

道路橋に就て

内務技師 三浦七郎

一 緒論

花の國美術の國に憧憬れて、毎年我國にやつて來る外人は數千に達するだろう。櫻花爛漫たる春の候、眞紅燃ゆるが如き紅葉の頃は、景色は申分ないし時候は一番暖かいし、外人も全く愉快な氣分を味ひ、歡樂の極みに浸ることが出来るだろう。奈良、京都、鎌倉、日光を旅行すると、到る處に名所、舊蹟、寺院が輪奐の美を極めて、我國百來の建築美を發揮し、人目を驚かすものがある。明治時代には現代式建築法も、非常な發達をなして、外國にも遜色ない堂々たる西洋建築物が、丸の内に聳ゆる様になつた、五十年前になくなつた吾等の祖先を、再生せしめたならば、物質文明の發達に眩惑されて、恐らく自分の眼を疑ふだろう。然し一度眼を地上に轉じて道路を見ると、是は又言語同斷の態で、横濱阜頭始めて日本の土地を踏む者は、餘りの惡路に度膽を抜がれると云ふことで

ある。我國に於ける道路の技術は、輒近の發達になるもので、東京を始め大阪、神戸其の他の都市でも、大分鋪裝を施して主要街路とも云ふべき街衢は全く見遙ふ様になつて居るが一度裏通に行つて見ると之も帝都の道路かと暗い心持になる。

一方道路の附屬物となつて居る橋梁も、何等世界に誇るべき特殊の構造を有せないのみか、寧ろ原始的の木橋が大部分を占めて、震災の當時は其の被害のため、幾多の人命まで損した位である。我國の鐵道橋は割合に早く發達を遂げて、今では大して外國に劣らない位になつて居るが、近代の交通要具の發達に順應すべき道路橋の發達は、極く最近のことである。丁度其の緒に就いた所であるから、橋上を走る荷重とか或は其の構造、美觀、經濟等に關して色々の研鑽を重ね、道路橋の發達に最善の努力をなすの覺悟がなければならぬ。

橋梁の起源を尋ぬるに、ギリシヤでは紀元前千百年頃カン

チレバー式を架して居るが、エジプトではギリシャよりも尙

二三千年以前に、同様の橋を造つて居る。石造拱は紀元前二
三千年頃、又煉瓦拱は紀元前二千九百年頃エジプト人に依て
造られて居る。尙遡つてバビロン人は、紀元前四千年頃下水
に對し煉瓦拱を建設した。紀元前二千二百年頃、バビロン市
のユーフラテス河に、幅三十呎（全長六百六十呎）の煉瓦拱
を架したのが、世界最古の大拱橋であらう。

ローマでは紀元前百七十八年頃から、石造拱を造つて居る
が半圓拱が最も完成された。其の當時既に火山灰性のセメン
トを混入して、混凝土を髓らへて居る、拱は大抵短徑間のも
のであつたが、内には徑間百二十呎位のものもある。

ローマの滅亡と共に、歐洲の橋梁築造も一時止まつて、數
世紀間は殆んど進歩を見なかつたのである。十三世紀頃より
ゴシック、尖頭形、分圓形、橢圓形拱が現はれて來たが、ゴシ
ク型は外觀の善くない爲廣く用ひられなかつた様である。

其の後橋梁學の發達は、遂に結構の出現を見るに至り、十
六世紀には伊太利の建築家ブラドラーが、數多の結構を發明し
たが長らく顧みられなかつた。千七百六十年ジョーン及ゲル
ーベマンが、獨逸のバーデン附近に幾多の木橋を架設し、其
の内最も大なるものは三百九十呎の橋長を有し、是から橋梁

學も非常に發達の機運に向つた。

材料には、昔は主として木材、石材、煉瓦で、其の使用は
随分永く續いたが、機械の發達に伴ふて鐵の製作が精練され
構造物に鐵材使用の途が開かれてからは、橋梁築造方法にも
一新紀元を劃して、桁橋の外に架控橋、吊橋等が啓發された。
十七世紀十八世紀には自然科學の研究が進んでフックスの法
則が生れ、千七百四十四年にはベルヌーイの仕事を基礎とし
て有名なオイラーの長柱の式が発見された。千八百四十年に
彈性論及拱に對する其の應用が發達して、其の後は種々の形
の結構も考案せられて今日に至つたのである。尙最近二十年
間に於ける鐵筋混凝土の發達は、構造學上に革命の波紋を投
じた形である。

是から述べやうとする事柄は、鋼橋、鐵筋混凝土橋に關し
てであるが、文中の言葉を簡單にする爲に、道路法に規定す
る街路、其の他之に準すべき道路の橋梁を一等橋、國道其の
他之に準すべき道路の橋梁を二等橋、府縣道其の他之に準す
べき道路の橋梁を三等橋と呼ぶことにしやう。

二 橋梁の幅員

橋梁にも歩車道の區別を設けねばならぬ處と、設くる必要

のない處とあるのは、道路と同様である。一等橋三等橋には特別の場合の外、設けなくていいだろうが、一等橋には殆んど總ての場合に必要とするだろう。今車道の幅員を決定するには、道路の改良第五卷第三號に詳述した通り、何車線を要求するかに依て異なるわけである。一車線の幅員を九呎と取れば、二車線の時は、十八呎で充分であるが、此の場合に限り尙少しの余裕を見込んで 有效幅員を最小二十呎となす方が

良いだろう。何れの場合にも、車線数はなるべく奇數を避け、偶數となす様に設計することを望む。之は車輛の衝突を避け得て、交通の能率を増進することが出来るからである。一等橋に在りては、軌道併用の場合が多いから、軌道建設規程に依らなければならぬ。今軌道建設規定に準據して、橋梁の有效幅員を定めると次の如くである。

道路の種類	車道歩道の區別ある 道路の車道各側	軌道敷	車道最小 有效幅員	歩道各側 有效幅員	計
特に主要なる街路	27呎	18呎	7 ² 呎	18呎	108呎
主要なる街路 特に主要なる國道	15	18	48	12	72
街路 主要なる國道 特に主要なる府縣道	12	18	42	10	62

橋梁は非常に巨額の工費を要することもあるし、街路構造令第十五條に依て、以上の規定に依る幅員を多少縮少し得ることになつて居る。歩道の幅員は、歩行者一人の幅を二呎半と見て、最小五呎となすべきである。獨逸では歩行者の幅は〇・五乃至〇・七米、馬車の幅は二米、自動車幅は二・一

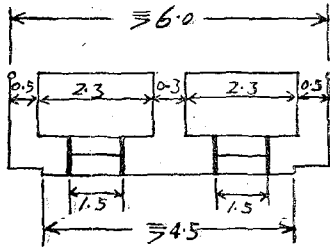
乃至二・三米として、歩道は少くも二人以上、車道は二車以上並行し得るだけの幅員を有すべし、從て二三等橋に在りては歩道幅一乃至一・五米、車道幅四乃至六米、一等橋に在りては、歩道幅一・五乃至四米或は以上、車道幅四乃至五米或は以上必要なりとしてある。

オーストリアの規定では、一等橋の下路橋で歩道が控架されてあるときは、車道幅五・八米・歩道幅各一・八米、上路橋或は主構が歩車道外にあるときは、車道幅四・六米、歩道幅各一・二米、歩道幅各一・二米、後者の場合には車道幅四・四米、

歩道幅各一・三米、二等橋にありては全有效幅員を五米として、歩車道の區別を設

又電車併用の際は車体外に十二呎以上、出来得可んは十五呎乃至十八呎を取る事が肝要である。歩道の有効幅員は最小五呎で、八呎あれば大抵の場合に充分であるが、尙交通の繁激なる所では十呎乃至十二呎になすの必要があるだろう。橋長が非常に長くなると歩行者も割合に減少するから、經濟上より見て最小幅員五呎を用ふることも亦已むを得まい。

第一 獨 自 歩 道



けない事になつて居る要するに車道有効幅員は、最小二十呎以上となし四車線のときは最小三十八呎

三 荷 重

橋梁設計の當初に假定すべき、材料の重さを次に示さう。
一 靜荷重

材	料	重	材	料	重
		(一立方米ニ付)			(一立方米ニ付)
鋼	鐵	7,250(450)	礫又ハ碎石		1,700(110)
煉	鐵	7,800(480)	砂		1,600(100)
鋼	鋼	7,850(490)	土		1,600(100)
鐵筋混煉土	鋼	7,860(490)	木	材	650(40)
混	煉土	2,400(150)	右塊鋪道		2,600(160)
セメント膠泥	煉土	2,200(140)	煉瓦鋪道		2,200(140)
右	煉土	1,700(110)	土瀝青鋪道		2,100(130)
煉瓦	煉土	2,600(160)	木塊鋪道		1,000(60)
煉瓦	煉土	2,000(125)	ヤカダ鋪道		2,100(130)

