

I-138

境界要素法による岩盤空洞の斜め入射地震応答解析

大成建設(株) 正会員 坂下克之 立石 章

1. はじめに

現在成立性の検討が進められている地下式原子力発電所の岩盤空洞は、従来の岩盤空洞に比べより高い耐震性が要求される。また、空洞の大規模化、各種形状の存在、複数空洞の隣接などの理由により、地震時の空洞安定性評価におけるいくつかの課題が挙げられている。前年、筆者等は2次元および3次元BEMによる単一横型空洞の鉛直入射の地震応答解析を行い、2次元解析の適用性を確認した¹⁾。既往の検討においても、地震動の入射は鉛直のみのものが多いが、近距離地震等を想定した場合、地震動の斜め入射を考慮した検討が必要になる場合があると考えられる。そこで、今回は地震動の斜め入射時の空洞の地震時挙動を調べることを目的として、単一横型空洞を対象として3次元BEMによる地震応答解析を実施したので報告する。

2. 解析条件

解析対象空洞は地下式原子力発電所の横型原子炉空洞(PWR型)の平均的な形状^{2) 3)}を想定する。空洞は素掘り状態、地表面形状は平坦とする。地盤物性値は地下式原子力発電所の既往の検討における岩盤の平均的な値⁴⁾とする。入力地震動はエルセントロ波(NS成分)を最大加速度150Galに規準化して空洞底面位置で上昇するせん断波として設定する。震動方向は横断面方向とし、入射角度を横断面内で0°、15°、30°と変化させる。図1に3次元BEM解析モデルおよび解析条件の概要を示す。

3. 解析結果

空洞の地震時挙動を中央部横断面における最大加速度分布と空洞の変位により評価した。また、空洞のない場合の解析も行って比較の対象とした。

(1) 最大加速度分布

図2に空洞の最大加速度分布を示す。

水平成分をみると、空洞のある場合、ない場合とも入射角が0°と15°のケースは有意な差はなく、入射角30°のケースは0°および15°のケースの1.2~1.3倍程度の値となっている。空洞のある場合とない場合とを比較すると3ケースとも空洞側面ではほ

とんど一致し、空洞上面では空洞がある場合の方がわずかに大きく、底面ではその逆になっている。

鉛直成分をみると、空洞のある場合、ない場合とも入射角が大きいくほど応答値が大きく、空洞がある場合、左の側面で、入射角15°、30°は入射角0°のそれぞれ2倍、2.5倍程度になっている。入射角15°および30°のケースでは、空洞のない場合の応答値と比較すると、地震動の入射する側では大きく、反対側では小さい。これは、入射側では空洞壁面による一種の入射波動の反射が起こり、反対側に到達しにくいためと考えられる。

(2) 空洞の変形

図3に空洞上下端最大相対変位発生時の空洞の変位図を示す。入射角0°のときは、空洞の変形はせん断変形のみであるが、入射角が大きくなるにしたがい鉛直・水平方向の伸縮が生じるようになる。各ケースとも空洞の変形は、空洞のない場合のその位置の変形を相似的に拡大するような形状となっていて、これは空洞の存在により空洞位置のせん断および伸縮変形が増幅されたためであると考えられる。

4. まとめ

地震動の斜め入射時の空洞の地震時挙動を調べることを目的として、単一横型空洞を対象として3次元BEMによる地震応答解析を実施した。検討の結果、以下の知見が得られた。

- ・空洞の加速度は入射角が大きいくほど大きく、入射角30°のケースを0°と比較すると空洞側面の水平加速度で1.3倍、鉛直加速度で2.5倍程度となる。

- ・斜め入射の場合、鉛直加速度は、地震動の入射する側の空洞壁面の方が反対側よりも大きくなる。これは、空洞壁面による入射波動の反射の結果であると思われる。

- ・空洞の変形は入射角が0°のときはせん断変形のみであるが、入射角が大きくなるにしたがい鉛直・水平方向の伸縮変形が生じるようになる。

- ・入射角によらず、空洞の変形は、空洞がない場合にその位置に生じる変形を相似的に拡大するような形状となる。

今後は、地表面形状の影響、複数空洞の3次元的配置などを課題として、地震時挙動の評価を検討していくとともに、常時応力との重ね合わせを考慮した地震時安定性についても検討していきたい。

参考文献

- 1) 坂下・立石；境界要素法による模型岩盤空洞の3次元地震応答解析、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集 第1部、pp.1478～1479、1992。
- 2) 電力土木技術協会編；電力施設地下構造物の設計と施工、pp.955～1037、1986。
- 3) 日比野 他；地下式原子力発電所の施工・保守点検性、電力中央研究所報告、U16、1990。
- 4) 日比野 他；地下式原子力発電所の立地調査技術、電力中央研究所報告、U01、1987。

