

I-A 50

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

立命館大学大学院 学生会員○志水政弘
 富士車輛（株） 正 会 員 笠井啓二
 立命館大学理工学部 正 会 員 伊藤 満

1.はじめに

オートストレス設計法(ASD法)は、超過荷重時の設計において連続ばりの中間支点上に小さな塑性回転を認めており、さらに最大荷重時の設計において中間支点上断面は十分な塑性回転容量を持つことが要求されている。AASHTO Guide Spec.¹⁾では厚肉断面桁のフランジ及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を鋼桁に保証している。もし、限界幅厚比を有する鋼桁断面に何らかの補剛材を設けた場合に、塑性回転容量が大幅に改善されたとする。このことは、逆に言えば補剛された鋼桁断面の幅厚比が限界値より大きくても所定の塑性回転容量0.063rads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、鋼重を減らすことができ経済設計を期待することができる。

本研究は、幅厚比制限値をどれ位まで大きくしてもオートストレス設計が可能であるかを検討するために、どのような補剛方法が塑性回転容量を改善することに役立つかを、種々な補剛材を設けた試験桁を製作し、実験的に検討した。

2.実験概要

H形断面ばりの回転容量における影響因子には、断面寸法、鋼材特性、曲げモーメント分布、横補剛間隔、及び補剛法などがある。これらの要因が組み合わされることによって、塑性回転容量は影響を受ける。本実験は、補剛法の違いによって、塑性回転容量がどのように変化するかを実験的に検討するものである。したがって、他の要因を全て同一条件とし、補剛法の違う試験桁を4体製作した。断面寸法は、フランジ幅厚比 $b/t_f=17$ 、ウェブ幅厚比 $D/t_w=65$ と一定とし、使用鋼材はSS400で統一した。曲げモーメント分布は、連続ばりの中間支点を想定したモーメント分布とするため、中央集中荷重によるモーメント勾配のあるものとし、横補剛間隔は十分な横補剛を保つためAASHTOのGuide Spec.の許容値内に選んだ。

補剛法の違いによって、補剛効果がどれ位あるかを調べるために、補剛しない供試体(A-1)と、垂直補剛材(A-2)、水平補剛材(A-3)、圧縮フランジ補剛材(A-4)、及び斜め補剛材(A-5)の計5供試体を製作した。また、回転角 θ の測定は、両支点付近に等辺山形鋼を取り付け、ダイヤルゲージと変位計及び加速度計を設置し、その変位により求めた、ひずみ及び変位測定は、M.G.Lay、T.V.Galambos²⁾の理論式から得られる座屈波長 L_{opt} により大きな塑性変形が予想される場所に、ひずみゲージ、ダイヤルゲージ、及び変位計を設置した。図-1に供試体の製作寸法値及び概要を示す。

3.実験結果

本実験では、補剛法と回転容量の関係を把握するため、補剛材のない供試体と補剛法を変化させた4供試体について、測定値が最も安定していたダイヤルゲージにより、曲げモーメント-回転角曲線を作成し、有効塑性モーメント時における塑性回転容量を求めた。A-1と他の供試体との回転容量の関係を図-2に示す。

