

木灰を用いたバイオマスコンクリートの開発

高知工科大学大学院 正会員 ○鈴木 麻由
高知工科大学 フェロー 大内 雅博
高知工科大学 正会員 永野 正展

1. はじめに

高知工科大学コンクリート研究室は、木質バイオマス発電所から発生した木材の燃焼灰、消石灰といった土に還り得る材料のみを水と練混ぜることで、セメントを使用しない、木灰コンクリートを 2015 年に開発した。

本研究では、鉱物資源である消石灰を添加せずに硬化するバイオマスコンクリートを開発した。

2. 使用する木灰について

本研究で使用する木灰は、高知県の宿毛バイオマス発電所から産出されるもののみを使用した。木灰は発生過程により 3 種類に分類される。燃焼時に舞い上がり、集塵機で回収されるものが飛灰、炉の隙間から落下したものがリドリング灰、そして、燃え残りが主灰である。飛灰は集塵機での回収後に飛散防止のため加湿処理が行われている。既往研究により 3 種の木灰の内、飛灰のみが水と反応し強度発現に寄与しているため、本研究では飛灰のみを用いた。

3. 未加湿飛灰の水との強度発現

回収時に加湿処理を行わなかった飛灰（図-1、以下「未加湿飛灰」と記す）と水を練り混ぜたその硬化体について試験を行った。使用材料を表-1 に、木灰コンクリートの配合を表-2 に示す。

未加湿飛灰と水のみで練混ぜた木灰コンクリートは硬化し、材齢 7 日において 3.1 N/mm²、材齢 28 日で 3.3 N/mm² の圧縮強度が得られた。

4. X 線回折法による硬化反応物質の同定

(1) X 線回折法による分析方法

供試体の配合を示す（表-2）。供試体は直径 50 mm、高さ 100 mm のプラスチック製モールドの中で 20 時間の養生（材齢 1 日程度）を行った。サンプルの養生方法は、

表-3 に示す 4 種類を設定した。養生の影響を比較的大きく受けると想定した円柱供試体の上面のみから、厚さ 5 mm 程度を鋸やすりを用いて削り、試料を採取した。

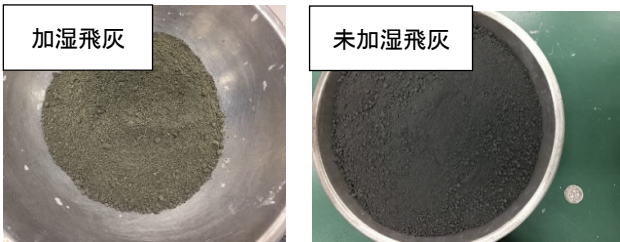


図-1 2 種類の飛灰

表-1 使用材料

種類		密度
木灰	未加湿飛灰	2.30 g/cm ³
	加湿飛灰	1.81 g/cm ³
消石灰	工業用	2.21 g/cm ³
水	上水道	1.00 g/cm ³

表-2 未加湿飛灰硬化体の配合

ミニスランプ値 (cm)	水比 (%)	消石灰置換率 (%)	単位量 (kg/m ³)	
			水	未加湿飛灰
0.5	60.8	0	582	958

表-3 養生方法

養生方法略号	非接水	CO ₂	低真空	気中
養生方法詳細	接水を行っていない粉末の状態	デシケータ内の空気を半分抜き、1 気圧になるまで CO ₂ を封入	デシケータ内の空気を半分抜いた	養生室内で自由に空気が通る状態

キーワード 木灰コンクリート、飛灰、炭酸カルシウム、エトリンガイト、フリーデル氏塩
連絡先 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185 高知工科大学：電話 0887-57-2411

さらに、正確な回折強度を得るために、すり鉢で磨り潰すことにより微粉末化した。サンプルを 20 時間程度真空乾燥した後、試料ホルダーに表面が平坦になるように均して詰め、X 線回折装置にて測定を行った。測定条件は対陰極 Cu、管電圧 45 kV、管電流 40 mA、ステップ 0.013 °、スキャンステップ時間:148.92 秒とした。

(2) 測定結果

材齢 1 日における未加湿飛灰硬化体の圧縮強度を図-2 に、X 線回折法による測定結果を図-3 に示す。なお、「CO₂」、「低真空」、「気中」において検出された回折強度の形状が「非接水」と比較しやすいように y 軸の値にそれぞれ 1000, 2000, 3000 だけ加えて上方にずらした。また、X 線回折では物質の判定を行うための回折強度のピーク値が複数存在するため、各ピーク値のうち、養生方法による検出物質の違いが見やすい角度を四角で囲んだ。

