

低降伏比鋼を用いた H 形断面桁のモーメント - 塑性回転角特性に関する研究

石川島播磨重工業（株） 正会員 ○神應 昌嗣
 富士車輛（株） 正会員 鈴木 正典
 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. まえがき

AASHTO の LRFD（荷重抵抗係数設計）¹⁾の中で厚肉断面（コンパクト断面）に対してのみ認められている非弾性設計法は、設計された鋼桁断面に対して、有効塑性モーメント(Mpe)時に少なくとも 0.063rads の塑性回転容量が要求される²⁾。また、この設計法は、比較的延性に富んだ降伏応力度 345N/mm²(SM490Y 相当)クラスの鋼材までを設計の対象とし、それ以上の高強度鋼に対しては、現在のところ適用が認められていない。

一方、近年、製鋼技術の発展と共に種々な機械的特性を有する鋼材が開発され、建築構造物に対しては早くからその応用が考えられている。とりわけ、低降伏比鋼材は比較的靱性に富み、耐震性能にも優れた鋼材として注目を集めている³⁾。

本研究は、Fig.1 に示すように、高張力鋼である SM570Q 材と、高張力鋼である SM570Q 材の引張強さを保ち、厳密な熱処理制御で降伏応力度を降下させた低降伏比鋼 SA440 材をそれぞれ全断面に使用し、AASHTO LRFD 法¹⁾で設計した H 型断面供試体を製作し、静的曲げ実験を行い、併せて解析を行って、SM570Q 材と低降伏比鋼の塑性変形能力の検討を行った。そして、これらの鋼材の AASHTO LRFD 法の非弾性設計法への適用性について考察を加えたものである。

2. 実験概要と結果

実験供試体は使用鋼材を SM570Q 材とする H シリーズ、SA440 材とする L シリーズとし、ウェブの等価幅厚比によって Table.1 に示すように H-80, H-70, H-60, および L-80, L-70, L-60 の計 6 供試体を製作した。実験は、単純梁中央集中載荷の形式で行い、試験桁の回転角 θ の測定は供試体両端部にそれぞれ 2 体のダイヤルゲージを配置し、その変位差により求めた。Fig.2 は、ウェブ等価幅厚比が 80 である両シリーズ供試体の実験結果を、縦軸に実験桁の作用曲げモーメント M を、横軸に回転角 θ を、それぞれ塑性モーメント Mp およびその時の回転角 θ_p で無次元化して示したモーメント-回転角曲線である。図から、H-80 は最大モーメント到達

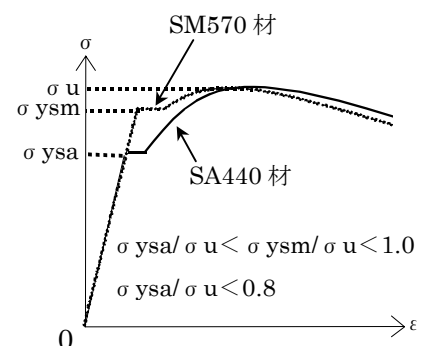


Fig.1 低降伏比鋼 SA440 材の概要図

Table.1 供試体実測寸法

	b (mm)	t _f (mm)	D (mm)	t _w (mm)	L (mm)	$\frac{b}{2t_f} \sqrt{\frac{F_y f}{50}}$	$\frac{D}{t_w} \sqrt{\frac{F_y f}{50}}$
H-80	116	11.1	366	6.1	1366	6.9	78
H-70	117	11.1	320	6.2	1328	6.9	68
H-60	117	11.1	275	6.2	1275	6.9	58
L-80	170	13.7	418	6.1	1766	7.4	84
L-70	170	13.9	364	6.0	1718	7.1	70
L-60	170	14.0	313	6.1	1681	7.0	59

Fyf : 圧縮フランジ使用鋼材の降伏応力度(ksi)

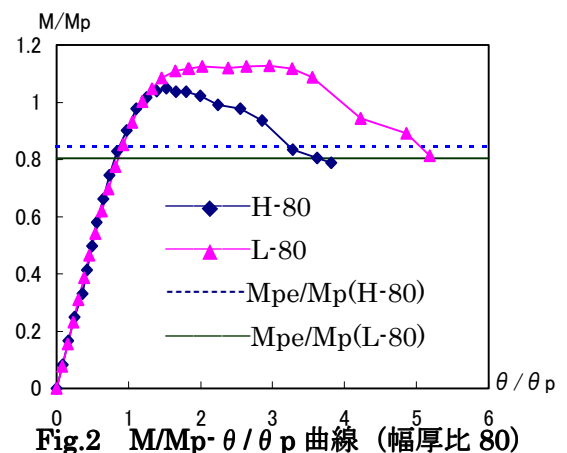


Fig.2 M/Mp-θ/θp 曲線 (幅厚比 80)

キーワード 低降伏比鋼、AASHTO、塑性回転容量、有効塑性モーメント、高性能鋼

連絡先 〒100-8182 東京都千代田区大手町 2 丁目 2 番 1 号 石川島播磨重工業（株）

後、耐力が急に低下しているが、L-80 は最大モーメント到達後も、耐力を一定維持しているのがわかる。他の幅厚比供試体についても同様の傾向が見られ、塑性変形能力という点からみると、今回の実験においては、H シリーズに比べて L シリーズ桁の方が幾分有利な結果が得られた。