括弧内ハ一立方呎ニ付封度

從來架設せられた道路橋（鋼橋の靜荷重は次の如くである。

橋名	道路種別	橋型	橋長 (呎)	有效幅員 (呎)	徑間 (呎)	正矢 (呎)	使用全重量	鐵材坪當 (噸)	備考
橋安富	國道	ボーストリ	1,620'	24	112		897.488	1.07	鋼橋918' 鐵筋橋555'
橋富	同	カーブツ	1,317'	24	214'-6"		1,148.331	1.176	
橋大加	同	カーブツ	782.2	20	153		鋼橋ノ分 596.4	1.02	
橋大上	同	カーブツ	1,250.85	47	240		1,320.0	1.42	
橋大上	同	カーブツ	1,148'-1"	21	72'-1'0"		570.0	0.87	橋680' 桁490'
橋大上	同	鐵繫	666'	21	{ 210 } { 70 }		{ 583.6 } { 234.5 }	{ 1.39 } { 0.91 }	外ニ二徑間ノ荷重ハ街路ニ準ス
橋大上	同	鐵繫	1,464'	18	165		493.6	1.26	東京市內ノ橋梁面ハ其ノ中心トシテ距離ト徑間トヲ乘シタル面ノ重量ヲ除シタルセラ
橋大上	同	鐵繫		54	60		844.0	0.58	
橋大上	同	鐵繫			76		91.4	0.80	
橋大上	同	鐵繫			70		106.9	0.88	
橋大上	同	鐵繫			90		98.4	0.89	
橋大上	同	鐵繫			120		179.6	1.18	
橋大上	同	鐵繫			55.5		86.8	0.87	
橋大上	同	鐵繫			78		126.8	0.90	
橋大上	同	鐵繫			90		117.2	0.97	
橋大上	同	鐵繫			112		375.4	1.54	
橋大上	同	鐵繫			100		279.6	1.31	

二 活 荷 重

(一) 群衆荷重、之は普通一平方呎に百二十五封度が最大であるが、獨米に於ける實驗に依ると、極端の場合には一平方呎に百八十封度を作るを得た。然し斯様な荷重は、橋梁の如き比較的廣い面積に、一様に實現せしむることは不可能であるか、先づ百封度を以て歩道の最大標準と考へて差支ない、

徑間が長くなるに從て、其の起る可能性が段々少くなるから相當軽減する。車道の群衆荷重は強ち人のみと考へてはいけない。次に掲ぐる貨物自動車、輾壓機の様な重量車輛の外、輕量の乗用自動車或は撒水車が或る間隔を以て走行するとき又は普通の牛馬車等が、橋面一杯に載つて居るときを考へて是等の車輛荷重を等布的に分布したものと考ふれば、一平方呎に百二十封度位となるから、一等橋には之を用ひ二等橋三等橋には幾分軽減したものを用ふる。勿論之内には衝撃も見込んである。橋梁上を軍隊が歩調を揃へて行軍するのは、非常に衝撃を與ふるけれど、橋幅全體に密集して進むことは先づないから、サスペンション橋を除いては、左して恐るゝ影響はないだらう。又家畜の群が橋上にある時は、群衆より重いとの説を立てる人もあるけれど、實際は一平方呎に六十

封度を超ゆることは無い。

プロシーディングの提案せる道路橋の仕様に依れば、一等橋、

二等橋、三等橋の定義は總論に述べたものと略同じ意味を有し、四等橋は電車併用橋となつて居る。一等橋の群衆荷重は

$$P = \left(25 + \frac{2250}{L} \right) \left(\frac{W+5}{W} \right) \leq 100 \text{ #/ft}^2$$

上式に於て

P は群衆荷重 (一平方呎に付封度)

L は荷重長 (呎)

W は歩道幅 (呎)

二等橋、三等橋に對しては、上式に依り求めた値の八十パー

セントを用ふる。

上式に依り計算すると。

	L = 30呎	P = 100
W = 5呎	150	80
	450	60
	∞	50
L = 54呎	P = 100	80
	80	60
W = 10呎	150	60
	380	50

他の米國の仕様は、床版及夫を支へるものに對しては一平方呎に八十乃至百封度、主構に對しては徑間百呎までは七十乃至百封度、徑間二百呎及以上のときは五十五乃至八十封度を採用しアメリカン、レールウェイ、エンジンヤーリング、アツソシエーションでは、一等橋に在りては一平方呎に八十封度、二等橋、三等等に在りては六十封度、跨線橋にありては八十封度を規定して居る。獨乙の仕様に依ると、二三等橋に在りては一平方米に二百五十乃至三百呎、一等橋に在りては四百乃至五百呎である。獨乙では一人平均體重を七十呎として、一平方米に五人或は六人の時は、三百五十乃至四百二十呎となり、密集して八人となつた時は、五百六十呎となるのを標準として居る。

オーストリアの仕様は、一等橋に在りては一平方米に四百六十呎、二等橋に在りては四百呎、三等橋に在りては三百四十呎となつて居る。

瑞西では、特に主要の街路に對し一平方米に四百五十呎、主要なる街路に對し三百五十呎、其の他の街路及道路に對し二百五十呎を取つて居る。
ウインケルの式に従へば

(1) 輕量車 $P = 0.37 + (L/7.1)$ 一平方米に付噸

(2) 中量車 $P = 0.34 + (2.6L)$ 同
(3) 重量車 $P = 0.28 + (3.4L)$ 同

L (米)	(1) 噸/米 ²	(2) 噸/米 ²	(3) 噸/米 ²
30	427	427	560
50	404	392	450
80	390	373	390
100	387	366	364
250	377	351	317

故に道路橋では、次の様な群衆荷重が規定されやう。
1、一等橋の主構に在りては

車道 $W = \frac{120,000}{170+L} \approx 600 \dots \dots \dots (1)$

歩道 $W = \frac{100,000}{170+L} \approx 500 \dots \dots \dots (2)$

主構以外の部材に在りては、車道一平方米に付六百噸、歩道一平方米に付五百噸。

右の式でWは群衆荷重(一平方米に付噸)を、Lは徑間(米)を表はして居る。

(1) 式に依て計算して見ると

L	30	W	600
	50		550
	80		480
	100		450
	230		300

(2) 式に依て計算して見ると

L	30	W	500
	50		450
	80		400
	100		370
	230		250

口、二等橋又は三等橋の主構にありては

$$\text{車道} \quad W \frac{100,000}{170+L} \Delta \frac{500}{\dots} \dots \dots (3)$$

$$\text{歩道} \quad W \frac{80,000}{170+L} \Delta \frac{400}{\dots} \dots \dots (4)$$

主構以外の部材に在りては、車道一平方米に付五百瓦、歩道一平方米に付四百瓦。

(4)式に依て計算して見ると

L	30	W	400
	50		360
	80		320
	100		300
	230		200

(一) 自動車荷重、輾壓機荷重、及電車荷重、アメリカンブリツヂコンパニイ及クーバーの仕様に従へば、一等橋には十二噸或は二十四噸、二等橋には十二噸或は十八噸、三等橋には六噸の自動車、高速度重量電車には二十四噸、低速度重量電車には十八噸を用ひたり。ストツクホルムでは二十五噸輾壓機、ベルリンでは二十三噸輾壓機オーストリアでは一等橋に對し十八噸輾壓機或は十二噸馬車、二等橋に對し十四噸輾壓機或は八噸馬車、三等橋に對しては三噸馬車を使用して居る。

アメリカン、レールウェイ、エンジニアリング、アツンシエーションの仕様は次の通りである。
 一等橋に在りては一車線(幅十呎)に付二十噸自動車三臺と、長一呎に付八百封度の群衆荷重。(第三圖)
 二等橋に在りては一車線に付十五噸自動車三臺と、長一呎に付六百封度の群衆荷重。(第四圖)

