

Ⅲ-553

微粒分を混入した吹付けコンクリートの高品質化

日本鉄道建設公団 正員 末 永 充 弘
 日本鉄道建設公団 正員 登 坂 敏 雄
 日本鉄道建設公団 正員 舩 本 海洋治
 ○佐藤工業株式会社 正員 伊 藤 伸一郎
 佐藤工業株式会社 橋 本 進

1. はじめに

筆者らは、北陸新幹線五里ヶ峯トンネルにおいて実施した吹付けコンクリートの現場施工実験の結果より、細骨材に含まれる微粒分(0.15mm以下)の量がコンクリートの粘性増加に影響し、リバウンド率および粉じん発生量の低減に寄与できると考えた。

今回の実験はこれらの結果を踏まえ、細骨材微粒分の量が吹付けコンクリートの施工性および品質に及ぼす効果を検証することを目的として、以下に示す項目について現場施工試験を実施した。

- ①0.15mm以下の微粒分量とリバウンド、粉じん発生量との関係
- ②0.15mm以下の微粒分量と強度（若材齢および長期強度）との関係
- ③口元混合装置の施工性改善および強度増進効果の検証

2. 実験の概要

実験は北陸新幹線新倶利伽羅トンネル（東）で実施し、吹付け方式は湿式とした。現場施工実験に先立ち、微粒分量とコンクリートの粘性把握およびコンクリートの粘性を考慮した適応スランプを決定するために室内試験を実施した。コンクリートの配合は、現場配合と室内試験の結果をもとに表-1に示す配合を決定し基本配合とした。また、今回の実験に使用した材料を表-2に吹付け条件を表-3に示す。なお、細骨材微粒分量の調整は、ベース細骨材と各試験での必要微粒分量との差を炭酸カルシウムで置換した。粉じん測定は、光散乱式デジタル粉じん計を使用し、吹付け開始5分後から原則として2回、吹付け位置より5m、15m、25m離れた2測点、合計6測点で行い、その測定値の幾何平均を求め粉じん濃度とした。リバウンド測定は、1スパンの鋼製支保工の建込みが完了した後に、1ケース当たりの吹付け量を1㎡として左肩部にコンクリートを吹付け、発生したリバウンドを測定した。また、強度試験は、材令3hr、24hrの若材齢強度と、7日、28日、91日の長期材齢強度について行った。若材齢強度はブルアウト試験、長期材齢強度は側壁より採取したコアとプラントにて採取した管理供試体の一軸圧縮強度試験を行った。

表-2 使用材料

材 料	種 類
セメント	普通ポルトランドセメント
細 骨 材	田窪 砂 比重:2.54 F.M.:2.92
粗 骨 材	田窪 砂(Gmax=10) 比重:2.62 F.M.:6.21
細骨材微粒分	炭酸カルシウム 325M
急 結 剤	デンカナトミック
シリカフューム	エルケム マイクロシリカ ミックスタイト(920相当品)
高性能AE減水剤	ポゾリス NT-1000
空気導入剤	ポゾリス No.775S

表-1 基本配合

スランプ (cm)	セメント (kg)	細骨材最大寸法 (mm)	セメント比 (%)	細骨材率 (%)	急結剤添加率 (%)
14~16	360	10	55	60	7.0

表-3 吹付け条件

設 定 吹 付 け 量	10 ㎡/hr
吹 付 け 厚	平均 15 cm
地山との吹付け距離	約 2 m
細 骨 材 微 粒 分 量	5.5, 15, 20 %
シリカフューム添加量	0, 5 %

3. 実験結果と考察

図-1に細骨材微粒分量とリバウンド率との関係を示す。図よりシリカフュームを添加しない吹付けコンクリートの場合には、細骨材微粒分量が5.5%から15%に増加すると、リバウンド率は平均27%から23%程度に減少した。また、細骨材微粒分量を20%とした場合には、リバウンド率は24%となり再び増加傾向を示した。一方、シリカフュームを添加した吹付けコンクリートの場合には、細骨材微粒分量の増減に関わらず、平均19%程度まで低下した。このことから、シリカフュームを添加することによるリバウンドの低減効果は、細骨材微粒分による効果よりさらに大きいといえる。

図-2に細骨材微粒分量と粉じん発生量との関係を示す。図より細骨材微粒分量が増加すると粉じん濃度は減少する傾向にあり、しかもシリカフュームを添加することにより30~40%の大幅な減少が認められる。これは、細骨材微粒分量とシリカフュームによる粘性増加によるものと考えられる。五里ヶ峯トンネルでの現場施工実験結果との比較では、粉じん発生量の絶対値が大きい。これは施工断面が、新倶利伽羅トンネル

は五里ヶ峯トンネルの1/2程度であり、送風量が小さいためであると考えられる。発生総粉じん量、送風量とも同一であると考え、五里ヶ峯トンネルでの換気状態に換算した新俱利伽羅トンネルの単位換気量あたりの粉じん量は概ね計測値の1/2程度となる。したがって、細骨材微粒分量が五里ヶ峯トンネルと同様に15%程度になると粉じん発生量の低減に効果があるものと考えられる。