X 線回折による測定を行った供試体の圧縮強度は「低真空」、「CO₂」、「気中」の順に高くなり、X 線回折による検出物質の違いまとめた(表-4)。なお、◎は著しく検出量が多い、○は検出された、△はわずかに検出された、×は検出されなかったことを示す。CO₂ が空気中よりも高濃度であれば炭酸カルシウムのみが、低濃度であればエトリンガイトとフリーデル氏塩のみが生成された。一方、空気中であれば 3 種類の結晶が生成され、種類が多い方が生成物同士で複雑に絡み、生成物同士の距離が小さくなることで組織構造はさらに緻密に圧縮強度は高くなると考察した。

5. おわりに

本研究の条件下で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 未加湿飛灰と水のみで練混ぜた木灰コンクリートは硬化し、材齢 7 日において 3.1 N/mm²、材齢 28 日で 3.3 N/mm² の圧縮強度が得られた。
- (2) X 線回折法による分析の結果、未加湿飛灰硬化体に炭酸カルシウム、エトリンガイトおよびフリーデル氏塩の生成を確認した。

謝辞

本研究にあたり、高知県工業技術センター研究企画課 課長 河野敏夫氏と資源環境課 伊吹 哲氏に試料調製と測定について御指導を賜りました。高知工科大学技術指導員(株) CDR コンサルタンツ専務取締役) 曾我部 敏郎氏には実験全般について御指導と御協力頂きました。心

より御礼申し上げます。本研究の一部はカシオ科学振興財団第 36 回研究助成特別テーマ「地球環境を課題とする問題解決に向けた研究」により行ったものである。

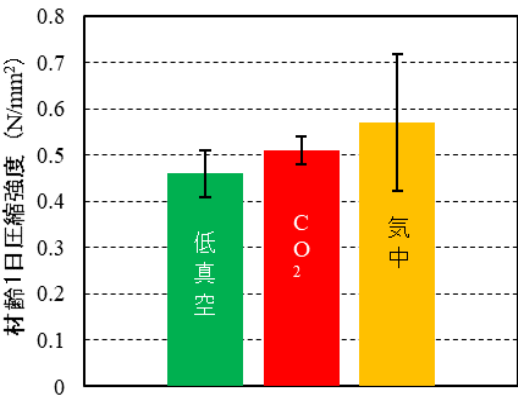


図-2 各養生条件における材齢 1 日圧縮強度

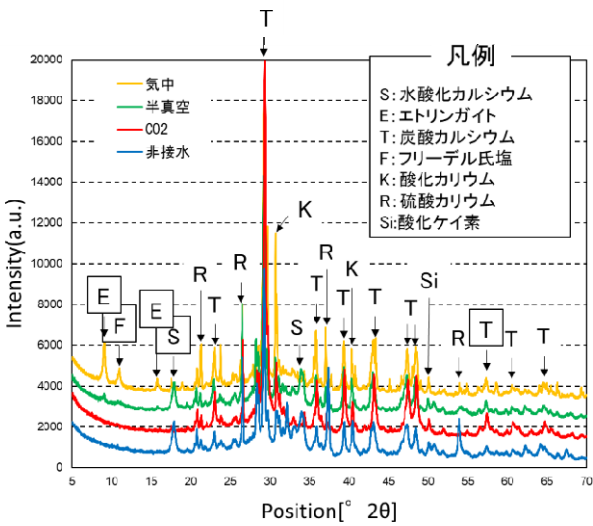


図-3 未加湿飛灰硬化体 X 線回折測定結果

表-4 X 線回折により検出された物質

養生方法名	水酸化カルシウム	炭酸カルシウム	エトリンガイト	フリーデル氏塩
非接水	◎	△	×	×
CO ₂	×	◎	×	×
半真空	◎	○	○	○
気中	×	○	◎	◎

参考文献 1)片山諒辰：木灰と消石灰を用いたコンクリートの強度発現，高知工科大学卒業論文，2015.3
2)P. K. Mehta (田澤，佐伯訳)：コンクリート工学—微視的構造と材料特性—，技報堂出版株式会社，p.22-26，1998.10