

石炭灰原粉を使った軟弱土固化処理ダムの概要 （鳶巣谷川通常砂防ダム工事）

（株）エネルギー・エコ・マテリア 正会員 ○高橋 和之 正会員 齊藤 直
島根県浜田土木建築事務所（前所属） 村上 芳喜 土屋 伸生

1. はじめに

中国地方では、石炭火力発電所から発生する石炭灰原粉の土工材料へ有効利用については、海砂代替材・土壌改良材・新素材コンクリート・コンクリート二次製品・吹付材・排水材・充填材などの多数の土工材への幅広い有効利用技術が実用化されている。

本報告は、島根県発注の鋼製ダブルウォールダムによる砂防ダム工事中詰材へ、現場発生した軟弱土を再利用するにあたり石炭灰を活用した固化処理工事の概要と石炭灰の効果ついて報告するものである。

2. 現場発生土の有効利用

当工事現場は、昭和58年以前は水田地帯であったが、その年の災害により山が崩れ土石流となって水田一帯を埋め尽くした経緯があり、砂防ダム計画地点のボーリング調査によるとダムの支持力が不足する恐れのある地盤であることから、屈とう性に優れ沈下地盤に有利な鋼製ダブルウォールダムが採用となった。

砂防ダム建設に当たり、発生する約3,000m³の掘削土のうち約7割が軟弱土であった。この軟弱土の受入先もなく、現場周辺は住宅が密集しており市道も狭いことから、大型車による頻繁な残土搬出についても困難な状況であった。このことから、軟弱な現場発生土を改良し鋼製ダブルウォールダムの中詰材へ有効利用することとした。

3. 現場発生土・石炭灰の性状

現場発生土は、水田の耕作土および土石流が堆積した土（以下「不良土」という）とその下層にある細粒分質礫質砂（以下「良質土」という）と大きく分けて2種類ある。表－1および表－2に現場発生土の土質試験結果を示す。

石炭灰は集塵したままの原粉（JIS2種相当、活性度指数・ブレン値はJIS4種以上品）を使用した。その品質は表－3に示すとおりである。主成分はシリカ・アルミナで粒子は砂・シルトに近似した材料であり、石炭灰にセメントを添加した場合、ポズラン活性が期待できる。セメントは高炉セメントB種を使用した。

表－3 石炭灰の品質

密度 (g/cm ³)	化 学 成 分 (%)				
	SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	その他
2.20	62.6	24.1	0.39	4.47	2.75

表－1 不良土の土質試験結果

一般	土粒子の密度	(g/cm ³)	2.647
	自然含水比	(%)	52.6
粒 度	礫 分 2～75mm	(%)	1.6
	砂 分 0.075～2mm	(%)	22.1
	シルト分 0.005～0.075mm	(%)	37.8
	粘土分 0.005未満	(%)	38.5
	最大粒径	(mm)	19
締 固 め	試験方法		A－c
	最大乾燥密度	(g/cm ³)	1.350
	最適含水比	(%)	30.0

表－2 良質土の土質試験結果

一般	土粒子の密度	(g/cm ³)	2.649
	自然含水比	(%)	37.2
粒 度	礫 分 2～75mm	(%)	30.0
	砂 分 0.075～2mm	(%)	34.2
	シルト分 0.005～0.075mm	(%)	35.8
	粘土分 0.005未満	(%)	—
	最大粒径	(mm)	53
締 固 め	試験方法		A－c
	最大乾燥密度	(g/cm ³)	1.540
	最適含水比	(%)	22.1

4. 室内配合試験

土質の異なる2種類（不良土・良質土）の現場発生土を改良し、目標強度（qu=400kN/m²）が得られる配合となるよう、石炭灰およびセメントの添加量を変えて室内配合試験を実施した。

キーワード：フライアッシュ、品質管理、含水比、締固め度

連 絡 先：（株）エネルギー・エコ・マテリア（〒730-0042 広島市中区国泰寺1丁目3番32号 TEL:082-523-3510）

石炭灰の添加量は、いずれの土質についても100kg/m³混合することにより改良土が最大乾燥密度を示し、盛土材料として好ましいものとなる結果が得られた。この結果から石炭灰添加量100kg/m³を基準とし、目標強度が得られるセメントの添加量を決めた。

