

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

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¹⁾。

一方、AASHTO の非弾性設計法²⁾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。

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。今回用いた SN490B 材は、おおよそ Fig.1 に示すような応力-ひずみ特性を有するものである。

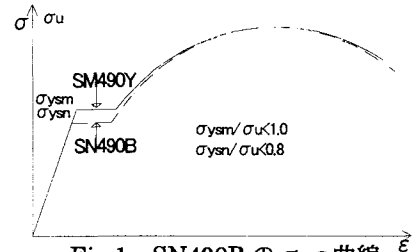


Fig.1 SN490B の σ - ϵ 曲線

2. 実験概要

供試体は、実験の単純化のため、2 スパン連続ばり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、単純梁中央集中載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 θ 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($\sigma_y=345$ N/mm², $\sigma_u=541$ N/mm², $\epsilon_{st}/\epsilon_y=9.46$, $E_{st}=5.59$ N/mm²)、ウェブに SM400A 材($\sigma_y=293$ N/mm², $\sigma_u=444$ N/mm², $\epsilon_{st}/\epsilon_y=15.2$, $E_{st}=3.98$ N/mm²)を用いたハイブリッド桁をそれぞれ示す。ここで、 σ_y は降伏応力、 σ_u は引張強さ、 ϵ_{st}/ϵ_y はひずみ硬化開始時のひずみと降伏ひずみの比、 E_{st} はひずみ硬化係数を示す。供試体概略図を Fig.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をほぼ一定にするため、AASHTO Spec.の制限値の約 57%の位置に統一して横補剛点を設けた。連続ばりの中間支点上のせん断力の大きさは、 $V/V_u=0.6$ 以下³⁾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)	$\frac{b}{2tf} \sqrt{\frac{F_{yc}}{345}}$	$\frac{Dw}{tw} \sqrt{\frac{F_{yc}}{345}}$
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

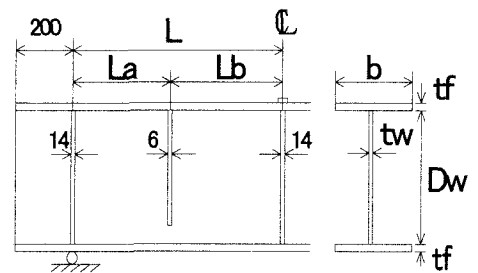


Fig.2 供試体概略図

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.3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 θ をそれぞれ全塑性モーメント M_p 及びその時の回転角 θ_p で無次元化して示したモーメントー回転角曲線である。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。

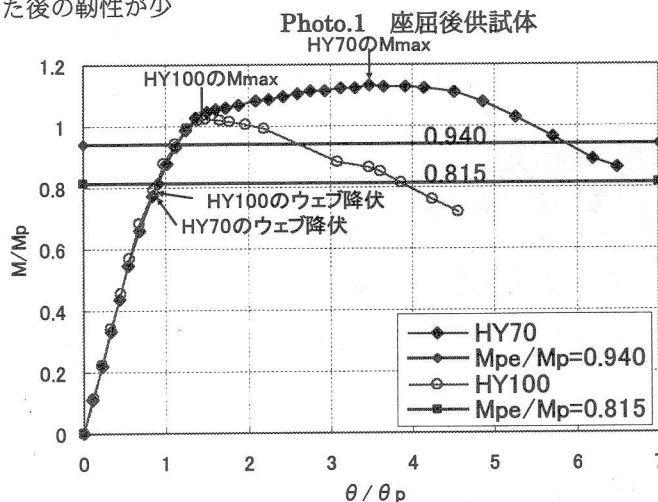
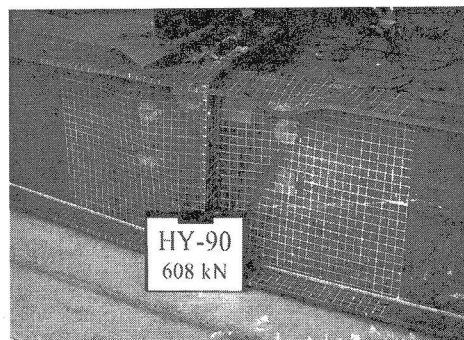


Fig.3 HY70とHY100の $M/M_p - \theta/\theta_p$ 曲線

M_{max}/M_p の値は、各供試体において1を上回っていた。これより、各供試体とも、AASHTOが必要とする耐荷力を十分有していることがわかる。ここで、 M_{max} は最大モーメントを示す。幅厚比が大きいほど、 M_{max} に達してから M_{pe} に降下する傾きが大きくなるため、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。

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(①SM490Y材との比較、②SN490B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", Journal of Structural Engineering, pp.1268-1278,Nov.2000.