

太陽光パネルガラスの細骨材としての利用に関する基礎的検討

富山県立大学大学院 学生会員 ○北川陽士 正会員 伊藤 始 佐伯 孝
北陸電力株式会社 正会員 参納千夏男 中田 孝

1. はじめに

我が国では、2010 年代の太陽光発電の急速な普及を受けて、2030 年代半ば以降に太陽光パネルの大量廃棄が予想されている。パネル材の体積の大半はガラスが占めるため、その有効利用が求められている。

ガラスの利用に関しては、廃棄ガラスビン等を対象に、コンクリート用の骨材（天然砂）に置き換えることが検討されてきた¹⁾。高田らは破砕過程の異なるガラスの混合率などを変えたモルタルのフロー試験と圧縮強度試験を行い、混合率の増加に伴いフロー値と圧縮強度が低下することを確認している²⁾。

本研究では、太陽光パネルガラスのガラスカレットを細骨材に利用する場合の基礎物性の検討を目的として、ガラスカレットのふるい分け試験、ガラスカレットを細骨材としたモルタルのフロー試験を実施した。フロー試験では、結合材にフライアッシュを用いた場合も検討した。

2. 試験概要

2. 1 使用材料

本研究では、富山県内の廃棄物中間処理業者が破砕した太陽光パネルガラス（ガラスカレット）を細骨材とし、標準砂（表乾密度 2.63g/cm³、吸水率 0.43%）と混合して使用した。ガラスカレットには破砕時に不純物（樹脂）が混入しているため、2.5mm ふるいに残る比較的大きな不純物を手作業にて除去した後、各種試験に供した（図-1）。

蛍光 X 線分析から得られたガラスカレットの化学成分は、表-1 のようであり、SiO₂が多く、典型的なソーダ石灰ガラスである。ガラスカレットの表乾密度は 2.48g/cm³、吸水率は 0.37%であった。

フライアッシュは、石川県七尾大田火力発電所産の分級フライアッシュ（JIS II種灰、比表面積 4,600cm²/g、密度 2.40g/cm³、フロー値比 112%）を使用した。

2. 2 ガラスカレットのふるい分け試験

ガラスカレット（以下ガラスとも記す）のふるい分け

試験は、JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」に準じて実施した。試験ケースはガラスのみ（混合率 100%）、ガラスと標準砂を質量比 1:1 で混合したケース（同 50%）、標準砂のみ（同 0%）の 3 ケースとした。

2. 3 モルタルフロー試験

ガラスを細骨材として用いたモルタルのフロー試験は、JIS R 5201「セメントの物理試験方法」に準じて実施した。フロー試験は、表-2 のように結合材種類とガラス混合率を変えた 6 ケースについて実施した。結合材種類は、普通ポルトランドセメント（N）と、セメントにフライアッシュを置換したものとした。フライアッシュの置換割合は、ガラスによる ASR を抑制する観点から 15%（FA）とした。ガラス混合率は N と FA でふるい分け試験と同様に 0、50、100%とした。

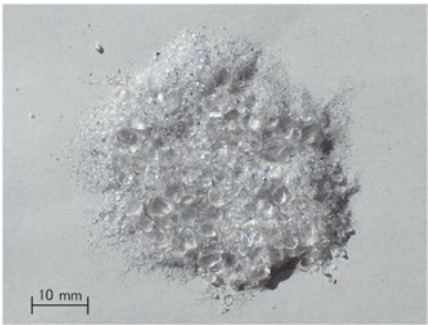


図-1 ガラスカレット

表-1 ガラスカレットの化学成分

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
72.1	0.10	0.03	9.54	3.75	0.23	13.83	0.02

表-2 フロー試験のケース

ケース名	結合材種類 (置換率)	ガラス混合率 (%)
N-0	N	0
N-50		50
N-100		100
FA-0	FA (15%)	0
FA-50		50
FA-100		100

キーワード 太陽光パネル，ガラスカレット，細骨材，ふるい分け試験，モルタルフロー試験

連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 富山県立大学大学院 環境・社会基盤工学専攻 T E L 0766-56-7500

3. 試験結果および考察

3. 1 粒度分布

図-2 にふるい分け試験から得られた粒度分布を示す。今回使用したガラスカレットの粒度分布は標準砂の粒度分布を下回るものの、JIS 標準粒度の範囲に入ることが確認された。混合率50%の粒度は呼び寸法0.6mm付近で同程度に、他の呼び寸法で0%と100%の間に分布し、適正な結果となった。粗粒率は0%で2.44、50%で2.60、100%で2.96となり、一般的な値であった。

3. 2 モルタルフロー

図-3 にフロー試験後のモルタルの状況を示し、図-4 にガラス混合率とフロー値の関係を示す。フロー値は、ガラス混合率の増加に伴い低下した。この要因は、図-3のN-100やFA-100でモルタル表面に骨材の形が目立つことから、ガラスの密度が標準砂に比べて小さく相対的な体積（表面積）が大きくなったことやガラス表面の凹凸によるかみ合わせであると考えられた。また、フロー値はフライアッシュを添加することで増加した。この要因としてボールベアリング効果が考えられた。

