

$$s = \sin u, \quad c = \cos u, \quad sh = \sinh u, \quad ch = \cosh u$$

u の代りに v となつたものは $\bar{s}, \bar{c}, \bar{sh}, \bar{ch}$ で示す。

$$sz = \sin z, \quad cz = \cos z$$

打継目で傾斜角の差に比例した曲げモーメントが働くと考えるとこの式は次のようになる。

$$\begin{aligned} & 2(1+cz \cdot chz) + 2\theta_1 z(cz \cdot shz - sz \cdot chz) \\ & + \theta_2 z(s \cdot ch - c \cdot sh - \bar{s} \cdot \bar{ch} + \bar{c} \cdot \bar{sh} - sz \cdot \bar{ch} \cdot \bar{ch} + shz \cdot c \cdot \bar{c}) \\ & + \theta_1 \theta_2 z^2 \{2s \cdot sh + sh(cz \cdot \bar{sh} - sz \cdot \bar{ch}) + s(chz \cdot \bar{s} - shz \cdot \bar{c})\} \\ & + qz^2 \{2(cz \cdot shz - sz \cdot chz) - 4\theta_1 z \cdot sz \cdot shz \\ & - \theta_2 z \{2\bar{s} \cdot \bar{sh} + \bar{s} \bar{h}(sz \cdot ch - cz \cdot sh) + \bar{s}(shz \cdot c - chz \cdot s)\} \\ & + 2\theta_1 \theta_2 z^2 (shz \cdot s \cdot \bar{s} - sz \cdot sh \cdot \bar{sh})\} = 0 \end{aligned}$$

実例として山田線の振動試験より求めた結果について述べる。

(2-12) スラブ止め格子桁, 格子合成桁の模型実験

正員	京都大学工学研究所	工博	○成	岡	昌	夫
正員	神戸大学工学部		大	村		裕
正員	大阪市土木局		近	藤	和	夫
正員	新三菱重工業 K. K.	神戸造船所	伊	藤	敏	一

1. さきに鋼格子桁(横桁1本および3本), 格子合成桁(参考のために合成桁並列構造もあわせて), スラブ止め格子桁, スラブ絶縁格子桁の実験を行い, 報告した。これらはいずれも5本主桁の場合である。

2. 上に述べたスラブ止め格子桁は, 両端単純支持で, 正の曲げモーメントを受ける場合である。この場合支点をこして張出部をつけると, ゲルバー桁橋の碇着部となる。この張出部の先端に集中荷重をかけると, 負の曲げモーメントを受けることになる。このようなスラブ止め格子碇着桁の性状をしらべることは, 1. の場合と異なつた興味ある実験である。

3. 1., 2. の実験の格子桁は5本主桁で, 各桁の断面2次モーメントが等しい。しかし実際の格子桁橋では, $J_R/J = 1.2 \sim 1.7$ である。大阪市の新喜多大橋架換工事に伴い, 実物の1/4のスケールで, かつ格子桁の剛度 z と J_R/J の値が実物とよくにている模型桁橋を製作し, これについて, 格点載荷, パネル中央載荷により, 格子桁としての性状をくわしく調べることにした。

4. 一般にこのような実験では, 桁の応力に主眼がそそがれるが, 格子桁の上フランジである床板の変形状態を知るの大切なことである。この意味において 3. のパネル中央載荷にあつては, 特に載荷パネルおよび隣接するパネルの変形状態をしらべることにした。この場合の床板は4辺を弾性梁で支持されているので, 応力状態が甚だ複雑である。これと比較する意味で, 主桁, 横桁(いずれもジベルがついている)で支えられ, かつ床板の支承である桁がいずれも撓まない模型床板(1パネル分)についても, 床板の変形をしらべ, 両者を比較し格子合成桁の床板の研究を行つた。講演会では主として 3. について述べたいと思う。

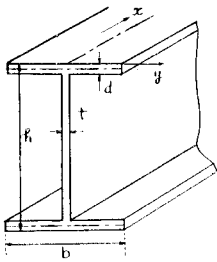
5. 3. の実験においては, 応力比, 撓み比の値が, およそ80~90%であつて, さきに5本主桁の場合において求めた値と一致する。すなわち横桁による荷重分配は明らかに認められる。

(2-13) I 形桁のフランジの有効幅について

正員 東京大学工学部 奥 村 敏 恵

通常見られるプレートガーダーではフランジの有効突出長はその板厚の函数で与え, 全断面有効とみなしている。最近合成桁, 函桁形式が採用されるに従つて, フランジ幅と桁長の比が大となり, その有効幅(応力分布の均一性)が問題となつている。しかし従来の文献によると, T 形桁としての計算であり, I 形即ち上下にフランジを有するものは筆者の見た文献には見あたらない。このようなフランジの応力分布の不均一性を支配する条件

