

ハイブリッド桁の鋼材強度比が曲げ耐荷力性状に与える影響に関する一考察

立命館大学理工学研究科 学生員 ○中村 公香
立命館大学理工学研究科 学生員 藤丸 拓
立命館大学理工学部 正会員 野阪 克義

1. はじめに

橋梁用高降伏点鋼材 (SBHS) は降伏点が高く、溶接性・加工性に優れた高性能鋼材であり、今後は広く道路橋に使用されることが期待される。高強度鋼材の合理的な活用方法として、ウェブに低強度鋼材を用いたハイブリッド桁が挙げられるが、現行の道路橋示方書においては、ハイブリッド桁に関する規定はない。米国のAASHTO LRFDでは、ハイブリッド桁について、ウェブの先行降伏の影響が明確ではないため、ウェブ鋼材とフランジ鋼材の降伏強度比を0.7以上とする規定があり、これは鋼材強度でおよそ1グレード差である。今後のハイブリッド桁適用拡大を見据えて、わが国の設計においてはどの程度まで鋼材の降伏強度比が許容されるかを把握することは重要であると考えた。本研究では、フランジにSBHS700を用いた鋼I形のハイブリッド桁の実現可能性を解析的に検討した。特に、ウェブの幅厚比パラメータ(R_w)およびウェブの弾性座屈強度に着目して検討した。

表1 解析モデル寸法

供試体	鋼材		ウェブ高	ウェブ厚	テストパネル長さ	ウェブ幅厚比パラメータ	フランジ幅厚比パラメータ	降伏比	R_t
	フランジ	ウェブ	D mm	t_w mm	L_b mm	R_w	R_f	F_{yw}/F_{yf}	
SBHS500-hy-a	SBHS500	SBHS400	700	5.5	1050	1.22	0.72	0.80	0.30
SBHS500-hy-b			770	6.0	1150	1.23	0.72	0.80	0.33
SBHS500-hy-c			770	6.0	1150	1.23	0.73	0.80	0.31
SBHS500-hy_web			700	6.0	1050	1.12	0.72	0.80	0.30
SBHS700-hy-a	SBHS700	SBHS400	590	4.6	880	1.23	0.74	0.57	0.35
SBHS700-hy-b			770	6.0	1150	1.23	0.73	0.57	0.46
SBHS700-hy-c			770	6.0	1150	1.23	0.71	0.57	0.38
SBHS700-hy_web			590	6.0	885	0.95	0.73	0.57	0.35
SBHS700-hy-a'	SBHS700	SBHS500	590	5.0	880	1.27	0.74	0.71	0.35
SBHS700-hy-b'			710	6.0	1050	1.27	0.73	0.71	0.42
SBHS700-hy-c'			710	6.0	1050	1.27	0.73	0.71	0.36
SBHS700-hy_web'			590	6.0	880	1.06	0.73	0.71	0.35
SBHS500-hm-a	SBHS500	SBHS500	700	6.0	1050	1.26	0.72	1.00	0.30
SBHS500-hm-b			770	6.5	1150	1.27	0.72	1.00	0.33
SBHS500-hm-c			770	6.5	1080	1.27	0.72	1.00	0.29
SBHS700-hm-a	SBHS700	SBHS700	590	6.0	880	1.25	0.73	1.00	0.35
SBHS700-hm-b			770	7.8	1150	1.26	0.72	1.00	0.47
SBHS700-hm-c			770	7.8	1150	1.26	0.71	1.00	0.38
SBHS700-hm-b'			710	7.2	1050	1.26	0.73	1.00	0.42
SBHS700-hm-c'			710	7.2	1050	1.26	0.73	1.00	0.36

2. 解析モデル概要

解析モデルの荷重形式は単純梁への2点荷重とし、解析には汎用有限要素解析ソフトウェアMARCを使用した。ウェブとフランジにSBHS700 ($F_y=700\text{N/mm}^2$), SBHS500 ($F_y=500\text{N/mm}^2$), SBHS400 ($F_y=400\text{N/mm}^2$)を用いたホモジニアス桁と、ウェブとフランジに異種鋼材を用いたハイブリッド桁、合計20体のモデルを作成した。解析モデルのおもな諸元を表1に示す。鋼材の降伏強度比は0.57(2グレード差), 0.71, 0.80(1グレード)

キーワード: SBHS, 局部座屈, 曲げ耐荷力

連絡先: 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1丁目1-1 立命館大学理工学部 環境都市工学科 TEL:077-561-3007

差)の3種類である。等曲げ区間のウェブのアスペクト比は1.5を基本とし、比較対象として横ねじれ座屈が起こらないような1.0の2種類としている。また、ウェブおよびフランジの幅厚比パラメータ(R_w , R_f)は $R_w=1.0\sim 1.4$, フランジが局部座屈を起こさないよう $R_f=0.7$ 程度とした。

3. 解析結果および考察

解析結果から得られた最大荷重 P_{max} を、降伏曲げモーメント M_y 時の荷重 P_y , および曲げ強度に影響を与えるとされているウェブの弾性座屈モーメント M_E 時の荷重 P_E とで無次元化することによりデータを整理した。

