

エコ石灰セメントの強度特性について

鹿児島高専 (学) 岩元 俊彦 泉 健太郎
 (学)水口 裕作
 (正) 前野 祐二

1. はじめに

エコ石灰セメントとは、都市ごみ焼却灰を主原料として、焼却灰に生石灰、石炭灰及び石膏を加えて、ミキサーで微粉末にしたものである。本研究の目的は、粉碎粒径と強度、石炭灰の粉碎と強度の関係を明らかにすることである。

2. エコ石灰セメントの原料と作製方法

本実験で用いた試料は、K市のごみ焼却場から排出された都市ごみ焼却灰と外国産の石炭を燃やした石炭灰、一般に販売されている生石灰、石膏である。まず、都市ごみ焼却灰を乾燥させて、ふるいで分級処理を行った。ふるい上部は鉄分などが含まれ、セメントの材料としては不適であるため、2mmふるい下部を使用した。ふるい下部の焼却灰に生石灰、石炭灰、石膏を混ぜ、粉碎処理を行い、エコ石灰セメントを製造した。

3. 粉碎粒径

表1に と のエコ石灰セメントの配合割合を示す。 のエコ石灰セメントと比較して、 の生石灰配合量は の約半分の5%とした。これは、生石灰がセメントの2倍程度の値段なので、コストおさえるためである。

は生石灰を少なくしたので、産業廃棄物で固化能力がある石炭灰の量を増やした。また、試料を細かくすれば、密度が増し強度が伸びるのではないかと考え、セメント、生石灰、石炭灰、石膏をすべて混合し細かく粉碎した。

図1に 、 のエコ石灰セメントの粒度分布を示す。参考に普通ポルトランドセメントも示す。いずれの試料も0.2~100 μ mである。体積百分率のピークは、エコ石灰セメントが、3.5%程度であるが、普通ポルトランドセメントが5.2%と大きいことが特徴的である。また、体積百分率のピークを示す粒径は、 のエコ石灰セメントが3 μ m、セメントが30 μ m、 が26 μ mである。また、セメントの平均粒径は15.0 μ m、 の平均粒径が11.4 μ m、 の平均粒径は、5.8 μ mである。このように はかなり細かい。

4. 粉碎粒径と強度の関係

セメントの強さ試験に準じた配合(エコ石灰セメント 450g、標準砂 1350g、水セメント比 50%)で作製した供試体で曲げ強度圧縮強度試験を行った。図2に と のエコ石灰セメントを用いた場合の試験結果を示す。図2から分かるように、 と を比較すると圧縮強度、曲げ強度ともに が小さい。 の供試体の密度は2.12g/cm³であったのに対し、 の供試体の密度は1.58g/cm³であった。 と を比較すると の粒径は小さいが、 の密度は小さくなり、この密度の減少が の強度が小さいことの主原因と考えられる。また生石灰の配合割合を減らしたことも関係していることも推察できる。さらに、 は、焼却場からを採取して、3ヶ月以内に作製したエコ石灰セメントであるが、 は、採取して

表1 試料の配合割合 (%)

セメント	20	
生石灰	10	5
石炭灰	25	50
石膏	5	5

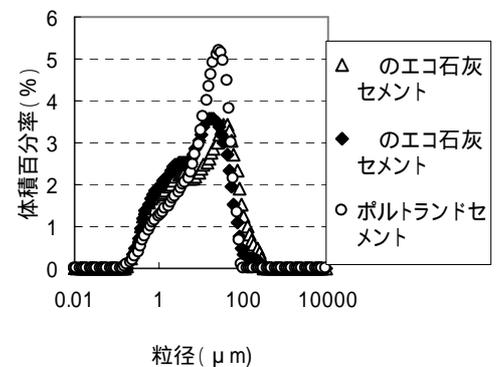


図1 粉碎したエコ石灰セメントの粒度分布

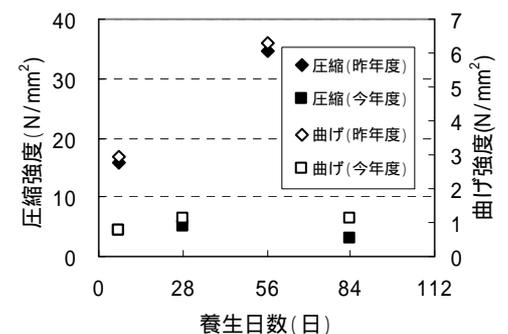


図2 エコ石灰セメント と の強度特性

から 1.5 年間野外に置いた焼却灰を用いたので、焼却灰が古くなっていた事も強度の小さかった原因の一つではないかと考えられる。

5. 石炭灰の粉砕について

石炭灰の粉砕が強度に与える影響を明らかにするために、表 2 に示すようなセメント、生石灰、石炭灰、石膏をすべて混合し細かく粉砕したものと、石炭灰の半分の 20% の石炭灰をほとんど粉砕しない 2 つのエコ石灰セメントを作製した。

