

九州大学 正員 太田 俊 昭

学生員 藤 岡 健 三

学生員 早 川 和 利

1. 予えがき

著者らは、先に純ねじりモーメントをうける一様な太肉断面を持つ梁について、一連の数値解析を行ない、その塑性力学特性を明らかにしてきた。この方法を拡張すれば曲げとねじりの連成荷重をうける場合についても、弾塑性挙動の解明が可能であり、今回は特に正方形断面を有する直角曲り梁を例にとり、数値計算による検討を試みた。

2. 解析理論

図-1 に示す太肉断面の梁が、曲げモーメント M とねじりモーメント T をうける場合を想定する。まずねじりせん断応力 τ は、応力関数 ψ を用いて、

$$\tau_x = -2\dot{\psi}/\partial x, \quad \tau_y = \partial\dot{\psi}/\partial y \quad \text{----- (1)}$$

また、ねじり率 $\dot{\omega}$ と ψ の関係は、Reuss 式 ($\tau_x = G\delta x - 2\tau_x G\dot{\omega}$,

$\tau_y = G\delta y - 2\tau_y G\dot{\omega}$) より、 G ; せん断弾性係数として

$$-2\dot{\psi} = 2G\dot{\omega} - 2G\left\{\frac{\partial}{\partial x}(\tau_y \dot{\omega}) - \frac{\partial}{\partial y}(\tau_x \dot{\omega})\right\} \quad \text{----- (2)}$$

よって、式(2)を差分表示に直し、Matrix 表示すれば、右辺の項を Matrix C で示すことにより、

$$A\dot{\psi} = 2H_0^2 G B \dot{\omega} + C \quad \text{----- (3)}$$

さらにねじりモーメントは文献(4)より

$$\dot{T} = 2B_0 H_0 D \dot{\psi} \quad \text{----- (4)}$$

一方、曲げについては、Reuss 式より垂直応力 $\sigma = E\dot{\epsilon} - \frac{2}{3}\sigma E\dot{\epsilon}$ として断面の対称性を考慮し、 y を x 軸からの距離とすれば、 E をヤング率として、

$$M = \int \sigma y dA = E \int \dot{\epsilon} y dA + M^p \quad \text{(ただし、 } M^p = -\frac{2}{3} \int \sigma E \dot{\epsilon} y dA \text{)} \quad \text{----- (5)}$$

又、曲率 $\dot{\phi}$ は $\dot{\phi} = \dot{\epsilon}(\text{下端}) / (H_0/2)$

に、式(5)中の $\dot{\epsilon}$ は、Mises 式を降伏条件として使用することにより、 σ_c ; 相当応力、 σ_f ; 降伏応力として、歪硬化係数 H' も導入した形で次のように求められる。(ただし $\delta x, \delta y$; 工学的定義のせん断ひずみ)

$$\dot{\epsilon} = \frac{3\sigma_f/2\sigma_c^2 \{ \sigma_c \dot{\epsilon} + 3G/\sigma_c^2 (\tau_x \delta x + \tau_y \delta y) \}}{H' + \sigma_f^2/\sigma_c^2 \{ \sigma_c^2 + 9G/E (\tau_x^2 + \tau_y^2)/\sigma_c^2 \}} \quad \text{----- (7)}$$

3. 解析例

図-2 に示すような諸量を有する正方形 ($1.0\text{cm} \times 1.0\text{cm}$) 断面片持梁を考える。断面を 10×10 に分割し、 y は長さ方向に13分割する。この時節点1~4は曲げだけを受け、節点5~15は曲げとねじりの連成をうけることになる。

接れ率 $\dot{\omega}$ とねじりモーメント T/H の関係を図-4に示す。図-5は15節点の $M/M_y - \phi/\phi_y$ の関係であり、図-6は $P = 0.93P_y$ の時の応力関数 ψ の分布を示し、図-7、図-8 は、それぞれ τ_x, τ_y の分布であり、さらに図-9は相当応力分布である。また図-10は、節点15の断面の周辺中央部における相当応力-相当ひずみ曲線である。

