

Ⅲ-B274 良質材混入による残渣石炭灰の盛土材としての活用

東京電力（株） 郷沢 孝一 井上 章
伸光エンジニアリング（株） 正 ○ 島田 茂 小後貫明弘
（株）東京電気工務所 中村 誠一

1. はじめに

当該の建設工事では、掘削等に伴って火力発電所で排出した石炭灰のうち残渣石炭灰が多量に含まれる。この残渣石炭灰は、高含水比でかつ細粒分が多いため、そのままでは盛土材料として再利用が難しいことから、産業廃棄物として処分するか、材料として利用する場合は安定材を添加・混合して土性を改質する必要があり、その分工事費が増加することとなる。本報文は、残渣石炭灰に掘削発生土の良質材（砂質土）を混入することにより、盛土材として利用可能となる最適策について検討を行ったものである。

2. 試験概要

盛土造成は、現況地盤高（AP+5.0m：最高潮位で設定）から平均約70cm嵩上げする計画である。

室内土質試験を残渣石炭灰、良質材、混合土（1:1）の3試料について行った。表-1に物理特性を、図-1に粒径加積曲線を示した。D値90%で作製した供試体を飽和度を変化させて三軸圧縮試験（uu）を行ない飽和度と E_{s0} の関係を図-2に示した。また、締固め試験を材料混合率と締固めエネルギーを変化させて行ない、図-3に示した。その結果、材料の特徴として、残渣石炭灰の土粒子の密度（以下比重と称す）は、 $\rho_s = 2.264\text{g/cm}^3$ と良質土に比べて小さな値を示す。良質材の混合割合が増大する程 $\rho_{d\max}$ が増大する傾向が認められる。また、飽和度が $S_r \geq 70\%$ 以上になると強度が極端に低下する。一方、D値は三軸圧縮試験（CD）や一面せん断試験（CD）から、D値90%以上あればダイレタンシーが正になることが確認された。

以上のことから、施工時の問題点として、①混合率の変化により $\rho_{d\max}$ が大きく変化するのでその都度締固め試験をするのは実用上不可能であり、混合率

の変化に対応した $\rho_{d\max}$ の推定が必要である、
②飽和度が $S_r \geq 70\%$ 以上になると極端に強度が低下するので $S_r \leq 70\%$ 以下にする含水比の管理が求められる、
の2点が挙げられる。

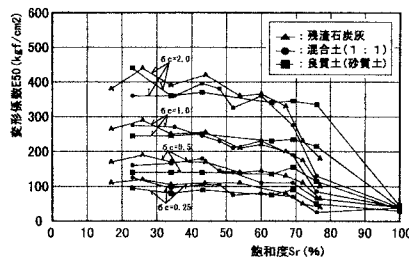


図-2 飽和度と E_{s0} の関係

表-1 物性値のまとめ

項目/対象土	残渣石炭灰	砂質土	混合土
土粒子の密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$	2.264	2.693	2.512
含水比 $w (\%)$	32.0	11.9	21.5

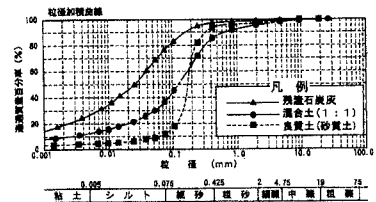


図-1 粒径加積曲線

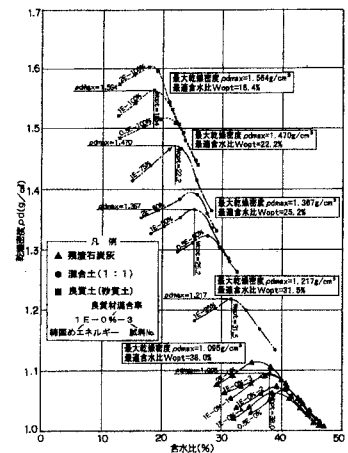


図-3 締固め曲線

キーワード：残渣石炭灰，締固め，混合率，土粒子の密度

連絡先：〒260-0043千葉市中央区弁天町250-1東京電力株式会社 Tel 043-285-0959 Fax 043-285-0960

3. 試験結果

(1) 品質管理基準の検討

締固まった土の混合物の状態を模式的に図-4のように表す。残渣石灰の比重を ρ_{S1} 、砂質土の比重を ρ_{S2} 、水の密度を $\rho_W=1.0\text{g/cm}^3$ 、混合率を P とすると、混合率 P と ρ_S の関係式は(1式)になる。

$$P = \left(\frac{1}{\rho_S} - \frac{1}{\rho_{S1}} \right) / \left(\frac{1}{\rho_{S2}} - \frac{1}{\rho_{S1}} \right) \quad \text{--- (1式)}$$

