

技術資料 2

製造条件と GRC 表面外観の関係

日本電気硝子株式会社 ガラス繊維事業部 技術部 阿部 次郎

1. はじめに

プレミックスGRCの流動性はGRCの生産性向上に大きく影響している。高流動性のGRCモルタルを使用すると高い流動性と材料分離抵抗性を有することから型締め作業が困難または不可能な箇所への対応が可能となる。また、複雑な形状、ピンホールなどの欠点のないデザイン性を必要とする物への応用も期待される。プレミックスGRCは、粉体量の増加、増粘剤の添加、高性能AE減水剤及びその併用により高流動化が行われている。以前、高機能特殊増粘剤を使用した高流動プレミックスGRCの配合においてピンホールの少ない表面外観が得られることを報告した。¹⁾

我々は、前述の報告の配合組成を基にさらに組成と成形条件の検討を行った。本資料では、実際に複雑な形状の金型を用いて、種々のGRC組成および各成形条件で行った実験結果に基づき、GRC成形体の表面外観と製造条件の関係について報告する。

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
混和剤	高性能AE減水剤 (ポリカルボン酸エステル系化合物) 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(シリコーン系消泡剤)
ガラス繊維	ACS13 PH-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	過去の報告 ¹⁾
普通ポルトランドセメント	100		100
珪砂6号	100		100
水	32-40	30-34	30
高性能AE減水剤	0.7	1.0	0.7
高機能特殊増粘剤	0.3		0.3
消泡剤	0.05		0.05
ガラス繊維	3.0		3.0

ガラス繊維はモルタルに対する質量%を、他の材料は質量部を表す。

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、図1に示した混練手順で行った。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。

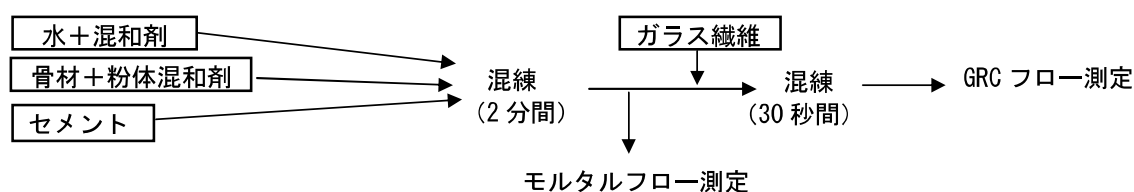


図1 混練手順

2. 4 流動性の評価

流動性はフロー値の測定により評価を行った。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、この平均値をモルタルフロー値とした。GRCフローはタッピングを行わない事以外はJIS R 5201のフロー試験に準じてフロー値を測定した。

