

自己治癒性能に着目したコンクリート舗装における 表面含浸材の適用性検討

日本道路(株) 関西技術センター ○川畑 敦馬
同 技術研究所 藤井 洋志
同 技術研究所 常松 直志

1. はじめに

近年、我が国では持続可能な社会の実現に向け、道路インフラの維持管理コストの縮減が重要視されている¹⁾。コンクリート舗装は耐久性に優れており、ライフサイクルコストが低減できるといったメリットがあるが、維持修繕工法や補修材料に関する体系的な選定フローなどの構築が必要であり、維持管理に係る技術者が不足しているなどの課題もある²⁾。この対応として、軽微な損傷に対してコンクリート版自体が自己治癒することで、メンテナンスの省力化を可能とする材料や工法の開発が有意義である。そこで、本検討では、コンクリート構造物に対して適用される表面保護工法のうち、施工性や経済性に優れ、微細なひび割れの封かんや劣化抑制への有効性が知られている、けい酸塩系表面含浸工法³⁾について着目した。本技術をコンクリート舗装に適用することで、ひび割れ発生前の予防的維持や軽微なひび割れが発生した舗装版への機能的対策効果が期待できると考えた。本文では、コンクリート舗装用けい酸塩系表面含浸材（以下、開発品）の概要とコンクリート舗装への適用性の検討結果について報告する。

2. けい酸塩系表面含浸材の概要

けい酸塩系表面含浸材の主成分とそれぞれの反応生成物に関する機構を図-1に示す。開発品は、けい酸ナトリウムとけい酸リチウムを主成分としており、「けい酸塩混合型」に分類される。開発品は、コンクリート舗装版への適用を考慮して配合や濃度を調整しており、可溶性生成物は、雨水等の水分が供給されれば半永久的に再反応するため、ひび割れの発生や進展に追従した自己治癒効果が期待できる。また、難溶性生成物は、ひび割れ浸透後に乾燥することで固形化するため、水分が供給されにくいトンネル内などでのひび割れの封かん効果が期待できる。これらの効果により、長期的にひび割れに対するメンテナンスコストを縮減できると考える。

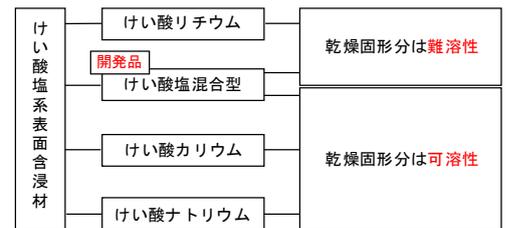


図-1 主成分と反応物に関する機構

表-1 室内検討項目

分類	評価項目	評価方法	試験法
基本性状 ①	水酸化カルシウムとの反応性	反応性試験	JSCE K572
	乾燥固形分量	乾燥固形分率試験	JSCE K572
適用性評価 ②、③	ひび割れ封かん性能	表面目視観察	—
	遮水性	ひび割れ透水試験	JSCE K572

3. 舗装への適用性検討

室内検討の項目を表-1に示す。ここでは、開発品の①基本性状②予防的維持工法としての適用性③既存ひび割れの封かん性について、一般にコンクリート構造物に用いられている含浸材（以下、既製品）と比較した。なお、検討に先立ち、現場で採取した舗装用コンクリートで円柱供試体を作製し、耐圧試験機で荷重を載荷して幅0.2mm以下の貫通ひび割れを導入したものを供試体とした。供試体表面を写真-1に示す。

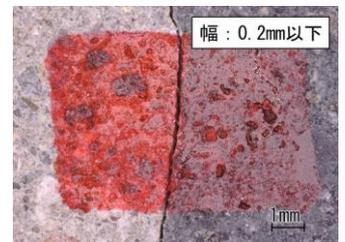


写真-1 供試体

3-1. 基本性状

反応性試験14日目の状況を写真-2に示す。セメントペースト硬化体に純水を加えたものは変化がなかったが、既製品と開発品は液相部分が白濁した。既製品と比較すると、開発品のほうが白濁の程度が強く、セメントペースト硬化体の周りにゲル状の生成物が確認



写真-2 反応性試験(14日後)

された。また、乾燥固形分率試験では、開発品に含まれる乾燥固形分は 29.3% であり、既製品 (23.3%) よりも 25% 程度、一般的な製品 (20.0%) よりも 50% 程度多いことが分かった (図-2)。開発品は乾燥固形分を多く含んでいるため、難溶性固形物によるひび割れ封かん効果が期待でき、水分が供給されにくいトンネル内などでも適用できる可能性が示された。

