

鉄道高架橋コンクリートを対象とした劣化調査に関する報告

株式会社レールテック 神戸支店 正会員 ○大田 司郎
 西日本旅客鉄道株式会社 神戸支社 正会員 佐野 力
 株式会社レールテック 神戸支店 非会員 田中 隆一郎

1. はじめに

高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物に対し、JR西日本では維持管理計画の一環として外観目視及び打音確認による定期検査を実施している。また、劣化した高架橋コンクリートについては適切な時期に補修を行うことができるよう、劣化進行予測を目的とした劣化詳細調査も実施している。本稿では、2009年と2000年に実施した鉄道高架橋の劣化詳細調査結果、及び同箇所の外観目視・打音検査結果との対比を行い、今後の点検・検査業務の効率化・精度向上に資する考察を行う。

2. 調査概要

劣化詳細調査は、ラーメン構造の鉄道高架橋スラブを対象とし、調査部位は雨による影響を受けにくい中間スラブ下面中央付近とした。調査方法は、鉄筋かぶりについては電動チッパーでコンクリート表面を150mm×150mm程度はつり出して測定し、中性化深さはフェノールフタレイン1%溶液をはつり面に吹き付け、表面から赤色部までの深さを8点測定して平均値を求めた。塩分量測定については、はつり箇所近傍をドリル法にて実施した。含水率の測定は、表面含水率については高周波容量式水分計(ケット社, HI-520)、内部含水率については電気抵抗式水分計(ケット社, HI-800)を用いた。表-1に調査項目と調査数量を、表-2に調査実施箇所一覧を示す。また、写真-1に調査対象高架橋の一例を、写真-2に調査状況を示す。なお、鉄筋腐食度については表-3に示す評価基準に従って判定した。

3. 調査結果・考察

写真-3に調査位置を、写真-4に中性化試験の一例を示す。

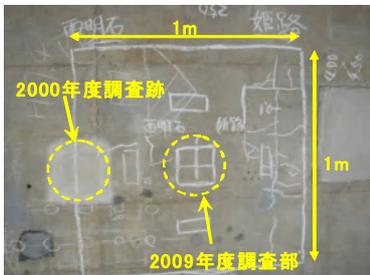


写真-3 調査位置(調査前)

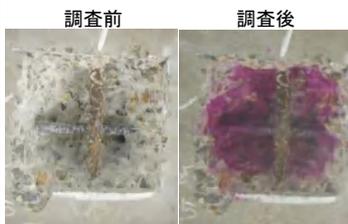


写真-4 中性化試験

(1) 鉄筋腐食度

図-1に鉄筋腐食度の推移を示す。2009年度調査では、各腐食度において数量に若干の変化は見られるものの、全体的には腐食度の進行は見られない。

表-1 調査項目・調査数量

調査部位	ラーメン高架橋中間スラブ下面		実施時期	
	位置・対象	調査数量	2000年	2009年
鉄筋かぶり	主筋・配力筋	13箇所(26本)	○	○
鉄筋腐食度	主筋・配力筋	13箇所(26本)	○	○
中性化深さ	8箇所平均	13箇所	○	○
塩分量	鉄筋近傍	2箇所	×	○
	深さ100mm	2箇所	×	○
含水率	深さ40mm	13箇所	×	○
	深さ20mm	13箇所	×	○
	表面	13箇所	×	○
湿度	地表付近	13箇所	×	○

表-2 調査実施箇所一覧

測点No	対象構造物	所在地	標高(海拔)	表面処理
1	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 伊丹市	18m	×
2	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 伊丹市	18m	○
3	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 神戸市	20m	○
4	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 神戸市	15m	○
5	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 明石市	30m	×
6	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 明石市	27m	○
7	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 明石市	22m	×
8	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 高砂市	9m	×
9	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 高砂市	8m	○
10	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 高砂市	10m	×
11	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 姫路市	12m	○
12	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 姫路市	16m	×
13	鉄道高架橋スラブ	兵庫県 赤穂市	19m	×



写真-1 調査対象高架橋

写真-2 調査状況

表-3 鉄筋腐食度評価基準

腐食度	評価基準	写真
0	施工時の状況を保ち、以降の腐食が認められない	
I	部分的に軽微な腐食が認められる	
IIa	表面の大部分に腐食が認められる	
IIb	部分的に断面欠損が認められる	
III	鉄筋の全周にわたり断面欠損が認められる	
IV	鉄筋断面が1/6以上欠損している	

キーワード 鉄道高架橋, コンクリート, 維持管理, 劣化調査, 中性化深さ, 変状率

連絡先 〒673-0003 兵庫県明石市鳥羽 861 (株)レールテック 神戸支店神戸調査監理センター TEL 078-926-0442

(2) 中性化

図-2 に中性化残りの推移を示す。中性化残り5mm 未満の箇所が 7 割を占めるが大きな変化は見られず、経年による中性化速度の低下が予測される。図-3 に中性化深さの平均値と予測値の比較を示す。予測値は 2000 年の中性化深さ平均値と経年数の平方根が比例すると仮定した場合の値である。2009 年の予測値と実測平均値を比較すると、予測値の方が 1~2mm 程度小さくなるが、概ね予測値と近似する。また、ライニング処理された箇所では、表面処理なしの箇所と比較して 2009 年時点で 12.5% (3.6mm) の中性化の進行抑制効果が確認できる。

