

幅員方向分割施工における床版設計曲げモーメントの検討

(株)大林組 正会員 ○早川 智浩

(株)大林組 正会員 梶原 尚平

1. はじめに 高速道路の老朽化や大型車交通量の増加などによる劣化が顕著になり、特に鋼橋の床版取替工事が全国で計画、実施されている。また、取替床版には橋軸方向接合部（以下、横目地）を有するプレキャストPC床版が採用されるが、現況の交通渋滞や渡り線の設置が困難などにより、一部の車線を交通開放しながら、床版を幅員方向に分割施工する橋軸方向接合部（以下、縦目地）も設けたプレキャストPC床版も採用されている。設置するプレキャストPC床版は、道路橋示方書¹⁾の床版設計曲げモーメント式（以下、床版M式）により設計されるが、この床版M式は桁の不等沈下はないという仮定の基に求められたものであり、実際には活荷重の荷重状態による各桁のたわみの差により縦目地部への影響等が懸念される。そこで、本検討では、幅員方向3分割施工による床版取替工事が計画された橋梁において、3次元FEM解析を実施して想定した活荷重により発生する橋軸直角方向の曲げモーメントを算出し、床版M式との比較検討を行った。

2. 橋梁概要 対象橋梁は、床版取替が予定される斜角60°を有する3径間連続非合成鉸桁橋（5主桁）であり、建設後約50年が経過した橋梁である。取替床版はプレキャストPC床版であり、標準床版厚220mmである。幅員3分割施工における床版の縦・横目地の接合方法は、超高強度繊維補強コンクリート（以

下、UFC）を使用したスリムファスナー²⁾工法（以下、SF）であり、横目地間隔は2.4m、縦目地はG7-G8間、G8-G9間に設け、道路幅員を確保しながら、G6側の床版より順次取り替える予定である。橋梁概要を図-1に示す。

3. 解析モデル 鋼桁はシェル要素、床版はソリッド要素、対傾構はり要素、横構はトラス要素でモデル化し、弾性体とした。また、本橋は非合成桁橋であるが、弾性域内での荷重であるため、鋼桁と床版間にずれは生じないとして剛結合とした。縦・横目地のSF部は、実際にはせん断キーを有するが本解析では無視し、矩形断面でモデル化した。材料諸元を表-1に示す。境界条件は、鋼桁の各支承部にて鉛直支持とし、P1部で水平方向固定とした。

4. 荷重モデルと荷重ケース 荷重モデルは、現状の床版M式の算出根拠となるT-20¹⁾荷重とし、図-2に示すように、衝撃係数を加味して決定した。荷重面積は、舗装厚による荷重分散を加味して床版に作用する面積とした。荷重モデルは、図-3,4に示すように、CASEA：床版M式を確認するケースとCASEB：主桁間の相対たわみ差を生じさせるケース（CASEB-1:G8桁着目、CASEB-2:G9桁着目）とした。この荷重モデルをたわみの効果がやすいと想定される各径間における鋼桁の死・活荷重の最大曲げモーメント位置（図-1の荷重位置1,2,3）に荷重した。

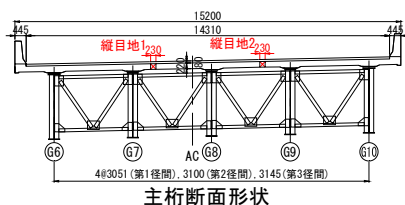


表-1 解析材料諸元

種類	ヤング係数(N/mm ²)	ポアソン比
鋼桁	2.0×10^5	0.3
床版コンクリート	3.3×10^4	0.2
SF部 (UFC)	4.6×10^4	0.2

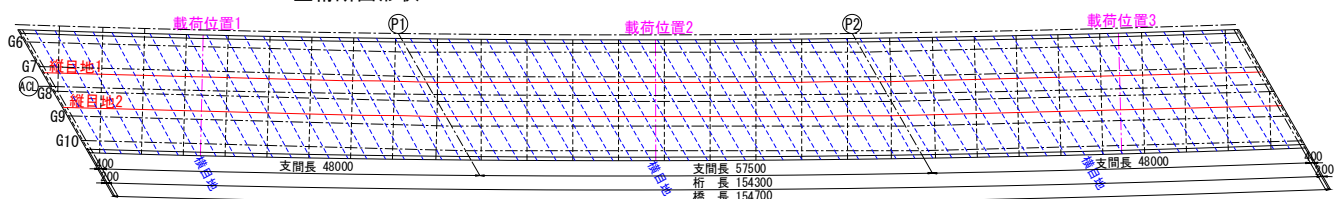


図-1 橋梁概要

キーワード 床版設計, 曲げモーメント, たわみ, FEM 解析

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 生産技術本部橋梁技術部 TEL03-5769-1306

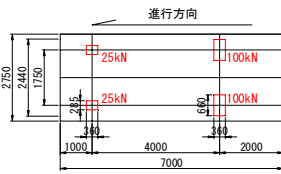


図-2 荷重モデル

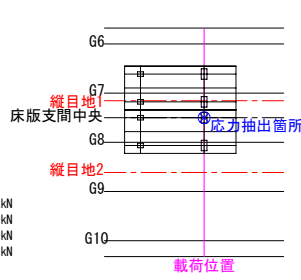


図-3 CASE A

5. 解析結果 FEM 解析値は、平面保持を仮定して、対象断面における橋軸直角方向応力度を橋軸方向に抽出し、上下縁の応力のピーク値に断面係数を乗じ曲げモーメントを算出して、床版 M 式と比較する。