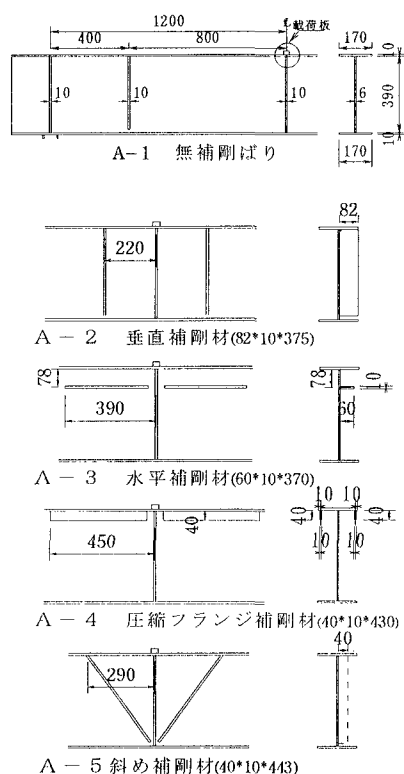


図-1 供試体概要図

ただし、A-2については実験中に載荷用ジャッキの傾斜が顕著に現れたため最大荷重が得られた時点で除荷を行った。そのため、それ以後の履歴を追うことができなかったのも、文献³⁾を参考に予測したものである。図-2より回転容量のみを比較すると、A-4が補剛材としての役割を果たしている。A-5については、補剛材のないA-1よりも低い数値を示した。この原因は、本来座屈変形を拘束すべき斜め補剛材が、逆に溶接ひずみを一箇所に集中させる結果となり座屈を早期に促進したのではないかとと思われる。補剛材の重量と回転容量との関係を図-3に示す。A-4は補剛材の使用重量が多い分回転容量も大きくなっている。そしてA-2とA-3を比べた場合、補剛材重量に差が見えA-3の方が少ない補剛材重量で、補剛材としての役割をより効果的に果たしている。A-5については他の供試体よりも重量は少ないがそれだけ回転容量も少ない。

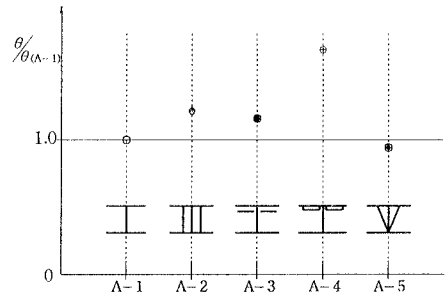


図-2 回転容量

曲げモーメントとせん断力Q相関曲線と実験結果を比較したものを図-4に示す。図中の点Aは、純曲げ時の曲げ耐力、点Cは、純せん断時のせん断耐力、点Bは、純せん断を保ちながら曲げ耐力と回転容量が最大になる点で、それぞれ純曲げ時の全塑性モーメント M_p 、純せん断時の全塑性せん断力 Q_p で無次元化したものである。崩壊断面をスパン中央とし、曲げとせん断の比を直線で表し各供試体の最大荷重時の点をプロットした。D点は、ひずみ硬化や、補剛効果を考えないときの崩壊荷重の解析値である。A-3、A-4については、曲げに対しての補剛効果が大きいと思われる。A-5の最大耐力はA-1よりも大きい値を示しているが、最大耐力後の粘りがなかったため回転容量が小さくなったと思われる。

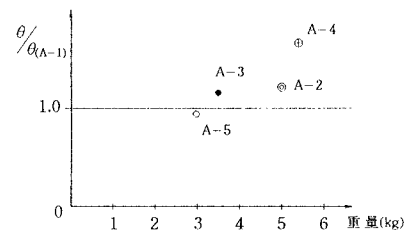


図-3 補剛材重量

総合的に考えてA-2とA-3は、溶接長も少なく回転容量の増加も期待でき、補剛材としての機能を十分に満たしている。A-4に関しては、回転容量は大きくても、溶接の作業工程の困難さや補剛材重量などから不経済となり、実用性は少ないと思われる。

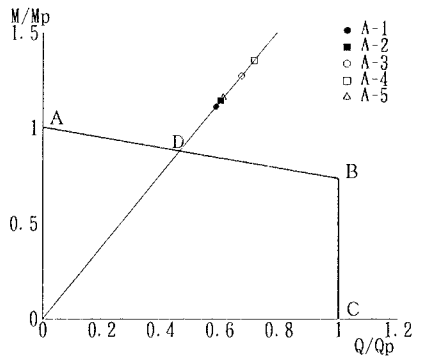


図-4 M-Q相関曲線

4. あとがき

本研究は、補剛法の違う供試体の曲げモーメントー回転角曲線を実験的に求め、それにより塑性回転容量がどのように変わるかを補剛材重量を比較することやM-Q相関曲線により検討した。今後は実験データを基にA-2、A-3についてFEM解析を行いさらに深く検討を加えるつもりである。

<参考文献>

- 1) AASHTO: "Guide Specification for Alternate Load Factor Design procedures for Steel Beam Bridges Using Braced Compact Sections", 1986
- 2) M.G. Lay and T.V. Grambos: "Inelastic Beams Under Moment Gradient", Journal of the Structural Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 93, No. ST1, Proc. Paper 5110, Feb., 1967
- 3) Schilling, C.G., & Morocos, S.S., "Moment-rotation Tests Of Steel Girders With Ultracompact Flanges", Project 188 Autstress Design Of Highway Bridges, American Iron and Steel Institute, July, 1988
- 4) 福知保長: "円形孔を有するはりの耐力と設計法" 日本建築学会論文報告集 第296号, 昭和55年10月