

東京理科大学大学院

東京理科大学理工学部

学 ○伊藤 正憲

佐々木健一

正 辻 正哲

正 伊藤 幸広

1. はじめに

現在、可燃ゴミの焼却灰の大部分は一般に埋立処分されているが、最終処分地の確保は困難な状況になりつつある。そのため、可燃ゴミの再生利用に関する研究が、近年になって活発に行われるようになり、コンクリート用細骨材または混和材料等への利用方法が提案されている。その再生方法としては、1000℃以上の高温で熔融させ水砕し、スラグ化する方法がある。しかし、大きな設備を必要とすることや、運転コストがかさむなどの問題も指摘されている¹⁾。

一方、600℃程度で焼却したもみがら灰は、良好なボゾラン活性を示すことから、コンクリート用混和材料としての利用が検討されている²⁾。また、もみがら灰のボゾラン活性の程度は、その焼却温度もさることながら、粉末度や粒径等に大きく影響を受けることも報告されている。

本研究では、焼却灰を完全燃焼させ粉碎するという比較的エネルギーコストが少なくすむ方法で作製した焼却灰のコンクリート用混和材としての適用性について検討した。よって、通常のごみ焼却場での燃焼温度よりも低い600℃程度で焼却した灰を用い、灰の粒径及びセメント代替率を変化させて実験を行った。

そして、評価に当たっては、モルタルの流動性および圧縮強度を用いた。

2. 実験概要

1) 使用材料

焼却灰を除く実験に使用した材料は、表-1および表-2に示す通りである。なお、細骨材は全て表乾状態で使用した。

一般可燃ごみは、野田市のごみ処理場から入手したものであり、850℃で焼却済みの灰の状態のものである。混和材として使用した焼却灰は、ごみ処理場から入手したものを、さらに600℃の電気炉の中で1時間加熱処理し、ミルで粉碎後ふるいにより分級したものである。通過させるふるいの目の寸法は、75μm、150μmおよび300μmの3種類である。なお、実験では600℃で再加熱する方法としたが、ごみ処理場で850℃の焼却直後に空気を吹き込み完全燃焼させる方法を想定している。

2) 配合

モルタルの配合条件として、水結合材比を55%、砂結合材比を3.0とした。焼却灰のうち75μmのふるいを通過したものをを用いる場合には、代替率をセメント重量に対し内割で5%、10%および20%と変化させた。また、150μmおよび300μmのふるいを通過したものをを用いる場合には、代替率を5%および10%として実験を行った。また、高性能減水剤をまったく添加しない場合の他に、減水剤を添加することにより、モルタルのフロー値が180~190の範囲になるように調整した場合についても実験を行った。

3) 試験方法

実験に用いた供試体は、φ5×10cmの円柱供試体であり、材令7日、14日および28日において、JIS A 1108に準じて、圧縮強度を求めた。

焼却灰の粒形は、光学顕微鏡を用い目視により観察した。

表-1 使用材料

材料名	特 性
セメント	普通ポルトランドセメント T社製 (比重3.16)
練り混ぜ水	上水道水
混和剤	高性能減水剤 S社製 (ナフタレン系)

表-2 細骨材の物理的性質

項目 種類	比重	吸水率 (%)	洗試験 損失量 (%)	有機 不純物	単位容積 質量 kg/m ³	実積率 (%)	粒度分布(残留百分率)						粗粒率
							5 mm	2.5mm	1.2mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	
鬼怒川産川砂	2.60	1.32	2.10	合格	1666	65.2	0	9	35	61	87	98	2.90

3. 結果および考察

写真-1は、焼却灰の顕微鏡写真である。いずれの場合も比較的大きい粒子の周囲に、微粒子が付着しているように観察された。また形状は、いずれの粒径においても、フライアッシュに比べ角ばっていた。

図-1は、焼却灰の代替率とフロー値の関係を示したものである。代替率が0%すなわちプレーンモルタルのフロー値が181であるのに対し、代替率が5%および10%となると、フロー値はそれぞれ172~175および165~168となり、焼却灰セメント代替率が大きくなるに従い、フロー値は低下する傾向にある。これには、写真-1に示すように、焼却灰の形状が角ばっていることも関係していると思われる。一方、混和材の粒径が小さくなるに従い、フロー値が低下することも考えられるが、今回の実験を行った75~300 μ mの範囲では、その傾向はほとんど見受けられなかった。

