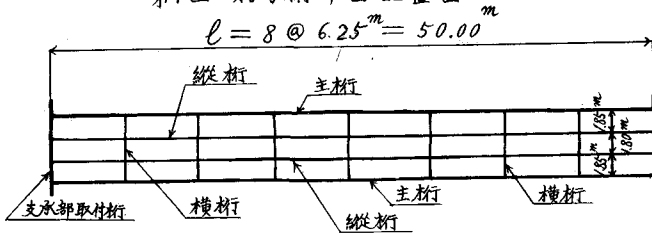


I-27 偏心荷重を受ける格子鉚桁鉄道橋の立体的計算について

室蘭工業大学 正員 中村作太郎

1 緒言 第1圖～第3圖の如き格子鉚桁鉄道橋は、床版のない純然たる格子構造であり、荷重が枕木から縦桁、横桁を経て割合純粋なる荷重分布で主桁に傳つて来るから、その計算方法も力学的に合理的であつて、而も實状と合致せるものでなければならぬ。従来の平面梁理論による近似計算法や實状を斟酌せぬ單なる格子理論計算では、計算値と實際の應力状態とに少なからぬ喰い違ひを生じ、安全過ぎる箇所があるかと思つたと逆に危険な箇所も生ずる結果となる。縦桁、横桁等の計算については、既に知られてゐる変

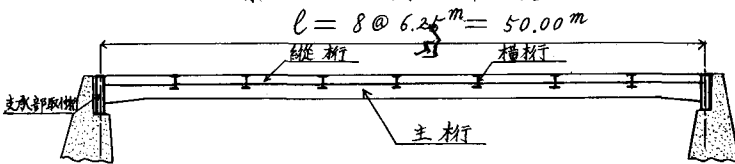
第1圖 格子桁平面配置圖



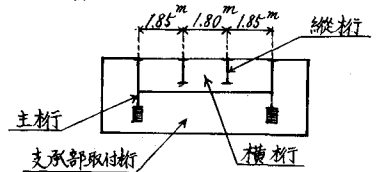
形法による格子桁の解法によつて求めれば

満足であると思うが、主桁の計算については、更に充分なる吟味と検討が必要であると思う。殊に、相當長支間の鉚桁を主桁に用いるときは、非常な偏心荷重(衝撃を含む)を受け、かなり大な

第2圖 格子桁縦斷取付圖



第3圖 格子桁横斷取付圖



る捩りモーメントの影響を受けるから、主桁については、横桁による捩りモーメントをも考慮に入れた立体的解式が必要になつて来るわけである。筆者は、先に、土木学会北海道支部研究発表会(昭和31年3月北大工学部にて開催)に於て“弾性的兩端固定桁の立体的解法について”と題し、桁の立体的理論につを一部発表したが、これを格子鉚桁鉄道橋の計算方法に取り入れ、KS-18 荷重による支間50mの鉄道橋について詳細なる計算と嚴密なる吟味を試みたもので、それらの解式と計算方法並に検討結果などにつき説明するつもりである。尚この計算は室工大昭和31年卒業、島田純君に負う處多く同君の努力に深謝する。

2. 弾性的兩端固定桁の立体的解式(第4圖参照)

