

立命館大学大学院
富士車輛 (株)
富士車輛 (株)
立命館大学理工学部

学生員 ○加藤高弘
正会員 干場健志
正会員 小室吉秀
正会員 伊藤 満

1. まえがき

AASHTO の LRFD (荷重抵抗係数設計, 1998) の中で認められている非弾性設計法¹⁾の特徴の 1 つは、有効塑性モーメント (M_{pe}) という新しい概念を設計の中に取り入れていることである。

有効塑性モーメント式は、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 (ハイブリッド部材) に対しても適用できるのである。ただし、設計断面に対してオートモーメントを求める際の曲げモーメント・塑性回転角曲線式は、等質断面桁 (ホモジニアス桁) の実験結果²⁾に基づいて作成されたものであり、これをハイブリッド桁にそのまま適用して良いか否かは明確にされていない。ハイブリッド桁は、曲げによって腹板断面が早期に降伏するために桁の曲げ剛性の低下を起こすことが指摘されている³⁾。

本研究は、フランジに SM490Y 材、ウェブに SM400 材を用いた場合のハイブリッド桁の静的曲げ試験を行い、曲げモーメント・塑性回転角曲線を求め、ホモジニアス桁との比較検討を行ったものである。

2. 実験概要

H 形断面ばりの最大強度と塑性回転容量に影響を与える要因として、主に、鋼材特性、断面寸法、曲げモーメント分布、横補剛間隔等があげられる。これらの要因が種々組み合わせられることにより曲げモーメント・塑性回転角曲線に影響を受ける。実験供試体は、SM490Y 材を用いたホモジニアス桁を HO タイプ、フランジに SM490Y 材、ウェブに SM400 材を用いたハイブリッド桁を HY タイプとして、ウェブの幅厚比によって Table-1 に示すように HO60, HY60 および HO80, HY80 の 4 供試体を制作した。モーメント分布に関しては、本実験では、モーメント勾配の大きさを示すパラメーターとしてスパン長けた高比 L/D を選び⁴⁾ $L/D \approx 4.3 \sim 5.8$ の間に選んだ。さらに、連続ばりの中間支点には大きなせん断力も作用するので、この影響を考慮するため、通常の荷重抵抗係数設計された連続ばり中間支点に作用するせん断力の大きさを V_{max}/V_p ⁴⁾ ≈ 0.5 に統一した。実験は、単純ばり中央集中荷重によるモーメント勾配のもとで荷重を行い、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 体のダイヤルゲージを 300mm 間隔で配置し、それぞれの変位差により求めた。

Table-1 供試体制作基本寸法

供試体	b (mm)	t _f (mm)	D (mm)	t _w (mm)	L (mm)	$\frac{b}{2t_f} \frac{F_y}{50}$	$\frac{D}{t_w} \frac{F_y}{50}$
HO60	145	11	340	6	2000	7.1	60
HY60	145	11	340	6	2000	7.1	60
HO80	160	12	450	6	2000	7.1	80
HY80	160	12	450	6	2000	7.1	80

