

## 中間横げたを省略・減少したPCTげた橋の挙動に関する研究

西川 和廣\*1・神田 昌幸\*2・内田 賢一\*3・澤田 浩昭\*4

## 1. まえがき

わが国は、高齢化が伸展し今後高齢社会を迎えることとなるが、これに備えた社会資本整備の強化が一層必要である。各種構造物の建設に関わる技術開発についても、官・民それぞれにおいて、施工の省力化やメンテナンスの合理化等の観点から研究・検討が進められている。道路橋をはじめとする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り、本研究では施工実績の多いPCTげた橋を対象とし、構造上の改良により施工の省力化を実現する技術について検討を行った。

PCTげた橋の横組工は中間横げたの施工を主目的に仮設される吊足場の組払い等煩雑な作業が多く、工期面でも上部工の約3割を占めると言われている。また、吊足場上での作業は高所作業となり、危険を伴う工事でもある。したがって、中間横げたを省略・減少し吊足場工を廃止や簡略化することが可能となれば、施工の合理化・省力化が推進され、さらには工事の安全性も向上させることができる。

以上のことより、土木研究所と(株)プレストレスト・コンクリート建設業協会はPCげた橋の省力化として中間横げたを省略・減少した構造について共同研究により検討を行った。

## 2. 研究の目的

PCTげた橋における中間横げたは、橋軸直角方向の荷重分配を担うとともに主げた間の相対たわみ差や過大な床版応力度の発生を抑えるために設置される。したがって、これを省略・減少することは橋梁の荷重分配性能を損なう危険性を有しており、また、ねじりに対しても不利となることが考えられる。『道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編(平成6年2月)』「7章 Tげた橋」の「適用の範囲」の解説では、「断面がT形をした鉄筋コンクリート主げたおよびプレストレストコンクリート主げたで構成され、横げたによって荷重分配を行う形式の橋に適用する」ものとしており、この段階ではTげた橋においては基本的に横げたによって荷重分配を行うという設計概念に従っていることがわかる。しかし同時に、「2主版げた橋等のように、中間横げたを持たず床版のみで荷重分配を行う版げた形式の橋は、この章に含めないもの」としており、床版によって荷重分配を行う構造型式の存在について認知されている。

中間横げたの有無による荷重分配性能等に関しては、2

主版げた橋については検討が行われているが、現行のTげた橋においては、ごく少数の検討<sup>1)~3)</sup>しかなされていないのが現状である。しかし、欧米諸国においては中間横げたを省略・減少したケースは多く、AASHTO<sup>4)</sup>の規定では実験または構造解析によりその強度が十分であると確認できた場合は横げたを設けなくてよいものとしている。

そこで、本研究では、Tげた橋における中間横げた省略・減少の可能性を明らかにすることを目的とし、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解析を実施し、荷重分配性能や床版への影響等について詳細に検討した。これらの結果に基づき、中間横げたを省略・減少することにより上部構造に生じる影響を詳細かつ包括的に評価するとともに、構造が簡略化されることに対する代替措置についても検討を加えている。

## 3. 中間横げた省略・減少の影響

中間横げたの省略・減少を行うことは、横方向の剛性を低下させることから荷重分配性能の低下をもたらす。このため、設計荷重および終局荷重作用時に各主げたに作用する断面力や支点反力、主げたの横方向のたわみ分布等については若干の差異が生じることが予想される。さらに、たわみ分布の変化により主げたの相対たわみ差が変化することから床版の発生応力度にも変化をもたらすこととなり、床版の耐久性に対しても影響を与えることが想定される。また、端横げたへの負担も増大することとなり、特に終局荷重作用時における影響が顕著であると考えられる。

本研究においては、これら上記の影響について、以下に示す考え方により検討を行うこととした。

中間横げたの省略・減少による主げたの断面力やたわみへの影響は、設計段階で十分考慮し対応できることから問題は少ないと考えられるため、数値解析によりその傾向を把握するとともに、解析結果と実験結果が一致することを確認する。一方、主げたの相対たわみ差の増加による床版の耐久性への影響は床版応力度の変動に関係するため輪荷重載荷試験により評価することが適当である。また、端横げたの負担増大の影響については、設計荷重作用時は主げたと端横げたの一体性が確保されていることから問題は少ない。終局状態については、現在の設計手法では各主げた等部材ごとに対する終局荷重作用時という形で考慮されているが、構造物全体に関する終局状態については考慮さ

Kazuhiro NISHIKAWA: 建設省 土木研究所 構造橋梁部橋梁研究室 室長  
Masayuki KANDA: 建設省 都市局街路課 課長補佐 (前土木研究所橋梁研究室 主任研究員)  
Kenichi UCHIDA: 建設省 土木研究所 構造橋梁部橋梁研究室 研究員  
Hiroaki SAWADA: オリエンタル建設(株) 東北支店工務部技術チーム (前土木研究所橋梁研究室 交流研究員)

