

液体急結剤を用いた吹付けモルタルの湧水対策に関する検討

ポゾリスソリューションズ(株) 正会員 ○高森 秀 正会員 長澤 智也
中澤 友秀 中川裕美子
正会員 馬場 勇介

1. はじめに

山岳トンネルの標準工法である NATM の吹付けコンクリートでは、これまで主にセメント鉱物系の粉体急結剤が使用されてきた。しかし、2018 年の厚生労働省による従来の粉体急結剤成分の劇物指定や、現場での粉じん目標濃度レベルの引下げなど、その取巻く環境は大きく変化している。また、吹付けコンクリートの施工においても、今後ますます省力化、省人化、合理化の流れが加速するものと予想され、センサ等の誤動作を防止する観点からも、急結剤にはノイズとなる粉じんをより少なくできることが求められている。こうした中、より安全でかつ吹付け時に粉じんが発生しにくく、さらに SDGs の観点からははね返りの発生量が少なく廃棄物の削減に大きく貢献するアルカリフリー液体急結剤に期待が寄せられている。

しかし一方で、液体急結剤は従来の粉体急結剤と反応メカニズムが異なることから、湧水箇所（滴水程度）への吹付けの際、十分な付着性が確保できるかどうか懸念がある。そこで、本稿では液体急結剤を用いた系の湧水（滴水）への抵抗性を明らかにすることを目的に、模擬的に再現した湧水環境下でのモルタル吹付け試験を行った。またその結果より、液体急結剤を用いた場合の湧水箇所への吹付け時の配合面における対策について考察した。

2. 試験概要

使用材料として、モルタルの製造には普通ポルトランドセメント、大井川水系陸砂（表乾密度： $2.58\text{g}/\text{cm}^3$ 、粗粒率：2.60）および高性能減水剤を用いた。また、モルタルの吹付けには、近年新たに開発した液体急結剤（ソリューションタイプ）を用いた。配合は W/C40%（S/C：2.25）、35%（S/C：1.88）の2水準とし、また練混ぜ水の温度を調整し、モルタルの練上がり温度を 20°C とした。吹付けには別報²⁾のシステムを用いた。模擬湧水試験は、垂直面および天端面への吹付けの2水準とし、垂直面は写真-1 に示す垂直に立てかけた練り舟の上部からホースで水を流し、そこにモルタルを吹き付けた場合の付着性を目視観察した。また天端面は、写真-1 の上部に設置した木箱（寸法 $45\times 45\times 9\text{cm}$ ）の底部に直径 3mm の穴を開け、そこから流下する水を湧水に見立てた。なお、穴の数は、5 個（写真-2）および 13 個（写真-3）の2水準とするとともに、吹



写真-1 吹付け試験装置

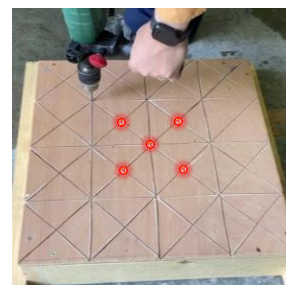


写真-2 天端吹付け面
 $\phi 3\text{mm}\times 5$ 穴

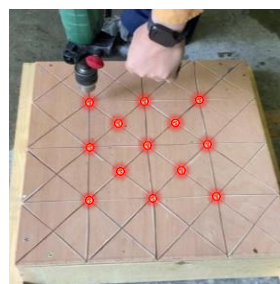


写真-3 天端吹付け面
 $\phi 3\text{mm}\times 13$ 穴

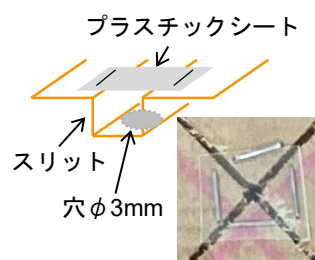


写真-4 天端吹付け面湧水穴の閉塞防止加工

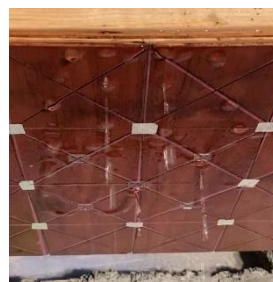


写真-5 天端模擬湧水の状況
 $\phi 3\text{mm}\times 5$ 穴

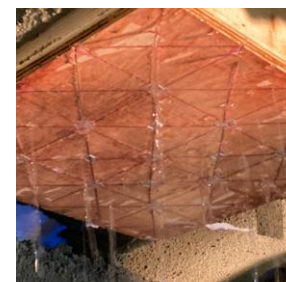


写真-6 天端模擬湧水の状況
 $\phi 3\text{mm}\times 13$ 穴

キーワード 液体急結剤、吹付けコンクリート、湧水、モルタル、凝結時間、アルカリフリー
連絡先 〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722
ポゾリスソリューションズ(株) 混和剤営業本部 UGC 営業部 TEL0467-84-9640

