

III-B 68 分割練混ぜ方法で製造された吹付けコンクリートの高品質化

日本鉄道建設公団 正会員 北川修三 日本鉄道建設公団 正会員 末永充弘
 日本鉄道建設公団 正会員 北川博通 ㈱フジタ 正会員 伊藤祐二
 ㈱フジタ 正会員 広畑義和 ㈱フジタ 正会員 上松瀬義人

1. はじめに

筆者らは、吹付けコンクリートの施工性と品質の改善を目的として、種々の現場施工実験を行った。空気圧送方式による実験研究の結果、コンクリートの細骨材の微粒分(0.15mm以下)含有量の増加、シリカフェュームの添加および減水剤の使用によって、施工に適した軟度・流動性を確保しつつ、フレッシュコンクリートの粘性を有効に活用することで、リバウンドおよび粉じんの低減、実吹付け量の向上が可能であることを確認している¹⁾。今回、分割練混ぜ方法で製造された吹付けコンクリートの施工性と品質の改善効果を確認するための現場施工実験を行ったので、これを報告する。

2. 実験概要

実験は金田一トンネル(北)で実施し、コンクリートの練混ぜ方法は分割練混ぜ、吹付け方法は湿式、圧送方式はポンプ圧送とした。実験は配合で3ケースに分け、各ケース2回ずつ実施した。また、コンクリートの吹付け試験は切羽地山状況により、一次吹付けが終了した箇所において実施した。表

表-1 実験ケース

ケース	種 別
1	現行配合
2	現行配合+微粒分 15%
3	現行配合+微粒分 15%+シリカフェューム5%

1に実験ケースを示す。微粒分の調整は、実験ケースで必要とする微粒分量と細骨材が含有する微粒分量との差分を炭酸カルシウムで細骨材と置換した。粉じんの測定は、光散乱式デジタル粉じん計を用い、吹付け開始5分後から2回、吹付け位置から5m、15m、25m離れた左右2測点、合計6測点で行い、測定値の幾何平均を求め粉じん濃度とした。トンネル内の風速・風量による粉じん量の変化が生じないようにするために、

表-2 使用材料

材 料	特 徴
セメント	普通ポルトランド [®] , 比重:3.16, 比表面積:3260cm ² /g
細骨材	川砂, 比重:2.61, 粗粒率:2.58
粗骨材	川砂利, 比重:2.52, 粗粒率:5.33, 最大寸法:10mm
微粒分	炭酸カルシウム, 比重:2.71, 327M, 比表面積:3630cm ² /g
シリカフェューム	比重:2.25, 比表面積:18.5×10 ⁴ cm ² /g
急結剤	セメント鉱物系, 比重:2.68
減水剤	ポリカルボキシルエーテル誘導体系

吹付け試験開始5分前から試験終了まで送風を停止した。リバウンド率は、1回あたりの吹付け量を1m³として上部にコンクリートを吹付け、発生

表-3 吹付けコンクリートの基本配合

スランプ ¹⁾ の範囲 (cm)	水セメント比 ²⁾ (%)	細骨材率 ³⁾ (%)	単位セメント量 (kg/m ³)	混和材料			
				急結剤 (C×%)	シリカフェューム ²⁾ (C×%)	微粒分 ³⁾ (S×%)	減水剤 (C×%)
6~8	60~65.8	60	360	7	0.5	2, 15	軟度調整

*1: ケース1=65.8%、ケース2, 3=60%、*2: 外割添加、*3: 細骨材微粒分量2%

したリバウンド材の重量を測定して求めた。強度試験は材齢3時間、24時間の若材齢強度(プルアウト試験)と、材齢7日、28日、91日の長期材齢強度(コアおよび管理供試体を使用)に分けて行った。なお、コンクリートの吹付け量は10m³/hr、急結剤添加率はセメント量の7%を目標とした。表-2に使用材料を、表-3に吹付けコンクリートの基本配合を示す。

表-4 粉体表面積

ケース	粉体表面積
1	1.17×10 ⁹ cm ² /m ³
2	1.66×10 ⁹ cm ² /m ³
3	4.99×10 ⁹ cm ² /m ³

本実験では、ケースによって微粒分やシリカフェュームが吹付けコンクリートに用いられ、これらが施工性に影響すると考えられる。そこで、0.15mm以下の粒子は全て「粉体」と考えて、コンクリート1m³中の粉体表面積を算出した。表-4に粉体表面積の算出結果を示す。

