

消石灰を添加した木灰コンクリートの強度増進

学籍番号 1200101 氏名 仲井 友香 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：消石灰を添加して木灰コンクリートの強度増進を図った。木灰に対する消石灰の置換率には最適値があり、質量比で5%のときに最も圧縮強度が高くなり、練り混ぜ直後のスランプ値が小さいほど強度にばらつきが出た。材齢63日以降に強度の明らかな増進は見られなかった。試料のpH値が高いほど圧縮強度が低くなる結果となった。またpHと圧縮強度に相関がみられ、最適なpHとカルシウムイオン濃度があ

Keywords:木灰コンクリート,消石灰,炭酸カルシウム

1. はじめに

高知県の森林面積率は84%であり林業が盛んである。これを生かした宿毛市の木質バイオマス発電所では、間伐材を含めた木材を燃料としている。そこで発生する副産物が木灰である。木灰は肥料としても利用可能であるため、自然エネルギーによる物質循環を可能にする。高知工科大学ではこの木灰を主原料とし水と反応して硬化する木灰コンクリートを開発した。

本研究では、木灰コンクリートの実用化を目標に、木灰の一部を消石灰に置換して強度増進を図った。そして、その硬化メカニズムについて調べた。

表-1 使用材料

水		水道水	
木灰	消石灰	工業用消石灰特号 密度2.21g/cm ³	
	主灰	発生比率70%	密度1.58g/cm ³
	リドリング灰	発生比率15%	密度2.01g/cm ³
	飛灰	発生比率15%	密度2.30g/cm ³

表-2 配合表

No.	水比 (%)	消石灰置換率 (%)	質量 (kg/m ³)				単位水量 (kg/m ³)
			主灰	リドリング灰	飛灰	消石灰	
1	20	5	857	184	184	64	258
2	25	0	840	180	180	0	300
3	25	5	805	172	172	61	303
4	25	10	768	165	165	122	305
5	25	15	732	157	157	184	307
6	25	20	694	149	149	248	310
7	30	0	793	170	170	0	340
8	30	5	759	163	163	57	342
9	30	10	724	155	155	115	345
10	30	15	689	148	148	174	347
11	30	20	654	140	140	233	350
12	30	30	581	124	124	356	356
13	35	5	718	154	154	54	378
14	35	10	685	147	147	109	380
15	35	15	651	140	140	164	383
16	35	20	618	132	132	221	386

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

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

2. 消石灰の添加による強度増進

材料及び配合を示す(表-1,2)。3種類の木灰(主灰,リドリング灰,主灰)を発生比率で混合して使用した。主灰は5mmの,リドリング灰は10mmのふるいを通したもののみを用いた。その他に消石灰,水を使用した。水比および消石灰置換率は式(1a, 1b)によった。供試体の養生は温度20°Cとした。

木灰のみのものに比べ、消石灰を添加すると強度が高くなった。置換率5%~10%で最も強度が高くなり、置換率が高くなると強度は低下していった(図-1, 2)。

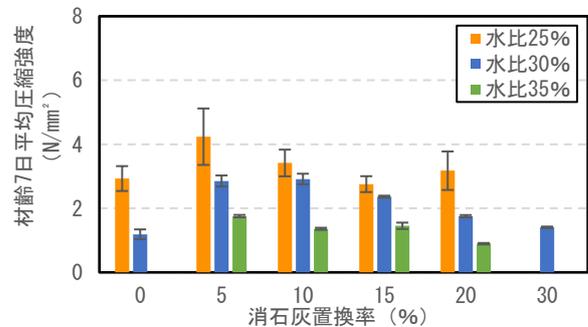


図-1 水比・消石灰置換率による材齢7日圧縮強度

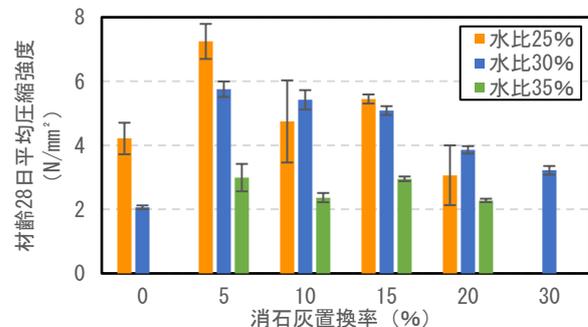


図-2 水比・消石灰置換率による材齢28日圧縮強度

3. 水比を変えた長期の強度発現とばらつき

水比 25% のものが最も圧縮強度が高かった。材齢 7 日から 63 日にかけて強度は増加したが、材齢 63 日から 91 日にかけては明らかな強度増進は見られなかった(図-3, 4)。また、長期的には水比 30% のとき最も強度が増加していくと予想できる。