圖 二 第

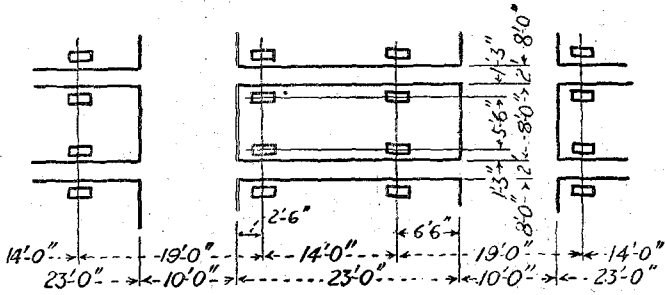


圖 三 第

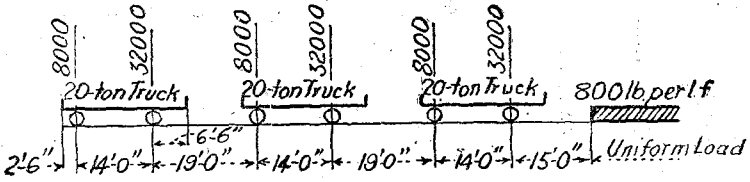


圖 四 第

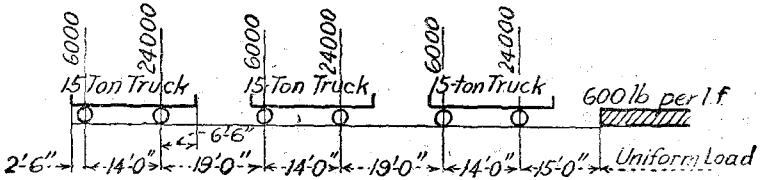


圖 五 第

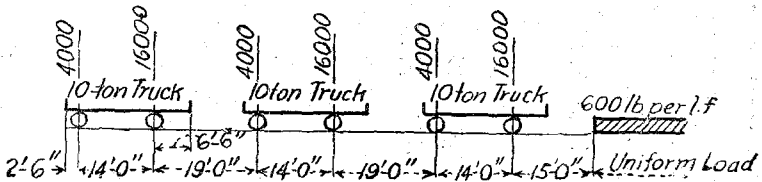
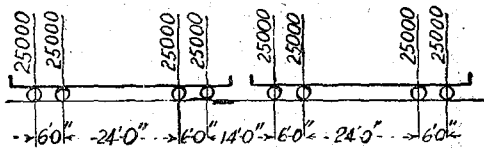


圖 六 第



但し十五噸自動車三臺の代りに、二十噸自動車一臺を取つて、其の内で部材に最大の負擔を與ふるものを用ふ。

三等橋にありては一車線に付十噸自動車三臺と、長一呎に

付六百封度の群衆荷重。(第五圖)

但し十噸自動車三臺の代りに、十五噸自動車一臺を取つて

其の内で部材に最大の負擔を與ふるものを用ふ。

電車併用の橋梁にありては第六圖の荷重を用ふ。

アメリカン、ソサイエチイ、オブシビルエンジンヤ一の規

定せる仕様は次の通りである。

床構に對しては

H-20

二十噸自動車、

H-15

十五噸自動車或は二十噸自動車一臺、

H-13

十三噸自動車或は十五噸自動車一臺、

主構主桁に對しては

H-20

長一呎に付六百封度の群衆荷重と二萬八千封度の

H-15

集合荷重、

H-13

長一呎に付四百五十封度の群衆荷重と二萬一千封

H-13

度の集合荷重、

H-13

長一呎に付三百九十封度の群衆荷重と一萬八千貳

百封度の集合荷重、

一車線の幅を九呎として、第七圖に示す様に、荷重を兩軸に分布するものとする。

電車荷重は第八圖、第九圖に示す通りである。

活荷重の撲み方は、一等橋に在りては^{H-20}二等橋に在りては

H-15 三等橋にありては^{H-13}となつて居る。

活荷重負載の方法は

(イ)床構に對しては、車道幅の許す限り同方向に進む自動車

を並べるものとする。但し四車線を越ゆることはない。

二等橋、三等橋に在りては二十噸或は十五噸自動車を置

き代へて考へて見なければならぬ。床桁及其の吊材の

設計には、其の活荷重應力に次に示すパーセントを乗し

たるものを用ふる。

一車線二車線に對しては 一〇〇

三車線に對しては 九〇

四車線に對しては 八〇

(ロ)主構、主桁の各に受くる活荷重の量を定むるには、車道

幅十八呎及夫以下なるときは、其の幅一呎に付、一車線

の荷重の九分一を負擔するものと假定する。

車道幅十八呎以上なるときは、車線数は次式に依て定める

$$K = 1 + \frac{W}{18}$$

上式のKは全體の車道幅に等布する車線數、Wは車道幅である。

尙主構の計算に用ひた活荷重の實例を掲ぐれば、グダベストのドナヴ橋は、一平方メートルに付四百五十瓩の群衆荷重と、十六噸の車（軸距三米、積載幅二米五）。ポーン及タルムのライオン橋は、一平方メートルに付四百瓩度の群衆荷重と、タルムでは車道に對し十二噸の車（軸距三米五、積載幅二米四）。ポーンでは車道に對し十噸の車（軸距三米）。尙特別の重量車として、二十四噸車を取つて居る。

ケルンのライン橋は、四十八噸の電動車（長十七米五）及三十二噸の附隨車（長十七米五）の外、二十噸の車及二十三噸の蒸氣輾壓機（長五米三五、幅二米五）と、車道の空隙の部分には一平方メートルに付四百五十瓩の群衆荷重、歩道には一平方メートルに付五百五十瓩の群衆荷重を採用して居る。

故に自動車荷重としては、一等橋にありては第一種、二等橋にありては第二種、三等橋にありては第三種（第十圖）を用ふることに定めやう。

輾壓機荷重としては、一等橋にありては第一種、二等橋にありては第二種、三等橋にありては第三種（第十一圖）を用

ふる。

軌道の活荷重は、各地方で非常に區々であるから、是を一定しないで、地方の交通状態に應じて將來の發達を豫想し適當のものを採用する外あるまい。現在各都市で運轉して居る電車は次の如くである。（第十六圖）

四 衝 撃

或る荷重を、一つの物體に靜かに作用せしむる場合と、同一の荷重を、急激に作用せしむる場合とを比較すると、荷重が其の物體に及ぼす影響の異なるは明かな事實で、後の場合は前の場合に比し、一倍乃至二倍の影響を與へるのである。

然し橋梁上に作用する活荷重が、果して等量の靜荷重に比して、二倍の影響を與ふるや否やは疑問であるが、或る活荷重が橋梁上を走行するときは、靜かに其の上を通過するときよりも、より大なる影響を與へると云ふことは推知されるのである。

夫で亞米利加の橋梁學者、シエナイダー氏が一八八七年ペンコイド鐵道會社の仕様書に、活荷重應力には衝撃を加算し、從て靜活兩荷重應力に對し同一の許容應力を用ふること記載した、之は橋梁の設計に於ては最も學理的で、且つ最

圖 七 第

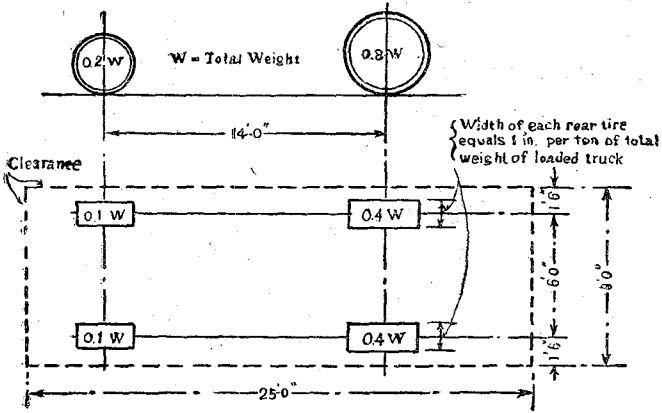


圖 八 第

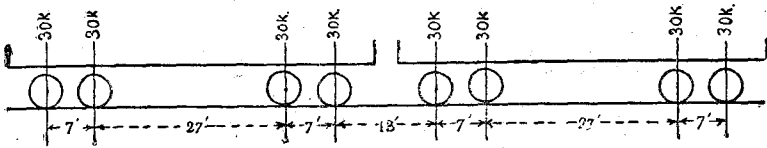
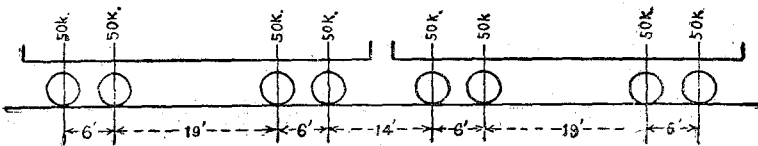


