

I-37 軸力と曲げを受ける断面に曲率を有する 鋼製 Beam-Column の強度に関する研究

日本電子計算(株) 正員 ○狩野正人 京都大学工学部 正員 渡邊英一
京都大学工学部 正員 杉浦邦征 阪神高速道路公団 正員 江見 晋
京都大学大学院 学生員 森 忠彦

1. 目的

本研究は、鋼橋脚の柱部材の断面形状として美観上及び耐震性の向上という見地より、最近注目されているコーナー部に曲率を有する箱型断面（R付き箱型断面）を持つ鋼はり一柱を取り上げ、一定軸圧縮力と反復曲げモーメントが作用した場合の強度特性を NASTRAN及び簡易解析法による解析を行うことによって調べ、従来の箱型断面で高さ、幅が同じものと比較して、強度や靱性に対してどのような改善がみられるかを検討した。

2. 载荷実験

コーナー部分に曲率を持たせることによる耐荷力およびダクティリティの改善の効果について考察するために、Fig.1 に示す4種類の断面の供試体について実験を行った。

A-TYPE …… 箱型断面。

B-TYPE …… 曲率を持ったフランジ板と、ウェブ板をウェブで溶接したもの。

C-TYPE …… 曲率を持ったウェブ板と、フランジ板をフランジで溶接したもの。

D-TYPE …… ウェブ板中央で溶接したもの。

鋼製橋脚が地震荷重を受けた場合のモデルとして、軸方向圧縮力 P_h を一定に保ち、曲げモーメント M が時間的に変化する鋼箱型はり一柱を考える。すなわち、降伏荷重を P_{sq} としたとき、

$$P_h / P_{sq} = 0.2, \quad M = M(t) \quad (1)$$

なる载荷形式を採用する。(Fig.2)

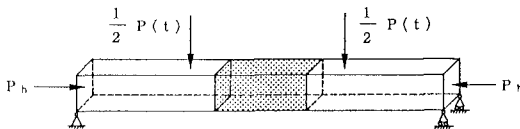


Fig.2 载荷形式

3. MSC/NASTRAN による弾塑性大変形解析

MSC/NASTRAN Ver.64 の Solution Sequences 66 (材料及び幾何学的非線形静的解析)を用いて弾塑性大変形解析を試みた。解析対象は対称性を考慮し供試体の 1/4の部分とした。Fig.3 に要素分割を示す。

材料の性質については、 $\sigma_y = 2400 \text{ kgf/cm}^2$, $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$, $\nu = 0.3$ の完全弾塑性体とし、降伏条件には von-Mises の降伏条件を適用した。

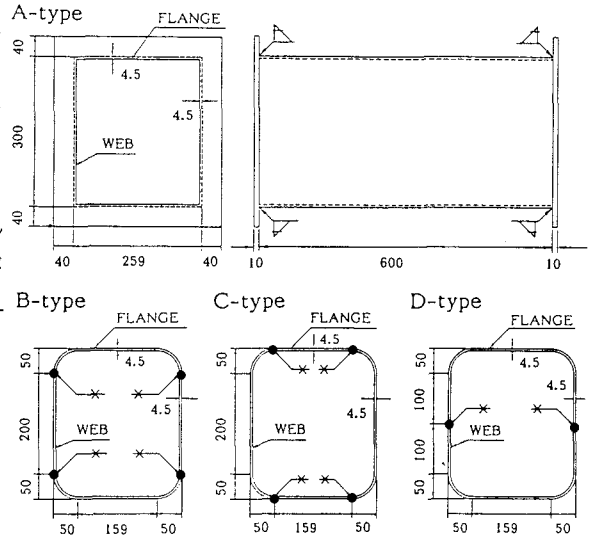


Fig.1 供試体 (unit:mm)

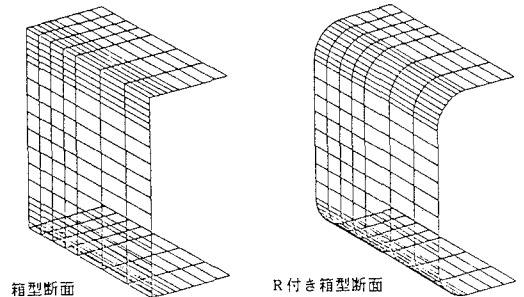


Fig.3 要素分割

4. 簡易解析法

鋼箱型はり一柱のM- ϕ 曲線を求める簡易的な解析法として、渡邊により簡易解析法が提案されている。¹⁾ 簡易解析法は、まずカラストロフィー理論により圧縮フランジの耐荷力を求めた後、つり合い条件および適合条件によりフランジ、ウェブの応力分布およびひずみ分布を算出し、全体の曲げモーメントおよび曲率を求めるものである。本研究では、Fig. 4 に示すようにコーナー部をフランジ板、ウェブ板に投影したモデルを考えることにより従来の簡易解析法に改良を加え、R付き箱型断面に応用した。