れていない。実橋においても橋梁全体の終局状態が問題となるケースは極めて稀であることから、終局時への対応は従来の設計手法と同等とし、本研究では検討の対象外とした。

図-1に本研究において検討した項目とそれに対する解析手法を示す。

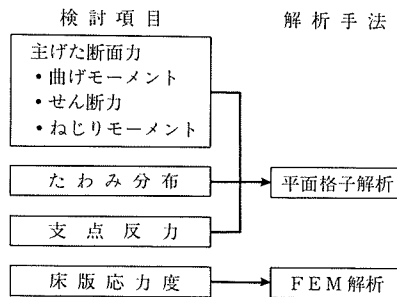


図-1 検討項目および解析手法

表-1 平面格子解析モデル一覧

番号	供試体名	検討内容
1	PR-24-08-90-CB-T	
2	PR-24-08-90-NB-T	プレテンションTげた橋に中間横げた有無および斜角が及ぼす影響
3	PR-24-08-70-CB-T	
4	PR-24-08-70-NB-T	
5	P0-25-08-90-CB-T	
6	P0-25-08-90-NB-T	
7	P0-25-08-90-NB-I	ポストテンションTげた橋に中間横げた有無、斜角およびねじり剛性が及ぼす影響
8	P0-25-08-70-CB-T	
9	P0-25-08-70-NB-T	
10	P0-25-08-70-NB-I	
11	P0-35-08-90-CB-T	
12	P0-35-08-90-CB-I	
13	P0-35-08-90-NB-T	
14	P0-35-08-90-NB-I	
15	P0-35-08-70-CB-T	ポストテンションTげた橋に中間横げた有無、斜角、ねじり剛性および幅員が及ぼす影響
16	P0-35-08-70-NB-T	
17	P0-35-08-70-NB-I	
18	P0-35-12-90-CB-T	
19	P0-35-12-90-NB-T	
20	P0-35-12-70-CB-T	
21	P0-35-12-70-NB-T	
22	P0-45-08-90-CB-T	
23	P0-45-08-90-NB-T	ポストテンションTげた橋に中間横げた有無および斜角が及ぼす影響
24	P0-45-08-70-CB-T	
25	P0-45-08-70-NB-T	
26	P0-50-08-90-CB-T	
27	P0-50-08-90-NB-T	
28	P0-50-08-90-NB-I	ポストテンションTげた橋に中間横げた有無、斜角およびねじり剛性が及ぼす影響
29	P0-50-08-70-CB-T	
30	P0-50-08-70-NB-T	
31	P0-50-08-70-NB-I	

注) モデル名の記号は以下を示す。

- PR-24-08-90-CB-T  
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥  
 ①緊張方式(PR:プレテンション方式, P0:ポストテンション方式)  
 ②支間長(24:24m, 25:25m, 35:35m, 45:45m, 50:50m)  
 ③幅員(08:8m, 12:12m)  
 ④斜角(90:90°, 70:70°)  
 ⑤中間横げた(CB:あり, NB:なし)  
 ⑥ねじり剛性(T:考慮, I:無視)

#### 4. 数値解析による荷重分配性能の評価

##### 4.1 L荷重載荷モデル

中間横げたの有無が荷重の分配性能に与える影響を把握するため、標準的な規模のPC単純Tげた橋を建設省標準設計より抽出し、活荷重としてL荷重(B活荷重)を載荷して平面格子解析を行った。検討は、荷重分配に影響を及ぼすと考えられる①支間長②幅員③斜角④中間横げたの有無⑤ねじり剛性の要因の組合せにより、合計31ケースについて行った。数値解析モデルの一覧を表-1に示す。なお、死荷重に関する荷重の分配は、横組工完了後以降の橋面荷重(地覆・高欄および舗装荷重)についてのみ考慮することとした。また、荷重分配の計算には、通常行われる主げた端部のウェブの拡幅の影響は考慮していない。

##### 4.2 主げた断面力による荷重分配性能の評価

橋面に作用する荷重は、断面力となって分配され、反力として下部構造に伝達される。したがって、各主げたに生じる断面力を確認することによって荷重分配性能を把握することが可能である。代表的な橋梁モデル(ポストテンション方式、支間長35m、幅員12m、直橋)における主げたに生じる曲げモーメントとせん断力を図-2および図-3に示す。両値ともに、最大値においてほとんど差異は認められない。

