既設表面保護工箇所の含水率と鉄筋腐食に関する実橋調査

東海旅客鉄道株式会社　正会員○宮本祐輔　正会員　伊藤雄郷
ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社　正会員　仲佐俊之　小池豊久

1．はじめに

開業後50年以上が経過した東海道新幹線のコンクリート構造物は，現在も適切な維持管理により健全性を維持している．一般に，鉄筋コンクリート構造物の経年劣化の1つにコンクリートの中性化等に伴う鉄筋腐食があるが，東海道新幹線では「東海道新幹線鉄筋コンクリート構造物維持管理標準」[1]に基づき，2000年より塗装系の表面保護工を施工することで，酸素や水などの劣化因子の侵入を防止し，コンクリート構造物の劣化を防止してきた．

一方，鉄筋コンクリート構造物では中性化よりも水掛かりの方が鉄筋腐食に伴う剥落に及ぼす影響が大きい可能性があることが報告されている[2]．そこで，水掛かりの有無に着目して含水率と鉄筋腐食の関係等について実橋調査を行ったので報告する．

2．調査概要

本調査は，表面保護工を施工したコンクリート高架橋において，水掛かりが比較的多い，はね出しスラブ下面を対象に調査を行った．調査箇所を**表-1**に示す．全てひび割れがある箇所を選定し，水掛かりパターンは3種類（漏水，エフロ付着，水掛かり無し）とした．「漏水」とは晴天時でもスラブ上面の目地部から供給される水が，目地部から進展したひび割れを通じて下面から滴る箇所を示す（**図-1 左**）．「エフロ付着」とは，漏水はないが塗装表面が白く変色している箇所を示す（**図-1 右**）．なお，はね出しスラブの表面保護工の仕様は，水蒸気透過性 10mg/cm^2・日以下の性能を有している[1]．また，水セメント比は実橋で採取したコンクリートコアを用いて配合推定[3]した値を示す．

調査項目および方法を**表-2**および**図-2**に示す．含水率は鉄筋近傍にて表面から深さ100mmまで10mm間隔で測定し，3点の平均値を測定値とした．鉄筋腐食確認は，コンクリートを鉄筋裏まではつり出し，腐食区分の評価を「コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針」[4]を参考に判定した．中性化深さは，はつり断面における8点の平均値を測定値とした．

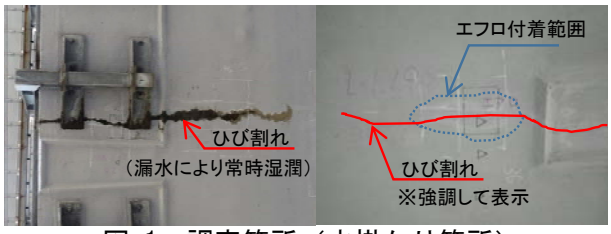

図-1　調査箇所（水掛かり箇所）

表-2　調査項目と方法

	調査項目	調査方法
1	含水率測定	プラシ型コンクリート・モルタル水分計による測定
2	鉄筋腐食確認	はつりによる目視確認
3	中性化深さ測定	フェノールフタレイン法による測定
4	かぶり測定	ノギスによる寸法測定

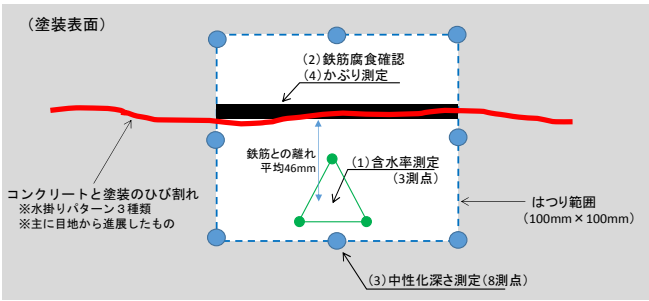

図-2　調査方法

表-1　調査箇所および結果

調査番号	高架橋名	水掛かりパターン		ひび割れの発生箇所	ひび割れと鉄筋の位置関係	表面保護工		コンクリートの水セメント比	調査結果			
						材料の種類	塗装時期		含水率（平均）	鉄筋腐食区分	中性化深さ	かぶり
								(%)	(%)		(mm)	(mm)
1	高架橋 A	水掛かり有り	漏水	目地部	直行	上塗材：シリカ系塗料 中塗材：アクリル系ポリマーセメントモルタル	平成13年度	55.6	5.2	Ⅳ	0.8	47
2					平行				5.0	Ⅰ	3.3	26
3	高架橋 B		エフロ付着	一般部			平成14年度	50.2	4.8	Ⅰ	6.1	30
4	高架橋 C						平成15年度	50.0	5.8	Ⅰ	11.4	60
5	高架橋 D			目地部			平成16年度	49.3	7.6	Ⅰ	5.8	28
6	高架橋 E	水掛かり無し（漏水やエフロがなく乾燥している）		一般部			平成13年度	50.4	3.2	Ⅰ	23.3	35
7	高架橋 F						平成17年度	45.5	3.1	0	17.3	42

キーワード　水掛かり、含水率，鉄筋腐食，表面保護工，中性化
連絡先　〒485-0801　愛知県小牧市大山1545番33　東海旅客鉄道(株)技術開発部　TEL 0568-47-5370

