

VI-129

吹付けコンクリートに添加した混和材の効果

前田建設工業(株) 技術研究所○正会員 赤坂 雄司

同 上 北陸支店 “ 中村 敏夫

同 上 中部支店 “ 上馬場 靖

1. はじめに

今日、トンネル施工は、山岳、都市を問わず、NATMが標準工法となった。NATMの重要な支保部材である吹付けコンクリートは、湿式方式が80%を占めると言われているが、粉じんやリバウンドの問題は依然として残されたままである。

今回、基本配合のコンクリートに混和材や粉じん低減剤を添加した湿式吹付け材料に関して、フレッシュコンクリートの性状を把握するとともに、粉じん濃度、およびリバウンド率の低減効果等について吹付け試験を実施し、良好な結果が得られたのでここに報告する。

2. 吹付け試験の概要

吹付け試験は、延長30m、直径11mの2車線道路トンネルの上半断面(断面積47.5m²)を想定した模擬トンネルを構築して実施した。その構造は、コンクリートの基礎床にH-200×200の鋼製支保工を1mピッチにタイロッドで連結して、外側は溝型鋼

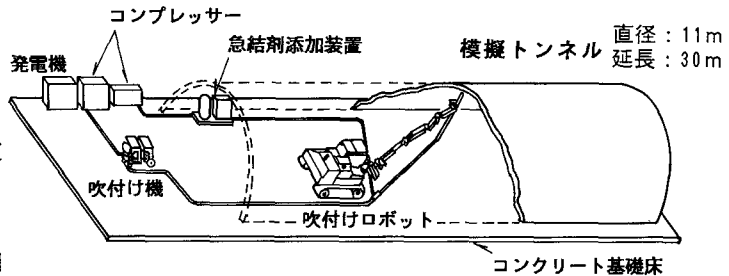


図-1 吹付け要領

で補強し、キーストンプレータを貼り付けたものである。なお、キーストンプレータ内側には、溶接金網を取付け、5～10cmの仮吹付けを行って模擬トンネルを構築した。

吹付けは、ロータリーエア圧送式の吹付け機とクローラ搭載型の吹付けロボット、および粉末急結剤添加装置を用いて行い、吹付けコンクリートは、試験場に近い生コン工場(JIS認定)から供給を受けた。

表-1 配合

3. 混和材および粉じん低減剤

混和材は、入手が容易でコンクリート用混和材として比較的一般に使われるもの、および最近注目されているシリカヒュームを用いた。また、粉じん低減剤は、入手が容易なものの中から、粉じんおよびリバウンド率低減効果が良好で、練りませ特性にも優れたものを選定して使用した。

吹付け試験を実施したコンクリートの基本配合を次に示す。

なお、混和材(剤)の添加は、生コンプラントにおいて、骨材の計量ホッパーに所定量を投入して行った。

また、急結剤はD社製のものを使用し、添加量はC×7%とした。

G _{max} (mm)	W/C (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)			
			C	W	混和材	N
13	59.5	62	360	214	※	0.36
備 考			N: 粉じん低減剤 ※混和材は骨材に換算、添加量はC×5～10%			

表-2 使用した混和材

	比 重	粒径(D ₅₀)	備 考
シリカヒューム Si	2.20	52.3 μm	
石 粉 Ca	2.70	2.81 μm	※
高炉スラグ Sl	2.91	19.1 μm	
フライアッシュ F	2.24	19.1 μm	
記 事	粉じん低減剤(N)の主成分: 水溶性セルロースエーテル ※炭酸カルシウム微粉		

4. 試験ケースおよび結果

主な測定項目は、粉じん濃度とリバウンド率とした。その他にフレッシュコンクリートの性状、圧送の容易さや付着性等についても調査した。なお、吹付け時は模擬トンネル両端の出入口をシートで閉塞し、無換気の状態とした。

