

道路路盤材の安定処理へのスラッジ水の利用に関する研究

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

金沢大学大学院 学生員 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フィーダを通過した材料(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、建設廃材である生コンスラッジやグリズリアンダーの再利用および用途拡大のため、道路路盤の安定処理へのスラッジの適用性を調べることを目的として、スラッジ水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

フライアッシュは石炭専焼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。配合は、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%とした。スラッジ水は、実際のスラッジ水を模擬したものであり、混合物の添加水として用いた。模擬スラッジ水の配合を表-1に示す。固形分中に占める骨材細粒分の割合を20%で一定とし、固形分率が15%（貧配合）、20%（標準配合）および25%（富配合）の3種とした。W/C=0.55のモルタルを3時間静置し、残りの希釈水および凝結遅延剤の添加後21時間継続して攪拌を行ったものを用いた。供試体は直径50mm、高さ100mmの円柱であり、プラグ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、超音波パルス伝播速度試験、X線回折分析(XRD)、SEMなどである。一軸圧縮試験は、オートグラフを用いてひずみ速度を1.0%/minと一定とし、変形係数(E_{50})の測定を同時に行った。

表-1 模擬スラッジ水の配合

記号	固形分		上水道水 (mass%)	凝結遅延剤 (g)
	セメント (mass%)	骨材細粒分 (mass%)		
貧配合	12	3	85	セメント重量 に対して 2.8%
標準配合	16	4	80	
富配合	20	5	75	

3. 試験結果および考察

3.1 締固め性状

グリズリアンダー・フライアッシュ混合物の締固め曲線を図-1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、その効果はフライアッシュ添加率10%で最大となった。比較的少量のフライアッシュの添加でグリズリアンダー粒子間の空隙を効果的に充填することができた。

3.2 一軸圧縮強さ

模擬スラッジ水供試体の一軸圧縮強さを図-2に示す。フライアッシュを添加した混合物においては、模擬スラッジの配合にかかわらず、材齢にともなう一軸圧縮強さの増大が顕著に認められた。貧配合において認められたフライアッシュ

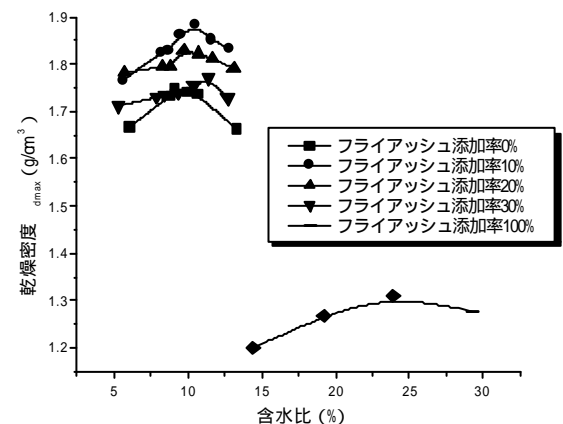


図-1 グリズリアンダー・フライアッシュ混合物の締固め曲線

キーワード スラッジ、フライアッシュ、土質安定処理、路盤材、再生材

金沢大学工学部 〒920-8667 石川県金沢市小立野 2-40-20 TEL.076-234-4620 FAX.076-234-4632

添加率 10%、20%および 30%の混合物の強度差は、標準配合および富配合では認められなかった。一軸圧縮強さの増加はフライアッシュ添加率の相違によらず、スラッジ水中の未水和セメントおよび $\text{Ca}(\text{OH})_2$ によるもの大きいと考えられる。スラッジ水は乾燥スラッジのように脱水および野積みの過程の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の溶出が少なく、また、凝結遅延剤の添加によって未水和セメント分が多く残存していたため、混合物中のセメントの水和およびポゾラン反応が活発に生じたものと考えられる。以上のことから、練混ぜ水として、スラッジ水の化学的安定処理の利用は有効であった。しかし、再生セメント安定処理路盤材の下層路盤規格を満たすことはできたが、上層路盤材の規格を満たすことができなかった。

3.3 脱硫酸石膏の効果

再生安定処理路盤材の品質規格は材齢 7 日の一軸圧縮強さを基準としており、早期の強度発現が必要とされる。そこで、強度発現が良好であったフライアッシュ 20%の供試体に模擬スラッジ水とともに脱硫酸石膏を添加し、その強度特性について検討した。脱硫酸石膏は模擬スラッジ水中のセメント量と同量を添加した。

