

各種シリカフェームの評価資料
(高耐久タイプ)

日本電気硝子株式会社

2008年10月1日編

1. 目的

シリカフェームの種類を変えてプレミックスGRCを成形し、モルタルの作業性および、GRC成形体の特性比較を行った。

2. 各種シリカフェームのスペックについて

表1に各種シリカフェームのスペックを示す。

表1. 各種シリカフェームのスペック

| メーカー名 | Elkem Materials | | | TOMOE Engineering | | |
|------------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-------------------|-------|--------|
| 生産国 | ルウェー、中国 | ブラジル | 中国 | インド | 中国 | 中国 |
| コード名 | Grade 951 | Grade 940 | Grade 920 | EFACO | SF-CB | SF-CPD |
| タイプ | U | U | U | U | U | D |
| 見かけ密度 (kg/m ³) | 200-450 | 200-350 | 200-350 | 320 | 330 | 600 |
| 比表面積 (m ² /g) | - | - | >15 | 20.0 | 23.0 | 20.5 |
| SiO ₂ (%) | >93 | >90 | >85.0 | 94.2 | 90.6 | 93.0 |
| C (%) | <2.0 | - | - | - | - | - |
| Fe ₂ O ₃ (%) | <1.0 | - | - | - | - | - |
| Al ₂ O ₃ (%) | <2.0 | - | - | - | - | - |
| CaO (%) | <1.2 | - | <1.0 | - | - | - |
| MgO (%) | <0.5 | - | - | 0.6 | 0.9 | 0.2 |
| K ₂ O (%) | <1.5 | - | - | - | - | - |
| Na ₂ O (%) | <0.5 | - | - | - | - | - |
| SO ₃ (%) | - | - | <2.0 | 0.6 | 0.7 | 0.9 |
| Cl (%) | - | - | <0.3 | - | - | - |
| Si (%) | - | - | <0.4 | - | - | - |
| LOI (%) | <3.0 | <3.0 | <6.0 | 1.4 | 2.3 | 4.2 |
| H ₂ O (%) | <1.0 | <1.0 | <3.0 | 0.4 | 0.9 | 0.8 |

3. GRC配合

表2. 配合

| シリカフェーム | ルウェー品 951 | ブラジル品 940 | 中国品 951 | 中国品 920 | インド産 EFACO | 中国産 SF-CB | 中国産 SF-CPD |
|------------------|--------------|--------------|------------|------------|---------------|--------------|---------------|
| OPC | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| スラグ | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| 珪砂 (5号) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 水 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| 高性能 AE 減水剤 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 1.2 |
| シリカフェーム | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ACS19 PH-901X*1) | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 |

*1) モルタルに対して 3wt%

4. 作業性

自然フロー値：ガラス繊維を投入する前のセメントモルタルの流動性を表す。

タッピングフロー値：モルタルにガラス繊維を投入し、混練した後のGRCの流動性を表す。

4-1. フロー値の測定

フローコーン（塩ビ製内径φ55mm、高さ50mmの円筒体）を水平な平板上に置き、混練したセメントモルタルをフローコーン擦り切れ一杯に充填する。フローコーンを垂直に静かに持ち上げ、水平平板上に広がったセメントモルタルの最大直径とそれと直交する直径を測定する。この二つの値の平均値を自然フロー値とする。

4-2. タッピングフロー値の測定（JIS R 5201フロー試験）

タッピングフローコーン（上部内径 70mm、下部内径 100mm、高さ 60mm の円錐台）をタッピングフローテーブルに置き、セメントモルタルとガラス繊維を混練したGRCをタッピングフローコーンに二回に分けて擦り切れ一杯に充填する。タッピングフローコーンを垂直に静かに持ち上げ、テーブルを1秒間に1回、計 15 回上限運動させ、テーブル上に広がったGRCセメントの最大直径とそれと直交する直径を測定する。この二つの値の平均値をタッピングフロー値とする。

5. 混練工程

混練にはオムニミキサーを用いた。シリカフェームは予め水に分散させ混合水とし、混合水、珪砂、セメント、減水剤の順で投入し、低速回転 110~150 回転/分で 30 秒間、高速回転 160~200 回転/分で 2 分間混練後、自然フロー値を測定した。ガラス繊維投入後、低速で 5 秒、高速で 20 秒混練後、タッピングフロー値を測定した。フロー値の測定結果を表 3 に示す。

