

石炭灰を使用した安定処理土の降雨侵食抑制効果

金沢大学 正員 鳥居 和え 同 正員 川村 清紀
 金沢大学 正員 柳場 重正 同 学員 谷口 公一

1. まえがき

石炭灰(細粒フライアッシュ、粗粒アッシュおよび炉底灰)は石炭火力発電所で微粉炭を燃焼する際に多量に発生(使用石炭量の10~30%程度)する産業副生産物である。石炭灰を土質安定処理へ適用した場合には、石炭灰のポゾラン反応によって緻密な土構造が形成され、このため強度特性が改善されることがすでに明らかにされている¹⁾。本研究は、石炭灰発生量の約70%を占める粗粒アッシュを降雨侵食を抑制するための安定材として利用することを目的としており、2種類の試料土に消石灰および粗粒アッシュを少量添加した処理土の降雨侵食特性と処理土における粗粒アッシュの反応過程について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

2種類の試料土および使用した粗粒アッシュ(T火力発電所産、記号A)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。使用した消石灰(記号L)は試薬一級品(K社)である。消石灰-粗粒アッシュの総添加量は2.5%~7.5%(試料土の乾燥重量に対する百分率)の範囲であり、その中で消石灰と粗粒アッシュとの混合割合を種々に変化させた。降雨侵食試験用供試体(φ10×3cmの円板状)は最適含水比で最大乾燥密度となるようにランマーによって締固めて作成したものであり、恒温恒湿室内(温度20℃、相対湿度90%)において所定期間中密封養生した。降雨侵食に対する抵抗性は供試体に降雨強度100mm/hの人工降雨を1時間与えたとき、3個の供試体より離脱した土粒子の供試体表面の単位面積当りの乾燥重量(%/cm²)によって評価した²⁾。また、示差熱分析により処理土の反応過程を調べるとともに、SEMによって降雨侵食面の微視的内部構造の特徴を観察した。

3. 消石灰-粗粒アッシュ処理土の降雨侵食特性

砂質土を使用した粗粒アッシュ単味処理土では初期および長期材令ともに降雨侵食抑制の効果は全く認められない。一方、砂質土を使用した消石灰処理土では2.5%程度の添加量では初期材令における降雨侵食抑制の効果はあまり認められないが、さらに粗粒アッシュを添加した消石灰-粗粒アッシュ処理土(2.5%+2.5%)では1日材令より処理土の降雨侵食量を大きく減少させることが可能である(図-1)。降雨侵食に対する抵抗性ももともと大きな粘性土を使用した処理土においても、消石灰-粗粒アッシュの添加により初期および長期材令における降雨侵食量を減少させることができるが、その効果は砂質土の場合と比較して小さいようである。また、粘性土を使用した粗粒アッシュ単味処理土の降雨侵食抑制の効果はかなり大きい、これは粗粒アッシュの化学的反応によるものではなく、粗粒アッシュの添加によって処理土の物理的特性(締固め密度、吸水能力など)が改善されたことによるものと思われる(図-2)。

表-1. 試料土および粗粒アッシュの物理的性質

	粘性土	砂質土	粗粒アッシュ
統一土分類	粘 土	シルト質砂	シルト
砂分(%)	4.1	85.5	14.1
シルト分(%)	50.9	11.0	77.4
粘土分(%)	45.0	3.5	8.5
L L (%)	60.0	—	27.3
P L (%)	37.5	—	—
P I	22.5	N P	N P
O.M.C(%)	30.0	20.5	21.1
M.D.D(%)	1.426	1.590	1.333
比 重	2.650	2.703	2.180

表-2. 試料土および粗粒アッシュの化学成分

	粘性土	砂質土	粗粒アッシュ
SiO ₂	58.5	61.4	54.2
Al ₂ O ₃	22.4	16.6	27.9
Fe ₂ O ₃	5.8	8.4	6.1
CaO	0.6	1.8	3.7
MgO	1.5	2.2	2.5
K ₂ O	2.1	2.1	0.2
Na ₂ O	0.3	2.0	0.4