図-3に細骨材微粒分量と強度との関係を示す。図より材齢3時間において、細骨材微粒分の増加による強度の増進が認められ、シリカフュームを添加することでより効果があった。さらに、材齢28日までの長期材齢においても同様の傾向が見られる。

図-4～5は口元混合装置の有無（シリカフューム0、5%）によるリバウンド率および粉じん発生量を比較したものである。リバウンド率については、口元混合装置の効果が認められ、とくにシリカフュームを添加しない場合には前述した限界値付近まで低下しており、その効果が大きいことがわかる。粉じん発生量についてはシリカフュームを添加した場合のみに口元混合装置の効果が認められた。これらの効果は、シリカフュームを添加することによるコンクリートの粘性増加、流動性の向上に起因するところが大きいものと考えられる。

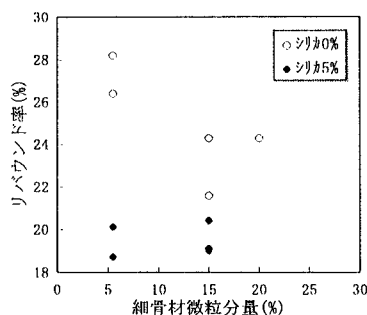


図-1 細骨材微粒分量とリバウンド率との関係

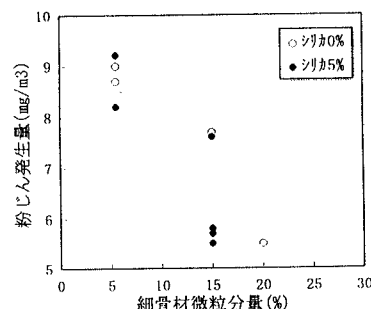


図-2 細骨材微粒分量と粉じん発生量との関係

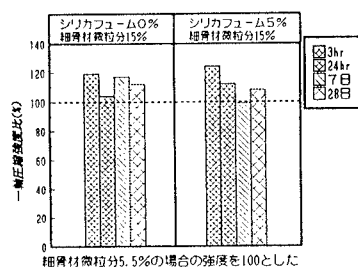


図-3 細骨材微粒分量と一軸圧縮強度との関係

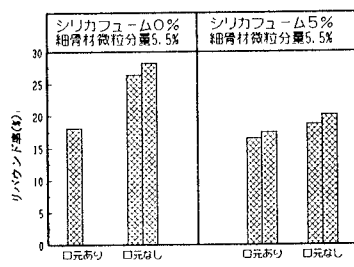


図-4 口元混合装置の有無とリバウンド率との関係

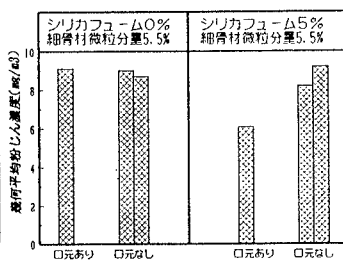


図-5 口元混合装置の有無と粉じん発生量との関係

4. まとめ

- ① 細骨材微粒分量が5.5%から15%に増加するとリバウンドは減少傾向にある。
- ② 粉じん発生量は、細骨材微粒分量が増加することにより減少する。特にシリカフュームを添加することによりその効果は顕著である。
- ③ シリカフュームを添加した場合にはこれまでの実績と同様に強度が増進し、細骨材微粒分量を増加することによりさらなる強度増進効果が得られた。
- ④ 口元混合装置を用いた場合、シリカフュームを添加しないコンクリートでリバウンドの低減の効果が大きかった。
- ⑤ 細骨材微粒分量を15%としシリカフュームを添加した吹付けコンクリートにより施工性の改善が図れ、単位時間あたりの実吹付け量が増加することによる経済性の向上も期待できる。

謝辞

今回の実験を行うに当たり、ご協力いただきました電気化学工業(株)、(株)島崎製作所の方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 鬼頭、末永、弘中、伊藤：シリカフュームを添加した吹付けコンクリートの性能、「シリカフュームを用いたコンクリート」に関するシンポジウム講演論文報告集，pp145-152，1993
- 2) 鬼頭、末永、登坂、弘中、吉永：シリカフュームを添加した吹付けコンクリートの施工性改善について，土木学会第49回年次学術講演会概要集第3部，pp1146-pp1147，1994
- 3) 末永、登坂、小池、伊藤、小早川：シリカフュームを添加した吹付けコンクリートの施工実験，土木学会第49回年次学術講演会概要集第3部，pp1148-pp1149，1994
- 4) 鬼頭、末永、登坂、弘中、吉永：吹付けコンクリートの施工性および品質特性の向上を目指した配合の提案，土木学会トンネル工学研究発表会論文報告集第4巻，pp395-400，1994