

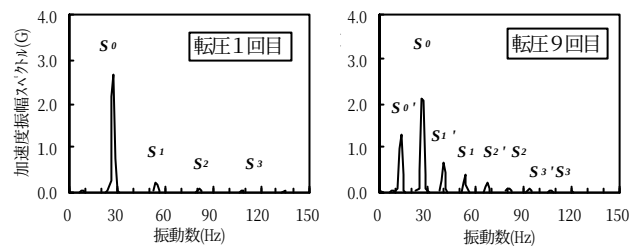
ローラ加速度応答を利用したフィルダムロック現場締固め管理

－(その3) 盛立品質管理システムの開発－

前田建設工業（株） 正会員 ○藤山哲雄 高橋 浩 石黒 健
 東京電力（株）建設部 正会員 内田善久 鶴田 滋 大浦 篤
 東京電力（株）神流川水力建設所 正会員 大概哲也 梅園拓磨

1. はじめに フィルダムロックゾーンの現場密度試験（水置換法）は、多大な労力を要するために測定頻度が希薄にならざるを得ず（通常数ヶ月に1回程度）、堤体強度の3次元的分布を合理的に評価することは困難である。筆者らは、転圧面の品質を迅速かつ多点的に評価できる手法として、振動ローラ加速度応答を利用した締固め管理手法（以下、ローラ加速度法）に着目し、既報¹⁾²⁾ではローラ加速度応答指標（乱れ率）～密度関係の取得によって、実転圧面での強度分布の評価を試みている。しかし、乱れ率～密度関係、および密度～内部摩擦角関係はロック材の種類によって異なり、複数材料が混在する実施工においては、堤体強度を精度良く評価できない可能性があった。本論文では、ロック材の種類によらず内部摩擦角と良好な相関性を有する指標として、密度の代わりに含水比を取り上げ、これを介して堤体強度分布を評価する盛立品質管理システムを新たに開発した。

2. ローラ加速度法の概要 ローラ加速度法は、地盤の剛性が増大するにともない振動輪加速度が変化してくる現象を利用した手法であり、あらかじめ地盤の密度や剛性と加速度応答の関係を掴んでおくことにより、転圧中にリアルタイムに地盤の締固め度合いを判定することができる。ここでは、振動ローラ加速度の定量指標として加速度波形の周波数特性を利用した図-1に示す乱れ率を用いる¹⁾。乱れ率が大きいほど地盤が固いことを表す。



$$\text{乱れ率} = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i + \sum_{i=1}^3 S_i'}{S_0 + S_0'} \cdot \frac{F}{(m_1 + m_2)g} \quad \cdots (1)$$

m_1 : フレーム重量, m_2 : 振動輪重量, F : 起振力

図-1 加速度のFFT解析結果と乱れ率の定義

3. ローラ加速度応答（乱れ率）とロック材物性の関係

現在建設中の神流川上部ダムにて、4種類のロック材料を用いて現場転圧試験を実施し、大型RIによる密度から求めた間隙比と乱れ率の関係を図-2に示す。図-2を見ると、乱れ率と間隙比は相関を有するものの、材料ごとに異なり、複数材料が使用される実施工では、本手法による密度の推定が困難であることが伺える。

一方、RI含水比と乱れ率の関係について整理した結果が図-3である（ただし転圧4回目の乱れ率）。これを見ると、含水比と乱れ率の関係は、材料の種類によらずほぼ一意的な関係にあり、含水比が小さいほど乱れ率が大きいことがわかる。図-2の

間隙比～乱れ率関係において、同一の間隙比水準（ $e=0.24 \sim 0.26$ ）にある乱れ率を抽出し、これと各材料の礫分含有率との関係を整理すると、図-4を得た。これより、粗粒系のロック材料ほど、乱れ率が大きくなることが伺える。すなわち、一般に粒度が粗く大粒径を含む材料ほど含水比は小さくなる

