

九年橋鉄筋コンクリート床版の劣化過程の推定

(一社) 日本橋梁建設協会 正会員 ○酒井 武志 正会員 川東 龍則
 (一社) 日本橋梁建設協会 正会員 柿沼 努 正会員 春日井俊博

1. はじめに

平成 27 年度に鉄筋コンクリート床版 (以下 RC 床版) の取替工事が実施された九年橋において、既設 RC 床版の撤去前後に詳細な調査を実施した。この調査結果をもとに既設 RC 床版の劣化過程の推定を行った。

2. 九年橋の概要

九年橋の床版に関する概要を表-1 に示す。供用中に設計基準の活荷重は、新設当時 8t、昭和 14 年に 13t、昭和 31 年に 20t、平成 5 年に 25t と変遷しており、九年橋も昭和 40 年以降に 20t 対応として補修補強が行われており、床版に対しては鋼板接着が施されている。

管理者は、新設当時は国、昭和 50 年に岩手県へ移管、さらに平成 9 年に北上市へ移管され、現在の交通量は 1 万台/日を超える。

アスファルト舗装を除いた床版の断面構成(図-1)は、4 主鉄桁では RC 床版とコンクリート舗装の 2 層構造であった。2 主鉄桁では床版コンクリートが上下で分割施工され、上層を施工時に上層がウェットな状態で調整コンクリートと舗装コンクリートが施工されている。

3. 調査の概要

新設当時の基準による復元設計と現行基準(A 活荷重)での照査を行ない、4 主鉄桁と 2 主鉄桁との設計条件の相違による影響を確認した。さらに、新設当時の施工方法とその後の補修補強の影響について考察し、RC 床版の劣化に及ぼす構造的要因を探った。

復元設計の活荷重は車両を 8t、転圧機 11t とし、コンクリート強度は、表-1 に示す設計値を使用した。現行基準(A 活荷重 25t)での照査では、コンクリート強度は試験値を使用し、検討する床版厚として「RC 床版のみ」、「RC 床版+コンクリート舗装」の 2 ケースの中間支間部について検討した。なお、2 主鉄桁では不等沈下の影響による付加曲げモーメントを考慮した。

表-1 九年橋の概要

	4 主鉄桁(8 連) 大正 11 年(1922 年)	2 主鉄桁(9 連) 昭和 8 年(1933 年)
適用基準 (当初,想定)	道路構造令(大正 8 年)	道路構造に関する細則(大正 15 年)
種別	国道	国道(二等橋)
活荷重(当初)	車 両 : 7.875t(2100 貫) 転圧機 : 10.886t(12 米 t)	自動車 : 8t 転圧機 : 11t
◎活荷重(現行基準)	25t(A 活荷重)	25t(A 活荷重)
床版支間長,方向	1874mm,橋軸方向(図-2)	1250mm,橋軸直角方向
◎不等沈下の影響	なし	あり (中縦桁 3 本)
◎アスファルト舗装厚	70mm	70mm
コンクリート舗装厚	50mm (調整コンと別施工)	50mm (調整コンと一体施工)
RC 床版厚	平均 230mm(210~250mm) +ハンチ 110mm	平均 220mm(200~240mm) (床版上下で別施工)ハンチなし
◎鋼板接着板厚	4.5mm	4.5mm
コンクリート強度 σ_{28}	設計値 : 135 kgf/cm ² ◎試験値 : 26 N/mm ²	設計値 : 135 kgf/cm ² ◎試験値 : 42 N/mm ²
コンクリートの許容応力度 $\sigma_{ca}(= \sigma_{28}/3)$	設計値 : 45 kgf/cm ² ◎試験値 : 8.7 N/mm ²	設計値 : 45 kgf/cm ² ◎試験値 : 14 N/mm ²
鉄筋の許容応力度	1200kgf/cm ² (◎120N/mm ²)	1200kgf/cm ² (◎120N/mm ²)
主鉄筋	上側 : なし 下側 : $\phi 10 \times 2$ 本@126mm	上側 : $\phi 12@209$ mm 下側 : $\phi 12@101$ mm
配力鉄筋	上側 : なし 下側 : $\phi 8@138$ mm	上側 : $\phi 10@313$ mm 下側 : $\phi 10@314$ mm
かぶり	30mm(鉄筋中心 40mm)	10mm(鉄筋中心 15mm)

◎は現行基準(A 活荷重)での照査時に使用

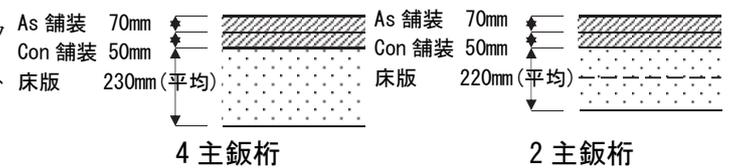


図-1 床版の断面構成



図-2 4 主鉄桁の RC 床版

キーワード 鉄筋コンクリート床版, 鋼 I 桁橋, 劣化過程, 復元設計, 不等沈下, 鋼板接着補強
 連絡先 〒105-0003 東京都港区西新橋 1 丁目 6 番 11 号(一社)日本橋梁建設協会 TEL03-3507-5225

4. 構造の影響検討

新設当時の設計方法に従い復元設計を行った結果(表-2), 4主鉄筋, 2主鉄筋ともすべての照査を満足した。

現行基準(A活荷重)の照査(表-3, 4)における主鉄筋の応力度は, 2主鉄筋は不等沈下の影響で許容応力度 175N/mm²に対して作用応力度が 244N/mm²(1.4倍程度)と非常に大きく, 4主鉄筋に比べて, 輪荷重の繰り返し载荷の影響による劣化が早く進展したものと考えられる。

