

I-50

圧縮、曲げ、および、ねじりを受ける箱形断面
部材の終局強度相関曲面に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 学生員 岸田和人 大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行
大阪市立大学工学部 正 員 中井 博 川崎重工業(株) 正 員 國廣昌史

1. まえがき

鋼薄肉箱形断面部材に、圧縮、曲げ、および、ねじりの組合せ断面力が作用した場合の終局強度特性については、すでに文献1)～2)などで報告した。それらの研究では、構成板パネルの最大幅厚比 $R (= \sqrt{\sigma_Y / \sigma_{cr}})$ が0.70および0.94の箱形断面短柱の供試体を使って、実験が行われている。昭和63年度は、それらに R が0.53の供試体を追加し実験を行い、純圧縮、純曲げ、および純ねじりがそれぞれ独立に作用した場合の無補剛の薄肉箱形断面短柱の終局強度曲線について検討した。さらに、それらの終局強度曲線を用い、圧縮、曲げ、および、ねじりが同時に作用する薄肉箱形断面短柱の終局強度相関曲面についても検討を加えた。

2. 実験結果および各終局強度曲線の検討

(1) 本研究で行った純圧縮実験の結果を、他の実験結果および過去に提案されている種々の終局強度曲線とともに、図-1に示す。縦軸は終局圧縮力 N_u を全塑性軸力 N_p で無次元化した値、また横軸は幅厚比パラメーター $R_{fw} (= \sqrt{\sigma_Y / \sigma_{cr, fw}})$ としている。ここに、 $\sigma_{cr, fw}$ は、箱形短柱の弾性座屈応力度である³⁾。

図より、小松・北田の曲線式③が、多くの実験値の下限值によく適合していることがわかる。

(2) 純曲げ実験の結果を、図-2に示す。縦軸は終局曲げモーメント M_u を全塑性モーメント M_p で無次元化した値、また横軸は幅厚比パラメーター $R_b (= \sqrt{\sigma_Y / \sigma_{cr, b}})$ としている。ここに、 $\sigma_{cr, b}$ は、箱断面梁が弾性座屈を起こすときの圧縮フランジの応力度である。図より、終局強度曲線として、次式のような提案を試みてみた。

$$M_u / M_p = -0.4 \cdot R_b + 1.2 \quad (0.2 \leq R_b \leq 0.65) \quad \text{-----} \quad (1)$$

(3) 純ねじり実験の結果を、図-3に示す。純ねじりに対する研究成果がないので、図には、純せん断を対象として過去に提案されている種々の終局強度曲線をも示す。縦軸は終局ねじりモーメント T_u を全塑性ねじりモーメント T_p で無次元化した値、また横軸は幅厚比パラメーター $R_\tau (= \sqrt{\tau_Y / \tau_{cr}})$ としている。ここに、 τ_{cr} は幅厚比の最も大きい構成板パネルの弾性せん断座屈応力度であり、 τ_Y はせん断降伏応力度 $\sigma_Y / \sqrt{3}$ である。図より、②～④の終局強度曲線式では、 $R_\tau = 0.62$ の供試体T-1の終局強度が、危険側に出ることがわかる。①の奈良の曲線⁷⁾は、この供試体に安全側の評価を与えている。しかしながら、

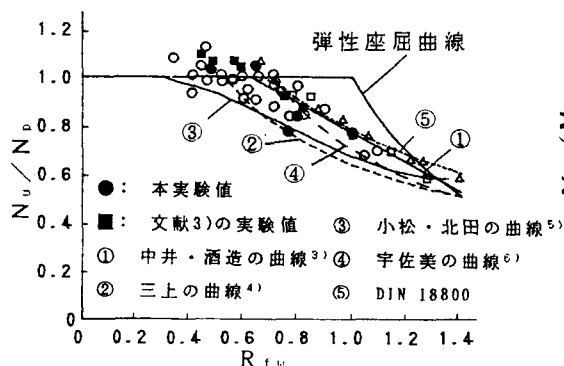


図-1 終局軸圧縮力と幅厚比パラメーター R_{fw} の関係

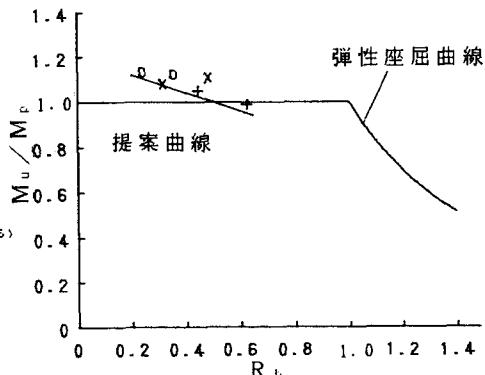


図-2 終局曲げモーメントと幅厚比パラメーター R_b の関係

箱形断面短柱の純ねじり載荷に対する終局強度曲線を決定するには、3体の実験値では少なく、とくに幅厚比パラメーター $R\tau$ の大きな供試体を用いた実験を行う必要がある。

