

近赤外線水分計を用いた含水比計測システムの現地試験結果報告

(株) 熊谷組 九州支店 正 ○比良 剛也, 栃木 勇
(株) 熊谷組 ダム技術部 正 沼宮内 雅人, 正 高木 秀和, フェロー 佐藤 英明

1. はじめに

フィルダム工事の盛立作業は、堤体の強度・安定性等の確保のために高度な施工管理・品質管理が要求される。特に、ゾーン型フィルダムの遮水ゾーン(コア部)における遮水材料の含水比は、概ね最適含水比よりも湿潤側になるように管理し、強度・透水係数等の設計基準を確保する必要がある。

従来は、遮水材料のような土質材料の含水比確認作業は、品質管理基準にしたがって、堤体と仮置きヤードで1~2回/日などの頻度で電子レンジ法による含水比試験 JGS 0121 や炉乾燥法による含水比試験 JIS A 1203 (以下、JIS 法と記す) が行われている。前者においては、頻度を上げてより丁寧な品質管理の実現や、後者の JIS 法においては試料のサンプリングや乾燥時間など多大な労力や多くの時間が必要で、施工に適応したより効率的な含水比管理の方法が望まれていた。

本システム(写真-1)は、含水比管理の迅速化および省力化を図るために開発したもので、ダンプトラック荷台の材料の含水比計測がリアルタイムに行えると共に、含水比が基準値内に入っていることを確認して安定供給できるので遮水材料の品質向上が期待できる。さらに、運搬するダンプトラックの含水比をすべて計測することで全量での管理が可能となり確認できる範囲が広がる。本稿では、含水比計測システムを現場に設置して現地試験を実施したのでその報告をする。以下に、その概要を示す。

2. システムの概要

(1) システム構成

開発したシステムは、場外搬出用の洗車設備上部に設置する型式で、主に判定/記録部と計測部から構成されている。操作室には含水比の計測結果を判定する計測システム(パソコン)を配置し、計測部には a) 含水比を計測する近赤外線水分計、b) 近赤外線水分計を計測面に誘導する門型クレーン、c) 判定結果をダンプのオペレータへ伝えるパトライト、d) 監視カメラから構成される(図-1)。事務所ではディスプレイ、現場では品質管理責任者がタブレットの管理画面により、リアルタイムに現状の含水比状態を把握できる。

(2) 近赤外線水分計の仕様

近赤外線水分計の仕様を、表-1 に示す。近赤外線水分計の選定は試験施工を実施し一番高い精度であったメーカーの機器を採用した。

(3) システムの操作手順

①ダンプのオペレータが計測開始ボタンを押す②近赤外線水分計が門型クレーンにより自動で移動してダンプトラックの荷台の材料を計測する(写真-2)。

表-1 近赤外線水分計仕様

測定方式	近赤外線反射方式(フィルター分光)
光源	タングステンランプ
測定距離	350mm±50mm
測定径	約Φ50mm
寸法	361(W)×177(D)×451(H)mm
質量	11kg



写真-1 システム全景

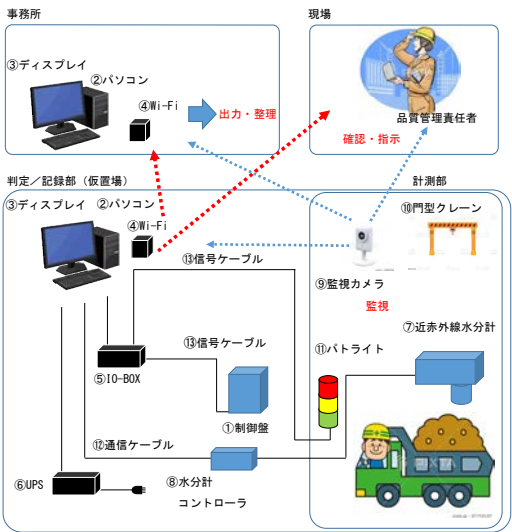


図-1 システム構成図



写真-2 含水比計測状況

キーワード 近赤外線水分計, 含水比, 遮水材, ロックフィルダム

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株) 熊谷組土木事業本部 TEL 03-3235-8649

③システム内で計測した含水比が基準値内に入っていれば緑信号を表示しオペレータは予定通り堤体へ材料を運ぶ。赤信号が表示された場合は積み込みを行った地点に戻り含水比の調整を行う。黄色信号は計測中を示す。

(4) 土質特性と品質管理基準

表-2 に現地試験に使用した盛立材の土質特性、表-3 に堤体盛立の品質管理基準(抜粋)を示す。

(5) 現地試験方法

現地試験では大切畑ダム(熊本県)の材料仮置場出口のタイヤ洗浄設備に門型クレーンを含めた含水比計測システムを設置した。測定は、ダンプトラックがタイヤ洗浄をしている30秒間で計測が完了するように計画した。今回の試験では約30分間、計10台の遮水材を積んだダンプトラックの荷台の材料の含水比を計測した。