表 3. フロー値測定結果

| シリカフェーム | ルウェー品 951 | ブラジル品 940 | 中国品 951 | 中国品 920 | エジプト産 EFACO | 中国産 SF-CB | 中国産 SF-CPD |
|---------------|--------------|--------------|------------|------------|----------------|--------------|---------------|
| モルタルフロー (mm) | 75 | 75 | 93 | 90 | 113 | 83 | 75 |
| タッピングフロー (mm) | 138 | 133 | 150 | 163 | 175 | 153 | 143 |

6. 曲げ強度試験

試験体寸法：長さ 275 × 幅 50 × 厚み 15 mm

養生条件：20℃ × 60%RH

材令：28日

曲げ試験条件はスパン 225 mm の中央集中荷重、荷重速度は 2 mm/min

表 4. 材令 28 日の曲げ強度試験結果

| シリカフェーム | ルウェー品 951 | ブラジル品 940 | 中国品 951 | 中国品 920 | エジプト産 EFACO | 中国産 SF-CB | 中国産 SF-CPD |
|------------|--------------|--------------|------------|------------|----------------|--------------|---------------|
| LOP (MPa) | 5.6 | 5.5 | 5.8 | 5.5 | 6.1 | 5.7 | 6.2 |
| MOR (MPa) | 10.0 | 10.2 | 11.2 | 9.1 | 9.8 | 8.4 | 9.0 |
| 曲げ破壊歪み (%) | 0.33 | 0.44 | 0.49 | 0.29 | 0.37 | 0.36 | 0.29 |
| ヤング率 (GPa) | 12.9 | 12.7 | 10.0 | 12.6 | 12.1 | 11.4 | 10.7 |
| 気乾比重 | 1.99 | 2.02 | 2.00 | 2.00 | 2.05 | 1.97 | 1.97 |

