

中和滓の有効利用による路盤材料開発に関する研究

岡山大学大学院環境学研究科 ○花村 哲也
池田市役所 下村 卓也
岡山大学大学院自然科学学研究科 Mohie El Mashad

1. はじめに

産業廃棄物の排出量が高水準な推移にある我が国において、再利用が推進されている今日、大量需要の見込める土工材料への再利用が注目を集めている。土工材料への再利用は、産廃量の減量化、処分コストの削減、天然資源の節約、新たな材料開発等に繋がり非常に有効である。本研究では、塗料、インキ等を使用されている酸化チタンの製造所、テイカ（株）岡山事業所から排出され、産廃として扱われている中和滓を用いて路盤材料としての適用性を土質実験により評価した。

2. 中和滓について

中和滓とは、酸化チタン製造に使用された硫酸に中和処理を施すことにより産出される。現在、乾燥品（水分約30%）と未乾燥品（水分約45%）の2種類として排出され、年間排出量は乾燥品が4.5万トン、未乾燥品が3万トンである。乾燥品4.5万トンのうち約2万トンはセメント鉄源として再利用されており、残りの乾燥品2.5万トンおよび未乾燥品3万トン、計5.5万トンが最終処分場に運搬され処分されている。

3. 路盤材料の評価方法

路盤とは路床の上に設けられる層をいい、路面からの厳しい交通荷重の条件に十分耐えて、しかもこれらのエネルギーを路盤内に吸収分散させ、また路床に荷重を低減して均等に伝達する主体的な役割を果たす部分である。上層路盤と下層路盤に分けて施工されることが多く、上層路盤には質的なものが要求され、下層路盤においては経済的なものが要求される。路盤材料の評価方法として、液性・塑性限界試験、締固め試験、修正CBR試験を行った。本研究では特に、塑性指数（PI）、修正CBRの数値を路盤材料の規格（図1）と比較することにより評価した。

4. 中和滓単独の評価

(1) コンシステンシー特性

中和滓は塑性図において高圧縮性高液性限界シルト（MH）に分類され、塑性指数は22前後であった。塑性指数が高いほど粘土分が多いことを表し、水の影響を受けやすい。またトラフィカビリティにも影響し、路盤材料として扱いにくくなり、改良の必要があると言える。

PI<4、修正 CBR>80%	→	粒度調整路盤材料
4<PI<18、修正 CBR>20%	→	安定処理路盤材料 (セメント、アスファルト系：4<PI<9 石灰系：6<PI<18)
PI<6、修正 CBR>20%	→	粒状路盤材料
6<PI<18、修正 CBR>10%	→	安定処理路盤材料 (セメント系：6<PI<9 石灰系：6<PI<18)

図1 路盤材料の規格¹⁾（日本道路協会）

(2) 締固め特性

締固まり程度を土の単位体積に対する土粒子の重さから求める乾燥密度で判定する試験である。突固め方法C法による締固め試験の結果、中和滓は含水比49.5%において乾燥密度1.21（g/cm³）と最大となり、この状態が最も締固め効率が良いことが確認された。

(3) 支持力特性

まず始めに、含水比35%、49.5%（最適含水比）、55%の試料において貫入試験を行った。これにより、最適含水比において高い支持力が発揮することが証明され、また含水比の高い55%においては締固め過ぎによる強度現象または破壊と見られる現象が見られた。中和滓を路盤材料として用いる場合、含水比調整には注意しなければならないと言える。水浸後の貫入試験により、修正CBRは50.7%と求められ、路盤としての支持力を十分に有すると考

えられる。

5. 粉状高炉スラグ添加後の評価

中和滓の土質的性質より、路盤材料として利用するには塑性指数が高いことが確認でき、水硬性の高い粉状高炉スラグ（以下スラグと省略）を添加することにより、塑性指数の改善を図った。

(1) コンシステンシー特性

スラグを 10, 15, 20, 40% 添加し、液性・塑性限界試験を行った。塑性指数は添加に伴い著しく改善され、15～20% 添加することにより、安定処理路盤において利用することができることが証明された。

(2) 締固め特性

スラグを 10, 15, 20% 添加し、中和滓単独時と同様 C 法において突固め、締固め試験を行った。図 3 より、スラグ添加に伴い、最大乾燥密度は増加、最適含水比は低下することがわかり、締固め特性は改善された。最大乾燥密度の増加は支持力の増加にも繋がることが期待できる。

