剛な構造物近傍地盤の地震時沈下挙動に関する遠心力模型実験

(財) 電力中央研究所 正会員 〇河井正, 石丸真

2007 年新潟県中越沖地震において、柏崎刈羽原子力 発電所内では、構造物の際で比較的大きな埋戻し土の沈 下が生じたと報告されている例えば¹⁾. 岩盤上に設置さ れた剛な構造物の周囲に埋戻し地盤などの比較的軟質 な地盤が存在すると、両者の地震時せん断応答の差によ り、剛な構造物近傍の地盤は、それより離れた地盤より も局所的に大きく沈下する. またそのメカニズムは、構 造物に接する地盤が構造物から離れる際に主働楔が生 じるためであろうと推測されている²⁾. 著者らは、敷地 内地盤の沈下発生メカニズムについて図-1 のように推 定し、これまでに小型模型振動台実験によってこの沈下現象 を確認している³⁾. 本報告では、遠心力模型実験⁴⁾により 地盤内の応力状態を実物に近づけた状態で沈下現象の再現 を試みた結果について報告する.

1. 沈下メカニズム

図-1 は,発電所敷地内で発生した沈下の概要と推定メカ ニズムを示している.また図-2 は,構造物近傍地盤内の応 力状態を単純化して示している.すなわち,図において,① →②→③のように近傍地盤が構造物から離れていくと,土被 り厚さは変わらないため,鉛直応力はほぼ一定のまま水平応 力が減少し,その結果として地盤応力は破壊状態に達し,あ る範囲に主働すべりが生じることになる.

2. 実験条件&結果

遠心力模型実験は, 珪砂 7 号と発電所敷地内で採取した砂(以下, KK砂)を用いて実施した. 試料の物理特性と粒径加積曲線を表-1,図-3 に示す.実験は砂の種類や地盤高さ等をパラメータとし表-2 に示す5 ケースを遠心加速度 30G 場で実施した.図-4 に標準的な模型断面図を,図-5 に加振波形(実物換算値,以下の図も同様)の例を示す.

以下では、実験結果の一例として、ケース1の結果について報告する.図-6は、構造物から十分離れた位置での水平変位の時刻歴とその位置での沈下時刻歴ならびに構造物ごく近傍での沈下時刻歴を示している.図から明らかなように、構造物近傍の地盤は、大きな水平変位により地盤が構造物から離れるタイミングで大きく沈下しており、それ以外の部分では、構造物から離れた一般部分と同程度の沈下となっている.このとき、構造物に作用する土

キーワード 2007 新潟県中越沖地震,地盤沈下,遠心力模型実験

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所 TEL04-7182-1181

地下水位が低い場合における沈下メカニズム <u>最大1.6m程度</u> 構造物 -般部(埋戻し土) 近傍地盤 の沈下 の沈下 地震前 地震時に J ①地盤が 地震後 ほとんど 構造物 から離れる 変形しない ②地盤が すべり落ちる 地震による 水平変位 繰返しせん断 による圧縮沈下

図-1 推定した沈下メカニズム



図-2 構造物近傍の応力状態イメージ

表-1 使用材料の物理特性

	_	珪砂7号	KK砂
土粒子比重	G_{s}	2.65	2.69
最大間隙比	e _{max}	1.23	1.04
最小間隙比	e _{min}	0.73	0.59



列列目

福芯

æ

因列日

列日

五列日





圧は図-7のようになっており、地表面から-7.6mの深さま
で、水平土圧が零となり、地盤が構造物から剥離している
ことがわかる.最終的に、地震後の地表面の残留変位は図
-8のように端部が大きく沈下する結果となった。

3. まとめ

遠心力模型実験により地盤の応力状態を実物に近づけ た状態で模型実験を実施し,剛な構造物近傍での地盤の沈 下現象の再現を試みた.今後は,沈下メカニズムを踏まえ, 沈下量を定量的に予測する手法について検討する.

参考文献 1)総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委員会地震・津波、地質・地盤合同ワーキンググループ(第3回)配付資料 2) 龍岡文夫:「5 学会合同柏崎・刈羽原子力発電所視察からのコメント」,土木学会,地盤工学会,日本地震工学会,日本建築学会,日本地震学会 2007年新潟県中越沖地震災害調査報告会資料集,p88.3)石丸真,河井正: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1)-1G場模型振動台実験による検討ー」,電力中央研究所報告,N080054)河井正,石丸真:「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沈下量の検討ー」,電力中央研究所報告,N08029

謝辞 実験条件の設定に際し,東京電力株式会社 佐藤博氏,末広 俊夫氏,谷智之氏に貴重な情報ならびに試料をご提供頂きました. ここに記して感謝の意を表します.



図-8 加振終了後の地表面沈下量分布





6

8

10

0

2