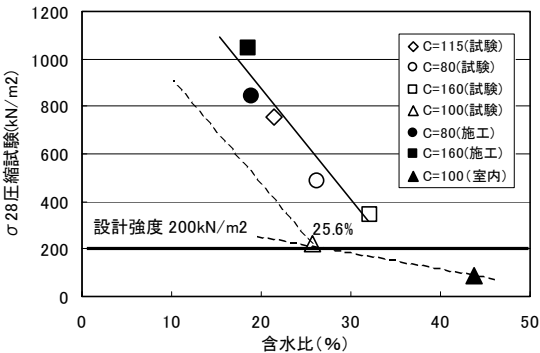
表－4に固化処理材の配合を示す。

表－4 固化処理材の配合

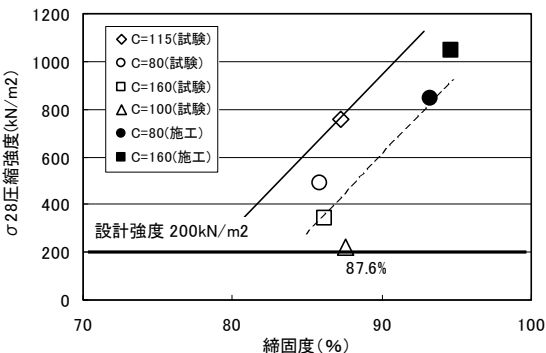
	石炭灰	高炉セメント	計
不良土	100kg/m ³	160kg/m ³	260kg/m ³
良質土	100kg/m ³	80kg/m ³	180kg/m ³

5. 実施工とその管理

現場施工は、固化処理材をジェットバック車により搬入し、0.7m³バックホウの先端に装備した油圧式回転攪拌機（バケット部分に攪拌翼の付いたもの）を使用して現場発生土と混合したのち、転圧ローラーにより締め固めた。図－1および図－2に示すとおり、強度発現性は改良後の含水比および転圧後の締固め度が大きく関係していることから、施工管理値として改良後の含水比を25%以下、転圧後の締固め度を90%以上（88%以上で所定強度が得られる）として、設計強度（qu=200kN/m²）を満足させることとした。



図－1 圧縮強度と改良後含水比の関係

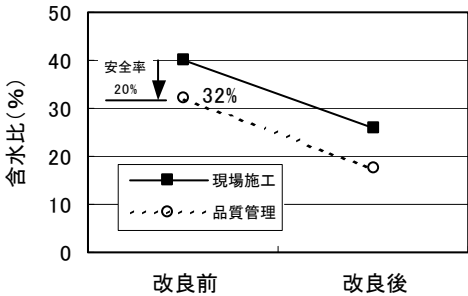


図－2 圧縮強度と転圧後締固め度の関係

施工時期や天候等の現場条件の相違により現場発生土の含水比等、状態は変化していく。このような状況においても確実に設計強度を確保できるよう含水比による施工の実施判断を行い、以下の手順で品質管理を進めた。（品質管理項目は表－5に示すとおり）

- ① 改良前の現場発生土の含水比測定※
- ② 当日の施工の可否の判断
- ③ 施工（転圧回数）
- ④ 現場密度試験
- ⑤ 一軸圧縮強度試験（バックアップデータ）

※含水比の測定は図－3のとおり安全率を20%として管理。



図－3 改良前後の含水比の関係

表－5 品質管理項目

区 分	管理項目	管理頻度
改良前	含水比	・1回／日以上 （作業開始前、天候の変化の都度）
	32%以下	
改良後	締固度	・転圧回数 5回以上
	88%以上	・密度（砂置換） 3本／回×1回／500m ²



写真－1 完成直前の固化処理ダム全景

6. おわりに

セメント固化処理ダムにおいては、品質の安定性の観点から必要強度以上に高い強度設定がなされている。今回の工事の取り組みは、均質性の高い改良効果が得られる石炭灰を活用して、安全率を見直した初の事例である。今後も、石炭灰の持つ優れた改良特性を活かした石炭灰リサイクル推進に努めて行きたい。鳶巣谷川通常砂防ダム工事での石炭灰固化処理材の採用に際し、ご協力を頂いた島根県浜田土木建築事務所関係者および施工会社の方々に謝意を表します。