圖 九 第



第十圖

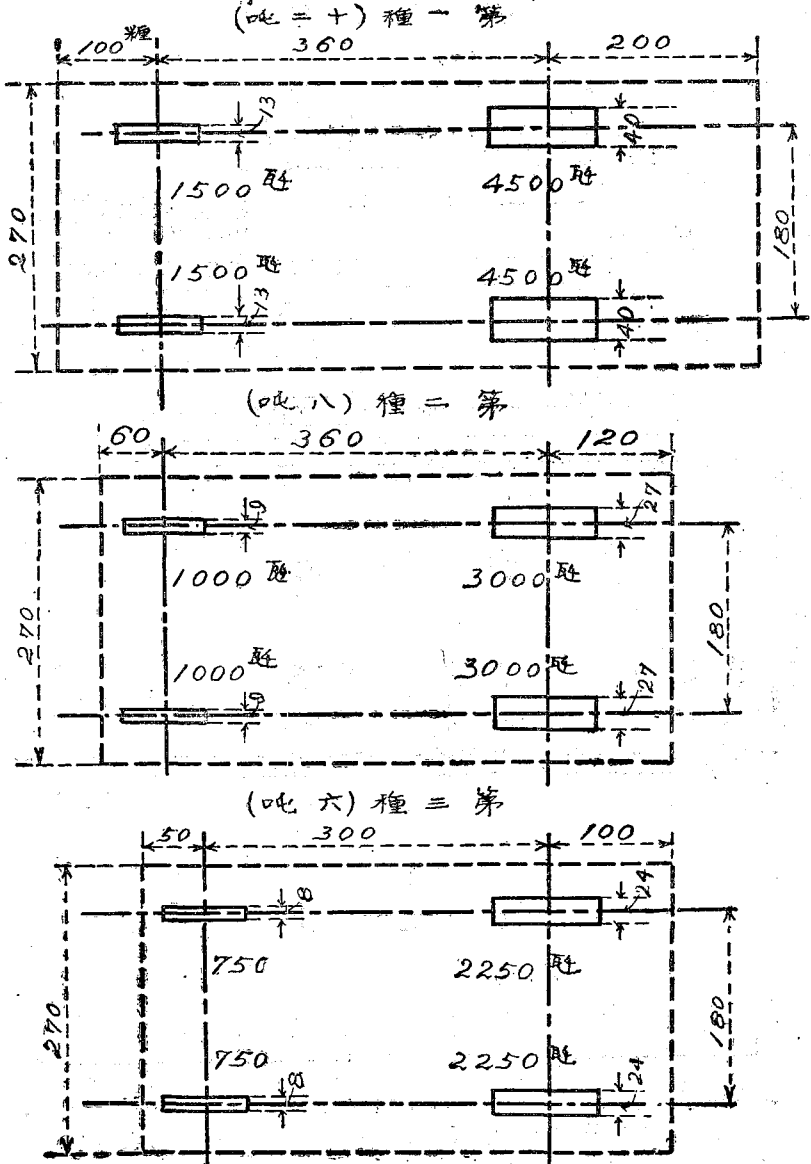
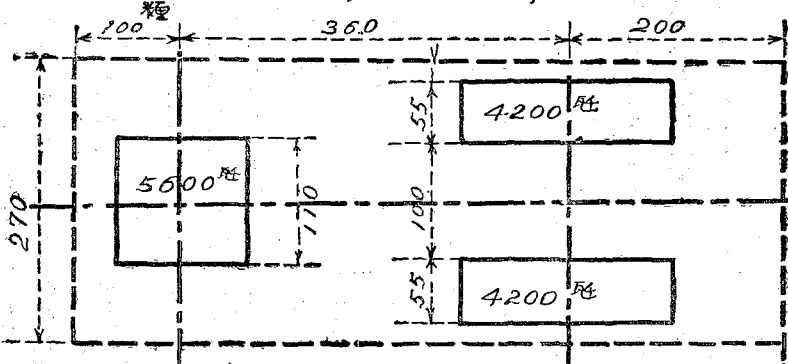


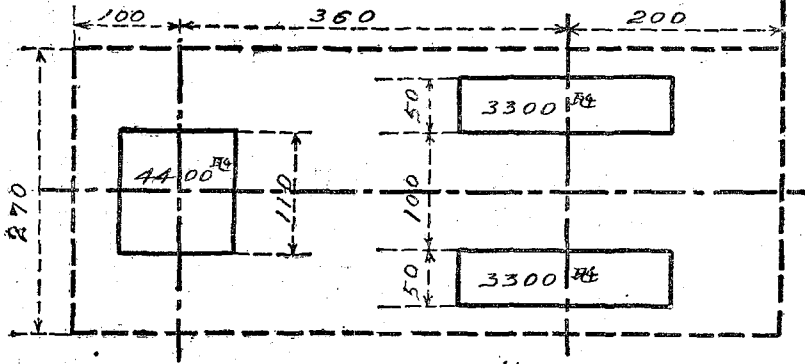
圖 一 十 第

(吨四十) 種 一 第

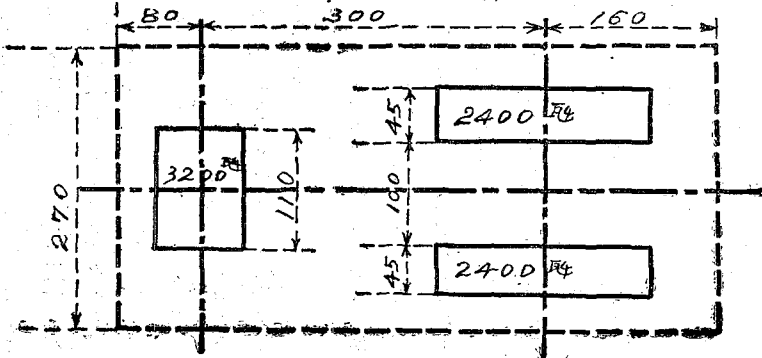
研
究



(吨一十) 種 二 第



(吨八) 種 三 第



121

最も正鵠を得たる議論であるから、其後は衝撃係数を使用することが普遍的になつて來て、種々の公式も作られて居る。

ワデル氏は道路橋に對し
$$I \frac{100}{NL+200}$$

上式中、Lは部材に最大應力を生ずる荷重長（呎）で、Nは橋面の有效全幅員を二十で除したものである。

	N=1	N=2	N=3	N=4
$I=10$	47	45	43	41
$I=30$	43	38	34	31
$I=100$	34	24	20	16
$I=150$	29	20	15	12
$I=250$	22	14	10	8
$I=300$	20	12	9	7
$I=400$	16	10	7	6
$I=600$	12	7	5	4

一九一八年加奈太のエンジニヤリングインスチテユートでは、自動車に對しては三十パーセント、電車に對しては

$$I \frac{150}{L+300}$$
 を仕様して居る。

ウエストヴリジナ、ハイウエイコンミツション、及びオレ

ゴンハイウエイコンミツションは $I \frac{100}{L+300}$ を取つて居る。又モンタナ、ハイウエイコンミツションは二十五パーセント、亞米利加の道路局では三十パーセント。ウター、ハイウエイコンミツションは床版に對し二十五パーセント、主

構に對し十五パーセントとして居る。混凝土橋に對しても種々であるが、ウエストヴリジナは活荷重の十五パーセント、亞米利加の道路局は三十パーセント、ワットソンの仕様では $I \frac{100}{L+300}$ となつて居る。

プロシーディングの仕様に依ると、次に掲ぐる式から計算したものでより少なくなければ、横桁及び縦桁に對しては衝撃係数を三十パーセント、床桁吊材に對しては六十パーセントを取る、主桁及び主構に對する衝撃係数は

$$I \frac{1}{3} \left(\frac{200-I}{1600+10L} \right)$$
 でLは之迄通り橋梁の部材に最大應

力を生ずる荷重長（呎）である。

$I=10$	$I=38\%$
$I=30$	$I=35$
$I=100$	$I=24$
$I=150$	$I=20$
$I=250$	$I=14$

≡ 300 ≡ 12
 ≡ 400 ≡ 10
 ≡ 600 ≡ 6

獨逸では、活荷重應力をとせば、C 衝撃を加算せる全應力 G_1 は $G_1 \parallel (G_1 + 2)$ 、 $2 \parallel 0.3 - 0.5$ となり、又メランの實験式に依ると、 $2 \parallel 0.14 + \frac{8}{L+10}$ で L は徑間長 (呎) である。

$L = 2 \quad 4 \quad 5 \quad 10 \quad 15 \quad 2) \quad 3) \quad 4) \quad 80 \quad 120$
 $2 \parallel 0.80 \quad 0.71 \quad 0.67 \quad 0.54 \quad 0.44 \quad 0.41 \quad 0.34 \quad 0.3) \quad 0.23 \quad 0.2)$

ケツチャムは

一、填充式拱、又は最小一呎の上置土を有する溝橋に對しては衝撃を取らな。

二、混凝土床版、桁橋、陸橋、及開側式拱に對しては三十パーセント、

三、鋼橋に關しては

(一)、床版及夫を支ふるものに對しては三十パーセント、

(二)、前號を除いた主構の部材に對しては

$$I = \frac{100}{L+30}$$

を用ふる、但し L (呎) は桁

橋、構橋に對しては徑間長を取り、搭、框構、可動橋、拱、桁橋及電車を通ずる橋に對しては、部材に最大應力を生ずる荷重長を取る。

故に道路橋設計、次の規定に依つたら差支ないだろう。

一、自動車荷重又は軌道の車輛荷重は、衝撃を生ずるものとして其の値は次の式に依つて見出されやう。

$$I = \frac{20}{60+L}$$

L は衝擊係數で三十パーセントを超過することはない、 L は部材に最大應力を生ずる車輛及群衆荷重の長 (米) である。

$L = 10$	$I = 28.5$
$\parallel 3)$	$\parallel 22.3$
$\parallel 50$	$\parallel 18.2$
$\parallel 80$	$\parallel 14.2$
$\parallel 100$	$\parallel 12.5$
$\parallel 150$	$\parallel 9.5$
$\parallel 200$	$\parallel 7.7$

