

第Ⅰ部門 部分水平補剛材を腹板に有する H 形断面ばりの変形能に関する実験的研究

立命館大学大学院 学生会員 ○唐谷榮起  
富士車輛（株） 正 会 員 小室吉秀  
富士車輛（株） 正 会 員 笠井啓二  
富士車輛（株） 正 会 員 上平 哲  
立命館大学理工学部 正 会 員 伊藤 満

1.はじめに

AASHTO の Gaid Spec.に建設費の低減化を目的として採り入れられているオートストレス設計法<sup>1)</sup>は、フランジとウェブの幅厚比制限値を 50ksi 鋼に対して、それぞれ  $b/2t_f \leq 9.2$ ,  $D/t_w \leq 86$  としている。この設計法は、連続ばりの設計において中間支点上断面に小さな塑性回転を認めており、さらに十分な塑性回転容量を持つことが要求されている。もし、上式よりも大きな幅厚比制限値を有する連続ばりに対して、中間支点上断面を適度に補剛した場合、回転容量は、改善することができる。これは、補剛された鋼桁断面の幅厚比が従来のものより大きくても、所定の回転容量及び塑性強度を保持していればオートストレス設計が行えることになり、特に腹板の幅厚比制限値  $D/t_w$  を大きくした場合に経済設計が可能となる。

そこで、本研究は、(1)連続ばりの中間支点上断面の補剛方法<sup>2)</sup>の基準となる基礎資料を作成すること。(2)Guide Spec.の幅厚比制限値の基準を中間支点上断面を補剛することによって緩和し、オートストレス設計に採用できる幅厚比の限界値を検討することを目的としている。

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されることにより最大強度、塑性回転容量は影響を受ける。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

表-1. 供試体製作寸法

| 供試体<br>SS400 | b<br>(mm) | t <sub>f</sub><br>(mm) | D<br>(mm) | t <sub>w</sub><br>(mm) | L<br>(mm) | b/2t <sub>f</sub> | D/t <sub>w</sub> | L/D   |
|--------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|-------------------|------------------|-------|
| Aグループ        | 134       | 8.7                    | 398       | 4.2                    | 2000      | 7.7               | 95               | 5.025 |
| Bグループ        | 134       | 8.7                    | 416       | 4.2                    | 2000      | 7.7               | 99               | 4.808 |
| Cグループ        | 134       | 8.7                    | 440       | 4.2                    | 2000      | 7.7               | 105              | 4.545 |
| Dグループ        | 134       | 8.7                    | 462       | 4.2                    | 2000      | 7.7               | 110              | 4.329 |
| Eグループ        | 176       | 8.7                    | 398       | 4.2                    | 2300      | 10.14             | 95               | 5.779 |

表-2 のように合計 14 供試体を製作した。A 供試体については、塑

表-2. 水平補剛材

| 供試体    | 水平補剛材        |                      |        |        |
|--------|--------------|----------------------|--------|--------|
|        | 位置           | 長さ                   | 幅 (mm) | 厚 (mm) |
| ① A-0  | なし           | なし                   | なし     | なし     |
| ② A-S1 | 圧縮フランジから D/5 | L <sub>s</sub> =D    | 60     | 8      |
| ③ A-S2 | 圧縮フランジから D/3 | L <sub>s</sub> =D    | 60     | 8      |
| ④ A-S3 | 圧縮フランジから D/2 | L <sub>s</sub> =D    | 60     | 8      |
| ⑤ A-S4 | 圧縮フランジから D/5 | L <sub>s</sub> =0.5D | 60     | 8      |
| ⑥ A-S5 | 圧縮フランジから D/5 | L <sub>s</sub> =1.5D | 60     | 8      |
| ⑦ B-0  | なし           | なし                   | なし     | なし     |
| ⑧ B-S  | 圧縮フランジから D/5 | L <sub>s</sub> =D    | 60     | 8      |
| ⑨ C-0  | なし           | なし                   | なし     | なし     |
| ⑩ C-S  | 圧縮フランジから D/5 | L <sub>s</sub> =D    | 60     | 8      |
| ⑪ D-0  | なし           | なし                   | なし     | なし     |
| ⑫ D-S  | 圧縮フランジから D/5 | L <sub>s</sub> =D    | 60     | 8      |
| ⑬ E-0  | なし           | なし                   | なし     | なし     |
| ⑭ E-S  | 圧縮フランジから D/5 | L <sub>s</sub> =D    | 60     | 8      |

