

木灰と消石灰を用いたコンクリートの強度発現

学籍番号： 1160041 氏名：片山 諒辰 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：単独では水と反応しない、木質バイオマス発電により発生する木灰に消石灰を混合することにより、強度発現に成功した。配合における水と木灰との比率と圧縮強度の関係を調べた。水比が上がるに従って型枠内への充填率も上がり強度は増進したが、ある水比よりも高くなると強度が低下した。

Key Words： 木灰， 潜在水硬性， アルカリ刺激剤， 林業作業道， ブリージング

1. はじめに

森林率 84%である高知県ならではの資源を活用した、高知県宿毛市にあるバイオマス発電所は、これまで利用されていなかった間伐材や製材端材を燃料として用いることによって、森林環境の保全だけでなく山間地域での雇用拡大促進も期待できる。一方、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となっている。本研究では、林道整備の舗装用ブロックに用いることを意図して、木灰を用いたコンクリートの圧縮強度発現の要因を明らかにする。

2. 使用材料

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3種類(表-2)に分類される。主灰は大きいほうの粒の大きさがまちまちであるため、扱いやすさのために5mmのふるいを通したもののみを使用した。

3. 配合

木灰の潜在水硬性を調べるため、アルカリ刺激剤として消石灰を添加した。3種類の木灰中、主灰+リドリング灰の組み合わせや、飛灰のみにそれぞれ消石灰を添加したものの、水比と圧縮強度との関係を調べた。配合を表-2に示す。

表-1 使用材料

水(W)	水道水	
消石灰	工業用消石灰 密度 2.21 g/cm ³	
木灰	主灰	発生比率 70% 密度 1.97g/cm ³
	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

表-2 配合

No.	充填率 (%)	水比 (%)	消石灰置換率 (%)	単位水量 (kg/m ³)	単位量(kg/m ³)	
					消石灰	木灰
1	75.6	23.2	10	325	143	1261
2	83.1	24.4	10	336	140	1240
3	85.5	25.4	10	346	138	1223
4	87.9	27.2	10	361	135	1193
5	96.1	28.4	10	372	133	1174
6	98.2	29.2	10	378	131	1162
7	99.2	30.5	10	388	129	1144
8	101.3	31.3	10	394	128	1132
1	74.8	23.0	5	323	71.3	1333
2	81.8	25.0	5	341	69.4	1296
3	86.9	26.0	5	350	68.4	1278
4	95.1	27.0	5	359	67.5	1261
5	94.9	28.5	5	371	66.2	1237
6	96.2	29.1	5	376	65.7	1227
7	99.3	31.1	5	392	64.0	1196
8	97.8	32.5	5	403	62.9	1175
1	75.3	23.0	2	322	29	1373
2	82.8	25.0	2	341	28	1335
3	89.7	27.2	2	360	27	1297
4	92.8	28.5	2	371	27	1275
5	94.4	29.2	2	376	26	1263
6	97.2	30.5	2	387	26	1242
7	98.1	31.2	2	392	26	1231



表-2 木灰写真

水比, 消石灰置換率, 充填率は(1a), (1b), (1c)のように計算した。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質量に対する比率である。

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

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

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

4. 実験結果と考察

主灰+リドリング灰+消石灰では強度は出ず, 反応は無かったといえる。一方, 木灰+消石灰や飛灰+消石灰では強度が出た。木灰+消石灰や飛灰+消石灰において, それぞれ消石灰置換率 20%, 5%のものが最も高い強度となり, 消石灰置換率が上げるに従って強度が低くなった。飛灰と消石灰のみが水と反応したと推定した。

消石灰置換率 5%の場合の充填率と水比との関係を図-1, 圧縮強度と水比との関係を図-2 に示す。水比が上がるに従って充填率も高くなり圧縮強度も高くなったが, 充填率 95%付近をピークに以降強度は低下した。一方, 強度のピークを迎えてからは充填率の上昇が緩やかになった。充填率 100%付近では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見なした。消石灰添加率 2%や 10%でも同じような傾向があった。

消石灰置換率 2%, 5%, 10%で充填率 95%付近の, 水/(消石灰+飛灰)と圧縮強度との関係を図-3 に, 消石灰置換率と水/(消石灰+飛灰)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。

5. 結論

- 1) 木灰に消石灰と水を混ぜることにより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) 木灰の中の飛灰と消石灰とが水と反応している可能性があることが分かった。

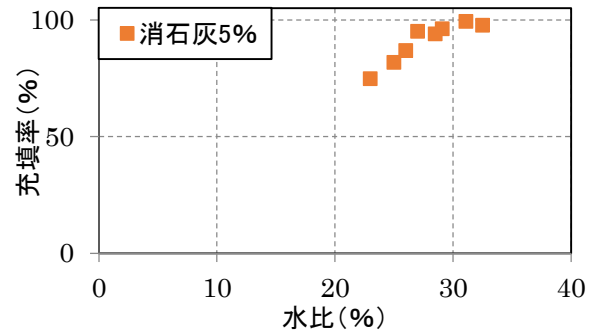


図-1 消石灰置換率 5%における充填率と水比の関係

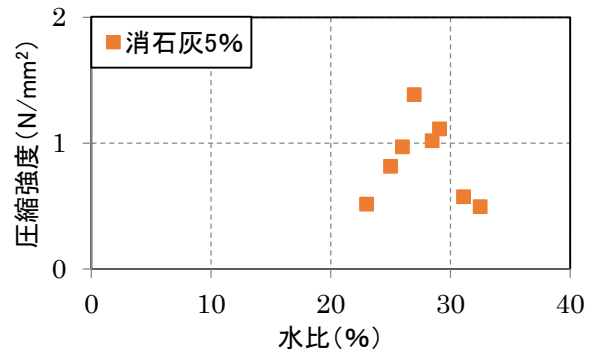


図-2 消石灰置換率 5%における圧縮強度と水比の関係

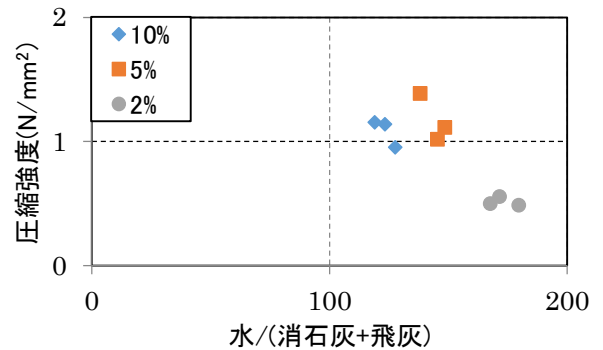


図-3 圧縮強度と水粉体比の関係(材齢 7 日)

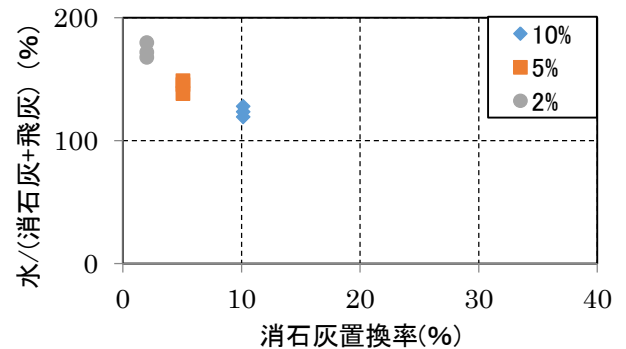


図-4 水粉体比と消石灰置換率の関係