

主灰の吸水特性の活用および減水剤添加による 新鮮な飛灰を用いた木灰コンクリートの軟度と強度の向上

学籍番号 1250008 氏名 池本 景 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：木灰コンクリートは、木質バイオマス発電の副産物の木灰である主灰とリドリング灰（以下「主灰」と略）および飛灰を水で練混ぜて硬化する材料である。本研究により、粗骨材の使用、主灰の吸水特性の活用および減水剤の利用によって木灰コンクリートの軟度および圧縮強度を改善した。粗骨材によって練混ぜが効率化し、強度が増進した。主灰を絶乾状態で利用することで軟度が向上した。ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を添加すると、特に水比 50%以上において軟度が向上した。新鮮な飛灰の使用が強度発現に有効であった。

Keywords：木灰コンクリート, 減水剤, 主灰, 吸水特性, 圧縮強度, 軟度

1. はじめに

二酸化炭素の排出量削減および森林資源の物質循環を目指して木質バイオマス発電の副産物である木灰を用いた木灰セメントの開発を行ってきたが、依然として強度や軟度に課題がある。本研究では木灰セメントに細骨材としての未粉碎主灰と粗骨材としての碎石を加えて練混ぜた木灰コンクリートの開発を行った。粗骨材による練混ぜの効率化や主灰の吸水特性の活用、減水剤の添加によって軟度および強度の向上を図った。

本研究で使用した材料を示す（表-1）。

表-1 使用材料

材料	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	用途	記号
水	1.00	-	-	W
飛灰	2.36	0	木灰	F
粉碎主灰	2.04	10.4	セメント	PBA
未粉碎主灰	2.03	11.4	木灰細骨材	BA
碎石	2.70	0.25	粗骨材	G
高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物 (シーカビスコクリート SP8SV)			A ₁

2. 粗骨材による練混ぜの効率化による強度増進

木灰コンクリートは粗骨材を添加しない木灰セメントと比較して、練混ぜが効率化し、強度増進すると考えた。

高性能 AE 減水剤を飛灰質量の 10% 添加して練混ぜた、水飛灰比 60% の木灰コンクリートから粗骨材をふるい分けして除いた木灰モルタルの強度は、同水比の木灰モルタルとして練混ぜた供試体の圧縮強度を上回った（図-1）。粗骨材を加えたことによって練混ぜが効率化し、強度増進した。

この結果から、従来のセメントコンクリートの配合を参考に、水飛灰比 60% において、単位水量 180kg/m³、細骨材率 40% を木灰コンクリートの基本配合とした。

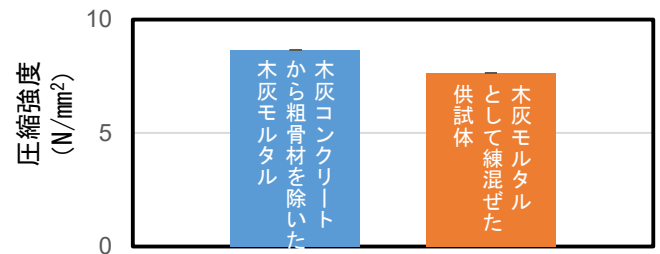


図-1 練混ぜ時の粗骨材の有無による圧縮強度の比較

3. 吸水特性の活用による軟度向上

未粉碎主灰を絶乾状態で利用することで、後に吸水される水を練混ぜ水として多く活用でき、軟度向上が可能であると予想した（図-2）。未粉碎主灰を表乾状態または絶乾状態で用いて練混ぜた場合で軟度および圧縮強度を比較した。配合と練混ぜ手順を示す（表-2，図-3）。

絶乾状態の主灰を用いた場合、設定した全ての水飛灰比で充填可能であった一方、表乾状態では水飛灰比が 65% と 70% のみ充填が可能であった。含まれている水の全てを含めたに水に対する飛灰比（飛灰水比）と圧縮強

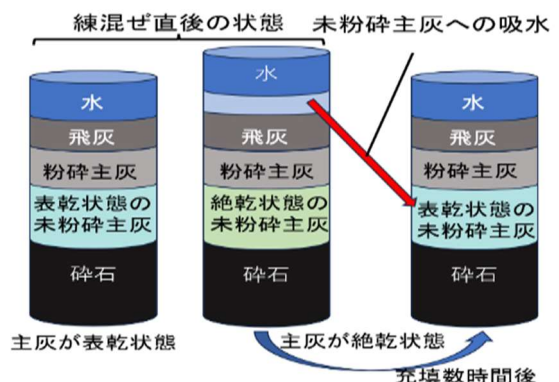


図-2 主灰の吸水特性を軟度向上に活用するイメージ

度の関係を示す(図-4)。主灰を絶乾状態で利用することにより、木灰コンクリート内の大半の水量を軟度に寄与させることができた。同じ水比で軟度を高くし、充填を容易にするため、水飛灰比を下げることも可能となった。

