

第 I 部門 道路橋示方書におけるウェブ最小板厚を有する鋼桁の曲げ耐荷力実験

立命館大学 学生員 ○渡邊 一貴
立命館大学 学生員 文字 夏月
立命館大学 正会員 野阪 克義

1. はじめに

2017 年度に道路橋示方書が改定され、設計法が許容応力度設計法から部分係数設計法へと変更された。部分係数設計法ではより合理的で信頼性の高い設計が可能となるが、今回の改定では、鋼桁の曲げ耐荷力についての基本的な耐荷力基準曲線などは踏襲されている。一方、SBHS の耐荷力に関する具体的な規定が盛り込まれ、今後は SBHS が広く道路橋に使用されることが期待される。部分係数設計法においては、耐荷力基準曲線を変更することにより、より合理的な設計が可能となるため、実験や解析により耐荷力特性を把握することが不可欠である。本研究では、今後の耐荷力基準曲線改定の根拠となる基礎資料を収集するべく、SM490Y, SBHS500 を用いた鋼 I 形桁を製作し、曲げ載荷試験を実施した。特に、ウェブの最小板厚に着目し、改定の余地がないか検討した。

2. 供試体および載荷試験概要

本実験では、SM490Y を用いたウェブ幅厚比パラメータ (R_w) が 1.1 程度のものを 1 体、SBHS500 を用いた R_w が 1.1 と 1.2 程度のものを各 1 体ずつと、計 3 体の供試体を用意した (図-1~2 および表-1)。フランジ幅厚比はすべて 0.7 で固定した。ウェブ幅厚比の設定には道路橋示方書および SBHS のガイドラインから、水平補剛材のない腹板の最小板厚 (SM490Y, SBHS とともに $R_w=1.1$ 程度) を基準として決定した。すなわち、SBHS(NMB2)においてはウェブの最小板厚以下となっていることになる。

本実験供試体の載荷方法としては、単純ばりへの 2 点載荷とし、等曲げモーメントが作用するように載荷をした。弾性領域では荷重制御で行い、非線形性が顕著になった後は変位制御で載荷した。

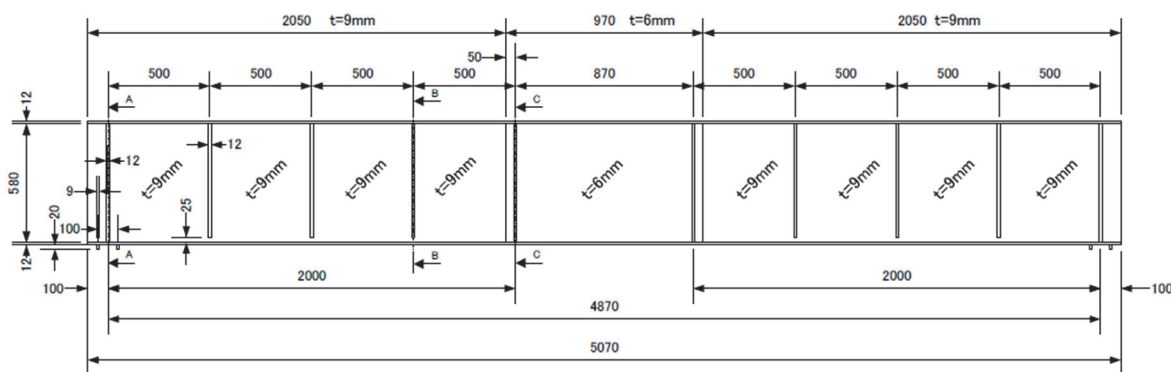


図-1 供試体概略図(NMB1)

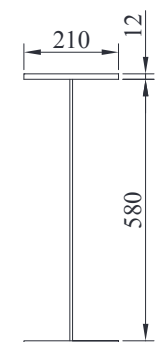


図-2 断面図(NMB1)

表-1 供試体の寸法および材料特性

供試体名	ウェブ高 D_w	ウェブ厚 t_w	フランジ 幅 b_f	フランジ 厚 t_f	テストパネル 長さ L_b	ウェブ 降伏応 力 σ_{yw}	フランジ 降伏応力 σ_{yf}	ウェブ幅 厚比パラ メータ R_w	フランジ幅 厚比パラ メータ R_f	細長比バ ラメータ R_{lt}	弾性係数 E
	mm	mm	mm	mm	mm	N/mm ²	N/mm ²				N/mm ²
NMB1	580	6.0	210	12.0	870	562.0	519.7	1.103	0.7	0.27	200000
NMB2	630	6.0	210	12.0	950	562.0	519.7	1.198	0.7	0.29	200000
NMY1	670	6.0	236	12.0	1000	433.2	421.4	1.107	0.7	0.25	204000

