

第二章 荷 重

第一節 荷 重 の 種 類

荷重 (Load) には鉛直荷重 (Vertical load)、水平荷重 (Horizontal load) 及水平と鉛直とを兼ねた荷重がある。

鉛直荷重としては死荷重、活荷重、撃衝及雪荷重。水平荷重としては風壓、横振動、遠心力、制動及牽引力、高欄に働く水平力。水平及鉛直荷重としては温度の變化を數へることが出来る。

第二節 死 荷 重

道 路 橋

各材料 1 立方メートルの重量は第 1 表の如し。

第 1 表

材 料	重 量 (kg)	材 料	重 量 (kg)
鑄 鐵	7 250	礫 又 は 碎 石	1 700
鍊 鐵	7 800	砂	1 700
鋼	7 850	土	1 600
鑄 鋼	7 860	木 材	650
鐵 筋 コ ン ク リ ー ト	2 400	石 塊 鋪 装	2 600
コ ン ク リ ー ト	2 200	煉 瓦 鋪 装	2 200
セ メ ン ト ・ モ ル タ ル	1 700	瀝 青 鋪 装	2 100
石	2 600	木 塊 鋪 装	1 000
煉 瓦	2 000	マ カ ダ ム 鋪 装	2 100

橋梁の死荷重 (Dead load) は構造物の各部の重量で、桁又はトラスに應力を生ずる原因となるものを云ふ。Bleich-Melan のポケットブックに依れば

1. 鋪装の重量 (kg/m^2)


板 張 (厚 d cm) $9d$

木塊鋪装 (厚 d cm) $11d$ 平均 145

石塊鋪装 (厚 10 cm の砂の褥層の上に厚 14~16 cm の鋪装) 550~700

敷 礫 (Ballasting) $19d$ 平均 400


最大車輪壓 D (ton)、縦桁間隔 C (metre) なる場合の床版の重量は

 形 $35 + (10 + 7.5D)C$

凹 版 (Buckle plate) $40 + 2DC$

鐵筋コンクリート $180\sqrt{DC}$

2. 床構の重量 (kg/m^2)

 形の床版を有する一等橋 (主桁の間隔 6~8 m) 100~125

コンクリート床版を有する一等橋 (主桁の間隔 6~8 m) 130~160

板張の歩道 (架出しの場合) 45~65

二等橋及三等橋に對しては上記の値を 10~25% 減する。

3. 横構及對風構 (kg/m^2)

徑間を l (metre) とせば $15 + 0.15l$

4. 主 桁 (横構及對風構を含む) (kg/m^2)

板張を有する格構桁 (Lattice girder) $25 + 2l + 0.008l^2$

重い車道を有する橋梁

(1) 歩道なき鈑桁橋 $60 + 5l$

(2) 歩道ある鈑桁橋 $20 + 5l$

(3) 主桁の内側に歩道を有する構

(a) 直弦 ($l = 15 \sim 40$ m) $50 + 3.7l$

(b) 曲弦 ($l = 15 \sim 40$ m) $30 + 3.7l$

(c) " ($l = 40 \sim 60$ m) (上部對風構を有す) $60 + 3.7l$

(4) 架出しの歩道を有する構

(a) 直弦 ($l = 15 \sim 40$ m) $40 + 2.8l$

(b) 曲弦 ($l = 15 \sim 40$ m) $20 + 2.8l$

(c) " ($l = 40 \sim 200$ m) (上部對風構を有す) $50 + 2l + 0.01l^2$

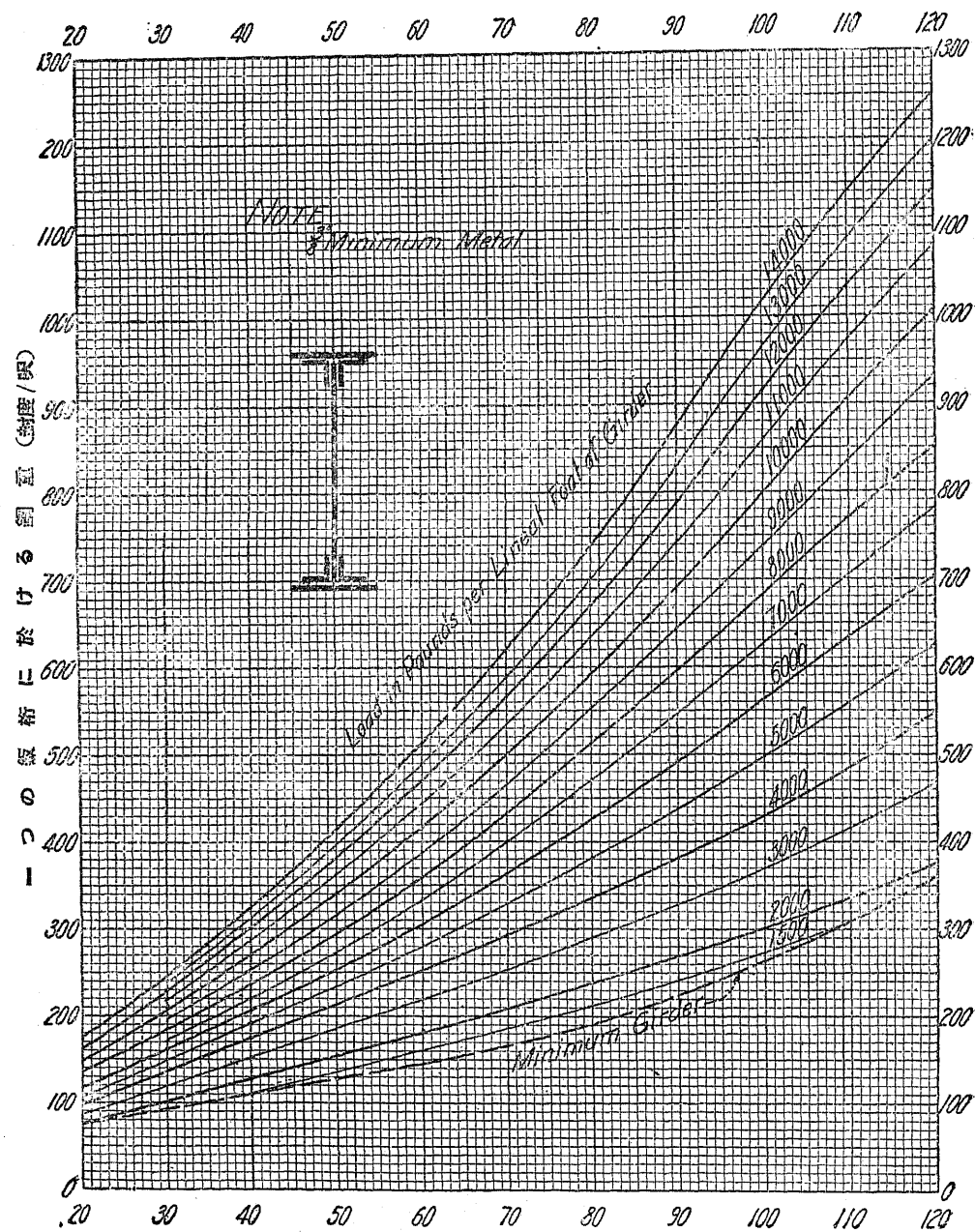
(d) 補剛構 (Stiffening truss) を有する拱 ($l = 30 \sim 60$ m) $40 + 2.8l$

(e) 繫拱 (Tied arch) ($l = 30 \sim 200$ m) $100 + 2l + 0.01l^2$

(f) 繫材なき拱 (拱矢 f) $(15+0.002l^2) \frac{l}{f}$

Waddell 氏は其の著書に次の値を與へたり。

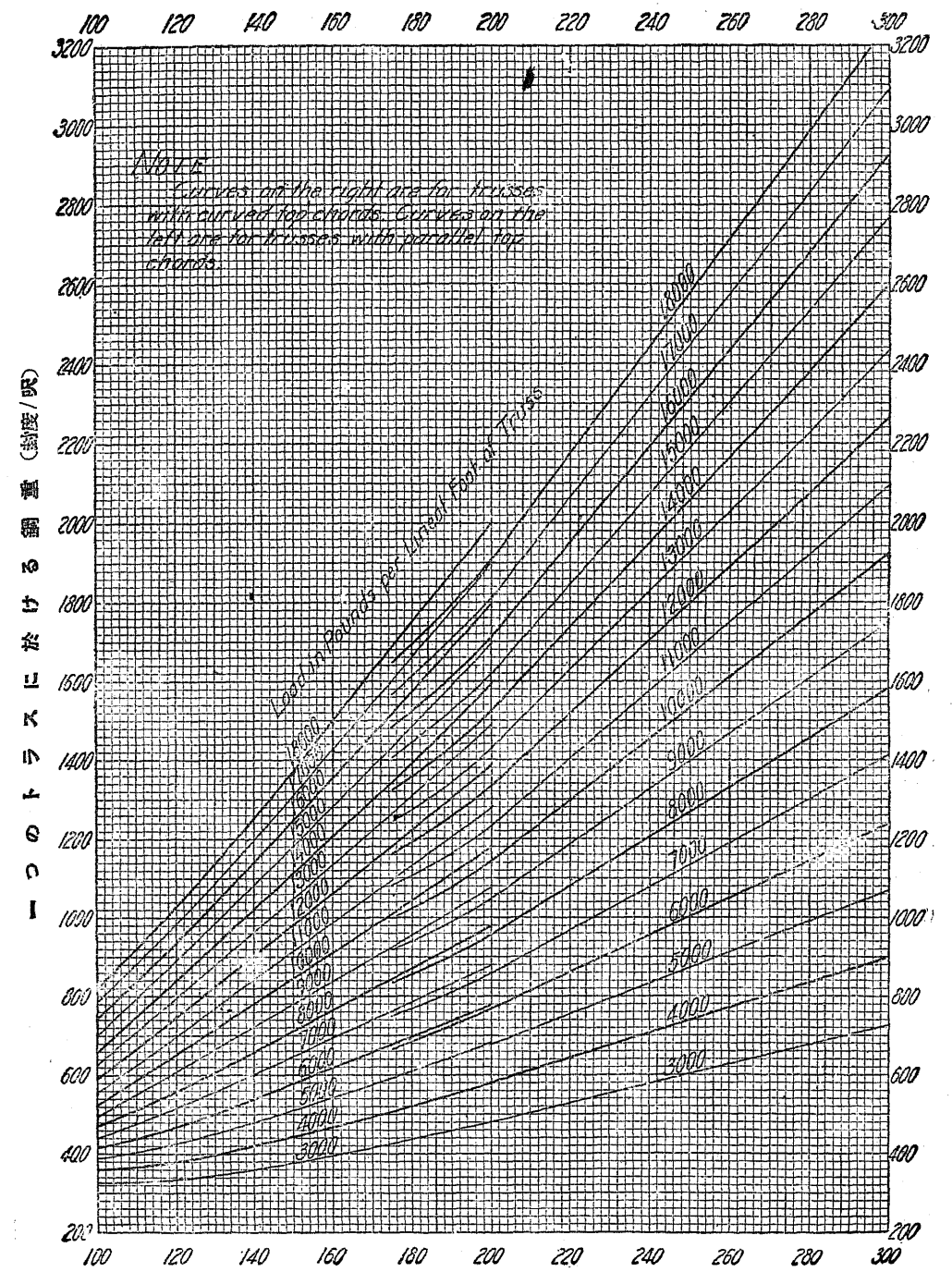
兩端を各鉋結となせる鉋桁



徑 間 長 (呎)

