

III-504

フライアッシュ処理による各種粘土鉱物の安定処理特性

福山大学 正員 富田 武満
 福山大学 正員 ○田辺 和康
 矢橋工業 正員 上村 克己

1. はじめに

海外炭は国内炭に比べ鉱物組成の変化が多く、フライアッシュも様々なものを産出している。このような状況を踏まえて、海外炭を燃焼したA発電所とB発電所の2種のフライアッシュ(A発電所のフライアッシュをFa, B発電所のフライアッシュをFbと称す)について、土質安定処理材としての適用性を調べる。対象試料にはモンモリロナイトとカオリナイト鉱物を用いて検討を行った。

2. 実験方法

土質安定材には化学組成の異なる2種のフライアッシュ(CaOを含まないFa材と含むFb材)と、消石灰(試薬一級水酸化カルシウム, Caと称す)を用いた。供試体の作製は、フライアッシュと消石灰を各種割合で配合調整したものを、試料に20%添加混合して動的締固め試験(JSF T 711)法により最適含水比と最大乾燥密度を求めて、その含水比と密度に成るように静的締固め試験(JSF T 812)法により供試体(直径5cm, 高さ10cm)を作製した。養生方法は、密封養生(20℃)とし、所定の養生後に一軸圧縮試験, X線回折, 強熱減量試験を行った。

3. 結果と考察

モンモリロナイト試料の強度特性の結果を図-1に示す。Fa材とFb材を比較すると、Fa材は消石灰との複合処理によって強度発現を示し、フライアッシュ単味処理では十分な処理効果は引き出せないようである。一方、Fb材は単味処理が最も強度改善を示し、初期強度も他の処理試料に比べて増加を示している。配合割合別に処理効果を見ると、Fa材は $Ca:Fa(3:7) > Ca:Fa(5:5) > Ca:Fa(7:3) > Ca > Fa$, Fb材は $Fb > Ca:Fb(3:7) > Ca:Fb(5:5) > Ca:Fb(7:3) > Ca$ の傾向が認められた。図-2のカオリナイト試料についても同様な傾向が認められた。Fb材はCaOを14%程度含有し強アルカリ雰囲気であるのに対して、Fa材はCaOをほとんど含まず弱アルカリ雰囲気である違いが安定処理効果に現れているように思われる。粘土鉱物に対する強度発現性を60日養生についてみると、カオリナイトが $10\text{kgf}/\text{cm}^2$, モンモリロナイトは $6\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度の改善を示した。これは、ポゾラン反応にともなう土粒子間結合力が処理強度特性に現れていることを予想させる。

モンモリロナイト試料のX線回折結果を図-3に示す。Fa材は $3.88\text{\AA}$ にエトリンガイトの反応生成物の回折ピークがみられる。Fb材にはエトリンガイトの回折ピークが $3.88\text{\AA}$, $4.03\text{\AA}$, $9.7\text{\AA}$ に認められた。消石灰処理では $2.63\text{\AA}$ と $4.9\text{\AA}$ に $Ca(OH)_2$ が残存し、 $9.7\text{\AA}$ にエトリンガイトの回折ピークがみられた。そして、各処理試料ともに $12.6\text{\AA}$ の粘土鉱物の回折ピークは養生日数に伴ってシフトしている。これは、モンモリロナイト鉱物の結晶構造破壊が起こっていることを暗示している。図-4のカオリナイト試料についてみると、Fa材でエトリンガイト($5.6\text{\AA}$)が生成され、Fb材ではエトリンガイト($5.6\text{\AA}$, $9.7\text{\AA}$)と新たに加水ゲーレンナイト水和物($2.85\text{\AA}$, $12.5\text{\AA}$)の回折ピークがみられる。消石灰処理では $Ca(OH)_2$ ($2.63\text{\AA}$, $3.11\text{\AA}$, $4.9\text{\AA}$)が残存している。鳥居はエトリンガイトの反応生成物が強度発現に影響していることを明らかにしているが、本論文でも同様な結果が得られた。LEONARDらの指摘している $9\sim 14\text{\AA}$ の範囲に反応生成物らしきピーク($12.61\text{\AA}$ にトベルモライト)が認められる試料もあるが、X線回折結果のみで判断することは不可能と思われる。次に、図-5では反応生成物によって起こる構造変化を、強熱減量試験より得られる脱水減量値から検討した。200℃加熱による脱水減量変化をみると、複合処理試料は配合割合と養生日数によって脱水減量変化を示し、強度特性とよく似た傾向を示している。脱水減量値の高いものほど強度改善を示している。また、フライアッシュ単味試料についても同様な傾向が認められた。一方、800℃加熱による脱水減量変化は消石灰を多く含む配合割合のものほど脱水減量値は高く、一定の傾向で脱水減量変化を示した。これは、消石灰の脱水減量値(27%程度)が大きいために反応生成物と結晶構造の脱水減量変化が明確に現れないようである。

