

アスファルト表面遮水壁型ロックフィルダムにおける遮水壁の 地震時挙動および遮水壁復旧構造評価に関する耐震解析

東京電力株式会社 技術統括部 技術開発センター

1 はじめに

東北地方太平洋沖地震で八汐ダム（栃木県）のアスファルト表面遮水壁（以下、遮水壁）に損傷が生じた。八汐ダムは二次元動的解析で遮水壁の安全性を確認していたが、当該地震波が遮水壁に損傷を及ぼす規模ではなかったにも係らず損傷を生じた。そこで地球シミュレータ上で有限要素法プログラム FrontISTR を用いてダム周辺地盤（地形）を含む広域の三次元的動的解析を実施し、損傷発生時の力学的挙動を精度よく評価することで損傷発生メカニズムの解明を目指した。

2 解析モデル

アスファルト表面遮水壁型ダムは図 1 の通り、ダム貯水池面をアスファルト混合物で遮水したダムのことである。

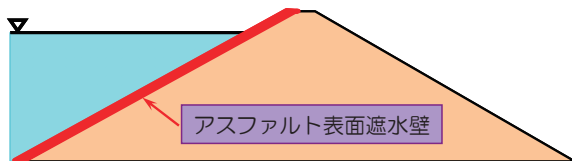


図 1 アスファルト表面遮水壁と堤体断面

2.1 解析範囲と解析モデル

解析対象範囲が異なる 2 種類のモデルを作成した（表 1）。①大規模モデル：ES2 で解析するモデル及び②中規模モデル：ES2 以外の計算機で解析するモデルである。

表 1 解析規模

	大規模モデル	中規模モデル
解析領域 (南北×東西×鉛直)	9km × 12km × 2.7km	4km × 7km × 2.7km
節点数	1181万	308万
要素数	1154万	300万

中規模モデルでは、地形の影響を把握することに加え、薄膜とみなせる遮水壁（構成厚さ 36cm）の挙動を解くために、堤体を詳細にモデル化（要素サイズ 2m、接点数 8.7 万、要素数 42 万）した。ここで密度が異なる要素で構成された堤体と周辺地形（要素サイズ 20m、接点数 308 万、要素数 300 万）の結合は多点拘束を使用して効率良くモデル化した（図 2）。

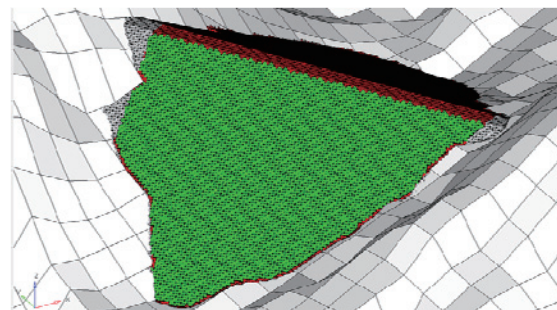


図 2 堤体・遮水壁・周辺地盤のモデル

2.2 基本データ

基本的な入力データは次の通りである。

- ・周辺地形：地表面の標高等の地形データは、国土交通省国土地理院基盤地図情報を（財）日本地図センターより入手して適用。
- ・地盤：地層データは、独立行政法人防災科学技術研究所の J-SHIS より入手して適用。L1 から L4 までの 4 種類の地層を設定（図 3）。
- ・遮水壁：遮水壁より採取したアスファルト混合物の力学試験結果を適用。
- ・堤体：材料物性値を反映するために堤体表面から深さ方向に 5m 刻みで物性値を設定。

