

石炭灰を用いたセメント安定処理路盤の実証施工について

九州電力(株) （正会員）○田中 全，（正会員）内田 直人
池田 浩一，山形 恵也

1. はじめに

筆者は、舗装の構造に関する技術基準・同解説（(社)日本道路協会）（以下、「技術基準」）に適合し道路路盤材へ石炭灰を大量に使用することを目的に研究を行ってきた。その結果、石炭火力発電所から排出されるフライアッシュ粗粉（以下、「F A」）及びクリンカアッシュ（以下、「C A」）を混合した材料をセメント安定処理し、道路路盤とすることにより技術基準に示される品質規格に適合し、「土壤汚染に係る環境基準」（以下、「環境基準」）に示される環境基準値を満足することを前回報告¹⁾している。

本稿は、F A及びC Aを混合しセメント安定処理した路盤材の実証施工について報告するものである。

2. 石炭灰路盤の実証施工

2. 1 設計条件及び舗装断面の設定

表－1に構内道路の設計条件、表－2に構内道路の断面構成を示す。構内道路の設計はCBR- T_A 法により行い、当断面により得られる等値換算厚は15.5cmであり、必要等値換算厚の14cmを満足している。各層の等値換算係数は技術基準²⁾により、表層は加熱アスファルト混合物の等値換算係数 $a=1.00$ 、下層路盤はセメント安定処理路盤の等値換算係数 $a=0.25$ とした。上層路盤は、セメント安定処理路盤であるため表層へのリクレクションクラックの発生防止を考慮し、舗装設計施工指針¹⁾に示されている一軸圧縮強さ2.0MPaに対応する等値換算係数 $a=0.45$ を用いた。

表－1 構内道路の設計条件

路床の設計CBR	4
舗装計画交通量	100台未満/方向
必要等値換算厚	14cm(信頼性90%)
等値換算厚 T_A	15.5cm

表－2 構内道路の断面

舗 装	厚さ(cm)	等値換算係数 a
表 層	5	1.00
上層路盤	15	0.45
下層路盤	15	0.25

2. 2 路盤材の製造

路盤材の製造は0.7㎡級ショベル系掘削機ベースマシンに、攪拌装置（109rpm）の付いたバケットを取付け、F A及びC Aを混合する1次混合、1次混合材にセメントを添加する2次混合により製造（50㎡/h）を行った。

路盤材は、最適含水比付近で舗設することで、良好な施工性を確保できたため、2次混合材の最適含水比である18%を目標に製造することとした。2次混合時に、セメント添加による5～6%の含水比低下が生じるため、1次混合材の含水比は23%程度で製造することとし、F A 34～36%、C A 16～18%を目標とした。F Aの含水比が36%以上の場合は乾燥を行い、36%未満であった場合はC Aに加水を行い、混合材の含水比調整を行った。これは最適含水比を上回るとトラフィカビリティの低下が生じ、特に上層路盤の舗設時は、わだち等の発生により平坦性の確保が困難となるためである。なお、F A及びC Aの計量は、構内のトラックスケールを用いた。

含水比管理は2回/日行い、石炭灰の含水比に変化があった場合は、測定回数を追加した。2次混合材の1日の施工量は、舗装工程との関係上100㎡（650m³）とした。

2. 3 石炭灰路盤の施工

当研究の成果を当発電所の構内道路において約6,000m²の実証施工を行った。路盤材は、C Aが65%を占めるため、モーターグレーダ、ロードローラ及びタイヤローラ等の通常の舗装機械を用い施工可能である。施工手順は、マカダムローラ（10～12t）により初期転圧を2回行い、不陸整正後、タイヤローラ（8～20t）により4回転圧を行った。転圧回数の決定は試験施工により、締固め度95%以上を満足する転圧

キーワード：フライアッシュ粗粉，クリンカアッシュ，セメント安定処理，FWD

連絡先：〒814-0131 福岡県福岡市城南区松山1丁目3-1 TEL:092-871-3210 FAX:092-871-7506

回数とした。なお、施工目地は施工端部を垂直に切取り打ち継ぐことで弱点とならないようにした。また、上層路盤施工後はアスファルト乳剤(PK-3)を散布し、雨水の浸透や乾燥を防ぎ、速やかに表層を施工した。

