

バイオマス専焼灰を活性フィラーとしたジオポリマーの基礎的材料特性

九州工業大学大学院 学生会員 ○庄村 政紘 正会員 合田 寛基
西松建設株式会社 正会員 原田 耕司 北九州市立大学 非会員 高巢 幸二

1. はじめに

近年我が国では、再生可能エネルギーの導入加速に関連して、木質バイオマス発電が増加していることから、排出される木質バイオマス燃焼灰の発生量も増加傾向にある。

一方で、ジオポリマー（以下、GP）は、クリンカを使用しないため、CO₂排出量の削減、および循環型社会実現に向けた新たな建設材料として期待されている。しかし、今後、既設石炭火力発電所に対する使用規制の可能性があり、フライアッシュ（以下、FA）の産出量が大幅に減少することが懸念される。

そこで、木質バイオマス燃焼灰をFAの代わりに活性フィラーとして活用できれば、資源循環を促進すると共にコンクリートのCO₂排出量を抑制することができる。しかし、木質バイオマス燃焼灰は材料としての性能評価が不十分な状況にある。

そこで本研究では、木質バイオマス燃焼灰を活性フィラーとしたGPの基礎研究として、施工性、強度発現性に関する検討を行った。浮遊選鉱法による改質前後の木質バイオマス専焼灰（以下、専焼灰）を活性フィラーとしたジオポリマーモルタルにより検討を行った。

図-1に木質バイオマス燃焼灰の精製工程を示す。

2. 実験概要

2.1 使用材料および練混ぜ方法

今回使用した専焼灰を表-1に示す。活性フィラーとして専焼灰と高炉スラグ微粉末（以下、BFS）を、溶液としてアルカリ溶液を、細骨材として表乾状態の海砂を使用した。

練混ぜは、20°C環境下にて容量2Lのモルタル用ハイパワーミキサーを使用し、低速で活性フィラーと細骨材を30秒間空練りした後、アルカリ溶液を添加し2分間練り混ぜた後に排出した。

2.2 フロー試験、圧縮強度試験

表-2にフロー試験および圧縮強度試験の配合を示す。アルカリ溶液と活性フィラーの質量比を80%、高炉スラグ微粉末と活性フィラーの質量比を30%とした。

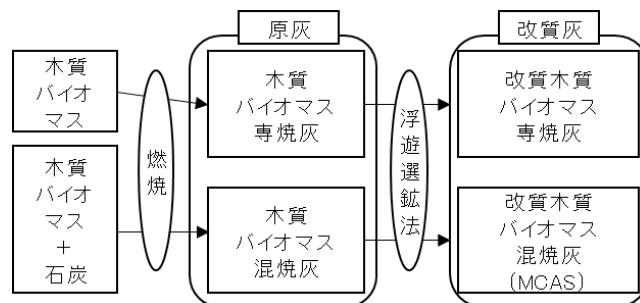


図-1 木質バイオマス燃焼灰の精製工程

表-1 木質バイオマス専焼灰の一覧

記号	地方	色	強熱減量(%)	未燃炭素率(%)
U	東北	灰	16.28	1.81
V	中部	灰	1.32	0.36
W	甲信越	灰	31.03	1.00
X	東北	黒	24.65	0.57
Y	中国	黒	17.60	3.24
Z	九州	黒	24.75	0.61

表-2 本実験の配合例(単位: g/L)

アルカリ溶液	専焼灰	高炉スラグ微粉末	細骨材
446	390	167	1115

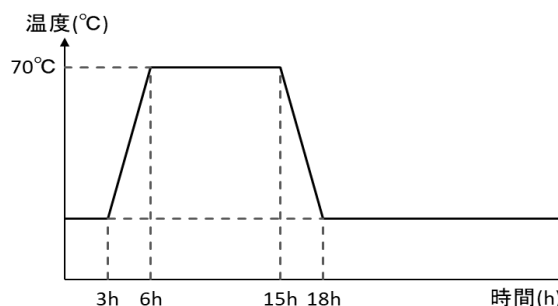


図-2 温度勾配

供試体の寸法は、φ50mm×100mmとし、養生方法は、最高温度70°C、同保持時間9時間の養生を行った後、所定の材齢まで20°Cの恒温室内に静置する加温養生で

行った。本実験ではフロー試験 (JIS R 5201)、圧縮強度試験 (JIS A 1118) を行い、試験材齢は 2 日とした。

3. 実験結果および考察

図-3 に本実験で使用した原灰の強熱減量と未燃炭素率を示す。原灰の強熱減量は 1.32% から 31.03% と値が大きく異なっているのに対し、未燃炭素率は 0.36% から 3.24% と強熱減量と比較すると差が小さくなっていることが分かる。

