

# 粗粒主灰を用いた木灰コンクリートの強度増進と軟度向上

氏名 石川 陽一 指導教員 大内 雅博

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

**要旨:** 木質バイオマス発電の副産物である木灰のうち主灰を骨材とし、飛灰をセメントとした木灰コンクリートの強度増進を図った。減水剤を添加することにより型枠内への充填が容易になり、水比が低くなった。粗骨材として用いた粗粒主灰の粒径を小さくすることにより、強度のばらつきを小さくしつつ強度を増進させた。

## 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。現在のところ、粒径が5mm以上の主灰は活用されていない。粗骨材が必要な場合、従来型の鉱物由来の砕石を用いていたが、砕石の過剰な採取には自然環境に大きな影響を与えてしまう。

本研究では、砕石の代わりに粗粒主灰を用いることで木灰バイオマス発電の副産物のみから成るコンクリートの強度増進と軟度向上を図った。

## 2. 材料、配合と供試体の作成方法

材料と配合を示す(表-1, 2)。主灰と飛灰の質量比は55:45とした。水セメント比に相当する水飛灰比は50%に固定した。

練混ぜは、最初に主灰と飛灰を投入し、空練り30秒の後に、計量した水を投入して1800秒間の本練りを行った。その後、減水剤を飛灰重量の5%投入して300秒後練混ぜた(図-1)。練混ぜ終了後にスランプ値を測定し、円柱供試体(直径100mm×高さ200mm)内に振動締固めを行った。温度と湿度一定(20°C, 相対湿度60%)の恒温室内にて7日、28日静置し、圧縮試験を行った。

表-1 使用材料

材料	概要	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)
飛灰	木灰	2.29	-
粉碎主灰	セメント	2.34	11.4
未粉碎主灰	細骨材	2.03	10.4
粗粒主灰	粗骨材	1.13	12.1
石灰砕石	粗骨材	2.70	0.25
水道水	練混水	1.00	-
高性能 AE 減水剤	主成分: ポリカルボン酸エーテル系		

表-2 コンクリート配合表 (水飛灰比 50%)

単位水量 (kg/m <sup>3</sup> )	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
	水	飛灰	粉碎主灰	未粉碎主灰	粗粒主灰
180	162	360	295	319	999
200	180	400	327	286	888
220	196	440	360	254	788
240	216	480	392	222	688



図1 練混ぜ手順

## 3. 使用粗骨材の種類や粒径が強度に及ぼす影響

使用する粗骨材による強度への影響を調べるため、各単位水量において、粗骨材として砕石(「砕石コンクリート」)、粗粒主灰(「粗粒主灰コンクリート」)および粗骨材を用いないもの(「木灰モルタル」)の強度を比較した(図-2)。砕石および粗粒主灰は表乾状態にしたものを用いた。粗粒主灰の粒径は20mm以下のものを用いた。

いずれの単位水量でも、砕石コンクリートの強度を上回ることにはなかった。粗粒主灰コンクリートは単位水量200kg/m<sup>3</sup>で最も高い強度を得た。粗粒主灰コンクリートの強度が比較的良かった理由は、単位水量180kg/m<sup>3</sup>の場合は単位水量が小さいことによる充填不良である一方、220または240kg/m<sup>3</sup>の場合は材料分離であると推察した。圧縮強度のバラツキは木灰モルタルが非常に小さいのに対し、粗粒主灰コンクリートはバラツキが大きかったため、バラツキの原因は粗粒主灰の特性であると言える。

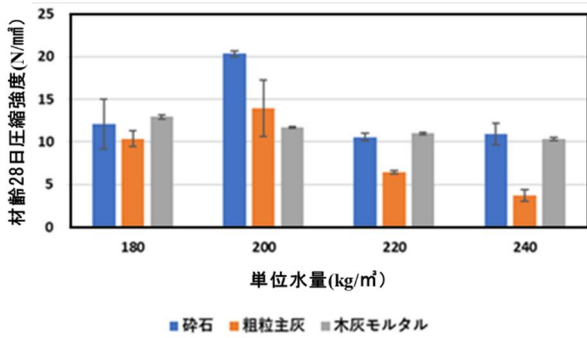


図2 使用粗骨材の種類または有無による圧縮強度

#### 4. 充填率と強度の関係

粗粒主灰，砕石を用いた場合，共に単位水量180kg/m<sup>3</sup>の際に強度が得られなかった理由は，充填不良によるものと予想した。そこで，供試体重量から求めた充填率と，圧縮強度との関係を調べた(図-3)。粗粒主灰，砕石ともに単位水量200kg/m<sup>3</sup>に比べて単位水量180kg/m<sup>3</sup>のとき充填率が低く，圧縮強度も低かった。粗粒主灰の充填率は最も強度が出ている単位水量200kg/m<sup>3</sup>の際で約82%であり，空隙の存在が強度に影響したと言える。

