

特定原子力施設監視・評価検討会
(第111回)
資料5-3

特定原子力施設監視・評価検討会 コメント回答

地盤モデルの妥当性について



2024年2月19日

東京電力ホールディングス株式会社

検討会	指摘事項	回答内容
第99回特定 原子力施設 監視・評価 検討会： 2022年4月 18日	3.16地震は、検討用地震動の半分（S d）を超える可能性があることから、設備の健全性及び建屋の劣化状況等の評価に加え、解放基盤表面の地震動や地盤応答の増幅特性などを分析・評価し、現在設計で用いている地震動・ 地盤モデル 等の 妥当性を検証すること （規制庁）。	第99回検討会において、3.16地震に対して、耐震壁のせん断ひずみは、耐震壁の評価基準値に対して十分余裕があることを確認したことを説明した。
		第100回検討会において、北地点の観測記録を用い、はぎとり解析用の地盤モデルを逆解析によって同定し、3.11記録を用いて作った同地盤モデルと比較しほぼ同等であることから、これまでののはぎとり波の設定について妥当であることを説明した。
		本資料により、地盤モデルの妥当性の検証について回答する。

1. 検討の目的・概要

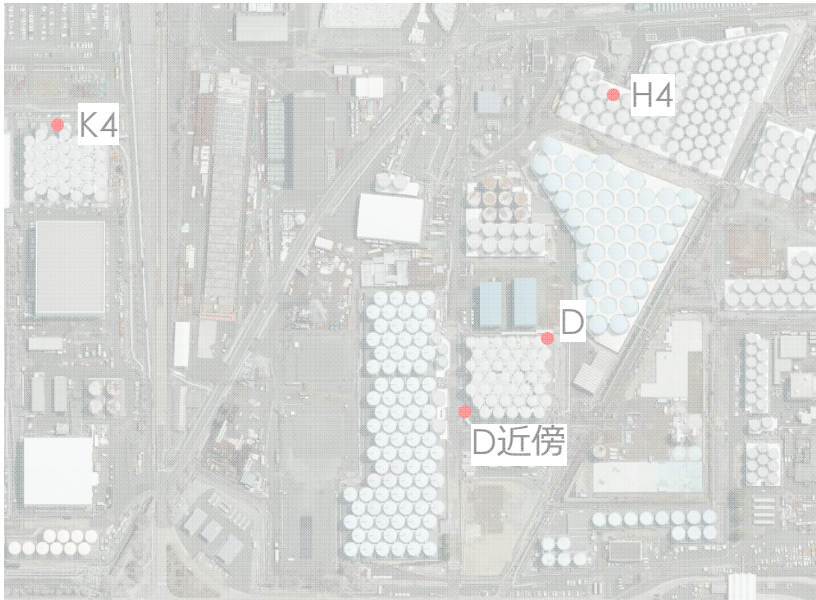
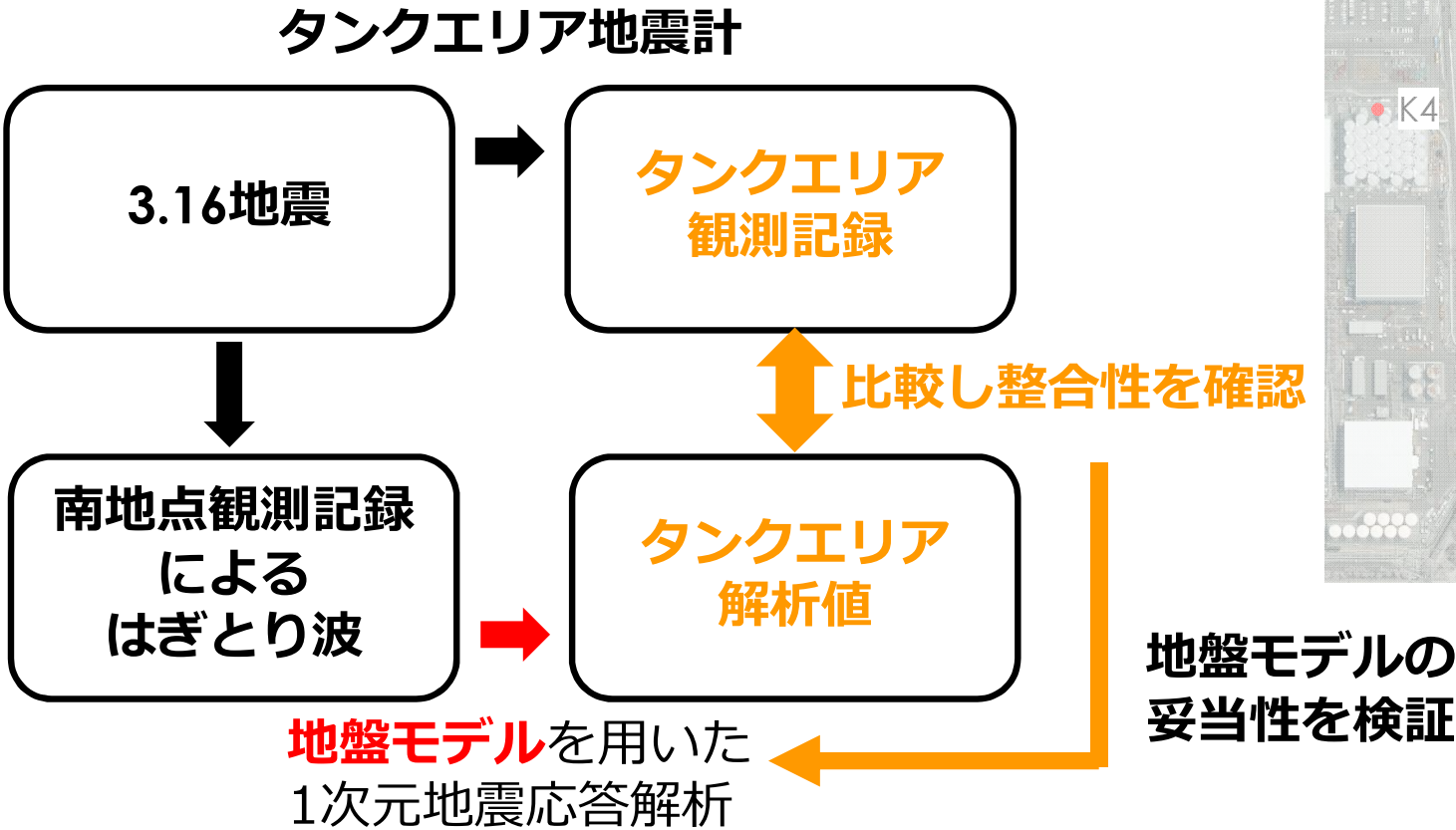
- 特定原子力施設監視・評価検討会（第99回会合）において、会議資料中の2.13地震、3.16地震における解放基盤面標高付近の地震観測記録（最大加速度）と弾性設計用地震動Sdの関係について、以下のコメントを受けた。

