

ペットボトルと使い捨てガラスピンのタイル製品への有効利用

和歌山高専 正会員 ○ 久保井 利達
和歌山高専 久保井 徳洋
関西大学 正会員 西田 一彦

1. はじめに

最近、生活系一般廃棄物のなかでは包装容器系の廃棄物の増加が著しい。とくにゴミ急増の主因である使い捨て型飲料容器にはガラスビン・缶・PET ボトル・紙パックなどがある。ゴミを減量化することがさし迫った社会的ニーズとなっている。このような背景から、研究の対象を廃棄された PET ボトルとガラスビンの飲料容器の2種類とした。

廃棄する場合、これらの容積を減量することを考え、これらを細分化する方法を検討する。そして、PET ボトルとガラスビンの細分化した試料を混合して加熱融合による方法で製品を作製し、一軸圧縮強度と曲げ強度について検討し、建設資材として使用できることを明らかにしてきた。それを参考にした上で、建設資材の1つとしてタイルへ有効利用する方法を考慮に入れて実験を行ったものである。PET ボトルとガラスビン廃棄するのではなく、容積の減量と同時に有効利用できる1方法を提案するものである。そして、景観性を考慮した結晶白化しない透明性タイルの作製方法についても検討するものである。

2. 試料

御坊市清掃センターの協力で、PET ボトルの回収と細分化した試料を提供していただいている。使い捨てガラスビン回収については近くの廃品置き場から行っている。使い捨てガラスビンの細分化は熱衝撃により非常にうまく行っている。熱衝撃を利用してガラスビン割ると、安全に割ることが出来る。その細分化したガラスビンの形状は、丸みを帯びていて、建設材料に適していると考えられる。ビンの割れ口は手や指先で触ってもとげが刺さることが無く、また、切り傷もできないくらい丸みを帯びている。ただし、このような性質を得る温度は300℃以上の熱衝撃温度が必要と思われる。写真-1, 2, 3に試料を示す。

3. 透明な供試体の作成方法

使い捨てガラスビンと PET ボトルの碎片の混合物を加熱して、供試体を作成する。

溶融 PET が結晶白化するのには230℃前後の温度で硬化始めた場合である。溶融 PET は230℃を急激に通過すると結晶白化しない性質がある。この性質を利用して透明性タイルの作成方法について検討する。ガラス碎片の重量に対する PET 碎片の重量を変化させることにより供試体を作製する。PET 碎片を炉にて265℃まで加熱し、溶融させる。



写真-1 ガラス碎片 写真-2 ガラス碎片 写真-3 PET 碎片
(2.00～4.75mm) (0～2.00mm)

PET 碎片の重量に対するガラス碎片の重量を変化させることにより供試体を作製する。PET 碎片を炉にて265℃まで加熱し、溶融させる。それと同時に別の炉に蒸発皿に入れたガラス碎片と別に薄型バットをホットプレートに載せたものとを用意し、共に265℃に加熱する。PET 碎片の溶融後、出してきた溶融 PET とガラス碎片を混合し、油を塗った薄型バットに流し込んで、形を整える。氷水で急冷し、充分冷え固まったのち型枠からはずす。また、配合、ガラス PET 碎片粒径、使用する型枠などを換えて、10ケースの方法で供試体を作成した。結果(写真4, 5)三つとも形は比較的安定している。氷水に直接触れる上側表面数ミリは透明だが、他の部分は白濁している。



写真4 作製した供試体(表面) 写真5 作製した供試体(裏面)

(写真6, 7) 今までと同じく、水に直接触れる部分しか透明にならなかったが、今まで作製したものの中では最も透明度が高く、良いものができた(写真6, 7左端)。今回は多少流し込みにくかったものの、かなり固めの溶融状態であった。このことから、PET の溶融状態は水飴程度が最適であると言える。



写真6 作製した供試体(表面) 写真7 作製した供試体(裏面)

