

都市鉄道トンネルへの適用を目指した吹付け型断面修復材の水分逸散性

飛島建設（株） 正会員 ○金子 泰明
デンカ（株） 山岸 隆典

正会員 平間 昭信 正会員 川端 康夫
正会員 佐々木 崇 正会員 荒木 昭俊

1. はじめに

断面修復工法には、吹付け工法、左官工法、グラウト工法などがあり、吹付けによる断面修復工法は施工能力が高く、効率的に施工が可能であるため、規模の大きい断面修復に有効である。

なお、都市鉄道トンネルでの断面修復工事は、電車が運行していない夜間での作業となるため、施工時間が短く、1回の施工で80～100mmの厚さを急速施工する必要がある。また、施工直後に電車が通過することから、極若材齢時に電車通過時の風や振動に耐え、潜在的な損傷が生じないように、早期の強度発現性が求められる。さらに、初期の水分逸散が断面修復モルタルの長期的な品質を左右するため、初期養生が重要とされるが、都市鉄道トンネルでの養生は困難である。

これらの課題に対し、短時間での強度発現が期待でき、施工表面を左官仕上げできる時間も確保した湿式吹付け工法を開発し、展開している¹⁾。本稿では、急硬性モルタルをポンプ圧送し、さらに硬化促進剤を吹付けノズルの先端で添加したモルタル（以下、急硬モルタル）の強度発現性、風環境下での水分蒸発量について評価した結果について報告する。

2. 急硬モルタル吹付けシステムの概要

急硬モルタル吹付けシステムは、カルシウムアルミネートを主成分とした急硬材を添加したモルタルを、現場にて練り混ぜて吹き付ける断面修復工法である。急硬モルタル吹付けシステムの概要を図-1に示す。圧縮空気を用いてミスト化した硬化促進剤と、ポンプで圧送されたモルタルを、ノズル近傍にて混合して吹き付ける。モルタルが瞬時に可塑化することで、1度の吹付けで100mm以上の施工厚さを確保できる。

3. 試験概要

急硬モルタルの急硬性および水分逸散性を把握することを目的として、圧縮強度試験、凝結試験、風環境下での水分蒸発量測定を実施した。また、比較として、断面修復に用いられるポリマーセメントモルタル（以下、PCM）に対しても同様の試験を実施した。

3.1 練り混ぜおよび吹付け概要

練り混ぜと吹付けは20℃環境で実施し、試験に使用した試験体は型枠に吹き付けることで作製した。急硬モルタルに関しては、冬期での使用を想定し、養生温度を10℃とした場合での圧縮強度および凝結試験も併せて実施した。冬期での使用を想定した試験も、練り混ぜおよび吹付けは20℃環境で実施した。圧縮強度試験には40×40×160mmの試験体を、凝結試験には100×100×100mmの試験体を用いた。

3.2 風環境下での水分蒸発量測定

風環境下での水分蒸発量測定は、既往の研究²⁾を参考にして実施した。測定の概要を図-2に示す。試験では、140×110×30mmのステンレス製の型枠を使用し、試験体の一面からの水分蒸発量を経時的に測定した。急硬モルタル吹付けシステムでは、有機—無機複合型ポリマーを主成分とした水性養生剤を標準的に塗布するため、吹付け完了から20分後に塗布し、その40分間後に試験を開始した。養生剤の塗布および試験の開始時間は、実際の施工を想定して設定した。PCMには養生剤を塗布せず、急硬モルタルと同様に吹付け完了から60分後に試験を開始した。

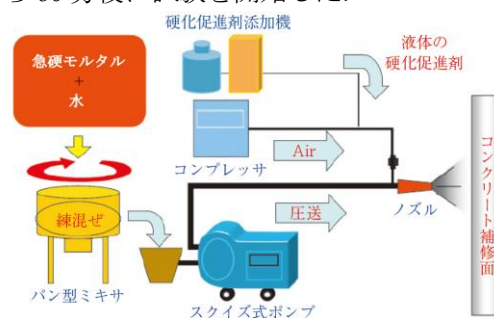


図-1 急硬モルタル吹付けシステムの概要¹⁾

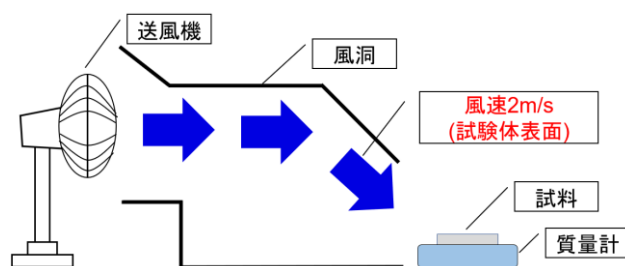


図-2 水分蒸発量測定の概要²⁾

キーワード：断面修復，ポリマーセメントモルタル，補修材料

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 TEL04-7198-7577 Email:yasuaki_kaneko@tobishima.co.jp

