

東京電力 ㈱ 技術開発研究所 山本 康博
 東京電力 ㈱ 技術開発研究所 正会員 ○大木 隆二
 鹿島建設 ㈱ 技術研究所 早崎 勉

I. はじめに

石炭の燃焼に伴って大量に発生する石炭灰(石炭使用量の10~20%程度)は、その特性、特質を活して一部がセメント原料、セメント混和材などに有効利用されているものの、その量は全発生量の30数%に過ぎず、残りの大半は埋立廃棄されている実状にある。しかし環境問題などにより灰捨地の確保が年々困難となりつつあること、将来の大容量化に伴い発生する量も膨大となることから石炭灰をただ単に埋立廃棄するだけではなく土質材料として扱って埋立材、盛土材などに利用する研究が各関係方面で行われている。本文は内陸及び海岸付近で盛土するに際しての検討資料として室内試験を行った結果、海水を使用することにより石炭灰のボゾラン活性が促進されること及び高含水比粘性土へ混合することにより、この締固め特性、強度特性が著しく改善されるなど興味ある結果が得られたのでその概要を紹介するものである。

表-1 物理試験結果

名 称	石炭灰A フライ アッシュ	石炭灰B シンダー アッシュ	石炭灰C クリンカー アッシュ	石炭灰D フライ アッシュ	土 壤 (粘性土)
比 重 G	2.25	2.23	2.25	2.20	2.57
含水比Wn (%)	0.1	0.0	26.0	28.7	76.2
粒 度					
篩分 (%)	0	0	23	0	0
砂分 (%)	10	13	65	45	32
シルト分					
以下 (%)	90	87	12	55	68
三角座標分類	細粒土	細粒土	砂質土	細粒土	細粒土
液性限界WL (%)	27.3	27.7	NP	NP	108.2
塑性限界WP (%)	23.6	24.4	NP	NP	58.4
粉末度 (cm/g)	3122	3045	—	2080	—

II. 試験概要

1. 石炭灰の土質工学的特性の検討

(1) 使用材料

試験に使用した石炭灰は表-1に示す4種類のものであり、全て国内炭灰であるが、石炭灰Dは既成灰である。表-1、表-2にそれらの物理・化学試験結果を示す。

(2) 試験項目及び方法

内陸及び海岸付近で盛土するに際しての検討資料を得るため練混ぜ水に淡水、海水の2種類を用いて締固め、一軸圧縮の各試験を行った。また、ボゾラン活性を調べめるため所定の材令日(7日, 28日, 91日)に一軸圧縮試験を行った。

(3) 試験結果及び考察

① 締固め特性

各石炭灰の締固め曲線は図-1に示すとおりであり石炭灰の種類によって2グループに分類される。このことはそれぞれの粒度組成の相異にもとづくものと思われる。

なお、石炭灰Dは既成灰であるためボゾラン効果による粒径の変化などによってクリンカーアッシュに類似した曲線を呈したと思われる。

② 強度特性

最適含水比で締固めた場合の一軸圧縮強さは、練混ぜ水として淡水を使用した場合は図-2に示すとおりであり、石炭灰A, Bのボゾラン活性度が高いことが

表-2 化学分析結果

名 称	石炭灰A フライ アッシュ	石炭灰B シンダー アッシュ	石炭灰C クリンカー アッシュ	石炭灰D フライ アッシュ
SiO ₂ (%)	55.4	—	55.8	—
Al ₂ O ₃ (%)	25.8	—	23.9	—
Fe ₂ O ₃ (%)	2.5	—	4.5	—
CaO (%)	7.2	—	7.2	—
MgO (%)	2.5	—	2.5	—

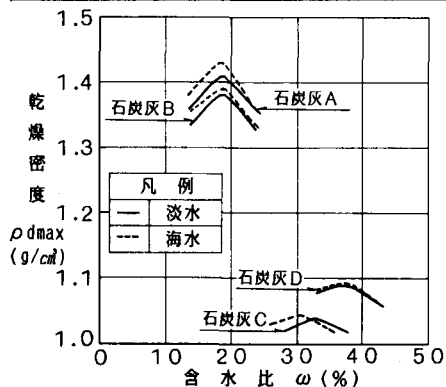


図-1 石炭灰の締固め曲線

わかった。また、練混ぜ水として海水を用いた場合の一軸圧縮強さは図-3に示すとおりであり、材令91日における強さは淡水の場合に比して1.1~1.6倍大きく、特にポゾラン活性の高い石炭灰A, Bにおいてその傾向が顕著であった。このことは海水中に含まれている塩類により石炭灰のポゾラン活性が促進されたとともに、石炭灰中の遊離石灰及びアルミナと海水中の硫酸塩が反応して供試体中にエトリンジャイトが生成されたことによるものであると考えられる。なお、石炭灰Dは既成灰であるため材令に伴う強さの変化はあまり顕著ではなかった。

