

III-290 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

日本鉄道建設公団 正会員 鬼頭 誠
 日本鉄道建設公団 正会員 末永充弘
 日本鉄道建設公団 種池信好
 佐藤工業株式会社 正会員 弘中義昭

1. はじめに

コンクリートの強度増進あるいは耐久性の向上を目的として、シリカフュームを添加した場所打ちコンクリートが提案され、利用例も増加しつつある。一方、トンネル工法のNATMへの移行に伴い、吹付けコンクリートの施工性および品質の向上についての要求が高まるとともに、永久覆工や補修工への展開を前提とした高品質吹付けコンクリートの開発が望まれている¹⁾。こうした現状の中で、吹付けコンクリートにシリカフュームを添加し、その高品質化を図ることがヨーロッパを中心に研究されているが²⁾、我が国においてはこの種の吹付けコンクリートに関する特性は明らかにされていない。この様な現状に鑑み、筆者らは吹付けコンクリートの高品質化を目的としてシリカフュームを添加した吹付けコンクリートの現場施工実験を実施した。本報告はこのうち、従来の吹付けコンクリートにシリカフュームを添加した場合の、施工性(リバウンド量、粉塵発生量)および圧縮強度について報告するものである。

2. 実験概要

施工実験は北陸新幹線・加越トンネル本坑の上部半断面において実施した。切羽の地質は泥岩と凝灰岩の互層で湧水の発生はなかった。吹付け方式は湿式とし、吹付け機械の配置は図-1に示すとおりとした。実験では、コンクリートの配合条件は事前調査に基づき従来の配合を基本としてシリカフュームの添加量および急結剤添加率を変化させた。

測定項目はリバウンド測定、粉じん測定および圧縮強度試験である。実験に用いたコンクリートの基本配合および実験ケースを表-1、表-2にそれぞれ示す。

測定および圧縮強度試験供試体作成用の吹付けは、上部半断面1スパン進行分の吹付け作業時に実施した。

粉じん測定は光散乱式デジタル粉じん計を使用して吹付け作業開始から5分毎に2回、吹付けノズルより5m、15m、25m離れた各2測点、合計6測点で行った。

リバウンド測定は1ケースあたりの吹付け量を1 m³、吹付け厚さ10cmとしてスプリングより天端までの片側断面にコンクリートを吹付け、この時に発生したリバウンドの重量を測定した。また、圧縮強度試験は材令3hr、24hrの若材令と7日、28日、91日の長期材令において実施し、若材令ではプルアウト試験、長期材令では側壁部より採取したコア供試体により圧縮強度試験を行った。なお、長期材令については管理供試体についても圧縮強度試験を実施した。

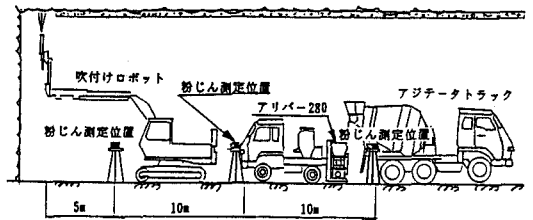


図-1 吹付け機械の配置

表-1 基本配合

スタンプ	粗骨材 最大寸 法	水セメ ント比	細骨材 率	水	セメン ト	急結剤	シリカ フュー ム	減水剤
(cm)	(mm)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(%)	(%)	(cc)
8±2.5	10	55	60	198	360	7	0	0

シリカフューム: SiO₂: 90%以上 急結剤: セメント系

表-2 試験ケース一覧表

N O	セメン ト用 (kg)	シリカフュー ム (kg)	急 結 剤 (%)	備 考
1	360	0	7	
2	"	5	7	
3	"	5	4	
4	"	10	7	
5	"	10	4	
6	"	5	7	引張強度: 15N
7	"	5	4	引張強度: 15N

1ケース: 1.2m×4 スパン

3. 実験結果と考察

(1) リバウンド発生量

図-2にシリカフェームの添加率とリバウンド率との関係を示す。図よりシリカフェームを添加することによりリバウンド率が減少することが分かる。シリカフェームを添加しない場合、リバウンド率は約30%であるのに対し、シリカフェームを添加した場合は20%前後と大きく低減した。

