

I-A91

圧縮フランジにリブを有するH形断面ばりの回転容量に関する基礎的研究

立命館大学大学院 学生会員 ○原田 聡 富士車輛（株） 正 会 員 小室義秀
 富士車輛（株） 正 会 員 上平 哲 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；ASD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.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、幾分かの幅厚比制限値の緩和が期待できる。

本研究は、塑性回転容量の改善をはかる補剛法の一つとして、文献²⁾で検討した補剛法の中で、最も回転容量が期待できる、圧縮フランジに一定長さのリブを設けた場合の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、補剛することによって塑性強度、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

表-1. 供試体製作基本寸法

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	147	9.2	442	4.5	2000	8.0	98	4.525
Bグループ	147	9.2	463	4.5	2000	8.0	103	4.320
Cグループ	147	9.2	489	4.5	2000	8.0	109	4.090
Dグループ	147	9.2	514	4.5	2000	8.0	114	3.891
Eグループ	193	9.2	442	4.5	2300	10.5	98	5.204

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13供試体を製作した。圧縮フランジリブは、文献³⁾を参考に通常のリブを $40 \times 8 \times D$ (はり高)とし、比較のためにリブ剛度(面積A、断面二次モーメントD)を2、3変化させた。すなわち、A供試体については、塑性回転容量の改善を検討するために表-2のように、3種類(AR-1,AR-3,AR-4)圧縮フランジリブの剛度の違う供試体を製作し、比較を行った。さらに、圧縮フランジリブの長さ(Lr)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2種類(AR-1,AR-2)の長さを有する供試体を製作した。B供試体からE供試体については、圧縮フランジリブありとなしの2種類ずつ(⑥~⑬)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としてスパン長けた高比L/Dを選び³⁾L/D=4.3~5.8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 ³⁾=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するため、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とし、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-2. 圧縮フランジリブ寸法

供試体	圧縮フランジリブ			
	剛度	長さ	幅(mm)	厚(mm)
① A0	なし	なし	なし	なし
② AR-1	A, I	Lr=D	40	8
③ AR-2	A, I	Lr=0.5D	40	8
④ AR-3	A/2.5, I/4.5	Lr=D	29	4.5
⑤ AR-4	A/5, I/20	Lr=D	20	3.2
⑥ B0	なし	なし	なし	なし
⑦ BR	A, I	Lr=D	40	8
⑧ C0	なし	なし	なし	なし
⑨ CR	A, I	Lr=D	40	8
⑩ D0	なし	なし	なし	なし
⑪ DR	A, I	Lr=D	40	8
⑫ E0	なし	なし	なし	なし
⑬ ER	A, I	Lr=D	40	8

キーワード：塑性強度、塑性回転容量、圧縮フランジリブ、腹板幅厚比

連絡先：〒525-0058 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、圧縮フランジに設けた補剛リブの剛度の違いによる供試体 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。

図から選定した補剛リブの中で中間的な寸法を有する AR-3 供試体(リブ寸法: $29 \times 4.5 \times 442$)が、塑性強度、塑性回転角ともに大きいことが分かる。また、通常の補剛リブを有する AR-1 供試体(リブ寸法: $40 \times 8 \times 442$)およびリブ剛度が最も小さい AR-4 供試体(リブ寸法: $26 \times 3.2 \times 442$)は、共にほぼ同程度の回転容量、塑性強度を有しており、補剛リブのない A-0 供試体よりは塑性回転容量、塑性強度共に大きいが AR-3 供試体よりは共に小さいことが分かる。この原因として考えられることは、AR-1 のようにリブ剛度を大きく設定すると、リブが設けられてい

る部分ではリブが座屈変形を拘束するため、この部分での圧縮フランジの局部座屈は起こらず、リブ端部付近のフランジ断面で局部座屈を生ずる。これに対して、AR-3、AR-4 のようにリブ剛度を適度に設定した場合は、リブもフランジと一緒に座屈変形を起こし、あたかもリブが圧縮フランジの一部であるかのように座屈していく。その結果、塑性強度、回転容量を共に大きくしたようである。さらに図-2 は、A 供試体に対し、有効塑性モーメント時における回転容量について比較したものである。リブなしの供試体 A-0 は必要回転容量をわずかに超えているのに対し、圧縮フランジにリブを設置する(AR-1, AR-3, AR-4)ことにより、回転容量が大きく改善されることが分かる。また表-3 は、A～E 各供試体のリブなしと、リブを設置したもののそれぞれの塑性回転容量とその改善率を示したものである。フランジと腹板の幅厚比による違いはあるものの、各供試体とも圧縮フランジにリブによる補剛を施すことにより、塑性回転容量が改善されている。以上のことから圧縮フランジをリブで補剛することにより、最大強度と回転容量が改善されることが分かる。

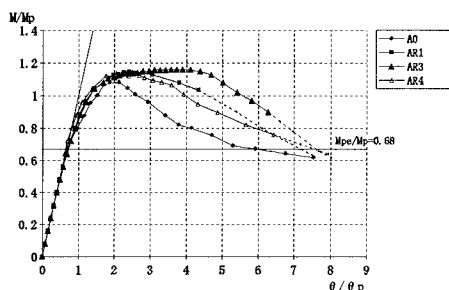


図-1.リブ剛度の違いによる M- θ 曲線

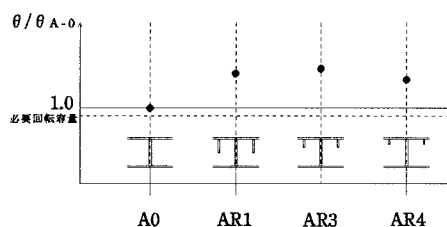


図-2.回転容量(A 供試体)

表-3.回転容量

供試体	A0	B0	C0	D0	E0
θ (rad)	0.075	0.077	0.069	0.071	0.116
供試体	AR1	BR	CR	DR	ER
θ (rad)	0.092	0.111	0.077	0.092	0.124
改善率	22%	44%	11%	29%	7%

4.あとがき

本実験は、圧縮フランジにリブを有する 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の基礎資料を得た。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リブを有する断面桁との比較設計を行い経済性について、さらに最適な補剛リブ剛度について検討し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.