

V－8 フィルダムにおけるコア材の含水比低下対策

○清水・奥村・鴻池共同企業体 正会員 伊藤 顕一郎
農林水産省東北農政局 加藤 雄誠
農林水産省東北農政局 佐藤 寿幸

1. はじめに

小田ダム建設工事は、農業用水の安定供給と河川の洪水調節を目的として、宮城県北部の栗原郡一迫町及び花山村においてロックフィルダムを建設するものである。堤体盛立に使用する材料のうち、コア材（ゾーンⅠ：遮水ゾーン）は近傍する土取場より採取される４種類の土質材料を混合し使用する計画であったが、その材料は自然含水比が高く、そのままでは盛立の品質基準を満たさない施工性の悪い材料であった。本稿では、土質材料の含水比低下の為に実施した施工法およびその効果について報告する。

2. 工事概要

小田ダムは堤高 43.5m、堤頂長 520.0m 堤体積 134.6 万 m³、総貯水容量 972 万 m³ の中心遮水ゾーン型ロックフィルダムである。

特徴として、ダムの基礎地盤が地質年代の新しく大きな圧密を受けていない第三紀鮮新世の泥岩であり、変形係数は 100MN/m² 程度、一軸圧縮強度は 2～3MN/m² と小さく、FEM 解析によると堤体盛立完了時にはその基礎地盤が約 30cm 沈下することが予想された。

又、透水性状は、全体として低限界圧力で難透水性を示しており、高圧施工のカーテングラウトの代案として、浸透路長が大きく確保できるコア材による堤内水平ブランケット工法を採用した（図-1）。結果として、コアゾーン下部が上下流方向で最大 110m と長い水平部を持つ構造となり、全堤体積に占めるコアゾーンの体積比率も約 34% と多く（表-1、通常のダム：15～20%）、ばらつきの少ないコア材の品質を確保する為には細心の注意を払う必要があった。

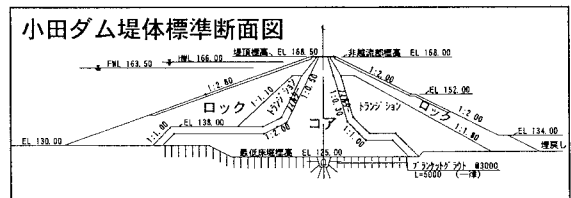


図 - 1 堤体標準断面図

表 - 1 各ゾーン構成表

ゾーン名	役割	体積 (m ³)	体積比率	採取地	材 質
コア	遮水ゾーン	454,000	33.7%	土取場	ローム材+凝灰岩+砂礫
フィルター	半透水ゾーン	157,000	11.7%	購入	粘板岩+山砂
トラグシ	半透水ゾーン	185,000	13.7%	原石山	熔結凝灰岩
ロック	透水ゾーン	550,000	40.9%	購入	安山岩
合 計	—	1,346,000	100.0%	—	—

3. コア材ブレンドパイル造成の計画概要

コア材料のブレンド比率は、ローム：段丘 S：段丘 M：K-Wt-2（低熔結凝灰岩）＝4：3：1：8 とし、各材料を図-2 に示す順序にて 1 層 30cm で敷均し、パイルを造成した後、ブルドーザで切り崩し攪拌して使用した。

このうち、ローム材及び段丘堆積物 M の自然含水比が約 60% と高く、コアゾーンに求められる遮水性及び密度の確保に密接に影響する盛立時最適含水比（Wopt＝23.5%）との差が大きいことから、ブレンドパイル造成前に材料の含水比低下の為に対策工が必要となった。

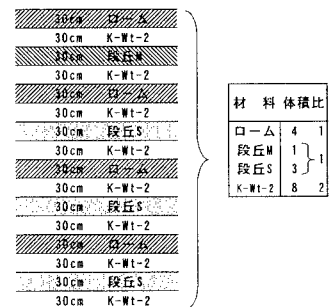


図-2 ブレンドパイル造成概略図

4. コア材の含水比低下対策

含水比低下対策の施工に先立ち、各材料の目標含水比を下に示す式にて算出した。(各記号：表-3参照)

$$\text{合成含水比} \omega = (\rho_{TR} \omega_{TR} + \rho_{K2} \omega_{K2} + \rho_{Lm} \omega_{Lm} + \rho_{K1} \omega_{K1}) / (\rho_{TR} + \rho_{K2} + \rho_{Lm} + \rho_{K1})$$

