

木質焼却灰を外割混入させたコンクリートとモルタルの性状に関する研究

弘前大学 正会員 ○上原子 晶久
弘前大学 関口 彩香
(株)津軽バイオマスエナジー 水木 宏之
環境保全(株) 笠井 亮平
(株)ホクエツ東北 新岡 将太

1. はじめに

この研究は、木質バイオマス発電で廃棄物として産出される木質焼却灰に着目して、その灰をコンクリート製品などへリサイクル材料として利用することへの可能性に関する検討を行っている。既往の研究^[1]では、セメントの代替材料として木質焼却灰を内割混入させた検討を行った。その結果、灰を混入させると強度が低下する結果が得られた。本稿ではその検討を踏まえて、練り混ぜ性状を工夫して強度を高める方法を見出したので報告する。

2. 使用材料と供試体

表-1 と表-2 に配合を示す。本実験で使用した木質焼却灰

は、森林の間伐材やりんごの剪定枝などを燃焼した後の灰である。灰の成分分析結果の一例を表-3 に示す。木質焼却灰を産出する発電所では、定期点検期間を除く年間 330 日に渡って発電を行っている。そこで本実験では、木質焼却灰を概ね 2 週間ごとにサンプリングして、その都度供試体を作成して強度を測定することにした。木質焼却灰のサンプリングは、灰を貯蔵しているコンテナの複数箇所から採取して、ばらつきなどの影響をできる限り排除した。1 回あたりのサンプリング量は約 10kg である。

実験のパラメータは、セメントに対する木質焼却灰の外割混入率である。本実験では、モルタルでは 0%、20%、30%、ならびにコンクリートでは、0%、20%、40%とした。コンクリートで灰の混入率を高めたのは、将来、2 次製品などへ利用することを念頭においたためである。モルタルの配合は、セメントの強さ試験^[2]で規定されている配合を基本とした。コンクリートの配合は、実際に 2 次製品に使用しているものを参考に決定した。使用したセメントは、普通ポルトランドセメントである。モルタルの細骨材は、セメント協会から頒布されている標準砂を使用した。

モルタルの供試体は、圧縮・引張試験用の円柱供試体(直径 50mm×高さ 100mm)を木質焼却灰のサンプリングごとに、それぞれ 3 本を作製した。コンクリートの供試体では、圧縮試験用の円柱供試体(直径 100mm×高さ 200mm)をモルタルと同様に 3 本作製した。

表-1 モルタルの配合

木質灰 混入率	単位量 (kg/m ³)					混和剤
	W/C	水 W	セメント C	砂 S	木質灰 A	
0%	0.55	260	472	1512	0	C×1%
20%		260	472	1512	94	
30%		260	472	1512	142	

表-2 コンクリートの配合

木質灰 混入率	単位量 (kg/m ³)							混和剤
	W/C	水 W	セメント C	砕砂 S1	山砂 S2	砂利 G	木質灰 A	
0%	0.49	156	320	476	196	1191	0	C×0.5%
20%		156	320	476	196	1191	64	
40%		156	320	476	196	1191	128	

表-3 木質焼却灰の成分例

化学成分 (%)												
Ig-loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	SO ₃	SrO	その他
8.1	13.9	5.6	3.3	24.3	2.8	33.0	0.2	0.5	0.2	5.2	0.1	0.8

