

浦賀重工業 K.K. 正員 南 保 賀  
 東京大学大学院 学生員 落 合 重 俊  
 浦賀重工業 K.K. ○ 福岡 孝 一

### 1 はじめに

部分合成桁等に見られるように鋼断面が開断面，閉断面より構成されている場合はその処理が常に問題になっている。中立軸位置の偏心及び接り剛性，曲げ接り剛性の急激な変化による影響と設計に如何に取り入れるかは今まで究明されていない。この影響によって垂直応力，せん断応力がどのような分布状態を示すかを理論的，実験的に調べて設計に多少とも合理性をもたせる目的で本研究を始めた。

### 2. 両端曲げの場合

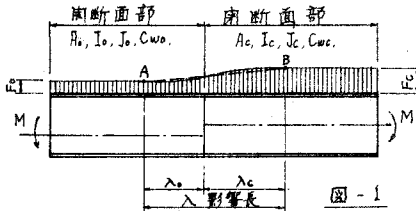


図-1

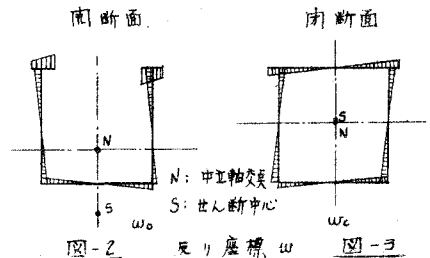


図-2

図-3

#### A) 影響長さの問題

- i) St. Venant の問題 一般に薄肉梁に於ては St. Venant の原理が成立し難い故局部応力と見做される影響部分が橋軸方向に比較的拡がりを持つようになる。
- ii) 外力荷重による応力の St. Venant の現象の減少率は弾性特性値  $\mu = \ell \sqrt{\frac{GJ}{EC_w}}$  によって決定される故，この英から判断すると閉断面の方が減少率が一般に小さい。しかしフランジ断面の形状に起因する方がほとんど支配的で影響長は閉断面側にくい込んだ状態となる。

#### B) 上フランジの問題

- i) フランジ力 ( $F_0, F_c$ ) の橋軸方向での変化率の問題

$$\text{閉断面側フランジ力 A 英} \quad F_0 = A_{0u} \frac{M}{I_0} g_{0u}$$

$$\text{閉断面側フランジ力 B 英} \quad F_c = A_{cu} \frac{M}{I_c} g_{cu}$$

$F_0$  より  $F_c$  への変化は一般に正弦曲線状(図4実線)になると見做される。

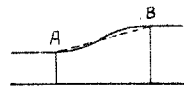


図-4

- ii) フランジ応力 ( $\sigma_0, \sigma_c$ ) の中方向での分布状態

この影響は図6の二次元問題の解から概略の \$\lambda\$ の値が解明できる。この場合一般に  $b/b_c = 1/4$  程度の場合  $\lambda$  は約  $b_c$  となる。

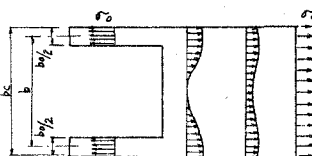


図-5

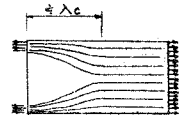


図-6

#### C) 腹板の問題

- i) 腹板とフランジの接合部の剪断力の分布

せん断力は中央付近で最大となる図7のような分布を示すと仮定すると。

$$\tau_{\xi} = \frac{F_c - F_0}{t_w \lambda} \cdot \frac{\pi}{\pi - 2} \left(1 - \cos \frac{\pi \xi}{2\lambda}\right)$$

