# 塑性中立軸が床版内にある合成Ⅰ桁の正曲げ強度に関する実験的研究

正会員〇	)田中慶治,	細見	直史,	平山繁幸
学生会員		林	裕也,	和久井穣
正会員	長井正嗣,	宮下	剛,	岩崎英治
正会員				奥井義昭
正会員				稲葉尚文
	正会員( 学生会員 正会員 正会員 正会員	正会員〇田中慶治, 学生会員 正会員 長井正嗣, 正会員 正会員	正会員〇田中慶治,細見 学生会員 林 正会員 長井正嗣,宮下 正会員 正会員	正会員〇田中慶治,細見直史, 学生会員  林裕也, 正会員長井正嗣,宮下剛, 正会員 正会員

### 1. はじめに

近年,建設コスト縮減の観点から,シンプルな横補剛システムをもつ2主I桁または少数I桁橋が採用され, スパン 40~60mの領域で最も競争的な形式として認識されている. さて,合成桁の設計を現行法(道路橋示方 書)<sup>1)</sup>で行う場合,最大曲げ強度は降伏モーメントと定義され,塑性域での強度アップ,すなわち降伏モーメン トの 1.5 倍程度に達する塑性モーメントは利用できない. すなわち,合成桁の設計において,限界状態設計法 の導入,塑性強度の利用への道を開いておくことは,一層のコスト縮減が求められている状況の中で重要と言 える.

合成桁の限界状態設計法を構築する上で、部材の曲げ、せん断及び曲げとせん断の相関強度を明らかにして おくことが重要となる.そのため、終局強度評価に関する研究が、海外を中心に数多く行われている.本研究 では、以下の2項目に着目した検討を行う.

1) 塑性中立軸が床版内にある場合の合成桁の終局曲げ強度の評価にあたり,引張領域となるコンクリート を無視した強度計算が行われる.この場合,スタッド下部を取り巻くコンクリートにひび割れが想定され,終 局強度が塑性モーメントに達するかについて疑問が生じる.そこで,本研究では,塑性中立軸が床版内となる 模型桁を製作して,塑性強度が発揮できるかを検証する.

2) 曲げとせん断の相関強度照査方法として,各国でそれぞれ異なる照査法が提案されているが,AASHTO の最新版では,相関強度の照査が不要となっている.また,文献2)でも,ハイブリッド桁を対象としているが, 相関による強度低下が認められないと報告されている.このような状況の中,本検討では,相関強度の評価に ついてあわせ考察を加える.

#### 2. 実験概要

本研究では、図-1 に示す断面を有する試験体 4 体(Case-1~4)を対象に検討を行った.断面決定にあたり、先 に説明したように、塑性中立軸が床版内に位置するよう決定した. Case-1,2 は、3 点載荷モデルで、作用する 曲げとせん断の比率を変化させている. Case-3,4 は、Case-1,2 モデルの中央部に等曲げ区間 1,000mm を有し、 4 点載荷となる.表-1 に各ケースのスパンおよび材料強度を示す.なお、今回の実験では、床版上縁から塑 性中立軸までの距離は 89mm となっている.

#### 3. 実験結果

図-2 に荷重-変位関係,表-2 に塑性モーメントの計算値と実験値の比較を示す. 図中には,桁の降伏モ ーメント,塑性モーメントに対応する載荷荷重(P<sub>y</sub>, P<sub>P</sub>)を示す. Case-4 で実験値が 3%程度低くなっているが, 両者はよい一致を示していると言える.

また, Case-1,2 を対象に,相関強度を整理すると図-3 のようになる. なお,図中には比較のため,各国の 相関曲線を記入している.これより, Case-2 は,終局時のせん断力がせん断強度の半分以下のため相関が見ら れない結果になっているが, Case-1 の場合でも相関による強度低下が見られない結果となっている. 4. まとめ

以上の検討結果を要約すると以下のことが言える.

1) 塑性中立軸が床版内にある場合でも、コンクリートの引張域を無視した計算上の塑性モーメントに達することを確認した.なお塑性モーメントの計算にあたり、コンクリートの圧縮強度として 85%を採用している.

2) 曲げとせん断の相関強度特性に関して,相関による強度の低下は認められなかった.本実験では,1ケースの結果に限定されることから,今後の更なる検討が欠かせない.しかし,文献 2)でも同様の結果が得られていること,既に AASHTO では照査を除外していることを考え合わせると,照査を無視できる可能性について方向性を示せたと考える.



表-1 試験体のスパンおよび材料強度

模型桁	支間(mm)	材料強度(MPa)					
		$\sigma_{ck}$	U.Flg.	Web	L.Flg.		
Case-1	4,000	55.5	298	318	298		
Case-2	7,000						
Case-3	5,000						
Case-4	8,000						







図-3 相関強度関係

### 表-2 終局強度の比較

実験値(終局強度)			計算値			無次元化耐力
実験桁	荷重P <sub>u</sub> (kN)	M <sub>u</sub> (kN∙m)	全塑性 M <sub>p</sub> (kN•m)	降伏 M <sub>y</sub> (kN∙m)	せん断 Q <sub>u</sub> (kN)	$M_u/M_p$
Case-1	1417	1417	1312			1.08
Case-2	797	1395		945	059	1.06
Case-3	1324	1324		040	952	1.00
Case-4	730	1278				0.97

# 参考文献

- 1) (社)日本道路協会:道路橋示方書·同解説, I共通編, II鋼橋編, 丸善, 2003.
- 2) A.Azizinamini, J.B.Hash, A.J.Yankel and R. Farimani: Shear capacity of hybrid plate girders, *Journal of Bridge Engineering*, ASCE, September/October, pp.535-543, 2007.