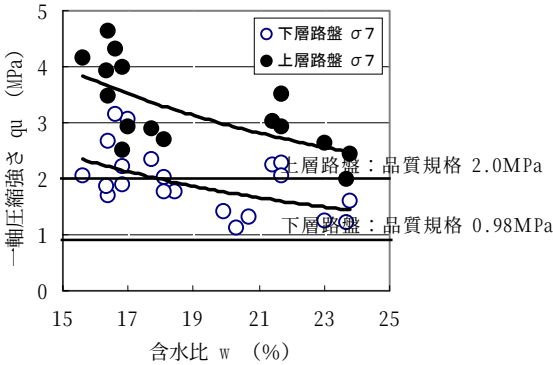
2. 4 品質管理

品質管理は、砂置換法（突き砂法）による現場密度試験及びR I 試験機による締固め度と、不攪乱試料（コアφ100mm×長さ 150mm）による一軸圧縮強さとした。一軸圧縮強さは、品質規格である下層路盤 0.98 MPa 以上、上層路盤 2.0MPa 以上とし、締固め度は 95%以上とした。

図－1 に不攪乱試料の含水比と一軸圧縮強さの関係を示す。下層路盤及び上層路盤共、品質規格値を全て上回り、室内試験と同様に含水比の増加に伴い一軸圧縮強さは低下した。

また、室内試験と不攪乱試料の一軸圧縮強さの比は、1.8 ～3.3 倍と試験施工により得た安全係数は概ね妥当であることを確認した。なお、最適含水比付近で舗設した路盤は、品質規格値に対し下層路盤で約 2 倍、上層路盤で約 1.5 倍であった。

重金属等の溶出量は、配合検討時と同様に F A 単独で土壌の汚染に係る環境基準値を満足しない 8 項目（cd,Pb,6-Cr,As,T-Hg,Se,F,B）について確認し、下層路盤、上層路盤とも土壌の汚染に係る環境基準値未満であった。



図－1 含水比と一軸圧縮強さの関係

3. 等値換算厚及び等値換算係数の推定

表－3 に一軸圧縮強さと FWD 調査結果を示す。構築後、約 5 ヶ月共用し道路のについて FWD により測定したたわみから、等値換算厚の推定³⁾及び等値換算係数の推定⁴⁾を行った。その結果、技術基準類^{2),5)}に示す下層路盤、上層路盤の等値換算厚及び等値換算係数を十分満足していた。

表－3 一軸圧縮強さと FWD 調査結果

No	FWDによる 等値換算厚 (T_{AO}) $\bar{X}_{4\sim 8}-\sigma$	下 層 路 盤			上 層 路 盤		
		含水比 (%)	一軸圧縮 強さ(MPa)	FWDによる 等値換算係数 $\bar{X}_{4\sim 8}-\sigma$	含水比 (%)	一軸圧縮 強さ(MPa)	FWDによる 等値換算係数 $\bar{X}_{4\sim 8}-\sigma$
A	39.80	17.4	2.55	0.66	17.6	2.79	0.69
B	35.50	18.4	1.88	0.60	18.0	3.86	0.63
C	34.00	16.7	2.21	0.58	17.6	3.17	0.60

4. おわりに

苓北発電所 1 号機から生産される石炭灰を対象に路盤材（セメント安定処理工法）に関する研究を行い、以下の成果を得ることができた。

- ① F A と C A をセメント安定処理する場合は、混合比 3.5:6.5（乾燥重量比）が最も強度発現がよい。
- ② F A と C A を 3.5:6.5（乾燥重量比）とした場合の技術基準類^{2),5)}を満足するセメント添加率は、下層路盤 7 % 及び上層路盤 10 % であり、土壌汚染に係る環境基準を満足する。
- ③ F A と C A を 3.5:6.5（乾燥重量比）とした場合の石炭灰セメント安定処理路盤は、技術基準類^{2),5)}を十分満足する等値換算厚、等値換算係数を確保できる。

循環型社会の形成を推進するためには、排出事業者自らが産業廃棄物の削減・再資源化に取り組む必要があり、石炭灰の有効利用は電力会社の義務である。本研究成果を道路路盤材へ適用することで、天然資源の枯渇を抑制でき材料費等の低減が可能となり、コスト削減に貢献できるものと考えられる。

【参考文献】 1) 田中全, 池田浩一, 山形恵也：石炭灰を用いた道路路盤材に関する研究.土木学会第 58 回年次学術講演会(平成 15 年 9 月) 2) (社)日本道路協会:舗装の構造に関する技術基準・同解説,p.14-15,2001.9. 3) 安部長問, 丸山暉彦, 姫野賢治, 林正則：たわみ評価指標に基づく舗装の構造評価. 土木学会論文集 No.460,V-18,p.41-48,1993.2 4) 井上武美：アスファルト舗装の支持力性能の評価と修繕計画に関する研究. 1994.3 5) (社)日本道路協会：舗装設計施工指針,p.177, 2001.12.