第 9 圖

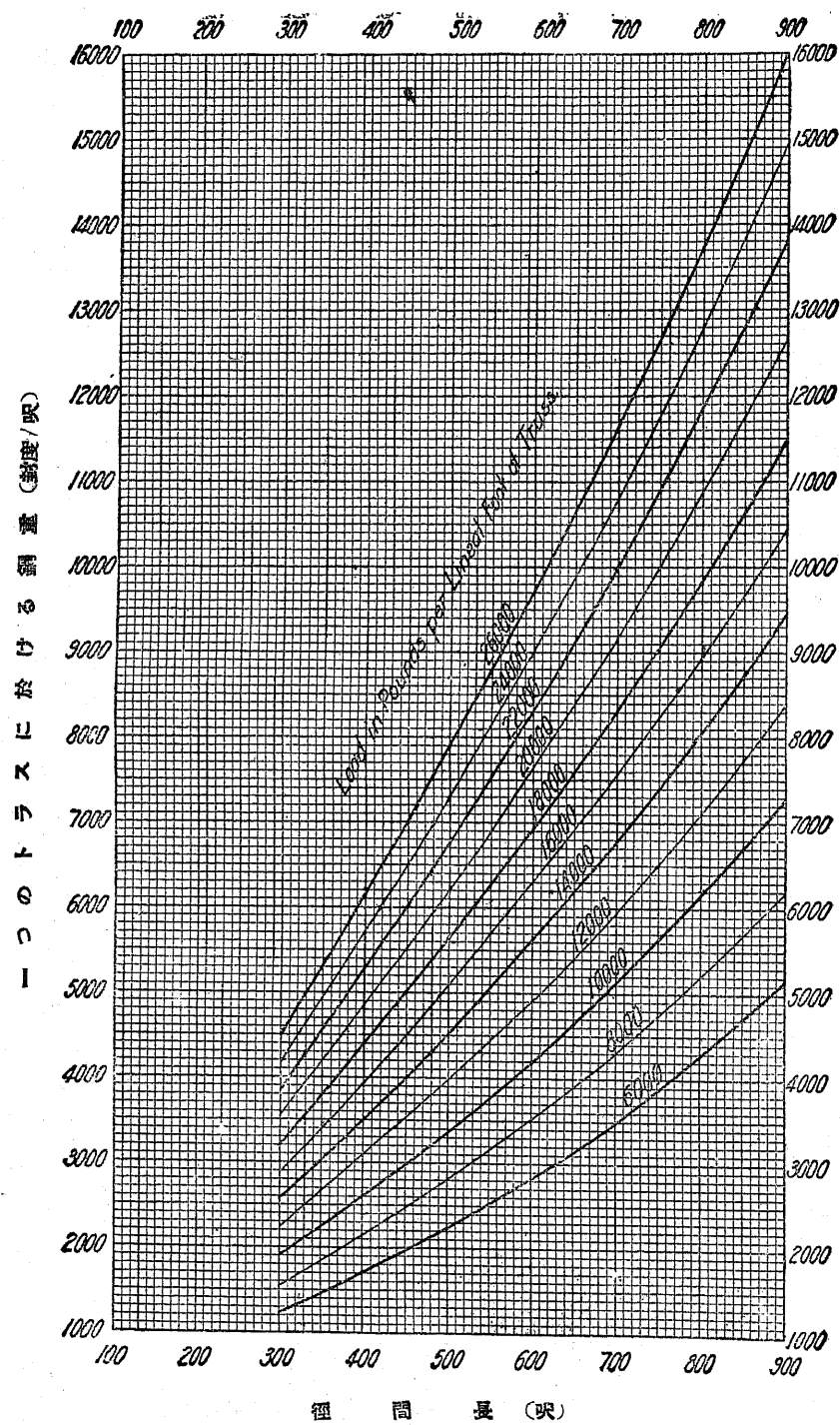
鉋結下路ブラット・トラス



徑 間 長 (呎)

第 10 圖

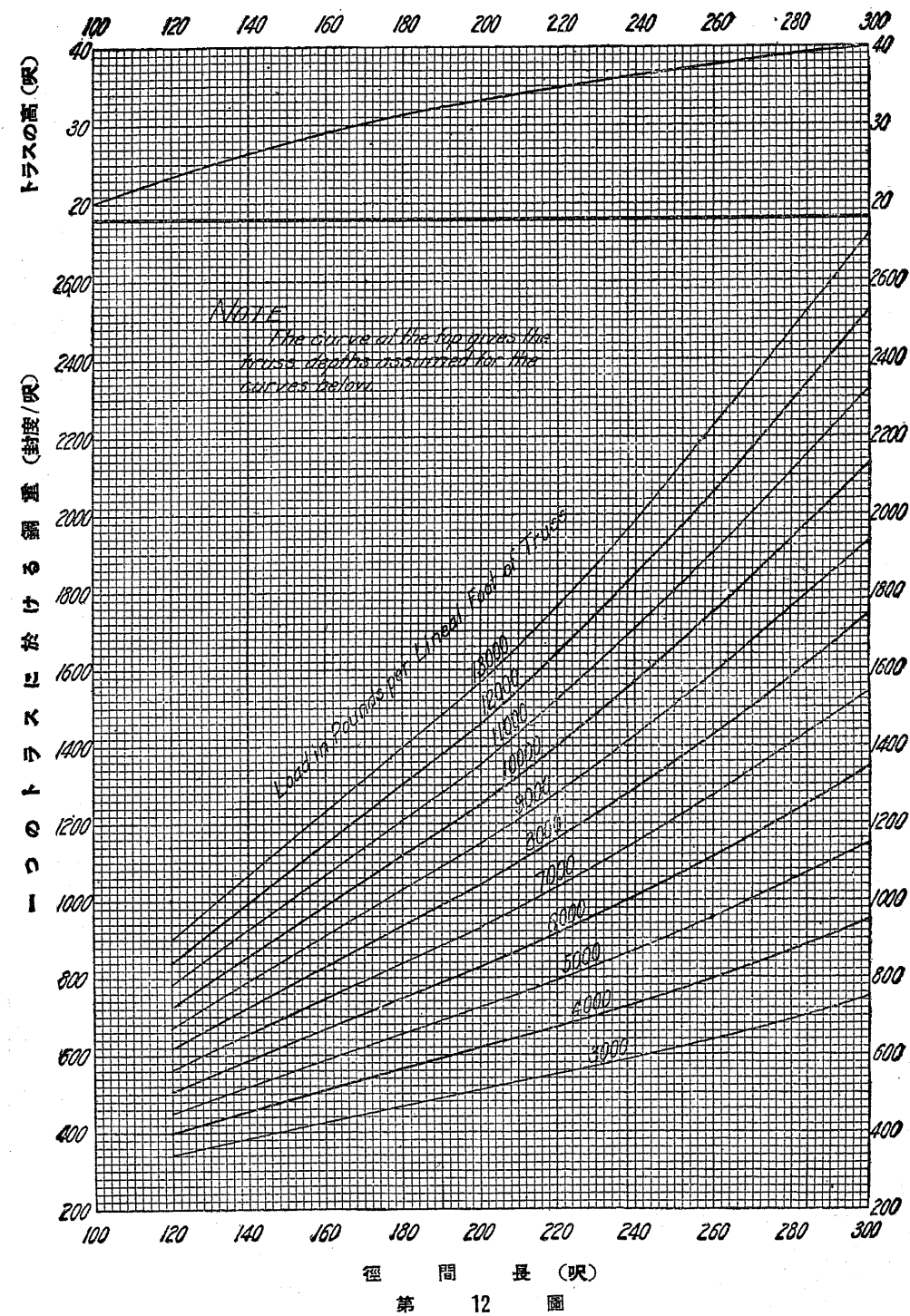
鉄結下路ペチット・トラス



徑 間 長 (呎)

