

合成 I 桁の曲げ強度評価に関する一考察

中日本高速道路 正会員 稲葉 尚文 富田 芳男
 長岡技術科学大学 正会員 長井 正嗣 岩崎 英治
 埼玉大学 正会員 奥井 義昭
 駒井鉄工 正会員 有村 英樹

1. まえがき

合成 I 桁に正曲げモーメントが作用する場合、図 - 1 に示す塑性状態における腹板内の圧縮領域(D_{cp})と腹板厚(t_w)の比に応じて塑性モーメントに達することが知られ、コンパクト断面¹⁾またはクラス 1, 2 断面²⁾と定義されている。この場合でも、コンクリート上面から塑性中立軸までの距離(D_p)が大きくなると、塑性モーメントに達する前にコンクリートの圧壊が生じて、塑性モーメントに達しないことになる。

著者らは、合成 I 桁の終局曲げ強度に関する実験的検討を行った³⁾。ここでは、それらの結果や、また、文献⁴⁾の結果を参照しつつ、合成 I 桁の曲げ強度評価について考察を加える。

2. 実験結果

2005 年に行った実験の供試体諸元を表 - 1 に、1996 年に行った実験の諸元を表 - 2 に示す。また、図 - 1 に示す応力状態から降伏モーメントと全塑性モーメントを算出した結果と、実験により得られた終局モーメントを表 - 3 に示す。

表 - 1 供試体の諸元³⁾

単位：(N/mm²)

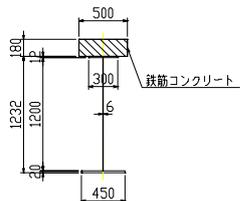
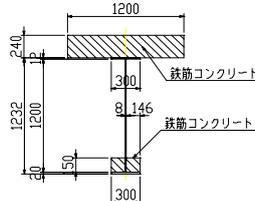
正曲げ供試体 幅厚比=200				負曲げ供試体 幅厚比=150			
コンクリート	圧縮強度	44.3		コンクリート	圧縮強度	46.6	
	ヤング係数	3.11×10^4		ヤング係数	3.03×10^4		
上フランジ	降伏強度	313	上フランジ	降伏強度	313		
	引張強度	444		引張強度	444		
腹板	降伏強度	336	腹板	降伏強度	304		
	引張強度	432		引張強度	441		
下フランジ	降伏強度	300	下フランジ	降伏強度	300		
	引張強度	440		引張強度	440		
			鉄筋	降伏強度	376		
			SD295	引張強度	515		

表 - 2 供試体の諸元⁴⁾

単位：(N/mm²)

正曲げ供試体 幅厚比=158			正曲げ供試体 幅厚比=118			
コンクリート	圧縮強度	58.4	コンクリート	圧縮強度	58.5	
	ヤング係数			ヤング係数		
上フランジ	降伏強度	363	上フランジ	降伏強度	363	
	引張強度	524		引張強度	524	
腹板	降伏強度	464	腹板	降伏強度	409	
	引張強度	560		引張強度	537	
下フランジ	降伏強度	426	下フランジ	降伏強度	426	
	引張強度	561		引張強度	561	

表 - 3 実験で得られた終局曲げ耐荷力^{3),4)}

単位 (MN・m)

	正曲げ供試体			負曲げ供試体 幅厚比=150
	幅厚比=158	幅厚比=118	幅厚比=200	
実験で得られた終局E-メント(M_u)	7.178	7.522	5.493	4.653
計算から求まる降伏E-メント(M_y)	5.776	6.345	3.030	4.041
計算から求まる全塑性E-メント(M_p)	7.375	7.747	5.030	4.890

キーワード 鋼 I 桁, 性能設計, 限界状態, 座屈, 合成桁

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 中日本高速道路(株)中央研究所 TEL 042-791-1621