「～もともとの地震動、解放基盤表面での地震動の設計で使っている地震動の妥当性、解放基盤表面から地表面まで持ち上げてくる地盤モデルの妥当性を、今回の地震を分析・評価し、設計の地震動に対する影響も含めて、検討する必要がある。」

- 本検討は上記のコメントを受け、Dエリア^{※1}の地震観測記録を用いて、耐震重要施設の耐震評価^{※2}における中長期的な知見拡充として、地盤モデルの妥当性および設計用地震動への影響を検討する。

- ※ 1.処理水等を貯留するタンクの耐震設計は静的地震力を設計用地震動として行われるため地盤モデルは使用しないが、Dエリアにおいては2.13地震および3.16地震時の地表面加速度を観測しており、タンクの滑動量が大きいエリアとして監視・評価検討会にて議論されてきたことから、Dエリアの地震観測記録と地盤モデルを例に本検討を行う。
- ※ 2.Sクラス施設等の耐震重要施設においては、建屋-地盤の連成解析モデルによる地震応答解析の結果により耐震評価を行う。

2. これまでの検討結果



- ▶ タンクエリアの地盤モデルについて、2022.3.16地震の地震計観測記録と、3.16地震のはざとり波による1次元地震応答解析で算出したタンクエリアの地表面加速度（解析値）を比較することにより、地震応答解析に使用した地盤モデルの妥当性の検証を行った。