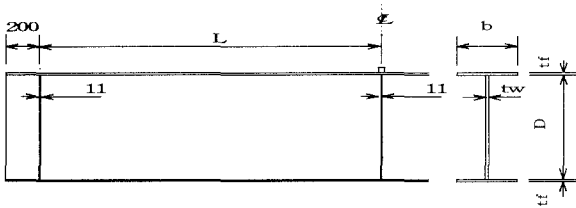


Fig.1 供試体概要図

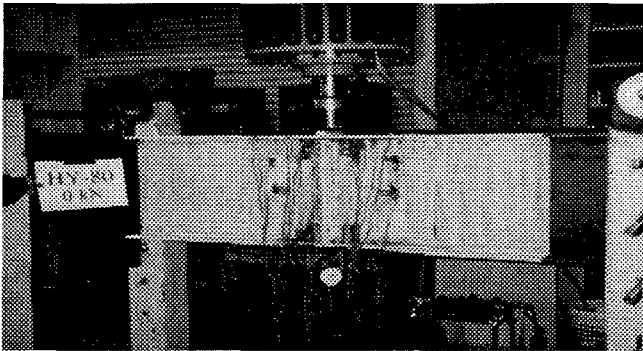


Photo-1 Test Set-up

Takahiro KATO, Takeshi HOSHIBA, Yoshihide KOMURO, Mitsuru ITO

3. 実験結果と考察

本実験では、主として、塑性域におけるホモジニアス桁とハイブリッド桁の曲げ挙動の違いを比較検討するために曲げモーメントー曲率曲線を作成した。Fig.2 は、ホモジニアス桁 HO80 と、ハイブリッド桁 HY80 の曲げモーメントー曲率曲線を示し、縦軸はスパン中央の曲げモーメント M 、横軸はスパン中央付近の曲率 ϕ を表している。さらに、それぞれの計算による理論値をプロットし、実測値と比較したものである。HY80 桁は、ウェブの早期降伏によって低い荷重段階から塑性変形を増大させ曲げ耐力を減じていることがわかる。ただし、圧縮フランジが局部座屈してから最大モーメントに至るまでの塑性回転容量は大きいといえる。Fig.3 は HO60 と HY60 の曲げモーメントー回転角曲線を示し、縦軸は曲げモーメント M を、横軸ははり部材の回転角 θ をそれぞれフランジ断面降伏時の曲げモーメント M_y 、回転角 θ_y で無次元化したものである。この図からも、ホモジニアス桁はフランジが局部座屈した後すぐに最大モーメントに達しているのに対し、ハイブリッド桁はフランジが局部座屈した後も耐力をのばし続け、最大モーメントに達するのを遅らせているのがわかる。この原因として、ハイブリッド桁は先にウェブから降伏し、早くからひずみ硬化域に入り、このひずみ硬化がフランジの座屈変形を拘束するため、最大モーメントに達するまでの耐力をのばしていることが考えられる。これに対して、ホモジニアス桁はフランジから降伏するため、圧縮フランジの局部座屈を拘束する程に、ウェブ全体の塑性化が進んでいないためと思われる。Fig.2, Fig.3 からハイブリッド桁は、ホモジニアス桁に比べて最大耐力は多少劣るものの、塑性回転容量は、ほぼ同じとみることができる。

4. あとがき

本実験は、フランジ、ウェブに異種鋼材を用いたハイブリッド桁を制作し、モーメント・塑性回転角特性に関する実験的基礎資料を得た。今後は、これを基にハイブリッド桁におけるオートモーメントが発生するメカニズムについて検討し、ハイブリッド桁とホモジニアス桁との経済性について比較検討を行い、さらに深く検討を加えていくつもりである。

<参考文献>

1) AASHTO : LRFD Bridge Design Specifications. (1998). 2) AASHTO, Washington, D.C. : Guide Specification for Alternate Load Factor Design Procedures for Steel Beam Bridges Using Braced Compact Section. (1991) 3) 国広哲夫、古庄通隆 : ハイブリッドケータその力学的挙動と経済性一、橋梁と基礎 (1974 年 1 月) 4) Grubb, M.A., and Carskaddon, P.S. "Autostress Design of Highway Bridges, Phase 3: Initial Moment-Rotation Tests." AISC Project 188, Am. Iron and Steel Ins. (April 18, 1979).

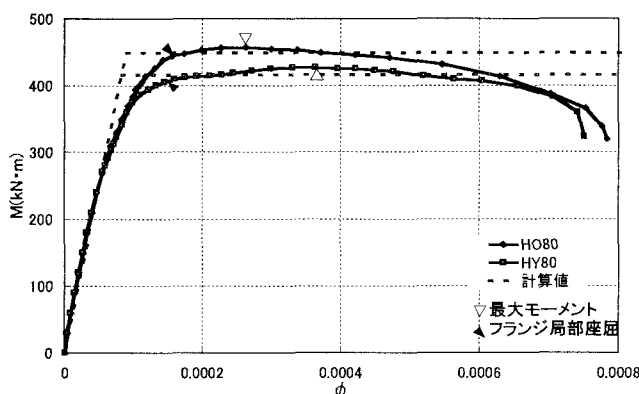


Fig.2 M- ϕ 曲線

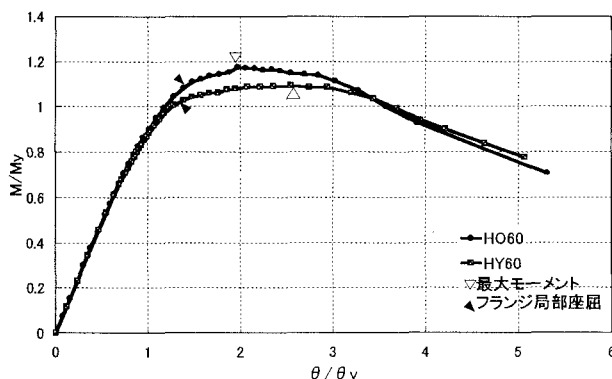


Fig.3 M/ M_y - θ/θ_y 曲線