

無機系材料を用いたひび割れ自己治癒技術の応用によるひび割れ漏水補修に関する研究

芝浦工業大学 学生会員 ○橋本達朗
東京大学生産技術研究所 正会員 岸利治

東京大学生産技術研究所 正会員 安台浩
芝浦工業大学 正会員 伊代田岳史

1. はじめに

道路橋や鉄道高架橋の床版などに貫通ひび割れが発生し漏水などの問題が生じる場合がある。コンクリート構造物に生じたひび割れは、コンクリートの機能性・耐久性・美観性などの低下の主な原因となる。

ひび割れ補修には、様々な材料および工法が提案されているが、有機系材料は紫外線劣化に代表される経年劣化を生じやすく、無機系材料はひび割れ幅変動への追従性が低いという欠点がある。そこで、経年劣化が生じにくい無機系材料を用いつつ、ひび割れ追従性を付与することができれば、ひび割れ補修材料に求められるある種の要求に応え得る新たな補修工法になり得ると考えた。そこで、著者らのグループでは、ひび割れ自己治癒材料をひび割れ補修材として応用する研究を進め、一定の止水効果を確認している¹⁾。本研究では、これまでの研究成果に基づき、更なる改良を加えた新たな無機系ひび割れ補修材料および簡易な施工方法について検討を行った。補修材による止水効果は通水試験を行うことにより確認した。

2. 実験概要

本研究では、道路橋や鉄道の高架橋などの床版に発生する鉛直方向に貫通したひび割れを想定し、円柱供試体にひび割れを導入して検討を行った。

(1) 供試体の作製

作製した供試体はφ100×200mmの円柱供試体であり配合を表-1に示す。打設後、14日間封かん養生(20℃,RH60%)を行った。供試体は養生後、圧縮試験機を用いて割裂し、割裂面に残った微粒分は目詰まり効果の要因となるので、より厳しい条件を再現するためにコンプレッサーを用いて微粒分を除去した。ひび割れ幅は厚さ0.2mmのテフロンシートを両サイドに配置し、2カ所をホースバンドによって締め付けることで0.2mm程度となる様に調整した。その後、供試体側面のひび割れ部をシーリング材で塞ぎ、供試体上部にはφ100×高さ100

表-1 供試体の配合

W/C(%)	単位量(kg/m ³)				
	水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
	W	C	S	G	AE減水剤
58	168	290	826	1019	2.9

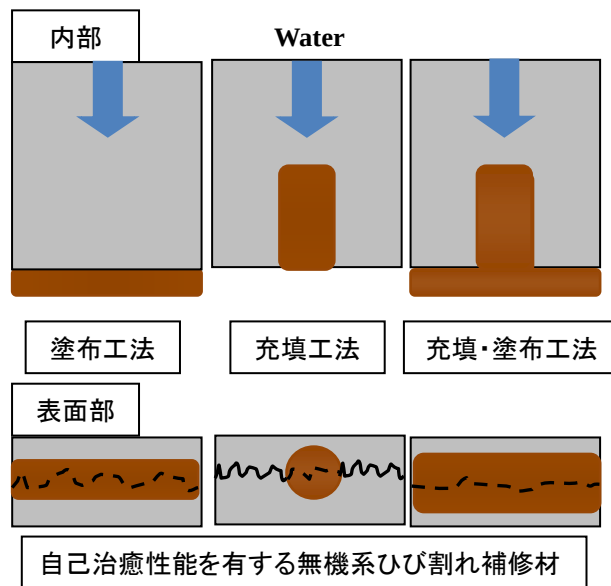


図-1 補修工法のイメージ

mmの塩ビ管を設置し、供試体との隙間にシーリング材を充填することで固定した。

(2) 提案する補修工法

本研究で検討した方法は以下の3種類である。それぞれの補修方法のイメージを図-1に示す。

① 塗布工法

塗布工法は、ひび割れ部表面に厚さ1mm程度の補修材料を塗布する方法である。

② 充填工法

充填工法は、ひび割れ部に沿って供試体中央にφ16mm、深さ100mm程度のドリル削孔を行い、その内部に補修材料の充填を行う方法である。

③ 充填・塗布工法

充填・塗布工法は上記の塗布工法と充填工法の併用である。まずφ16mm、長さ100mm程度のドリル削孔を行い、その内部に補修材料を充填し、充填部分を覆う様に表面に補修材を塗布する方法である。

キーワード ひび割れ、自己治癒、鉱物材料、補修材、再結晶性

連絡先 東京都目黒区駒場4-6-1 東京大学生産技術研究所 Tel 03-5452-6098

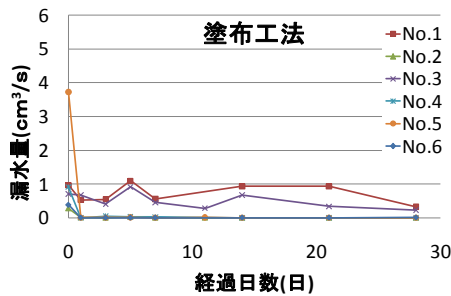


図-2 通水試験結果(塗布工法)

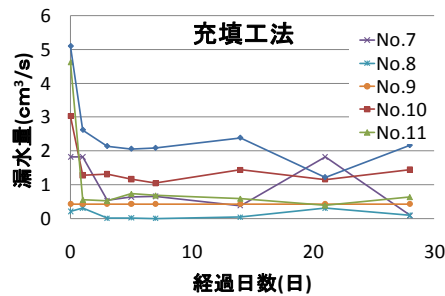


図-3 通水試験結果(充填工法)