2. これまでの検討結果

2.1. Dエリア②地震計*

*Dエリア①地震計の観測値は、地震計の設置方法が悪く、雨水カバーが接触した影響で正確な地震計データが得られていない。

水平方向：

- 加速度応答スペクトルのピークの周期は解析値と観測記録で0.1~0.2sでほぼ一致。特にNS方向加速度は第2ピークの周期も一致。

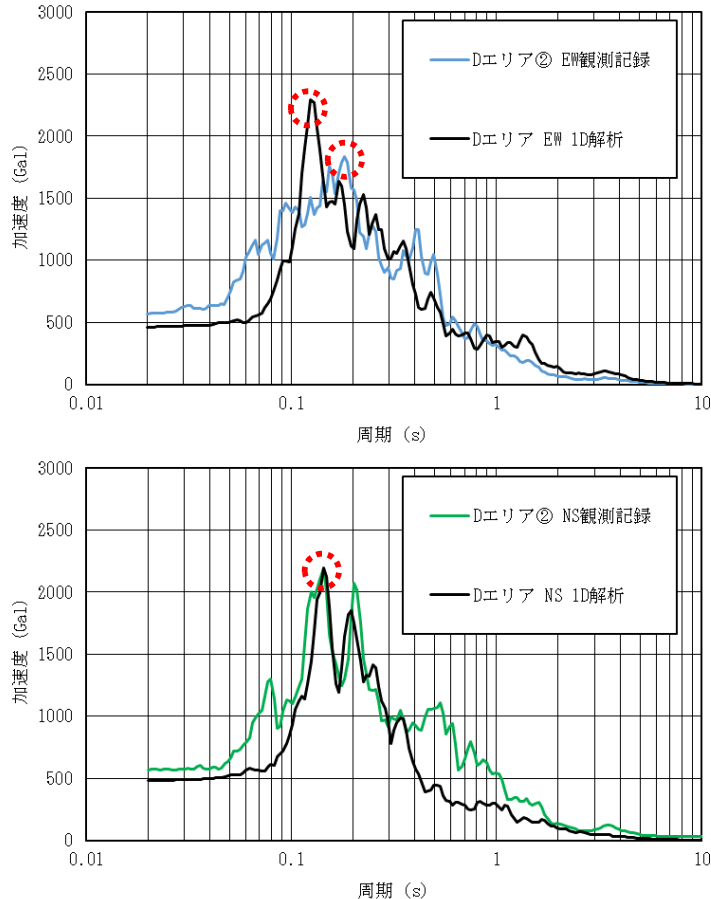


図 加速度応答スペクトルの比較(水平方向, h=0.05)

鉛直方向：

- 加速度応答スペクトルのピークの周期が、解析値 (0.1s) と観測記録 (0.04s, 0.08s) で異なる。振幅も異なる。

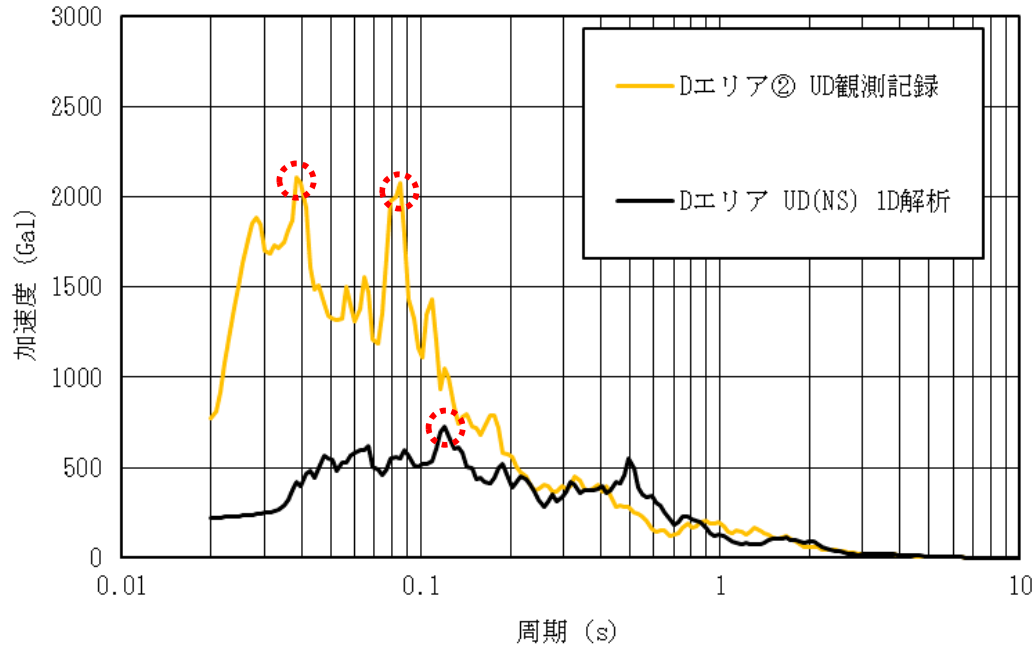


図 加速度応答スペクトルの比較(鉛直方向, h=0.05)

2. これまでの検討結果

2.2.Dエリア近傍①地震計（タンクエリアの基礎・堰の外側）

水平方向：

- 加速度応答スペクトルのピークの周期は解析値と観測記録で0.1~0.2sでほぼ一致。特にNS方向加速度は第2ピークの周期も一致。

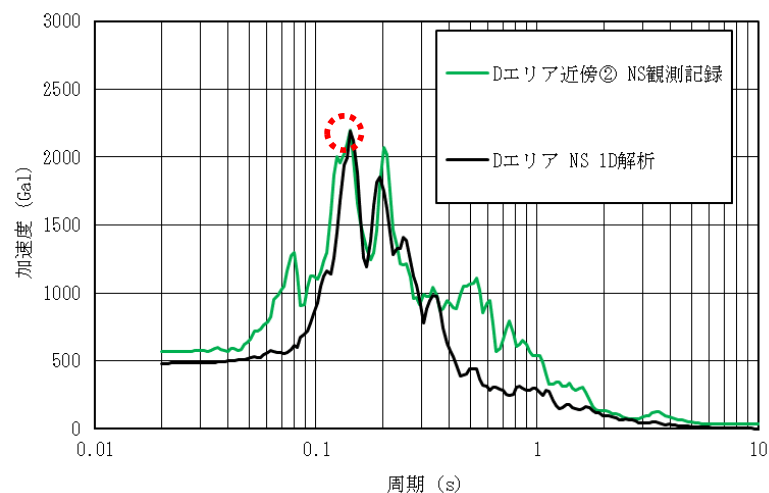
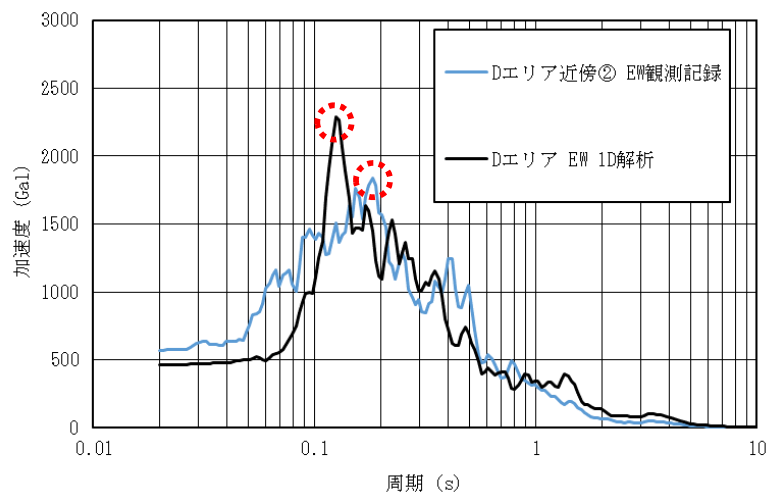