実験結果を有効塑性モーメント時の塑性回転角 R で示したものを Fig.3 に示す。この図から、すべての供試体が LRFD¹⁾ によって規定されている必要塑性回転容量(0.063rads)を満たした。当研究室で 2000 年に行われた SM570Q 材を使用したウェブ等価幅厚比が 90 である供試体の実験結果を同図に示すが、規定値には達しておらず、また、ウェブ幅厚比が 80 でも、なお十分な塑性変形能力を示した L シリーズ桁の傾向を考慮すると、幅厚比がより大きい断面に使用される場合、SA440 材の方がより非弾性設計に有利な鋼材であると思われる。

3.解析概要と結果

L シリーズの中でウェブ等価幅厚比が 80 (L-80) においても依然として、厚肉断面の必要塑性回転容量 (0.063rads) と比較して大きな余裕をみせたため、L シリーズのウェブ等価幅厚比が 90、100 である供試体モデルを作成し、解析によりそれらの塑性変形性状を検討した。供試体は上下対称、また、実験は載荷点に対して対称となる単純梁中央載荷で行ったので、文献⁴⁾を参考にして、供試体の 2 分の 1 モデルを解析モデルとして作成した。まず、解析モデルの再現性を確認するために、実験値と解析値の比較を行った。その結果、Fig.に L-80 の比較結果を示すが、解析モデルには良好な実験再現性があることが言える。次に、再現性が確認された解析モデルを使用し、L-90、L-100 について解析を行った。解析結果と回転容量 R 値を Fig.5 に示す。それらの図表から、使用鋼材が SA440 材である L シリーズにおいて、ウェブ等価幅厚比が 100(L-100)でも、回転容量が必要回転容量 0.063rads を上回っている事が分かる。以上の実験、解析結果から、AASHTO の LRFD において、SM570 材はウェブ等価幅厚比が 80 まで、SA440 材は 100 前後まで適用可能で、塑性変形能力について鋼材で比較すると、低降伏比を持つ SA440 材が SM570 材より能力が高く、また今後、使用鋼材としての可能性があるといえる。

4.あとがき

今後は、より大きなウェブ等価幅厚比を持つ供試体の塑性変形能力を実験により検証し、AASHTO LRFD 法への適用性について検討していくつもりである。

<参考文献>

- 1) AASHTO : LRFD Bridge Design Specifications.(1998).
- 2) M.A Grubb, and P.S. Carskaddon, "Autostress Design of Highway Bridges, Phase3 : Initial Moment-Rotation Tests." AISC Project 188, Am. Iron and Steel Ins. (April 18.1979).
- 3) 加藤 勉：建築用鋼材の降伏比について、鉄と鋼、1988 年、第 6 号
- 4) Donald W. White, "Analysis of the Inelastic Moment-Rotation Behavior of Non-Compact Steel Bridge Girders, CE-STR-94-1, STRUCTURAL ENGINEERING

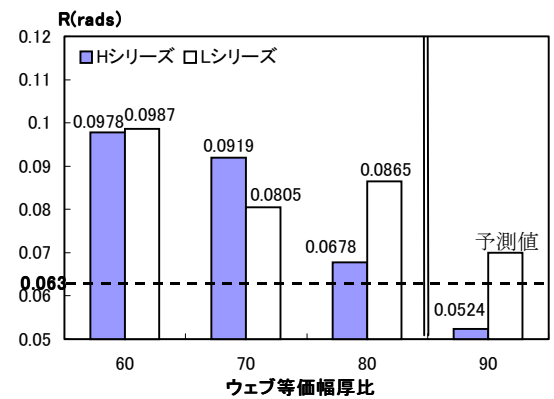


Fig.3 塑性回転容量 R

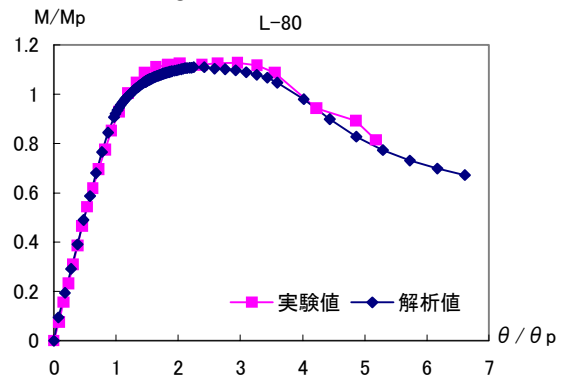


Fig.4 実験値と解析値の比較

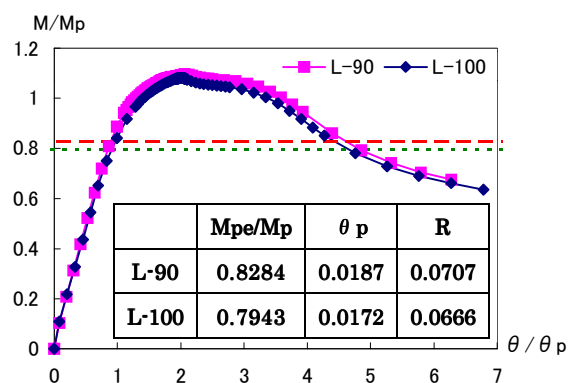


Fig.5 解析結果