一、群衆荷重又は輾壓機荷重は、衝撃を生ぜないものとす。

五 風 荷 重

空氣一立方米の重量をWとし、風の速度をVとすれば、風
の方向に直角なる面が、一平方米に受る風壓は、

$$P = \frac{W}{g} V^2 \quad \text{となる、攝氏十五度で氣壓七百六十耗のと}$$

$$P \text{ は } \frac{W}{g} = 0.125 \quad \text{となるから } P = 0.125 V^2 \quad (\text{平方米 = 付託})$$

V = 5	10	15	20	25	30	35	40	48
P = 3	12	28	50	78	113	153	200	288

風壓が一平方米に百五十乃至百八十託の時は、總ての車輛は
交通が殆んど、困難となるから、橋梁の風壓としては次の値
を取つたら良いだらう。

橋梁上に活荷重があるとき、一平方米に百五十乃至百七十、
託橋梁上に活荷重がないとき、一平方米に二百五十乃至一
百七十託、

此の内で部材に大なる負擔を與ふるものを用ふる。今Fを風
壓を受くる全面積とせば全風壓は

$$F = P F_1 \text{ である。 } F_1 \text{ は風上の結構の風壓面積、 } F_2 \text{ は風}$$

$$\text{下の結構の風壓面積 } F_3 \text{ を車輛の風壓面積とせば、}$$

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \quad F_2 = 2F_1 \quad 2 = 0.3 + 0.5$$

一般に獨逸では、風荷重は載荷橋に對しては一平方米に百五
十託、無載荷橋に對しては一平方米に二百八十託を考へて居
る。風壓面積としては、構造物の實際風に面する面積を計上
し、結構の場合には、風下の結構の面積をも幾分加算する、
車道の面積は全部を取り、車輛に對する風壓を見出す場合に
は、道路橋に於ては其の車輛の高を二米五と假定する。

プロイセン市街鐵道の仕様では、載荷橋に對しては一平方
米に百五十託、無載荷橋に對しては一平方米に二百五十託を
取り、汽車の高は軌條上三米となつて居る。バイエルン市街
鐵道の仕様では、一平方米に百五十乃至三百託とし、進行す
る汽車の高は三米とするが、道路橋では之を二米五と取つて
居る、風壓面積の算出に付ては結構の場合には、風上風下の
兩方を用ひて居る。

オーストリアの規定では、載荷橋に對しては一平方米に百
七十託、無載荷橋に對しては、一平方米に二百七十託とし
て、其の内で部材に最大の負擔を生ずるものを用ふること
になつて居る。

佛國でも大體獨逸と同じく、一平方米に百七十乃至二百七
十託を規定して居る。

プロシヤの仕様に依ると、徑間百五十尺以下の橋で

は、載荷弦に對しては一呎に付付三百封度、無載荷弦に對しては一呎に付百五十封度として、徑間が百五十呎以上となつたら、徑間が三十呎増す毎に、載荷弦に對しては一呎に付十封度、無載荷弦に對しては一呎に付五封度を増加する、是等は皆動荷重として取扱ふ様になつて居る。

今度の道路橋の規定では、風荷重は嬌梁の豎面に對し直角に働くものとして、

- 一、徑間五十米未満のときは、載荷弦の長一米に付四百貳の動荷重、無載荷弦の長一米に付二百貳の動荷重、
- 二、徑間五十米以上なるときは、徑間十米を増す毎に、前號に規定する荷重に、弦の長一呎に付十五貳を増加すと云ふことになつて居る。

六 制動荷重

機關車に對しては、其の摩擦係數を二十パーセント、其の他のものには十パーセントを取つて居る所もあるが、プロシヤでは、電車に對し十五パーセントとし、獨逸でも大抵十パーセント或る場合には、十二分一又は十五分一を取り、ケッチャムは電車に對し二十パーセントを規定して居る、道路橋では先づ十パーセントを取つたならば差支ない

だらう。

七、欄干に作用する推力

橋上に群衆が集合したときに、欄干の内側から外方に向つて與ふる壓力は普通一平方呎に付十封度乃至二十封度位である、夫で一等橋では欄干の長一米に付七十貳、二等橋又は三等橋では、欄干の長一米に付五十貳と假定したら良いだらう、勿論之等の推力は、欄干の頂上で欄干の豎面に直角に働くものとする。

八、溫度の變化、彈性係數及伸縮係數

プロシヤの仕様に依ると、鋼橋に對しては華氏120プロイセンの仕様に依ると、攝氏120から140のケッチャム氏の仕様に依ると、華氏150度の溫度變化に備ふべしとある。

混凝土は熱の不良導體であるから、外部の温めらるゝ割合には、内部に早やく、其の熱を傳達することはない、殊に橋梁は一般に其の橋面には鋪裝を用ふるから、一日を通して僅かに數時間、強烈なる日光に暴露せらるゝのみである、故に混凝土橋の方は鋼橋よりも、溫度の變化を少く取つて居る。

例へばワデル氏は華氏 100 から $+30$ とし、ケツチャム氏は華氏 80 の溫度變化を仕様して居る、オーストリア及ハン

溫度の變化に對する伸縮係數は 何れも攝氏一度に付 0.0012 である。

ガリーでは之を攝氏 15 とし、七十糎より厚い上置土がある場合は攝氏 10 としてある、拱に對する溫度變化も餘り

九、地震荷重

大きく假定せないものが多い、瑞西國規定では其の全變化を

道路の改良第六卷第一號に、地震に關することを書いて置

攝氏 30 とし、オーストリア土木及建築協會の、鐵筋混凝土

いたが、之には震災地の地震力も大體載せてある。去年九月

委員會では攝氏 15 より $+30$ 。即ち全量を攝氏 30 と

の様な未曾有の大慘事が、將來にも再び起ることがあつて、

し、エンペルゲル氏は拱の平均厚が二十糎より大なるものは、其の厚の増加十糎毎に攝氏一度を減すべしと言つて居る。

道路橋梁等の被害が再び繰り反へざるゝならば、吾人は文明人としての恥辱を感じずには居られぬ、現代の科學に於

一九〇八年八月より一九〇九年五月迄、米國ヒラデルヤのワ

て、吾人が學び得るだけの研究を遂げて、耐震構造物を造る

ルナットレーン橋で觀測の結果に依ると、外界の溫度は攝氏

ことは吾人の義務であると思ふ、然し耐震構造と云つても程

五十二度の變化があつたに拘はらず、同橋混凝土の溫度變化

度問題で、極く交通の閑散な田舎にまで之を及ぼすことは、

は僅に攝氏二十四度を示したに過ぎなかつた、普通混凝土橋

到底國家經濟の許さざる所であるから、其の間適當の判斷を

に對しては、攝氏 15 。乃至 30 。至を採用せるものが多い。

下して取捨すべきであらう。然らば耐震構造になす爲には、

我國では冬期及夏期に於ける溫度の變化が攝氏 15 。位ある

其の地震力は幾何に取るか、先決問題である、日本は地震國

ものとして、鋼橋には攝氏 30 。混凝土橋には攝氏 15 。を

であるからと云つて、何處も此處も大地震が襲來すると云ふ

取つたら充分だろ。

譯ではない、地震は地殻中の弱點に起るのであるから、從て火

鋼の彈性係數は一平方糎に付二百十萬呎、混凝土の彈性係

山地方に多いと假定して差支ないだらう。我國では太平洋に

數は一平方糎に付十四萬糎であるから、鋼と混凝土の彈性係

面する所に地震多く、日本海に面する所には尠い、殊に太平

數比は十五になる。

洋沿岸は日本海沿岸より傾斜が急であるから、其の急な所に

地震が多いことは、マストラ島にも其の例を見ることが出来る、我國に於ける地震の分布は東京、根室、秋田、越後、濃美、岩見、熊本、鹿児島等に中心點がある様である、大地震必ずしも其の中心に起らないけれど、多少其の傾向があることは争はれない。地震の方向とは震源地よりの方向の謂ではない、地球が實際動いた方向を云ふのであるが、之も非常に錯雜して居つて、小地震では能く之を判別し難い位であるが、大地震は大抵或る方向に大なる運動をなして居る、一般に最も多く動いた方向、或は地動の大なる方向を取つて地震の方向とする、構造物と地震の方向とは力學上又密接の關係を有する、例へば橋臺、橋脚にしても橋軸の方向に地震を受けるか、之と直角の方向に受けるかに依つて、其の安定度は全く異なつて来る、夫で地震が何れの方向から来た場合に、或る構造物に最も悪い影響を與へるかを考究して、夫に耐ゆる様設計せねばならぬこと勿論である、橋脚、橋臺は橋軸の方向より來る地震に對して強度を計算すれば充分である、尙震源地附近では上下動が非常に大であるが震源を遠ざかるに従つて主として水平動となるが、地震力としては此の水平動及上下動の合成力を取らねばならない。以上述べた通り、我國に於ける地震の分布は場所に依り異なつて居るから、各地の地震力

