

組合せ断面力を受ける薄肉箱形断面部材の 極限強度に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 正員 中井 博
大阪市立大学工学部 正員 北田 俊行
○大阪市立大学工学部 学生員 秋田 精治

1. まえがき

実橋で採用されるほぼ上限の幅厚比を有する鋼薄肉箱形短柱に圧縮、曲げ、および、ねじり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)で報告されている。それによると、幅厚比パラメーター $R (= \sqrt{\sigma_y / \sigma_{cr}})$ がフランジで $R_f = 0.59$ 、腹板で $R_w = 0.7$ の箱形短柱は、局部座屈が発生しても、最終的には全塑性状態まで達し、終局状態に至ることが示されている。今回、幅厚比パラメーターを $R_f = 0.74$ および $R_w = 0.97$ とし、実際的ではないが、比較的局部座屈の発生しやすい薄肉箱形短柱を作成し、座屈実験を行ったので、ここに報告する。

2. 実験概要

N-M-T破壊実験装置¹⁾を用いて、図-1および表-1に示す7体の破壊実験を行った。

表-1 実験供試体と載荷方法

供試体番号	荷重の種類	荷重パラメータ ϕ	供試体の種類
N-1	N	0	中心圧縮用供試体
T-2	T	-	中心圧縮用供試体
NT-3	NT	0	中心圧縮用供試体
NMZ-4	NMZ	0.5	強軸偏心圧縮用供試体
NMY-5	NMY	0.5	強軸偏心圧縮用供試体
NMZT-6	NMZT	0.5	強軸偏心圧縮用供試体
NMYT-7	NMYT	0.5	強軸偏心圧縮用供試体

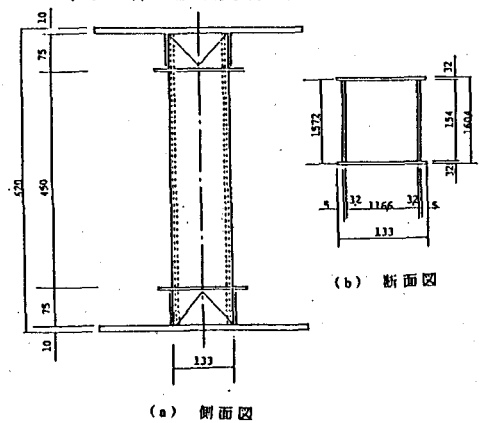
備考: $\phi = (\sigma_1 - \sigma_2) / \sigma_1$ σ_1, σ_2 : 最大・最小圧縮応力

ねじりを含む組合せ断面力を与える場合には、まず全塑性ねじりモーメントの約半分のねじりモーメント ($T/T_p = 0.53$) を載荷し、その後、軸方向圧縮力と曲げモーメントを漸増させた。

3. 実験結果と弾塑性解析との比較

文献2)の解析法により、板要素に局部座屈が発生しないとの仮定の基に、実験供試体に対応する解析モデルの弾塑性解析を行った。解析結果の一例として、供試体N-1の荷重-軸方向変位曲線を実験結果と比較したものを図-2に示す。図より板要素に局部座屈が発生した後は、供試体の板要素の面内剛度が低下し、局部座屈を考慮しない解析結果から実験結果が離れていくことがわかる。他のすべての供試体の場合もほぼ同様の傾向にあることがいえる。

Hiroshi NAKAI, Toshiyuki KITADA and Seiji AKITA



(a) 側面図

図-1 実験供試体

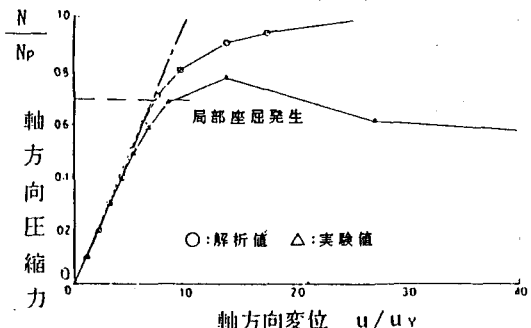


図-2 軸方向圧縮力・縮み量曲線 (N-1)

