

I-A248

H形断面ばりの変形能の改善に関する基礎的研究

立命館大学大学院 学生員 ○田中 大策
富士車輛 (株) 正会員 上平 哲富士車輛 (株) 正会員 小室吉秀
富士車輛 (株) 正会員 干場健志
立命館大学理工学部 正会員 伊藤 満

1. はじめに

代替荷重係数設計法(オートストレス設計法)¹⁾は、超過荷重時の設計において連続ばりの中間支点上断面にわずかな局部降伏を認めている。また、最大荷重時の設計において連続ばり中間支点上断面にはメカニズム形成に必要な塑性回転容量が要求される。AASHTOのGuide Spec.¹⁾では、厚肉断面桁のフランジおよび腹板の幅厚比が制限値以内にあるとき、最大荷重時の設計において0.063rads以上の塑性回転容量および塑性強度を保証している。もし、Guide Spec.の幅厚比制限値を超える連続ばりの中間支点上鋼桁断面に対して何らかの補剛を行なった場合、所定の塑性回転容量、塑性強度が保持できれば、幾分か幅厚比制限値の緩和が期待できる。そこで、本研究は、文献2)で検討した補剛法の中の塑性回転容量の改善をはかる補剛法の一つとして、中間支付近の腹板断面に垂直補剛材を一定間隔で設けた場合のH形断面ばりの塑性強度、および回転容量について実験的に検討したものである。さらに、補剛することで塑性強度、回転容量の改善がはかられた場合、現在のGuide Spec.の幅厚比制限値をどれ位まで緩和できるかについて検討を加えた。

2. 実験概要

H形断面ばりの最大強度と塑性回転容量に影響を与える要因として、主に、鋼材特性、断面寸法、曲げモーメント分布、横補剛間隔等があげられる。これらの要因が種々組み合わせられることにより最大強度、塑性回転容量は影響を受ける。本実験の使用鋼材は、すべてSS400材を用い

た。断面寸法は、表1のように5グループ、表2のように合計12供試体を製作した。垂直補剛材は、文献2)を参考に通常の補剛材寸法を $65 \times 6 \times$ (ウェブ高さ-20)とした。すなわちA供試体からE供試体については、垂直補剛材ありとなしの2種類ずつ(①~⑩)製作した。また、E供試体については、垂直補剛材の取り付け位置や本数が塑性回転容量、最大曲げモーメントに影響する度合いを検討するために表2のように、3種類(⑩、⑪、⑫)の供試体を製作した。モーメント分布に関しては、本実験では、モーメント勾配の大きさを示すパラメーター³⁾としてスパン長けた高比L/Dを選び $L/D \div 4.3 \sim 5.8$ の間に選んだ。さらに、連続ばりの中間支点には大きなせん断力も作用するので、この影響を考慮するため、通常の荷重係数設計された連続ばり中間支点に作用するせん断力の大きさを $V_{max}/V_p \div 0.5$ に統一した。横補剛間隔は、モーメント-回転角曲線に与える影響をほぼ一定とし、十分な塑性回転容量を得るために各供試体とも、Guide Spec. 制限値の約50%のところに横補剛材点を設けた。実験は、単純ばり中央集中載荷によるモーメント勾配のもとで載荷を行い、回転角 θ の測定は、両支点付近に等辺山形鋼を設置し、2体のダイヤルゲージの変位差より求めた。

表 1. 供試体製作寸法

供試体	b	tf	D	tw	L	b/2tf	D/tw	L/D
SS400	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)			
Aグループ	13.8	8.9	418	4.4	2000	7.8	95	4.785
Bグループ	13.8	8.9	437	4.4	2000	7.8	99	4.577
Cグループ	13.8	8.9	461	4.4	2000	7.8	105	4.338
Dグループ	13.8	8.9	486	4.4	2000	7.8	110	4.115
Eグループ	13.8	8.9	418	4.4	2000	10.2	96	5.502

表 2. 垂直補剛材

	供試体	垂直補剛材			
		位置	本数	幅(mm)	厚(mm)
①	A0	なし	なし	なし	なし
②	AV	中央からD/2	1	65	6
③	B0	なし	なし	なし	なし
④	BV	中央からD/2	1	65	6
⑤	C0	なし	なし	なし	なし
⑥	CV	中央からD/2	1	65	6
⑦	D0	なし	なし	なし	なし
⑧	DV	中央からD/2	1	65	6
⑨	E0	なし	なし	なし	なし
⑩	EV-1	中央からD/2	1	65	6
⑪	EV-2	中央からD/4とD/2	2	65	6
⑫	EV-3	中央からLopt/2	1	65	6

キーワード：塑性強度・塑性回転容量・垂直補剛材・腹板幅厚比

連絡先：〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 TEL：077-561-2727 FAX：077-561-2667