(6) 現地試験による比較確認結果

表-4 に計測値一覧表を示す。計測は12秒前後で荷台上を通過するため3点以上計測できるように3秒毎に自動で行う設定とした。4台目の場合はシステムで設定した下限値(25%)を下回ったため異常値と判定し2点の記録の平均値を採用している。図-2 に、近赤外線水分計でダンプトラック毎に計測した含水比と JIS 法の含水比(品質管理基準に準拠)を示す。近赤外線水分計は、計測対象をダンプの荷台としているため、150mm アンダーの全材料を対象としているのに対し、JIS 法の含水比は37.5mm アンダーの材料を対象としている。近赤外線水分計の含水比計測結果については、28.9~31.8%と2.9%のバラツキがある。JIS 法の1週間の含水比は31.7~37.4%と5.7%のバラツキがあり、材料自体の特性であると考えられる。

3. まとめ

今回の現地試験により、本システムはダンプトラックのタイヤ洗浄中に荷台材料の含水比を自動計測して、その計測結果が管理基準値内か判定をオペレータへ直接伝えることが可能であることが確認できた。これにより別途労力や計測時間が必要なく、現場事務所でも管理画面(図-3)を確認できる。また、計測値は JIS 法含水比試験とほぼ同等な値の傾向を示しているため、データを蓄積して、材料出荷時の測定値が JIS 法の含水比への換算式により規格値内である

るか判定できると考える。本システムでは近赤外線水分計と材料測定面の距離が自動で最適になるように距離センサーを設置した。また、近赤外線水分計は自然光の影響を受けやすいため、覆いを設けその影響を排除した(特許申請中)。今後、堤体盛立では盛立材料が変わるため、様々な材料に適用できるか検証を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 社団法人地盤工学会：土質試験の方法と解説—第一回改訂版—
- 2) 土質工学会：フィルダムの調査・設計から施工まで 現場技術者のための土と基礎シリーズ

表-2 土質特性

最大粒形 Dmax mm	粒度		コンシステンシー Ip %	現場含水比 ωf %	最適含水比 Wopt %	土粒子の密度 ps g/cm ³	透水係数 K cm/s
	+4.75mm %	-0.075mm %					
150	73.7	36.6	31.2	33.7	31.6	2.719	1.84E-06

表-3 品質管理基準(抜粋)

材料	試験項目	試料採取位置	頻度	管理値
遮水材	含水比	仮置きヤード	1回/10,000m ³	なし
		ストックパイル搬出箇所	1回/日	Wopt+5%程度(参考値)

表-4 計測値一覧表

ダンプ番号	含水比(%)			平均値
	①	②	③	
1	28.23	32.85	32.30	31.13
2	30.30	33.07	31.89	31.75
3	27.26	32.67	32.32	30.75
4	(27.26)	31.15	31.97	31.56
5	29.98	33.35	31.94	31.76
6	26.81	32.26	30.75	29.94
7	26.66	31.56	29.56	29.26
8	25.71	30.12	30.90	28.91
9	29.41	31.61	29.91	30.31
10	35.76	28.01	30.31	30.93

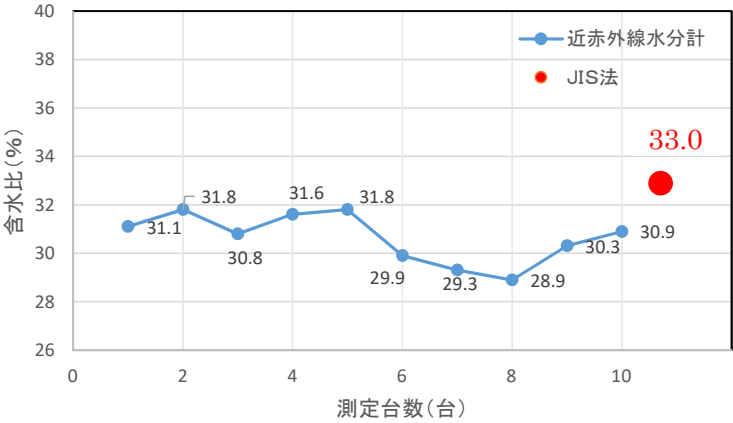


図-2 近赤外線水分計による計測の平均値と JIS 法の含水比

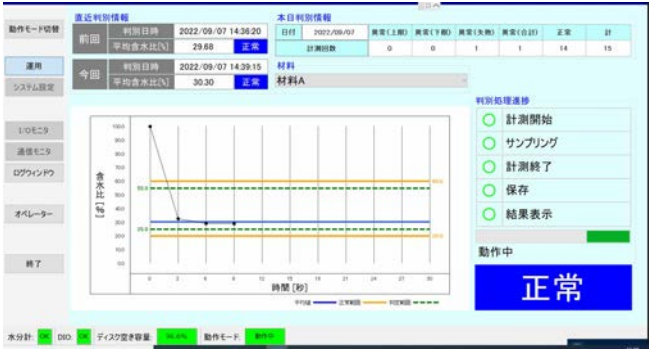


図-3 管理画面(例)