4. 処理土中の粗粒アッシュの反応過程と微視的構造の特徴

示差熱

分析の結果より明らかなように、砂質土を使用した消石灰-粗粒アッシュ処理土(2.5 μ -2.5 μ)の1日材令において認められる消石灰の吸熱ピーク(460 $^{\circ}$ C)は3日以後の材令において消失しており、消石灰-粗粒アッシュ処理土の3日材令以後のDSC曲線にはC-S-Hゲルによるものと思われる吸熱ピーク(130 $^{\circ}$ C~160 $^{\circ}$ C)が消石灰処理土(2.5 μ)と比較してより顕著に認められる(図-3)。一方、粘性土を使用した消石灰-粗粒アッシュ処理土(2.5 μ -2.5 μ)では消石灰のピークは1日材令よりすでに存在せず、3日材令以後のDSC曲線にも明瞭な変化は認められない(図-4)。また、降雨侵食試験後の供試体表面のSEM観察より、砂質土を使用した消石灰-粗粒アッシュ処理土では、粗粒アッシュの表面より針状のC-S-Hゲルが多数生成しており、C-S-Hゲルの生成によって雨滴の衝撃に対して抵抗できる緻密な土構造が形成されている(写真-1、2)。一方、粘性土を使用した消石灰-粗粒アッシュおよび粗粒アッシュ単独処理土では、粗粒アッシュが粘土粒子より成る団粒間の空隙にうまく入り込むことによって団粒間の物理的結合力を増大させている様子が観察されるが、砂質土の場合とは異なり処理土中の粗粒アッシュには水和反応の形跡が認められない(写真-3、4)。

参考文献 1) 川村, 鳥居, 柳場: 石灰灰の土質安定処理への有効利用について, 第15回日本道路会議論文集, 昭58 2) 川村, 鳥居, 柳場: 排煙脱硫石

膏および高炉水
砕スラッグの有効
利用を目的とし
た安定処理土の
降雨侵食特性, 土
木学会論文報告
集, No. 329, 昭58

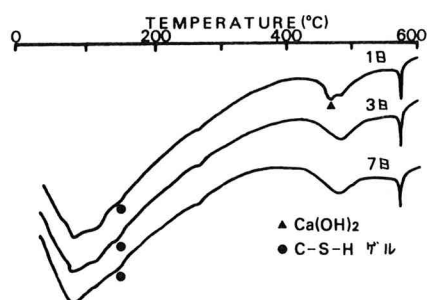


図-3. 砂質土を使用した消石灰-粗粒アッシュ処理土(2.5 μ -2.5 μ)のDSC曲線

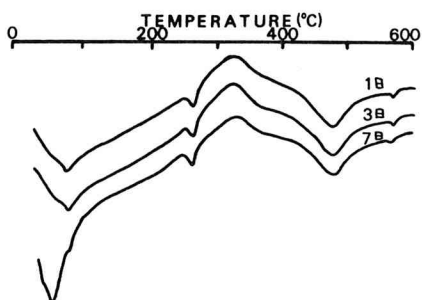


図-4. 粘性土を使用した消石灰-粗粒アッシュ処理土(2.5 μ -2.5 μ)のDSC曲線

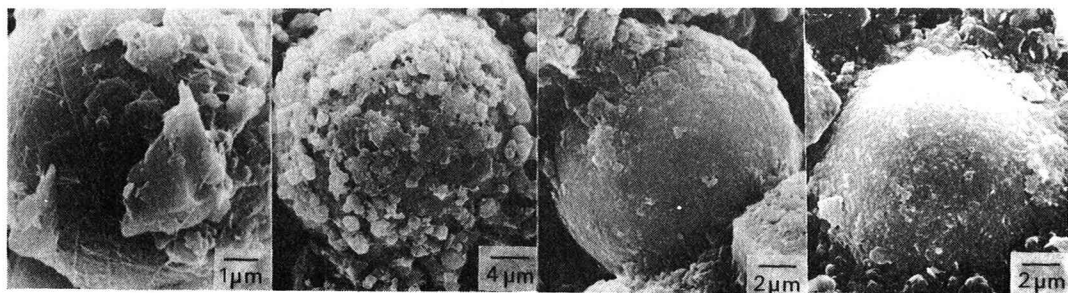


写真-1. 砂質土 L-A(2.5 μ -2.5 μ) 写真-2. 砂質土 L-A(1.88 μ -5.63 μ) 写真-3. 粘性土 L-A(2.5 μ -2.5 μ) 写真-4. 粘性土 L-A(0 μ -5 μ)
7日材令 7日材令 7日材令 3日材令

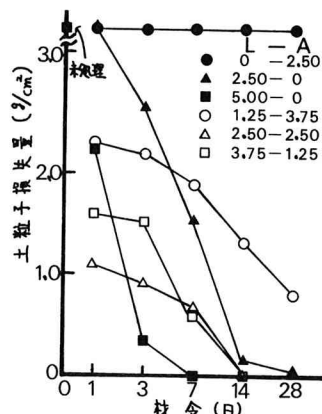


図-1. 砂質土を使用した消石灰-粗粒アッシュ処理土の降雨侵食特性

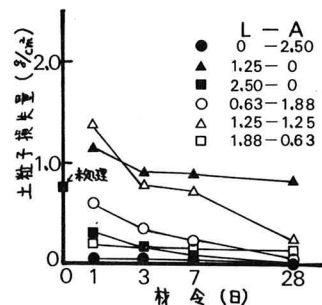


図-2. 粘性土を使用した消石灰-粗粒アッシュ処理土の降雨侵食特性