

実環境を想定した断面修復材の寸法安定性に関する研究

東急建設(株) 正会員 ○伊藤 正憲

東京大学 正会員 加藤 佳孝

東京大学 F会員 魚本 健人

1. はじめに

劣化したコンクリートの補修工法として、ポリマーセメントモルタル(以下、PCM)を使用した断面修復工法が一般的に適用されている。最近では特に、施工効率の高さから吹付け工法による施工が増えてきている。しかし、この工法は、型枠を使用しないため環境影響を施工直後から直接受けることになる。これにより早期にひび割れなどが発生し、手直しが必要となったり、そのまま放置した場合、設定した耐久性を確保できないことにもなる。本報は、実現場を想定して施工直後から乾燥条件に試験体を暴露し、その時の体積変化を連続的に測定することによって、ひび割れ対策として使用されている膨張材や収縮低減剤などの収縮補償材料の効果を検討したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

表1に使用材料を、表2に配合表を示す。対象とした配合は再乳化型粉末樹脂を使用し P/C=5%としたPCMであり、さらに膨張材、収縮低減剤を使用した配合、およびこれらを併用した配合の合計4種類とした。

2.2 養生条件

養生条件は打設直後から乾燥条件に曝される 2m/s の風環境とした。この条件は、東京都の風速の平均値および地下鉄坑内での実測値を参考に設定した。

2.3 試験体作製

試験体作製は吹付け工法(吐出量約 0.1m³/h, ノズル径 8mm)で行ったが、強度試験用のサンプルは一旦パッドに吹付けた材料を練り返して型枠に詰めた。

2.4 試験方法

圧縮強度試験は、φ50×100mmの試験体を対象とし材齢1、3、7、28日で行った。

体積変化の測定は、拘束条件を変えた2種類を設定した。図1に無拘束条件の試験体の概要を示す。この条件では、内寸180×180×20mmの亚克力製型枠を使用し、底面および側面から拘束を受けないようにした。図2に拘束条件の型枠の概要を示す。この条件では、高強度コンクリート平板を使用し、底面および側面をチップング処理し、実際の補修面凹凸を再現した。なお、対象面は事前に吸水処理してから吹付けた。また、体積変化の測定には、80×10×2mm、密度 2.2g/cm³、静弾性係数 1.2N/m²の埋込型ひずみゲージを使用し、吹付け直後からの体積変化挙動を連続的に約45日間測定した。

表1 使用材料

種類	記号	諸元
セメント	C	普通ポルトランドセメント, 密度3.15g/cm ³
ケイ砂	S	F.M=1.71, 密度2.60g/cm ³
ポリマー	P	酢酸ビニル・ベオハ・アクリル共重合樹脂
膨張材	E	エトリンガイト・石灰複合系, 密度3.1g/cm ³
収縮低減剤	SRA	ホリオキシアルキレンアルキルエーテル、無機ファイバー
混和剤	SP	ホリカルボン酸系粉末高性能減水剤
消泡剤	DA	ホリエーテル系粉末型消泡剤

表2 配合表

No	W/B (%)	P/B (%)	単位量(kg/m ³)							(B*)	
			W	C	E	P	S	SRA	SP	DA	
PM	38	5	233	614	-	-	31	1147	-	0.08	0.2
PM-S								1132	6.1		
PM-E								1147	-		
PM-ES								1131	6.1		

*B: C+E, 空気量 10%, 目標フロー値 170mm

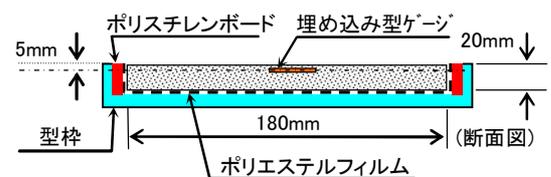


図1 体積変化試験体の概要(無拘束)

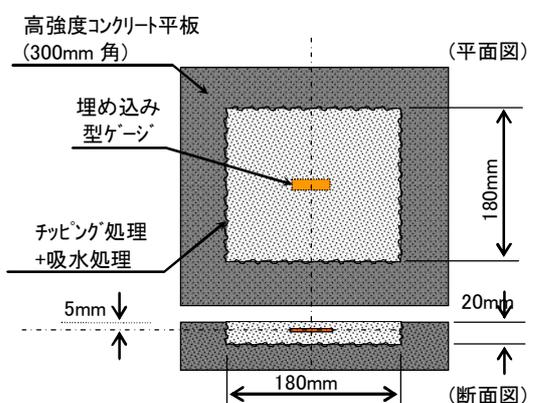


図2 体積変化試験体の概要(拘束)

キーワード：補修、ポリマーセメントモルタル、乾燥、風、膨張材、収縮低減剤
〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 TEL：03-5466-5272 FAX：03-3797-7547

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度

図3に材齢と圧縮強度の結果を示す。材齢1日の圧縮強度は膨張材を使用することにより若干大きくなり、一方、収縮低減剤を使用すると若干小さくなる傾向にあり、両者は初期のセメントの水和反応に影響しているものと考えられた。しかし、材齢28日圧縮強度は、いずれも同程度であり約 60N/mm^2 であった。