図 加速度応答スペクトルの比較(水平方向, h=0.05)

鉛直方向：

- 加速度応答スペクトルのピークの周期が、解析（0.1s）と観測（0.05s）で異なる。振幅も異なる。

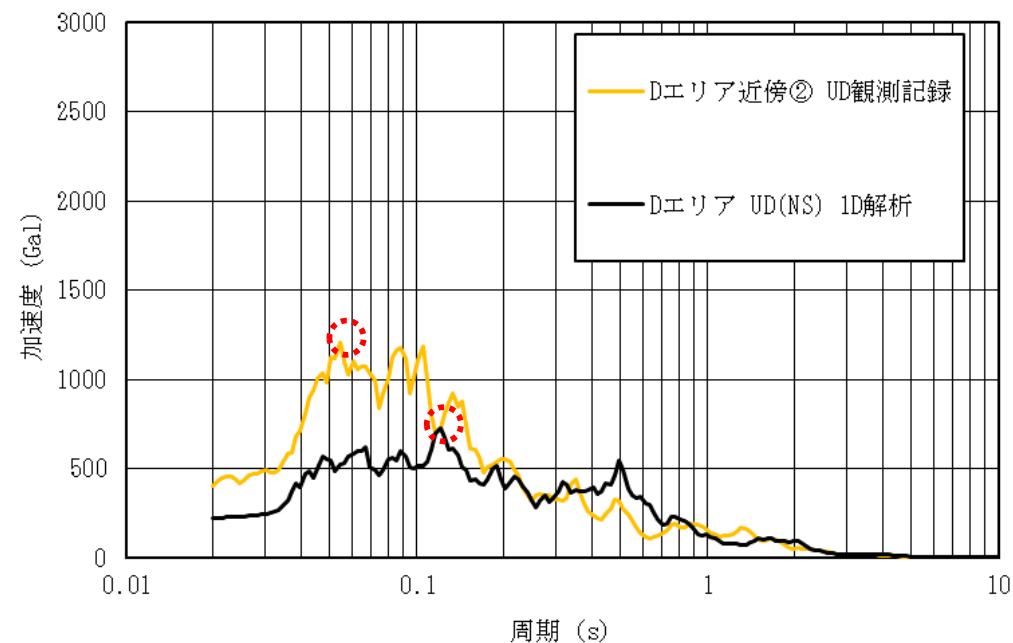


図 加速度応答スペクトルの比較(鉛直方向, h=0.05)

2. これまでの検討結果

2.3. H4北エリア①地震計

水平方向：

- 加速度応答スペクトルのピークの周期が，解析値（EW：0.2s，NS：0.2s）と観測記録（EW：0.1s，NS：0.4s）で異なる。NS方向加速度は振幅も異なる。

