

I-14

薄肉補剛箱形断面の終局強度特性に関する実験的研究

大阪市立大学大学院 学生員 河内 伸
 大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行
 川崎重工業(株) 正 員 國廣昌史

大阪市立大学工学部 正 員 中井 博
 阪神高速道路公団 正 員 前川義男

1. まえがき 斜張橋・吊橋の鋼製タワー、アーチ系橋梁のアーチリブ、あるいは鋼製橋脚の柱部材などの薄肉補剛箱形断面部材には、種々な断面力が複雑に組み合わさって作用する。文献1)においては、上記の部材断面のように、圧縮、1軸曲げ、および、ねじりが組み合わさって作用する薄肉補剛箱形断面の終局強度に関する実験的な研究が実施されている。そして、文献2)によると、このような終局強度相関曲線を用いれば、終局強度の実験値を安全側に評価できることが明らかにされている。本研究では、より实际的で一般的と考えられる断面力の組合せとして、圧縮、2軸曲げ、および、ねじりが作用する薄肉補剛箱形断面の耐荷力実験を行い、その終局強度特性について考察した。

2. 実験概要 実験供試体の断面図を、図-1¹⁾に示す。ここで、縦補剛材間の板パネルの幅厚比パラメータ $R (= \sqrt{\sigma_y / \sigma_{cr}})$ (σ_y : 降伏点、 σ_{cr} : 弾性座屈応力度) が实际的で、しかも降伏点 σ_y 以下で局部座屈が発生するように $R \geq 0.8$ を目標とし、図-1 実験供試体の断面図で供試体を製作した。また、補剛材の剛比は、道路橋示方書にしたがう必要最小値となるようにした。

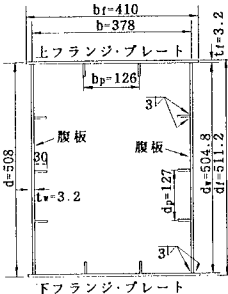


図-1 実験供試体の断面図
(寸法単位: mm)

表-1 作用断面力の内訳

供試体名	N (圧縮)	M ₂ (2軸曲げ)	T (ねじり)	載荷断面力比		
				N*/M ₂ *	T*/M ₂ *	N*/T*
M ₂ -1	-	○	-	-	-	-
N-2	○	-	-	-	-	-
NM ₂ -3	○	○	-	0.76	-	-
M ₂ T-4	-	○	○	-	1.03	-
NM ₂ T-5	○	○	○	1.09	1.03	1.06

ここに、N*、M₂*、およびT*は、作用断面力をそれぞれの全塑性断面力で無次元化した値である。

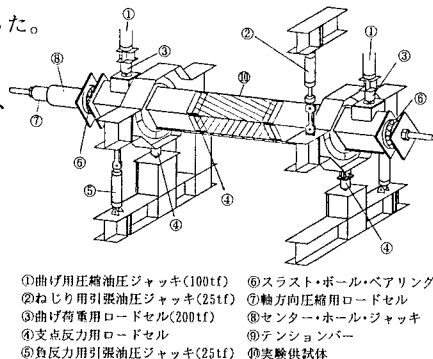
補剛材の剛比は、道路橋示方書にしたがう必要最小値となるようにした。

実験には、図-2に示す圧縮、2軸曲げ、および、ねじりを独立に、または同時に載荷できる装置を用いて所定の組合せ断面力を作用させた。また、耐荷力実験においては、これらの断面力が比例載荷となるように各ジャッキによる載荷を行った。

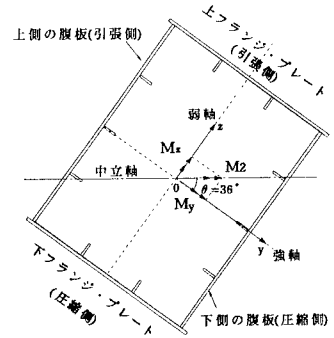
3. 実験結果とその考察

表-1に示す5体の供試体に、5種類の組合せ断面力を作用させる耐荷力実験を行った。

まず、図-3には、2軸曲げを受ける供試体の実験終局強度と幅厚比パラメータ $R_{b,s,2}$ ²⁾ との関係を示す。ここで、M₂⁽¹⁾ は、弱軸・強軸まわりの曲げモーメント



(a) 立体図



(b) 供試体断面図と作用曲げモーメント

図-2 N-M₂-T載荷装置

トを合成した水平軸まわりの曲げモーメントで、等価2軸曲げモーメントを意味する。同図より、文献2)による耐荷力曲線は、実験終局強度より23%下回っており、本実験値を安全側に評価していることがわかる。

つぎに、図-4には、純圧縮を受ける供試体の実験終局強度と幅厚比パラメータ $R_{t,w,s}$ ⁴⁾ との関係を示す。同図より、文献2)による耐荷力曲線は、実験終局強度より24%下回っており、本実験値を安全側に評価していることがわかる。