脱硫酸石膏を添加した模擬スラッジ供試体の一軸圧縮強さを図-3 に示す。材齢 7 日に圧縮強度が増大し、また、材齢にともなう強度発現も顕著となった。また、材齢 28 日程度で約 $3.0\text{N}/\text{mm}^2$ に達することから、再生セメント安定処理上層路盤材への適用が可能となった。

3.4 X 線回折分析 (XRD)

材齢 28 日における脱硫酸石膏を添加した混合物の X 線回折分析 (XRD) 図を図-4 に示す。初期材齢よりエトリンガイトのピークが認められた。また、エトリンガイトの生成による $\text{Ca}(\text{OH})_2$ および脱硫酸石膏の消費が確認された。脱硫酸石膏を添加したものにおいてはエトリンガイトの生成は初期強度を増大させるだけでなく、フライアッシュのポゾラン反応を促進させる効果もあり、初期および長期材齢での強度発現に貢献しているものと考えられる。

4. まとめ

模擬スラッジ供試体では、凝結遅延剤の添加により未水和セメントが多く残存しており、材齢に伴う顕著な強度発現が確認された。また、脱硫酸石膏を添加することで、初期および長期における一軸圧縮強さの増大が確認された。

グリズリアンダー・フライアッシュ混合物は、アスファルト舗装再生セメント安定処理路盤材の下層路盤規格を満たしたが、上層路盤規格にはおよばなかった。しかし、脱硫酸石膏を添加したものは、初期および長期にわたる強度の増大が認められ、上層路盤への適用も可能であると考えられる。

【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 編 委員会報告書 第 編 論文報告書，1996

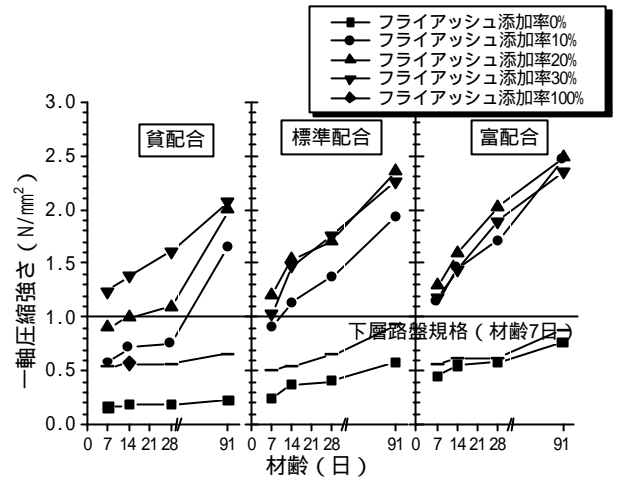


図-2 模擬スラッジ水供試体の一軸圧縮強さ

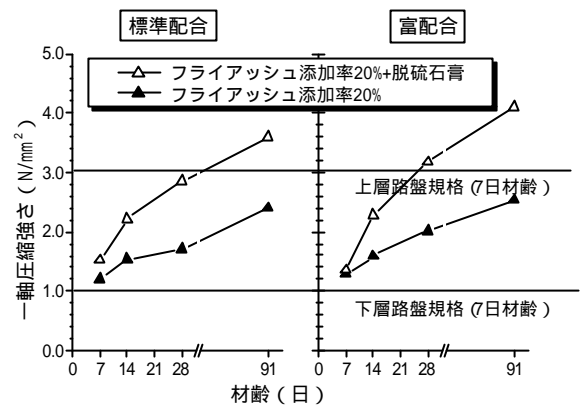


図-3 脱硫酸石膏を添加した模擬スラッジ水供試体の一軸圧縮強さ

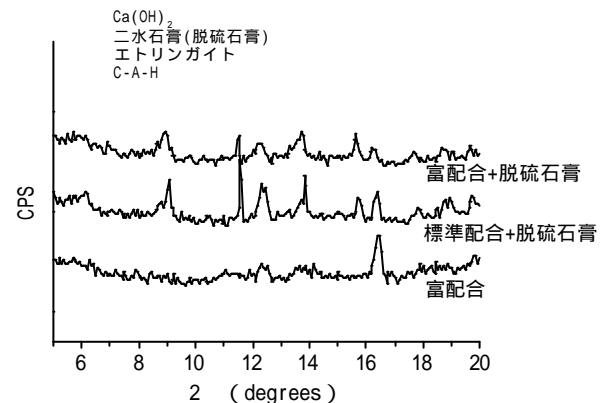


図-4 材齢 28 日における X 線回折分析