

木灰を主原料とした混合セメントの開発とその膨張および化学特性

鹿児島高専 学生会員 ○ 鞘脇 和也, 萱場 将司, 中野 大樹
正会員 前野 祐二, 長山 昭夫,

1. はじめに

本研究はバイオマス発電の木質焼却灰（木灰）の有効利用をはかるため、木灰を主原料とした混合セメント硬化体を開発するために強度試験と膨張試験を行った。さらにこの膨張特性を化学的に考察するために X 線回折による鉱物定量と蛍光 X 線装置による化学組成分析を試みた。この混合セメントは、鉱物組成が他のセメントと大きく異なることから膨張特性とその水和反応の関係を明らかにすることは重要であると考え、すなわち、そこで硬化体の膨張・収縮による強度への影響、長期耐久性の信頼性を明らかにした。

表 1 混合セメント (A) 原料比

	木灰	セメント	石炭灰	骨灰	石膏	廃陶器
硬化体 A	75	30	10	10	10	50

2. 膨張試験

表 1 に示す混合割合で混合セメント (A) と水と混合し、硬化体を作製した。硬化体 A と同様に A の石膏量の原料比が 10、B が 15、C が 20 と 3 種類の供試体を作製した。

作製した混合セメントで供試体寸法 10×10×40 (cm) のペースト硬化体を作製してコンクリート養生室に静置しておき、膨張試験を行った。図に示すように、材齢が増加するに従って B、C の硬化体は、収縮した。60 日を超えたあたりからあまり収縮が見られなくなった。しかし、A の硬化体は、200 日を超えるまで収縮量は 0.01% 以下だったが、材齢が 200 日を超してから収縮量が増加している。一般的に使用されているコンクリート硬化体の収縮量は、0.15% 程度である。それと木灰を原料とした硬化体を比較すると木灰を原料とした硬化体の収縮量が小さい。

図 2 に圧縮強度と材齢を示す。図に示すように B、C の硬化体は材齢とともに圧縮強度が増加する。しかし、A の硬化体は強度が低下している。収縮により B、C は強度が増加していると考えられる。図 3 に重量変化を示す。図に示すように重量変化はほぼ同じ変化を示し、石膏量が多いほど重量の増加が小さい。従って、硬化体 A は乾燥による収縮は示していない。また、密度は 3 供試体とも 1.75~1.82g/cm³ の密度で大きく変わらない。

図 4 にごみ焼却灰で作製した硬化体（ペースト）の収縮を示す。この混合セメントは、焼却灰が木灰と変わるだけであるが、図に示すように石膏が混合されていなくても 0.15% 程度の収縮を示す。また、石膏量が増加するに従って収縮量が大きくなっている。

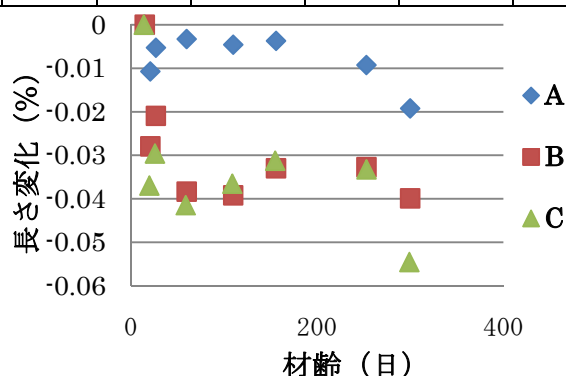


図1 硬化体(木灰)の収縮

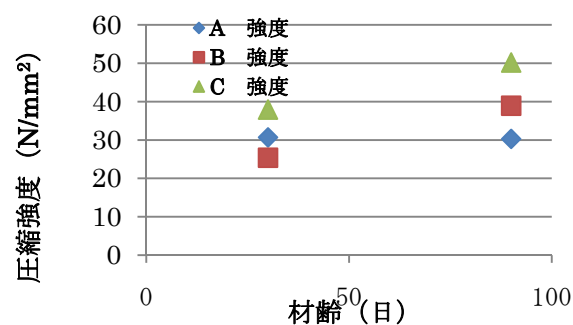


図2 圧縮強度と材齢の関係

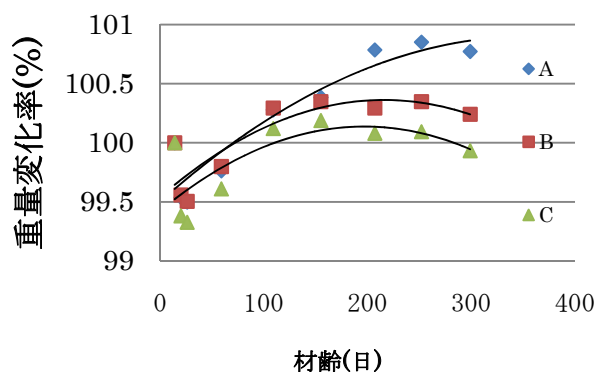


図3 硬化体(木灰)の重量変化

3. 化学分析

膨張特性を化学的に考察するために X 線回折と蛍光 X 線分析を行った。X 線回折による定量は、内部標準法で行った。なお、試料中に含有するアナーサイト、エトリンガイトなどを対象に他の不純物を含まない標準物質を作製した。本研究で作製した硬化体に作製した標準物質と内部標準物質を加えて、内部標準物質と標準物質の強度比を比較することにより検量線を作成した。作成した検量線から、定量分析をおこなうことができるようにした。