(3) 支持力特性

スラグを締固め試験同様 10, 15, 20% 添加し、修正 CBR 試験を行った。表 1 より、スラグの添加に伴い修正 CBR は増加し、支持力の改善が図られたことが確認できた。特に、安定処理路盤として利用できる塑性指数が 18 以下の配合 15～20% においては、15% 添加では修正 CBR 57.0%、20% 添加では修正 CBR 63.0% と大きな値となり、規格を十分満たすものとなった。

6. 結論

本研究では、土質実験により中和滓単独、またスラグ添加後の土質的性質を評価し、路盤材料としての適用性を検討した。まず中和滓単独で用いるには支持力は期待できるが、塑性指数が高く、改良が必要である。しかし、スラグ添加により、塑性指数は低下し、また最大乾燥密度、修正 CBR は増加し、路盤材料として利用できるまでの改良が図られた。スラグを 20% 添加することにより石灰安定処理路盤材料として、また 40～50% 添加することによりセメント、アスファルト安定処理路盤材料として利用できることが判明した。本研究における最適な配合率としては、中和滓を基本材料とする方針を考慮し、スラグ 20% 添加による石灰安定処理路盤材料であると判断した。

中和滓は締固めることにより非常に高い支持力を発揮することから、路盤材料として期待のできる材料であると言える。本研究は中和滓の有効利用の第一歩であり、今後も様々な視点から検討することにより、土工材料としての幅の広い再利用が可能となるはずである。

[参考文献]

1) 川島義昭, 坂田耕一, 川野敏行: 道路舗装に関する試験法, 山海堂, pp. 73-135

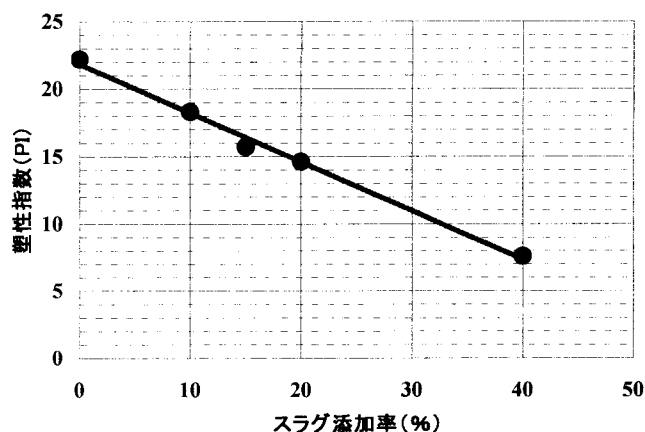


図 2 スラグ添加率と塑性指数の関係

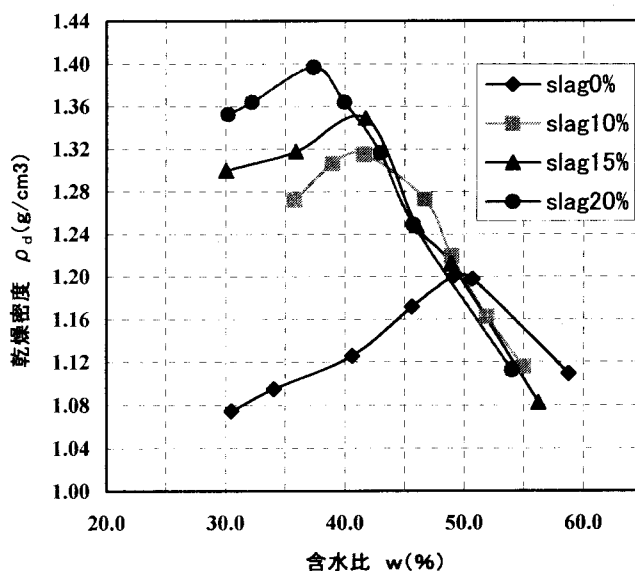


図 3 締固め曲線

	修正 CBR (%)	含水比 (%)
中和滓	50.7	49.5
中和滓+スラグ 10%	53.5	39.4
中和滓+スラグ 15%	57.0	38.5
中和滓+スラグ 20%	63.0	37.0

表 1 スラグ添加率と修正 CBR の関係