次に中間横げたの有無がねじりモーメントに及ぼす影響に着目する。上記と同じ橋梁モデルについて主げたに生

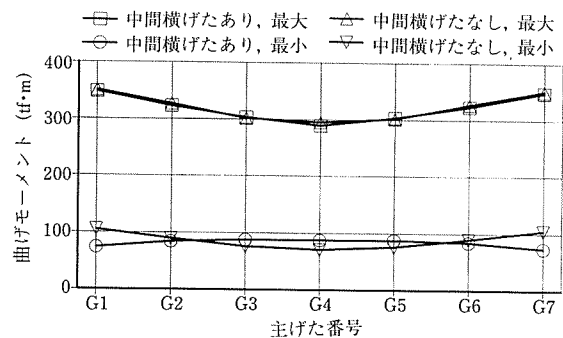


図-2 主げた中央の曲げモーメント

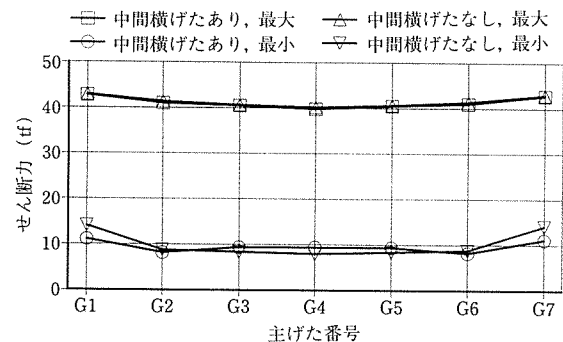


図-3 主げた支点部のせん断力

じるねじりモーメントを図-4に示す。ねじりモーメントに関しては、曲げモーメントおよびせん断力とは異なり、4割程度の増加が認められた。これは、中間横げたを省略することによって、横方向の剛性が低下することによって生じたものと考えられる。ねじりモーメントに対する補強鉄筋量で比較すると、標準設計に対して横方向鉄筋で $0.87\text{cm}^2/\text{m}$ 、軸方向鉄筋で $6.11\text{cm}^2/\text{m}$ 程度の増加となり、仮に補強が必要となるような場合についても十分対応可能である。また、主げたの反力および主げたのたわみに関しても同様の比較を行ったが、中間横げたの有無による影響は小さかった。

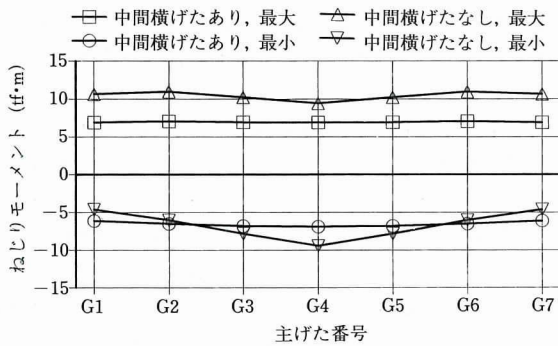


図-4 主げた支点部のねじりモーメント

## 5. 荷重試験による中間横げた有無の影響評価

### 5.1 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およびたわみ分布を比較するために、表-2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、荷重試験を行った。各供試体は $12.35\text{m} \times 2.56\text{m}$ (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モデルを想定している。荷重方法は、図-5(a)および(b)に示すように、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ヶ所に荷重した。荷重はT荷重の片輪の1/2の寸法である $25\text{cm} \times 10\text{cm}$ の荷重板を介して、30tf油圧ジャッキでそれぞれ1ヶ所ごとにたわみ、支点反力、主げたおよび床版のひずみ等を測定した。各供試体の比較は実橋に換算して10tfの荷重荷重に相当する2.5tf時の測定値を用いて行った。試験の状況を写真-1に示す。

表-2 試験供試体の諸元

供試体記号	中間横げた	床版厚	斜角
Case 1	あり	80mm	90°
Case 2	なし		
Case 3	なし		
Case 4	あり	100mm	70°
Case 5	なし		

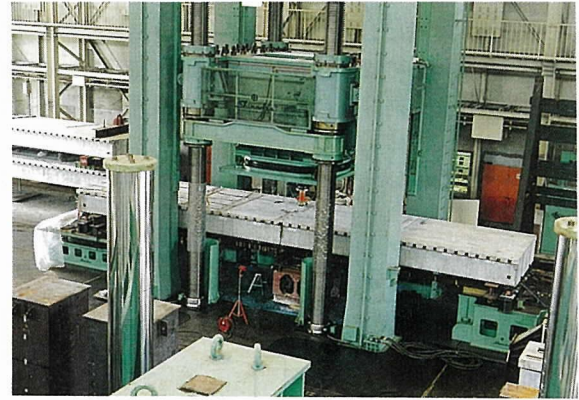


写真-1 試験状況

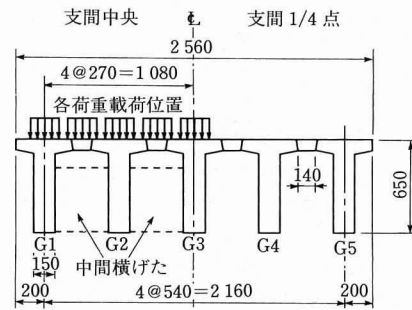


図-5(a) 荷重の荷重位置(断面図)

