキハ其
力ハ亦之ヲ橋床ニ傳導ス可シ其制動力ハ

ニテ示シ得可ク G ハ制動ヲ受ケタル車軸ノ荷重ニシテ通常車重
 ノ $\frac{1}{2}$ 乃至 $\frac{2}{3}$, β_2 ハ滑動ニ對スル鋪道ノ摩擦率ニシテ通常 0,25 ナ
 リトス.

更ニ彎曲ニ依リテ橋桁ノ應張纖維層ガ張力ヲ受ケタルトキ若クバ溫度ノ變化ニ伴ヒテ橋桁ノ伸縮スル場合ニハ其可動支臺(Movable support)ニ働く摩擦力ハ

R ハ可動支臺ノ反應力, β_3 ハ摩擦率ニシテ構法ニ從ヒテ夫々其値ヲ異ニシ臺石上ニ石材支臺ヲ有スルトキハ $\beta_3 = 1,00$, 鐵材上ニ混凝土支臺ヲ有スルトキハ $\beta_3 = 0,5$, 鐵材上ニ鐵材支臺ヲ有スルトキハ $\beta_3 = 0,25$, 製作完全ナル轉子支臺 (Roller support) ナルトキハ $\beta_3 = 0,05$ ト取ル可シ而シテ此等ノ力ハ何レモ支臺ニ等布的ニ配布セラルルモノト假定ス.

5) 遠心力 公道橋ニアリテハ遠心力 (Centrifugal force) ヲ考フルコトヲ要スル場合ハ極メテ稀ナルモ自動車又ハ電車ノ如キ急速度ヲ有スルモノガ急角度ニ變位セル街路ノ終端ニアル橋梁ヲ通過スル場合ニハ多少遠心力ノ影響ヲ與フ可シ此力ハ車重ノ重心點ニ働くモノト假定シ其値ハ

トシテ算出ス G ハ車重, v ハ車ノ速度 ($ft/sec.$), g ハ重力加速度ニシテ $32.2 ft/sec^2$, ρ ハ街路中心線ノ曲率半径ヲ示スモノナリ.

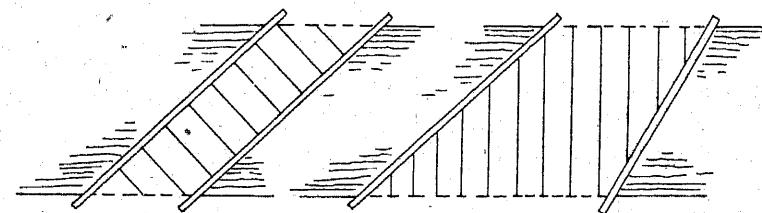
第八節 計畫ニ關スル要項

橋梁ヲ架設スルニ當リテハ其橋上ヲ通過スル活重ノ性質架設

個所ニ於ケル障害物ノ種類ト位置並ニ地盤ノ硬軟等ヲ考慮シテ
架橋ノ位置、徑間若クバ形狀等ヲ決定セザル可ラズスクテ其大要
ノ寸法及死重ヲ假定シ得タル後ハ與エラレタル條件ニ從ヒテ適
當ナル計算ヲ施シ經濟上ノ打算ト合シテ精確ナル設計ヲ案出ス
可シ此等靜的關係ノ外更ニ動的關係即チ水流、寒暖、風雨等ノ影響
ヲモ考察スルヲ要ス此等ハ算數的ニ確定シ得ザルハ勿論ナルモ
参考記錄若クバ實驗等ニ依リテ夫々適當ナル參酌ヲ施スノ外ナ
シ今茲ニ其二三ノ要點ヲ摘記ス可シ。

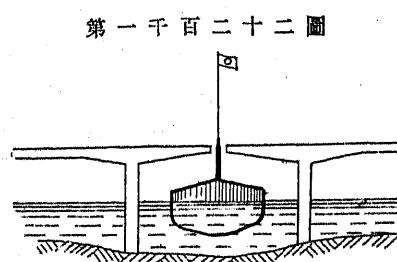
水流若クバ踏切ト斜角ヲ爲シテ架設ス可キ橋梁ニアリテハ鐵筋混凝土ヲ用フル時ハ其施工割合ニ簡易ナリ若シ其斜角著シキ時ハ幅狭キモノニハ第一千百二十圖ノ如ク下路式(Through system

第一千百三十圖 第一千百三十一圖



ヲ用キテ横桁ヲ配置スルヲ便トシ廣キモノニハ單純ナルT桁式
(Tee beam system) ヲ用ヒテ勾欄ノ位置ニ於テノミ桁ヲ高ムル方利益ナリ後者ノ場合ニ於ケル主要桁ハ第一千百二十一圖ノ如ク橋臺ニ直角ニ据ユルヲ便利ナリトス何トナレバ交通ノ系流ハ常ニ橋臺間ノ最短隔離ヲ利用ス可ケレバナリ。

橋面ノ高サハ障害物ノ種類ニ依リテ異ナリ小水路ヲ横ギル場合ニハ其高サハ單ニ最大洪水位ニ依リテ支配サルルヲ以テ本流ニ隣接セル實例ヲ考證シテ之ヲ定ム可ク舟楫ノ便アル河川ニア

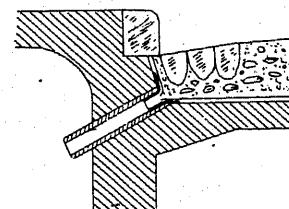


第一千百二十二圖

リテハ洪水位ノ外更ニ水流ヲ利用スル運輸貨物ノ性質ヲ考エザル可ラズ普通最大洪水位上少クトモ二沢内外ヲ存セシム可ク帆檣ヲ有スル船舶ノ航路ニアリテハ第一千百二十二圖ノ如ク帆檣ノ通路ヲ存スル舷桁ヲ用ヒ平時踏板ニ依リテ之ヲ掩フ如キ設備ヲ施スコトアリ街路若クバ公道ヲ横ヤルモノニ、アリテハ其假架ノ下9'乃至12'ヲ存セシム可ク電車路横断ノ場合ニハ「トロリー」線ヲ架設シ得ル高度ヲ存シ鐵道線路上ニアリテハ其建築定規ニ與ヘラレタル空間ヲ存セシム可シ。雨水ノ疏通ニ便スル爲メ橋面ニ沿フテ縦ニ或勾配ヲ付スルコト必要ナリ其勾配ハ車馬ノ通行ニ不便ナラザル程度ニ止ム可ク通常少クトモ1:200乃至1:100タル可シ「アスファルト」其他滑カナル鋪料ヲ使用スルトキハ猶少シク緩ナルモ可ナリ其最大限度ハ「アスファルト」ニアリテハ1:70、木道石道ニアリテハ1:40、「マカダム」道ニアリテハ1:20トス勾配ハ左右橋臺ヨリ中央點ニ向ヒテ上昇シ其度急ナル場合ニハ中央交點ニ於テ300'乃至600'ノ半徑ヲ有スル曲線ヲ以テ連結セシム可シ更ニ橋軸ニ直角ノ方向ニモ左右勾配ヲ附ス可ク其割合ハ「アスファルト」鋪道ニテ1:80乃至1:50、木道石道等ニテ1:40乃至1:25、「マカダム」道ニテ1:80若クバ1:50内外タル可シ。

橋梁ノ断面ハ位置ノ關係及活重ノ程度ニ依リテ異ナリ兩側ニ歩道ヲ設クルトキハ其幅普通橋幅ノ $\frac{1}{5}$ 即チ車道ノ $\frac{1}{3}$ トス橋幅ノ最小限度ハ車道ニテ荷車二臺歩道ニテ通行者二人ノ行違自由タ

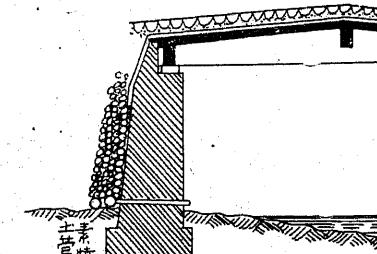
第一千百二十三圖



ル程度タル可シ從ツテ少クトモ前者ハ約12'内外、後者ハ約4'内外ヲ要ス歩道車道ノ境界ハ第一千百二十三圖ノ如ク8"内外ノ高サヲ附シテ段接トシ其各終端ニハ混擬土若クバ花崗石ノ張石及緣石ヲ用ク歩道ニハ此境石ニ向ツテ單純下リ勾配ヲ附ス可ク其割合ハ砂利鋪道ニテ1:30、混擬土道1:40、「アスファルト」道1:50内外タル可シ。

鋪料ヲ節約スルハ橋梁維持費ヲ高ムル所以ニシテ畢竟不經濟タルヲ免レズ橋梁ハ車馬ノ振盪大ナルト勾配緩ナルトノ爲メ可成不滲透堅質ノ鋪料ヲ使用ス可ク厚ハ材料ノ種類ニ從ヒ必ズシモ一様ナラズ其最小限度ハ砂利道ニアリテハ1"以上ノ砂層上6"内外ノ砂利層トシ石道ニアリテハ $\frac{1}{2}"$ 以上ノ膠泥層上鋪石ノ厚サ6"内外混擬土ハ5"内外、木道ニアリテハ $2\frac{1}{2}"$ 乃至6"ノ混擬土上ニ木塊厚サ4"乃至6"、「アスファルト」若クバ「タービア」混擬土道ニアリテハ6"乃至9"ノ混擬土上ニ2"内外之ヲ用フ可シ歩道ニアリテハ一般ニ4"内外ノ混擬土上ニ「タービア」、「アスファルト」、「セメント」ブロック等ヲ使用シ場合ニ依リテハ「マカダム」式トナスコトアリ。

第一千百二十四圖



鋪道ヨリ滲透セル雨水ヲ可成早ク疏通セシムル爲メ第一千百二十四圖ノ如ク橋背ニモ左右ニ或勾配ヲ付ス可ク滲水ハ橋臺ノ背面ニアル砂利裏込層ニ依リテ之ヲ受ケ適當ノ排水管ニ依リテ之ヲ水路ニ導

ク可シ更ニ橋背及橋臺ノ混擬土層ヲ通ジテ水ノ滲透スルヲ妨グ爲メ $\frac{3}{8}$ "乃至 $\frac{1}{2}$ "ノ厚サニ優良膠泥「コールタール」若クバ「アスファルト」ヲ塗ルカ若クバ「アスファルチック・フェルト」ヲ敷キテ之ヲ保護ス可シ。

太陽ノ直射若クバ氣溫ノ低下ニ伴ヒ伸縮ヲ容易ナラシムルノ設備ヲ施スコト必要ナリ冬期冰結時ニ於ケル影響ハ夏期炎熱時ニ於ケルヨリモ大ニシテ冬季ニアリテ屢々收縮ヨリ來ル裂縫ヲ見ルコト尠カラズ第二編第三章第二節ニ記述セルモノノ外「ディッケルホフ」氏及「ヴィッドマン」氏(Dyckerhoff u. Widmann)ノ實驗ニ從ヘバ混擬土ノ伸縮率 α ハ材齡一ヶ年ノモノニ對シ

重量配合	攝氏 -12° リ $+20^{\circ}$ マテ	華氏 $10^{\circ}, 44^{\circ}$ リ 68° マテ	攝氏 20° リ 38° マテ	華氏 68° リ 100° マテ
$1:1\frac{1}{2}:2,8$				
$1:2\frac{1}{2}:4,6$	ノ三種 ニ對ス ル平均	0,0000125	0,00000694	0,0000103
$1:3,8:7,0$				0,00000517

即華氏一度ニ付キ約 $\alpha = 0,000006$ トナル可シ今或長サヲ有シ兩端緊定セル混擬土片ガ華氏一度丈ノ昂進ニ伴ヒ「フックス」氏法則ニ從ツテ應力ヲ受クルモノトセバ(彈性係數 $E = 2000000^{\text{#}}/\text{in}^2$ ト假定)

$$\sigma = \alpha E = 0,000006 \cdot 2000000 = 12^{\text{#}}/\text{in}^2.$$

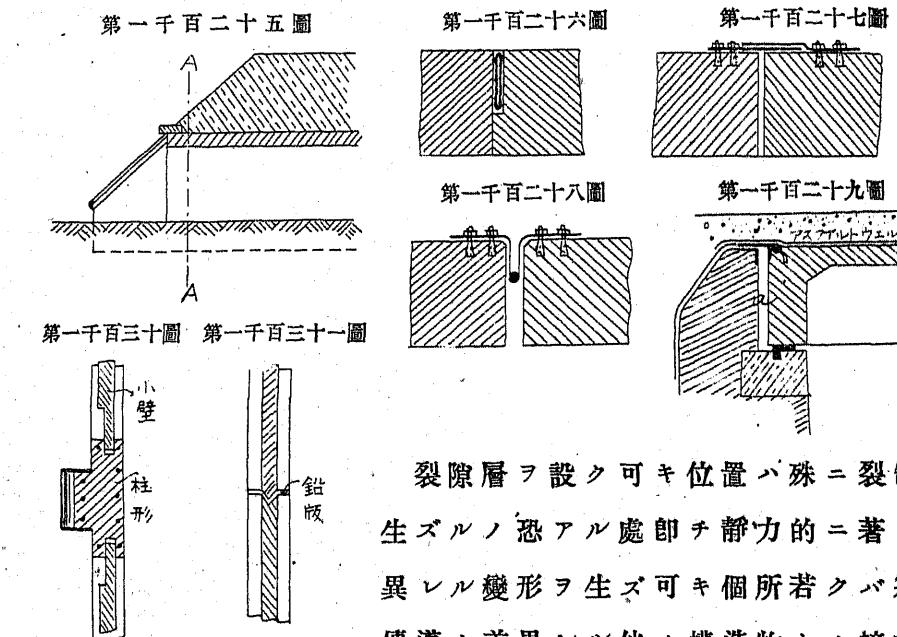
故ニ本邦ニ於テ冬期 20°F , 夏期 100°F . 即チ平均常溫(60°F .ト假定)ヨリ土 40° ノ差ヲ假定セバ $\sigma = \pm 480^{\text{#}}/\text{in}^2$ トナル可クスクノ如キ外力ニ對シテハ混擬土桁ノ支點ヲ緊定スルコトハ不可能ナル可ク實際ニ起ル力量遙ニ小ナル可キハ言フヲ俟タズ蓋シ混擬土内ヲ通ズル導溫速度ハ之ヲ測定スルコト困難ナルモ混擬土ハ元來熱ニ

對スル不良導體ナルノミナラズ橋梁ニアリテハ一般ニ其表面ハ鋪石等ニ依リテ敷詰メラル、ヲ以テ一日ヲ通ジテ僅ニ數時間ノミ強烈ナル日光ニ曝露スルモ混擬土ノ全部ヲ通ジテ其溫度ノ變化 40°F .ノ如キ多量ニ達スルコトハ實際ニアリ得可カラズト考フルコト差支ナキモ數日間連續セル寒氣ニ對シテハ何等カ豫防ノ方法ヲ講ゼザレバ收縮ノ量著シキ爲メ時ニ裂縫ヲ生ズルコトアルヲ免レズ但シ鐵筋混擬土ニ對スル寒暑ノ影響ニ對シテハ今日迄未ダ充分ナル觀察ノ結果ヲ得ザルヲ遺憾トス。

如上ノ伸縮ニ備フル爲メ長キ混擬土構造物ニアリテハ一般ニ或距離毎ニ裂隙層ヲ用意ス此設備ハ谷間ノ如キ通風(Draft)ノ烈シキ處若クバ勾欄ノ如キ直接光線ヲ受ケ其構造纖弱ナル處ニ於テ殊ニ必要ナリトス。

溫度ノ影響ト同時ニ輕視ス可カラザルハ空氣中ニ於ケル混擬土ノ凝結ニ伴フ收縮是ナリ橋梁ニ於ケルガ如ク曝露ノ度特ニ著シキ處ニアリテハ此收縮ヨリ來ル裂縫ヲ妨グルノ設備亦必要ナル可シ水中ニ於ケル膨脹ニ比シテ空中ニ於ケル收縮ノ割合遙カニ大ナルモ幸ニ鐵筋ヲ有スル混擬土構造ニアリテハ其收縮量割合ニ小ナルコト既ニ第六編第一章第二節ニ論述セル所ノ如シ。

裂隙層ヲ設ク可キ間隔ハ純混擬土構造ノ經驗ヨリ案出スルコトヲ得可シ一般ニ $100'$ 以上ノ純混擬土構造ニアリテハ其間隔 $25'$ 乃至 $35'$ ヲ超過スルコトナシ之ニ準ジテ大ナル徑間ヲ有スル鐵筋混擬土橋ニアリテハ $60'$ 乃至 $80'$ ヲ適當トス可シ但シ其地方ニ於ケル氣候ノ關係構造物ノ被覆程度路面鋪料ノ種類ニ應シテ多少ノ加減ヲ要ス可キハ勿論ナリトス。



裂隙層ヲ設ク可キ位置ハ殊ニ裂縫ヲ生ズルノ恐アル處即チ靜力的ニ著シク異レル變形ヲ生ズ可キ個所若クハ寒暑傳導ノ差異レル他ノ構造物トノ接續點ニ於テス可ク假令バ $60'$ 以上ノ暗渠ニアリテハ第一千百二十五圖 AA' ノ如キ個所ニ之ヲ設ク可シ何トナレバ此斷面ニアリテハ其受クル荷重ノ差若クハ日光ノ直射ヨリ來ル影響ノ差著シキヲ以テナリ

裂隙層ハ第一千百二十六圖ノ如ク濕潤セル「タール」布片、第一千百二十七圖ノ如キ重ネ合ノ亞鉛片若クバ鐵鋅ヲ用フルカ或ハ第一千百二十八圖ノ如クU形ノ亞鉛版「タール」布片トヲ填充ス可シ小徑間ノ橋梁ニアリテハ橋臺ト桁材ノ終端トノ間ニ餘地ヲ存シ第一千百二十九圖ノ如キ構法ヲ採ルカ時トシテハ a ノ部分ニ彈性木材ノ充分濕潤セルモノヲ挿ムコトアリ。更ニ勾欄ノ小壁ハ柱形ノ點ニ於テ裂隙層ヲ設ク其構法第一千百三十圖及第一千百三十一圖ノ如シ。

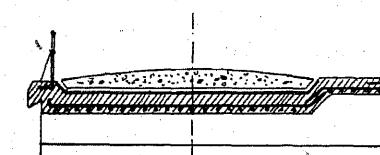
第二章 床版橋

第一節 單純床版橋

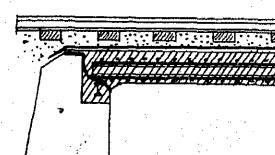
床版橋 (Slab bridge) ハ一般ニ兩端自由ニ支保セラル、單桁構造 (Simple beam construction) ニシテ荷重小ナル短徑間ニノミ應用セラル其最大徑間ハ鐵道橋ニテ $5'$ 、公道橋ニテ $10'$ 乃至 $12'$ 、人道橋ニテ $15'$ 乃至 $18'$ ニシテ荷重大ナルカ徑間以上ノ數ヨリモ多キトキハ徒ラニ死重ヲ増スヲ以テ桁橋構法ノ方經濟的トナル可シ補強鐵筋ノ配置ハ單式若クハ複式トシ其算法ハ全ク普通床版ニ準據ス可シ。

人道橋ハ單純ニ床版ノミトシ公道橋及鐵道橋ニアリテハ床版上ニ一呪内外ノ填料ヲ加エ其左右土砂ノ崩落ヲ防止スル爲メ第一千百三十二圖及第一千百三十三圖ノ如ク低キ袖壁ヲ附ス歩道ヲ有スルモノハ床版ノ厚サヲ中央ヨリモ薄クシ袖壁ニ代用スル

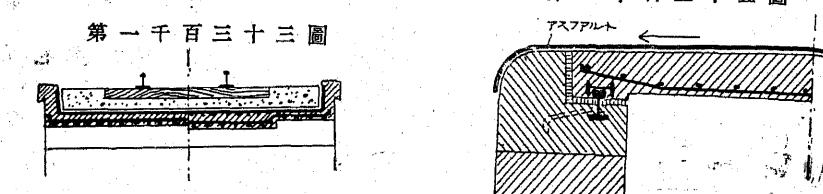
第一千百三十二圖



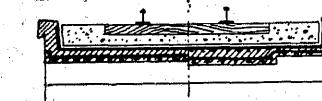
第一千百三十四圖



第一千百三十五圖



第一千百三十三圖



爲メ少シク之ヲ高ム可シ鐵道橋ニシテ複線以上ノ線路ヲ有スルトキハ各線ニ對スル床版間ヲ分離シテ裂隙層ヲ設クルヲ良シトス。

鐵道橋ニハ第一千三百三十四圖ノ如ク補強鐵筋ノ代リニ屢々展鐵材ヲ使用シ混擬土ニテ填充スルコトアリ。此場合ニハ展鐵材ノミヲ使用スルニ比シテ約25%以上ノ鐵材ヲ節約スルコトヲ得可シ。鋼材ノ間ハ相互丸鐵ニテ連絡スルカ若クバ下緣材ノ間ニ「エキスパンデッド・メタル」或ハ鐵鋼ヲ敷キテ混擬土ノ附著ニ便ナラシム更ニ床版ノ支點ハ古軌條ヲ用ヒテ搖動支臺(Swing support)ヲ設クルモノアリ。第一千三百三十五圖ニ於テ其一例ヲ示ス。

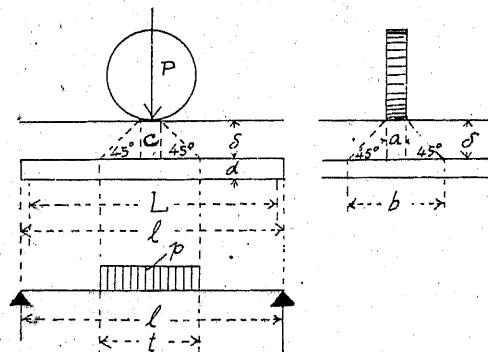
兩端單純ニ支持セラレタル床版橋ニアリテハ其計算簡易ニシテ大要第四編第一章第三節以下第六節ニ準據スルコトヲ得可シ。今其純徑間ヲ L 、有效徑間ヲ l 、床版ノ厚サヲ d トセバ $l = L + d$ トシ支點ニ休止セル部分ノ桁長ハ $b \geq d$ タル可シ。更ニ上部填充土壤ノ厚サヲ δ トシ其單位荷重ヲ $\gamma^*(\text{ft}^3)$ 、床版ノ單位自重ヲ $\gamma'(\text{ft}^3)$ トセバ全死重ハ $g = \gamma\delta + \gamma'd^*/l$ (δ 及 d ノ單位('')) トナル可シ。今此荷重ガ全徑間ニ等布的配布ヲナスモノトセバ其最大彎曲力率ハ

$$M_g = \frac{g \cdot l^2}{8}$$

活重ニ關シテハ徑間小ナル場合ニハ汽關車若クバ轉轆ノ集中荷重ガ其中央ニ働くモノト假定セバ群衆ノ等布的配布ヲ爲セリト考フルヨリモ不利ナル狀態ニアルヲ以テ集中荷重ヲ P トセバ

$$M_p = \frac{P \cdot l}{4}$$

第一千三百三十六圖



若シ徑間長キトキハ集中荷重ハ45°ノ方向ニ等布的配布ヲ爲スモノトシ其配布面積ヲ A トセバ第一千三百三十六圖ニ於テ $A = b \cdot t$ トナル可シ茲ニ

$$t = c + 2\delta, b = a + 2\delta$$

ナルヲ以テ其力度ハ

$$p = \frac{P}{t \cdot b}$$

從ツテ活重ヨリ來ル最大彎曲力率ハ第六十九表⑥ニテ示セルモノトナルベク死活重全部ノ最大彎曲力率ハ

$$M_{max} = M_g + M_p \quad \text{トナル可シ。}$$

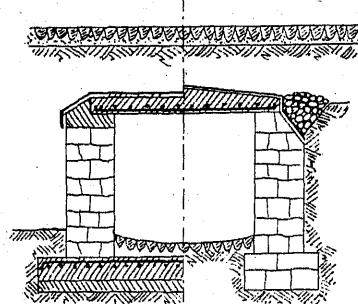
第二節 床版式暗渠

暗渠(Culvert)ハ其構法種々アルモ溝渠ノ兩側ニ沿ヒ平行セル擁壁ヲ作リ其壁間ニ單桁橋ヲ架設スルモノ多シ水量多キ時ハ屢々徑間ノ中間ニ更ニ支壁ヲ増設スルコトアリ。暗渠ハ一般ニ高キ築堤下ニアルモノ多キヲ以テ比較的軸線長キヲ常トシ從ツテ構法ノ簡易ナル爲メ可成築堤ノ方向ニ直角ニ其軸線ヲ定ムルヲ良シトス。

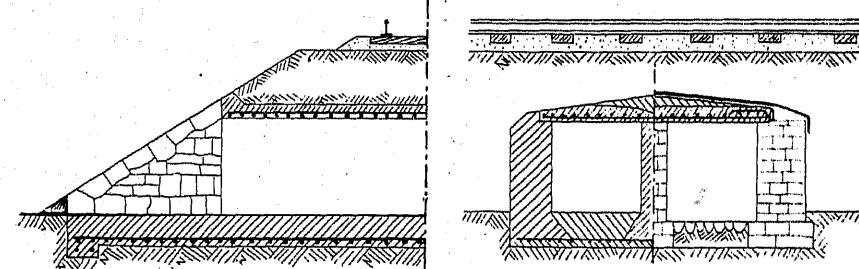
床版式暗渠ノ構法ハ第一千三百三十七圖ノ如ク兩側擁壁ハ一般ニ石垣積トシ稀ニハ煉瓦積トナスコトアリ地盤ノ性質疑ハシキ場合ニハ混擬土若クバ鐵筋混擬土ヲ使用ス而シテ其前面ハ之ヲ垂直トシ裏面ハ安定ノ程度ニ從ヒテ適當ニ傾斜セシムルコトア

リ擁壁ノ厚サハ一般ニ $1\frac{1}{2}$ 乃至 $2\frac{1}{2}$ トシ時トシテハ兩壁底間ヲ單ニ張石トスルカ若クバ床版ニテ底端ヲ連結ス更ニ地盤軟弱ナル場合ニハ屢々杙打若クバ沈井工ヲ必要トスルコトアリ第一千百三十八圖ノ如クニツ以上ノ徑間ヲ有スル場合ノ中間支臺ハ煉瓦若クバ純混凝土ノミニテ之ヲ作レバ充分ナルモ洪水ノ恐アル處ニハ激流ノ衝擊ニ耐ユル爲メ鐵筋ニテ補強スル方安全ナル可シ亦屢々仕切壁ノ代リニ支柱ノ列ヲ建設シ支桁ヲ横ヘテ床版ノ支臺ヲ作ルコトアリ。

徑間小ナルトキハ豫メ附近適當ノ「ヤード」ニテ床版ヲ製作シ現
第一千百三十七圖



第一千百三十八圖



版ノ上側中央ヨリ兩端ニ向ヒテ防水上塗ヲ施ス可シニツ以上ノ

徑間ヲ通ジテ一體ノ床版組織トセルモノハ連續桁ノ働キナスト以テ中間支點ニ於テハ負荷力率ヲ生ズ可ク從ツテ補強鐵筋ノ配置ハ上側ニ於テスルカ若クバ複式構法ヲ用フ可シ但シ單純床版ニアリテハ鐵筋ハ普通之ヲ下側ニ置クモ徑間大ナル時ハ剪斷力及傾斜張力大トナルヲ以テ終端ニ近ク其一部ヲ上昇セシム可シ緊定床版ニアリテハ其支點ニ負荷力率ヲ生ズルヲ以テ原則上上側ニ於テ主要鐵筋ヲ配置ス可キハ勿論ナリトス。

床版ノ厚サハ築堤ノ高サ及徑間ノ大小ニ從ヒテ $5''$ 乃至 $16''$ ニ至ル上部填充土壤ノ深サハ鐵道橋ニアリテハ枕木底邊以下少クトモ $2\frac{1}{2}$, 公道橋ニアリテハ路面ヨリノ深サ少クトモ $1\frac{1}{2}$ タル可シ。

床版ノ頂部ハ傾斜面ニ沿フテ「セメント」若クバ防水剤入膠泥ノ上塗ヲ爲スカ「アスファルト塗若クバ「アスファルチック・フェルト」」ヲ敷キ水ノ滲入ヲ防止ス可シ床版ノ底面モ亦流水ノ性質ニ從ヒテ相當ノ上塗ヲ施シ鐵筋ノ防蝕ヲ講ズ可シ。

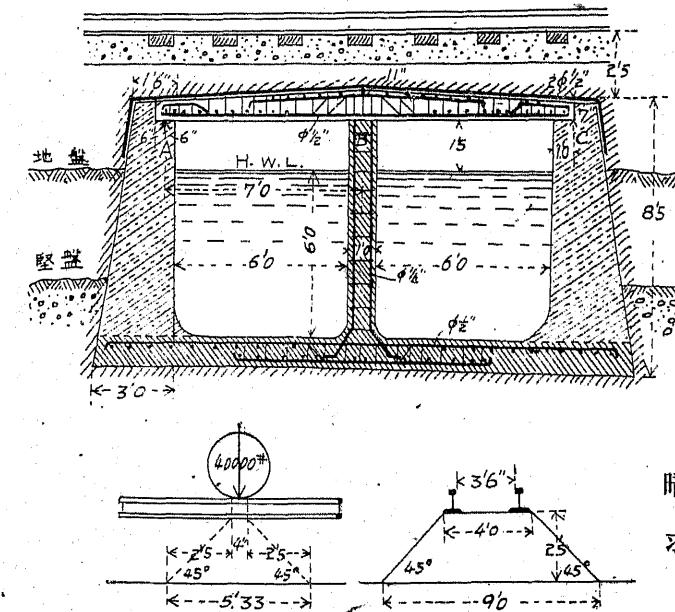
徑間荷重若クバ地壓等ノ大ナル場合ニハ圓形若クバ弧形ノ暗渠ヲ建設スルコトアリ其構法ハ夫々後章ニ於テ之ヲ論ズ可ク更ニ「メラーラ」式(第三編第一章第二十八節參照)若クバ「ヴィサンチニ」式(同上第三十一節參照)等ヲ使用スルコトアルモ本邦ニテハ其應用ナキヲ以テ茲ニ之ヲ繫説セズ。

單純床版ノ計算ハ本章第一節ニ準據ス可シ若シ中間ニ支壁ヲ有シ床版ガ連續桁ノ働キナストキハ荷重ノ狀態ニ應ジテ夫々第四編第二章第七節第九節第十一節若クバ第二十一節ノ各項ニ涉レル公式ヲ利用ス可ク左右擁壁ノ計算ハ其高サム大ナルトキ

ハ夫々第八編第二章ノ各節ニ準ジテ算出セル地壓ニ應ジテ之ヲ定ム可キモル小ナルトキハ一般ニ $t = 0.3h$ 乃至 $0.4h$ ナル實用公式ニ據ル可ク床版ハニツ若クバ以上ノ支點上ニ等布的向上壓力ヲ有スル桁トシテ之ヲ算出ス可シ其詳細ハ例題ニ就キテ之ヲ見ル可シ。

