

廃ガラスの粒度別置換率がモルタルの性能に及ぼす影響

松江工業高等専門学校	環境・建設工学科	正会員	○高田龍一
	専攻科	学生会員	安井千尋
	専攻科	学生会員	永光雅一
島根大学	生物資源化学部	正会員	野中資博

1. はじめに

現在、環境調和と循環型社会の実現にあたって、資源の有効活用が重要な課題となっている。土木分野においても従来廃棄物とされていた未利用資源をコンクリート材料として有効利用しようとする多くの研究が進められている。これまでに著者らは、破碎処理過程の異なる4種類のガラスカレットを用いて、ガラスカレットの置換率や加工処理の違いによる形状、表面性状の違いが強度、流動性に及ぼす影響について試験を行い1次、2次、熱処理の従来の処理方法に比べ、新破碎装置を用いた新破碎処理を行ったものを混入した場合、標準砂とほぼ同等な強度を得ることを明らかにした。そこで、本研究ではモルタルの性能に影響を及ぼす他の要因として、ガラス置換粒度、廃ガラスの連行空気量に焦点を置き、コンクリート骨材としてより有効なガラスカレットの粒度、形状、表面性状について検討を行った。

2. 試験概要

今回の試験では、セメントに普通ポルトランドセメント、細骨材にはISO標準砂と処理方法の異なる4種類のガラスカレットを使用した。4種類のガラスカレットについては、インパクトクラッシャーで破碎し粒度調整したものを1次処理とし、さらに破碎物同士を磨砕させ角を取ったものを2次処理、さらに熱を加え表面を溶かし、ざらつきをだしたものを熱処理、また、新しい破碎処理として1次処理と2次処理を同時に行ったものを新破碎処理とした。ガラスカレットの粒度は、JIS A 5005(コンクリート用砕石及び細砂)の標準粒度 5~2.5mm, 2.5~1.2mm, 1.2~0.6mm, 0.6~0.3mm, 0.3mm以下粒度に従ってふるい分けを行い、粒度別に分けて置換した。

配合は水セメント比、55%の一定とし、 $c:s=1:2.5$ 、ベース骨材をISO標準砂として、ガラス置換率30、50%の2水準のモルタルを作成した。空気量測定には空気室圧力法を用い、モルタルの練り上がり直後に実施した。強度測定にあたっては、標準水中養生後、28日強度を測定した。

3. 試験結果と考察

(1) フレッシュモルタルの特性

図1、2は置換率別のモルタルの練り上がり直後に実施した各粒度によるフロー試験の結果である。置換率30、50%共にガラスカレットの粒度が細くなるにつれて、4種類とも同様にフロー値は低下している。これについては、ガラス骨材が微粒分になるほど骨材自体の吸水性が高くなり、粘性が増加したことがフロー値低下の原因として考えられる。また、置換率別に比較すると、4種類とも同様にどの粒度においても、置換率の増加に伴いフロー値は低下している。ガラスの粒度別に種類を比較してみると、置換率30、50%共にどの粒度でも大きな差はなく、単一粒度を置換した場合においても、ガラスの形状、表面性状の違いが流動性に及ぼす特異な影響は、本試験からは見られなかった。図3、4は、各粒度による空気量試験の結果である。置換率30、50%共に1次、2次、新破碎処理を置換した場合、粒度が細くなるにつれて、空気量は増加している。これに対して熱処理を置換した場合、粒度が細くなると、空気量は低下する傾向を示している。

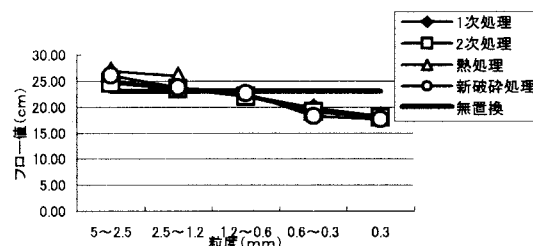


図1. 各粒度によるフロー値(置換率30%)

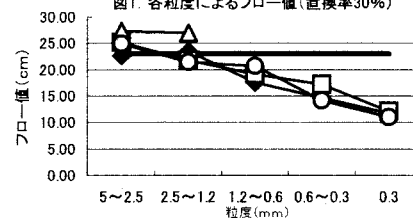


図2. 各粒度によるフロー値(置換率50%)

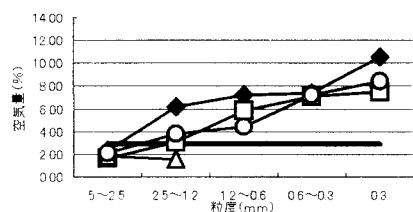


図3. 各粒度による空気量(置換率30%)

これらの結果については、骨材が微粒分になるほど、不純物の量が増加したため、空気を多く含んだと考えられる。置換率別に空気量を比較してみると、5～2.5mm粒度と2.5～1.2mm粒度では、置換率が増加しても4種類とも大きな差は見られないが、1.2～0.6mm粒度、0.6～0.3mm粒度、0.3mm以下粒度においては、置換率の増加に伴い3種類とも空気量は増加する傾向を示している。