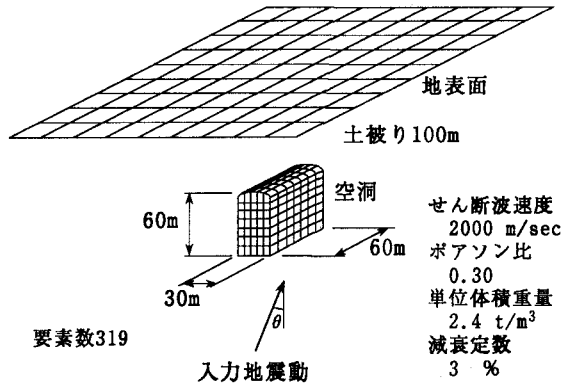


図1 解析条件および3次元BEM解析モデル

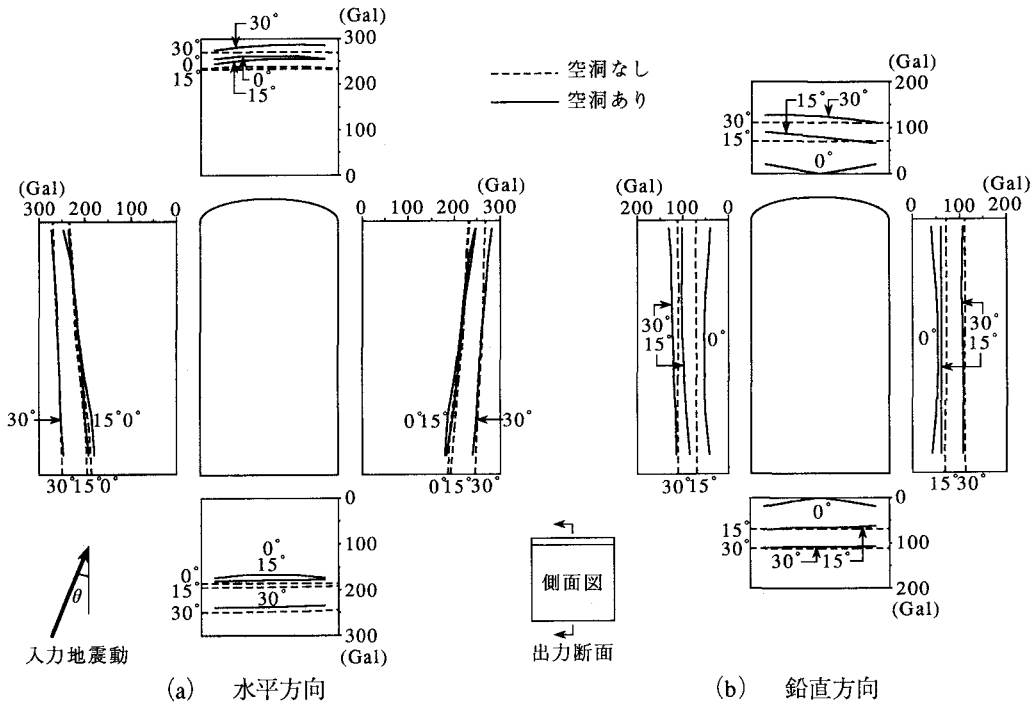


図2 空洞の最大加速度分布

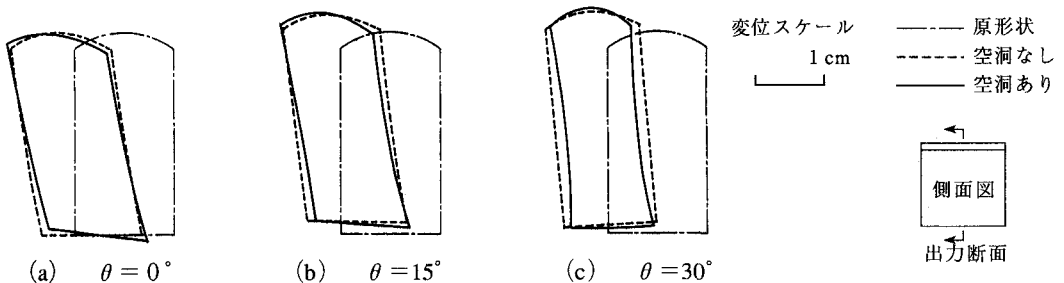


図3 空洞上下端最大相対変位発生時の空洞の変位