

木灰と消石灰を用いたコンクリートの 圧縮強度向上

学籍番号:1160037 氏名:奥田 竜二 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: 高知県宿毛市の木質バイオマス発電所で発生した木灰を主原料としたコンクリートを開発した。消石灰を添加することによりセメントを用いずに水により、硬化することができた。コンクリートよりも低い速度で、圧縮強度が向上することが確認した。高性能 AE 減水剤を使用して軟らかくして型枠への充填度を上げることにより、水比を低くして圧縮強度を向上させることが出来た。

Keywords : 木灰, 消石灰, 型枠への充填率

1. はじめに

現在、コンクリートはセメント製造の過程で副産物や廃棄物の処理と活用に貢献している。しかし、自然エネルギーを利用した物質循環はコンクリートで留まっているのが現状である。本研究では、物質循環するコンクリートを目標に、宿毛バイオマス発電所で発生した木灰を主原料としたコンクリートを開発した。当発電所で発生した木灰は主灰、飛灰、リドリング灰の3種類であり、肥料の三要素のうちカリウムが大量に含まれている(表-1)木灰を主成分としたコンクリートを用いて林道を建設し林業の効率を上げ、役目を終えたブロックの自己崩壊により木の肥料成分となり物質循環することを目指す。

主灰、飛灰、リドリング灰の比率は、その発生比率である主灰:70%、飛灰:15%、リドリング灰:15%とした。当発電所からは、主灰とリドリング灰が混合した状態で送られるため、実験では主灰・リドリング灰 85%、飛灰 15%で設計した。また石灰添加率については20%に固定した。水比と消石灰の添加率については(1a)、(1b)のように求めた。本研究での配合を表-3に示した。

$$\text{水比}(\%) = \frac{\text{水}(\text{g})}{\text{木灰}(\text{g}) + \text{石灰}(\text{g})} * 100 \quad (1a)$$

$$\text{消石灰添加率}(\%) = \frac{\text{消石灰}(\text{g})}{\text{木灰}(\text{g}) + \text{石灰}(\text{g})} * 100 \quad (1b)$$

表-1 木灰に含まれる肥料成分

	CaO(%)	MgO(%)	K ₂ O(%)	P ₂ O ₅ (%)
主灰	38.6	6.32	6.01	2.24
飛灰	26.2	3.18	30.0	1.57
リドリング灰	32.5	5.37	5.34	1.85

表-3 配合

単位量(kg/m ³)				
主灰+リドリング灰	飛灰	消石灰	水	水比
994	175	292	365	15%
960	169	282	353	18%
937	165	172	345	20%
973	172	286	358	24%
932	164	274	343	25%
907	160	267	333	30%

2. 使用材料

アルカリ刺激剤として消石灰を添加し、表-2に示す材料を用いたコンクリートを開発した。

表-2 SDS コンクリートの材料

水(W)	水道水	
消石灰	工業用消石灰 密度 2.21 g/cm ³	
	主灰	発生比率 70% 密度 1.97g/cm ³
木灰	リドリング灰	発生比率 15% 密度 2.43g/cm ³
	飛灰	発生比率 15% 密度 2.23g/cm ³

3. 養生期間と圧縮強度の関係

木灰を用いたコンクリートについて圧縮強度と材齢について調べた。材齢7日から28日では圧縮強度は2倍に向上し、材齢28日から56日の間でも水比15%のものは2倍に向上した。一方、材齢56日以降は、伸びが小さかった(図1)。ただし、この実験では主灰・リドリング灰に含まれる粒径が大きいな灰や不純物

を5mmカットのふるいで取り除き実験した。

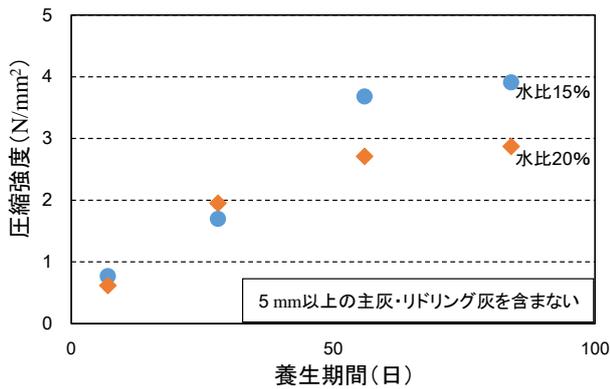


図-1 養生期間が長いほど圧縮強度が向上

4. 高性能 AE 減水剤添加による充填度向上

コンクリートに高性能 AE 減水剤 (以下, SP) を添加することによる, 圧縮強度の向上効果を調べた. SP を添加することにより, 同じ水比でもスランプ値が大きくなった (図-2, 3). そのため, 型枠への充填度合いが向上して圧縮強度が増加した (図-4).



