

低Y R鋼を用いた箱型断面部材の変形特性に関する実験的研究

京都大学大学院 学生員 ○山口 岳
 京都大学工学部 正 員 杉浦 邦征
 新日本製鐵(株) 正 員 伊佐 隆善

京都大学工学部 正 員 渡邊 英一
 新日本製鐵(株) 正 員 西海 健二

1. 研究目的

鋼材の塑性変形能力を期待するためには、降伏比をある程度低く抑える必要があることが従来より指摘されている¹⁾。本研究では地震力という過大外力を受ける鋼製橋脚の柱部材を想定し、降伏比(降伏応力/最大耐力)の異なる2種類の鋼材を用いて作成した箱型断面部材に対し、一定軸圧縮力下における単調曲げ載荷実験を行った。その結果をもとに鋼材の非弾性特性(応力-ひずみ関係における降伏比、及び破断伸び)の変化が鋼部材の強度、及び靱性に及ぼす影響について検討する。

2. 載荷実験概要

本研究に用いた供試体は6体で、板厚4mmの鋼薄板に突き合わせ溶接を施して作成した。その断面形状をFig.1に示す。うち3体は降伏比の高い鋼材(高Y R鋼、Hタイプ)、残りの3体は降伏比の低い鋼材(低Y R鋼、Lタイプ)を使用している。2種類の鋼材の材質については、引張耐力がほぼ等しく、降伏応力の異なる鋼材を採用した。各鋼材の応力-ひずみ曲線、材料特性をそれぞれFig.2、Table1に示す。さらに各タイプについて一般化幅厚比Rをパラメータとして、 $R=1.2, 1.0, 0.8$ となる寸法に供試体を設計した。

Table2 各供試体の断面力

	H12	H10	H08	L12	L10	L08
M_y (tonf・m)	10.0	7.4	5.1	10.2	7.5	5.2
ϕ_y ($10^{-6}/\text{mm}$)	1.573	1.845	2.220	1.119	1.331	1.584
P_y (tonf)	136.4	117.1	97.1	123.2	105.5	87.6
幅厚比 R	1.17	1.00	0.84	1.17	1.01	0.84

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)\sigma_y}{K_E E \pi^2}}$$

b: 板幅 σ_y : 降伏応力
 t: 板厚 ν : ポアソン比
 E: ヤング率 $K_E=4$

M_y : 初期降伏曲げモーメント
 ϕ_y : 初期降伏曲率
 P_y : 初期降伏軸圧縮力

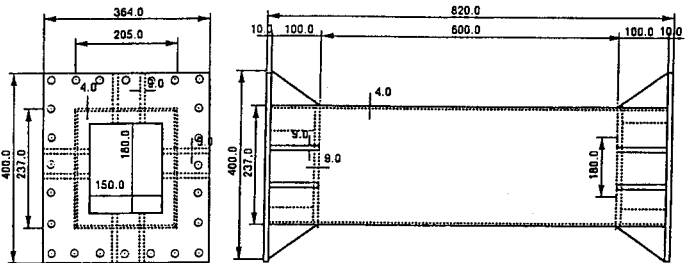


Fig. 1 供試体の断面形状(H12)

Table1 材料特性

	下降伏点 (kgf/mm ²)	引張耐力 (kgf/mm ²)	破断伸び (%)	降伏比 (%)
高Y R鋼	39.3	45.0	18.5	87.3
低Y R鋼	31.5	45.7	26.8	68.9

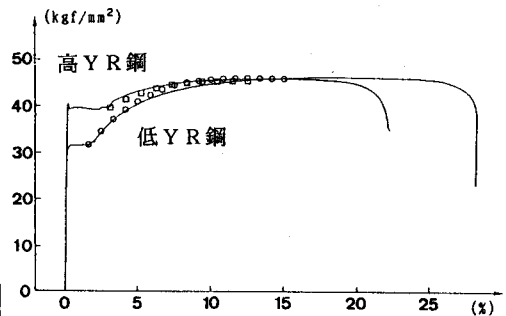


Fig. 2 応力-ひずみ曲線

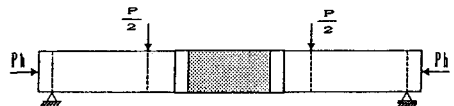


Fig. 3 載荷形式

Takeshi YAMAGUCHI, Eiichi WATANABE, Kunitomo SUGIURA, kenji NISHIUMI, Takayoshi ISA

供試体の名称、及び断面力をTable2に示す。なお、供試体の名称における数字は上に述べた一般化幅厚比を表している。荷重の載荷形式は、Fig.3に示すように一定軸圧縮力下で鉛直荷重を漸増させることにより純曲げを発生させる。この際一定軸圧縮力としては過去の研究報告²⁾に基づき、初期降伏軸圧縮力 P_y の20%とした。