図-2は、高性能減水剤を添加した場合における焼却灰の最大粒径とフロー値の関係を示したものである。高性能減水剤の添加量は焼却灰の代替率が5%および10%の場合、それぞれ結合材重量に対し0.23%および0.53%である。このようにセメントを焼却灰で代替したことによりフロー値を得るのに必要な高性能減水剤の添加率が増加した主な原因としては、焼却灰の粒径が角ばっていることに加えて、未燃焼炭素等その他の原因が考えられる。これは、高性能減水剤の添加率とフロー値との関係を求めた結果および図-1に示すプレーンコンクリートにおける代替率とフロー値の関係より推定した必要な高性能減水剤の添加率よりも、実際に要した添加率の方がかなり大きかったことによる。

一方、高性能減水剤を添加した場合にも、添加しなかった場合と同様に最大粒径の違いによる影響はほとんど見受けられなかった。

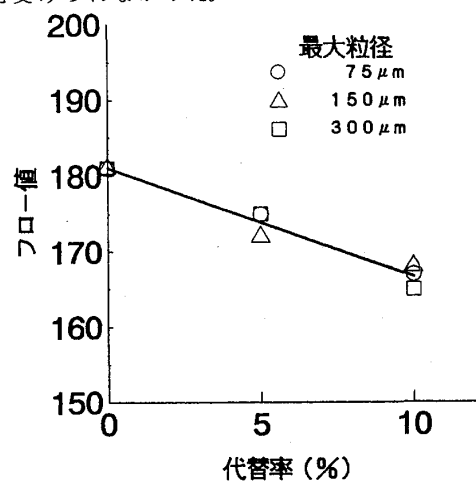


図-1 代替率とフロー値の関係
(高性能減水剤無添加の場合)

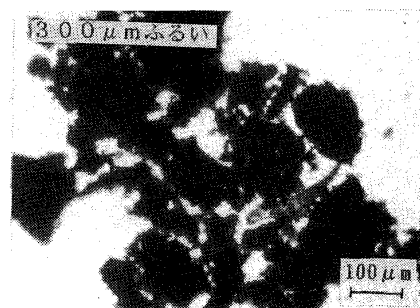
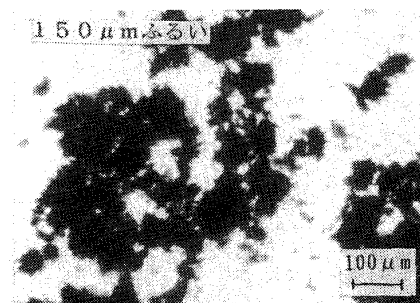
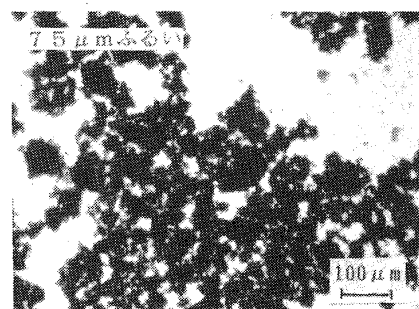


写真-1 焼却灰の顕微鏡写真

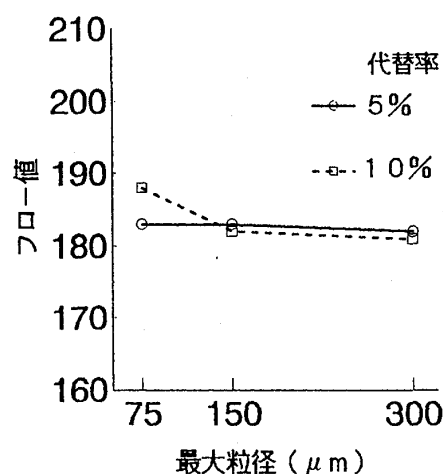


図-2 混和剤を一定量添加した場合の
焼却灰の粉末度とフロー値の関係

図-3は、材令7日および28日における、焼却灰の最大粒径と圧縮強度の関係を示したものである。代替率および最大粒径にかかわらず、いずれの材令においても、焼却灰を混入したモルタルの圧縮強度は、ブレンモルタルの圧縮強度の80～110%の範囲内にあった。このように、今回実験を行った結果、焼却灰によるセメント代替率が10%以下の範囲では、最大粒径が圧縮強度におよぼす影響はほとんど見られなかった。

