

コンクリート収縮を考慮した合理的な高架橋設計の為の一考察

ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社 正会員 ○小関 聡一郎
 ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社 フェロー 栗原 啓之
 ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社 正会員 篠田 健次

1. はじめに

性能照査設計法におけるRC高架橋の設計においては、使用性として外観ひび割れ幅の制限値があり、鉄道標準¹⁾では(1)式にて与えられる。

$$w_d = 1.1k_1k_2k_3k_4\{4c + 0.7(c_s - \phi)\} \left[\frac{\sigma_{se}}{E_s} \left(\text{または} \frac{\sigma_{pe}}{E_p} \right) + \epsilon'_{csd} \right] \dots (1) \text{式}$$

(1)式における σ_{se}/E_s が鉄筋ひずみの増加量、 ϵ'_{csd} がコンクリート収縮及びクリープの影響によるひび割れ幅の増加を見込んだ値(高架橋の場合は 300×10^{-6})となっている。鉄筋ひずみを算出する際には表-1に示す設計作用の組合せを採用するが、温度変化(T)及び乾燥収縮(SH)の影響が考慮された値となっており、コンクリートの収縮等が考慮されたひずみである。

表-1 設計作用の組合せ

検討方向	性能	性能項目	設計作用の組合せ									
			D1	D2	L	I	B	LR	T	SH	EQ	S
線路方向 ラーメン	安全性	破壊	1.1	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	—	1.0
			1.1	1.2	1.0	—	1.1	1.0	1.0	1.0	—	1.0
			1.1	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	—	1.0
		走行	1.0	1.0	1.0	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0
	疲労破壊	1.0	1.0	1.0	0.75	—	—	—	1.0 ^{*2}	—	—	
	使用性	外観	1.0	1.0	—	—	0.8	0.6	1.0	—	1.0	
			1.0	1.0	1.0	0.75	—	0.8	0.6	1.0	—	1.0
	復旧性	損傷	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	—	1.0
			1.0	1.0	1.0	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0

これより、(1)式の σ_{se}/E_s と ϵ'_{csd} の項において、コンクリートの収縮がダブルカウントとなっていることが懸念される。表-2に外観ひび割れが決定ケースとなっている既設高架橋上層梁の設計総括表を添付するが、ひび割れ幅が0.292mm、照査値が0.97となっている。これは(1)式より算出した値となるが、仮に ϵ'_{csd} の値を0として未考慮とした場合、ひび割れ幅が0.197mm、照査値が0.66となり、外観ひび割れが決定ケースではなくなり、鉄筋減となる可能性がある。また、高架橋におけるひび割れ照査は図-1に示す箇所にて実施することとなっているが、隅角部部分はハンチ筋が設置されていることからひび割れが決定ケースとなっていると鉄筋量が増加し、過密配筋となる。

表-2 既設高架橋総括表(抜粋)

断面位置		単位	上層梁 2部材(3.600) 集中荷重(下側)	上層梁 2部材(5.400) まん中央(下側)
断面形状		mm		
鉄筋量	主鉄筋	径・本数	D38 - 8 6	D38 - 8 6
	側方向鉄筋	径・本数	D19 - 2	D19 - 2
	折り曲げ鉄筋	径・本数 ピッチ・角度	—	—
	スターラップ	径・ピッチ	—	—
曲げ	コンクリートの縁引張応力度 / 設計引張強度	N/mm ²	13.02 / 2.54	11.71 / 2.54
	コンクリートの曲げ圧縮応力度 / 0.4·f'cd	N/mm ²	6.23 / 10.80	5.08 / 10.80
	永久荷重 鉄筋引張応力度 安全度 σ_s / σ_{s11}	N/mm ²	—	—
	耐久性ひび割れ幅 安全度 Wd/Wlim	mm	0.251 / 0.285 0.88 < 1.0	0.220 / 0.285 0.77 < 1.0
使用性・耐久性	外観ひび割れ幅 安全度 Wd/0.3	mm	0.292 / 0.300 0.97 < 1.0	0.261 / 0.300 0.87 < 1.0
	補強鋼材を用いないせん断耐力 Vcd Vhd : 0.7Vcd	kN	—	—
せん断	永久荷重 鉄筋引張応力度 安全度 $\sigma_{wpd} / \sigma_{s12}$	N/mm ²	—	—
	折り曲げ鉄筋応力度 安全度 $\sigma_{bpd} / \sigma_{s12}$	N/mm ²	—	—

