

第 部門

HT690 材の非弾性設計法への適用に関する実験的研究

立命館大学大学院 学生員 ○増田 友哉
立命館大学理工学部 正会員 野阪 克義
富士車輛（株） 正会員 鈴木 正典
立命館大学理工学部 正会員 伊藤 満

1.はじめに

我が国の鋼道路橋示方書¹⁾は、性能照査型設計法への一步踏み込んだ形で規準が見直され改訂が行われた。将来予想される橋梁の技術開発ならびに製鋼技術等の発展により、性能照査型設計への要求が高まることは必至と考えられる。現在、AASHTO では、設計荷重抵抗係数設計法(LRFD 法)²⁾の中に塑性崩壊メカニズムを考慮した非弾性設計法という設計法が取り入れられている。非弾性設計法には、有効塑性モーメント(Mpe)という新しい概念が取り入れられており、非弾性設計された鋼桁断面に対して有効塑性モーメントに対する塑性回転容量を少なくとも 0.063rads 以上要求している。現在、非弾性設計法は、比較的靱性の高い降伏強度 345MPa(SM490Y 相当)級の鋼材までを設計の対象としており、それ以上の高強度鋼に対して適用は認められていない。

本研究では、板厚を薄くでき構造物の軽量化・橋梁の長大化などが可能である HT690 鋼と呼ばれる高強度の鋼材の非弾性設計法への適用について検討を行った。さらに、AASHTO LRFD 法の非弾性設計法への適用という観点から考察をしていく。

2.実験概要

HT690 鋼を全断面に用いて、設計したホモジニアス H 形断面供試体(Ho80,Ho90,Ho100)と、フランジに HT690 鋼を用いウェブに SM400 鋼を用いたハイブリッド H 形断面供試体(Hy80,Hy90,Hy100)を計 6 本製作して静的曲げ試験を行い、両供試体の塑性変形能力を比較することで HT690 鋼の塑性変形能力の検証を行う。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ばりに置き換えて行うものとする。したがって実験は、単純梁に中央集中載荷を加えた。また、試験供試体の回転角 θ の測定は両支点付近にアンクル材を設置し、そこに 2 個のダイヤルゲージおよび変位計を 300mm 間隔で配置し、それぞれの変位差から求めるものとした。

供試体実測寸法を表 1 に示す。フランジの幅厚比は 7.0 に統一し、ウェブの幅厚比は 80、90、100 に設定し、表 1 に示すようにそれぞれ計 6 供試体を製作した。供試体概略図を図 1 に示す。中間垂直補剛材はせん断力の各供試体への影響を同一するために表 1 の位置に設けた。本実験では実験上の安全性・各供試体の横倒れを考慮して、単純ばりの載荷点と片側支点の間に横補剛装置を 2 ケ所設けた。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とするため、AASHTO Guide Spec.制限値³⁾に対して約 95%のところに横補剛点を設けた。さらに、連続梁中間支点には大きなせん断力が作用することを考慮し、本実験ではすべての供試体に対して V_{max}/V_p が約 0.45 ~ 0.55³⁾となるように供試体寸法を決定した。

表1 供試体実測寸法

供試体	b	tf	Dw	tw	L	Lb	$\frac{b}{2t_f} \sqrt{\frac{F_{yc}}{345}}$	$\frac{D_w}{tw} \sqrt{\frac{F_{yc}}{345}}$
	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
Ho80	106	11	330	6	1300	983	6.8	75.1
Ho90	105	11	374	6	1350	674	6.8	85.3
Ho100	106	11	414	6	1388	598	6.8	94.4
Hy80	106	11	331	6	2260	1129	6.8	78.4
Hy90	106	11	374	6	2282	1145	6.8	88.2
Hy100	106	11	413	6	2320	1160	6.9	98.2

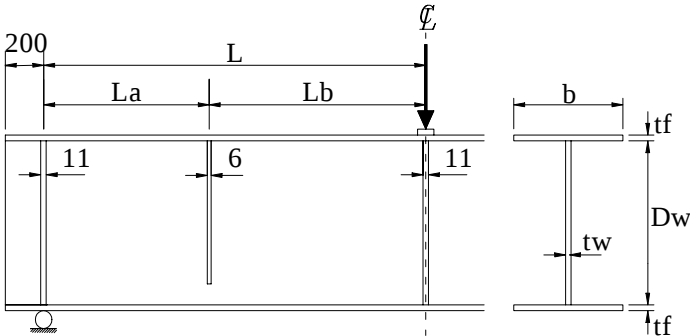


図 1 供試体概略図

3.実験結果及び考察

写真 1 は Hy90 の座屈後の供試体の状況を示す。図 2 は各実験供試体の曲げモーメント-回転角曲線を、各供試体の全塑性モーメント M_p と、 M_p 時の回転角 θ_p で無次元化したものである。ホモジニアス桁は、最大モーメントに達すると同時に耐力が減少することに対し、ハイブリッド桁は最大モーメントに達した後も耐力を保持しており、ホモジニアス桁と比較して塑性回転容量が大きいことがわかる。この原因として、ハイブリッド桁は最大モーメントに達する前に降伏強度の小さいウェブ部材のかかなりの部分の降伏が進み、塑性域の広がりを大きくなったと



