

## 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）  
技術統括部 技術開発センター  
設備基盤技術グループ  
土居 賢彦



### ◆目的・成果

#### 目的

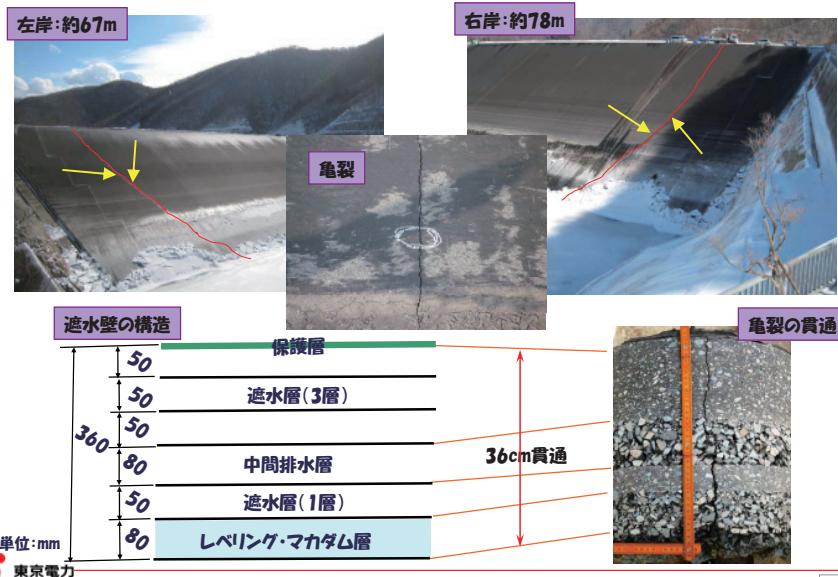
- 平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震で被災したハッタダムアスファルト表面遮水壁の損傷発生原因を究明するために、遮水壁の地震時挙動を明らかにする。

※アスファルト表面遮水壁=以後、遮水壁と省略

#### 成果

- 遮水壁の地震時挙動を把握できた。

### ◆ハッタダム遮水壁の損傷状況



### ◆遮水壁の損傷原因の究明 一解析からのアプローチと力学試験一

遮水壁の破壊は、材料性状のみでは把握不可 → 設備全体挙動からアプローチが必要

- ◆地球シミュレータ(以下、ES2)で全体系(大規模)を解析  
・ダムと遮水壁の挙動を把握

- ◆モデル化した構造  
・ダム(堤体と遮水壁)  
・ダム周辺地形と地盤(大規模→中規模)

- ◆ES2の解析結果(大規模=中規模)  
・遮水壁の詳細な挙動を把握

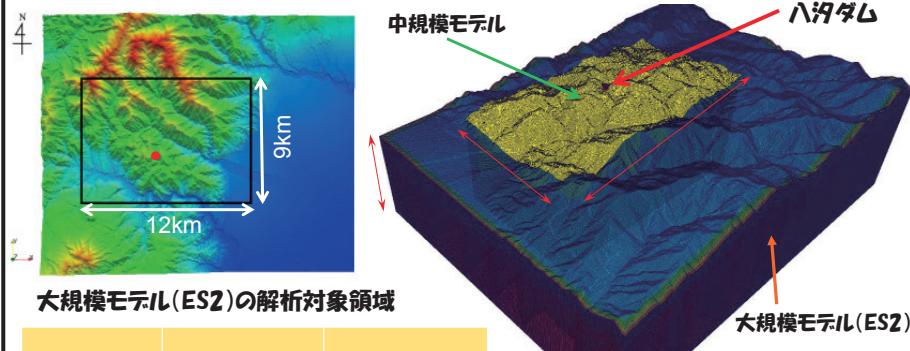
- ◆モデルをより詳細化(中規模)  
遮水壁: 亀裂発生位置(平面的な位置)  
亀裂の進行(亀裂の成長方向等)

- ◆温度変化挙動の解析  
・遮水壁の低温時の挙動を把握

- ◆遮水壁の地震時挙動を把握

- ◆遮水壁の材料性状から損傷原因を究明(力学試験)

