

構造ひび割れを受けた RC 床版の補修および補強対策の検討

(株)エイト日本技術開発 正会員 ○篠原 聖治
 (株)エイト日本技術開発 正会員 小野 和行
 (株)エイト日本技術開発 飯盛 保孝

1. はじめに

国道に架橋され供用後 33 年経過する 3 径間連続 鈹桁橋 (図-1) において, RC 床版に 2mm 程度の段差のある橋軸方向ひび割れが認められた (写-1)。本稿は, この RC 床版のひび割れについて品質試験と構造検証により損傷要因を分析し, 補修・補強対策を策定した事例を紹介するものである。

2. RC 床版の品質試験

損傷が顕著に発生している第 2 径間で RC 床版のコンクリートコアを採取し, 塩分含有量試験と圧縮強度試験を実施した。塩分含有量試験では, 既設鉄筋位置において腐食限界として規定される 1.2kg/m^3 を大きく上回る 11.0kg/m^3 程度の塩分含有量が確認された (図-2)。これは, 防水層が設置されていないため, 路面の凍結防止剤を含んだ水分が床版ひび割れに侵入したことが要因と推定される。また, 圧縮強度試験では, 竣工当時の床版強度として規定される 21N/mm^2 を上回る 38N/mm^2 程度以上の強度が確認された。このため, 塩分影響によりコンクリート強度の低下までには至っていないことが確認された。

3. RC 床版の構造検証

本橋については斜角が 60° と小さく, 図-3 に示すように主桁たわみ差・不等沈下による床版付加曲げモーメントが発生している可能性が考えられた。そこで, 上部構造の FEM 解析を実施, その結果主桁たわみ差・不等沈下を確認した (図-4)。なお, これにともなう付加曲げモーメントの影響は主桁たわみ差が無い直橋の場合と比して 1.17 倍程度あり床版応力も超過することが判明した (表-1)。

本橋は S47 道示適用であり, 竣工時は床版設計に付加曲げモーメントの影響が規定されていない時期であった。このため, 大型車交通量の増加に合わせて主桁たわみ差・不等沈下が拡大し, 応力超過と構造ひび割れに至ったものと推定される。

