

木質系混焼灰を用いたバイオマスジオポリマーの基礎物性および曝露試験

九州工業大学大学院 学生会員

○庄村政紘

九州工業大学大学院 正会員

合田寛基 日比野誠

西松建設株式会社 正会員

原田耕司

1. はじめに

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、木質バイオマス焼却灰を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二酸化炭素排出量を抑制することができる。しかし、木質バイオマス焼却灰は材料性能としての課題が未解決であるのが現状である。以上を踏まえ、木質バイオマス焼却灰を活性フィラーとしたGPの知見を得るため、配合と養生条件を変化させ、施工性、強度発現性の検討と曝露試験を行った。また、本研究での木質バイオマス焼却灰は、混焼灰（バイオマス65%前後+FA35%前後）で、浮遊選鉱法によって未燃カーボンを2.5~3%以下に低下させた改質木質バイオマス混焼灰（以下、MCAS）を使用した。

図-1にMCASの精製工程を示す。

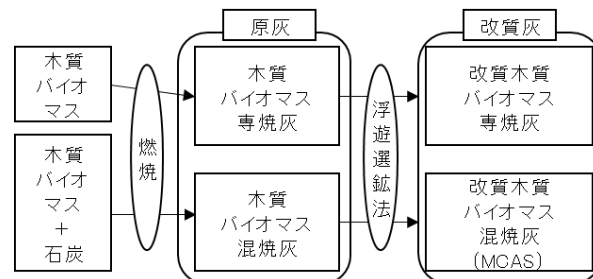


図-1 MCASの精製工程

表-1 使用材料

材料	密度 (g/cm ³)
アルカリシリカ溶液 (GPW)	1.40
改質木質バイオマス混焼灰 (MCAS)	2.26
セメント (C)	3.14
高炉スラグ微粉末 (BFS)	2.91
海砂 (S)	2.56

表-2 フロー試験、圧縮強度試験の配合例

%		kg/m ³			
BFS/P	GPW/P	GPW	MCAS	BFS	S
35	65	387	387	208	1191
30		386	416	178	1188
10		381	528	59	1172
15	70	403	489	86	1151
	65	382	500	88	1175
	60	360	510	90	1200
	55	338	522	92	1229

表-3 曝露試験の配合

記号	kg/m ³						
	GPW	W	MCAS	BFS	C	S	G
MCAS	236	0	256	138	0	786	938
OPC	0	170	0	0	405	761	938

実験に使用した材料を表-1に示す。活性フィラーに絶乾状態のMCASと高炉スラグ微粉末（以下、BFS）、また、MCASと比較用にセメント（以下、C）を用いた。細骨材は表乾状態の海砂を用いた。

2.2 フロー試験、圧縮強度試験

フロー試験および圧縮強度試験の配合例を表-2に示す。アルカリ溶液と活性フィラーの質量比をGPW/P、高炉スラグ微粉末と活性フィラーの質量比をBFS/Pとした。活性フィラーと細骨材の質量比を1:2にし、GPW/PおよびBFS/Pを変化させて配合を決定した。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1日とした。

2.3 曝露試験

MCASを活性フィラーとしたMCASGPと比較用のOPCの円柱と角柱のコンクリートを作製し、沖縄県で曝露した。供試体寸法は、円柱はφ100mm×200mm、角

キーワード ジオポリマー、バイオマス灰、圧縮強度、フロー

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学大学院工学研究院建設社会工学研究系

TEL 090-1193-2358

柱は100mm×100mm×200mmとした。また、圧縮強度試験、外観観察、自然電位および分極抵抗の測定を行った。曝露試験の配合を表-3に示す。今回の曝露試験では、圧縮強度がどちらも40MPa程度となるような配合とした。

3. 実験結果

3.1 フロー試験、圧縮強度試験の結果

図-2にフロー試験の結果を示す。ここで、GPW/P=65%、BFS/P=35%の結果は、使用したMCASの製造日(ロット)が他と異なるため、考察対象外とした。

フローについては、GPW/Pが大きくなるとフロー値も大きくなった。また、部分的に例外もあるものの、BFS/Pが大きくなるとフローも増加する傾向がみられた。これは、BFSの量が増えると、未燃カーボンを少量含むMCASの量が減ることとなり、粘性のある未燃カーボンの減少で転がり抵抗が小さくなるために、流動性が増すためと考えられる。