-2 のように合計 14 供試体を製作した。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 箇所に部分水平補剛材を設けて比較を行った。さらに、水平補剛材の長さ(L<sub>s</sub>)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同様に 3 種類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、補剛材ありとなしの 2 種類ずつ製作した。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<sup>3)</sup>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  $V_{max}/V_p$ <sup>3)</sup> ≒ 0.5 に統一した。横補剛間隔は、モーメントー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、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、両支点付近にダイヤルゲージを設置し、変位差により求めた。

3.実験結果

Eiki KARATANI, Yoshihide KOMURO, Keiji KASAI, Tetsu KAMIHIRA, Mitsuru ITO

本実験では、回転容量の関係を把握するために 14 供試体を用いて、それぞれについて、曲げモーメント-回転角曲線を描いた。但し、A-S1、C-S、E-0、E-S 供試体については荷重用ジャッキ頭部の傾きが顕著に現れたため最大荷重を得た時点で除荷を行い、以後の履歴は、文献<sup>2)</sup>を参考に予測したものである。図-1 は、A 供試体の補剛材取り付け位置の違いによる 3 供試体の曲げモーメント-回転角曲線を示す。これによると D/2、D/3、D/5 と補剛材位置が中央に近いほど回転容量が多いことがわかる。また、最大荷重に関しては、部分水平補剛材が圧縮フランジに近いほど大きいことがわかる。但し、A-S1 に関しては、特に圧縮フランジの初期変形が大きかったため予想を下まわっている。

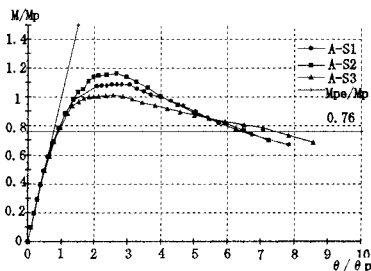


図-1 M-θ 曲線(位置の違い)

次に、図-2 の補剛材長さの違いから比較すると、A-S4 のように補剛材長さを半分にすると回転容量はあまり増えず、補剛材のない A-0 とあまり変わらなく、補剛材なしのものと履歴に変化がなく回転容量の改善に適しているとは言えない。逆に A-S5 のように長さを 1.5 倍にすると大幅に回転容量が増加していることが理解できる。このことより補剛材長さ、取り付け位置が回転容量に大きく影響していると考えられる。それぞれの回転容量のみを比較すると、どの供試体も補剛材としての役割を果たしている。

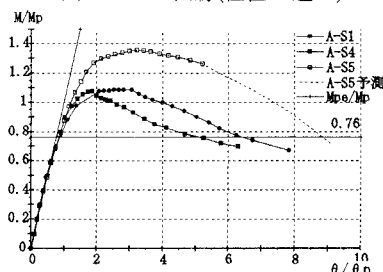


図-2 M-θ 曲線(長さの違い)

フランジ、ウェブ幅厚比の違いによる曲げモーメント-回転角曲線に関して D 供試体については、図-3 のようになる。これから、補剛材をつけることにより大幅に回転容量、最大荷重が増加していることがわかる。さらに、図-4 で各供試体の回転角のみについてのみ比較すると、補剛材なしの供試体はウェブ幅厚比が大きくなると回転容量が減少し、必要回転容量をわずかに超えている程度であるが、補剛材をつけることによって大きな回転容量が得られていることがわかる。また、A 供試体については、圧縮フランジの初期変形が大きかったため、他の供試体のように十分な回転容量を得られなかった。

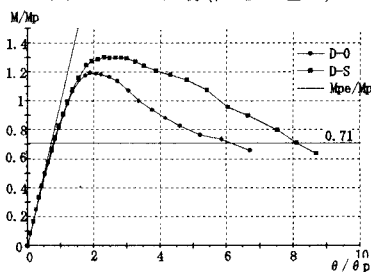


図-3 M-θ 曲線(D 供試体)

#### 4.あ と が き

本実験は、種々な部分水平補剛材を腹板に有する 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

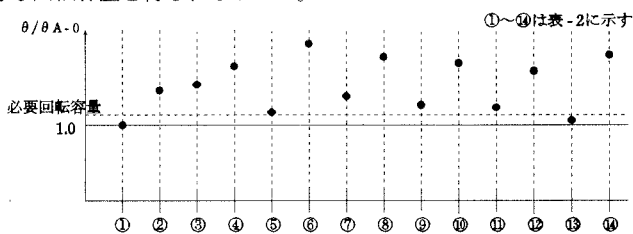


図-4 回転容量

し現行 Gaide Spec.によって求められた断面桁と補剛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るつもりである。

#### <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 形断面ばりの回転容量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, Phose3 : Initial Moment-Rotation Tests." AISI Project 188, Am. Iron and Steel Ins., April 18.