

## 木灰の混合比率の調整と粉砕による木灰コンクリートの強度増進

高知工科大学  
高知工科大学学生会員 ○綿貫 開  
フェロー 大内 雅博

## 1. はじめに

高知県の豊富な森林資源を生かした木質バイオマス発電では副産物である木灰の有効活用が求められている。コンクリート材料における物質循環の確立を目指して、高知工科大学では木灰と水のみを原料とした木灰コンクリートを開発したが、実用化にはさらに強度増進が必要である。

本研究で用いた木灰は、発生過程により、主灰、リドリング灰、飛灰の3種類に分類される。主灰とリドリング灰は混合物（以下、「主灰」と称する）として供給されている。木灰コンクリートにおいては骨材の役割を担う。飛灰は空気中の二酸化炭素と反応して炭酸カルシウムを生じ、強度の源となる。木灰コンクリートにおけるセメントの役割を担う。主灰と飛灰の発生比率は質量比でおよそ85:15である。これまで、木灰コンクリートにおいては飛灰比率15%を混合比率としてきた。

本研究では、原料となる木灰の混合比率および水量を調整し、さらに主灰の粉砕により、木灰コンクリートの強度増進を図った。

## 2. 飛灰混合比率の増加による強度増進

2種の灰の混合比率の割合の調整により起こる強度変化を調べた。水飛灰比（以降「水比」）は70%に固定し、飛灰の比率を高めた。使用材料を示す（表-1）。水は上水道水を使用した。

配合上の単位水量は、木灰の吸水量を含めた値である。配合計算に用いた水結合剤比の式を式(a)に示す。圧縮強度と、熱分析により求めた木灰コンクリート1g中に含まれる炭酸カルシウム含有量（式(b)により求めた）との関係を示す（図-1）。

表-1 使用材料

	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)
未粉砕主灰	2.33	0.103
粉砕主灰	2.34	0.133
飛灰	2.30	-

$$\text{水結合材比:W/B(\%)} = \frac{\text{水(g)}}{\text{消石灰(g)} + \text{飛灰(g)}} \times 100 \quad \dots\text{式(a)}$$



飛灰比率が35%~55%の場合に強度が最も高くなり、それ以上では強度が低下した（図-1）。飛灰比率をそれ以上に高めても炭酸カルシウム生成量の増加はわずかであり、強度発現にも結びつかなかった。炭酸カルシウム生成量と圧縮強度との間には高い相関は見られなかった（図-2）。

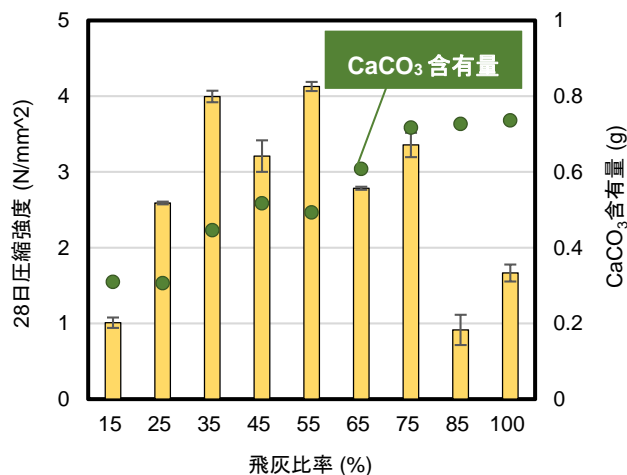


図-1 混合比率の調整による圧縮強度と炭酸カルシウム量の変化

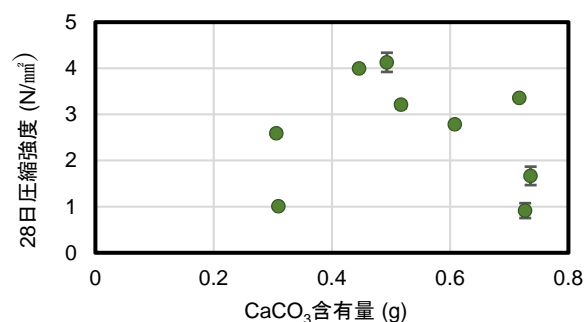


図-2 炭酸カルシウム含有量と強度の関係

キーワード 木灰コンクリート, 飛灰, 主灰, 粉砕主灰, 水飛灰比, 圧縮強度

連絡先 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185 高知工科大学システム工学群: 電話 0887-57-2411; FAX 0887-57-2420

### 3. 水飛灰比の調整による強度増進

最も強度が高かった飛灰比率 55%の配合について最適な水飛灰比を求めたところ、70%であった(図-3)。水量が小さいと飛灰と空气中的二酸化炭素が十分に反応しない一方、水が多いと自由水が強度発現を妨げたものと考察した。

