

III-358 石炭灰の有効利用に関する基礎的実験

西松建設（株）技術研究所 ○正会員 平岡博明

正会員 斉藤顕次

1. はじめに

わが国のエネルギー源は石炭が見直されています。その石炭を燃焼させた場合、大量の石炭灰が発生する。現在、その石炭灰の約半はセメントや土木分野などに有効利用されていますが、残りは廃棄物として処分され、将来石炭利用の増加に伴い発生する灰の量も膨大になり有効利用の拡大が望まれる。石炭灰を土木材料として利用することを目的として、石炭灰の物理的、力学的特性について基礎的な実験を行ったので報告する。

2. 実験方法

実験に使用した石炭灰は、一般産業から発生した石炭灰を用い、その化学組成の一例を表-1に示す。固化材は、石炭灰の強度増加を促進させるために普通ポルトランドセメントを使用し、添加量は乾燥石炭灰に対しての重量比とした。

供試体の作成は、JIS A 1210 による2・5-C法の締固め試験により最適含水比と最大乾燥密度を求め、試料を最適含水比状態に準備し、締固め試験用モールド（2209cm³）を用い締固めエネルギーを変えて試料を突固め、所定の材令になるまで湿潤養生した後、φ5cm、h10cmに整形し一軸圧縮試験および三軸圧縮試験を行った。

表-1 化学組成

分析項目	含有量 (%)
SiO ₂	52.3
Al ₂ O ₃	38.9
TiO ₂	1.6
MgO	1.2
CaO	1.1
P ₂ O ₅	1.1
Fe ₂ O ₃	0.7
K ₂ O	0.6
Na ₂ O	0.5
SO ₃	0.1

3. 実験結果および考察

3. 1 物理特性および締固め特性

図-1に粒度分布を示す。この3種の石炭灰は、同一場所から発生したものであるがこのように品質にバラツキが生じている。その3種類の石炭灰について締固め試験を行った結果を図-2に示す。石炭灰Bと石炭灰Cを比較すると締固め特性は、かなり差があるようである。

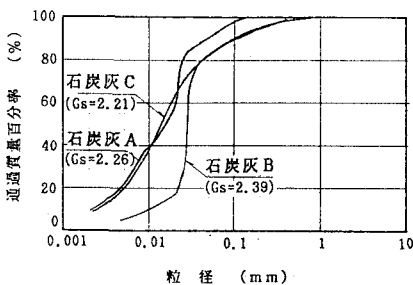


図-1 粒度分布

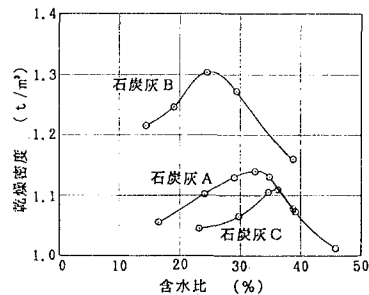


図-2 締固め曲線

3. 2 力学特性

図-3は、石炭灰Aについて締固め度（各供試体の乾燥密度 ρ_d ／最大乾燥密度 $\rho_{dmax} \times 100$ ）を変えた場合の養生日数と一軸圧縮強さの関係を示したものである。石炭灰は適度な湿潤条件下でポズラン反応（灰中のカルシウム、アルミナ、石膏によりエトリンガイト $[3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O]$

を生成するため。）によって自硬するといわれているが、今回用いた石炭灰は表-1に示すようにC a Oの含有量がわずかでありポソラン反応による自硬性が期待出来ず強度の増加があまり見られない。

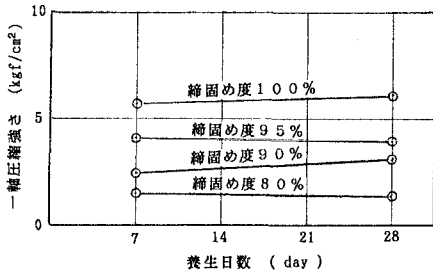


図-3 養生日数と一軸圧縮強さ

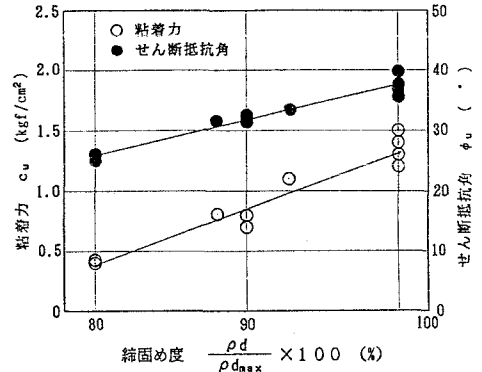


図-4 締固め度と c_u , ϕ_u の関係

図-4は、3種の石炭灰を最適含水比状態における締固め度と粘着力 c_u およびせん断抵抗角 ϕ_u の関係を図示したもので、同一締固め度において石炭灰の種類による差は小さくほぼ同程度の値を示し、締固め度（80%～100%）と c_u および ϕ_u は直線的な変化を示している。

図-5は、石炭灰Cについて供試体を7日湿潤養生した場合と6日湿潤1日水浸養生した場合におけるセメント添加量と c_u および ϕ_u の関係を表したものである。石炭灰のみで作成した供試体は水浸と同時に崩壊する。 ϕ_u の曲線を見ると湿潤養生した場合セメント添加量に関係なくほぼ同じ程度の値を示しているのに対し、水浸させた場合セメント添加量3%以下では急激に ϕ_u の値は低下する。また、 c_u の曲線を見るとセメント添加量によって水浸非水浸では c_u の値が変化するが水浸させた場合セメント添加量3%以下では大きく低下する。

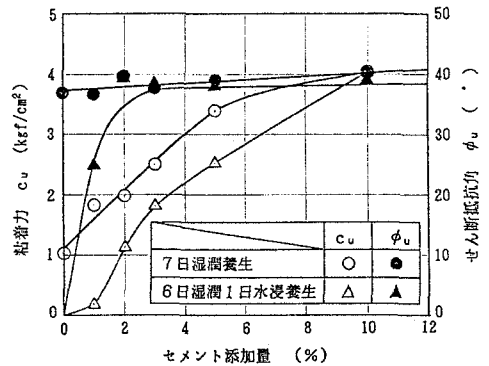


図-5 セメント添加量と c_u , ϕ_u の関係

4. まとめ

本石炭灰は、品質にバラツキはあるものの同程度の締固め度ならば強度の差はあまり小さくなく、締固めを十分おこなうことによってかなりのせん断強度は得られる。また、石炭灰のみを締固めた供試体を水浸した場合直ちに崩壊するので、一般的に土木材料として利用する場合には耐水性を考えるとセメントを3%以上の添加または、なんらかの方法で防水処置が必要になろう。

5. おわりに

本実験は一般産業から発生した石炭灰を対象としたが、今後、電力産業より発生する灰についても実験を考えていきたい。