

III-710

石炭灰および排煙脱硫スラッジを用いて築造した道路下層路盤の強度、支持力特性

金 沢 工 業 大 学 正 会 員 ○山田幹雄, 石川工業高等専門学校 正会員 佐野博昭
三井建設(株)技術研究所 正会員 黒島一郎, 金 沢 工 業 大 学 正 会 員 太田 実

1. まえがき 著者らは、これまでに室内において放置日数、養生温度および養生日数を種々変えたフライアッシュ・排煙脱硫スラッジ・消石灰混合材料について一軸圧縮試験を行い、放置日数が長くなると一軸圧縮強さは小さくなり、体積変化率は大きくなることなどを報告している^{1), 2)}。ここでは、混合材料の道路路盤材(主として下層路盤材)としての有用性を調べるために、室内試験と並行して行った試験舗装の結果について述べる。

2. 試験舗装の概要 施工は、福岡県内の私道で1990年8月と11月上旬に1工区ずつ合計2工区で実施した。いずれも舗装延長は100mであり、ここでは8月に施工した箇所を工区Ⅰ、11月に施工した箇所を工区Ⅱと称することにする。交通量調査の結果からこの道路の設計交通量はⅡ交通に区分され、また、路床の設計CBRは12%となったので、両工区ともTA法に基づいて表-1に示す断面を採用することにした。ここで、フライアッシュ・排煙脱硫スラッジ・消石灰混合材料の等値換算係数aはこの混合材料を石灰安定処理土の一種とみなして0.25とした。なお、下層路盤の中央部には温度測定用の熱電対を埋設して路盤内温度の経時変化を調べた。

混合材料の製造は、施工現場に隣接して建設されたプラント(表-2)で行った。製造された混合材料は含水比の変化がないようにビニールシートで覆ってプラント内で貯蔵(最長4日間、平均3日間)し、適宜ダンプロックで施工現場へ運搬した。作業工程は粒状路盤材料の1つであるクラッシャランの場合に準じて行い、現場転圧試験の結果を参考にして12tタイヤローラーで1層あたり6回の転圧を行った。下層路盤(混合材料)の締固め度を調べたところ、工区Ⅰ、Ⅱともに最適状態に近い約97%で仕上がっていた。上層路盤築造後には直ちに表層、基層を舗装し、交通開放を行った。

3. 試験舗装後の追跡調査結果および考察 交通開放後、①外気温度と路盤内温度、②降水量、③路面性状(わだち掘れ量、ひびわれ率、平坦性)の測定および④一軸圧縮試験、⑤平板載荷試験を実施した。

工区Ⅰを施工した8月上旬の路盤内温度は約40℃と高温状態にあり、約3ヶ月が経過した11月上旬においても20℃前後であった。これに対して、11月施工の工区Ⅱでは施工当初には約20℃であったものが2ヶ月が経過した翌年1月には10℃にまで減少し、その後3月までの間10℃前後となった。なお、計測期間中路盤内温度は外気温度よりも平均で約6℃高い値を推移していた。

一般に、舗装の供用性を評価する指数として路面性状より求めたMCI(維持管理指数)が用いられている³⁾。施工後90日が経過した時点でのMCIを求めたところ工区Ⅰ、Ⅱともに約9となり、いずれも補修の必要がない管理水準が維持されていることが示された。なお、両工区とも施工後3～4年が経過した1994年4月現在ひびわれなどの破損は一切生じていない。

施工後所定の期間が経過した時点で表層・基層および上層路盤を開削し、一軸圧縮試験と平板載荷試験を行った。試験結果を表-3および4に示す。0日を除いたいずれの日数においても、工区Ⅰ(8月施工)の強度や支持力は工区Ⅱ(11月施工)

表-1 試験舗装断面

層区分	層の構成	等値換算係数a	層厚(cm)
第1層	表層・基層 (敷置厚75フィート混合)	1.00	5
第2層	上層路盤 (粒度調整碎石)	0.35	5
第3層	下層路盤 (フライアッシュ:排煙脱硫スラッジ =3:1, 消石灰添加率0%)	0.25	20
第4層	路床(設計CBR12%)	-	∞

表-2 混合材料製造プラントの構成

構成機器	寸法	容量(m³)
フライアッシュサイロ	φ6.3m×H15.9m	180
スラッジホップ	□3.5m×H4.9m	10
消石灰サイロ	φ2.9m×H11.4m	24
構成機器	形式	容量(t/h)
フライアッシュフィーダー	ロータリーバルブ	34
スラッジフィーダー	2軸スクリュウフィーダー	42
消石灰テーブルフィーダー	テーブル型オートフィーダー	2
ミキサー	高速型連続ミキサー	50