写真 1 座屈後供試

ことが考えられる。図 3 は、Hy100 および Ho100 の供試体の有効塑性モーメント M_{pe} に対する塑性回転容量を示したものである。図からホモジニアス桁は、最大曲げモーメントに達すると同時に耐力の低下がみられるのにもかかわらず、大きな塑性回転容量 R (表 2) が得られている。この原因は、塑性回転容量を考える基準モーメント M_{pe} に対して両者の間にかなり差があるからである。AASHTO の規準は降伏強度 345MPa 級の鋼材までが設計の対象となっており、 M_{pe} の値は幅厚比制限値や降伏応力によって影響される。したがって、今回の高強度鋼に対するこの

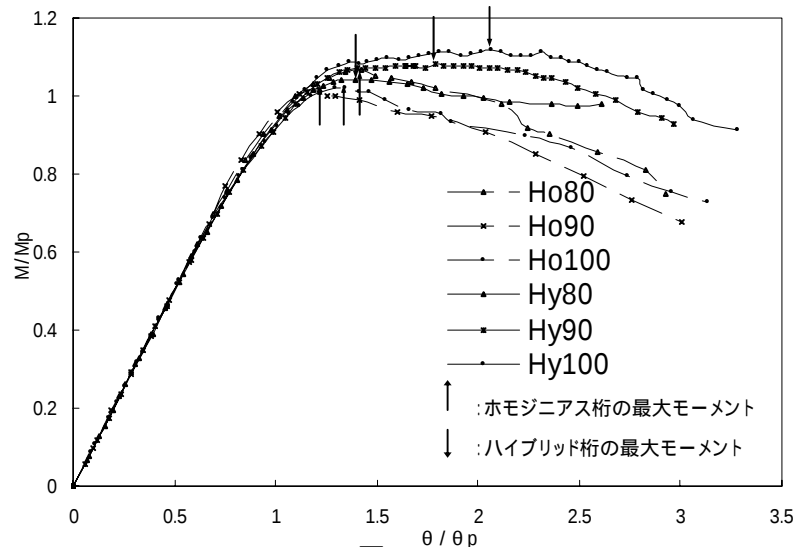


図 2 $M/M_p-\theta/\theta_p$

規準の適用性については、今後検討が必要と思われる。Hy80 は、横補剛装置が十分に機能しなかったため回転容量が予想よりも小さく生じた。他の供試体を比較するとウェブの幅厚比が大きいほど、回転容量は大きくなる傾向がある。今回、横補剛間隔の決定に用いた式も、降伏強度 345MPa (SM490Y 相当) 級の鋼材までを設計の対象としており、今回のような高降伏強度を持つ鋼材に対して基準をそのまま適用するには課題が残るものと思われる。

表 2 塑性回転容量	
供試体	$R(\text{rad})$
Ho80	0.0537
Ho90	0.0524
Ho100	0.0647
Hy80	0.0392
Hy90	0.0620
Hy100	0.0710

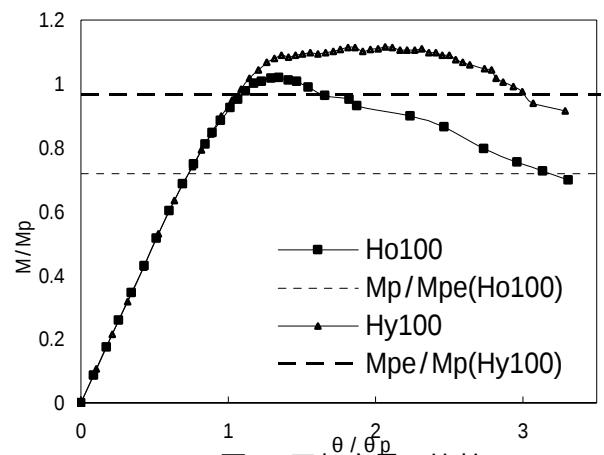


図 3 回転容量の比較

4.おわりに

本実験は、HT690 材を用いたホモジニアス桁および HT690 材、SM400 材を用いたハイブリッド桁を 6 体製作し、静的曲げ実験を行い、非弾性設計への適用性について検討したものである。今後はこの結果をもとに、FEM 解析を行い、横補剛位置および有効塑性モーメントに関してより検討を加え、HT690 材の非弾性設計法への適用を検討していく予定である。

《参考文献》

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書（2002.3）。
- 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.