5. 結果

持続曲げを受けた場合の箱型断面およびR付き箱型断面はり一柱のM- ϕ 曲線を示す。Fig. 5 は NASTRAN による残留応力のない場合の解析結果である。

また、簡易解析法による解析例として、Cタイプの場合の解析結果を実験結果とともに Fig. 6 に示す。

6. 結論

(1) 残留応力や、初期たわみ等の初期不整がない場合、コーナー部分に曲率を持たせることにより強度、靱性とも大きく改善される。

(2) R付き箱型断面の場合は、座屈後の急激な耐荷力の低下はみられない。

(3) 簡易解析法による解析では、R付き箱型断面の場合、まだ実験結果を十分にとらえることができないが、全体の挙動の表現などについては、比較的よい結果が得られている。今後、座屈後の耐荷性状をうまく表すことのできるモデルの開発が必要であろう。

7. 参考文献

- 1) 渡邊英一・北沢正彦・奥野雅弘：鋼箱型梁・柱の荷重分担特性の簡易的解析，構造工学論文集 Vol. 34A, pp. 233-242, 1988年3月。
- 2) Watanabe, E., Emi, S., Isami, H. and Yamanouchi, T. : An experimental study on strength of thin-walled steel box beam-columns under repetitive bending, Proc. of JSCE, Structural Eng./ Earthquake Eng., Vol. 5, No.1, pp. 21-29, April, 1988.

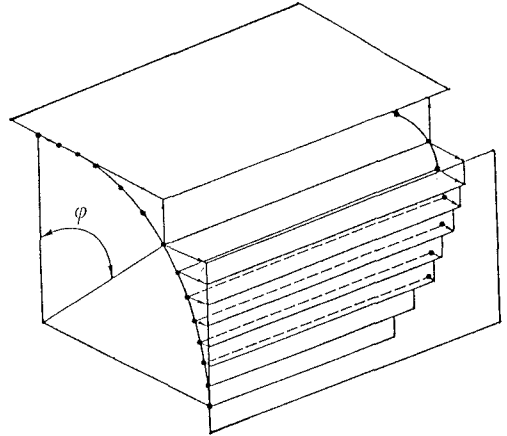


Fig. 4 コーナー部を投影したモデル

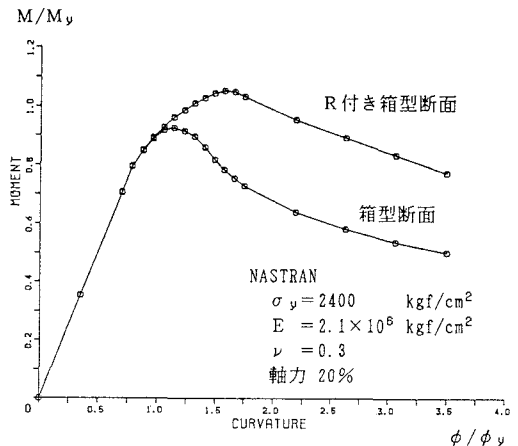


Fig. 5 NASTRAN による解析結果

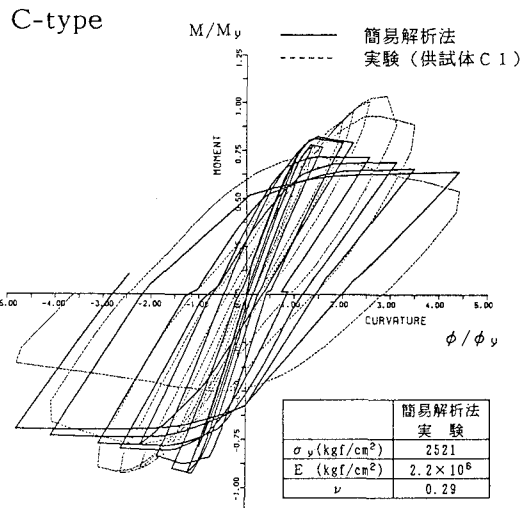


Fig. 6 簡易解析法による解析結果