

I-87

三本主桁合成桁橋の終局耐荷力に関する研究

大阪大学工学部 正員 松井繁之 三菱重工業(株) 正員 亀田陽市  
 大阪大学工学部 正員 福本嘯士 大阪大学大学院 学生員 岡田誠司

**1. まえがき** 近年の世界的な流れで、土木構造物の設計法が許容応力度設計法から限界状態設計法または荷重抵抗係数設計法に移行しつつある。これらの設計法をより合理的なものにするには橋梁のシステムとしての各種限界状態や耐荷力の評価が必要である。ここでは最も基本型のプレートガーダー合成桁橋の終局状態を主眼においた実験を行った。実際の橋梁では主桁、床版、横桁、対傾構、横構等が設置されており、これらの部材は個々に独立するものではなく各々が拘束、影響しあい、そのことが橋梁の耐荷力に影響する。本研究では完全模型橋梁と合成断面の主桁1本をとりだした梁を製作し、終局挙動と耐荷力、またそれらの相関について調査し、さらに耐荷力に関して数値的に評価を与えた。

**2. 合成桁橋の大型模型による実験** (1) 供試体の設計条件と種類 供試体の概要を図-1、表-1

に示す。供試体は阪神高速道路梅田入路をモデルにその1/4とした立体供試体3体(供試体A,B,Cとする)と合成断面中桁(有効幅662.5mm)を取り出した1本桁供試体を2体用意した。但し、供試体Aに関しては中央対傾構を横桁に変え、1本桁供試体の内1体は頭付きスタッドに変え合成を高めたものとなっている。(2) 載荷方法 立体供試体、1本桁供試体とも様々な載荷パターンで弾性載荷実験を終えた後、支間中央で1点集中載荷で破壊に至らせた。但し、立体供試体A, Bは中桁載荷、Cは外桁載荷である。

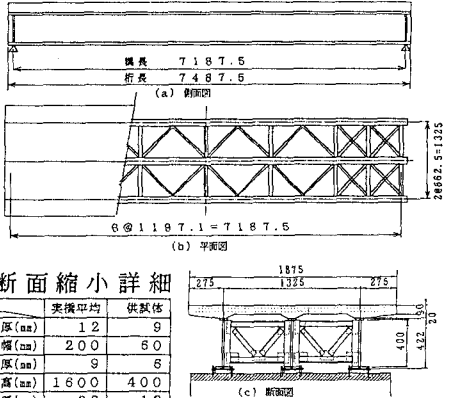


表-1 断面縮小詳細

	実機平均	供試体
上フランジ		
厚(mm)	12	9
幅(mm)	200	60
ウェブ		
厚(mm)	9	6
高(mm)	1600	400
下フランジ		
厚(mm)	30	13
幅(mm)	440	135
床版		
厚(mm)	170	90
ハンチ		
高(mm)	4.8	2.0
合成断面中立軸比*	0.88 : 1	0.88 : 1
断面二次モーメント比**	1 : 3.71	1 : 3.61

\* 下フランジから中立軸: 桁高  
 \*\* 鋼断面: 合成断面

**3. 実験結果** 2体の1本桁供試体の支間中央の荷重-たわみ曲線を図-2に示すがこれによると鋼とコンクリートの合成の違いは終局時の変形能には違いが現れたものの、耐荷力には影響を及ぼさないと見える。立体供試体の破壊性状を図-3に、支間中央の荷重-たわみ曲線を図-4に示す。供試体Aでは主桁は3本とも降伏、床版は全幅で圧潰、横桁は弾性範囲にとどまった。また中桁床版ハンチ止端上に大きなひびわれが生じた。供試体Cは載荷側外桁と中桁、その間の中央対傾構が塑性ヒンジ化した。供試体Aと同様載荷側外桁ハンチ止端上のひびわれが確認できた。実測ひずみから算出した作用モーメントによる分担率を図-5に示す。対称載荷の供試体Aでは破壊荷重まで各桁への荷重分担率はほぼ一定であり、偏心載荷の供試体Cでは載荷桁が降伏し始めるとその載荷桁と中桁の間で荷重の再分配が発生した。また、非載荷側外桁は終始ほぼ一定のモーメントを分担していた。

図-1 供試体概要

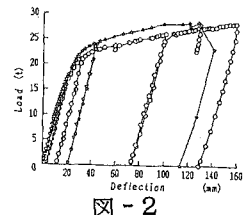


図-2

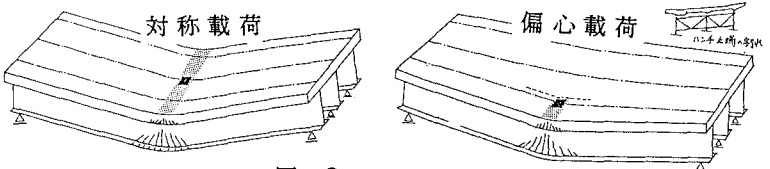
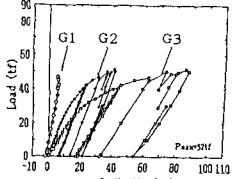
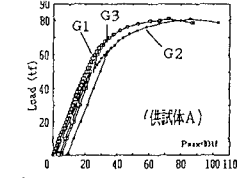


図-3

図-4 荷重-たわみ曲線(供試体C)