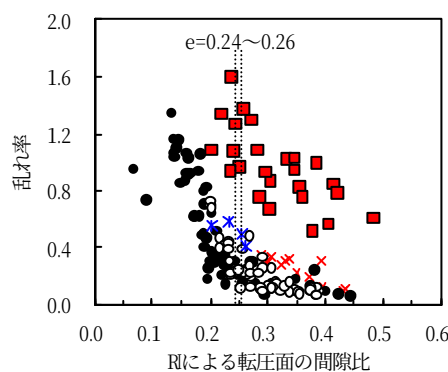


図-2 間隙比と乱れ率の関係

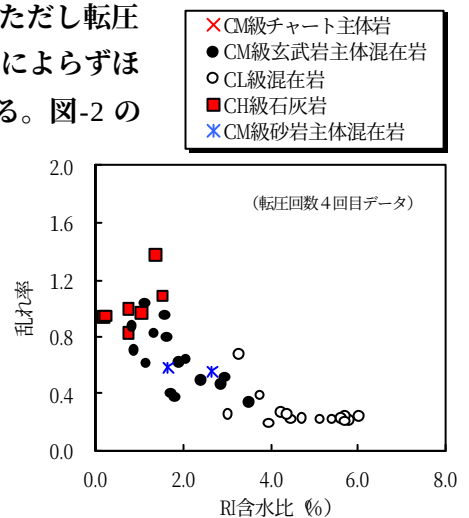


図-3 含水比と乱れ率の関係

キーワード：フィルダム／ロック材料／振動ローラ／品質管理／リアルタイム

連絡先：東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業（株）技術研究所 TEL. 03-3977-2241 FAX. 03-3977-2251

から、本ダムの場合、含水比が粒度特性を間接的に表す指標となり、同一転圧回数であれば、結果的に図-3のごとく乱れ率と含水比が一意的な相関を有するものと考えられる。一方、室内大型三軸圧縮試験により得られた内部摩擦角と含水比の関係を整理すると図-5のようになり、 ϕ と含水比もまた材料によらず相関を有することが認められた。よって、図-3、図-5を用いれば、複数材料が混在する場合でも、乱れ率から含水比を介して転圧面の内部摩擦角を評価可能であることがわかる。

4. 盛立品質管理システム 今回開発・導入した盛立品質管理システムの概要を図-6に示す。各部の概要は以下の通りである。

○ **加速度演算処理部**；振動輪に加速度計を接着し、加速度データを運転席内の演算処理装置に取り込み、A-D変換、FFTを行って式(1)に従い乱れ率を2.0sec間隔で計算する。演算処理装置には、乱れ率～含水比関係（図-3）、含水比～内部摩擦角関係（図-5）を記憶させることができ、計測した乱れ率から転圧面の内部摩擦角をリアルタイムに演算する。

○ **GPS**；振動ローラの位置情報を取得するため、RTK-GPSを搭載した。GPSによる位置情報は、加速度情報（乱れ率、含水比、内部摩擦角）と同期されて車載パソコンに取り込まれる。

○ **結果表示・保存部**；振動ローラ運転席内には防塵・耐振タイプのノートパソコンを設置し、ここに出力される加速度情報と位置情報を同期して取り込み、50cm×50cmメッシュに分割した転圧平面において、乱れ率や内部摩擦角の大きさに応じて色の違いによりリアルタイムに画面表示させる。結果の取得例を図-7に示す。本画面は、現場内に構築した無線LANを通じて、各事務所のパソコン上でリアルタイムにモニター可能であり、管理者が迅速に堤体品質を評価することができる体制としている。

5. おわりに 本システムを従来の密度管理と併用することによって、品質管理精度を格段に向上させることができたと考える。今後、システムの現場適用性をさらに検証するとともに、3次元的に把握した実堤体の強度分布データと堤体安定性について詳細に分析したいと考えている。〈参考文献〉1) 高橋ら：ローラ加速度応答を利用したフィルダムロック現場締固管理－(その1)現場転圧面の密度分布の評価－，第55回土木学会年講，2001. 2) 藤山ら：同論文－(その2)堤体強度分布の推定－，第55回土木学会年講，2001.

