

小石原川ダムを対象とした土水連成弾塑性 FEM 解析 (その 2) — 動態観測結果に基づく精度向上 —

鹿島建設(株) 正会員 大野進太郎 宇津野衛 藤崎勝利 小林弘明
リテックエンジニアリング 正会員 ○澤田叔宏
(独)水資源機構 正会員 坂本博紀 曾田英揮

1. はじめに

小石原川ダム本体建設工事では、盛立中における堤体の間隙水圧の発生および力学挙動を土水連成弾塑性 FEM 解析¹⁻²⁾にて再現し、その結果を施工管理に活用するという「FEM 情報化施工³⁾」を実施している。小石原川ダムでの FEM 情報化施工は、①盛立前、②盛立中、③盛立後の3段階で実施する予定である。本論文は、①盛立前解析の結果と、その分析により②盛立中解析で精度向上を図った結果を報告するものである。

2. 解析対象および解析条件

解析対象となる小石原川ダムは、現在、(独)水資源機構が福岡県朝倉市に建設中の中央コア型ロックフィルダムである。解析断面は盛立高が最大となる主計測断面とした。図-1 に解析モデルを示す。幾何学的境界条件および水理境界条件、盛立解析手法は文献¹⁻²⁾に倣った。図-2 に盛立工程を示す。盛立前解析では盛立初期における計画工程に従った盛立工程を設定した。盛立中解析(2018/12実施)では、それまでの盛立実績と、その後の計画工程を考慮して盛立工程を設定した。

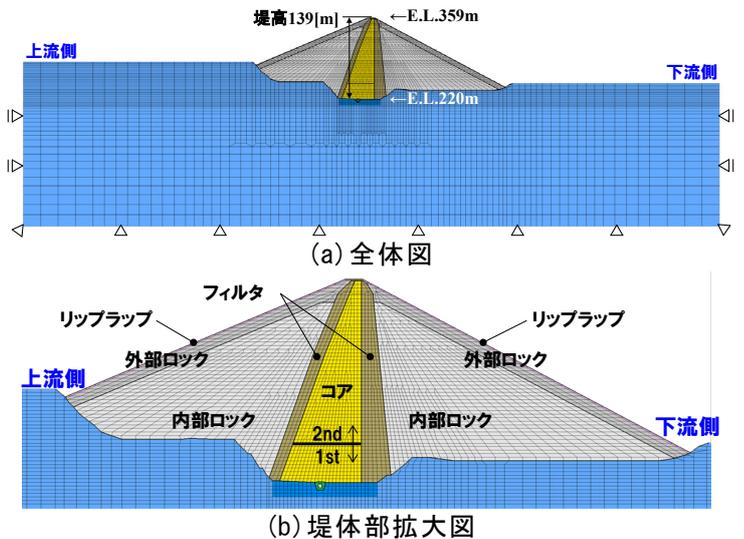


図-1 解析モデル

3. 解析物性値

堤体における各盛立材料の解析物性値は文献³⁾を参照されたい。

盛立前解析では、コア物性(全て1stブレンドと仮定)は室内試験から設定し、フィルタおよびロック物性は圧密試験を未実施のため徳山ダムでの設定値⁴⁾を援用した。盛立中解析では、1stブレンドのコア物性は盛立前解析と同様であり、2ndブレンドのコア物性は盛立前解析と同様に室内試験から設定した(1st/2ndブレンドは、材料の混合割合が異なる)。フィルタおよびロック物性は、蓄積された動態観測結果に基づいて圧縮特性を設定した。なお、全盛立材料の透水係数および湿潤密度は現場の品質管理試験から設定した。

4. 解析結果

盛立前解析結果と動態観測結果(2019年1月時点)の比較を図-3に示す。盛立前解析では、コアの間隙水圧については高い精度で予測できたものの、堤体の変形や土圧については高い再現性が得られなかった。図-3上段に示すコアでは、間隙水圧および鉛直土圧の経時変化は解析結果と動態観測結果が概ね一致しているが、層別沈下は解析の方が小さい結果となった。図-3中段に示すフィルタでは、鉛直土圧は上下流ともに解析結果の方が大きく、層別沈下はコアと同様に解析結果の方が小さい。図-3下段に示すロックでは、鉛直土圧は概ね一致しているが、層別沈下は解析の方が小さい結果となった。

