

(27) 中間横げたを省略したPCTげた橋に関する実験及び解析

建設省 土木研究所 西川 和廣  
 同 上 正会員 神田 昌幸  
 同 上 内田 賢一  
 プレストレスト・コンクリート建設業協会 正会員 ○澤田 浩昭

1. まえがき

我が国では高齢化による労働人口の減少等により、橋梁の製作現場においても将来に向けて施工の省力化を推し進める必要がある。プレストレストコンクリート(以下PC)Tげた橋の施工においては、小規模な工種が多かつ作業量も多いため、横組工の合理化を行うことは上部工全体の省力化の有効な方法と考えられる。建設省土木研究所と(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会は、横組工のうち特に中間横げたの省略による施工の省力化について共同研究を実施した。

2. 研究の目的

道路橋に用いられるPCTげた橋では、げた端部に設けられる端横げたの他に通常15m以下に1ヶ所の間隔で中間横げたが配置される。中間横げたは活荷重載荷時に主げた間の荷重分配を行い、主げた間の相対たわみや過大な床版応力度の発生を抑えるために設置されるが、施工時に大きな労力を要するため、これの省略に関する技術的検討が望まれていた。しかしこれまで中間横げたを省略したPCTげた橋の挙動に関する研究<sup>1)~3)</sup>は少なく、荷重分配性能や床版に発生する応力度等への影響については不明確な点が残されている。本研究では、上部構造(PCTげた橋)の全体系に対する中間横げた省略の影響に着目し、特に荷重分配性能や床版の発生応力度に対する中間横げたの有無の影響を把握することを目的として、大型供試体を用いた載荷試験を行うとともに平面格子解析および立体FEM解析

表-1 試験供試体の諸元

供試体No	中間横げた	床版厚	斜角
Case 1	あり	80mm	90°
Case 2	なし		
Case 3	なし	100mm	70°
Case 4	あり		
Case 5	なし		

による数値計算を行った。さらに、これらの結果に基づき、中間横げたを省略することによる影響を詳細かつ包括的に評価し、床版設計等に対する代替措置についても検討を加えている。

3. 載荷試験

3.1 試験方法

中間横げたの有無や床版厚の違いによる荷重分配性能、床版に発生する応力度及びたわみ分布を比較するために、表-1に示す直橋3種類、斜橋2種類の計5種類の供試体を作成し載荷試験を行った。各供試体は12.35m×2.56m(支間長12m)の5主げたプレテンションPCTげた橋であり、実橋の1/2モデルとしている。荷重の載荷位置を図-1(a)及び(b)に示す。橋軸方向には支間中央と左右支間1/4点に、橋軸直角方向には5ヶ所(図-1参照)に載荷した。載荷はT荷重の1/2の寸法である25cm×10cmの載荷板を介して、30tf油圧ジャッキでそれぞれ1ヶ所ごとに行い、たわみ、支点反力、主げた及び床版のひずみ等を測定した。各供試体の比較は載荷荷重を2.5tfとした時の値を用いて行った。

(単位:mm)

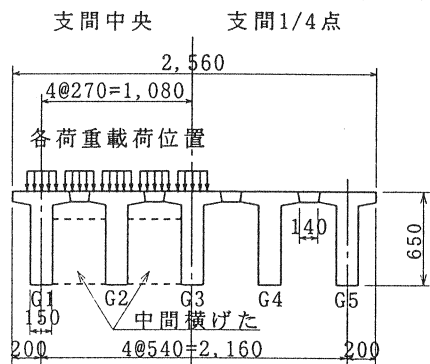


図-1(a) 荷重の載荷位置(断面図)

### 3.2 試験結果

#### 3.2.1 たわみ

まず支間中央部のたわみにより荷重分配性能を評価した。たわみ値を直接比較した場合、供試体の実測ヤング係数の違いによってもたわみの分布が変化する。

そのため、各測点のたわみ値を平均たわみ

で割ることにより無次元化を行い、ヤング係数のばらつきの影響を除去した。この無次元化された値は各測点のたわみの平均たわみに対する比であり、分配の程度を表す指標(以下たわみ分布係数とする)と考えることができ、値が大きいくほど荷重点のけたの負担が大きいことを示す。たわみ分布係数を用いて行ったG3げた上乗荷時のCase1と2の比較を図-2に示す。図-2から実測値と計算値がほぼ一致していることを読みとることができる。ここで、計算値は格子解析により求めている。