2. 5 外観評価用金型

金型の形状とサイズを図2に示す。金型は高さ400mmのタテ打ちとし、投入口の開口は15mm垂直面の凹凸は10mmとした。

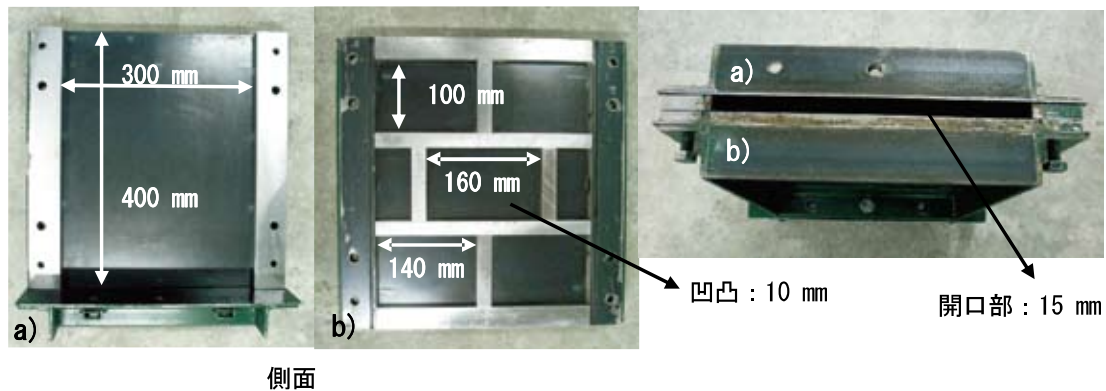


図2 金型形状の写真及び金型サイズ

2. 6 成形条件と成形品の表面外観

2.5の金型へGRCモルタルを流し込み、翌日に脱型して成形体(図3斜線部)のピンホール個数及び表面外観を観察した。ピンホールは直径0.5mm以上のものを対象とした。金型へのGRCモルタル投入時の振動付与は3600rpmの振動数を発生させる振動台に金型を載せて行った。投入時間は45秒間で投入割合は一定で行った。

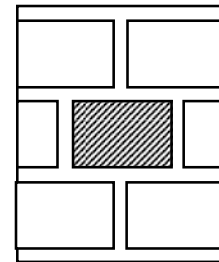


図3 成形体外観形状の概略図

3. 実験結果

3. 1 GRC組成と外観の関係

図4にGRCフロー値と表面外観の関係を示し、図5は減水剤添加量0.7と1.0の場合のモルタルフローとGRCフローの水/セメント比の依存性を示す。GRCフロー値が180mm以上で金型に追従した形状で空隙が少ない表面外観が得られた。減水剤0.7では、水セメント比0.37以上で高外観が期待されるGRCフロー値180mm以上が得られる。しかし、水セメント比0.38を超えるとガラス繊維とモルタルが分離傾向にある。減水剤1.0では水セメント比0.33でGRCフロー値は190mmを示し、またガラス繊維とモルタルも分離していない。このことから、高流動で均一なGRC成形体を得るためには減水剤1.0で水セメント比は0.33が最適である。