4. 一終局強度相関曲面の提案

組合せ断面力を受ける箱形短柱の全塑性相関曲面は、断面固有のものとして、全塑性軸力 N_p 、全塑性曲げモーメント M_p 、および全塑性ねじりモーメント T_p の関数として定義できる。この全塑性相関曲面を基準として、 N_p 、 M_p および T_p の代わりに、構成板パネルの幅厚比パラメーター R の関数として低減させたそれぞれ終局断面力 N_u 、 M_u および T_u を用いることにより、局部座屈を考慮した場合の一つの終局強度相関曲面が導ける。まず、 N_u は、図-3(a)に示す小松・北田³⁾の耐荷力曲線より求めるものとする。この図において、 R は箱断面としての幅厚比パラメーターであり、箱断面としての弾性座屈応力が求まれば計算することができる。同図に、供試体N-1の実験結果を示すが、この実験結果は、小松・北田の耐荷力曲線によく一致していることがわかる。つぎに、純ねじり載荷の供試体T-2の実験結果は、図-3(b)に示すように、FWHA⁴⁾の耐荷力曲線によく一致するので、 T_u はこの耐荷力曲線から求めることとする。さらに、 M_u に関しては、実験データがないため、降伏曲げモーメント M_y を用いることにした。

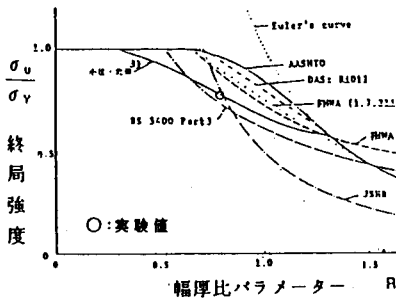


図-3(a) 終局強度曲線 (σ_u/σ_y)

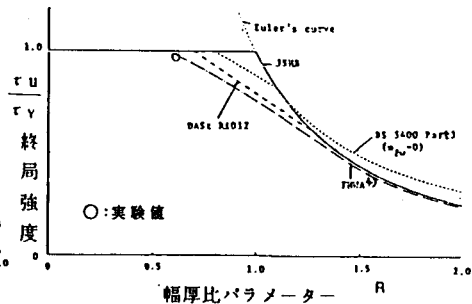


図-3(b) 終局強度曲線 (τ_u/τ_y)

このようにして得られた弱軸回りの曲げモーメントに関する終局強度相関曲面を、実験結果とともに図-4に示す。圧縮、曲げ、およびねじりを同時に受ける供試体NMYT-7以外の実験結果は、ここで提案する終局強度相関曲面によく一致していることがわかる。強軸曲げモーメントに関する実験結果も、同様の結果となった。

5. まとめ

本文では、組合せ断面力を受ける比較的幅厚比の大きい薄肉箱形短柱の終局状態に至るまでの剛度特性と終局強度特性とを、実験的に明らかにすることができた。今後、軸方向圧縮力とねじりモーメントに加えて、2軸曲げモーメントが卓越するような供試体について追加実験を行う必要があると思われる。

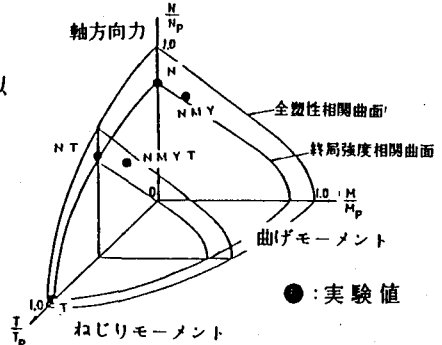


図-4 弱軸曲げが作用したときの

参考文献

- 1) 中井、北田、松下、田広、大南、大隈：ねじりを含む組合せ断面力下の薄肉箱形短柱の終局強度に関する実験的研究、土木学会第42回年次学術講演会、I-88、1987年9月。
- 2) Nakai, Kitada, Ohmami and Nishimura: Elast-Plastic and Finite Displacement Analysis of Cable-Stayed Bridges. Mem. Fac. Eng., Osaka City University, Vol. 26, 1985
- 3) 小松、北田：初期不整を有する圧縮板の臨界強度に関する研究、土木学会論文報告集、No. 270、1978年2月
- 4) Federal Highway Administration Office of Research and Development: Proposed Design Specifications for Steel Box Girder Bridges. Final Report, No. FHWA-TS-80-205, June 1983