キーワード バイオマス発電、木質焼却灰、リサイクル、外割、混入率、中和

連絡先 〒036-8561 青森県弘前市文京町3 弘前大学 大学院理工学研究科 TEL 0172-39-3620

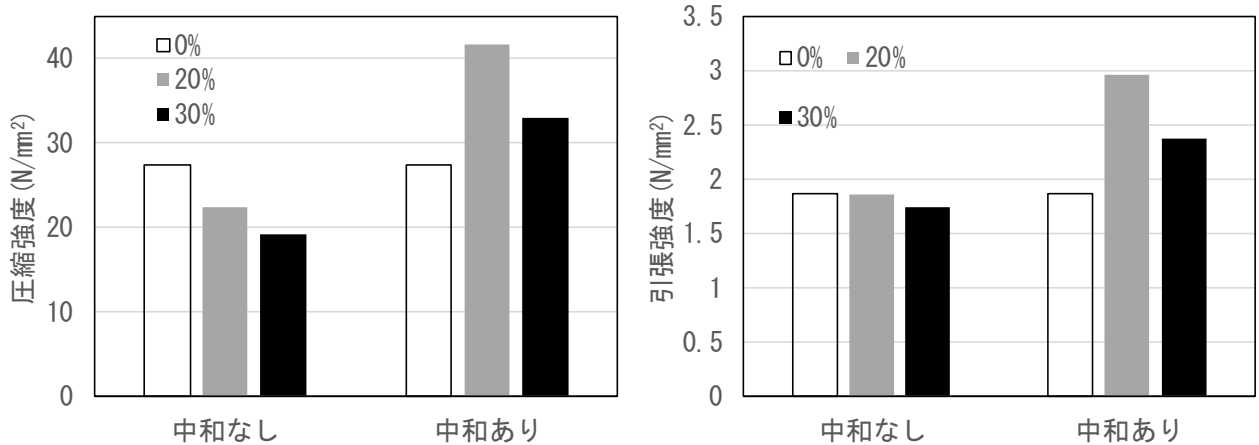


図-1 モルタルにおける圧縮・引張強度の比較

3. 練り混ぜ方法と強度試験

表-3 に示したように、使用した木質焼却灰は、カルシウムやカリウムなどのアルカリ性強い金属が多量に含まれている。そこで、モルタル供試体の作成時に、灰と練り混ぜ水を混合させた溶液をクエン酸で中和してから練り混ぜに使用することにした。なお、中和の効果を確認するため、中和しない場合の供試体も作製した。検討順序の都合で、コンクリート供試体は、中和した練り混ぜ溶液のみを使用した。圧縮・引張試験は、規準^{[3][4]}に従って行った。

4. 試験結果と考察

図-1 にモルタルにおける圧縮・引張強度の比較を示す。

図-1 における木質焼却灰は、3 サンプルであり各 9 本の試験結果の平均値を示している。この図より練り混ぜ溶液を中和した場合において、高い強度を示している。これは、中和溶液を用いることによりモルタルの流動性が向上して型枠の隅々までモルタルが充填された効果である。図-2 に中和溶液を使用した場合のモルタルにおける圧縮・引張強度の比較を示す。この検討では、図-1 とは別に 7 サンプルの木質焼却灰を使用しており、供試体数は各 21 本である。この図からもわかるように、中和した練り混ぜ溶液を用いることによって、灰を混入しない場合よりも強度が向上する傾向にある。図-3 にコンクリートの圧縮強度の比較を示す。この検討では、中和溶液を使用して 2 サンプルの木質焼却灰を使用した。供試体数は各 6 本である。この図より、灰を入れない供試体よりも圧縮強度が向上する傾向が見られ、コンクリートにおいても中和溶液を練り混ぜ溶液として利用した効果が現れている。

今後は、木質焼却灰の成分と中和に要するクエン酸の質量との関係の解明や耐久試験を行い、クエン酸の添加がコンクリートの長期性能に影響を及ぼさないことを確認していきたい。

参考文献

[1] 上原子晶久ほか：木質焼却灰を混入させたモルタルの諸性状に関する基礎的研究，平成 29 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，V-1，2017 [2] JIS R 5201：2015. セメントの物理試験方法 [3] JIS A 1108：2006. コンクリートの圧縮強度試験方法 [3] JIS A 1113：2006. コンクリートの割裂引張強度試験方法

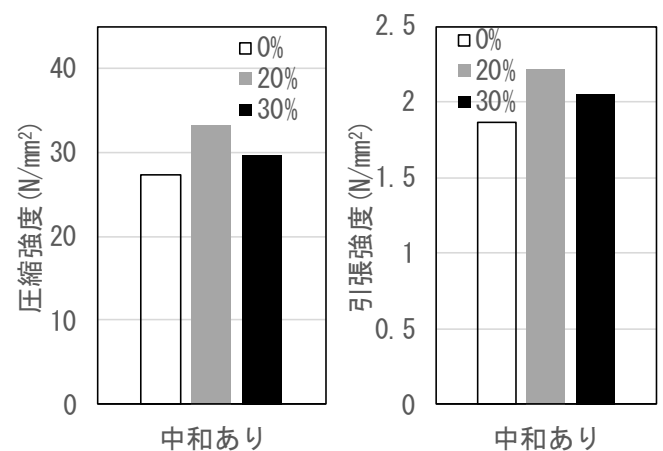


図-2 モルタルで中和溶液を使用した圧縮・引張強度の比較

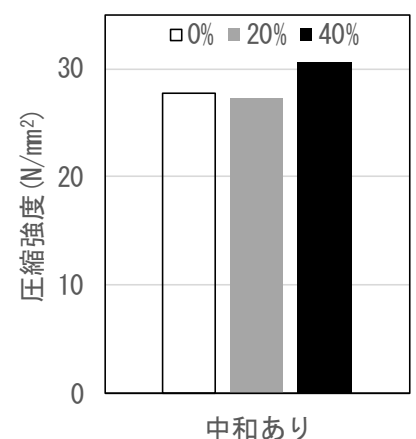


図-3 コンクリートにおける圧縮強度の比較