

各種混和材を混合した高強度モルタルの力学的特性

佐賀大学 大学院 学生員 〇久保 勝嗣
佐賀大学 都市工学科 正会員 伊藤 幸広
佐賀大学 都市工学科 正会員 山内 直利
佐賀大学 大学院 花野 峰志

1. まえがき

シリカフュームはコンクリートの高強度化のための混和材として多く用いられているが、コストが高いという問題がある。一方、コンクリートにけい石粉末を混合しオートクレープ養生を行うと、カルシウムシリケート水和物を生成し強度増進することが古くから知られている。けい石粉末等のシリカ質微粉末は、シリカフュームと比べ安価であり、二次製品の高強度化に有用な材料であるが、これを 100MPa を越えるような高強度コンクリートに用いた研究は比較的少ない¹⁾。

本研究では、シリカ質微粉末として石英微粉末および廃ガラス微粉末を、また、比較のためにフライアッシュおよびシリカフュームを混和材として用い、混和材の置換率および養生方法が高強度モルタルの力学的特性に及ぼす影響について検討したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料

実験で使用したセメントおよび混和材の物理的性質は、表-1 に示す通りである。廃ガラス微粉末としては、ビール瓶をボールミルによって微粉砕したものである。細骨材としては、熊本県玉名産の 5 号硅砂を用いた。使用した混和剤は、ポリカルボン酸塩系の高性能 AE 減水剤であり、比重 1.07、固形分率 30% のものである。練混ぜ水としては、上水道水を使用した。

2.2 配合

実験で検討した全ての配合において、細骨材の容積はモルタル全体の容積の 30% とし、混和剤の質量を結合材の 4% と一定とした。混和材の置換率および養生方法の違いによる影響を調べる実験(シリーズ I)では、水結合材比を 18% とし、各混和材のセメント置換率を 0、10 および 20% と変化させた。また、加熱養生の養生温度・時間の影響を調べる実験(シリーズ II)では、水結合材比を 18% とし、各混和材のセメント置換率を 10% として検討した。

2.3 養生方法

モルタルは、型枠に打設後 20℃、80%RH の恒温恒湿室内で 24 時間養生した後、80℃の温水中で 24 時間養生を行った。シリーズ I の実験においては、温水養生後の供試体について加熱養生もしくはオートクレープ養生を行った。加熱養生とは、電気炉内において所定の温度で一定時間加熱する方法である。加熱養生とオートクレープ養生を比較するため、両者とも最高温度を 180℃および養生時間(オートク

表-1 セメントおよび混和材の物理的性質

記号	項目	特性
C	セメント	比重:3.15, 比表面積:3250cm ² /g 圧縮強さ(28日):61.3N/mm ²
QP	石英微粉末	比重:2.63, 平均粒径:21.1μm SiO ₂ 含有率:99%
GP	廃ガラス微粉末	比重:2.26, 平均粒径:29.4μm SiO ₂ 含有率:69~73%*
FA	フライアッシュ	比重:2.51, 平均粒径:29.7μm SiO ₂ 含有率:約45%以上*
SF	シリカフューム	比重:2.20, 比表面積:約20m ² /g SiO ₂ 含有率:94%

*:文献より引用

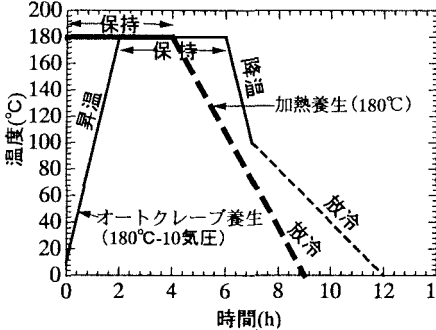


図-1 シリーズ I の養生方法

表-2 加熱養生方法(シリーズ II)

加熱温度(℃)	養生時間(h)
150	12
180	4, 8, 12, 24
200	12
240	12

レーブ養生の場合は最高温度保持時間を4時間と一定とした(図-1)。シリーズⅡで検討した加熱養生方法の種類は、表-2に示す通りである。

2.4 試験方法

曲げ強度用供試体の形状は4×4×16cmであり、JIS R 5201に準じて作製した。なお、曲げ強度試験は、スパン9cmの中央集中荷で行った。圧縮強度用供試体には、曲げ切片を用いた。

