

限界状態設計法に向けた合成桁の曲げ・せん断耐荷力

長岡技術科学大学	正会員	宮下 剛	学生会員	松澤和憲	○中村洋介
早稲田大学	正会員	小野 潔	正 会 員		林 偉偉
立命館大学			正 会 員		野阪克義
名古屋大学			正 会 員		北根安雄
国土技術政策総合研究所			正 会 員		白戸真大
駒井ハルテック			正 会 員		橘 肇

1. はじめに

平成 29 年度に、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究「部分係数設計に向けた塑性化を考慮した鋼桁設計法の研究開発」を通じて、合成桁の曲げ耐荷力実験を実施し、基礎的な耐荷力特性を把握した。今年度は、曲げ・せん断耐荷力の把握に向けた載荷実験を行う。ここでは、現行道示の鋼桁最小腹板厚を満たす試験体を①参照用試験体とし、②鋼桁最小腹板厚の緩和の可能性、③曲げモーメントとせん断力の比率が耐荷力に与える影響、④鋼桁とコンクリート床版の合成効果が耐荷力に与える影響について検討する。

2. 実験概要

載荷方法は、図 1 に示す三点曲げ載荷とし、図 2 に示す断面を有する試験体を製作した。図 2 の D_t は試験体の高さ、 D_p はコンクリート床版上面から塑性中立軸までの距離である。図 1 に赤四角で示すウェブが評価区間であり、鋼種は使用実績を鑑みて SM490Y とした。床版コンクリートの設計基準強度は、道示にもとづいて 27 N/mm^2 以上とした。試験体 A は現行の道示にもとづいてウェブの幅厚比を上限値 ($R_w = 1.2$) とし、支点間距離は 7,100 mm である。曲げせん断比率は 0.95 程度になるようにした。試験体 B, C, D は構造の合理化も想定して、 R_w を 1.4 と大きくした場合である。試験体 B と試験体 D の支点間距離は 7,950 mm であり、曲げせん断比率は 0.95 程度である。さらに、試験体 D では、鋼桁とコンクリート床版の合成効果が耐荷力に与える影響について検討するために、鋼桁上フランジ表面にはく離剤を塗布して、コンクリート床版との付着をなくした。また、試験体 C は曲げモーメントとせん断力の比率が耐荷力に与える影響を把握するための試験体であり、支点間距離を 10,400 mm とし、曲げせん断比率を 0.7 程度とした。図 2 には、実験実施断面の塑性中立軸位置も示す。ここでは、鋼材の降伏点ならびにコンクリートの圧縮強度として、表 1 に示す値を用いており、鋼材とコンクリートのヤング係数比は道示に合わせて 7 としている。なお、塑性中立軸位置は、全ての試験体で上フランジ内となった。

3. 実験結果

図 3 に各試験体の荷重－鉛直変位関係を示す。荷重は実験実施断面の降伏荷重の理論値で正規化しており、鉛直変位は試験体中央の値を降伏変位の実験値で正規化した。表 2 に、各試験体の耐荷力の計算値と実験値を示す。表内の P_p が全塑性モーメントに達する荷重、 $P_{\max}$ が実験の最大荷重を与える荷重、 $P_{u\text{Basler}}$ が Basler 式で計算されるせん断耐荷力である。全塑性モーメントの計算は、コンクリート強度を圧縮強度の 0.85 倍とした等価ブロックで行った¹⁾。全ての試験体で全塑性モーメントに達していることが分かる。試験体の破壊は、最大荷重点における床版の圧壊となった。図 3 から、従来の道示設計でも全塑性モーメントに達して降伏モーメント以降の強度を期待できること、曲げ・せん断比率を大きくしたり、 R_w を緩和しても全塑性モーメントに達すること、床版と鋼桁の接触面にはく離剤を塗布して合成効果を低減させた試験体 (D) でも、剥離剤を塗布しない試験体 (B) と同様の荷重－鉛直変位関係ならびに破壊形態を示すことが分かる。また、図 4 に示すように、いずれの試験体でも曲げ耐荷力とせん断耐荷力の間に相関は見られない。

4. おわりに

今後は、部材の一部塑性化を考慮した鋼桁耐荷力評価法の確立に向けて、FEA を用いたパラメトリック解析ならびに粘り強い構造の実現に向けて水平補剛材を有する合成桁の載荷試験を実施する。

