ＰＣ床版を有する２箱桁と３箱桁の接続構造について

日本道路公団中部支社豊田工事事務所　正会員 酒井　秀昭
上郷高架橋工事共同企業体（横河・住重・片山 JV）　正会員 ○遠藤　誠治　正会員 白水　晃生

１．はじめに

第二東名・名神高速道路では合理化された様々な橋梁が建設されている．本橋はその種類の１つでＰＣプレキャスト床版を有する連続合成箱桁橋である．架橋地点は豊田ＪＣＴに近く，Ｐ６支点部からＰ７支点にかけて幅員が大きくなるため拡幅されている（有効幅員 14.64m～18.64m）．このため，主桁本数は２本から３本に変化する構造となる．（外側の主桁中心間隔　9800～13800mm に変化）そこで，支点部にねじり剛性の大きい横梁を設け，回転変形を抑制する構造としている．しかしながら，Ｇ２桁（中桁）の回転変形差により，床版の応力状態は変形が複雑であるため不明確である．床版に作用する応力度とスタッドに作用する引張力を確認するため，立体ＦＥＭ解析により床版及びスタッドに作用する応力レベルを把握し，横梁の構造検討を行った．

２．解析モデル

着目支点のＰ６横梁の前後，Ｐ５からＰ７までの２径間をモデル化した．これを図１に示す．床版及びハンチはソリッド要素，フランジ，ウェブ，縦リブ，ダイヤフラムはシェル要素としてモデル化した．着目部のスタッドは圧縮時にコンクリートの剛性を，せん断及び引張力作用時はスタッドのみの剛性となるような非線形バネ要素とした．壁高欄，遮音壁は荷重のみを考慮した．支点部は支承のバネを考慮してモデル化した．その他補剛材，添接等は解析に対する影響が小さいと考え無視するものとした．スタッドのバネ剛性は員弁川橋の実験[1)]を参考に決定することとした．計画設計の断面を Case1 とし，その結果を踏まえ，横梁の断面を大きくした場合を Case2 として照査を行った．（表１）

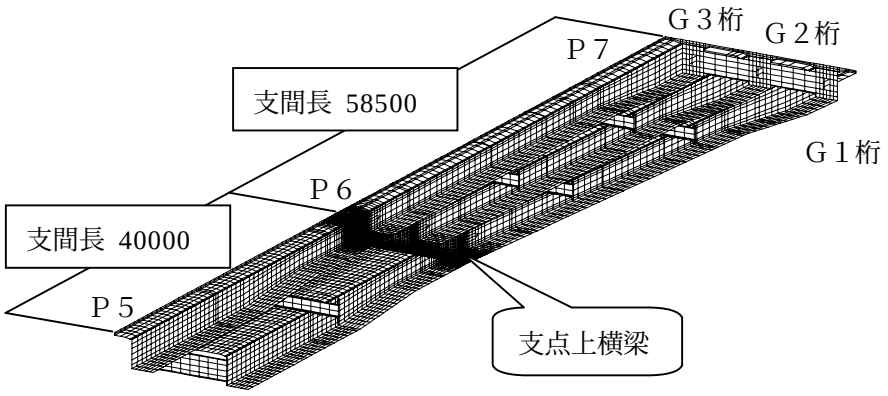

図１　ＦＥＭ解析モデル図（Case2）

表１　横梁の断面諸元　　単位；mm

	Case1	Case2
フランジ	1400x26	2000x22
ウェブ	2200x14	2106x36
縦リブ	260x26	300x32

３．荷重条件

本解析では，横梁の回転による床版の応力状態の把握が目的であるため，横梁近傍の床版に引張応力が作用するように考慮した活荷重と舗装や，壁高欄などの後死荷重を載荷した．載荷荷重は横梁の回転変位差が最大となるような載荷状態を格子解析により選定し，解析に反映した．Ｐ５，Ｐ７のＦＥＭ解析モデルの境界には，連続桁全体モデルの挙動を再現するため，格子解析により得られた断面力を与えるものとした．

４．解析結果

①床版の引張応力度

橋軸方向の引張応力が最大のケースのコンターを図２に示す．結果はＦＥＭ解析のアウトプットに，ＦＥＭでの活荷重載荷と格子解析での影響線載荷の荷重比を補正する係数として 1.2 を乗じて算出した．（表２）橋軸直角方向の床版に発生する応力度は，部材厚を考慮したコンクリートの設計引張強度（2.77N/mm^2）以下となった．一方，橋軸方向は設計引張強度を超過している

