

(133) 広幅員2主版げた橋の床版に対する検討

日本道路公団 名古屋建設局 建設第二部 正会員 水口 和之
 同上 五藤 正樹
 (株)大林組 土木技術本部 設計第一部 正会員 ○橋本 学
 極東工業(株) 技術本部 技術部 水野 篤志

1. はじめに

国内におけるコンクリート道路橋の「活荷重による床版の設計曲げモーメント」は、一般的には道路橋示方書¹⁾に示される簡易式(以下、道示式)により算出するが、適用範囲(床版支間長)に制限がある。広幅員の「箱げた橋」においてこの制限を順守するためには、ウェブ本数を増やす必要がある。しかし、主桁重量の低減を図るためにウェブ本数を減らす(ウェブ間隔を広げる)場合は、前述の制限を越えてしまうため、FEM解析を用いて活荷重による曲げモーメントを算出し、床版を設計している例が多くみられる^{2),3),4)}。

「2主版げた橋」は、スパン20~40m程度の都市内高架橋において、工事費の削減や省力化を図るための橋梁形式として多数計画されている⁵⁾。JH 東名阪自動車道 貴船高架橋(図-1参照)も、都市内に計画された2主版げた橋である。ランプ橋との接続のために幅員は19m程度まで広がり、床版支間は最大約9mと、道示式の適用範囲を越えている。また、2主版げた橋と箱げた橋では、活荷重による床版の挙動に違いがあると考えられる。以上の点に着目し、活荷重により床版に発生する断面力を検討した結果を本文で報告する。

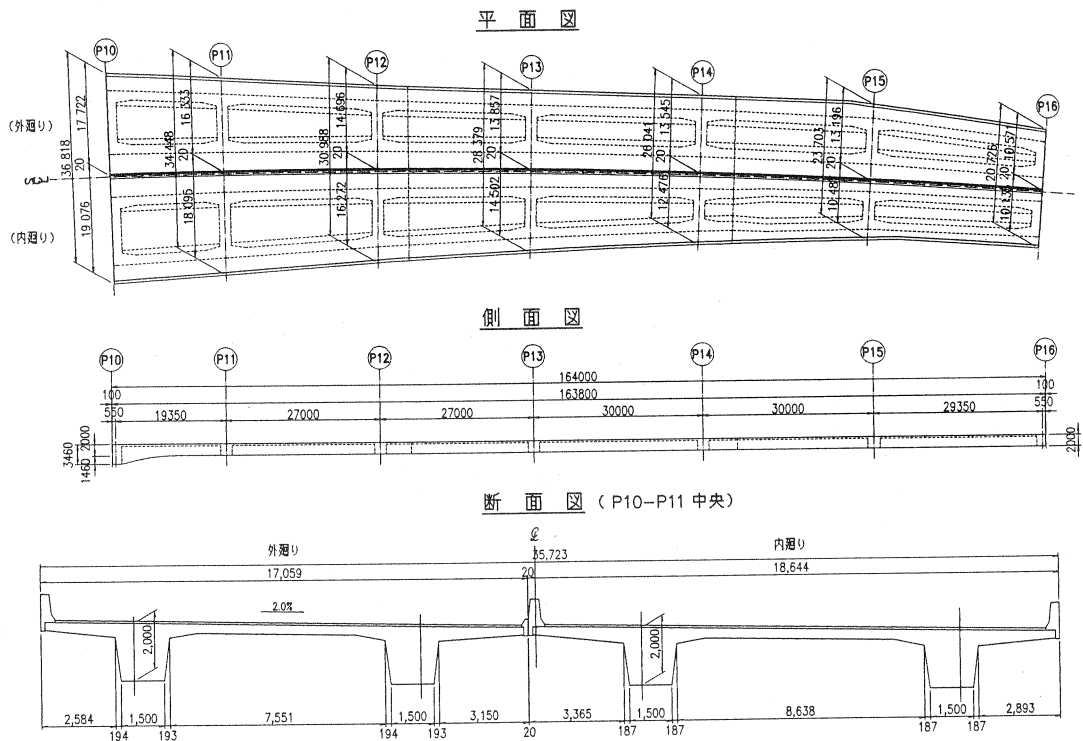


図-1 貴船高架橋(P10-P16) 構造一般図

2. 床版設計の問題点

道示式(床版支間方向)は、連続版の支間中央での下側引張りの支間曲げモーメント、支点部での上側引張りの支点曲げモーメントを算出する。一方、2主版げた橋では、箱げた橋の様に断面が閉塞していないため、活荷重の載荷状態によっては、道示式では算出不可能な断面力が発生すると考えられる。両側の張出し床版先端に活荷重が載荷された場合、連続版の支間中央で上側引張り曲げモーメントが発生する変形状態が考えられる。片側の主桁にのみ活荷重が載荷された場合、支点部では下側引張り曲げモーメントが発生する変形状態が考えられる(図-2参照)。