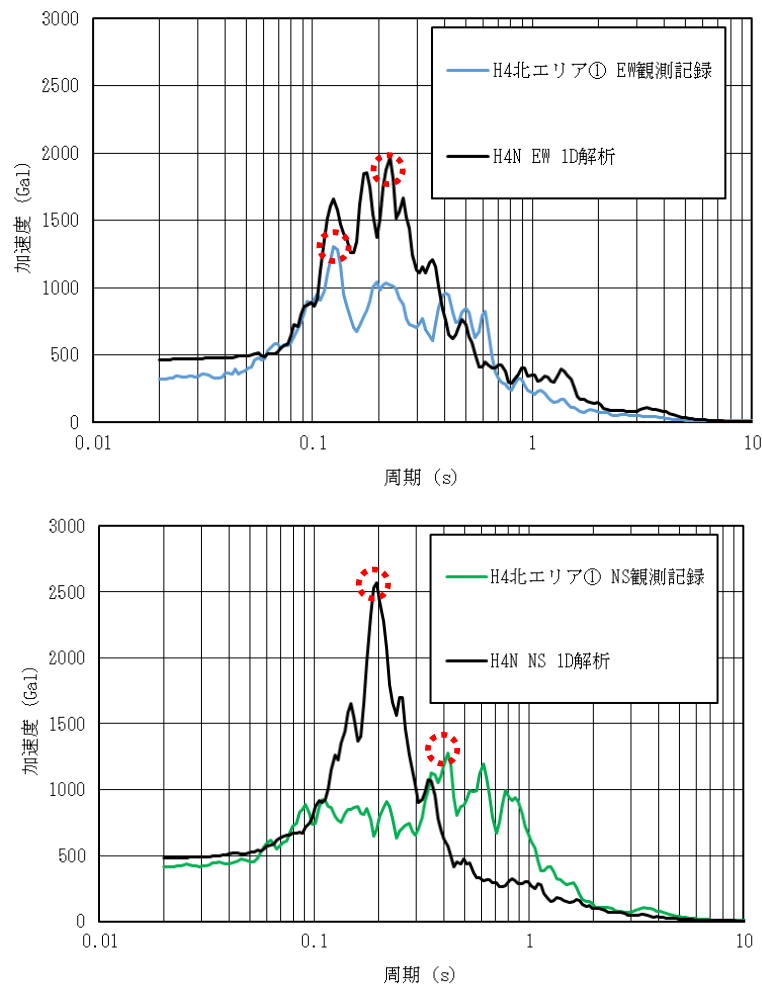


図 加速度応答スペクトルの比較(水平方向, h=0.05)

鉛直方向：

- 加速度応答スペクトルのピークの周期が，解析値（0.1s）と観測記録（0.07s）で異なる。振幅も異なる。

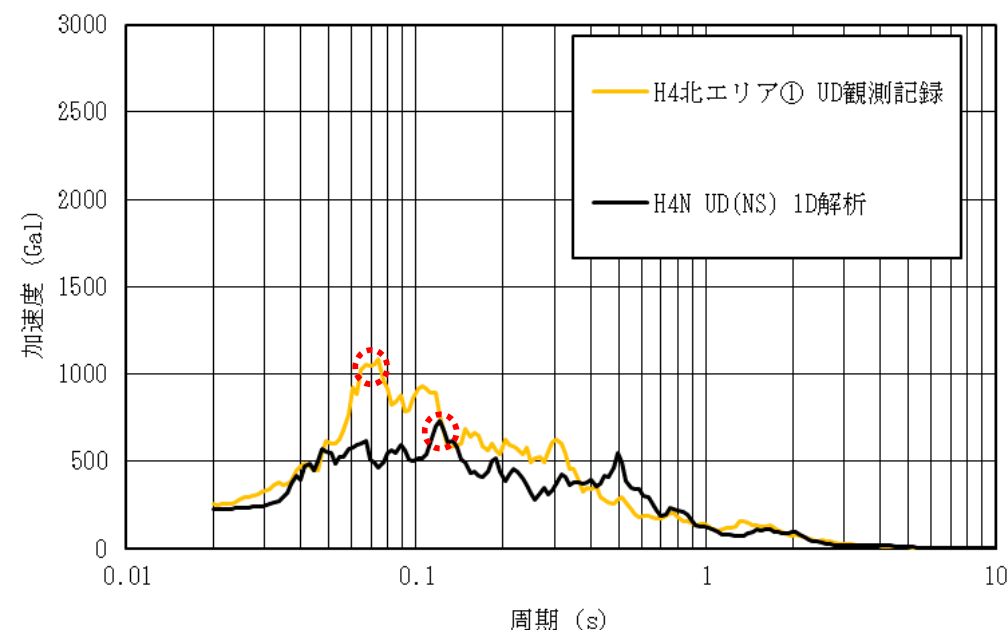
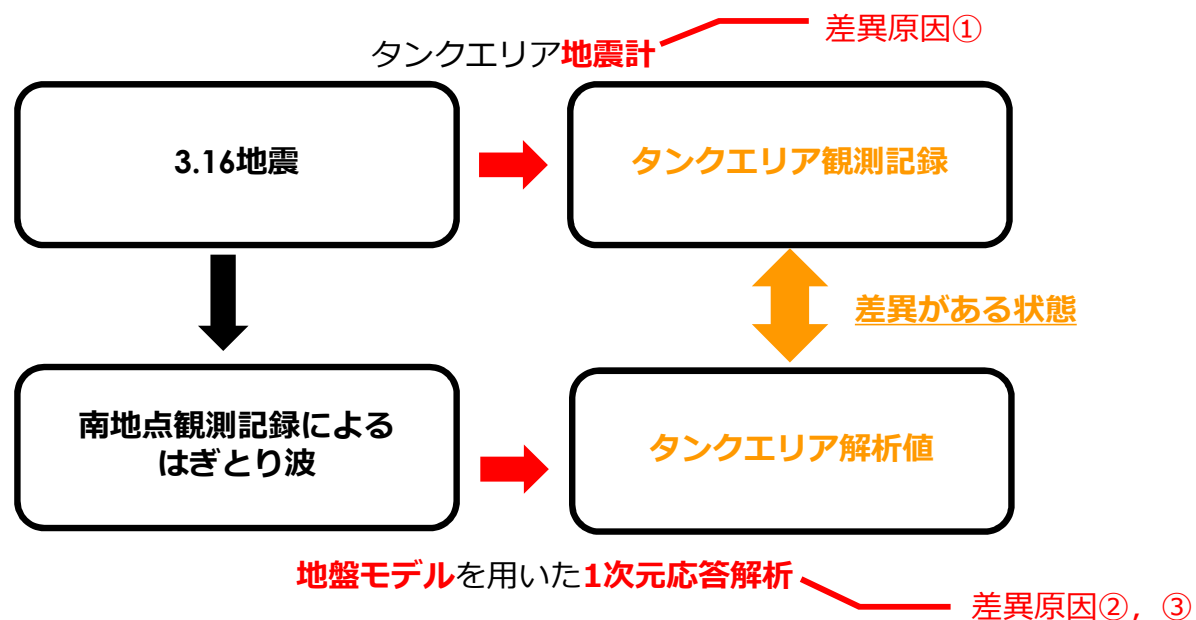