例題第百十三. 單線狭軌鐵道用暗渠ノ中間支壁上ニ休止セル

第一千百三十九圖



連續桁式床版ニテ掩ハル、モノアリ其各純徑間 $6',0$, 最大洪水位 $6',0$, 洪水面床上版下迄ノ間隔 $1',5$ ト定メ

暗渠各部ノ應力ヲ求ム。

答. 1) 床版. 先

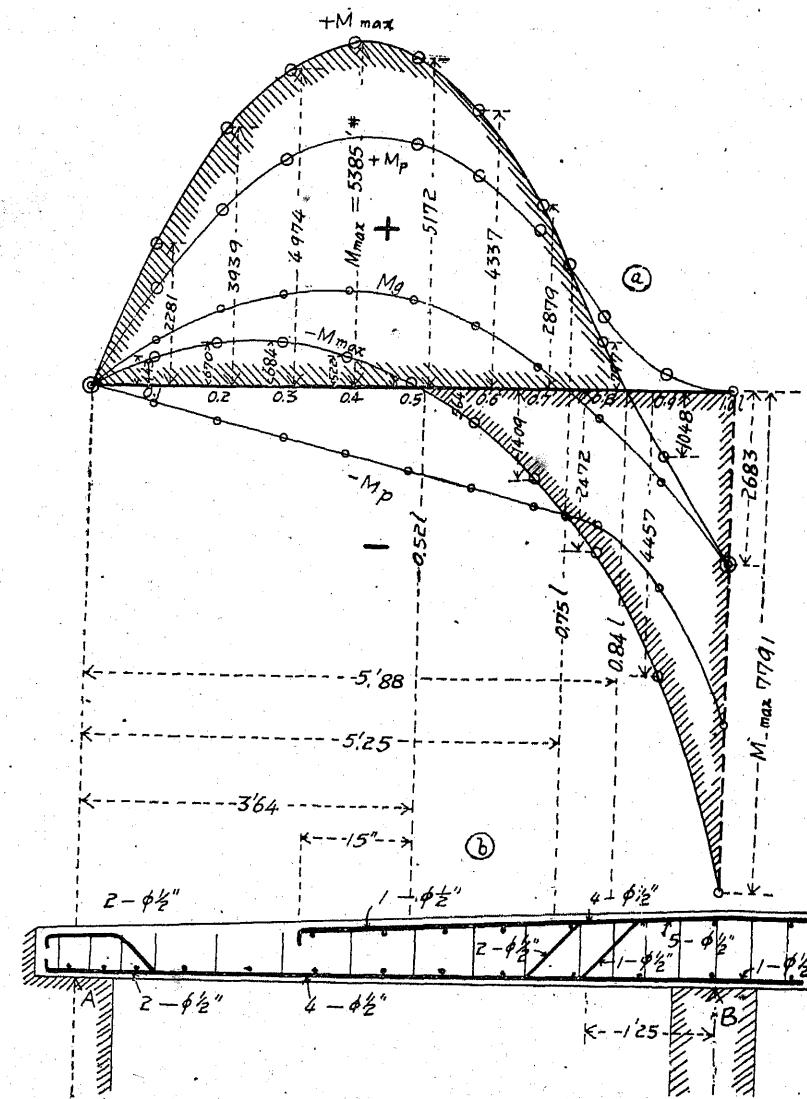
づ床版ノ厚サヲ第一千百三十九圖ノ如ク假定シ荷重ハ凡テ等布的ニ配布セラレ軸重 40000^* , 軌條下端外緣間ノ距離 $4',0$ トセバ床版ニ來ル活重力度ハ

$$p = \frac{40000}{5,33.9} = 834^*/\square$$

軌道道床等ノ死重力度ハ

「バラスト及土壤	= $320^*/\square'$
軌條,枕木及附屬品	= $6^*/\square'$
床版ノ自重	= $112^*/\square'$
計	= $438^*/\square'$

第一千百四十圖



今「ヴィンクラー」氏算表(第七十五表及第三百三十八圖参照)ヲ用ヒ死重及活重ニ對シ床版幅 l' = 於ケル最大及最小彎曲力率ヲ計算スルトキハ第一千百四十圖ニ示スガ如キ圖表結果ヲ得可シ而シテ $g = 438^*$, $p = 834^*$ ナルヲ以テ最大正號力率ハ左側ヨリ大凡 $0,4l = 2',8$ 點ニ起り

$$\begin{aligned} +M_{max} &= 0,07 g.l^2 + 0,095 p.l^2 \\ &= 0,07 \cdot 438.7^2 + 0,095 \cdot 834.7^2 \\ &= 5385^*. \end{aligned}$$

同様ニ最大負號力率ハ中央支點ニ起り

$$\begin{aligned} -M_{max} &= -0,125 g.l^2 - 0,125 p.l^2 \\ &= -0,125 \cdot 438.7^2 - 0,125 \cdot 834.7^2 \\ &= -7791^*. \end{aligned}$$

故ニ $\sigma_o = 500^*/\text{in}^2$, $\sigma_s = 12000^*/\text{in}^2$

トセバ第七十七表ニ據リ左側ヨリ $2',8$ ノ點ニアリテハ

$$\begin{aligned} h-a &= 0,109 \sqrt{\frac{5385.12}{12}} = 8'' \\ A_s &= 0,000877 \sqrt{5385.12 \cdot 12} = 0,77^*\text{in}^2. \end{aligned}$$

即チ幅 l' 每ニ直徑 $1/2''$ ノ鐵筋4條ヲ用フ可シ(此總斷面積 $0,784^*\text{in}^2$)

同様ニ中央支點ニアリテハ

$$\begin{aligned} h-a &= 0,109 \sqrt{\frac{7791.12}{12}} = 9'',6 \\ A &= 0,000877 \sqrt{7791.12 \cdot 12} = 0,93^*\text{in}^2. \end{aligned}$$

即幅 l' 每ニ直徑 $1/2''$ ノ鐵筋5條ヲ用フ可シ(此總斷面積 $0,98^*\text{in}^2$)。

床版ノ高サハ $a \approx 1\frac{1}{2}''$ トセバ假定寸法($11''$)ニテ恰當ナル可シ更ニ圖表ニ示セルガ如ク左側ヲ去ル $0,52l = 3',64$ 點ヨリ右方ニアリ

テハ負號力率ヲ受ケ同時ニ正號力率ハ漸次減少スベキモ猶未ダ其值大ナルヲ以テ此附近ヨリ上側ニ別ニ同直徑ノ鐵筋1條ヲ加ヘ更ニ緊定ヲ充分ナラシムル爲メ約 $30d$ 即チ $15''$ 文ケ餘分ニ之ヲ延長ス可シ次ニ $0,75l = 5',25$ 點ニアリテハ正負力率ハ何レモ同値トナルヲ以テ茲處ニテ下側鐵筋2條ヲ向上セシメ $0,84l = 5',88$ 點ヨリ右方ハ凡テ負號力率ノミトナルヲ以テ更ニ1條ヲ向上セシム猶下側殘餘ノ1條ハ其儘直線ニ之ヲ配置ス中央支點ニアリテハ鐵筋ハ5條ヲ要ス可キヲ以テ前述向上鐵筋4條ノ外更ニ1條ヲ加ヘ其長サヲ $2',5$ トス可ク更ニ左側終端ニアリテハ剪力大トナルヲ以テ2條丈ケ上側ニ向上セシム可シ。

再ビ「ヴィンクラー」氏算表ニ從ヒテ擁壁及中央壁支點ニ生ズル剪力ヲ見ルニ

$$\begin{aligned} Q_A &= 0,875 g.l + 0,4375 p.l = 7(0,875 \cdot 438 + 0,4375 \cdot 834) \\ &= 3703^* \end{aligned}$$

$$Q_B = 2(0,625 g.l + 0,625 p.l) = 2 \cdot 0,625 \cdot 7(438 + 834) = 11130^*.$$

故ニ(561)式及(565)式ヨリ τ_{max} 及 $\tau_{a max}$ ノ値ヲ算出ス可シ其運算單純ナルヲ以テ之ヲ省略シ繫索ノ配置ヲ示スコト大凡第一千百四十圖⑥ノ如シ。

2) 擁壁。擁壁ハ之ヲ床版及底版ニ支點ヲ有スル單桁トシテ取扱フ可シ今土壤ガ活重ヨリノ過載荷重ヲ受クルモノトシ土壤ノ重量ヲ $100^*/\text{ft}^2$; 其止動角ヲ 30° トセバ奥行 l' ニツキ

上載土壤及軌道ヨリノ荷重 = 326^*

活重 = 834^*

計 = 1160^* .

故 = 第一千百四十一圖ニ於テ過載荷重ノ換算高 h' ハ

$$h' = \frac{1160}{100} = 11',6$$

而シテ $h = 8',1$ ナルヲ以テ總高サハ

$$H = h + h' = 8,1 + 11,6 = 19',7$$

故 = (904)式ニ據リ ab 面ニ働く地壓ハ奥行 l' ニ付キ

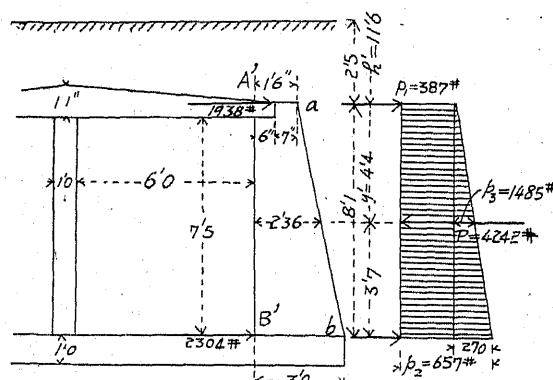
$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} \cdot \omega \cdot (H^2 - h'^2) \cdot \tan^2 \left(45^\circ - \frac{1}{2}\phi \right) \\ &= \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot (19,7^2 - 11,6^2) \cdot \tan^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) = 4242\# \end{aligned}$$

其働く点ハ (907)式ニ據リ

$$y = \frac{1}{3} \cdot \frac{H^2 + H \cdot h' - 2h'^2}{H + h'} = \frac{1}{3} \cdot \frac{19,7^2 + 19,7 \cdot 11,6 - 2 \cdot 11,6^2}{19,7 + 11,6} = 3',7$$

今底版上ノ周リノ力率ヲ取レバ支點ノ反應力ハ

第一千百四十一圖



$$A' \cdot \left(\frac{7}{12} + 7,5 \right) = P \cdot 3,7$$

ヨリ

$$A' = \frac{4242 \cdot 3,7}{8,1} = 1938\#$$

従ツテ

$$\begin{aligned} B' &= 4242 - 1938 \\ &= 2304\# \end{aligned}$$

擁壁ハ純混凝土ヨリ成

ルモノトシ簡單ノ爲メ全部同高ノ單桁トシ之ヲ取扱フトキハ最大彎曲力率ハ大約 P ノ働く点ニ起リ

$$M_{max} = A' \cdot y' - \frac{p_1 \cdot y'^2}{2} - \frac{p^3}{2} \cdot \frac{y'^2}{3} = y' \cdot \left[A' - \frac{y'}{2} \cdot \left(p_1 + \frac{p^3}{3} \right) \right]$$

$$= 4,4 \left[1938 - \frac{4,4}{2} \cdot \left(387 + \frac{148,5}{3} \right) \right] = 4303\# = 51636\#\#$$

其斷面ノ壁厚ハ $2',36$ ナルヲ以テ今假ニ純混凝土桁ヲ不變ノ彈性係數ヲ有シ全體等質ナルモノト見做ストキハ其最遠纖維層ニ於ケル應力度ハ

$$\begin{aligned} \sigma' &= \frac{M_{max}}{W} \quad (W = \text{斷面係數}) \\ &= \frac{51636,6}{12 \cdot (2,36 \cdot 12)^2} = \pm 32,2\#/□ \end{aligned}$$

次ニ擁壁上ニ來ル床版ノ最小壓力ハ

$$0,375 g \cdot l - 0,0625 p \cdot l = 0,375 \cdot 437,7 - 0,0625 \cdot 834,7 = 782\#$$

又底版ヨリ $3',7$ ノ點ニ於ケル混泥土擁壁ノ重量ハ

$$\frac{1,6 + 2,36}{2} \cdot 1,0 \cdot 150 = 297\#.$$

故ニ其層ニ於ケル總壓力ハ

$$N = 782 + 297 = 1079\# \quad \text{ニシテ其力度ハ}$$

$$\sigma'' = \frac{1079}{12 \cdot (2,36 \cdot 12)} = 3,2\#/□$$

従ツテ其層ニ於ケル最大應張力度ハ

$$\sigma = \sigma' - \sigma'' = 32,2 - 3,2 = 29,0\#/□$$

即チ許容應張力度以内ニアルヲ知ル。

次ニ床版ヨリノ最大壓力ハ

$$0,375 g \cdot l + 0,4375 p \cdot l = 0,375 \cdot 438,7 + 0,4375 \cdot 834,7 = 3704\#.$$

之ニ擁壁重量ヲ加フレバ應張力度ハ

$$\sigma''' = \frac{3704 + 297}{12 \cdot (2,36 \cdot 12)} = 11,8\#/□.$$

従ツテ最大應壓力度ハ

$$\sigma_c = 32,2 + 11,8 = 44,0 \text{#/□''}.$$

即チ亦許容應壓力度内ニアルヲ知ル。

更ニ床版ニ對スル擁壁ヨリノ直壓ハ $A' = 1938^*$ ナルヲ以テ此法線壓力度ハ

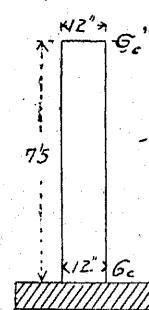
$$\sigma_1 = \frac{1938}{7,12} = 23 \text{#/□''}.$$

故ニ床版ノ受クル最大應壓力度ハ彎曲力率ヨリ來ルモノ、外更ニ 23#/□'' ヲ增加ス可シ。

3) 中央支壁、中央支壁ニ來ル最大反應力ハ

第一千百四十二圖

$$R = Q_B = 11130^*.$$



支壁ノ幅 $\frac{1}{12}''$ ト假定セバ第一千百四十二圖ノ如ク頂部ニ於ケル混凝土ノ應力ハ

$$\sigma_c' = \frac{11130}{12,12} = 77,3 \text{#/□''}.$$

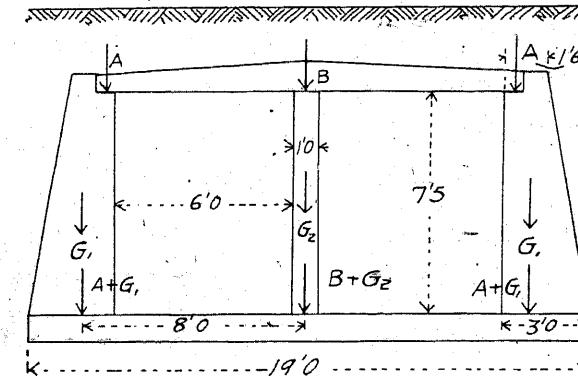
底部ニ於ケルモノハ

$$\sigma_c = \frac{11130 + \frac{12}{12} \cdot 7,5 \cdot 1,0 \cdot 150}{12,12} = 85,1 \text{#/□''}.$$

即チ許容力度以内ニアリ故ニ理論上補強鐵筋ヲ要セザルモ其幅狭キヲ以テ流水ノ衝擊及壓力ノ傳導ヲ顧慮シテ直徑 $\frac{1}{4}''$ ノ堅筋 $\frac{9}{16}''$ 每ニ配置ス可シ。

4) 底版、底版ハ半緊定狀態ニ於ケル桁ト考エ暗渠内ニハ毫モ流水ナク暗渠自身及床版上ノ死活重ノミガ地盤ニ等布セラレ地盤ヨリ反應力トシテ底版ニ働くモノト假定セル最モ不利ナル條件ニ於テ之ヲ計算ス可シ然ル時ハ第一千百四十三圖ニ於テ

第一千百四十三圖



$$A = Q_A = 3703^*,$$

$$B = Q_B = 11130^*.$$

擁壁ノ重量ハ

$$G_1 = 7,5 \cdot \frac{1,6 + 3,00}{2} \cdot 1,0 \cdot 1,150 \\ \cong 2588^*.$$

$$G_2 = 7,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,150 \\ \cong 1125^*.$$

故ニ底版ニ來ル總壓力

$$2A + B + 2G_1 + G_2 = 2 \cdot 3703 + 11130 \\ + 2 \cdot 2588 + 1125 = 24837^*.$$

故ニ底版ニ働く反應力度 p' ハ

$$p' = \frac{24837}{19,1,0} = 1307^*.$$

従ツテ緊定點ニ於ケル彎曲力率ハ

$$M_A = -\frac{p' \cdot l^2}{10} = -\frac{1307 \cdot 8^2}{10} = -8365^* = -100380''^*.$$

今 $\sigma_c = 500 \text{#/□''}$, $\sigma_s = 12000 \text{#/□''}$ トセバ第七十七表ニ據リ

$$h-a = 0,109 \sqrt{\frac{100380}{12}} = 9,97$$

故ニ $a \approx 2''$ トシ $h = 12''$ ト定ム同様ニ

$$A_s = 0,000877 \sqrt{100380 \cdot 12} = 0,96 \text{□''}.$$

故ニ床版下同様直徑 $\frac{1}{4}''$ ノ鐵筋 5 條ヲ用フ更ニ左右土壓ヨリ來ル反應力度ハ

$$\sigma' = \frac{2304}{12.12} = 16^{\text{st}}/\text{in}^2 \quad \text{丈ケ } \sigma_{\text{c}} \text{ の値 = 加ハル可シ。}$$

次ニ底版中央點ニ於ケル彎曲力率ハ

$$M_m = \frac{p^2 l^2}{12} = \frac{1307.8^2}{12} = 6971^{\text{st}} = 83652^{\text{st}}$$

故ニ σ' の値ハ前ト同様 $12''$ トシ鐵筋ハ

$$A_s = 0.000877 \sqrt{83652.12} = 0.88^{\text{in}^2}$$

故ニ床版同様直徑 $1/2''$ のモノ 5 條ヲ用フ。

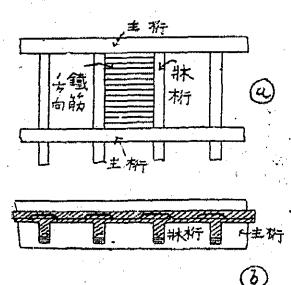
猶剪力ノ分布及之ニ對スル繫索ノ運算ハ之ヲ省略シ鐵筋ハ大要之ヲ第一千百四十圖⑥ノ如ク配置スルモノトス。

第三章 單桁橋

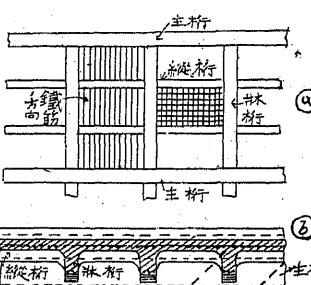
第一節 桁橋ノ様式

一般ニ徑間 $12'$ 乃至 $15'$ 以上ニ涉ルトキハ床版橋ノ代リニ桁橋 (Beam bridge) ヲ採用スルヲ利益ナリトス其様式ニ種々アルコト既ニ本編第一章第三節ニ於テ示ストコロノ如シ而シテ普通公道橋 (Highway bridge) = 於ケル一般様式ハ第一千百四十四圖ノ如ク主桁

第一千百四十四圖



第一千百四十五圖



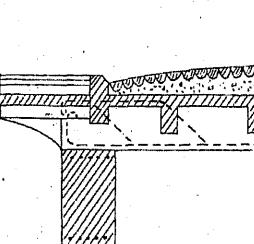
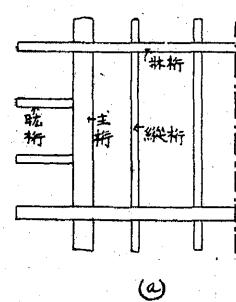
(Main beam) ト牀
桁 (Floor beam) ト

ヨリ構成スルカ
若クバ第一千百
四十五圖ノ如ク
主桁、牀桁及縦桁

(Stringer) の三組

織ヨリ成ルモノ
トス此等床版ニ
對スル主要補強
鐵筋ノ配置ハ夫
々圖ニ示スガ如
シ但シ縦桁ト牀

第一千百四十六圖



④

桁トノ四側ニ半緊定セル床版トシテ考ヘタル場合ニハ補強鐵筋ハ十字形ニ配置セラル可シ又屢々第一千百四十六圖ノ如キ構法ヲ取ルコトアリ即チ主桁上ニ牀桁ヲ横エ牀桁ヲ通ジテ縦桁ヲ置

普通公道橋	7",0
重量公道橋	8",0

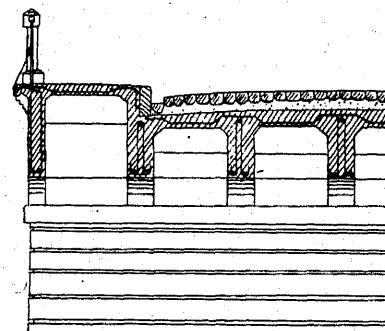
トシ $a:d = 5$ 乃至 $12 =$ 至ル.

補強鐵筋ノ混擬土ニ對スル割合ハ荷重ノ大小構法ノ種類等ニ依リテ異ルモ一般 = 0.5% 乃至 0.8% ノ間ニ變化スルモノ多シ。橋脚ノ數ハ架橋位置ノ撰定及桁下水路若クバ街路ノ幅員ニ依リテ定マル前述ノ如ク一般ノ釣合ハ重橋ニアリテ $l:h = 14$ ヨリ輕橋ニアリテ $l:h = 20$ ヲ適當トスルヲ以テ $l = 14(H-h)$ 乃至 $l = 20(H-h)$ ノ割合トナル可シ徑間大ナルカ谿谷若クハ船舶ノ通行セザル河川等ニアリテハ其撰定ハ數回ノ檢測ニ依リテ橋脚ト橋梁トノ全工費ガ最モ低廉ナル場合ヲ考フ可キハ言フヲ俟ザルモ又屢々外觀ノ如何ニ依リテ左右セラル、コト渺カラズ。

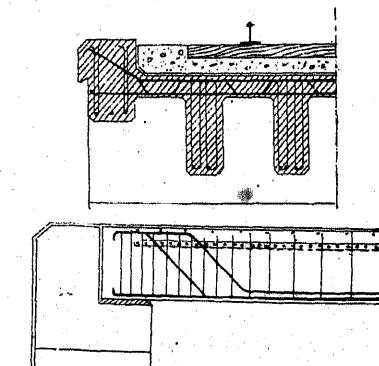
第三節 上路式單桁橋

上路式(Deck)鐵筋混擬土公道橋ハ其自重割合ニ大ナルニ拘ラズ、徑間15'乃至50'迄ハ鋼桁橋ニ比シテ猶利益ナル場合多シ其構法ハ略ボ鋼桁橋ト相等シク支點間ニ涉レルニツ以上ノ平列桁ヨリ組

第一千五百十一圖

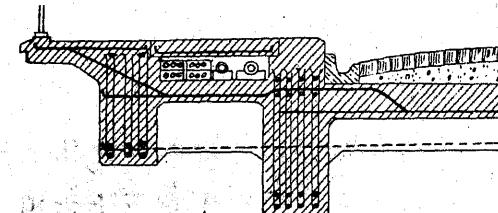


第一千五百十二圖

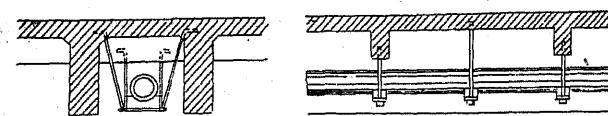


織セラル主桁ノ間隔ハ普通4'乃至6'ナルモ若シ其間隔ヲ更ニ大トスル必要アルトキハ床版ヨリノ荷重ヲ可成平等ニ傳導スル爲メ牀桁ニテ相互之ヲ連結セシム可シ。

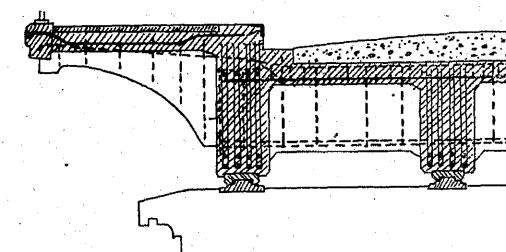
第一千五百十三圖



第一千五百十四圖



第一千五百十五圖



歩道ハ一般ニ肱桁式ト

ナスコト多シコレ荷重ノ
力度小ナルト集中荷重ヲ
有セザルトニヨルノミナ
ラズ橋臺橋脚等ノ幅ヲ節

約シ得ルノ利益ア
ルガ爲メナリ今第
一千百五十一圖以
下第一千百五十五

圖ニ於テ其一般斷面ヲ示
ス讀者之ニ依リテ其構法
ヲ會得ス可ク特ニ其詳細
ヲ説明スルノ必要ナカル
可シ更ニ「Mellor」式モ亦桁
橋ノ一種ニシテ其構法第

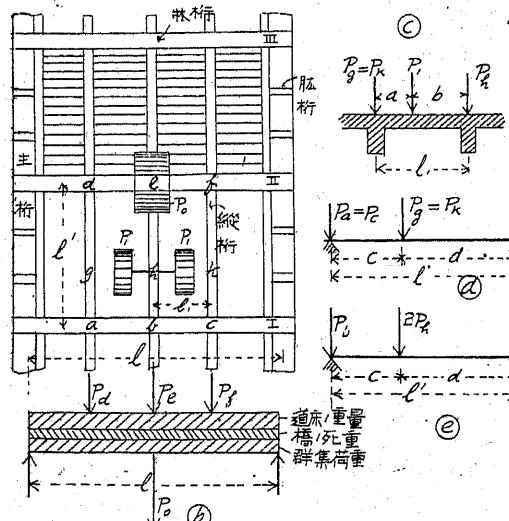
百四十五圖ニ同シ此様式ハ本邦ニハ其應用殆ンド絶無ナリト考
フルヲ以テ茲ニ之ヲ契説セズ。

勾欄(Hand rail)ハ可成其重量ヲ少クスル爲メ鐵材ヲ使用ス可ク
牀桁ヲ有スルモノハ其終端ニ石材若クバ混擬土ノ親柱ヲ建テ鐵
製勾欄ニテ其連絡ヲ取ル可シ但シ親柱ノ間隔ハ10'ヲ超過セシメ
ズ勾欄ノ高ハ3'乃至4'タル可シ。

水道管、瓦斯管若クバ電燈線、電話線等ハ何レモ床版下ニ之ヲ架設ス可シ其方法種々アリ今其例ヲ示セバ第一千五百三十三圖ハ歩道床版下ニ凡テノ管類ヲ取纏メタルモノ第一千五百四十四圖ハ車道床版下ニ上水管ヲ懸吊セシメタルモノナリ。

各桁ノ計算ハ其最危険ナル可キ荷重状態ニ於テ之ヲ行フ可シ茲ニ桁材ノ數最モ多キ第一千五十六圖構法ノ如キ場合ヲ取り轉轆ヲ活重ト考エタルモノトシテ其考察方法ヲ説明セバ他ノ場合ハ全ク同様ニ之ヲ取扱フコトヲ得可シ今第一千五十六圖ニ於テ轉轆ノ前輪ガ牀桁ノ中央ニ而シテ後輪ガ床版上ニ來リタル場合ニハ後輪ヨリノ荷重ハ ad , be 及 cf ナル各縦桁ニ依リテ牀桁ヘノ緊定點ニ傳導ス可シ即チ其縦桁ノ反應力ハ⑥圖ノ如ク

$$P_g = P_k = \frac{P_1 b}{l_1}, \quad P_h = 2(P_1 - P_g)$$

第一千五十六圖
②

故ニ ad 及 cf ナル縦桁ガ牀桁 I ノ緊定點ニ於ケル反應力ハ②圖ノ如ク

$$P_a = P_e = \frac{P_g (= P_k) \cdot d}{l}$$

$P_a = P_e$ 從ツテ同上ノ牀桁 II ノ緊定點ニ於ケル反應力

$$P_a = P_f \\ = P_g (= P_k) - P_a (= P_d)$$

同様ニ②圖ノ如ク

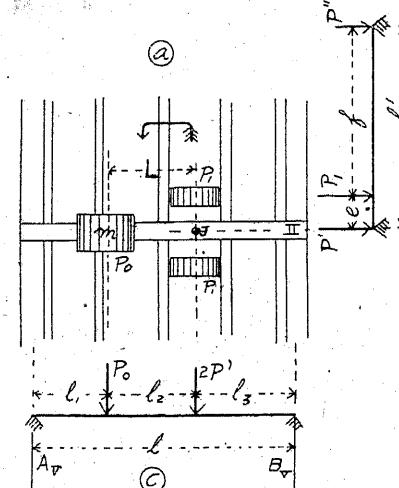
$$P_b = \frac{2P_h \cdot d}{l}$$

從ツテ

$$P_e = 2P_h - P_b$$

故ニ牀桁 II ノ於ケル集中荷重ハ⑥圖ニ示セルガ如ク動クモノト見做スコトヲ得可シ同時ニ茲處ニ動ク可キ荷重ハ e 點ニ於ケル轉轆前輪 P_0 全徑間ニ涉レル群衆荷重及ビ道床及床版ノ重量ト牀桁ノ自重トノ加ハリシ死重ニシテ全體⑥圖ノ如キ荷重配置ヲ呈

第一千五十七圖



ス可ク從ツテ其中央點 e ノ於ケル彎曲力率ヲ求ムルコトヲ

⑥ 得可シ。

次ニ剪斷力ヲ求ムルニハ轉轆ガ其方向ヲ變換シテ第一千五百五十七圖⑥ノ如キ位置ニ來リタル場合ヲ考フ可シ然ル時ハ後輪ガ牀桁 II ノ及ボス影響ハ⑥圖ニ從ヒ $P' = \frac{P_1 f}{l}$ ナルヲ以テ牀桁中 J 點ニテハ $2P', m$

點ニテハ P_0 ノ動クモノトナル可シ故ニ⑥圖ニ從ヒ

$$A_v \cdot l = P_0(l_2 + l_3) + 2P' \cdot l_3$$

即チ

$$A_v = \frac{P_0(l_2 + l_3) + 2P' \cdot l_3}{l}$$

從ツテ

$$B_v = P_0 + 2P' - A_v$$

此外死重及群集荷重ヨリ來ル反應力ハ B_{g+p} トナル可ク從ツテ剪断力ノ總量ハ

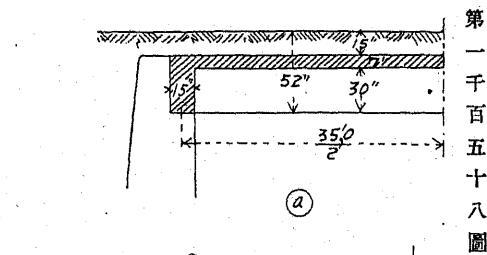
$$Q_{max} = A_p \text{ (或) } B_p + B_{g+p} \quad \text{トナル可シ。}$$