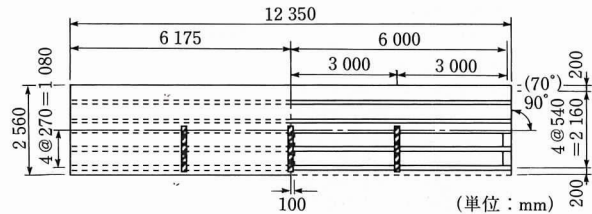


図-5(b) 荷重の荷重位置(平面図)

### 5.2 試験結果および解析

#### (1) たわみ

まず支間中央部のたわみについて評価を行った。図-6(a)はたわみ値の直接比較であり、実測値は平面格子解析による計算値よりも若干小さな値となっている。この理由としては、主げたのヤング係数として5本の主げたコンクリートの各テストピースから求められるヤング係数の平均値を用いたが、材料試験用の $\phi 10 \times 20\text{cm}$ のテストピースと橋供試体のヤング係数が必ずしも一致していない可能性があること等が考えられる。

そこで、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、ヤング係数の誤差の影響を除去した。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、たわみ分配性能を表す指標(以下、たわみ分布係数とする)と考えることができる。たわみ分布係数を用いて行ったCase1~3のG1げた荷重、G3げた荷重の場合の比較を図-6(b)および図-7に示す。どちらの図からも、計算値と実測値がほぼ一致していることを読みとることができる。

図-6(b), 図-7では現橋のモデルであるCase 1に比べて, 中間横げたを省略したCase 2は載荷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がわかる。さらに, 床版厚を増したCase 3は, Case 2に比べ荷重分配性能が改善されており, 床版の増厚が荷重分配性能の向上に効果があることが確認された。

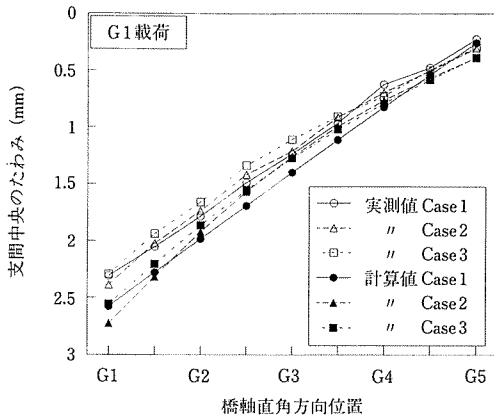


図-6(a) Case 1~3のたわみの比較(1)

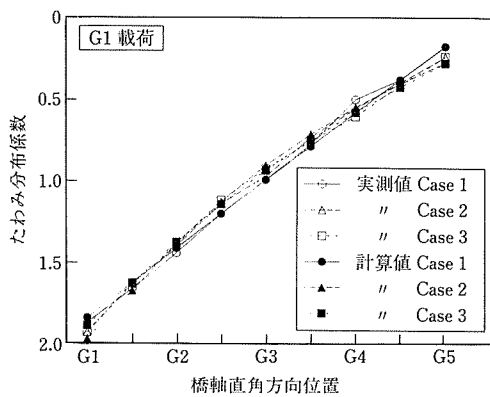


図-6(b) Case 1~3のたわみの比較(2)

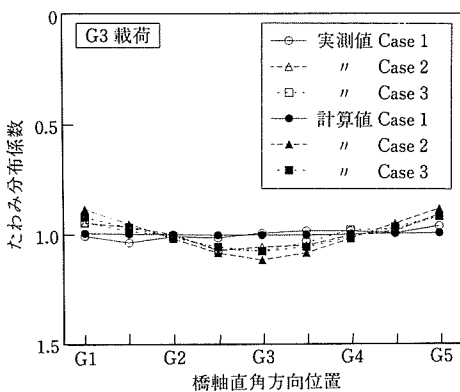


図-7 Case 1~3のたわみの比較(3)

なお, 斜角のあるCase 4~5の比較においても同様に, 中間横げたを省略したCase 5は, 中間横げたを配置したCase 4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。

(2) 支点反力

次に, 支点反力(固定側)の実測値と計算値の比較を図-8に示す。計算値による各Caseごとの比較では, 判別が難しいほどの差(載荷加重2.5tfに対し各支点反力は0.01tf程度以下の差)しかなく中間横げたの有無や床版の増厚による支点反力への影響はほとんどないことがわかる。一方, 実測値に関しても若干のばらつきは存在するものの, Caseの違いによらずほぼ同様の反力分布となっている。計算値と実測値の差に関しては若干のずれが生じており, この要因としては, 支承のバネ定数のばらつきの影響等が考えられる。図-8の計算値を求める際に使用した支承の鉛直バネ定数は, 各支承の実測バネ定数を平均した値であるが, これを各支承ごとの実測値に設定することにより計算値と実測値はほぼ一致することを確認している。各計算値の差がほとんどないことを考慮すると各実測値の差は小さいと考えられる。したがって, 中間横げた省略・減少等によって増減する支点反力が, 支承や下部構造等の設計に与える影響は小さいと判断される。

