

金沢大学 正員 加場 重正 同 正員 川村 清紀
同 正員 鳥居 和久 同 大学院 大野 元己

1. まえがき

石炭火力発電所で微粉炭を燃焼する際に発生する石炭灰のうち、ボイラー上部の電気集じん器より採取されるフライアッシュは従来よりコンクリート用珪和剤として幅広く利用されているが、ボイラー底部より採取される炉底灰は物理的および化学的性質がフライアッシュと比較して劣るために、ほとんど有効に利用されていない。本報告はポゾラン材料である炉底灰の土質安定材としての有効利用に関して2種類の試料土(粘性土および砂質土)を用いた消石灰(またはセメント)-炉底灰安定処理土の締固め特性および強度特性について明らかにしたものである。

2. 実験概要

本実験に使用した2種類の試料土および炉底灰(火力発電所副生産物)の物理的性質および化学成分は表-1および表-2に示すとおりである。図-1に示すX線回折の結果より、炉底灰の鉱物組成はα-石英、α-クリストバライトおよびムライトであることが認められた。安定材として使用した炉底灰粉末(CA)は、炉底灰をボールミルによって粉碎し、88μフルイを通過させたものである。(比表面積 プレーン法2100 cm^2/g , BET法7,694 cm^2/g , 比重2.41) 使用した消石灰およびセメントはそれぞれ試薬一級水酸化カルシウム(L)および普通ポルトランドセメント(C)である。安定材の添加量は試料土の乾燥重量の10%および20%であり、炉底灰に対する消石灰(またはセメント)の比率を種々に変化させた。締固め試験によって求めた最適含水比および最大乾燥密度となるように作製した供試体は、恒温恒湿室内(温度20℃, 湿度90%)にて所定材令養生を行った後、一軸圧縮強度試験に供した。また、ポゾラン反応の進行状況を推定するために一軸圧縮強度試験後の供試体断片を粉碎した試料に対して示差熱分析、X線回折およびpH値の測定を行った。

3. 実験結果および考察

図-2は砂質土を用いた消石灰-炉底灰安定処理土(添加量20%)の一軸圧縮強度と材令の関係を示したものである。

細粒分の少ない砂質土においては砂質土の細粒分と消石灰間の反応(ポゾラン反応)はあまり期待できない。しかし、砂質土を用いた消石灰処理土における消石灰の一部を炉底灰で置換えた消石灰-炉底灰安定処理土においては炉底灰がポゾラン材料としての役割を果たすために、ポゾラン反応が促進さ

表-1 試料土および炉底灰の物理的性質

	砂質土	粘性土	炉底灰
統一土質分類	砂質ローム	粘土	シルト質砂
砂分(%)	76.5	25.0	85.8
シルト分(%)	17.5	23.0	11.7
粘土分(%)	6.0	52.0	2.5
液性限界(%)	—	65.8	—
塑性限界(%)	—	31.5	—
塑性指数	NP	34.3	NP
最適含水比(%)	23.4	31.8	30.0
最大乾燥密度(g/cm^3)	1.570	1.404	1.082
比重	2.677	2.703	2.000

表-2 試料土および炉底灰の化学成分(%)

	砂質土	粘性土	炉底灰
SiO ₂	58.4	47.9	57.8
Al ₂ O ₃	12.0	24.4	21.2
Fe ₂ O ₃	13.7	12.0	5.1
CaO	0.1	0	1.4
MgO	3.7	0.3	5.2
K ₂ O	—	—	0.9
Na ₂ O	—	—	1.3

れ、28日材令から90日材令における長期強度の増加が著しい。また、図-3は砂質土を用いた消石灰-炉底灰安定処理のPH値と材令との関係を示したものである。消石灰-炉底灰安定処理土の90日材令におけるPH値はいずれの混合割合においても12.40前後の値を示しており、このことはポズラン反応条件である高アルカリの状態が維持されていることを示している。

本実験に使用した砂質土においては、経済性からみて消石灰と炉底灰の混合割合が(L:CA)=(3:7)~(5:5)のものが最適であると思われる。

図-4は粘性土を用いた消石灰-炉底灰安定処理土(添加量20%)の一軸圧縮強度と材令の関係を示したものである。図-4に示すように、粘性土においては消石灰と炉底灰の混合割合が(2:8)~(5:5)では材令にともなう強度の増加がみられないが、(6:4)および(7:3)の処理土は28日材令までは消石灰単味のものと同程度の強度を示している。また、図-5は粘性土を用いた消石灰-炉底灰安定処理土のPH値と材令の関係を示している。消石灰-炉底灰安定処理土のうち消石灰添加量の少ない混合割合のものは14日材令以後のPH値の減少が急激である。

このように粘性土においては粘性土自体のポズラン反応性が大きいので、消石灰処理土における消石灰の一部を炉底灰で置換えることによる効果は砂質土の場合ほど顕著ではないが、安定処理の目的によっては炉底灰の使用により経済性を高めることができる。

4. まとめ

NO_x規制により石炭燃焼温度を低下させるために、今後、コンクリート用増粘剤としては適さないような低品質の石炭灰の発生が予想される。このような低品質の石炭灰でも消石灰とともに安定材として非常に有効に利用できるようである。

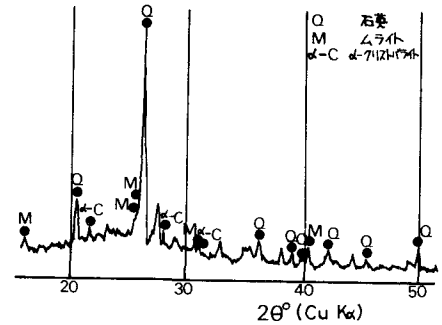


図-1 炉底灰のX線回折図

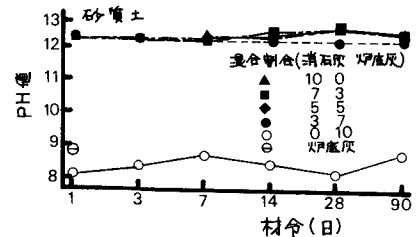


図-3 砂質土におけるPH値と材令の関係

〈参考文献〉

- 1). R.L. Tavel, J.A. Epps etc. "Soil Stabilization in Pavement Structures A User's manual, vol. 2, Mixture Design Considerations F.H.A.D. T. Oct. 1979.

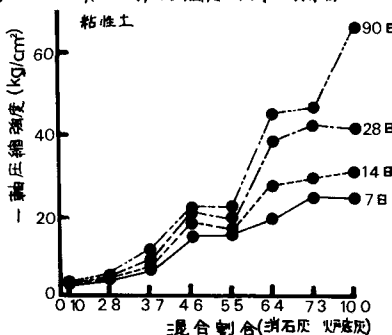


図-4 粘性土における強度と材令の関係

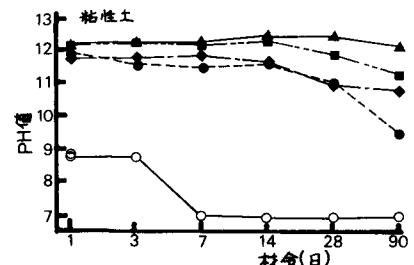


図-5 粘性土におけるPH値と材令の関係