

技術資料 2

自己充填型プレミックス GRC の開発

日本電気硝子株式会社 ガラス繊維事業部 技術部 緒方 善章

1. はじめに

近年 プレミックス法は、代表的な GRC 製造方法として広く用いられるようになってきた。プレミックス法における生産性の向上はコスト削減、品質の安定化につながる重要な要素と言える。GRC の生産性向上に大きく影響する要因として、プレミックス GRC の流動性が挙げられる。GRC モルタルが自己充填性を有していれば、複雑な型枠形状においても均一に GRC モルタルが充填されるため、型締め、振動が不要である。そのため、打設時における施工の良否の影響を受けにくく、信頼性の高い製品を得ることができる。

当社はシリカフュームと高性能 AE 減水剤を用いた高流動プレミックス GRC の配合について報告してきた。今回は GRC モルタルに粘性を持たせることにより材料分離を起こすことなく、振動を与えずとも高流動性が得られる自己充填型プレミックス GRC の配合検討結果について報告する。

2. 実験

2.1 使用材料

実験に使用した材料を表 1 に示す。

表 1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント
骨材	珪砂 6 号
混和材	シリカフューム (粒径 0.1 ~ 0.2 μm)
混和剤	高性能 AE 減水剤 (ポリカルボン酸エステル系化合物) 材料分離低減型減水剤 (ポリカルボン酸系減水剤 + 材料分離低減剤) 再乳化型粉末ポリマー (アクリル系ポリマー) メチルセルロース 高機能特殊増粘剤 (アルキルアリルスルホン酸塩 + アルキルアンモニウム) 消泡剤 (シリコン系消泡剤)
ガラス繊維	ACS13、19、25PH-901X

2.2 配合

実験の配合を表 2 に示す。

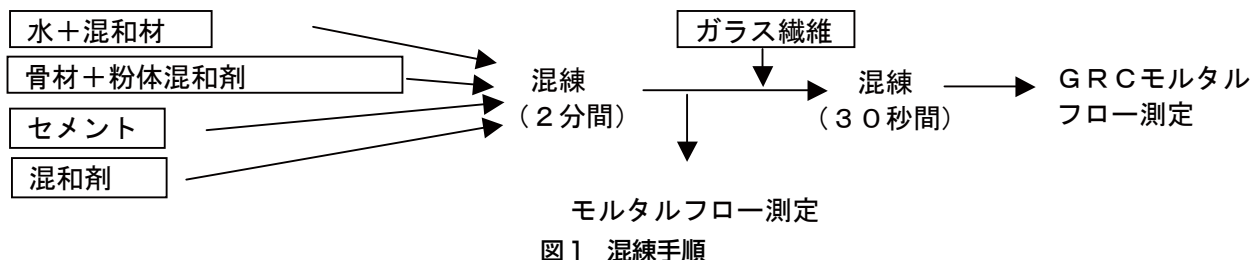
表 2 実験配合

配合 No.	1	2	3	4	5
普通ポルトランドセメント	100				
珪砂 6 号	100				
水	30	28 ~ 31	30		
シリカフューム	5	—	—		
高性能 AE 減水剤	1.5	—	1.4	1	0.7
材料分離低減型減水剤	—	1.0	—	—	—
再乳化型粉末ポリマー	—	—	1.0	—	—
メチルセルロース	—	—	—	0.02	—
高機能特殊増粘剤	—	—	—	—	0.3
消泡剤	—	—	0.05	0.05	0.05
ガラス繊維	3.0				

ガラス繊維はモルタルに対する質量%を表す。

2. 3 混練

混練は、容量5リットルのオムニミキサーを使用した。図1に示した混練手順で混練を行った。なお、混和材であるシリカフュームを使用する際は水に分散させて使用した。また、メチルセルロースおよび、再乳化型粉末ポリマーの粉体混和剤を使用する際は骨材とドライミキシングして使用した。



2. 4 自己充填性の評価

流動性はフロー値の測定により行い、自己充填性はU字ホースを用いて評価を行った。

モルタルフローは内径55mm×高さ50mmのフローコーンにモルタルを満たし、コーンを真上に持ち上げ、平板上に広がったモルタルの最大直径とそれに直交する直径を測定し、この平均値をフロー値とした。GRCモルタルフローはタッピングを行わない事以外はJIS R5201のフロー試験に準じてフロー値を測定した。

自己充填性は図2に示す内径30mm×長さ3mのホースをU字状(R300mm)に配置し、ホースの片側よりGRCモルタル4kgを投入し、ホース左右のGRCモルタル面が停止した時点での高低差を測定した。