図-4 に原灰と改質灰の強熱減量を示す。5% 以上の強熱減量を示す原灰では、浮遊選鉱法により最大で 23.21% (W) 強熱減量が減少し、改質効果を確認できる。

図-5 に原灰と改質灰をそれぞれ用いたジオポリマーモルタルのフロー試験結果を示す。U, V では改質後にフロー値が減少しているが、W~Z ではフロー値が増加した。一般に、フライアッシュの場合では、浮遊選鉱法で未燃炭素を除去することによって、球状に近い形となるためフロー値が増加する傾向がみられる。一方、バイオマス専焼灰では、フライアッシュとは異なり球状ではないことから、浮遊選鉱法を実施してもフロー値が必ず増加するわけではないことが明らかになった。炭素があることで GP は粘性が高くなるが、この高い粘性は細骨材を押し広げる役割も果たしており、フローをある程度大きくする効果を有する。浮遊選鉱法でフローが低下したケースについては、粘性が過度に低下したことが要因の一つと考えられる。

図-6 に原灰と改質灰をそれぞれ用いたジオポリマーモルタルの材齢 2 日の圧縮強度試験の結果を示す。V, X, Y は改質後に強度が増加しているのに対し、U, W, Z は改質後強度が低下している。このことから、改質後に圧縮強度は増加するケースと低下するケース両方があることが分かった。改質後に強度低下した原因については現時点では明らかではなく、更なる検討を要する。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 専焼灰では、強熱減量と未燃炭素率が大きく異なる場合がある。
- (2) 専焼灰は、浮遊選鉱法によって改質してもフロー値が改善されないケースがある。
- (3) 専焼灰は、改質により強度が増加する場合としない場合がある。

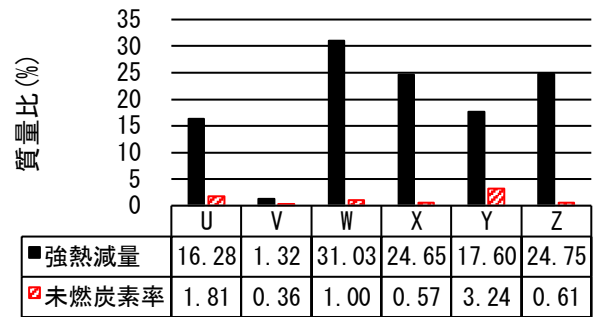


図-3 原灰の強熱減量と未燃炭素率

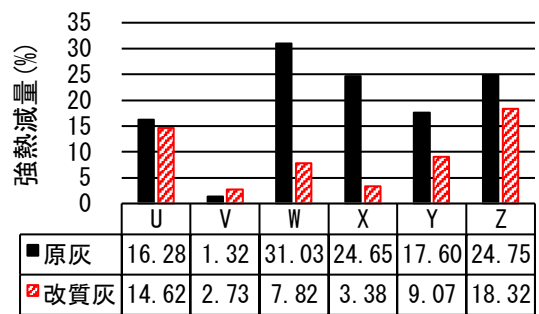


図-4 原灰と改質灰の強熱減量

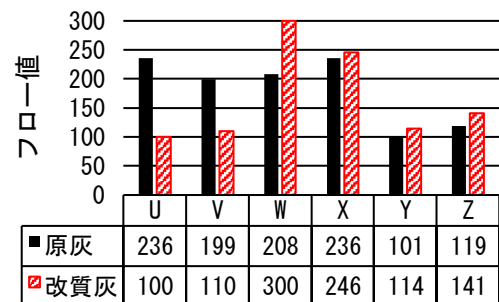


図-5 フロー試験結果 (0 打フロー)

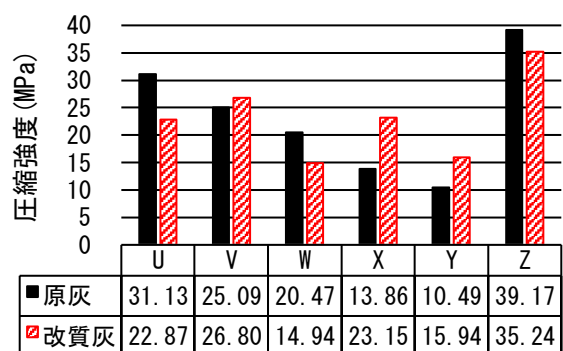


図-6 圧縮強度試験の結果 (材齢 2 日)

謝辞

本研究は、環境研究総合推進費 (3G-2103) の助成を受けて実施した。ここに記して謝意を表す。