

膨張性材料による可塑状注入材の収縮低減効果の検討

(株)大林組 正会員 ○上垣 義明

(株)大林組 正会員 秋好 賢治

(株)大林組 正会員 新村 亮

1. はじめに

トンネル覆工は、背面の地山と密着し、覆工全体に土圧が作用し軸力がかかることが重要である。しかし、覆工背面に空洞が生じている場合があり、トンネル補修工事において裏込め注入が行われている。近年使用される注入材として、加圧や加振によって流動する(写真-1)ことで限定注入が可能であり、湧水による材料分離抵抗性が高い可塑状注入材が挙げられるが、注入後に沈下や硬化時に収縮が発生するものがあり、地山との密着性を確保するために低収縮性が求められる。



写真-1 可塑状注入材

本報告は、可塑状注入材に膨張性材料を添加することにより、注入材の収縮を低減させる対策についての実験結果を報告するものである。

2. 実験方法

2.1 注入材のタイプと使用材料

可塑状注入材は、エア系と非エア系に大別される。本実験では、収縮が発生しやすい非エア系¹⁾のうち、特殊増粘材を使用する一液型可塑状注入材を選定した。

また、注入材のタイプとして、①レディーミクストコンクリート工場から購入したモルタルを使用するモルタルタイプと②車上プラント等で製造されるセメントミルクタイプ(以下、ミルクタイプ)の2種類の可塑状注入材の実験を行った。

表-1 使用材料

記号	種 類	産地、物性値
C	高炉セメントB種	3社混合、比重 3.04
S1	山砂	君津産、比重 2.59
S2	陸砂	児玉産、比重 2.61
V	特殊増粘材	無機系、比重 2.50
A d	遅延剤	ソイルセメント用
E X	膨張材	低添加型、比重 3.16
A L	膨張剤	発泡調整アルミニウム粉末

表-1 に使用材料を示す。特殊増粘材とは無機系材料を主成分としたものであり、膨張性材料としては、コンクリートに使用される石灰系の低添加型膨張材(JIS A 6202 適合品。以下、膨張材)とアルミニウム粉末に特殊表面加工処理を施し発泡開始時間を調整した膨張剤(以下、アルミニウム粉末)を使用した。

表-2 実験パラメータ

膨張性材料	添 加 量
膨張材	0・10・20kg/m ³
膨張剤	0・10・20・30g/m ³

2.2 実験パラメータと注入

材の配合

実験パラメータとして、膨張性材料の種類および添加量とした(表-2)。膨張材の混入量は2水準、アルミニウム粉末の添加量は3水準とした。実験に使用した注入材の配合を表-3 に示す。なお、遅延剤添加量は、セメント重量の1.0%とした。

表-3 注入材の配合(JHS 313、フロー:130±25mm)

タイプ	No.	W/B (%)	単 位 量 (kg/m ³ 、ALのみ: g/m ³)							
			W	C	S1	S2	V	A d	E X	A L
モルタル	1	346	783	225	67	158	150	C×1.0%	—	—
	2	346	783	225	67	156	150	C×1.0%	—	10
	3	346	783	225	67	156	150	C×1.0%	—	20
	4	346	783	225	67	156	150	C×1.0%	—	30
ミルク	5	309	850	275	—	—	150	C×1.0%	—	—
	6	309	850	275	—	—	150	C×1.0%	—	10
	7	309	850	275	—	—	150	C×1.0%	—	20
	8	309	850	275	—	—	150	C×1.0%	—	30
	9	309	850	275	—	—	150	C×1.0%	10	—
	10	309	850	275	—	—	150	C×1.0%	20	—

キーワード トンネル、覆工、背面空洞、可塑状注入材、収縮性、膨張剤

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティB棟 (株)大林組 生産技術本部 技術第一部 TEL03-5769-1322

3. 実験方法および結果

3.1 実験方法

可塑状注入材を製造し、 $\phi 125 \times 250\text{mm}$ の鋼製型枠に充填後、注入材上面を封緘した状態で、室温 20°C の恒温室にて養生を行った。注入材の収縮量は、注入材上面中心部をダイヤルゲージにて測定した。

3.2 実験結果

(1) 膨張材

図-1 に膨張材を使用したミルクタイプ注入材の収縮率の経時変化を示す。膨張材を添加すると、初期材齢の収縮は低減されるが、材齢の経過に伴って注入材そのものの収縮が進行し、膨張材無添加の供試体と同等以下となった。また、膨張材量の増加により、逆に収縮が大きくなる傾向が認められた。