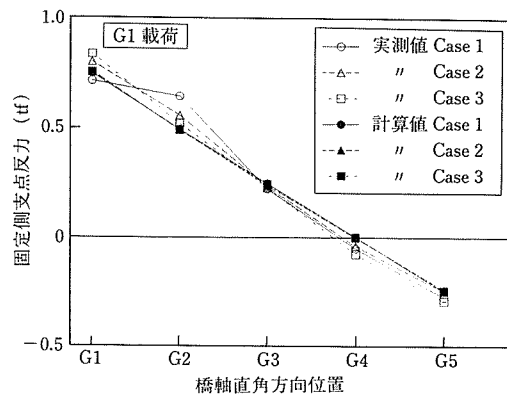


図-8 Case 1~3の支点反力の比較

(3) 床版応力度

中間横げたを省略・減少した場合, 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式-1により求めた。

$$\sigma_y = \frac{E}{(1-\nu^2)} \times (\nu \epsilon_x + \epsilon_y) \dots \dots \dots (式-1)$$

- ただし  $\sigma_y$  : 橋軸直角方向の床版応力度
- $\epsilon_x, \epsilon_y$  : 橋軸方向, 橋軸直角方向の床版ひずみ
- $\nu$  : コンクリート部材のポアソン比

また, 計算値はFEM解析により求めた。Case 1, Case 2の支間中央の計算, 実測応力度の比較を図-9に示す。載荷板直下であるG1の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。載荷位置近

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・減少した場合、上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考えられる。図-10でCase 1の支間中央および支間1/4点と、Case 2, Case 3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、どの供試体も載荷位置のG1-G2間間詰め部に最大圧縮応力度が発生している。荷重分配作用は床版と横げたにより行われており、載荷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。したがって、Case 1では端横げたと中間横げたの中間位置である支間1/4点で、Case 2および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。他の載荷条件の供試体の場合も合わせて考慮すると、中間横げたの省略・減少によって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、床版増厚が載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。

以上の結果より、PCTげた橋における中間横げた省略・減少のたわみや支点反力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・減少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。

(4) 終局状態

中間横げたを省略した場合の終局時の挙動を確認するために、終局破壊試験をCase 1, Case 3, Case 5の3供試体

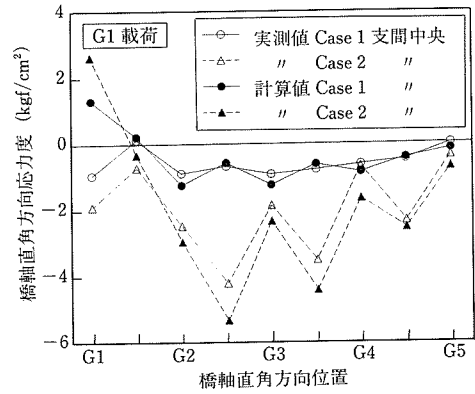


図-9 床版上面の応力度の比較

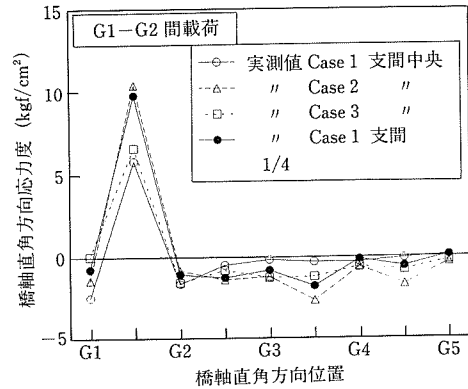


図-10 床版上面の応力度(実測値)の比較

に対して行った。試験結果を表-3に示す。各供試体の最大荷重を比較すると、中間横げたを配置したCase 1の最大荷重はCase 3, Case 5に比べて小さいが、これは、Case 1

