

III-579

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 小 池 弘 昭
 ○ 佐藤工業株式会社 正員 伊 藤 伸一郎
 佐藤工業株式会社 小早川 忠 行

1. はじめに

筆者等は、吹付けコンクリートの施工性の改善および耐久性の向上を目的として、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てきた。この結果、吹付けコンクリートにシリカフュームを添加することにより、強度が増加し、リバウンドが低減できることが判明した。また、粉じん発生量およびリバウンド率にスランプが影響していることが判明した。そこで筆者等は、これらの知見の検証を目的として現場施工実験を実施し、スランプの範囲を変化させて、粉じん発生量、リバウンド率、一軸圧縮強度の比較を行った。また、一般に吹付けられたコンクリートの強度は管理供試体の強度に比べ低くなる傾向にあることから、吹付けられたコンクリートの強度増加の試みとして、湿潤養生による強度増進の可能性を検証した。これらの結果、シリカフュームを添加した吹付けコンクリートには、リバウンドを低減できるスランプ領域が広く存在し、吹付けコンクリートを湿潤養生することにより強度の増進が図れ、将来的には高強度吹付けコンクリートへの適用が可能である、などの結果を得た。また、急結剤混合装置を用いて、コンクリートと急結剤の混合効率を向上させることにより、初期強度の増加につながることも判明した。

2. 実験の概要

実験は北陸新幹線五里ヶ峯トンネル（上田工区）で実施した。吹付け方式は現場の施工に合わせ湿式とした。コンクリートの配合は、表-1に示す配合を基本配合として、表-2に示すようにスランプの範囲を3通りに変化させた。検証項目は、シリカフュームの添加の有無による粉じん発生量、リバウンド率、一軸圧縮強度である。なお、実験ケース3、4においては7日間の湿潤養生（散水養生）を行い、湿潤養生を行うことが吹付けコンクリートの強度に与える効果についての検証もあわせて行った。また、シリカフュームを添加したコンクリートと急結剤の混合効率を向上させるために図-1に示す、新開発の吹付けノズル（急結剤混合装置）の性能確認実験を行った。

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、その平均値を求め粉じん濃度とした。リバウンド測定は、地山の状態が良くなかったため、1スパンの一次吹付けを行い、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 m^3 として右肩部にコンクリートを吹付け、発生したリバウンド率を測定した。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分けて行った。

表-1 基本配合

スランプ (cm)	セメント (kg)	粗骨材最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	急結剤添加率 (%)
8±2.5	360	10	60	60	7.0

若材齢強度はプルアウト試験、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により実施した。

表-2 試験ケース一覧

No.	シリカフューム添加率 (%)	急結剤添加率 (%)	ス ラ ン プ (cm)
1	0	7.0	8~10
2	5	"	"
3	0	7.0	12~14
4	5	"	"
5	0	7.0	16~18
6	5	"	"

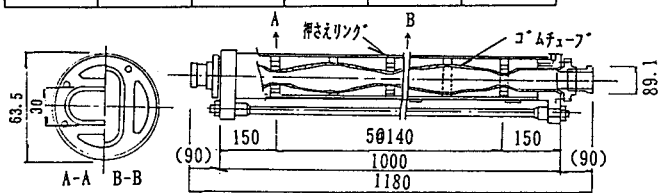


図-1 急結剤混合装置

3. 実験結果と考察

図-2にスランプ値と粉じん発生量との関係を示す。図よりシリカフュームを添加した吹付けコンクリートでは、スランプ値が大きくなると、粉じん濃度は減少する傾向にある。しかし、プレーンのコンクリートではスランプ値の変化に対し、幾分増加の傾向にある。これは、コンクリートの粘性の違いによるものと思われる。つまり、プレーンコンクリートの場合は、スランプの増加によりコンクリートの粘性が低下し、コンクリートと急結剤の接着力が低下して、急結剤が粉じんとなり易くなる。一方シリカフュームを添加した