4. 破壊荷重算定方法

実験においては床版支間中央の圧潰とハンチ止端上のひびわれ以外明確な破断線は確認できなかったが、モデル化にあたって用いた床版の破断線と鋼桁の降伏ヒンジを図-7に示す。

これらの降伏後の仮定により破壊荷重は次式で計算できる。

$$W_{is} + W_{ic} = P \times l + W_{ed}$$

$W_{is}$ : 桁の内力仕事,  $W_{ic}$ : コンクリートの内力仕事,  
 $W_{ed}$ : 集中外力仕事,  $W_{ed}$ : 自重外力仕事.

$$(\text{床版全内部仕事}) = (\Sigma m \theta) = (\Sigma m_x x \theta_x) + (\Sigma m_y y \theta_y)$$

$m_x, m_y$ : x, y 軸に平行な降伏線上での単位幅あたりの終局モーメント,  
 $x, y$ : 降伏線の x, y 軸への射影長,  
 $\theta_x, \theta_y$ : x 軸, y 軸まわりの回転角.

$$(\text{鋼桁全内部仕事}) = (\Sigma M \theta) + (\Sigma N \epsilon) + (\Sigma T \psi)$$

M: 曲げモーメント,  $\theta$ : 曲げモーメントによる回転角,  
 N: 軸力,  $\epsilon$ : 軸力によるひずみ,  
 T: ねじりモーメント,  $\psi$ : ねじりモーメントによる回転角.

本研究で対象としている構造はプレートガーダー橋であるので、桁のねじり抵抗は問題とならず、降伏関節の変形の方が決まっているため、軸力の影響は合成断面を部材断面として扱うことで考慮できる。

5. 破壊荷重算定結果

単位: ton, () は実験値との比

破壊形式	耐力力 A	耐力力 B	破壊形式	耐力力 C
C①	68.792(82.8)	80.11(101.4)	C⑦	46.91(90.2)
C②	80.585(97.4)	82.13(104.2)	C⑧	51.382(98.8)
C③	84.97(102.3)	85.16(107.8)	C⑨	71.20(136.9)
C④	94.38(113.7)	87.61(110.9)	C⑩	75.67(145.5)
C⑤	105.2(126.8)	95.86(121.3)	C⑪	51.508(99.1)
C⑥	85.44(102.9)	78.468(99.3)	C⑫	56.41(108.4)

	$M_H$	$M_o$	m	m'	単位: ton·m
供試体 A	41.175	9.557	0.01492	0.00771	$m'$ は曲げ上げ鉄筋領域の極限モーメント
供試体 B	47.079	5.95	0.01523	0.00779	
供試体 C	45.989	5.95	0.01503	0.00774	

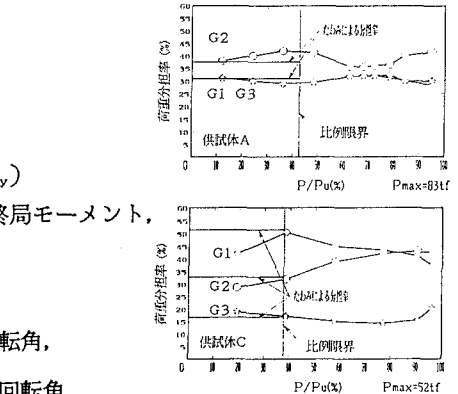


図-5 作用モーメントから計算した各桁の荷重分担率の変化

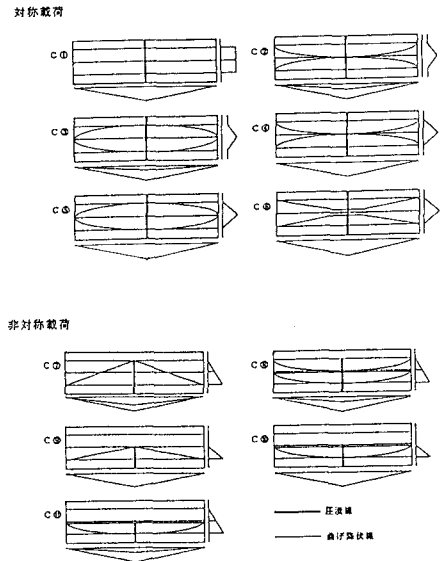


図-6 破壊モデル

対称載荷ではC2, C3, C6が偏心載荷ではC7, C9, C10のモデルで精度が良い。

6. 結論

①ある程度の合成が確保できれば不完全合成桁と完全合成桁では耐力力に差はない。②合成桁橋の終局挙動において偏心載荷状態では荷重分配性状が変化する。対称載荷状態では荷重分配は変化しなかった。これは本供試体床版が相対的に大きかったためと思われる。③合成桁橋の耐力力については床版がせん断によって先に破壊しない限り、降伏線理論で精度よく求められることがわかった。

謝辞 本供試体作成を銚酒井鉄工所にお願した。ここに謝意を表します。

参考文献 (5) 大阪市土木局、関西道路研究会・道路橋調査研究委員会：旧神崎橋の耐力力に関する研究報告書、昭和58年3月。(6) 大阪市立大学工学部倉田研究室、桜田機械工業株式会社：万歳橋大型模型破壊実験報告書、昭和42年2月(7) 大阪市：万歳橋設計基準(8) 正道博昭：合成桁の極限解析、昭和40年2月