

# 原子力発電所建屋近傍埋戻し地盤の沈下メカニズムの解明 —遠心力模型実験ならびに FEM 地震応答解析による検討—

## 背 景

2007 年新潟県中越沖地震(M6.8)により、東京電力柏崎刈羽原子力発電所敷地内では、原子炉建屋近傍の埋戻し地盤で局所的に大きな沈下が生じた。この沈下について、地震発生直後に実施された現地調査では、原子力発電所建屋と周囲地盤の相対変位に起因する主働すべり\*1が原因と推測され、これまでに 1G 場模型振動台実験により確認を行った。

沈下原因を踏まえて対策方法を検討するため、建屋近傍の埋め戻し地盤の沈下現象を定量的に予測する手法の構築が求められており、1G 場模型振動台実験より実物との相似性を高めた遠心力模型実験の実施が必要とされた。

## 目 的

実地盤内の応力状態を模擬した遠心力模型実験により、地震時に原子炉建屋近傍地盤で生じた沈下現象を再現し、その沈下量を評価する手法を提案する。

## 主な成果

### 1. 実地盤内の応力状態を模擬した模型実験

岩着の原子炉建屋を模擬した剛な構造物(底面固定)と砂(硅砂7号他)を用いて遠心力模型実験(模型地盤高さ 0.57~0.85m、実物換算地盤高さ 17~25.5m 相当)を実施し、以下の知見を得た。

- (1) 当該地点の地震波を模擬した加振実験により構造物近傍地盤では局所的に大きな沈下が発生し、その沈下量は構造物から離れた地盤(以後「一般部地盤」と称す)の沈下量よりも大きかった。
- (2) 一般部地盤の沈下時刻歴を分析した結果、一般部地盤の沈下は主に地盤のダイレイタンス(繰返しせん断による圧縮)により生じていることが確認された。

### 2. 地盤の地震時沈下量予測式の提案とその評価・検証

一般部ならびに構造物近傍地盤の沈下量評価の考え方を提示し、以下の結果を得た。

- (1) 一般部地盤の沈下は、地盤の体積ひずみによって生じているため、不規則波による中空ねじり試験で得られる体積ひずみと地盤層厚を乗じることで、概略の沈下量を評価する手法を示し、その手法により予測した沈下量と遠心力模型実験による沈下量を比較したところ、両者は概ね整合していた。
- (2) 構造物近傍地盤の沈下は主働すべりにより発生しているため、すべり土塊に作用する重力加速度と地盤のすべり抵抗ならびに地盤が構造物から剥離している時間の長さによって評価する手法を示した。その手法により予測した沈下量と遠心力模型実験による沈下量を比較したところ、地盤層厚や砂の種類などの違いによる沈下量の大きさは、両者で概ね整合していた。

なお、本研究は、東京電力株式会社からの受託研究として実施した。

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 「原子力発電所建屋近傍埋戻し地盤の沈下メカニズムの解明(その 2) —遠心力模型実験ならびに FEM 地震応答解析による検討—」 電力中央研究所報告: N08029 (2009 年)