のそれより大きくなっており、施工時期の違い、言い換えれば、路盤内温度の高低が混合材料の強度発現に深く関与していることが示された。

文献1)、2)の研究では温度と材令との積、いわゆる、積算温度の考え方を導入した一軸圧縮強さ q_u の推定式(1)を提案し、室内試験の結果によるかぎり、推定値は実測値に概ね対応していることを示した。そこで、式(1)の妥当性を現場試験の結果(表-3)からも検証してみることにした。

$$q_u = (\gamma \cdot t_b + \delta) \cdot t_a \cdot (T + \alpha) \dots \dots \dots (1)$$

なお、 γ 、 δ は実験定数、 t_b は貯蔵期間(日)、 t_a は試験施工後の経過日数(日)、 T は路盤内温度($^{\circ}\text{C}$)、 α は加算温度(-10°C)であり、 t_b は施工時の状況から判断して3日と置いた。また、コア供試体から求めた q_u と式(1)から推定した q_u とを区別するために、推定値 q_u を q_u^* で表す。

図-1は、式(1)の適用限界である積算温度 M が560($^{\circ}\text{C} \times \text{日}$)以下の場合について推定値 q_u^* と実測値 q_u との比較を行ったものであり、図中には M の値も同時に示してある。図より、 q_u^* は q_u にほぼ対応しており、式(1)により下層路盤築造後の強度を予測することができるものと判断される。

一方、舗装構造の決定に際して当該材料の等置換算係数 a を0.25としたことは既に述べたが、この値の大小は舗装の供用性や経済性に大きな影響をおよぼすものであり、当該材料の汎用性を高めるためにも a の値を確立しておくことが必要となる。そこで、式(2)により等置換算係数 a に準じた係数 a^* を算出することにした⁴⁾。

$$a^* = 0.313 \cdot \log E + 0.616 \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 E は変形係数 $\times 10^{-4}$ (kgf/cm^2)である。試験施工後所定の日数が経過した時点で行った一軸圧縮試験から求めた E 、および平板載荷試験から得られた地盤反力係数を多層系弾性モデルに適用することによって求めた E_2 をそれぞれ式(2)に代入することにより a^* を算出した。

表-5は、工区I、IIの各試験結果に基づいて算出した等置換算係数 a^* をまとめたものである。 a^* は施工当日では0.2程度であったが、施工後1週間で約0.6にまで増加し、さらに90日では0.7~0.8となった。これより、当該材料を下層路盤に用いる場合の等置換算係数は0.25を採用しても差し支えがなく、施工時の外気温度に応じて配合割合を加減することにより上層路盤としての築造も可能であると判断される。

4. あとがき 以上の試験結果から、フライアッシュ・排煙脱硫スラッジ・消石灰混合材料の道路路盤材としての利用価値は十分にあることが確認された。

【参考文献】 1)山田幹雄・佐野博昭・山本三千昭・太田 実：放置日数および養生温度を考慮した石炭灰・排煙脱硫スラッジ・消石灰混合材料の一軸圧縮強さの評価手法、土木学会第48回年次学術講演会講演概要集、Ⅲ-86、pp.226~227、1993.9. 2)保本敏伸・山田幹雄・佐野博昭・太田 実：締固めた石炭火力発電所産副産物の強度、変形特性に関する実験的研究、土木学会中部支部平成5年度研究発表会講演概要集、Ⅲ-51、pp.425~426、1994.3. 3)(社)日本道路協会：アスファルト舗装要綱、1992.12. 4)建設省道路局・建設省土木研究所：舗装廃材の再生利用に関する研究、第36回建設省技術研究会報告書、1982.11.

表-3 コア供試体に対する一軸圧縮試験結果

試験舗装後の経過日数(日)	一軸圧縮強さ q_u (kgf/cm^2)	
	工 区 I	工 区 II
7	14.11	10.88
14	18.25	14.50
28	22.08	18.25
90	37.02	24.57

表-4 平板載荷試験の結果

試験舗装後の経過日数(日)	地盤反力係数 K_{so} (kgf/cm^2)	
	工 区 I	工 区 II
0(試験舗装当日)	21.4	23.0
28	103.9	78.6
90	171.5	138.0

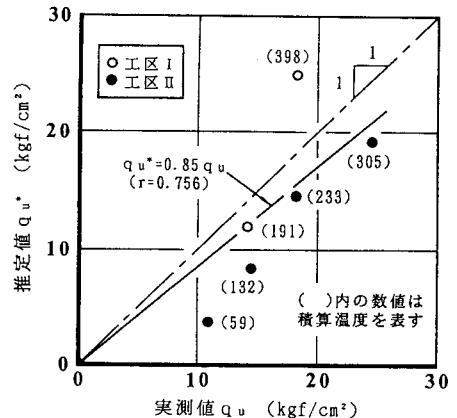


図-1 推定値と実測値との比較

表-5 変形係数より求めた等置換算係数

試験舗装後の経過日数(日)	等 置 換 算 係 数 a^*
0(試験舗装当日)	0.18~0.20
7	0.62~0.65
14	0.64~0.66
28	0.51~0.66
90	0.68~0.82