圧縮強度については、GPW/Pが大きくなると圧縮強度が小さくなった。また、BFS/Pが大きくなると圧縮強度も大きくなった。これらの結果から、従来のFAをベースとしたGPと同様の傾向を示すことが分かった。

3.2 曝露試験の結果

曝露した供試体の圧縮強度試験の結果を図-3に、自然電位および分極抵抗の測定結果を図-4、図-5に示す。曝露開始時と曝露3か月後を比較すると、GPとOPCどちらも圧縮強度、自然電位および分極抵抗に大きな変化は見られなかった。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) MCAS ジオポリマーは、FA ジオポリマー同様に溶液粉体比(GPW/P)が大きくなるとフロー値が増加し、圧縮強度は低下する。また、BFS/Pが大きいほど圧縮強度は増加する。
- (2) 曝露3か月では、供試体の圧縮強度、自然電位および分極抵抗に大きな変化は見られない。

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。

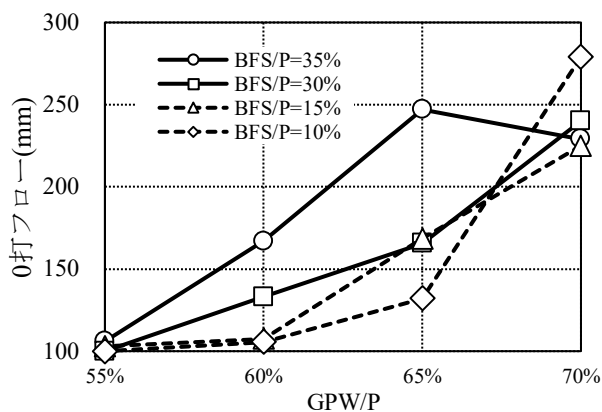


図-2 GPW/Pと0打フローの関係

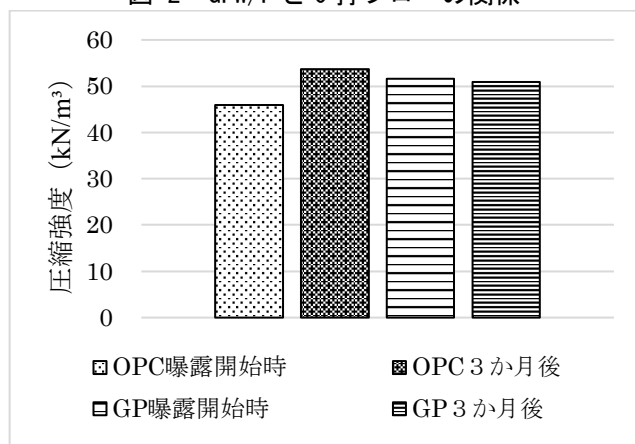


図-3 曝露供試体の圧縮強度試験結果

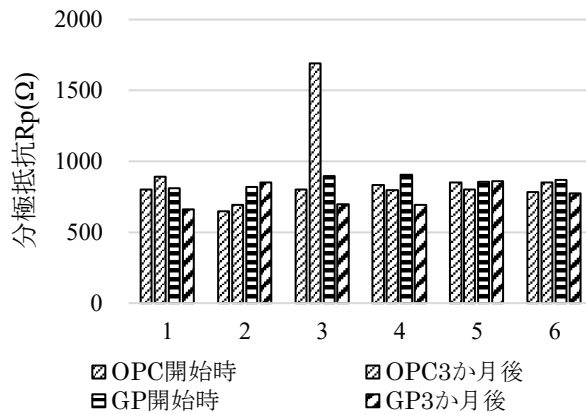


図-4 曝露供試体の分極抵抗

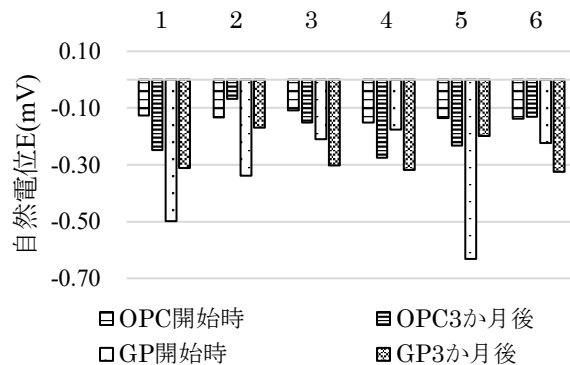


図-5 曝露供試体の自然電位