図 - 1



は, (1) フランジの平面度, (2) 平面フランジの場合, ウェブよりのはなれと自由辺の存在, (3) 荷重作用の局部効果, (4) 偏心載荷等である。この内特に (2) の条件について対称 I 形桁の例をとり, その応力分布の均一性に対する考察を試みることにしよう。

今図-1 に示すような桁について考える。フランジの応力分布を支配する応力函数を F , x, y 方向の変位を u, v とする。

境界条件 (i) 自由辺 $y = \pm b/2$ に於て

$$\partial F / \partial x = \partial F / \partial y = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

(ii) $y = 0$ に於て

$$v = 0 \quad \varepsilon_x = \partial u / \partial x = M(x) / EW(x)$$

$M(x)$ は任意の点 x の曲げモーメント, $W(x)$ はその点の断面係数, 第2の境界条件は有効幅 λ_e として,

$$\lambda_e = \int_{-b/2}^{+b/2} \sigma_x dy / \frac{M(x)}{W(x)}$$

とおき, $W(x) = h/6(ht + 6\lambda_e d)$ とおくと, 変形して示すと,

$$\left(\frac{\partial^2 F}{\partial y^2} - \nu \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} \right)_{y=0} + \frac{12d}{ht} \left[\left(\frac{\partial F}{\partial y} \right)_{y=b/2} - \left(\frac{\partial F}{\partial y} \right)_{y=0} \right] = \frac{6}{h^2 t} M(x) \quad \dots\dots\dots (2)$$

一方 y 方向の変位を支配する条件として,

$$v_{y=b/2} - v_{y=0} = \mp \frac{\nu}{E} \left[\left(\frac{\partial F}{\partial y} \right)_{y=b/2} - \left(\frac{\partial F}{\partial y} \right)_{y=0} \right] \left(\begin{array}{l} \text{引張側} \\ \text{圧縮側} \end{array} \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

応力函数 F の条件式より一般に

$$F = \sum_n \left(A_n e^{\frac{n\pi y}{l}} + B_n y e^{\frac{n\pi y}{l}} + C_n e^{-\frac{n\pi y}{l}} + D_n y e^{-\frac{n\pi y}{l}} \right) \sin \frac{n\pi x}{l}$$

l は径間長を示す。

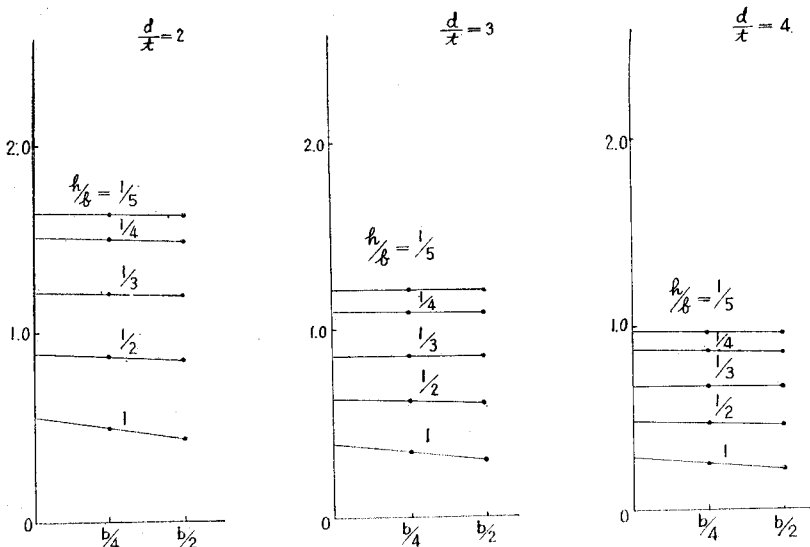
ここで上の境界条件を使用し $A_n B_n C_n D_n$ を定めると,

$$\begin{aligned} \sigma_x = \sum_{n=1}^{\infty} & \left[-\mu b \left(\frac{2\mu}{b} \right)^2 \left\{ -\left(2 + \frac{1}{\mu} \right) \frac{\varphi_{n2}}{\varphi_{n1}} + 1 \right\} e^{2\mu(y-l)/b} \right. \\ & + 2 \left\{ -2\mu \frac{\varphi_{n2}}{\varphi_{n1}} + \frac{1}{2} (2\mu - 1) \right\} \left\{ \left(\frac{2\mu}{b} \right)^2 y e \right. \\ & \left. \left. - b \left(\frac{2\mu}{b} \right)^2 \frac{\varphi_{n2}}{\varphi_{n1}} e^{-\frac{2\mu y}{b}} + \left(\frac{2\mu}{b} \right)^2 y e^{-\frac{2\mu y}{b}} - 2 \left(\frac{2\mu}{b} \right) e^{-\frac{2\mu y}{b}} \right\} \frac{M_n}{\varphi_{n1}} \sin \frac{2\mu x}{b} \right] \quad \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

