

PS 灰の道路路盤への有効利用

（株）フジタ 正会員 齊藤 悦郎 望月 美登志 吉野 広司
 （株）フジタ 正会員 田中 知樹 茶園 祐二
 大王製紙株式会社 園部 哲夫 渡邊 孝

1.はじめに

近年、道路においても地球環境に配慮したより良い環境創出のための質の高い道路構造とすることが求められている。路盤材料については、施工現場近くで経済的に入手でき、安全かつ品質規格を満足して活用が図れる産業廃棄物のリサイクル材料の有効利用が進められている。これまで筆者らは、製紙スラッジ（PS）焼却灰を建設分野における道路材への有効利用法に関する研究開発^{1,2)}を行ってきている。本文では、製紙焼却灰（PS 灰）を道路路盤材として大量に有効利用を図ることを目的に、農業用道路の簡易舗装において室内実験を経て舗装試験施工、品質の維持管理について報告する。

2.PS 灰の道路材料への適用性

道路材料とする PS 灰は、流動床灰を用いた。流動床灰は 8 割程度が砂分であり、最大粒径は 2 mm 以下である。また、土壤環境基準の溶出基準も満たす材料である。これまで実施してきた PS 灰による室内試験の中で代表的な結果を図 - 1、図 - 2 に示した。図 - 1 は、PS 灰単体の C B R 試験結果で、図 - 2 は、上層路盤に利用することを想定して重量比で 20% の PS 灰を粒調碎石に混合させた場合の C B R 試験結果である。これらの結果を考慮に入れ、図 - 3 に示すような 3 通り（A ~ C）の道路路盤構成を決定した。実際の舗装工事においては、簡易舗装延長 116m 幅員 4m の農道を図 - 4 に示すように 3 工区に分割している。A 工区は通常どおりの施工、B 工区は上層路盤、C 工区では下層路盤に PS 灰を利用している。室内試験の結果から判断すれば、簡易舗装の下層路盤には PS 灰単体の利用が可能と考えられるが、実施工に先だって実施した施工性確認のための撒き出し試験結果および今回の施工時に行った C 工区での PS 灰単体の転圧試験結果（表 - 1）から締固め管理値 93% をクリアすることが困難であることが確認されたため、PS 灰単体では使用せず、碎石と混合することにした。各路盤構成に使用した材料の粒度分布を図 - 5 に示す。B 工区の上層路盤で望ましい粒度範囲の上限近く、C 工区の下層路盤は、この範囲から若干はずれる粒度分布となった。

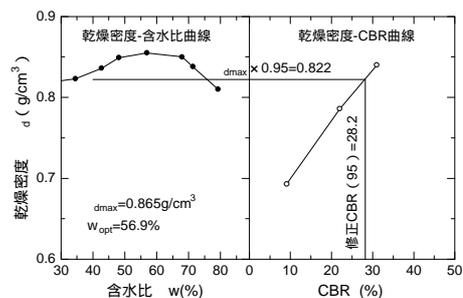


図 - 1 . 流動床 PS 灰の CBR 試験結果

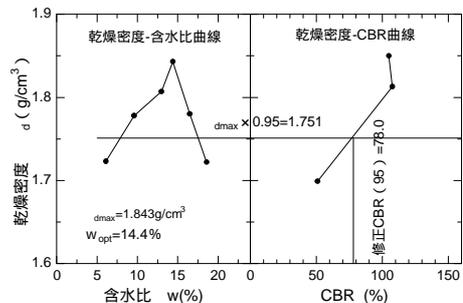


図 - 2 . PS 灰 + 粒調碎石の CBR 試験結果

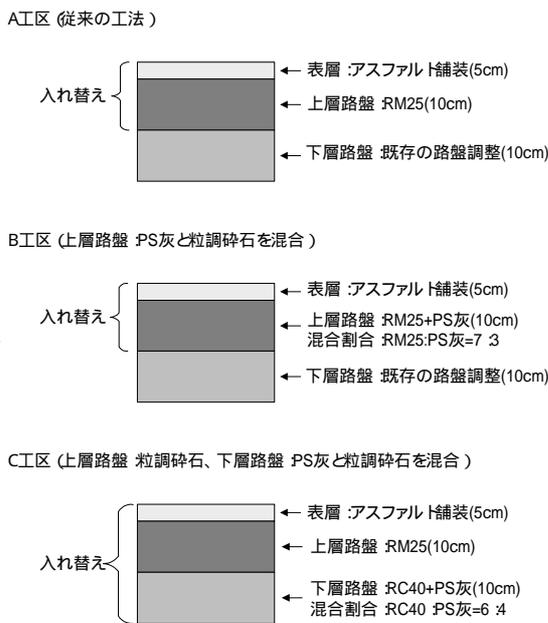


図 - 3 . 道路路盤構成

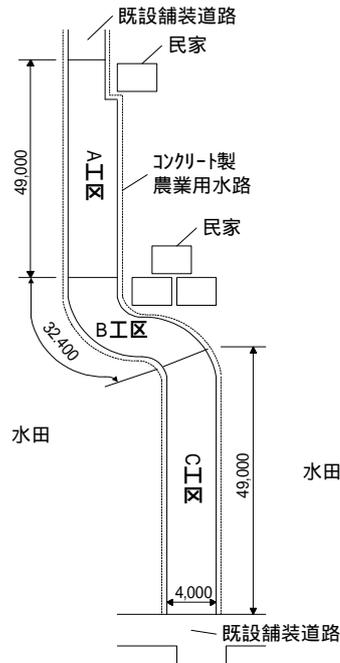


図 - 4 . 農道舗装工事の概要

キーワード：締固め、CBR、路盤

連絡先：〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 TEL (046) 250-7095 FAX (046) 250-7139

