

特殊シリカフュームを用いた超高強度モルタルの強度・収縮特性

太平洋マテリアル(株) 開発研究所 ○正会員 結城 渡¹⁾

太平洋マテリアル(株) 九州支店

藤井 健太郎²⁾

1. はじめに

一般的にモルタルやコンクリートを超高強度化するためには、水結合材（セメント）比の低減及びシリカフューム等を使用した水和反応形態の改善、硬化体組織の緻密化が基本的技術といえる。しかしながら、水結合材比が小さくなるほどセメントの単位使用量が増すため、自己収縮をはじめとする体積変化が大きくなり、混和材としてシリカフュームを使用することにより、さらに自己収縮量は増大することが報告されている¹⁾。超高強度モルタルやコンクリートでは、このような原因によって生じる大きな自己収縮がRC部材のせん断耐力を低下させることも指摘されている²⁾。このほかPC部材とした場合のプレストレスの減少や、打設後のひび割れの原因となることが懸念され、なるべく体積変化を抑制するための対策が必要である。

そこで前述の問題を改善すべく、筆者らは収縮を効率的に低減した圧縮強度 150N/mm²級の超高強度モルタルの開発を進めている。本研究は、超高強度モルタルを製造する場合の最適な材料組成を明らかにすることを目的とするものであり、その研究の第一段として、特殊シリカフューム（低BET比表面積）を用いた超高強度モルタルの強度発現性および収縮特性について、圧縮強度が 80N/mm²程度のモルタル（以下、PL）を比較に取り上げ、試験的に検討した結果について報告する。

2. 試験の概要

使用材料を表-1に示す。超高強度モルタルを構成する材料は、既往の研究や適用実績を考慮し、市場で入手可能な材料を選定した。

表-2には、試験に供したモルタルの配合を示す。比較用の PL は、大きな収縮性状を示すことが予想されたため、膨張材を併用して収縮低減対策を講じた。モルタルのフレッシュ性状は、自己充填性を有することを前提とし、高性能減水剤によりフローが 250±10mm（JIS R 5201に規定されるモルタルフローコーンを使用し、コーン引抜き後の広がり）になるように調整した。空気量は、空気量調整剤により表-2の範囲に調整した。PL との性状比較のため実施した試験項目は、圧縮強度および封緘状態としたモルタル供試体の収縮ひずみである。

3. 試験方法

モルタルの練混ぜ温度は 20℃とし、

表-1 超高強度モルタルの使用材料

セメント (記号：C)	普通ポルトランドセメント 密度：3.16 g/cm ³ 早強ポルトランドセメント 密度：3.14 g/cm ³
混和材 (記号：SF)	特殊シリカフューム 密度：2.20g/cm ³ SiO ₂ ：95.6% 比表面積：100000cm ² /g（BET法による測定結果）
細骨材(記号：S)	珪砂 密度：2.60g/cm ³ F.M.：2.88
混和剤(記号：SP)	ナフタレンスルホン酸塩系高性能減水剤
空気量調整剤	粉末型 アルコール系消泡剤

※セメントは、早強ポルトランドセメントおよび普通ポルトランドセメントを質量比で 50：50 の割合で混合したものを使用

表-2 モルタルの配合

配合	W/B (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)					SP C× (%)
			W	S	結合材：B			
					C	SF	Ex	
超高強度	26.7	2±1	295	860	1006	98	-	0.8
比較：PL	36.0		338	940	900	-	40	0.7

※Ex；市販コンクリート用膨張材 密度：3.20g/cm³ 粉末度：4500cm²/g

キーワード：超高強度、収縮、シリカフューム

1) 〒285-0802 千葉県佐倉市大作 2-4-2 Tel 043(498)3921 Fax 043(498)3925

2) 〒810-0001 福岡県福岡市中央区天神 4-2-31 Tel 092(781)5331 Fax 092(721)6444

容量 20L のステンレス容器に水を入れ、回転数 1300rpm, 直径 12cm ステンレス羽根のハンドミキサーを攪拌しながら試料を徐々に投入、全材料投入から 180 秒練混ぜたものを試験用試料として用いた

圧縮強度試験 ; JIS R 5201 および JSCE-F506 に従って直径 50mm, 高さ 100mm の円柱供試体を作製し、成型後 24 時間にて脱型して水中養生 (20°C) を行なった。所定材齢にて JSCE-G505 に従って圧縮強度試験を行なった。なお、試験材齢は 1 日, 7 日, 14 日, 28 日, 56 日とした。

収縮ひずみの測定 ; JIS R 5201 に従って 40×40×160mm の角柱供試体を作製し、その両端には長さ変化測定用端子を取り付けた。供試体は成型後 24 時間にて脱型して基長を測定したのち、温度 20°C, 相対湿度 60% の恒温恒湿内に保管したが、試験体は含まれた水が蒸発しないようにその表面をアルミ粘着テープで封緘した。所定材齢にて JISA 1129 に従いモルタルコンパレータを使用して収縮ひずみを測定した。