3. 海外の耐荷力評価

(1) AASHTO-LRFD¹⁾ のコンパクト断面の条件式と強度評価式は、図 - 1 を参照して、以下のとおり与えられる。

$$\frac{2D_{cp}}{t_w} \leq 3.76 \sqrt{\frac{E_s}{f_y}}$$

$$M_u = M_p \quad (D_p/D_t \leq 0.1)$$

$$= (1.07 - 0.7 D_p/D_t) M_p \quad (0.1 < D_p/D_t < 0.42)$$

ここで、 E_s は鋼桁のヤング率、 f_y は鋼桁の降伏応力度、 f'_{cd} はコンクリートの圧縮強度を表す。

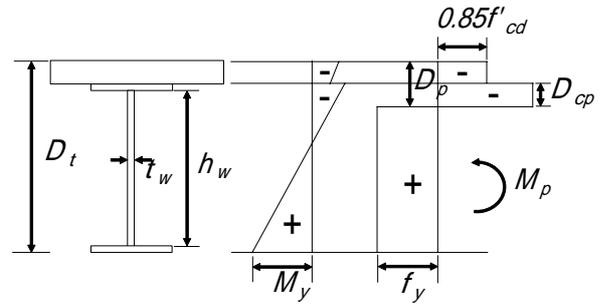


図 - 1 桁の断面（正曲げ）

(2) EUROCODE²⁾ のクラス 2 断面に関しても同様に以下のとおりとなる。

$$\frac{2D_{cp}}{t_w} \leq 2.85 \sqrt{\frac{E_s}{f_y}}$$

$$M_u = M_p \quad (D_p/D_t \leq 0.15)$$

$$= (1.09 - 0.6 D_p/D_t) M_p \quad (0.15 < D_p/D_t < 0.4)$$

4. 試験結果と耐力評価

図 - 2 に、終局曲げ強度とパラメータ (D_p/D_t) の関係を示す。図中、実線が AASHTO、破線が EUROCODE の低減係数である。また、黒塗り記号が実験値である。正曲げで幅厚比 200 の場合は、終局強度が塑性モーメントを超える。正曲げの幅厚比 158, 118 は、わずかではあるが塑性モーメントに達していない (97~98%程度)。また、負曲げ（圧縮鋼板をコンクリートで拘束）は、正曲げ時に比べて小さい強度が得られているが、その原因は、文献 3) で推測しているように、水平スタッドに起因した水平ひび割れ（圧壊と異なる）先行と考えられ、今後調査予定である。

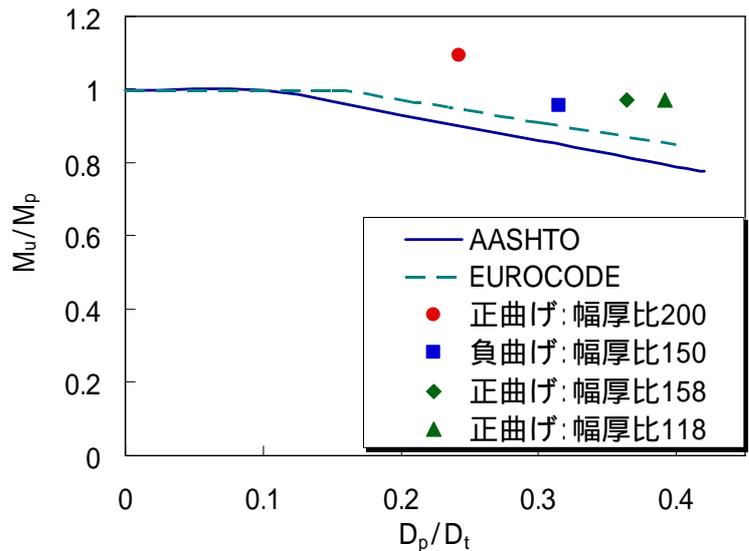


図 - 2 終局曲げモーメントと塑性中立軸の関係

以上の結果から、AASHTO や EUROCODE の低減係数（コンクリートの圧壊先行による強度低下）は安全側となっていることが分かる。そのため、弾塑性有限変位解析を実施し、新たな評価式を提案したいと考えている。

参考文献

- 1) American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (2000) LRFD bridge design specifications – 2000 interim, Washington, D.C.
- 2) European Committee for Standardization (CEN) (2003) Eurocode 4 – Design of composite steel and concrete structures. Part-1: General rules and rules for buildings, Brussels, Belgium
- 3) 有村英樹, 稲葉尚文, 富田芳男, 長井正嗣, 岩崎英治, 奥井義昭: 合成 I 桁橋の曲げ耐荷力の実験検討, 土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集 2006 年 9 月
- 4) 大垣賀津雄, 川口喜史, 磯江暁, 高橋昭一, 川尻克利, 長井正嗣: 合成 2 主桁橋の鋼主桁補剛設計に関する実験的研究, 構造工学論文集, 土木学会, Vo.44A, pp.1229-1239, 1998