縦桁ハ一般ニ T 形桁トシテ之ヲ取扱ヒ轉轆ノ前輪ガ其中央點ニ來リタル場合ノ最大彎曲力率ヲ求メ剪断力ハ其終端ニ達セル場合ヲ考フ可シ主桁ハ各牀桁及舷桁ヨリ來ル集中荷重ニ依リテ之ヲ算定ス可ク而シテ轉轆ノ如何ナル位置ニ進行シ來リタル時

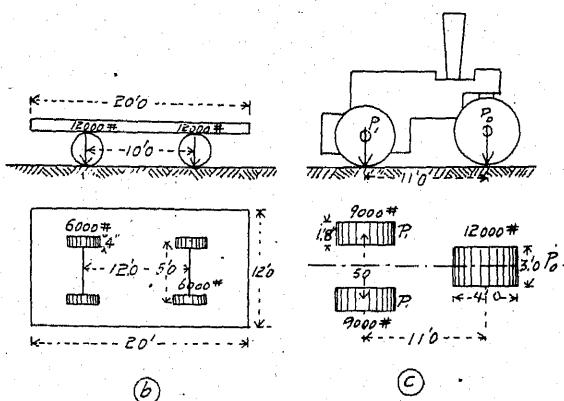
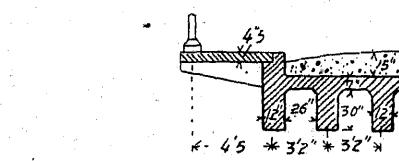
最不利益ナル狀態ニアルヤフ検定ス可シ(第四編第一章第六節參照)猶詳細ハ例題ニ就キテ之ヲ見ル可シ。

例題第百十四、有效徑間 35', 0「マカダム式道床」ノ厚 15" ヲ有スル單桁式公道橋アリ其寸法ヲ第一千五百八圖ノ如ク假定シ所要鐵筋ノ量及各材料ノ應力ヲ求ム。

答「マカダム式道床」ノ重量ヲ 100#/ft² トシ活重ハ第一千五百八圖⑥ノ如キ轉轆若クバ



第一千五百八圖



⑥

⑥

⑥

同圖⑥ノ如キ荷車ヲ標準トシ群衆荷重ヲ 100#/ft² ト假定ス。

1) 床版 死重力度ハ

$$\text{道床} \quad 1,0 \cdot \frac{15}{12} \cdot 100 = 125#/ft^2$$

$$\begin{aligned} \text{床版} & \quad \frac{7}{12} \cdot 1,0 \cdot 150 = 87.5#/ft^2 \\ \text{計} & \quad = 212.5#/ft^2. \end{aligned}$$

故ニ死重ヨリノ彎曲力率ハ

$$M_g = \frac{w t^2}{10} = \frac{212.5 \left(\frac{38}{12}\right)^2}{10} = 213.1' = 2557''.$$

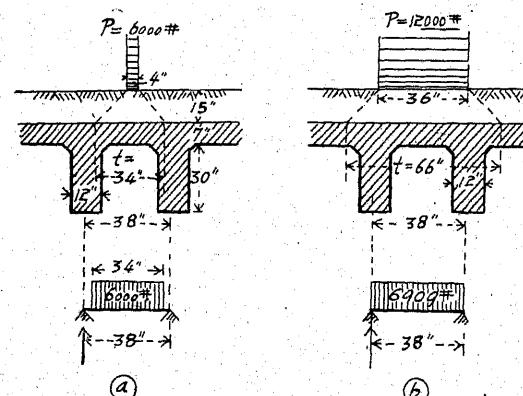
荷車ノ荷重ハ第一千五百九圖⑥ノ如ク其一輪ガ床版ノ中央ニ來リタルトキ最不利益ナル狀態ニアル可ク今其荷重ハ道床ニ 45°ノ角度ヲ爲シテ傳導スルモノトセバ

$$t = 2.15 + 4 = 34"$$

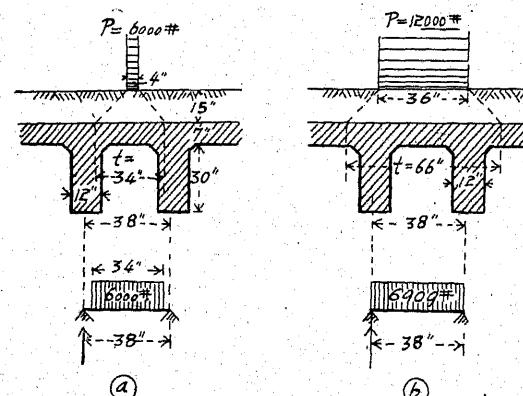
然ルトキハ主桁ニ生ズル反應力ハ $R = 3000''$ 故ニ其彎曲力率ハ

$$M_p = 3000 \cdot \frac{38}{2} - 3000 \cdot \frac{34}{4} = 31500''.$$

第一千五百九圖



⑥



⑥

次ニ第一千五百九圖⑥ノ如ク轉轆ノ前輪床版ノ中央ニ來ルトキハ 38" ヌ徑間ニ受クル荷重量ハ

$$P' = \frac{38}{66} \cdot 12000 = 6909#$$

故ニ

$$M_p = \frac{6909.38}{10} = 26254''.$$

同ジク其後輪ニ關シテハ

$$t = 2.15 + 20 = 50''$$

故ニ

$$P'' = \frac{38}{50} \cdot 9000 = 6840^{\#}.$$

從ツテ

$$M_p = \frac{6840.38}{10} = 25992''^{\#}.$$

即チ荷重ガ床版ノ中央ニ來リタルトキノ力率最大トナル可シ故ニ死活重ヨリ來ル最大彎曲力率ハ

$$M_{max} = M_g + M_p = 2557 + 31500 = 34057''^{\#}.$$

今 $\sigma_c = 450^{\#/in^2}$, $\sigma_s = 12000^{\#/in^2}$ トセバ第七十七表ニ據リ

$$h - a = 0.118 \sqrt{\frac{34057}{12}} = 6.28$$

故ニ $h = 7''$ トス.

$$A_s = 0.000803 \sqrt{34050.12} = 0.514 in^2.$$

即チ 4"ノ間隔毎ニ直徑 $\frac{1}{2}$ "ノ鐵筋 1 條ヲ配置ス而シテ床版ハ一部緊定的ト考エタルヲ以テ主桁ノ上ニテハ鐵筋ノ半部ハ向上セシメ更ニ上側各 8" 每ニ $\frac{1}{4}$ "ノ鐵筋 1 條宛ヲ添付ス可シ.

2) 主桁. 桁ノ中心距離ヲ 38", 其寸法ヲ 12" × 30" ト假定ス. 然ルトキハ桁ニ於ケル死重ハ

$$\text{道床 } \frac{15}{12} \cdot \frac{38}{12} \cdot 100 = 396^{\#/ft}$$

$$\text{床版 } \frac{7}{12} \cdot \frac{38}{12} \cdot 150 = 277 "$$

$$\text{桁 } 1.0 \cdot 2.5 \cdot 150 = 375 "$$

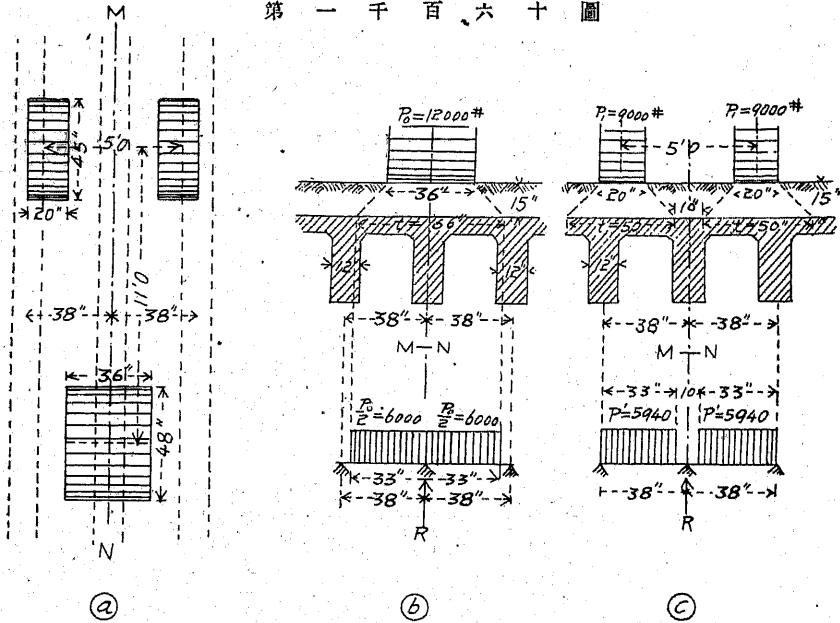
$$\text{合計 } = 1048^{\#/ft}$$

故ニ死重ヨリノ彎曲力率ハ

$$M_g = \frac{1048.35^2 \cdot 12}{8} = 1925700''^{\#}.$$

活重ニ關シテハ轉轆ノ進行ガ或一ノ主桁 M-N ニ對シ對稱的ナルコト第一千百六十圖④ノ如シトセバ前輪ニ對シテ桁ニ生ズル反應力ハ

第一千百六十圖



$$R = 2 \cdot \frac{\frac{P_0}{2} \cdot \left(B - \frac{t}{4} \right)}{B} = P_0 \left(1 - \frac{t}{4B} \right)$$

$$= 12000 \left(1 - \frac{33}{4.38} \right) = 9396^{\#}.$$

後輪ニ對シテハ $t = 50''$ ナルヲ以テ

$$P' = \frac{9000 \cdot 33}{50} = 5940^{\#}.$$

故ニ桁ニ生ズル反應力ハ

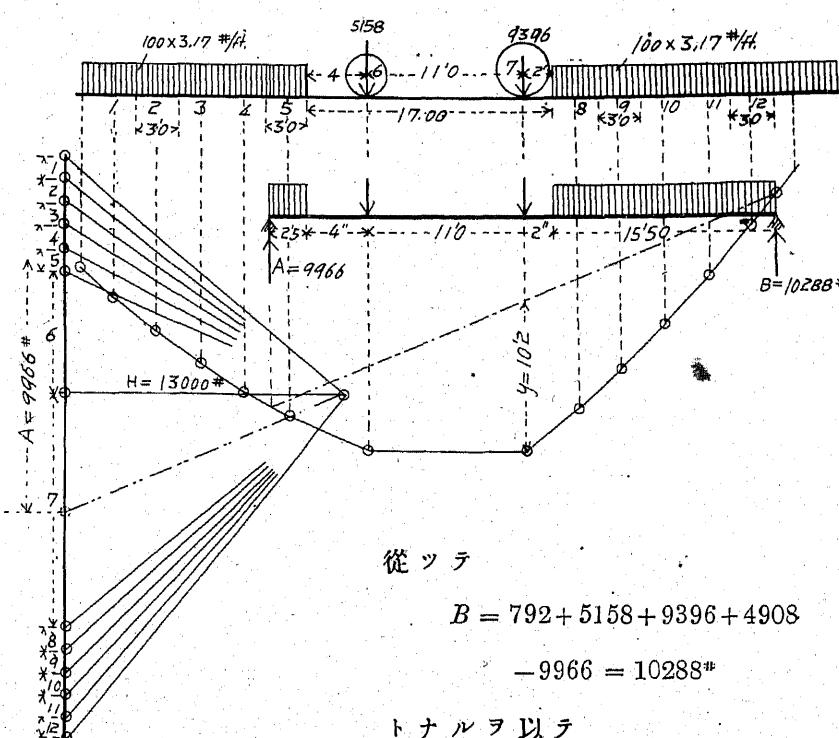
$$R = 2 \cdot \frac{5940 \cdot \frac{33}{2}}{38} = 5158^{\#}$$

若シ轉轆ノ前後ニ群衆荷重アルモノトシ全列行進ノ如何ナル配置ノトキ $M-N$ 桁ニ最大彎曲力率ヲ生ズ可キカヲ見ル爲メ圖式的ニ之ヲ取扱フトキハ第一千百六十一圖ニ示セルガ如ク前輪ガ徑間ノ中央ニアル場合ニ起リ

$$M_p = H \cdot y = 13000 \cdot 10,2,12 = 1591200^{\prime\prime\prime}$$

若シ之ヲ解折的ニ取扱フトキハ桁ノ兩端ニ於ケル反應力ハ

$$A = \frac{100 \cdot \frac{38}{12} \cdot 2,50,33,75 + 5158,28,5 + 9396,17,5 + 100 \cdot \frac{38}{12} \cdot 15,5 \cdot \frac{15,5}{2}}{35,0} = 9966^{\#}$$



第一千百六十一圖

$$M_p = 10288 \cdot \frac{35}{2} - 4908 \left(\frac{35}{2} - \frac{15,5}{2} \right) = 1586244^{\prime\prime\prime}$$

故ニ死活重ノ和ヨリ生ズル最大彎曲力率ハ

$$M_{max} = M_g + M_p = 1925700 + 1586244 = 3511944^{\prime\prime\prime}$$

今 $\sigma_s = 550^{\#}/\square$, $\sigma_i = 12000^{\#}/\square$ トセバ $k = 0,407$ ナルヲ以テ (475) 式ニ據リ

$$a = \frac{M}{2B.d.\sigma_s} + \frac{d}{4} \left(1 + \frac{1}{k} \right) = \frac{3511944}{2 \cdot 38 \cdot 7.550} + \frac{7}{4} \left(1 + \frac{1}{0,407} \right) = 18,05$$

$$\beta = \frac{d^2}{3k} = \frac{7^2}{3 \cdot 0,407} = 40,13$$

故ニ

$$h-a = a + \sqrt{a^2-\beta} = 18,05 + \sqrt{18,05^2-40,13} = 34^{\prime\prime},85$$

即チ $a = 2''_0$ トセバ略ボ假定ノ高サト一一致ス可シ同様ニ (476) 式ニ據リ

$$A_s = \frac{6[2k(h-a)-d]}{3[2k(h-a)-d] \cdot [2(h-a)-d] + d^2} \cdot \frac{1}{\sigma_s}$$

$$= \frac{6[2,0,407(37-2,5)-7]}{3[2,0,407(37-2,5)-7] \cdot [2(37-2,5)-7] + 7^2} \cdot \frac{1}{12000} = 9,33 \square$$

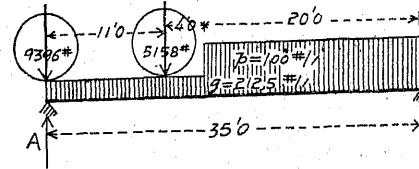
故ニ直徑 $1\frac{1}{4}''$ ノモノ 8 條(此總斷面積 $9,8 \square$)ヲ使用ス可シ。

次ニ應剪力ノ關係ヲ見ルニ第一千百六十二圖ニ於テ

$$A = V_{max} = 9396 + \frac{5158,24}{35} + \frac{100 \cdot \frac{38}{12} \cdot 20^2}{2,35} + 1048 \cdot \frac{35}{2} = 33084^{\#}$$

今第一千百六十三圖ノ如キ假定斷面ノ中軸線ヲ求ムルニ (451) 式ニ據リ

第一千六十二圖



$$\bar{y} = \frac{15}{15 + \frac{12000}{550}} = 0.408$$

而シテ $\phi = \frac{7}{27.5+7} = 0.203$ ナルヲ以テ

$\bar{y} > \phi$ 故ニ中軸線ハ肋桁内ニ落ツ可シ然ルトキハ

(462) 式ニ據リ

$$C_2 = \frac{(38-12).7 + 15.9.8}{12} = 27.4$$

$$D_2 = \frac{(38-12)^2 + 2.15.9.8.35.0}{12} = 964.$$

故ニ

$$x = -27.4 + \sqrt{27.4^2 + 964} = 14''$$

(463) 式ニ據リ

$$y = \frac{2}{3} \cdot \frac{38.14.0^3 - (38-12).(14.0-7)^3}{38.14.0^2 - (38-12).(14.0-7)^2} = 10.8$$

故ニ (579) 式ニ據リ

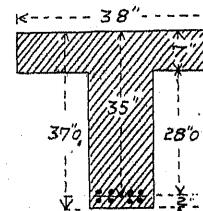
$$\tau_{max} = \frac{33084}{12.(37-2.0-14.0+10.8)} = 88.2 \text{#/in}^2$$

(580) 式ニ據リ

$$\tau_{max} = \frac{33084}{8.3.927.(37-2.0-14.0+10.8)} = 34.0 \text{#/in}^2$$

許容應剪力度ヲ 50#/in^2 トセバ $88.2 - 50 = 38.2$ 丈ケ傾斜鐵筋及

第一千六十三圖



繫索ニ依リテ補強セラレザル可カラズ今前者ヲ 85%, 後者ヲ 50% ノ割合ニ使用スルモノトシ更ニ第四百十三圖右半影線ニテ示セルガ如キ三角形剪力ヲ負擔スルモノト假定セバ總傾斜張力ハ

$$Z_s = \frac{(88.2-50)}{2} \cdot 12 \cdot \frac{35.12}{2} \cdot 0.85 = 40912^*$$

故ニ下層鐵筋ノ 4 條ヲ向上セシムルヲ要ス.

次ニ繫索ノ數ヲ求メシニ其負擔ス可キ總剪力ハ

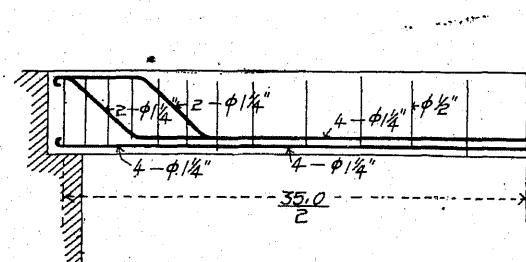
$$Z_s = \frac{(88.2-50)}{2} \cdot 12 \cdot \frac{35.12}{2} \cdot 0.50 = 24066^*$$

鐵筋ノ應剪力度ヲ 10000#/in^2 トシ直徑 $1/2''$ ノ繫索ヲ用フルトセバ其 1 條ノ負擔シ得ル應剪力ハ 1963^* 故ニ半徑間ニ要スル鐵筋ノ總數ハ

$$\frac{24066}{1963} = 13 \text{ 條トナル可シ故ニ其配置ハ大略第一千百$$

第一千六十四圖

六十四圖ノ如クナル可シ.



於ケル荷重ハ

$$\text{群衆荷重 } 7,0,1,0,100 = 700^*$$

$$\text{床版自重 } 7,0,1,0, \frac{4,5}{12}, 150 = 394^*$$

$$\text{合計 } = 1094^*$$

床版ハ之ヲ一部緊定的桁ト考フルトギハ

$$M = \frac{1094.7,0.12}{10} = 9190''^{\ast}$$

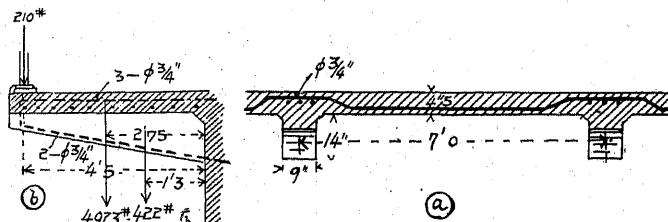
故 = $\sigma_c = 450^{\ast}/\square$, $\sigma_s = 12000^{\ast}/\square$ トセバ

$$h-a = 0,118\sqrt{\frac{9190}{12}} = 3'',26$$

故 = $h = 4'',5$ ト定ム.

$$A_s = 0,000803\sqrt{9190.12} = 0,266\square''$$

第一千六十五圖



故 = 直徑 $\frac{7}{16}$ "

ノ鐵筋 $\varnothing \frac{3}{4}$ "

每 = 2 條宛使
用ス可シ.
4) 脅桁. 脅

桁ノ寸法ヲ第一千六十五圖⑥ノ如ク假定セバ

$$\text{床版及群衆荷重} \quad 1094.4,5 = 4923^{\ast}$$

$$\text{勾欄ノ自重} \quad 7,030 = 210^{\ast}$$

$$\text{桁ノ自重} \quad \frac{9}{12} \cdot 4,5 \cdot \frac{6+14}{2.12} \cdot 1.50 = 422^{\ast}$$

ニシテ夫々圖ノ如キ距離ニ働くトセバ緊定點ニ於ケル最大彎曲
力率ハ

$$M_{max} = 210.4,5 + 4923.2,75 + 422.1,3 = 180384''^{\ast}$$

今之ヲ單桁ト考エ $\sigma_c = 550^{\ast}/\square$, $\sigma_s = 12000^{\ast}/\square$ トセバ第七十七表
ニ據リ

$$h-a = 0,102\sqrt{\frac{180384}{12}} = 12'',5$$

故 = 茲ニハ $a = 1'',5$, $h = 14''$ ト定ム.

$$A_s = 0,000946\sqrt{180384.12} = 1,39\square''$$

故 = 直徑 $\frac{3}{4}$ " ノ鐵筋 3 條ヲ使用ス(此斷面積 $1,39\square''$)

次 = 脅桁ノ最大剪力ハ

$$Q = 4923 + 210 + 422 = 5555^{\ast}$$

故 = 混凝土ノ剪力力度ヲ見出ス爲メ中軸線ノ位置ヲ求ムルトキ

・ (327) 式ニ據リ

$$x = \frac{15.13,3}{9} \cdot \left[\sqrt{1 + \frac{2.9.12,5}{15.1,33}} - 1 \right] = 5'',55$$

故 = (561) 式ニ據リ

$$\tau_{max} = \frac{5555}{9 \cdot \left(14 - 1,5 - \frac{5,55}{3} \right)} = 58,0^{\ast}/\square$$

(565) 式ニ據リ

$$\tau_{a max} = \frac{5555}{3.2,356 \left(14 - 1,5 - \frac{5,55}{2} \right)} = 73,9^{\ast}/\square$$

但シ實際施工ノ方法ニ基キ應壓側ニモ更ニ同一直徑ノ鐵筋 2
條ヲ配置ス可キヲ以テノニツノ値ハ共ニ許容力度以内ニ落ツ
可シ.

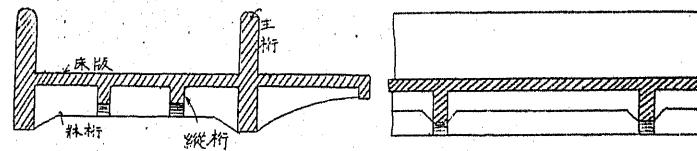
第四節 下路式單桁橋.

徑間 25' 乃至 30' 内外橋幅 15' 乃至 20' 内外ニシテ水路若クバ路面
ヨリ桁下迄ノ高サ不充分ナルトキハ下路式(Through bridge)ノ型式
ヲ採用スルノ利益ナルコトアリ其一般構法ハ第一千六十六圖
ノ如ク荷重ノ全部ハ牀桁ヨリ直チニ主桁ニ依リテ橋臺ニ傳導セ
シム從ツテ桁ノ高サハ頗ル大トナル可シ之ニ依リテ歩車道ノ區
劃壁ヲ作リ其區域ナキモノニアリテハ小壁式勾欄ニ代用セシム

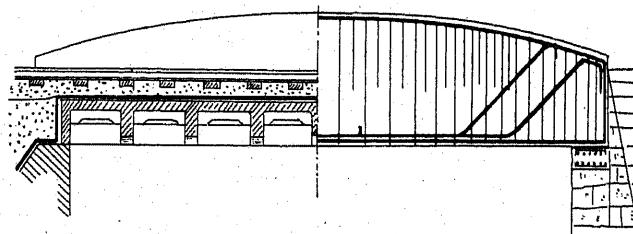
ルコトヲ得可シ荷重及橋幅ノ程度ニ依リテハ縦桁ハ屢々之ヲ缺クコトアリ

主桁ハ其高サ大トナル可キヲ以テ一般ニ複式鋼筋ヲ使用シ更ニ材料ヲ節約スル爲メ各點ニ於ケル彎曲力率ノ量ニ準ジテ橋端ニ近クニ從

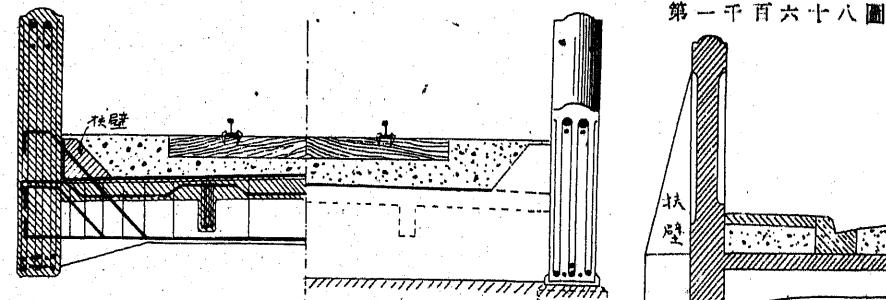
第一千百六十六圖



ヒ第一千百六十七圖ノ如ク其高サヲ遞減スルカ或ハ第一千百六十八圖ノ如ク主桁ノ内外若クバ其一側ノ中央部ニ於テ桁厚ヲ薄クスルコトアリ但シ此場合ニアリテハ所々ニ扶壁(Buttress)ヲ設ケテ全體ノ構造ヲ強硬トルコト必要ナリ而シテ扶壁ハ一般ニ公道橋ニ對シテハ之ヲ外側ニ鐵道橋ニ對シテハ之ヲ内側ニ設クルヲ便利ナリトス猶其一般構法ハ第一千百六十七圖



第一千百六十七圖

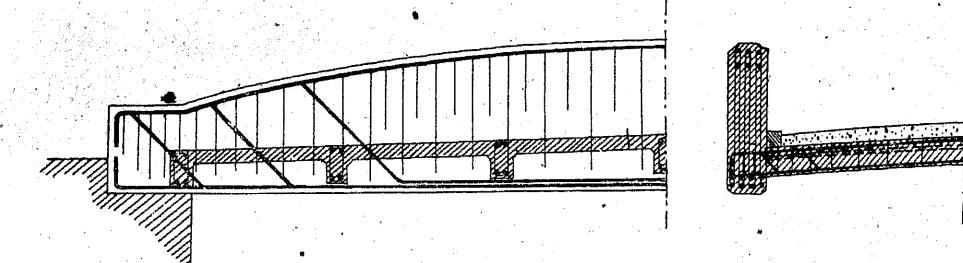


第一千百六十八圖

及第一千百六十九圖ニ於テ之ヲ示ス讀者之ニ依リテ其詳細ヲ會得スルコトヲ得ン。

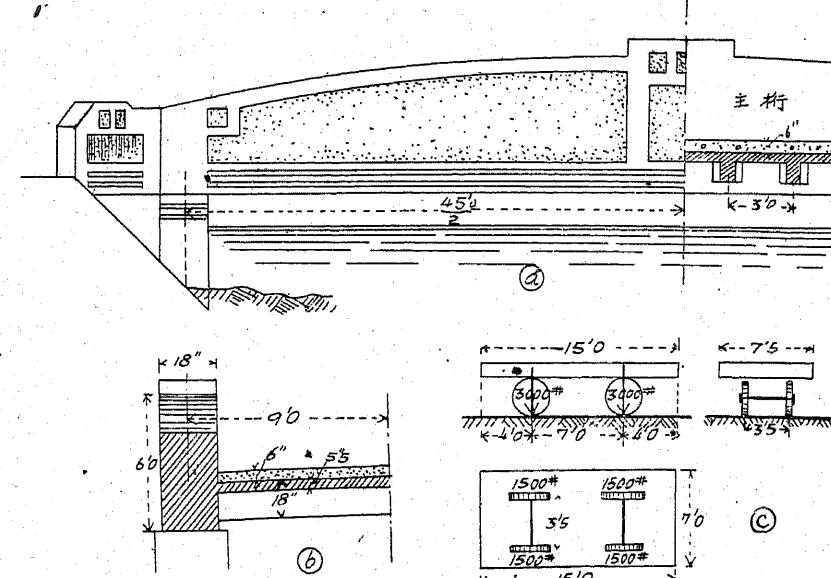
主桁ノ終端ニハ橋上ノ全荷重ヲ傳導シ來ルヲ以テ其支臺ハ殊ニ堅固ナル構造ヲ要ス可シ故ニ鐵筋混擬土若クバ花崗石ヨリ成ル特殊ノ牀石ヲ掘付クルコト必要ナル可シ。

第一千百六十九圖



例題第百十五・兩側主桁ノ間隔 18',0 有效徑間 45',0 ヲ有スル郊

第一千百七十圖



外公道橋アリ兩主桁ハ各 3',0 每ニ牀桁ヲ以テ連絡セシム其寸法
第一千百七十圖ノ如シトシ各桁ノ應力ヲ求ム。

答. 1) 床版 道床ノ厚サヲ 6", 重量ヲ 120#/ft³ トセバ

$$\text{道床ノ重量} = \frac{6}{12} \cdot 120 = 60\#/ft'$$

$$\text{床版ノ自重} = \frac{5,5}{12} \cdot 150 = 68,8"$$

$$\text{合計} = 128,8\#/ft'$$

故ニ最大彎曲力率ハ

$$M_g = \frac{128,8 \cdot 3^2 \cdot 12}{10} = 1391''''.$$

活重ニ對シ第一千百七十圖⑥ノ如キ荷重配置ヲ有スル荷車ヲ

第一千百七十一圖

假定セバ車輪ノ一ツガ床版ノ中央ニ來
リタル時最大彎曲力率ヲ生ズ可キヲ以

テ第一千百七十一圖ニ依リ

$$M_p = 1500 \cdot 18 - 1500 \cdot 4 = 21000''''.$$

故ニ死活重ヨリ來ル最大彎曲力率ハ

$$M_{max} = M_g + M_p = 1391 + 21000 = 22391''''.$$

今 $\sigma_o = 500\#/ft^2$, $\sigma_s = 12000\#/ft^2$ トセバ第七十七表ニ據リ

$$h-a = 0,109 \sqrt{\frac{22391}{12}} = 4",7$$

故ニ $h = 5",5$ ト定ム。

$$A_s = 0,000877 \sqrt{22391 \cdot 12} = 0,454 ft^2.$$

故ニ幅 1' = 付キ直徑 $\frac{7}{16}$ " ノ鐵筋 3 條宛ヲ用フ可シ。

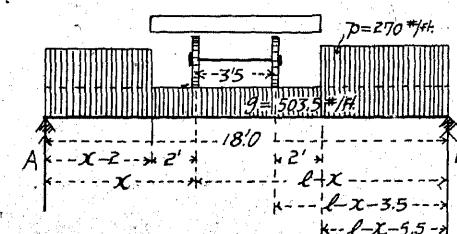
2) 牀桁 群衆荷重ヲ 90#/ft' トセバ

$$\text{群衆荷重 } p = 3,090 = 270\#/ft.$$

死重

$$g = 3,0 \cdot 128,8 + \frac{9}{12} \cdot \frac{18-5,5}{12} \cdot 150 = 503,5\#/ft.$$