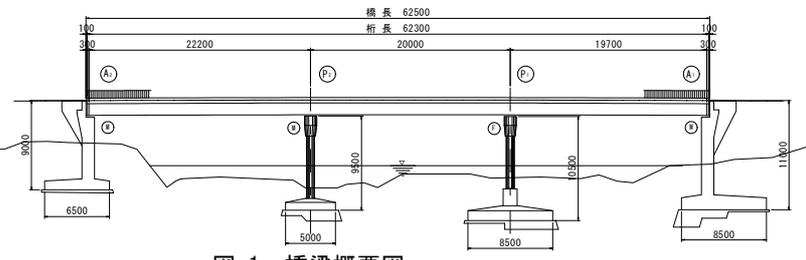


図-1 橋梁概要図

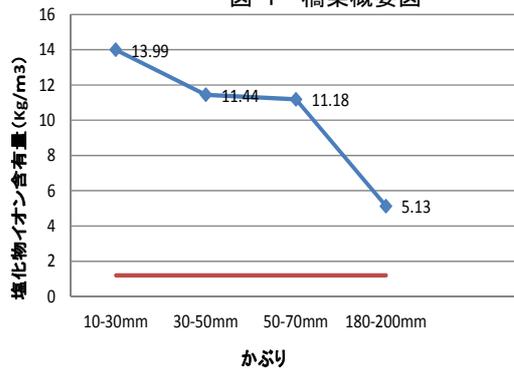


図-2 塩分含有量試験結果



写-1 RC 床版のひび割れ

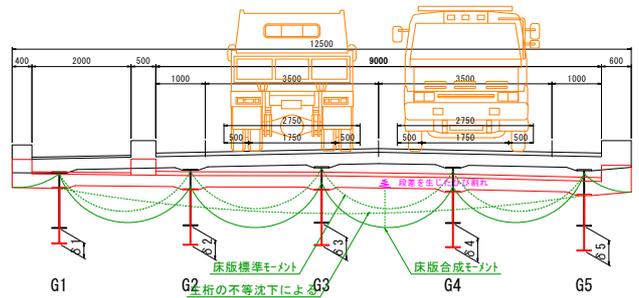


図-3 活荷重載荷状況

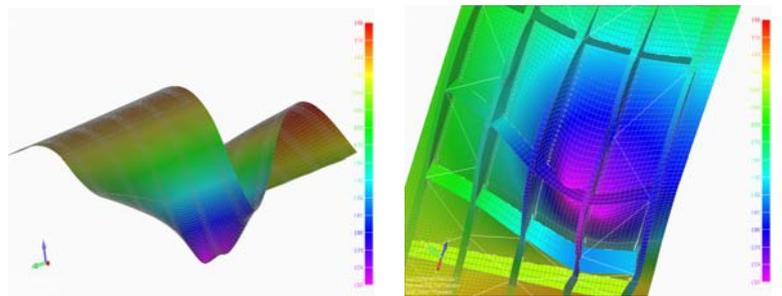


図-4 上部構造の FEM 解析結果

表-1 床版付加曲げモーメントと床版応力状況

床版調査結果一覧表 (主桁たわみ差・不等沈下による付加曲げモーメントを考慮しない場合)		主鉄筋方向				配筋筋方向					
部位	項目	規格	前死荷重	後活荷重	合計	許容応力度	判定	後活荷重	許容応力度	判定	
支間部	コンクリート	$\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$	0.9	4.7	5.6	7.0	OK	(0.800)	4.3	7.0	OK (0.614)
	鉄筋	SD295	21.5	115.9	137.4	140.0	OK	(0.981)	88.4	140.0	OK (0.631)
支点部	コンクリート	$\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$	0.6	3.2	3.8	7.0	OK	(0.543)			
	鉄筋	SD295	15.8	84.8	100.6	140.0	OK	(0.719)			

床版調査結果一覧表 (主桁たわみ差・不等沈下による付加曲げモーメントを考慮する場合)		主鉄筋方向				配筋筋方向					
部位	項目	規格	前死荷重	後活荷重	合計	許容応力度	判定	後活荷重	許容応力度	判定	
支間部	コンクリート	$\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$	1.0	5.9	6.9	7.0	OK	(0.943)	5.2	7.0	OK (0.743)
	鉄筋	SD295	25.8	139.1	164.9	140.0	NG	(1.158)	106.1	140.0	OK (0.738)
支点部	コンクリート	$\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$	0.7	3.8	4.5	7.0	OK	(0.643)			
	鉄筋	SD295	18.9	101.8	120.7	140.0	OK	(0.862)			

キーワード RC 床版の橋軸方向ひび割れ, 塩分含有量, 床版付加曲げモーメント, 塩分対策, 床版補強対策
 連絡先 〒532-0034 大阪市淀川区野中北 1-12-39 (株)エイト日本技術開発 TEL (06) 6397-3888

4. RC床版の補修・補強対策

以上より本橋の床版ひび割れは、①G3～G4間の床版構造ひび割れ発生、②路面の凍結防止剤を含んだ水分が床版構造ひび割れに侵入、③床版劣化とひび割れの助長といった損傷過程をたどったものと推定できる。なお、床版ひび割れは既に段差も認められることから注入工、断面修復工等でひび割れを充填しても再劣化の可能性が高い。また、 11.0kg/m^3 程度と非常に高い塩分濃度を有していることから、事前の床版補修対策が必要となる。そこで対策として電気防食工法、脱塩工法、部分打替工法により比較検討を行い、経済性・施工性の観点から部分打替工を最良案に選定した。

また、本橋の床版については主桁たわみ差・不等沈下による付加曲げモーメントの影響を考慮した補強対策が必要となる。対策後の荷重増加が少なく既設下部工・落橋防止装置等への影響、交通規制影響が小さい鋼板接着工法、炭素繊維シート工法により比較検討を行い、経済性・施工性の観点から炭素繊維シート工法を最良案に選定した。なお、炭素繊維シート工法については予め樹脂を含浸・硬化させた高強度のストランドシートを格子張とすることで、施工性と既設床版下面の可視化による維持管理性の向上を図った(図-5)。