	全部入れて粉砕	石炭灰半分粉砕
セメント	20	
生石灰	4	
石炭灰	40	40(20 は粉砕)
石膏	2	

図 3 はエコ石灰セメント 450g、標準砂 1350g を加えて作製した供試体の曲げ、圧縮強度を示す。図 4 は標準砂混入

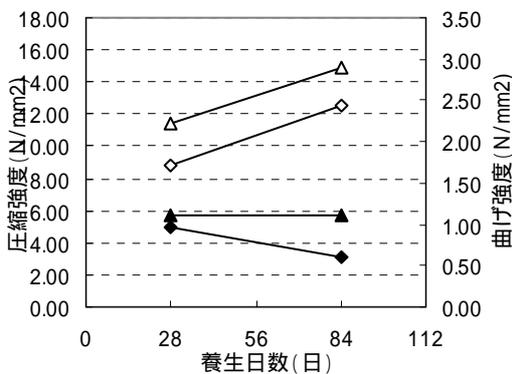


図 3 標準砂を混入した場合

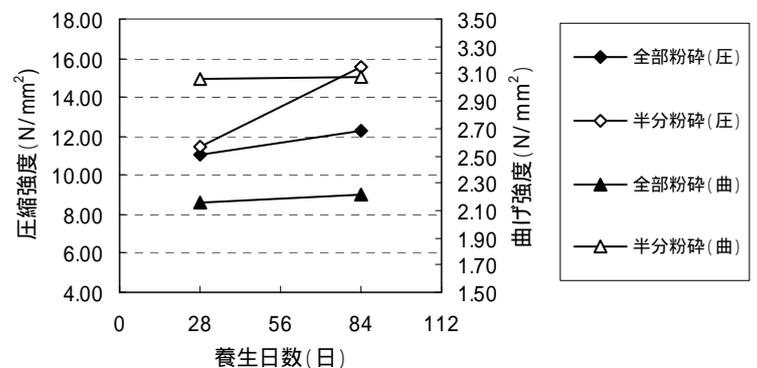


図 4 標準砂を混入しない場合

なしで水セメント比 50% の曲げ、圧縮強度である。養生日数は 1 ヶ月と 3 ヶ月である。標準砂を混合した供試体は、全部の石炭灰を粉砕した場合は、圧縮強度 6 N/mm² 以下、曲げ強度も 1 N/mm² 以下とかなり、小さいが、半分粉砕の場合の圧縮強度は、8 N/mm² 以上、曲げ強度も 2 N/mm² 以上であり、養生日数が増加することにより強度も増加する。標準砂を混合しない場合、全部粉砕は圧縮強度が 10 N/mm² 以上で養生日数が増加することにより強度が増加している。石炭灰を全部粉砕した場合、標準砂を混合した場合の圧縮強度と曲げ強度が混合しない場合の約半分程度であることは特徴的である。

図 5 に曲げ強度と密度の関係を示す。半分粉砕したエコ石灰セメントと全部粉砕したエコ石灰セメントは、標準砂を入れない場合、ほとんど同じ密度であるが、半分粉砕が大きい。したがって、締固め程度だけでなく、化学的にも半分粉砕の方が強度を増す原因があると考えられる。

6. おわりに

エコ石灰セメントの粒径を小さくすることにより、強度増加を試みたが、平均粒径が 10 μm より粒径が小さくなると逆に、逆に固化体の密度が小さくなり強度が小さくなる傾向を示す。

◆ 全部粉砕 (標準砂なし) ■ 全部粉砕 (標準砂入り)
◇ 半分粉砕 (標準砂なし) □ 半分粉砕 (標準砂入り)

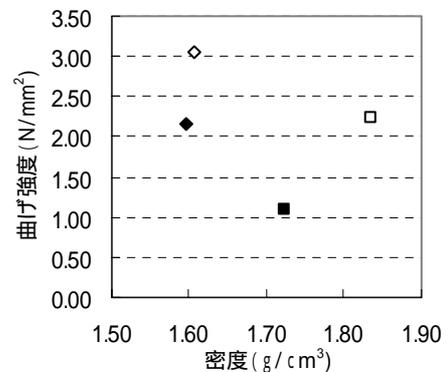


図 5 曲げ強度と密度の関係