第 11 圖

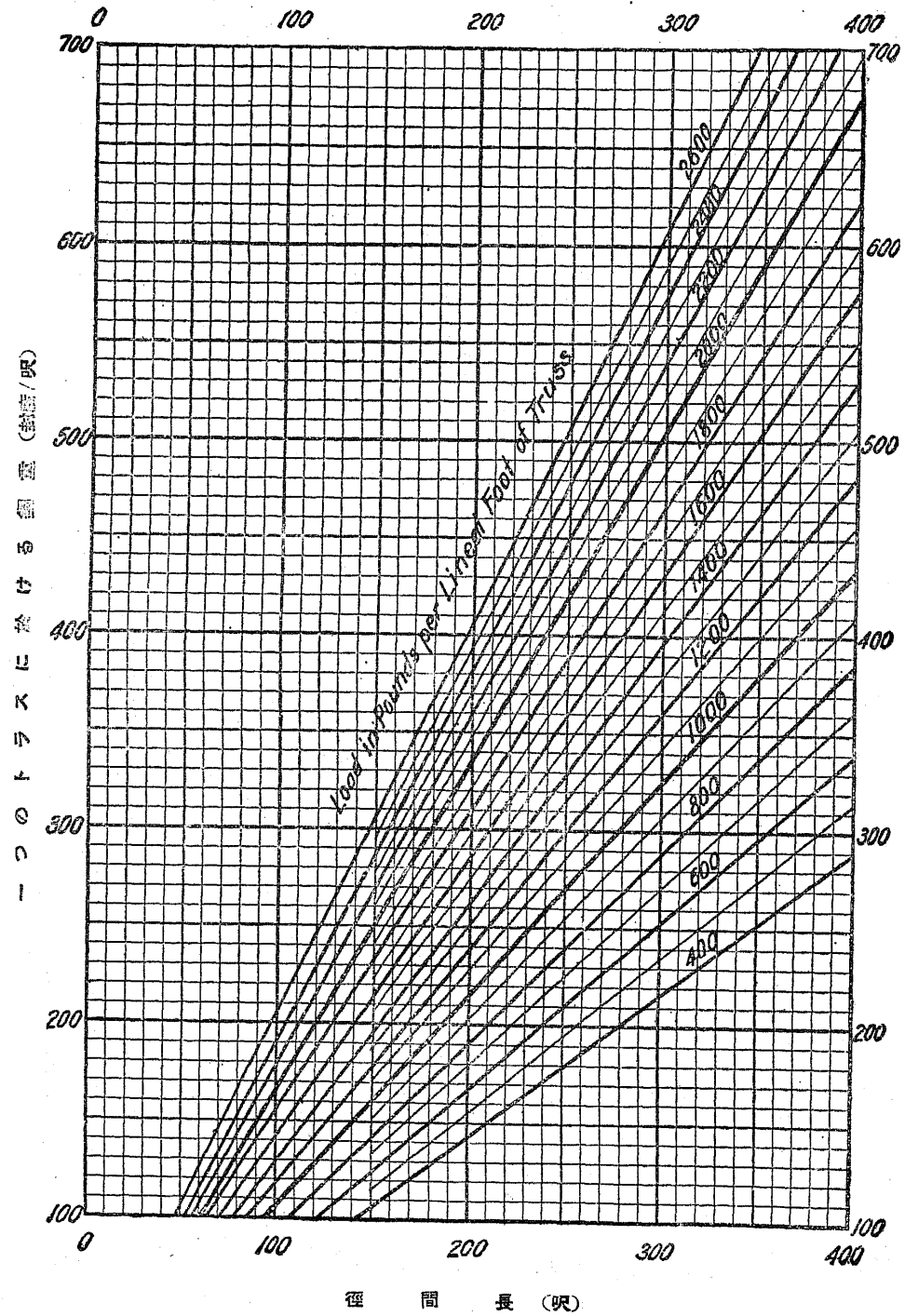
鉄結上路ブラット・トラス



徑 間 長 (呎)