a) GRC フロー : 143 mm



b) GRC フロー : 181 mm



図4 GRCフロー値と表面外観の関係

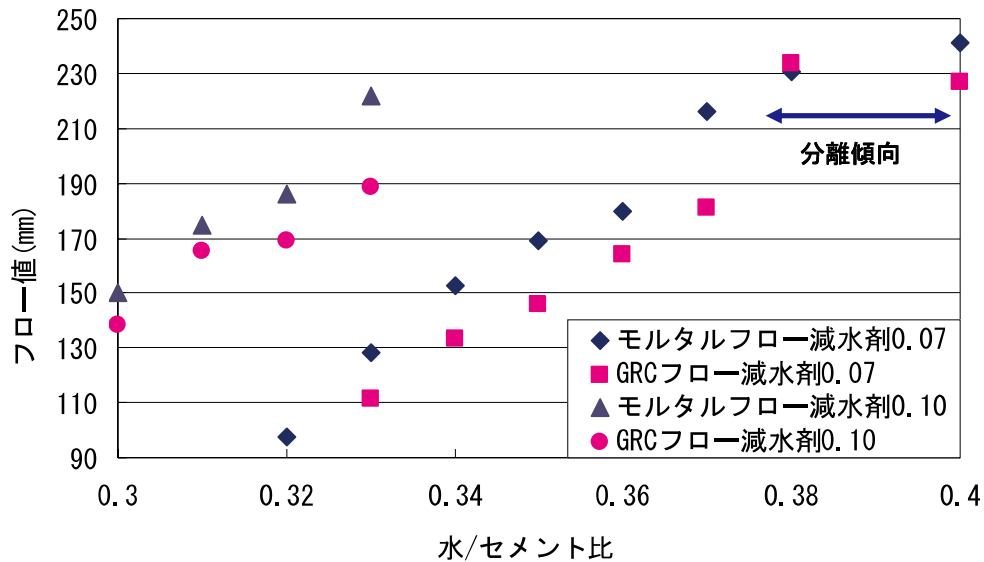


図5 減水剤量0.7、1.0における、水/セメント比とモルタルフロー及びGRCフローの関係

3.2 離型剤の検討

GRCフロー値180mm以上で表面外観の改善が見られたが、モルタル中の気泡を抜ききることが出来ないため成形体表面にピンホールが残った。そのため、金型へのモルタル投入時にのみ振動を加えることで脱泡を試みた。図6は振動を加えて成形を行った成形体表面と脱型後の金型の状態を示す。振動を加えて成形すると脱型が困難となり、成形体表面が金型に付着した。離型剤とGRCモルタルの間に離型効果を阻害する反応が起こっていることが考えられる。図7では増粘剤と離型剤の反応の確認を示す。界面活性剤である増粘剤が油性である離型剤を乳化していることが確認され、乳化により離型剤の効果が失われたためと考えられる。そこで増粘剤に適した離型剤の検討を行った。表3には検討した離型剤の性質及び離型機構を示す。

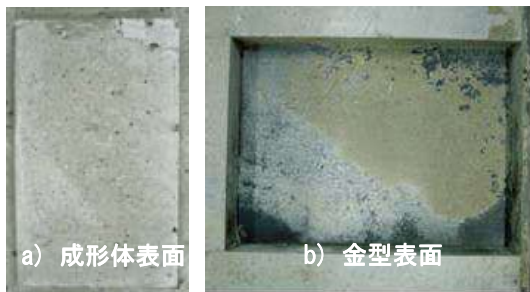


図6 成形体及び金型の状態写真
条件：振動 45 秒、GRC フロー193 mm



図7 増粘剤と離型剤の反応確認




表3 使用した離型剤の種類

離型剤No		a	b	c
性質	油性	○	○	
	水性			○
離型機構	物理皮膜 ^{*1}	○		
	化学吸着 ^{*2}		○	○

* 1 物理皮膜：型枠と成形体の間に皮膜を作り、脱型を促す。
* 2 化学吸着：セメントに含まれるカルシウムイオンと反応し生成した吸着層により脱型を促す。

表4には各離型剤とGRCの成形体表面外観の関係を示す。化学吸着を利用した離型剤は共に離型効果が維持された。これは、GRCモルタルが導入されて直ぐに反応が起こり吸着層を形成するため離型効果が失われないと考えられる。また、油性であるbは、水性であるcと比較すると金型への塗布作業性が良いことから、以後は離型剤bを使用して実験を行った。

表4 離型剤と成形体表面外観の関係




離 型 剤 No.	a	b	c
性 質	油性	油性	水性
成形体表面の状態	 悪い	 良い	 良い
塗 布 作 業 性	良い	良い	悪い

3. 3 GRC組成と外観の関係

確実に脱泡を行うために2.6で説明した振動台の条件を変更した。実際に金型がどれだけ振動しているかを確認するために振動測定器 (Riovibro vm-63a, RION 株式会社製) を金型に接触させ金型の振幅を測定した。表5には金型の振幅と成形体表面及びピンホール数の関係を示す。まず条件2振幅で成形を行ったが、ピンホール数は減らず外観の改善は得られなかった。これは、条件2のような大きな振動では金型全体がゆすられるだけで、金型内のGRCモルタルはあまり振動していないためと思われる。

そこで、振幅を小さくし条件3(振幅0.16mm)で成形を行った。結果、ピンホールの少ない優れた成形体表面外観が得られた。成形時の振動は条件3のような小さい振幅で金型内のGRCモルタルが振動する程度が適していると考えられる。

表5 振動条件と成形体表面外観の関係

振 動 条 件	1	2	3
GRCフロー値(mm)	210	210	210
金 型 振 幅 (mm)	0	1.73	0.16
成形体表面の状態	 30	 28	 20
ピンホール個数	30	28	20

4. まとめと今後

高性能特殊増粘剤を用いて高外観のGRCを得るためには、

- (1)高性能AE減水剤1.0で水セメント比は0.33が最適である。
- (2)離型剤は化学吸着型で、油性のものが優れている。
- (3)GRCモルタル投入時の振動は小さい振幅が適している。

更なる改善を進める。

参考文献

- 1) 緒方善章：自己充填型プレミックスGRCの開発、第20回GRCシンポジウム講演要旨集