付け面（コンパネ裏面）にはスリットを設け水が滴るようにし、また穴がモルタルにより直接閉塞しないようプラスチックシートで加工を施した（写真-4）。天端の模擬湧水の状況を写真-5、写真-6に示す。5穴は湧水が滴るような状況であり（2.8L/min）、13穴はやや強めの雨が降るような状況であった（7.2L/min）。試験項目は、吹付け状況の目視観察および凝結試験（JIS A 1147）とした。液体急結剤の使用量はセメント質量の9-11%とし、試験環境温度は $20 \pm 2^\circ\text{C}$ とした。

3. 試験結果および考察

3. 1 垂直面への吹付け性状

予備試験として、W/C40 の条件で水を少量流した面にモルタルを吹き付けたが、水の影響はなく十分な付着性が確認された。そこで水の蛇口を全開にしたケース（26.4L/min）について試験を行った。吹き始めの状況を写真-7に、吹き終りの状況を写真-8に示すが、モルタル分の顕著な流出や浮き・剥落もなく、吹付け面との十分な付着性が確認された。

3. 2 天端面への吹付け性状

$\phi 3\text{mm} \times 5$ 穴の条件の天端面に W/C40 のモルタルを吹き付けた状況を写真-9に示す。湧水の影響はなく浮きや剥落もなく、吹付け面との十分な付着性が確認され、その吹付け厚は15cm程度であった（写真-10）。 $\phi 3\text{mm} \times 13$ 穴の湧水が多い条件に W/C40 のモルタルを吹き付けた状況を写真-11、写真-12に示す。吹付け厚が5cm程度になると、付着したモルタルが水压により膨らむように浮き、剥落を2度繰り返した。一方、W/C35 のケースでは、W/C40 と比較し湧水抵抗性が高く、15cm程度の厚みになった時点で一度剥落したものの、最終的な吹き終り時点の厚みは15cm程度であり、十分な付着性が確認された（写真-13、写真-14）。このW/Cによる湧水抵抗性の違いは、図-1に示すようにW/Cの低下により凝結が早くなることによるものであると推察された。

4. まとめ

本実験の範囲内では、液体急結剤を用いた場合、湧水への抵抗性を高めるにはW/Cを相対的に数%低下させることが有効であり、これにより凝結が早まり付着性が向上することが確認された。

参考文献

- 1) (公社) 土木学会：吹付けコンクリート指針（案）トンネル編，コンクリートライブラリー121号，pp.66-68，2005
- 2) 馬場勇介ほか：液体急結剤を用いた吹付けモルタルの凝結特性に関する検討，令和5年度土木学会全国大会第78回年次学術講演会，第V部門，2023.9（投稿中）



写真-7 垂直面吹き始め



写真-8 垂直面吹き終り



写真-9 天端 5 穴 WC40



写真-10 吹付け厚 5 穴 W/C40



写真-11 天端 13 穴 W/C40



写真-12 天端 13 穴 W/C40



写真-13 天端 13 穴 W/C35



写真-14 天端 13 穴 W/C35

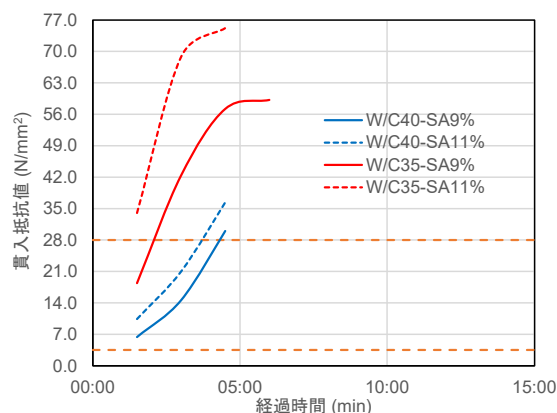


図-1 凝結時間試験結果