を一定することは不可能である、従つて耐震強度の計算に用ふる地震力としては、橋梁所在地に從來あつた最強地震を參考として、技術的判斷を下し決定する外あるまい、但し擁壁の計算に當ては、擁壁と裏込とは振動が同一でない、土は其の粘着力が殆んど無くなる爲土壓も増加すると云ふ譯であるから、裏込共同一の物體である時の様な影響は無いらしいので擁壁の計算に用ふる地震力は、他の構造物に對するもの、四分三で良いだらう。

十 活荷重負載の方法

活荷重は如何なる排列を取つたら良いだらうかと云ふ事は頗る難問題である、殊に我國に見る様に、總ての車輛が入り亂れて何等の統一なく、思ひ思ひに勝手の進路を取つて居る所では殆んど標準の取り様が無い、如何に廣い通りで左側通行だけは勵行しても、同じ左側にある低速度の牛馬車が正しき列をなさないで道路の左半分を占用して進行したならば、高速度の自動車も來ても仲々之を通り越すことは出来ない。昔からの習慣で馬車屋などは全く横着なもので、仲々道を讓つて呉れないから、高速度車輛も殆んど其の使命を全うする譯に行かない様な状態にある、東京附近では青梅街道とか板

橋附近の中仙道千住附近の奥羽街道其の他到る所で見受けられるのである。是等を如何に整理すべきかに就ての意見は。機會を見て述ぶることとして此處では。先づ自動車なり電車なりが皆相當正しき排列をなして進むものと假定して居る。

さすれば高速度車輛の占有幅は二百七十糎と定めたから、橋梁の車道有効幅員は此の倍数になす様にして、其の幅員を決定して置けば、一車線に於ける荷重の倍数を以て結構の計算をなすことが出来て、甚だ便利な方法を用ひられる。或る車線の列内には自動車か或る距離を以て走行して居る場合もあるし、或は自動車の後に牛馬車が動いて居る場合もある。自動車にも貨物用、乗用、乗合等があつて、其の重量も一定しないが、先づ自動車荷重の所で規定して置いた様な、貨物自動車が一臺あつて其の前後には、種々の車輛が組み合はさつて進むこと、し是等を群衆荷重に換算して、一平方米に付六百匁と五百匁となしたのであるから、自動車の前後には必ず此の群衆荷重を同時に考へねばならない、只結構の垂直材。斜材の計算には、自動車を先頭に立て、其の後に群衆荷重を追隨させた方が、最大應力を生ずるだらう。橋梁の幅員が廣いからと云つて、重量車輛が同時に同一の格間にあつたり一横桁の上に乗つたりすることは、先づ無いだらう、例へあ

つても其のプロバビリチイは非常に少いだらうと思はれる。故に不經濟の斷面を造ることは成る可く避けたいと考へて、四車線と制限し其の左右は群衆荷重を以て、之に置き換ふる様になつて居る此度の規定を掲げて見ると。

- 一、自動車は橋梁の縦の方向には一臺とする。
- 二、軌道の車輛は輻數に制限がない。
- 三、輾壓機は一橋梁に付一臺であつて他の車輛と共存しない。
- 四、車輛は橋梁の横の方向には四輛を超過しない。
- 五、群衆荷重は自動車輾壓機及軌道の車輛の左右前後に等布する。
- 六、歩車道の區別ある橋梁の歩道には群衆荷重のみを用ふる。

十一 活荷重の分布

活荷重が上置層を通して分布する方法と、床版内で分布する方法に就て述べて見やう。

プロシーデングの仕様に依ると、

- 一、剪力、兩端剪力、縦桁及横桁の端の反力を計算する場合には、車輛荷重は分布しないものとする。

二、縦桁の彎曲率。之を決定するには、車輛荷重は一點に集合するものとする。床構が一輛のトラックに對して設計されるときは、内側の各縦桁の負擔する荷重の割合は、後輪又は前輪後輪の重量に次の比を乗じたものとする、其の比の分子は縦桁の間隔(呎)とし分母は、張板のときは四呎。四吋及六吋の小割板の版或は張板の上に四吋の木塊を置いたときは五呎、鐵筋版のときは六呎とする。

床構が二輛のトラックに對して設計されるときは前に述べた比の分子は同様であつて、其の分母は、各三呎六吋、四呎及四呎六吋とする。外側の縦桁の負擔する活荷重は版を單桁として計算せるとき、最も大なる負擔を生ずるときの反力を用ふる。然し此の荷重は、内側の縦桁が同じ状態で受ける荷重より少さくしてはいけない。

以上の分布の法則は、縦桁の間隔が分母より小なる場合にのみ適用されるので、若し其の間隔が分母より大なるときは縦桁の荷重としては、版を單桁と考へて最も大なる反力を生ずる場合のものを用ふる。

三、横桁の彎曲率。之を決定するには、車輛荷重は一點に集合するものとする、桁が無くて版が直接横桁で支へられるときは、横桁の負擔する荷重の割合は、一輛のトラ

ックに對しては一つの軸荷重、二輛トラックに對しては二つの軸荷重に次の比を乗じたものとする、即ち其の比の分子は横桁の間隔(呎)とし、其の分母は、張板のときは四呎、四吋及六吋の小割板の版、或は張板の上に四吋の木塊を置いたときは五呎、鐵筋版のときは六呎とする。

横桁の間隔が、右に規定した分母を超過する場合但し(軸距の十四呎より以下なるとき)は、各横桁は全軸荷重を負擔するものとする。横桁の間隔が軸距を超過するときは各横桁の負擔する荷重は、版を單桁と考へて最大の反力を生ずる場合のものを取る。

四、電車荷重の分布。電車荷重は縦には三呎六吋、若し道床があるときは、横にも十呎分布するものとする。

獨逸では、車輛進行の方向に於て輪帶と路面との接觸長を十種と假定して、之から拱ならば中軸線まで、版ならば下部鐵筋まで或る角度で擴がるものとし、其の角度はエンベルゲルに從ふと、土の場合には三十五度乃至四十五度、混凝土の場合には五十五度となつて居る。車輛進行と直角の方向に於ては輪帶幅から其の兩側に、前の角度で擴がるものとする。

米國では一九一三年、イリノイス大學のスレーター氏が、

鐵筋版が集合荷重を負載せるとき、其の版が有効に働く幅は幾何であるかを實驗した、之は第十五圖に示す l_1 が l の二倍を超過する場合の實驗であつて、第十五圖Aの時は $e \parallel (l+a)$ $\tan \theta + a$ となり、Bの時は $e \parallel (l+a)$ $\tan \theta + b$ となつて居る。此の實驗は、版の有効幅は版の厚や縱鐵筋の量には、餘り關係が無いことを示して居る。 l_1 が l の二倍以下のときはフール氏は次の値を與へて居る。

l_1	$\tan \theta$
1	0.35
0.4	0.42
0.5	0.48
0.6	0.54
0.8	0.59
1.0	0.62
1.2	0.64
1.4	0.65
1.6	0.66
1.8	0.67
2.0	

オハイオ洲の試験に依ると、

(一) 版の有効幅は、支承に平行なる横鐵筋の量の影響を受

くること少い。

(二) 版の有効幅は、荷重の増加するに従ひ多少減少する。

(三) 徑間長のパーセントで表はした版の有効幅は、徑間長の増加に伴ひ減少す。

(四) 版の幅が $l_1 \parallel (l+a)$ より大なるときは、 $e \parallel 0.6l + l_1$ となる。

ワデル氏は、版の兩端が單に支承せられたるとき、兩支承上に連續せるとき、版の一端固定、他端は單に支承せられたるとき、兩端固定のときと種々の表を作つて居る。又ケツチヤム氏は、彎曲に對するるときと、剪力に對するるときとの版の有効幅を區別して居る。

l_1 と l_2 との兩徑間から成る矩形版では、 l_1 の徑間の彎曲率に乗ずる係数は、英國の規定では、 $\frac{l_2}{l_1 + l_2}$ 又は $\frac{l_2}{2l_1 + l_2}$ 佛國の規定では、 $\frac{l_2}{2l_1 + l_2}$ オーストリーの建築規定では $\frac{l_2}{l_1 + l_2}$ 但し $l_1 \wedge l_2 \wedge 1.5l_1$ となつて居る。

