

吹付けコンクリートの急結作用の検討

(株)大林組 技術研究所 正会員 石関 嘉一

1. はじめに

現在、コンクリート構造物を施工する場合、熟練技術者が型枠を設置しフレッシュコンクリートを打ち込む工法が一般的である。しかし、少子高齢化や働き方改革等の影響により熟練技術の減少が予想され、熟練技術者の代替えとして、自動化による施工が考えられている。そこで、自動化が可能で型枠を省略でき、早期共用が可能な急結剤を添加した吹付けコンクリートによる構造物の施工が期待されている。急結剤を添加した吹付けコンクリートはトンネルの NATM 工法¹⁾の一環として多くの実績があり、状況に応じて多くの急結剤が開発されてきた。現行の吹付けコンクリートは支保の安定を目的にしているため、ごく初期に高い圧縮強度が求められている。しかし、今回研究目的としている吹付けコンクリートは施工後、数時間で支保を受け持つ強度物性を必要としている反面、仕上げ性能を求められ、吐出量も 3m³/h 程度と通常の吹付けコンクリートの施工条件と異なっている。そこで、新たな急結剤の検討が必要となった。

本報告は吹付け工法による構造物を構築するにあたり重要と考えるコンクリート用急結剤の性状を確認する目的で、室内試験および吹付け機を用いた吹付け試験を実施し、急結剤の諸物性を検証した。

2. 使用材料及び配合

使用材料を表-1 に示す。また、配合を表-2 に示す。室内試験は粗骨材を抜いた配合を用いて行い、急結剤も粉体急結剤と液体急結剤を用いて、No.1 および No.2 の配合で実施した。

3. 試験方法

(1) 室内試験

5L のミキサを用いてモルタルを練混ぜ後、各急結剤を添加して、貫入抵抗試験を実施した。試験は「JSCE-D 102 吹付けコンクリート用急結剤品質規格」に準拠した。

(2) 吹付け性状試験

吹付け試験は粉体急結剤、液体急結剤および混合

急結剤の 3 種類について実施した。コンクリートの圧送は空気圧送方式の吹付け機を用いた。また、急結剤添加装置は各急結剤に適合した機材を使用した。

吹付け性状の評価は技術者の目視にて実施した。技術者による目視評価は定量的な評価とほぼ一致している²⁾ことが確認されている。評価項目は「硬化性状」「粉塵」「リバウンド」「仕上げ」とし、評価を「○」「△」「×」の 3 水準に分けて、2 点、1 点、0 点とした。その合計を吹付け性状の評価点とした。

4. 試験結果

(1) 室内試験

図-1 に貫入抵抗試験結果を示す。No.1 の粉体急結剤は 1 分以内に始発強度を発現し、4 分程度で終結強度を発現している。また、No.2 の液体急結剤は 3 分で始発強度が発現し、15 分経過後も終結強度を発現していない。今回の試験では急激な急結性状を求めている。また、数時間で所定の強度発現を期待している。今回の結果から、使用した 2 種類の急結剤の長所を有している急結剤の検討を行うこととした。

表-1 使用材料

名称	記号	諸元
普通ポルトランドセメント	C	密度 3.15 g/cm ³
細骨材	S	川砂 密度 2.61 g/cm ³
粗骨材	G	6 号碎石 密度 2.68 g/cm ³
水	W	水道水
粉体急結剤	P	セメント鉱物系 密度 2.63
液体急結剤	L	水溶アルミニウム塩 密度 1.35
混合急結剤	P/L	セメント鉱物系 水溶アルミニウム混合

表-2 配合

No.	W/C (%)	s/a (%)	急結剤	単位量(kg/m ³)				C× (%)
				W	C	S	G	
1			P					7
2	50	60	L	200	400	1054	721	8
3			P/L					4/8