(3) 塩分量

塩分量試験については 2009 年の 2 箇所のみで実施した。測定結果は、100mm 深さで 1.01~1.19 kg/m³、鉄筋近傍(20~30mm 深さ)で 1.80~2.33kg/m³ であり、鉄筋近傍では腐食発生限界濃度 1.2kg/m³ を大きく上回っている。また、100mm の深部で 1.0kg/m³ 以上の塩分量があり、表層部ではより高い塩分濃度となっていることから建設時からの内在塩分の存在と中性化による塩分の濃縮が予測される。なお、鉄筋近傍において中性化残りは無く、鉄筋腐食度は I ~ II a であった。

(4) 含水率・湿度

含水率と鉄筋腐食の因果関係は必ずしも明らかになっていないが、今後の劣化予測に資するため 2009 年度は含水率も測定した。図-4 に湿度と表面含水率、図-5 に表面含水率と 20mm 深さ含水率の関係を示す。図-4 で湿度と含水率の相関はないが、図-5 では表面含水率と 20mm 深さ含水率の相関係数が 0.74 となり、ある程度の相関性が確認できる。

(5) 変状率

図-6 に変状率と鉄筋かぶり、図-7 に変状率と中性化残りの関係を示す。変状率とは 2009 年に実施した外観目視・打音検査により抽出した調査実施スパンの 1 スラブ下面における浮き・断面修復等の変状総面積の割合である。図-6 では変状率と鉄筋かぶりの相関性は確認されないが、設計かぶり以上の測点では変状率 1% 未満と低いことが確認できる。一方、図-7 ではライニング処理された測点においてのみ相関係数が -0.84 となることから、変状率と中性化残りに負の相関があることが確認できる。

4. まとめ

今回実施した 13 箇所の詳細調査では、大半が中性化残り 5mm 未満、腐食限界を大きく超える塩分濃度等の状況が確認された一方で、鉄筋腐食については著しい進行は認められなかった。また、ライニング処理については、一定の中性化進行抑制効果と、変状率との強い相関があることが確認できた。今後、点検・検査・補修のサイクルが精度良くかつ効率的に実施できるよう、更に多くの箇所での詳細調査と継続的なデータ蓄積が必要であると考えられる。

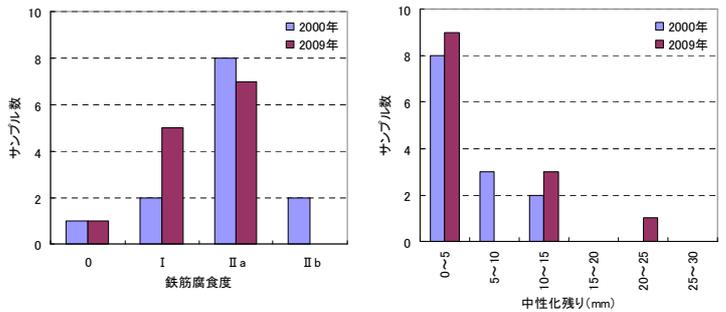


図-1 鉄筋腐食度

図-2 中性化残り

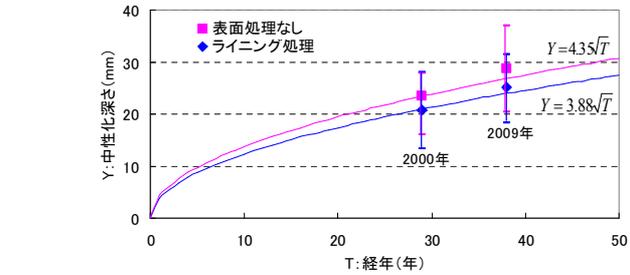


図-3 中性化深さの平均値と予測値の比較

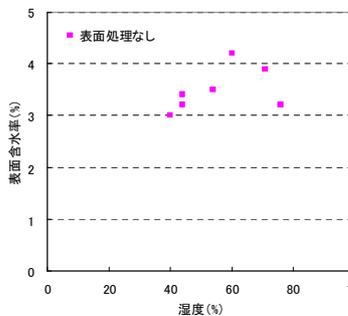


図-4 湿度と表面含水率

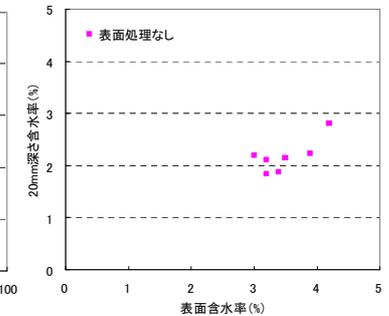


図-5 表面含水率と内部含水率

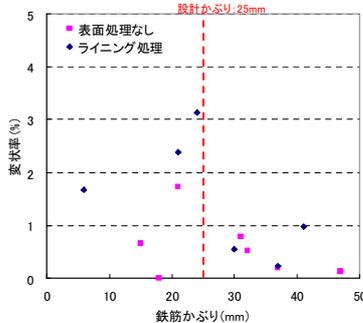


図-6 変状率と鉄筋かぶり

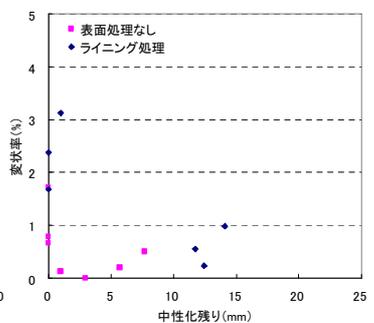


図-7 変状率と中性化残り