2橋ともコンクリート舗装を含む断面増による応力低減(表-3)と, 昭和39年以降に施工されたオーバーレイによるアスファルト舗装がある程度防水層の役割を果たしコンクリート舗装を保護していたことも良い結果につながったと考えられる。

5. 新設当時の施工と補修・補強の影響

新設当時のコンクリートの施工は, 現場で練り混ぜし, 突き棒などを用いた人力での施工と考えられるが, 断面観察の結果, 一部で充填不良が認められた(図-3)。ジャンカや打継処理など初期の施工不良を起点として床版の劣化が発生した可能性が高いと考えられる。また, 新設時に適切な排水が計画されていないことに起因する路肩部の凍害劣化や, コンクリート舗装の目地を起点とする劣化(4主鉄筋のみ)が確認された。

補修・補強履歴から, 2主鉄筋では昭和46年から鋼板接着や部分的な打替えなどの補修補強が行われており, 構造の影響から4主鉄筋に比べて補修が必要な損傷が早く発生したものと考えられる。さらに, それらの補修後に既設部と補修部との境界からの再劣化が確認されている。4主鉄筋は一部補修されているが, 構造の影響は小さく, 2主鉄筋に比べて損傷は限定的であり, 昭和58年から昭和60年にかけて予防保全と活荷重増加に対応した鋼板接着による補強が全長に渡って行われていることがその後の劣化進展を防止したものと考えられる。

現行基準(A活荷重)での照査(表-3, 4)の結果, 鋼板接着の効果は非常に大きく, 2主鉄筋において不等沈下の影響を考慮しても鉄筋応力度は十分小さい値となることわかった。

6. まとめ

九年橋のRC床版は, 2主鉄筋では不等沈下の影響が大きく, 広範囲で劣化が認められた。4主鉄筋では大正11年から平成25年までの91年間使用されてきたが, 損傷は部分的であった。調査の結果, 床版の支持条件, 調整コンクリートや舗装コンクリートが寄与する版の増厚効果, 十分な強度のコンクリートの使用, 活荷重の増加に対応した鋼板接着の補強が行われたことなどから, RC床版であっても適切な設計および維持管理がなされれば, 長期の供用も可能であることがわかった。

本研究にあたり研究趣旨をご理解いただき, 貴重な情報と試験体をご提供いただきました北上市に深く感謝申し上げます。

表-2 復元設計の結果

		4主鉄筋	2主鉄筋
床版厚(最薄部)(mm)		210	200
コンクリート舗装厚(mm)		50	50
1)有効高(mm)	実有効高	180	185
	必要有効高	138	119
2)鉄筋量(cm ²)	実鉄筋量	12.5	11.2
	必要鉄筋量	9.3	8.0
3)コンクリート曲げ応力度(kgf/cm ²)	作用応力度	26	22
	許容応力度	45	45
4)鉄筋応力度(kgf/cm ²)	作用応力度	687	600
	許容応力度	1200	1200
5)コンクリートせん断応力度(kgf/cm ²)	作用応力度	1.9	2.2
	許容応力度	4	4
6)鉄筋・コンクリートの付着応力度(kgf/cm ²)	作用応力度	3.8	5.9
	許容応力度	6	6

表-3 4主鉄筋の現行基準(A活荷重)による照査結果

応力度(N/mm ²)	床版厚(mm)	鋼板接着前		鋼板接着後
		210	260	210
作用応力度	主鉄筋(端支間)	182	139	33
	配力鉄筋(支間部)	314	223	20
	鋼板	—	—	37
許容応力度		120	120	120(鋼板 140)

表-4 2主鉄筋の現行基準(A活荷重)による照査結果

応力度(N/mm ²)	床版厚(mm)	鋼板接着前		鋼板接着後	
		200	250	200	
主鉄筋(中間支間)	不等沈下なし	鉄筋 作用応力度	80	63	19
		鉄筋 許容応力度	120	120	120
	鋼板	作用応力度	—	—	17
		許容応力度	—	—	140
不等沈下考慮	鉄筋	作用応力度	244	194	38
		許容応力度	175	175	175
	鋼板	作用応力度	—	—	42
		許容応力度	—	—	140
配力鉄筋(支間部)	鉄筋	作用応力度	230	155	2
		許容応力度	120	120	120
	鋼板	作用応力度	—	—	12
		許容応力度	—	—	140

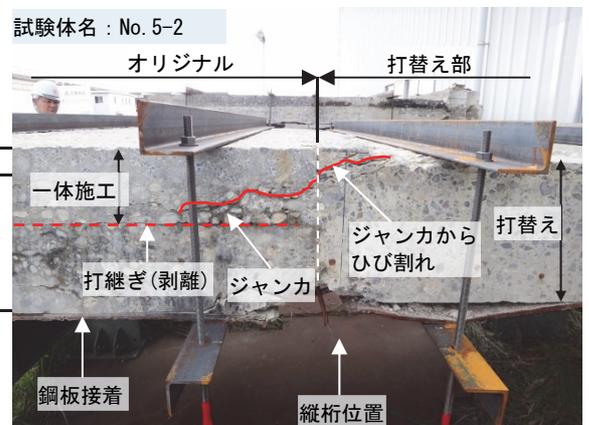


図-3 2主鉄筋のRC床版