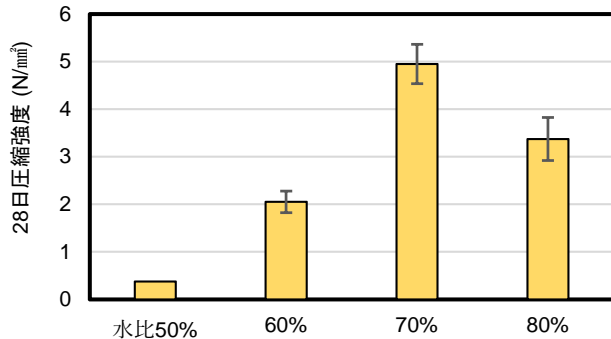


図-3 水結合材比の変化による強度変化

### 4. 主灰の粉砕による強度増進

主灰は高温の灰粒子どうしが固着した灰の塊であり、内部には空洞が存在する。主灰を砕くことで粒径を小さくし、充填率の向上ひいては強度増進を意図し、主灰を粉砕して用いた。

粉砕にはボールミルを用いた。絶対乾燥状態(105°C)の乾燥機により24時間乾燥の主灰1kgにつきボールを50個入れて60分間回転させた。粉砕前後の粒度分布をJIS\_A1102「骨材のふるい分け試験方法」により求めた(図-4)。

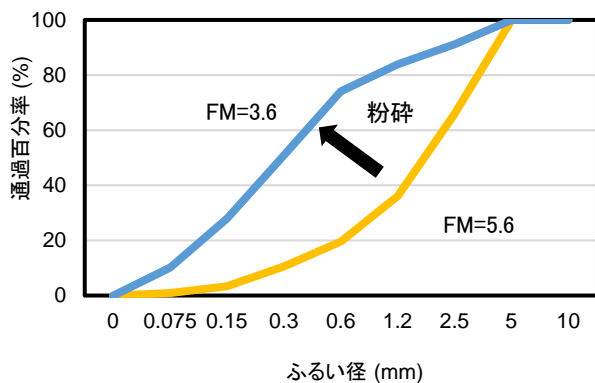


図-4 粉砕による主灰の粒度の変化

粉砕主灰を用いたものの強度は、飛灰比率が35%~55%のものでは未粉砕主灰を用いたものより1.5倍程度に高くなった。最適な水飛灰比は、未粉砕同様、70%であった(図-5)。

主灰粉砕による強度増進を、収縮量と充填率の観点から調べた(図-6)。収縮量が大きくなっても強度は高くなった。一方、充填率は高くなったが強度の大幅増進の要因とは言い難かった。主灰自体の強度増進による可能性であると言える。

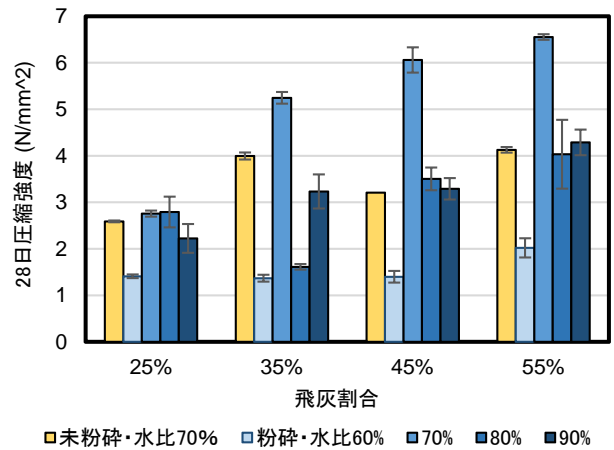


図-5 主灰粉砕による強度の増進

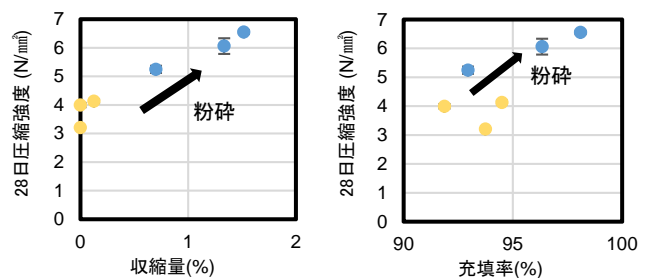


図-6 主灰の粉砕による収縮量と充填率の変化

### 5. 結論

- 1) 発生比率よりも飛灰の混合比率を高めることで、灰コンクリートの強度が上昇したが、飛灰比率35%~55%をピークに、それ以上では強度は低下した。
- 2) 炭酸カルシウム生成量と強度との間に高い相関は見られなかった。
- 3) 主灰の粉砕によって、強度が最大で未粉砕主灰用いたものより最大1.5倍程度に上昇した。
- 4) 高い強度を得るための最適な水飛灰比は、主灰粉砕の有無によらず70%程度であった。
- 5) 粉砕主灰を用いることによる強度増進は主灰自体の強度増進による可能性を得た

### 【謝辞】

本研究にて使用した木灰は(株)グリーン・エネルギー研究所からご提供いただきました。心より御礼申し上げます。

### 【参考文献】

- 1) 山地陽大, 他: 主灰とリドリング灰の粉砕による木灰コンクリートの施工性向上と強度増進, 土木学会第74回年次学術講演会概要集, 2019年9月
- 2) 山地, 他: 炭酸カルシウム生成量が木灰コンクリートの強度に及ぼす影響, コンクリート工学年次大会, 2021年9月