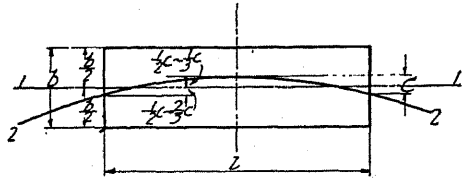


第四章 曲線上に於ける橋梁の應力及 縦荷重に因つて生ずる應力

第一節 總 論

橋梁が曲線上にある場合は、高度（Superelevation）のために生ずる車輛の横傾斜及軌條外に突出せる車輛部分の動搖に對する餘裕を見込んで、構の間隔を増加しなければならない。第192圖は上路橋にして曲線部分の軌道の中心線は2-2である。



第 192 圖

c を軌道の中心線の矢（Middle ordinate）、
 l を支間、 R を 2-2 曲線の半径とせば

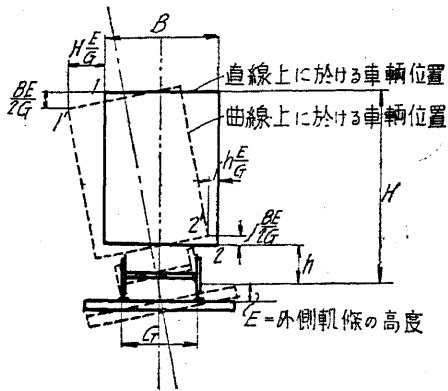
$$c = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2} \dots\dots\dots (1)$$

軌道は第192圖の如く c が橋軸 1-1 に依つて二分される様に置くことがある。 b_1 を切線の箇所での構の間隔とせば、曲線の箇所での構の間隔は

$$b = b_1 + c$$

となる。或る場合には橋軸 1-1 は曲線 2-2 の頂點より $\frac{1}{3}c$ の點を通過する様に採ることがある。

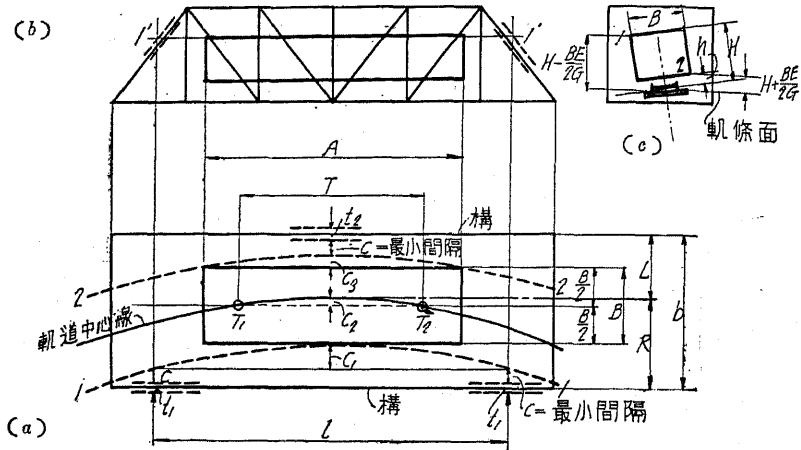
曲線上にある下路橋に於ては普通の建築限界を、車輛の傾斜に對しては第193圖、車輛の動搖に對しては第194圖の如く増加する。



第 193 圖

第193圖に於ては、車輛の左側の傾斜は 1 を 1' に 2 を 2' に移動せしむるが、其の移動の鉛直及水平分力は圖に示す通り高度 F を含む式で表はされる。 G は軌間、 H 及 h は 1 及 2 の軌條面上の高、 B は車輛の幅とする。

第194圖は、長 A 、幅 B 、車軸中心間の距離 T 、軌條面上の高 H を有する車輛の動搖に備ふるための構間隔を示してゐる。



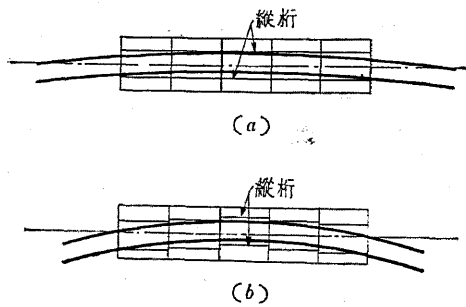
第 194 圖

第 194 圖 (c) に示した 1 は曲線の内側に於ける餘裕、2 は外側に於ける餘裕を決定するが、其の軌跡は第 194 圖 a 1-1 及 2-2 の曲線に示せるが如し。