第一千百七十二圖



今第一千百七十二圖ノ如キ荷重狀態ニ於テ x 點ニ於ケル死重 g = 對スル彎曲力率ハ

$$M_g = \frac{g \cdot x \cdot (l-x)}{2}$$

活重 p = 對スル彎曲力率ハ

$$M_p = \frac{x}{l} \left\{ p \cdot (x-2) \cdot \left(l - \frac{x-2}{2} \right) + p \cdot \frac{(l-x-5,5)^2}{2} \right. \\ \left. + 1500 \cdot (l-x+l-x-3,5) \right\} - p \cdot \frac{(x-2)^2}{2}$$

故ニ全彎曲力率ハ

$$M = M_g + M_p = \frac{g \cdot x \cdot (l-x)}{2} + \frac{x}{l} \left\{ p \cdot (x-2) \cdot \left(l - \frac{x-2}{2} \right) \right. \\ \left. + p \cdot \frac{(l-x-5,5)^2}{2} + 1500 \cdot (2l-2x-3,5) \right\} - \frac{p}{2} \cdot (x-2)^2$$

今之ヲ x = 就キテ微分シ 0 = 等シト置クトキハ

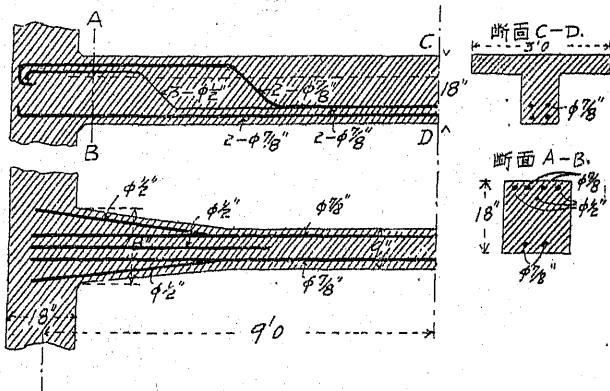
$$-g + \frac{p}{l} \cdot (l+1) + \frac{p}{l} - \frac{p}{l} \cdot (l-5,5) - \frac{1500}{l} \cdot 2 + \frac{p}{l} \cdot (l+1) + \frac{p}{l} \\ - \frac{p}{l} \cdot (l-5,5) - \frac{1500}{l} \cdot (2-p)x + \frac{l}{2} \cdot g - \frac{p}{l} \cdot 2 \cdot (l+1) + \frac{p}{2l} \cdot (l-5,5)^2 \\ + \frac{1500}{l} \cdot (2l-3,5) + p \cdot 2 = 0$$

此式中 = $l = 18$, $p = 270$, $g = 503,5$ ヲ入ル、ドキハ

$$-\frac{2645,5}{3}x + 5943,5 = 0$$

故ニ $x = 6',73$

第一千百七十三圖



ル T形桁トシテ取扱ヒ先ヅ $x < d$ トセバ (452) 式ニ據リ ($a = 2''$)

$$x = \frac{15.2,4}{3.12} \left[\sqrt{1 + \frac{2.3.12.(18-2)}{15.2,4}} - 1 \right] = 4'',7.$$

(453) 式ニ據リ

$$\sigma_o = \frac{2.405223}{(3.12).4,7 \cdot \left(18 - 2 - \frac{4,7}{3} \right)} = 332^{\#}/\square''.$$

(454) 式ニ據リ $A_s = 2,4^{\square''}$ 即チ直徑 $7/8''$ ノモノ 4 條ヲ用フルトキハ

$$\sigma_s = \frac{405223}{2,4 \cdot \left(18 - 2 - \frac{4,7}{3} \right)} = 11725^{\#}/\square''.$$

故ニ何レモ許容力度以内ニアリ其主桁ヘノ取付ハ一部緊定的ナルヲ以テ本來ハ矩形桁トシテ之ヲ取扱フ可ク若シ其高サヲ中央部ト同一トセントセバ徑間ノ約 $\frac{1}{4}$ 點ヨリ幅ヲ増加シ始メ終端ニ至リテ 18" トシ鐵筋ハ同ジク $\frac{l}{4}$ 點ヨリ更ニ直徑 $1/2''$ ノモノ 3 條ヲ増加ス可シ其詳細ナル運算及繫索ノ配置等例題第百十四ト略同様ナルヲ以テ之ヲ省略シ第一千百七十三圖ニ於テ其大要ヲ示ス。

此值ヲ M 式ニ

插入スルトキハ

$$M = 33768,6^{\#}\cdot ft$$

$$= 405223,2^{\#}\cdot ft$$

今桁ノ断面ヲ

第一千百七十三

圖ノ如ク假定シ

突縁 3',0 ヲ有ス

3) 主桁. 主桁ノ幅ヲ 18", 高サヲ第一千百七十四圖ノ如ク假定セバ主桁ノ長 1' = 對スル死重ハ

$$\text{道床} = \frac{6}{12} \cdot \frac{18}{2} \cdot 120 = 540^{\#}/ft$$

$$\text{床版及牀桁} = \left(\frac{5,5}{12} \cdot \frac{18}{2} + \frac{1}{3} \cdot \frac{9}{12} \cdot \frac{12,5}{12} \cdot \frac{18}{2} \right) \cdot 150 = 970^{\#}/ft$$

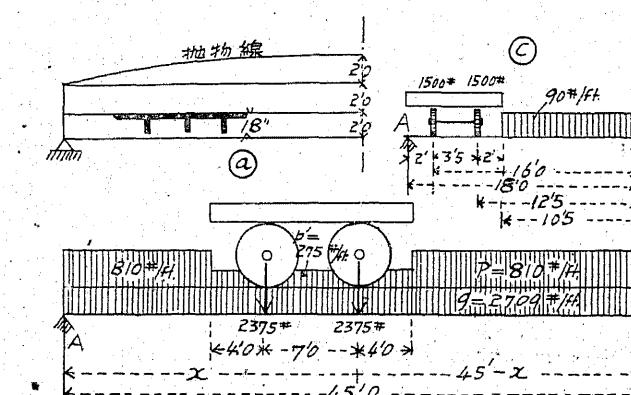
$$\text{主桁ノ自重} = \frac{18}{12} \cdot \left(2,0 + 2,0 + 2,0 \cdot \frac{2}{3} \right) \cdot 150 = 1200^{\#}/ft.$$

$$\text{合計} = 2710^{\#}/ft.$$

活重ニ對シテハ第一千百七十四圖④ノ如キ配置ヲ有スル場合主桁 A = 來ル反應力最大トナル可ク荷車ヨリノ反應力ハ

$$R = \frac{1500}{18} \cdot (16 + 12,5) = 2375^{\#}.$$

第一千百七十四圖



車側群衆荷重ヨリ

ノ反應力ハ

$$P' = \frac{90 \cdot 10,5^2}{18,2} = 275^{\#}/ft.$$

全橋幅ニ群衆荷重

ノミヲ有スルトキ

ノ反應力ハ

$$P = 90 \cdot \frac{18}{2} = 810^{\#}/ft$$

以上ノ各荷重ニ對シテ主桁上最危險ナル位置及該點ノ最大彎曲力率ヲ求メンニ第一千百七十四圖⑥ニ於テ

$$A_{45} = 2709 \cdot \frac{45^2}{2} + 810 \cdot (x - 11,0) \cdot \left(45 - \frac{x - 11}{2}\right) + 810 \cdot \frac{(45 - x - 4)^2}{2}$$

$$+ 275 \cdot 15 \cdot (45 - x + 3,5) + 2375 \cdot (45 - x) + 2375 \cdot (45 - x + 7)$$

$$A = \frac{1}{45} \cdot (2742862 + 40905x - 405x^2 - 449955 + 4455x + 680805 - 33210x + 405x^2 + 200062 - 4125x + 106875 - 2375x + 123500 - 2375x)$$

$$= \frac{1}{45} \cdot (3404149 + 3275x) = 75648 + 72,8x$$

$$M_x = 75648x + 72,8x^2 - 810(x - 11,0) \cdot \left(\frac{x - 11,0}{2} + 11,0\right)$$

$$- 275 \cdot \frac{11,0^2}{2} - 2375 \cdot 7,0 - 2709 \cdot \frac{x^2}{2}$$

$$= 75648x + 72,8x^2 - 405x^2 + 49005 - 16638 - 16625$$

$$- 1355x^2$$

$$= 75648x - 1687x^2 + 15742.$$

$$\frac{dM_x}{dx} = 75648 - 2.1687x = 0$$

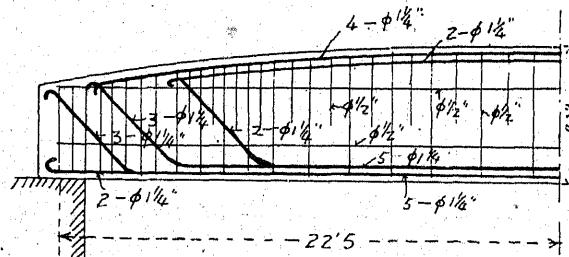
$$x = 22',4.$$

故ニ

$$M_{max} = 75094,22,4 - 1887,22,4^2 + 15742$$

$$= 765467'' = 9185604''.$$

第一千七十五圖



今複式構法
ヲ用ヒ第一千
百七十五圖ノ
如ク桁ノ高サ
ヲ 6' = 72", 幅
= 18" ト假定

シ下側鐵筋 A_s ハ直徑 $1\frac{1}{4}$ " ノモノ 10 條(此斷面積 $12,27\frac{1}{2}$ "²), 上側鐵筋 A_s' ハ同徑ノモノ 6 條(此斷面積 $7,36\frac{1}{2}$ "²), $a = a' = 3"$ トセバ (397) 式 = 据リ

$$x = \frac{15}{18} \cdot (12,27 + 7,36) \cdot \left[\sqrt{1 + \frac{2.18(7,36,3 + 12,27 \cdot (72 - 3))}{15 \cdot (12,27 + 7,36)^2}} - 1 \right] = 25"$$

(404) 式 = 据リ

$$\sigma_o = \frac{2.9185604.25}{18.25^2 \cdot (72 - 3 - \frac{25}{3}) + 2.15 \cdot 7,36 \cdot (25 - 3) \cdot (72 - 3 - 3)} = 515''/\square$$

(406) 式 = 据リ

$$\sigma_s = 15.515 \cdot \frac{(72 - 3 - 25)}{25} = 13596''/\square.$$

(407) 式 = 据リ

$$\sigma_s' = 15.515 \cdot \frac{(25 - 3)}{25} = 6798''/\square.$$

次ニ其應剪力度及附着力度ヲ求メンニ

$$V = A = 75648 + 72,8 \cdot 22,4 = 77279''.$$

(569) 式 = 据リ

$$y = \frac{\frac{18.25^3}{3} + 15.7,36 \cdot (25 - 3)^2}{\frac{18.25^2}{2} + 15.7,36 \cdot (25 - 3)} = 18",3.$$

故ニ (570) 式 = 据リ 其應剪力度ハ

$$\tau_{max} = \frac{77279}{18 \cdot (72 - 3 - 21,2 + 18,8)} = 65''/\square.$$

附着力度ハ

$$\tau_{a \max} = \frac{77279}{16,3,927.(72-3-21,2+18,3)} = 18,6^{\#}/\text{mm}^2.$$

次 = $\frac{1}{4}l$ 點ニアリテハ

$$\begin{aligned} M_{\frac{l}{4}} &= 75648 \cdot \frac{45}{4} - 1687 \cdot \left(\frac{45}{4}\right)^2 + 15742 = 654157^{\#}. \\ &= 7849884''^{\#}. \end{aligned}$$

同様 = $\frac{1}{8}l$ 點ニアリテハ

$$\begin{aligned} M_{\frac{l}{8}} &= 75648 \cdot \frac{45}{8} - 1687 \cdot \left(\frac{45}{8}\right)^2 + 15742 = 388106^{\#}. \\ &= 4657272''^{\#}. \end{aligned}$$

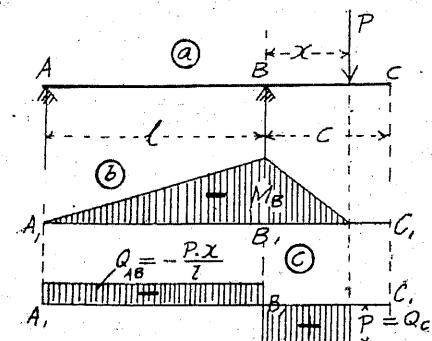
更ニ其詳細ナル運算ハ繁ヲ避ケテ茲ニ之ヲ省略シ大要其鐵筋ノ配置ヲ定ムルコト第一千百七十五圖ノ如クス可シ。

第四章 肱桁橋

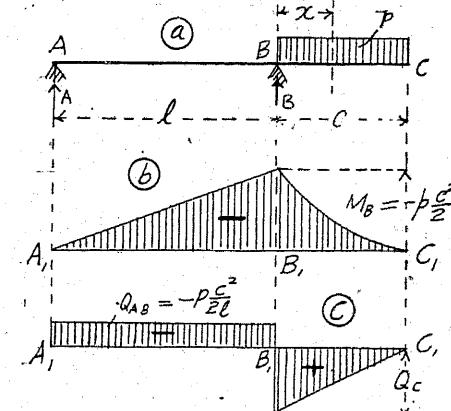
第一節 一側肱桁橋

肱桁橋トハ支點ガ桁ノ終端ニ存セズシテ其中間ニ位スル場合ノ構法ヲ總稱ス此配置ニ依ルトキハ桁ノ純徑間ヲ減少シ得ルノミナラズ肱桁上ニアル荷重ノ爲メ中間支點ニ負號力率ヲ生ジ支點間ノ桁上ニ生ゼル正號力率ヲ減少セシムルヲ以テ桁ノ高サ及

第一千百七十六圖



第一千百七十七圖



材料共ニ著シク之ヲ節約スルコト得可シ其配置ノ方法數多アリ本節ニアリテハ支點ノ一側ノミニ肱桁ヲ有スル場合ニ就キテ之ヲ論ズ可シ。

第一千百七十六圖ノ如キ配置ヲ有シ BC ナル肱桁上ニ等布荷重ヲ有スルトキハ支點 B = 於ケル力率ハ

$$M_B = -P \cdot x = A \cdot l \quad \dots \dots \dots (1422)$$

故ニ A 點ニ於ケル反應力ハ

$$A = -\frac{P \cdot x}{l} \quad \dots \dots \dots (1423)$$

從ツテ B 點ノ反應力ハ

$$\begin{aligned} B &= P - A = P + P \cdot \frac{x}{l} \\ &= P \cdot \frac{l+x}{l} \quad \dots \dots \dots (1424) \end{aligned}$$

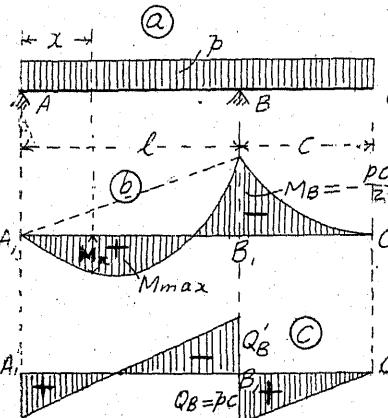
故ニ其力率及剪力圖表ハ同圖⑥及⑦ノ如クナル可シ。
若シ BC ナル肱柄上ニ力度 p ナル等布荷重ヲ有スルトキハ第
一千百七十七圖ニ於テ

$$M_B = \int_0^l p \cdot x \cdot dx = \frac{p \cdot c^2}{2} \quad \dots\dots\dots(1425)$$

$$A = -\frac{p \cdot c^2}{2l} \quad \dots\dots\dots(1426)$$

$$B = p \cdot c - A = p \cdot c - \frac{2l + c}{2l} \quad \dots\dots\dots(1427)$$

以上何レノ場合ニアリテモ A ナル支點ニアリテハ負號反應力ヲ
生ズルヲ以テ控繫鋸(Anchoring bolt)ニ依リテ之ヲ緊定スルコト必
要ナリ。



若シ柄全部ニ等布荷重ヲ有スルトキハ AB 径間ノ或断面ニ於ケル弯曲力率ハ第一千百七十八圖ニ於テ

$$\begin{aligned} M_x &= p \cdot \frac{x \cdot (l-x)}{2} - p \cdot \frac{c^2 \cdot x}{2l} \\ &= \frac{p \cdot x}{2l} (l^2 - lx - c^2) \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(1428)$$

更ニ

$$A = \frac{p \cdot l}{2} - \frac{p \cdot c^2}{2l} = \frac{p}{2l} (l^2 - c^2) \quad \dots\dots\dots(1429)$$

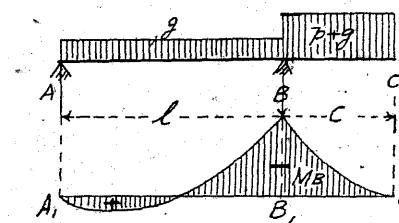
$$B = p(l+c) - A = \frac{p}{2l} (l^2 + 2cl + c^2) \quad \dots\dots\dots(1430)$$

最大弯曲力率ハ $\frac{dM_x}{dx} = 0$ 即チ

$$x = \frac{l^2 - c^2}{2l} \quad \text{點ニ起リ}$$

$$M_{max} = p \cdot \frac{l^2 - c^2}{4l^2} \cdot \left(l^2 - \frac{l^2 - c^2}{2} - c^2 \right) = \frac{p(l^2 - c^2)^2}{8l^2} \quad \dots\dots\dots(1431)$$

最危險荷重狀態ニ於テモ尙 A ナル終端支點ニ控繫鋸ヲ要セザ
ル程度ニ c ナル肱柄ノ長サヲ調節セントセバ第一千百七十九圖
ニ於テ



$$A = \frac{g \cdot l}{2} - \frac{\max M_B}{l} > 0$$

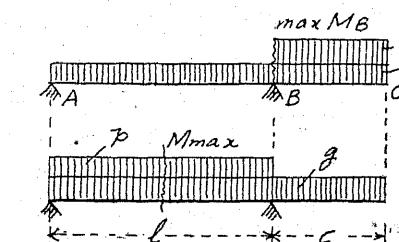
ナル條件ヲ満足セザル可ラズ茲ニ
 g ハ AB 径間ニ於ケル柄ノ死重、
 $\max M_B$ ハ B ナル支點上ノ最大弯曲力
率ニシテ BC ナル徑間ニ死重ノ外 p ナル力度ノ加ハリタル場合
タル可キヤ明カナリ故ニ

$$g > \frac{2 \max M_B}{l^2} \quad \text{若クバ} \quad l > \sqrt{\frac{2 \max M_B}{g}} \quad \dots\dots\dots(1432)$$

此場合ニハ $\max M_B = \frac{(p+g)c^2}{2}$ ナルヲ以テ、

$$g > \frac{(p+g)c^2}{l^2} \quad \text{若クバ} \quad \frac{c}{l} < \sqrt{\frac{g}{p+g}} \quad \dots\dots\dots(1433)$$

全柄ヲ通ジテ其柄高ヲ同一ナラシメントセバ第一千百八十圖
ニ於テ B ナル支點ノ最大弯曲力率 $\max M_B$ ト AB 径間ニ於ケル最
大弯曲力率 M_{max} トノ絶對值ヲシテ



$$\max M_B = (p+g) \cdot \frac{c^2}{2}$$

$$\begin{aligned} M_{max} &= (p+g) \cdot \frac{l^2}{8} - \frac{1}{2} \cdot \frac{g \cdot c^2}{2} \\ &\quad + \frac{1}{16} \left(\frac{g \cdot c^2}{2} \right)^2 \cdot \frac{8}{(p+g)^2} \end{aligned}$$

ナルヲ以テ $M_{max} = M_{min}$ トシテ之ヲ解ケバ

$$\frac{c^2}{l^2} + 2 \frac{p+g}{g} \cdot \frac{c}{l} - \frac{p+g}{g} = 0$$

故ニ

$$\frac{c}{l} = -\frac{p+g}{g} + \sqrt{\frac{p+g}{g} \left(\frac{p+g}{g} + 1 \right)} \quad (1434)$$

今 $\frac{p+g}{g} = 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5$ トセバ、

$$\frac{c}{l} = 0,414 \quad 0,450 \quad 0,464 \quad 0,473 \quad 0,477$$

第一千八十一圖

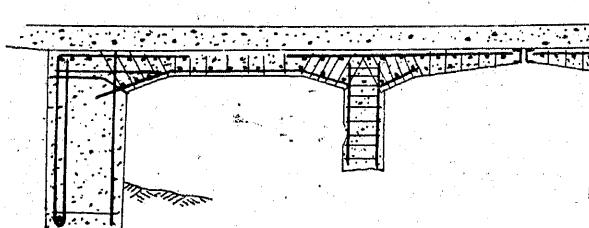
即チ c の平均値ハ

$$c = 0,456l \quad (1435)$$

トナル可シ。

第一千八十一圖ハ其一般配置
ヲ示シ第一千八十二圖ハ終端支
點ニ控繫碍ヲ使用シタル場合ノ一例ヲ示スモノナリ。

第一千八十二圖



第二節 兩側肱桁橋

兩側肱桁式ニ於テ全部等布荷重ヲ有スル場合ニハ第一千八
十三圖ニ於テ

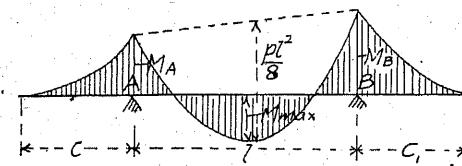
$$M_{max} = \frac{p \cdot [l^2 \cdot (l^2 - 2c^2 - 2c_1^2) + (c^2 - c_1^2)^2]}{8l^2} \quad (1436)$$

若シ $c = c_1$ ニシテ

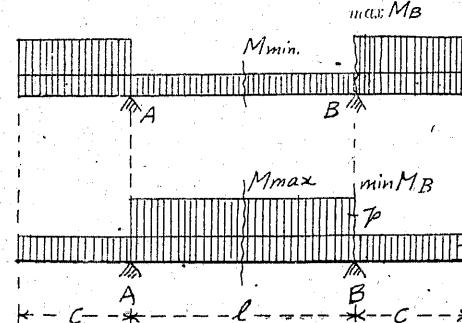
$$M_A = M_B$$

$$M_{max} = \frac{p(l^2 - 4c^2)}{8} \quad (1437)$$

第一千八十三圖



第一千八十四圖



若シ死活重ノ配置ヲ異ニスル

トキハ第一千八十四圖ニ於

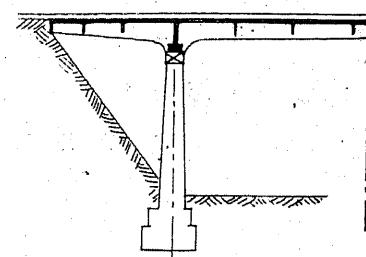
テ

$$\begin{cases} M_{max} M_B = (p+g) \cdot \frac{c^2}{2} \\ M_{min} M_B = \frac{g \cdot c^2}{2} \end{cases} \quad (1438)$$

$$\begin{cases} M_{max} = \frac{p+g}{8} l^2 - \frac{g \cdot c^2}{2} \\ M_{min} = \frac{g \cdot l^2}{8} - \frac{p+g \cdot c^2}{2} \end{cases} \quad (1439)$$

$M_{max} M_B = M_{max}$ トセバ

第一千八十五圖



$$\frac{c}{l} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{p+g}{p+2g}} \quad (1440)$$

$$\text{今 } \frac{p+g}{g} = 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \text{ トセバ}$$

$$\frac{c}{l} = 0,354 \quad 0,408 \quad 0,433 \quad 0,447 \quad 0,456$$

即チ c の平均値ハ

$$c = 0,412l \quad (1441)$$

$M_{max} = -M_{min}$ ノ状態ニアリテハ

$$c = 0,5l \quad (1442)$$

トナル可シ。

第一千八十五圖ハ本式ニ於ケル一般配置ヲ示スモノナリ。

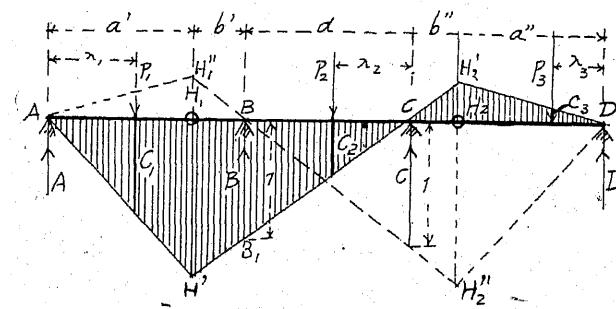
第三節 「ゲルバー」式桁橋

連續桁ノ解法ハ $n-2$ 次靜力的不定狀態ニアルモノトシテ「クラペイロン」氏(Clapeyron)三連力率ノ定理ヲ藉ラザル可カラザルモ若シ此桁ニ $n-2$ ノ鉸ヲ導ク時ハ靜力的ニ其應力ヲ決定スルコトヲ得可シ之ヲ名ケテ「ゲルバー」式桁橋(Gerber's beam)或ハ一般ニ肱桁橋(Cantilever bridge)ト云フ此場合ニハ彎曲力率ヲ輕減シ從ツテ桁ノ高さ及鐵筋ノ量ヲ節約スルコトヲ得可シ其鉸ノ配置第一千八



桁ニ連ナルモノ及 d ナルニ支點休止兩側肱桁ニ連ナルモノヨリ成ル。 a ハ單桁ト全ク同様ノ狀態ニアルモノニシテ b, c, d 等ノ應力ハ感應線(Influence line)ノ助ヲ藉リテ之ヲ解クヲ便利ナリトス。最初兩側肱桁ノ場合ニ於テ其兩支點ノ反應力ヲ見出ス可シ今

第一千八十七圖



第一千八十七圖

ニ於テ荷重 P ハ夫々鉸ト鉸トノ中間ニ働クモノト假定ス然ルトキハ H_1 ニ來ル壓力ハ $\frac{P_1 \lambda_1}{a'}$, H_2 ニ來ル壓力ハ

$\frac{P_3 \lambda_3}{a''}$ トナル可シ今 C ヲ力率ノ基點トセバ

$$B.d - \frac{P_1 \lambda_1}{a'}(d+b') - P_2 \lambda_2 + \frac{P_3 \lambda_3}{a''}b'' = 0$$

ナルヲ以テ

$$\begin{aligned} B &= P_1 \frac{d+b'}{d} \cdot \frac{\lambda_1}{a'} + P_2 \frac{\lambda_2}{d} - P_3 \frac{b'' \cdot \lambda_3}{a'' \cdot d} \\ &= C_1 P_1 + C_2 P_2 + C_3 P_3 \end{aligned}$$

故ニ各荷重ノ下ニ此 C ナル縦距ヲ與フル様圖表ヲ引クトキハ B ナル反應力ノ感應線ヲ示スモノトナル可シ今 B 點ノ垂直線中ニ $BB_1 = 1$ ト置キ B_1 ト C トヲ通ジテ直線ヲ引キ之ト各 H 點ヨリノ垂直線トノ交點ト A 及 D トヲ結ブ可シ斯クテ得タル $AH_1 H_2 D$ ハ求ムル處ノ感應線トナル可シ如何トナレバ

$$H_1 H_1' = BB_1 \frac{d+b'}{d} = \frac{d+b'}{d}$$

$$H_2 H_2' = -BB_1 \frac{b''}{d} = -\frac{b''}{d}$$

$$C_1 = HH_1 \cdot \frac{\lambda_1}{a'} = \frac{d+b'}{d} \cdot \frac{\lambda_1}{a'}$$

$$C_2 = BB_1 \frac{\lambda_2}{d} = \frac{\lambda_2}{d}$$

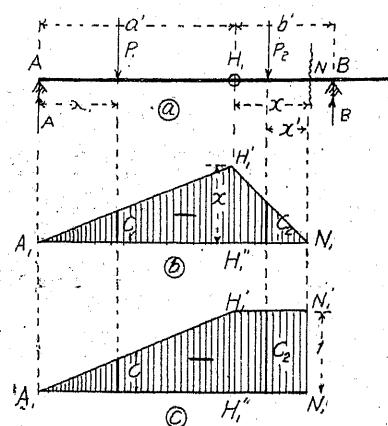
$$C_3 = H_2 H_2' \cdot \frac{\lambda_3}{a''} = -\frac{b''}{d} \cdot \frac{\lambda_3}{a''}$$

ヲ得ベケレバナリ。而シテ C ノ左側ニアル荷重ハ凡テ B ニ正號反應力ヲ與ヘ C ノ右側ニアル荷重ハ凡テ負號反應力ヲ與フ可シ從ツテ p ヲ移動活重, g ヲ死重ノ力度トセバ圖表ニ於ケル三角形ノ面積ヨリ B ナル反應力ノ最大及最小ノ値ハ

$$\left. \begin{aligned} B_{\max} &= (p+g) \cdot \frac{(d+b')(d+b'+a')}{2d} - g \cdot \frac{b''(a''+b'')}{2d} \\ B_{\min} &= g \cdot \frac{(d+b')(d+b'+a')}{2d} - (p+g) \cdot \frac{b''(a''+b'')}{2d} \end{aligned} \right\} \quad (1443)$$

全ク同様ニ C 點ニ於ケル反應力ノ感應線ハ點線ノ如ク之ヲ示スコトヲ得可シ。

第一千百八十八圖



次ニ b' ナル肱桁ノ部分ニ於ケル應力ヲ求メシニ第一千百八十八圖ニ於テ懸吊桁 a' ニ於ケル荷重ヲ P_1 肱桁 b' ニ於ケル荷重ヲ P_2 トセバ肱桁ノ或一點 N ニ於ケル彎曲力率ハ

$$M_N = -\frac{P_1 \lambda_1}{a'} \cdot x - P_2 \cdot x'$$

其影響線ヲ引クニハ鉢 H_1 ニ建テタル垂直線上ニ $H'_1 H''_1 = -x$ ナル縦距ヲ建テ H'_1 ト A_1 及 N_1 トヲ結ベバ $A_1 N_1 H'_1$ ハ N 點ノ彎曲力率ヲ表ハス感應線トナル可ク從ツテ $M_N = C_1 P_1 + C_2 P_2$ ニテ示スコトヲ得可シ故ニ

$$\left. \begin{aligned} \max M_N &= -\frac{1}{2} \cdot (p+g) \cdot x \cdot (a'+x) \\ \min M_N &= -\frac{1}{2} \cdot g \cdot x \cdot (a'+x) \end{aligned} \right\} \quad (1444)$$

