

主灰の草木灰置換による木灰コンクリートの強度増進

高知工科大学 1240109 中島 快斗

指導教員 大内 雅博

1. はじめに

木灰コンクリートはバイオマス発電所において木製チップを燃やすと出てくる灰、通称木灰と水を加えることで硬化する。木灰コンクリートは植物由来の材料のみから成り、森林内で完結する物質循環の可能性がある。木灰は、強アルカリ性で結合材としての役割の飛灰と、反応性が無く骨材としての役割の主灰から成る。現時点では、木灰コンクリート強度は普通コンクリートの半分以下であり、増進が望まれている。

本研究では、主灰の一部またはすべてを、植物由来であり、飛灰と同様な性質を持つと仮定した市販の草木灰(図-1)に置換することで強度が出るかどうか調べた。

草木灰を使用したのは、主灰に比べカルシウムイオン濃度が若干ではあるが多いからである(図-2)。イオン濃度は試料に蒸留水を加えて1000倍希釈した後、イオン濃度計を用いて測定した。各灰のpHは、主灰が11.0、飛灰が12.4、草木灰が12.2であった。

木灰コンクリートが強度を発現するためには、木灰中に含まれる水酸化カルシウムと空気中の二酸化炭素が反応することで、硬化体である炭酸カルシウムが析出するからであると仮定した。



図-1 草木灰

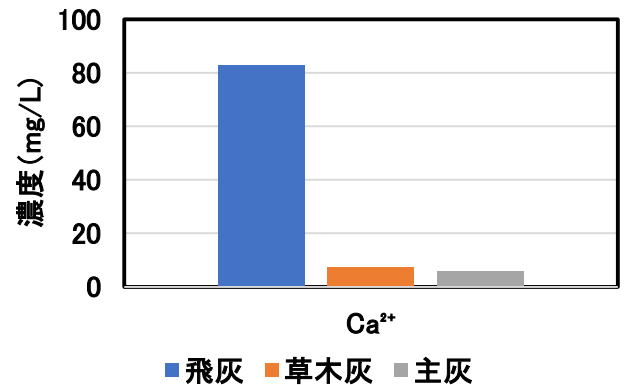


図-2 各灰からのカルシウムイオン濃度

2. 配合及び試験方法

使用材料を示す(表-1)。基準配合として、水飛灰(質量)比80%、飛灰構成比55%、主灰構成比45%の配合を採用した。飛灰の割合を55%で統一し、主灰のうち、一部を草木灰に置換した。草木灰置換率は、主灰質量を100%としてその構成比とした。

練り混ぜ手順は、飛灰と主灰、草木灰を30秒空練りし、水を加えて150秒の本練りを行った。練り上がり直後にミニスランプコーンによるスランプ値を測定した。その後、直径50mm、高さ100mmのモールドにバイブレーターを用いて充填した。そして材齢7日と28日の圧縮強度を求めた。

表-1 使用材料

材料	概要
水	水道水
木灰	飛灰 密度2.3g/cm ³
	主灰 密度2.34g/cm ³ 吸水率13.3%
草木灰	密度 2.15g/cm ³ 吸水率6.8%

3. 草木灰置換による強度増進効果

主灰の一部を草木灰に置き換えた木灰コンクリート

キーワード 木灰コンクリート、主灰置換、草木灰、圧縮強度、強度発現、単位水量

連絡先 〒782-8502 香美市土佐山田町宮ノ口 185 高知工科大学 大内研究室 TEL088-753-1111

の置換率ごとの材齢 7 日強度と 28 日強度を示す（図-3）。

材齢 7 日では置換率 50%が最も強度が大きくなったが、材齢 28 日では置換率 33%が最高となった。置換率が 50%を超えると材齢 7 日と 28 日とでは強度にほとんど差がでなかった。

以上より、灰に含まれるカルシウムイオン量が多いほど強度が大きくなるわけではないことがわかった。このことから、木灰コンクリートの強度発現に関する仮説が正しくないことが示されたと言える。