兩端に荷重がない場合は、 $W_A=0, W_B=0$ となり 解式は次の如くなる。

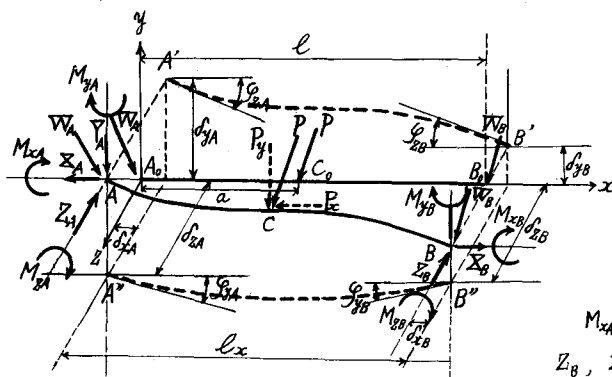
$$\left. \begin{aligned} M_{xA} &= \frac{R_0 G}{\ell} (y_{xA} - y_{xB}), \quad M_{yA} = \frac{2EI_y}{\ell} \left[2y_{yA} + y_{yB} + 3 \frac{(d_{2A} - d_{2B})}{\ell} \right] + C_{yA}, \quad M_{zA} = \frac{2EI_z}{\ell} \left[2y_{zA} + y_{zB} - 3 \frac{(c_{2A} - c_{2B})}{\ell} \right] - C_{zA} \\ y_A &= -\frac{6EI_y}{\ell^2} \left[y_{2A} y_{2B} - \frac{2}{\ell} (c_{2A} - c_{2B}) y_{2A} + \frac{1}{\ell} (c_{2A} - c_{2B}) \right], \quad z_A = -\frac{6EI_z}{\ell^2} \left[y_{2A} + y_{yB} + \frac{2}{\ell} (d_{2A} - d_{2B}) \right] + Q_{2A} + \frac{1}{\ell} (c_{2A} - c_{2B}), \quad x_A = \frac{A}{12\ell} \left\{ \int_0^{\ell} \frac{1}{2} M_{yz} dx + \int_0^{\ell} \frac{1}{2} M_{yx} dx \right. \\ &\quad \left. + \frac{A}{12\ell} \left\{ \int_0^{\ell} \frac{1}{2} M_{yz} dx + \int_0^{\ell} \frac{1}{2} M_{yx} dx \right\} \right\} \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} M_{xB} &= \frac{R_0 G}{\ell} (y_{xB} - y_{xA}), \quad M_{yB} = \frac{2EI_y}{\ell} \left[y_{yA} + 2y_{yB} + 3 \frac{(d_{2A} - d_{2B})}{\ell} \right] - C_{yB}, \quad M_{zB} = \frac{2EI_z}{\ell} \left[y_{zA} + 2y_{zB} - 3 \frac{(c_{2A} - c_{2B})}{\ell} \right] + C_{zB} \\ y_B &= \frac{6EI_y}{\ell^2} \left[y_{2B} + y_{2A} - \frac{2}{\ell} (d_{2A} - d_{2B}) \right] + Q_{2B} - \frac{1}{\ell} (c_{2A} - c_{2B}), \quad z_B = -\frac{6EI_z}{\ell^2} \left[y_{2A} + y_{yB} + \frac{2}{\ell} (d_{2A} - d_{2B}) \right] + Q_{2B} - \frac{1}{\ell} (c_{2A} - c_{2B}), \quad x_B = -\left\{ \frac{A}{12\ell} \left\{ \int_0^{\ell} \frac{1}{2} M_{yz} dx + \int_0^{\ell} \frac{1}{2} M_{yx} dx \right\} \right. \\ &\quad \left. + \frac{A}{12\ell} \left\{ \int_0^{\ell} \frac{1}{2} M_{yz} dx + \int_0^{\ell} \frac{1}{2} M_{yx} dx \right\} \right\} \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

$$\left. \begin{aligned} M_{yx} &= \frac{P_y a}{\gamma} \sinh \gamma x - M_{yA} \cosh \gamma x - G_{yA} \gamma K I_y \sinh \gamma x \cdots \cdots 0 \leq x \leq a, & M_{yx} &= \frac{P_y b}{\gamma} \sinh \gamma (l-x) - M_{yB} \cosh \gamma (l-x) - G_{yB} \gamma K I_y \sinh \gamma (l-x) \cdots \cdots a \leq x \leq l \\ M_{zx} &= \frac{P_z a}{\gamma} \sinh \gamma x - M_{zA} \cosh \gamma x - G_{zA} \gamma K I_z \sinh \gamma x \cdots \cdots 0 \leq x \leq a, & M_{zx} &= \frac{P_z b}{\gamma} \sinh \gamma (l-x) - M_{zB} \cosh \gamma (l-x) - G_{zB} \gamma K I_z \sinh \gamma (l-x) \cdots \cdots a \leq x \leq l \end{aligned} \right\} \cdots \cdots (3)$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{\gamma}{F(E + \frac{1}{\gamma}) I_z}} \quad \rho = \text{係数} \cdots \cdots (4)$$

第4圖 両端が弾性的に固定された桁の立体的変位圖



$$\left. \begin{aligned} G_{yA} &= \frac{P_y a b (l+a)}{6 E I_y}, & G_{yB} &= -\frac{P_y a b (l+a)}{6 E I_y} \\ G_{zA} &= \frac{P_z a b (l+b)}{6 E I_z}, & G_{zB} &= -\frac{P_z a b (l+b)}{6 E I_z} \end{aligned} \right\} \cdots \cdots (4)$$