而シテ其絶對最大力率ハ $x=b'$ ノ場合ニ起リ

$$\max M_B = -\frac{1}{2} \cdot (p+g) \cdot b' \cdot (a'+b') \quad (1445)$$

同シク N 點ニ於ケル剪力ハ

$$Q_N = -\frac{P_1 \lambda_1}{a'} - P_2 = C_1 P_1 + C_2 P_2$$

故ニ

$$C_1 = -\frac{\lambda_1}{a'}, \quad C_2 = -1 \quad \text{ヲ縦距トスル感應線ヲ畫クニハ}$$

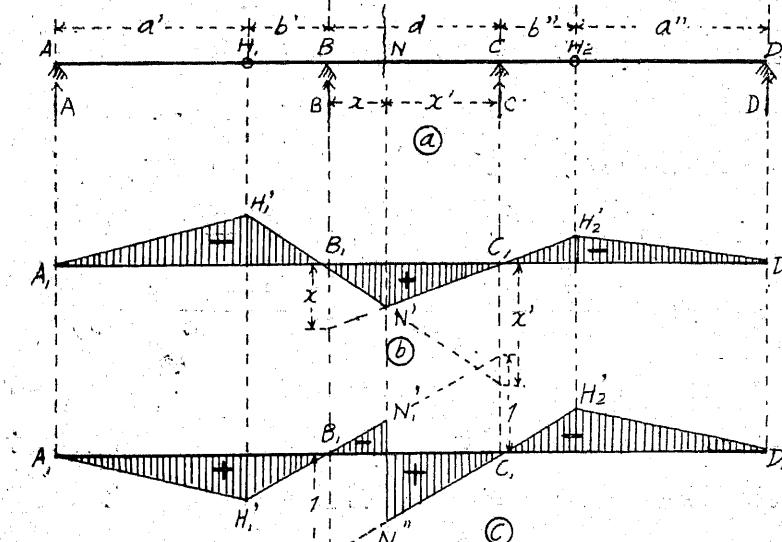
$N_1 N'_1 = 1$ トシ其左方ニ水平線ヲ引キ H_1 ヨリ下セル垂線ト H'_1 ニテ會セシメ $A_1 H'_1$ ヲ結ベバ $A_1 H'_1 N'_1 N_1$ ハ求ムル處ノ圖表トナル可シ故ニ移動荷重ニ對シテハ

$$\left. \begin{aligned} \max Q_N &= (p+g) \cdot \left(\frac{1}{2} a' + x \right) \\ \min Q_N &= g \cdot \left(\frac{1}{2} a' + x \right) \end{aligned} \right\} \quad (1446)$$

次ニ d ナル兩側肱桁ニ連ナル徑間ニ於ケル彎曲力率ヲ考ヘンニ或斷面 N ノ左側ノミニ荷重アルトキハ N 點ノ彎曲力率ハ

$$M_N = C \cdot x^2$$

第一千百八十九圖



同様ニ N ノ右側ノミニ荷重アルトキハ

$$M_N = B \cdot x$$

而シテ B 及 C ナル反應力感應線ハ如上既知ナルヲ以テ M_N ノ感應線ハ B 及 C ノ値ニ α 及 α' ヲ乘ゼル縦距ヲ有スルモノトナル可シ即チ第一千百八十九圖⑥ノ如ク作成セル $A_1 H_1 N^* H_2 D_1$ ハ求ムル處ノ感應線ヲ表ハスモノトナル可シ故ニ p ナル移動荷重ニ對シテハ感應線ノ正號部分ニ荷重アルトキ M_N ノ最大値ヲ示シ負號部分ニ荷重アルトキ M_N ノ最小値ヲ示ス可シ其値ハ

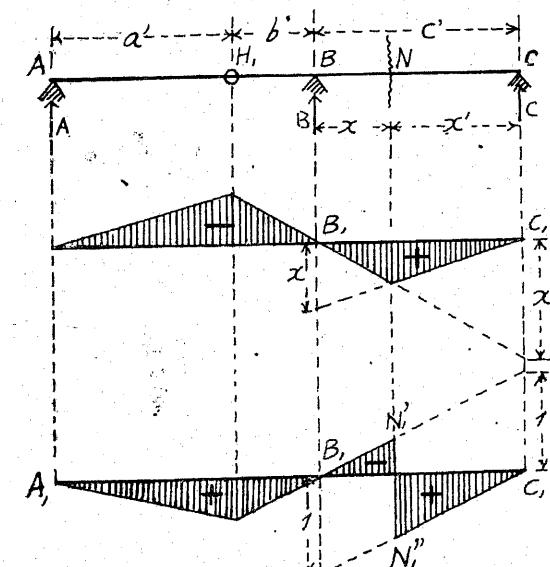
$$\left. \begin{aligned} \max M_N &= (p+g) \cdot \frac{x(d-x)}{2} - g \cdot \frac{b'(d-x)(\alpha'+\beta') + b''x(\alpha''+\beta'')}{2d} \\ \min M_N &= g \cdot \frac{x(d-x)}{2} - (p+g) \cdot \frac{b'(d-x)(\alpha'+\beta') + b''x(\alpha''+\beta'')}{2d} \end{aligned} \right\} \quad (1447)$$

同様ニ N 點ニ於ケル剪力ハ荷重ガ其斷面ノ右側ノミニアルトキハ $Q_N = B$, 同ジク左側ノミニアルトキハ $Q_N = -C$ ナリ故ニ Q_N ノ感應線ハ其斷面ノ右側ニテハ反應力 B ノ感應線ト, 又左側ニテハ $-C$ ノ感應線ト合致ス可ク其形ハ第一千百八十九圖⑥ノ如クナル可シ故ニ移動荷重ニ對シテハ

$$\left. \begin{aligned} \max Q_N &= (p+g) \cdot \left[\frac{(d-x)^2 + b'(\alpha' + \beta')}{2d} \right] - g \cdot \left[\frac{x^2 + b''(\alpha'' + \beta'')}{2d} \right] \\ \min Q_N &= g \cdot \left[\frac{(d-x)^2 + b'(\alpha' + \beta')}{2d} \right] - (p+g) \cdot \left[\frac{x^2 + b''(\alpha'' + \beta'')}{2d} \right] \end{aligned} \right\} \quad (1448)$$

次ニ C ナル一侧肱桁ニ連ナル徑間ニ於ケル感應線ハ第一千百八十九圖 N ノ左側ト全ク同様ナル可シ故ニ其形第一千百九十圖ノ如キ圖表ヲ得可シ然ルトキハ移動荷重ニ對スル最大及最小彎曲力率及剪力ハ夫々次ノ如クナル可シ.

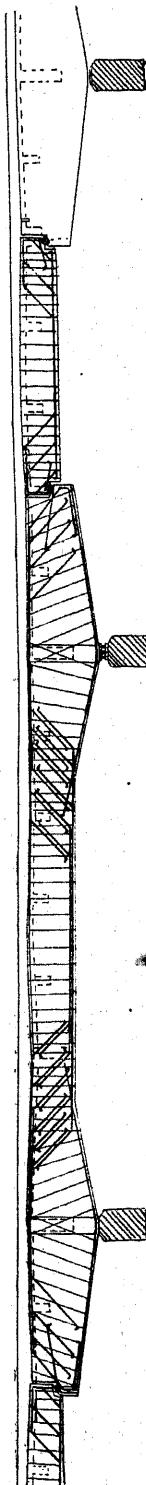
第一千百九十圖



$$\left. \begin{aligned} \max M_N &= (p+g) \cdot \frac{x(c-x)}{2} - g \cdot \frac{b'x^2(\alpha'+\beta')}{2c} \\ \min M_N &= g \cdot \frac{x(c-x)}{2} - (p+g) \cdot \frac{b'x^2(\alpha'+\beta')}{2c} \end{aligned} \right\} \quad (1449)$$

$$\left. \begin{aligned} \max Q_N &= (p+g) \cdot \left[\frac{(c-x)^2 + b'(\alpha' + \beta')}{2c} \right] - g \cdot \frac{x^2}{2c} \\ \min Q_N &= g \cdot \left[\frac{(c-x)^2 + b'(\alpha' + \beta')}{2c} \right] - (p+g) \cdot \frac{x^2}{2c} \end{aligned} \right\} \quad (1450)$$

第一千九十一圖ハ塊國「バード・ガシュタイン」橋(Bad Gastein)ニ於ケル「ゲルバー」式橋梁ノ配置ヲ示スモノニシテ各徑間 $15.4m$, 懸吊單桁ノ長サ $6.6m$, 肱桁ノ長サ $4.4m$, 桁ノ間隔 $2.0m$, 桁幅中央ニ於テ $30cm$, 支點ニ於テ $40cm$, 桁高支點ニ於テ $2.06m$ ヲ有ス更ニ其鉸點ノ裝置ハ第一千百四十九圖若クバ第八章第二節ノ搖動支臺構法ニ就キテ之ヲ見ル可シ.

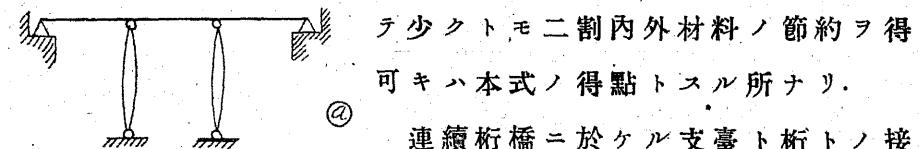


第五章 連續桁橋

第一節 連續桁橋ノ様式

徑間大ニシテ橋構ノ高サ制限セラレ更ニ他ノ理由ニ依リテ下路式ヲ應用シ能ハザルカ若クバ橋臺ニ對スル地盤軟弱ナル恐アル處ニハ單桁橋若クバ拱橋ニ代リテ數連ノ橋脚ヲ有スル連續桁橋(Continuous beam bridge)ヲ配置スルコト最モ適當ニシテ且ツ有利ナリトス而シテ地盤ノ硬軟施工ノ難易等ニ伴ヒテ徑間ノ大小從ツテ橋脚ノ數定マリ橋構ノ高サ之ニ比例ス可キモ若シ同一徑間

第一千百九十二圖　ノ配置ニアリテハ之ヲ單桁橋ニ比シ



④ 連續桁橋ニ於ケル支臺ト桁トノ接續構法ハ一様ナラズ第一千百九十二

圖④ノ如ク支柱ノ兩端鉸裝置トナレ

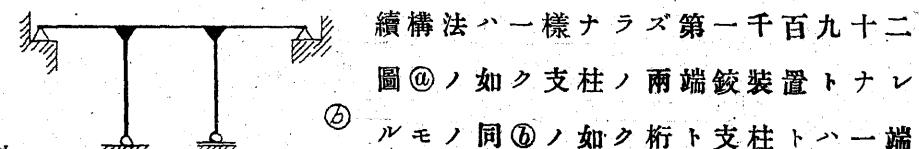
ルモノ同⑤ノ如ク桁ト支柱トハ一端
緊定シ他端鉸ヲ有スルモノ同⑥ノ如

ク支柱ノ兩端共ニ緊定セルモノ若ク

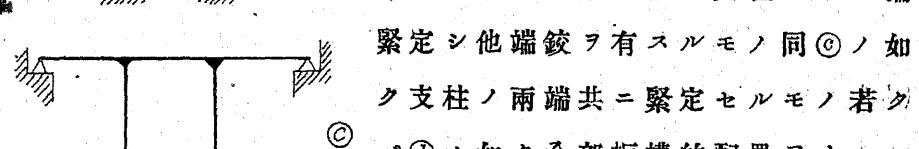
バ⑦ノ如ク全部框構的配置ヲナセル
モノ等是レナリ理論上ヨリ云ヘバ⑧

ノ方式ニ於ケル支柱ハ彎曲ヲ受クル

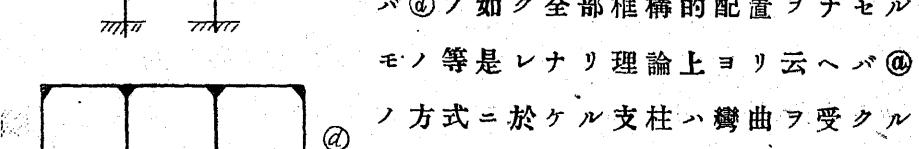
コトナキヲ以テ支柱ノ寸法小ドナル
可ク殊ニ桁ニ沿フテ横推力ヲ受クル。



⑤ ルモノ同⑥ノ如ク桁ト支柱トハ一端



紧定シ他端鉸ヲ有スルモノ同⑥ノ如



クバ⑦ノ如ク全部框構的配置ヲナセル

モノ等是レナリ理論上ヨリ云ヘバ⑧

ノ方式ニ於ケル支柱ハ彎曲ヲ受クル

ガ如キ場合ニ適當シ⑨及⑩ノ二式ハ支柱ノ寸法大トナル代リニ
桁高ヲ節約シ得ルノ利益アリ然カモ⑪,⑫,⑬ノ三式トモ若シ徑間
ノ長サ同一ナルトキハ終端桁ノ最大彎曲力率ハ中部徑間ノ夫レ
ニ比シテ大トナル可ク從ツテ理論上ニハ桁ノ高サヲ異ニセザル
可ラザル不便アルモ⑭式ニアリテハ理論的ニモ其桁高ヲ同一ナ
ラシメ得ルノ利益アリ但シ前三式ニアリテモ終端桁ノ長サ中部
徑間ニ比シテ小トナスコトヲ得バ全橋ヲ通ジテ桁ノ同高ヲ維持
得シ可キハ勿論ナリトススノ如ク夫々其特點ノ相違アルヲ以テ
實際ノ狀況ヲ斟酌シテ何レノ方式ヲ採用ス可キカラ定メザル可
ラズ以上各式ノ算法ハ既ニ第九編第二章第二十七節及第二十八
節ニ於テ其一部ヲ説明セルガ如ク相當繁雑ナル手數ヲ要スルノ
ミナラズ實際ニハ單純ニ支臺上ニ休止セル連續桁橋ノ形式ヲ採
用セルモノ多ク此場合ニ於ケル算法ハ第四編第二章ニ於テ細論
セルヲ以テ本章ニアリテハ特殊解法ノ大要ヲ示スニ止メント欲
ス讀者若シ其詳細ヲ知ラント欲セバ宜シク次記書籍ヲ參照ス可
シ。

Winkler—Vortrage über Brückenbau

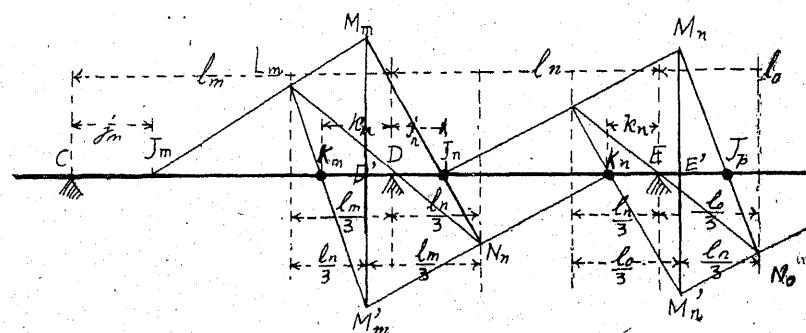
Ritter—Graphische Statik Bd. III.

第二節 連續桁橋ニ於ケル轉界點

連續桁橋ハ一般ニ其支柱ガ毫モ沈降(Sinking)若クバ彈性的變形(Elastic deformation)ヲ受ケズシテ桁ガ其儘支點上ニ休止シ更ニ桁ハ同一ナル彈性率ヲ有スルモノトシテ計算スル場合多シ即チ
 $n=2$ 次靜力的不定狀態ニアルモノトシテ「クラペイロン」氏(Clapeyron)三連力率ノ理論ヲ適用シ之ヲ解析ス可キコト既ニ第四編第二章

ニ詳説セルトコロノ如シ然レドモ「チュリッヒ」大學「リッター」教授 (Prof. Ritter) ノ導キタル或任意支點ニ於ケル彎曲力率算出ノ方法ハ實際ノ計算上頗ル便利ナルモノアルヲ以テ本章ニアリテハ特ニ其大要ヲ摘載ス但シ其公式導出ノ徑路ヲ一々詳論スルノ餘白ナキヲ以テ其結果ヲ示スニ止ム可シ。

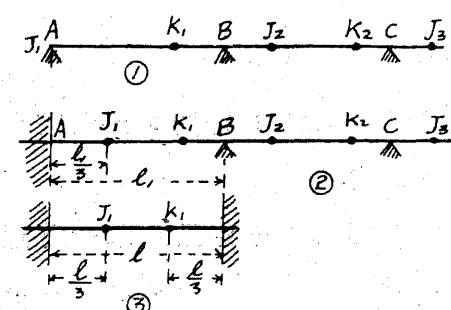
第一千九十三圖



連續桁ニアリテハ各支點ニ於ケル彎曲力率ヲ知ルコトヲ得バ容易ニ桁ノ任意點ニ於ケル彎曲力率ノ値ヲ知リ得ベキコト既述セルトコロノ如シ其支點力率ヲ知ラント欲セバ「リッター」氏ノ所謂轉界點 (Turning Point) ノ位置ヲ定ムルヲ要ス。轉界點ハ各徑間毎ニ二ヶ處アリテ其位置ハ單ニ徑間ノ函數ニシテ荷重ノ如何ニ關係ヲ有セズ各徑間ノ左側轉界點ニ於ケル彎曲力率ハ其右方ニアル各徑間ノ凡テノ荷重ニ對シテ零ニ等シク同様右側轉界點ニ於ケル彎曲力率ハ其左方ニアル各徑間ノ凡テノ荷重ニ對シテ零ニ等シカル可キ點ヲ意味スルモノナリ。今圖式的ニ此等轉界點ヲ見出サント欲セバ第一千九十三圖ニ於テ D ナル支點ノ左右ニアハ各徑間ヲ各三等分シ D 點ノ左右ニアル $\frac{l_m}{3}$ 及 $\frac{l_n}{3}$ 點ヨリ逆ニ隣接徑間ノ $\frac{1}{3}$ ニ等シキ長サヲ置キテ D' トシ茲ニ垂直線ヲ立ツ可シ次

ニ D ナル支點ヲ通ジテ任意ニ傾斜セル直線 L_mN_n ヲ引キ豫メ確定シ得タル轉界點 J_m ト L_m トヲ結ビ之ヲ延長シテ D' 點ヨリ立テタル垂直線ト M_m 點ニ會セシメ更ニ M_m ト N_n トヲ結ブトキハ M_mN_n ガ桁ノ中軸線ト會スル點 J_n ハ即チ D 點ノ右側徑間ニ於ケル轉界點ヲ示スモノトナル可シ同様ニ此方法ヲ各徑間ニ施ストキハ左側桁端ヨリ初メテ各徑間ノ左側ニ於ケル轉界點ヲ見出スコトヲ得可ク同様ニ右側桁端ヨリ初メテ此方法ヲ繰返ストキハ各徑間ノ右側轉界點 K_m , K_n 等ノ位置ヲ確定スルコトヲ得可シ若シ第一千

第一千九十四圖



百九十四圖①ノ如ク第一徑間ノ終端ガ單純ニ支點上ニ休止スルトキハ J_1 ナル轉界點ハ A ナル支點上ニ落ツ可ク同②圖ノ如ク終端徑間ガ緊定セラル、場合ニハ J_1 ハ第一徑間ノ左側ヨリ $\frac{1}{3}l_1$ 點ニアル可シ同様ニ同③圖ノ如ク兩端緊定セル桁ニアリテハ J_1 及 K_1 ハ何レモ $\frac{l}{3}$ 點ニアル可シ。

數學的ニ上述 D 點ヨリ轉界點ヘノ距離 j_n ヲ知ラント欲セバ

$$j_n = \frac{l_n^2(l_m - j_m)}{l_m(2l_m + 3l_n) - 3j_m(l_m + l_n)} \quad (1451)$$

故ニ假令バ終點單純ニ休止セル連續桁ニアリテハ $j_m = 0$ ナルヲ以テ第二徑間ニアリテハ

$$j_2 = \frac{l_2^2 l_1}{l_1(2l_1 + 3l_2) - 3.0} = \frac{l_2^2}{2l_1 + 3l_2}$$

第三徑間ニアリテハ

$$j_3 = \frac{l_3^2 \cdot (l_2 - j_2)}{l_2(2l_2 + 3l_3) - 3j_2(l_2 + l_3)} = \frac{\frac{3}{2} \left(l_2 - \frac{l_2^2}{2l_1 + 3l_2} \right)}{l_2(2l_2 + 3l_3) - 3 \frac{l_2^2}{2l_1 + 3l_2} \cdot (l_2 + l_3)}$$

$$= \frac{2l_3^2 \cdot (l_1 + l_2)}{l_1 l_2 + 3(l_1 + l_2)(l_2 + 2l_3)}$$

若シ各徑間 l の値同一ナルトキハ

$$j_n = \frac{l(l-j_{n-1})}{5l-6j_{n-1}}$$

$$\text{斯クテ } j_1 = 0 \text{ ナルトキハ } j_2 = \frac{l}{5} = 0,2l, \quad j_3 = \frac{4}{19}l = 0,2105l,$$

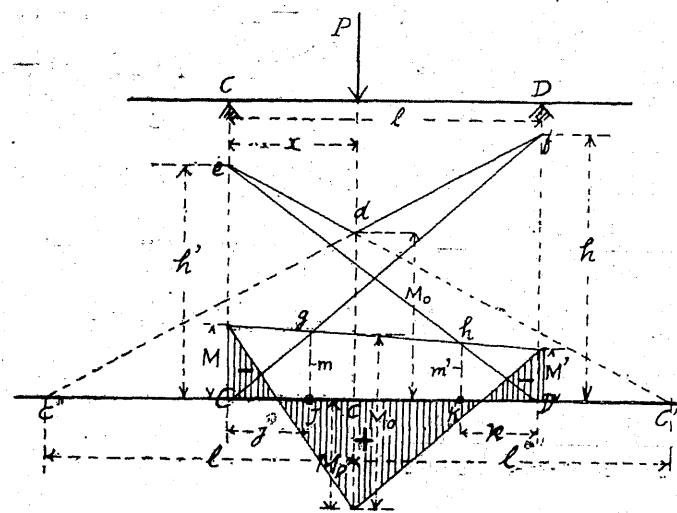
$$j_4 = \frac{15}{71}l = 0,2113l, \quad j_5 = \frac{56}{265}l = 0,2113l,$$

$$j_n = \frac{l}{2} \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{3} \right) = 0,2113l$$

即チ第三徑間以上ニアリテハ凡テ $j = 0,211l$ ト見做シテ大差ナシ
第三節 支點力率ノ決定.

今第一千九十五圖ニ於テ或任意徑間ノ一定點ニ單一荷重働く場合ニハ單

第一千九十五圖



トシテノ荷重點ニ於ケル
彎曲力率
 $M_0 = P \cdot \frac{x(l-x)}{l}$
ヲ求メ其點ニ
於ケル垂直線
上ニcdナル長
サヲ以テ之ヲ
示シ次ニc點

ヨリ左右ニ夫々徑間 l ニ等シキ長サヲ置キ其終點 c' 及 c'' ト d ト
ヲ結ビ夫々之ヲ延長シテ f 及 e 點ニ於テ支點上ニ立テタル垂直
線ト會セシムルトキハ其高サ h 及 h' ノ値ハ夫々

$$h = M_0 \cdot \frac{l+(l-x)}{l} = M_0 \cdot \frac{2l-x}{l}$$

$$h' = M_0 \cdot \frac{l+x}{l}$$

トナル可シ次ニ f 及 e 點ト C 及 D 點トヲ連結シ更ニ轉界點 J 及
 K ニ於ケル垂直線ト g 及 h ニ會セシムルトキハ其高 m 及 m' ノ値
ハ夫々

$$m = h \cdot \frac{j}{l} = M_0 \cdot \frac{2l-x}{l} \cdot \frac{j}{l}$$

$$m' = h' \cdot \frac{k}{l} = M_0 \cdot \frac{l+x}{l} \cdot \frac{k}{l}$$

トナル可シスクノ如クシテ定メタル g 及 h 點ヲ連ヌル終結線ヲ
引ケバ C 及 D ナル支點ニ於ケル M 及 M' ナル支點力率ヲ定ムルコ
トヲ得可シ即チ其値ハ

$$M = m + (m-m') \cdot \frac{j}{l-j-k}$$

$$= M_0 \cdot \frac{j}{l} \cdot \frac{2l-x-3k}{l-j-k} = P \cdot \frac{x(l-x)}{l} \cdot \frac{j}{l} \cdot \frac{2l-x-3k}{l-j-k} \quad \dots \dots \dots (1452)$$

同様ニ

$$M' = P \cdot \frac{x(l-x)}{l} \cdot \frac{k}{l} \cdot \frac{l+x-3j}{l-j-k} \quad \dots \dots \dots (1453)$$

故ニ今荷重點上ニ立テタル垂直線ト M 及 M' ノ終結線トノ會點以
下ニ M_0 ノ値ヲ置キ其終點ト M 及 M' トノ終點ヲ結ブトキハ CD 徑
間ニ於ケル彎曲力率ハ影線ニテ示セルモノトナル可シスクテ

M_p ハ荷重點ニ於ケル彎曲力率ノ値トナル可シ假令バ第一徑間 AB ニアリテハ $j = 0$, $M_A = M_1 = 0$ ナルヲ以テ

$$M_B = M' = P \cdot \frac{x(l-x)}{l} \cdot \frac{k}{l} \cdot \frac{l+x}{l-k} = P \cdot \frac{x(l^2-x^2)}{l^2} \cdot \frac{k}{l-k}$$

$\frac{dM'}{dx} = 0$ トセバ $x = \frac{l}{\sqrt{3}} = 0,577l$ ヲ得ベク該點ニ荷重ヲ有スルトキ M' ノ値最大ニシテ

$$M'_{max} = 0,385 P.l \cdot \frac{k}{l-k}$$

ヲ得ルガ如シ.

同様ニ三ツノ支點上ニアル連續桁橋ノ第一徑間ニアリテハ

$$k_1 = \frac{l_1^2}{2l_2+3l_1} \quad \text{ニシテ}$$

$$M_B = M'_1 = M_0 \cdot \frac{l_1+x}{2(l_1+l_2)} = \frac{P.x}{2l_1} \cdot \frac{l_1^2-x^2}{l_1+l_2} \quad (1454)$$

$l_1 = l_2 = l$ ナルトキハ

$$M_B = \frac{P.x}{4l^2} (l^2-x^2) \quad (1455)$$

又 $j = k$ ナル一般中央徑間ニアリテハ

$$\left. \begin{aligned} M &= \frac{P.x(l-x)}{l} \cdot \frac{j}{l} \cdot \frac{2l-x-3j}{l-2j} \\ M' &= \frac{P.x(l-x)}{l} \cdot \frac{j}{l} \cdot \frac{l+x-3j}{l-2j} \end{aligned} \right\} \quad (1456)$$

四ツノ支點ヲ有スル連續桁橋ニシテ左右終端ノ徑間 $l_1 = l_2$ ナルトキハ l_2 ナル中央徑間ニアリテハ

$$j_2 = k_2 = \frac{l_2^2}{2l_1+3l_2} \quad \text{ニシテ}$$

$$M_B = M_2 = \frac{P.x(l_2-x)}{l_2} \cdot \frac{l_2(4l_1+3l_2)-x(2l_1+3l_2)}{(2l_1+l_2)(2l_1+3l_2)}$$

$$\left. \begin{aligned} M_C = M_2 &= \frac{P.x(l_2-x)}{l_2} \cdot \frac{2l_1l_2+x(2l_1+3l_2)}{(2l_1+l_2)(2l_1+3l_2)} \end{aligned} \right\} \quad (1457)$$

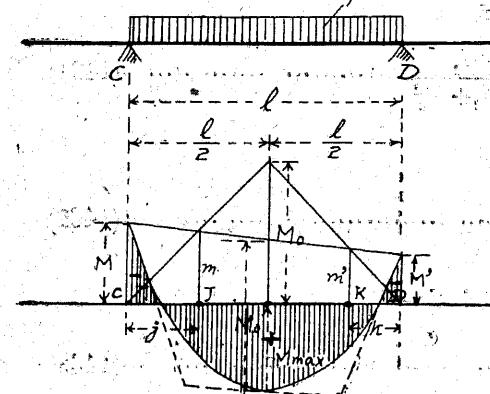
$l_1 = l_2 = l_3 = l$ ナルトキハ

$$\left. \begin{aligned} M_B &= \frac{P.x(l-x)}{l} \cdot \frac{7l-5x}{15l} \\ M_0 &= \frac{P.x(l-x)}{l} \cdot \frac{2l+5x}{15l} \end{aligned} \right\} \quad (1458)$$

荷重點ニ於ケル正號彎曲力率ノ最大値

$$M_p = \frac{P.x(l-x)}{l} - M \cdot \frac{l-x}{l} - M' \cdot \frac{x}{l} \quad (1459)$$

第一千九十六圖



等布荷重 p ヲ有スル場合

ハ第一千九十六圖ニ於

之前ト同様 CD ナル徑間ノ
中央點ニ立テタル垂直線上

$$= M_0 = \frac{1}{8} p.l^2 \quad \text{ヲ置キ} C \text{ 及 } D$$

點々連結線ヲ引キ轉界點
上ノ垂直線ト會セシメ其交
點ヲ連スル終結線ヲ引クト
キハ M 及 M' ノ値ヲ定ムルコ

ヲ得可シ然ルトキハ

$$m = M_0 \cdot \frac{2j}{l}, \quad m' = M_0 \cdot \frac{2k}{l}$$

$$M = m + (m-m') \cdot \frac{j}{l-j-k} = 2M_0 \cdot \frac{j}{l} \cdot \frac{l-2k}{l-j-k} \quad (1460)$$

$$M' = 2M_0 \cdot \frac{k}{l} \cdot \frac{l-2j}{l-j-k}$$

假令バ第一徑間ニアリテハ $j = 0$, $M_A = M_1 = 0$ ナルヲ以テ

$$M_B = M_1' = 2M_0 \cdot \frac{k}{k-l}$$

ヲ得ルガ如シ。

同様ニ三ツノ徑間ニ於ケル連續桁橋ノ第一徑間ニアリテハ

$$k_1 = \frac{l_1^2}{2l_2 + 3l_1}$$

$$M_B = M_1' = M_{0,1} \cdot \frac{l_1}{l_1 + l_2} = \frac{p \cdot l_1^3}{8(l_1 + l_2)}$$

左右同徑間ヲ有シ四ツノ支點上ニアル連續桁橋ノ第一徑間ニアリテハ

$$l_1 = l_3, \quad k_1 = j_3 = \frac{2l_1^2(l_1 + l_2)}{6l_1^2 + 10l_1l_2 + 3l_2^2} \quad \text{ナル? 以テ}$$

$$M_B = M_1' = M_{0.1} \cdot \frac{4l_1(l_1 + l_2)}{4l_1^2 + 8l_1l_2 + 3l_2^2} \dots \dots \dots \quad (1461)$$

$l_1 = l_2 = l_3 = l$ ナルトキバ

$j = k$ ナル一般中央經間ニアリテ

左右徑間相等シク四ツノ支點上ニアル中央徑間 $\frac{1}{2}$ ニアリテハ

$$l_1 = l_3, \quad j_2 = k_2 = \frac{l_2^2}{2l_1 + 3l_2} \quad = \text{シテ}$$

$$M_c = M_2' = 2M_{0,2} \frac{l_2}{2l_2 + 3l_3} = \frac{p J_2^3}{4(2l_2 + 3l_3)} \quad \dots \dots \dots (1464)$$

$l_1 = l_{\infty} = l_0 = l$ ナルトキバ

$$M_c = M_2' = \frac{2}{5} M_0 = \frac{p.l^2}{20} \quad \dots \dots \dots \quad (1465)$$