3. 実験結果

本実験では、回転容量の関係を把握するために各供試体の曲げモーメント-回転角曲線を作成した。図1は、Aグループの曲げモーメント-回転角曲線を示し、縦軸はスパン中央の曲げモーメント M をはりの全塑性モーメント M_p で、横軸は、はりの部材回転角 θ を弾性限回転角 θ_p でそれぞれ無次元化したものである。図1より、最大モーメントはほぼ同じであるが、垂直補剛材のある AV 供試体の方が、垂直補剛材のない A0 より、塑性回転容量を上回っていることが分かる。補剛材のない A0 供試体は M_{max} に達した後、急激な耐力の低下がみられる。これに対して補剛材のある AV 供試体は M_{max} に達した後も M_{max} を維持しながら塑性回転容量 θ_p を増大させている。これは、補剛材のないものに比べて、圧縮フランジの座屈波長が垂直補剛材に拘束されて短くなり、圧縮フランジの座屈変形を幾分拘束するため、圧縮フランジの局部座屈を遅らせていると思われる。したがって、塑性回転容量 θ_p が大きくなったものと思われる。図3は、①～⑫供試体の回転容量を表している。これより、B～E 供試体においても、フランジと腹板の幅厚比の違いはあるものの、各供試体とも腹板に垂直補剛材を設けることによって、塑性回転容量が改善されていることがわかる。次に図2、図3より補剛材の取り付け位置と本数の違いによる回転容量の比較をすると、ほぼ同様な $M-\theta$ 曲線が得られており、塑性回転容量もほぼ等しい。このことから、垂直補剛材が1本の EV1 に比べ、EV2 のように2本設置しても塑性回転容量はそれほど改善されていない。したがって、EV1 のように1本設置するほうが、取付本数が減り、溶接工程や鋼重の削減により経済的であると考えられる。また、EV1 と EV3 を比較すると取付位置を中央部から $L_{opt}/2$ にするよりも、 $D/2$ にしたほうが設計計算が簡易化されより実用的である。

4. あとがき

本実験は、腹板に垂直補剛材を有するH形断面ばりを製作し、塑性回転容量及び塑性強度に関する実験的基礎資料を得た。今後は、これを基にオートストレス設計に採用できるフランジおよびウェブの幅厚比制限値を検討し、現行Guide Spec.によって求められた断面桁と垂直補剛材を有する断面桁との比較設計を行い経済性について、さらに深く検討を加えていくつもりである。

<参考文献>

- 1) Guide Specification for Alternate Load Factor Design Procedures for Steel Beam Bridges Using Braced Compact Section. (1991). AASHTO, Washington, D.C.
- 2) 志水 政弘 (1997年2月). "補剛法の違いによるH形断面ばりの変形能に関する基礎的研究." 立命館大学理工学部土木工学科, 修士論文.
- 3) Grubb, M.A., and Carskaddon, P.S. (1979). "Autostress Design of Highway Bridges, Phase 3 : Initial Moment-Rotation Tests." AISI Project 188, Am. Iron and Steel Ins., April 18.

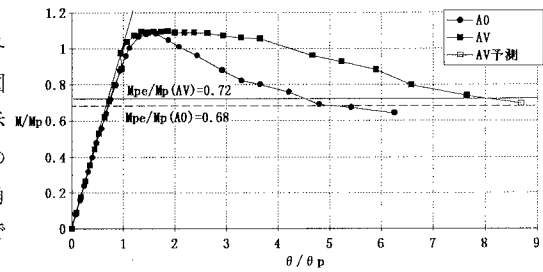


図 1. $M-\theta$ 曲線(A 供試体)

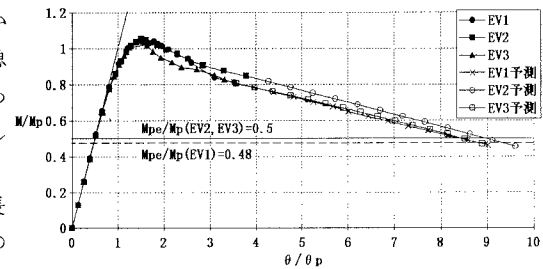


図 2. $M-\theta$ 曲線(E 供試体)

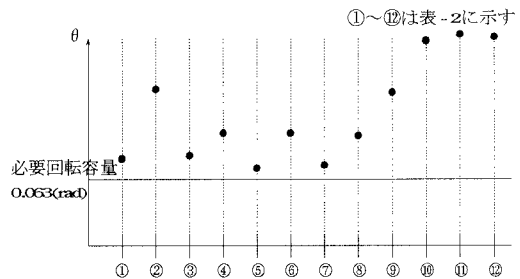


図 3. 回転容量