## ◆大規模モデル（ES2）と中規模モデル



大規模モデル(ES2)の解析対象領域

	大規模モデル(ES2)	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

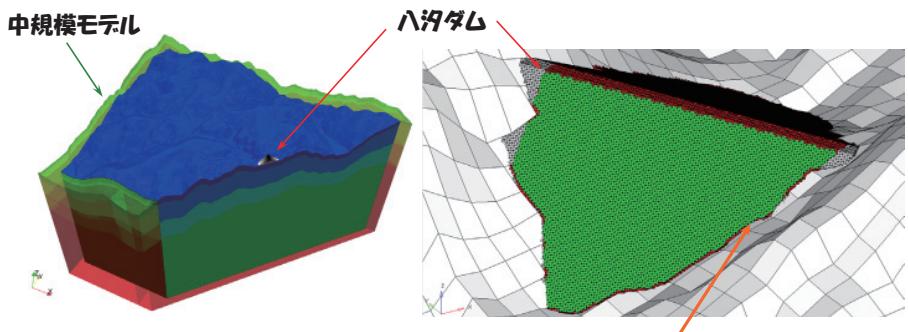
- 解析の有効規模を求めるため、  
・大規模モデル(ES2)  
・中規模モデル  
の2種類のモデルを作成

※大規模並列計算及びカスタマイズが可能なFrontISTRを解析ツールとして使用



東京電力

## ◆中規模モデル 一堤体と周辺地盤のモデルサイズ



<堤体(遮水壁)を詳細化>  
堤体と周辺地盤の界面を多点拘束  
(Multiple Point Constraints = MPC)  
を使用して結合し、20m程度のメッシュ  
で堤体周辺領域を効率良くモデル化し  
つつ、堤体で詳細な解析が可能なモ  
デルを作成

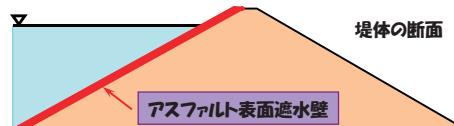
	堤体と遮水壁	中規模モデル
要素サイズ	2m	20m
節点数	8.7万	308万
要素数	42万	300万



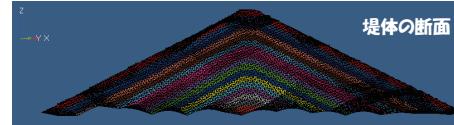
地球シミュレータ産業利用シンポジウム2013 2013.10.10

5

## ◆解析モデルの基本データ 一遮水壁と堤体一



- 遮水壁の弾性係数等は、遮水壁より採取した遮水材料に力学試験を実施して  
その結果を入力した。



- 堤体のモデル化は、段階的に変化する材料物性値を与えるために18分割し  
堤体の表面からの深さ方向に5m刻みで物性値を澤田の式 [1]に基づいて  
入力した。

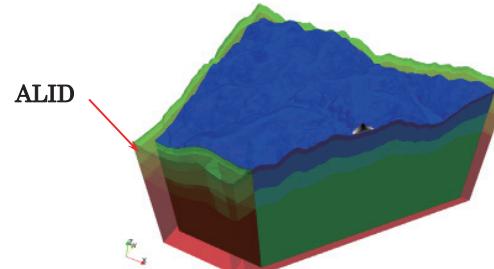
\* [1]:澤田・高橋・桜井・矢島、"ロックフィルダムの物性値分布特性および堤体の動的特性"  
電力中央研究所調査報告、1977.