また図-2では現橋のモデルであるCase1に比べて、中間横げたを省略したCase2は荷重直下でたわみ分布係数が大きくなっており、荷重分配性能が相対的に劣ることを示している。なお、斜角のあるCase4と5の比較においても同様に、中間横げたを省略したCase5は、中間横げたを配置したCase4よりも若干荷重分配性能が低下していることがわかった。

#### 3.2.2 床版応力度

中間横げたを省略した場合、主げたのたわみ差や回転の影響等により床版に生じる応力度の増加が予想される。床版の橋軸方向よりも橋軸直角方向への影響が顕著であるため、ここでは床版上面の橋軸直角方向応力度に着目した。床版応力度の実測値は測定したひずみから、計算値はFEM解析により求めた。Case1と2の支間中央の計算及び実測応力度の比較を図-3に示す。荷重直下となるG1げた床版上面のひずみ測定は難しいため、橋軸方向に20cmずらした位置で行った。荷重位置近傍では測定位置のずれによる影響が大きく実測値と計算値とは異なっているが、他の位置では類似した傾向を示していることが読みとれる。

中間横げたを省略した場合、主げたの相対たわみ差による付加曲げモーメントが床版に発生し耐久性が低下することが想定される。図-4でCase1の支間中央及び支間1/4点と、Case2、Case3の支間中央橋軸直角方向応力度を比較した。橋軸直角方向断面ではどの供試体も荷重位置のG1-G2間詰め部に最大圧縮応力度が発生している。PCTげた橋の荷重分配作用は床版と横げたにより行われており、荷重位置が横げたから離れるに従い床版の負担が増加し床版に発生する応力度も大きくなる。従って、Case1では端横げたと中間横げたの中間位置である支間1/4

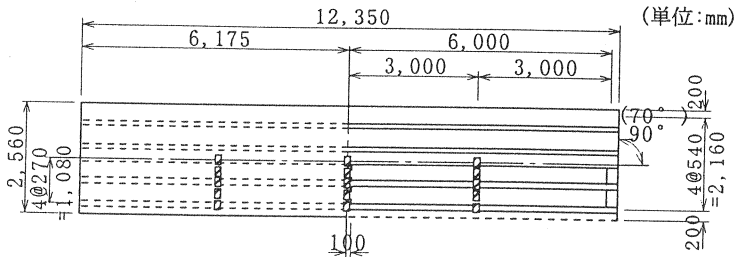


図-1 (b) 荷重の荷重位置(平面図)

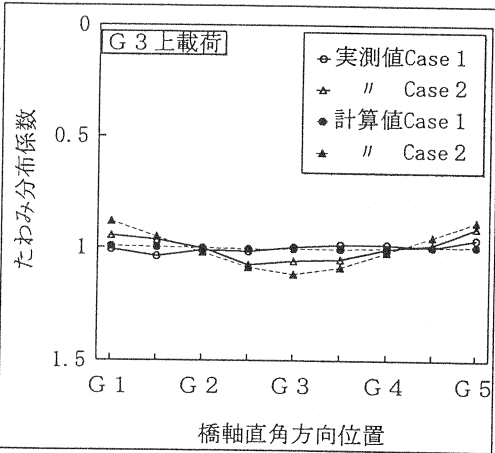


図-2 Case1~2のたわみの比較

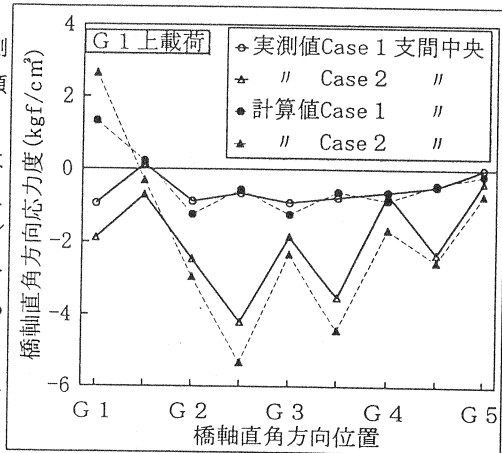


図-3 床版上面の応力度の比較

点で、Case 2 及びCase 3 では端横げたと端横げたの中間位置である支間中央で最大応力度が生じることとなる。Case 1 の支間 1/4 点とCase 2 の支間中央を比較すると応力度の差は小さい。他の载荷条件の実験ケースも含め、中間横げたの省略により10~20%の応力度増加が確認された。またここで、Case 3 の応力度はCase 2 に比べ大きく低下しており、床版増厚が载荷直下の応力度を低下させる有効な方法の一つであることが理解された。