例として CASE A の載荷位置 2 の床版支間中央の橋軸直角方向応力の橋軸方向分布を図-5 に示す。床版コンクリート部は綺麗な凸型形状となるが、横目地部は UFC であるため、剛性比相当分大きくなっている。曲げモーメントはこの応力を元に逆算されるため、剛性比相当分を大きくなり、横目地検討時にはこれを考慮する必要がある。また、CASE A の載荷位置 2 の桁たわみ分布を図-6 に示す。たわみ差は G7-8 間で 2.27mm であった。

FEM 解析値と床版 M 式を比較した結果を表-2 に示す。床版 M 式は床版支間中央の最大値を算出する式であるため、床版支間中央位置でない縦目地位置は、二次曲線を仮定して算出した。CASE A では、床版 M 式に対して約 70% であった。CASE B-1,2 では、床版 M 式に対して床版支間中央では同じく約 70%、縦目地位置 (UFC) では 35~70% となり、同じく余裕のある結果となった。なお、この結果の中には、各桁のたわみの差による不当沈下が含まれたものである。参考までに床版設計への影響を確認するため、床版幅 1m のフレーム解析モデルに不当沈下を入力した場合の各箇所の発生曲げモーメントを表-2 に示した。解析モデルが相違するため、単純比較はできないが、フレーム解析値は FEM 解析値に対して 25~90% であった。FEM 解析では桁の不当沈下により、フレーム解析のような大きな曲げモーメントが発生しているとは考えづらく、橋梁全体系をモデル化し、床版の応力が分散を考慮することで、不当沈下の影響は小さくなっているものと考えられる。

6. おわりに 幅員方向分割施工を考慮した橋軸直角方向の床版設計曲げモーメントを検討した。その結果、UFC を使用した横目地部は剛性比を考慮し、縦

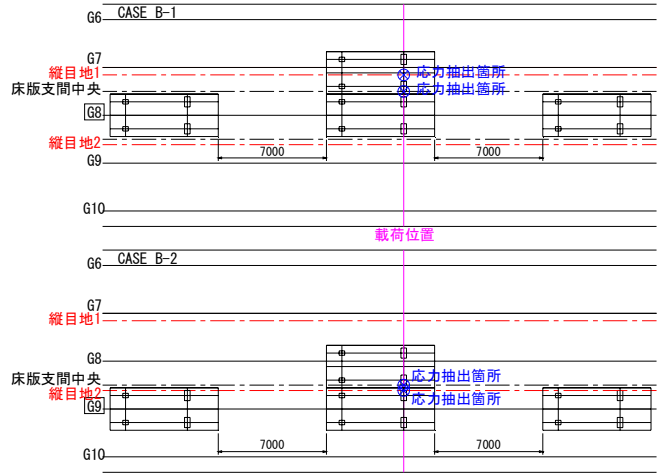


図-4 CASE B-1, B-2

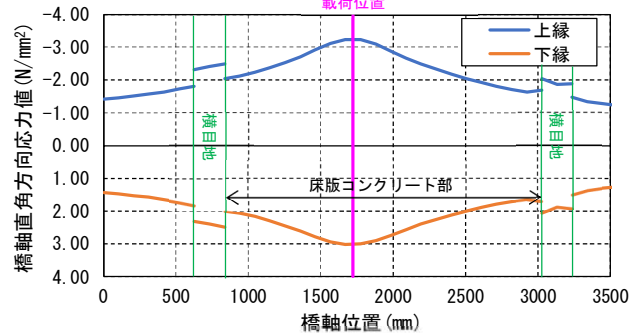


図-5 CASE A (P1-P2) 応力分布

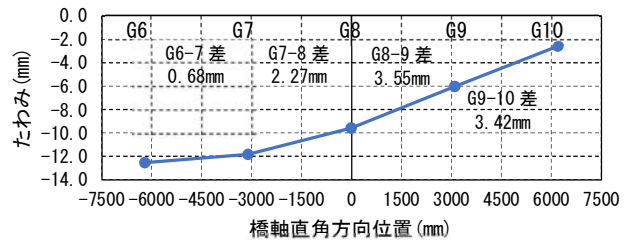


図-6 CASE A (P1-P2) 桁たわみ分布
表-2 比較結果

項目	FEM解析値(a)	床版M式(b)	比率(a/b)	フレーム解析値(c)	比率(c/a)		
						kNm	kNm
CASE A	A1-P1	G7-8支間中央	25.2	36.5	69	6.3	25
	P1-P2	G7-8支間中央	26.0	37.1	70	7.2	28
	P2-A2	G7-8支間中央	25.8	37.7	68	6.6	25
CASE B-1	A1-P1	G7-8支間中央	25.9	36.5	71	7.6	29
		縦目地1	10.7	23.1	47	6.5	60
	P1-P2	G7-8支間中央	26.0	37.1	70	8.7	33
		縦目地1	9.8	20.7	48	8.0	81
CASE B-2	P2-A2	G7-8支間中央	24.9	37.7	66	8.5	34
		縦目地1	9.0	17.8	50	8.1	90
	A1-P1	G8-9支間中央	25.5	36.5	70	7.3	29
		縦目地2	24.2	34.4	70	7.4	30
CASE B-2	P1-P2	G8-9支間中央	25.6	37.1	69	7.5	29
		縦目地2	24.6	36.2	68	7.6	31
	P2-A2	G8-9支間中央	25.1	37.7	67	7.9	31
		縦目地2	22.6	37.3	61	8.4	37

目地部および床版コンクリート部においては、現在使用されている床版 M 式で評価すれば、不当沈下を含んだとしても、本検討の範囲内では問題ないことがわかった。

参考文献

1)道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編, (公社)日本道路協会, 2012.3, 2)富永高行ら, UFC を用いたプレキャスト床版接合構造の疲労耐久性, 第 30 回プレ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.655-658, 2021.10