3.簡易舗装における試験施工

本舗装工事では、設計 CBR 12 以上、舗装厚さは 25cm である。PS 灰と粒調砕石は、バックホウによる路上混合方式とした。PS 灰を搬入、混合する際の粉塵の発生については、最適含水比に加水している状態では、全く問題にならなかった。路盤材は所定の厚さにモータグレーダ 3.1m 級にて敷き均した後、振動ローラ 6t 級およびタイヤローラ 10t 級にて 12 回転圧した。なお、C 工区における PS 灰単体の転圧回数については、4、8 回とした基礎試験を行っている。路盤の支持力は、道路の平板載荷試験から CBR を推定した。簡易舗装道路における上層路盤の修正 CBR 規定は 60% 以上が示されている。表-1 より、A 工区の通常施工および B 工区の PS 灰と粒調砕石を混合したケースでは CBR の品質基準は満足しており、B 工区の方が A 工区以上の支持力を示した。これは、PS 灰を混合することにより骨材間の接触面が増し摩擦力が大きくなるとともに、路盤全体の密度増加にも寄与したためと考えられる。下層路盤の修正 CBR 規定 10% 以上に対して、A～C 工区すべての区間でこれを満足し、特に C 工区の PS 灰単体で行った転圧試験のケースにおいてもクリアすることが確認できた。密度試験より、A～C 工区の砕石および PS 灰を混合したケースは、締固め度の管理値 93% 以上をクリアしている。しかしながら PS 灰単体の転圧試験では、4 回、8 回転圧ともに管理値 93% 以下であった。これは PS 灰単体で締め固めるような砂質の粒状路盤では、所要の締固めや平坦性が容易に得られにくく、今後締固めを適切に行うための工夫が必要であり、施工機械と PS 灰の相互作用についても探究の必要があるものと考えられる。

4.舗装の維持管理

今回実施した施工については、簡易舗装としての設計基準を満足するような施工管理がなされているが、今後さらに交通量の多い舗装に適用拡大させていくために、表-2 に示すような内容で道路舗装の耐久性確認を実施する計画である。

5.まとめ

上層路盤に PS 灰を混合させる場合（B 工区）においては、通常の施工（A 工区）と同等以上の結果が得られることが解った。PS 灰単体を下層路盤に用いる場合も簡易舗装の CBR10 以上はクリアできることを確認できた。ただし、今回使用した砂状の PS 灰に対して適切な締固めを行うためには、砕石を敷いて施工するなどの条件が必要となることが解った。以上の試験施工結果から、製紙スラッジ焼却灰の農道路盤材への活用が可能であることが明らかになった。今後は、本舗装の経時変化を定量調査すること、また別種類の PS 灰や固化反応を有する PS 灰の活用なども検討し、舗装の構造・施工性を向上させて行く予定である。

（参考文献）

- 1) 竹田、望月、斉藤、小方：PS 灰を利用した路盤材の検討、第 56 回土木学会年次学術講演会
- 2) 田中、斉藤、望月、吉野、茶園：PS 灰の道路路盤への適用性について、第 37 回地盤工学会研究発表会

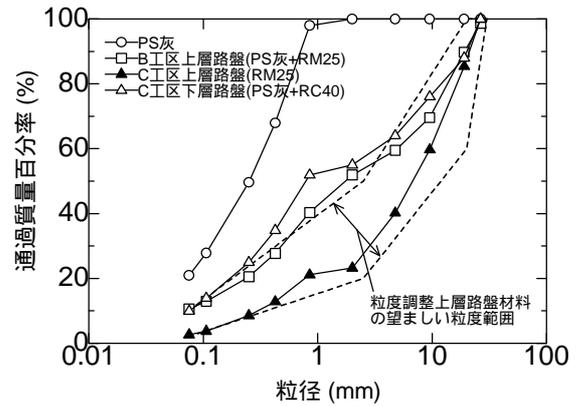


図 - 5 . P S 灰および路盤材の粒度分布

表 - 1.路盤支持力、密度の試験結果

試験項目	A 工区	B 工区	C 工区
		RM25	PS 灰+ RM25
上層路盤			
K_{30} (MN/m ³)	346	396	373
推定 CBR(%)	60.2	69.5	65.2
乾燥密度(g/cm ³)	1.945	1.797	1.950
最適含水比(%)	9.8	14.4	9.8
最大乾燥密度(g/cm ³)	2.074	1.843	2.074
締固め度(%)	93.8	97.5	94.0
下層路盤	C 工区		
試験項目	PS 灰 転圧 4	PS 灰 転圧 8	PS 灰 +RC40
K_{30} (MN/m ³)	133	138	166
推定 CBR(%)	20.6	21.6	26.9
乾燥密度(g/cm ³)	0.725	0.743	1.845
最適含水比(%)	56.9	56.9	11.1
最大乾燥密度(g/cm ³)	0.855	0.855	1.965
締固め度(%)	84.8	86.9	93.9

表 - 2 舗装の耐久性確認項目

項目	内容	期間
アスファルト密度	コア採取後密度試験	当初は、1 年毎を予定
路盤の支持力	簡易支持力測定器による支持力測定	当初は、1 年毎を予定。施工直後は測定済み
目視および計測事項	クラック、変形沈下、轍ぼれ等のチェック	随時