

(8) PC 中空床版橋の長スパン化に関する一考察

(株) 錢高組 ○上田 高博
 (株) 錢高組 正会員 山花 豊
 (株) 錢高組 梅枝 寿臣

1. はじめに

PC 中空床版橋は、比較的小規模スパン(20~35m)に適用され、経済性の高い構造形式である。本研究は、従来形式の中空床版橋の利点を生かしつつ、その更なる長スパン化(50m程度)と低版厚化を目的としている。そこで床版端部に縦版を配置した構造形式を採り上げ、研究したものである。以下にこの新構造形式の利点を列挙する。

- ・箱桁橋に比べ低版厚であるので、桁下空間に制約がある場合に有効である。
- ・従来スパンの中空床版橋に比べ、橋脚数の減少により下部工工事が削減でき、経済性が計れる。
- ・広幅員化に比較的容易に対応できる。

2. 検討モデル概要

2.1 床版厚とスパン長

図-1は中空床版橋の最大支間長と床版厚の実態調査結果である¹⁾。

図中の直線式は、368件の実態調査に基づいて求められた関係式である(相関係数=0.781)。実線区間は施工実績が多い範囲のものであり、破線区間は仮定的に直線式を延長させたものである(少数ではあるが、破線区間の施工実績もある)。

この図によれば、最大支間長 50m に対しては、床版厚は約 2m となる。しかし、本研究では低版厚中空床版橋の長スパン化を目的とするため、床版厚を 1.2m に設定した。この床版厚は従来形式では最大支間長約 26m に値するものであるが、新形式を用いることにより従来の約 2 倍の支間長 50m においても構造が成り立つかどうか検討をおこなった。

2.2 解析モデル諸元

解析モデルの形式および設計条件を表-1に示す。橋軸方向の線形は、直線とした。

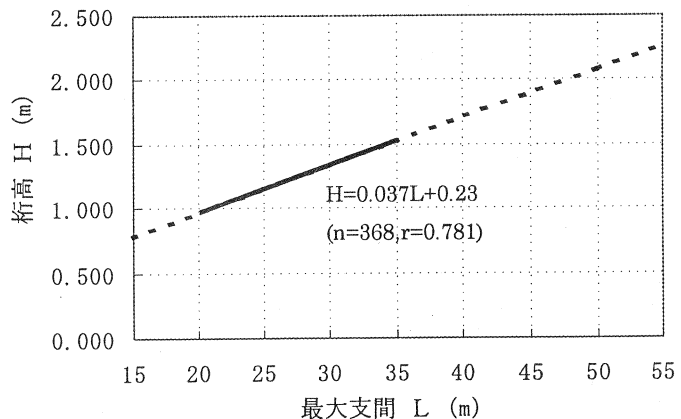


図-1 中空スラブの版厚

表-1 型式および設定条件

型 式	縦版を配した 3 径間連続 PC 中空床版橋
支 間 長	40.000m+50.000m+40.000m
コンクリート数量	1 188m ³
車道幅員	9.500m
活 荷 重	B 活荷重
橋面荷重	5.0tf/m
コンクリート設計基準強度	400kgf/cm ²
P C 鋼 材	SBPR 7 B 12T12.7
鋼 材 数 量	60 209kgf
緊 張 型 式	両引き
導入緊張力	159tf (緊張中、ジャッキ端)

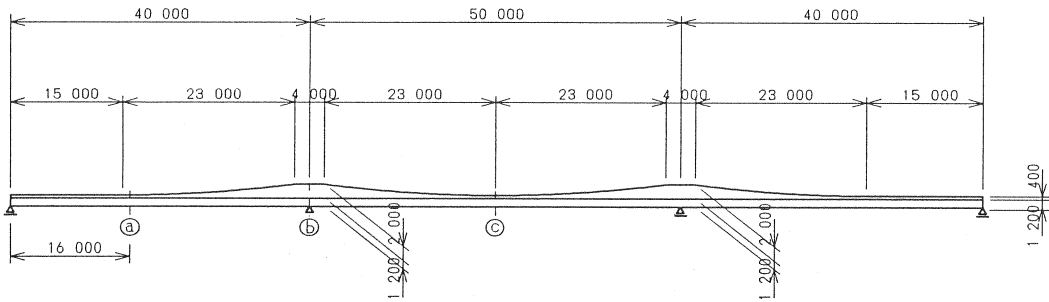


図-2 検討モデル一般図

モデルの一般図を図-2に、標準断面図を図-3に示す。床版両側に配した縦版の高さは、23mの間で0.4mから2.0mに2次曲線的に変化している。

断面力のフレーム解析においては、各支間をそれぞれ10部材に等分割し、計30部材、31断面について検討をおこなった（第1支間の部材長：4.0m、第2支間の部材長：5.0m、第3支間の部材長：4.0m）。