以上の解析と動態観測の傾向から盛立前解析で設定したフィルタおよびロック物性(徳山ダムの設定値⁴⁾)

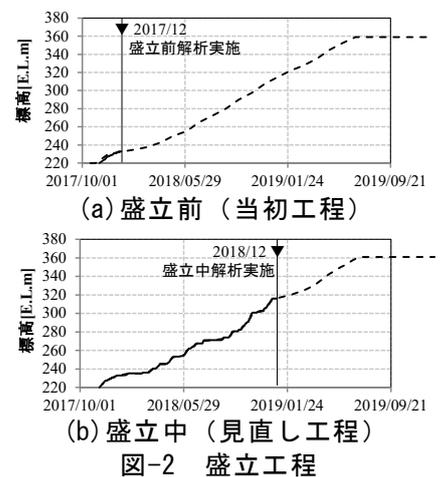


図-2 盛立工程

キーワード ロックフィルダム, 土水連成弾塑性 FEM, 築堤解析

連絡先 〒107-0052 東京都港区赤坂 6-4-2 リテックエンジニアリング(株)設計本部 TEL 03-6229-6851

は、実際の剛性よりも大きいことが推察された．そこで、盛立中解析ではフィルタおよびロックの動態観測結果（水圧・土圧・層別沈下）の分析から $e\text{-log}p$ 曲線を推定することにより物性を見直した．

盛立中解析結果と動態観測結果の比較を図-4 に示す．全盛立材料において解析と動態観測がよく一致する結果が得られた．コアについては盛立前解析から物性を大きく変更していないものの、土圧・間隙水圧だけでなく沈下の再現性も向上している．これは、コアの沈下計がフィルタ近傍に設置されているため、フィルタ剛性の影響を大きく受けていることが原因と考えられる．