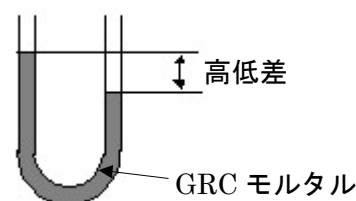


図2 自己充填性評価

2. 5 曲げ試験

成形後、材令1日で脱型し、試験体は20℃、60%RHで材令28日まで養生した。試験体寸法は長さ275×幅50×厚み15mmとし、スパン225mm、載荷速度2mm/分の条件で3点載荷曲げ試験を行った。

2. 6 乾燥収縮率

JIS A 1129のコンタクトゲージ方法に準じ、以下の条件で乾燥収縮率を測定した。

試験体寸法：長さ250×幅50×厚み15mm、試験体数：各3体

成形翌日に脱型し、ゲージプラグを両面に約200mmの間隔で貼り付け、基長として測定した。

20℃、60%RHの条件室で保管した。

2. 7 成形品の表面外観

成形型（長さ700×幅300×厚み15mm）に約7kgのGRCモルタルを流し込み、振動を与えずにGRCモルタルを充填させ、養生を行った。翌日に脱型し成形片面側のGRCの表面外観を観察した。

3. 実験結果

材料分離低減型減水剤は減水剤としての機能と材料分離低減の機能を合わせもつため、流動性の調整は水セメント比によって調整される。ガラス繊維にACS19PH-901Xを用い、水セメント比0.28～0.31におけるモルタルフロー値およびGRCモルタルフロー値を図3に、成形体の曲げ強度を図4に示す。この結果から水セメント比は0.30が最適であることが分かる。図5は水セメント比0.30の配合におけるガラス繊維のカット長とフロー値の関係を、図6は成形体の曲げ強度を示す。図5より自己充填型プレミックスGRCを実現するためには13mmのカット長が最適であることがわかる。

この結果を基に各種配合を検討する際、水セメント比は0.3、ガラス繊維のカット長は13mmにて検討を行った。材料分離低減型減水剤を使用したときの材令と曲げ強度の関係を図7に示す。

