

日本原燃液状化解析との比較について

1. 日本原燃におけるモデル化の考え方

日本原燃の液状化検討の対象は、改良土地盤および杭に支持されたエアフィンクーラーの基礎および上部構造（飛来物防護ネット架構）である。

これをモデル化するにあたり、エアフィンクーラーおよび飛来物防護ネット架構の下部の改良地盤と周辺の埋め戻し土をモデル化し、これに上部構造物を付加した2次元FEM解析モデルを構築している。

周辺の埋め戻し土については、FLIPによる液状化解析を用いた有効応力解析結果と全応力解析結果の両方を考慮している。

「設計モデルの妥当性・保守性の検討」として、柏崎刈羽原子力発電所護岸付近の解析モデルとの比較を実施している。

その結果、両者の考え方に齟齬がないことを確認し、さらにエアフィンクーラー設置地点の周辺地盤の地盤状況を詳細にモデル化した検証用モデルとの比較により、構造物の応答を保守的に評価できることを確認している。

これに対して、リサイクル燃料貯蔵の液状化解析は、地山（自然地盤）を対象としており、地盤の成層構造が概ね水平とみなすことができることから、地盤を一次元モデルでモデル化して、地盤の状況をFLIPで解析し、間隙水圧の上昇による液状化の判定を行っている。

2. 設計モデルの妥当性検証

上記のように、日本原燃における検討は地盤と構造物が一体となったモデルであることから、構造物の応答への影響として、以下のようなモデルの妥当性について検討している。

- a. メッシュサイズ（2次元FEMメッシュと V_s 、振動数の関係）
- b. FEMのモデル化範囲（地盤改良範囲のモデル化）
- c. 上部構造を1軸モデルでモデル化することの妥当性
- d. 薄い粗粒左岸のはさみ層の影響
- e. 建屋モデル化の妥当性（マット剛梁仮定の妥当性）
- f. 地盤の状態変化（液状化から非液状化での剛性変化）の建屋応答への影響

これに対して、リサイクル燃料貯蔵の解析は、地盤の液状化判定を目的とすることから、一次元のFLIPによる解析を実施しているため、上記のような影響の検討は該当する項目が無い。

3. 有効応力解析の適用性

上記のように、日本原燃と当社では解析目的が異なることから、モデル化の考え方は異なるものの、共通する部分について検証を行うこととした。

a. FLIP 研究会の示す事例との比較

日本原燃では既往の液状化判定例を参照して、液状化強度曲の状況に応じて FLIP が適用範囲にあるかを判断している。ちなみに日本原燃の液状化抵抗のせん断応力比 (τ/σ) は繰り返し応力の応力載荷の回数に応じて徐々に低下し 0.2~0.4 の範囲である。これを参考に FLIP による解析のフィッティングを実施している。

これに対してリサイクル燃料貯蔵の地盤においては、原地盤から試料を採取して液状化抵抗に関する試験を実施しており、試験体のひずみが 5% を超える値として求めた液状化抵抗のせん断応力比 (τ/σ) が 1.0~1.2 の範囲である。実験では過剰間隙水圧比が 1.0 を超えることはなく、せん断ひずみも急激に増大することもないため、ひずみが 5% に達した状態でも、いわゆる液状化を起こした状態とは考えにくい。

室内試験の結果から、液状化は発生しないと考えられるが、FL 値の確認に加えて念のため間隙水圧の上昇の把握を目的に解析を実施している。

b. 液状化対象層の地盤物性値の比較

日本原燃の検討では、柏崎 7 号機の護岸周辺の物性との比較を行い、試験方法などに差異がないことを確認している。

日本原燃や柏崎 7 号機の地盤は液状化が相対的に発生しやすい緩い砂地盤であるのに対し、リサイクル燃料貯蔵の地盤においては、上記の実験結果のように液状化抵抗が高く、相対的に液状化が起こりにくい地盤である。

しかしながら、地盤物性の設定方法は主として現地の地盤調査結果をもとに設定していることに差異はない。

4. 適用する地震動の適切性

日本原燃では、地盤の液状化など地盤物性の変化が上部構造の応答に与える影響を考慮して検討地震動を選定するとの考え方を取っている。

これに対して、リサイクル燃料貯蔵の液状化解析は、地盤の液状化（間隙水圧の上昇）検討が目的であることから、事前検討の FL 値の最大値を与える Ss-A および Ss-B1 を対象として検討を実施した。

以上