

シリカフューム混合セメントを使用した高強度モルタルの強度特性

岩手大学大学院 学生会員 ○菊地 晃徳
 岩手大学 正会員 小山田 哲也
 岩手大学 正会員 藤原 忠司
 株式会社ピーエス三菱 穴沢 雅明

1. はじめに

シリカフュームなどのケイ酸質材料を用いた超高強度材料の開発が進み、橋梁の上部工や高層建築物に適用されている。超高強度材料は部材断面を縮小できるが、それにも増して発熱量が大きく、粘性が高くなるなど、品質管理、打設の段取りおよび養生方法などの施工管理に配慮すべき課題がある。このような特性をふまえ、超高強度材料の施工管理をより確実にし、効率的な施工を実現するためには、フルプレキャスト部材による施工が有効な方法であると考えられる。これらの観点から、筆者らは、部材接合部の目地への流し込みを想定した 150 N/mm² 級の圧縮強度が得られる無収縮モルタルの開発を目指し、その配合条件を見出した¹⁾。本研究では、上記用途モルタルの配合条件を変化させ、それらの強度発現性について検討した。

2. 実験概要

セメントには、低熱ポルトランドセメントをベースとしたシリカフューム混合セメントを使用した。細骨材は、粗粒率 2.75 に調整した絶乾状態の珪砂を使用した。混和剤にはポリカルボン酸系の高性能減水剤を用いた。無収縮性を有することが最終的な目的であるが、その前段としての基礎的な資料を得るため、本実験では膨張系の材料は使用しないこととした。

配合条件を表-1 に示す。水セメント比を 3 水準、砂セメント比 (S/C) を 4 水準に設定し、高性能減水剤でフロー値を 320 ± 30mm に調整して、実験に供した。

測定項目を表-2 に示す。使用材料の保管および練混ぜは、温度 20℃、湿度 60% の恒温恒湿室で行った。練混ぜには、ハンドミキサーを用いた。ミキサーの回転数は 1200r.p.m であり、練混ぜ時間は 3 分とした。練混ぜ後、材齢 1 日までは、同室内で湿布を用いて乾燥を防いだ。材齢 1 日以降の供試体は、所定の材齢まで 20℃ 恒温水槽内で水中養生した。強度試験の材齢は、1、28、91 および 182 日とした。

3. 実験結果および考察

S/C を 70% とし、水セメント比を変えた場合の材齢と圧縮強度との関係を図-1 に示す。いずれも材齢 28 日まで良好な強度発現性を示し、その後も材齢に伴い圧縮強度は増進し、最大 220N/mm² 程度となる。使用したセメントは、低熱ポルトランドセメントをベースとしており、長期にわたり C₂S の水化が進行しているものと考えられる。

図-2 より、引張強度は、いずれの配合も材齢 28 日までの強度

表 - 1 配合条件

W/C (%)	S/C (%)	SP添加量
21	70	フロー値 320 ± 30mm に調整
24	80	
24	90	
27	100	

表 - 2 測定項目

試験項目	規格	供試体寸法
圧縮試験	JIS A 1108	φ 5 × 10cm
割裂試験	JIS A 1113	φ 5 × 10cm
曲げ試験	JIS A 1106	4 × 4 × 16cm

