

合成箱桁を主桁にもつ低床組構造の下路橋

○ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社 正会員 湯間 謙次
阪神電気鉄道株式会社 山本 健彦
西日本旅客鉄道株式会社 沖村 哲也

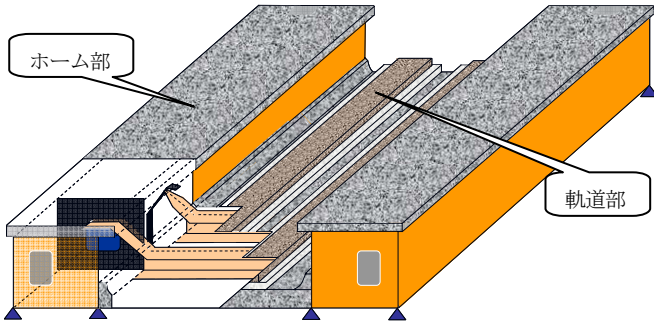
1. はじめに

西大阪延伸線事業は西九条～近鉄難波間の鉄道事業許可を得て、現在開業に向けて工事を進めているところである。西大阪延伸線事業に伴い大阪環状線（JR西九条駅部）をこ線する桁の設計においては、種々の検討を実施した。本報告ではそれらの内、①1 支承線に 4 個の沓を設置するために発生する負半力対策、②軌道部コンクリート床版のひび割れ照査方法について述べる。

2. こ線橋の概要

本橋の設計において特に配慮した点は、床組構造を極力薄くし（RB～桁最下端を約 0.9m 以下とする）、且つ橋梁上にホームを併設することである。これらの条件を満足する構造形式を選定するため、既設計例より構造形式別のレールベース（以下 RB）～桁最下端と支間の関係、主桁高と支間の関係を調査した。その結果、床組を SRC 床版構造を有する下路合成箱桁橋とすることにより、上記諸条件を満足することがわかった。

本こ線橋の要は、支間約 46m、主桁高約 2m、主桁幅 2.5m、主桁中心間隔 9.8m の下路鋼合成箱桁である。また、桁は約 68° の右斜角桁となっている。本こ線橋の特徴として、床組の高さを低く抑えるために SRC 床版とするとともに、主桁上にホームを併設した構造となっていることが挙げられる。



図－1 こ線橋概略図

3. 負反力対策

支承の検討をするに当たり、まず 1 支承線当りの沓の数を検討することとした。ここでは、(1) 1 主桁当り沓 1 個（1 支承線当り沓 2 個）、(2) 1 主桁当り沓 2 個（1 支承線当り沓 4 個）の 2 ケースについて検討した。その結果、(1) は 1 支承当りの反力が大きくなることから支承寸法が過大となるため沓座に沓が収まらず、さらに左右レール間のたわみ差が許容値（3mm）を大きく上回る結果となった。このため、本こ線橋は、(2) の 1 支承線当り 4 個の支承を配置することとした。

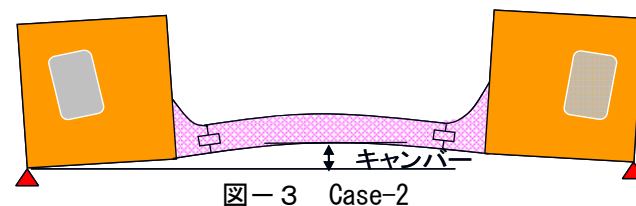
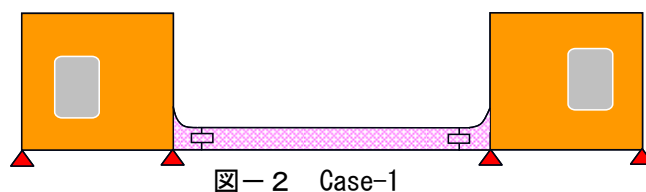
表－1 に桁架設段階毎の反力を示す。表より、桁架設開始時より 4 支承で全死荷重（荷重載荷ケース①～④）を受ける構造（以下 Case-1 図－2 参照）では桁の鋭角部である外側支承 G1L で負反力が発生していることがわかる。これは特に軌道部に作用する死荷重（表－1 中 D2）、列車荷重（表－1 中 L）により主桁が内側に回転