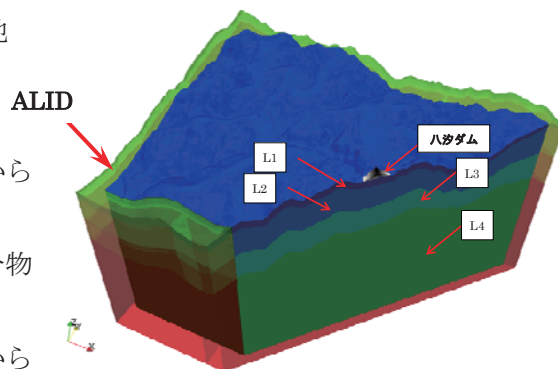


図 3 周辺地盤と境界

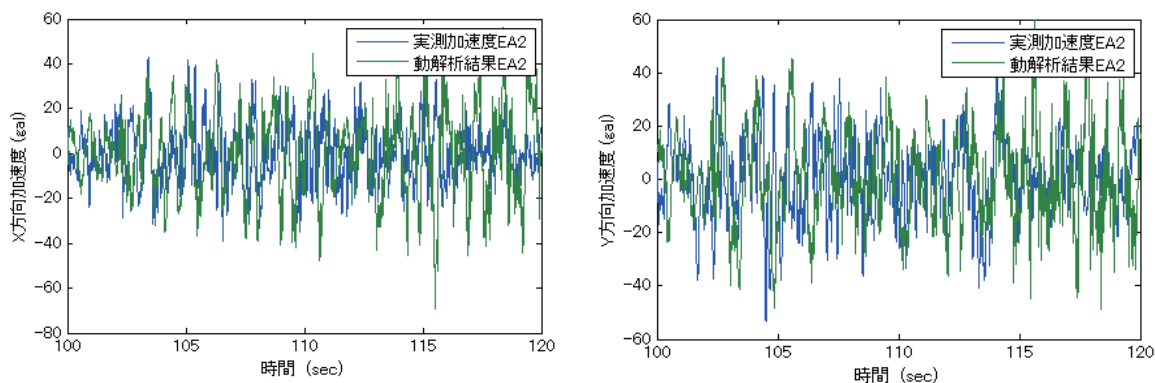
- ・境界条件：反射波の影響を消去するために ALID（Absorbing Layer Increasing Damping）を適用（図 3）。ALID の外側領域は静止と仮定し、その節点は全方向拘束条件を与えた。

・入力地震動：KiK-net、TCGH17（地下 100m、八汐ダムとの水平距離約 15km）を使用。

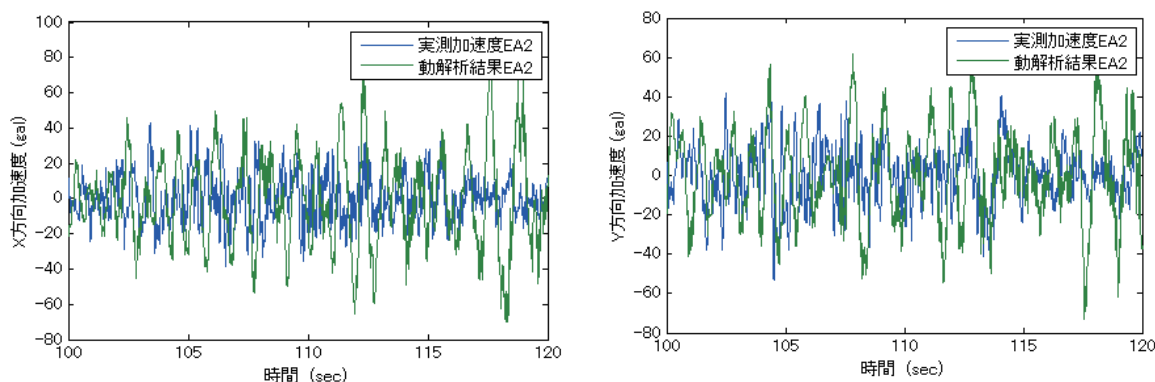
3 解析結果

解析結果から谷間の両側に位置する山脈の挙動が、谷間のひずみを増大させており、その影響を堤体が受けていると判断した。地震の主要動における実測値と解析値の加速度波形を比較した。

図 4 にダム上下流方向 (X 方向) 及びダム軸方向 (Y 方向) の解析結果と実測値の比較を示す。これより概ね一致を見せている。



中規模モデルの解析結果と実測値の比較



大規模モデルの解析結果と実測値の比較

図 4 解析結果と実測値の加速度の比較

この解析結果を遮水壁に表す。例えば、左岸の亀裂と引張ひずみの発生状況は図 5 に示す通りとなる。これより、実際の損傷発生箇所とひずみの集中箇所が一致している。

従って、遮水壁の地震時挙動を再現できたと判断した。

5 おわりに

これらの解析結果から、既存の二次元動的解析では得られなかったダム周辺地形のサイトエフェクトを再現することが出来た。また、再現されたひずみの分布は、遮水壁の損傷箇所と一致した。これより長周期地震動を想定したダムの振動性状解析における周辺地形の適用範囲の重要性を示すことができた。

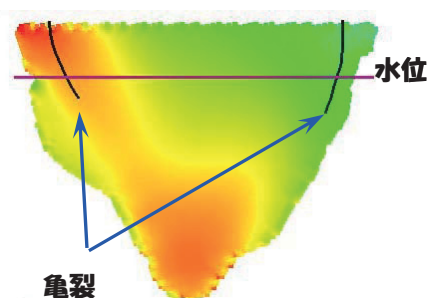


図 5 遮水壁の挙動