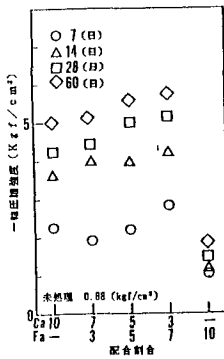


図-1 強度特性(モンモリロナイト鉱物)

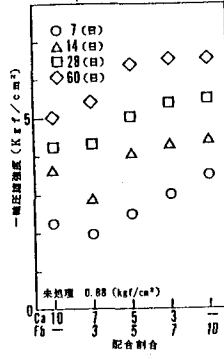


図-2 強度特性(カオリン鉱物)

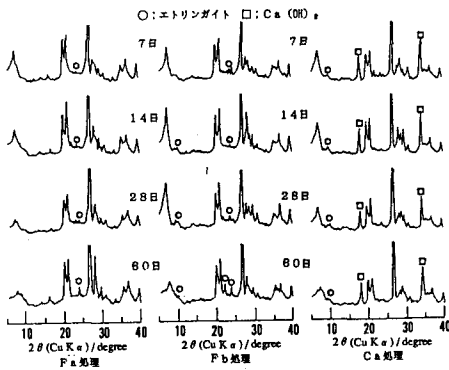
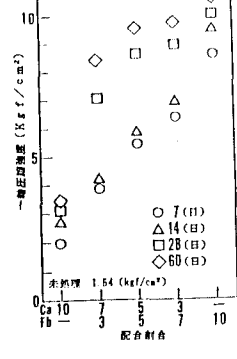
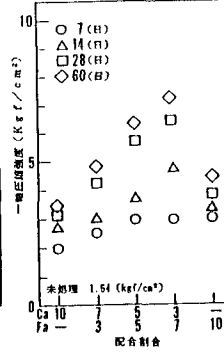


図-3 X線回折(モンモリロナイト鉱物)

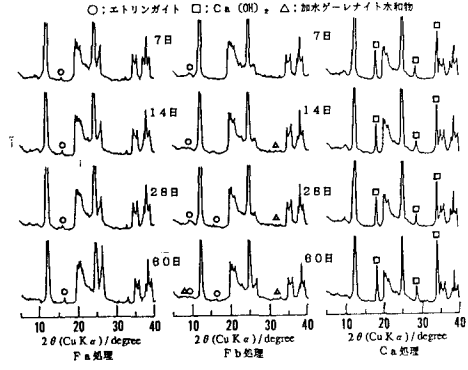
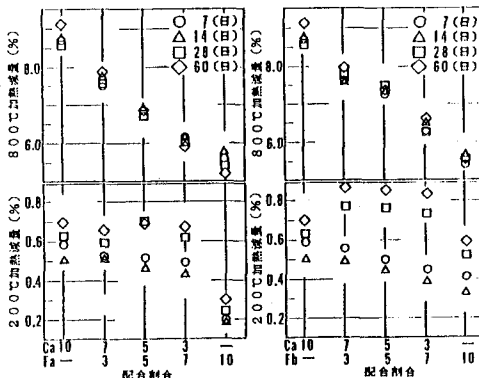
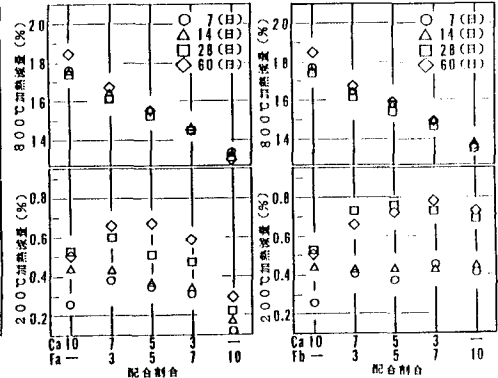


図-4 X線回折(カオリン鉱物)



(a) モンモリロナイト鉱物



(b) カオリン鉱物

図-5 強熱減量試験結果

4. おわりに

フライアッシュ処理によるモンモリロナイト系およびカオリナイト系粘土鉱物の安定処理効果について検討を行った。フライアッシュは微量の石灰と石膏を含有しているものほど自硬性を有している。また、少量のアルカリ刺激効果によりボゾラン反応が活発になるものと推定される。土質改善に寄与する反応生成物は、エトリンガイトが強度発現に寄与していることが判明した。そして、カオリナイト鉱物では加水ゲーレンナイト水和物の反応も認められた。また、強熱減量法により安定処理効果の検討を行った結果、200℃加熱による脱水減量値を反応生成物と関連づけることは早計かも知れないが、低温域で検討する必要があることが認められた。