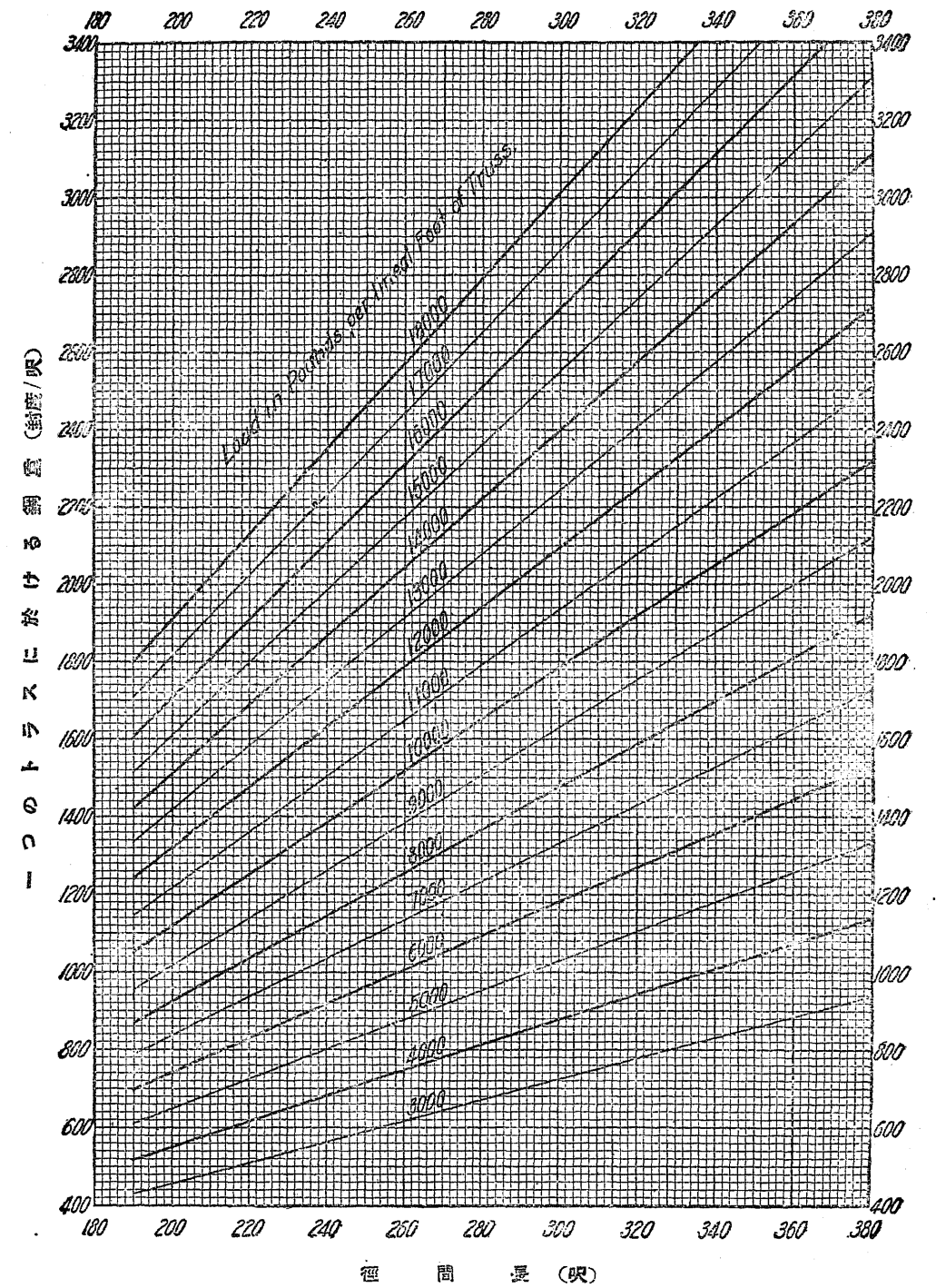
第 12 圖

軽い鉄結下路道路橋



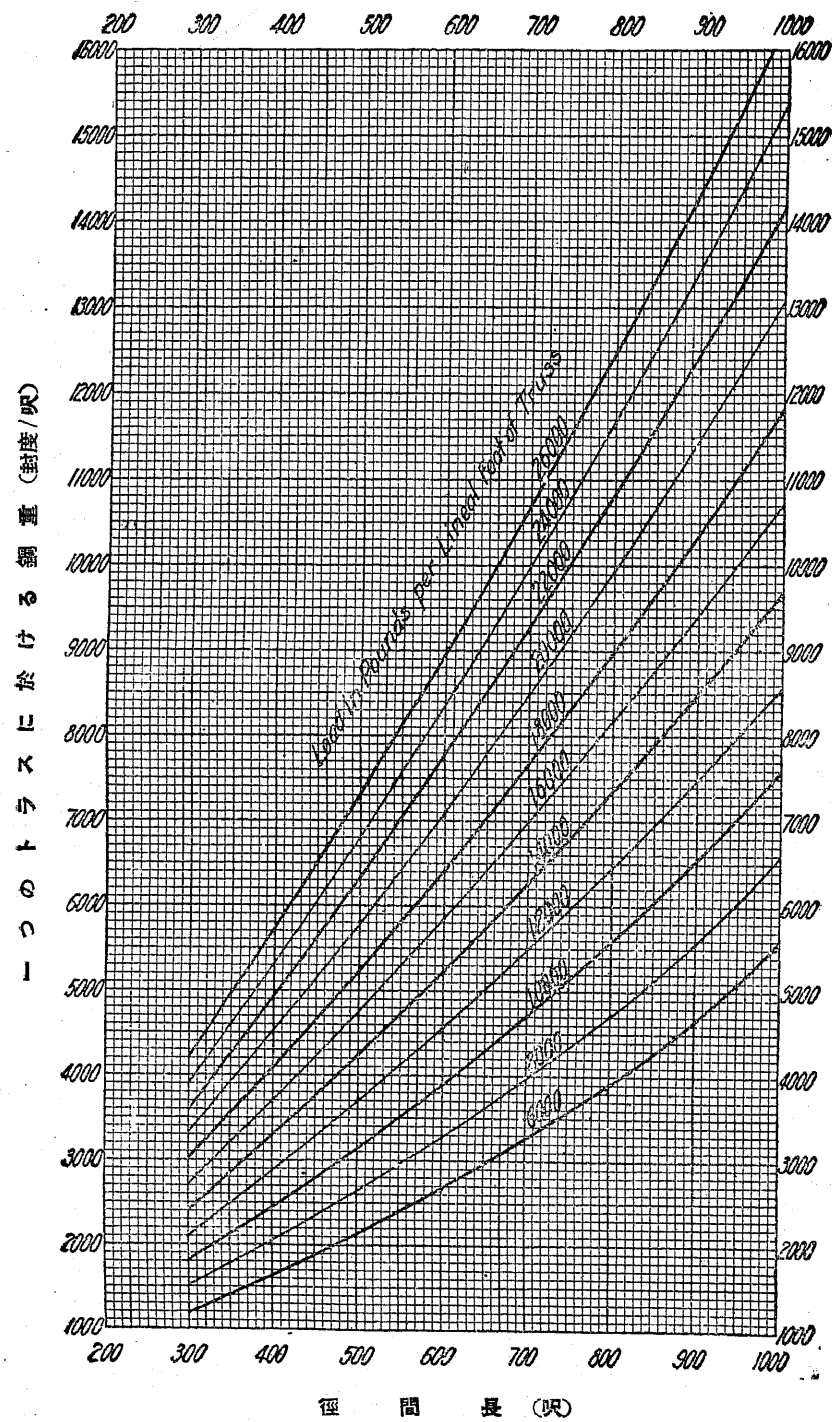
第 13 圖

ピン結下路ブラット・トラス



第 14 圖

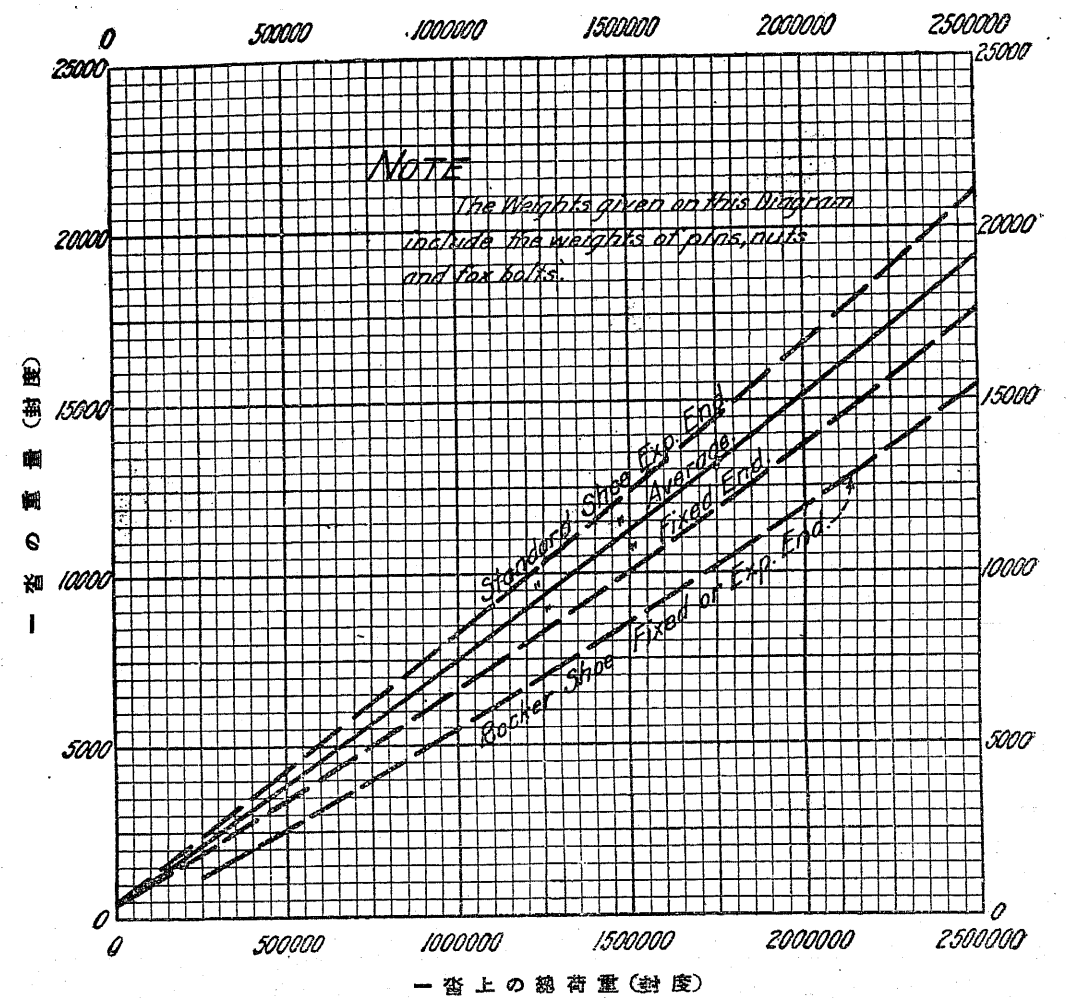
ピン結下路 ペチット・トラス



第 15 圖

第 15 圖

橋の重量に對し必要なる省（鑄鐵）の重量



第 16 圖

第 16 圖

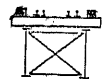
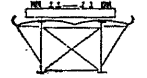
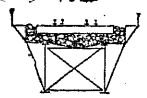
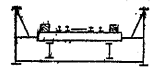
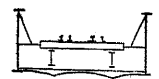
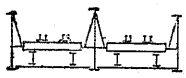
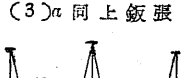
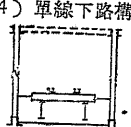
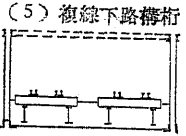
鐵道橋 鐵道省の示方書に依れば、使用材料1立方メートルの重量は第2表の如し。

第 2 表

材 料	重 量 (kg)	材 料	重 量 (kg)
鋼	7 850	砂 利 及 碎 石	1.800
鑄 鋼	7 900	コンクリート	2 200
鑄 鐵	7 200	石 材	2 500
木 材	800	一軌道長 1 米に付	600(最小)

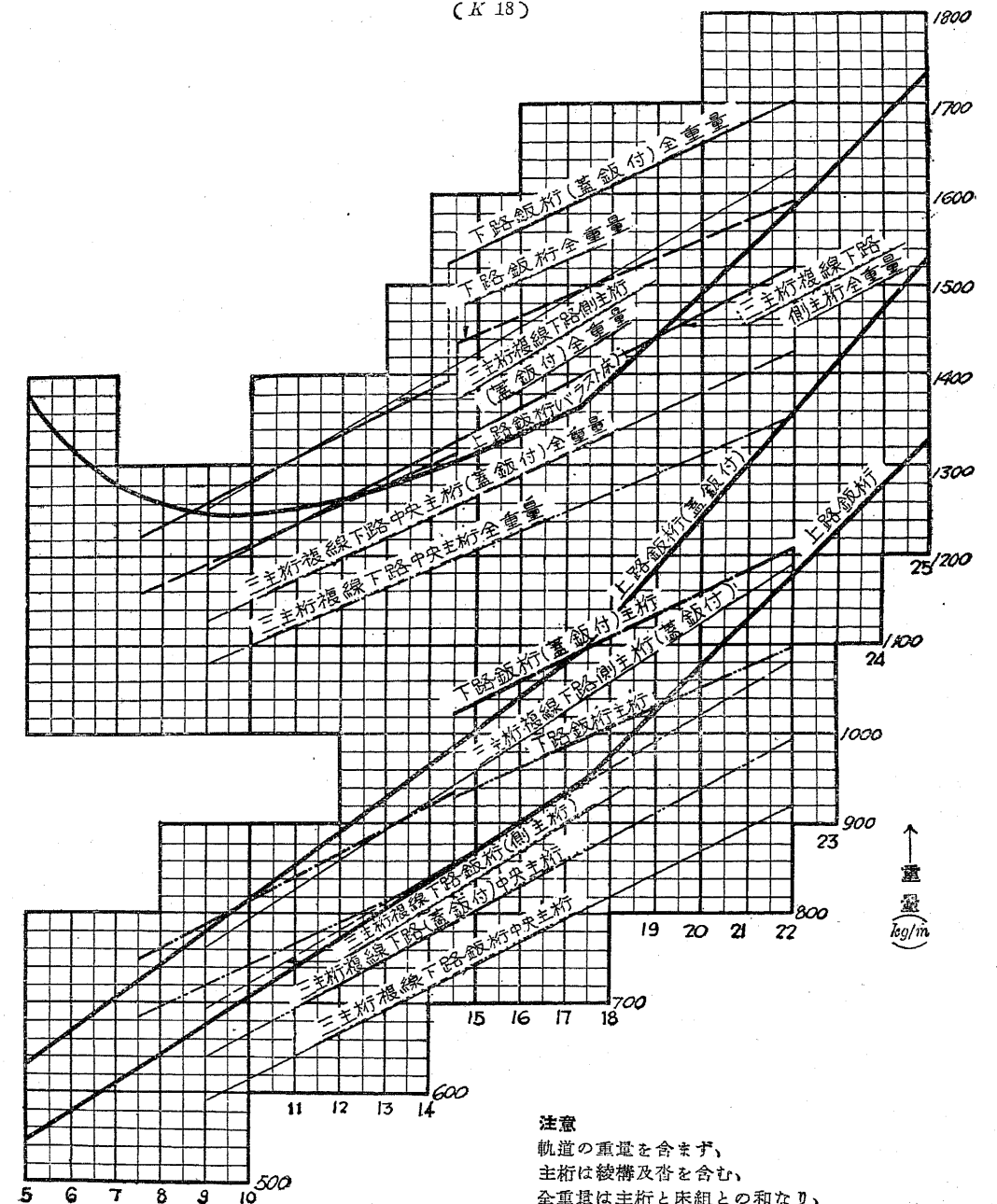
各種橋桁の重量 鐵道省の規定に依る各種橋桁重量は第3表の如し。

第 3 表 各種橋桁重量表

橋 梁 種 類	支 間 $L(m)$	主桁 間隔 $D(m)$	橋桁 1 米 當り 重量 (kg)				全橋梁死荷重 (kg/m)	標準桁高 $\frac{l}{h}=n$	備 考
			主 桁 重 量 を 含 む A	桁高に よる正係 数 $1/h=n$	床 組 B	橋桁 1 米 當り 重量 (kg) $A+B$			
(1) 上路鉸桁 	5~18	1.7	385+ 32.5L	1-0.05 (9-n)		(385+32.5L) [1-0.05(9-n)]	372	A+C	9 nは標準 的桁高に 用し、 1.0
	18~25	1.8	80+ 50L	1-0.06 (10-n)		(80+50L)[1- 0.06(10-n)]			10
(1)α 同上鉸張 			αA $\alpha = \frac{1.15 + 0.00305}{L}$			αA	372	$\alpha A+C$	
(1)β 同上バラスト床 			βA $\beta = (1 + \frac{7.6}{L})$			βA	2307	$\beta A+C$	
(2) 下路鉸桁 	7.5~15	3.8	510+ 23.5L	1-0.07 (9-n)	483- 1.4L	(510+23.5L) [1-0.07(9-n)] +483-1.4L	372	A+B+C	9 今後の選 定に際し ては、 18m 位にても 心々、 4.6 かに 必要 か ら。
	15~22	4.6	605+ 22.5L	1-0.06 (9.5-n)	528- 1.5L	(605+22.5L) [1-0.06(9.5-n)] +528-1.5L		A+B+C	9.5
(2)α 同上鉸張 			αA $\alpha=1.1$		B	$\alpha A+B$	372	$\alpha A+B+C$	
(3) 三主桁複線 下路鉸桁 	2-側主桁 (9-22)	3.7 ~4	424+ 30L αA	1-0.07 (9-n) $\alpha=0.8$ $\alpha=0.9$	467- L 467- L	(424+30L)[1- 0.07(9-n)] +467-L $\alpha A+467-L$	372	A+B+C	n(9~10) n-1 n
(3)α 同上鉸張 	2-側主桁 中央主桁		βA γA $\beta=1.1$ $\gamma=1.08$		B	$\beta A+B$ $\gamma A+B$	0	$\beta A+B+C$ $\gamma A+B+C$	
(4) 單線下路構桁 	91> L	D	358+ 26.5L 又は 365+5.2L.D	1-0.05 (5.5-n)	124D	(358+26.5L) [1-0.05(5.5-n)] +124D (365+5.2L.D) +124D	372	A+B+C	5.5 桁高・曲 線の異同 を つ け る。
(5) 複線下路構桁 	L	D	1186+ 3.8L.D		1450	A+B	744	A+B+C	直 4 曲 5

鉸 桁 1 米 當 り 重 量 (kg)

(K 18)



注意

軌道の重量を含まず、
主桁は綾構及骨を含む、
全重量は主桁と床組との和なり、
複線の中央主桁以外は二主桁分の重量なり、
即ち一連分の重量にして床組を含む時も同じ、

支 間 (m) →

鐵道省規定の活荷重 $K 18$ を用いたる場合の鈑桁 1 米當り重量 (kg) は第 17 圖の如し。

或る場合には水路管、瓦斯管、電柱、電車柱及電線、又軌道併用の場合及鐵道橋に在りては軌條、枕木及其他の附屬品は死荷重に算入するが、直接橋臺又は橋脚上に靜置せる承臺 (Pedestal)、端桁 (End floor beam)、上路橋に於ける兩端の構柱 (Bent) 及鉛直端柱面内の橋門構 (Portal bracing) 等は之を算入しない。

