

密な飽和砂地盤に埋設された地中構造物の地震時挙動に関する 数値シミュレーション

背 景

当所では、耐震重要度の高い原子力発電所の非常用冷却施設を構成する海水管ダクトのような鉄筋コンクリート製地中構造物を対象として、性能照査型設計の概念を導入した耐震設計法の高度化を目指している。このため、前報では、耐震性能照査法を実用的なものとするべく、当所で開発された有効応力解析コード(コード名: NAFSS-2D)を用いて、密な乾燥砂地盤に埋設された鉄筋コンクリート製地中構造物の地震時挙動を対象として、地盤・構造物連成系の2次元非線形動的解析を実施し、その適用性を検証した。一方、構造物は飽和地盤に埋設される場合もあり、耐震性能照査法をより実用的なものとするために、飽和砂地盤に特有な過剰間隙水圧の影響を考慮した解析手法の高度化が望まれている。

目 的

NAFSS-2Dの地盤構成モデルを改良し、飽和砂地盤に埋設されたダクト構造物横断面の地震時挙動を数値シミュレーションすることで、解析コードの妥当性を検証する。

主な成果

密な飽和砂地盤に埋設されたダクト構造物モデルを用いて実施された既往の遠心力模型実験の結果を対象に、2次元非線形動的解析による数値シミュレーションを実施した。この結果、改良したNAFSS-2Dの適用性に関して、以下の知見を得た。

1. 地盤構成モデルの改良

- (1) サイクリックモビリティ時の地盤挙動予測結果の安定化ならびに変形量予測精度の向上を目的として、塑性ポテンシャルの偏微分形および硬化係数について、非排水せん断時の体積ひずみが零になることに着目した処理を導入した。
- (2) 改良した地盤構成モデルによる動的変形特性の再現精度ならびに改良した地盤構成モデルによるサイクリックモビリティ時の応力径路、応力-ひずみ関係の再現性を確認した。

2. 遠心力模型実験に関する数値シミュレーション

- (1) 数値シミュレーションによって、地盤ならびに地中構造物の地震時変形量の評価精度は実用上十分であることを検証した。
- (2) 数値シミュレーションによって、地中構造物に作用する荷重の総和が再現可能であり、地盤ならびに地中構造物の地震時変形量についても評価できることを確認した。

今後の展開

飽和地盤に関する種々の問題に適用し、改良した地盤構成モデルのより広範囲な適用性を検証するとともに、3次元FEM解析コードに組み込み、その適用性を検証する。

主 担 当 者 地球工学研究所 地震工学領域 主任研究員 河井 正

関連報告書 「密な飽和砂地盤に埋設された地中構造物の地震時挙動に関する数値シミュレーション」
電力中央研究所報告: N05035 (2003年3月)