室内土質試験結果より、残渣石灰の比重 $\rho_{S1}=2.264\text{g/cm}^3$ 、良質材の比重 $\rho_{S2}=2.693\text{g/cm}^3$ であるので、(1式)は、下式になる。

$$P = \frac{0.442 - 1/\rho_S}{0.0704} \quad \text{(混合率補正式)} \quad \text{--- (2式)}$$

また、図-5より混合率 P と最乾燥密度の関係は(3式)から求まる。

$$\langle \text{回帰式} \rangle \rho_{d\max} = 1.063 + 0.495 \cdot P \quad (r=0.999) \quad \text{--- (3式)}$$

(ただし、 $32\% < P < 82\%$)

したがって、比重 ρ_S から混合率 P を求めれば最大乾燥密度が定量化できることになる。このことは、盛土施工時の混合によるバラツキの補正は、比重 ρ_S をパラメータとすれば対応できることになる。

次に、比重 ρ_S 、締固め度 D 、飽和度 S_r と限界含水比 w_u の関係は(4式)から求まる。

$$w_u = \left(\frac{\rho_S \cdot S_r}{D} \right) \times \frac{1}{4.171 - 7.031/\rho_S} - S_r \times \frac{1}{\rho_S} \quad \text{--- (4式)}$$

飽和度 $S_r=70\%$ 、 D 値90%とすると実測比重 ρ_S を代入すれば限界含水比を求めることができる。

(2) 試験盛土

混合土(1:1)を用いて層厚40cmの試験盛土を作成し、0.8t級振動ローラを用いて試験盛土を行った。各転圧回数につき9箇所の測定を行い各点で、含水比、比重、 R_I 測定を行った。その結果施工時の含水比は、 $w=24.9\%$ であり限界含水比 $w_u=28\%$ 以下であった。また、図-6から、転圧回数 $N=8$ 回を採用すれば D 値90%を満足することが判明した。

(3) 施工実施後の判定

施工時の含水比が限界含水比以下であることを確認した後、転圧回数 $N=8$ 回の条件でヤードの嵩上げを実施した。その結果は、図-7に示した施工管理図を作成しそこにプロットをして施工の管理を行った。その結果50測点中3測点を除いて目標管理値 D 値90%を満足しており、ほぼ目的を達成したものと考えられる。

4. おわりに

残渣石灰は、比重が小さくまた水による影響を受け易い性質を有している。このため、良質材を混入する場合現在用いられている D 値管理の方法では、最大乾燥密度や含水比の変化に対応できなかった。ここでは、比重 ρ_S をパラメータにすることにより、混合率に応じた最大乾燥密度や限界含水比を定量化できることが確認された。

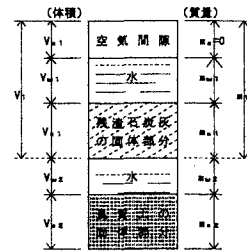


図-4 方法説明の模式図

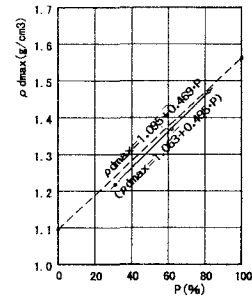


図-5 $P \sim \rho_{d\max}$ の関係

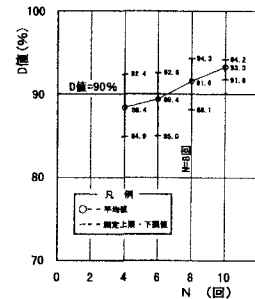


図-6 提案手法による $N \sim D$ 値

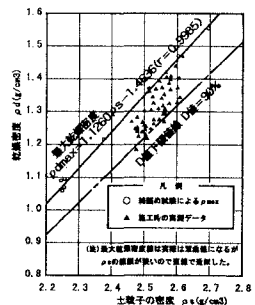


図-7 管理図による $\rho_S \sim \rho_d$