次ニ或徑間ニ於ケル最大正號力率、

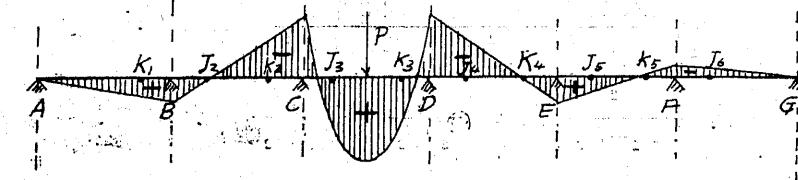
$$x = \frac{l}{2} - \frac{M' - M}{v_l t} \quad \text{點 = 起り}$$

$$M_{max} = \frac{p \cdot x^2}{2} = \frac{p}{2} \cdot \left(\frac{l}{2} - \frac{M' - M}{p \cdot l} \right)^2$$

$$= M_0 - \frac{M' + M}{2} + \frac{(M' - M)^2}{16M} \dots \dots \dots \quad (1466)$$

荷重ヲ有セザル徑間ニ於ケル彎曲力率ハ轉界點ノ意義ニ從ヒ
第一千百九十七圖ノ如ク荷重ヲ有スル徑間ニ於ケル支點力率ヲ

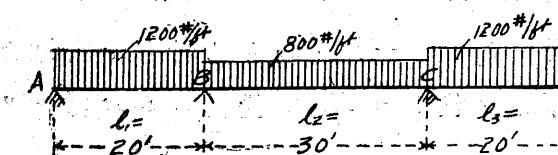
第一千九十七圖



求メ左側ニテハ j_2 點ヲ連ネテ之ヲ延長セバ B 點ノ支點力率ヲ得可ク更ニ右側ニアリテハ同様ニ k 點ヲ連結スルコトニ依リテ各支點ノ力率ヲ見出スコトヲ得可シ若シ數徑間ニ涉リテ種々ノ荷重配置ヲ有スルトキハ各荷重ニ對シ上述ノ方法ヲ施シ其各點ニ於ケル (+) (-) の符號ヲ考慮シタル上其代數的和ヲ求ムレバ可ナリ。

例題第百十六 四ツノ支點上ニ休止セル連續桁橋ノ左右終端

第二千九十八圖



ノ第一千九十八圖ノ
如キ等布荷重ヲ有スル
場合ニ於タル支點力率
ノ値ヲ求メ

答. 此場合ニハ $l_1 = l_2$ ナルヲ以テ

$$k_1 = j_3 = \frac{2l_1^2(l_1 + l_2)}{6l_1^2 + 10l_1l_2 + 3l_2^2} = \frac{2.20^2(20+30)}{6.20^2 + 10.20.30 + 3.30^2} = 3.6$$

$$j_2 = k_2 = \frac{l_2^2}{2l_1 + 3l_2} = \frac{30^2}{2.20 + 3.30} = 6.92$$

第一徑間ニノミ荷重アルトキハ $j_1 = 0$ $M_A = 0$ ナルヲ以テ

(1461)式ヲ得タルト同様

$$\begin{aligned} M_{B,1} &= M_{0,1} \cdot \frac{4l_1(l_1 + l_2)}{4l_1^2 + 13l_1l_2 + 3l_2^2} \\ &= \frac{1200.20^2}{8} \cdot \frac{4.20(20+30)}{4.20^2 + 13.20.30 + 3.30^2} = 19835^* \end{aligned}$$

又 $j_2 = \frac{l_2^2}{2l_1 + 3l_2}$ 及ビ $\frac{j_2}{l_2 - j_2} = \frac{l_2}{2(l_1 + l_2)}$ ナルヲ以テ第一徑

間ノ荷重ニ對シテハ

$$\begin{aligned} M_{C,1} &= -M_{B,1} \cdot \frac{l_2}{2(l_1 + l_2)} = -M_1 \cdot \frac{2l_1l_2}{4l_1^2 + 13l_1l_2 + 3l_2^2} \\ &= -19835 \cdot \frac{2.20.30}{4.20^2 + 13.20.30 + 3.30^2} = -1967^*. \end{aligned}$$

中部徑間ニ於ケル荷重ニ對シテハ(1464)式ニ據リ

$$\begin{aligned} M_{B,2} &= M_{C,2} = M_{0,2} \cdot \frac{2l_2}{2l_1 + 3l_2} \\ &= \frac{800.30^2}{8} \cdot \frac{2.30}{2.20 + 3.30} = 41540^* \end{aligned}$$

第三徑間ノミノ荷重ニ對シテハ第一徑間ノミノ場合ト同様ナルヲ以テ M_B の代リニ M_C , $M_{0,1}$ の代リニ $M_{0,3}$ ヲ置換スレバ可ナリ故ニ全荷重ニ對シテハ

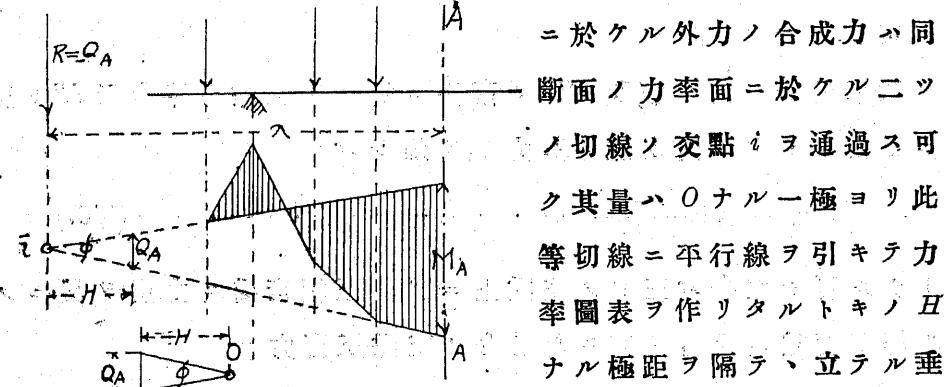
$$M_B = M_{B,1} + M_{B,2} + M_{B,3} = 19835 + 41540 - 1967 = 59408^*.$$

第四節 剪力及支點反應力

第一千九十九圖ノ如キ連續桁橋ノ或斷面 $A-A$ = 於ケル Q

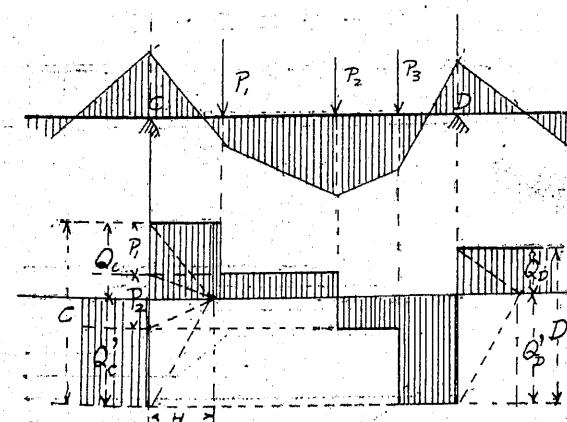
第一千九十九圖

ナル剪力即チ其斷面ノ左側



線ノ長サ或ハ交點 i ヨリ $H = 1$ ナル距離ニ於テ外力ノ方向ニ引ケル平行線ノ切線ヲ切レル長サニ依リテ之ヲ示スコトヲ得可シ。次ニ力率面ノ變曲點ニアリテハ剪力ハ其點ニ働ク外力ノ量丈ケ急ニ變化ス可シ之ヲ圖式的ニ表ハサントセバ力率及剪力ノ基

第一千二百圖



線ヲ水平ノ位置ニ置キ一 支點ニ於テ其右側ニ H ナル極距ヲ取リ此點ヨリ力率線ニ於ケル切線ニ平行線ヲ引クトキハ其支點垂直線ヲ切レル長サハ第一千二百圖ノ如ク剪力ヲ示スモノト

ナル可ク基線ノ上部

ハ正號下部ハ負號ヲ與エ更ニ各垂直分線ハ各點ニ於ケル荷重ノ
大サヲ示スモノトナル可シ而シテ一 支點ノ極近左右ニ於ケル剪
力即チ Q_c 及 Q'_c 若クバ Q_d 及 Q'_d ノ和ハ其支點ニ於ケル反應力トナ
ル可シ。

數學的 Q の値は、徑間 CD の兩側に於ケル支點力率 M 及 M' と更に單桁トシテノ同支點ノ剪力 Q_0 を知レバ

トナル可シ假令バ三ツノ支點上ニアル連續桁橋ニ力度ヲ異ニスル等布荷重 p_1 及 p_2 ヲ有スル場合ノ支點反應力ハ

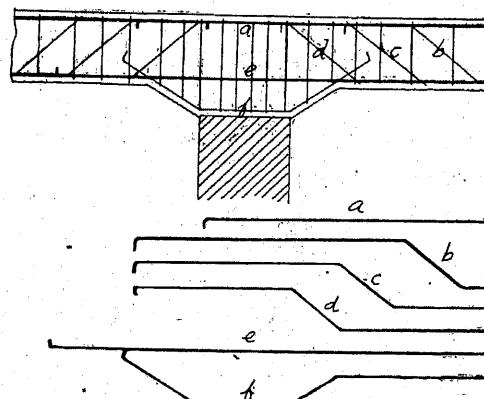
$$\left. \begin{aligned} A &= p_1 \cdot \frac{l_1}{2} - \frac{M_B}{l_1} = \frac{p_1 \cdot l_1}{2} - \frac{p_1 \cdot l_1^3 + p_2 \cdot l_2^3}{8l_1(l_1 + l_2)} \\ B &= p_1 \cdot \frac{l_1}{2} + p_2 \cdot \frac{l_2}{2} + \frac{M_B}{l_1} + \frac{M_B}{l_2} = \frac{p_1 \cdot l_1 + p_2 \cdot l_2}{2} + \frac{p_1 \cdot l_1^3 + p_2 \cdot l_2^3}{8l_1 \cdot l_2} \\ C &= p_2 \cdot \frac{l_2}{2} - \frac{M_B}{l_2} = \frac{p_2 \cdot l_2}{2} - \frac{p_1 \cdot l_1^3 + p_2 \cdot l_2^3}{8l_2(l_1 + l_2)} \end{aligned} \right\} \dots(1468)$$

ヲ得ルガ如シ。

第五節 連續桁橋

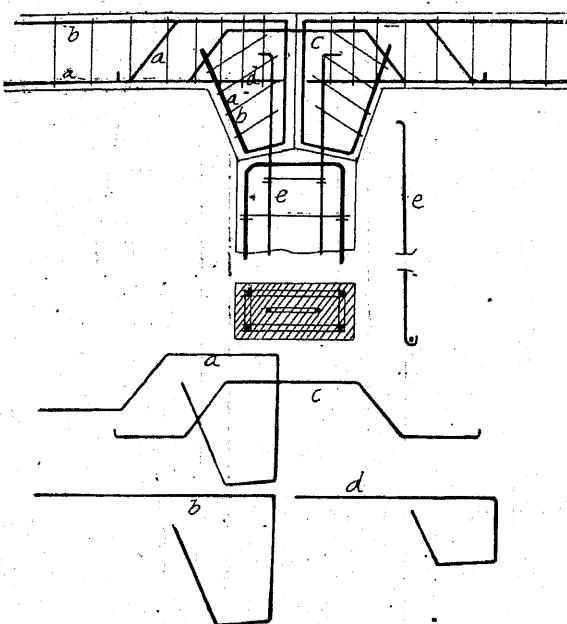
ノ 構法

桁ト支柱若クハ橋脚ト
ノ接續點ニ於ケル配置ハ
單純ナル建築構造ニ於ケ
ル床受桁ト柱トノ連絡方
法ト全ク同一ナリ其構法
ハ第三篇第九十一圖,第九
十三圖,第九十四圖,第九十

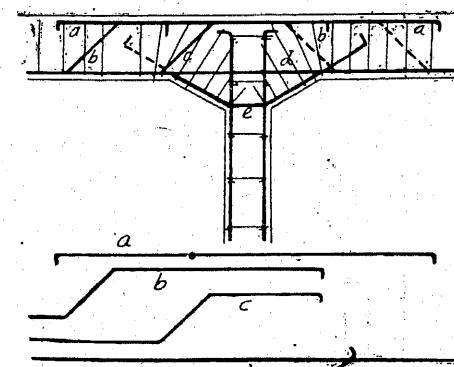


第一千二百一圖

第一千三百二



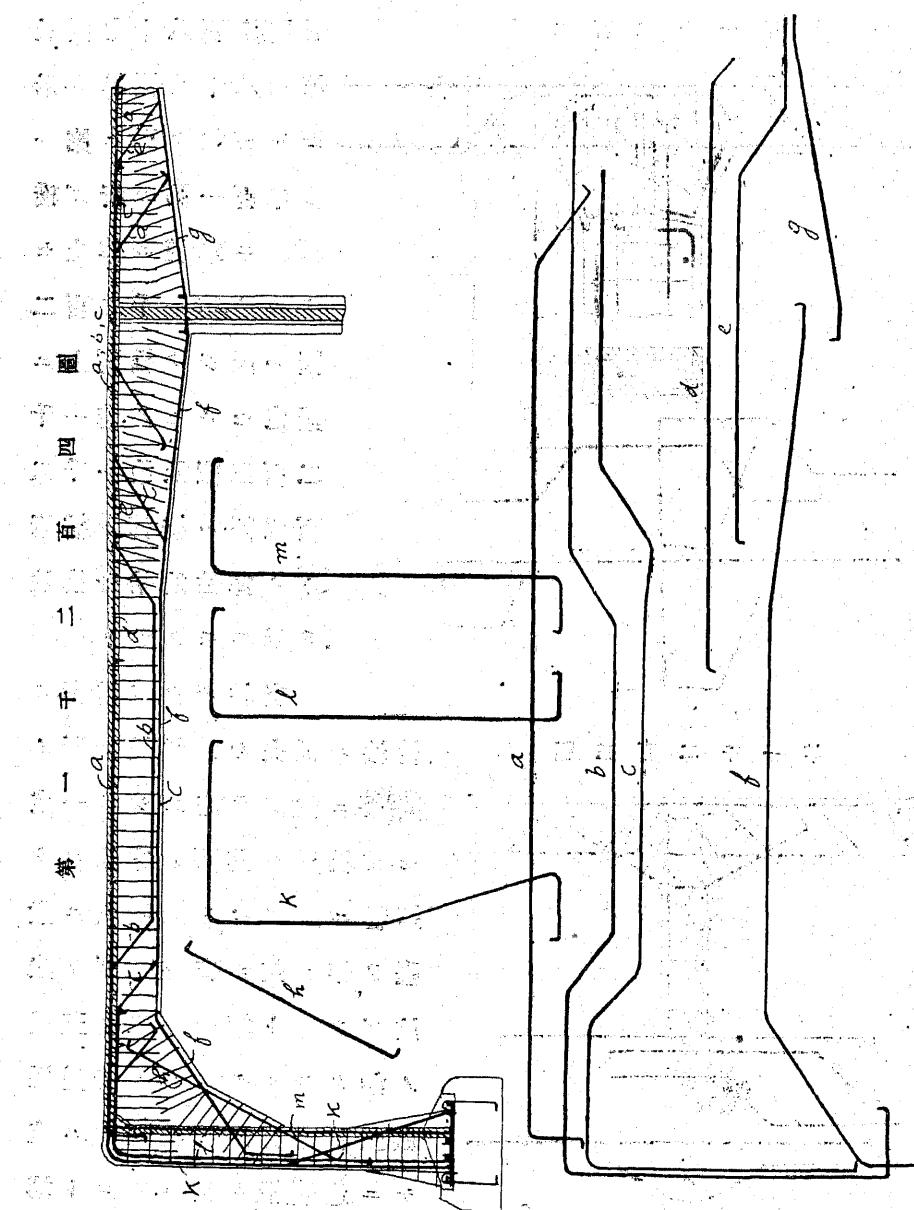
第一千二百三圖



第一千二百七圖ノ如クセルモノ若クバ運炭棧橋ノ如ク框構式支柱
ノ列ヲ作サテ桁ト單體結合ヲ施スコト

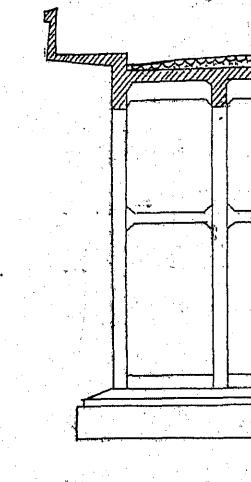
五圖、第百八十七圖及
第百八十八圖等ニ示
セルガ如ク更ニ第一
千二百一圖ハ桁ガ橋
脚上ニ單純ニ林止セ
ルモノ、第一千二百二
圖ハ同ジク橋脚上ニ
緊定セルモノ、第一千
二百三圖及第一千二
百四圖ハ橋脚ト橋桁
トノ彈性的結合構法
ヲ示スモノナリ。

支柱若クバ橋脚ノ構法ハ又夫々地盤及場所ノ關係ニ從ツテ必ズシモ一定セズ杭又ハ其他ノ方法ニテ適當ニ堅メタル基礎上ニ敷臺ヲ作リ茲ニ支柱ノ列ヲ建立ブルコト第一千二百五圖ノ如クスルモノ或ハ普通混凝土杭ヲ打込ミ其上端ニ直チニ連續析ヲ支ユルコト第

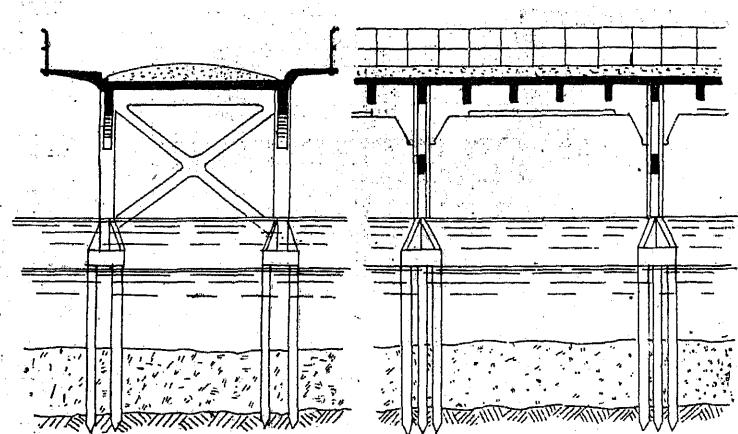


ルモノ或ハ普通橋脚ノ場合ト同シク石材、混疑土若クハ鐵筋混疑
土ニテ矩形斷面ヲ有スル重厚ナル支臺ヲ構成シ茲ニ單純ニ連續

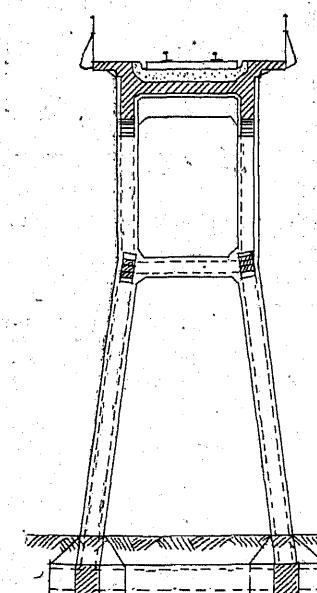
第一千二百五圖



第一千二百六圖

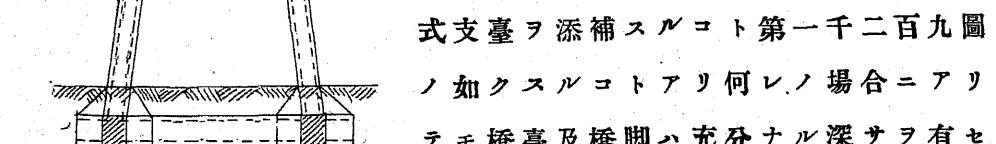


第一千二百七圖



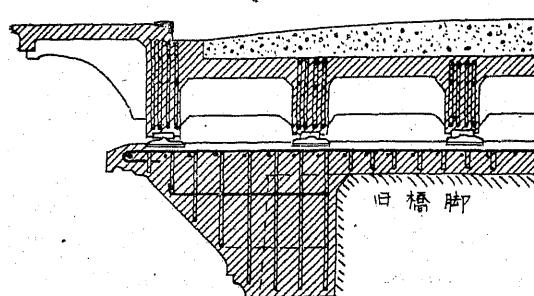
第一千二百八圖 桁ヲ休止セシムルコト第一千二百八圖ノ

如キモノ等アリ時ト
シテハ嘗テ建設シタ
ル木橋若クバ鐵橋々
脚ヲ其儘利用スルカ
若シ其幅狭キトキハ
橋脚ノ上部ニ別ニ鐵
筋混疑土ヲ以テ肱桁

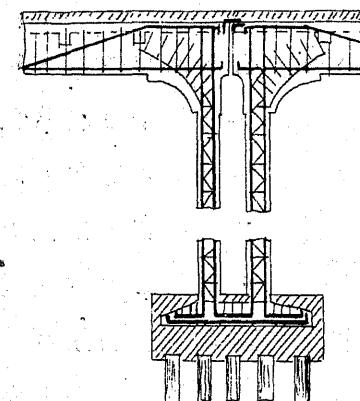


式支臺ヲ添補スルコト第一千二百九圖
ノ如クスルコトアリ何レノ場合ニアリ
テモ橋臺及橋脚ハ充分ナル深サヲ有セ
シムルコト必要ナリ是レ連續桁橋ニアリテハ支臺ニ於ケル少許
ノ沈下モ其應力ニ變化ヲ及ボスコト大ナル可ケレバナリ。

第一千二百九圖



第一千二百十一圖



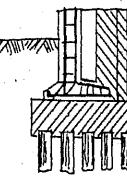
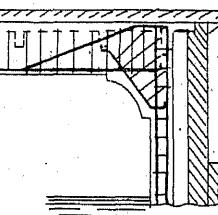
ノ全部ヲ全ク分離シテ複式橋脚若クバ橋臺ノ形ヲ取ルコトアリ
其構法第一千二百十一圖ニ示スガ如シ。

第一千二百十圖



徑間ノ數多キ場合ニ
ハ數個ノ橋脚毎ニ桁及
床版ノ伸縮接合點ヲ設
ケザル可ラズ此場合ニ
ハ接合層ハ「アスファルト」

ニテ填充スル
カ若クバ第一
千二百十圖ノ
如キ可動蓋版
ヲ用ヒテ塵芥
ノ集積ヲ防止
セザル可ラズ
場合ニ依リテ
ハ橋構及橋脚



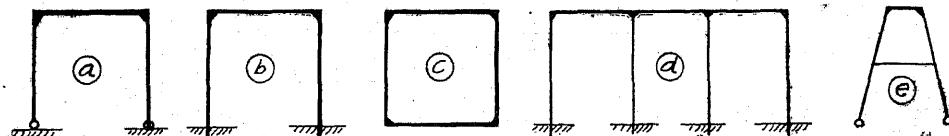
第六章 框構橋

第一節 門形橋

框構式橋梁 (Cross framed bridge) ノ一般型式ハ第一千二百十二圖

⑥及⑦ノ如キ門形若クバ⑥ノ如キ圓形ニシテ兩側ノ高サ同一ナ

第一千二百十二圖



ル場合多シ門形式ニアリテハ下方柱端ノ鉗装置ナルカ緊定装置
ナルカニ從ヒテ一次若クバ三次不定狀態ヲ呈ス可シ而シテ實際
ニハ其構法ガ鉗端緊定端何レノ場合ニ該當スルモノナルヤヲ明
示シ難キ場合渺カラズ要ハ計劃者ノ判断ニ從ヒテ推算スルノ外
ナカル可シ 圓形ニアリテハ下框ハ各柱端ノ水平移動ニ對抗ス
可キ夫々單純ナル切張リ (Strut) ヲ置クカ若クバ全部底版トナセ
ルモノアリ更ニ兩端徑間に於ケル正號彎曲力率ヲ輕減セシムル
ノ目的ヨリ屢々連續桁橋ノ終端支柱ヲ框構式トシテ構成スルコ
ト⑥圖ノ如キモノ或ハ運炭橋トシテ⑦圖ノ如キ梯形框構ヲ使用
スルコトアリ以上各式ノ算法ハ既ニ第九編第三章ニ於テ詳述シ
タルヲ以テ茲ニ之ヲ繋説セズ本節ニアリテハ第一千二百十三圖
ノ如キ鉗端ヲ有スル門形橋ノ一例ヲ掲グ其算法ノ應用ヲ示スニ
止ム可シ。

今第一千二百十三圖ニ示スガ如キ $ACDB$ ナル框構ニ於テ CD

ナル部材ノ或一點ニ於ケル力率ハ第九編第三章第四節ニ據リ

$$M = M_0 - Hh$$

M_0 ハ C 及 D ノ支點ニ休止セル單桁ノ場合ニ於ケル彎曲力率ヲ

示ス而シテ H ノ値ハ集中荷重 ΣP = 對シテハ(1001)式ニ據リ

$$H = \frac{\Sigma P.a.b}{2h.l \left(1 + \frac{2}{3} \nu + \frac{I_h}{I_b} \frac{h}{l} + \frac{I}{A} \frac{1}{h^2} \right)}$$

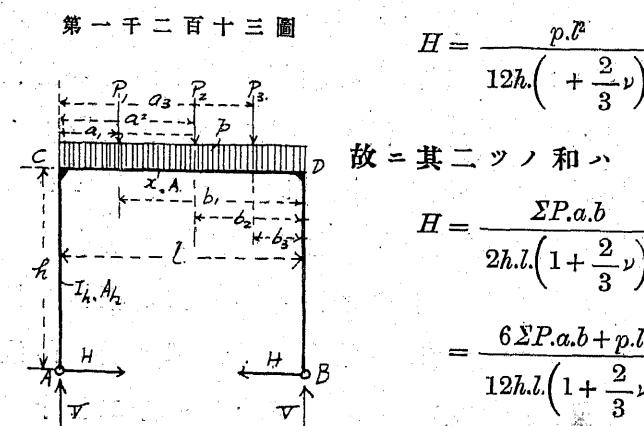
$$= \frac{\Sigma P.a.b}{2h.l \left(1 + \frac{2}{3} \nu + \frac{r^2}{h^2} \right)}$$

$\frac{r^2}{h^2}$ ノ無視スルトキハ(1003)式ニ據リ

$$H = \frac{\Sigma P.a.b}{2h.l \left(1 + \frac{2}{3} \nu \right)}$$

同様ニ死重若クバ等布荷重ニ關シテハ(1008)式ニ據リ

第一千二百十三圖



故ニ其二ツノ和ハ

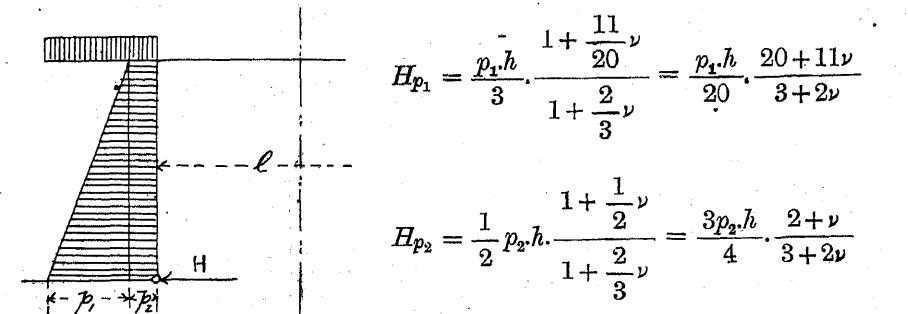
$$H = \frac{\Sigma P.a.b}{2h.l \left(1 + \frac{2}{3} \nu \right)} + \frac{p.b^2}{12h.l \left(1 + \frac{2}{3} \nu \right)}$$

$$= \frac{6\Sigma P.a.b + p.b^3}{12h.l \left(1 + \frac{2}{3} \nu \right)} \quad \dots \dots \dots (1469)$$

此値ハ桁上單ニ垂直荷重ヲ有スル場合ニ限リ適用シ得可キモ框構式橋梁ニアリテハ兩側ノ柱材ニ更ニ地壓加ル可キヲ以テ之ニ依リテ生ズル H ノモ加算セザル可カラ

ズ 地壓ハ第一千二百十四圖ノ如ク底邊 p_1 ノ有スル三角形ヲ以テ、又兩側橋臺上ノ過載荷重ヨリ來ル影響ハ底邊 p_2 ノ有スル矩形ヲ以テ之テ示スコトヲ得可シ故ニ其推力ハ夫々(1035)及(1023)式

第一千二百十四圖 ヨリ



故ニ

$$H_{p1} + H_{p2} = \frac{p_1.h}{20} \cdot \frac{20+11\nu}{3+2\nu} + \frac{3p_2.h}{4} \cdot \frac{2+\nu}{3+2\nu}$$

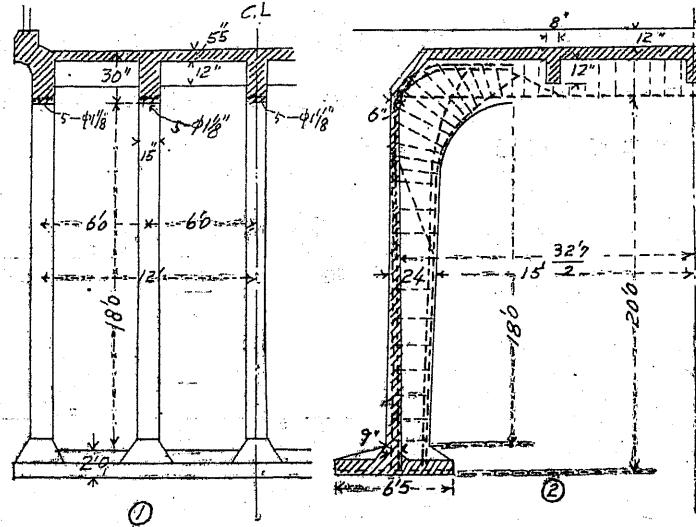
$$= \frac{h}{20} \cdot \frac{10(2p_1+3p_2)+\nu(11p_1+15p_2)}{3+2\nu} \quad \dots \dots \dots (1470)$$

斯クノ如ク H ノ値ヲ見出シ得バ容易ニ各點ノ彎曲力率ヲ計算スルコトヲ得可シ。

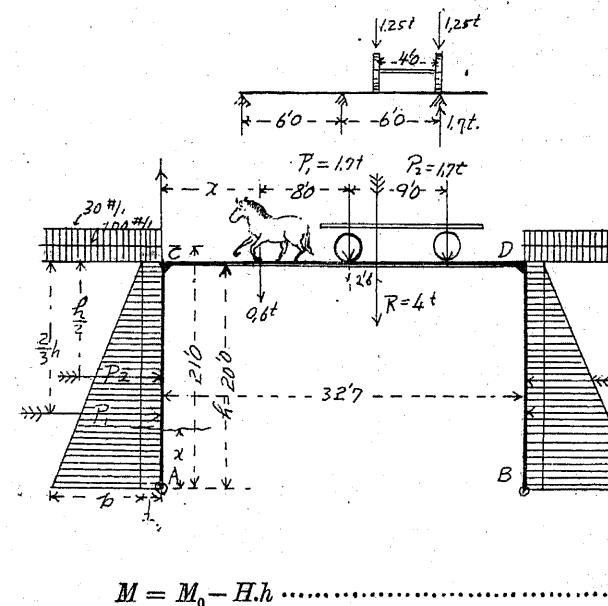
例題第百十七・第一千二百十五圖ノ如キ寸法ヲ有スル門形橋梁ニ於ケル最大彎曲力率ヲ求ム。