(2) アルミニウム粉末

アルミニウム粉末を使用した注入材のモルタルタイプの収縮率の経時変化を図-2 に、ミルクタイプの収縮率の経時変化を図-3 に示す。アルミニウム粉末の増加に伴って、初期材齢における膨張率が增加するが、そのピークはモルタルタイプの方が高く、材齢経過後の残留膨張率もモルタルタイプの方が大きい。これは、モルタルタイプの注入材には、細骨材が混入されているため、潜在的に収縮が小さいことによるものと考えられる。

4. まとめ

可塑状注入材に膨張性材料を添加した場合の収縮低減効果を確認した。以下に、本実験から得られた知見を述べる。

- ・非エア系可塑状注入材に石灰系膨張材を混入しても、通常の使用範囲内では収縮低減効果は認められなかった。
- ・アルミニウム粉末を添加すると、初期材齢に膨張が確認され、添加量を適切に定めることにより、注入材の収縮量を自在に調整することが可能である。

今後の課題として、アルミニウム粉末の温度依存性の確認が挙げられる。

参考文献

- 1) 大嶋ら「トンネル覆工背面空洞に用いる注入材の材料特性について」土木学会第 56 回年次学術講演会、V-115

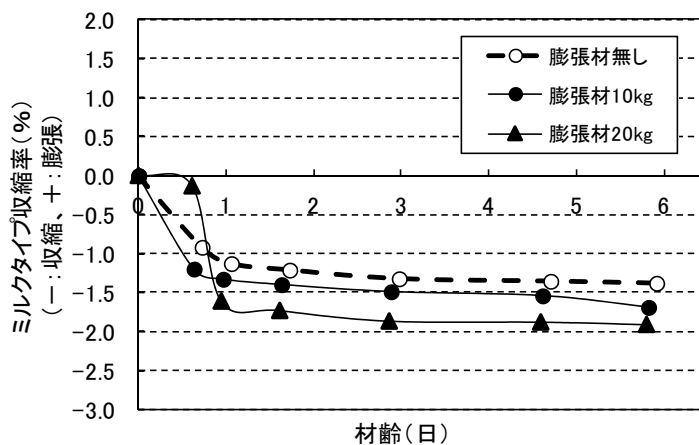


図-1 収縮率の経時変化(ミルクタイプ、膨張材)

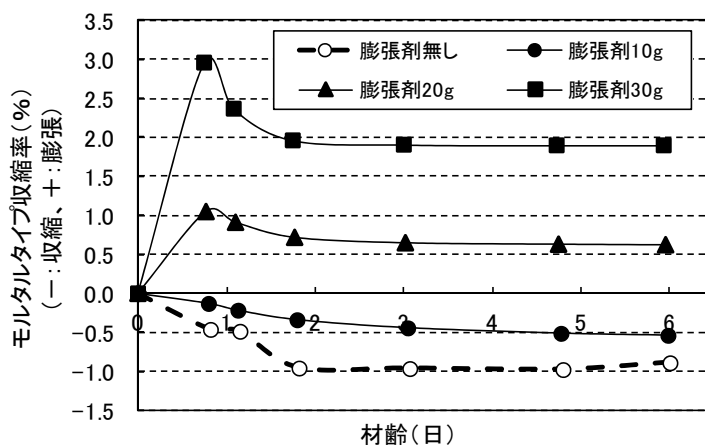


図-2 収縮率の経時変化(モルタルタイプ、膨張剤)

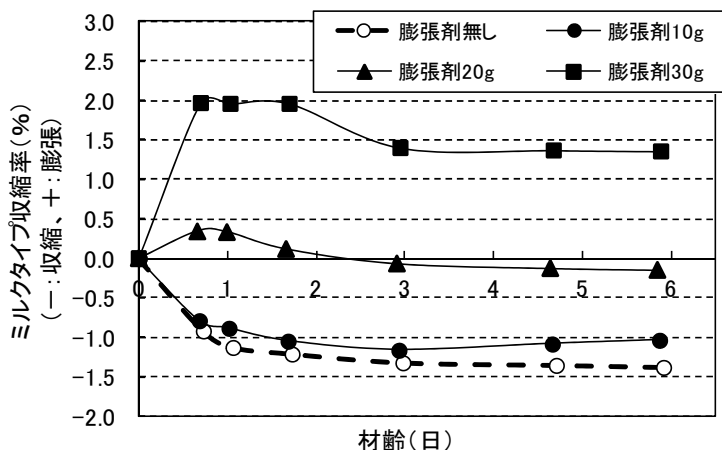


図-3 収縮率の経時変化(ミルクタイプ、膨張剤)