

石炭灰を添加した焼却灰の土質工学特性について

鹿児島高専 学 ○窪田 誠 若松 巧

正 前野 祐二 三原 めぐみ 平田 登基

1、はじめに

1973年の石油危機以来、石油代替エネルギーとして石炭発電が見直された。それ以来、石炭火力発電所の石炭燃焼によって発生する石炭灰は増加し続け、1996年には430万トンにまで達した。現在、石炭灰は、各発電所の隣接灰捨場あるいは海面に埋立処分されているが、このままでは埋立て処分地の確保が困難になると予想されている。そこで石炭灰の自硬性、吸着性に着目し、都市ごみ焼却灰と石炭灰の有効利用を目的として、焼却灰に石炭灰を添加して供試体を作成し土質試験、溶出試験を行った。

2、試料について

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国内石炭の石炭灰である。表-1に都市ごみ焼却灰の化学成分を示す。表で

示すように焼却灰には SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO などのポズラン粘性鉱物が多く含まれている。本実験で用いた焼却灰は、 CaO を比較的多く含む。この CaO は、締固めた石炭灰の強度発現に大きな影響を及ぼす化学成分であり、これがシリカやアルミナと化合して強度発現物質を生成すると考えられている²⁾。

3、一軸圧縮試験

焼却灰をごみ焼却場排出時の含水比36%に調整し、乾燥状態の石炭灰を添加して混合後、突固め(3層25回)により供試体を作製した。その後供試体に流動パラフィン塗り乾燥を防ぐ処置をして空中で養生した。なお、養生期間は7日、30日、180日、360日とした。

図-1に応力-ひずみ曲線を示す。供試体は石炭灰混入率20%、10%の360日養生と石炭灰混入率20%の7日養生である。図に示すように7日養生は360日養生と比較するとかなり小さい。また360日養生の時、混入率が大きいほど一軸圧縮強度、変形係数 E_{50} も大きくなるようである。すなわち、石炭灰混入率が増え、経時日数が長くなることにより強度が増すと考えられる。

図-2では一軸圧縮強度の経時変化を示している。

図が示すように、混入率、経時日数が増加するにしたがって、一軸圧縮強度は増加している。特に一軸圧縮強度と経時日数の関係は直線的であり、混入率毎の相関係数は0.99以上が得られている

図-3では、 E_{50} の経時変化を示している。図-2と同様に混入率、経時日数が増加するにしたがって、変形係数 E_{50} も増加している。また、変形係数 E_{50} は養

表-1 都市ごみ焼却灰の化学成分

焼却灰	強熱原料	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	P_2O_5	その他
K市	7.7	35.9	17	4.5	20.4	3.6	-	4.9	2.6	3.4
F市	9	42.6	6.8	12.7	17.2	1.7	N.D.	-	1.6	8.4
A市	5.6	43.3	9.4	9	14.8	1.6	0.9	1.4	1.9	12.1
		34.5	14.7	7	22.1	3.5				

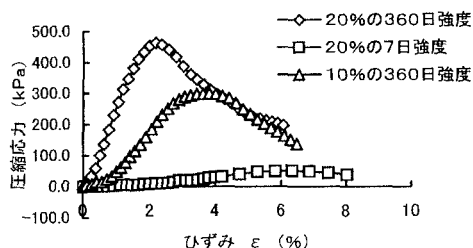


図-1 応力-ひずみ曲線

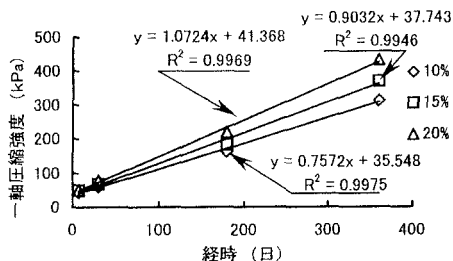
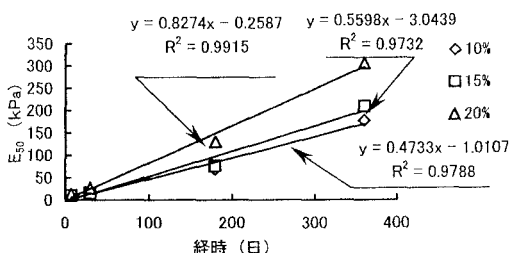


