

シリカフュームスラリーの後添加方法に関する基礎的検討

(株) 福田組 正会員 ○井貝 武史
新潟大学 正会員 佐伯 竜彦
新潟大学 正会員 斎藤 豪
デンカ (株) 正会員 宮口 克一

1. はじめに

高炉セメント B 種にシリカフュームを混和した 3 成分系結合材を用いることにより、コンクリートの塩分浸透抵抗性が大きく向上すること¹⁾が報告されており、塩害劣化の激しい地域ではその普及が望まれている。しかしながら、昨今の経済状況からレディーミクストコンクリート工場に新たにシリカフューム添加設備を増設することは困難であり、普及に向けた大きな課題となっている。そこで、筆者らはアジテータ車へシリカフュームスラリーを後添加する方法の検討を行っている。

本検討では、シリカフュームスラリーを後添加した場合の基礎的性状の把握を目的に各種検討を行った。

2. 実験概要

2. 1 使用材料・配合

結合材は研究用普通ポルトランドセメント、高炉スラグ微粉末およびシリカフュームの 3 種類を用いた。細骨材は ISO 標準砂を用いた。練混ぜ水はイオン交換水を用いた。混和剤は用いていない。

配合は、セメントペースト供試体およびモルタル供試体ともに水結合材比 45%とし、混和材置換率(質量比)は、高炉スラグ微粉末 40%およびシリカフューム 3%とした。モルタル供試体の骨材体積率は 50%とした。

圧縮強度試験に用いる供試体は $\phi 50 \times 100 \text{mm}$ の円柱供試体とした。空隙径分布および粉末 X 線回折(XRD)測定のための試料は、スチロール棒瓶に打設した。硬化体材齢 3 日において脱型した後、湿布に包みポリ塩化ビニル袋内に密封し、20℃恒温槽内において材齢 28 日まで養生を行った。

2. 2 練混ぜ方法

以下の 2 方法の比較を行った。

① 予め粉末シリカフュームを他の結合材と混ぜ合わせ

た後、注水・練混ぜを行う方法(以下、粉末混合)。

② スラリー分の単位水量を除いて練混ぜたベースモルタル(ペースト)にシリカフュームスラリーを後添加する方法(以下、後添加法)。

練混ぜは、JIS R5201 に準拠した。後添加法では、ベースモルタル練混ぜ後 10 分間静置し、スラリーを添加後、低速(自転: 毎分 140 ± 5 回転、公転: 62 ± 5 回転)にて 1 分間練混ぜを行った。

なお、シリカフュームスラリーは事前試験結果より、シリカフューム/水比(SF/W)を 1.0 とした。スラリーは、粉末シリカフュームと水をモルタルミキサー(低速)にて 10 分間攪拌混合したものを用いた。

2. 3 試験方法

スラリー性状試験(事前試験)として、流動性確認のため B 型粘度計を用いてスラリーの粘度の測定を行った。また、材料均一性確認のため固形分率の測定を行った。SF/W を 0.5~1.5 とし、各計測を行った。

セメントペースト供試体を用いて、粉末 X 線回折(XRD)による鉱物組成の同定および水銀圧入法による空隙径分布の測定を行った。

モルタル供試体を用いて、フレッシュ性状確認のため、フロー値および空気量の測定を行った。また、硬化性状確認のため、圧縮強度および水銀圧入法による空隙径分布の測定を行った。

3. 実験結果および考察

3. 1 スラリー性状試験(事前試験)

図-1 に、SF/W と粘度の関係を示す。図より、両者には良好な相関関係が見られた。SF/W=1.0 を超えると粘性が高く、取扱いにくい傾向が見られた。

また、固形分率測定は全ての SF/W で JIS A 6207 (コンクリート用シリカフューム)の固形分規格値(表示値の $\pm 4\%$ 以内)を十分に満足していた。