表-2 配合(吸水特性の活用)

水飛灰比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)					主灰の乾燥状態
		W	F	b	B	G	
45	30	180	400	327	298	926	絶乾のみ
50	30	180	360	295	319	989	絶乾と表乾
60	40	180	300	245	349	1082	絶乾と表乾
65	40	180	277	227	360	1118	表乾のみ
70	40	180	257	210	370	1149	絶乾と表乾

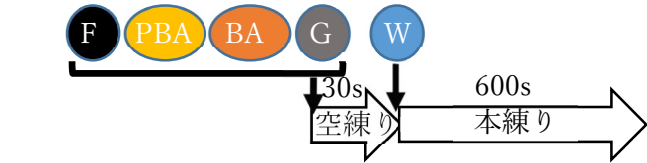


図-3 練混ぜ手順

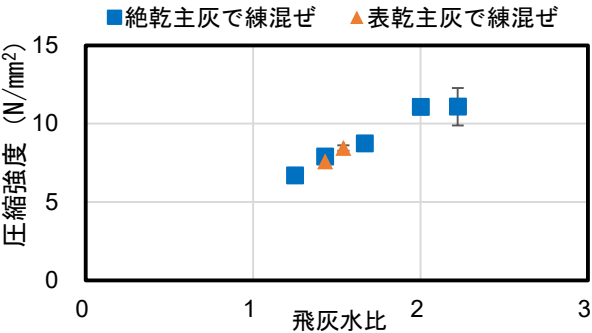


図-4 主灰の乾燥状態による 28 日圧縮強度の比較

4. ポリカルボン酸系減水剤添加による軟度向上

吸水特性の活用では軟度向上に限界があるため、ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤(SP8SV)の添加により軟度を向上させた。飛灰水比と減水剤添加量の違う供試体の軟度を比較した。配合と練混ぜ手順を示す(表-3、図-5)。飛灰水比とスランプ値の関係を示す(図-6)。飛灰水比とスランプ値には負の相関があるが、特に飛灰水比 2 以下において、減水剤添加により軟度が向上した。

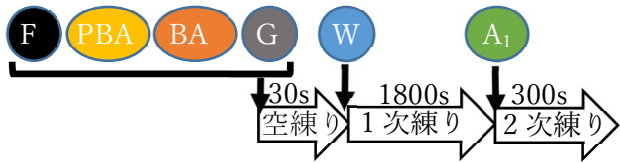


図-5 練混ぜ手順

表-3 配合表(減水剤の添加)

水飛灰比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)					
		W	F	b	B	G	(A ₁)
40	20	180	450	368	182	969	23、50、68
50	30	180	360	295	319	989	18、36、54
60	40	180	300	245	465	928	15、30、45

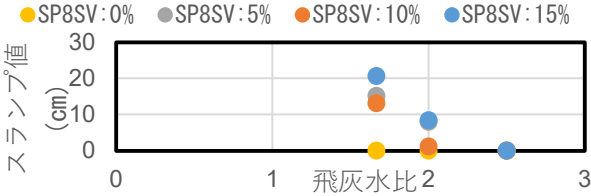


図-6 飛灰水比とスランプ値の関係

5. 新鮮飛灰を用いた強度増進

入荷してから約 6 か月間経過した飛灰を用いた供試体の圧縮強度が低かった。その理由を飛灰が空気中の水分と反応したことによる経時劣化であると予想した。圧縮強度への影響を調べるため、入荷時期の違う飛灰を使用して実験を行い、圧縮強度を比較した。配合は表-3の水飛灰比 40%、減水剤添加量 50kg/m³の場合と同様とし、練混ぜ手順は図-4と同様とした。圧縮強度試験の結果を示す(図-7)。材齢 28 日圧縮強度は約 30N/mm²となり改善された。ただし、その理由については未解明であり、今後、熱分析等によって解明する必要がある。

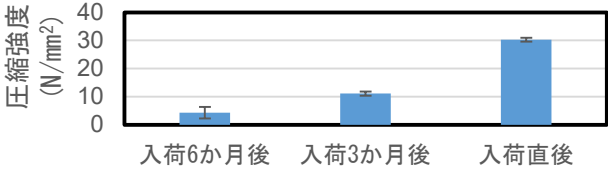


図-7 飛灰の品質による 28 日圧縮強度の比較

6. まとめ

- 1) 粗骨材を加えることによって練混ぜによる粒子分散が効率化され、強度が増進した。
- 2) 絶乾状態の主灰を用いて練混ぜることにより、含まれている水の多くを軟度に寄与させることができ、低水比での型枠内充填が可能となった。
- 3) 減水剤の添加により、特に水飛灰比 50%以上で軟度が向上した。また、飛灰水比とスランプ値は負の相関関係にあった。
- 4) 入荷してから長時間が経過した飛灰を用いると圧縮強度が低くなった。その理由を解明する必要がある。

【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，高知工科大学卒業研究概要，2022 年