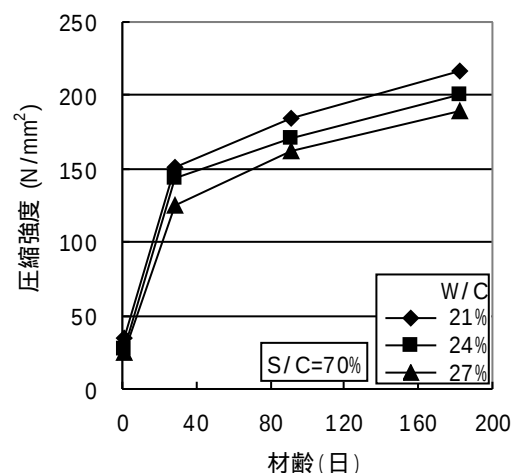


図 - 1 材齢と圧縮強度との関係

キーワード シリカフューム、高強度、モルタル、砂セメント比、遷移帯

連絡先 〒020-8551 岩手県盛岡市上田4丁目3番5号 岩手大学工学部建設環境工学科 Tel 019-621-6442

増進が著しく、それ以降の強度の伸びは緩慢になることが判る。一方、曲げ強度は、材齢 91 日まで強度の増進が認められる。

S/C を変化させた場合の圧縮強度を図-3 および図-4 に示す。いずれの材齢でも、水セメント比が小さい配合ほど圧縮強度は高くなる。S/C に着目すると、材齢 1 日の場合、細骨材量が増えるに伴い、圧縮強度はわずかに低下する傾向がある。これは、ペーストと骨材との界面に存在する遷移帯が欠陥となるため、細骨材量の多い、すなわち遷移帯の存在頻度が高い配合で強度が低くなるものと考えられる。一方、材齢 28 日以降では、いずれの水セメント比の場合にも、S/C の高い方が圧縮強度はわずかに高くなる。遷移帯はたしかに強度上の弱点となり得るが、シリカフュームを混合することで、遷移帯が補強され、強度が改善されるとの報告²⁾があり、材齢 28 日以降で、S/C が大きくても、強度が低くならないのは、その効果の現われであると解釈できる。また、ここでのペースト部分は高い強度で、骨材強度との差が小さいと推察される。差が大きい場合、モルタル強度は、先に破壊するペーストの強度に支配される。さらに、圧縮時のペーストと骨材とで弾性係数が大きく異なり、界面に生ずる応力が、強度を低める方向に作用すると考えられる。両者の強度差が小さければ、この作用が小さく、むしろペーストと骨材とは、圧縮力を分担し合う。材齢 28 日以降で、S/C の増加とともに、強度が若干増大するのは、相対的に強度の高い骨材が、圧縮力を分担するためと推察される。材齢 182 日において、水セメント比 21% のモルタル強度は、S/C にかかわらず、ほぼ一定となっており、この条件で、ペースト強度は骨材強度にほぼ等しくなっていた可能性がある。

4. おわりに

本研究では、 150N/mm^2 級の圧縮強度が得られる無収縮モルタルの開発を目指し、シリカフューム混合セメントを使用した低水セメント比のモルタルの強度発現性について検討した。その結果、材齢 28 日においては水セメント比 21% で、材齢 91 日以降では同 21%、24% および 27% で 150N/mm^2 以上の圧縮強度が得られることが判明した。さらに材齢 182 日まで圧縮強度が増進していることが明らかとなった。また、圧縮強度に及ぼす S/C の影響は材齢により異なることも判明した。現段階では、これらの強度発現性を明らかにするに止まっており、引き続き、モルタル中の空隙構造や水和生成物および遷移帯の組織観察を行い、強度発現性との関連を検討する予定である。

参考文献

- 1) 小山田哲也ほか：プレキャスト部材目地用超高強度モルタルの調合に関する検討，セメント・コンクリート論文集（セメント協会），No.58，2004
- 2) 岡村隆吉：シリカフューム，C&C エンサイクロペディア[セメント・コンクリート化学の基礎解説]（セメント協会），1999.4，pp.104-106

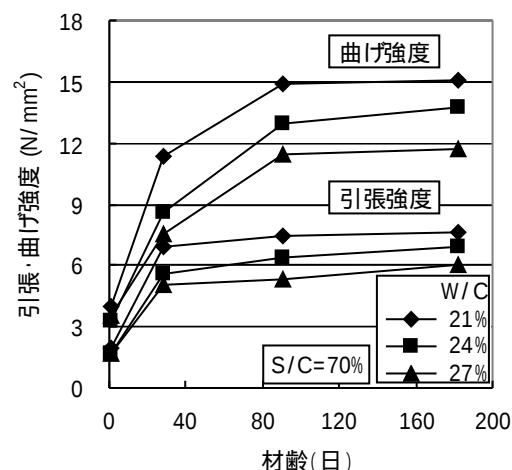


図 - 2 材齢と引張・曲げ強度との関係

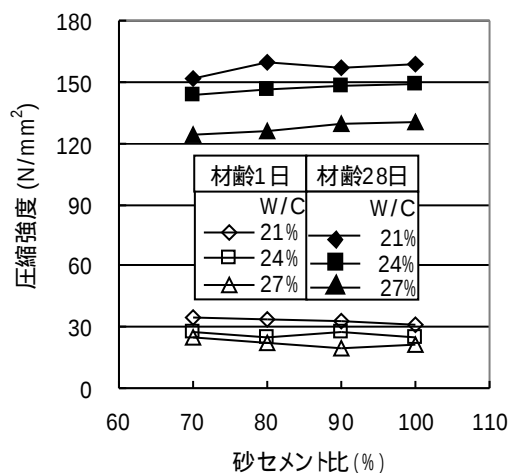


図 - 3 S/C と圧縮強度との関係

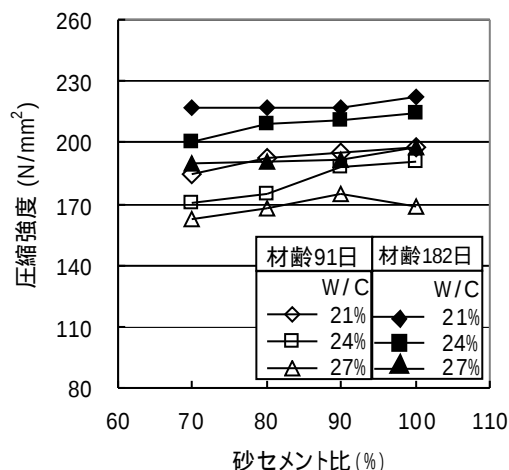


図 - 4 S/C と圧縮強度との関係