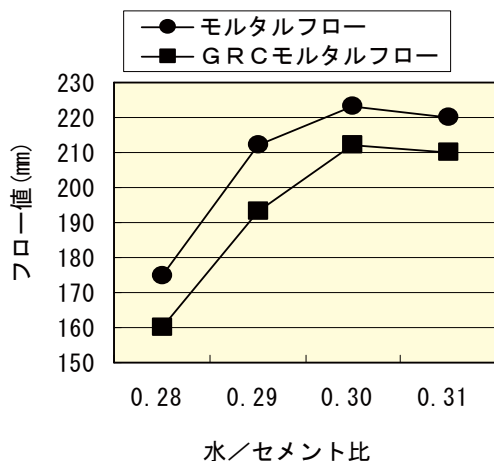


図3 材料分離低減型減水剤を用いた場合の水セメント比とフロー値の関係

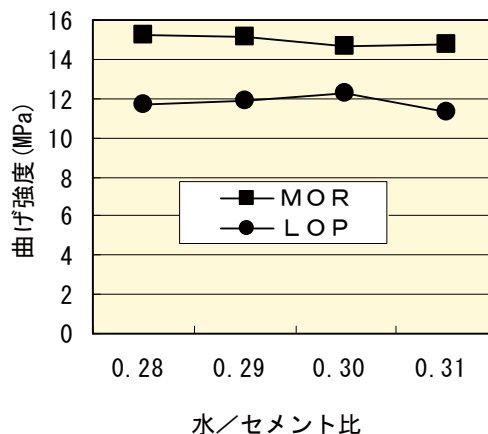


図4 材料分離低減型減水剤を用いた場合の成形体の曲げ強度

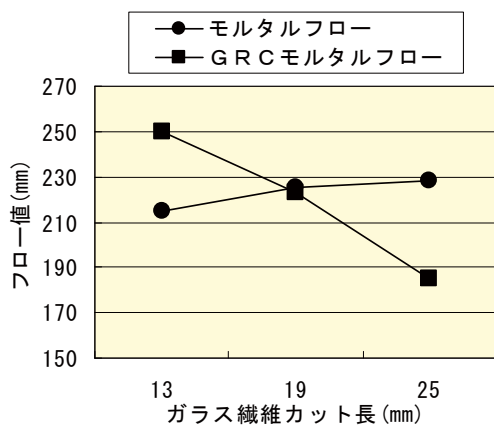


図5 ガラス繊維カット長とフロー値の関係

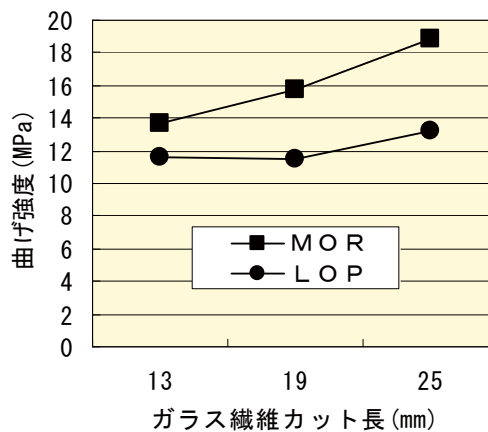


図6 ガラス繊維カット長と曲げ強度の関係

図8に各種配合におけるフロー値を示す。モルタルフロー値は220 mmを超えると材料分離を起こす可能性が高く、180 mm以下では自己充填性におとるため、各種配合はモルタルフロー値が200 mmとなるように調整した。モルタルフロー値は各種配合において同等であるにもかかわらず、ガラス繊維が入っているGRCモルタルフローにおいて差が確認された。

図9にU字ホースを用いた自己充填性を示す。縦軸はGRCモルタルの高低差を表すことから小さい値ほど自己充填性に優れていることを示す。配合No.1のシリカフェームに比べ、他の粘性を付与した配合は何れも自己充填性に優れていることがわかる。

図10に各種配合における気乾比重を示す。配合No.3、4、5はいずれも消泡剤が0.05%（対セメント比）添加されているが、消泡剤を含まない配合では空気量が約10%増加し、十分な曲げ強度が得られないことが確認されている。