以上の载荷実験とこれに対応する計算結果より、PCT げた橋における中間横げたの省略のたわみへの影響は格子解析による評価が可能であること、PCT げた橋における中間横げた省略の床版応力度への影響はFEM解析による評価が可能であることが理解された。

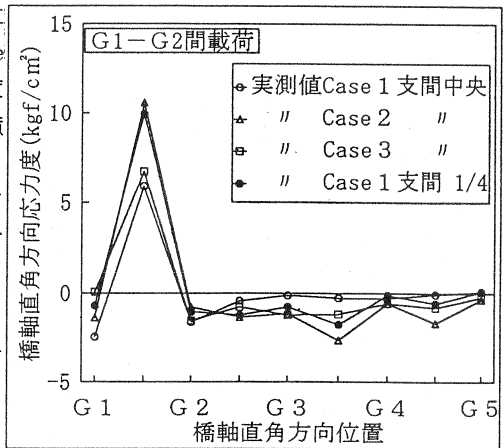


図-4 床版上面の応力度(実測値)の比較

#### 4. FEM解析

中間横げたの省略を実橋で行うためには、活荷重により生じる床版応力度への影響を適切に評価しなければならない。床版応力度については、3. 载荷試験で実測値とFEM解析による計算値はほぼ一致することが確認されているので、支間長、幅員等の異なる複数のPCT げた橋について、床版応力度をFEM解析により求め比較を行った。

##### 4.1 解析モデル

解析の対象としたモデル橋梁はプレテンションT げた橋及びポストテンションT げた橋とし、中間横げたの有無による床版応力度への影響を調べた。解析モデルの諸元を表-2に示す。プレテンションT げたの主げた間隔はJISの規定の最大値を、ポストテンションT げた橋の主げた間隔は道路橋示方書の間詰めコンクリートの最大値を想定した。また、ポストテンションT げた橋の支間長25m及び30mの場合は本来中間横げたは1本であるが、比較を容易にするために2本とした。これにより、中間横げたの有無の影響の評価は、その影響がより顕著となる条件で行われることとなる。またこれらのモデルの床版部のみを取り出して単純版とし、これの曲げ応力度も合わせてFEM解析により計算して比較対象とした。

##### 4.2 解析結果

以上の結果を図-5に示す。ここでは、単純版の応力度を1とし、これとの比率によって中間横げたの有無による床版の発生応力度への影響を表している。なお、図-5中の輪荷重1, 2は解析における荷重載荷位置を示しており、輪荷重1は耳げたと中げたの間の間詰め床版へ、輪荷重2は中げたの間の間詰め床版への载荷を示す。プレテンションT げた橋(図-5中では支間長24mと記述)の中間横げたのあるモデルでは、3.2.2で述べた理由により、床版応力度が最大となるのは支間1/4点と考えられる。従って、中間横げたありのモデルの支間1/4点と中間横げたなしのモデルの支間1/2点の応力度を用いて比較を行った。この応力度は単純版モデルの応力度に対し、横げたありのモデルで70~78%、横げたなしのモデルで75~92%となっている。

次に、ポストテンションT げた橋(図-5中では支間長25m、30m、35mと記述)の最大応力度は単純版モデルに対し、横げたありのモデルで70~82%、横げたなしのモデルで78~92%となっている。

表-2 解析モデルの諸元

	プレテンション T げた橋	ポストテンション T げた橋		
		25	30	35
支間長(m)	24	25	30	35
げた高 H (m)	1.3	1.6	1.8	2.0
主げた間隔(cm)	108	225		
主げた本数(本)	5	5及び8		
床版支間長(cm)	78	191		
床版厚(cm)	16	20		
中間横げた(本)	0及び1	0及び2		
斜 角(度)	90	90		
荷 重	10tf(载荷面積:50×20cm)			