以上の内で水路管、瓦斯管、電柱、電車柱及電線、軌條、枕木其の他の附屬品の重量は、正確なる數字で豫定し得るも、トラス、主桁、綾構、縱桁、床桁等の重量は之より計算せんとする目的物なるが故に、豫め之を算定し得ないが、從來實施されたる幾多の例に依り其の大凡の重量を推知することが出来る、從て此の大凡の重量を基礎として計算し、依て得たる最後の重量を假定重量と比較し、其の差が假定重量の 4~5% 以内、又は假定死荷重と活荷重及撃衝との和の 1% 以内に在るときは其の儘とし、其の差が以上の制限を超過する場合は、假定死荷重を變更して計算を最初よりやり直す必要がある。

第三節 死荷重の分布

短徑間のトラスに於ては、弦は徑間の中央で重く兩端で軽く腹材は其の反對であるから、全徑間に亘り死荷重は等布せるものと假定する。特に上下兩弦平行の場合には、上述の假定は正鵠を得たものである。長徑間にして上弦が多角形より成れる時は、上下兩弦は徑間の端より端まで殆んど同じ重量を有し、腹材は兩端の近くに於ても中央よりさまで重くないが、横構は兩端に近くに従ひ漸次重さを加ふるから、全體としての死荷重は全徑間に等布せりとの假定を設くるも實際上何等の支障がない。

之に反して突桁橋、拱橋、長い旋開橋、跳開橋及異型の構造物に於ける死荷重は全徑間に等布しないから、之を等布荷重と假定せば大なる誤謬を生ずることとなるので、此の場合には各相異なる格點死荷重を假定して設計を定め、其の結果が假定と一致すれば結構であるが、然らざる場合には新に死荷重の假定を變へて應力を算出し、各部の寸法を見出して死荷重を計算する、其の結果が假定と略一致するに至るまでは幾度でも遣直しを必要とする。

普通長の徑間に於て格點死荷重を上下兩弦の格點に分割するには、次の如く假定する。

- (1) 下路橋の下弦及上路橋の上弦の各格點には格點死荷重の $\frac{2}{3}$ 。
- (2) 下路橋の上弦及上路橋の下弦の各格點には格點死荷重の $\frac{1}{3}$ 。
- (3) 重い鋪裝を施せる橋梁に於ては上記の比を $\frac{3}{4}$ と $\frac{1}{4}$ に變更する。

- (4) 特別に長い徑間に於ては上記の比を $\frac{3}{5}$ と $\frac{2}{5}$ に變更する。

以上の方法は餘り重要な影響を有しない、蓋し死荷重分割方法の影響を蒙るのは單に鉛直材のみであつて、之は多く過剩斷面を有してゐるから、死荷重應力の大小に拘はらず斷面には相當の餘裕があるからである。時としては上述の假定をなさず、上弦及下弦にかゝる實際の死荷重を算定することがある。

第四節 活 荷 重

道 路 橋

1. 群衆荷重 橋面 1 平方米に付 400~600 疋を普通とする。獨逸の規定では次の値を採る。

	支間 (l)	一級 二級 三級		
		kg/m^2		
主 桁	0~25 m	500	450	400
	25~125 "	525- l	475- l	425- l
	125~200 "	400	350	300
其の他		500	450	400

長徑間の橋では短徑間のものに比し橋面全部に活荷重 (Live load) の密集する機會が少いから、徑間が長くなる程橋面 1 平方米當りの荷重は輕減して差支ない。内務省の規定は次の通りである。

- (1) 一等橋 (街路及主要なる國道) の主桁或は主構の計算には、次式に依り算出した値を用ふる。

$$\text{車 道} \quad w = \frac{120\,000}{170+l} \leq 600$$

$$\text{歩 道} \quad w = \frac{100\,000}{170+l} \leq 500$$

$$\text{式中} \quad w = \text{群衆荷重} \quad (kg/m^2)$$

$$l = \text{支 間} \quad (m)$$

主桁或は主構以外の部材の計算には、車道には $600 kg/m^2$ 、歩道には $500 kg/m^2$ の値を用ふる。

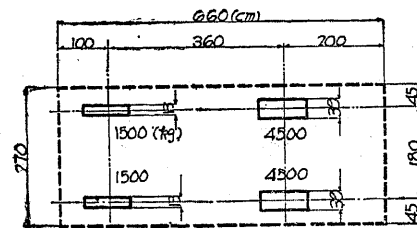
- (2) 二等橋 (國道及主要なる府縣道) 又は三等橋 (府縣道) の主桁或は主構の計算には、次式に依り算出した値を用ふる。

$$\text{車 道} \quad w = \frac{100\,000}{170+l} \leq 500$$

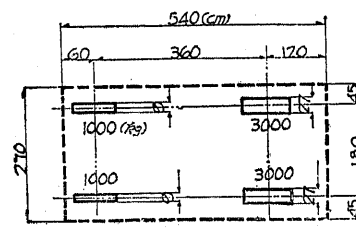
$$\text{歩 道} \quad w = \frac{80\,000}{170+l} \leq 400$$

主桁或は主構以外の部材の計算には、車道には 500 kg/m^2 、歩道には 400 kg/m^2 の値を用ふる。

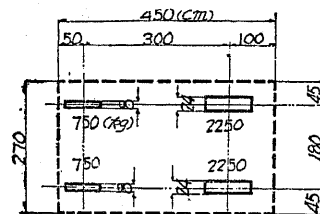
2. 車輛荷重 各國共各種の自動車荷重を用ひてゐるが、内務省の規定では一等橋には第一種(第18圖)、二等橋には第二種(第19圖)、三等橋には第三種(第20圖)を用ふる。



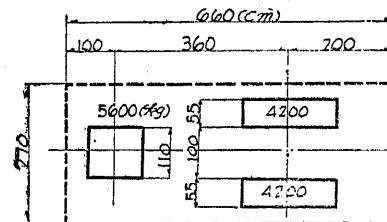
第 18 圖



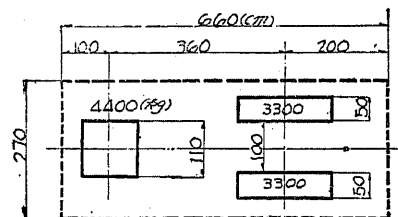
第 19 圖



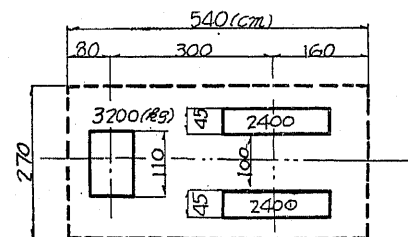
第 20 圖



第 21 圖



第 22 圖



第 23 圖

3. 軋壓機荷重 内務省の規定では一等橋には第一種(第21圖)、二等橋には第二種(第22圖)、三等橋には第三種(第23圖)を用ふる。

4. 軌道の車輛荷重 各都市各地方に依つて車輛の大きさ及重量が異なつてゐるから、將來どの程度まで電車が發達するかを豫想して、其の荷重及連結輛數を決定せねばならない。車輛の占有幅は 270 cm と假定する。

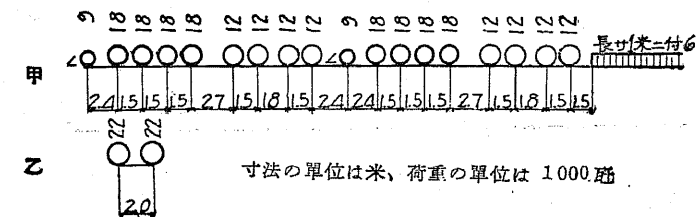
鐵 道 橋

5. 聯行荷重 鐵道橋には聯行荷重 (Moving concentrated loads) 即ち一つ以上の機關車を先頭にして其の後には等布荷重が付たものが用ひらるゝ。米國に於て廣く用ひられてゐる Cooper's Loading は、二つの機關車が前方にあつて列車が其の後についたもので(第24圖)、軸距は總てのクラスに同一であるが、其の輪荷重は各クラスに依り異なり、E 50 は E 40 の $\frac{5}{4}$ となつてゐる。

Uniform load	5 000 (lbs/ft)	4 500 (lbs/ft)	4 000 (lbs/ft)	3 000 (lbs/ft)
COOPER'S LOADINGS Distance in Feet.	32 500	29 250	26 000	19 500
	32 500	29 250	26 000	19 500
	32 500	29 250	26 000	19 500
	32 500	29 250	26 000	19 500
	50 000	45 000	40 000	30 000
	50 000	45 000	40 000	30 000
	50 000	45 000	40 000	30 000
	50 000	45 000	40 000	30 000
	25 000	22 500	20 000	15 000
	32 500	29 250	26 000	19 500
	32 500	29 250	26 000	19 500
	32 500	29 250	26 000	19 500
	32 500	29 250	26 000	19 500
	50 000	45 000	40 000	30 000
	50 000	45 000	40 000	30 000
	50 000	45 000	40 000	30 000
	50 000	45 000	40 000	30 000
	25 000	22 500	20 000	15 000
Class	E 50	E 45	E 40	E 30

第 24 圖

聯行荷重は計算が繁雜であるから、構或は桁の $\frac{1}{4}$ 點 (Quarter point) に於て、車輛荷重に依る彎曲率と同一の彎曲率を生ずる等値等布荷重 (Equivalent uniform load) を用ふることがある。鐵道省では K 18 (第25圖) を用ふる。