キーワード 吹付けコンクリート、粉体急結剤、液体急結剤、構造物、粉塵、リバウンド

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所生産技術研究部 TEL042-495-1012

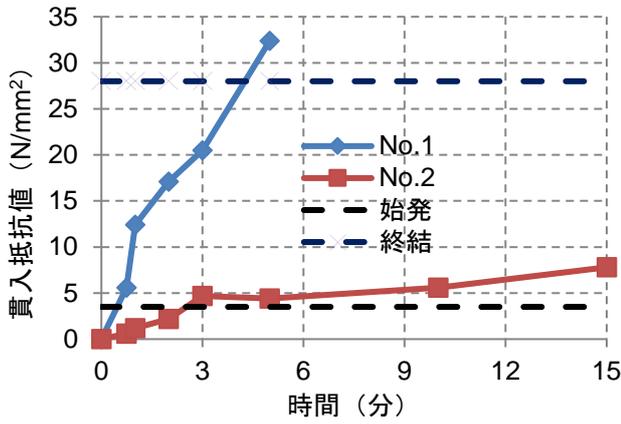


図-1 貫入抵抗試験結果

(2) 吹付性状試験

吹付性状試験では室内試験結果を踏まえて液体急結剤と粉体急結剤を混合した併用急結剤を追加した。粉塵発生状況を写真-1に示す。評価点を図-2に示す。

No1.は吹付直後の硬化性状が良好であった、しかし、粉塵、リバウンドが著しく多く、仕上げ性状が低い値であった。そのため、評価点が3点と低い評価となった。No2.は今回の試験で最高評価点が得られた。ごく初期において、コンクリート表面は硬化しないものの、はく離等が発生せず仕上げ性状が良好であった。また、粉塵やリバウンド等も少なく抑えられた。No.3はNo.1とNo.2の硬化および仕上げ性状を期待して、試験を実施したが、硬化性状は良好であったものの、仕上げがNo.1と同様に低い値となった。また、粉塵リバウンドが多い結果となった。2種類の急結剤を低吐出量で使用する場合、配管圧力や混合率を調整することが困難であると考えられる。

今後はこれらの評価をふまえて、新たな急結剤や配管、機材の検討を行う。

5. まとめ

今回の検討の結果、以下の知見が得られた。

- ① 室内試験で、粉体急結剤はごく初期で終結強度を発現する。しかし、液体急結剤は著しく遅い。
- ② 液体急結剤は硬化性状が低いものの、仕上げ性状が良好で、粉塵リバウンドが少なくなった。
- ③ 混合急結剤の評価点は低い結果となった。低吐出量での配管圧力や混合バランスの調整が困難であると考えられる。

参考文献

1) 土木学会：コンクリートライブラリー吹付けコンクリート指針（案）【トンネル編】，2005年7月



写真-1 粉塵発生況

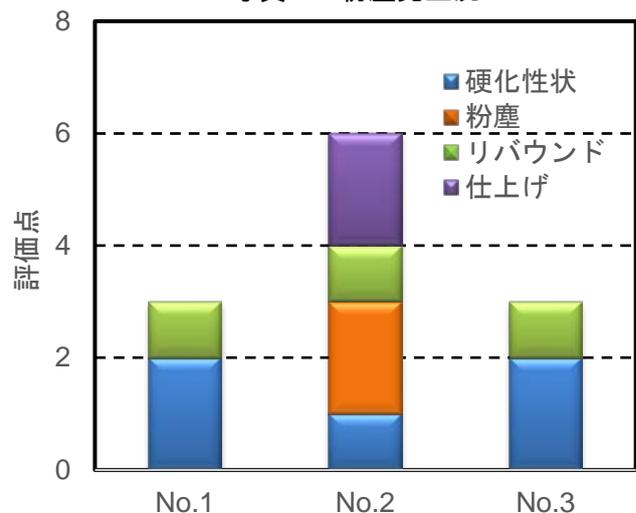


図-2 吹付状態の評価点

2) 杉山律ほか：吹付けコンクリートの圧送性状に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21，No.2，1999年7月，pp.1357-1362