

道路路盤の安定処理への生コンスラッジの有効利用

金沢大学大学院 学生員 牧尾 誠
北川ヒューテック(株) 正会員 谷口克也

金沢大学工学部 辻 裕和
北川ヒューテック(株) 不破大仁

1. はじめに

生コンプラントから発生するスラッジは、練混ぜ水として一部が利用されているが、その大半は脱水スラッジケーキとして埋立て処分されているのが現状である。しかし、管理型廃棄物処理場の確保や増設が困難であることから、生コンスラッジの建設材料としての有効利用が望まれている¹⁾。一方、再生アスファルト骨材の製造過程における一次選別のグリズリアンダーを通過した材料(以下、グリズリアンダーと称する)は、再生アスファルト骨材と異なり、有効利用が低迷している。近年、アスファルト廃材は、一定の技術基準に従った分別および再資源化が義務付けられているため、今後も多量のグリズリアンダーが発生することが予想される。本研究は、道路路盤の安定処理への乾燥スラッジの適用性を調べることを目的として、乾燥スラッジを添加したグリズリアンダーフライアッシュ混合物の締固め性状、強度特性及び反応過程について検討したものである。

2. 実験概要

乾燥スラッジは生コンのスラッジケーキを 110℃ で炉乾燥した後、1mm ふるいを通過させた。乾燥スラッジの化学的性質を把握するために、示差走査熱量分析 (DSC) 及び走査型電子顕微鏡観察 (SEM) を行なった。フライアッシュは石炭火力発電所の原粉を用いた。また、グリズリアンダーは、5mm ふるいを通過したもので、2.5mm 以下の重量割合が全体の 60% となるように粒度を調整した。グリズリアンダーに対するフライアッシュの添加率を内割で 0%、10%、20%、30% および 100% として、乾燥スラッジの添加率を外割で 10%、20%、および 30% とした。供試体は直径 50mm、高さ 100mm の円柱であり、プランジャー法による静的締固めにより作製した。試験材齢は 7 日、14 日、28 日および 91 日とした。試験体は各配合につき 3 本ずつであり、温度 20℃ の密封養生とした。試験項目は、突固めによる土の締固め試験、一軸圧縮試験、超音波パルス速度試験、X 線回折分析 (XRD)、SEM などである。一軸圧縮試験は、オートグラフを使用してひずみ速度を 1.0%/min と一定とし、変形係数 (E_{50}) の測定を同時に行った。

3. 試験結果および考察

3-1 乾燥スラッジの化学的性質

混合物の DSC 曲線を図-1 に示す。脱水スラッジケーキが野積みされていた期間が長くなると、水酸化カルシウムが減少し、炭酸カルシウムが増大する傾向が認められた。また、野積み期間が 0 日 (SL-0) においても水酸化カルシウム量は多くないことから、脱水過程にて水酸化カルシウムの溶出が発生していると考えられた。このことより、アルカリ分を比較的多く含む野積み期間 0 日の乾燥スラッジ (SL-0) をセメント代替材料として使用することにした。

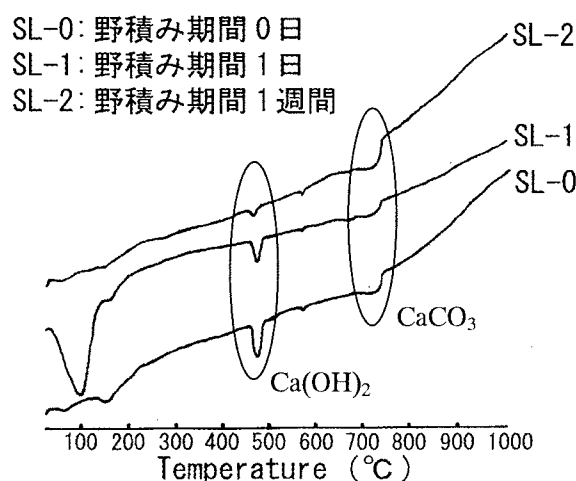


図-1 乾燥スラッジの DSC 曲線

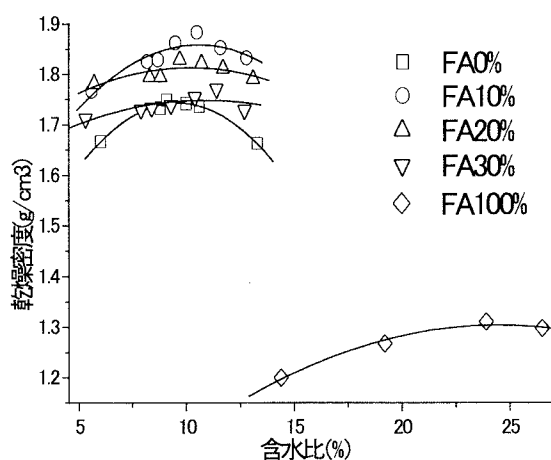


図-2 各混合物の締固め曲線

3-2 締固め性状

各混合物の締固め曲線を図-2 に示す。グリズリアンダーにフライアッシュを添加することにより締固め性状は大きく改善され、締固めの効果はフライアッシュ添加率 10%にて最大になった。