3. 1X 線回折による定量分析

強度の値は粉碎時間、試料の状態によって変化しやすいので、精度は高くないが、大まかな値は得られる。これらの鉱物について、MgO を内部標準物質として検量線を作成し、内部標準法で分析を行った。この分析法により木灰の定量分析を行った。分析の結果を表 2 に示す。石英 21.7%，カルサイト 3.1%，アナーサイト 40.2%，ゲーレナイト 10.1%，フリーデル氏塩 4.2%，合計 79.3%が確認できた。アナーサイトなどの量が多いことが特徴的である。

3. 2 X 線回折による硬化体の定性分析

硬化体の X 線回折による定性分析を行った。図 5 に木灰を主原料とした硬化体，図 7 に焼却灰を主原料とした硬化体の X 線回折パターンを示す。図 5 に示すように石英，カルサイト，アナーサイト，ジブサム，エトリンガイト，フリーデル氏塩が定性できる。また廃石膏量を増やすにつれ、エトリンガイトとフリーデル氏塩、石英とカルサイトの含有量が増加する傾向が見られる。焼却灰を主原料とした硬化体は、図 7 に示すようにエトリンガイトの含有量は増えるだけであるが、フリーデル氏塩まで増えることはすくない。これは陶器片を入れたことの影響も考えられる。

3. 3 化学組成について

図 5 に硬化体の化学組成を示す。この硬化体の主な成分は、SiO₂ と CaO，Fe₂O₃，SO₃ が大きな割合を示す。SO₃ と CaO が硬化体 C で最も多い。しかし、その変化量は少ない。

4. まとめ

硬化体はエトリンガイト、フリーデル氏塩、CSH が生成されているが、膨張傾向は示さず、収縮量は小さいことが分かった。

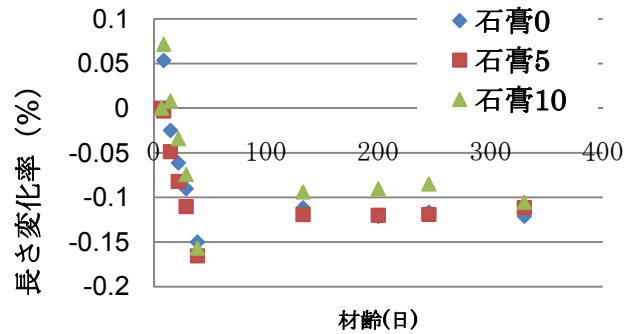


図4 ごみ焼却灰の長さ変化

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

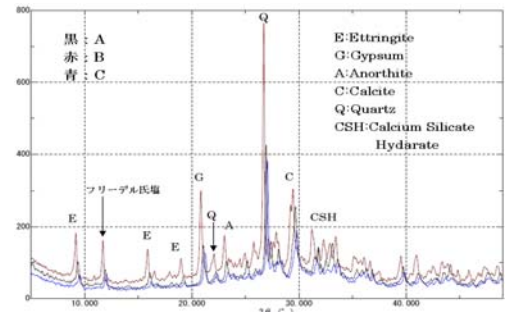


図 5 X 線回折パターン(木灰)

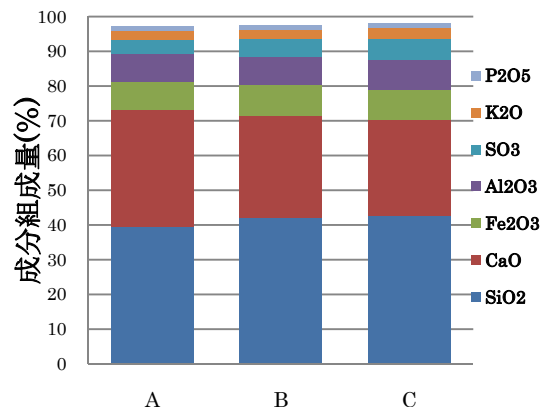


図6 硬化体(木灰)の成分組成

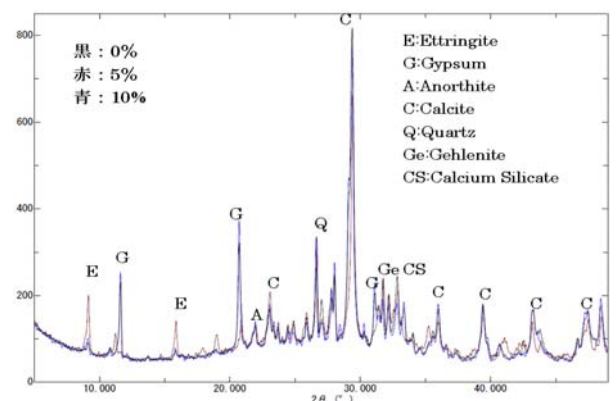


図 7 X 線回折パターン(ごみ焼却灰)