図-2 一軸圧縮強度の経時変化

図-3 E_{50} の経時変化

生日数とほぼ直線的である。しかし、図-2と比較すると相関は低い。

さらに、経時日数と混入率を独立変数として最小二乗法による統計解析を行った。その結果、一軸圧縮強度は 0.977、 E_{50} は 0.927 であった。この結果より一軸圧縮強度は経時日数と石炭灰混入率で推定できる可能性が高い。また、 E_{50} は僅かに相関係数が小さいのでさらに検討する必要がある。

4、走査型顕微鏡による観察

焼却灰の固化状態を明らかにするために、突固めた焼却灰、焼却灰+石炭灰の破壊断面を走査型顕微鏡により拡大写真を撮影した。

写真-1に2000倍に拡大した焼却灰、写真-2に2000倍に拡大した焼却灰+石炭灰(20%)を示す。写真1に示すように焼却灰粒子は網状に絡み合い、その粒子間に間隙が見られる。一方、石炭灰が混入した場合、写真-2で示すように写真-1で見られた粒子間の隙間に丸い形状の石炭灰が入り込み、粒子間を結合して密な状態を形成している。

5、溶出試験

石炭灰が添加された焼却灰の鉛溶出量を調べた。試験方法として、環境庁告示13号に示される検定方法で試料の作成、溶出試験を行い、原子吸光法で検定した。

図-3に鉛溶出量、pHと石炭灰混入率の関係を示す。石炭灰を混入していない焼却灰はpH=9.4であり、石炭灰の混入されるにしたがって、pHは増加した。これは、石炭灰のpHが12前後であるため、pHが増加したと思われる。一方、混入率10%程度までの鉛溶出量は、石炭灰混入率が大きくなるにしたがって、値が大きくなっているが、それ以上に混入量が増加しても鉛溶出量は増加しない。しかも、混入率20%で鉛溶出量はN.Dであった。pHが12と大きいにもかかわらず、鉛溶出量はほとんどなくなっている。これは特筆すべきことであろう³⁾。

6、おわりに

以上の試験により、以下のような知見を得た。

- 1) 石炭灰混入率、経時日数が増加することにより一軸圧縮強度、 E_{50} が増す。
- 2) 石炭灰が焼却灰粒子の間隙に入り込み、密な状態を形成している。

【参考文献】

- 1) 松尾稔 他：石炭灰の土質改良材への適用に関する実験的研究 土木学会論文集 No.603/Ⅲ-44, pp.77-88 1998.9
- 2) 佐野博昭 他：養生条件の違いが締固めた石炭灰供試体の一軸圧縮強さおよび体積変化に及ぼす影響、土木学会論文集 No.463/Ⅲ-22, pp.45-53 1993.3
- 3) 前野祐二 平田 登基男：焼却灰の土質力学特性と有効利用、土木学会論文集、No.568/Ⅲ-39, pp.199-207,1997

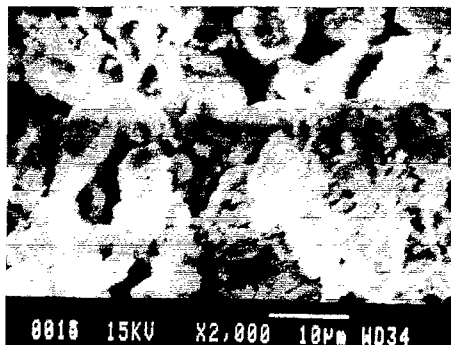


写真-1 焼却灰

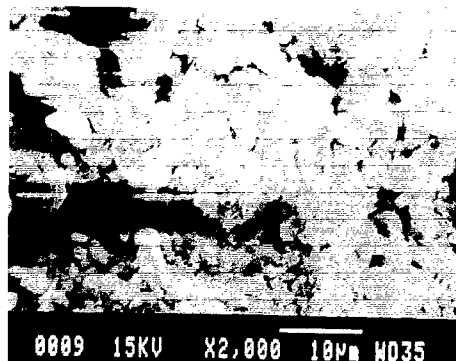


写真-2 石炭灰+焼却灰

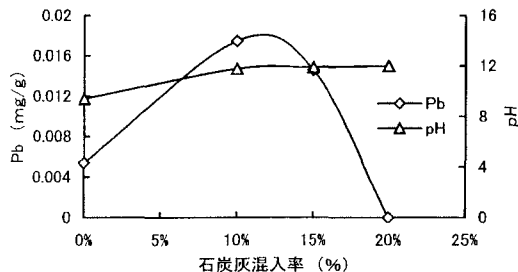


図-3 鉛溶出、pHと石炭灰混入率の関係