今 R 及 L を橋梁の中央に於ける軌道の中心線と各構の中心との距離とせば

$$\left. \begin{aligned} R &= \frac{1}{2}t_1 + c + e_1 + e_2 + \frac{B}{2} + \frac{HE}{G} \\ L &= \frac{1}{2}t_2 + c - e_2 + e_3 + \frac{B}{2} - \frac{hE}{G} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

上式中 t_1 は端柱の幅、 t_2 は径間の中央に於ける構の幅、 c は車輛と構間の最小間隔 (普通 60 cm)、 e_2 及 e_3 は車軸中心間距離及車輛の長に對する矢、 e_1 は l に對する矢とせば、(c) 圖



第 195 圖

して (a) の如く總て同一線上に設くる。曲線度 (Degree of curve) が大なるときは、各格間に於ける縦桁は (b) の如き配置となす。

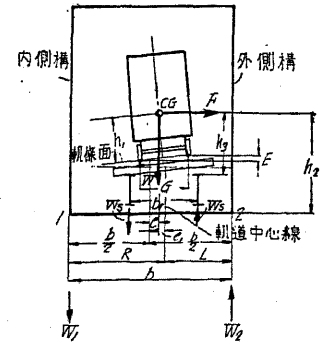
の 1 を水平に引き (b) 圖の端柱の外縁との交點 $1'$ 及 $1''$ を求め、之を (a) 圖に投射して 1 及 1 を求むるを得、(2) 式の最後の項は高度のために生ずる 1 及 2 の傾斜に對する餘裕を示す (第 193 圖)。

曲線上にある橋梁の縦桁の配置方法は第 195 圖の如く二通りに分れ、矢が 15 cm を超過しないときは縦桁間の距離を多少大に

第二節 曲線上に於ける橋梁の應力

1. 列車重量の作用 橋梁が曲線上にあるときは、之に働く力は第 196 圖の如く、列車の重量 W と遠心力 F とである。橋梁の應力を算定するには、 W と F の作用を別々に定めて、之に因つて生ずる應力を加ふればよい。

W の作用點は橋梁の中心とは一致しないから、 W に因つて生ずる應力は、(a) W が橋梁の中心にあるものと假定して得た應力と、(b) W の作用點の偏心の爲に生ずる應力とを加算する。 e を W の偏心とせば



$$\left. \begin{aligned} W_2 &= \frac{W}{2} + W \frac{e}{b} \\ W_1 &= \frac{W}{2} - W \frac{e}{b} \\ e &= \frac{b}{2} - (L + e_1) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

h_1 を列車重心の軌條面上の高 (普通 1.8 m)、 E を高度、 G を軌間とせば

$$e_1 = h_1 \frac{E}{G}$$

(2) 式に依り L 及 R を見出すことが出来る。

e の値は軌道の位置に關係するから各格間で異なり、 W は兩軌條に對する各格點荷重とし、一般に $W \frac{e}{b}$ は外側構の應力を増加し、内側構の應力を軽減する。 $W \frac{e}{b}$ の計算は頗る面倒で、而も $\frac{W}{2}$ に比し小さいから等値等布荷重より之を定むる方が正確である。

2. 遠心力の作用 遠心力は上巻第二章第七節に述べたる如く

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

に依つて表はさるゝが、第 196 圖の場合には

$$F = \frac{Wv^2}{gr} = kW \dots\dots\dots (4)$$

となり、 F は半径 1000 m より小なる場合は $K18$ の 10%、其の他の場合は 7% とする。

F の構に對する作用は横荷重の場合と全く同様である。従て應力の算定も第三章に述べし通りで、第196圖に示す F は鉛直の構及載荷弦の横構に應力を生ずる。載荷弦の横構に於ける應力は、水平荷重 kW が横構面即ち第196圖に於ては下弦の面 1-2 に働くものとす。(4) 式の W は二軌條に對する荷重である。鉛直構の應力算定は第三章第三節に述べし所と同一であり、點 2 には荷重

$$W_2 = F \frac{h_2}{b} = kW \frac{h_2}{b} \dots\dots\dots (5)$$

が上向きに、點 1 には同量の荷重が下向きに作用する。一般に構に於ける或る部材の應力は、 W が $\frac{b}{2}$ の點に働くときに起る應力の $\frac{2kh_2}{b}$ 倍となる。

