

フライアッシュを用いたセメント安定処理による道路舗装材料のリサイクリング

金沢大学大学院 学生会員 牧尾 誠 金沢大学工学部 正会員 久保善司
(株)北川ヒューテック 正会員 谷口克也 (株)北川ヒューテック 不破大仁

1. はじめに

建設廃棄物の中で、アスファルト塊のリサイクル率は80%にまで達している。しかしながら、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、リサイクル率が低迷している。一方、アスファルト舗装のリサイクリングでは、一定の技術基準に従った、アスファルト塊の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。本研究では、強度、耐久性、および経済性の観点から、セメントおよびフライアッシュを用いてグリズリアンダーを安定処理した混合物の上層路盤材料への適用性を検討した。

2. 実験概要

フライアッシュは北陸電力・七尾太田火力発電所のJIS規格外（Ⅱ種相当）のものをを用いた。また、セメントは普通ポルトランドセメントである。所要の強度を得るため、グリズリアンダーに対して、セメント添加率を外割で2.5%および5.0%、フライアッシュ添加率を内割で0%、10%、および20%と混合した。また、調整グリズリアンダー材の粒径分布を表1のように定めた。供試体は直径75mm、高さ150mmの円柱であり、重さ2.5kg、高さ30cmのランマー転圧を、3層に分け各層につき25回ずつ突き固めた（締固め試験第一法）。試験材齢は7日、28日、および91日とし、各配合につき3本ずつ用意した。養生は温度20℃の密封養生とした。

試験項目は、一軸圧縮試験、超音波パルス伝播速度試験、X線回折分析などである。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。

粒径 (mm)	25—13	13—5	5—2.5	2.5—0	25—0
重量比 (%)	29	36	14	21	100

表1 調整グリズリアンダー材の粒径分布

3. 実験結果および考察

(1) 一軸圧縮試験

各供試体の一軸圧縮強さを図1に示す。フライアッシュを添加した供試体では、大幅な一軸圧縮強さの増大が認められ、材齢にともなう一軸圧縮強さの増大も顕著であった。これは、セメントの水和反応とともにフライアッシュのポゾラン反応の進行が強度発現に大きく貢献したためと考えられる。また、フライアッシュ添加率10%と20%の一軸圧縮強さを比較すると、フライアッシュ添加率20%では、混合物中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が不足するためにポゾラン反応が十分に進行しないこと、およびフライアッシュの保水性によりセメント水和反応が阻害されることのために、フライアッシュ添加率10%よりも一軸圧縮強さを下回ったものと考えられる。

セメント添加率5.0%のフライアッシュ添加率10%および20%のものは、プラント再生技術指針における上層路盤材の品質規格を満足した。また、グリズリアンダーが再生材であることから、一軸圧縮強さのばらつきが懸念されたが、ばらつきは比較的小さかった。セメントおよびフライアッシュで安定処理することにより、

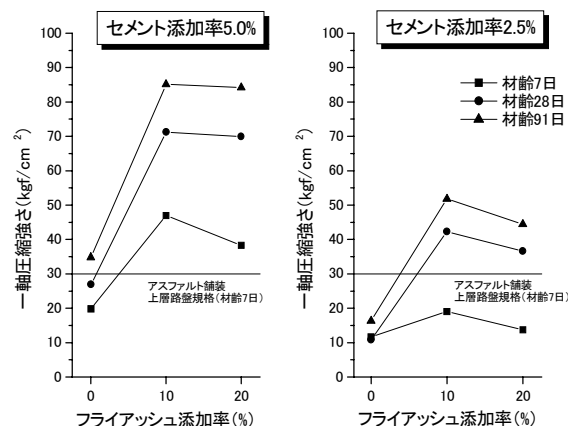


図1 各供試体の一軸圧縮強さ

キーワード：グリズリアンダー、フライアッシュ、セメント安定処理、一軸圧縮強さ、リサイクリング

連絡先：工学部土木建設工学科 〒920 - 8667 金沢市小立野 2-40-20 TEL076-234-4622 FAX076-234-4632

グリズリアンダー材の品質を均一にし、路盤材として再利用することが可能であると考えられる。

各供試体の変形係数を図 2 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同様であり、一軸圧縮強さに比例して変形係数が増加することが認められる。したがって、フライアッシュをグリズリアンダーに添加することにより一軸圧縮強さと同様に変形係数も増加し、上層路盤として大きな荷重分散効果が期待できると言える。また、図 3 に示すように一軸圧縮強さと変形係数には一次の相関関係 ($E_{50}=115q_u+1050$) があることが明らかになった。

(2) 超音波パルス速度

図 4 に示すように、各供試体の材齢にともなう超音波パルス速度の変化も一軸圧縮強さの傾向とほぼ一致しており、一軸圧縮強さに比例して超音波パルス速度が増加することが認められる。また、材齢 28 日のセメント添加率 5.0%のフライアッシュ添加率 10%のものは 3700m/s と通常のコンクリートと同等の超音波パルス速度が得られた。