図-4は、最大粒径が75 μ mの焼却灰の代替率と圧縮強度の関係を示したものである。全般的に、焼却灰の代替率が大きくなるに従い、圧縮強度は低下する傾向を示している。代替率が10%以下ならば、圧縮強度はブレンモルタルと同程度であるが、代替率を20%とすると、圧縮強度はブレンモルタルの70%程度まで低下している。

もみがらを焼却した灰は非晶質シリカを多く含み、もみがら灰をコンクリートに混入すると、ポゾラン反応により強度増進することが知られている³⁾。また、一般可燃ごみについても紙類、植物を多量に含むことから同様の効果が期待できる⁴⁾。しかし、今回のように強度が低下した理由としては、もみがら灰に比べシリカ分が少ないことも一因として考えられる。

4.まとめ

比較的簡易な処理方法で製造した一般可燃ごみの焼却灰を混和材として利用する場合の適用性について検討した結果、今回の実験の範囲内で得られた主な結論は以下の通りである。

(1) 焼却灰を混入したモルタルの流動性は、代替率が大きくなるに従い、低下する。なお、混入する焼却灰の最大粒径が75 μ m～300 μ mの範囲では、フロー値はほぼ一定となる。

(2) 焼却灰によりセメントを代替した場合のモルタルの圧縮強度は、代替率が10%程度以下の範囲では、ブレンモルタルの圧縮強度の80～110%の範囲となる。しかし、代替率が20%と大きくなると、ブレンモルタルに比べ、強度低下する傾向にある。また、実験で対象とした焼却灰の粒径の範囲、すなわち、最大粒径で75～300 μ mの範囲では、最大粒径が圧縮強度に及ぼす影響はほとんど見られない。

最後に、一般可燃ごみを提供して頂いた野田市の関係各位に感謝の意を表する次第である。

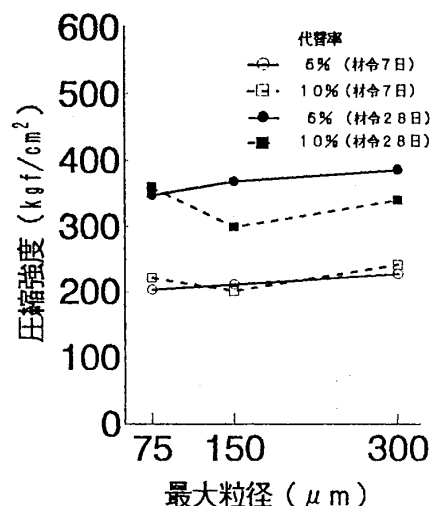


図-3 最大粒径と圧縮強度の関係

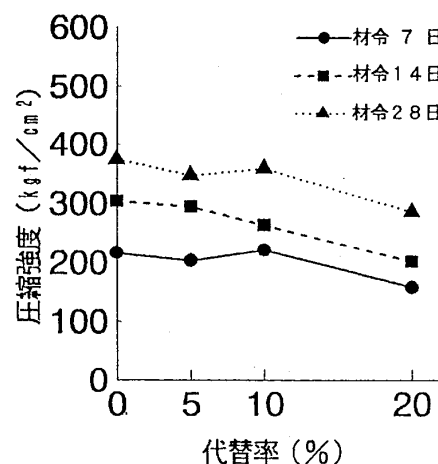


図-4 最大粒径75 μ mの焼却灰の代替率と圧縮強度の関係

参考文献

- 1) 白石, 戸高: 廃棄物溶融スラグの資源化利用研究, 第2回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.145～148
- 2) 杉田, 庄谷, 徳田: もみがら灰のポゾラン活性に関する基礎的研究, 第44回セメント技術大会講演集 pp.234～239, 1990年
- 3) 笠井, 小林: セメント・コンクリート用混和材料, p.241
- 4) 佐々木, 伊藤, 辻, 伊藤: 混和材としての灰の適用性に関する研究 (発表予定)