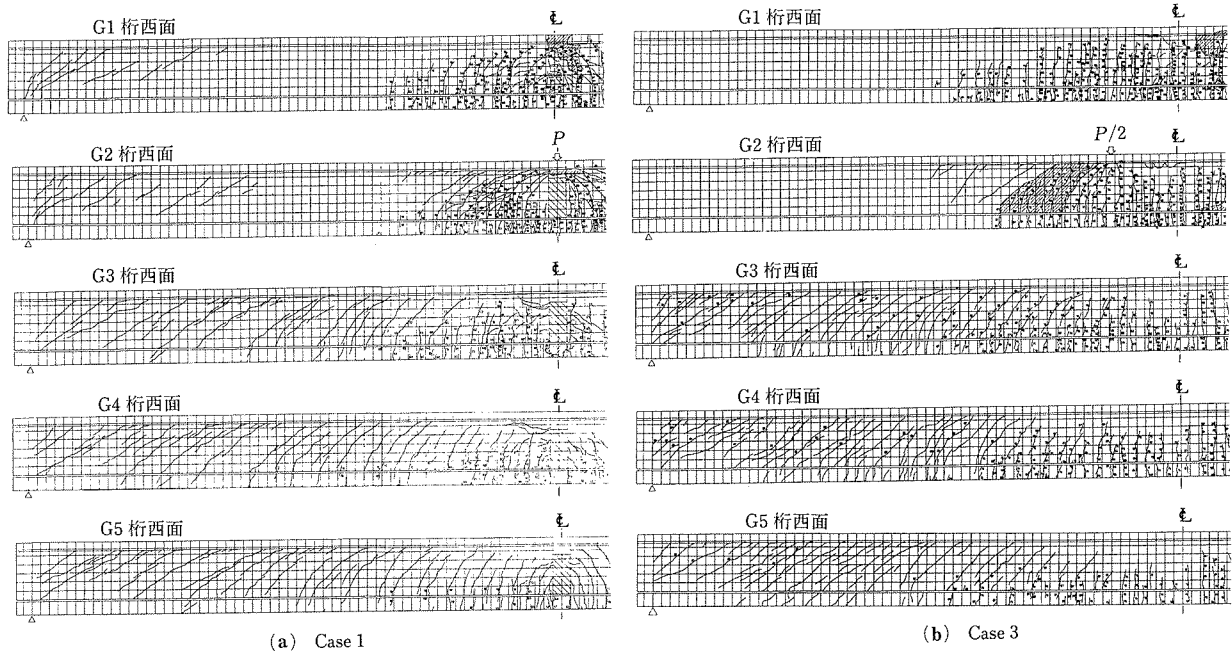


図-11 終局破壊試験供試体ひびわれ図(G1げた側側面)



表-3 終局載荷試験結果

項目	載荷方法	最大荷重 (tf)	ひびわれ発生荷重	
			けた	荷重 (tf)
Case 1	G2げた支間中央にて1点載荷	87.61	G1	30
			G2	31.5
			G3	35
			G4	50
			G5	57.9
Case 3	Case 1と同じ位置でG1~G3までひびわれを導入した後G2げた支間中央から±0.75m離れた位置での2点載荷	99.29	G1	29
			G2	28
			G3	38
			G4	42.9
			G5	53.8
Case 5	Case 1と同じ位置でG1~G3までひびわれを導入した後G2げた支間中央から±0.75m離れた位置での2点載荷	98.7	G1	34.5
			G2	28
			G3	37
			G4	53
			G5	61.8

の載荷位置はG2げた支間中央への1点載荷であるのに対しCase 3, Case 5の載荷位置はG2げた支間中央から75cmずつ橋軸方向に離れた位置への2点載荷のためと考えられる。載荷荷重により支間中央に生じる曲げモーメントに着目すると、載荷最大荷重により支間中央断面に生じる曲げモーメントは

$$\text{Case 1} : 87.61\text{tf} \times 6\text{m} / 2 = 262.8\text{tf} \cdot \text{m}$$

$$\text{Case 3} : 99.29\text{tf} \times (6 - 0.75\text{m}) / 2 = 260.6\text{tf} \cdot \text{m}$$

$$\text{Case 5} : 98.70\text{tf} \times (6 - 0.75\text{m}) / 2 = 259.1\text{tf} \cdot \text{m}$$

となり、中間横げたを省略・減少しても同レベルの終局耐力を有していると考えられる。

また、図-11(a)にCase 1, (b)にCase 3の試験終了時のひびわれ発生状況を示す。ねじりひびわれはどちらの供試体も載荷荷重80tf程度以上で発生しており、中間横げたの有無による影響はほとんど見られなかった。

## 6. FEM解析による床版への影響評価

中間横げたの省略・減少を実橋に適用するためには、活荷重により床版に生じる応力度を適切に評価しなければならない。「5. 載荷試験による中間横げたの有無の影響評価」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橋梁について、床版の応力度をFEM解析により求め比較を行った。

### 6.1 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げた橋およ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の比較を行った。解析モデルの諸元を表-4に、載荷位置を図-12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, 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比較は、影響がより顕著となる条件で行うこととなる。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に用いた。