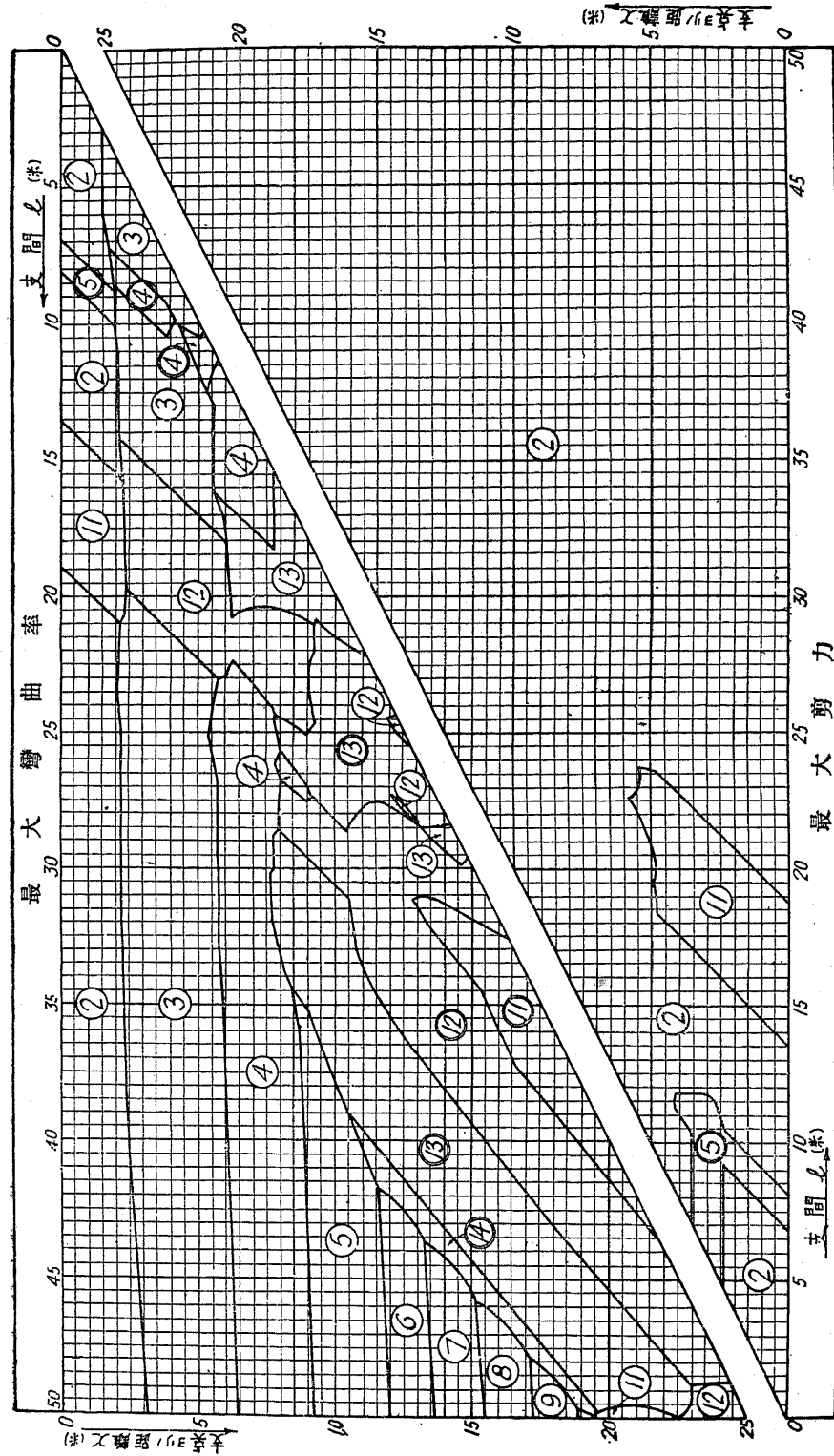
寸法の單位は米、荷重の單位は 1000 磅

第 25 圖

第 4 表 K18 列車荷重力率表

[illegible]

單桁各點に最大彎曲率及最大剪力を與ふべき車輛位置

— 列車荷重 $K 18$ —

車輪番號に○を附せる場合は、其の點と之に近き支點との間に在るを示し、◎を附せる場合は之と逆にして列車は反對の方向に向くを示す。

K 18 に依る力率表は第 4 表、單桁各點に最大彎曲率及最大剪力を與ふべき車輛位置は第 26 圖の如し。

第五節 擊 衝

1887 年に米國の C. C. Schneider が始めて其の仕様書に、活荷重には之に依つて生ずる撃衝 (Impact) を加算し、活荷重と死荷重とは同一許容應力を使用して差支ない旨を記載した。

Schneider の公式は次の如くである。

$$I = \frac{300}{L+300}$$

式中 I は撃衝係數、 L は所要の部材に最大應力を生ずるための活荷重の載荷長 (呎) である。今 $L = 0$ とせば $I = 1$ となる、即ち荷重を急激に加ふれば靜かに加へたときの二倍の影響を與ふことを示すのである。此の公式は今日でも廣く用ひらるゝが、數多の實驗の結果に徴すれば短徑間に對しては過小、長徑間に對しては過大であるから、最も理論的の公式を作らんとして各國共幾多の實驗を行つた。

車輛が橋梁上を急速に走行するときは、靜かに通過するときよりも非常に大きい影響を橋梁に與ふる。此の影響を撃衝と謂ひ、 $\frac{\text{撃衝}}{\text{活荷重}}$ を撃衝係數 (Impact coefficient) と稱する。

今各國の公式を示せば次の如し。式中 L は載荷長 (m) を示す。

米國鐵道協會及カナダ土木學會 $I = \frac{2780}{2780+L^2}$

米國土木學會 $I = \frac{610-L}{488+10L}$

英國技術標準協會 $I = \frac{36.5}{27.4 + \frac{n+1}{2}L}$ (n は軌道數)

獨逸國有鐵道

- I. 軌條を直接又は坐鐵を以て桁に取付けたる時。
- II. I の場合で主桁又は縦桁上に枕木を用ひ、軌條の繼手がないか若は其の繼手が銲接されたる時。
- III. II の場合で連續的道床を有し、軌條の繼手がないか若は其の繼手が銲接されたる時。
- IV. 連續せる道床を有し、軌條の繼手がないか若は其の繼手が銲接されたる時。

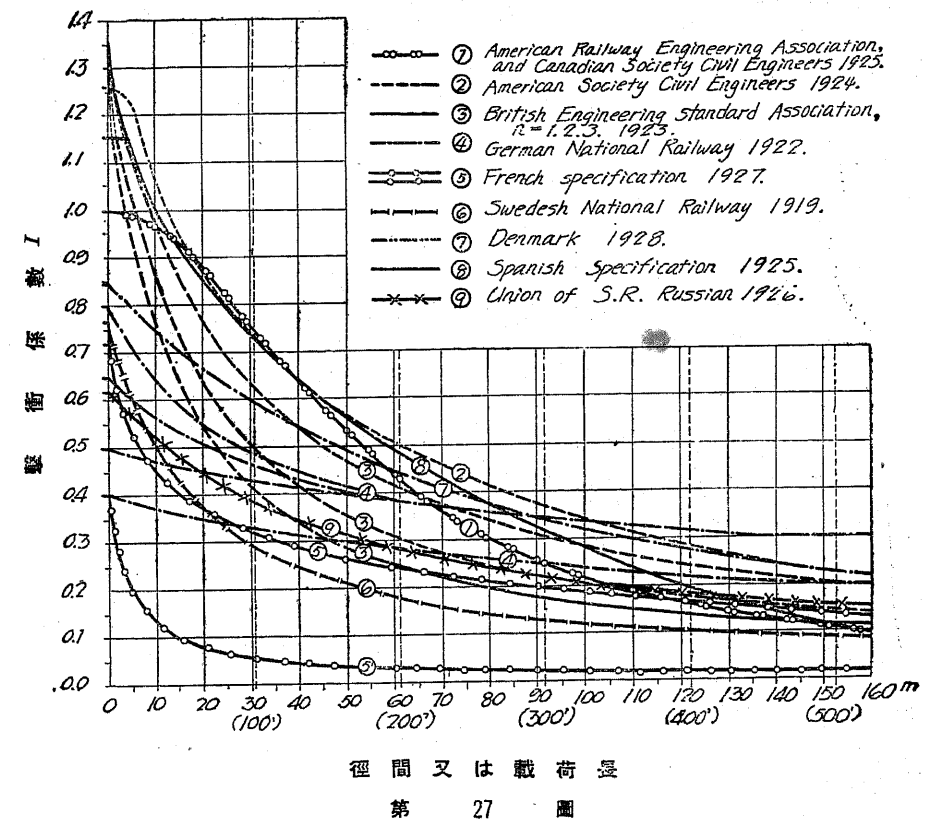
撃衝係數 I の値は次の如し。

支 間 l (m)	I $0.20 + \frac{17}{l+28}$	II $0.19 + \frac{21}{l+46}$	III $0.11 + \frac{56}{l+144}$	IV $0.00 + \frac{60}{l+150}$
0	0.80	0.65	0.50	0.40
0~5	0.71	0.60	0.49	0.39
5~10	0.65	0.57	0.47	0.38
10~20	0.55	0.51	0.45	0.35
20~50	0.42	0.41	0.40	0.30
50~60	0.39			0.29
60 以上	0.30			0.20

道 路 橋

l (m)	5	10	20	50	100	150	200
I	0.40	0.39	0.37	0.33	0.25	0.18	0.10

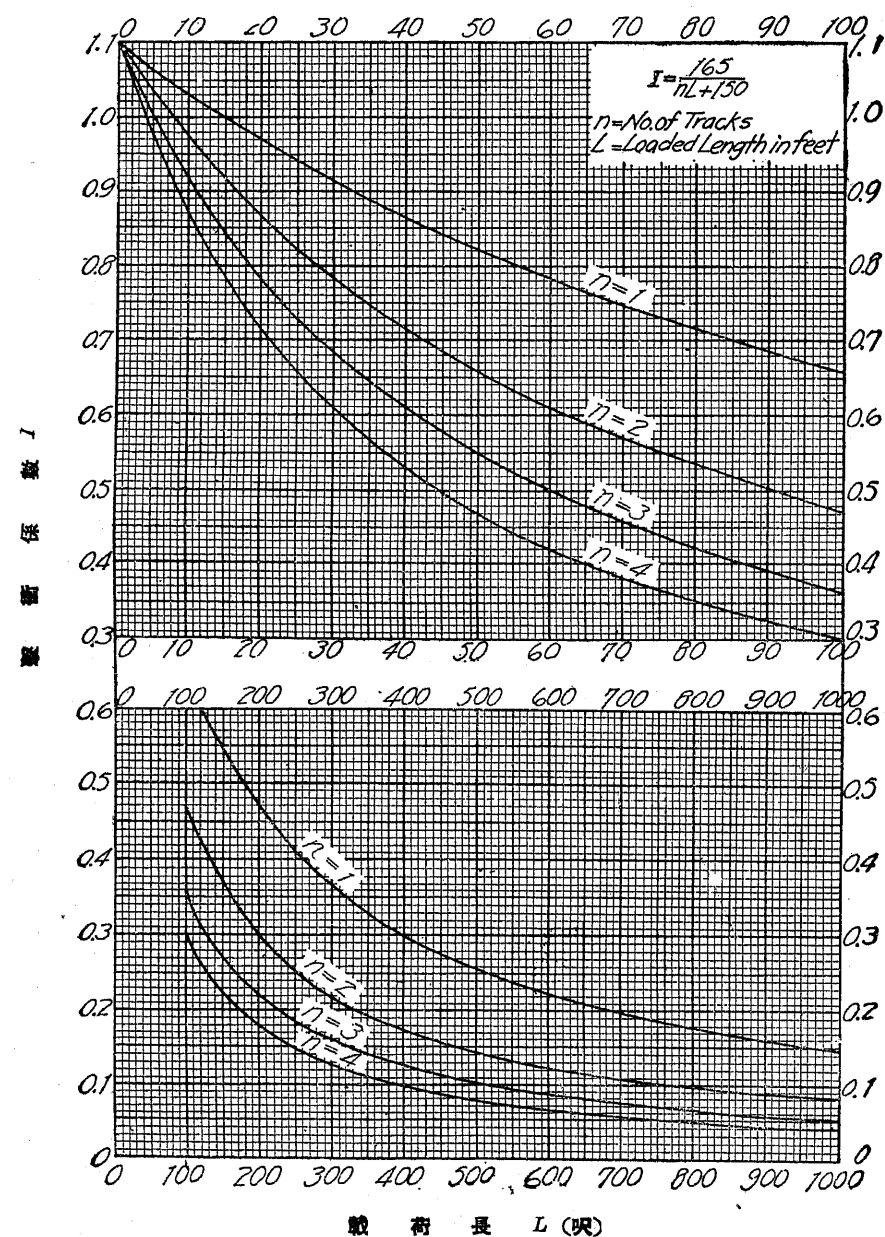
佛 國 $I = \frac{0.4}{1+0.2L} + \frac{0.6}{1+4\frac{S_p}{S_n}}$ (S_p は活荷重, S_n は死荷重)