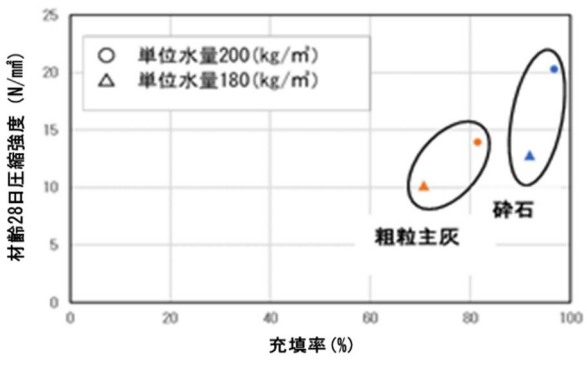


図3 充填率と圧縮強度の関係

#### 5. 粗骨材種類とスランプ値の関係

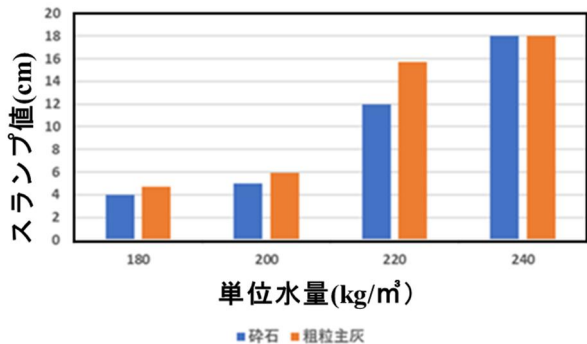


図4 使用粗骨材の種類によるスランプ値の違い

砕石コンクリート，粗粒主灰コンクリートともに単位水量が大きくなるにつれてスランプ値も大きくなった(図-4)。単位水量220kg/m<sup>3</sup>以下では，粗粒主

灰コンクリートが砕石コンクリートに比べわずかに大きい結果となった。吸水率の高い粗粒主灰粗骨材内部に含まれる水分の量が影響した可能性がある。

#### 6. 粗粒主灰の粒径が強度に及ぼす影響

粗粒主灰コンクリートは粗骨材内に空隙が多くあることが強度の増加を阻害する要因と予想した。発生したままの粗粒主灰を，本研究のために5～10mm，10～20mm，および0～20mmの3種類に分けて用い，圧縮強度を比較した(図-5)。単位水量は，20mm以下の粗粒主灰を用いた際に最も強度が高かった200kg/m<sup>3</sup>とした。

粒径5mm～10mmの粗粒主灰を用いたものが，材齢7日および28日間において他の粒径のものよりも高い強度を得ることができた。また，粒径が小さいほうが強度のバラツキが小さかった。

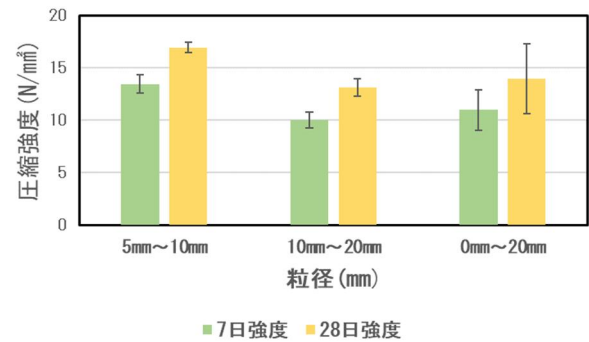


図5 粒径別圧縮強度

#### 7. 結論

- 1) 使用する粗骨材の種類が木灰コンクリートの強度に影響することが分かった。粗粒主灰を用いたものは，砕石を用いたものや粗骨材を用いない木灰モルタルよりも強度が大幅に低かった。
- 2) 粗粒主灰コンクリートは砕石コンクリートに比べて強度の誤差が大きい傾向にあった。粗粒主灰の品質のばらつきによるものと考察した。
- 3) 粗粒主灰コンクリート，砕石コンクリートともに単位水量200kg/m<sup>3</sup>の時圧縮強度が高く，充填率も高かった。
- 4) 粗粒主灰コンクリートにおいて粗粒主灰の粒径が小さいほうが材齢7日および28日において高い強度を得ることができた。

#### 【参考文献】

綿貫 開：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，土木学会年次学術講演会概要集，V-525，2022年9月