\*1: 主働状態(例えば、裏込め土を支える擁壁が前傾するときのように、土が緩む方向で変形し一定の応力状態に達した状態)で生じるすべり破壊

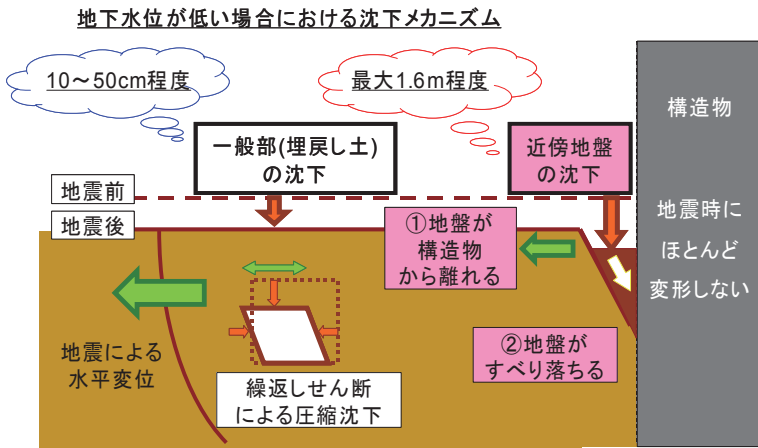


図1 沈下メカニズム

沈下は2種類のメカニズムで発生しており、構造物のごく近くで沈下量が大きくなるのは、構造物から地盤が離れる際に、近傍の地盤が主働すべり状態になるためである。

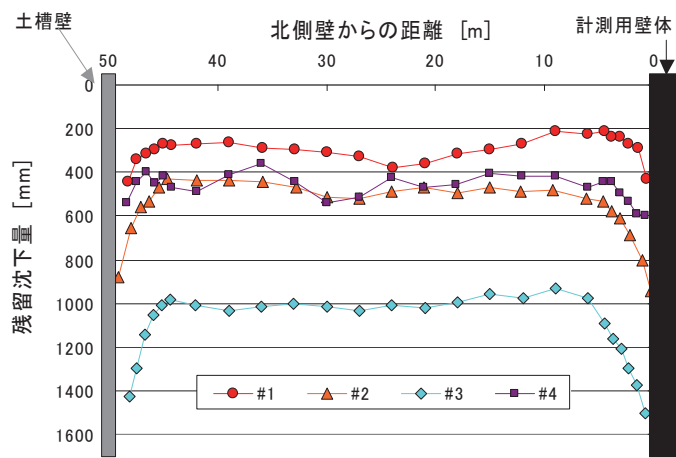
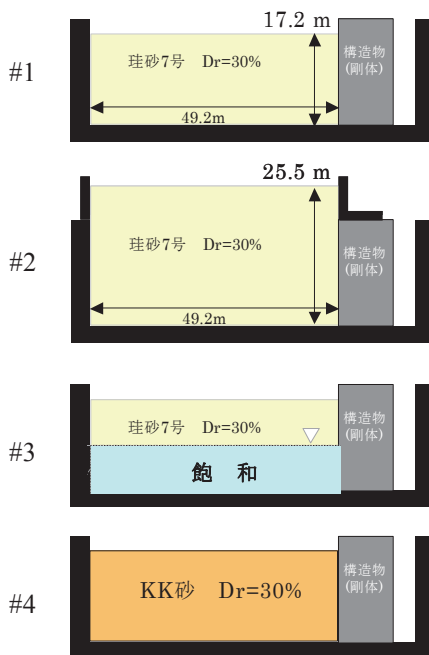


図2 模型実験による沈下現象の再現

地盤の種類、高さ、飽和条件などを変えた遠心力模型実験を実施して沈下現象の再現を試みたところ、いずれのケースでも構造物の近傍や土槽壁の近傍で、他の部分よりも大きな沈下が生じた。

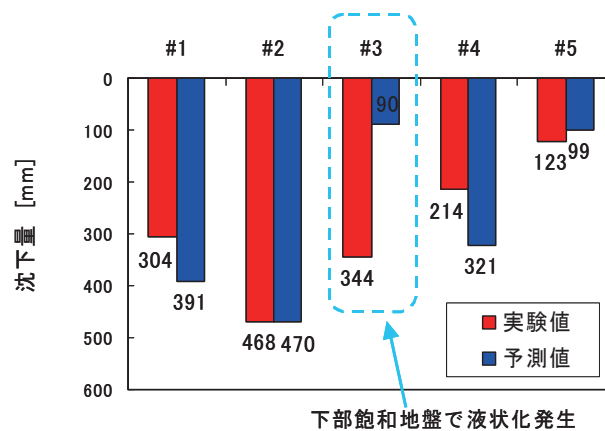


図3 模型実験における沈下量を簡易計算式により予測

構造物から地盤が離れている間だけ自重によって主働すべりが生じて地盤が沈下すると仮定し沈下量を計算したところ、下部地盤で液状化が発生したケースを除き、模型実験における沈下量と概ね整合した。