図 加速度応答スペクトルの比較(鉛直方向, h=0.05)

2. これまでの検討結果

2.4.まとめ

- 地震計により、水平方向および鉛直方向の加速度応答スペクトルの解析値と観測記録に差異が認められる。
- 差異の原因は、①地震計の設置不具合、あるいは②地盤モデルが実地盤と異なることが考えられるが、現時点で主原因がどちらか、あるいは両方かの判断はできない。
- 1次元地震応答解析では、水平・鉛直地震動の同時入力ができないこと、解析モデルにタンク等の地上構造物の重量を考慮できないこと（③1次元解析の限界）が原因の可能性も考えられる。



2.5.今後の検討方針

- 3.16地震時の地震計においては、設置方法の不具合が確認されており、今後、再設置した地震計の観測記録を用いることにより、差異原因①を排除した地盤モデルの妥当性の検討を行う。

3. 今後の検討計画

今後、引き続き、以下の2段階の検討を行う。

差異原因①の検討→参考1

Dエリア地震計再設置後の地震観測記録を用いた検討を行う。

- 3.16地震時の地震計は、設置状況の不具合が確認されていることから、3.16地震後に再設置した地震計の観測記録を使用して、地盤モデルの妥当性を検討する。
- 上記の検討において、1次元解析による解析値が観測記録を再現できない場合は、その結果により2次元解析の適用を志向する（差異原因③の検討）

地盤モデルの妥当性を確認できない場合

差異原因②の検討→参考2

Dエリアのボーリング調査による検討を行う

- 現在の地盤モデルは、設置許可申請時のボーリング調査結果反映した地質図による地質層序と速度構造により設定している。
- 新たにDエリア直下地盤のボーリング調査・地盤調査を行い、Dエリアの修正地盤モデルを作成し、現在の地盤モデルと比較することにより、地盤モデルの妥当性を検討する。

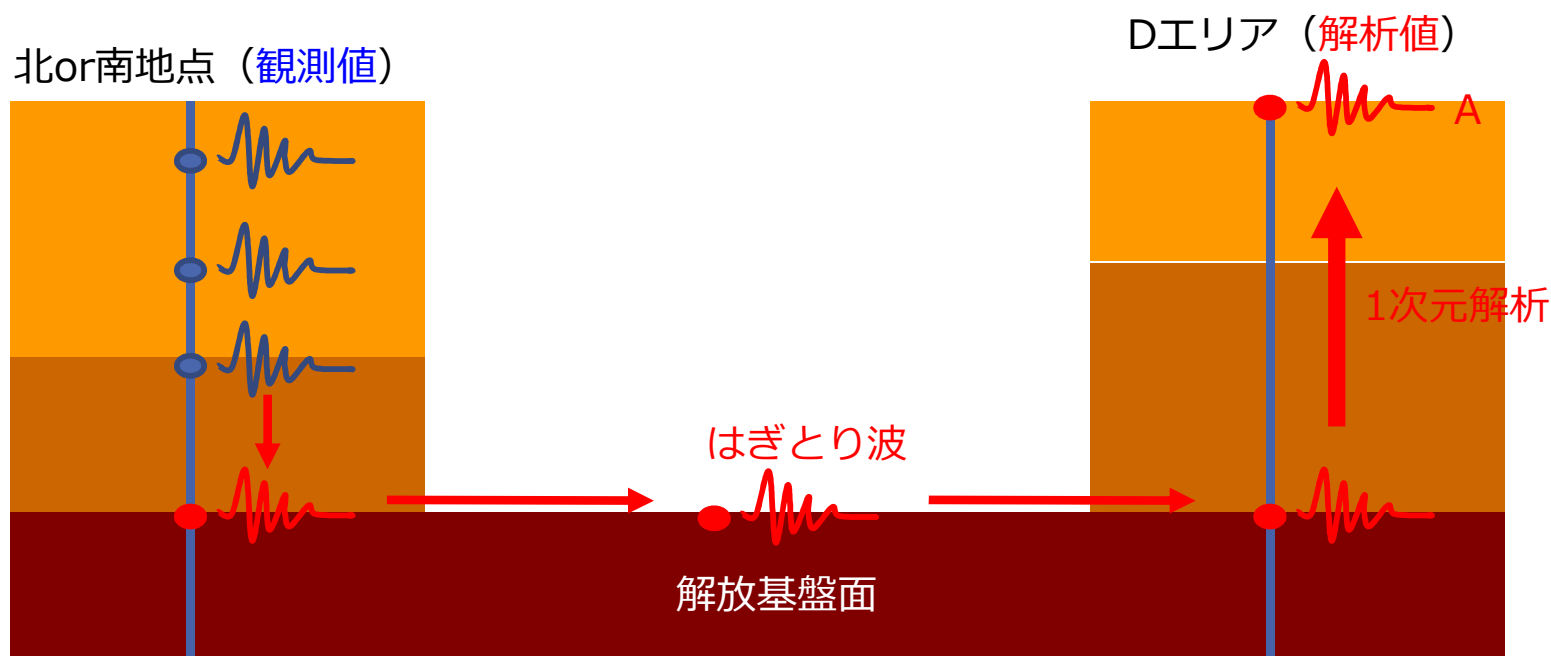
参考1) 新たに設置した地震計による検討 (1/2)