図-2 水比 25%



図-3 水比 24% SP5%添加

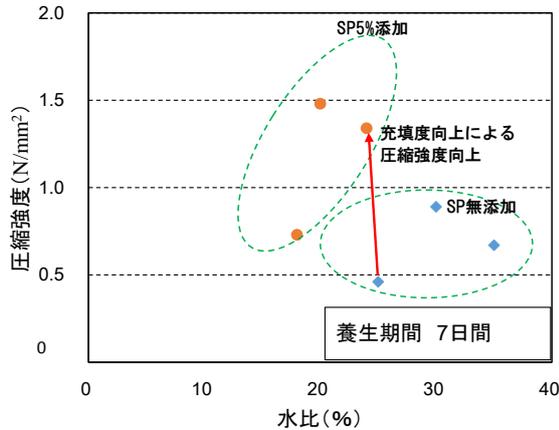


図-4 SP 添加により圧縮強度向上

5. 水比と圧縮強度

同程度の締め固めで度合いのもので, 水比が強度に

及ぼす影響について調べた. それぞれの配合のコンクリートの密度をもとに (1c) のように充填率を求めた. 水比 24% と 20% の圧縮強度を比較すると, 同じ締め固め度合いでは水比の低いほうの圧縮強度が高くなった (図-5). つまり, 十分な充填がされれば, 水比を下げることで圧縮強度向上につながる事が分かった.

ただし, 水比が低すぎると図-6 のように十分な充填が出来なくなり, 圧縮強度が低くなった.

$$\text{充填率}(\%) = \frac{\text{供試体質量}(g)}{\text{充填率}100\% \text{ 時の供試体質量}(g)} \quad (1c)$$

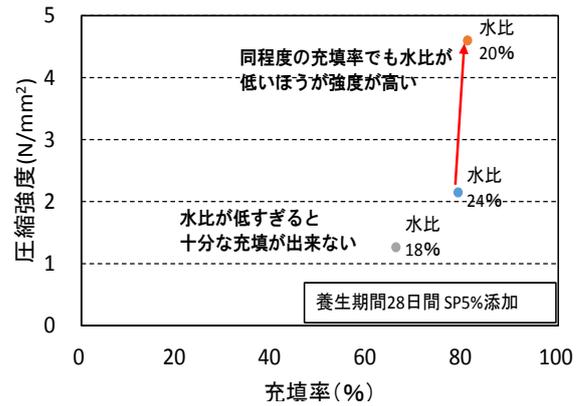


図-5 同程度の充填率でも水比が低いほど圧縮強度が高くなった

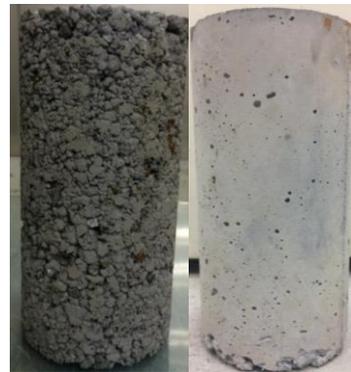


図-6 左: 充填率 66% 右: 充填率 81%

6. 結論

本研究の結果, 以下のことが明らかになった.

- 1) 消石灰を添加することにより, 木質バイオマス発電所で発生した木灰を用いて SDS コンクリートを作ることが出来た.
- 2) 養生期間が長いほど圧縮強度が向上した. 特に 56 日までの期間に著しく向上した. 一方, それ以降の強度発現は小さかった.
- 3) 十分な充填ができる範囲では, 水比を下げることで圧縮強度の向上につながった.