表－1 架設方法別支承反力一覧

		D1 D2 D3 D1 : ホーム床版死荷重 D2 : 軌道床版死荷重 D3 : 軌道死荷重 L : 列車荷重			
		G1L	G1R	G2L	G2R
Case-1	4 沓	① D1	123	1362	640
		② D1+D2	-241	2572	1581
		③ D1+D2+D3	-295	4024	2500
		④ D1+D2+D3+L	-677	5588	2444
Case-2	2 沓	⑤ D1	1295	0	0
		⑥ D1+D2	2066	0	0
	4 沓	⑦ D1+D2+D3	2012	1452	869
		⑧ D1+D2+D3+L	1630	3120	863

キーワード：鉄道橋，SRC 床版，負半力，ひび割れ，引張軟化曲線
連絡先：〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 9F ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社

する影響が大きいことによると考えられる。この負半力を解消する対策として、あらかじめ外側の支承 G1L, G2R への負担荷重を増加させることが考えられる。そこで、荷重載荷ケース⑤、⑥は外側 2 支承 G1L, G2R のみで負担させる方法（以下 Case-2 図-3 参照）について検討することとした。その結果、Case-2 では斜角の影響により反力のばらつきが多少見られるが、いずれの荷重載荷ケースにおいても負反力は発生していないことがわかる。



4. 軌道部コンクリート床版のひび割れ幅の照査^{*1)}

一般的なひび割れ幅の照査方法として鉄筋の応力度、かぶり、鉄筋径等を変数とする曲げひび割れ幅算定式により計算され^{*1)}、これは橋軸、または橋軸直角方向の 1 方向ひずみに対するひび割れ幅を計算することとなる。本こ線橋は、軌道部コンクリート床版が主桁下フランジと接合されることによって発生する橋軸方向の引張力、横桁の面外方向に対して発生する曲げ双方に対して十分な配慮が必要であると考えられる。したがって、床版をシェル要素とする FEM 解析によりひび割れ幅を照査することとした。本検討では、解析モデルとして軌道部コンクリート床版が横桁で支持される連続梁と考え、メッシュサイズはコンクリート床版主要着目部において定常ひび割れ間隔を考慮し概ね 200mm×200mm とし、鋼部材および着目部以外のコンクリート床版については 800mm×800mm を超えない範囲で適宜設定した。本解析に用いた材料構成則は、コンクリートの材料非線形性を考慮した。（図-3 参照）^{*2)}。

FEM 解析による鉄筋の最大主ひずみを表-2 に示す。支点部の主ひずみは軌道中心線方向へ、支間中央部の主ひずみは橋軸、橋軸直角方向が多い。また、支間中央部の主ひずみ方向として、鈍角部へ向かっている傾向もみられた。これは、斜角の影響によるものと思われる。これらの主ひずみを用いて算出したものが、表-3 に示す最大発生ひび割れ幅である。結果として、FEM 解析より算出した発生ひび割れ幅はいずれのひび割れ幅制限値も下回っていることがわかる。なお、いずれの解析ケース、評価対称においても、最大ひび割れ幅は径間中央で発生している。

表-2 鉄筋の最大主ひずみ

解析ケース	評価対象		最大主ひずみ (μ)
【完成状態】 死荷重 + 乾燥収縮	床版上面	支 点	673.9
		支間中央	472.9
	床版下面	支 点	654.7
		支間中央	655.0
【使用限界状態】 死荷重 + 乾燥収縮 + 活荷重	床版上面	支 点	762.7
		支間中央	609.7
	床版下面	支 点	655.7
		支間中央	770.0

表-3 最大発生ひび割れ幅

解析ケース	評価対象		※ひび割れ 幅制限値 (mm)	FEM 解析
				発生 ひび割れ幅 (mm)
【完成状態】 死荷重 ＋ 乾燥収縮	床版上面	耐久性	0.218	0.133
		外 観	0.300	
	床版下面	耐久性	0.328	0.229
		外 観	0.300	
【使用限界状態】 死荷重 ＋ 乾燥収縮 ＋ 活荷重	床版上面	耐久性	0.218	0.167
		外 観	0.300	
	床版下面	耐久性	0.328	0.270
		外 観	0.300	

※『鉄道構造物設計標準・同解説』による

5. まとめ

- ①桁架設方法を工夫することで、負反力の解消および支承のコンパクト化を図った。
- ②FEM 解析により、鉄筋の主ひずみによるコンクリート床版のひび割れ幅の評価を行った。

参考文献

- 1) 角田與史雄:鉄筋コンクリートの最大ひび割れ幅, コンクリートジャーナル, Vol.8, No.9, p.1~10, 1979.9
- 2) Yuichi Uchida and Mitsuo Ozawa: Tension Stiffening effect in RC Beams with steel fiber, Seminar on post-peak behavior on RC structures subjected to seismic loads, JCI Vol.2, pp. 181-193, 1999