

表面処理材がコンクリート構造物に及ぼす強度および耐久性の検討

高知高専 学生会員 ○竹内由伸 高知高専 正会員 横井克則 近藤拓也
大旺新洋 正会員 下村昭司 橋村茂雄

1. はじめに

コンクリート構造物の補修工法の一つに、構造物の防水性、耐久性を向上させる働きを持つ表面処理工法がある。この工法に用いられる表面処理材は、表面含浸材、表面被覆材を合わせ数多く存在し、現在はその他特殊な性能を持つ材料の製品化も進んでいる。しかし表面処理材ごとの性能評価は各メーカーにより実施されることや、表面処理材についての論文は数多くあるものの分類される種類の異なる表面処理材を比較した事例は少なく、使用者が施工時に比較して選定することは困難である。また実構造物に施工した場合、室内試験で期待された効果が発現し、継続しているか明らかでない。そこで本研究では各種表面処理材を実構造物に施し、コンクリート構造物に及ぼす効果について検討し、室内試験¹⁾²⁾との結果の比較を行った。

2. 実験方法

2.1 対象とした実構造物

対象とした構造物は、ひび割れが耐久性に影響を及ぼす要因となるRC構造物とし、高知県内の新設や既設の橋台や橋脚、ボックスカルバートなどから選定した。表-1に対象とした構造物を示す。

2.2 選定した表面処理材

表-2に選定した6種類の表面処理材を示す。Eのみ表面被覆材で、その他は全て表面含浸材である。M、Aはそれぞれメーカーの異なるシラン系表面含浸材であり、脂肪酸系のSはひび割れへの充填効果を有するのが特徴である。これらに加え、けい酸ナトリウム系のCとけい酸リチウムを主体にシランを配合した混合型のKを選定した。またN（塗布なし）の枠を設け表面処理材の効果を比較できるようにした。

2.3 実構造物での試験の概要

テストハンマーによる強度試験はJSCE-G 504:2013に準じ測定を行った。表面被覆材Eに関しては予備実験として塗膜を剥がした場合と剥がさない場合で強度測定すると偏差は0.2%であり、塗膜の形成による強度への影響は小さいことを確認した。中性化試験はドリル法によりNDIS 3419:2011に準じ測定した。塩化物イオン量測定試験はJSCE-G 573に準じ削孔し、JIS A 1154:2012に準じ全塩化物イオン量の測定を行った。長さ変化試験は基長を300mmとしJIS A 1129-2:2010に準じて測定した。なお塩化物イオン測定試験は海岸線から150mほどで塩分飛来が予測された構造物3でのみ行い、長さ変化試験では試験箇所が上部工の

表-1 配合表

構造物	構造物の種類	環境	塗布箇所	打設日
1	橋台	山中	2面(前/背面)	H29.3
2	ボックスカルバート	水路	2面(内壁右/左面)	H28.2
3	橋脚	沿岸	2面(東/西面)	H29.3
4		市街地	4面(東/西/南/北面)	H27.1
5				H25.12

表-2 選定した表面処理材

記号	表面処理材	種類	塗布量(g/m ²)
E	高分子系	表面被覆材	250
M	シラン系1	表面含浸材	200
A	シラン系2		
S	脂肪酸系		
C	けい酸塩系		
K	けい酸塩系・シラン混合型		150

施工で立ち入れないことが予想された構造物1は行わず、その他の構造物では同じ試験方法を用いた。

3. 結果および考察

3.1 強度試験

図-1にテストハンマーによる推定強度の結果を示す。なお、表面処理材が施工される構造物やその周辺環境は多種多様であり表面処理材ごとの性質を概観するため、測定値は全構造物の計測結果の平均値としており図-3、図-4も同様である。強度の結果は季節の温度変化によるバラツキの可能性もあるが、Nと比較し表E、Sを除いた表面処理材で、わずかな躯体表面の強度増進が見られた。強度の全体的な傾向から、初期に発現した表面処理材の効果が維持されると考えられる。強度増進の要因としてC、Kは、けい酸塩系の表面を緻密化させる効果であると考えられ、またシラン系のM、Aも増進が見られた。室内試験¹⁾²⁾と比較するとM、A、C、Kでは増加率が類似しており、表面処理材によっては室内試験により効果を推定することは可能であると考えられる。

3.2 中性化試験

図-2に中性化試験結果を示す。室内試験¹⁾²⁾ではEを除いて中性化への効果はないと考えていたが、実構造物ではNと比較して全ての表面処理材で中性化を抑制していた。また、表面処理材の全体的な傾向として長期間経過するにつれNと比較し中性化に対する抑制量が大きくなっており、今度

キーワード 実構造物、表面含浸工法、表面被覆工法、中性化、塩害
連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知高専横井克則研究室 TEL088-864-5500

も抑制効果が向上する可能性が考えられる。中性化に対する効果の要因として、Eはコンクリート表面に塗膜が形成されており、Sは表面の観察を行うとひび割れ部に充填物が確認されたため、これらの効果で劣化因子の侵入を抑制したことが考えられる。ただしEは室内試験において60%以上の抑制率が発現していたため、抑制率には差が見られた。Kは表層部を緻密化する効果に加えて、けい酸リチウムによって中性化した部位へのアルカリ回復効果³⁾が発現したと考えられる。また、シラン系のM、Aはコンクリート表層部の水分量が低下するため、中性化が促進すると予測していたが、抑制効果が見られた。既往の研究¹⁾²⁾から、水分浸透率が低い表面処理材ほど中性化抑制傾向が確認できる。また日本では湿度が高い地域ほど中性化が進みやすい傾向⁴⁾にあり、全国的に見ても湿度が高い高知県では、表面処理材の防水性能は実環境に対して有効に働く可能性が考えられる。

