

# バイオマス灰を大量に用いたセメント硬化体の諸物性 — 灰の化学的な指標であるNBO/Tが硬化体に及ぼす影響 —

Physical properties of hardened cement with large volume of biomass ash  
- Influence of NBO/T a chemical indicator of ash on hardened bodies -



高木亮一 Ryoichi TAKAGI \*1 · 林 俊斉 Toshinari HAYASHI \*1

## 研究の目的

世界的に脱炭素化社会への取り組みが進む中、日本において再生可能エネルギーは近年急速に成長してきている電源構成である。そのうち、バイオマス発電は安定供給が可能な発電形式として期待されているが、バイオマス灰が副産物として発生し、その多くは産業廃棄物として処理されている。事業収益改善のためにもバイオマス灰の有効利用が期待されており、近年では肥料原料や建設資材等への適用が検討されてきている。著者らは石炭火力発電所から産出される石炭灰を大量に有効活用するアッシュクリート（セメント硬化体）の技術を開発し、1980年代から海域や陸域での盛土材等へ展開してきている。そこで本論文では、バイオマス灰の有効利用を見据え、アッシュクリートにバイオマス灰を用いた場合のセメント硬化体の諸物性について検討した。

## 研究の概要

これまでのアッシュクリートは産業廃棄物として処分される石炭灰を大量に有効活用することをコンセプトとしており、水、セメント、大量の石炭灰、石膏を混練した硬練りのペーストを振動締固めによって硬化させたものである。この石炭灰とバイオマス灰は目視では同様の粉体に見える。しかし、バイオマス灰は石炭灰よりも BET 比表面積は小さく、SEM 画像からも荒く丸みが少ないことがわかる（写真 - 1）。石炭灰の反応性は四面体形成イオン数あたりの非架橋酸素数の比率（NBO/T）として表されるガラスの重合の程度と高い正の相関関係があることが確認されている。NBO/T は石炭灰が約 0.1 程度に対し、バイオマス灰は約 0.8 ~ 2.2 程度と高くなっており、本研究ではこの点に着目した。

硬化体のフレッシュ性状についての検討では、アッシュクリートの配合設計で用いている灰の Wf140（モルタルフロー値 140mm となる水粉体比）とセメント硬化体のフレッシュ性状（振動フロー値（フローコーンを使用し、テーブルバイブレータで 20 秒間振動させた際の広がり）を測定）： Vf20 の間には負の相関関係が確認でき（図 - 1）、Wf140 は配合設計に適用可能な指標であった。

硬化体の圧縮強度については、バイオマス灰の活性度指数と硬化体の圧縮強度には明確な関係性を確認できなかった。一方で、バイオマス灰の NBO/T と硬化体の圧縮強度の間に正の相関関係が確認でき（図 - 2）、この NBO/T を圧縮強度推定の指標として用いられる可能性が示唆された。また、石炭灰とバイオマス灰の成分が異なることから、硬化体では異なった水和生成物が確認できた。特にバイオマス灰を用いた場合、材齢の経過とともに数~数 10nm 程度の空隙量が大きくなっており、C-S-H が多く生成されていた可能性が示唆された。

## 結論

本論文では、バイオマス灰を大量に用いたセメント硬化体の諸物性について、灰の化学的な指標である NBO/T が硬化体に及ぼす影響に着目した検討を実施した。その結果、バイオマス灰を用いたセメント硬化体では、灰の NBO/T と圧縮強度の間に正の相関関係が確認できた。そのため、この NBO/T を圧縮強度推定の指標として用いられる可能性が示唆された。

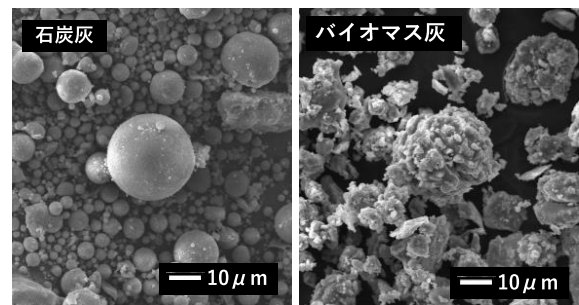


写真 - 1 灰の SEM（走査型電子顕微鏡）観察結果

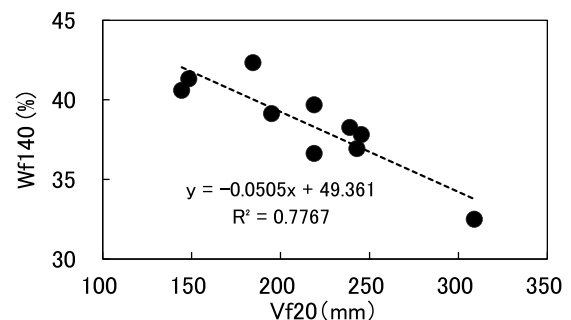


図 - 1 灰の Vf20 と Wf140（フレッシュ性状）の関係

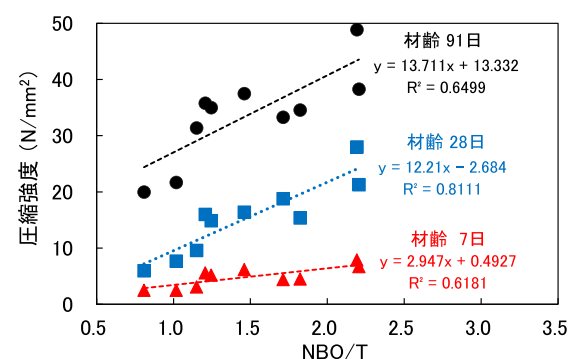


図 - 2 バイオマス灰の NBO/T と硬化体の圧縮強度の関係