

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 三原 めぐみ

1. はじめに

近年, CO₂削減ニーズを目指し, 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, 木灰を主原料とした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製造する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, 内部標準法により定量を行った。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。また, 結晶は全体の

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

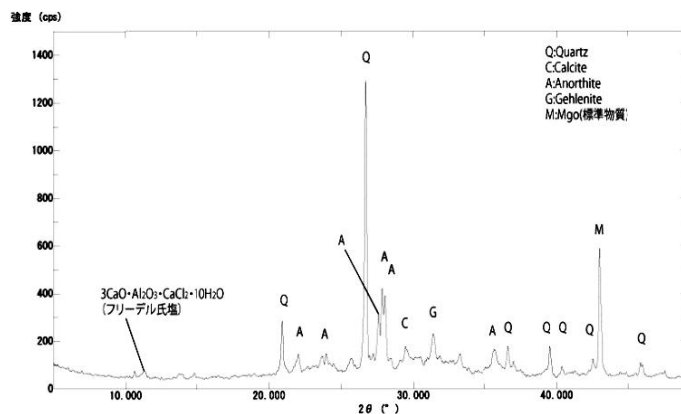


図 1 木灰の X 線回折パターン

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

79.3%で, 残りの約 2 割は非結晶のガラス質だと考えられる。

3. 木灰の水浸処理

木灰を原料とした混合セメントで硬化体を作製し, 1 ヶ月間養生して圧縮試験を行った。この供試体の強度は, 16.35 N/mm² で, 比較的小さい。この原因は膨張によってクラックが発生したためだと考えられる。写真 1 にクラックの発生状況を示す。そこで, 硬化体の膨張を抑えるために木灰に水浸処理を行った。図 2 に水浸時間と圧縮強度の関係を示す。水浸時間は, 0 時間, 3 時間, 5 時間とした。

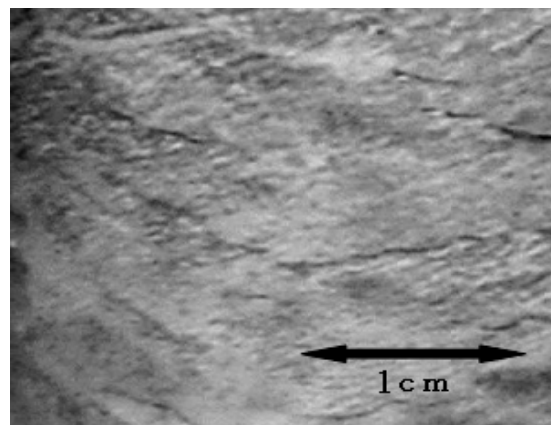


写真 1 クラックの発生状況

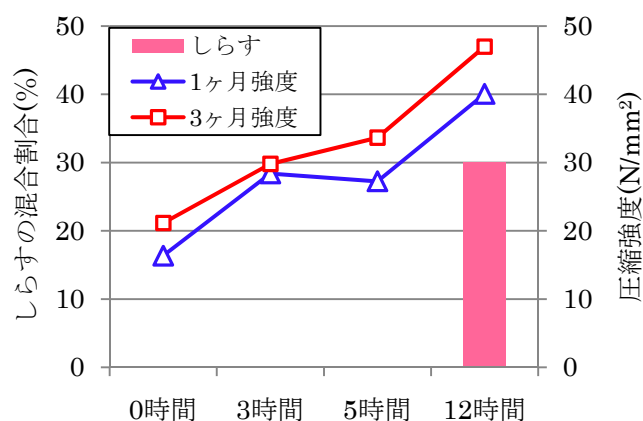


図2 水浸時間と圧縮強度

図2に示すように、水浸時間が長いほど高強度になることが確認できた。そこで、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ポズラン質材料のしらすを混合した混合セメントで供試体を作製した。図2に示すようにしらすの混合量は、30%である。この供試体は養生1カ月で40N/mm²を超える高強度を得ることができた。これは水浸処理により木灰中の空隙が減少し、膨張が抑えられたためと考えられる。

4. 強度特性

表3に示す混合割合で混合セメントを作製し、表4に示す条件で3種類の硬化体を作製した。作製条件としてNo.3のみに、混合セメントに対して30%のしらすを添加混合した。なお、木灰は水浸処理を12時間行った。No.1とNo.2の硬化体で強度試験を行った。図3に廃石膏の混合割合と圧縮強度の関係を

表3 混合セメントの混合割合(%)

試料 No.	全体を100としたとき				廃石膏以外 に対して
	木灰	セメント	石炭灰	骨灰	廃石膏
1	60	24	8	8	4
2					8
3					8

表4 硬化体の作製条件(%)

試料 No.	混合セメントを100としたとき	W/C	グルコン酸
	しらす		
1	—	35	0.2
2	—		
3	30		

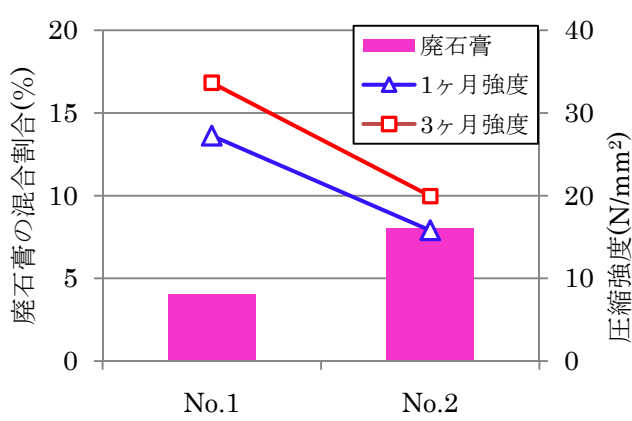


図3 廃石膏の混合割合と圧縮強度

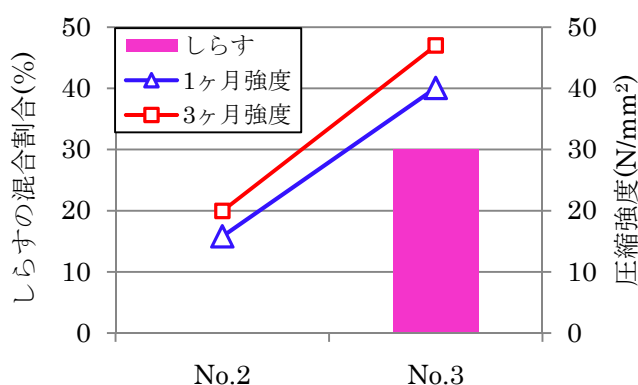


図4 しらすの混合割合と圧縮強度

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。これは廃石膏の混合割合を2倍にしたことにより、早期にエトリンガイトが多く生成されたためだと考えられる。強度は低下するが、エトリンガイトの生成により木灰や廃棄物に含まれる重金属がエトリンガイトに取り込まれるので重金属類の溶出量は小さくなると考えられる。そこで廃石膏の混合割合を8%で、ポズラン質材料のしらすを添加混合したNo.3の硬化体を用いて圧縮試験を行った。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で圧縮強度が増加することが確認できた。

5. まとめ

本研究では木灰の他に様々な廃棄物やセメント、しらすを混合することで、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、木灰を主原料とした混合セメントの開発の可能性を見出すことができた。