図11に各種配合における曲げ強度を示す。配合No.3の再乳化型粉末ポリマーの配合において高い曲げ強度が確認された。

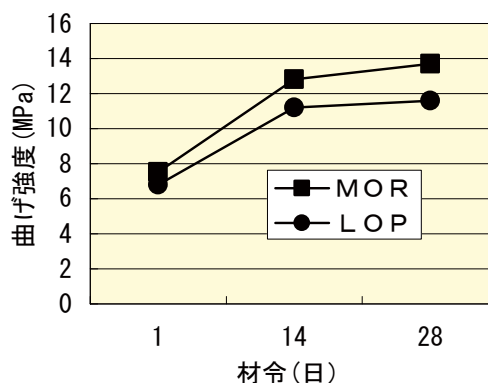


図7 材料分離低減型減水剤を用いたときの材令と曲げ強度の関係

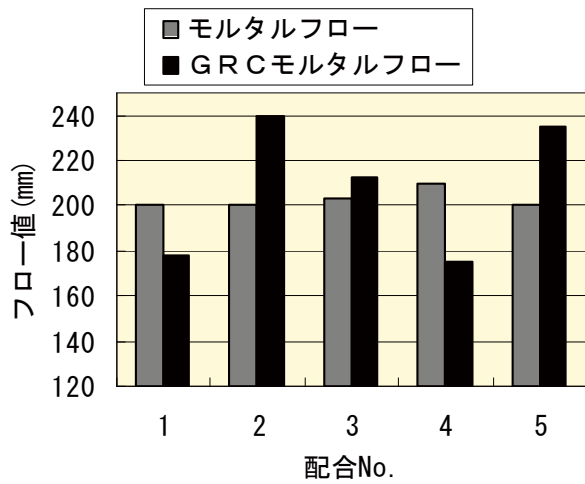


図8 各種配合におけるフロー値

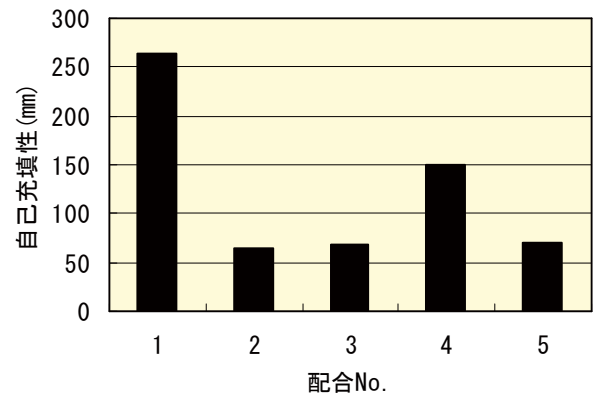


図9 各種配合における自己充填性

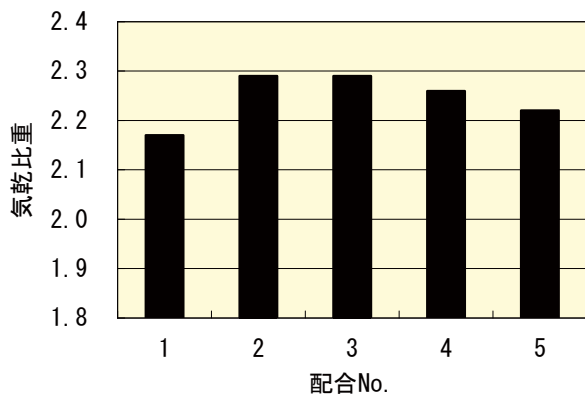


図10 各種配合におけるGRC気乾比重

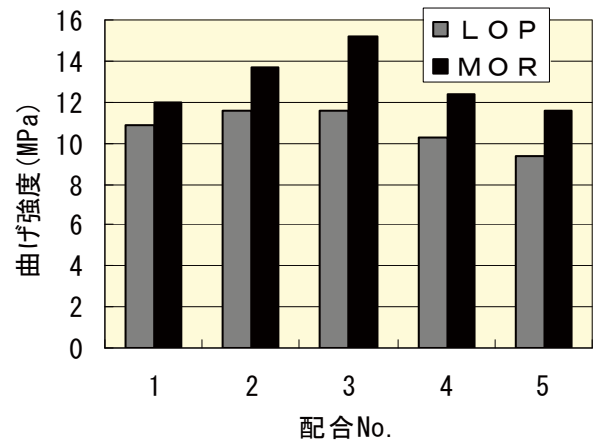


図11 各種配合における曲げ強度

図12に各種配合における乾燥収縮を示す。再乳化型粉末ポリマーを用いた配合は他の配合と比べて大きな乾燥収縮であった。

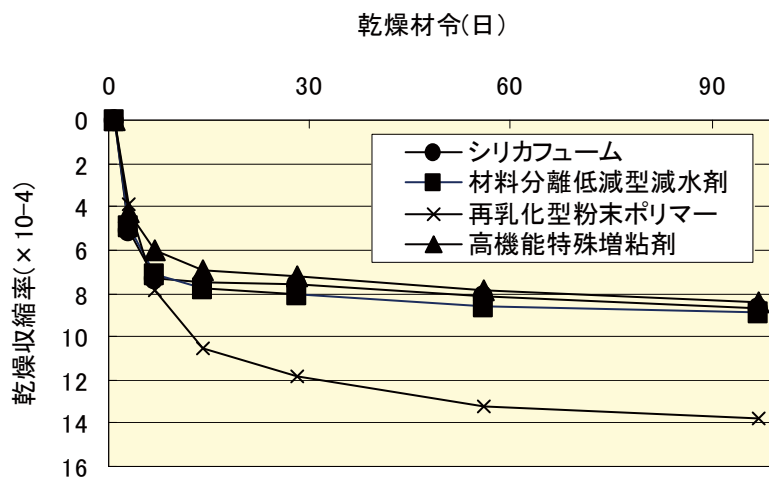


図12 各種配合における乾燥収縮

写真1に各種配合における成形品の表面外観を示す。配合No.5の高機能特殊増粘剤の配合において気泡のない良好な表面外観が確認された。高機能特殊増粘剤は2種類の界面活性剤が静電的に会合しミセル（擬似ポリマー）を生成し増粘性を発揮する。そのため、静置した状態ではモルタルペーストが緩やかに変形し型枠へなじむため、型枠面に気泡のない優れた表面外観が得られると考えられる。



シリカフューム



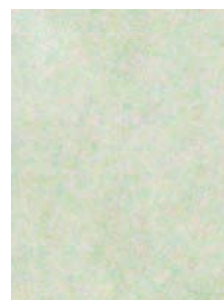
材料分離低減型
減水剤



再乳化型粉末
ポリマー



メチルセルロース



高機能特殊増粘剤

写真1 各種配合における成形品の表面外観

4. まとめ

- (1) モルタルに粘性を持たせる混和剤を用いることにより、自己充填型プレミックス GRC を作成することが可能である。
- (2) 材料分離低減型減水剤は減水剤、材料分離低減効果、消泡剤の効果を合わせもち、容易に自己充填型プレミックス GRC を形成できる。
- (3) 再乳化型粉末ポリマーは高い曲げ強度が得られる反面、乾燥収縮が大きい混和剤である。
- (4) 高機能特殊増粘剤は、新しい増粘作用により優れた表面外観が得られる。

【参考文献】

- 1) 林志翔：低水セメント比ポリマーセメントモルタルの高流動化および高強度化のメカニズム、コンクリート工学論文集 第17巻1号 pp.41-50
- 2) 山川勉、捧剛明、恩田吉朗、柿崎正義：高流動コンクリート用分離低減剤としての水溶性高分糸の開発、日本建築学会技術報告集(1) pp.48-52、1995.12
- 3) 今井克彦：プレミックス GRC における流動性の向上、第8回 GRC シンポジウム講演要旨集、pp.17-21、1996.2