3. 実験結果と考察

一般に、一定軸圧縮力下において曲げモーメントを増加させた場合、まず圧縮を受ける薄板要素が局部座屈を生じ、その後面内曲げを受ける薄板要素によって多少耐力が増大しながら徐々に崩壊へと進展する。ここでは単調曲げ載荷実験の基本的、直接的な実験結果として、曲げモーメント-曲率曲線($M/M_y - \phi/\phi_y$ 曲線: M_y は初期降伏曲げモーメント)を取り上げる。高YR鋼、低YR鋼の部材の変形特性を $M/M_y - \phi/\phi_y$ 曲線により比較した結果をFig.4~Fig.6に示す。この結果によると強度については両者の違いはほとんどみられない。これに対して座屈後の挙動に関しては、Hタイプでは多少曲率が大きくなった時点で耐力力が急激に低下する傾向がみられるのに対し、Lタイプでは曲率の増大と共にやがて緩やかに低下する様子がみられる。この耐力力の低下の仕方を劣化域での弾塑性剛性比 η ($=E_p/E$; E_p はそれぞれ弾性域、塑性域でのヤング率)を用いて表した結果から判断してもHタイプの方が低下率がかなり大きいことがわかる。以上の結果から、局部座屈を生じる場合の部材の変形性能という観点からみると材料の降伏比を低く抑えることによりかなりの効果が得られると考えられる。ただしここで行った低YR鋼に関する評価は降伏応力 σ_y を基準としており、高YR鋼と比較した場合に生じるエネルギー吸収能力の差は降伏応力に対する余剰耐力を表したものと考えるべきである。

4. 結論

一定軸圧縮力下における単調曲げ載荷実験により、低YR鋼は高YR鋼と比較してフランジ座屈後の耐力力の低下が緩やかで、劣化過程におけるほぼ全範囲においてエネルギー吸収能力が大きいことから、塑性状態における変形性能に優れた材料であると考えられる。

5. 参考文献

- 1) 桑村仁・志村保美:降伏比の異なる高張力梁の曲げ実験、建築学会大会、NO.21179、pp.873-874、1987年10月
- 2) 中井・河合・吉川・北田・酒造:鋼製ラーメン橋脚の実績調査(下)、橋梁と基礎、NO.6、pp.43-49、1982年

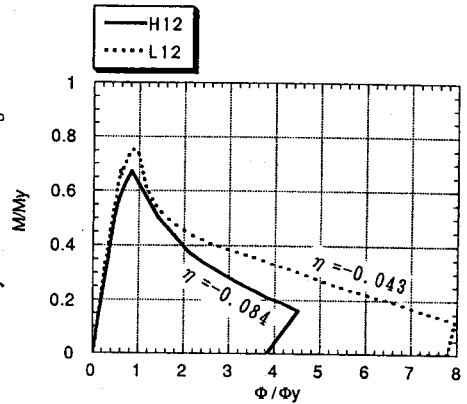


Fig.4 $M/M_y - \phi/\phi_y$ 曲線 (H, L12)

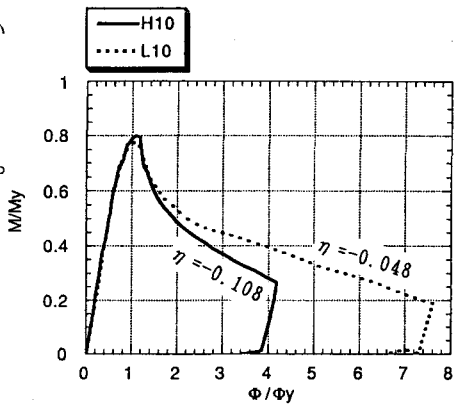


Fig.5 $M/M_y - \phi/\phi_y$ 曲線 (H, L10)

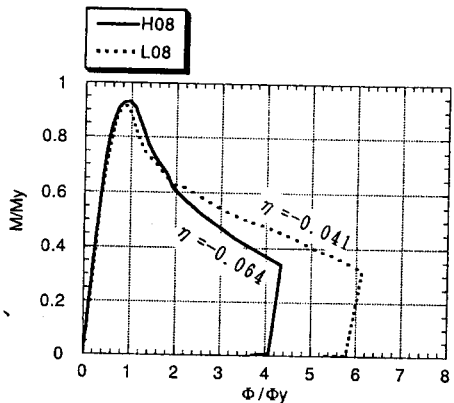


Fig.6 $M/M_y - \phi/\phi_y$ 曲線 (H, L08)