実構造物の調査による表面被覆工法の耐久性に関する研究

東日本旅客鉄道㈱　　正会員　○高山　充直

１．背景と目的

表面被覆工法の耐久性は，個々の構造物において，修繕後の追跡調査により評価されることが多いが，広範囲で表面被覆工の健全度を調査した研究が少ない．また，鋼橋の塗装のように実構造物で既設の表面被覆工を評価する検査手法や基準は，現在のところ確立されていない．本研究では，複数路線の高架橋において既存の表面被覆工を調査・分析し，抽出された劣化傾向と原因から，コンクリート表面被覆工法の耐久性を向上させるための取組みについて提案することを目的とする．

２．調査概要

本研究では，既設の表面被覆工において外観目視調査を行い，劣化傾向の分析を行った．目視調査は，5 線区・約 65 ㎞で行ない，458 橋のデータを得た．次に，表面被覆工の劣化がコンクリートに与える影響を知るために，表面被覆工の付着強さ試験，コンクリート中の含水率測定および塩化物イオン含有量等の試験を行った．付着強さ試験は，表面被覆工の付着強度を測定した．なお，破断面と併せて評価を行う試験であるが，今回はコンクリート表層部の含水率と塩化物量も含めて評価することとした．含水率測定には電気抵抗式コンクリート水分計を使用した．

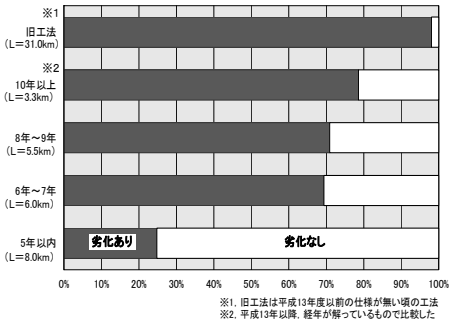

図-1　経年による劣化の推移

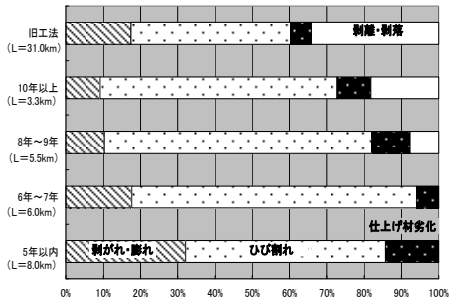

図-2　劣化の内訳と推移

３．調査結果

（１）表面被覆工の劣化傾向

調査結果を基に行った劣化分析から，経年における劣化の推移を図-1 に，劣化の内訳を図-2 に示す．図から，経年が増すにしたがい表面被覆工の劣化割合が増加していることがわかる．また，劣化の中ではひび割れの発生割合が高く，経年が増すほど剥離の発生割合が増えている．ひび割れから雨水等の劣化因子が浸入することで内部鋼材が腐食し，剥離・剥落に至っているものと推測される．次に，分析から得られたひび割れの発生頻度の高い箇所を図-3 に示す．この図から部材の打継部や目地周辺など，応力集中箇所や変位が拘束される部位，雨水等が滞水しやすい部位で劣化が多いことがわかる．事例として，防音壁の誘発目地下端と打継部付近に発生したひび割れを挙げる．この部位は，張出スラブ先端に防音壁が設置された構造となっており，連続したスラブとその上に設置される防音壁とでは縁が切れている．この場合異なった挙動を示すため，防音壁目地部の下縁でひび割れが入りやすい．写真-1 から，ひび割れが生じた箇所から錆び汁が滲み出ているのがわかるが，このような部位では表面被覆工の存在により雨水等が滞水し，コンクリート内部の環境を悪化させている可能性がある．このように，表面被覆工に生じる劣化現象は，母材コンクリートの変状に起因するものも多い．したがって，検査や施工時にある程度の劣化予測は可能であり，事前の対策を施すことにより表面被覆工を効率よく使用できる可能性がある．

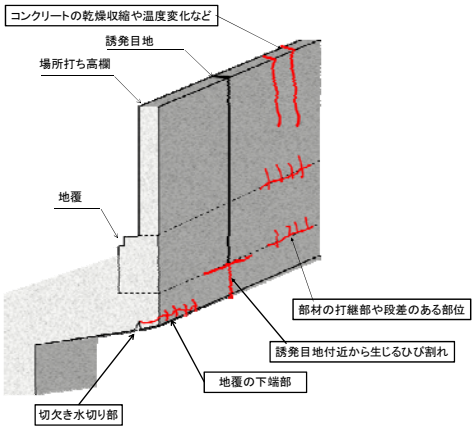

図-3　ひび割れが発生する傾向の高い部位

キーワード　表面被覆工法，外観目視調査，含水率測定

連絡先　〒260-8551　千葉県千葉市中央区弁天 2-23-3 東日本旅客鉄道㈱ 千葉支社 設備部工事課　ＴＥＬ043-284-6768

（２）耐久性の評価

劣化した表面被覆工と母材コンクリートの関係を知るため，表面被覆工の劣化部と健全部で表面被覆工の付着強さ試験・コンクリート中の含水率測定・塩化物イオン含有量測定等の現場試験を行い，比較検討した．調査箇所は，外観調査の際に表面被覆工に劣化が確認された高架橋の中から，飛来塩分の影響を受けている可能性のある高架橋を抽出した（図-4）．