4. 試験結果

図-1 に圧縮強度の試験結果を示す。特殊シリカフュームと高性能減水剤を使用し、水結合材比を 26%程度とした超高強度モルタルは、PLに比べ全ての材齢において高い圧縮強度が得られることが確認された。長期に亘って圧縮強度の増進が認められ、材齢 56 日で 150N/mm²程度に達した。図-2 に収縮ひずみの測定結果を示す。各配合ケースとも成型後 24 時間のひずみを 0 とし、それ以降の 20°C 封緘状態における自由収縮 (膨張) ひずみを計測している。いずれの配合においても、材齢 28 日程度まで収縮傾向が続き、その後 300×10⁻⁶前後で横ばいになる結果となった。収縮低減対策を講じたPLと特殊シリカフュームを用いた超高強度モルタル間での差異は小さく、本検討で用いた超高強度モルタルの配合において、特殊シリカフュームを用いることで、膨張材による収縮低減対策を講じなくとも、収縮ひずみが 300×10⁻⁶程度に抑制された圧縮強度 150N/mm²級の超高強度モルタルが実現できた。これより、150N/mm²級の超高強度モルタルに対して、特殊シリカフュームの使用は、より高い強度で効率的に収縮低減できる方法となり得る可能性が示唆された。今後、膨張材や収縮低減剤を併用した際の相乗効果について、詳細な検討を進めていきたい。

5. まとめ.

特殊シリカフューム (低BET比表面積) を超高強度モルタルに適用することにより、膨張材を使用しなくとも、封緘状態としたモルタル供試体の収縮ひずみが 300×10⁻⁶程度に抑制された圧縮強度 150N/mm²級の超高強度モルタルが実現できた。

参考文献

- 1) (社) 日本コンクリート工学協会 ; 自己収縮研究委員会報告書, 1996.11.
- 2) 田澤, 林少容 ; 鉄筋コンクリートはりにおける自己収縮による自己応力が RC はりのせん断耐力に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文報告集, vol.20, No.2, (1998), pp.1021-1026.

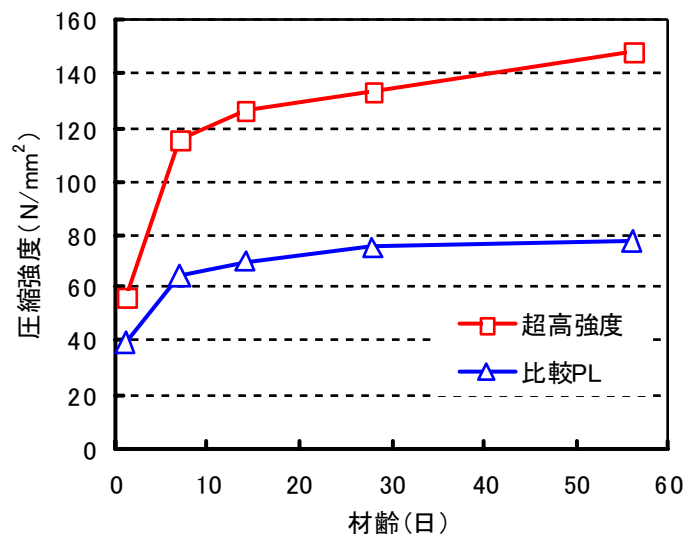


図-1 各種モルタルの強度発現特性

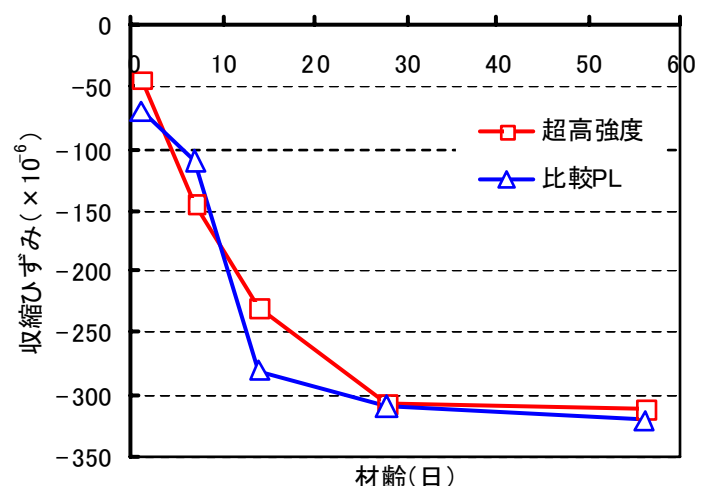


図-2 各種モルタルの収縮ひずみ