

SN材を用いたI形断面ばりの塑性回転容量に関する実験的研究

立命館大学大学院 学生員 高根 正明  
 立命館大学理工学部 正会員 野阪 克義  
 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の非弾性設計法<sup>2)</sup>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の大きな塑性回転能を要求されている。そのため、この設計法への適用は、比較的靱性に富んだ公称降伏点応力度345Mpa(SM490Y相当)の鋼材までとしている。

一方、近年の製鋼技術の発展と共に塑性変形能の大きい、いわゆる、耐震性に優れた鋼材の開発が盛んに行われている。その中でも、阪神・淡路大震災以降に開発された建築構造用圧延鋼材SN材は、とりわけ、塑性変形能や溶接性に優れた鋼材として注目されている<sup>1)</sup>。

本研究は、SN材がAASHTOのLRFD(荷重抵抗設計法)の中に採用されている非弾性設計法に、適用できるか否かを実験的に検討し、考察を加えたものである。

2. 実験概要

供試体は、実験の単純化のため、2スパン連続梁のモーメント分布における変曲点を単純梁の両支点、中間支点反力を載荷荷重とした単純梁に置き換えて行うものとする。したがって実験は、単純梁中央集中荷によるモーメント勾配のもとで行う。また、試験桁の回転角の測定は両支点付近に等辺山形鋼を設置し、そこに2基のダイヤルゲージ及び変位計を300mm間隔で配置して、それぞれの変位差から求めるものとした。横倒れ防止位置には、リニアガイドを設け鉛直・水平方向の摩擦を軽減させた。

供試体実測寸法をTable.1に示す。表中のHYはフランジにSN490B材、ウェブにSM400A材を用いたハイブリッド桁をそれぞれ示す。供試体概略図をFig.1、引張試験結果をTable.2

に示す。フランジの幅厚比は7.0に統一し、ウェブの幅厚比70、80、90、100を製作した。中間垂直補剛材の位置は、せん断力の各供試体への影響

を同一にするため、0.33~0.5Lの位置に設けた。横補剛間隔は、各供試体の回転容量に与える影響ほぼ一定にするため、AASHTO Spec.の制限値<sup>1)</sup>の約57%の位置に統一して横補剛点を設けた。連続梁の中間支点上のせん断力の大きさは、 $V/V_u=0.6$ 以下<sup>3)</sup>の範囲に入るように供試体を決定した。ここで $V_u$ は、終局せん断力を示す。

Table.1 供試体実測寸法

供試体	b (mm)	tf (mm)	Dw (mm)	tw (mm)	L (mm)	$\frac{b}{2t_f} \sqrt{\frac{F_{yc}}{345}}$	$\frac{D_w}{t_w} \sqrt{\frac{F_{yc}}{345}}$
HY70	195.5	13.9	420.1	6.1	2150.7	7.0	68.6
HY80	195.2	14.0	479.5	6.1	2230.0	6.9	78.4
HY90	196.0	14.0	539.9	6.0	2299.8	7.0	89.6
HY100	195.9	14.0	599.4	6.0	2398.7	6.9	98.9

La=Lb=0.33~0.5L Fyc=圧縮フランジの降伏応力度

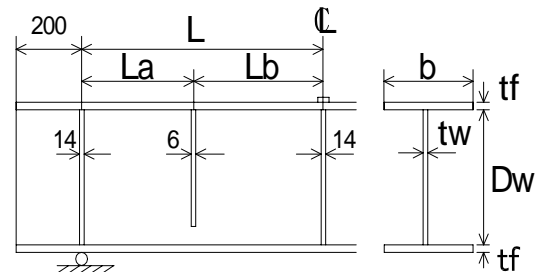


Fig.1 供試体概略図

供試体	板厚 t (mm)	断面幅 b (mm)	降伏応力 y (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ u (N/mm <sup>2</sup> )	降伏比 y/u	E/Est	st/ y	伸び率 EL (%)
SM400A	6.02	40.21	292.90	443.75	0.66	48.43	15.24	17.40
SN490B	13.21	40.17	344.66	540.64	0.64	39.37	9.46	20.90

Table.2 引張試験結果

キーワード：オートストレス設計法、SN材、有効塑性モーメント、塑性回転容量

連絡先：〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1 TEL:077-561-2666(内線:8715) FAX:077-561-2667

3. 実験結果と考察

Photo.1 は HY90 の座屈後の供試体状況を示す。Fig.2 は、HY70 と HY100 の供試体の塑性回転容量を比較した図である。縦軸に試験桁の支間中央の曲げモーメント  $M$  を、横軸に試験桁の全回転角  $\theta$  をそれぞれ全塑性モーメント  $M_p$  及びその時の回転角  $\theta_p$  で無次元化して示したモーメント - 回転角曲線である。HY70 は、示方書で要求されている塑性回転容量 0.063rads を、0.082rads と得ることができたが、HY100 は 0.041rads と少なめであった。また図から HY70 は、ウェブが降伏してから最大モーメントに達するまでの靱性が大きい、HY100 は降伏した後の靱性が少ないことがわかる。これらのことから、ハイブリッド桁の場合、ウェブが降伏してから最大モーメントに達するまでの変形能が大きい程、有効塑性モーメントは塑性回転容量が大きいと言える。