3. 再現解析概要

実験結果を再現するために有限要素解析を行った。おもな材料特性は表-1 に示したものと同様とし、ポアソン比は 0.3 で統一した。初期不整として、面外たわみの最大値が道路橋示方書の制限値（ウェブ：D/250, およびフランジ：b/200）となるように面外変形を与えた。残留応力に関しては過去の残留応力計測結果をもとにした残留応力分布を用いている。

4. 実験結果および考察

実験および解析結果より得られた荷重-たわみ曲線を図-3～5 に、道路橋示方書の基準耐荷力曲線で実験および解析結果を整理したものを図-6 に示す。

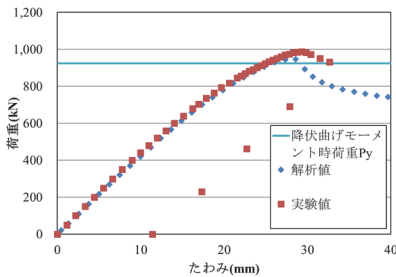


図-3 NMB1 の荷重-たわみ曲線

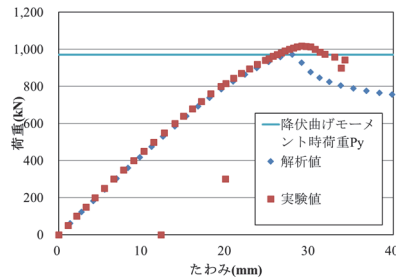


図-4 NMB2 の荷重-たわみ曲線

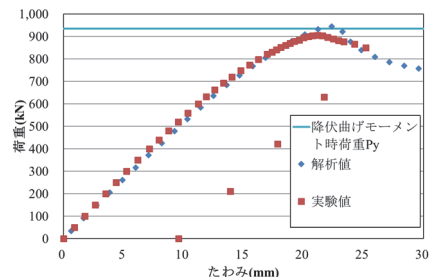


図-5 NMY1 の荷重-たわみ曲線

NMB1 と NMB2 では、実験値が解析値を上回り、NMY1 では実験値は解析値を下回る結果となったが、解析値は試験値と概ね一致していることがわかる。NMB1 と NMB2 では解析で用いるようなウェブ中央付近で最大となる初期不整であったが、NMY1 ではウェブ下端に向かって初期不整が大きくなる傾向が見られた。これによりフランジの座屈が早期に生じ、最大荷重が低下した可能性が考えられる。

表-2 には、各供試体のウェブの幅厚比、道路橋示方書および SBHS のガイドラインで規定されている幅厚比の上限値、および解析と実験結果 (M_u/M_y) を比較している。ここで注意が必要な点は、実験供試体の幅厚比は鋼材の引張試験結果にもとづいているため、幅厚比パラメータとしては上限値を超えている NMB2 においても幅厚比としては上限値とほぼ同様の値となっている点である。今回用いたウェブ鋼材の降伏応力は、SBHS と SM490Y でそれぞれ基準降伏点の 1.12 倍および 1.22 倍となっている。

これらより、SBHS についてはウェブ幅厚比パラメータの上限をあげられる可能性もあるが、NMY1 では実験値が基準値 (M_y) を下回る結果となったため、今後も検討が必要である。

5. おわりに

実験結果より道示のウェブ最小板厚を改定できる可能性を示すことができた。解析による再現性も確認され、解析結果を用いた基準耐荷力式提案にもつながるものと考えられる。

<謝辞>本研究は（一社）日本鉄鋼連盟「鋼構造研究・教育助成事業」の補助を受けて実施した。ここに記して謝意を表す。

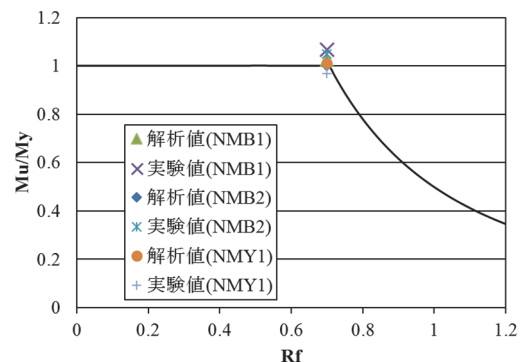


図-6 基準耐荷力曲線との比較

表-2 ウェブ幅厚比と M_u/M_y

供試体	R_w	幅厚比	上限値	M_u/M_y	
NMB1	1.103	97	104	解析	1.02
				実験	1.07
NMB2	1.198	105	104	解析	1.00
				実験	1.05
NMY1	1.107	112	123	解析	1.01
				実験	0.97