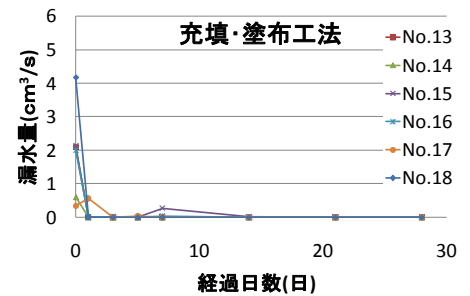


図-4 通水試験結果(充填・塗布工法)

(3)使用材料

今回実験を行った補修材料の配合を表-2 に示す。

本実験で使用した補修材料の配合は、各工法 6 種類、計 18 種類である。比較用として、補修材無使用に加えて、市販の結晶増殖型漏水抑制モルタル(以降、市販材 A)および市販のコンクリート改質剤(以降、市販剤 B)を使用し、新たに提案する補修材として自己修復機能を有する補修材(以降、複合系 1, 2, 3, 4, 5)を材料の多寡によって 5 種類用いた。補修材は水粉体比を 30%一定とし、補修材の剥離を防ぐことを目的として、表面部に反応制御剤を塗布した。

(4)通水試験

塩ビ管内に水を満水になるように湛水し、供試体下面のひび割れから 5 分間に流出する漏水量を計測した。塩ビ管内を満水にした時点を 0 日目として、1, 3, 5, 7, 14, 21, 28 日間計測を行った。また、1 日 1 回塩ビ管内に水が満水となるように給水を行った。

3. 通水試験結果および考察

図-2 に塗布工法における通水試験結果を示す。補修を行わなかった供試体 No.1 および溶液タイプの市販剤 B を塗布した No.3 では止水効果が確認出来なかったが、モルタルタイプの補修材を用いたいずれのケースでも、塗布後通水 1 日目から漏水量が 0 となった。

図-3 に充填工法における通水試験結果を示す。ケースごとに漏水量の変動に相違が見られるが、充填工法では何れのケースも完全に止水することはできなかった。これは、充填材料が拡散しひび割れを補修する以前にひび割れ部より、有効成分が流出してしまったためと考えている。

図-4 に充填・塗布工法における通水試験結果を示す。充填・塗布工法では、いずれのケースでも補修後、通水 1 日目から高い止水効果が確認できた。しかし、図-3 の塗布工法による補修効果と初期漏水量からの減少傾向

表-2 補修材の配合

工法	No	反応制御剤	BottomCoating		反応制御剤	注入剤	
			type			type	
塗布	1	-	-	-	-	-	-
	2	-	Mortar (7:3)	市販材 A	-	-	-
	3	-	Liquid	市販剤 B	-	-	-
	4	-	Mortar (7:3)	Cement	-	-	-
	5	-	Mortar (7:3)	複合系-1	-	-	-
	6	ケイ酸ソーダ	Mortar (7:3)	複合系-2	-	-	-
注入	7	-	-	-	-	Plain	Cement
	8	-	-	-	市販剤 A	Plain	市販材 A
	9	-	-	-	-	Paste	複合系-3
	10	-	-	-	-	Paste	複合系-1
	11	-	-	-	ケイ酸ソーダ	Mortar (7:3)	複合系-4
	12	-	-	-	ケイ酸ソーダ	Paste	複合系-4
注入・塗布	13	-	Plain	Cement	-	Plain	Cement
	14	市販剤 A	Plain	市販材 A	市販剤 A	Plain	市販材 A
	15	ケイ酸ソーダ	Mortar	複合系-1	ケイ酸ソーダ	Paste	複合系-3
	16	ケイ酸ソーダ	Mortar	複合系-1	ケイ酸ソーダ	Mortar (8:2)	複合系-3
	17	ケイ酸ソーダ	Mortar	複合系-1	ケイ酸ソーダ	Mortar (7:3)	複合系-5
	18	ケイ酸ソーダ	Mortar	複合系-1	ケイ酸ソーダ	Paste	複合系-4

が酷似していることから、30 日程度の試験期間では必ずしも塗布と充填の併用効果というわけではなく、塗布による効果が支配的だったと考えられる。しかし、塗布工法単独での長期的な信頼性は不明であり、塗布工法により一定期間漏水を抑制している間に、充填材料が拡散して止水効果をより確実にする併用効果が発現する可能性は考えられる。

以上の検討より、各工法内での材料ごとの効果の差異は確認できなかったが、3 つの工法の中では、充填・塗布工法の信頼性が最も高いものと考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲により、以下の知見が得られた。

(1) 塗布工法では高い止水効果が得られた。充填と塗布を併用することで、補修材による拡散効果も期待でき、より確実な止水効果を発揮できる可能性がある。

(2) 3 つの工法による通水試験の結果では補修材料による止水効果の違いは確認できなかった。より良い材料を選定するにあたり、通水試験後の供試体の内部分析を行い結晶の生成、拡散の様子を確認し、長期的な信頼性について検討する必要がある。

参考文献

1) 森田卓ほか：ひび割れ自己治癒組成物を用いた漏水防止対策に関する基礎研究、コンクリート工学年次論文集、第 32 巻、pp1577~1582, 2010