Key Words: Utilization, Waste, PET Bottle, One-way Type Glass Bottle, Tile,

1) 和歌山工業高等専門学校, 〒:644-0023, 御坊市名田町野島77, Tel:0738-29-8449, Fax:0738-29-8469

2) 関西大学, 〒:564-8680, 吹田市山手町3-3-35, Tel:06-6368-0899, Fax:06-6368-0898

4. 考 察

供試体作製の際に用いた項目を表—1 に示す。

表—1 実験に使用した項目

ケース		1	2	3	4	5	6	7	8	9
各項目										
配合	0	○	—	—	—	—	—	—	—	—
	20	○	—	—	—	—	—	—	—	—
	40	○	○	○	○	—	—	—	—	—
	50	—	—	○	○	—	—	—	—	○
	60	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	70	—	—	—	—	○	○	○	—	○
	80	○	○	—	—	○	○	○	—	—
	100	○	○	—	—	—	—	—	—	—
ガラス片 粒径 (mm)	0~2.00	—	○	—	—	—	—	—	—	—
	0~4.75	○	—	—	—	—	—	—	—	—
	2.00~ 4.75	—	—	○	○	○	○	○	○	○
使用型枠	曲げ試験 用型枠	○	○	○	○	—	—	—	—	○
	薄型パ ット	—	—	—	—	○	○	○	○	—
	氷を敷い た型枠	—	—	—	—	—	—	○	—	—
加熱方法	ガラス片 と PET を同 時に加熱	○	○	—	—	—	—	—	○	—
	別々に加 熱後混合	—	—	○	○	○	○	○	—	○
型枠加熱	加熱	—	—	○	○	○	○	—	○	○
	非加熱	○	○	—	—	—	—	—	○	—
型枠への 油塗布	塗布	○	○	○	○	○	—	—	○	○
	非塗布	—	—	—	—	—	○	○	—	—
上から押さえる		—	—	—	—	—	○	—	—	—
急冷方法	常温水	○	○	—	—	—	—	—	—	—
	氷水	—	—	○	○	○	○	○	○	○

各項目について考察する。

1) 配合について

PET 碎片に対するガラス片の割合は、ケース 1, 2, 3, 4, 8, 9 より、50%~80%が最も適当である。

2) ガラス碎片粒径について

ガラス碎片粒径については、ケース 1, 2 より、あらかじめガラス片と PET 碎片を混合して加熱する場合には、あまり細かすぎるものを用いると、熔融 PET の温度が上がりやすくなり、温度管理が困難になり、このため熔融 PET を溶かしすぎてしまう。PET 碎片の熔融の程度が供試体の出来に大きく作用するため、細かすぎるものは適当ではない。ガラス粒径は 2.00mm~4.75mm が最適である。

3) 使用型枠について

ケース 5, 8 より、パットは、保温力がなく、熔融 PET を流し込んでいる最中にどんどん温度が下がり、透明にならなかったと考えられる。ケース 3, 4, 9 より、曲げ試験用型枠は、炉から出してもすぐに温度が下がらないので、型枠に流し込んでも熔融 PET 温度低下がない。しかし型枠が厚過ぎるために、氷水に入れても直接水に触れる部分以外の急冷は行われていないと考えられる。

パットを用いる場合には熔融 PET の流し込みの際に温度が下がらない方法として、パットをホットプレートで直接

加熱し、265 に保ちながら、そこに熔融 PET とガラス碎片の混合物を流し込む方法等を試してみる。

4) 加熱方法について

ケース 1, 2, 8 より、あらかじめガラス碎片と PET 碎片を混合しておき、これらを同時に加熱した場合は、ガラス碎片の粒径や配合により PET の温度の上がり方が異なり、温度管理が困難となる。このため、ガラス碎片と PET 碎片を別々に加熱し、混合する方法が温度管理や、PET 碎片の熔融の程度等を管理しやすく、加熱方法はこちらの方が適切である。

5) 型枠の加熱の有無について

ケース 1 より、型枠の加熱を行わない場合には、型枠に熔融 PET を流し込むとすぐ温度低下が始まり、急冷にならない。このため、型枠は熔融 PET と同程度の温度まで加熱すべきである。

6) 型枠への油の塗布について

ケース 6 より、供試体を型枠から取り外しやすくするために、型枠への油の塗布は行うべきである。

7) 急冷方法について

急冷方法は常温水と氷水の 2 種類では氷水を用いるほうが適切である。

8) PET ボトルの熔融程度について

ケース 9 より、供試体の出来は PET 碎片の熔融程度に左右される。このため今後は PET 碎片の熔融の程度や、PET 碎片の量に対する炉での最適な温度管理の確立を目指す。

5. おわりに

結晶白化しないタイルの作成方法について検討してきた結果、以下のことが明らかになった。

- (1) PET 碎片に対するガラス碎片の割合は 50%~80%が良い。
- (2) ガラス碎片粒径は 2.00mm~4.75mm が最適である。
- (3) 加熱方法は、ガラス碎片と PET 碎片を別々に加熱後、混合するのが良い。
- (4) 型枠は熔融 PET と同程度の温度まで加熱すべきである。
- (5) PET 碎片は水飴程度の熔融状態が最適である。

以上のことから景観性を考慮した、結晶白化しない透明性を持つ建設材料の基礎的な作製方法の目安が得られた。

今後の課題として、実際に建設材料としてのタイルに利用できるかどうかを調べるために強度試験等を行う必要がある。また、急冷方法については、今後はドライアイスや液体窒素など、より急冷能力の高い方法を利用できるかどうかを検討する。



* ケース 10 薄型パットをホットプレートで直接加熱し、265 に保ち、そこに混合物を流し込む方法によるタイル製品（写真-8）

写真-8 透明性を持つタイル製品