表-4 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	
	支間長 (m)	けた高 H (m)	支間長 (m)	けた高 H (m)
支間長 (m)	24	1.3	25	1.6
けた高 H (m)	1.3	1.3	1.6	1.6
主げた間隔 (cm)	108	108	225	225
主げた本数 (本)	5	5	5	5
床版支間長 (cm)	78	78	191	191
床版厚 (cm)	16	16	20	20
中間横げた (本)	0および1	0および1	0および2	0および2
斜角 (度)	90	90	90	90
荷重	10tf (載荷面積: 50×20cm)			

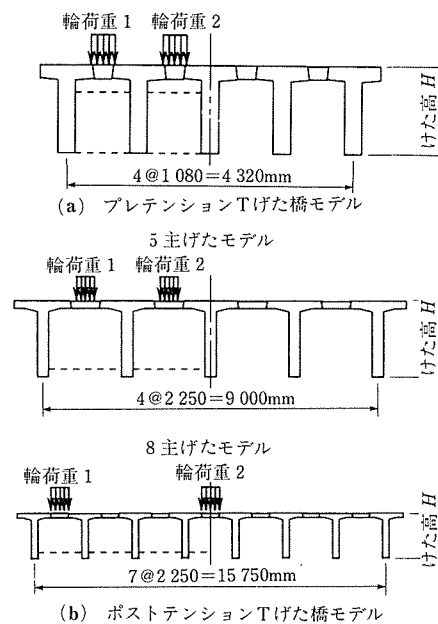


図-12 FEM解析載荷位置図

### 6.2 解析結果

プレテンションTげた橋(支間長24m)の床版上下面に発生する曲げ応力度を表-5に示す。なお、比較対象とした単純版として計算したモデルでの床版応力度の最大値は床版上面で31.3kgf/cm<sup>2</sup>、床版下面で-28.8kgf/cm<sup>2</sup>となった。プレテンションTげた橋の中間横げたを配置したモデルでは5.2(3)項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。したがって、中間横げたを配置したモデルの支間1/4点と中間横げたを省略・減少したモデルの支間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、中間横げたありのモデルで70~78%、中間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(支間長25m, 30m, 35m)の応力度をそれぞれ表-6~8に示す。比較対象とした単純版モデルでの床版応力度の最大値は床版上面で32.4kgf/cm<sup>2</sup>、床版下面で-28.2kgf/cm<sup>2</sup>であるので、最大応力度は単純版モデルに対し中間横げたありのモデルで70~82%、なしのモデルで78~92%となっている。

以上の結果をまとめ、図-13に示す。ここでは、単純版の床版応力度を1とし、これとの比率によって中間横げた

表-5 応力度の比較(プレテンション:支間長24m)

載荷荷重	応力位置	応力度(kgf/cm <sup>2</sup> )	
		横げたあり (支間1/4)	横げたなし (支間1/2)
輪荷重1	上 面	23.7	26.1
	下 面	-20.3	-21.7
輪荷重2	上 面	24.4	28.9
	下 面	-21.6	-25.0

表-6 応力度の比較(ポストテンション:支間長25m)

主げた本数	載荷荷重	応力位置	応力度(kgf/cm <sup>2</sup> )	
			横げたあり	横げたなし
5主げた	輪荷重1	上 面	26.3	28.6
		下 面	-20.0	-22.3
	輪荷重2	上 面	26.2	29.7
		下 面	-19.8	-23.6
8主げた	輪荷重1	上 面	26.2	28.6
		下 面	-19.9	-22.2
	輪荷重2	上 面	26.6	29.8
		下 面	-19.8	-23.9

の有無による床版の発生応力度への影響を表している。

6.3 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%と与えている。これに対し中間横げたを配置した連続版モデルの解析結果では、支間中央の応力度比は70~80%程度であり道路橋示方書の規定は妥当であることを示している(図-13)。一方、中間横げたを省略・減少した場合の連続版は、中間横げたを配置した場合よりも主げたの拘束効果が低下するため、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があることや、載荷位置付近の主げたが隣接する主げたに比べてよりたわみ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床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おおむね中間の値を示しており、曲げモーメント算定式を単純版の90%程度とする

表-7 応力度の比較(ポストテンション:支間長30m)

主げた本数	載荷荷重	応力位置	応力度(kgf/cm <sup>2</sup> )	
			横げたあり	横げたなし
5主げた	輪荷重1	上 面	26.3	28.3
		下 面	-20.1	-22.1
	輪荷重2	上 面	26.1	29.5
		下 面	-19.9	-23.4
8主げた	輪荷重1	上 面	26.3	28.3
		下 面	-20.1	-22.0
	輪荷重2	上 面	26.4	29.6
		下 面	-19.8	-24.0

表-8 応力度の比較(ポストテンション:支間長35m)