3．調査結果および考察

含水率の測定結果を図-3 に示す．測定位置がコンクリート表面から深くなるにつれて，含水率が徐々に大きくなる傾向が確認できる．また，水掛かりのある箇所は，水掛かりのない箇所に比べて全体的に含水率が高くなる．これは，スラブ上面から供給される水の影響と考えられる．

鉄筋腐食区分を図-4 に示す．水掛かりのある箇所は，水掛かりがない箇所に比べて鉄筋腐食が進行している．漏水箇所の腐食区分に大きなばらつきが生じているのはひび割れと鉄筋の位置関係が影響していると考えられ，直行する鉄筋（調査番号 1）では，交差部において部分的な孔食（区分Ⅳ）が生じている（図-5）．ただし，この鉄筋は配力鉄筋であり耐力上問題となるものではない．一方で，目地部のひび割れと平行な鉄筋（調査番号 2）は鉄筋周りが湿潤な状態にあるが，ほとんど腐食（区分Ⅰ）していない．

なお，水掛かりがない箇所では中性化が最も進行しており（図-6），鉄筋腐食区分（図-5）とは反対の傾向を示した．したがって今回の調査箇所では，乾燥している方が中性化は進むが鉄筋は腐食せず，水掛かりがある方が中性化は進んでいなくても鉄筋は腐食することを確認した．

4．まとめ

既設表面保護工箇所の含水率と鉄筋腐食に関する実橋調査より，水掛かりがある箇所は，水掛かりがない箇所に比べて含水率が高く，鉄筋が腐食することを確認した．ただし，今回の調査箇所では目地部から進展したひび割れと平行する鉄筋は，漏水により湿潤状態にあるが，ほとんど腐食していなかった．また，耐力上は問題とならないものの，ひび割れ交差部では部分的な孔食が生じていたため，今後も水掛かりは検査の着眼点として管理していくことが必要と考えられる．

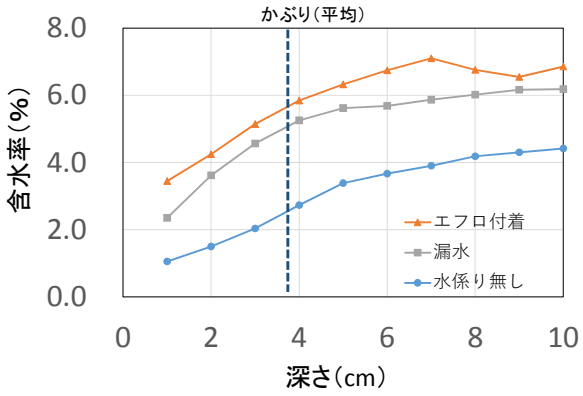

図-3　含水率測定結果（平均値）

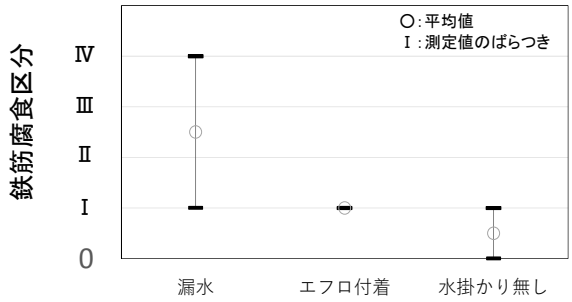

図-4　鉄筋腐食区分

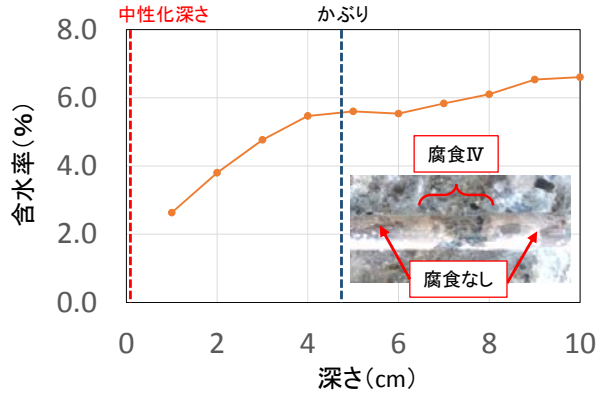

図-5　漏水箇所の含水率と腐食状況（調査番号 1）

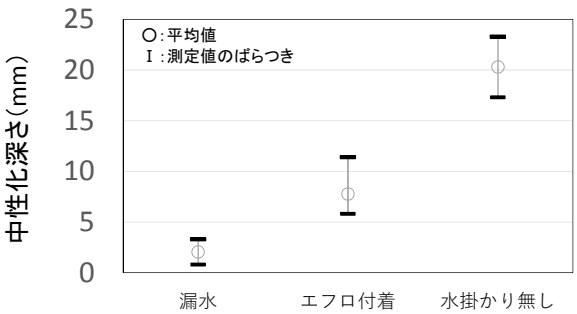

図-6　中性化深さ測定結果

参考文献

1)東海道新幹線鉄筋コンクリート構造物維持管理標準，（社）日本鉄道施設協会, 1999.7

2)石橋忠良，古谷時春，浜崎直行，鈴木博人：高架橋等からのコンクリート片剥落に関する調査研究，土木学会論文集 No.711/V-56,p125-134,2002.8

3)コンクリート専門委員報告書 F-18，（社）セメント協会，1967.9

4)コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針-2013-,日本コンクリート工学会, 2013