キーワード シリカフュームスラリー、3 成分系結合材、後添加

連絡先 〒951-8668 新潟県新潟市中央区一番堀通町 3-10 (株) 福田組 TEL 025-226-6010

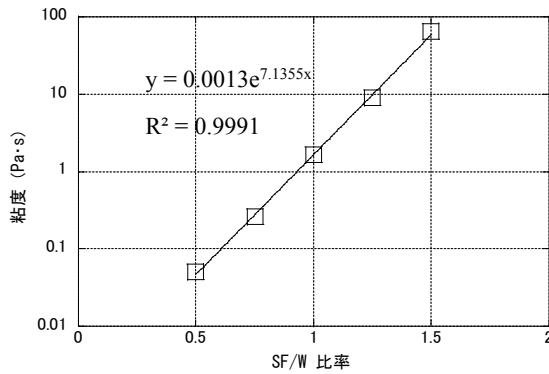


図-1 スラリーの粘度

SF/W=1.0 の場合、材料分離が少なく、流動性が確保できることから、以降のペースト試験およびモルタル試験に用いるスラリー比率を SF/W=1.0 とした。

3.2 ペースト試験

図-2 に、XRD による鉱物組成の同定結果を示す。また、図-3 に、水銀圧入法による空隙径分布測定結果を示す。各図より、練混ぜ方法の違いによる明確な違いは見られず、後添加法は粉末混合と同程度のセメント硬化体が得られると考えられる。

3.3 モルタル試験

表-1 に、フロー値、空気量および圧縮強度試験結果を示す。久田ら²⁾は、シリカフュームの練混ぜ時の形態がモルタルの圧縮強度およびフロー値に与える影響について検討しており、粉末状およびスラリー状では、同程度の圧縮強度およびフロー値となると報告している。今回の試験結果より、各測定項目において後添加法と粉末混合はほぼ同程度の値であり、スラリーを後添加した場合においても既往の報告と同様の傾向であることが確認された。

また添田ら³⁾によると、練混ぜ時間の増加に伴いコンクリートの空気量の減少傾向が報告されているが、今回の後添加法における練混ぜ時間の範囲では、空気量の差が少なく、影響は小さかったものと考えられる。

また、図-3 の細孔径分布測定結果より、モルタル試験においても、練混ぜ方法の違いによる空隙構造の明確な違いは確認されなかった。

4. まとめ

本検討の範囲で得られた結論は以下の通りである。

- 1) シリカフュームスラリーは、SF/W=1.0 程度が材料分離が少なく、流動性が良好であった。
- 2) スラリーの後添加方法は、粉末混合による練混ぜ

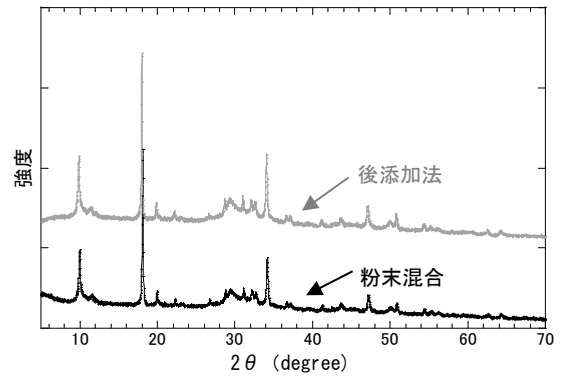


図-2 XRD パターン

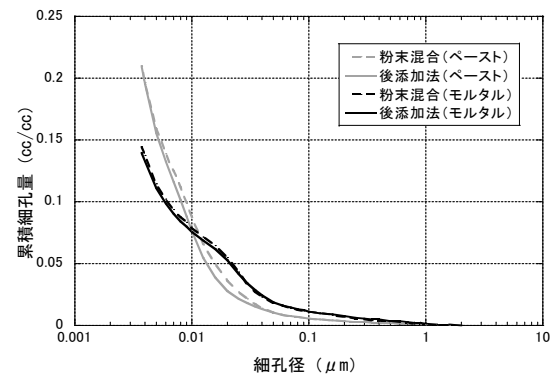


図-3 空隙径分布

表-1 モルタル試験結果

練混ぜ方法	フロー値 (mm)	空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
粉末混合	182	3.4	66.0
後添加法	180	3.6	63.0

方法とほぼ同程度の性状が得られると考えられる。

今後は、アジテータ車で練混ぜたコンクリートによる検討を行う予定である。

謝辞：本研究の一部は、(一社)北陸地域づくり協会の研究助成事業を受けたものです。

【参考文献】

- 1) 佐伯竜彦ほか:各種シリカフュームを用いたセメント系硬化体の塩分浸透抵抗性, セメント・コンクリート論文集, No.68, pp. 352-359, 2014
- 2) 久田真ほか:シリカフュームの物理化学的性質がモルタルの諸特性におよぼす影響, 土木学会第47回年次学術講演会, pp.678-679, 1992
- 3) 添田政司ほか:練混ぜ時間がシリカフュームコンクリートの耐凍害性に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.16, No.1, pp.401-406, 1994