座屈荷重順序は、一般的に言われているハイブリッド桁と同様に、各供試体ともウェブから先に起こった。HY70、HY80、HY90 は、ウェブとフランジの座屈荷重にあまり差異は見られなかったが、HY100 の場合は非弾性設計法のウェブ幅厚比制限値を超え、薄肉断面になっているために、他の供試体よりも早く局部座屈が起こったものと思われる。

Fig.3 は、縦軸に有効塑性モーメント時の回転容量  $R$ 、横軸にウェブの幅厚比をとり、各試験桁の値を記したものである。図から HY90、HY100 は、AASHTO で要求されている塑性回転容量を少し下まわった。今回の実験では、HY70、HY80 は非弾性設計法に十分適用できるものの、HY90、HY100 については適用不十分という結果になった。ただし、HY90 は 0.054rads と必要回転容量に極めて近い値であり、実験誤差の範囲内と考えられるので、今後も検討が必要と思われる。

今回の実験では、HY70、HY80 は非弾性設計法に十分適用できるものの、HY90、HY100 については適用不十分という結果になった。ただし、HY90 は 0.054rads と必要回転容量に極めて近い値であり、実験誤差の範囲内と考えられるので、今後も検討が必要と思われる。

今回の実験では、HY70、HY80 は非弾性設計法に十分適用できるものの、HY90、HY100 については適用不十分という結果になった。ただし、HY90 は 0.054rads と必要回転容量に極めて近い値であり、実験誤差の範囲内と考えられるので、今後も検討が必要と思われる。

4. あとがき

本実験は、SN490B 材を用いた供試体を製作し、静的曲げ試験を行い、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。今後はこの結果をもとに、FEM 解析（ SM490Y 材との比較、 SN490B が適用可能な幅厚比の検討 ）と今回の HY90 の供試体については、現供試体(実験済)から取り出した引張試験を再度行い、塑性回転容量についてさらに検討を加えていく予定である。

《参考文献》

- 1) 建築専門員/建設用鋼材研究会：新しい建築構造用鋼材,第2章社会法人鋼材倶楽部.
- 2)AASHTO : LRFD Bridge Design Specifications(1998)
- 3)Christopher J.Earls : “ Influence of Material Effects on Structural Ductility of Compact I-Shaped Beams ” , Jornal of Structural Engineering , pp.1268-1278,Nov.2000.



Photo.1 座屈後供試体

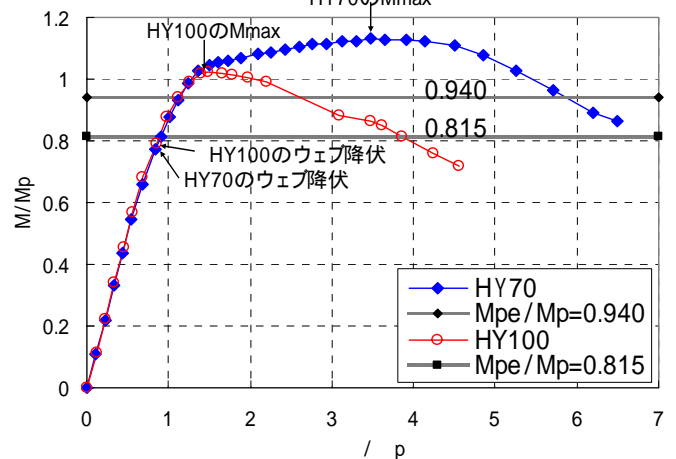


Fig.2 HY70 と HY100 の  $M/M_p - \theta / \theta_p$  曲線

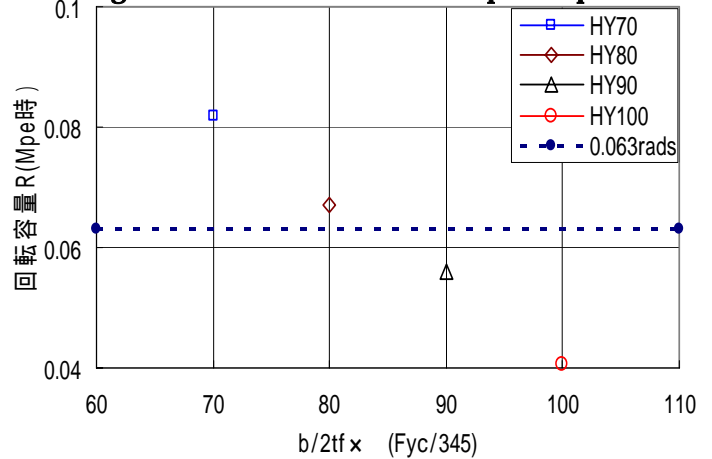


Fig.3 塑性回転容量-幅厚比図