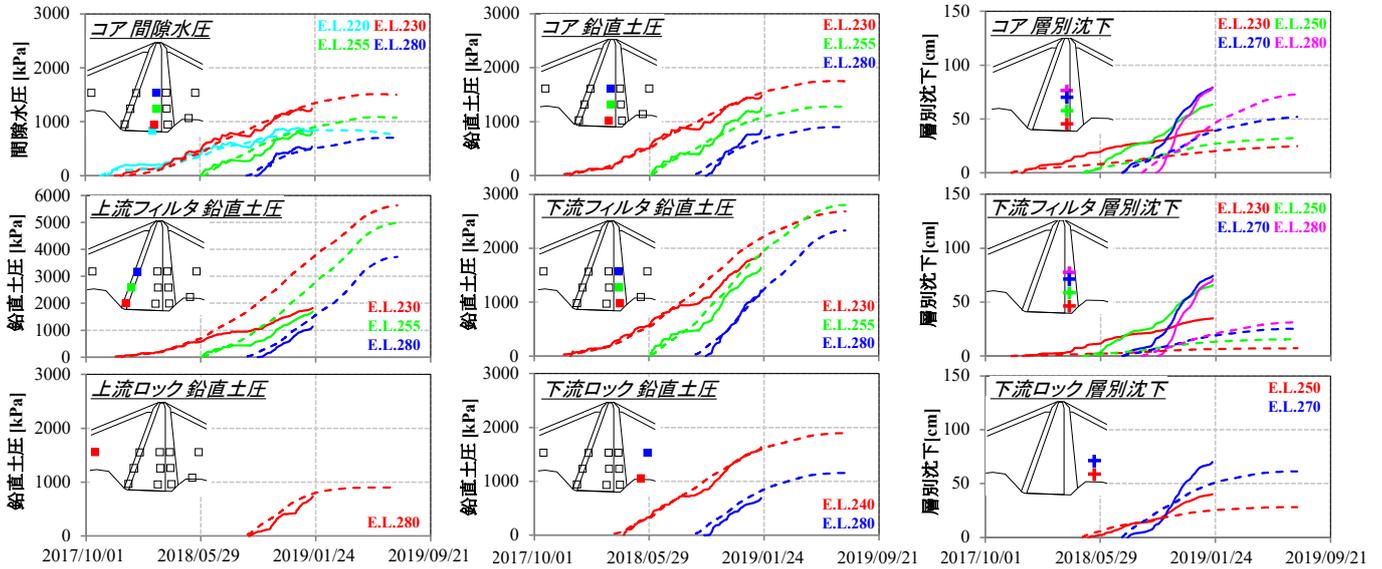


図-3 盛立前解析結果（実線：動態観測，破線：解析）

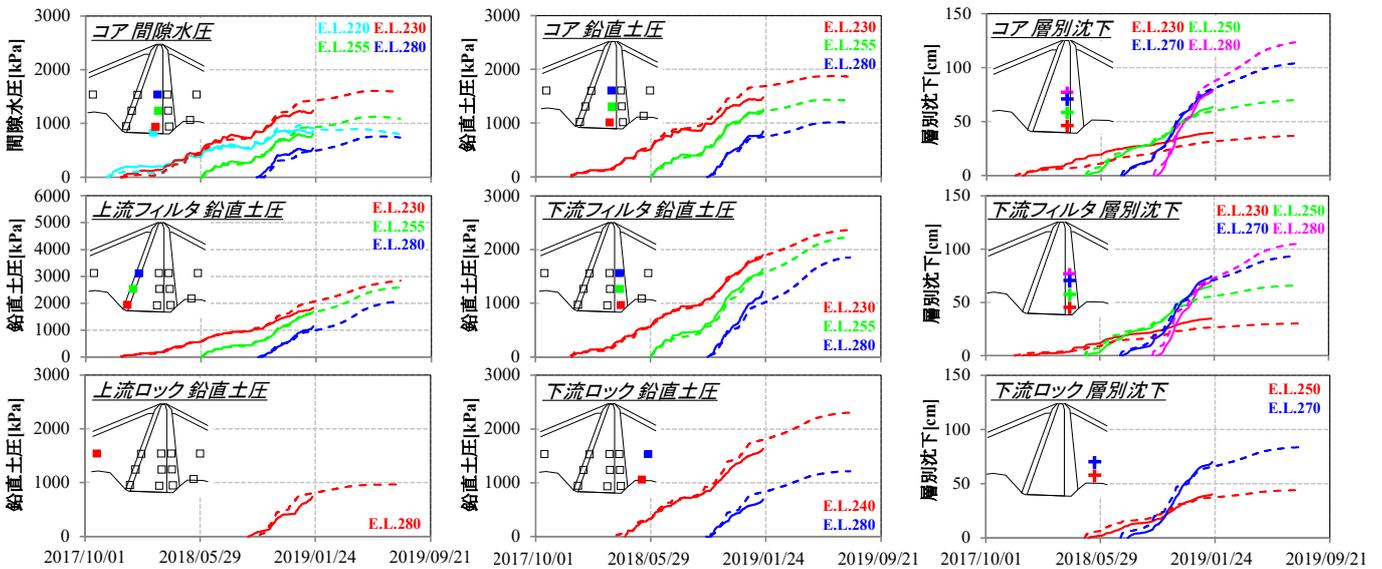


図-4 盛立中解析結果（実線：動態観測，破線：解析）

5. おわりに

小石原川ダムで実施している FEM 情報化施工において、土水連成弾塑性 FEM 解析による①盛立前解析と②盛立中解析を実施した．盛立前解析では、室内試験からコア物性を設定し、フィルタおよびロック物性は徳山ダムでの設定値⁴⁾を援用した．盛立中解析では、コア物性は大きく変更せず、フィルタおよびロック物性を動態観測結果に基づき見直したことにより、解析精度を大きく向上させることができた．今後も FEM 情報化施工の3段階目である③盛立後解析を実施し、堤体挙動の定量的評価を継続していく．

参考文献

- 1)大野ら：ロックフィルダムを対象とした土水連成弾粘塑性 FEM 解析，第 72 回土木学会年次学術講演会，III-305, 2017.
- 2)大野ら：土水連成弾粘塑性 FEM による大分川ダムの築堤解析，第 73 回土木学会年次学術講演会，III-093, 2018.
- 3)宇津野ら：小石原川ダムを対象とした土水連成弾塑性 FEM 解析（その 1）—情報化施工への適用—，第 74 回土木学会年次学術講演会，2019.（投稿中）
- 4)富田ら：弾塑性圧密連成モデルを用いた中央土質遮水壁型ロックフィルダムの湛水挙動の評価，大ダム，No.216, pp.55-60, 2011.