3. 実験結果および考察

図-2は、各混和材の置換率別の圧縮強度を加熱養生とオートクレーブ養生について比較したものである。フライアッシュおよびシリカフュームを置換したものについては、養生方法の違いによる圧縮強度の変化ほとんど見られないが、プレーンモルタルおよび石英微粉末、廃ガラス微粉末を置換した場合には、オートクレーブ養生よりも加熱養生を行ったものの方が大きくなっている。これは、加熱養生により反応が促進されたか、逆に、反応が進まず緻密な組織が形成されなかったため、過度の乾燥により見掛け上、圧縮強度が増加したため、のいずれかと考えられる。

図-3は、加熱養生時間を12時間とした場合の養生温度と圧縮強度の関係を示したものである。石英微粉末、廃ガラス微粉末およびフライアッシュを置換した場合には、圧縮強度に及ぼす養生温度の影響はほとんどないが、シリカフュームを置換した場合には、養生温度が240℃になると約30%強度が増進している。これは、240℃という高温で養生を行うことで、ゾノライト等の物質が形成されたことによる強度増進と考えられる。

図-4は、加熱養生を180℃とした場合の養生時間と圧縮強度との関係を示したものである。いずれの混和材を置換した場合においても養生時間が変化しても強度はさほど変化しないことがわかる。これより、加熱養生では、養生時間4時間でほぼ反応が終了しているのではないかと推察される。

4. まとめ

- (1) フライアッシュおよびシリカフュームを置換した場合には、加熱養生、オートクレーブ養生の違いによる圧縮強度の差はほとんどはないが、プレーンモルタルおよび石英微粉末、廃ガラス微粉末を置換したものについては、加熱養生を行った場合の方が強度が大きくなった。
- (2) 加熱養生を行った場合において、養生温度、養生時間の変化が強度に及ぼす影響はほとんどないが、シリカフュームを20%セメント置換し、養生温度を240℃とすると大幅な強度増進がみられた。

【参考文献】

- 1) 大濱嘉彦, 出村克宣, 林志翔: 超高強度モルタルの強度性状に及ぼす調合要因及び養生条件の影響, 第44回セメント技術大会講演集, pp.674-679, 1990.

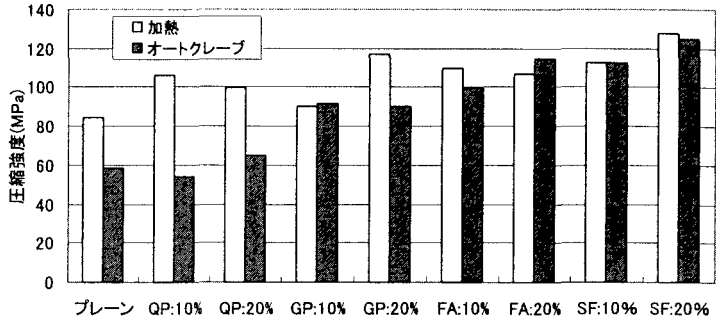


図-2 加熱養生とオートクレーブ養生との比較

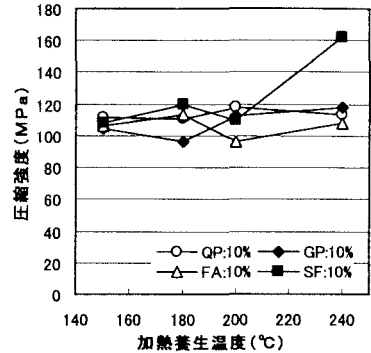


図-3 養生温度と圧縮強度の関係

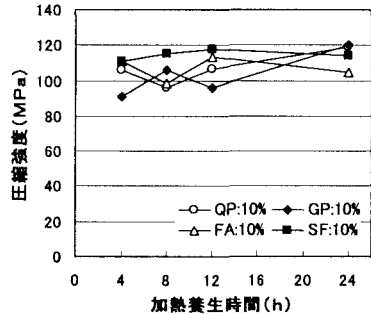


図-4 養生時間と圧縮強度の関係