写真-1 誘発目地周辺のひび割れ

現場試験の結果，付着強度は部位に関わらず基準の 1.0N/mm²以上であった．しかし，表面被覆工にひび割れが発生している箇所付近のみ，塗膜内での界面破断が確認された．

コンクリート表面から深さ方向にかけて測定した含水率と塩化物イオン含有量の測定結果を図-5 および図-6 に示す．両者ともに，表面被覆工にひび割れ等の劣化がある箇所では，コンクリート表層部の含水率と塩化物イオン含有量が高く、健全部より 2 倍以上の値で測定されている．コンクリートの表面に近いほど大きな値を示していることから，当該の箇所では表面被覆工が有ることにより，コンクリート表層部の水分や塩化物イオンが滞留し，環境を悪化させていると考えられる．これらの試験から、表面被覆工が劣化した箇所では，付着強さ試験で基準値を満たしていたとしても，コンクリート内部には水分や塩化物イオンが浸透しており，コンクリート内部の環境を悪化させていることがわかった．

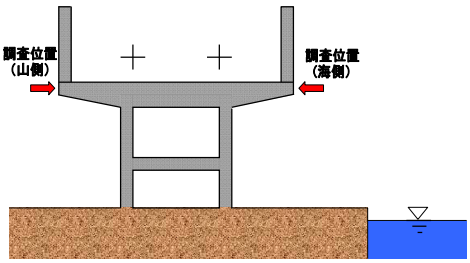

図-4 現場試験箇所

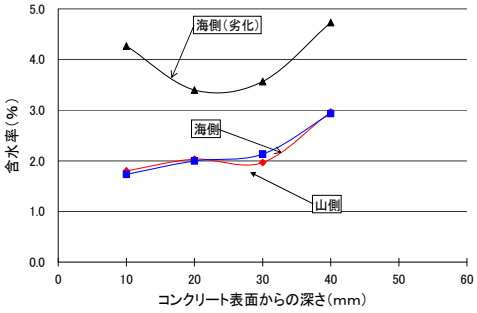

図-5 含水率測定結果

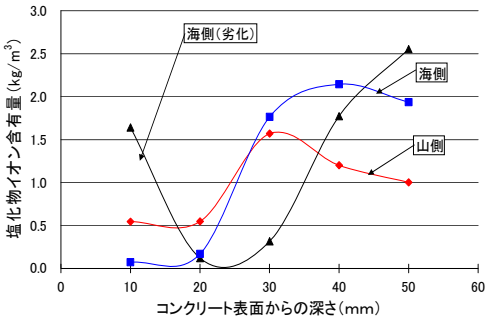

図-6 塩化物イオン含有量測定結果

（３）耐久性向上への考察

表面被覆工を効果的に長く使用するためには，適切な健全度評価を行い，適切な修繕を行う必要がある．現状では，表面被覆工の健全度評価の基準は無いが，劣化現象のうち，変色・チョーキングなどの紫外線劣化や，剥がれや膨れなどの付着力低下などの現象は，外観検査での判断が可能である．劣化原因も材料の性能に依存するところが大きい．一方，母材コンクリートの変状に起因した劣化は，先述のように劣化部位を概ね予測することはできるが，劣化の程度は，詳細な調査を行わないと判断ができない．そのため，これらの劣化に対しては事前の対策が重要となる．例えば，部位による材料の選定やひび割れなどの事前処置，コンクリート表層部の含水率測定など品質評価が必要であると考えられる．

４．まとめと今後の課題

本研究では，外観目視調査の結果を基にした劣化傾向の分析を行った．その結果，表面被覆工を効果的に長持ちさせるには，構造物の部位に応じた材料の使い分けおよび，含水率などの現場試験を行うことが効果的であることがわかった．今後は，施工の実現性の検証を行うとともに，本研究で得られたデータを活用した表面被覆工の評価基準を作成するなど，業務に活用するために継続して取り組んでいきたい．

参考文献

・国枝ほか：表面保護工を中心とする材料・技術の変遷，Journal of the Society of Materials Science, Japan，Vol. 60, No. 12, pp. 1149-1155, Dec. 2011