

部分合成桁の境界部に於ける応力の一般的研究と模型実験

東京都立大学 正員 工博 奥田 秋夫

東京都建設局 正員 吉田 明

東京都建設局 正員 佐藤 政勝

新国際空港公団 正員 間瀬 孝一

1. はじめに

ゲルバー桁橋の定着桁の負の曲げモーメント区間に全くジベルを用い、コンクリート断面を無視した非合成とし、正の曲げモーメント区間はジベルを用いて合成させた部分合成桁とする方法が考えられる。この部分合成桁に於いて、合成非合成の境界部の境界範囲、中立軸の変移及び応力伝達状態等についてまだ説明されていない問題がある為、模型実験によりこれらの問題に対して解析方法を見いだし、定着桁の正の曲げモーメント区間を合成桁とする部分合成桁として経済的な設計を可能ならしめる事を目的とする。

2. 鋼桁（コンクリート打設前）の問題

A) エフランジ切り欠き形状

エフランジの切り欠き形状を矩形、円形、三角形、楕円と変化させて各々の形状に於ける応力集中、応力分布状態、影響長とを比較検討する。理論計算は矩形切り欠き形状に対しては $A \log y$ の応力関数を用い、円形、三角形、楕円形状に対しては差分方程式を適用して解いた。

図-1

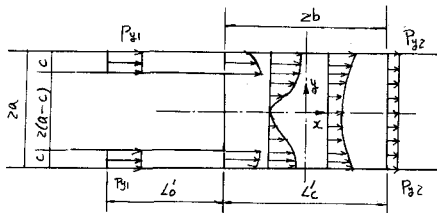
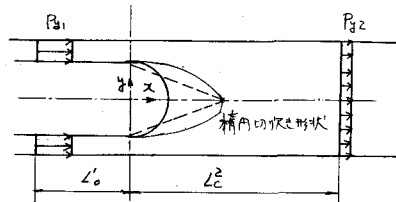


図-2



$$F = \frac{a_0}{4} y^2 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{a_n^2} (A_n \cosh d_n x + d_n x B_n \sinh d_n x + C_n \sinh d_n x + d_n x D_n \cosh d_n x) \cos d_n y$$

$$F: A \log y \text{ の応力関数 } \text{この時 } \sigma_x = \frac{\partial^2 F}{\partial y^2}, \sigma_y = \frac{\partial^2 F}{\partial x^2}, \tau_{xy} = -\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y}$$

差分方程式 (差分目を Δx , Δy とすれば)

$$F_k \left\{ 6 \left[\left(\frac{\Delta x}{\Delta y} \right)^2 + \left(\frac{\Delta y}{\Delta x} \right)^2 \right] + 8 \right\} - 4 \left\{ \left[1 + \left(\frac{\Delta x}{\Delta y} \right)^2 \right] (F_{k+1} + F_{k-1}) + \left[1 + \left(\frac{\Delta y}{\Delta x} \right)^2 \right] (F_k + F_{k+2}) + 2 (F_{k+1} + F_{k+2}) \right\} + 2 (F_{k-1} + F_{k+1}) + \left(\frac{\Delta x}{\Delta y} \right)^2 (F_{k+2} + F_{k-2}) + \left(\frac{\Delta y}{\Delta x} \right)^2 (F_k + F_{k+4}) = 0$$

$$\sigma_x = (F_k - 2F_{k+1} + F_{k+2}) / \Delta y^2, \sigma_y = (F_{k+1} - 2F_k + F_{k-1}) / \Delta x^2, \tau_{xy} = -(F_{k+1} + F_{k-1}) - (F_{k+2} + F_{k-2}) / 4 \Delta x \Delta y$$

まとめ

1. 切り欠き形状は応力伝達のみを考慮すれば三角形形状が良好であるが形状の頂角で異様な応力が起る為、本実験の四種類の内では楕円形状が好ましいと認められる。
2. 応力の乱れる影響長は $L_c \approx 3/4 \times (2a)$, $L_b \approx 1/2 \times (2a)$, $L_a \approx 5/4 \times (2a)$ であった。
3. 応力集中は切り欠き形状変化部初角附近で起り各形状大差はなく、はり理論の 1.4 倍であった。

