

木灰と消石灰のみを用いたコンクリートの強度発現

高知工科大学大学院 学生会員 ○片山 諒辰
高知工科大学 フェロー 大内 雅博
高知工科大学 正会員 永野 正展

1. はじめに

森林率が 84%である高知県の宿毛市にあるバイオマス発電所は、間伐材や製材端材を燃料として用いている。発電によって生じる燃焼灰である木灰の有効活用が課題である。本研究では、セメントを用いずに、消石灰を混合することにより、単独では水と反応しない木灰のコンクリートの強度発現を明らかにした。

2. 使用材料と配合

使用材料を表-1 に示す。木灰は宿毛バイオマス発電所からの燃焼灰を、消石灰は工業用消石灰特号を、水は水道水を使用した。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(文末写真)。本研究では、特記の無い限り、各灰の発生比率である 70:15:15 に混合したものを「木灰」と称して使用した。なお、主灰は扱いやすさのために 5 mm のふるいを通過したもののみを使用した。

木灰および各灰の潜在水硬性を、材齢 1 週間の圧縮強度から確認した。消石灰と反応するのは飛灰が含まれる場合のみであった(表-2)。飛灰を除いた、主灰+リドリング灰+消石灰では強度は出なかった。練り混ぜ方法を図-1 に示す。

$$\text{水比}(\%) = \frac{\text{水}(\text{g})}{\text{木灰}(\text{g}) + \text{消石灰}(\text{g})} \times 100 \tag{1a}$$

$$\text{消石灰置換率}(\%) = \frac{\text{消石灰}(\text{g})}{\text{木灰}(\text{g}) + \text{消石灰}(\text{g})} \times 100 \tag{1b}$$

$$\text{充填率}(\%) = \frac{\text{計測値}(\text{g})}{\text{計算値}(\text{g})} \times 100 \tag{1c}$$



図-1 練り混ぜ方法

表-1 使用材料

水	水道水			
消石灰	工業用消石灰特号 密度 2.21 g/cm³			
木灰	主灰	発生比率 70%	密度 1.97g/cm³	
	リドリング灰	発生比率 15%	密度 2.43g/cm³	
	飛灰	発生比率 15%	密度 2.23g/cm³	

表-2 潜在水硬性の検討

材料					強度発現
木灰			刺激剤	水	
主灰	リドリング灰	飛灰		水	×
				水	×
			消石灰	水	×
主灰	リドリング灰		消石灰	水	×
		飛灰	消石灰	水	○
主灰	リドリング灰	飛灰	消石灰	水	○

表-3 配合

水比 (%)	消石灰置換率 (%)	単位水量 (kg/m³)	単位量(kg/m³)		充填率 (%)	1週強度 (N/mm²)
			木灰	消石灰		
23.2	10	325	1,261	143	75.6	0.39
24.4	10	336	1,240	140	83.1	0.77
25.4	10	346	1,223	138	85.5	0.83
27.2	10	361	1,193	135	87.9	0.94
28.4	10	372	1,174	133	96.1	1.15
29.2	10	378	1,162	131	98.2	1.14
30.5	10	388	1,144	129	99.2	0.95
31.3	10	394	1,132	128	101.3	0.77
23.0	5	323	1,333	71.3	74.8	0.52
25.0	5	341	1,296	69.4	81.8	0.81
26.0	5	350	1,278	68.4	86.9	0.97
27.0	5	359	1,261	67.5	95.1	1.39
28.5	5	371	1,237	66.2	94.9	1.02
29.1	5	376	1,227	65.7	96.2	1.11
31.1	5	392	1,196	64.0	99.3	0.57
32.5	5	403	1,175	62.9	97.8	0.50
23.0	2	322	1,373	29	75.3	0.32
25.0	2	341	1,335	28	82.8	0.42
27.2	2	360	1,297	27	89.7	0.56
28.5	2	371	1,275	27	92.8	0.50
29.2	2	376	1,263	26	94.4	0.56
30.5	2	387	1,242	26	97.2	0.49
31.2	2	392	1,231	26	98.1	0.32

キーワード 木灰, 潜在水硬性, アルカリ刺激剤, 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 : 電話 0887-57-2411 : FAX 0887-57-2420

