

練混ぜ水の温度による軽量瓦モルタルのフロー管理に関する研究

徳島大学大学院 学生会員 ○川原恵理子 フェロー 橋本親典
徳島大学大学院 学生会員 中島 翼 正会員 渡邊 健

1. はじめに

著者らの研究室では、スレート屋根瓦の軽量化に関する研究に取り組んでいる¹⁾。昨年度は、製紙会社の産業廃棄物から作られるペーパースラッジ灰（以下、PS 灰）を細骨材の代替材料とする可能性について検討した。加圧成型時の型枠との剥離性や即脱時の仕上げ性が良好でかつ曲げ強度の低下が小さいことが明らかになった。しかしながら、PS 灰に含有する消石灰の発熱特性によって、数分間での急激なフローの低下という新たな問題が起こった。本研究では、消石灰の発熱反応を練り混ぜ水の温度の管理及び高炉セメント B 種を使用することによって制御する可能性について実験的検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合

表-1 に使用した材料の物性値を、表-2 に本研究で検討を行った配合を示す。配合名 PS は、RS を PS 灰に置換した配合を示し、PS に続く数字は PS 灰の内割置換率を示す。また、配合名 “-BB” は、高炉セメント B 種を用いた配合である。配合名に続く温度は、その配合に使用した練混ぜ水の温度を示し、表記がないものは常温水（20℃程度）とする。なお、従来品の配合に関しては企業との共同研究のため記載していない。AE 剤の添加量は紛体量 B（セメント+フライアッシュ+PS 灰）に対して 0.0002%とした。

2.2 試験項目及び方法

硬化性状について、強度試験（JIS R 5201）を行い、既往の研究¹⁾に従って、簡易凍結融解試験を行った。フレッシュ性状について、フロー試験（JIS R 5201）を 10 分毎に 60 分間行い、モルタルの温度とフローを測定した。また、生産ラインで加圧成型したセメント瓦の曲げ破壊荷重試験（JIS A 5402）を行った。載荷試験状況を写真-1 に示す。

3. 実験結果及び考察

3.1 強度試験

図-1 に曲げ強度（材齢 7 日）と従来品（PL と称す）に対する減量率の関係を示す。減量率は、10%を目標とする。PS 灰を用いた配合は全てが PL よりも小さい値となった。PS25 に冷水や高炉セメント B 種を用いることによる曲げ強度への影響は少ないことが確認できた。また、高炉セメント B 種を使用した配合は目標である減量率 10%を達成することができた。これは、普通ポルトランドセメントの代替材料として密度の小さい高炉セメント B 種を使用したためである。

表-1 物性表

名称	記号	物性値
普通ポルトランドセメント	C	密度 3.16g/cm ³ 比表面積 3400cm ³ /g
高炉セメントB種	BB	密度 3.04g/cm ³ 比表面積 3700cm ³ /g
フライアッシュ	FAⅡ	密度 2.29g/cm ³ 比表面積 3890cm ³ /g
再生細骨材	RS	密度 2.34g/cm ³ 吸水率 8.88%
ペーパースラッジ灰	PS	密度 2.23g/cm ³ 吸水率 20.63%
ビニロン繊維	繊維	密度 1.30g/cm ³

表-2 モルタル試験の標準配合

配合名	W/C (%)	W/B (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤 (B×%)
			W	C	FAⅡ	PS	繊維	
PS25	50	38	520	1031	80	270	13	0.0002
PS25-BB								
PS30-BB	54	40		962		291		
PS35-BB	58			893		339		



写真-1 載荷試験状況

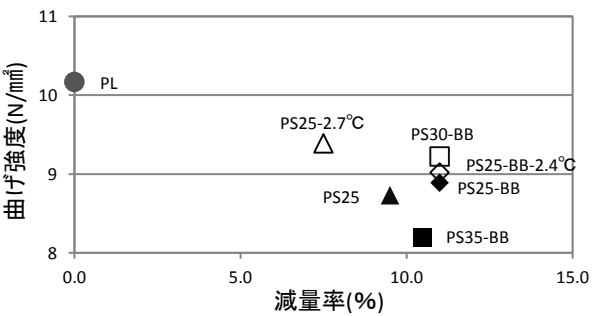


図-1 曲げ強度試験結果と減量率

3.2 液体窒素を用いた簡易凍結融解試験

図-2 に急速凍結融解試験結果を示す。全ての配合において、10 サイクル終了後も相対動弾性係数が 60%以上を維持しており、PS 灰及び冷水、高炉セメント B 種を使用しても耐凍害性を十分に有した配合であるといえる。