B) 腹板の問題

外力による曲げモーメントを一定にさせた区画では、外力による切断力は零であるが断面変化によるせん断力が発生する。このせん断力ははり理論では断面変化部のみで発生するが実際にはある区画で分布されるものと考えられる(図-3)

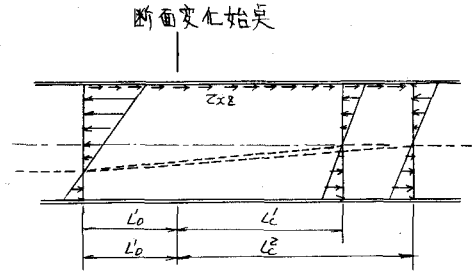
まとめ

4. 断面変化によるせん断力分布中は

上フランジの応力分布影響長さはほぼ等しい、橋内形状が最も大きい。

5. 中立軸の移行は肩形状ともほぼ直線的に変化する。この率は応力分布中同じせん断応力が一定に分布していると思われる。

図-3



3. 合成桁としての問題

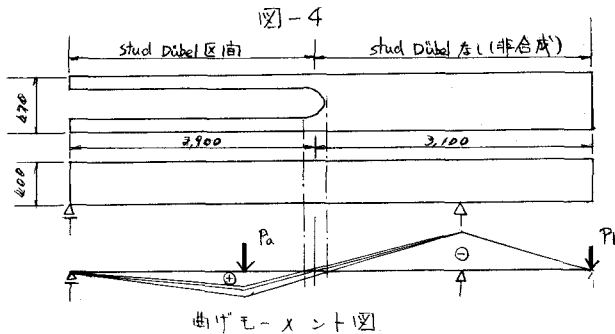
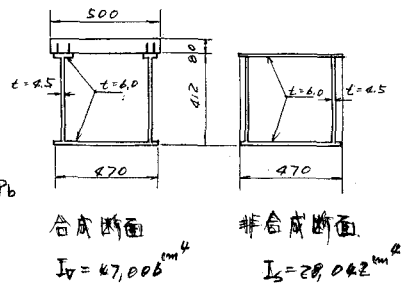
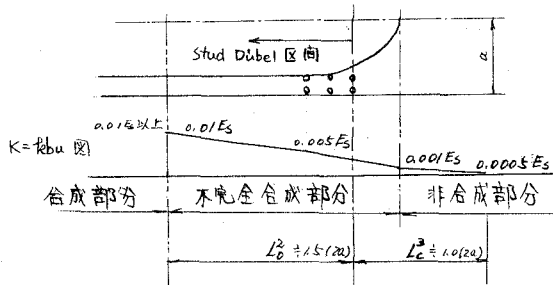


図-5

図-6



合成非合成(stud Döbel区画を合成区画とする)はstud Döbel最終端が境界ではなく、ある区画で漸次変化する事がはじまった。stud Döbelが合成桁として十分な剛性を有すると考えられる $k \cdot k_{bu} = 0.01 E_s$ 以上の区画を合成桁(完全)とし、 $k \cdot k_{bu}$ が $0.01 E_s \sim 0.001 E_s \sim 0$ と変化する部分(区画)を不完全合成桁として理論計算を行った場合実験とはほぼ一致した。



まとめ

6. stud Döbel 最終端を合成非合成の境界と考える時、stud Döbel側に拘束フランジ中の1.5倍又はstud Döbel 6~10ピッチ(本実験では径6mmのstud Döbel使用)位は十分な合成作用を持たない区画を設けねばならないと思われる。

7. 断面変化部では外力に生ずる曲げモーメントの応力度に対しては余裕があると思われるがせん断応力度は比較的大きく断面変化によるせん断力が附加されるのでせん断応力度に対して十分断面を検討する。