東京電力

地球シミュレータ産業利用シンポジウム2013 2013.10.10

## ◆解析モデルの基本データ 一境界条件と入力地震動一

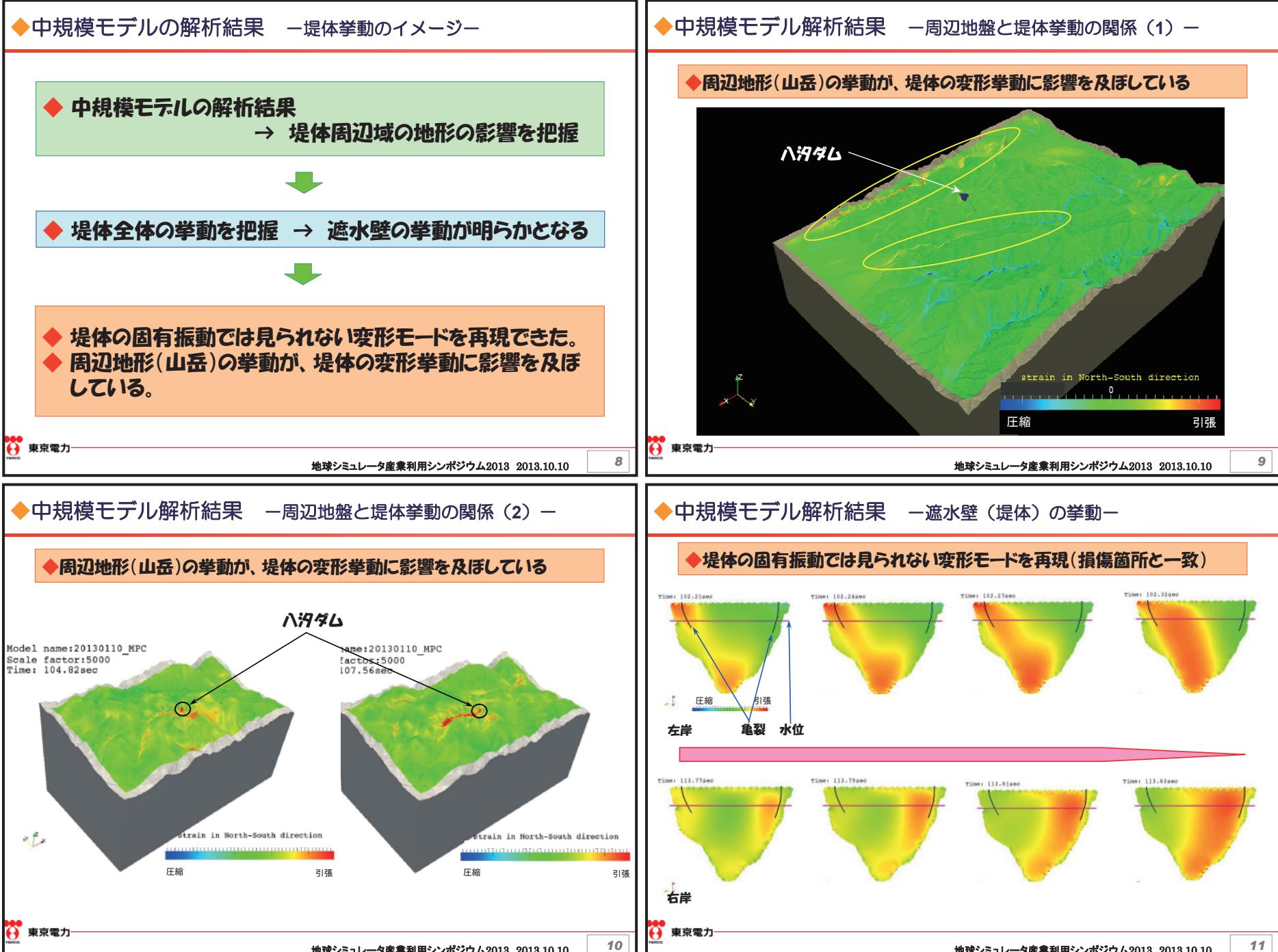


- 解析モデル内の反射波の影響を消去するためにALID(Absorbing Layer Increasing Damping)を使用した。
- ALIDの外側の領域は静止しているとし、ALIDの外側の節点は全方向拘束条件を  
与えた。
- 入力地震動としては、KIK-net のTCGH17における地下100mに設置された  
地震計の加速度を使用した(ハサダムとの距離、約15km)。