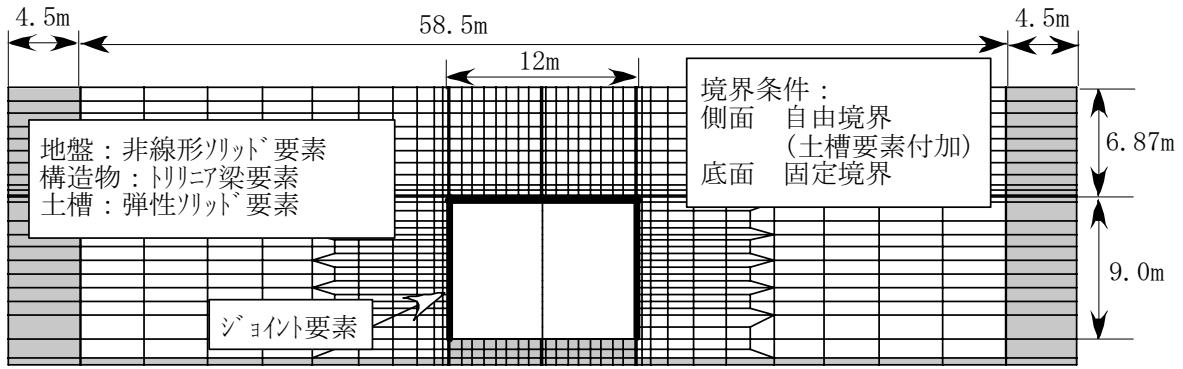


図1 解析対象モデル

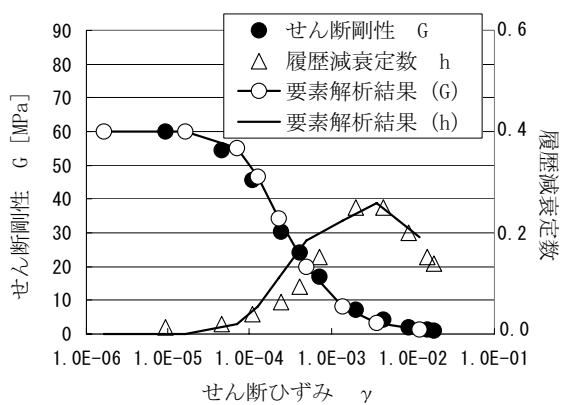


図2 動的変形特性の設定精度

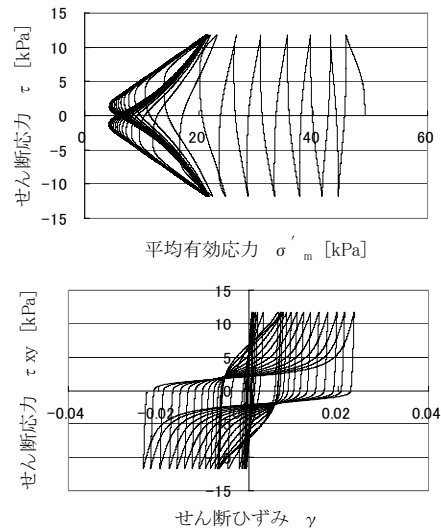


図3 解析における応力径路(上)とせん断応力～せん断ひずみ(下)の関係

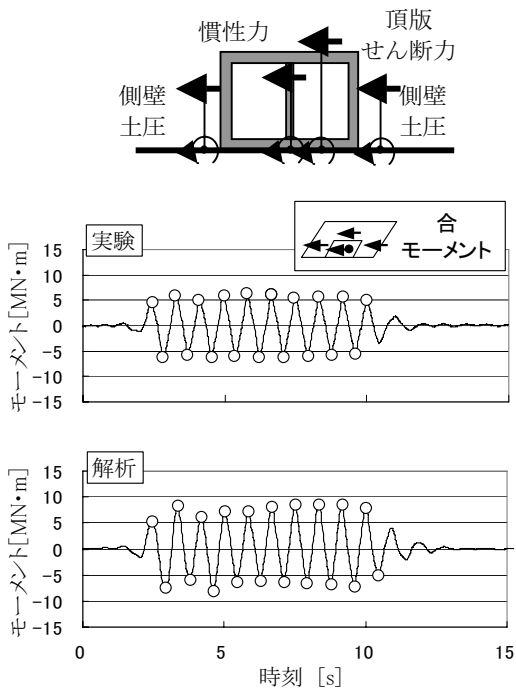


図4 構造物に作用する荷重の再現

構造物に作用する各種荷重を底版に対する転倒モーメントに換算し総和した合モーメントは実験と解析とで整合している。

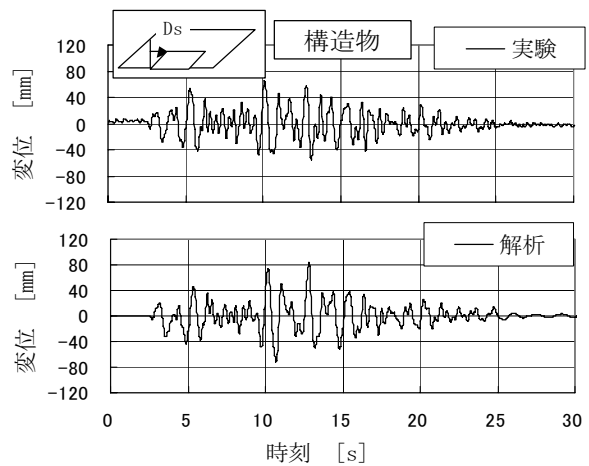


図5 構造物の水平変位時刻歴の再現

地震波加振を行った場合の構造物水平変位は、実験と解析とで整合している。