

粒度の調整による木灰コンクリートの 施工性向上と強度増進

学籍番号:1180121 氏名:西川紀之 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からの副産物である木灰を骨材とし,高炉スラグ微粉末及び消石灰を結合材としたコンクリートを開発した。発生過程により三種類に分類される主灰,リドリング灰,飛灰をそれぞれ単独で骨材として用いた場合と比較して,これら三者を適切に混合することによりスランプ値の増大,ひいては水結合材比の低下による強度増進が見られた。

Key Words : 木灰, 木灰コンクリート, 圧縮強度, スランプ値, 粒径

1. はじめに

高知県は県土の84%が森林であり林業が盛んな地域である。この特徴を生かした木質バイオマス発電所から発生した木灰は肥料として用いることができ,さらに有効な活用が求められている。

本研究では,「木灰から木材へつなげる」技術として,木灰を主原料とした木灰コンクリートを開発した。しかしながら,これまでの配合では,アルカリ刺激剤としての消石灰と反応がある飛灰のみを用い,その中でも5mm以下の細かなもののみを使用していた。しかし,吸水性の高い飛灰を多く使用することで,必要となる実際の単位水量が大きくなり圧縮強度低下につながるという問題点が明らかになった。そこで,飛灰単独ではなく主灰やリドリング灰を混合することにより,施工性や強度の増進を図る。

2. 各灰の物理的特性

木灰は発生過程により,「主灰」「飛灰」「リドリング灰」の3種類に分類される。発生比率は,順におよそ70:15:15である。試験の際にはこれらをふるいで5mm以下と5~16mmに分け,骨材の代わりとして用いる。各灰の表乾密度,吸水率,実積率をJIS規格に記載されてあるコンクリート骨材の試験方法「A1102骨材のふるい分け試験方法」「A1104骨材の単位容積質量及び実積率試験方法」「A1109細骨材の密度及び吸水率試験方法」により求めた。

表-1 各灰の物理的特性

	粒径	主灰	飛灰	リドリング灰
表乾密度 (g/cm ³)	~5	1.90	1.81	2.16
	5~16	1.93	1.81	2.28

吸水率 (%)	~5	19.9	32.3	4.0
	5~16	11.6	32.3	6.5
実積率 (%)	~5	63.1	59.9	53.1
	5~16	49.6	53.4	48.7

3. 使用材料

アルカリ刺激剤として消石灰,圧縮強度を増進させる混和材として高炉スラグ微粉末を添加し,表-2に記す材料を用いたコンクリートを開発した。

表-2 木灰コンクリートの材料

水		水道水
消石灰		工業用消石灰 密度:2.21g/cm ³
高炉スラグ微粉末		比表面積6,000cm ² /g 密度:2.91g/cm ³
木灰	主灰	発生比率:70% 密度:1.91g/cm ³ 吸水率:16.9%
	飛灰	発生比率:15% 密度:1.81g/cm ³ 吸水率:32.3%
	リドリング灰	発生比率:15% 密度:2.18g/cm ³ 吸水率:4.3%

4. 各灰の粒径の圧縮強度への影響

水結合材比(以下,W/B(消石灰+高炉スラグ微粉末))45%,モルタル中の木灰体積比(以下,a/m)30%,消石灰高炉スラグ微粉末比(以下,CH/BFS)5%で配合を設計した。リドリング灰の5~16mmには木片や砂利が含まれているため,荷重の作用の際にそれらがモルタルから剥離したため圧縮強度の低下に至ったと考察した。また,飛灰はスランプ値が一定であるのに対し,主灰とリドリング灰は大粒径の割合が増加するにつれてスランプ値は大きくなった。

