

エッジレス処理した太陽光パネル再生ガラスカレットの流動性の評価

1. はじめに

PVリサイクルハンマーにより、太陽光パネルを処理すると、主に表面のガラス部が剥離し、小石状の再生ガラスカレットが得られる。
この再生ガラスカレットは粒子形状が角張っている為、コンクリートに用いた場合に流動性が低くなり、ワーカビリティ（成形性）に影響する懸念がある。
そこで、再生ガラスカレットをエッジレス処理して粒形の改善を行い、骨材として使用した場合の流動性の評価を行った。

2. 試験項目

- 1) ふるい分け試験（粒度分布）
- 2) 単位容積質量及び実積率の測定 ※粒形が角が取れて丸味を帯びている程、単位容積質量及び実積率は大きくなると言われている
- 3) Vロート流下時間 ※コンクリートではなく、再生ガラスカレット単体での流下時間
- 4) フロー試験 ※再生ガラスカレットを細骨材として混入したモルタルのフロー試験
- 5) 曲げ及び圧縮強度試験

3. エッジレス処理の方法

使用機器) すり減り試験用 ロサンゼルス試験機（鋼球無し）
仕様: 0.75kw 定格4.3A 減速比1:60
運転条件) ガラスカレット投入量15kg
カウント数 500回（約16分間の運転）
周波数: 30Hz



写真1. ロサンゼルス試験機



写真2. 試験機内に投入したガラスカレット



写真3. エッジレス処理前のガラスカレット



写真4. エッジレス処理後のガラスカレット(1)



写真5. エッジレス処理後のガラスカレット(2)

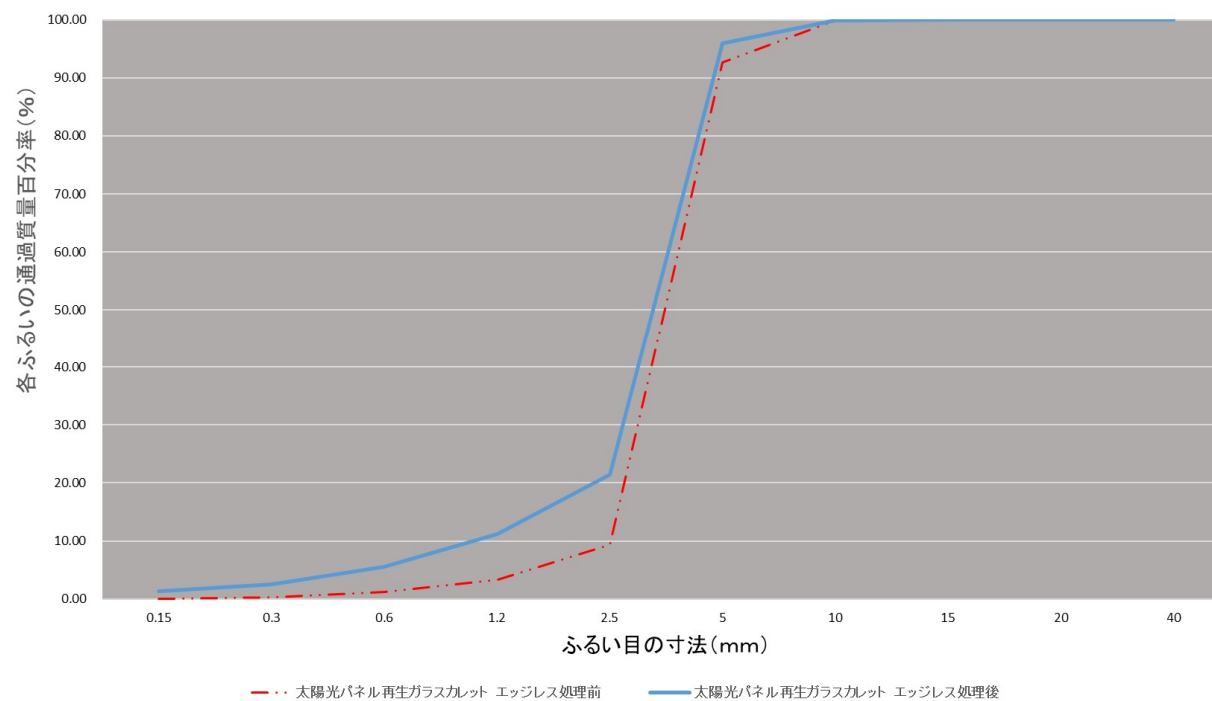
4. 試験結果

1) ふるい分け試験(粒度分布)

再生ガラスカレットはガラス骨材化ガイドラインに則って5mm以上を除去して5mm未満の粒度に分級した後、エッジレス処理を行った。

図1より、エッジレス処理後は微粉量が増加しており、角が取れて丸くなったと推測できる。

図1. 粒度分布



2)単位容積質量及び実積率の測定

一般に、丸味を帯びて粒形が良い骨材は実積率が大きくなる為、空隙部分を埋めるのに必要なセメントペーストが少なくなり、経済的なコンクリートと成ると言われている。そして、粒形が悪く、角張っていたり扁平な骨材は実積率が小さく成る為、セメントペーストが余分に必要される。更に、角張っていると骨材同士が噛み合う為、コンクリートの流動性(スランプ)は劣ると言われている。