(3) X 線回折分析

セメント添加率 5.0%の供試体（材齢 28 日）における X 線回折図を図 5 に示す。フライアッシュ添加率の相違に関わらず、強度発現の要因となるエトリンガイト、モノサルフェート水和物、およびアルミン酸石灰水和物の生成が確認された。一方、フライアッシュ添加率の増大にともない $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の減少が認められ、フライアッシュのポゾラン反応および吸着作用により $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が消費されたと考えられる。フライアッシュ添加率 20%のものは $\text{Ca}(\text{OH})_2$ がほぼ消失しており、ポゾラン反応の進行が抑制されたものと考えられる。このため、フライアッシュ添加率が 20%以上の場合には、消石灰を添加するなどして、不足する消石灰分を補う必要があると考えられる。

4. まとめ

再生セメント安定処理上層路盤材の品質規格を満足する組合せは、セメント添加率 5.0%のフライアッシュ添加率 10%、および 20%のものであった。しかし、セメント添加率 2.5%のフライアッシュ添加率 10%および 20%においても材齢の経過により 30kgf/cm^2 以上の一軸圧縮強さが得られた。

今後、試験施工を実施するとともに、混合物の耐久性に関する検討を行う予定である。

【参考文献】

鳥居和之・川村満紀・榎場重正, フライアッシュ高含有質配合コンクリートの舗装路盤への適用性, 第 8 回コンクリート工学年次講演会論文集, pp293-296, 1986

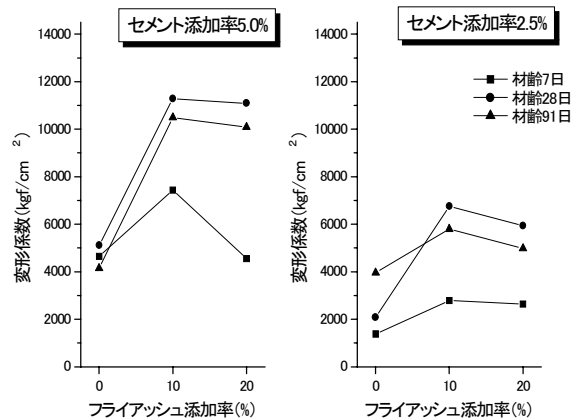


図 2 各供試体の変形係数

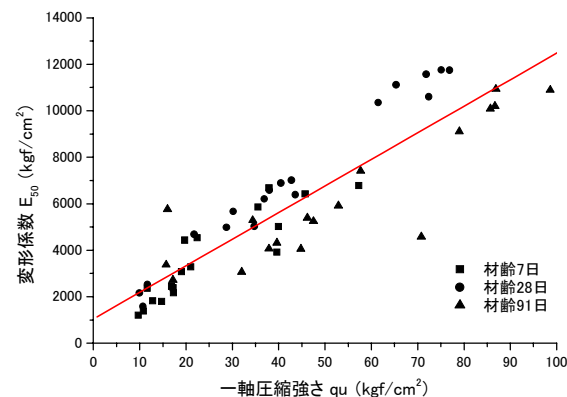


図 3 変形係数と一軸圧縮強さの関係

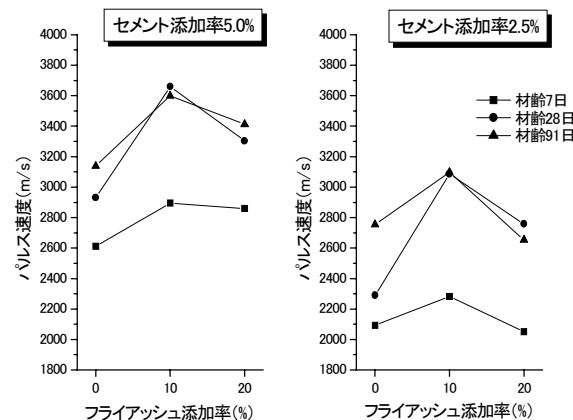


図 4 各供試体のパルス速度

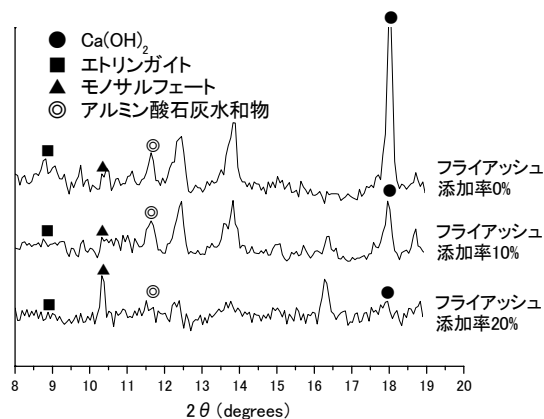


図 5 X 線回折図

(材齢：28 日，セメント添加率：5.0%)