答. 主桁(T形桁)ニ來ル鋪料ノ死重ヲ $0.65t/ft$ ト假定シ活重ハ駄馬二頭ニテ曳ケル5噸積四輪荷車トシ輓幅 $4'0$, 輪距 $9'0$ ト假定ス今荷車ノ一輪ガ框構主桁上ニ乘レリトセバ(第一千二百十六圖)茲ニ働く軸重ヲ約 $1.7t$ トナル可シ更ニ駄馬二頭ヨリ來ル活重ヲ $0.6t$ トシ前輪ヨリ $8'$ ノ距離ニ働くト假定ス然ルトキハ CD ナル部材ニ生ズル最大正號彎曲力率ハ地壓ナキ場合ニ起リ C 及 D

第一千二百十五



第一千二百十六圖



點ノ最大負號彎曲力率ハ主桁ニ於ケル垂直荷重ノ外更ニ地壓ノ働キタル場合ニ起ル可シ。

ニ對スル M_0 及 H の値ヲ算出セんニ CD ヲ單桁ト考エタル場合ニ

ハ活重ヨリ來ル最大正號力率ハ P_1 ノ働點ニ起リ

$$M_1 = C.(x+8)-0,6.8,0$$

然ルニ荷重ノ合成功 $R = 2.1,7 + 0,6 = 4,0t$ ニシテ前輪ノ後方 $2',6$
 ノ點ニ働く可キヲ以テ

$$C = 4 \cdot \frac{32,7 - 8 - 2,6 - x}{32,7} = 2,7 - 0,12x$$

故二

$$M_1 = (2,7 - 0,12x)(x + 8) - 0,6 \cdot 8,0$$

$$= -0,12x^2 + 1,74x + 16,8$$

同様に P_1 の荷重點ニ於テ死重ヨリ來ル彎曲力率ハ

$$M_2 = \frac{g}{2} (x+8)(l-x-8) = \frac{0.65}{2} (x+8)(32.7-x-8)$$

故二

靜力的不定水平推力 H (1469) 式 = 據 9

第一千三百十七圖

$$H = \frac{gJ^3 + 6\sum P.a.b}{15h.l \left(1 + \frac{2}{3}\nu\right)}$$

今部材ノ断面ヲ第一千二百十七圖ノ如ク假定スルトキハ *CD* 部材ニアリテハ

$$A = 72.5,5 + 15(30 - 5,5) = 763,5 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{72.5,5^3}{12} + (72.5,5) \cdot \left(10 - \frac{5,5}{2}\right)^2$$

$$+ \frac{15.24,5^3}{12} + 15(30 - 5,5) \cdot \left(\frac{24,5}{2} - 4,5 \right)^2$$

$$= 62.270''$$

$$H = \frac{20}{20} \cdot \frac{10(2.1,79 + 3.0,204) + 1,17(11.1,79 + 15.0,204)}{3 + 2.1,17} = 12,837$$

P_1 及 P_2 ナル地壓ガ柱材ニ働く爲メニ C ナル框端ニ生ズル彎曲
力率ハ

$$M_C'' = H \cdot h - P_1 \cdot \frac{2}{3} h + P_2 \cdot \frac{1}{2} h$$

然ルニ

$$P_1 = \frac{p_r h}{2} = \frac{1,79.20}{2} = 17,90t$$

$$P_2 = p_2 \cdot h = 0,204 \cdot 20 = 4,08 t$$

故二

$$M_o'' = 20 \left(12,83 - \frac{2}{3} \cdot 17,90 - \frac{1}{2} \cdot 4,08 \right)$$

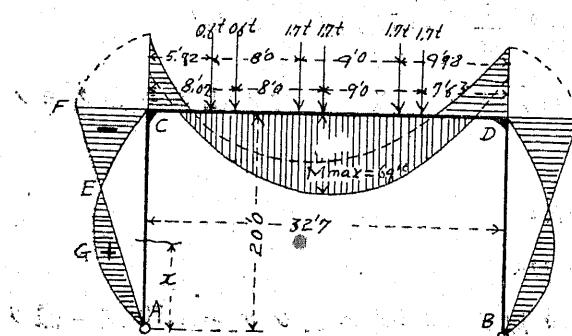
$$= -22,8't = -612864''\#$$

故ニカル框端ニ於ケル最大負號彎曲力率ニ

$$M_c = M_c' + M_c'' = -40,4 - 22,8 = -63,2 \\ = -169881,6''^*$$

第一千二百十八圖ハ以上計算ニ係ル力率ノ結果ヲ圖解セルモ

第一千二百十八回



ノニシテ地壓ノ働くカザ
ル場合 CD 部材ニ對ス
ル力率ハ圖中下側ノ線
ニテ之ヲ示セリ此場合
ニ於ケル最大彎曲力率
ハ 69.0^t ニシテ C 端ヨリ
 16.07^t ノ點ニ起ル可シ更

ニ兩側ニ地壓ノ働く場合ニ對スル桁端 C ノ最大彎曲力率ハ
 $\pm 63,20^{\prime \prime}$ ニシテ第一荷重ガ C 端ヨリ 5',72 ノ點ニアル時ニ起ル可
 シ.

更ニ柱材 AC 著クバ BD ニ於ケル各點ノ力率ヲ得ント欲セバ
其柱材ヲ單桁ト見做シ第六十九表^⑩ニ示セル公式ニ從ヒ

$$M_x = \frac{p.l.x}{6} \cdot \left(1 - \frac{x^2}{h^2}\right)$$

ヨリ p_1 = 対スル力率ヲ求メ更ニ p_2 ナル等布荷重ニ對シテハ同表
④ノ公式ニ從ヒ

$$M_x = \frac{p_2 \cdot l \cdot x}{2} \cdot \left(1 - \frac{x}{h}\right)$$

ヲ求メ其ニツノ和ヨリ作成セル。AGO ナル曲線ヲ引ク可シ然ル
トキハ F ト A トヲ連ネタル直線ト AGO ナル曲線トノ交點 E ハ
變曲點ノ位置ヲ示シ影線ヲ施セル分ハ各點ノ力率ヲ示スモノト
ナル可シ今茲ニハ一々其算數ヲ計出セズ。

第二節 函形暗渠.

築堤下ニ於ケル溪流ヲ疏通セシムル爲メ床版式暗渠ノ代リニ
屢々函形暗渠(Box Culvert)ヲ用フルコトアリ其算法ハ稍々複雑ナル

第一千二百十九圖

モ要スルニ第一千二百十九圖ニ
示スガ如ク上框 DE ニハ h_0 ナル
高サノ土壤重量下框 AB ニハ h'
ナル高サノ土壤ヨリ來ル地壓ノ
共轭壓力 (Conjugate pressure) ガ共ニ
等布的ニ働くト同时 $= AD$ 及 BE
ナル左右兩側横框ハ上端ニ於テ

p_0 下端ニ於テ $p_0 + p_1$ ナル力度ヲ有スル地壓ヲ受クルモノト考エ
其各外力ヨリ來ル A, B, D 及 E ノ各點ニ於ケル力率ヲ合算セバ可
ナル可シ而シテ横樁ニ働く外力ハ之ヲ p_0 ナル等布荷重及 p_1 ナル
等變荷重ノ合成ト見做ス時ハ p ニ對スル各隅端ノ力率ハ

$$\frac{I_u}{I_h} \cdot \frac{h}{l} = \nu, \quad \frac{I_u}{I_l} = \mu \quad \text{トセバ}$$

(1215)式ヨリ

$$M_A = M_B = \frac{p \cdot \nu \cdot l^2}{12[\nu^2 + 2\nu(1+\mu) + 3\mu]}$$

(1216)式ヨリ

$$M_D = M_E = \frac{-p \cdot l^2 \cdot (2\nu + 3\mu)}{12[\nu^2 + 2\nu(1+\mu) + 3\mu]}$$

 p' ニ對スルモノハ

(1217)式ヨリ

$$M_A = M_B = \frac{-p' \cdot l^2 \cdot \mu \cdot (2\nu + 3)}{12[\nu^2 + 2\nu(1+\mu) + 3\mu]}$$

(1218)式ヨリ

$$M_D = M_E = \frac{\nu \cdot \mu \cdot p' \cdot l^2}{12[\nu^2 + 2\nu(1+\mu) + 3\mu]}$$

 p_0 ニ對スルモノハ

(1220)式ヨリ

$$M_A = -\frac{p_0 \cdot h^2}{24[\nu^2 + 2\nu(1+\mu) + 3\mu]} \cdot [(30\nu^2 + 73\nu + 15)\nu + (47\nu^2 + 81\nu + 18)\mu]$$

(1221)式ヨリ

$$M_B = \frac{p_0 \cdot h^2}{24[\nu^2 + 2\nu(1+\mu) + 3\mu]} \cdot [(18\nu^2 + 35\nu + 9)\nu + (47\nu^2 + 81\nu + 18)\mu]$$

(1222)式ヨリ

$$M_D = \frac{p_0 \cdot h^2}{24[\nu^2 + 2\nu(1+\mu) + 3\mu]} \cdot [(6\nu + 23)\nu^2 + (11\nu + 45)\nu \cdot \mu + (9\nu + 18)\mu^2]$$

(1223)式ヨリ

$$M_E = -\frac{p_0 \cdot h^2}{24[\nu^2 + 2\nu(1+\mu) + 3\mu]} \cdot [(18\nu + 25)\nu^2 + (49\nu + 51)\nu \cdot \mu + (15\nu + 18)\mu^2]$$

故ニ茲ニ等變荷重 p_1 ニ對スル各隅端ノ力率ヲ導ク時ハ本問題
ヲ解決スルコトヲ得可シ等變荷重ノ場合ニハ其力率圖ハ三次拋
物線ヲ爲ス可シ故ニ A 點ニ於ケル力率ハ

$$M_{0,A} = \int_0^h p_1 \cdot \frac{x}{h} \cdot (h-x) dx = -\frac{p_1}{h} \left(\frac{1}{2}h^3 - \frac{1}{3}h^3 \right) = -\frac{1}{6}p_1 \cdot h^2$$

 AD 部材力率圖表ノ面積ハ

$$A_1 = -\int_0^h \frac{1}{6}p_1 \cdot \frac{x}{h} \cdot x^2 dx = -\frac{1}{24}p_1 \cdot h^3$$

 AD 部材力率圖表面積ノ A 點ニ對スル力率ハ

$$= -\int_0^h \frac{1}{6}p_1 \cdot \frac{x}{h} \cdot x^2 \cdot (h-x) dx = -\frac{p_1}{6h} \left(\frac{1}{4}h^5 - \frac{1}{5}h^5 \right) = -\frac{1}{120}p_1 \cdot h^4$$

故ニ其重心點ノ高サハ

$$= -\frac{\frac{1}{120}p_1 \cdot h^4}{-\frac{1}{24}p_1 \cdot h^3} = \frac{1}{5}h$$

更二

$$z = \frac{\nu+1}{2\nu+1+\mu} \cdot h, \quad m = \frac{\nu+\mu}{2\nu+1+\mu} \cdot l.$$

(第八百七十一圖參照)

故 = 第九編第三章第二十四節 = 論ジタルト 同様

$$\frac{A_1}{I_h} = -\frac{1}{24} \cdot \frac{p_1 \cdot h^2 \cdot l \cdot \nu}{I_u} \quad (\nu = \frac{h}{l} \cdot \frac{I_u}{I_h})$$

$$\frac{A_2}{I_t} = -\frac{1}{12} \cdot \frac{p_4 h^2 l \cdot \mu}{I_u} \quad (\mu = \frac{I_u}{I_L})$$

故三

$$\int \frac{M_0 ds}{I} = \frac{A_1}{I_h} + \frac{A_2}{I_s} = -\frac{p_1 h^2 l}{24 I} (\nu + 2\mu)$$

$$\int \frac{M_0 y \, ds}{I} = \frac{A_1 \left(z - \frac{h}{5} \right)}{I} + \frac{A_2 z}{I}$$

$$= -\frac{1}{I_u} \cdot \left(\frac{1}{120} p_1 h^8 l. \nu \cdot \frac{3\nu+4-\mu}{2\nu+1+\mu} + \frac{1}{12} p_1 h^8 l. \mu \cdot \frac{\nu+1}{2\nu+1+\mu} \right)$$

$$= - \frac{1}{I_u} \cdot \frac{p_1 h^3 l}{120(2\nu+1+\mu)} \left[3\nu^2 + \nu(4+9\mu) + 10\mu \right]$$

$$\int \frac{M_0 x \, ds}{I} = -\frac{1}{I} \left(\frac{1}{24} p_1 h^2 l \nu \cdot \frac{l}{2} + \frac{1}{12} p_1 h^2 l \mu \cdot \frac{l}{6} \right)$$

$$= - \frac{1}{I_n} \cdot \frac{p_1 \cdot h^2 \cdot l^2}{144} (3\nu + 2\mu)$$

$$\int \frac{y^2 ds}{I} = \frac{1}{3I_u} \cdot \frac{h^2 \cdot l}{2\nu + 1 + \mu} \cdot [\nu^2 + 2\nu(1 + \mu) + 3\mu]$$

$$\int \frac{x^2 ds}{I} = \frac{l^3}{12 I_{th}} \cdot (6\nu + 1 + \mu)$$

$$\int \frac{ds}{I} = \frac{1}{I_u} \cdot (2\nu + 1 + \mu) \cdot l$$

故二

$$H = \frac{\int \frac{M_0 y \, ds}{I}}{\int \frac{y^2 \, ds}{I}} = \frac{-\frac{p_1 h}{120} \left[3\nu^2 + \nu(4+9\mu) + 10\mu \right]}{\frac{1}{3} \left[\nu^2 + 2\nu(1+\mu) + 3\mu \right]}$$

$$= - \frac{p_1 \cdot h_*}{40} \cdot \frac{3\nu^2 + \nu(4 + 9\mu) + 10\mu}{\nu^2 + 2\nu(1 + \mu) + 3\mu}$$

$$V = \frac{\int \frac{M_0 \cdot x \, ds}{I}}{\int \frac{x^2 \, ds}{I}} = \frac{-\frac{p_1 \cdot h^2}{144} \cdot (3\nu + 2\mu)}{\frac{l}{12} \cdot (6\nu + 1 + \mu)} = -\frac{p_1 \cdot h^2}{12l} \cdot \frac{3\nu + 2\mu}{6\nu + 1 + \mu}$$

$$M_1 = \frac{\int \frac{M_0 ds}{I}}{\int \frac{ds}{I}} = \frac{\frac{p_1 h^2}{24} \cdot (\nu + 2\mu)}{2\nu + 1 + \mu} = \frac{p_1 h^2}{24} \cdot \frac{\nu + 2\mu}{2\nu + 1 + \mu}$$

以上ノ値ヲ一般公式

$$M = M_0 + M_1 - H.y - V.x$$

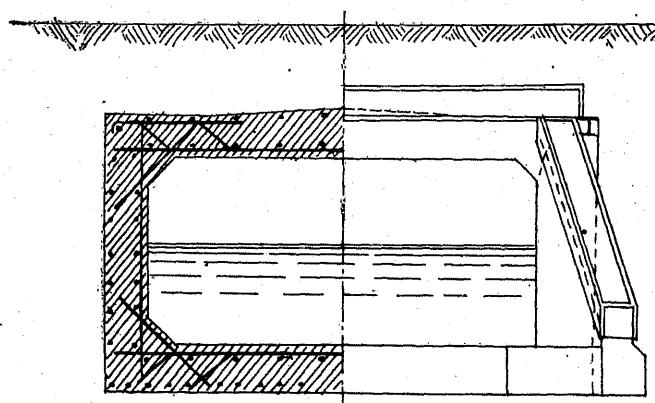
中ニ挿入シ $W = \frac{1}{2} p_1 h$ トシテ各隅端ノ力率ヲ計算スル時ハ次ノ

值ヲ得可シ

$$M_A = - \frac{W.h}{60 \left[\nu^2 + 2\nu(1+\mu) + 3\mu \right] (6\nu + 1 + \mu)} \cdot \left[(63\nu^2 + 151\nu + 28)\nu \right]$$

$$M_B = \frac{W.h}{60 \left[\nu^2 + 2\nu.(1+\mu) + 3\mu \right].(6\nu + 1 + \mu)} \cdot \left[(27\nu^2 + 49\nu + 12).\nu \right]$$

第一千三百二十圖

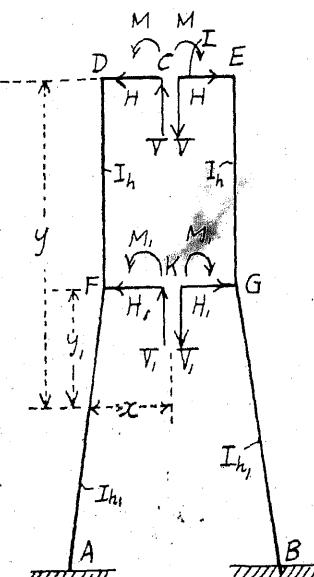


第三節 框構式棧橋

框構式棧橋 (Cross framed trestle) ハ六次靜力的不定狀態ニアルモノニシテ其解法ハ相當複雜ナル形式ヲ有ス本節ニアリテハ其一般方程式ヲ示スニ止メ數字的應用ハ之ヲ省略ス可シ.

今第一千二百二十一圖ニ於テニツノ横框ヲ何レモ其中央ニ於テニツニ切斷シテ之ヲ考エ茲ニ生ズ可キ靜力的不定量 H, V, M 及 H_1, V_1, M_1 の値ヲ見出ス可キ方程式ヲ作ル可シ簡易ノ爲メ軸壓力 N 及剪力 Q の影響ヲ無視スル時ハ動作ノ方程式ハ

第一千二百二十一圖



$$\int \frac{M_x}{E.I_x} \cdot \frac{\partial M_x}{\partial X} \cdot ds = 0$$

而シテ横樁ニテハ下側ニ、柱ニテハ内側ニ張力ヲ與フ可キ力率ヲ正號ト假定セバ α ナル或斷面ニ於ケル M_a の値ハ

$$\text{左側 } M_x = M_0 + M + H.y + V.x \\ + M_1 + H_1.y_1 + V_1.x$$

$$\text{右側 } M_x = M_0 + M + H.y - V.x \\ \quad \quad \quad + M_1 + H_1.y_1 - V_1.x$$

$$\frac{\partial M_x}{\partial H} = y_1, \quad \frac{\partial M_x}{\partial V} = -x \quad (\text{左側})$$

$$\frac{\partial M_x}{\partial V_1} = x \text{ (左側)} \quad \frac{\partial M_x}{\partial V} = -x \text{ (右側)}, \quad \frac{\partial M_x}{\partial V_1} = -x \text{ (右側)}$$

$$\text{更} = \frac{\partial s}{E.I} = dw \quad \text{トセバ次ノ如キ弾性方程式ヲ得可シ。}$$

$$(1) \quad \int_{\sigma}^A M_0 dw + \int_{\sigma}^B M_0 dw + M \left(\int_C^A dw + \int_{\sigma}^B dw \right) + H \left(\int_{\sigma}^A y dw + \int_{\sigma}^B y dw \right) \\ + V \left(\int_G^A x dw - \int_G^B x dw \right) + M_1 \left(\int_F^A dw + \int_G^B dw \right) + H_1 \left(\int_F^A y_1 dw + \int_G^B y_1 dw \right) \\ + V_1 \left(\int_E^A x dw - \int_E^B x dw \right) = 0;$$

$$(2) \quad \int_C^A M_0 y \, dw + \int_G^B M_0 y \, dw + M \left(\int_C^A y \, dw + \int_G^B y \, dw \right) + H \left(\int_C^A y^2 \, dw + \int_G^B y^2 \, dw \right) \\ + V \left(\int_C^A x \cdot y \, dw - \int_G^B x \cdot y \, dw \right) + M_1 \left(\int_F^A y \, dw + \int_G^B y \, dw \right) + H_1 \left(\int_F^A y \cdot y_1 \, dw \right. \\ \left. + \int_G^B y \cdot y_1 \, dw \right) + V_1 \left(\int_F^A x \cdot y \, dw - \int_G^B x \cdot y \, dw \right) = 0;$$

$$\begin{aligned}
 (3) \quad & \int_{\sigma}^A M_0 x dw - \int_{\sigma}^B M_0 x dw + M(\int_{\sigma}^A x dw - \int_{\sigma}^B x dw) \\
 & + H(\int_{\sigma}^A x \cdot y dw - \int_{\sigma}^B x \cdot y dw) + V(\int_{\sigma}^A x^2 dw + \int_{\sigma}^B x^2 dw) + M_1(\int_{\sigma}^A x dw - \int_{\sigma}^B x dw) \\
 & + H_1(\int_{\sigma}^A x \cdot y_1 dw - \int_{\sigma}^B x \cdot y_1 dw) + V_1(\int_{\sigma}^A x^2 dw + \int_{\sigma}^B x^2 dw) = 0; \\
 (4) \quad & \int_K^A M_0 dw + \int_K^B M_0 dw + M(\int_F^A dw + \int_G^B dw) + H(\int_F^A y dw + \int_G^B y dw) \\
 & + V(\int_F^A x dw - \int_G^B x dw) + M_1(\int_K^A dw + \int_K^B dw) + H_1(\int_K^A y_1 dw + \int_K^B y_1 dw) \\
 & + V_1(\int_K^A x dw - \int_K^B x dw) = 0; \\
 (5) \quad & \int_K^A M_0 y_1 dw + \int_K^B M_0 y_1 dw + M(\int_F^A y_1 dw + \int_G^B y_1 dw) + H(\int_F^A y \cdot y_1 dw \\
 & + \int_G^B y \cdot y_1 dw) + V(\int_F^A x \cdot y_1 dw - \int_G^B x \cdot y_1 dw) + M_1(\int_K^A y_1 dw + \int_K^B y_1 dw) \\
 & + H_1(\int_K^A y_1^2 dw + \int_K^B y_1^2 dw) + V_1(\int_K^A x \cdot y_1 dw - \int_K^B x \cdot y_1 dw) = 0; \\
 (6) \quad & \int_K^A M_0 x dw - \int_K^B M_0 x dw + M(\int_F^A x dw - \int_G^B x dw) \\
 & + H(\int_F^A x \cdot y dw - \int_G^B x \cdot y dw) + V(\int_F^A x^2 dw + \int_G^B x^2 dw) + M_1(\int_K^A x dw - \int_K^B x dw) \\
 & + H_1(\int_K^A x \cdot y_1 dw - \int_K^B x \cdot y_1 dw) + V_1(\int_K^A x^2 dw + \int_K^B x^2 dw) = 0.
 \end{aligned}$$

然ルニ此框構ハ對稱的ナルヲ以テ

$$\begin{aligned}
 \int_{\sigma}^A dw &= \int_{\sigma}^B dw, \quad \int_{\sigma}^A x dw = \int_{\sigma}^B x dw, \quad \int_{\sigma}^A y dw = \int_{\sigma}^B y dw, \\
 \int_{\sigma}^A x \cdot y dw &= \int_{\sigma}^B x \cdot y dw, \quad \int_{\sigma}^A x^2 dw = \int_{\sigma}^B x^2 dw, \quad \int_{\sigma}^A y^2 dw = \int_{\sigma}^B y^2 dw, \\
 \int_K^A dw &= \int_K^B dw, \quad \int_K^A x dw = \int_K^B x dw, \quad \int_K^A y_1 dw = \int_K^B y_1 dw,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \int_K^A x \cdot y_1 dw &= \int_K^B x \cdot y_1 dw, \quad \int_K^A x^2 dw = \int_K^B x^2 dw, \quad \int_K^A y_1^2 dw = \int_K^B y_1^2 dw, \\
 \int_F^A dw &= \int_G^B dw, \quad \int_F^A x dw = \int_G^B x dw, \quad \int_F^A y_1 dw = \int_G^B y_1 dw, \\
 \int_F^A x \cdot y dw &= \int_G^B x \cdot y dw, \quad \int_F^A x \cdot y_1 dw = \int_G^B x \cdot y_1 dw, \\
 \int_F^A y \cdot y_1 dw &= \int_G^B y \cdot y_1 dw, \quad \int_F^A x^2 dw = \int_G^B x^2 dw.
 \end{aligned}$$

故ニ上ノ六方程式ハ次ノ如キ簡單ナル形トナル可シ.

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & \int_{\sigma}^A M_0 dw + \int_{\sigma}^B M_0 dw + 2M \int_{\sigma}^A dw + 2H \int_{\sigma}^A y dw + 2M_1 \int_F^A dw + \\
 & 2H_1 \int_F^A y_1 dw = 0; \\
 (2) \quad & \int_{\sigma}^A M_0 \cdot y dw + \int_{\sigma}^B M_0 \cdot y dw + 2M \int_{\sigma}^A y dw + 2H \int_{\sigma}^A y^2 dw + \\
 & 2M_1 \int_{\sigma}^A y dw + 2H_1 \int_F^A y \cdot y_1 dw = 0; \\
 (3) \quad & \int_{\sigma}^A M_0 x dw - \int_{\sigma}^B M_0 x dw + 2V \int_{\sigma}^A x^2 dw + 2V_1 \int_F^A x^2 dw = 0; \\
 (4) \quad & \int_K^A M_0 dw + \int_K^B M_0 dw + 2M \int_F^A dw + 2H \int_F^A y dw + 2M_1 \int_K^A dw \\
 & + 2H_1 \int_K^A y_1 dw = 0; \\
 (5) \quad & \int_K^A M_0 y dw + \int_K^B M_0 y dw + 2M \int_F^A y_1 dw + 2H \int_F^A y \cdot y_1 dw + \\
 & 2M_1 \int_K^A y_1 dw + 2H_1 \int_K^A y^2 dw = 0; \\
 (6) \quad & \int_K^A M_0 x dw - \int_K^B M_0 x dw + 2V \int_F^A x^2 dw + 2V_1 \int_K^A x^2 dw = 0.
 \end{aligned} \tag{1475}$$

此六方程式ヲ解キテ H, V, M, H_1, V_1, M_1 の値ヲ定ムルコトヲ得ベシ.

物量力率、各部材ニアリテ夫々常數トシ E ハ凡テノ部材ニ同一ナリト假定ス更ニ F_A 部材ノ物量力率ヲ單位トセバ

$$\text{上部横樁ニ對シテハ } dw = \frac{I_h}{I} ds = \alpha.ds$$

$$\text{中部 } " " dw = \frac{I_h}{I_1} ds = \beta.ds$$

$$\text{上部柱材ニ對シテハ } dw = \frac{I_h}{I_h} ds = \gamma.ds$$

$$\text{下部 } " " dw = \frac{I_h}{I_h} ds = ds$$

トナル可シ上式中 dw = 此換算値ヲ入ル、時ハ實際ノ數的計算ハ一層簡易トナル可シ更ニ其構法ハ第一千二百七圖ニ就キテ之ヲ見ル可シ。

第七章 雜式橋

第一節 結構橋

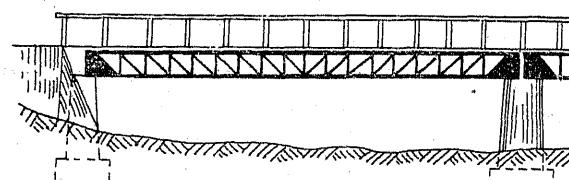
以上各章ニ涉リ論述セル様式ニアリテハ許容應力ハ只桁ノ應壓纖維層及應張鐵筋ニ依リテノミ負擔スルモノニシテ中軸線以下ノ應張混泥土層ハ彎曲力率ニ對シテハ計算上何等ノ意味ヲ有セザルモノトナスコト多キモ結構橋(Framed girder bridge)ニアリテハ必要ナル張力及壓縮ニ對シテ之ニ對應スルニ足ル丈ケノ材料ヲ用意スルモノナルヲ以テ(勿論應張材ニモ多少ノ鐵材防蝕用混混凝土ヲ要スペキモ)徑間大ナル場合ニハ鐵橋ト同ジク著シク其材料ノ死重ヲ節約スルコトヲ得可ク從ツテ其外觀輕快優麗ナリトス但シ其缺點ハ堰板ノ裝置複雜ニシテ施工困難ナルヲ以テ工費ノ比較的廉ナラザルコト之レナリ。

結構式ニアリテハ應力ハ常ニ其重心線ニ沿フテ働く構材ノ配置ニ注意セザル可ラズ上下弦材(Upper and lower chords)ハ一般ニ平行セルモノ多キモ拋物線形若クバ弧形ヲ爲セルモノアリ而シテ架橋點ノ狀態ニ從ツテ上路式、下路式何レノ構法ヲモ採用スルコトヲ得可ク床版ハ上下弦材ノ何レカト緊定シ更ニ横梁ニ依リテ主要弦材ヲ連絡スルコトアリ何レモ其終端ニ近ク剪力大ナルヲ以テ一般ニ該點附近ハ全部桁腹ヲ填充シ版桁式(Plate girder)組織トナスコト多シ。

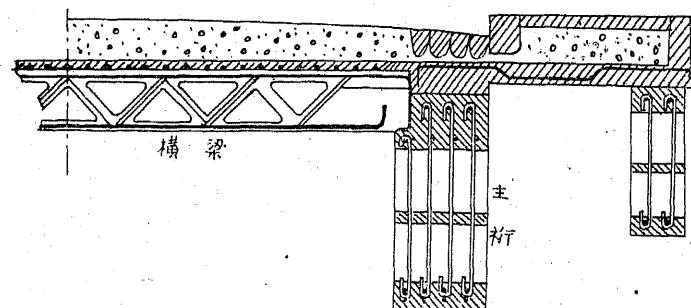
「ヴィサントニ式橋梁(Visintini system)」ハ第百四十八圖以下第百五十一圖ニ示セルガ如キ形狀ヲ有シ建築構造ニ於テ床若クバ桁材ト

シテ使用セラル、コト多シ即チ上下平行ノ弦材ト垂直及傾斜材トヨリ成リ豫メ工場ニ於テ製作スルモノトス若シ第一千二百二

第一千二百二十二圖

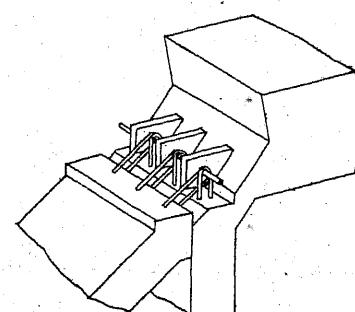


第一千二百二十三圖



連絡シ其上ニ床版ヲ作ルモノ若クバ全部同式ノ小桁材ヲ並列シテ桁兼用ノ床版トナスモノアリ此様式ノ特點ハ現場ニ於テ堰梓ヲ要セザルト架設ノ施工簡單ナルトニアルモ工場ヨリノ運搬ノ