以上の背景より、外観ひび割れが決定ケースとなっている高架橋の現地調査を実施し、梁・柱にひび割れが出ているかを目視で確認し、現設計の思想が妥当であるかを確認した。

キーワード RC高架橋, ひび割れ

連絡先 〒171-0021 東京都豊島区西池袋1-11-1 ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 03-5396-7247

2. 現地調査結果

弊社で設計した比較的スパンの長い 2 高架橋について、梁・柱のひび割れに着目した現地調査を行った。

① 平泉付近高架橋

RCビームスラブ式ラーメン高架橋で 3 径間の高架橋が連続する構造となっている。本高架橋の梁は外観ひび割れ幅が決定ケースとなっており、照査値としては $0.997 < 1.00$ 、ひび割れ幅は 0.209mm となっている。写真-1～写真-3に現地調査の写真を掲載するが、目視の範囲においては梁・柱にひび割れは確認出来なかった。一部のスラブには写真-3に示すようにひび割れが生じていることが確認出来た。

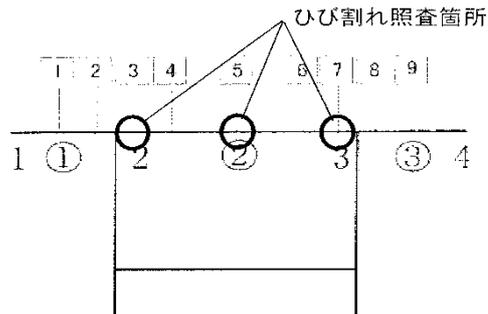


図-1 外観ひび割れ照査箇所



写真-1 高架橋断面 (平泉)



写真-2 高架橋側面 (平泉)



写真-3 高架橋スラブ下面 (平泉)

② 多賀城付近高架橋

RCビームスラブ式ラーメン高架橋で 4 径間の高架橋が連続する構造となっている。本高架橋の梁も衣川橋りょうと同様に外観ひび割れ幅が決定ケースとなっており、照査値としては $0.956 < 1.00$ 、ひび割れ幅は 0.287mm となっている。写真-4、写真-5に現地調査の写真を掲載するが、目視の範囲においては梁・柱にひび割れは確認出来なかった。一部のスラブには写真-4、写真-5に示すようにひび割れが生じていることが確認出来た。



写真-4 高架橋側面 (多賀城)



写真-5 高架橋側面 (多賀城)

4. まとめ

本稿では、設計的な観点からひび割れ照査の妥当性を確認する為、外観ひび割れが決定ケースとなっている高架橋の現地調査を行った。 0.3mm 程度のひび割れが生じる設計となっていたが、結果として、本調査の範囲においては目視で確認できると思われる 0.3mm 程度のひび割れは見受けられず、現設計の ϵ'_{csd} (高架橋の場合は 300×10^6) は過大であると考えられる。 今後は詳細なひび割れ確認を実施し、高架橋設計における ϵ'_{csd} の低減もしくは削除することで、より合理的な高架橋設計を実施できると考える。 また、多賀城付近高架橋のスラブのひび割れに関してはスラブの中央で分割施工されている為、後施工されたスラブ部分において梁の拘束効果が強くなりひび割れが発生したものと考えられる。 分割施工を行う際には梁による拘束効果も適切に評価する必要があると考える。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，2004.4
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 設計計算例 RCラーメン高架橋 (場所打ち杭)，2013.3