キーワード 部分係数設計法、塑性設計、合成桁、曲げせん断、相関強度、載荷実験

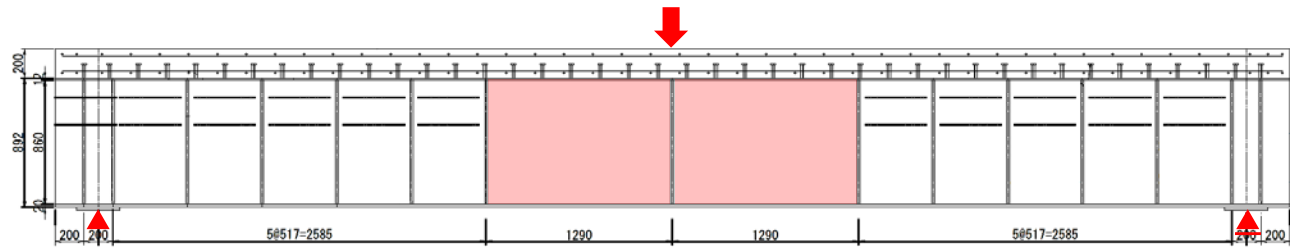


図 1 荷重方法

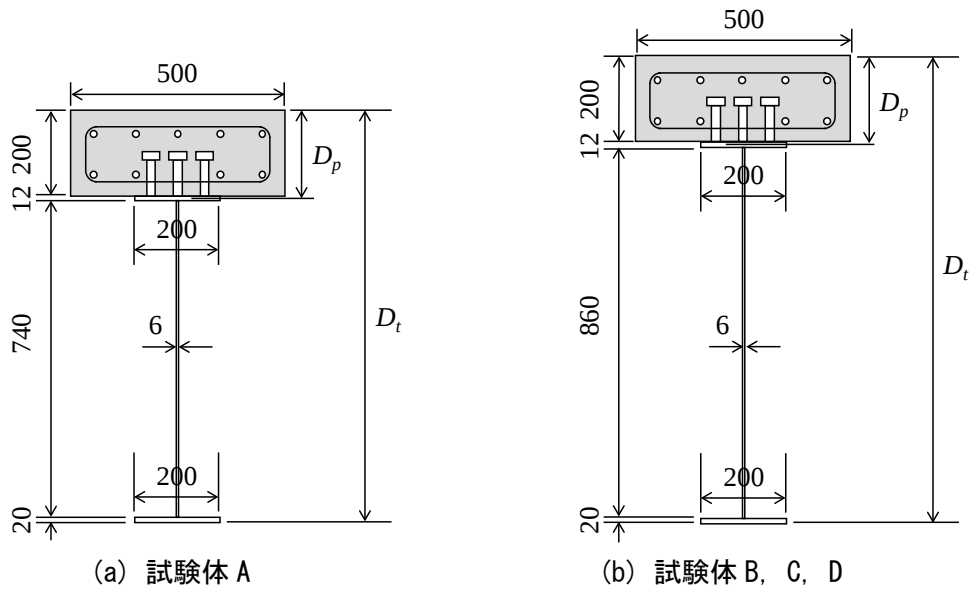


図 2 試験体断面（実施断面）

表 1 材料強度

		A	B	C	D
鋼 材 降伏点 (N/mm ²)	上フランジ	433			
	ウェブ	426			
	下フランジ	401			
コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)		36.3 (29 日)	38.3 (43 日)	38.4 (50 日)	36.9 (37 日)

※鋼材降伏点はミルシートの値

表 2 耐荷力

供 試 体	曲げ せん 断 比 率	計算値			実験 値
		D_p/D_t	P_p (kN)	$P_{uBasler}$ (kN)	
A	0.96	0.214	1,274	1,439	1,383
B	0.94	0.192	1,352	1,555	1,468
C	0.72	0.191	1,046	1,555	1,118
D	0.94	0.192	1,363	1,555	1,466

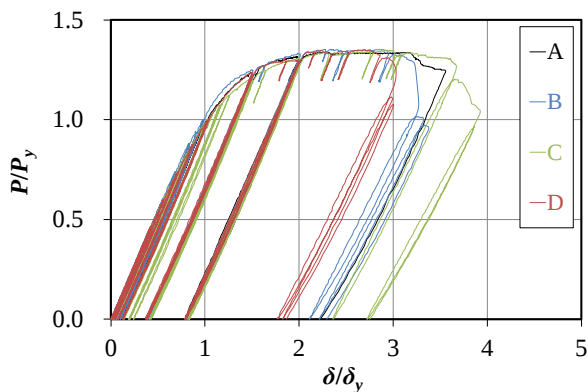


図 3 荷重－鉛直変位関係

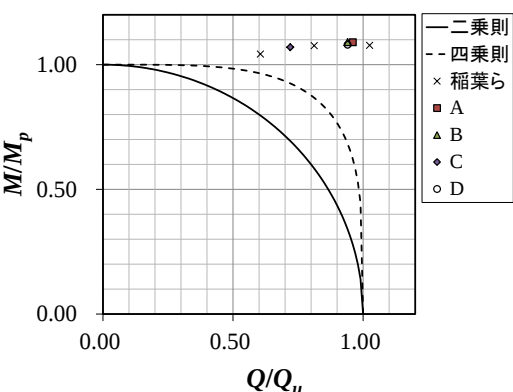


図 4 曲げせん断相関強度

謝辞 本研究は国土技術政策総合研究所の委託研究として実施したものである．ここに記して謝意を表します．
参考文献 1) 例えば，稲葉ら：合成 I 桁の曲げ，せん断相関強度解明に関する実験的研究，土木学会論文集 A，Vol.66，No.2，pp.393-405，2010.6.