水比が低いほど圧縮強度にはばらつきが見られた。その原因は充填のしやすさが影響していると考察した(図-5, 6)。

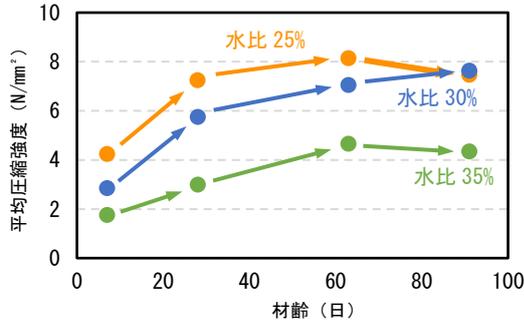


図-3 消石灰置換率 5% の圧縮強度の推移

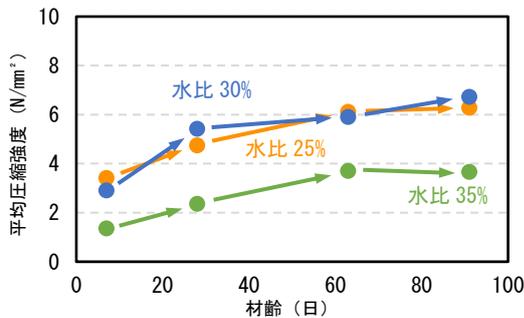


図-4 消石灰置換率 10% の圧縮強度の推移

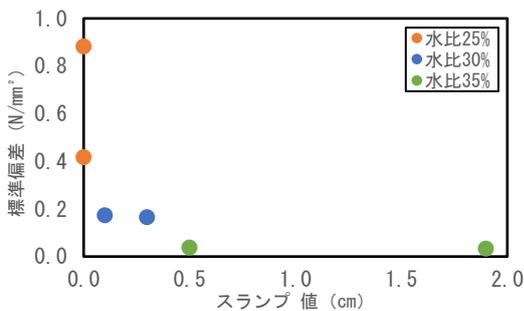


図-5 スランプと材齢 7 日圧縮強度のばらつきの関係

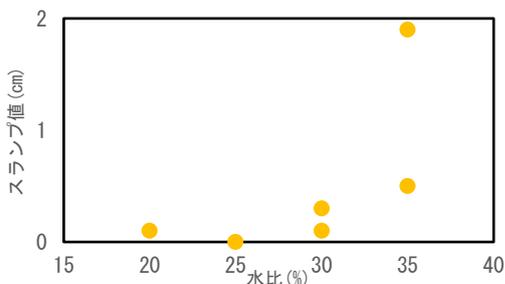


図-6 水比とスランプ値の関係

4. pH 値と圧縮強度の関係

JGS²⁾ に従って接水 30 分後に pH を測定し、圧縮強度との関係を求めた(図-7, 8)。木灰に含まれる酸化カルシウムが接水して生じる水酸化カルシウムからカルシウムイオンが生じるため、水中の水酸化物イオン濃度がカルシウムイオンの濃度も示していると仮定し、pH 値が高いほど圧縮強度が高くなると予想した。しかし、結果は逆の関係になった。また、木灰のみと消石灰置換率 30% では pH と圧縮強度がほぼ等しく相関があり、最適な pH とカルシウムイオン濃度がある可能性を得た。

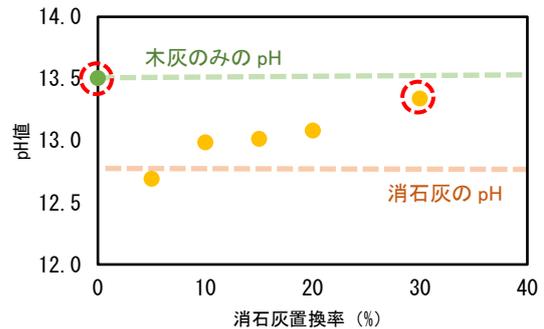


図-7 圧縮強度と pH の関係

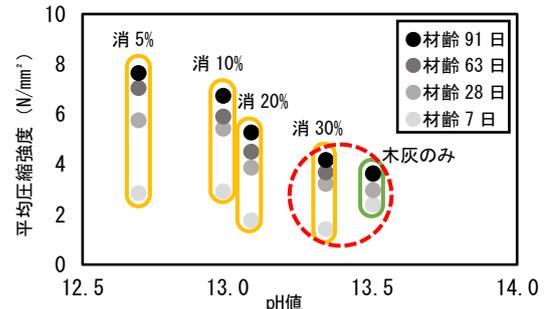


図-8 pH 測定値

5. 結論

最も強度が高くなる木灰コンクリートの消石灰置換率は 5%~10% であった。水比が低いほどスランプ値が小さく、強度にばらつきが出た。試料の pH 値が高いほど圧縮強度が高くなると予想したが低下し、逆の関係になった。また pH と圧縮強度に相関がみられ、最適な pH とカルシウムイオン濃度がある可能性を得た。

【参考文献】

- 1) 鈴木麻由: 木灰を用いたバイオマスコンクリートの開発、高知工科大学修士論文, 2019 年 3 月
- 2) JGS 0211⁻²⁰⁰⁰: 土懸濁液の pH 試験