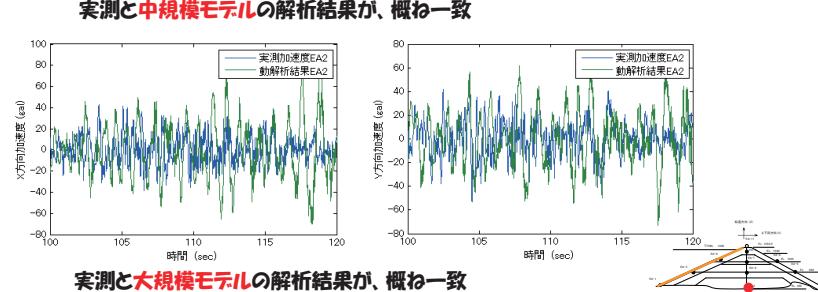
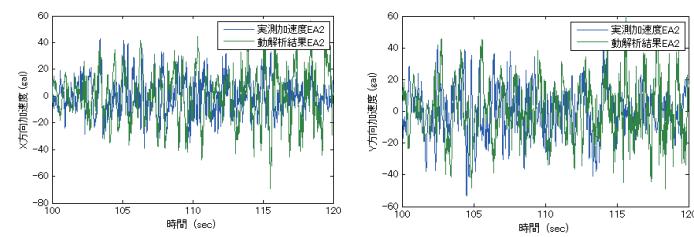
地球シミュレータ産業利用シンポジウム2013 2013.10.10

7



## ◆大規模・中規模モデルの各解析結果 一解析結果の整合(1) -

- 実測と解析結果が概ね一致 → 遮水壁の挙動を再現できた

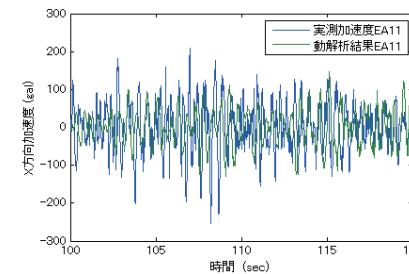
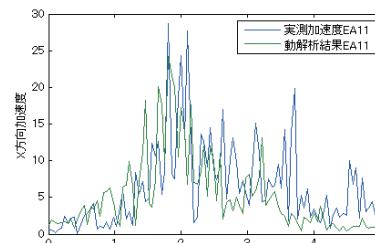


東京電力

地球シミュレータ産業利用シンポジウム2013 2013.10.10

## ◆中規模モデルの解析結果 一解析結果の整合(2) -

- 実測と解析結果が、概ね一致 → 遮水壁の挙動を再現できた。



東京電力

地球シミュレータ産業利用シンポジウム2013 2013.10.10

13

## ◆まとめ

- 遮水壁(堤体)の変形モードを再現できた
  - 堤体単体等の狭い領域の解析では得られなかった  
遮水壁の変形挙動が把握できた。
  - 遮水壁材料(アスファルト混合物)から、損傷発生要因  
を追求するための、遮水壁の挙動が把握できた。
- ダム周辺領域の地形が、地震時のダム挙動に影響を与える
  - ダム周辺領域を広範囲に設定することで、ダム単体の  
解析モデルでは起こりえない、ひずみ等の分布を得る  
ことができた。

東京電力

地球シミュレータ産業利用シンポジウム2013 2013.10.10

## ◆産業戦略プログラムを利用して

- 独立行政法人海洋研究開発機構の関係者の方々には、  
大変、お世話になりました。
- ①ParaViewによる、リモートレンダリング設定及び  
②FrontISTRのCG法のES2用最適化に関して、廣川様に  
は丁寧な対応をしていただきました。  
その結果、
  - ①遠隔地からのES2利用の利便性向上、計算結果の  
データ転送の最小限化が図れました。
  - ②平成25年度は最適化されたコードが使用可能とな  
りました(トライアルユースの2年目)。  
記して感謝申し上げます。

東京電力

地球シミュレータ産業利用シンポジウム2013 2013.10.10

15