

木質バイオマス発電で生じた木灰を主原料とする混合セメントの開発

鹿児島工業高等専門学校 学生会員 ○竹井 遼 正会員 前野 祐二
正会員 長山 昭夫 正会員 三原 めぐみ

1. はじめに

近年、CO₂削減ニーズに対応し、カーボンニュートラルの考えからバイオマス発電が導入されつつある。そこで本研究では、木質バイオマス発電で生じた木灰の有効利用を目的として、木灰を主原料とする混合セメントの開発を行った。この木灰は、森林系土木残材や建設副産物などから加工した木質チップを木質バイオの燃焼で発電し、その焼却炉に残った焼却残渣である。主原料である木灰の他に、火力発電所から排出された石炭灰、建築廃材の石膏ボードから取り出した廃石膏、BSE 対策として屠蓄された牛の危険部位を焼却した骨灰などの産業廃棄物を混合した。この混合セメントは、ポルトランドセメントの混合割合が3割以下とセメントの量が比較的少ないことが特徴である。

2. 木灰の化学組成

表1に木灰の蛍光X線分析による化学組成を示す。表で示されるようにSiO₂、CaO、Al₂O₃、Fe₂O₃が主な化学組成である。特にSiO₂が約半分を占めているのが特徴である。木灰のX線回折パターンを図1に示す。図に示すように石英、カルサイト、アナーサイト、ゲーレンナイト、フリーデル氏塩が定性できる。これらの鉱物について、MgOを標準物質として検量線を作成して定量を行った。表2に定量結果を示す。表に示すようにアナーサイトが40.2%と多く含まれている。

表1 木灰の化学組成(%)

成分	割合	TiO ₂	1.24	Cr ₂ O ₃	0.035
SiO ₂	51	MgO	1.19	Br	0.029
CaO	18.6	P ₂ O ₅	0.886	NiO	0.013
Al ₂ O ₃	11.5	ZnO	0.48	As ₂ O ₃	0.006
Fe ₂ O ₃	7.2	MnO	0.213	Y ₂ O ₃	0.005
K ₂ O	3.39	CuO	0.144	Nb ₂ O ₅	0.003
SO ₃	2.34	PbO	0.1	その他	0.261
Cl	1.32	Co ₂ O ₃	0.045	合計	100

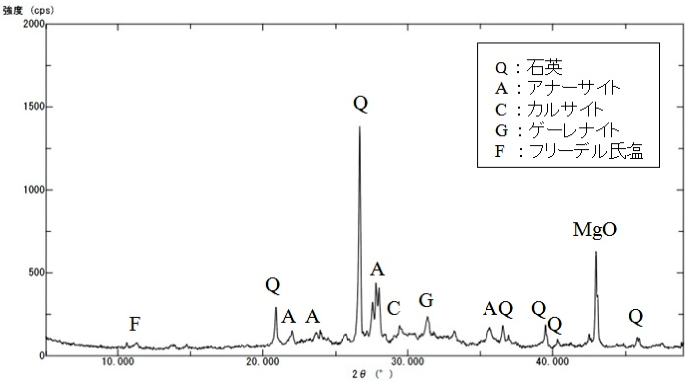


図1 木灰のX線回折パターン

表2 木灰の鉱物組成(%)

鉱物	割合		
石英	21.7	ゲーレンナイト	10.1
カルサイト	3.1	フリーデル氏塩	4.2
アナーサイト	40.2	合計	79.3

3. 木灰の水浸処理

採取して粉砕した木灰と他の廃棄物とセメントを混合して混合セメントを作製し、これを水と混合することにより硬化体を作製した。この硬化体は養生1ヶ月で圧縮強度が16.35N/mm²と比較的小さい値となった。これは写真1に示すように硬化体が膨張し、クラックが発生したためである。そこで、硬化体の膨張を抑えるために木灰を水浸処理した。水浸することによりエアが発生するからである。図2に水浸時間と密度と