3.2 乾燥条件下における体積変化

図4に無拘束条件下での経過時間とひずみの関係を示す。なお、基点は凝結始発時間とした。PMは、打設直後からの乾燥によって水分が失われ収縮が進み約45日で 900μ の収縮ひずみが発生していた。これに収縮低減剤を添加したPM-Sは、前述のように初期のマトリックスの骨格形成が遅れたことなどが影響し若干大きな収縮ひずみが発生していた。しかし、長期的にはPMよりも収縮ひずみが抑制され収縮低減剤の効果が現れていた。また、膨張材を使用したPM-Eは、一旦収縮ひずみが大きくなるものの、数時間後には膨張材の効果により膨張側のひずみが発生していた。一方、膨張材と収縮低減剤を併用した場合であるが、初期の収縮ひずみが若干大きくなった。これは乾燥により水分が蒸発して収縮側のひずみが発生し、さらに急激な水分消費を伴う膨張材の反応により内部乾燥状態が引き起こされたためであると考えられ、これに収縮低減剤による水和遅延によりマトリックスの骨格形成が遅れたことなどが影響していたと考えられる。

図5に拘束条件下での経過時間とひずみの関係を示す。これは列車運行に支障があるためシート養生などができない地下鉄坑内などでの断面修復を想定した状況である。このような条件において収縮補償材料を添加していない場合、ひずみが大きくなり、ひび割れの発生確率が高くなると考えられる。ここで、収縮補償材料を添加することによるひずみの補償量を既往の研究¹⁾を参考にして算出した結果を図6に示す。乾燥条件下における収縮低減剤の効果は初期では期待できるが、長期的な補償は大きくない。また、膨張材単体で使用するよりも作用機構の異なる両者を併用することが最も効果的であり、膨張材を単体で添加するよりも、収縮低減剤と併用した方が約1.6倍のひずみ補償効果が期待できることが確認できた。

4. まとめ

実際の補修現場を想定した乾燥環境下において、ひび割れ抑制対策として使用される収縮補償材料の効果を確認した。その結果、このような厳しい環境でもこれらの材料はその効果が期待でき、コストの問題はあるが、これらの材料を併用することが有効であることが確認できた。

参考文献 1) 谷村他、高強度コンクリートの自己収縮応力の低減化における膨張材の効果、コンクリート工学年次論文集、Vol.25、No.1、2003

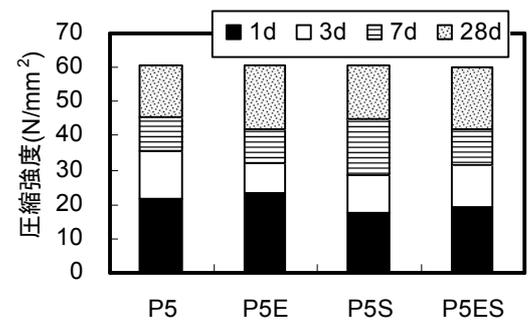


図3 材齢と圧縮強度の関係

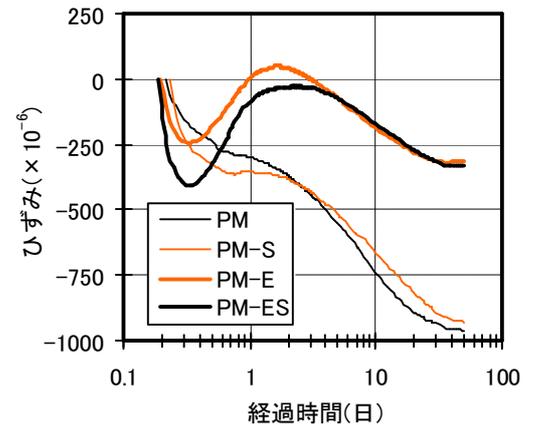


図4 経過時間とひずみの関係(無拘束)

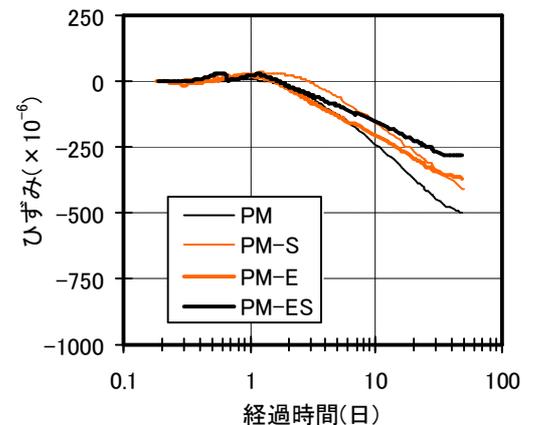


図5 経過時間とひずみの関係(拘束)

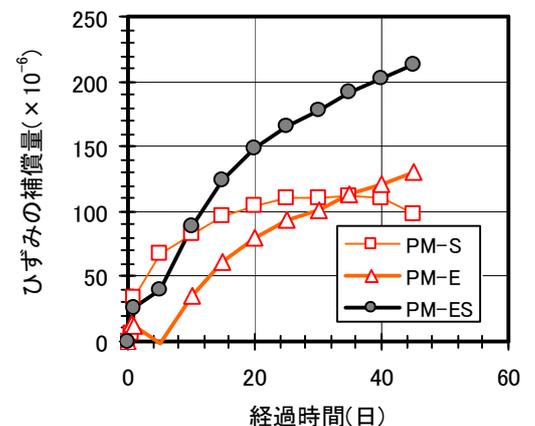


図6 経過時間とひずみ補償量の関係