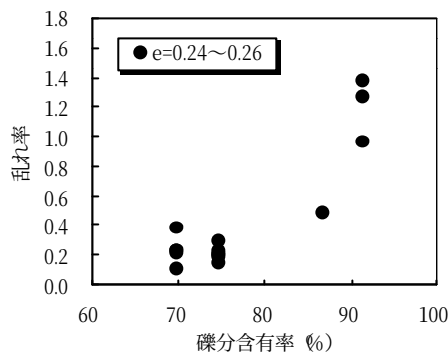


図-4 同一間隙比水準における礫分含有率と乱れ率

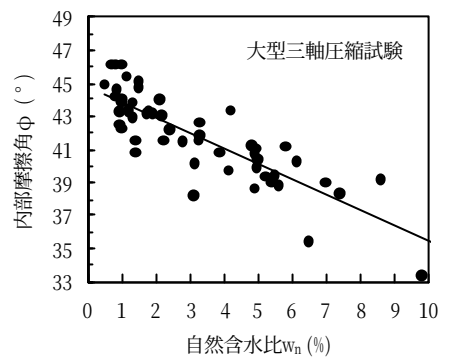


図-5 含水比と内部摩擦角の関係（室内大型三軸試験）

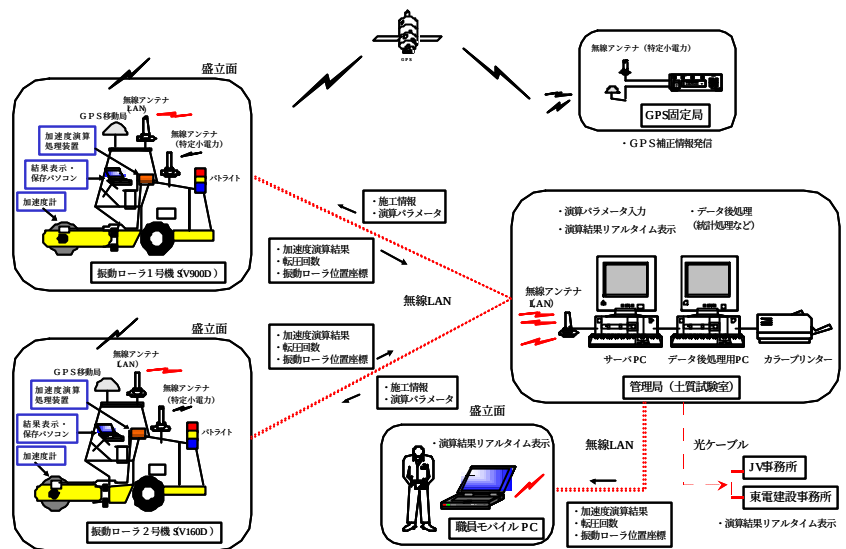


図-6 盛立品質管理システムの概要

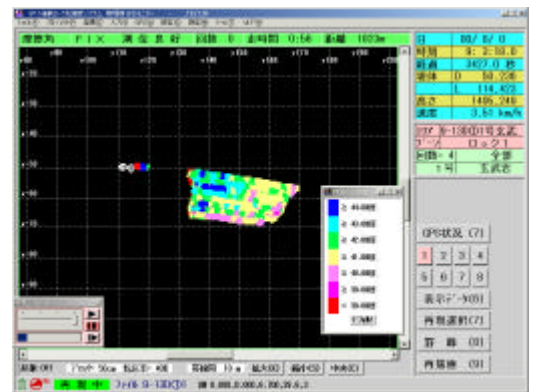


図-7 リアルタイムモニター表示例（内部摩擦角）