

I-138

負の曲げを受ける合成桁の耐荷性状

名城大学理工学部

正員

久保全弘

瀧上建設興業（株）

鎌田裕一

中日本建設コンサルタント（株）

石川友之

1. まえがき

プレストレスしない連続合成桁は、負の曲げモーメントに対しては鋼桁と床版コンクリート中の橋軸方向鉄筋からなる鋼断面で抵抗すると考えて設計するのが一般的であり、わが国の道路橋示方書にも規定化されている。オートストレス設計（ASD）は、連続桁橋の経済的設計法として提案されたものであり、米国ではAASHTO設計ガイド¹⁾に基いてコンパクトな鋼桁を用いた道路橋への適用が既に実施されている。この手法では、連続桁の最大強度を塑性メカニズム解析から決定するので、負の曲げを受ける中間支点付近の断面には所要の耐荷力のほか、塑性回転容量も要求される。本研究は ASD法を合成プレートガーダー橋に適用するための基礎的実験であり、合成桁の負の曲げによる静的載荷実験を行い、耐荷性状を検討した。

2. 実験概要

実験桁はFig.1 に示すようなずれ止を十分に配置した鉄筋コンクリート床版と垂直補剛材付き鋼桁の合成桁である。床版は幅50cm、厚さ16cmのコンクリート断面で、道路橋示方書の最小鉄筋量の規定を満足する軸方向鉄筋（鉄筋比2%，周長率 0.05cm/cm²）が配置されている。鋼桁はTable 1 に示す5種類の非対称I形断面の溶接桁（材質SS41）である。実験桁CG-1,2,3は腹板の幅厚比が $h_c/t_w=155$ で圧縮フランジの幅厚比を $b_c/2t_f=8.4, 10.9, 13.5$ に変化させたプレートガーダー断面、および実験桁CG-4,5は $b_c/2t_f=8.4$ を一定にして $h_c/t_w=122, 99$ に変化させたノンコンパクト断面である。ここに、 h_c は鋼断面（軸方向鉄筋を含む）の中立軸から圧縮フランジ下面までの距離の2倍である。中間垂直補剛材は幅80mm、厚さ8mmを腹板の片側に配置し、中央部パネルでは腹板のアスペクト比を $a/h=1.0$ とした。

荷重形式は負の曲げ領域における中間支点付近を想定して、上下を逆にした合成桁の単純ばりのスパン中央に集中荷重を作用させた。圧縮フランジの横座屈はブレース材を両支点と載荷点に設けて防止した。桁の鉛直たわみはスパン長の4等分点のほか、支点上のたわみ角を求めるために、支点から外側10cm、60cm離れた2点も測った。床版のひび割れ幅は、標点距離100mmのコンタクトゲージを用いて測定した。

3. 実験結果

実験桁CG-1のスパン中央における荷重-鉛直たわみ

曲線をFig.2 に示す。縦軸は曲げモーメント $M=PL/4$ と鋼断面の降伏モーメント M_y との比、およびせん断力 $V=P/2$ と降伏せん断力 $V_y = ht_w \tau_y$ との比を表わす。図中には、合成断面（ $n=E_s/E_c=7$ ）と鋼断面の弾性計算値

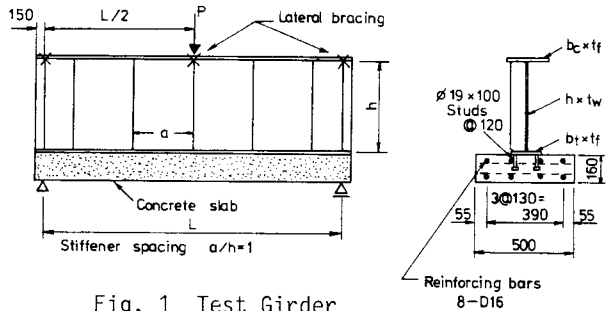


Fig. 1 Test Girder

Table 1 Dimensions of Steel Girders

Specimen	h (mm)	b_c (mm)	b_t (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (mm)	$\frac{b_c}{2t_f}$	$\frac{h_c}{t_w}$
C G- 1	598.8	200.0	150.7	11.94	4.62	4135	8.4	152.2
C G- 2	579.9	200.3	150.2	9.20	4.48	3495	10.9	157.8
C G- 3	620.7	249.3	150.7	9.23	4.53	3835	13.5	156.3
C G- 4	459.2	200.3	150.2	11.95	4.55	4080	8.4	121.8
C G- 5	359.6	200.7	150.4	11.92	4.53	4000	8.4	98.7