4. 試験結果

4.1 圧縮強度試験

図-3 に圧縮強度試験の結果を示す。材齢 24 時間の圧縮強度は、PCM が 9.0N/mm^2 、 10°C 養生の急硬モルタルでは 17.8N/mm^2 、 20°C 養生の急硬モルタルでは 27.0N/mm^2 であり、急硬モルタルは PCM よりも強度発現が早いことが確認された。急硬モルタルの材齢 24 時間後の圧縮強度は、 10°C 養生の方が 10N/mm^2 程度小さくなったが、7 日強度は養生温度によらず同程度となった。

4.2 凝結試験

図-4 に凝結試験の結果を示す。PCM は 240 分で始発、420 分で終結となった。 10°C 養生の急硬モルタルでは 12 分程度で始発となり、 20°C 養生の急硬モルタルでは 7 分で始発強度を超えていた。触診では、吹付けから 13 分経過するまでは、どちらの養生温度でも左官仕上げが可能であった。左官仕上げが可能な時間は、養生温度によらず同程度であったことから、練上がり温度に対する依存性が高いと考えられる。

4.3 水分蒸発量測定結果

図-5 に水分蒸発量測定結果を示す。試験開始から 24 時間経過時点での、PCM の質量減少量が 1.86kg/m^2 であるのに対し、急硬モルタルは 0.24kg/m^2 であった。このことから、PCM と比較して、急硬モルタルは水分蒸発量が著しく小さいことが分かる。急硬モルタルは初期の強度発現性に優れており、試験開始時にはある程度硬化が進んでいるため、水分蒸発量が小さくなったと考えられる。このことから、急硬モルタルは施工終了後から数時間、電車通過時の風による水分蒸発量は小さく、収縮ひび割れの抑制に対して有効である。

5. まとめ

急硬モルタルの基本性状について評価した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 10°C 、 20°C の環境下で養生しても、材齢 6 時間で 6N/mm^2 を満足する強度発現性を有する。
- (2) 養生温度に関わらず、左官仕上げが可能な時間は 13 分程度であり、左官仕上げが可能な時間は材料温度や練り混ぜ温度に依存する。
- (3) 早期に強度が発現するため、風による水分蒸発量が著しく小さい。

参考文献

- (1) 平間昭信, 福井賢一郎, 川端康夫, 山岸隆典: 都市鉄道のカルバートトンネルを対象とした断面

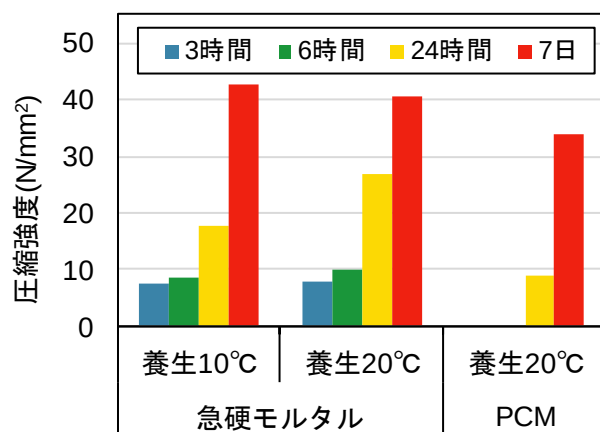


図-3 圧縮強度試験結果

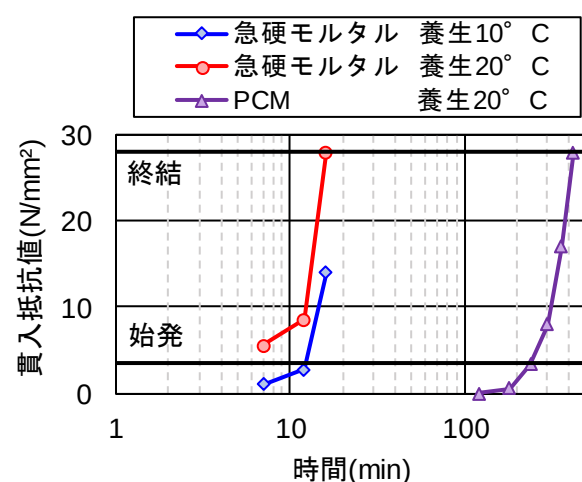


図-4 凝結試験結果

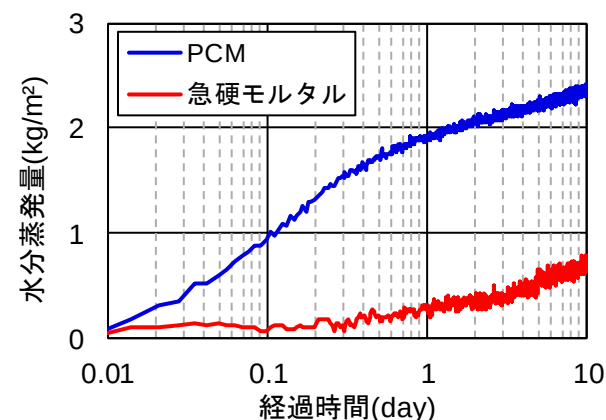


図-5 水分蒸発量測定結果

修復工法の開発と発展, テクニカルレポート, コンクリート工学, Vol.54, No.2, pp.149-155, 2016.2

- (2) 伊藤正憲, 魚本健人: 風環境下における吹付け補修材料の評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.1, pp.1609-1614, 2005