3. 実験結果と考察

水比と材齢 1 週間の圧縮強度との関係を調べた(表-3)。水比, 消石灰置換率, 充填率は(1a), (1b), (1c)と計算した。充填率は, 締固め直後の供試体質量の, 100%充填を仮定した場合の配合から求めた質量に対する比率である。

消石灰置換率 2%, 5%または 10%の場合の充填率と水比との関係を図-2 に示す。水比が高くなるに従って充填率が高くなり圧縮強度も高くなったが, 充填率 95%付近で強度はピークとなり, それ以上の置換率では強度は上がらず, むしろ低くなった(図-3)。

充填率 100%付近に達するとブリージングが観察された。水比が高くなり過ぎたことによる影響であると考察した。

水/(消石灰+飛灰)と圧縮強度との関係を図-4 に示す。消石灰置換率の増加に伴う水/(消石灰+飛灰)の低下に従って, 圧縮強度が高くなる傾向が見られた。ブリージングが抑えられたこと, または消石灰量の増加による化学反応の促進によるものか, 今後検証が必要である。

4. 結論

- 1) 木灰に消石灰と水を混ぜることにより, セメントを用いずに強度発現するコンクリートを開発した。
- 2) 水と木灰の比率によって発現強度が異なることを明らかにした。水比による充填度合い, そして, ペースト部分の強度の両方の影響によるものと推定した。
- 3) 強度発現には消石灰と飛灰, 水が寄与していると推定した。化学反応とブリージングの両方からメカニズムを明らかにする必要がある。

【謝辞】

本研究に当たり, 高知工科大学 技術指導員の宮地日出夫先生, 卒業生の奥田竜二君, 高山大輝君のお世話になりました。心より御礼申し上げます。

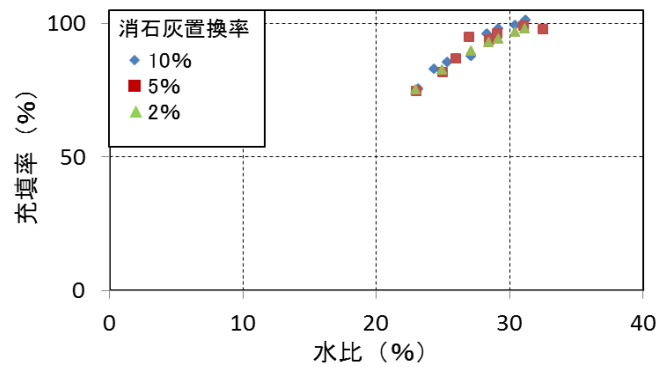


図-2 水比と充填率の関係

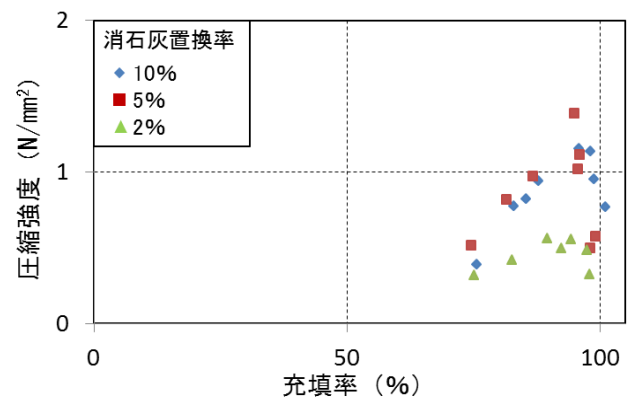


図-3 充填率と強度の関係(材齢7日)

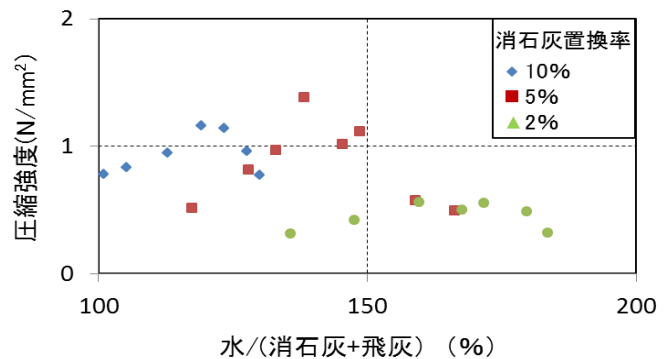


図-4 水粉体比と強度の関係(材齢 7 日)



主灰

リドリング灰

飛灰

写真 3 種の木灰