この場合フランジ力の変化は当然次式で表わされる。

$$F_{\xi} = F_0 + \frac{F_c - F_0}{\lambda} \cdot \frac{\pi}{\pi - 2} \left[ \xi - \frac{2\lambda}{\pi} \sin \frac{\pi \xi}{2\lambda} \right]$$

ii) 腹板の応力解析は図9の境界力を有する二次元問題の解によって与えられる。

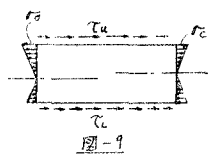


図-9

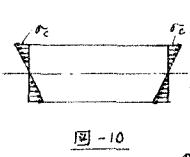


図-10

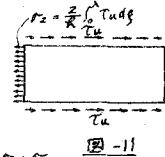


図-11

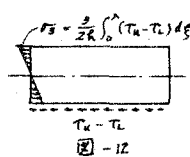


図-12

図9の解は重ね合せの法則により

図10～13の解から得られる。

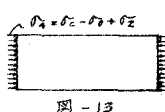


図-13

### 3 両端接りの問題

#### A) 閉断面

初期条件  $x = 0, y_0 = 0, T_w = 0$

接りモーメントは一定である故

$$\left. \begin{aligned} y_x &= y_0' \frac{l_0}{\mu} \sinh \frac{\mu}{l_0} x + \frac{1}{GJ_0} \left( x - \frac{l_0}{\mu} \sinh \frac{\mu}{l_0} x \right) \cdot T \\ y_x' &= y_0' \cosh \frac{\mu}{l_0} x + \frac{1}{GJ_0} \left( 1 - \cosh \frac{\mu}{l_0} x \right) \cdot T \\ T_w &= -y_0' \frac{l_0}{\mu} GJ_0 \sinh \frac{\mu}{l_0} x + \frac{l_0}{\mu} \left( \sinh \frac{\mu}{l_0} x \right) \cdot T \end{aligned} \right\} \textcircled{1}$$

但し  $\mu = l_0 \sqrt{\frac{GJ_0}{EC_w}}$  橋軸方向の変位  $u = -y_x'' \cdot w_0$  となり応力は  $\sigma_{w0} = -E y_x'' \cdot w_0$  となる。

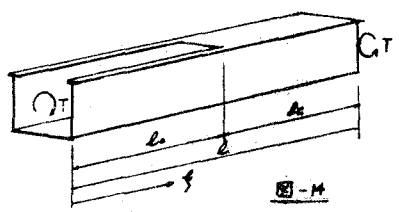


図-14

#### B) 開断面

開断面に作用する分布せん断力は St. Venant の純接りの式によって近似的に与えられ、このせん断流を  $q$  とすると  $q = T / \oint r^2 ds$  又平衡方程式より  $\frac{\partial(\delta t)}{\partial x} = \text{一定}$  とする。

橋長方向の変位  $u = -\frac{\delta w(l-x)}{E}$

接合英では  $u = -\frac{\delta w}{E} (l - l_0)$

$$\sigma_{wc} = \frac{E y_x'}{l - l_0} w_c$$

接合英の  $dx$  中の微小部は仮想仕事の定理を立てると

$$\int_{A_0} \sigma_c \cdot w_0 \cdot dA_0 - \int_{A_c} \sigma_c \cdot w_c \cdot dA_c = 0$$

この式に  $\sigma_c, \delta_c$  を代入すると

$$\int_{A_0} (-E y_x'' w_0 \cdot w_0) dA_0 + \int_{A_c} \left( \frac{-E y_x'}{l - l_0} w_c \cdot w_c \right) dA_c = 0$$

$$\text{上式より } y_x'' + \frac{C_{w0}}{(l - l_0) C_{w0}} y_x' = 0$$

上式は結合英の境界条件を与えるものである故

上式に①式の関係式を導入すれば  $y_0'$  が求まる。

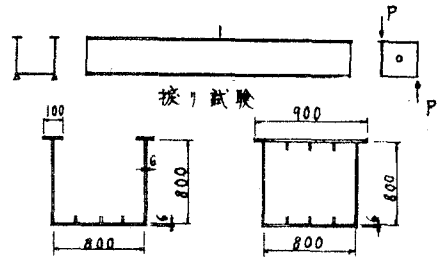
実験による考察は図15のような模型を用いて

行った。尚実験結果については小冊にまとめた

ので当日配布する。



曲げ試験



模型断面図 図-15