さらに、図-5には、圧縮と2軸曲げとを受ける供試体が終局状態に至るまでの断面力経路を終局強度相関

曲線²⁾とともに示す。同図より、文献2)による終局強度相関曲線は本実験値を安全側に評価していることがわかる。

そして、図-6には、2軸曲げとねじりを受ける供試体の断面力経路を終局強度相関曲線³⁾とともに示す。同図より、実験終局強度は、終局強度相関曲線のみならず全塑性相関曲線の値をも上回っていることがわかる。これは、使用鋼材のひずみ硬化による影響が現れたためであると思われる。

最後に、図-7には、圧縮と2軸曲げとねじりを受ける供試体の断面力経路を終局強度相関曲線²⁾とともに示す。ただし、ねじりによるせん断力の影響は、文献3)により、降伏点を見かけ上低減する方法で考慮している。同図より、文献2)による終局強度相関曲線は本実験値を安全側に評価していることがわかる。

4. まとめ 本研究で明らかになった事項をまとめると、以下のとおりである。

- i) まず、2軸曲げを受ける供試体M₂-1、および純圧縮を受ける供試体N-2の実験終局強度は、文献2)によるそれぞれの耐荷力曲線により、安全側に評価された。
- ii) さらに、圧縮と2軸曲げ、および圧縮と2軸曲げとねじりとは組み合わさって作用する供試体NM₂-3、および供試体NM₂T-5の実験終局強度は、文献2)で提案されている終局強度相関曲線により安全側に評価された。
- iii) そして、2軸曲げとねじりを受ける供試体M₂T-4の実験終局強度は、文献3)で提案されている終局強度相関曲線の値を大きく上回った。これは、使用鋼材のひずみ硬化による影響が現れたためであると思われる。

参考文献

- 1) T. Kitada, H. Nakai, M. Kunihiro, Y. Maegawa, and N. Kawauchi : Experimental Study on Ultimate Strength of Thin-Walled Stiffened Box Members Subjected to Combined Stress Resultants, Proc. of 5th International Conference on Steel Structures, Indonesia, pp.127~134, December 1994
- 2) 大阪市立大学・工学部・土木工学科・橋梁工学研究室、川崎重工業(株)・鉄鋼事業部・橋梁技術総括部・西部橋梁設計部、川崎重工業(株)・明石技術研究所・強度研究部：組合せ断面力を受ける薄肉箱形断面の終局強度に関する研究、共同研究報告書、1994年3月
- 3) 北田俊行・中井 博・國廣昌史・岸田和人：圧縮、2軸曲げ、および、ねじりを受ける薄肉箱形短柱の終局強度に関する実験的研究、構造工学論文集、土木学会、Vol.37A, pp.73~82、1991年3月
- 4) Nakai, H., Kitada, T. and Miki, T. : An Experimental Study on Ultimate Strength of Thin-walled Box Stub-Columns with Stiffeners Subjected to Compression and Bending, Proc. of JSCE, Structural Eng., Vol.2, No.2, pp.87~97, October 1985

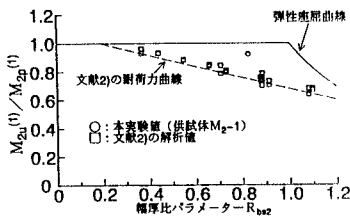


図-3 等価2軸終局曲げモーメントとR_{bs2}との関係

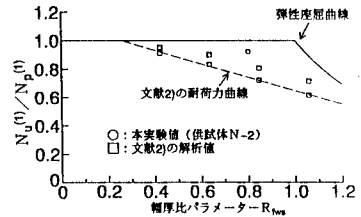


図-4 軸方向終局圧縮力とR_{bs2}との関係

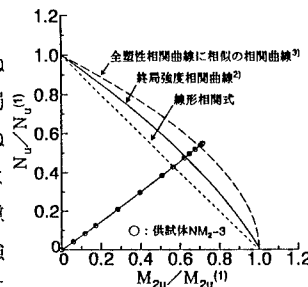


図-5 圧縮と2軸曲げとの相関曲線

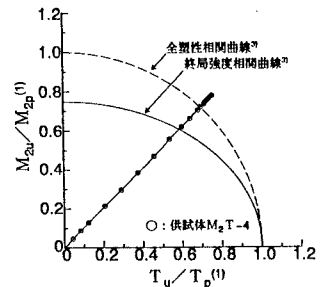


図-6 2軸曲げとねじりとの相関曲線

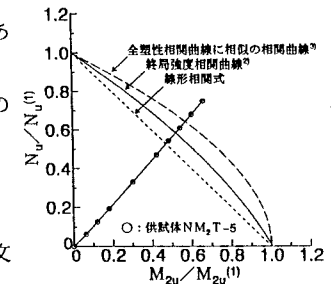


図-7 圧縮と2軸曲げとねじりとの相関曲線