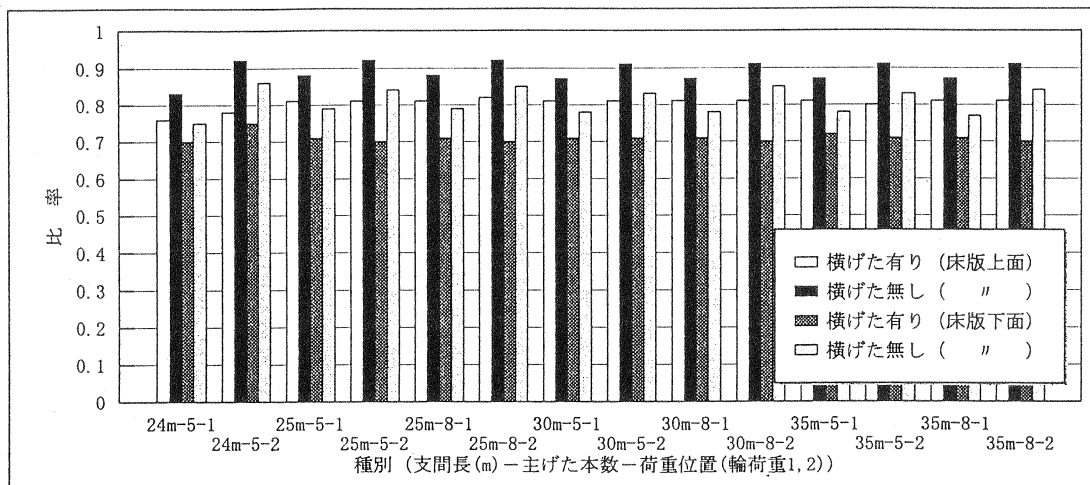


図-5 床版応力度の比較

#### 4.3 考察

道路橋示方書では、活荷重により床版に生じる支間中央の設計曲げモーメントについて連続版は単純版の80%と与えており、中間横げたを配置した連続版モデルの解析結果はこれが妥当であることを示している(図-5参照)。一方、中間横げたを省略した場合の連続版は、中間横げたを配置した場合よりも格子による主げたの拘束が低下するため、主げたがより回転しやすい構造となり単純版に近い挙動を示す傾向のあることや、載荷位置付近の不等沈下が生じやすい構造となり荷重分配性能が低下すること等により、床版に生じる応力度は増加することとなる。解析結果においても、中間横げたを省略した連続版に発生する応力度は、単純版としての計算値と中間横げたを配置した連続版としての計算値の概ね中間の値、もしくは後者に近い値を示しており、設計曲げモーメントを単純版の90%程度とすることで安全性が確保できると考えられる。

#### 5. まとめ

以上により、中間横げたの有無による影響の評価は、格子解析やFEM解析により行うことが可能であることが、載荷実験データとの比較により理解された。また、中間横げたを省略したPCTげた橋では、たわみの分布性状が変化すること等により床版に生じる応力度は増加することが確認され、活荷重により床版に発生する曲げモーメントは中間横げたの省略により10~20%増加し、道路橋示方書の設計曲げモーメント算定方法に若干の修正を加えることで従来の算定式の適用が可能であることが理解された。また、床版の耐久性を確保する方法として、主げたの不等沈下により生じる付加曲げモーメントに対し床版厚増加の対応措置が有効であることが理解された。

#### 6. あとがき

今回の試験調査により、PCTげた橋における中間横げた省略の影響を詳細に評価し、さらに道路橋示方書の体系に組み込むための措置についても検討した。本構造形式は、Tげた断面を有するPC合成げた橋等においても適用することが可能であり、PC橋の施工省力化を行う上で今後汎用性が大きいと考えられる。

- 1) 宮崎義成：“端横桁のみを有する桁橋の模型実験とその計算値比較”、プレストレストコンクリート、Vol. 16, No. 1, p. 18, Feb., 1974
- 2) 渡部篤、林下敦：“中間横げたのないPC単純桁橋の構造解析と設計および経済性の検討(その1)”、橋梁、12月、p. 2, 1984.
- 3) 渡部篤、林下敦：“中間横げたのないPC単純桁橋の構造解析と設計および経済性の検討(その2)”、橋梁、1月、P. 33, 1985.