JH設計要領⁶⁾では、2主版げた橋の活荷重による床版の断面力は道示式を適用するように記述されているが、幅員10m程度の橋梁を対象にした検討結果を基にしている。最大幅員19mの本橋梁においては、図-2に示す「道示式では算出不可能な断面力」による床版への影響が懸念される。この断面力をFEM解析により算出し、その影響を検討する。また、床版支間が道示式の適用範囲外のため、道示式を延長して算出した断面力とFEM解析結果を比較し、活荷重による床版の断面力について検討する。

3. 床版拡幅部の検討

3.1 解析モデル

貴船高架橋は、内廻りはP10~P13、外廻りはP10~P12の区間において、連続版の床版支間が6m(道示式

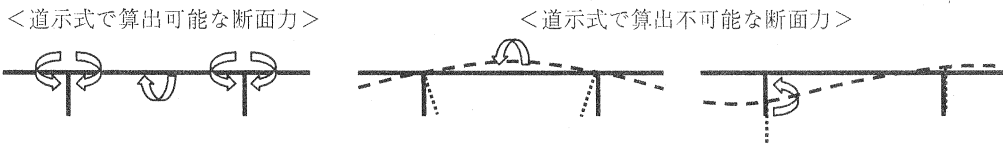
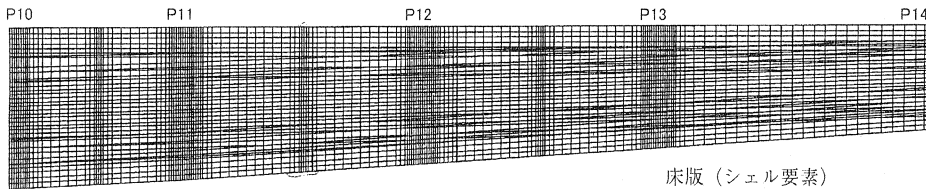
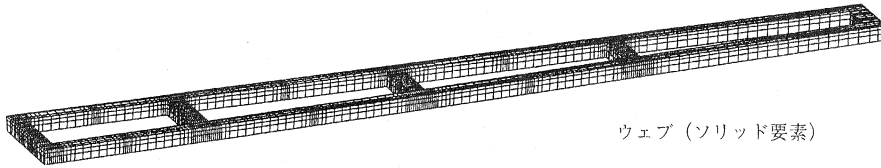


図-2 活荷重による曲げモーメント(床版支間方向)



床版(シェル要素)



ウェブ(ソリッド要素)

図-3 3次元FEM解析モデル

表-1 道示式で算出不可能な荷重の解析結果(床版支間方向)

荷重位置	床版支間(m)	① 連続版中央 上側引張り曲げモーメント			② 連続版支点 下側引張り曲げモーメント		
		床版厚(m)	解析結果(kN・m/m)	上側引張 応力度(N/mm ²)	床版厚(m)	解析結果(kN・m/m)	下側引張 応力度(N/mm ²)
P10-P11中央	8.630	0.35	1.98	0.10	0.55	10.61	0.21
P11-P12中央	7.736	0.33	2.48	0.14	0.55	13.98	0.28
P12-P13中央	6.420	0.30	2.12	0.14	0.55	11.47	0.23

の適用範囲)を越えている。本解析では、内廻りP10~P14区間をモデル化し、P10~P13区間を対象にして解析を行った。解析モデルは、上床版をシェル要素で、ウェブをソリッド要素でモデル化した(図-3参照)。

3.2 道形式で算出不可能な断面力

(1)連続版中央-上側引張り曲げモーメント

P11-P12支間中央で、張出床版先端にT荷重を載荷した場合の解析結果を図-4に示す。図-4は、T荷重載荷時の変形と上床版の橋軸直角方向曲げモーメントの分布を表している。この曲げモーメントの連続版部での最大値が本検討で算出したい断面力である。各橋脚間の中央での検討結果を表-1①に示す。