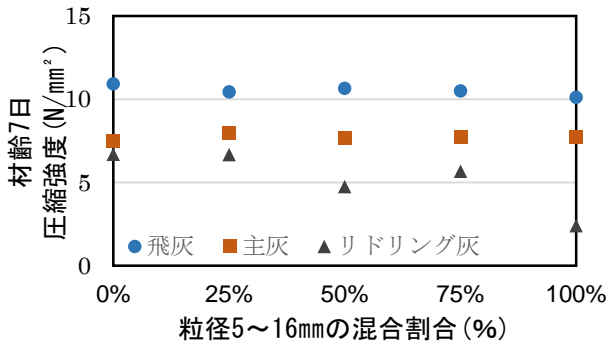


図-1 リドリング灰のみ 5~16 mmの混合割合が増加するほど圧縮強度が低下

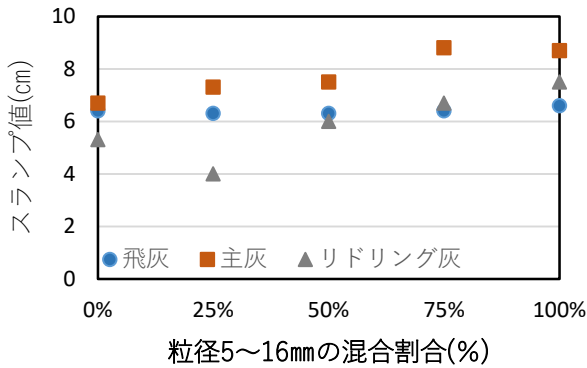


図-2 主灰・リドリング灰は 5~16 mmの混合割合が増加するほどスランプ値も増加

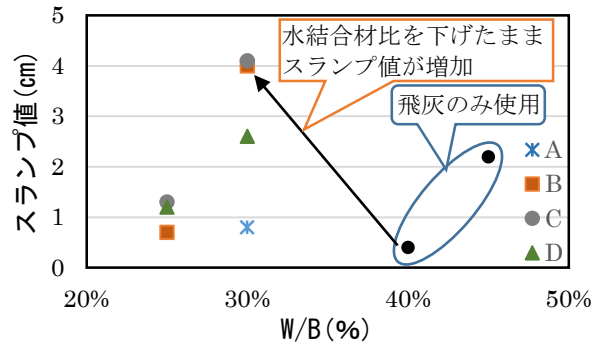


図-3 混合割合を変えることにより単位水量を減らしつつスランプ値が増加

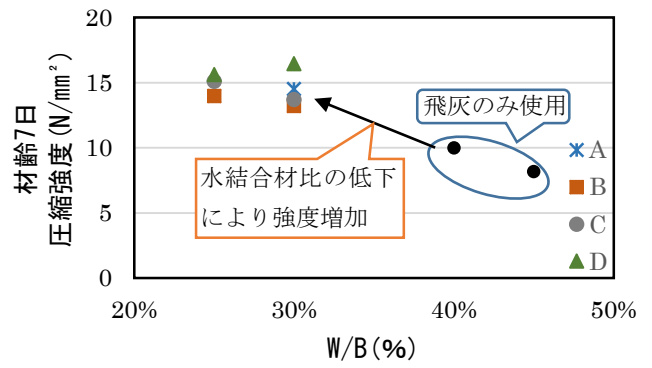


図-4 水結合材比を低下させたことによる圧縮強度の増進

5. 木灰 3 種を混合した場合のスランプと圧縮強度の関係

飛灰を単独で使用した場合と木灰を混合した場合とでスランプと強度を比較した。a/m を 30%, CH/BFS を 5% とした。飛灰は 5mm 以下のものだけを用い、木灰 3 種を混合したものは発生比率と同等の混合割合で粒径を変えたものを 4 パターン作成した。飛灰を単独で使用した場合、W/B : 40% で締固めするには困難な硬さになったのに対し、木灰 3 種を混合したものは水結合材比を下げたままスランプ値を高くすることができた。また、圧縮強度についても水結合材比の低下により圧縮強度が増加した。

表-3 各木灰の混合割合

	W/B	木灰の混合割合 (%)					
		主灰		飛灰		リドリング灰	
		5mm以下	5~16mm	5mm以下	5~16mm	5mm以下	5~16mm
A	30%	70	-	15	-	15	-
B	25%	-	70	15	-	15	-
	30%	-	70	15	-	15	-
C	25%	70	-	-	15	15	-
	30%	70	-	-	15	15	-
D	25%	-	70	-	15	15	-
	30%	-	70	-	15	15	-

6. 結論

- (1) 主灰・飛灰には粒度の違いによる圧縮強度の差は見られなかった。しかし、リドリング灰は 5~16 mm の混合割合が 25% を超えると圧縮強度が低下した。
- (2) 砂や砂利が混入している主灰・リドリング灰が大粒径の割合が増加するにつれてスランプ値も高くなった。
- (3) 各木灰を単一で使用した場合、圧縮強度が一番高かったのは飛灰だった。このことから、他の 2 種類の灰よりも強度発現に寄与している可能性を得た。
- (4) 飛灰単独では出なかったスランプ値や圧縮強度が、木灰を混合したことにより実現した。

7. 参考文献

・日本規格協会：JIS ハンドブック 10 生コンクリート 2016