粉じん濃度の測定は、デジタル粉じん計、およびローボリュームサンプラーを用い、吹付け位置から5m離れ、基礎床から1.5mの高さの位置で行った。また、リバウンド率の測定は、吹付け終了後、根足部に溜まった材料と、基礎床のリバウンド材を人力とミニバックホーで掻き集めて重量を測定して算出した。

試験ケース、および試験結果を次に示す。

混和材を添加したケースのうち、シリカヒュームはセメント量Cの5%、その他は10%を添加し、粉じん低減剤と組み合わせたケースでは、混和材単体で添加した時に最も粉じん、リバウンド低減効果が認められた高炉スラグ（添加量は $C \times 5\%$ ）を用いた。

フレッシュコンクリートの性状は、粉じん低減剤を添加したケース、およびシリカヒュームを添加したケースで粘性が高く、フライアッシュを添加したケースではサラッとした状態であった。その他は適度に粘性を持ち、良好であった。また、圧送の容易さは、シリカヒュームを添加したケースでマテリアルホースの脈動が目立つ程度であり、他はどのケースも良好で、特に問題となることはなかった。

粉じん濃度は、低減剤単体の添加によりプレーンの約1/4、各混和材単体の添加によりプレーンの1/2～2/3であり、混和材の効果も認められるが低減剤が支配的であった。また、リバウンド率は、低減剤単体で使用した場合はプレーンの0.82になり、高炉スラグと組み合わせると相乗効果により0.74まで低減でき、ここでも粉じん低減剤の効果が大きいことがわかった。

表-3 試験結果一覧表

	フレッシュ状態	圧送の容易さ	付着性	粉じん濃度 (mg/m ³)	リバウンド率 (%)
プレーン	適度に粘性有り	○	△	21.0	26.4
N	粘性あり	○	◎	4.8	21.6
Si 5 [※]	粘性あり	△	◎	8.4	23.5
Ca 10 [※]	若干粘性あり	○	◎	10.3	23.3
Sl 10 [※]	若干粘性あり	○	○	10.6	22.8
F 10 [※]	サラッとした状態	○	△	13.5	25.2
N+S 5 [※]	粘性あり	○	◎	4.5	19.5
摘 要	コンクリートの性状 スランプ: 12~16cm 空気量: 2~5% 温度: 12~18°C 低減剤の添加量 C×7% 1回の吹付け量 2m ³ /回 ※添加量C×%				

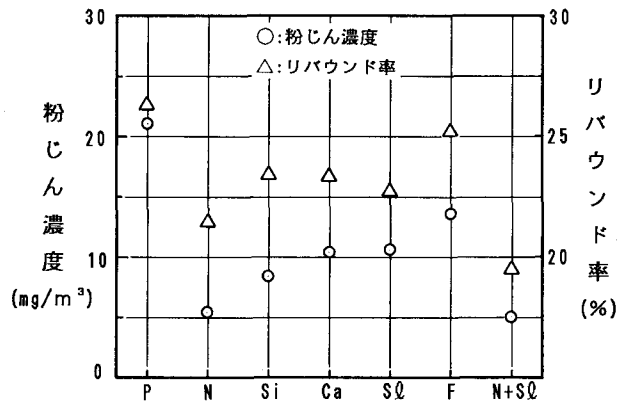


図-2 粉じん濃度およびリバウンド率

5. まとめ

今回は、基本配合のコンクリートに種々の混和材を添加し、種類の違いによるコンクリート性状や施工性の相違、粉じん濃度やリバウンド率の違いを調べたが、5～10%の混和材の添加により、比較的大きな差となって現れた。また、今回選定したスランプ低下を生じにくい粉じん低減剤を用い、高炉スラグのような混和材を添加することにより、施工性に優れた低粉じん、低リバウンドを実現できる吹付け材料とすることが可能であることがわかった。

今後は、これら混和材を添加した吹付け材料の耐久性について研究を進めて行く予定であるが、機会があれば、現場への適用を図って行きたいと考えている。