$$\left. \begin{aligned} G_{xA} &= \frac{P_y c}{\alpha G J_d} \left\{ \frac{\sinh \alpha b}{\sinh \alpha l} \sinh \alpha x - (a-b) \frac{x}{l} \right\} + \frac{M_{xA}}{c} \\ &\quad + \left(\frac{\alpha G}{\rho} \right) \left(1 - \frac{\alpha G}{\rho} \right) \left(\frac{\alpha G}{\rho} - \frac{\alpha}{2} - \delta_{yA} + \delta_{yB} \right) \\ G_{xB} &= \frac{P_y c}{\alpha G J_d} \left\{ \frac{\sinh \alpha a}{\sinh \alpha l} \sinh \alpha (l-x) - (a-b) \frac{l-x}{l} \right\} + \\ &\quad \frac{M_{xB}}{c} - \left(\frac{\alpha G}{\rho} - \frac{\alpha}{2} - \delta_{yA} + \delta_{yB} \right) \left(1 - \frac{\alpha G}{\rho} \right) \end{aligned} \right\} \cdots \cdots (5)$$

(1), (2) 式に (3), (4), (5) 式を代入すれば

$M_{xA}, M_{yA}, M_{zA}, Y_A, Z_A, X_A; M_{xB}, M_{yB}, M_{zB}, Y_B, Z_B, X_B$ の詳しい計算式が得られる。茲に。

X_A, X_B : A 梁及び B 梁に於ける x 軸方向の軸力。 Y_A, Y_B : A 梁及び B 梁に於ける y 軸方向の剪断力 (軸の負方向に向うを正とす) Z_A, Z_B : A 梁及び B 梁に於ける z 軸方向の剪断力 (軸の負方向に向うを正とす) G_{xA}, G_{yA}, G_{zA} : A 梁に於ける x 軸の周りの捩れ角及び y, z 軸の周りの角。 G_{xB}, G_{yB}, G_{zB} : B 梁に於ける x 軸の周りの捩れ角及び y, z 軸の周りの角。 $\delta_{xA}, \delta_{yA}, \delta_{zA}$: A 梁に於ける部材端変位の x, y, z 軸方向の分値 $\delta_{xB}, \delta_{yB}, \delta_{zB}$: B 梁に於ける部材端変位の x, y, z 軸方向の分値 M_{xA}, M_{yA}, M_{zA} : A 梁に於ける x 軸の周りの捩りモーメント及び y, z 軸の周りの端モーメント M_{xB}, M_{yB}, M_{zB} : B 梁に於ける x 軸の周りの捩りモーメント及び y, z 軸の周りの端モーメント, K_x : x 軸の周りの捩り剛性補正係数 J_y, I_z : y 軸, z 軸に関する桁断面の二次モーメント, Q_{yA}, Q_{yB} : AB 桁を単純桁と考えた時の P_y 荷重による材端剪断力, Q_{zA}, Q_{zB} : AB 桁を単純桁と考えた時の P_z 荷重による材端剪断力 C_{yA}, C_{yB} : AB 桁を固定桁と考えた時の P_y 荷重による端モーメント C_{zA}, C_{zB} : AB 桁を固定桁と考えた時の P_z 荷重による端モーメント M_{yx}, M_{zx} : 任意の梁に於ける y 軸, z 軸の周りの曲げモーメント c : 偏心距離即ち荷重 P が xz 平面と交る梁の x 軸よりの距離 G : 剪断弾性係数 E : 弾性係数 l : 桁の中心線より上下断面の重心間距離 J_d : 桁断面の全捩り抵抗モーメント J : 桁縁部の曲げを考えた時の中心線より上又は下の断面二次モーメント l : 支間

3. 計算結果 両端に於ける支梁の変位を零として、(1), (2), (3), (4), (5) 式を、更に計算し易き形に誘導し 支間 50m の特殊鉸桁鉄道橋に対し、KS-18 荷重によつて計算せる結果について述べれば次の如くである。先づ支間 50m の単純鉸桁橋とその断面を比較して見れば、単純鉸桁橋の桁高 3.0m 断面 2455 cm² に対し、三軸固定桁としての本橋は、桁高 1.98 m、断面 1520 cm² となり遙かに小さい断面で足りる事が分つた。又 三軸固定桁を二軸固定桁と比較すると、二軸の場合は、断面 1680 cm² となり 三軸の場合の方が約 10% 程度、小さくて済むことが分つた。その他、三軸の場合は、単純鉸桁橋、或は二軸の場合と種々、異つた応力状態となる事などに関し 講演会の席上に於て発表する考へである。要するに、格子鉸桁橋の主桁の計算には、三軸固定桁理論を用いるのが望しいと思う。