

液状化に対するフィルダム堤体補強効果の比較

Comparison of improvements in earthquake resistance of small fill dams against liquefaction

林田洋一* 増川晋* 浅野勇* 田頭秀和*

Yoichi Hayashida, Susumu Masukawa, Isamu Asano, Hidekazu Tagashira

1. はじめに

近年、大規模な地震による未曾有の災害が頻発しており、農業生産や農村地域における社会生活に多大な影響を与えている。このことから、農業用水利施設についてもその耐震性能照査や耐震補強のための技術開発が緊急の課題となっている。農業用ダムの多くは1960年代以前に築造されたアースダムであり、液状化に関する科学的な知見がないまま築造されている。このため、大規模地震時に液状化の発生により破堤に至るような大規模な変形が生じる可能性があるという点が、農業用フィルダム特有の問題のひとつである。そこで、既設アースダムの改修に伴う液状化に対する補強効果を、有限要素法による液状化解析を用いて検証する。

2. 解析条件

基礎地盤が液状化する可能性のある既設堤体を改修することで、大規模地震時における液状化の発生に伴う堤体変形量の違いを検討するため、図-1に示す4つのモデルを設定した。図中では、堤体部を拡大し表示しているが、基礎部の幅は堤体幅の5倍以上、基礎部の高さは堤高の3倍以上に設定している。変位境界条件は、側方境界を鉛直ローラー、基盤境界を粘性境界としている。なお、今回の解析に当たっては、貯水がない状態を想定している。