3. 組合せ断面力が作用する薄肉箱形断面部材の終局強度相関曲面の検討

箱形断面の寸法が与えられたならば、文献1)によつて、全塑性軸力 N_p 、全塑性モーメント M_p 、および全塑性ねじりモーメント T_p の関数である全塑性相関曲面が描ける。この N_p 、 M_p 、 T_p を、それぞれ小松・北田の曲線、図-2で提案した曲線、および奈良の曲線を用いて求めた終局断面力 N_u 、 M_u 、 T_u に置換すれば、一つの終局強度相関曲面が描ける。この終局強度相関曲面上に、全実験結果をプロットして、図-4に示す。この図より、すべての実験結果に対応する点は、本終局強度相関曲面のすこし外側に位置しており、本終局強度相関曲面の有用性がわかる。

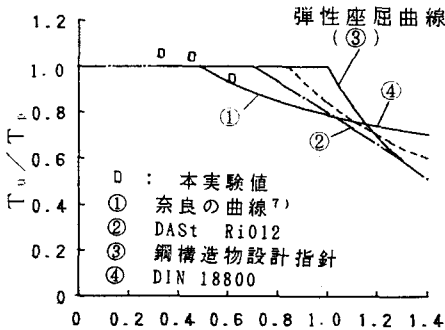


図-3 終局ねじりモーメントと幅厚比パラメーター $R\tau$ の関係

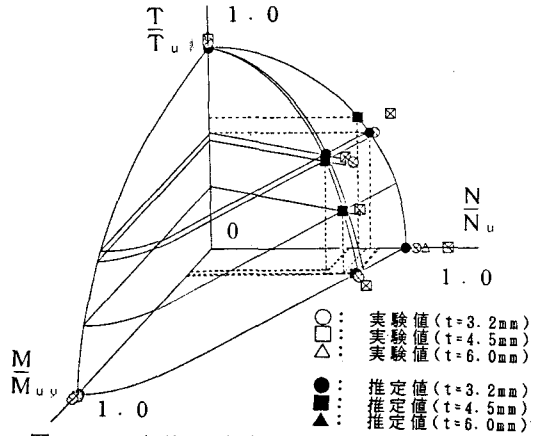


図-4 本終局強度相関曲面と実験結果との比較（強軸曲げ）

4. まとめ

(1) 圧縮、曲げ、および、ねじりが独立に作用する場合の終局強度曲線について検討した結果、純圧縮および純曲げについては、それぞれ小松・北田の曲線式および式(1)の提案曲線式が、実験値の下限値によく適合した。純ねじりについては、終局強度曲線を決定できなかった。

(2) 3.で示した終局強度相関曲面を用いて求めた終局強度と実験値とを比較した結果、本終局強度相関曲面は、安全側に終局強度を推定し、実験値に対する最大誤差が約20%であることがわかった。

参考文献

- 1) 北田俊行・中井 博・國廣昌史・松下孝文：圧縮・曲げ・ねじりの組合せ断面力を受ける薄肉箱形短柱の終局強度特性に関する実験的研究，構造工学論文集，vol. 34A, pp. 221~213, 1988. 3
- 2) 中井 博・北田俊行・大南亮一・秋田精治：組合せ断面力を受ける薄肉箱形断面部材の終局強度に関する実験的研究，土木学会第43回年次学術講演会概要集，1-98, pp. 250~251, 1988. 10
- 3) 中井 博・北田俊行・酒造敏廣：圧縮を受ける薄肉箱形短柱の終局強度特性と終局強度算定法に関する研究，構造工学論文集，vol. 31A, pp. 65~77, 1985. 3
- 4) 三上市蔵・堂垣正博・米沢 博：連続補剛板の非弾性圧縮座屈，土木学会論文報告集，No. 298, pp. 17~30, 1980. 6
- 5) 小松定夫・北田俊行：初期不整を有する圧縮板の極限強度特性について，土木学会報告集，Vol. 270, pp. 1~14, 1978. 2
- 6) 宇佐美 勉・福本嘯士・青木徹彦：溶接箱形断面柱の局部座屈と全体座屈の連成強度に関する実験的研究，土木学会論文報告集，No. 308, pp. 47~58, 1981. 4
- 7) 奈良 敬・出口恭司・福本嘯士：純せん断応力を受ける鋼板の極限強度特性に関する研究，土木学会論文集，NO. 392/1-9, pp. 265~271, 1988. 4