(2) 粉じん発生量

図-3にシリカフェームの添加率と平均粉じん濃度との関係を示す。図よりプレーンコンクリートの場合粉じん発生量は約5 mg/m³、シリカフェームを添加した場合は約9 mg/m³を示し、シリカフェームを添加することで粉じんの発生量は増加する傾向を示した。一方、粉じん低減剤を添加した場合は約2.5 mg/m³に低下した。

次に図-4にスランプと平均粉じん濃度との関係を示す。これによるとスランプが大きくなると平均粉じん濃度は小さくなる傾向がある。したがって、シリカフェームを添加した場合には急結剤との混合を良くするため大きめのスランプを採用する必要があるものと考えられる。これはシリカフェームを添加することでコンクリートの粘性が増すため、現状の急結剤混合方式ではコンクリートとの混合が十分でないこと、また、粘性の増加で圧送負荷が増し、ホースラインの脈動が発生して急結剤だけが分離放出されること等によるものと考えられる。

(3) 圧縮強度

図-5にシリカフェームの添加率と圧縮強度との関係を示す。これより材令3hrではプルーアウト試験値にバラツキが多く、シリカフェームの添加による明確な効果は認められなかった。また、材令24hrではシリカフェームの添加により強度の増加が認められ、最終的に材令91日では、シリカフェーム5%添加の場合プレーンの約20%、10%添加の場合約25%の強度増加を示した。

4. まとめ

シリカフェームを5~10%添加することにより、リバウンド率はプレーンコンクリートに比較し20~30%減少した。粉じん発生量はスランプ、急結剤添加量の影響も受けるため、今回の実験では単にシリカフェームを添加するだけでは減少しなかった。

強度はプレーンコンクリートに比べ20~30%の強度増加が認められ、リバウンド率の低下と併せシリカフェームの有用性を確認できた。

今後の課題としては、リバウンド試験、強度試験の深度化、粉じんの低減を念頭においたシリカフェーム添加吹付けコンクリートの最適スランプの追求、急結剤とコンクリートとの最適混合方式の検討等が必要であると考えている。

[参考文献]1)佐伯,上條,高津「亀裂性岩盤における永久覆工としてのNATM」トンネルと地下, Vol. 16, NO. 3, 1985, 2)Morgan, Neill, "EVALUATION OF SILICA FUME SHOTCRETE" INTERNATIONAL WORKSHOP ON SILICA FUME IN CONCRETE, MONTREAL 5. 1987

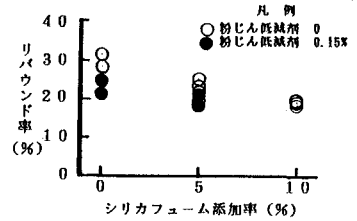


図-2 シリカフェーム添加率とリバウンド率との関係

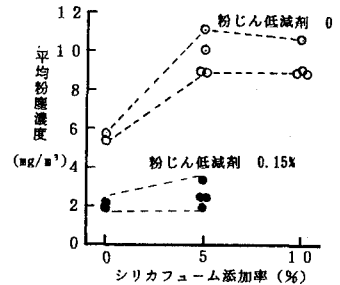


図-3 シリカフェーム添加率と平均粉じん濃度との関係

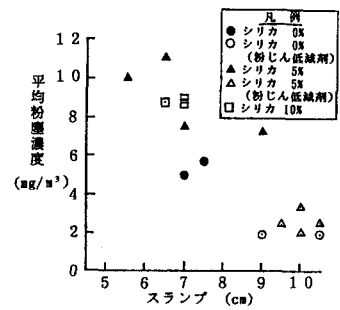


図-4 スランプと平均粉じん濃度との関係

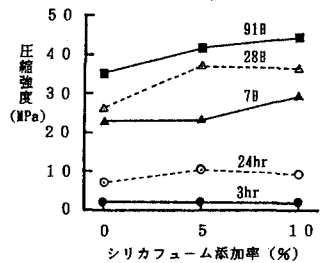


図-5 シリカフェーム添加率と圧縮強度との関係