故に活荷重が上置層を通して分布する方法、は左の通りに定めて良いだらう。

一、自動車又は轆壓機の輪荷重が、路面に働く面積は、車輛の前進方向に於ける長二十種と、其の輪帶幅とを兩邊とした矩形として、之が版上に分布する方法は左圖の様

による(第十二圖)。其二是分布面が重なつた場合である。

二、軌道の車輛の輪荷重が、路面に働く面積は、車輛の前進方向に於ける

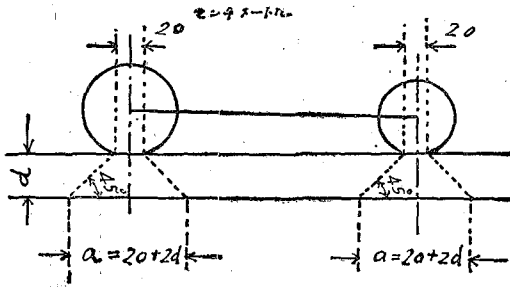
長百糎と、枕木の長とを兩邊とした矩形として之が版上に分布する方法は左圖の様にする(第十三圖)。

三、若し輪荷重の分布面の上に、群衆荷重が存在するときは、其の部分の群衆荷重を、輪荷重の

分布面の上に等布する。(第十四圖)

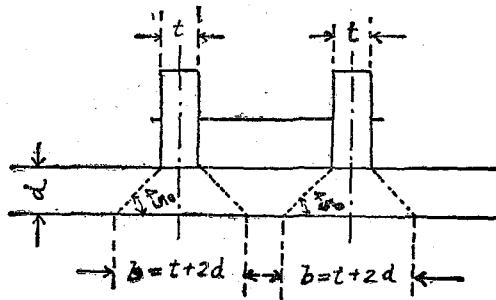
自動車荷重及輾壓機荷重を負載する、鐵筋混凝土版の有効幅は左の式に依て算出されよう。

圖二十第 一、其



一、縦桁を有する版(第十五圖A)

$$e = \frac{2}{3} (1+b) + a$$



二、横桁を有する版(第十五圖B)

$$e = \frac{2}{3} (1+a) + b$$

$$e = \frac{2}{3} (1+a) + b$$

$$e = \frac{2}{3} (1+a) + b$$

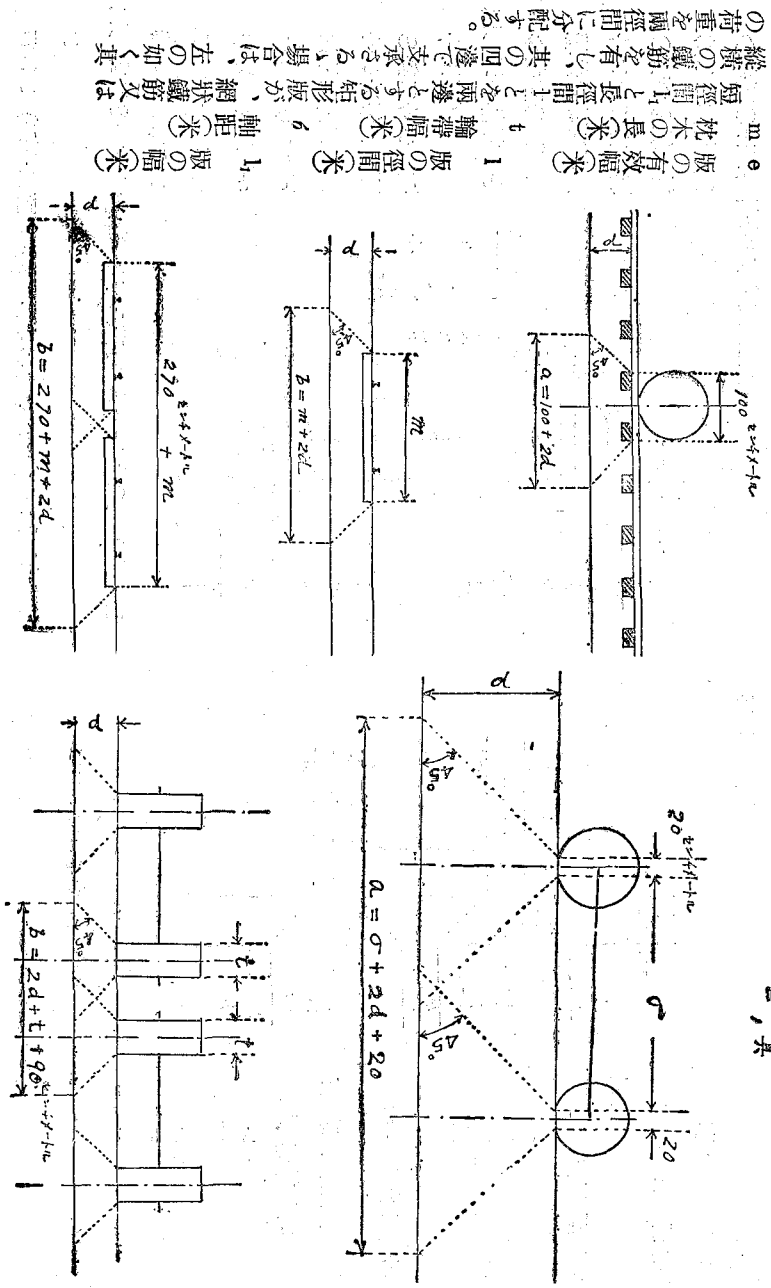
右に掲げた圖に於て、
a 分布面の車輛進行の方向に於ける長(米)
b 分布面の車輛進行と直角の方向に於ける長(米)
d 上置層の厚(米)

ける長(米)

b 分布面の車輛進行と直角の方向に於ける長(米)

d 上置層の厚(米)

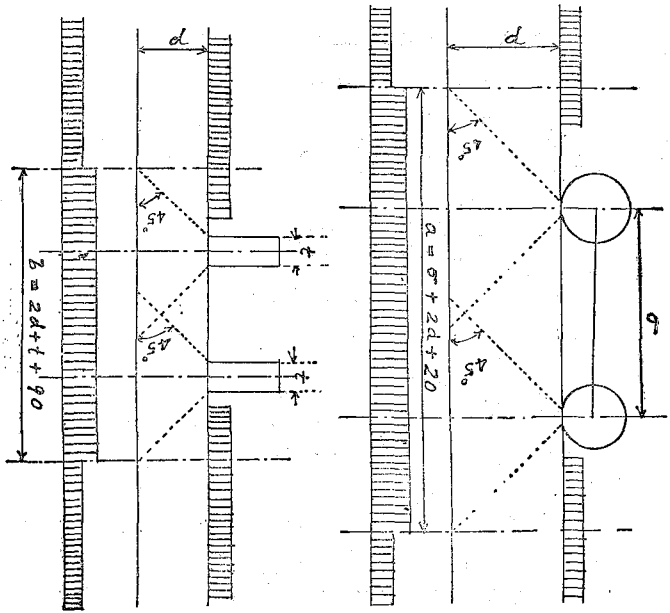
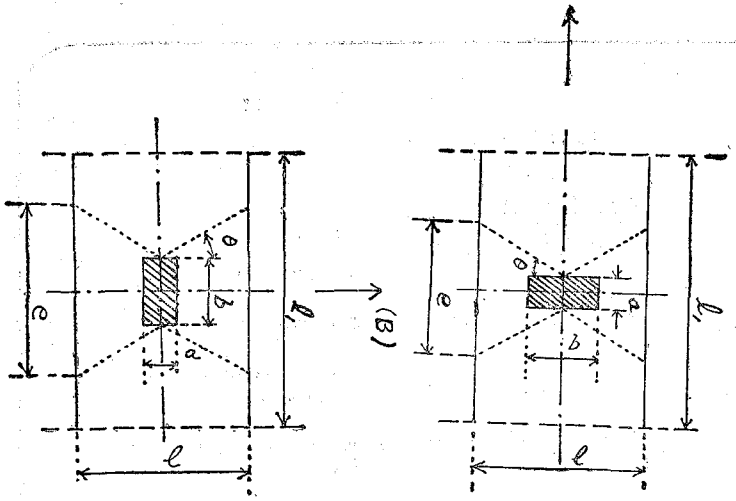
圖二十第 二, 其



第九十番

(A)