図1は、縦軸を P_{max}/P_y , 横軸をウェブの幅厚比パラメータ(R_w)としている。図2では、縦軸を P_{max}/P_E , 横軸はウェブの幅厚比パラメータ(R_w)とした解析結果の比較を示す。全ての図の凡例は、図1に示すものと同じである。鋼材強度比でアイテムを分け、アスペクト比1.5のモデルは塗りつぶしたアイテムを、アスペクト比1.0は塗りつぶしていないアイテムを用いている。

ホモジニアス桁では $R_w=1.1$ 程度ではウェブの局部座屈を起こさないとされているが、図1より、ハイブリッド桁で $R_w=1.1$ 程度のモデルに着目すると、1グレード差のモデル(降伏強度比0.71, 0.8)では、 $P_{max}/P_y=0.95\sim 0.96$, 2グレード差のモデル(降伏強度比0.57)では $P_{max}/P_y=0.93\sim 0.95$ となりグレード差に関係なく局部座屈によって耐荷力が低下していることが分かる。

図2から、 P_E は弾性座屈の理論値でありハイブリッド桁の2グレード差の方が1グレード差よりも傾き大きいことが読み取れる。これは、ウェブの局部座屈がフランジによって弾性的に拘束されることで座屈応力が増加し、ウェブとフランジの降伏強度の差が大きい2グレード差では拘束効果が大きくなるためである。ただし、図1より2グレード差においては、 P_{max}/P_y が1グレード差よりも小さくなる傾向にあり、フランジが降伏するまでは耐力を維持できない状況である。1グレード差においても $R_w=1.1$ 程度において強度低下が予測されるため、この点を考慮した曲げ耐荷力の設定が必要であると思われる。

4. おわりに

本研究ではSBHS700を用いたホモジニアス桁およびハイブリッド桁の曲げ耐荷力性状について解析的に検討した。本研究の範囲内においては、一定の幅厚比制限のもと、降伏強度が2グレード異なる鋼材を用いたハイブリッド桁においても1グレード差の場合と同様に評価できる可能性を示すことができた。

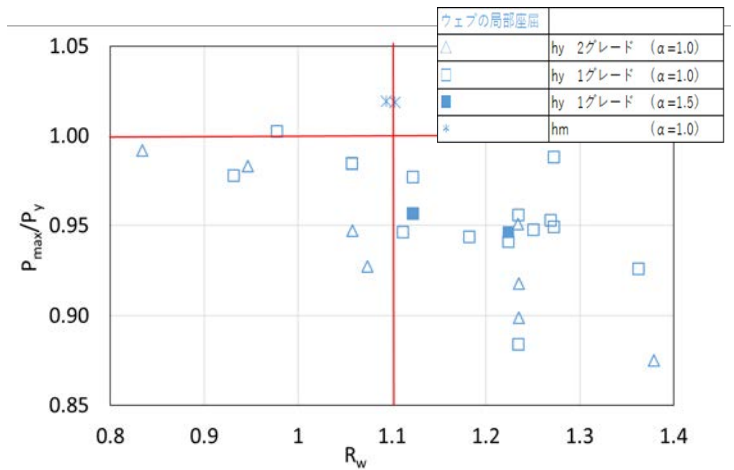
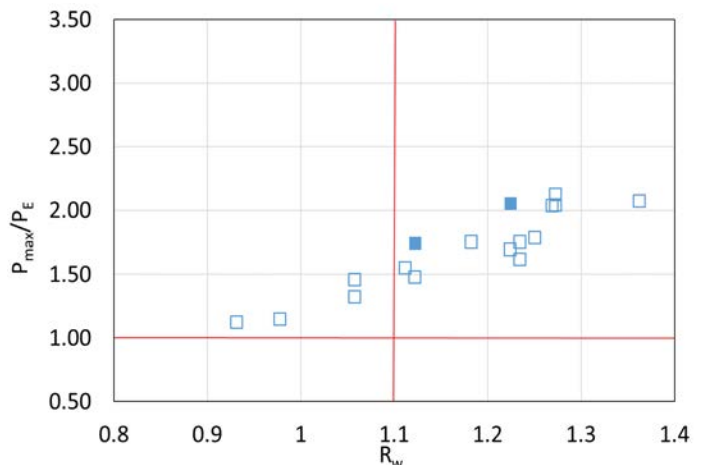
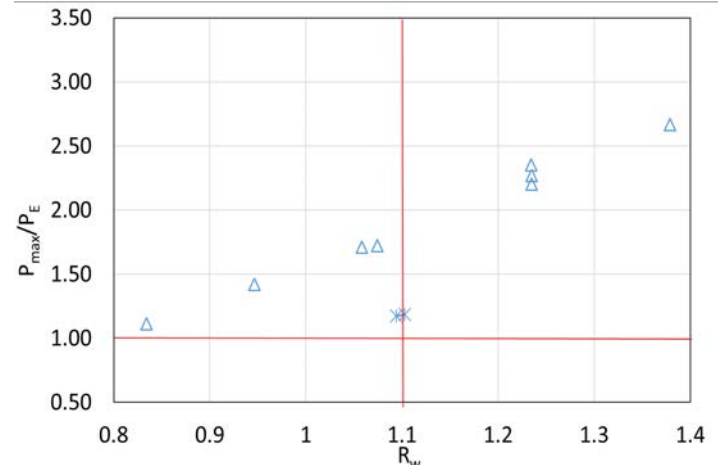


図1 P_{max}/P_y と R_w の関係



(a) 1グレード差



(b) ホモジニアス桁と2グレード差

図2 P_{max}/P_E と R_w の関係