

SM570 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	○山崎 健次郎
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. はじめに

オートストレス設計法は、現在、AASHTO の LRFD(荷重抵抗係数設計)¹⁾の中に非弾性設計法として取り入れられている。オートストレス設計法は、有効塑性モーメント (M_{pe}) という新しい概念を取り入れており、その値は、フランジとウェブの幅厚比を基本として与えているので、鋼材の降伏点応力度がフランジとウェブで異なった部材に対しても適用できる考え方である。また、非弾性設計法は、設計された鋼桁断面に対して、 M_{pe} 時に少なくとも 0.063rads の塑性回転容量を要求しており、そのために比較的靱性に富んだ降伏応力度 345MPa (SM490Y 相当)クラスの鋼材までを設計の対象としている。

本研究は、フランジに我が国の道路橋に使用が認められている鋼材 SM570 材を、ウェブに SM400 材を用いたハイブリッド H 形断面桁、および全断面に SM570 材を用いた等質 H 形断面桁を製作し、静的曲げ試験を行い、曲げモーメント・塑性回転角特性について検討し、この種の桁の非弾性設計法への適用性について考察を行うものである。

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おこなうものとする。したがって、実験は単純梁中央集中荷重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。

供試体実測寸法を Table.1 に示す。表中、HO は全断面に SM570 材を用いたホモジニアス桁を、HY はフランジに SM570 材、ウェブに SM400 材を用いたハイブリッド桁をそれぞれ示す。フランジの幅厚比は 7.0 に統一し、ウェブの幅厚比 $\frac{D_w}{t_w} \sqrt{\frac{\sigma_{yf}}{50}} = 80$ および 90 に対して Table.1 に示すようにそれぞれ HO80、HO90、HY80、HY90 の計 4 体の供試体を製作した。供試体概略図を Fig.1 に示す。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荷重点から $0.5L$ 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とするため、AASHTO Spec.の制限値¹⁾の約 97% の位置に横補剛点を設けた。さらに、連続ばりの中間支点上のせん断力の大きさは、荷重係数設計（最大荷重設計時）された連続ばりの中間支点上のせん断力の大きさ $V_{\max}/V_p = 0.4 \sim 0.52$ ($V_p = A_w \sigma_{yw}/\sqrt{3}$, σ_{yw} : ウェブの降伏応力度 $= 344\text{N/mm}^2, 537\text{N/mm}^2, A_w = D_w t_w$) の範囲に入るように供試体寸法を決定した。

Table.1 供試体実測寸法

供試体	b	t_f	D_w	t_w	L	$\frac{b}{2t_f} \sqrt{\frac{\sigma_{yf}}{50}}$	$\frac{D_w}{t_w} \sqrt{\frac{\sigma_{yf}}{50}}$
	mm	mm	mm	mm	mm		
HO80	125	11	392	6	1400	7.0	80.2
HO90	125	11	441	6	1450	7.0	90.2
HY80	125	11	390	6	1900	7.0	79.8
HY90	124	11	441	6	1950	6.9	90.2

$L_a = L_b = 0.5L$ σ_{yf} = 圧縮フランジの降伏応力度

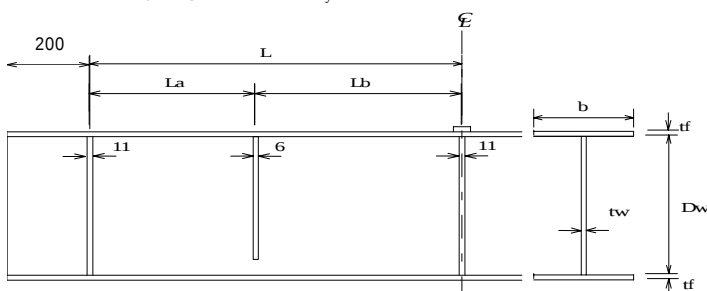


Fig.1 供試体概略図

キーワード：オートストレス設計法、ハイブリッド桁、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 の座屈後の供試体の状況を示す。座屈後の変化をわかりやすくするため縦横 25mm の正方形のメッシュを各供試体に入れた。Fig.2 は、各試験桁の塑性回転容量と、AASHTO の非弾性設計法で要求されている塑性回転容量¹⁾の比較図を示している。図から有効塑性モーメント時の塑性回転角 θ は、ハイブリッド桁に関しては示方書で要求されている塑性回転容量(0.063rads)をほぼ得ることができた。これに対して、ホモジニアス桁に関しては、必要な塑性回転容量を確保するまでには至らなかった。その原因として考えられるのは、ハイブリッド桁は最大モーメントに達する前に、強度の弱いウェブが比較的早くせん断降伏するため、それにより試験桁全体の塑性回転容量が向上していると思われる。これに対して、ホモジニアス桁は最大モーメント到達とほぼ同時にウェブのせん断降伏が起きており、塑性域の広がりがハイブリッド桁に比べて少ないために、十分な塑性回転容量が得られなかったと思われる。

