

上下地震動が鉄筋コンクリート製地中構造物の耐震安全性に与える影響の評価

背景

原子力施設の安全性に関する信頼性向上のために最新の知見を踏まえて「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(原子力安全委員会)の改訂作業が進められている。ここでは、水平方向と鉛直方向のそれぞれについて設計用基準地震動が与えられる情勢にある。これに伴い、鉄筋コンクリート製屋外重要土木構造物の耐震安全性を照査する際にも、動的上下動を考慮した地震応答解析を実施する必要がある、設計段階における動的上下動の影響評価が課題となっている。

目的

上下地震動が鉄筋コンクリート製地中構造物の耐震安全性に与える影響を明らかにする。

主な成果

上下動の最大加速度(Peak Ground Acceleration、以下 PGA)が水平動のそれを上回った強震観測記録の一つである 1995 年兵庫県南部地震における神戸大観測記録を検討用地震動として用い、水平成層地盤中に埋設された鉄筋コンクリート製屋外重要土木構造物(海水管ダクトおよび取水ピット)を対象に、地盤 - 構造物連成系の二次元時刻歴非線形地震応答解析を実施した(図 1)。

1. 水平動・上下動同時入力条件下での鉄筋コンクリート製屋外重要土木構造物の塑性挙動

(1) 上下動は支配的な地震荷重とはなっていない。構造物の層間変位(頂版 - 底版間相対変位)の最大値(応答塑性率で 3~4)は、水平動のみの場合と変わらないことを明らかにした(図 2(a))。

(2) 構造物の鉛直部材の地震時軸力増分は、上下動によって生起されることを明らかにした。しかし、これにより生起される鉛直軸力は極めて小さいため、構造物全体の耐震安全性には顕著な影響を及ぼさない(図 2(b))。

2. 水平動・上下動の PGA の発生時間差による構造物の応答変位の変動

水平動と上下動の PGA の発生時間が一致する場合とそうでない場合の地中構造物の応答変位の変動を比較した。検討用水平地震動の PGA に着目し、その零 - ピークの時間(0.27 秒)を 3 分割し、水平動と上下動の PGA の発生時間差として 0 秒(PGA が一致)、0.09 秒、0.18 秒、0.27 秒に設定して、1.と同様な地震応答解析を実施した。この結果、水平動と上下動の PGA の発生時間差が、地中構造物の応答に及ぼす影響は無視できる程度に小さいことがわかった(図 3)。これから、地震応答解析において、水平動と上下動の入力のタイミングに関して、特別な配慮は必要ないものと判断される。

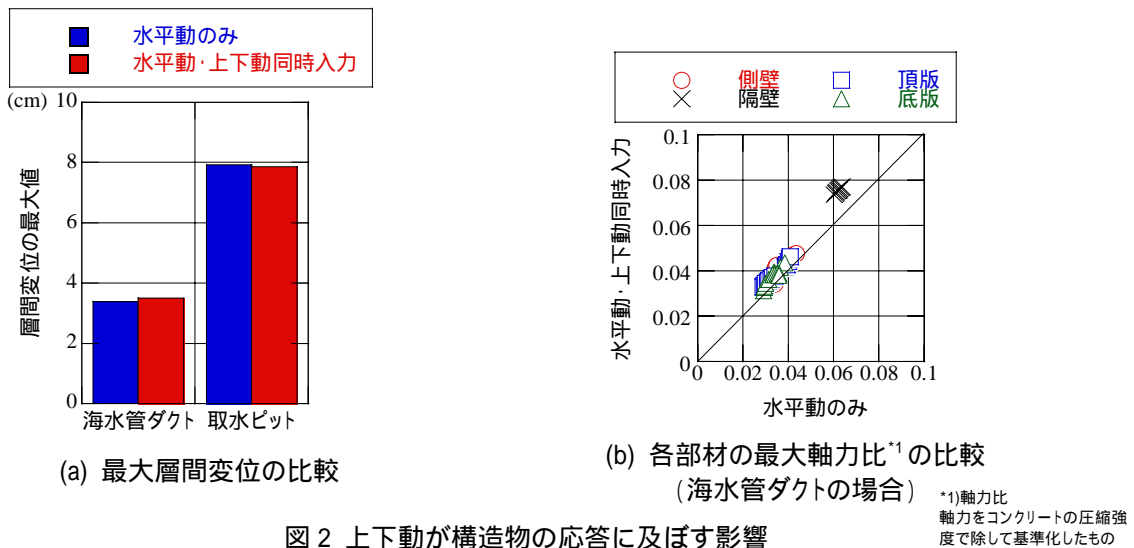
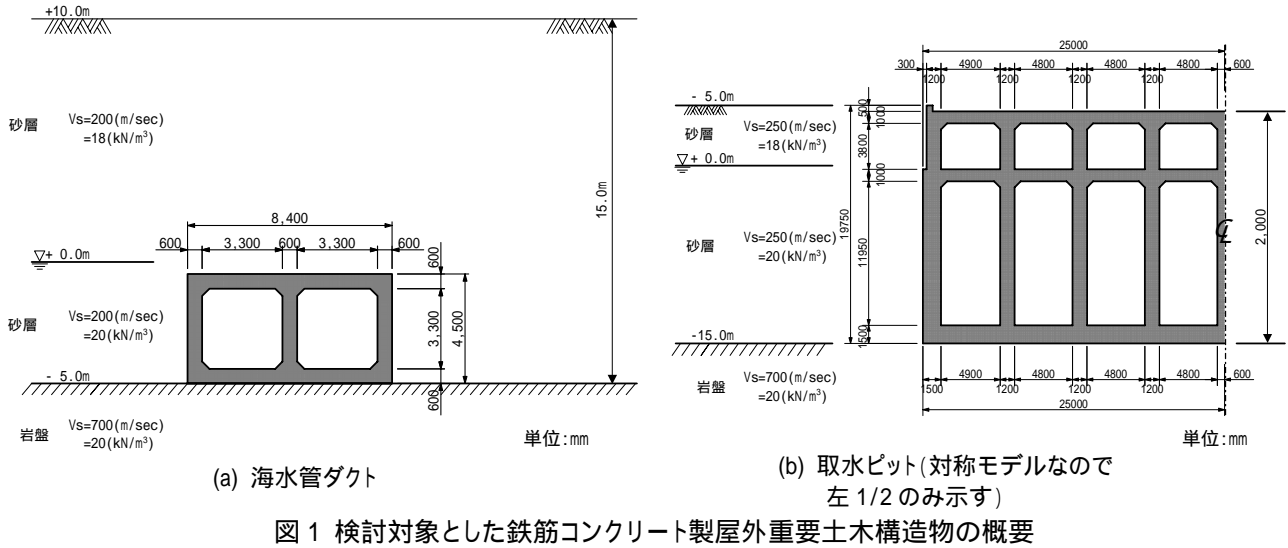
なお、本研究は、電力 9 社、日本原子力発電(株)および電源開発(株)による電力共通研究として実施した。