但し $n\pi b/2l = \mu$

図 - 2 (a)

①(引張) $\frac{h}{\lambda} = \frac{1}{10}$



なお 引張側

$$\varphi_{n1} = \frac{1}{1+\nu} - \frac{4}{1+\nu} e^{-\mu} + \left(\frac{2\mu}{1+\nu} + \frac{4+\nu}{1+\nu} \right) e^{-2\mu}$$

$$\varphi_{n2} = \frac{-3\nu}{2\mu(1+\nu)} + \frac{1}{2\mu} - \frac{2}{1+\nu} e^{-\mu} + \left\{ \mu \frac{1+2\nu}{1+\nu} + \left(1 - \frac{1}{2\mu} \right) \frac{1-2\nu}{1+\nu} \right\} e^{-2\mu}$$

圧縮側

$$\varphi_{n1} = \frac{1+2\nu}{1+\nu} - \frac{4}{1+\nu} e^{-\mu} + \left(2\mu \frac{1+2\nu}{1+\nu} + \frac{4-\nu}{1+\nu} \right) e^{-2\mu}$$

$$\varphi_{n2} = \frac{-\nu}{2\mu(1+\nu)} + \left(\frac{1}{2\mu} - \frac{2}{1+\nu} \right) e^{-\mu} + \left\{ \frac{\mu}{1+\nu} + \left(1 - \frac{1}{2\mu} \right) \frac{1}{1+\nu} \right\} e^{-2\mu}$$

$$\varphi_{n3} = \left(\frac{2\mu}{b} \right)^2 (1+\nu) \left[1 + \left\{ \frac{4}{1+\nu} - (2\mu+1) \right\} e^{-2\mu} \right]$$

$$\varphi_{n4} = - \left(\frac{2\mu}{b} \right) (1+\nu) \left[\frac{2}{1+\nu} + \left\{ 2\mu^2 - \frac{2}{1+\nu} (2\mu-1) \right\} e^{-2\mu} \right]$$

$$\varphi_{n5} = \left(\frac{2\mu}{b} \right) \{ 1 + (2\mu-1) e^{-2\mu} \}$$

$$\varphi_{n6} = \{ -1 + (2\mu^2 - 2\mu + 1) e^{-2\mu} \}$$

$$\frac{6b}{h^2 t} \varphi_{n7} = - \frac{b^2 \varphi_{n2} \varphi_{n3}}{\varphi_{n1}} + b \varphi_{n4} + \frac{12db}{ht} \left(- \frac{\varphi_{n2} \varphi_{n5}}{\varphi_{n1}} + \varphi_{n6} \right)$$

図 - 2 (b)

(2) (圧縮) $\frac{h}{t} = \frac{1}{10}$

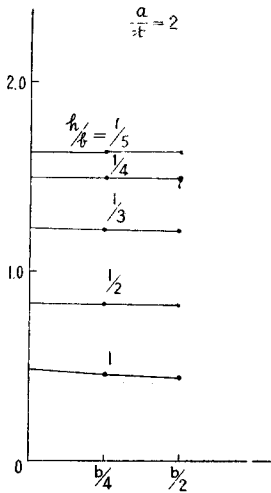


図 - 3 (a)

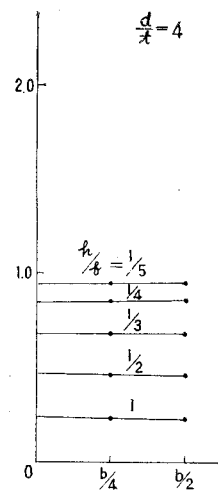
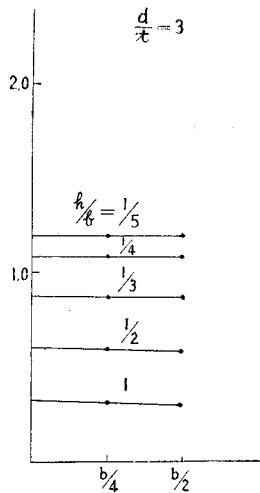
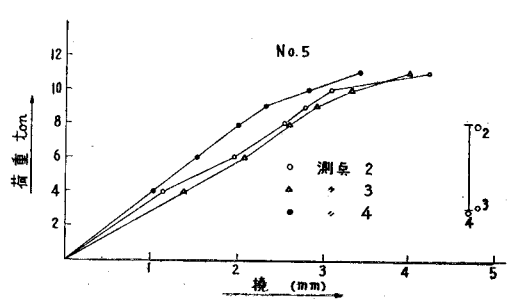
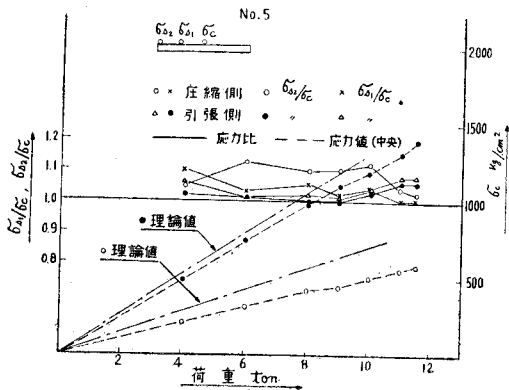