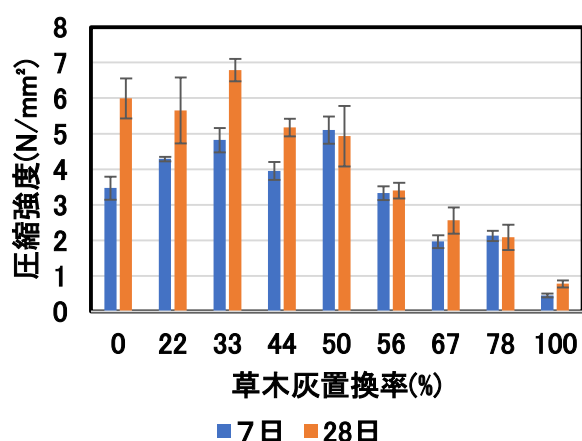


図-3 主灰の草木灰置換率と圧縮強度の関係

4. 水量と強度の関係

ここで新たな仮説として、草木灰置換には水量を削減する効果があると仮定した。草木灰置換率が 50%以下の場合、置換率が高くなるほどそれぞれの充填可能最低単位水量が未置換のものよりも小さくなったからである（図-4）。これにより強度が大きくなったと予想した。

型枠内に充填可能な最低の水飛灰比から得られた単位水量と圧縮強度の関係を示す（図-5、図-6）。材齢 7 日では、単位水量が小さいほど強度が大きくなり、相関がみられた。一方材齢 28 日では、単位水量の最適値が存在した。草木灰置換率 33%である。材齢により最適値が異なる結果となった。単位水量の影響をより大きく受けたのは材齢 7 日であるといえる。

このことから、本実験の範囲内ではあるが、単位水量が強度の主要因であると言える。ただし、材齢が進むにつれ、草木灰置換率 33%以下の範囲では、草木灰の存在が強度を増進させたと言える。

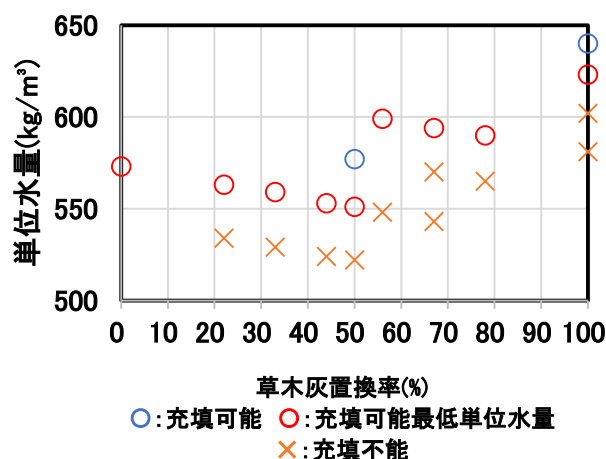


図-4 各草木灰置換率における充填可能な単位水量

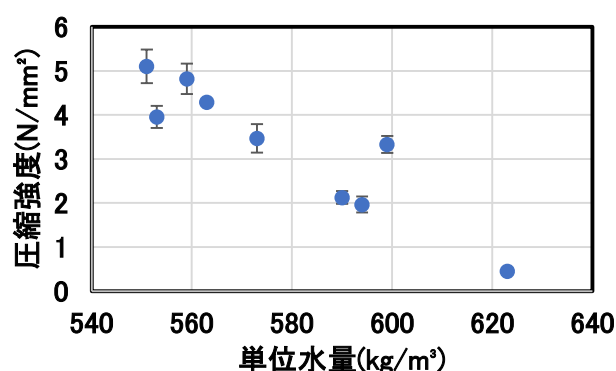


図-5 材齢 7 日の単位水量と圧縮強度の関係

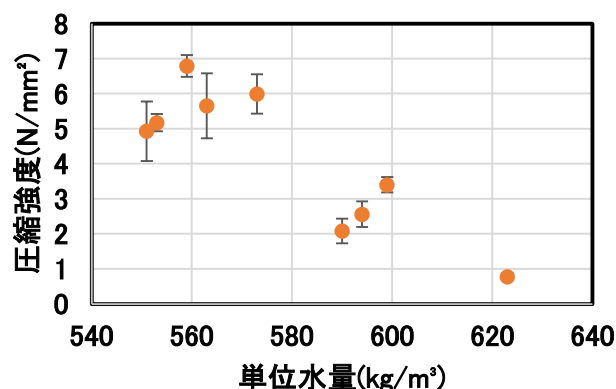


図-6 材齢 28 日の単位水量と圧縮強度の関係

5. 結論

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 主灰において質量比 33%を草木灰に置換すると、7 日及び 28 日強度において未置換よりも圧縮強度が大きくなった
- (2) 草木灰を加えることによって水量の変化が起こり、強度に影響を与えた
- (3) 強度発現にはカルシウムではなく主灰に含まれている別の成分が影響していると思われる