丁 抹 $I = \frac{1}{1 + \frac{(n+1)L}{220}} \times \frac{S_p}{S_p + S_g}$

瑞 典 $I = \frac{1}{13 + 0.7L}$

西 班 牙 $I = 1.40 - 0.56\sqrt{500L - L^2}$



第 28 圖

匈 牙 利 $\begin{cases} I = 0.24 + \frac{9}{16+L} \cdots (\text{鐵道橋}) \\ I = 0.20 + \frac{10}{30+L} \cdots (\text{道路橋}) \end{cases}$

露 西 亞 $I = \frac{0.625}{1 + 0.02L}$

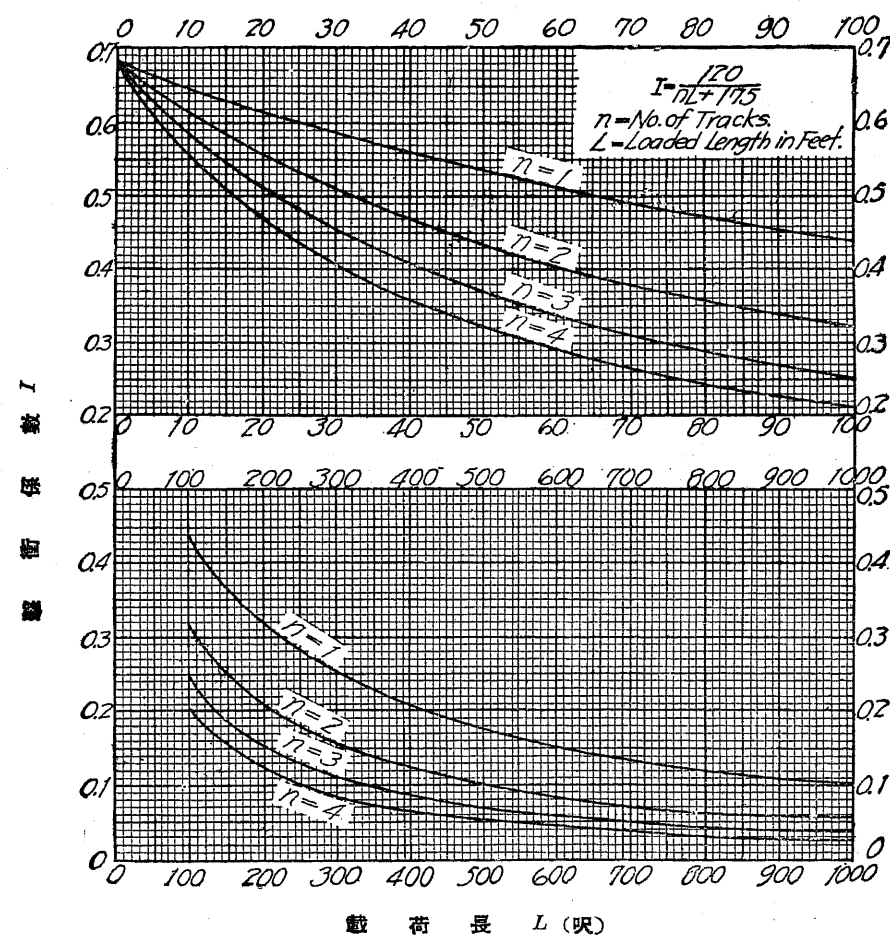
第 27 圖は載荷長 (Loaded length) に對する撃衝係數の關係を示したもので、徑間又は載荷長が大きくなれば撃衝係數は減少する。

Waddell 氏は次の式を推薦せり。

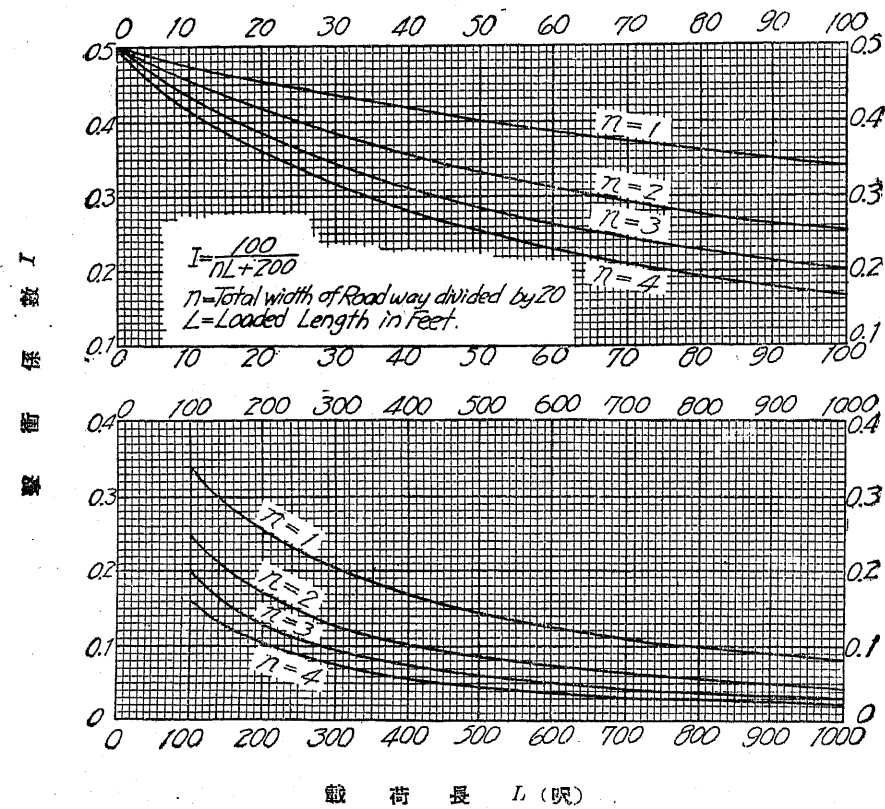
鐵 道 橋 $I = \frac{165}{nL + 150}$ (n は軌道數) (第 28 圖)

電氣鐵道橋 $I = \frac{120}{nL + 175}$ (第 29 圖)

道 路 橋 $I = \frac{100}{nL + 200}$ (n は橋梁の全幅員を 20 にて除したる商) (第 30 圖)



第 29 圖



第 30 圖

Ketchum 氏は道路橋に對し次の如く仕様せり。

- (1) コンクリート床版及板桁橋、構脚 (Trestle) 及裏込を有せざる拱橋に對しては 30 %、
- (2) 裏込を要する拱橋或は少くとも 1 呎以上の上置土を有する溝橋に對しては 撃衝を見込まない。

(3) 鋼橋に於ては

- a) 床及之を支ふる縦桁、横桁及吊材に對しては 30 %、
- b) a 以外のトラス部材に對しては

$$I = \frac{100}{L + 300}$$

L は径間 (呎) とするも、橋脚、塔、可動橋、拱橋、突桁橋及電氣列車を通す橋梁に於ては、其の部材に最大應力を生ずべき載荷長に採る。

内務省規定 道路橋に對しては次の如し。

- (1) 自動車荷重又は軌道の車輛荷重は撃衝を生ずるものとし、其の撃衝係数は次式に依つて

表す。

$$I = \frac{20}{60 + L} \leq 0.3$$

式中 L は最大應力を生ずる集中荷重及群衆荷重の長 (m)。

(2) 群衆荷重又は輾壓機荷重は撃衝を生ぜざるものとする。

鐵道省規定 鐵道橋に對して活荷重より生ずる應力に、次式に依り算出したる撃衝應力を加算する。

$$I = S \frac{45}{45 + nL}$$

式中 I は撃衝應力、 S は最大活荷重應力、 L は部材に最大活荷重應力を生ぜしむべき活荷重の長 (m)、 n は最大活荷重應力に關係すべき軌道數とす。

第六節 風 荷 重

或る面積に作用する風速及風壓に關しては今日まだ結論に達しないが、橋梁設計に當つては風壓は風速の自乗に比例するものと假定する。風壓が一定の大きさと外形を有する平面に如何に分布するかも判明しないが、橋梁に於ては風の方角と直角の面に等布するものと考へ、其の風壓 (kg) は次式に依つて表はさる。

$$W_0 = \zeta F m \frac{V^2}{2}$$

式中 m は零度で氣壓 760 mm に於ける空氣 1 立方メートルの質量、 F は面積、 V は風速、 ζ は係數とす。

$$m = \frac{\gamma}{g} = \frac{1.293 \text{ kg/m}^3}{9.80 \text{ m/sec}^2}, \quad \zeta = 1.86 \text{ とせば}$$

$$W_0 = 0.1225 F V^2 \div \frac{1}{8} F V^2$$

地方に依り又風の種類に依つて速度も著しく變化する、例へばウインでは 36 m、ハンブルグでは 42 m を採つてゐるが、之は $\gamma : g = 0.125$ に對して 1 平方メートルの風壓 162 kg 及 220 kg に相當する。スコットランドの Tay Bridge が墜落せし際 (1879 年) の風壓は Glasgow にて 204 kg を示した。風の強い地方では 290 ~ 340 kg/m² を採らねばならぬ場合もあるが、歐洲では普通

載 荷 橋 100 ~ 150 kg/m²

無 載 荷 橋 150 ~ 300 "

を採れり。獨逸國有鐵道の規定では

載 荷 橋	150 kg/m ²
無 載 荷 橋	250 "