3. 実験結果および考察

コンクリートの品質は全ケースとも目標範囲内で、切羽におけるコンクリートのスランプは6~8cm、空気量は2.9~3.9%、コンクリート温度は17~20.5℃(坑内気温:14~18℃)であった。

図-1に平均リバウンド率を、図-2に平均粉じん濃度を示す。各ケースにおける平均リバウンド率を比べると、ケース2および3の場合にはケース1の場合の60%程度となっており、微粒分をコンクリートに混入したことによる粘性の増大が、リバウンドを減少させるのに効果的なことを示している。

一方、粉じん濃度についてはケース3の場合にはケース1および2の場合の70%程度であり、粉じんを低減するにはシリカフェームの添加が効果的なことを示している。また、粉じん濃度は3ケースとも一般の場合に比べて低い、これはコンクリートを分割練混ぜ方法で製造していることによると考えられる。

図-3に粉体表面積と吸水率の関係を示す。粉体表面積の増大とともにコア供試体の吸水率は低下しており、微粒分の混入やシリカフェームの添加によって硬化体組織が緻密化している。このことがコンクリートの高品質化に大きく寄与していると考えられる。

図-4および5に各ケースにおけるコンクリートの圧縮強度を示す。材齢にかかわらず微粒分の混入やシリカフェームの添加による強度増進効果が表れている。特に24時間強度の場合にその傾向が著しく、ケース2および3の場合にはケース1の場合の約2倍であった。また、コアと管理供試体強度を比較すると、材齢28日における強度比は0.6~0.7(図-5参照)と、一般に言われている範囲を示した。

4. おわりに

分割練混ぜ方法で製造された吹付けコンクリートにおいて、微粒分の混入やシリカフェームの添加により施工性と品質が改善されることを確認した。今後は、施工管理も含め吹付けコンクリートの粘性に関する検討が必要と考えている。

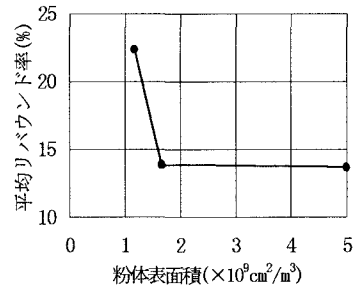


図-1 平均リバウンド率

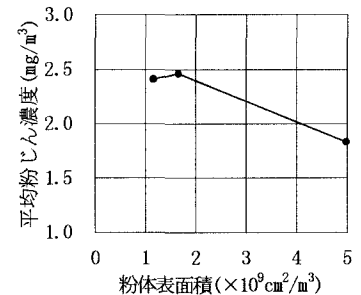


図-2 平均粉じん濃度

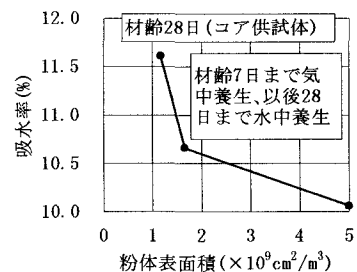


図-3 粉体表面積と吸水率の関係

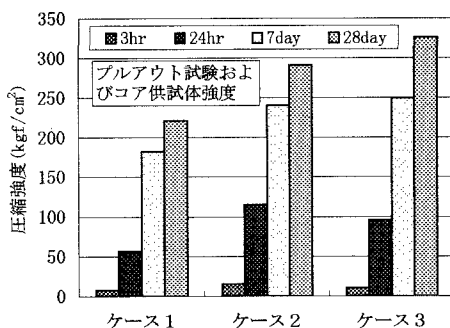


図-4 吹付けコンクリートの圧縮強度

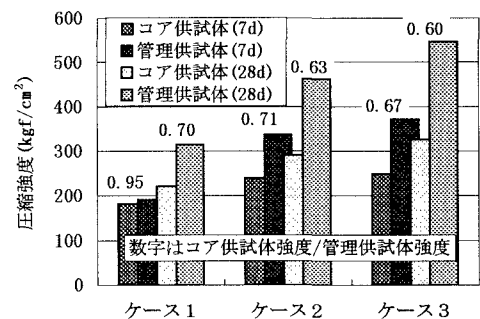


図-5 コアと管理供試体強度の比較

<参考文献> 1)例えば、鬼頭誠ほか：微粒分を混入した吹付けコンクリートの施工特性，土木学会トンネル工学研究発表会論文報告集，第5巻，pp. 63~70，1995