エッジレス処理品は角が取れた為か、エッジレス無処理品に比べて3%程、実積率が大きくなった。

表1. 再生ガラス骨材の単位容積質量及び実積率の比較

	試料名:エッジレス処理無			試料名:エッジレス処理有		
	(1)	(2)	平均値	(1)	(2)	平均値
試料の詰め方	棒突	棒突		棒突	棒突	
容器の容積 (ℓ)	2.02	2.02		2.02	2.02	
容器中の試料(絶乾)の質量(kg)	3.080	3.092		3.223	3.235	
絶乾密度 (g/cm ³)	2.44	2.44		2.44	2.44	
単位容積質量(kg/ℓ)	1.525	1.531	1.528	1.596	1.601	1.599
実積率(%)	62.49	62.73	62.61	65.39	65.63	65.51

※上記のエッジレス処理無品及び、エッジレス処理有品の粒度範囲は微粉を除去して0.6～5mmに調整。

3) Vロート流下時間 ※ロート内に再生ガラスカレットを充満して、下部の蓋を開け、流れ出るまでの時間

通常は高流動コンクリートでの流下時間を測定するが、この場合、単位セメント量や単位水量、細骨材率、空気量等、多くの要因が影響する為、再生ガラス骨材単体での流下時間を測定した。

エッジレス処理品は角が取れて動き易くなった為か、流下時間が0.14秒、速くなった。

表2. 再生ガラス骨材のVロート流下時間

	Vロート流下時間(s)					
	エッジレス処理無			エッジレス処理有		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
測定値	2.80	2.83	2.79	2.70	2.64	2.68
平均値	2.81			2.67		

※上記のエッジレス処理無品及び、エッジレス処理有品の粒度範囲は微粉を除去して0.6～5mmに調整。



写真6. Vロート



写真7. Vロートに再生ガラスカレット投入後

4)フロー試験

表3の配合でモルタルのフロー値を比較したが、エッジレス処理の有無による違いは全く無かった。

再生ガラスカレットの配合割合が少なかったか、または、エッジレス処理により、角部は丸くなっているものの、扁平度などの骨材全体としての形は多角形をしており、同じである為、フロー値に変化がなかったと考えられる。

※ JIS R 5201 モルタルのフロー試験に準拠して打撃を1回／秒の15回加えた後、フロー値を測定した。

表3. モルタルのフロー試験

		基準モルタル	エッジレス処理無	エッジレス処理有
配合	普通セメント	450	450	450
	水	292.5	292.5	292.5
	再生ガラス骨材	0	405	405
	珪砂七号	1350	945	945
フロー値 (mm)	打撃前	102.6	110.2	108.6
	打撃後	137.6	213.6	213.8
練り上がり温度 (°C)		10	9	9

※上記のエッジレス処理無品及び、エッジレス処理有品の粒度範囲は微粉を除去して0.6～5mmに調整。



写真8. 基準モルタルのフロー



写真9. エッジレス処理無ガラス入りモルタルのフロー



写真10. エッジレス処理有ガラス入りモルタルのフロー

5)強度試験

表3の配合で供試体を作成し、材齢14日で強度試験を実施した。養生については脱型後、標準養生とした。(20℃、水中)

エッジレス処理品の方が、無処理品に比べて、曲げ強度で0.36N/mm²、圧縮強度で1.01N/mm²の強度UPが認められた。

※ JIS R 5201 モルタルの強度試験に準拠して、4×4×16cm供試体にて曲げ強度、圧縮強度を測定した。

表4. 材齢14日、強度試験結果(手練り)

		材齢14日、型枠:4×4×16cm、3連型枠									
		重量 (g)	密度 (g/cm ³)	曲げ強度			圧縮強度				
				最大荷重(N)	強度(N/mm ²)	平均(N/mm ²)	最大荷重(N)		強度(N/mm ²)		平均(N/mm ²)
基準 モルタル	供試体(1)	530.4	2.07	1913	4.48	4.69	34699.3	34948.9	21.69	21.84	21.50
	供試体(2)	528.2	2.06	1972	4.61			32702.2		20.44	
	供試体(3)	529.8	2.07	2129	4.98		33950.4	35697.8	21.22	22.31	
エッジレス処 理無	供試体(1)	560.9	2.19	1874	4.38	4.47	42687.6	47181.0	26.68	29.49	27.75
	供試体(2)	560.7	2.19	1903	4.45		40191.2	45683.2	25.12	28.55	
	供試体(3)	566.2	2.21	1952	4.57		46182.5	44435.0	28.86	27.77	
エッジレス処 理有	供試体(1)	568.6	2.22	2099	4.91	4.83	46931.4	43436.5	29.33	27.15	28.76
	供試体(2)	560.4	2.19	1844	4.32		48179.6	45683.2	30.11	28.55	
	供試体(3)	569.8	2.23	2246	5.26		45183.9	46681.8	28.24	29.18	

※上記のエッジレス処理無品及び、エッジレス処理有品の粒度範囲は微粉を除去して0.6～5mmに調整。



写真11. 圧縮強度試験の様子

5. まとめ

再生ガラス骨材のエッジレス処理を行うと、実積率については若干、大きくなるが、モルタルの流動性(フロー値)については変化が無かった。
但し、実積率の増加とVロート流下時間が幾分か速くなったから事から即脱成形した場合に、材料の充填性の向上とそれに伴う強度性状の向上が期待できる可能性がある。

以上、御報告致します。