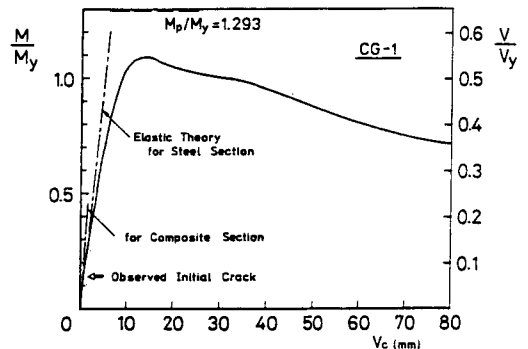


Fig. 2 Load-Deflection Curve

が与えてある。載荷点付近の床版に初期ひび割れが発生すると、桁は比較的早期の荷重段階から鋼断面で挙動していることがわかる。

Fig. 3 はスパン中央パネルで測定した鋼断面の垂直ひずみ分布を示す。中立軸は鋼断面の計算値より少し低い位置にある。

Fig. 4 は載荷点付近に生じた床版のひび割れ幅 w と軸方向鉄筋ひずみ ϵ_r の変化を調べたものである。 ϵ_r は初期ひび割れ領域で急激に増大した後、少し大きめであるが鋼断面による計算値に沿って上昇している。 w は後続ひび割れ領域に入ると殆ど進展せず、 M_y において最大0.3mm 程度である。

CG-1桁の実験後における中央パネルの崩壊 Fig. 5 Specimen CG-1 After Test 状況をFig.5 に示す。床版のひび割れ状況、および曲げとせん断を受ける鋼桁の局部座屈変形を観察できる。ひび割れは載荷点から両側にスパン長 L の1/3 の範囲内で発生し、約15 cmの間隔である。

Fig. 6 は中央パネルの圧縮フランジ下面から $h/4$ の位置で測定した腹板の面外たわみ δ_w の変化を示す。プレートガーダー断面 (CG-1,2,3) では、 δ_w は荷重の増加とともに増大し、 M_y において腹板厚 t_w の0.94~2.3 倍に達している。

実験桁のスパン中央における曲げモーメントと回転角曲線をFig.7 に示す。回転角 θ は両支点のたわみ角の和で表わし鋼断面の降伏モーメントに対応する回転角 $\theta_y = M_y L / 2EI$ との比が横軸に与えてある。全実験桁で M_y 以上の耐力荷力が得られているが、最大荷重後の回転性能は圧縮フランジと腹板の幅厚比の大きさによって異なり、特にフランジの幅厚比が大きくなると急激な耐力低下曲線になることがわかる。

4. あとがき

本実験から、合成プレートガーダーでも、負の曲げに対して鋼断面で抵抗することが確認された。今後の検討事項として、曲げとせん断を受ける連続桁の中間支点上における耐力荷力の評価と曲げモーメントー回転容量関係のモデル化が残されている。本研究は昭和63年度の文部省科学研究費補助金（一般研究C）を受けて実施したものである。また、供試体の製作では瀧上工業（株）半田工場に大変お世話になった。ここに深く感謝致します。

参考文献 1) AASHTO(1986): Guide Specifications for Alternate Load Factor Design Procedures for Steel Beam Bridges Using Braced Compact Sections, Washington, D.C.

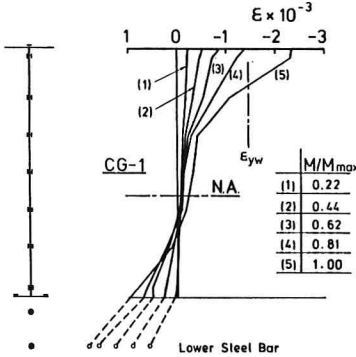


Fig. 3 Normal Strain Distributions

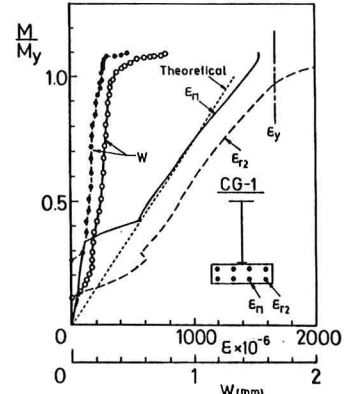


Fig. 4 Strain in Rebars and Crack Width of Slab

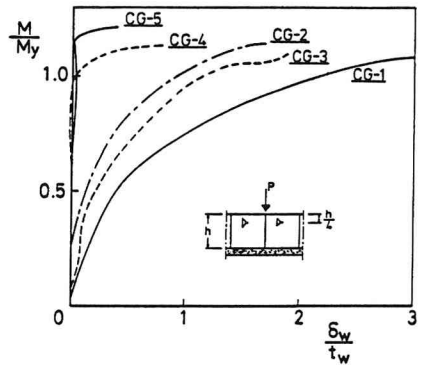


Fig. 6 Web Deflection of Central Panels

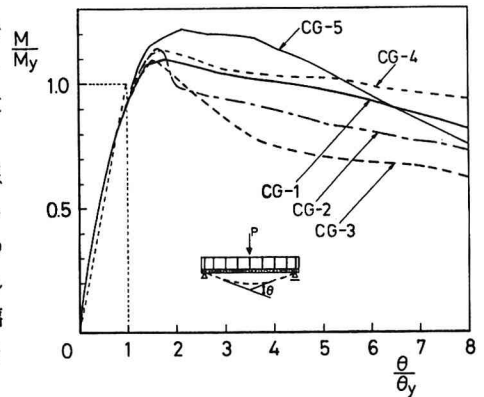


Fig. 7 Moment-Rotation Curves