5. まとめ

- ・本橋の床版ひび割れは橋軸方向にのみ生じており、一般に床版でよくみられる疲労による格子状のひび割れとは異なるもので比較的珍しいものであった。このひび割れに対し、材料的要因、環境的要因、構造的要因を検証し、特に主桁たわみ差・不等沈下による床版付加曲げモーメントの発生と構造ひび割れを確認したことは有意なものであったと考える。
- ・床版の構造ひび割れは、斜角の小さい橋のなかでも主桁本数、主桁剛性差、床版支間、径間数、あるいは活荷重載荷位置などに相関しているものと推測される。このような構造ひび割れの究明に向け、今後とも取り組みたいと考える。

参考文献

- ・既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案) 平成8年3月 (財)道路保全技術センター
- ・道路橋示方書・同解説 II鋼橋編 平成24年3月 (社)日本道路協会

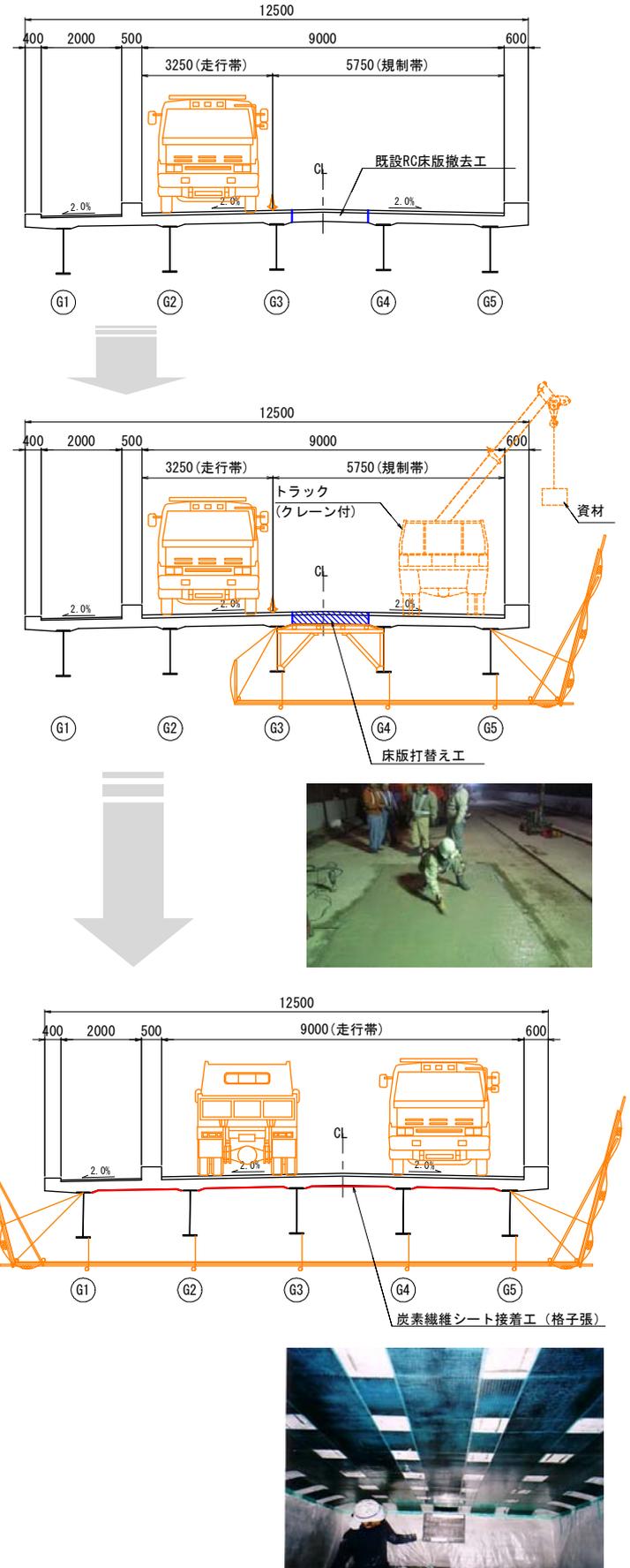


図-5 RC床版の補修・補強対策概要および施工 STEP 図