図 - 3 (b)



一方 M_n は Fourier 級数に展開したときの n 次の値を示す。荷重の形で異なるが、一般に n についてすみやかに収斂する値である。今 $h/l=1/10$ の場合について計算した値を図-2 (a), (b) に示す。 h/l が小となるほどこの値は水平となる。

一方フランジの突出長を色々とかえて、10 個の試験片について実験をおこなった。この一例を図-3 (a), (b) に示す。フランジの平面度が応力分布に影響をおよぼすが $b/t=40$ までは少くとも応力分布が一様であることを示した。

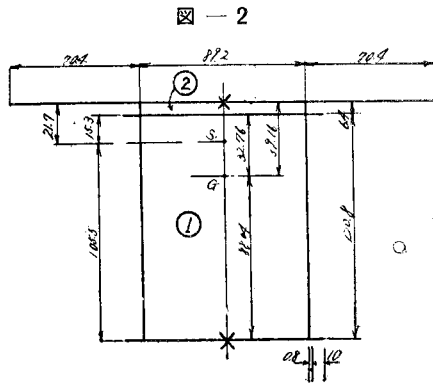
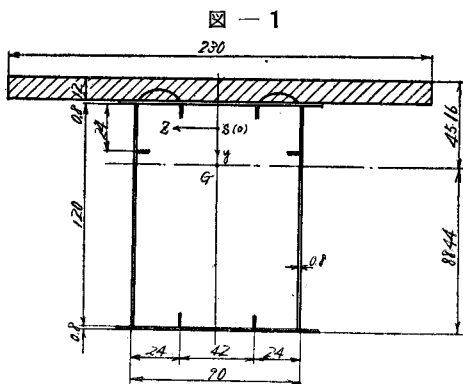
(2-14) 実験箱桁の応力解析及びその実測値との比較

正員 京都大学工学部 工博 ○小 西 一 郎
准員 京都大学工学研究科 福 本 秀 士

合成箱桁橋の設計計算において、従来の I 形断面をもつ桁橋の設計計算法がそのまま適用できない偏心荷重状態における合成箱桁の応力解析を行い、この結果を昭和 29 年 9 月汽車製造 K.K. 大阪製作所で行われたスパン 24 m の合成単一箱桁の実験桁に適用し、実測値との比較検討を試みたものである。

なお本文中に使用した式番号は土木学会論文集第 25 号小西ほか 2 名著“合成箱桁橋の応力解析と設計計算法について”に従った。

図-1 に示すとおり、合成箱桁の剪断中心を原点 O とすると、力学的には図-2 の線図に示すとおり、次の各部からなると考えられる。



(1) 曲げ及び捩りに抵抗する鋼箱桁薄肉断面部 ①

(2) 曲げ及び捩りに抵抗する鋼箱桁上部カバープレート、ジベル及びコンクリート床板により形成される箱桁薄肉断面部 ②

1. 単純捩り

合成単一箱桁の捩り剛性は式 (6) から

$$K = 4 \cdot \frac{C_{22}F_1^2 + 2C_{12}F_1F_2 + C_{11}F_2^2}{C_{11}C_{22} - C_{12}^2} G_s + \sum \frac{1}{3} G b t^3 = 1.22710 \times 10^{12} \text{ kg-cm}^2$$

となる。捩り関数 $\tilde{q}_1, \tilde{q}_2$ を式 (4) から求める。

2. 曲 げ

合成箱桁断面における曲げ垂直応力を算定するには、通常 I 形合成桁の応力算定公式がそのまま適用できるが、剪断応力に関しては剪断流理論によらねばならない。閉断面に図-2 のように 2 個の切断 (×印) を入れて静定開断面とし、式 (7) 及び (10') から実在剪断流 q_0 を求める。

3. 剪断中心の決定

床板中心線と y 軸との交点 C 上 h の位置を剪断中心とすると、式 (37) より $h=21.70 \text{ cm}$ として求められる。

4. 曲 げ 捩 り

式 (14) で定義したそり関数 W_s を式 (20) より算定する。次に静定基本系における曲げ捩り 2 次剪断流 $\bar{q}_{10}$