第一千二百二十四圖



不便ト取扱ニ注意ヲ要スルトノ缺點アリ但シ桁ノ重量大ナル時ハ之ヲ分割シテ運搬シ現場ニ於テ組立テ得ル裝置トナセルモノアリ其形第一千二百二十四圖ノ如ク格點 (Panel point) ニ於テ分離セルニツノ構材ヲ繫錐ニテ連結シ其空隙ハ之ヲ混凝土ニテ填充

十二圖ノ如ク橋脚若クバ橋臺ノ支點毎ニ單桁トシテ架ケ渡ストキハ亦同様ニ橋梁トシテ役立ツコトヲ

得可シ其施工方法ハ第一千二百二十三圖ノ如ク兩側ニ主桁ヲ置キ主桁ノ間ハ同式横梁ニテ之ヲ

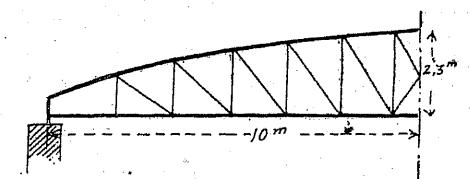
横梁ニテ之ヲ

トキハ亦同様ニ橋梁トシテ役立ツコトヲ

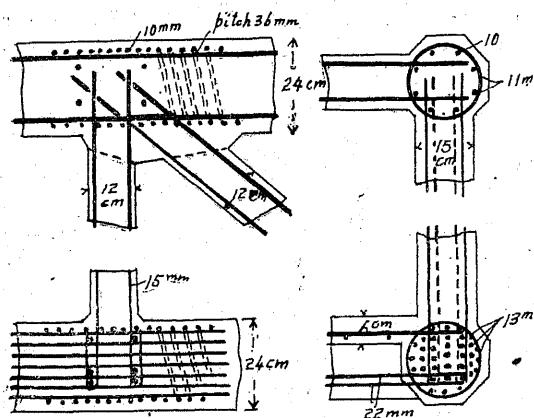
得可シ其施工方法ハ第一千二百二十三圖ノ如ク兩側ニ主桁ヲ置キ主桁ノ間ハ同式横梁ニテ之ヲ

横梁ニテ之ヲ

第一千二百二十五圖



第一千二百二十六圖



シ連絡構材ノ形トナスコトヲ得可シ。

其算法ハ大要第五編第八章第九節ニ於テ論ゼルモノト同様ナルヲ以テ茲ニ之ヲ省略ス。

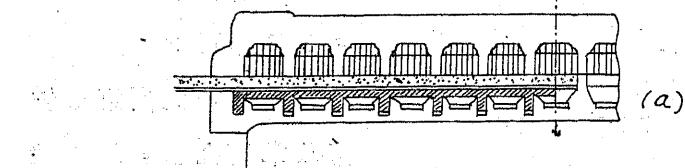
「コンシデール」氏 (Considère) ノ巴里郊外「イヴリー」(Ivry)ニテ試驗的ニ架設シタル様式ハ第一千二百二十五圖ノ如ク拋物線形ノ上弦材ヲ有スルモノニシテ徑間

20m, 高サ 2.8m, 格間 1.54m, 相互桁ノ距離 2.5m = 達ス終端ハ鑄鐵版ヲ用ヒ之ニ下弦材ノ抗張材ヲ緊定セリ其構法第一千二百二十六圖ニ示スガ如シ。

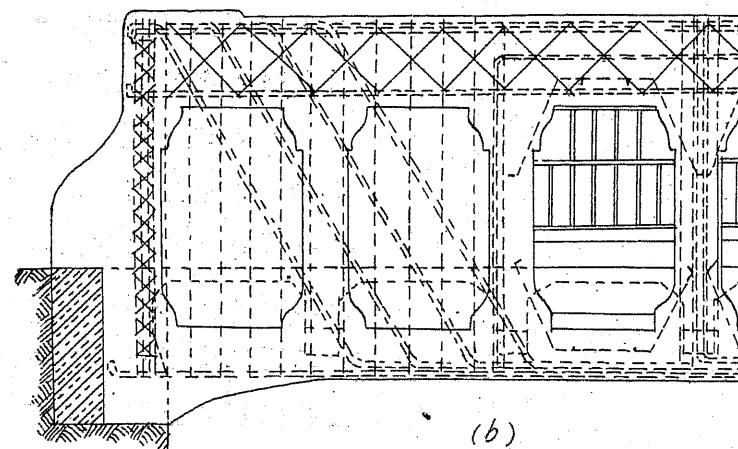
第二節 「ヴィランディール」式橋

千八百九十七年「ヴィランディール」教授 (Prof. Vierendeel) ノ導キタル様式ニシテ上下弦材間ニ之ヲ連結スル垂直材ノミヲ用ヒ各格間 (Panel) 殆ド矩形狀ヲ爲ス此様式ニアリテハ傾斜材ヲ缺クヲ以テ垂直材ハ著シク彎曲及剪斷應力ヲ受ケ從ツテ上下弦材ヘノ緊定點ヲ強固トスルコト必要ナリ殊ニ桁ノ終端ニ於ケル剪力大ナルヲ以テ其附近ノ格間ハ混凝土ニテ腹材部 (Web) ヲ填充スルコト多シ第一千二百二十七圖①ハ其外觀, ②ハ鐵筋配置ノ概要, ③ハ其

第一千二百二十七圖



横断構法ノ一例ヲ示スモノナリ此様式ニアリテハ分格點ノ緊定ヲ必要トスル爲メ割合ニ多量ノ混疑土及鋼材ヲ要シ從ツテ死重大トナルノ恐レアリ



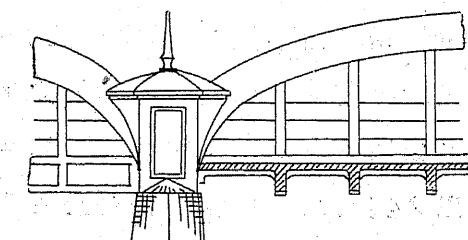
故ニ徑間大ナル場合若クバ地盤軟弱ナル個所ニハ不適當ナリト云ハザル可ラズ。

上下弦材ハ必ズシモ平行ナル事ヲ要セズ下弦材ハ一般ニ水平

第一千二百二十八圖



ナルモ上弦材ハ直線ノ儘中央ニ近ク高サフ異ニセルモノ若クバ第一千二百二十八圖ノ如ク上弦材ハ全ク曲線形ヲナセ



ルモノアリ。

此様式ノ算法ハ靜力的不定狀態ニ於ケルモノトシテ之ヲ取扱フ可ク假定ノ如何ニ依リテ算式一様ナラズ「ヴィランディール」(Vierendeel), 「オステンフェルド」(Ostenfeld), 「マルクス」(Marcus), 「マン」教授(Prof. Mann) 等各氏ノ解法アルモ鐵筋混疑土橋トシテノ應用ハ今日猶未ダ多カラザルヲ以テ之ヲ省略ス可シ讀者若シ其詳細ヲ知ラント欲セバ次記ノ書籍ヲ參照ス可シ。

Mertens —Der Vierendeel Träger. Seine Berechnung u.

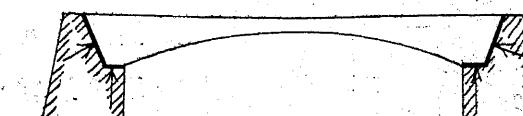
Konstruktion.

Vierendeel—Course de Stabilité des Construction. Tome V.

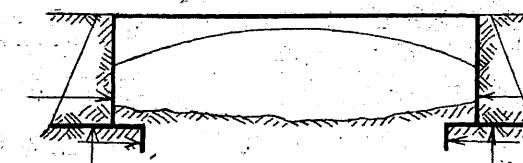
第三節 拱桁橋

前章説述セル桁橋ハ本態トシテ支點ニハ垂直壓力ノミヲ與フルモノト考エタルモ垂直反力ノ外更ニ水平推力ヲ與フ可キ構法ヲ取ルコトアリ之ヲ拱桁橋 (Arched beam bridge) ト名ヅク其特徴ハ第一千二百二十九圖及第一千二百三十圖ノ如ク桁ノ應張側ガ拱

第一千二百二十九圖



第一千二百三十圖



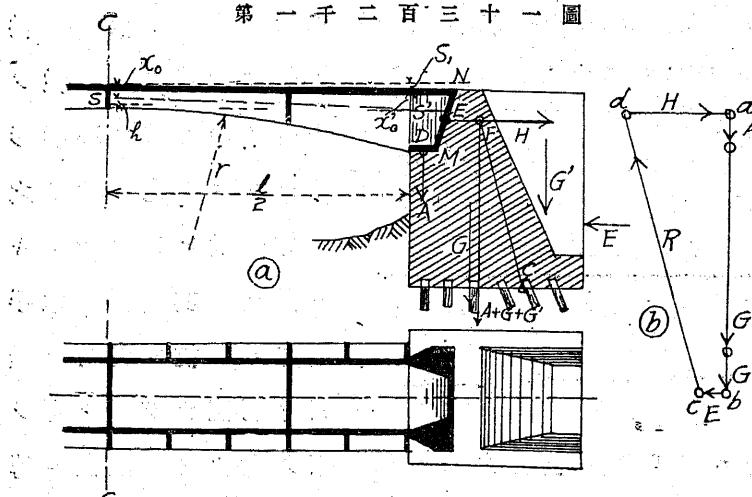
ノ如キ曲線ヲ爲シ從ツテ桁ノ中軸線モ亦拱形ヲナスコト之レナリ之ヲ靜力的ニ考フルトキハ拱橋ハ其拱臺ガ水平推力ニ對抗シ得可キ様

充分硬直ナラザル可ラザルモ拱桁橋ニアリテハ其壓力ノ一部ハ桁ノ如ク之ヲ垂直ニ傳導スル爲メ水平力ニ對シ硬直ナル設備ヲ要セザルナリ從ツテ前

者ニアリテハ支臺ニ瓊少ノ移動ヲ與フルトキハ拱ノ應力ニ著シク危險ヲ感ズ可キモ後者ハ水平支臺上ニテ單桁ト同様全荷重ヲモ負擔シ得ルノ利益アリ但シ緊定桁ト同ジク拱桁ハ屢々其支臺ト抗彎的緊定ヲナシ其^ハ動キ樁構式トナルコト第一千二百三十圖ノ如クスルコトアリ。此様式ニアリテハ支點ニ於テ水平力ノ働く結果單桁ニ比シテ垂直力ヲ減ズルヲ以テ桁ノ中央ニ於ケル高サヲ著シク輕減シ得ルノ利益アリ假令バ普通單桁橋ニアリテハ桁高ト徑間トノ割合ハ約1:20ノ割合ナルニ拱桁橋ニアリテハ1:30乃至1:35ニ達スルコトアリ。

拱橋ハ垂直反力ノ外水平反力ヲ生ズルヲ以テ桁及拱ノ働く
併有スルモノト見ル可ク而シテ荷重ノ幾許ガ桁トシテ又其幾
許ガ拱トシテ傳導サル可キカ頗ル曖昧ナル配分トナル可シ斯ク
ノ如ク應力ノ決定不定ナルヲ以テ理論的ニハ推奨ス可キ構法ニ
ハアラザルモ實際ニ於ケル應用ハ甚ダ尠カラズ然モ其精密ナル

第一千二百三十一



解法ハ之ヲ
求ムルコト
困難ナルヲ
以テ適當ナル
假定ニ從
ヒテ其近似
算法ヲ掲グ
ルニ止ム可
シ。

今第一千

二百三十一圖ニ於テ拱頂ニ於ケル死重ヲ $g^{\#}/\square'$ トシ桁ノ全重ガ全橋長ニ等布的ニ配布セリト假定セル死重ヲ $g^{\#}/\square'$ トス更ニ桁ノ中央及終端ニ於ケル假定断面積及桁ノ上端ヨリ断面ノ重心點ニ至ル距離ヲ夫々 A , A' 及 x_0 , x'_0 トシ斯クテ見出サレタル中央及終端ノ断面ニ於ケル重心點 s 及 s' ヲ連結スル弧線ヲ畫キ更ニ s_1 ヲ中央部ニ於ケル反リ(Camber)ノ量トセバ其弧線ノ拱矢 η ハ

$$h = (s_1 + x_0') - x_0$$

ナルヲ以テレヲ徑間ノ長サ、レヲ拱ノ弧線形重心線ノ半徑トセバ

$$\left(\frac{l}{2}\right)^2 = (2r - h) \cdot h$$

故云

次ニ水平推力ノ近似數ヲ求ムルニハ支臺ノ底邊ニ於ケル合成力ノ課力點 C ノ限度ガ其底邊ノ何處ニモ張力ヲ生ゼズ又基礎杭ノ許容應力ヲ超過セザル程度即チ核心限界ニ働クモノト假定シ次ニ其合成功力ノ第二點ヲ見出ス爲メ更ニ單桁ノ A ナル垂直壓力ガ水平支臺上 D ナル壓力中心點ニ働クト等シク拱坐 MN ニ於テ拱トシテノ支點推力ガ E ナル推力中心點ニ働クト考エ猶簡單ト安全トヲ期スル爲メ E 點ニハ只水平推力 H ノミ働キ又 D 點ニハ同垂直壓力 A ノ働クモノトセバコノ A 支臺ノ自重 G 及土壤ヨリノ荷重 G' ナル三ツノ合成功力ト H トノ交點 F ハ全合成功力 R ノ第二點ヲ與フルモノトナル可シ斯クノ如ク求メ得タル F 及 C 點ヲ連ヌルトキハ R ノ方向ヲ確定スルコトヲ得可シ今第一千二百三十一圖(7)ニ於テ或尺度ニテ單桁トシテノ支點壓力 A 支臺死重 G 及

土壤荷重 G' を書き更ニ土圧量 E を引クトキハ力線 abc を得可シ
c 點ヨリ FC = 平行線ヲ引キ a 點ヨリノ水平線ト相會セシムル
トキハ其同一尺度ニテ測レル ad の長サハ H ナル推力ノ量ヲ示ス
モノトナル可シ故ニ拱頂點ニ於ケル法線壓力 q ハ

トナル可ク此値ガ許容力度ノ範圍内ニアルヤ否ヤヲ検定ス可シ
更ニ「トルクミット」氏 (*Tolkmitt*) ニ從ヘバ拱トシテノ拱頂ニ於ケル
推力 H ハ $H = (r + c) \cdot q_2$ ニシテ q_2 ハ拱頂單位面積上ノ荷重, c ハ拱
厚, r ハ拱頂ニ於ケル壓力線ノ曲半徑ヲ示ス而シテ c ハ r ニ比シ
テ極メテ小ナルヲ以テ之ヲ無視スルトキハ

$$H = r \cdot q_2 \quad \text{故} \quad q_2 = \frac{H}{r} \quad \dots \dots \dots \quad (1478)$$

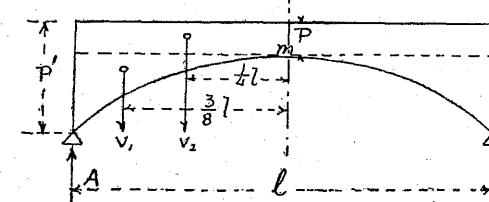
今前ニ得タル丘トケトノ値ヲ茲ニ插入スルトキハ其得タルク
ノ値ハ拱トシテ負擔ス可キ荷重力度ヲ示スモノトナル可シ而シ
テ全荷重力度

$q' = g + p$ (g は死重力度, p は活重力度) の内柄トシテ負擔ス可キ荷重力度 q_1 は

之ヲ實例ニ據リテ検算スルニ拱トシテノ荷重負擔ハ約60%, 桁トシテノ荷重負擔ハ約40% 内外ニ當ルヲ知ル故ニ若シ充分ナル注意ヲ以テ拱座ヲ作リ拱桁ノ据付ヲ完全ナラシムルトキハ死重ノ殆ンド大部ハ拱トシテ傳導セラル可ク更ニ活重ノ働くキテ變形大トナルニ從ヒ漸次桁トシテノ働くキヲ發揮スルノ現象ヲ呈ス可シ
水平支座ハ普通桁ノ如ク自由支持ト考フルカ緊定若クバ連續

状態ニアリト考フルカニ從ツテ q_1 ヨリ來ル彎曲力率ノ計算異ル可キモ今茲ニハ自由支持ノ場合ヲ假定シ支點ニ於ケル桁高ノ増加(中央部ニ比シテ)ヲ無視シ死重ハ等布的ニ配布セラル、モノトセバ桁ノ中央ニ於ケル力率ハ $M_m = \frac{q_1 l^2}{8}$ トナル可ク之ニ依リテ彎曲ヨリ來ル纖維應力 σ_1 ヲ求ムルコトヲ得可シ更ニ拱トシテ負擔ス可キ荷重 q' ヲ知レルヲ以テ拱ノ理論ニ基キテ計算シタル纖維應力 σ_2 ヲ求メ $\sigma = \sigma_1 + \sigma_2$ ノ值ガ許容應力ノ範圍内ニアルヤ否

第一千二百三十二圖



ヤヲ検定ス可シ。

若シ中央ニ對スル支點桁
高ノ增加ヲ考慮中ニ加ヘ拱
腹線形ヲ拋物線ト假定スル
トキハ第一千二百三十二圖

ニ於テ拱頂ニ於ケル總荷重ハ $P = p+g$ ニシテ支點ニアリテハ
 $P = p+g+\Delta g$ トナル可シ Δg ハ桁高ノ増加ニ依リテ生ズル死
 重ノ増加力度ヲ示ス然ルトキハ中央點 m ニ於ケル力率ハ

$$M_m = A \cdot \frac{l}{2} - V_1 \cdot \frac{3}{8} \cdot l - V_2 \cdot \frac{1}{4} \cdot l$$

而シテ

$$V_1 = \frac{1}{3} \cdot \frac{l}{2} \cdot (P' - P), \quad V_2 = \frac{l}{2} \cdot P,$$

$$A = V_1 + V_2 = \frac{l}{6} \cdot (2P + P')$$

ナルヲ以テ

更ニ等量等布荷重 q_m ニ換算セント欲セバ

$$M_m = \frac{l^2}{48} \cdot (5P + P') = \frac{q_m \cdot l}{8} \quad \Rightarrow \quad y$$

$$q_m = \frac{1}{6} [6(p+g) + \Delta g] = (p+g) + \frac{\Delta g}{6} \quad \dots \dots \dots (1481)$$

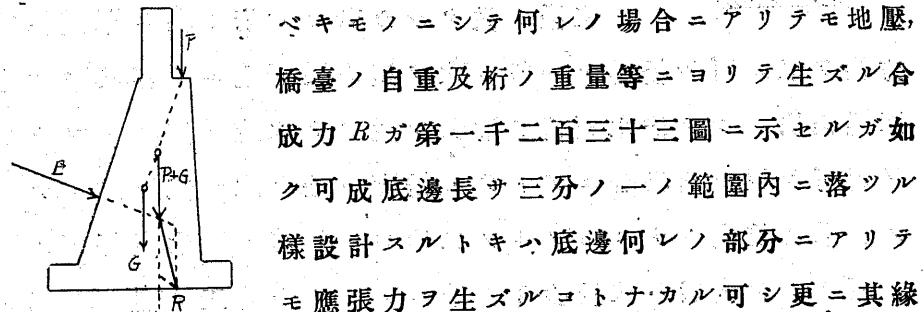
ヲ得可シ

第八章 支臺ノ構法

第一節 橋臺及橋腳.

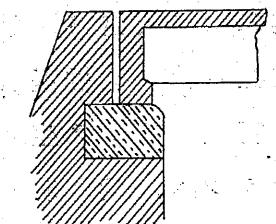
桁橋ノ橋臺(Abutment)ハ煉瓦・混擬土・石材若クバ鐵筋混擬土等何レノ材料ニ依リテ之ヲ築造スルモ可ナリ要ハ現場附近ニ於ケル

第一千二百三十三圖 材料採取ノ便否及地盤ノ硬軟ニ依リテ定ム

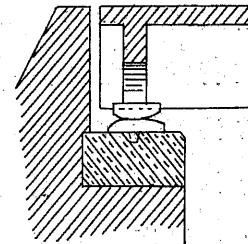


端ニ於ケル圧力度ガ材料ノ許容力度以内ニ入り地盤ノ許容耐荷力ヲ超過セザル程度ニアルヤ否ヤヲ検定ス可シ猶其詳細ハ擁壁論テ参照ス可シ。

第一二千百三十四圖



第一千二百三十五圖 橋臺ノ構法ハ小徑



ルトキハ主桁ヨリノ壓力ハ成ル可ク一定ノ支點ヲ通シテ之ヲ橋臺ニ傳導セシムル爲メ第一千二百三十五圖ノ如ク搖動支臺

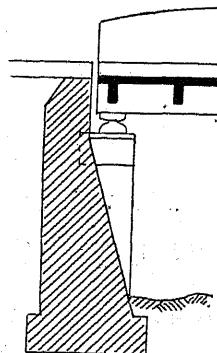
第一千二百三十六圖

(Swing support) フ設クルヲ良シトス更ニ下路式ニアリテハ兩側主桁ノ終端ノミニ支柱ヲ立テ裏面ノ土壓ハ普通ノ擁壁ニ依リテ之ヲ支保セシムルコト第一千二百三十六圖ノ如クスルコトアリ。

橋脚(Pier)ハ單桁連設ノ場合ニアリテハ單純ナル支壁式トシ連續桁橋ニアリテハ搖動支臺ヲ設クルカ若クバ桁ト共ニ單體構成ノ方法ヲ取ル可シ橋脚ハ一般ニ之ヲ鐵筋混泥土ニテ作成スル方其形態輕快ニシテ流水斷面ヲ増大シ從ツテ水流ヲ妨グルコト少キヲ得可シ但シ此場合ニアリテモ橋脚ハ全ク之ヲ支壁式トナスモノ及單純杭式トナスモノトノ二法アリ前者ハ流水塵芥等ノ疏通ニ便ニシテ後者ハ流量少キ流域ニアリテハ施工ノ簡易ヲ以テ勝レリトス此場合ニハ其上端ニ於テ横梁ニテ之ヲ連結シ中間亦横繫材ヲ用フルコトアリ此等ノ構法ハ何レモ連續桁橋ノ場合ニ説述シタルモノト全ク同様ナルヲ以テ茲ニ之ヲ略ス。

第二節 支點ノ構造

主桁ト支臺トノ單體構成若クバ特別ニ其二者ヲ緊定スル場合ノ外何レモ其橋梁ノ垂直荷重ハ之ヲ或一定點ニ依リテ橋臺若クバ橋脚上ニ傳導スルノ方法ヲ講ズ可シ更ニ荷重ニ依リテ生ズル桁ノ撓ミニ對應シテ其終端ノ回轉ヲ自由ナラシムル爲メ若クバ徑間大ナルモノニアリテハ溫度ノ變化ニ伴フ桁端ノ水平移動ヲ容易ナラシムル爲メ出來能フ限リ桁ノ一方ヲ緊定シ他方ニ可動裝置ヲ施スノ必要アル可シ。

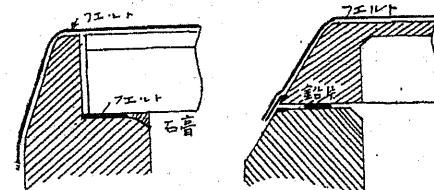


30'以下ノ徑間ヲ有スル單桁橋ニ於ケル支點ハ簡易ナル構法ヲ採用スルコト多シ即チ桁端ハ敷梁ニ依リテ之ヲ連結シ敷梁ハ直接ニ全部橋臺若クバ橋脚上ニ休止シ等布的ニ荷重ヲ傳導セシムルモノニシテ支臺ト敷梁トノ緊着ヲ妨グル爲メ第一千二百三十七圖及第一千二百三十八圖ノ如ク支臺上ニ「アスファルト・フェルト」鉛版若クバ「マルソイド」「ラバロイド」類ノ布版ヲ貼付ス可シ更ニ壓力ノ働く點ヲシテ

第一千二百三十七圖

第一千二百三十八圖

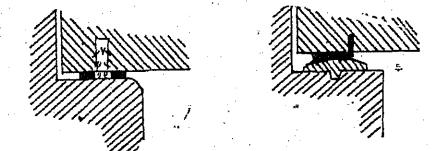
第一千二百三十九圖



第一千二百四十圖

第一千二百四十一圖

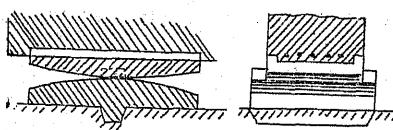
第一千二百四十二圖



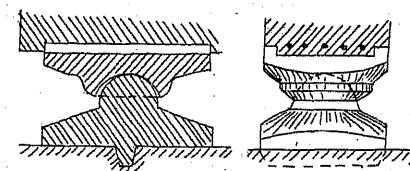
可成後退セシメ若クバ桁ノ撓ミニ伴ヒ緣端ノ崩壊スルヲ防止スル爲メ緣端ハ之ヲ面取リスルカ或ハ丸ミヲ附シ石膏若クバ石灰「モルター」ニテ一時其隙間ヲ填充シ置キ工事完了後之ヲ取除クカ若クバ壓力ニ依リテ自然ノ破壊ニ放任セシム可シ猶桁端ノ移動ヲ自由ナラシメントセバ第一千二百三十九圖以下第一千二百四十二圖ノ如キ裝置ヲ施ス可シ要ハ可成其二者ノ摩擦抵抗ヲ減ゼシムルニアリ而シテ摩擦係數ハ混泥土對混泥土混泥土對鐵材鐵材對鐵材ノ割合ハ約 $0.75 : 0.45 : 0.15 = 5 : 3 : 1$ ノ如クナル可シ。

壓力ヲ充分垂直トシ且ツ支點ノ定位置ヲ保持セシメント欲セバ圓錐形若クバ球形ノ搖動支臺ヲ使用シ可動支點ニアリテハ轉子(Roller)裝置ヲ施ス可シ特ニ纖小ナル橋脚若クバ橋長ニ沿フテ

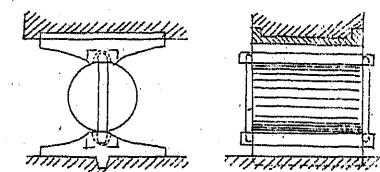
第一千二百四十三圖



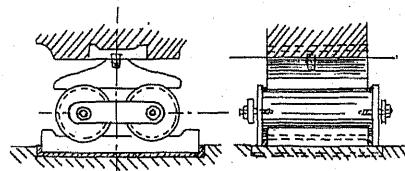
第一千二百四十四圖



第一千二百四十五



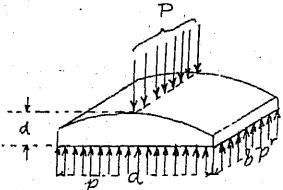
第一千二百四十六



勾配ヲ有スルモノニ於テ然リトス其構法種々アリ何レモ鑄鐵若クバ鑄鋼ニテ作ラル第一千二百四十三圖ハ單純ナル切線式裝置第一千二百四十四圖ハ半徑ヲ異ニセルニツフ球形臺版第一千二百四十五圖ハ直徑大ナル單一轉子裝置第一千二百四十六圖ハ同ジク二個ノ轉子ヲ有スルモノニシテ兩者何レモ更ニ特殊ノ搖動支版ヲ添付シ桁ノ搖動ト同時ニ水平移動ヲ自由ナラシムルノ裝置ヲ示ス。

支點底版(Bed plate)ノ寸法ヲ定ムルニハ第一千二百四十七圖ノ

第一千二百四十七圖



如ク P ヲ底版ニ來ル總壓力トセバ底版

下膠泥層ノ許容應力度 $p(=350\%/\square")$ ヲ
超過セザル程度ニ於テ其寸法ハ $a.b = \frac{P}{p}$
ナル可ク上方搖動版 (Swing plate) ノ寸法
モ略ボ之ニ準ズ更ニ底版ノ膠泥層上ノ
直角ニ底版下約 $2"\times 2"$ ノ断面ヲ有スル肋

底版中央ニ於ケル厚サ d ヲ定ムルニハ W ヲ断面 $b \times d$ ノ断面係数、 σ ヲ弯曲ニ對スル底版材料ノ許容應力度トセバ

$$M = W \cdot \sigma \quad \text{或} \quad \frac{P \cdot a}{8} = \frac{b \cdot d^2}{6} \cdot \sigma$$

而シテ $\frac{P}{a.b} = p$ ナルヲ以テ

σ の値ハ大約鑄鐵ニ對シテハ $\sigma = 3500\text{kg/cm}^2$, 鑄鋼ニ對シテハ
 $\sigma = 15000\text{kg/cm}^2$ ト取ル可シ.

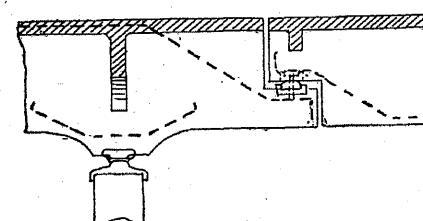
轉子ノ數 n 及其直徑 d ヲ定ムルニハ轉子ノ總長 nl ノ長サ 1cm
 ニ對スル許容壓力度 $p = 45d \text{ kg}$ ヲ超過セザル程度タル可シ而シ
 テ其接觸線ニ於ケル應力度ハ「ヘルツ」氏 (Hertz) ニ從ヘバ

$$\sigma = \sqrt{\frac{9}{8} \cdot \frac{p \cdot E}{d \cdot \pi}} = 0,42 \sqrt{\frac{p \cdot E}{r}} \quad \dots \dots \dots \quad (1488)$$

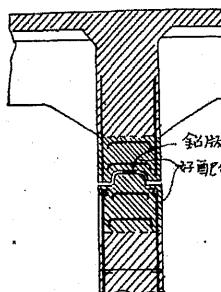
(r は轉子ノ半徑 cm.) 故 = $p \leq 45d$, $E = 225000kg/cm^2$ トセバ

第一千三百四十八圖

第一千二百五十圖 $\sigma = 6000 \text{kg/cm}^2$



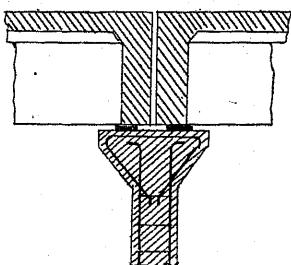
第一千二百四十九圖



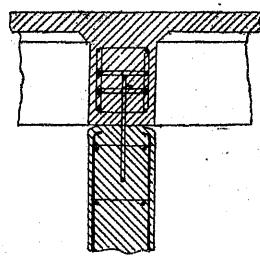
トナル可シ。
「ゲルバー式
桁橋ニ於ケル
鋸點ノ構造ハ
全ク桁橋ト同
一ナル可シ第

一千二百四十八圖ニ於テ其一例ヲ示ス
更ニ連續桁橋ノ支點ヲシテ搖動支臺ト
ナサントセバ柱端ヲ鉸裝置トナス可シ

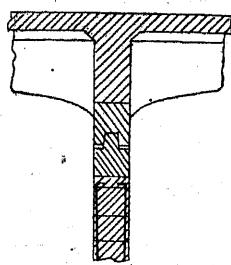
第一千二百五十一圖



第一千二百五十二圖



第一千二百五十三圖



其方法種々アリ第一千二百四十九圖以下第一千二百五十三圖ハ
其構法ヲ示スモノナリ。