PC鋼材はSBPR7B 12T12.7を使用し、床版鋼材（2段；計36本）と縦版鋼材（7段；計28本）を独立させて配置した。床版鋼材は支間中央部での正の曲げモーメントを受け持たせ、縦版鋼材は支点付近の負の曲げモーメントを受け持たせるためのものである。鋼材配置は図-4に示したとおりであり、橋梁中心点cに対して左右対称な配置をおこなった。施工は全支保工施工とし、すべてのPC鋼材の緊張は床版および縦版のコンクリート打設が終了してから行うものとした（床版鋼材：桁端部で緊張、縦版鋼材：縦版上面切り欠き部で緊張）。

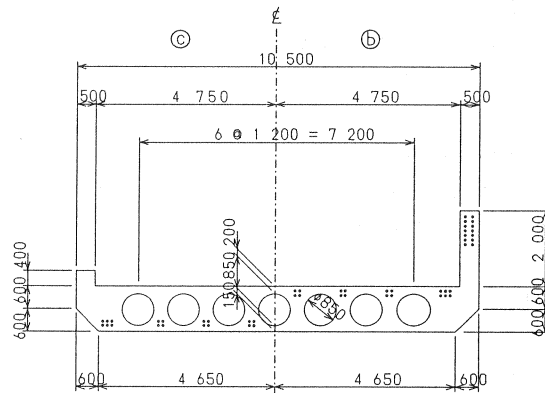


図-3 標準断面図

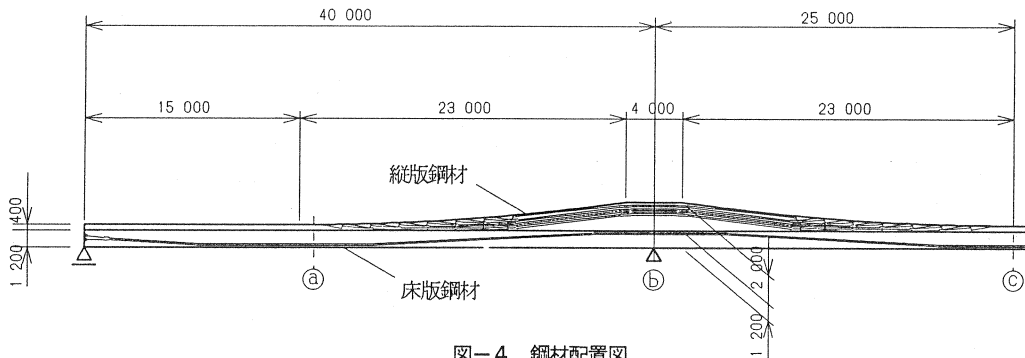


図-4 鋼材配置図

各断面の断面諸元は、表-2のとおりである。

3. 検討結果

検討結果は、全31断面のうちで設計荷重時の部材断面応力状態が最も厳しくなるa, b, cの3断面についての結果を記載する(a, c:活荷重最大時、b:活荷重最小時の照査)。

表-2 断面諸元 (総断面)

着目点	桁高 (m)	断面積 (m ²)	図心位置		断面係数(m ³)		断面2次 モーメント(m ⁴)
			上縁(m)	下縁(m)	上縁	下縁	
a	1.6030	8.6741	0.9377	-0.6653	1.5922	-2.2441	1.4625
b	3.2000	10.2710	2.2648	-0.9352	2.6042	-6.3067	5.8974
c	1.6000	8.6710	0.9350	-0.6650	1.5940	-2.2412	1.4600

3.1 断面力

表-3に前記設定条件下(表-1参照)で生じる断面力を示す。下段の表には、床版鋼材(36本)と縦版鋼材(28本)による断面力の内訳を示す。

表-3 断面力集計表

着目点	死荷重モーメント(tf・m)		活荷重モーメント(tf・m)		プレストレス		
	自重	橋面荷重	max	min	軸力 (tf)	モーメント (tf・m)	2次力 (tf・m)
	a	2000.3	458.1	1044.8	-380.6	5306.0	-2468.9
b	-5654.7	-1254.7	302.5	-1347.7	8543.0	6757.9	122.5
c	1372.5	307.8	958.7	-389.0	4099.0	-1906.0	122.5

3.2 応力状態

応力度照査における許容応力度を表-4に示す。床版上縁では引張応力が生じないようにした。

集計結果を表-5に示す。各着目断面の数値は、上段:縦版上縁、中段:床版上縁、下段:床版下縁での応力度である。

以下に各施工段階における応力度を照査する。

桁完成直後の応力状態は全断面において許容値以内である。床版鋼材は支間中央部に生じる正の曲げモーメントに抵抗し、縦版鋼材は中間支点上に生じる負の曲げモーメントに抵抗している。