表２　床版の最大引張応力度
単位；N/mm^2

	Case1	Case2
橋軸方向	4.22	3.76
橋軸直角方向	2.09	1.51

キーワード：２箱桁と３箱桁の接合，床版の引張応力，スタッドのせん断と引張力
連絡先：〒799-1393　愛媛県東予市今在家 1501　TEL　0898-64-6911　FAX　0898-64-6972

が，床版に引張応力の生じる中間支点部はPC鋼材で緊張するため問題ない．

床版の引張応力度より，Ｐ６支点上の２主桁から３主桁への変化部は Case1 の構造では設計計算から求められる許容値より多少超えてしまう結果となったため，Case2 では，横梁の幅を大きくしねじり剛性を大きくすることとした．その結果，応力的にも格子解析から得られる結果より小さい値となり，ＰＣ鋼材の本数を減じることができた．横梁のねじり剛性を大きくしたため，床版の変形量が抑えられ引張応力が低減されたと考えられる．

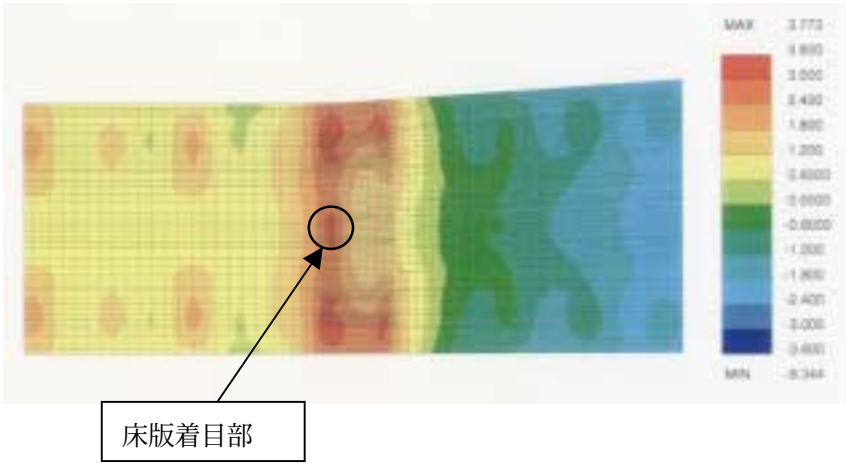

図２　橋軸方向床版応力度コンター図（床版上面）
（床版着目部引張最大ケース）

②スタッドの引張力

着目スタッド（Ｇ２桁の横梁上）の引張力（最大ケース）を表３に示す．着目部分で最大 27.0kN の引張力が作用している結果となった．そのときのせん断力は 27.7kN 程度発生している．せん断力と引張力が同時に作用した場合，耐力の低減を考慮する必要性がユーロコードや DIN では規定されている．しかしながら，今回の解析で発生する引張力およびせん断力は十分小さい値となっており，文献２によれば，引張とせん断の相互作用を考慮しても問題ないレベルと考える．

表３　着目スタッド引張力（最大ケース）
単位；kN

	解析結果	
	引張力	せん断力
Ｇ１側	26.5	27.7
Ｇ３側	27.0	27.7

③支点反力の比較

橋脚毎の合計反力はＦＥＭ解析，格子解析ともほぼ一致している．しかしながら，格子解析ではＰ６支点上のＧ２桁（中桁）の支点反力が FEM 解析の結果に比べ小さい値となっている．これは，床版の剛性評価が格子解析に比べ FEM 解析ではより正確に反映しているためと考えられる．

表４　支点反力比較（床版引張最大ケース）　単位；ｋＮ

	ＦＥＭ			格子解析			ＦＥＭ／格子解析		
	Ｐ５	Ｐ６	Ｐ７	Ｐ５	Ｐ６	Ｐ７	Ｐ５	Ｐ６	Ｐ７
Ｇ１	3670	1787	3237	3657	2673	3795	1.00	0.67	0.85
Ｇ２		1348	2826		29	1713		46.93	1.65
Ｇ３	3585	1945	3602	3578	2513	4116	1.00	0.77	0.88
計	7254	5081	9666	7235	5215	9625	1.00	0.97	1.00

５．まとめ

床版の引張応力度と，スタッドの引張力を考慮してせん断力を設計の許容値以内に抑えるため，床版へのプレストレストの導入と横梁の剛性を上げて対処を図った．また，分岐部の支点反力は床版の剛性を考慮して算出する必要があることがわかった．

［参考文献］

１）小野辺良一,他：プレキャストＰＣ床版用スタッドの静的強度特性に関する実験的検討－員弁川橋－
（土木学会第 54 回年次学術講演会概要集，1999 年 9 月　Ⅰ-A156）

２）H. Bode und W. Hanenkamp; Zur Tragfähigkeit von Kopfbolzendübel bei Zugbeanspruchung, Bauingenieur 60 (1985), pp.361-367