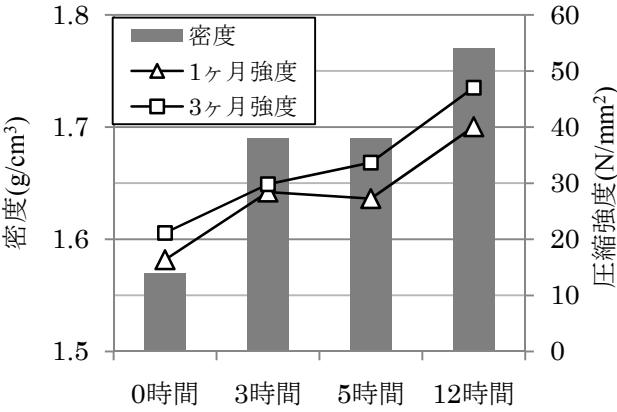


図2 水浸時間と密度と圧縮強度

キーワード：木灰，混合セメント，しらす，強度
住所：鹿児島県霧島市隼人町真孝 1460-1 TEL：0995-42-9118

圧縮強度の関係を示す。図に示すように、水浸時間が長くなるに従って密度が増加し、高強度になることが確認できた。そ

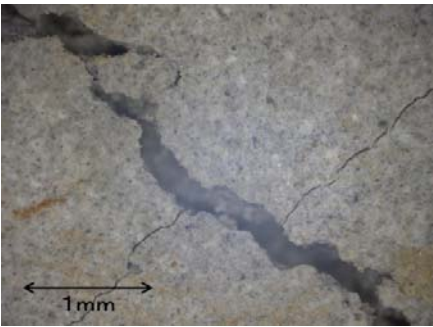


写真1 クラックの発生状況

こで、木灰を12時間水浸させた混合セメントに、従来の研究で高強度が確認できたボゾラン質材料のしらすを30%添加混合して硬化体を作製した。この硬化体は養生1ヶ月で40N/mm²を超える高強度を得ることができた。

4. 強度特性

表3に示す条件で混合セメントを作製し、5種類の硬化体を作製した。なお、木灰は水浸処理を12時間行った後粉碎した。No.1とNo.2はしらすを混合せずに石膏量を変えて硬化体を作製し、強度試験を行った。図3に廃石膏の混合割合と圧縮強度の関係を示す。図に示すように廃石膏の混合割合の増加に伴い、圧縮強度の低下が見られた。そこでNo.1とNo.2の硬化体についてX線回折分析で検量線による定量を行った。定量結果を表4に示す。廃石膏を多く混合したNo.2では、No.1と比較してエトリンガイトとフリーデル氏塩が多く生成されていた。エトリンガイトには木灰や廃棄物に含まれる重金属を取り込み、重金属類の溶出量を抑える働きがある。そこで廃石膏の混合割合は変えず、強度増進を図るためにしらすを添加混合した。しらすの混合割合が異なるNo.3～No.5の硬化体で強度試験を行った。図4にしらすの混合割合と圧縮強度の関係を示す。図に示すように、しらすを添加混合すること

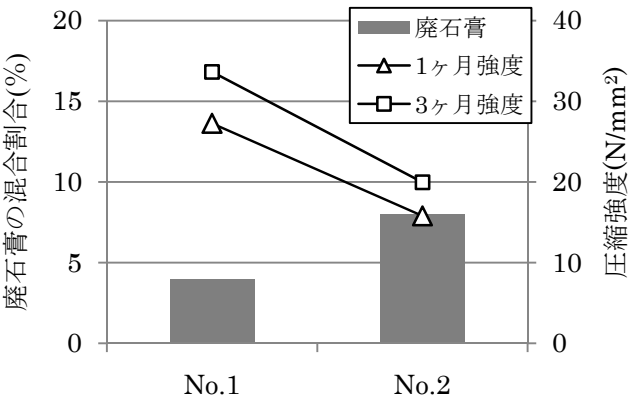


図3 廃石膏の混合割合と圧縮強度

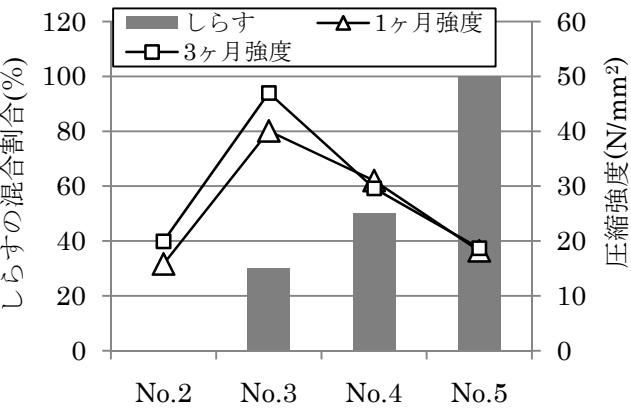


図4 しらすの混合割合と圧縮強度

表4 硬化体の鉱物組成(%)

鉱物	No.1	No.2	No.3
水酸化カルシウム	0.7	0.7	0.9
石英	8.1	4	8.3
カルサイト	2.4	3.7	2.6
二水石膏	3.8	1.4	2.6
塩化ナトリウム	1.1	0.9	1.2
アナーサイト	9.8	7	16.9
ゲーレンナイト	4.4	6.7	3.8
エトリンガイト	20.3	28.4	30.2
フリーデル氏塩	2.1	10.3	0.2
合計	52.7	63.1	66.7

で強度が増加することが確認できた。また、しらすの混合割合は30%が最適であることが分かる。No.3の硬化体についてもX線回折分析を行った。定量結果を表4に示す。No.1～No.3の鉱物組成を比較すると、No.2の強度低下の原因は膨張性のあるフリーデル氏塩が多量に生成されたためだと考えられる。

5. まとめ

本研究では木灰の他に様々な廃棄物やしらすを混合し、高強度のコンクリートを作製することができた。これにより、木灰を主原料とする混合セメントの開発の可能性を見出すことができた。

表3 硬化体の作製条件(%)

試料 No.		1	2	3	4	5
全体を 100	木灰	60				
	セメント	24				
	石炭灰	8				
	骨灰	8				
廃石膏		4	8			
しらす		—	—	30	50	100
W/C		35				
グルコン酸		0.2				