3.3 フロー試験

図-3 にモルタル温度の変化と図-4 にフローの変化を示す。凡例は図-3 のみに示す。フローは、60 分程度の維持を目標とした。PS25 は、練り上がり直後から、PS25-11℃及び PS25-2.4℃では 20 分を経過すると温度が大幅に上昇し、フロー値は大幅に低下し、練り鉢の中で凝結を始めた。よって、PS25 は、冷水の使用により、反応を 20 分間遅延できた。高炉セメント B 種の PS25-BB 及び PS30-BB では、全ての温度において、60 分以上のフローの維持が可能であった。しかし置換率を大きくした PS35-BB 及び PS35-BB-11℃は 20 分を経過すると、フロー値が低下し、凝結を始めた。これに対し、PS35-BB-2℃は、50 分のフローの維持が可能であった。従って、2℃の冷水により置換率 35%の PS 灰の軽量瓦のフローの維持が可能であるといえる。

3.4 セメント瓦の曲げ破壊荷重試験および成形性

生産ラインで試作した配合は、PL、PS25-BB、PS30-BB 及び PS35-BB-2℃の 4 種類である。曲げ破壊荷重は、PL より軽量瓦は小さかったが、JIS 規格のスレート瓦の曲げ耐力 1500N を上回った。

PS25-BB、PS30-BB 及び PS35-BB-2℃の成形性は PL よりも良好であった。写真-2 に PL と PS30-BB の瓦表面を示す。加圧前より加圧後の減量率は大きくなり、製品重量の減量率は PS35-BB-2℃が最大で 21%であった。

4. まとめ

本研究の範囲で以下の知見が明らかになった。

- (1) 高炉 B 種セメントを用いることによって、内割置換率 30%まで、常温水でも 1 時間程度のフロー保持が可能であった。さらに、2℃の冷水を使用すれば、35%までフローの維持が可能であった。
- (2) 生産ラインを使ったセメント瓦の試験では、減量率 12%程度を達成した軽量瓦を作製することができた。

5. 参考文献

- 1)永野哲平, 橋本親典, 渡邊健, 馬淵満: シリカフェウムとフライアッシュの混合使用セメント代替によるセメント系屋根瓦の軽量化に関する実験的検討, 土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, Vol.21, pp.235-236, 2015.5.

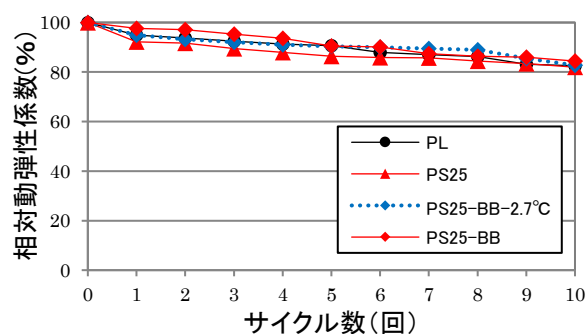


図-2 急速凍結融解試験結果

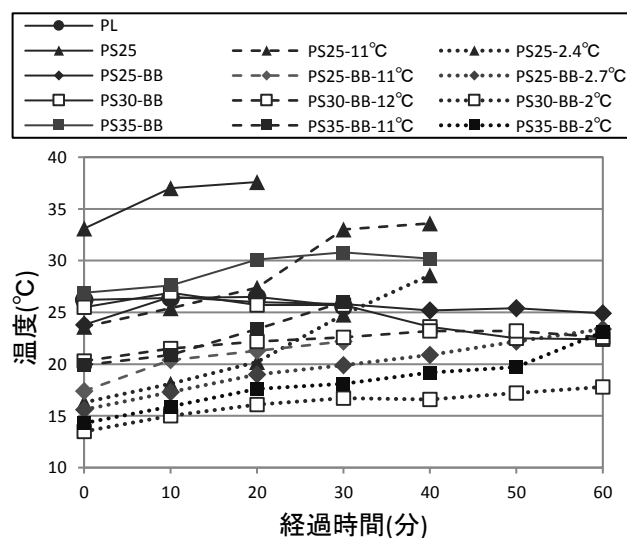


図-3 温度の変化

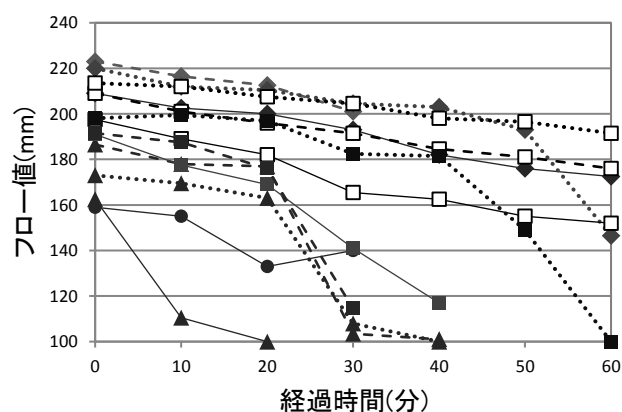


図-4 フローの変化



PL

PS30-BB

写真-2 セメント瓦の表面