第四十番



一、長径間が短径間の二倍を超過しないときは、荷重が短径間に働く割合は $(1.5 - \frac{l}{2e})$ で、長径間に働く割合は $(\frac{l}{2e} - 0.5)$ と假定する。
 二、長径間が短径間の二倍を超過するときは、全荷重が短径間のみに働くものと假定する。

高さ

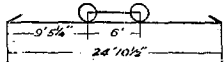
長さ

中心

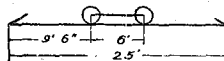
東 京 市

京京市電氣街車軌 $G = 4'6''$
 $B = 7'9''$

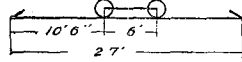
$W = 9'2$



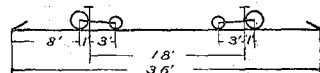
全 $W = 9'2$



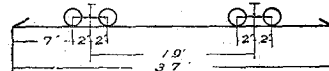
全 $W = 10'$



全 $W = 12'6$

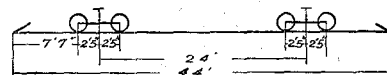


全 $W = 20'$

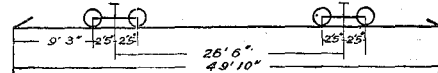


京京電氣鐵道車軌 $G = 4'6''$
 $B = 8'3 3/8''$

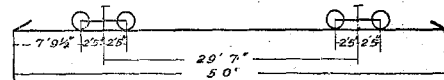
$W = 17'9$



全 $W = 24'6$

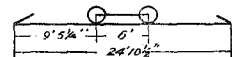


全 $W = 25'3$



城京電氣鐵道車軌 $G = 4'6''$
 $B = 7'9''$

$W = 9'2$



註 明

$G =$ 軌距 (呎吋)

$B =$ 車軸最大幅員 (呎吋)

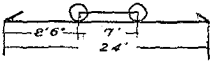
$W =$ 滿載時之於軌車軌之
擬定量 (呎吋)

車軌之ヲ閉ニシテハ線ノ全
長ニシ

大 阪 市

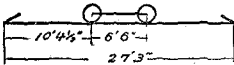
大阪市電氣鐵道車軌 $G=4'8\frac{1}{2}"$
 $B=7'8\frac{1}{2}"$

$W=10.3$



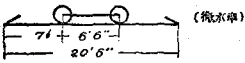
全

$W=10.4$



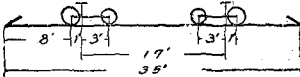
全

$W=15^{\circ}$



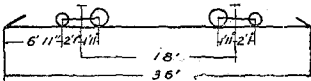
全

$W=15.7$



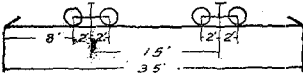
全

$W=17^{\circ}$



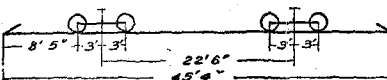
阪神電氣鐵道車軌 $G=4'8\frac{1}{2}"$
 $B=7'11"$

$W=16.7$



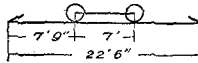
全

$W=24^{\circ}$



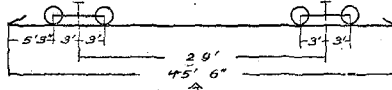
京阪電氣鐵道車軌 $G=4'8\frac{1}{2}"$
 $B=7'6"$

$W=15.4$



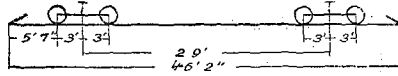
全

$W=24.1$



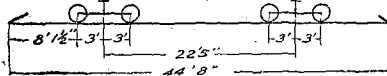
全

$W=24.3$



全

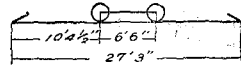
$W=24.4$



南海鐵道車軌

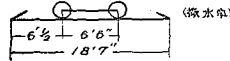
$G=4'8\frac{1}{2}"$
 $B=7'0"$

$W=9.0$



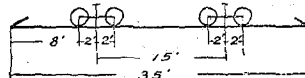
全

$W=15^{\circ}$



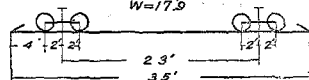
全

$W=16.9$



全

$W=17.9$



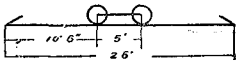
京 都 市

神 戸 市

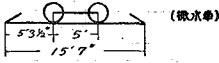
京都市電氣事業部車輛

$$G = \begin{matrix} 3' 5'' \\ 4' 8\frac{1}{2}'' \\ 7' 5'' \end{matrix}$$

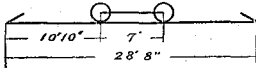
$$W = 8'$$



$$W = 10'$$

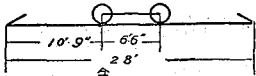


$$W = 11'6$$

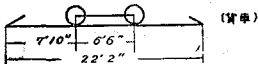


嵐山電氣軌道車輛 $G = \begin{matrix} 4' 8\frac{1}{2}'' \\ 7' 6'' \end{matrix}$

$$W = 9'3$$

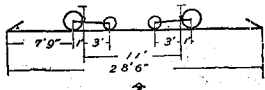


$$W = 12'$$

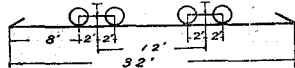


京澤電氣軌道車輛 $G = \begin{matrix} 4' 8\frac{1}{2}'' \\ 7' 6'' \end{matrix}$

$$W = 11'0$$



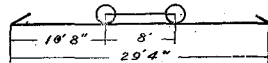
$$W = 16'6$$



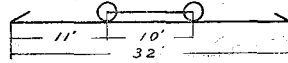
神戸市電氣局車輛

$$G = \begin{matrix} 4' 8\frac{1}{2}'' \\ 7' 6'' \end{matrix}$$

$$W = 11'$$

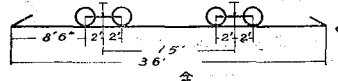


$$W = 12'$$

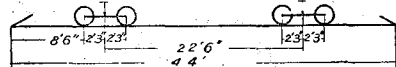


兵庫電氣軌道車輛 $G = \begin{matrix} 4' 8\frac{1}{2}'' \\ 7' 6'' \end{matrix}$

$$W = 20'5$$

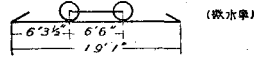


$$W = 24'$$

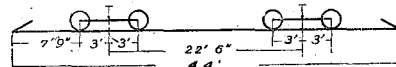


阪神電氣軌道車輛 $G = \begin{matrix} 4' 8\frac{1}{2}'' \\ 7' 6'' \end{matrix}$

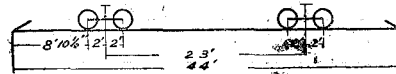
$$W = 12'3$$



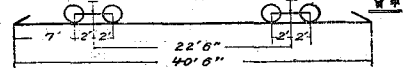
$$W = 21'4$$



$$W = 22'2$$



$$W = 22'5$$



名古屋市

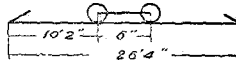
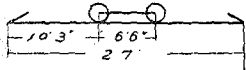
横浜市

名古屋電氣鐵道車輛 $G=2'6"$
 $B=7'$

横浜電氣鐵道車輛 $G=4'6"$
 $B=7'$

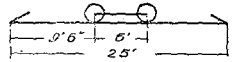
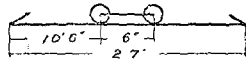
$W=8'1"$

$W=9'3"$



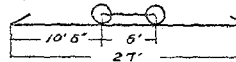
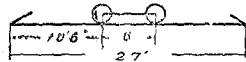
全
 $W=8'5"$

全
 $W=9'5"$



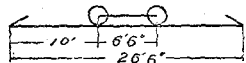
全
 $W=8'8"$

全
 $W=8'6"$

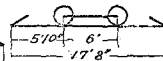


全
 $W=10'7"$

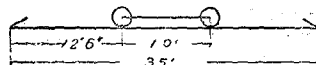
全
 $W=9'9"$



全
 $W=18'7"$



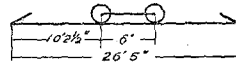
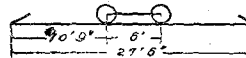
機車



尾張電氣鐵道車輛 $G=3'6"$
 $B=7'6"$

全
 $W=9'7"$

$W=9'8"$

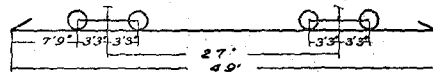
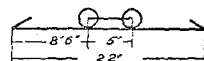


築地電氣鐵道車輛 $G=3'9"$
 $B=6'7"$

全

$W=9'4"$

$W=34'8"$



說明

G = 軌間 (mm)

B = 車軸最大幅員 (mm)

W = 通過時、於 v = 曲輪、總變量 (英吋)

此值乃對 v = 90° 及 v = 180° 之各率 τ