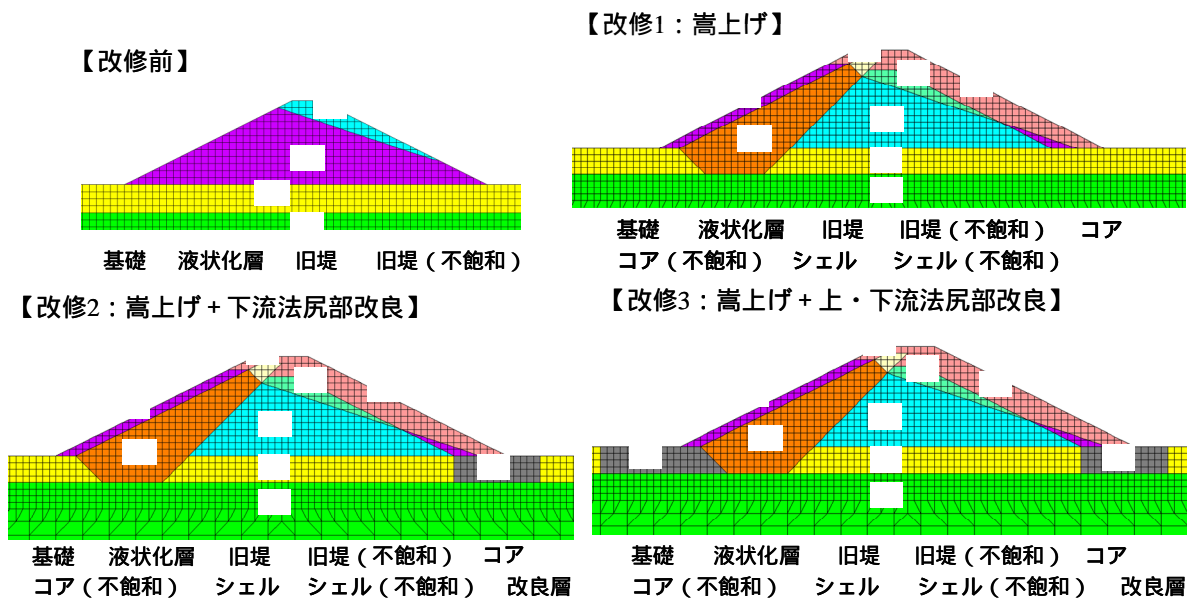


図-1 有限要素モデル

*(独)農研機構 農村工学研究所

フィルダム、動的解析、耐震補強

*National Institute for Rural Engineering

既設堤体を想定したモデルの堤高を 13m に設定し、このモデルを”改修前”とした。なお、堤体は液状化しない材料とし、液状化層のみを液状化する可能性のある材料で設定している。改修前と同じ斜面勾配を有し、傾斜コアゾーン（前刃金）により液状化層を分断する形で堤高を 15m に嵩上げたモデルを”改修 1”とした。”改修 1”と同様の嵩上げを行うと同時に下流法尻部の液状化層を改良したものを”改修 2”、堤体上流および下流法尻部の液状化層を改良したものを”改修 3”とした。液状化層に設定した材料の液状化強度曲線、繰返し載荷時の応力経路、応力 - ひずみ関係を図-2 に示す。図-2 から分かるように、液状化層は R_{L20} が 0.15 程度、液状化発生後ひずみが増大する傾向を示す材料として設定している。また、”改修 2、3”における改良層は、液状化しない材料としてコアと同じ材料パラメータで設定している。解析に用いた入力波形は、1993 年北海道南西沖地震において震央から約 120km 離れたダムで観測された加速度波形を用いている。入力波形を図-3 に示す。なお、液状化解析には LIQCA2D07（液状化解析手法 LIQCA 開発グループ，2007）を用いた。

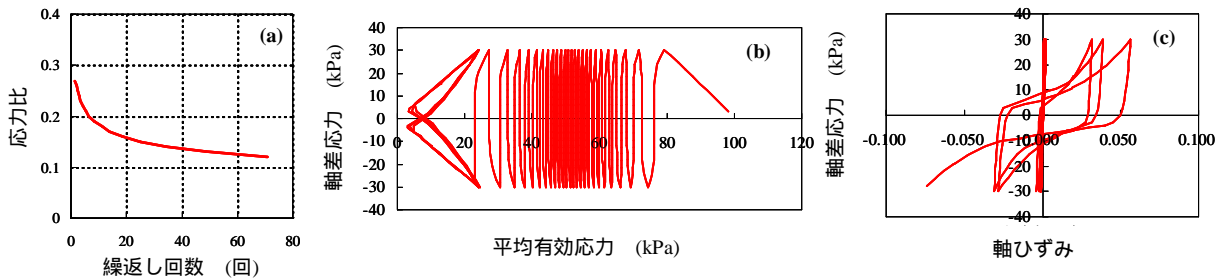


図-2 設定した液状化層の繰返し三軸試験シミュレーション結果
 (a) 液状化強度曲線、(b) 応力経路、(c) 応力 ひずみ関係

3. 解析結果とその考察

各モデルにおける堤体天端中央部の変位量軌跡を図-4 に示す。なお図中では、”改修前”とその他のモデルで堤高が異なることから、変位量を堤高で除し正規化した値を用いている。その結果、”改修 1”が示すように、嵩上げにより上載荷重を増加させると共に、液状化層をコアゾーンにより分断することで、堤体天端の沈下を”改修前”と比べ約 2/3 にすることができた。また、”改修 2、3”が示すように、堤体法尻部の液状化層を改良することによって、堤体天端の沈下を”改修前”の約 1/2 にすることができた。このように、基礎が液状化する可能性のある既設堤体の改修に伴い、コアゾーンと法尻部の改良層により液状化層を分断することで、堤体天端の沈下を抑制する効果があることが定量的に検証された。

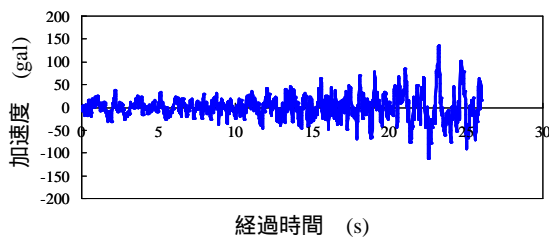


図-3 入力波形

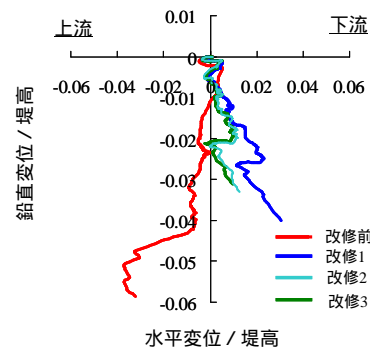


図-4 堤体天端中央部における変位の比較

参考文献：1) 液状化解析手法 LIQCA 開発グループ：LIQCA2D07（2007 年公開版）資料，2007