解析結果(曲げモーメント)を応力度に換算すると、最大 $0.14\text{N}/\text{mm}^2$ の引張応力度となる。床版設計では、死荷重時はフルプレストレス状態とし、活荷重時はひび割れ発生限界(引張応力度の制限値： $2.13\sim 2.25\text{N}/\text{mm}^2$)で照査している。したがって、T荷重により発生する $0.14\text{N}/\text{mm}^2$ の引張応力度を考慮しても、ひび割れ発生限界に対して十分余裕がある。

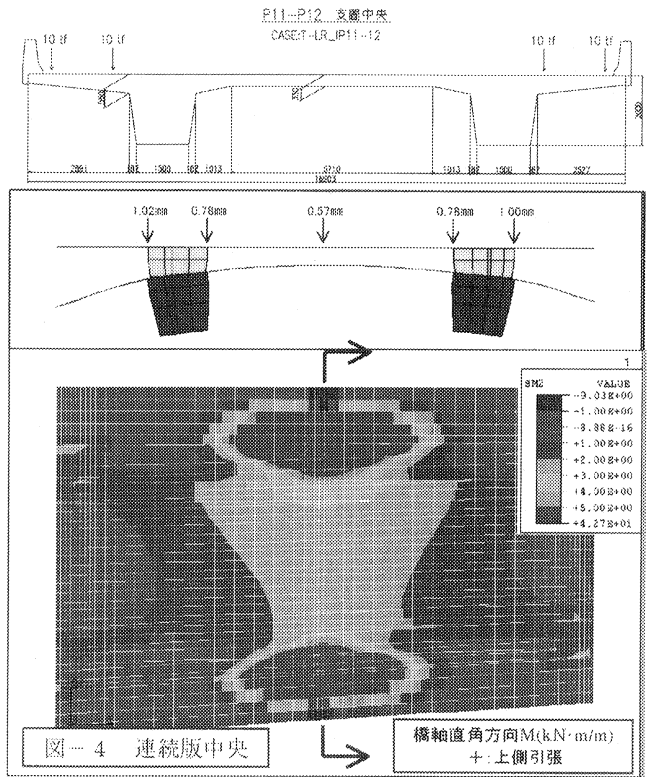


図-4 連続版中央

橋軸直角方向M(kN・m/m)
+: 上側引張

(2)連続版支点-下側引張り曲げモーメント

P11-P12支間中央で、片側の主桁にT荷重を載荷した場合の解析結果を図-5に示す。図-5は、T荷重載荷時の変形と上床版の橋軸直角方向曲げモーメントの分布を表している。この曲げモーメントの連続版部での最大値が本検討で算出したい断面力である。各橋脚間の中央での検討結果を表-1②に示す。

解析結果(曲げモーメント)を応力度に換算すると、最大 $0.28\text{N}/\text{mm}^2$ の引張応力度となる。床版設計では、死荷重時はフルプレストレス状態とし、活荷重時はひび割れ発生限界(引張応力度の制限値： $1.84\text{N}/\text{mm}^2$)で照査している。したがって、T荷重により発生する $0.28\text{N}/\text{mm}^2$ の引張応力度を考慮しても、ひび割れ発生限界に対して十分余裕がある。