列車は軌條面上 3.5 m の高を有するものとする。

A. R. E. A. の規定では

載 荷 橋	298 kg/m に一軌道上の列車荷重の 1 割を加ふ
無 載 荷 橋	298 kg/m

何れも動荷重 (Moving load) として取扱ふのである。

風壓に面すべきトラス及車輛の面積は最も不利な場合を考へねばならぬが、普通風は橋梁の方向と直角をなし、之に直面する面積に等布するものと假定する。鉸桁橋の如き場合には風上の鉸桁のみが風壓を受け、風下のは何等關知しないことが明かなるも、トラスの場合は之と違つて風上のトラスの風壓面積が多ければ、風下のトラスは風壓を受くことが尠い、尙トラスの間隔も大に影響を有するが、是等の複雑なる關係を理論的に決定するは不可能である。

今第 31 圖に於て F はトラスの全面積、 F' は陰線を附せざる部分の面積、 $\mu = \frac{F'}{F}$ とせば、風上のトラスの風に當る面積は $(F-F')$ で、風下のトラスの風に當る面積は $\alpha(F-F')$ である。 α は μ の函數で 1 より小さく且つ μ と共に増加する係數である、例へば鉸桁に於ては $\mu = 0$ なるが故に $\alpha = 0$ となり、極く狭いトラス部材の場合には $\mu = 1$ なるが故に、 $\alpha = 1$ となる、從て總ての場合に $\alpha = \mu^\beta$ となり、 β は實驗に依り定めらるゝ係數とせば、風下のトラスの風壓を受く面積は次の如くなる。

$$\mu^\beta (F-F') = \left(\frac{F'}{F}\right)^\beta (F-F')$$

二つ以上のトラスがある場合にも上述の法則が適用さるゝものとせば、風上より第三番目のトラスの風壓を受く面積は

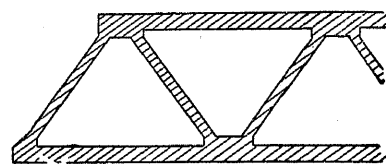
$$\mu^{2\beta} (F-F')$$

となり、 n 番目のトラスは

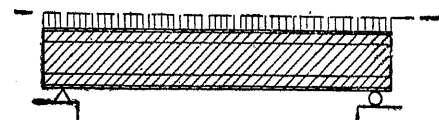
$$\mu^{(n-1)\beta} (F-F')$$

となる。

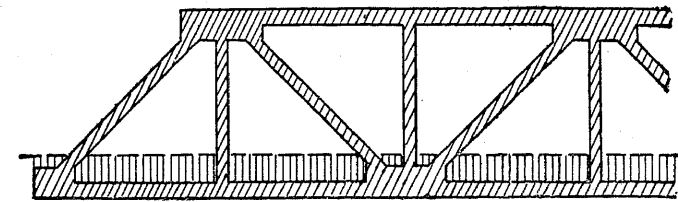
β の値ははつきりしないが、バーデン及瑞西の規定では $\beta = 1$ とし、オーストリアの規定では $\alpha = 1.75 \mu^{0.5}$ とせり。車道の側面でトラスの蔭にならない部分は、風壓を受く面積



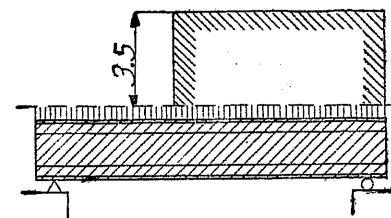
第 31 圖



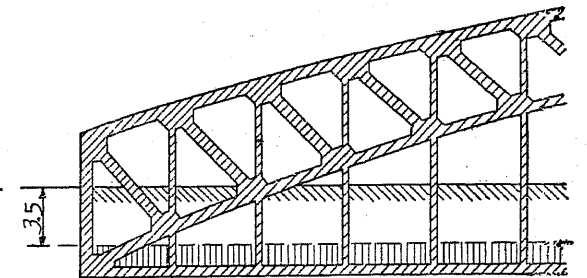
第 32 圖



第 33 圖



第 34 圖



第 35 圖

に算入すべきは勿論である。

獨逸國有鐵道の規定 (1922 年) に從へば風壓を受く面積は

(1) 無載荷橋に於ては

- a) 鉸 桁—風上の鉸桁及其の上部の車道側面 (第 32 圖)。
- b) トラス—風上及風下の兩トラスと車道側面 (第 33 圖)。

(2) 載荷橋に於ては

- a) 鉸 桁—風上の鉸桁、其の上部の車道側面及車輛側面 (第 34 圖)。
- b) トラス—風上及風下の兩トラス、車道側面及車輛側面、車輛は軌條上面より 3.5 m の高を有するものとす (第 35 圖)。

内務省規定 道路橋に於ける風荷重 (Wind load) は次の通りである。

(1) 徑間 50 米未満なるときは載荷弦の長 1 米に付 400 匁の動荷重、無載荷弦の長 1 米に付 200 匁の動荷重。

(2) 徑間 50 米以上なるときは徑間 10 米を増す毎に、(1) に規定する荷重に弦の長 1 米に付 15 匁を増加す。

前項の荷重は橋梁の豎面に對し直角に働くものとす。

鐵道省規定 横荷重に對しては次の二つの場合を考慮する。

(1) 列車の通過せざる場合は構造物の垂直投射面 1 平方米に付 300 匁。

(2) 列車の通過する場合は構造物の垂直投射面 1 平方メートルに付 200 瓦とし、列車に於ける横荷重は 600 kg/m とし、軌條面上 1.8 米の高さに作用するものとす。此の場合の活荷重は第 25 圖に示せるもの又は 1900 kg/m の空車が通過するものとす。但し橋桁に於ける最小横荷重は、軌道を支持せざる弦材側に於ては其の量 300 kg/m 、軌道を支持する弦材側に於ては 300 kg/m に第 25 圖甲に示せる等布荷重の 1 割を加へたるものとす。横荷重は總て移動するものとする。

第七節 遠心荷重及縦荷重

1. 遠心荷重 軌道が曲線上にあるときは遠心力に依つて生ずる影響を考へねばならぬ、遠心力は次式に依つて計算する。

$$F = \frac{GV^2}{gr}$$

式中 F は遠心力、 G は荷重、 V は列車の速度 (m/sec)、 $g = 9.80 \text{ m/sec}^2$ 、 r は曲線半径 (m) とす。

鐵道省規定 橋梁上に於て軌道が曲線なる場合に生ずる遠心荷重は、半径 1000 米より小なる場合は第 25 圖に示せる活荷重の 1 割、其の他の場合は 7 分とし、軌條面上 1.8 米の高に作用するものとする。

2. 縦荷重 汽車又は電車が出發停止の際車輪と軌條面間に起る縦力で、停止するときの力が出發するときの力よりも遙に大きい。普通の鐵道に於ては制動力は機關車の働輪 (Driver) に來る荷重の 20%、滿載炭水車 (Tender) の重量の 10%、貨物車の重量の 17%、列車の重量の 20% 位である。

内務省規定 制動荷重は電車荷重の $\frac{1}{10}$ とし、軌條面に於て軌條の方向に作用するものとす。

鐵道省規定 縦荷重は第 25 圖に示せる活荷重の 2 割とし、軌條面上 1.8 米の高に作用するものとす。

縦荷重の影響を受ける構の部分は、床構 (Floor system) と路面下の横構 (Lateral system) 及床に接近せる弦である。縦荷重は縦桁より直接横構に、横構より構に傳はるが、其の弦に對する影響は未知である。鐵道構脚 (Railway trestle) に於ては、塔の縦梁構及長柱斷面を決定する上に多大の影響を有するのである。

第八節 温度の變化及高欄に作用する推力

1. 温度の變化

内務省規定 温度の變化は鋼橋に在りては $\pm 30^\circ\text{C}$ 、鐵筋コンクリート橋に在りては $\pm 15^\circ\text{C}$ とす。彈性恒数は鋼に在りては 2100000 kg/cm^2 、コンクリートに在りては 140000 kg/cm^2 とす。温度の變化に對する伸縮係数は攝氏 1 度に付 0.000012 とす。

鐵道省規定 温度の變化は 80°C 、鋼の伸縮係数は攝氏 1 度に付 0.000012、鋼の彈性恒数は 2100000 kg/cm^2 とす。

2. 高欄に作用する推力

内務省規定 (1) 一等橋に在りては、高欄長 1 米に付 70 瓦。

(2) 二等橋又は三等橋に在りては、高欄長 1 米に付 50 瓦。

前項の推力は高欄の頂上に於て、高欄の豎面に直角に働くものとす。

第九節 地震荷重

地震の際に生ずる主要動の振幅 A と周期 T とが判れば、其の加速度は

$$\alpha = \pm \frac{A}{2} \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$$

に依つて表はさるゝ、此の α を重力の加速度 $g = 9800 \text{ mm/sec}^2$ で除したものとす。

$$k = \frac{\alpha}{g}$$

を震度と謂ふ。地震力を P とし、 W を物體の重量とせば $P = kW$ となる。

地震の水平動と上下動との合成作用を表はす合震度を K とし、最大水平震度を k_1 、最大鉛直震度を k_2 とせば

$$K = \frac{k_1 g}{g - k_2 g} = \frac{k_1 W}{W - k_2 W} = \frac{k_1}{1 - k_2}$$

となる。

K の値は大體次の通りに定むる。

	泥砂層	砂礫其の他の良好なる地盤
古來屢々大地震に遭遇せし地域	0.40	0.20

古來大地震に遭遇せし地域	0.30	0.15
其の他の地域	0.20	0.10

合震度と物體の重量との相乗積 KW が、地震力として常に物體の重心に水平の方向に作用するものとする。 K の値は各地方に依り異なるので規定では之を一定せず、架橋地點附近の記録を參考として其の最強地震力を推定する。上部構造及下部構造は總て其の重量を算出して地震力を見出し、各部の最大應力を計算しなければならない。

第十節 雪 荷 重

橋梁に於ては普通活荷重と同時に雪荷重を考慮することはない。寒國に於ても活荷重に比して雪の重量は輕少なるのみならず、鐵道橋に於ては深雪に際しては之を掻き除きたる後に非ざれば汽車は通過しないから、雪荷重を考へる必要がない。又道路橋に於ても降雪大なときは交通量減じ且つ積雪が或る深さに達すれば雪を取除く故、普通の荷重に對して設計せる橋梁は雪に對しても安全であるので、何れの場合にも雪荷重としては別に規定を設けない。獨逸では 75 kg/m^2 を採れるも鐵道橋には之を考へない。スエーデンでは群衆荷重と雪荷重とを併せて 500 kg/m^2 とし、人のみ通る橋梁及有效幅員 3 m 以下の橋梁では之を 300 kg/m^2 に低下せり。