

純圧縮、純曲げ、および純ねじり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

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 ○大阪市立大学工学部 学生員 岸田和人

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)などで報告されている。それらの研究では、構成板パネルの最大幅厚比パラメータ 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。今回、 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ので、ここに報告する。

2. 実験結果および終局強度曲線の検討

(1) 純圧縮実験

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 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-1より、小松・北田の曲線式③が、多くの実験値の下限値によく適合していることがわかる。ここに、小松・北田の曲線は、次式で表される⁵⁾。

$$\frac{N_u}{N_p} = 1.0 \quad , \quad (R_{fw} \leq 0.3)$$
$$= 0.542 \cdot R_{fw}^3 - 1.249 \cdot R_{fw}^2 + 0.412 \cdot R_{fw} + 0.968, \quad (R_{fw} > 0.3)$$

(1)

(2) 純曲げ実験

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 R_b ($=\sqrt{\sigma_y/\sigma_{crb}}$) としている。ここに、 σ_{crb} 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、 $R_b < 0.50$ では、終局曲げモーメント M_u/M_p が1.0以上で、最も極限強度の低い供試体 M_z-3 ($R_b=0.629$) においても $M_u/M_p=0.982$ となっている。そこで、安全側の終局強度曲線として、次式のような提案を試みてみた。

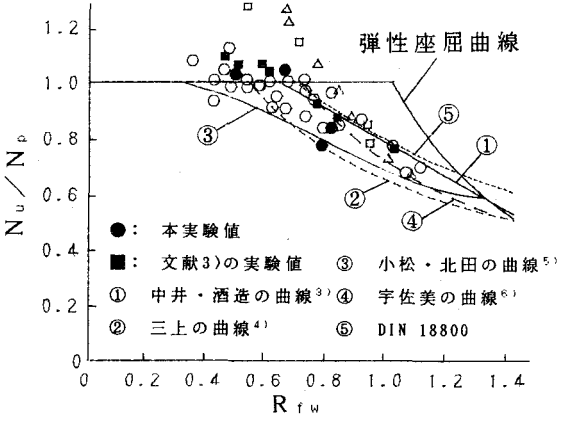


図-1 終局軸圧縮力と幅厚比パラメータ R_{fw} の関係

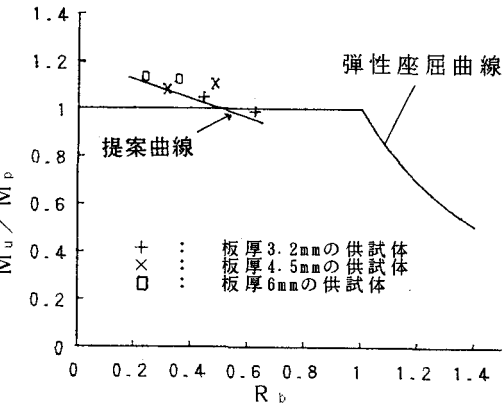


図-2 終局曲げモーメントと幅厚比パラメータ R_b の関係

Toshiyuki KITADA, Hiroshi NAKAI, Masashi KUNIHRO, Kazuhito KISHIDA

$$M_u/M_p = -0.4 \cdot R_b + 1.2 \quad (0.2 \leq R_b \leq 0.65) \quad \text{-----} \quad (2)$$

(3) 純ねじり実験

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 $R\tau$ ($=\tau_y/\tau_{cr}$) 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-3より、②、③および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、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。

4. まとめ

フランジの幅厚比パラメーター R_f が0.39~0.74で、腹板の幅厚比パラメーター R_w が0.53~0.94である薄肉箱形短柱に、圧縮、曲げ、および、ねじりが独立に作用する場合のそれぞれの終局強度曲線について検討した。その結果、純圧縮を受ける箱形断面短柱の終局強度曲線については、小松・北田の曲線が多くの実験値の下限值によく適合していた。また、純曲げを受ける箱形断面梁の終局強度曲線について検討した結果、提案曲線式(2)が、6体の実験値の下限值によく適合していた。最後に、純ねじりを受ける箱形断面短柱の終局強度曲線について検討した結果、幅厚比の大きな供試体を用い実験を行う必要があることがわかった。これらの諸点については、今後、さらに検討を加えたい。

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，I-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, 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/I-9, pp. 265~271, 1988. 4。

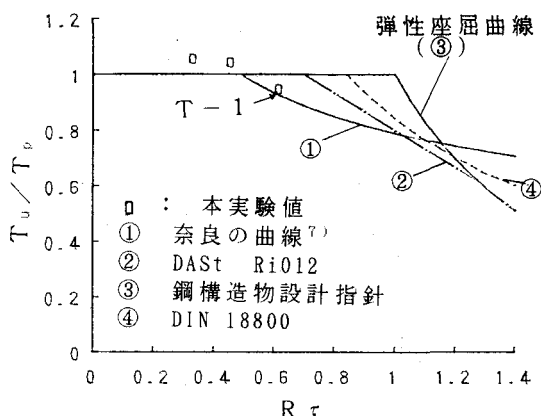


図-3 終局ねじりモーメントと幅厚比パラメーター $R\tau$ の関係