2. 盛土材への適用性の検討

最近の盛土工事においては、良質な盛土材の入手が困難となり、盛土材としては不適当な高含水比粘性土の使用が余儀なくされるという場合がある。このためこれら軟弱土を盛土材に利用するに際し、石炭灰の有するポゾラン活性を活用することを目的として試験を行った。

(1) 使用材料

試験に使用した石炭灰は前述の試験の石炭灰Dであり土壌としては自然含水比で締固めるとオーバーコンパクションを呈するような高含水比の粘性土を用いた。表-1にその物理試験結果を示す。

(2) 試験項目及び方法

石炭灰混合率Fを30~70%と変化した混合試料に対し、締固め、一軸圧縮の各試験を行った。また、経時的な強度変化を調べるため所定の材令日(7日, 28日)に一軸圧縮試験を行った。練混ぜ水としては海水を使用した。

(3) 試験結果及び考察

混合試料の締固め曲線(図-4)をみると石炭灰混合率の増加に伴って最大乾燥密度は大きくなる傾向を示し締固め特性が大幅に改善できる。また、一軸圧縮強さも石炭灰混合率の増加に伴い大きくなる(図-5)。これは石炭灰のポゾラン活性によるもので、活性の高い石炭灰A, Bを使用すればさらに大きな改善効果が期待できるものと考えられる。

Ⅲ. おわりに

以上、石炭灰の土質工学的特性、盛土材への適用性に関して行った室内試験結果を紹介したが、今後はこれら石炭灰の優れた特性を活かし、実用化をはかる予定である。

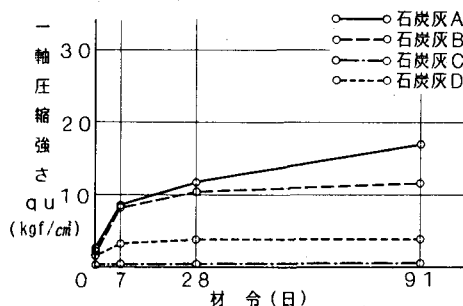


図-2 一軸圧縮強さの経時変化(淡水)

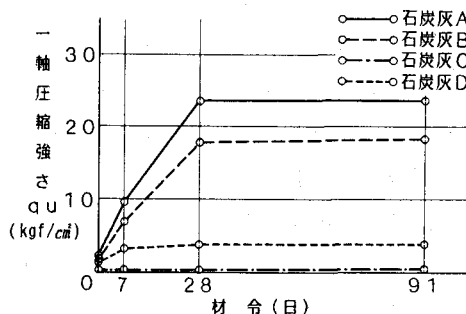


図-3 一軸圧縮強さの経時変化(海水)

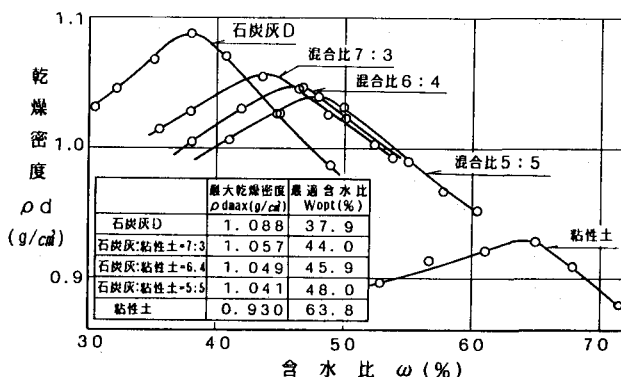


図-4 混合試料の締固め曲線

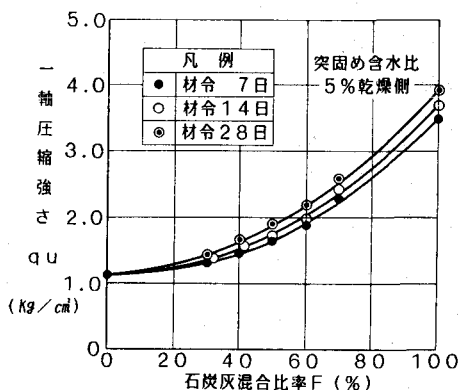


図-5 石炭灰混合率と一軸圧縮強さ