一方図-11は、荷重とたわみ曲線である。紙面の都合上、説明を割愛したが、詳細は当日発表する。

一方図-11は、荷重とたわみ曲線である。紙面の都合上、説明を割愛したが、詳細は当日発表する。

4. 計算結果

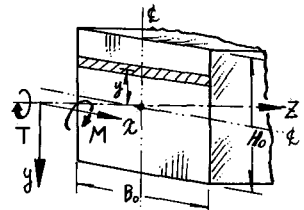


図-1

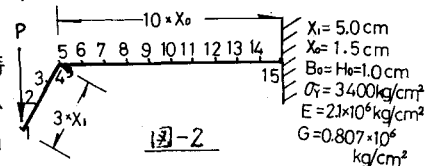


図-2

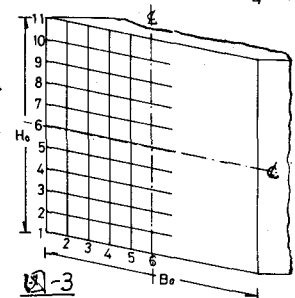
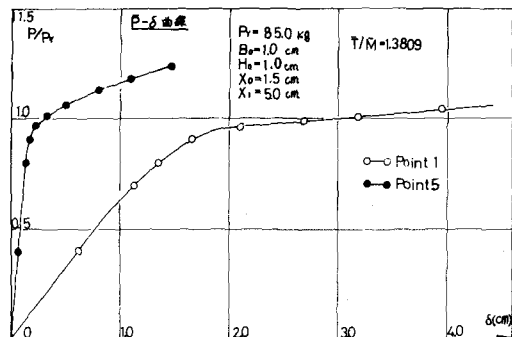
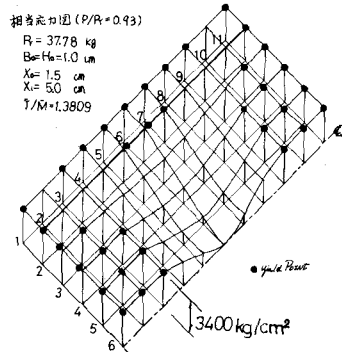
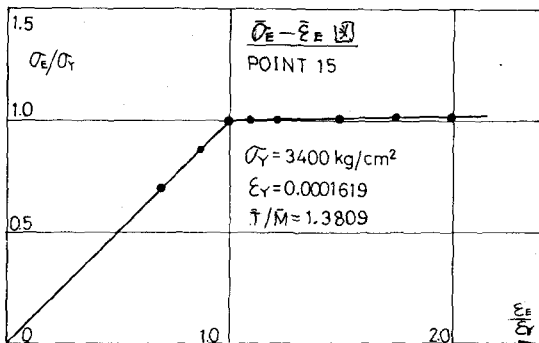
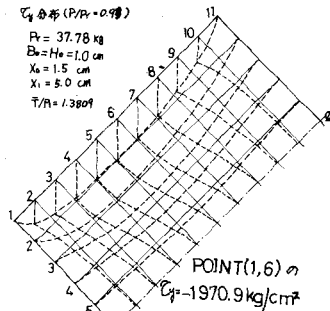
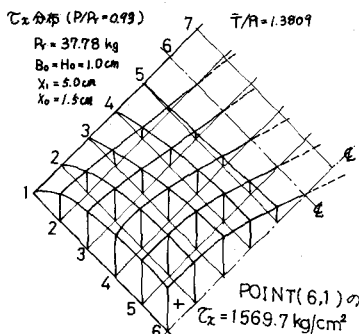
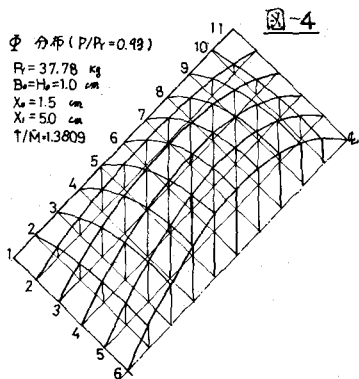
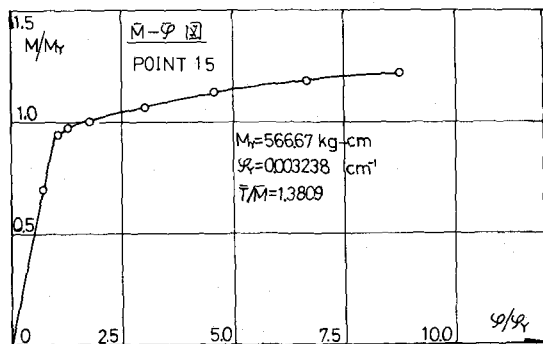
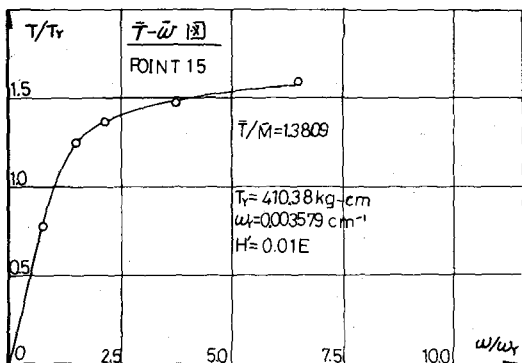


図-3



参考文献

- 1) 藤岡, 下田 ; 鋼部材のねじり挙動に及ぼす
 硬化現象の効果について (昭和51年第31回
 年次学術講演会講演集)
- 2) Toshiaki Ohta ; Elasto-Plastic Torsional
 Analysis of Uniform Bars, Transactions
 of JSCE, vol.4, P24, 1972