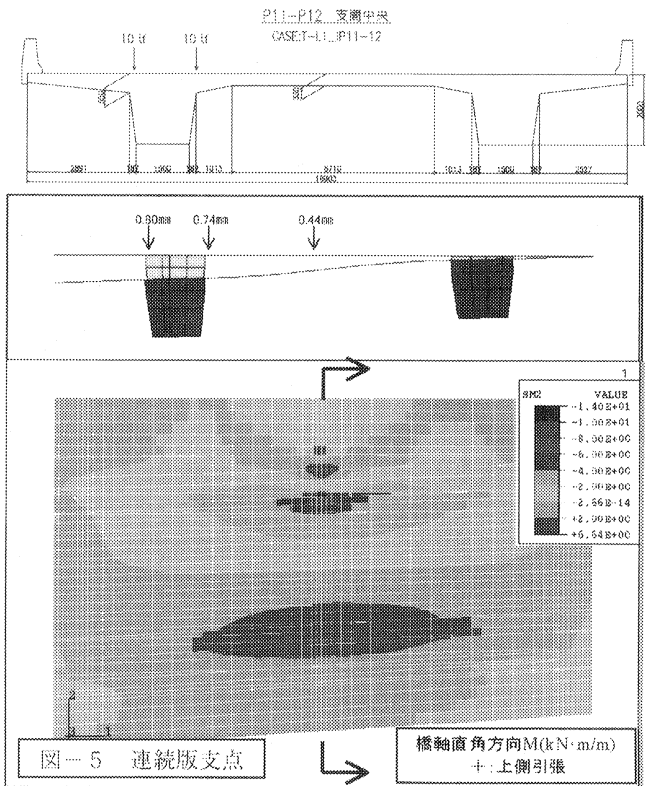


図-5 連続版支点

橋軸直角方向M(kN・m/m)
+: 上側引張

3.3 道形式とFEM解析結果の比較

(1)床版支間方向

各橋脚間の中央においてT荷重を載荷した場合の解析結果を表-2に示す(T荷重の載

表-2 道示式とFEM解析結果の比較(床版支間方向)

荷位置	床版支間 (m)	①連続版 支間曲げモーメント			②連続版 支点曲げモーメント		
		道示式 (kN·m/m)	FEM解析 (kN·m/m)	比率 FEM/道示	道示式 (kN·m/m)	FEM解析 (kN·m/m)	比率 FEM/道示
P10-P11中央	8.630	115.2	43.9	0.38	-115.2	-43.9	0.38
P11-P12中央	7.736	101.3	40.2	0.40	-101.3	-40.2	0.40
P12-P13中央	6.420	81.9	33.2	0.41	-81.9	-33.2	0.41

<注>道示式は割増し係数を含む。+は下側引張り曲げモーメント

荷位置・組数は、着目部の断面力が最大となる状態を選定)。連続版の支間および支点曲げモーメントともに、道示式の4割程度となる。文献2によると、一室箱げた橋の検討結果(床版支間9m)では、支間曲げモーメントで0.38、支点曲げモーメントで0.72である。支間曲げモーメントではほぼ同等の結果であるが、支点曲げモーメントでは異なる結果となった。これは、2主版げた橋ではウェブが水平方向へ若干開く挙動を示すことにより、箱げた橋と変形状態が異なるためと考えられる。

(2)床版支間直角方向

各橋脚間の中央においてT荷重を載荷した場合の解析結果を表-3に示す。曲げモーメントは道示式の7割程度である。文献2によると、一室箱げた橋の検討結果(床版支間9m)では0.66と、本解析とほぼ同等の結果である。

表-3 FEM解析結果と道示式の比較
(連続版中央の床版支間直角方向)

荷位置	床版支間 (m)	道示式 (kN·m/m)	FEM解析 (kN·m/m)	比率 FEM/道示
P10-P11中央	8.630	72.2	53.0	0.73
P11-P12中央	7.736	65.1	46.7	0.72
P12-P13中央	6.420	54.6	38.2	0.70

4. おわりに

2主版げた橋は箱げた橋の様に断面が閉塞していないため、広幅員の橋梁において道示式では算出不可能な方向の断面力が懸念された。FEM解析により検討を行ったが、当初懸念したほどの断面力は発生しなかった。また、道示式を延長して算出した断面力とFEM解析結果を比較したが、道示式に比べて低い値を示している。道示式を延長して算出した断面力を利用して床版を設計しても、安全側であることが判った。

2主版げた橋は、合成桁橋、中空床版橋、箱桁橋などを補完する橋梁形式として、省力化、経済性の両面から有効な構造形式であり、都市内の高架橋として多数計画されている。本報告が今後の2主版げた橋の計画・設計の一助になれば幸いである。

<参考文献>

- 1) (社)日本道路橋会：道路橋示方書(Ⅲコンクリート橋編)・同解説 表-5.5.1, 1996.12
- 2) 岡, 中川, 能登谷, 春日：衝原橋の設計, 第6回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集 pp.445~450, (社)プレストレストコンクリート技術協会, 1996.10
- 3) 角, 森山, 河村, 中島：第二名神高速道路 弥富高架橋の設計, プレストレストコンクリート Vol.39 No.5 pp.39~45, (社)プレストレストコンクリート技術協会, 1999.9
- 4) 猪熊, 福永, 上平, 駒井：第二東名高速道路 都田川橋の計画と設計, 第9回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集 pp.587~592, (社)プレストレストコンクリート技術協会, 1999.10
- 5) 平野：日本道路公団におけるPC橋の技術開発, 第6回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集 pp.13~21, (社)プレストレストコンクリート技術協会, 1996.10
- 6) 日本道路公団：設計要領 第二集 橋梁建設編 8章 コンクリート橋 3-5 2主版げた橋, 1998.10