全死荷重時および設計荷重時についても応力状態は全断面において許容値以内である。断面bの縦版上縁では、活荷重min時において引張応力(-92.1tf/m²)が生じる結果となったが、中間支点上の曲げモーメントの低減を考慮すれば引張応力はさらに小さくなる。

今回は、縦版を一体構造として設計したため、その引張応力度の許容値を150tf/m²とした。しかし、縦版本来の使用目的が大偏心ケーブルの配置によるプレストレスの増大化という補助的機能であると考えれば、縦版にはそれ以上の引張応力を許容した経済設計が可能となる。

プレストレス内訳

着目点	床版鋼材			縦版鋼材		
	軸力 (tf)	モーメント (tf・m)	2次力 (tf・m)	軸力 (tf)	モーメント (tf・m)	2次力 (tf・m)
a	5306.0	-2468.9	564.2	0.0	0.0	-515.2
b	4677.6	303.1	1410.6	3865.4	6454.8	-1288.1
c	4099.0	-1906.0	1410.6	0.0	0.0	-1288.1

表-4 コンクリートの許容応力度

	単位) tf/m ²		
	桁完成直後	死荷重時	設計荷重時
許容圧縮応力度	1800	1400	1400
縦版上縁最小応力度	-150	0	-150
床版上縁最小応力度	-150	0	0
床版下縁最小応力度	-150	0	-150

表-5 応力度集計表

着目点		床版鋼材			縦版鋼材			単位) t/m ² 桁完成直後	
		自重	プレストレス1	2次力1	小計1	プレストレス2	2次力2	小計2	
a	縦版上縁	1272.1	-974.1	358.8	-615.3	0.0	-327.6	-327.6	329.2
	床版上縁	720.9	-282.7	203.3	-79.4	0.0	-185.6	-185.6	455.9
	床版下縁	-920.3	1776.0	-259.6	1516.4	0.0	237.1	237.1	833.2
b	縦版上縁	-2250.2	579.7	541.9	1121.6	3026.8	-493.2	2533.6	1405.0
	床版上縁	-280.0	475.5	63.5	539.0	719.4	-57.5	662.0	921.0
	床版下縁	902.1	413.0	-223.5	189.5	-665.0	204.0	-461.0	630.6
c	縦版上縁	871.9	-750.2	896.1	145.9	0.0	-818.3	-818.3	199.5
	床版上縁	495.9	-219.5	509.6	290.2	0.0	-465.4	-465.4	320.7
	床版下縁	-632.3	1372.8	-649.8	723.0	0.0	593.4	593.4	684.1

着目点		2次力		1次力		活荷重		設計荷重時		有効係数
		減少	増加	減少	増加	max	min	max	min	
a	縦版上縁	-4.6	120.1	284.4	729.1	648.6	-236.6	1377.7	492.5	0.8676
	床版上縁	-2.6	34.9	163.1	651.2	372.0	-135.7	1023.2	515.5	
	床版下縁	3.2	-218.9	-198.1	419.4	-451.7	164.6	-32.3	584.0	
b	縦版上縁	-6.9	-523.3	-466.2	408.6	112.4	-500.7	521.0	-92.1	0.8397
	床版上縁	-0.8	-173.4	-51.1	695.7	12.3	-55.0	708.1	640.8	
	床版下縁	2.9	36.6	197.9	868.0	-47.7	212.5	820.3	1080.5	
c	縦版上縁	-11.4	101.3	190.9	480.3	594.5	-241.2	1074.8	239.1	0.8549
	床版上縁	-6.6	29.6	109.9	453.6	342.1	-138.8	795.7	314.8	
	床版下縁	8	-185.4	-133.2	373.5	-415	168.4	-41.5	541.9	

4. まとめ

今回の検討モデルでは、全断面で各段階（桁完成直後、全死荷重時、設計荷重時）に応力目標値を満足している。しかし、実橋への適用に際しては、以下に示す詳細な検討が必要である。

- 1) 縦版における局部応力状態および縦版鋼材プレストレスの床版領域への分布状態把握。
- 2) 縦版と床版の最適構成および適用幅員の明確化。
- 3) 床版鋼材と縦版鋼材のバランスの違いによる経済性への影響把握。
- 4) 縦版の許容応力度の設定。
- 5) 1)～4)を踏まえた設計手法の確立。
- 6) 縦版をエクストラドーズド形式に置き換えたモデルの検討。

参考文献

- 1) PC 道路橋計画マニュアル, 社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会, 平成元年 11 月
- 2) 道路橋年表 (平成 2,3,4 年度版), 社団法人 日本道路協会, 平成 7 年 5 月