主げた本数	載荷荷重	応力位置	応力度(kgf/cm <sup>2</sup> )	
			横げたあり	横げたなし
5主げた	輪荷重1	上 面	26.4	28.1
		下 面	-20.2	-21.9
	輪荷重2	上 面	26.0	29.4
		下 面	-19.9	-23.3
8主げた	輪荷重1	上 面	26.4	28.1
		下 面	-20.1	-21.8
	輪荷重2	上 面	26.3	29.5
		下 面	-19.8	-23.6

ことが適切であると考えられる。

上記により増加する設計曲げモーメントに対しては、床版の横締めプレストレス量の増加のみにより許容応力度を満足させることも可能であるが、その場合には、応力振幅は現行設計による床版に比べて大きくなり、床版の疲労耐久性の観点からは好ましくない。そのため増加する設計曲げモーメントに対しては床版厚の増加により対応することが床版の耐久性上有利である。この場合、床版の最小全厚を現行の規定よりも10%程度増加させることで床版の曲げモーメントを同程度の値とすることができる。また、床版支間直角方向の曲げモーメントは中間横げたの省略・減少の影響は少ないことから、現行の道路橋示方書の曲げモーメント式をそのまま用いることが可能であると考えられる。

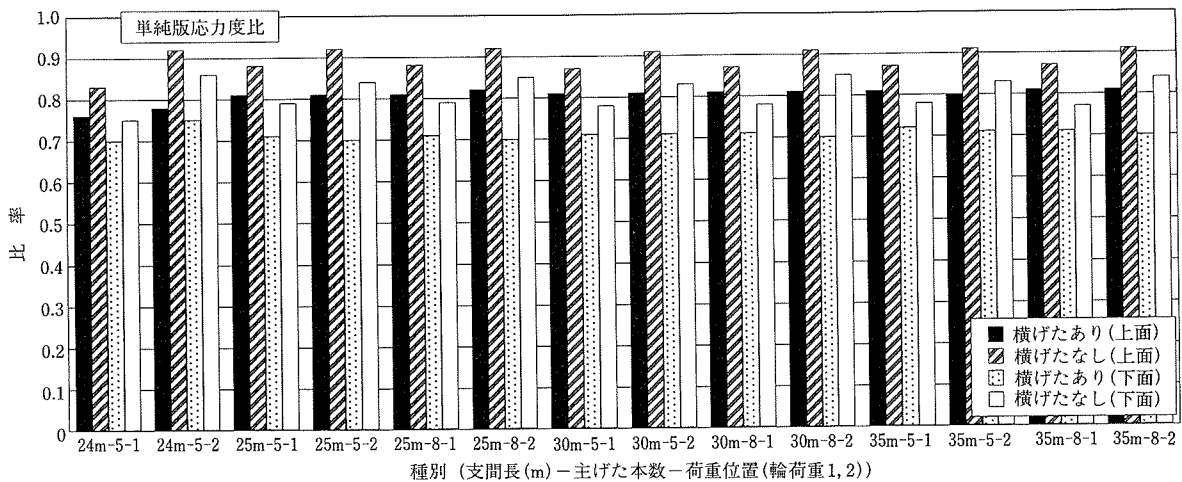


図-13 単純版応力度比の比較

また、中間横げたを省略・減少するPCTげた橋は、主げたを拘束する横げたの間隔が現橋に比べて大きく、ねじりモーメントが発生しやすい構造であるため、ねじり剛性を考慮して設計するのがよいと思われる。

## 7. ま と め

以上により、中間横げたの有無の影響は格子解析やFEM解析による評価が可能であることが載荷試験結果との比較により理解された。また、中間横げたを省略・減少したPCTげた橋では、支点反力には大きな相違は生じないが、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た。さらに、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を省略・減少することにより10%程度増加し、道路橋示方書の設計曲げモーメント算定式に若干の修正を加えることでこの適用が可能であること、また、床版の耐久性も考慮して床版厚を増加する対応措置が有効であることが理解された。

## 8. あとがき

今回の試験調査により、PCTげた橋について中間横げたを省略・減少したこと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も明らかにした。この構造形式は、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

ううえで今後汎用性が大きいと考えられる。

## 謝 辞

本共同研究の遂行にあたっては、その初動段階より適切なご指導をいただいた横山功一元構造橋梁部長（現土木研究所耐震技術研究センター長）、長屋優子技官（旧姓淵上、現土木研究所国際協力課勤務）の尽力がありました。ここに改めて感謝と尊敬の念を表すものであります。また、常に主導的な立場をとっていただいた徳良賢一氏をはじめとするプレストレストコンクリート建設業協会の共同研究担当の方々、特に、研究計画の策定および実験の計画・実施においては清水俊一氏に多大な労力を投じていただきました。ここに記して深く感謝申し上げる次第であります。

## 参 考 文 献

- 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.
- 4) American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)：“Standard Specification for Highway Bridges (15TH EDITION)”，1992.

【1997年9月5日受付】