

部分係数設計に向けた合成桁の曲げ耐荷力実験

長岡技術科学大学	正会員	宮下 剛	学生会員	○松澤和憲
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	正会員	澤田 守
駒井ハルテック			正会員	橘 肇

1. はじめに

平成 29 年 7 月に改定された道路橋示方書（以下、「道示」という）では、設計体系が部分係数設計法へと移行した。しかしながら、鋼橋で最も一般的な形式である桁構造の耐荷力評価法は、部材の線形挙動内での評価が中心となっており、昭和 48 年の道示から 40 年以上もの間改定されていない。新橋の建設ならびに既設橋の維持管理におけるコストを縮減するためには、橋梁が有する耐荷性能を最大限活用した合理的で信頼性の高い設計法を構築する必要があり、道路橋を構成する部材の一部塑性化を考慮した耐荷力評価法を確立することが望まれる。そこで、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」により、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する。

2. 実験概要

載荷方法は、図 1 に示す四点曲げ載荷とし、図 2 に示す断面を有する供試体を三体製作した。図 2 の D_t は供試体の高さ、 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 に示すウェブの等曲げ区間が評価区間であり、鋼種は使用実績を鑑みて SM490Y とした。また、ウェブの全部もしくは大部分の領域に発生する応力が引張応力であることから、評価区間に水平補剛材を設けていない。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。MY1 は現行の道示にもとづいてウェブの幅厚比を上限値 ($R_w = 1.2$) としたものの、MY3 は合理化設計に向けてウェブの幅厚比を大きくしたもの ($R_w = 1.3$)、MY4 は塑性中立軸位置が耐荷力特性に与える影響を把握するために MY1 の下フランジの幅を広くしたものである。実験実施断面の塑性中立軸位置を図 2 に示す。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。塑性中立軸位置は、一体目と二体目が上フランジ内、三体目はウェブ内となった。

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で正規化しており、鉛直変位は供試体中央の値である。表 2 に曲げ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_u が耐荷力を与える荷重である。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⁾。AASHTO と Eurocode (EC) の P_u は Ductility 条件（断面が全塑性状態に達する前にコンクリート床版が圧壊する影響を考慮する条件）を用いて計算した。図 4 に曲げ耐荷力を Ductility 条件と合わせて示す。全ての供試体で全塑性モーメントに達していることが分かる。供試体の破壊は、最大荷重点における床版の圧壊であり、塑性中立軸位置がウェブ内にある MY4 ではウェブ上部に顕著な座屈変形が確認された。これに起因して、図 3 から分かるように、MY4 は他と比較して靱性が小さい。一方、塑性中立軸が上フランジ内にある MY1 と MY3 では、終局付近でのウェブの面外たわみも数 mm 程度と非常に小さかった。以上より、鋼桁断面の一部塑性化を許容することで、現行の道路橋示方書からの強度向上が見込める。これは、合成桁設計された既設橋梁の維持管理の合理化にも結び付く。