(2) 硬化モルタルの特性

図7, 8は各粒度による圧縮試験結果である。置換率30, 50%共に1次処理の5～2.5mm粒度を置換した場合では、他のものに比べ大きな強度が得られるが、0.3mm以下の微粒分を置換した場合、他のものに比べ強度は明らかに小さくなっている。それ以外の2.5～1.2, 1.2～0.6, 0.6～0.3mm粒度においては大きな差は見られなかった。置換率30%の2次処理においては、5～2.5mm粒度を置換した場合、他の粒度に比べ大きな強度が得られた。また、5～2.5mm以下の粒度では、大きな差は見られずほぼ同等の強度が得られたといえる。置換率50%では、5～2.5, 2.5～1.2粒度を置換した場合、同等の強度が得られた。また、1.2～0.6, 0.6～0.3, 0.3mm以下粒度を置換した場合、粗粒のものに比べ強度は小さくなるが、大きな差は見られずほぼ同等の強度が得られた。置換率30%の新破碎処理においては、0.3mm以下粒度においては他の粒度のものに比べ、低い強度を示したが、0.3mm粒度以上のものでは、大きな差は見られずほぼ同等の強度が得られた。置換率50%では、1次処理のものと同じような強度発現傾向を示した。

熱処理については細粒分の試料がなかったため粗粒分との比較はできなかったが、置換率30, 50%共に5～2.5mm粒度より、2.5mm～1.2mm粒度を置換したものの方が高い強度を示した。

種類別に各粒度で比較してみると、どの粒度においてもさほど大きな差はなかった。また、置換率別に比較してみると、1次処理, 2次処理では、どの粒度においても置換率の増加に伴い、強度は低下する傾向を示している。熱処理では、置換率が増加しても強度は低下する傾向を示さず、ほぼ同等の強度が得られた。新破碎処理では、5～2.5mm粒度と2.5mm～1.2mm粒度においては、置換率が増加しても強度は低下せず、ほぼ同等の強度が得られた。逆に1.2～0.6, 0.6～0.3, 0.3mm以下粒度においては、置換率の増加に伴い、強度は低下する傾向を示した。

4. まとめ

以上の結果より、微粒分(0.6～0.3mm粒度, 0.3mm以下粒度)のガラスカレットを置換する場合、ブリージングの抑制に効果的ではあるが、強度は低下する傾向を示した。これは空気量試験の結果からも明らかのように、微粒分のガラス骨材には多量の空気を含む性質があるため、骨材間に空隙が生じ強度の低下を引き起こしたと考えられる。

図7, 8はフロー値と空気量との関係を表わしており、空気量が増加するほどフロー値は低下し、流動性に大きな影響を及ぼすことが分かる。また、図9, 10は圧縮強度と空気量との関係を表わしたもので、空気量が増加するほど、強度に影響を及ぼしている。これにより、単一粒度を置換した場合、モルタルの性能に空気量が強く関連していることが明らかとなった。粒度調整されたガラスカレットを用いた場合、混入率の違いの中では処理方法の違いが強度に影響を及ぼしたが、本試験のように単一粒度を置換した場合では、処理方法の違いが強度に与える影響は小さいことが分かった。

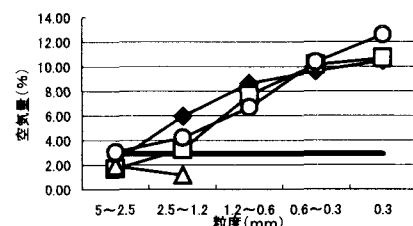


図4. 各粒度による空気量(置換率50%)

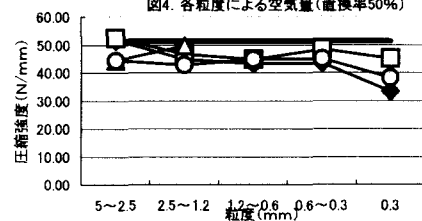


図5. 各粒度による圧縮強度(置換率30%)

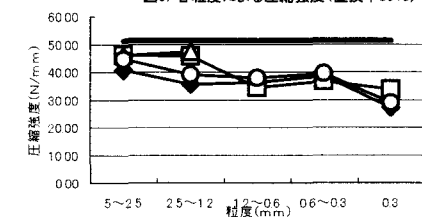


図6. 各粒度による圧縮強度(置換率50%)

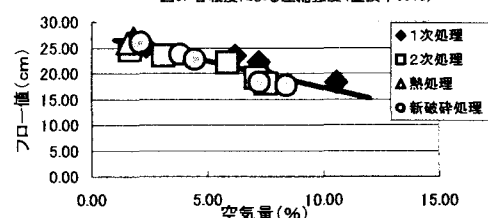


図7. フロー値-空気量(置換率30%)



図8. フロー値-空気量(置換率50%)

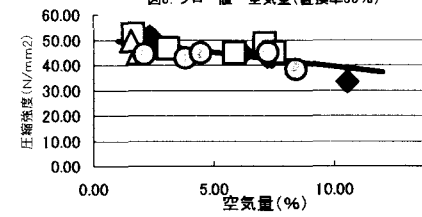


図9. 圧縮強度-空気量(置換率30%)

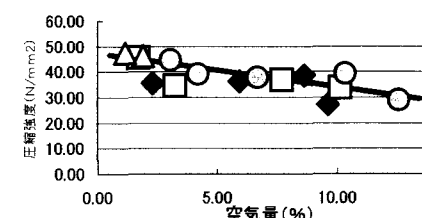


図10. 圧縮強度-空気量(置換率50%)