上記の算式による試算および各土質材料の材料特性に関する調査を行った結果、合成含水比が施工時最適含水比+4%となる目標含水比を設定し(表-4)、その目標を達成すべく以下の含水比低下対策を実施した。

(1) 曝気ヤードの造成

まず、採取場所で排水溝を設ける等の一次曝気を試みたが十分な結果が得られず、曝気ヤードにて二次曝気を実施した。ヤードは約1万 m²の広さを確保し、基盤面には5%の排水勾配を設けた。

(2) 攪拌機械の選定

曝気効率を高める為に、機械による攪拌を行った。試験施工の結果、高含水比の粘性土でも走行性がよく、経済的な農耕用トラクターを採用した。(表-5、写真-1)

表-5 攪拌機械の比較検討	
機 械 名	評 価
スタビライザー	機動力(走行性)が悪い
ツインヘッダー	施工能力が低い
鋤型レーキング	機動力が有り、掻き起し能力が高く地上曝気に適している
トラクター	高含水比の粘性土でも走行性がよく、粘土玉が一番小さくなり経済的

表-3 合成含水比算式記号

ブレンド材	乾燥密度 (t/m ³)	含水比 (%)	敷出厚 (cm)
段丘堆積物	ρ_{TR}	ω_{TR}	30cm
K-Wt-2 ②	ρ_{K2}	ω_{K2}	30cm
ローム	ρ_{Lm}	ω_{Lm}	30cm
K-Wt-2 ①	ρ_{K1}	ω_{K1}	30cm

表-4 含水比低下目標

	ローム	K-Wt-2	段丘S	段丘M
ブレンド比	25.0	50.0	18.75	6.25
自然含水比	58	25	30	60
目標含水比	43	21	18	35
低下目標値	15	4	12	25

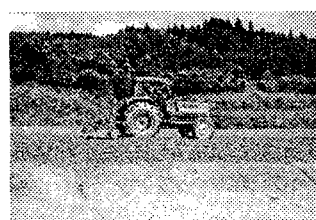


写真-1 トラクター・曝気状況(曝気ヤード)

(3) パイル後の排水対策

ブレンドパイル後の圧密排水による含水比低下を促進するため、パイル造成時に平面排水材(モノドレーン)をローム材の上面に水平40m、鉛直1.2m毎に埋設した。

また、パイル表面に衣土状にローム材を張付け、外部からの雨水浸透を防止した

5. 含水比低下対策の効果

上記の対策を実施したことにより、図-3に示す通りの結果となり、目標含水比をほぼクリアすることができた。

今回のローム等ブレンド材料の曝気施工を通じて得られた知見を以下にまとめる。

①晴天時 19℃以上、湿度 70%以下の気象条件で1日2%の含水比低下が可能である。

②曝気可能深さは最大15cm以内である。

③ブレンドパイル内の平面排水材の設置により1年で1%の含水比低下が可能である。

④各種含水比低下対策により、切崩し後のコア材含水比は最適含水比 $W_{opt}(=23.5\%) + 2\%$ の範囲で搬出可能となり、ばらつきの少ないコアゾーン盛立が可能となった。

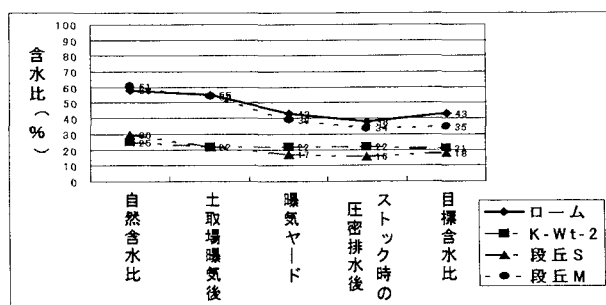


図-3 各曝気段階における含水比経緯

6. おわりに

フィルダムにおけるコア材のストックパイル方式は、ダムとして最重要であるコアゾーンの品質確保に対し有効である。当工事では、試行錯誤の末の諸対策の実施により満足のいく品質を得たが、気象状況により影響を受けやすく、コストアップとなる等の問題が生じた。

今後も、土工事にとっては永遠のテーマである、気象条件に左右されない新しい設備・工法の探求・開発を熱望してやまない。