今後の展開

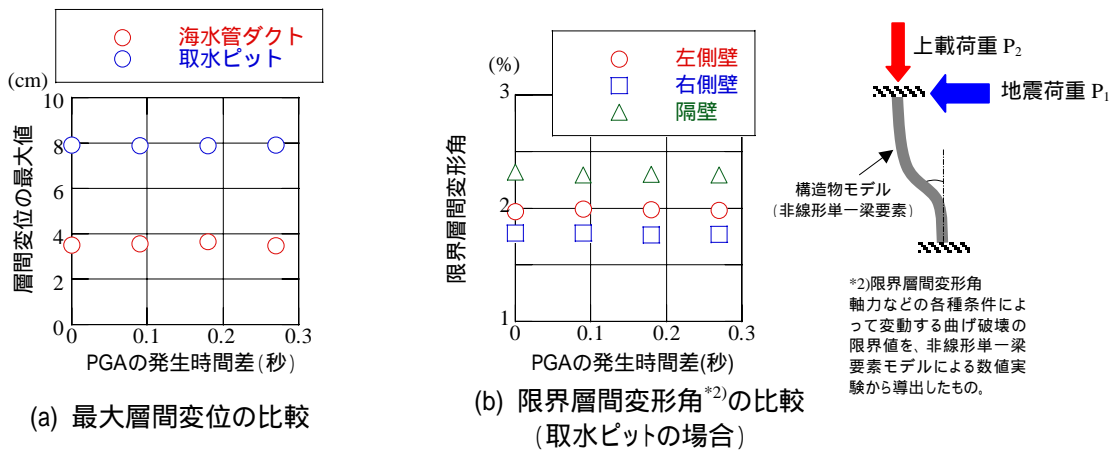
水平成層地盤以外の地盤条件下で同様な検討を実施し、基盤不整形の影響によって生起される上下動が構造物の応答に与える影響を明らかにする。

主 担 当 者 地球工学研究所 構造工学領域 主任研究員 松井 淳

関連報告書 「動的上下動が鉄筋コンクリート製地中構造物の耐震性能に与える影響評価」 電力中央研究所報告：N04003(2004 年 8 月)



層間変位はほとんど変動せず、上下動は構造物全体のせん断変形に対する支配的な荷重とはならない。



上下動は、鉛直部材の地震時軸力増分の変動をもたらすものの、軸力のレベルが低く(軸力比に換算して0.1未満)、かつその変動の範囲が小さいため、構造物の耐震安全性に与える影響は小さい。水平動・上下動のPGAの発生時間差が、構造物の応答変位やその限界値の変動に与える影響はほとんど見られない。