コンクリートの場合は、スランプが低いレベルでは粘性が強すぎ急結剤との混合が不十分となるが、スランプが増大することによって混合に適した粘性となるためであろう。図-3にスランプ値とリバウンドの関係を示す。図よりスランプ値が8~10cmおよび16~18cmの範囲でシリカフュームを添加した効果が認められる。特に、スランプ値を16~18cmと大きくすると、ブレンコンクリートではリバウンド率が40%近くまで増大するのに比べ、シリカフュームを添加した場合には大きな変動がない。このことから、シリカフュームを添加することによりリバウンド率を抑制できるスランプ領域が広く存在すると思われる。また、今回の実験においては、粉じん発生量、リバウンド率とも極めて従来の結果に比べて低いレベルであった。これは、五里ヶ峯トンネルで使用されている細骨材の微粒分が多く、コンクリートの粘性が高くなったことも一因であると思われる。図-4に養生条件と強度の関係を示す。図より、湿潤養生した吹付けコンクリートは、材齢7日においては、シリカフュームの添加の有無に関わらず、管理供試体との強度比で20以上増加した。また、シリカフュームを添加した場合には強度比は106となり、管理供試体と同等となった。このことより、シリカフュームを添加し湿潤養生することで、吹付けコンクリートの強度が向上するといえる。図-5に急結剤混合装置の装着の有無による初期強度の比較を示す。図より装置を装着した場合の強度が装着しない場合の強度の2倍程度となった。これは、混合装置によりコンクリートと急結剤の混合が良くなり初期強度の増加につながったためであると考えられる。

4.まとめ

- ①シリカフュームを添加した吹付けコンクリートには、リバウンドを抑制できるスランプ領域が、ブレンコンクリートに比べ広く存在する。
- ②シリカフュームを添加した吹付けコンクリートでは、スランプが大きくなると粉じん発生量がブレンコンクリートに比べ減少する傾向にある。
- ③吹付けコンクリートを湿潤養生することにより、強度が増進し、シリカフュームを添加した場合には管理供試体強度と同等となる。
- ④急結剤混合装置を用いて吹付けた場合、コンクリートと急結剤の混合効率が良くなり、初期強度の増加につながった。

参考文献

- 1) 末永, 羽根, 久渡, 藤本: 耐久性に富む高強度吹付けコンクリートの施工(北陸新幹線加越トンネル), トンネルと地下, Vol. 22, №12, pp15-23, 1991
- 2) 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集, pp145-152, 1993
- 3) 伊東, 岩屋, 坂下, 石橋: シリカフュームを混入した吹付けコンクリートの性質 その1 施工性と品質について, 土木学会第46回年次学術講演会要集第5部, pp152-153, 1991
- 4) 弘中, 岩屋, 伊東, 石橋: シリカフュームを混入した吹付けコンクリートの性質 その2 圧縮強度および凍結融解抵抗性について, 土木学会第46回年次学術講演会要集第5部, pp154-155, 1991

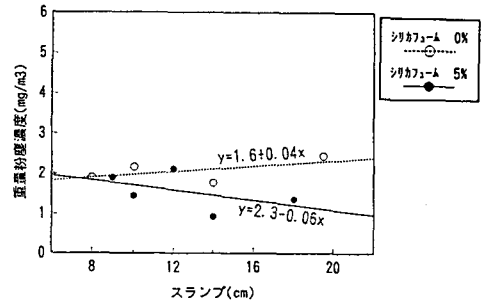


図-2 粉じんとスランプの関係

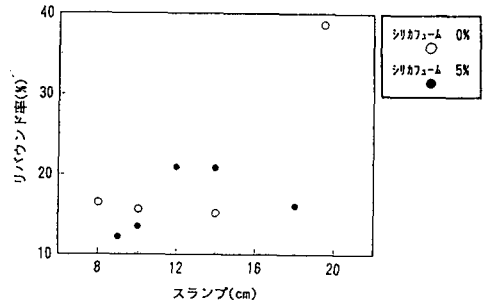


図-3 リバウンド率とスランプの関係

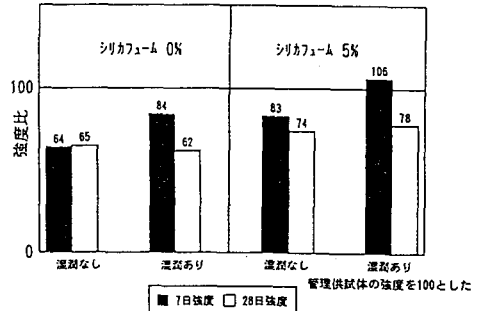


図-4 養生条件と強度の関係

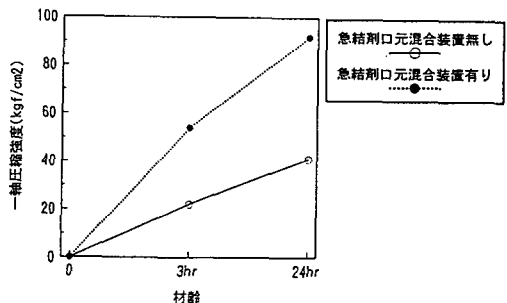


図-5 急結剤混合装置の効果の比較