3-2. ひび割れ発生前の予防的維持への適用性

コンクリート舗装版にひび割れが発生する前の予防的維持工法としての適用を想定し、あらかじめ既製品・開発品を散布した供試体に 3-1. と同様に 0.2mm 以下の貫通ひび割れを設け、各養生条件にてひび割れ部の状態を目視観察した。養生条件は気中養生と図-3 に示すサイクル養生とした。ひび割れ導入直後と 28 日養生後の表面を図-4 に示す。サイクル養生の供試体は、既製品、開発品ともに可溶性生成物によりひび割れが封かんした。一方、気中養生の供試体では、開発品を散布した供試体のみひび割れが封かんする結果となった。これは、開発品中の難溶性生成物が有効に作用したためと考えられる。

3-3. 軽微な損傷への機能的対策工法としての適用性

事前にひび割れを導入した供試体に既製品・開発品を散布し、ひび割れ透水試験と目視観察を行った。なお、養生条件は気中およびサイクル養生で行い、7 日おきに透水試験を実施した。目視観察の結果は、前述の図-4 と同様、サイクル養生では全ての供試体でひび割れが封かんしたものの、気中養生では開発品を散布した供試体のみひび割れが封かんする結果となった。また、透水試験の結果を図-5 に示す。サイクル養生での透水量は、両含浸材で 7 日後に 0 l/Day となった。気中養生の場合、どちらも 28 日では透水量が 0 l/Day にはならなかったものの、開発品の透水量は 7 日で 19.5l/Day、28 日で 6.6l/Day となり、既製品よりも 7 日で 60% 程度 (30.5l/Day)、28 日で 50% 程度 (14.6l/Day) 透水量が減少し、有意な差を示すことが確認された。

4. まとめ

開発品による舗装用コンクリートのひび割れの自己治癒効果について検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- ・ 開発品は、配合を調整したことで水分供給の有無にかかわらず、28 日程度でひび割れを封かんし、水分の浸入を低減する。
- ・ 開発品は、ひび割れ発生前後いずれのタイミングで散布してもひび割れを封かんする効果がある。

5. おわりに

開発した表面含浸材は、コンクリート舗装の軽微なひび割れを自己治癒により封かんする可能性が室内試験にて示された。今後、詳細検討を行うとともに、屋外環境における適用性についても検討していく予定である。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：国土交通省白書 2020, P.141-P.148
- 2) 山本謙：コンクリート舗装の普及に向けた取り組みについて、(一社)セメント協会開発普及委員会資料, 2020
- 3) (公社) 土木学会：けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針 (案), P.1

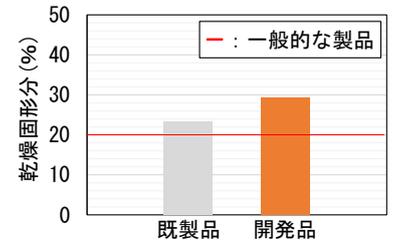


図-2 乾燥固形分の比較

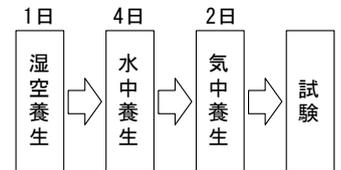


図-3 サイクル養生条件

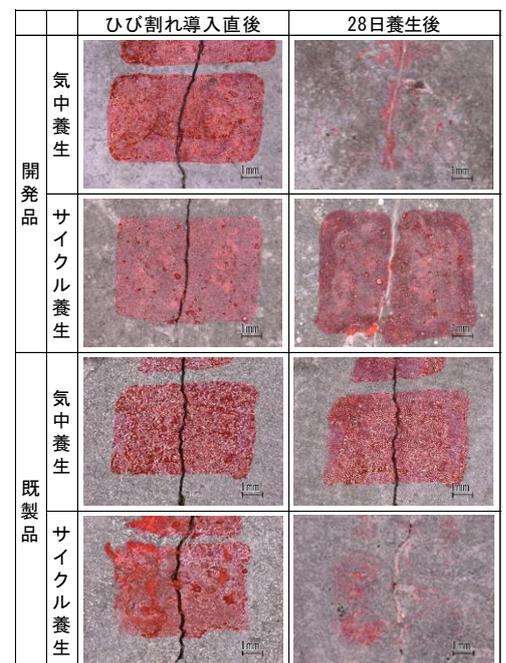


図-4 供試体表面

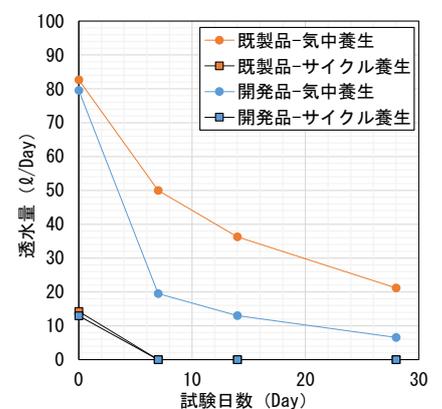


図-5 透水量の推移