7. 耐久性試験

材令 28 日からの試験体を 70℃ の温水に浸漬し、5 日、10 日、20 日後の曲げ強度試験を行った。

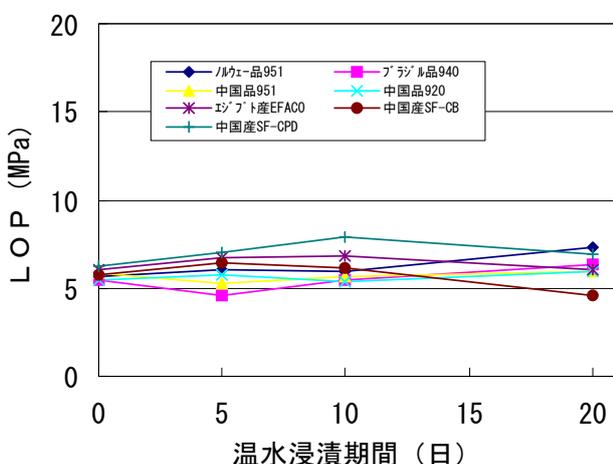


図 1. 温水浸漬後の LOP

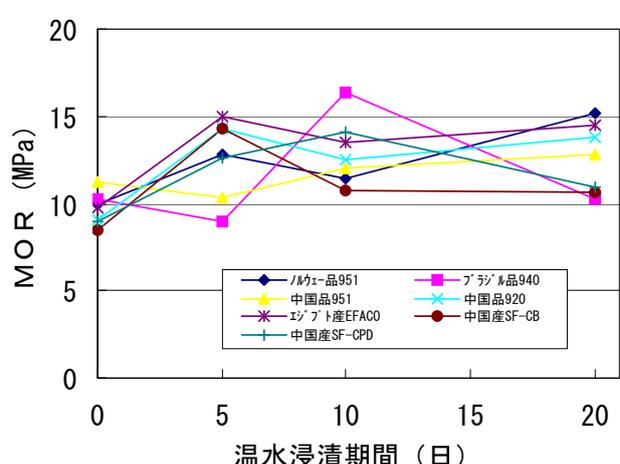


図 2. 温水浸漬後の MOR

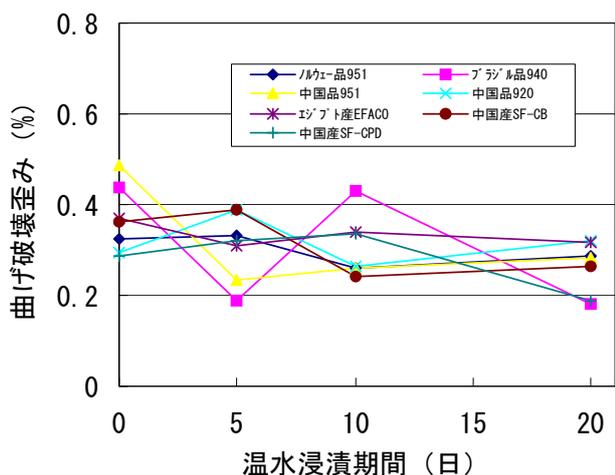


図3. 温水浸漬後の曲げ破壊歪み

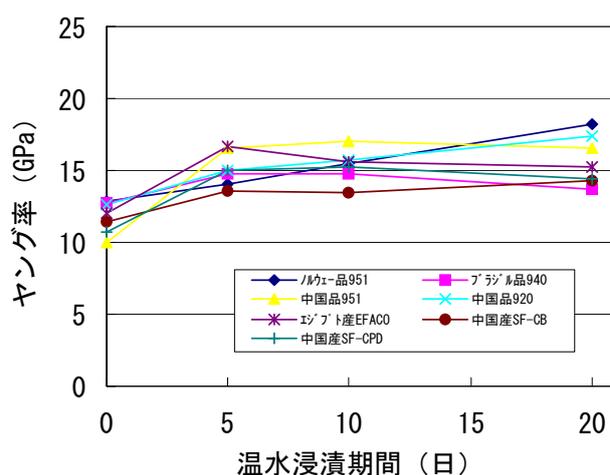


図4. 温水浸漬後のヤング率

8. 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。

- ・ 試験対寸法：長さ250×幅50×厚み15mm
- ・ 試験体数：各3体
- ・ 基長の測定：成形翌日に脱型し、ゲージプラグを約200mmの間隔で貼り付け、基長として測定した。
- ・ 脱型より、20℃、60%RHの条件室で保管

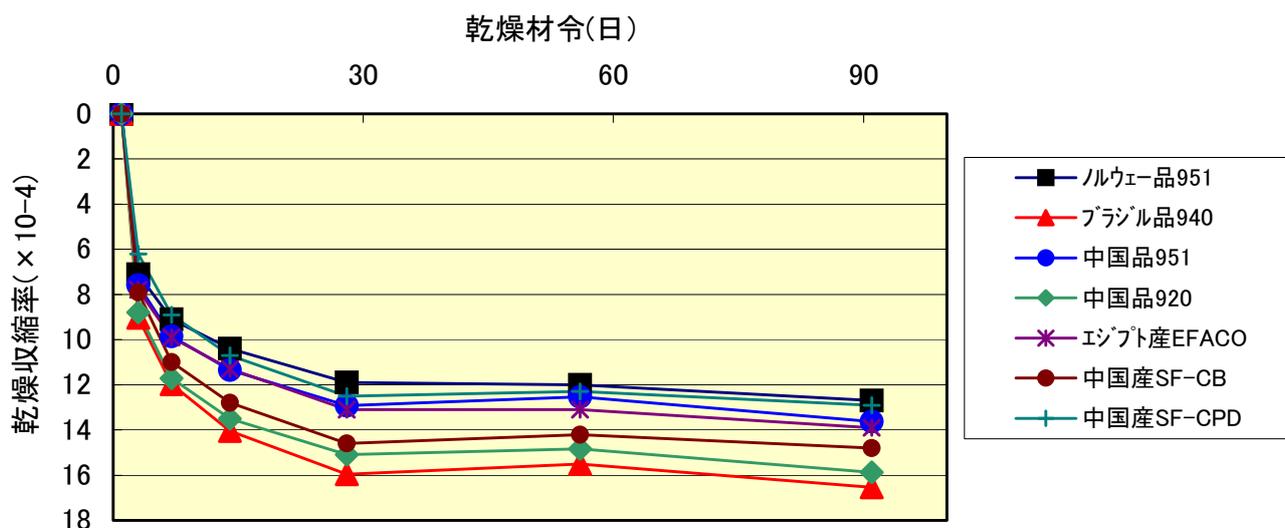


図5. 乾燥収縮

9. まとめ

中国品 SF-CB、SF-CPD は他のシリカフェームに比べて流動性が悪いいため高性能 AE 減水剤にてモルタルフローの調整を行った。材令28日の曲げ強度および、耐久性試験においてはいずれのシリカフェームも同等の性能であった。乾燥収縮の結果においてはブラジル品 940、中国品 920、中国品 SF-CB の乾燥収縮が比較的大きかった。高耐久タイプ（セメントに対しシリカフェーム10%添加の配合）においてはノルウェー品 951、中国品 951、エジプト品 EFACO については同等の性能を有しており、代替可能と考えられる。中国品 SF-CPD は流動性を減水剤等により調整することにより、代替可能と考えられる。