図-5 にN-0に対するフロー値比を示す。ここにFA25-0は、JIS A 6201「コンクリート用フライアッシュ」による試験成績書の試験値を示した。FA-0はFA25-0に比べてフロー値比は大きくなった。N-100のフロー値比は83%であり、FA-100のフロー値比は102%であった。ガラス混合率100%とした場合でもフライアッシュを添加することで、普通ポルトランドセメントと同程度の流動性を確保できることを確認した。

4. まとめ

- (1) ガラス混合率100%の粒度分布は標準砂を下回るものの、JIS 標準粒度の範囲に入ることが確認された。
- (2) フロー値はガラス混合率の増加に伴い低下し、フロー値比は混合率100%で17%低下することが確認された。
- (3) ガラス混合率100%とした場合でもフライアッシュを添加することで、普通ポルトランドセメントと同程度の流動性を確保できることを確認した。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会：廃棄物のコンクリート材料への再資源化研究委員会報告集，pp.117-125，2003。
- 2) 高田龍一，佐々木和明，安井千尋，佐野茂，野中資博：ガラスカレットの形状がモルタルの性能に及ぼ

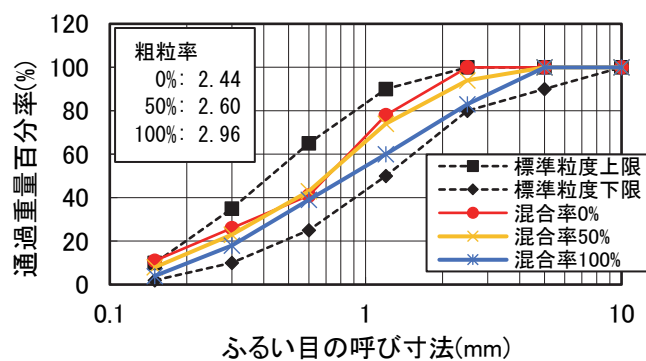


図-2 粒度分布

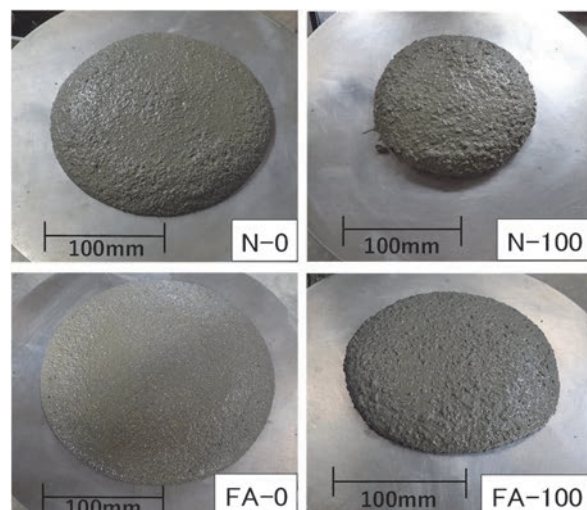


図-3 フロー試験後のモルタル状況

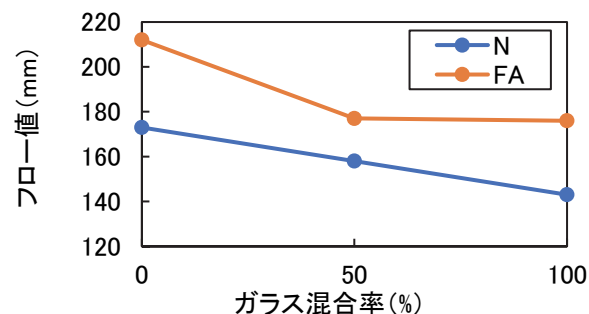


図-4 フロー値

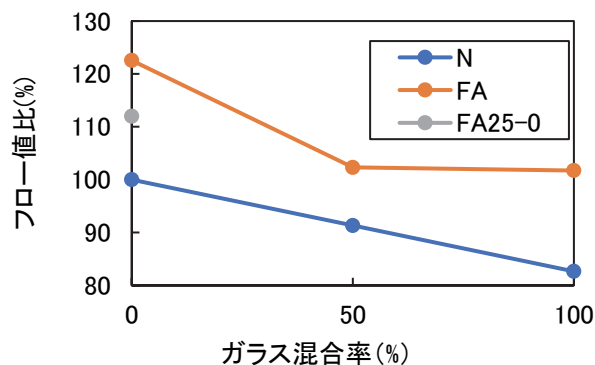


図-5 N-0に対するフロー値比

す影響に関する基礎的研究，土木学会中国支部研究発表会，V-44，2004。