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 $\alpha = \sigma_{yw} / \sigma_{yf}$ をとり、各試験桁の値を記したものである。図から、フランジに SM570 材または SM570Q 材、ウェブに SM400 材を用いたハイブリッド桁に関しては、AASHTO で要求されている塑性回転容量を確保している。これに対して、 α 値が大きくなるホモジニアス桁は十分な塑性回転容量が得られないといった傾向が見られた。

以上、フランジに SM570, SM570Q 材、ウェブに SM400 材を用いたハイブリッド桁に対しては、非弾性設計法に必要な回転容量を確保できるものと思われる。

4. あとがき

本実験は、SM570 材、SM400 材を用いたハイブリッド桁および SM570 材を用いたホモジニアス桁を製作し、静的曲げ実験を行い、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 解析を行い、SM570 材を用いたハイブリッド桁に関してさらなる検討を加えていく予定である。

【参考文献】

- 1) AASHTO : LRFD Bridge Design Specifications(1998)
- 2) Michel A. Grubb and Phillip S. Carskaddan : Autostress Design of Highway Bridges, Phase3 : Initial Moment-Rotation Tests, AISC Project 188, April, 1979.
- 3) 城崎孝博 : 「ハイブリッド桁のモーメント・塑性回転角特性に関する実験的研究」立命館大学修士論文, 2002 年, 2 月



Photo.1 座屈後供試体

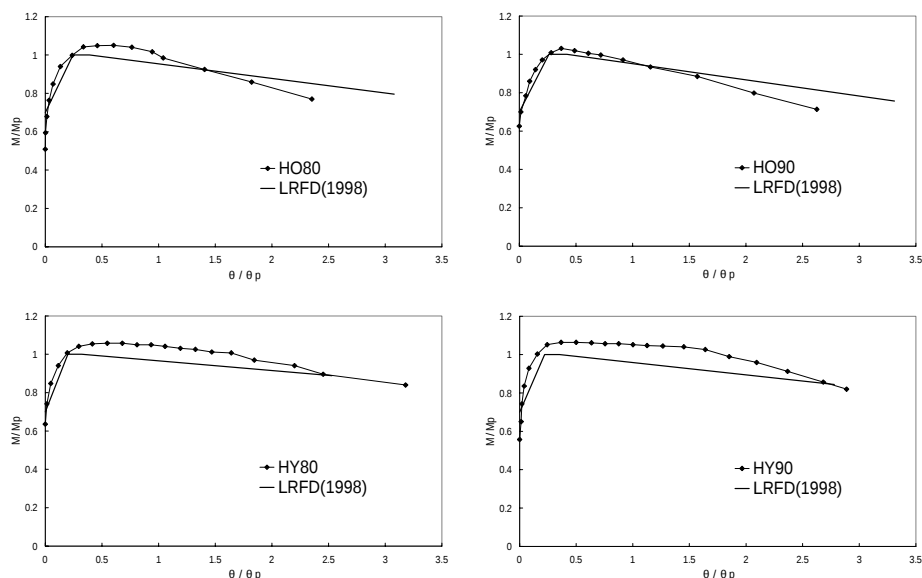


Fig.2 塑性回転容量比較図

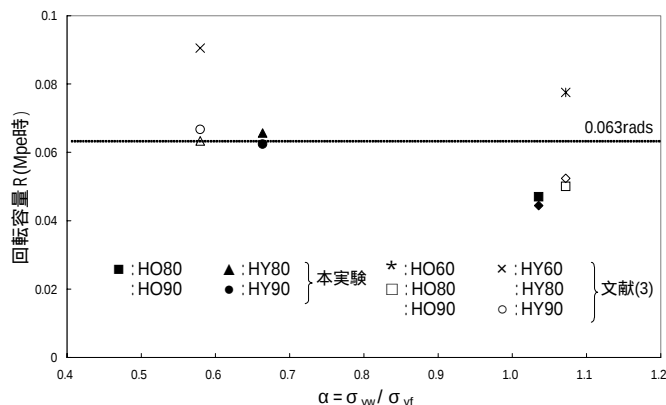


Fig.3 塑性回転容量 - α 値比較図