3-3 一軸圧縮試験および変形係数

各混合物の一軸圧縮強さを図-3 に示す。いずれのスラッジの添加率においても、フライアッシュ添加率 20%および 30%にて大きな一軸圧縮強さを示した。また、スラッジ添加率 30%ものは、材齢に伴う一軸圧縮強さの増加が顕著に認められた。それに対して、スラッジ添加率 10%のものはフライアッシュのポゾラン反応による土粒子の固結効果がありま生じていなかった。スラッジ添加率が 20%および 30%でフライアッシュ添加率が 10%、20%および 30%の計 6 種類のもは、7日材齢における一軸圧縮強さが 7kgf/cm^2 以上であり、プラント再生舗装技術指針における、アスファルト舗装の下層路盤規格を満たした。しかし、試験体作製時において反りやひび割れが発生しているものもあり、そのことが原因で一軸圧縮強さのばらつきが認められた。これは、突固めによる締固め試験から得られた最適含水比を基準にしていることから、乾燥スラッジの吸水作用により最適含水比が変化したことが考えられた。各混合物の変形係数を図-4 に示す。各供試体の材齢にともなう変形係数の変化は、一軸圧縮強さの傾向とほぼ同様であり、一軸圧縮強さにほぼ比例して変形係数が増加することが認められた。

3-4 水和反応生成物の特徴

図-5 に各混合物（材齢 28 日、スラッジ添加率 20%）の XRD 曲線を示す。フライアッシュ添加率の増大にともない $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が大きく減少しており、フライアッシュのポゾラン反応の進行により乾燥スラッジの $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が消費されている様子が認められる。また、水和反応生成物としてはエトリンガイトおよびモノサルフェート水和物が確認された。

4. まとめ

乾燥スラッジを添加したグリズリアンダーフライアッシュ混合物はプラント再生舗装技術指針におけるアスファルト舗装の下層路盤規格を満たした。しかし、試験体の一軸圧縮強さのばらつきが大きく、材齢に伴う強度発現も比較的小さかった。このことは、乾燥スラッジ中に含有される未水和セメントや水酸化カルシウム分が少ないことに起因すると考えられた。現在、凝結遅延剤を添加したスラッジ水による土粒子の固結効果を検討中である。

【参考文献】

- 1) 社団法人 日本コンクリート工学協会 コンクリートスラッジの有効利用研究委員会, コンクリートスラッジの有効利用に関するシンポジウム 第 I 編 委員会報告書 第 II 編 論文報告書, 1996

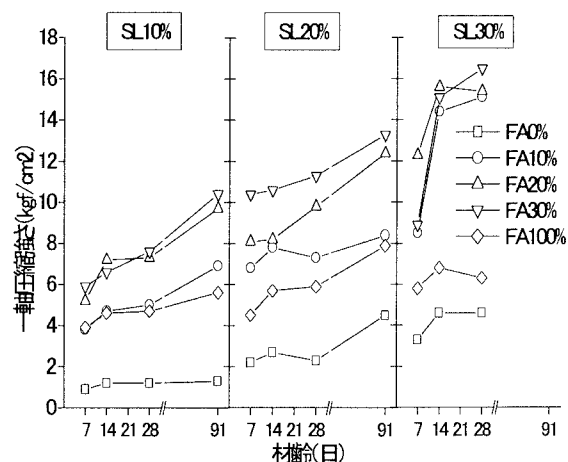


図-3 各混合物の一軸圧縮強さ

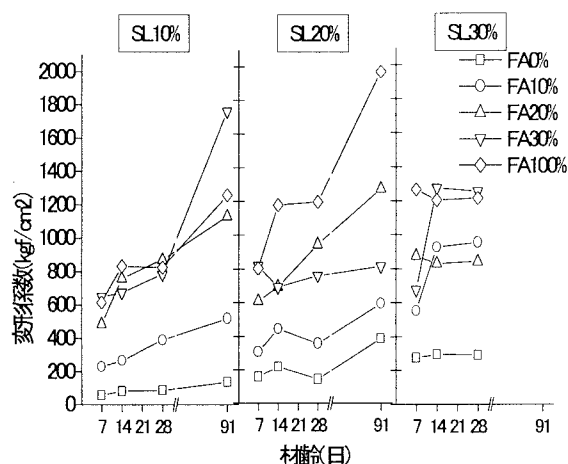


図-4 各混合物の変形係数

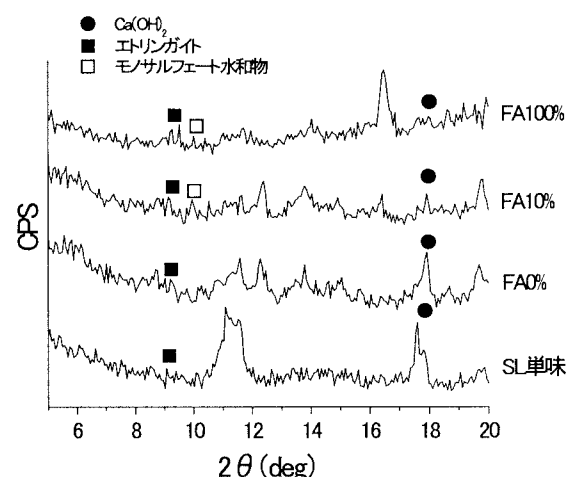


図-5 混合物（材齢 28 日、SL20%）の XRD 図