1. 新地震計の観測記録から解放基盤面におけるはぎとり波を作成

Dエリアの**新地震計設置後の地震**, 例えば2022.10.21地震 (DエリアEW方向最大加速度234gal) の北or南地点の地震計観測記録より, **はぎとり波 (解放基盤面)** を作成。

2. はぎとり波によるDエリア地盤の地震応答解析 (1次元解析)

Dエリア地盤モデルの解放基盤面標高にはぎとり波を入力地震動として入力し, **地表面の加速度A**を得る。



参考1) 新たに設置した地震計による検討 (2/2)

3. 解析値と観測記録の比較による地盤モデルの妥当性検証

解析値AとDエリア地震計の観測記録を比較することにより、地盤モデルの妥当性を検証する。

- ① 解析値Aと観測記録が一致※ → Dエリアの地盤モデルは妥当 → END
- ② 解析値Aと観測記録が異なる → 地盤モデルが妥当でない可能性 → 「4.」へ

※解析結果が観測記録を上回る場合も含む

4. 2次元地震応答解析による地盤モデルの妥当性検証

2次元解析モデルを使用することにより、①水平・鉛直地震動の同時入力、②地上構造物重量の考慮、を行い、Dエリア地表の加速度（解析値B）を求める。

解析値BとDエリア地震計の観測データを比較することにより、地盤モデルの妥当性を検証する。

- ① 解析値Bと観測記録が一致※ → Dエリアの地盤モデルは妥当 → END
- ② 解析値Bと観測記録が異なる → 地盤モデルが妥当でない可能性 → 「参考2)」へ

※解析結果が観測記録を上回る場合も含む

参考2) ボーリング調査による検討 (1/2)

「参考1) 新たに設置した地震計による検討」により、解析値と観測記録に差異がある場合に、直接、Dエリアの地質層序、地盤物性（速度構造）をボーリング調査、原位置試験などで求め、現在の地盤モデルの妥当性を検証する。