3.3 塩化物イオン測定試験

図-3に構造物3における塩化物イオン測定結果を示す。36ヵ月では表面に付着した塩分の影響をなくすため、表面を洗い流し測定を行った。室内試験¹⁾²⁾では多くの表面処理材が70%以上の抑制率を有していたが、実構造物で効果が大きいEやAでも抑制率は20%程度であった。抑制率が小さい要因としては、測定期間が36ヵ月であることや海岸線から150mほど離れているため、室内試験ほど塩分が供給されていないことが考えられるが、今後も塩分の供給量が少ないまま、経時的に表面処理材の性能が低下するのであれば、期待されたほどの効果が発現するかは不明であり、結果に違いが生じる可能性があると考えられる。

室内試験による効果の推定においては、実環境でのみ比較的效果が大きいものもあるが、E、A、Sは室内、実構造物とも効果が大きく、塩化物抑制効果の有無、あるいは表面処理材の比較においては有効であると考えられる。

3.4 長さ変化試験

図-4に長さ変化試験結果を示す。なお測定間のひび割れの発生やそれに伴う値の変動に関して異常と考えられる箇所に対しては測定値から除外した。グラフは正の値が収縮を示す。長さ変化試験では、季節の温度によりコンクリートの熱膨張率が変化し収縮、膨脹が見られる。MはNに対し長さ変化が大きい傾向があり、室内試験¹⁾²⁾より水分の浸透率が低いことや、逸散率が高いために長さ変化率が大きくなった可能性がある。しかしその他の表面処理材はNに比べ若干低い値に推移していた。

4. まとめ

- (1) 強度試験では多くの表面処理材で強度の増進が見られ、室内試験により効果を推定することが可能である表面処理材もあると考えられるが、強度増進を期待する利用は適切でないと考えられる。
- (2) 中性化試験では全ての表面処理材で効果が見られ、実環境での効果が期待できるが、室内試験との結果に差

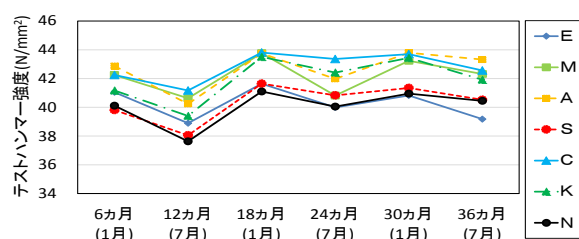


図-1 強度試験結果

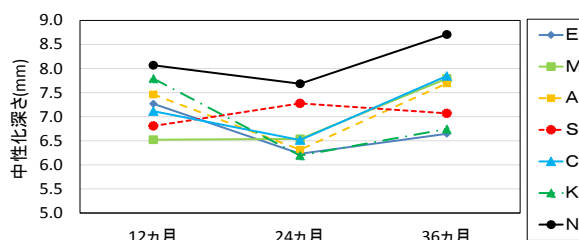


図-2 中性化試験結果

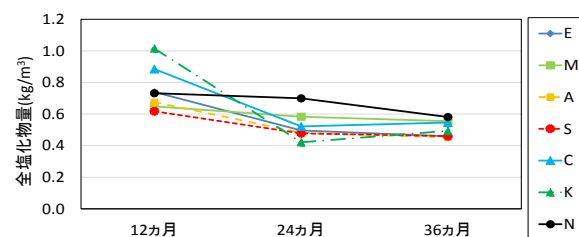


図-3 塩化物イオン量測定試験結果

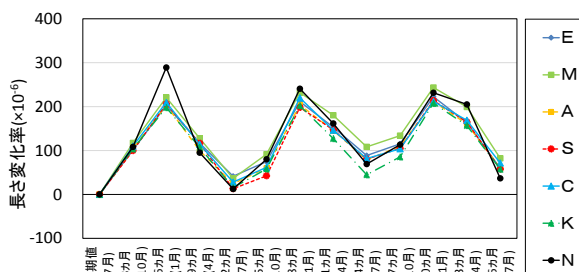


図-4 長さ変化試験結果

があり促進中性化試験のみの従来の評価が適切でない可能性がある。

- (3) 塩化物イオン測定試験では実構造物では全ての表面処理材で抑制効果は見られたものの、現時点では室内試験で期待されたほどの効果は発現していなかった。
- (4) 長さ変化試験では若干の抑制効果が見られるものがありひび割れの抑制等に対し有効に働く可能性がある。

参考文献

- 1) 内村圭喬ら：表面処理材を用いたコンクリートに及ぼす水分逸散および浸透の影響，土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.1015-1016，2017
- 2) 内村圭喬ら：各種表面処理材がコンクリートに及ぼす影響に関する実験的検討，土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.267-268，2018
- 3) 土木学会：表面保護工法設計施工指針（案），2013
- 4) 鄭載東ら：モルタルの中性化速度に及ぼす温度・湿度の影響に関する実験的研究，コンクリート工学論文集，Vol.1，No.1，pp.85-94，1990.1