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、せん断実験、曲げ・せん断実験を実施する。

キーワード 部分係数設計法、塑性設計、合成桁、曲げ耐荷力、曲げ実験

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL: 0258-47-9641

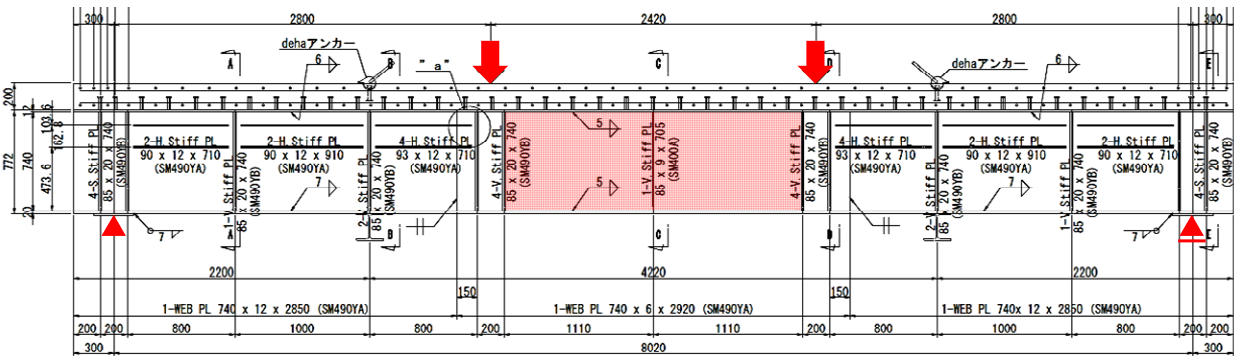


図1 荷重方法

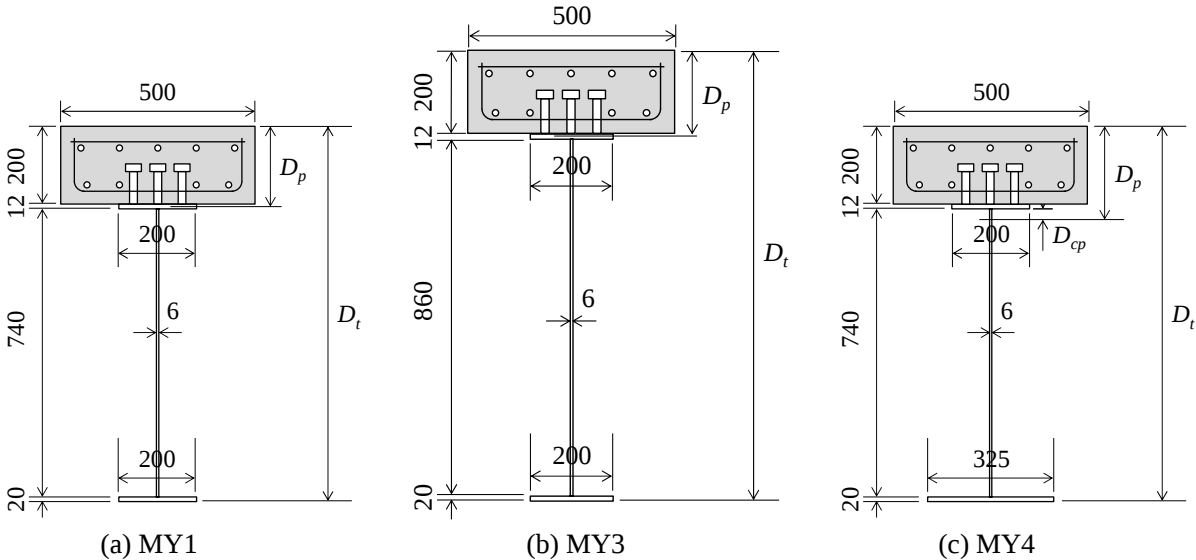


図2 供試体断面（実施断面）

表1 鋼材とコンクリートの材料強度

		MY1	MY3	MY4
鋼材	上フランジ	405		
	ウェブ	424		
	下フランジ	392		
コンクリート		37.8	39.6	39.0
圧縮強度 (N/mm ²)		(35 日)	(48 日)	(42 日)

※鋼材降伏点はミルシートの値

表2 曲げ耐力

供 試 体	計算値				実験値	
	D_p/D_t	P_p (kN)	P_u (kN)			P_u (kN)
			AASHTO	EC		
MY1	0.213	1,606	1,479	1,545	1,667	
MY3	0.191	1,930	1,807	1,883	2,028	
MY4	0.247	2,130	1,911	2,006	2,185	

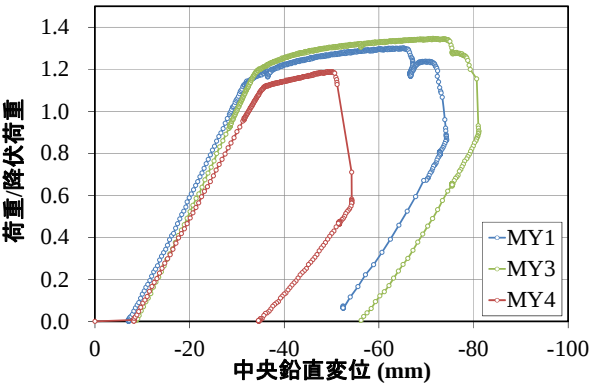


図3 荷重－鉛直変位関係

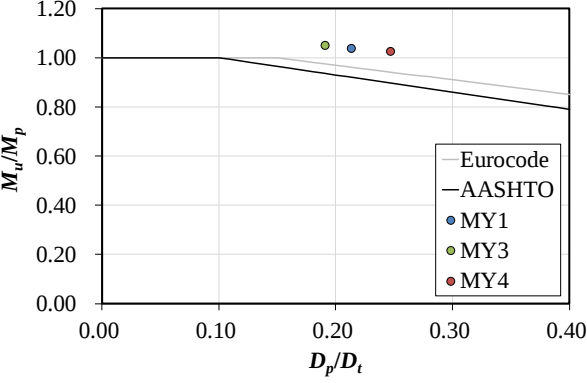


図4 Ductility 条件

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.