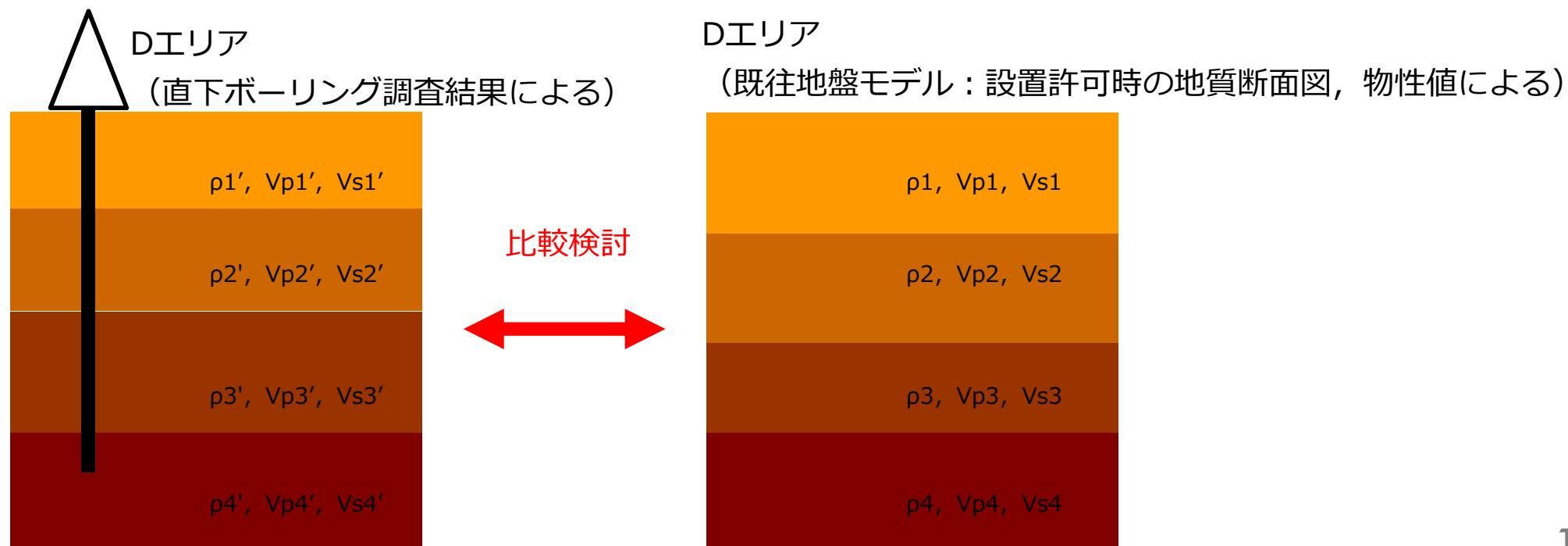
1. ボーリング調査・PS検層を実施

Dエリアでボーリング調査・PS検層を行い、地質層序と速度構造を求める。

2. 地盤モデルとボーリング調査結果を比較し地盤モデルの妥当性を検証

既往地盤モデルとボーリング調査結果を比較することにより、地盤モデルの妥当性を検証する。

- ① 既往地盤モデルとボーリング調査結果が一致 → 既往地盤モデルは妥当 → END
- ② 既往地盤モデルとボーリング調査結果が異なる → 「3.」へ



参考2) ボーリング調査による検討 (2/2)

3. ボーリング調査結果地盤モデルによる地震応答解析を実施

ボーリング調査結果による地盤モデルで、10.21地震のDエリア地震計観測記録の再現解析を実施し、Dエリア地表の加速度Cを得る。

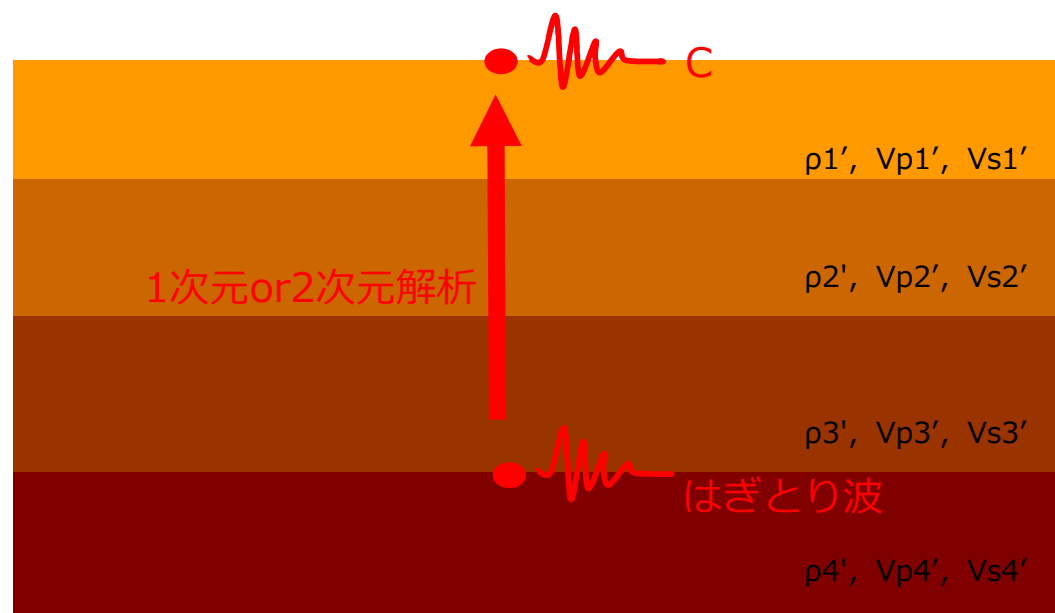
4. 解析値と観測記録の比較による地盤モデルの妥当性検証

解析値Cと観測記録を比較し、調査結果地盤モデルの妥当性を検証する。

- ① 解析値Cと観測記録が一致※ → Dエリアの調査結果地盤モデルは妥当 → END
- ② 解析値Cと観測記録が異なる → (解析の限界 or 地震計の限界) → さらなる検討

※解析結果が観測記録を上回る場合も含む

Dエリア (ボーリング調査地盤モデル)



福島第一原子力発電所 タンクエリア地震計の 設置場所変更後の試運用開始について

< 参 考 資 料 >
2 0 2 2 年 9 月 1 日
東京電力ホールディングス株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー

- 2021.2.13に発生した福島県沖地震により、タンクの滑動（タンク損傷防止の観点から、強い地震動でも力を逃がすためにタンクを基礎固定せずに滑り動くこと）が確認されたことから、滑動基数等が特異であったタンクエリアとその他のタンクエリアの地震動の比較などを目的に地震計を計4箇所（H4、K4、D、Dエリア外）に設置しています。
- 設置位置については、検討した際に内堰の堰内容量や実施計画変更に関わること、早期設置の必要性の観点等から、タンクが設置されている内堰基礎部ではなく、内堰外側面に設置しておりました。
- そのため、設置位置を再検討し、移設する予定としていました。
- この度、H4、K4、Dエリアの地震計について、より適切な位置である、堰内への移設が2022.8.31に完了し、同日から試運用を開始しています。



内堰外側に設置時



内堰基礎部に設置後