床桁も F の影響を受くるが、之がために生ずる荷重は(5)式と同様に $kW \frac{h_2}{b}$ となり、同時に F に等しい水平荷重を受くるも、其の影響は殆ど計算の必要がない。

縦桁も亦 F の顛覆作用に影響さるゝが、其の荷重は

$$W_3 = \frac{Fh_3}{b_1} = kW \frac{h_3}{b_1} \dots\dots\dots (6)$$

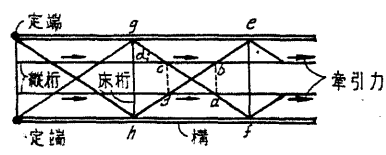
となる。

曲線上に在る構部材に對しては、鉛直荷重並に(3)式及(5)式の荷重に因る應力を全部加算しなければならない。

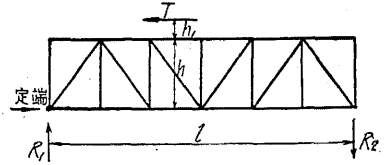
第三節 縦荷重に因つて生ずる應力

汽車及電車が橋梁上を通過するとき制動機をかくれば、上巻第二章第七節に述べたるが如き荷重を生ずる。上路橋に於ては床桁、縦桁及載荷弦の横構が其の影響を受け、縦荷重は直接縦桁に加はり夫より床桁に傳はる。床桁は一格間上の荷重に因つて生ずる縦荷重のために彎曲を受くることとなる。

第197圖の如く横構を a, b, c, d に於て縦桁に連結し、 ab 及 cd の如き貫を備へたる時



第 197 圖

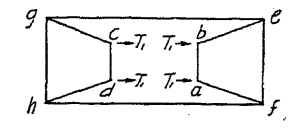


第 198 圖

は、 $fabe$ の如き小構は縦荷重に抵抗するが夫は極小さいものに過ぎない。

一格間に働く縦荷重を $4T_1$ とせば、第199圖に示すが如く a, b, c, d 點に各 T_1 が作用することとなるから、各應力は

$$\left. \begin{aligned} gc &= hd = +T_1 \sec \alpha \\ eb &= fa = -T_1 \sec \alpha \\ cd &= +T_1 \tan \alpha \\ ba &= -T_1 \tan \alpha \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7)$$



第 199 圖

若し cd 及 ba を用ひざるときは床桁に彎曲を生ずることとなる。床桁に於ける應力は

$$\left. \begin{aligned} gh &= -T_1 \tan \alpha \\ ef &= +T_1 \tan \alpha \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

となり、主構の下弦には次の應力を生ずる。

$$ge = hf = 2T_1 \dots\dots\dots (9)$$

(8) 式に依り求めたる應力は、極めて小なる故之を加算する必要はない、殊に隣接せる二格間に載荷せるときは互に相殺する應力である。

(9) 式に依り求めたる應力は、列車が定端より進む場合は張力となり、放端より進む場合は壓力となる。其の應力は一格間に就ては小なるも、各格間に載荷せるときは、放端より定端に近づくに従ひ格間毎に増加し、定端に最も近き弦に於て最大應力を生じ、それが張應力の場合には弦の應力は増加し、壓應力の場合には減少する。

第198圖の上路橋に於ても、縦荷重の影響は下路橋の場合と全く同様であるが、縦荷重 T は構の一端を揚げ他端を抑へんとする傾向があるので、圖に示すが如き R_1 及 R_2 の反力を生ずるが、 $(h+h_1)$ は支間の $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{6}$ に過ぎないから、

$$R_1 = \frac{1}{5} T \sim \frac{1}{6} T$$

となる

然るに鐵道橋に於ては、 T は鉛直荷重の 20% であるから、 R_1 は鉛直荷重に因る反力の $4 \sim 3\frac{1}{3}\%$ に過ぎない。従て之を考慮しなくても差支ない。