

## 半地下構造物に作用する地震時及び地震後の土圧の簡易的設定手法 Simple Estimation Method of Earth Pressure During and After an Earthquake Acting on a Semi-underground Structure

○五十嵐徹・澤田純男・後藤浩之

○Toru IGARASHI, Sumio SAWADA, Hiroyuki GOTO

A major structural type of water storage structure is semi-underground which is lighter and stiffer than the surrounding soil. In this paper, we study the dynamic interaction mechanism between ground and side wall of semi-underground structures during and after earthquakes based on FEM analysis. Parameter study has been performed considering the surface layer thickness and amplitude of input motion. It is observed that the amplitude of input motion determines the area in which the passive earth pressure acts. The results show that passive earth pressure acts on the shallow part of the wall whereas active earth pressure acts on the deeper part, during earthquake. The residual earth pressure, which is approximately the median value of active and passive earth pressure, acts after earthquake.

### 1. はじめに

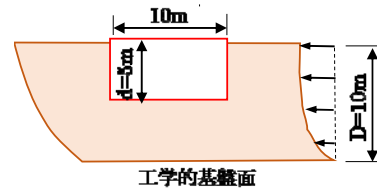
水道施設の配水池は地表付近に位置した半地下構造物が多く、その躯体は外周壁、隔壁、床、天井で構成され剛性が高く、貯水施設であるため周辺地盤より相対的に軽量である。そのため、地震時には地盤と構造物の動的相互作用の影響が大きい。

この動的相互作用を評価する静的解析には FEM による応答震度法が多く用いられる。また近年は地盤と構造物の非線形動的解析を採用する事例が増加している。どちらの手法においても既存構造物に対する耐震診断のように確定された部材に対する照査の場合は1通りの計算で済むが、新設や耐震補強の設計実務においては膨大な回数の試行が必要である。

本研究では、この地盤と構造物の相互作用について FEM 動的解析を用いてその作用メカニズムを研究し、半地下構造物の設計に用いる地震時土圧と常時土圧の簡易モデルを考察する。

### 2. 半地下構造物に作用する土圧分布

著者ら<sup>1)</sup>は図1に示す半地下構造物を含む地盤をモデルとして、図2の正弦波を工学的基盤面下から入力し、地震時および地震後の土圧分布をモール・クーロンの完全弾塑性モデルを用いた非線形2次元 FEM 解析により再現した。構造物の右壁位置での地盤に発生する水平方向応力を土圧として着目し、その深さ方向の分布を図3に示す。図3には、線形解析結果も重ねて描画している。



地盤条件  
 $V_s=151.5\text{m/s}$  ポアソン比  $\nu = 0.333$   
 密度  $\rho = 1.70\text{tf/m}^3$  粘着力  $C = 3.0\text{kPa}$  内部摩擦角  $\phi = 30^\circ$   
 地震動波形 正弦波(3.7Hz) 地表最大応答加速度  $2.94\text{m/s}^2$   
 構造物条件  
 構造物剛性=剛体 構造物重量=ゼロ

図1 モデル地盤

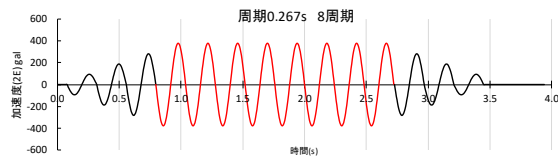


図2 水平方向地震動加速度波形(2E)

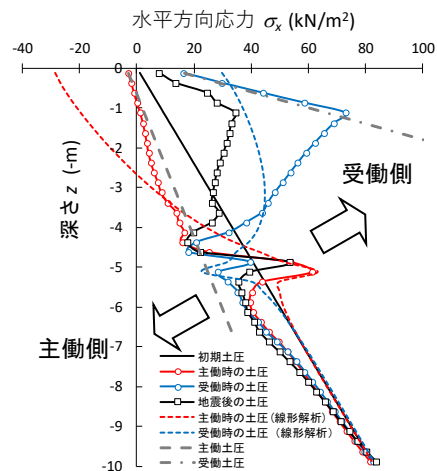


図3 地震時および地震後の土圧分布

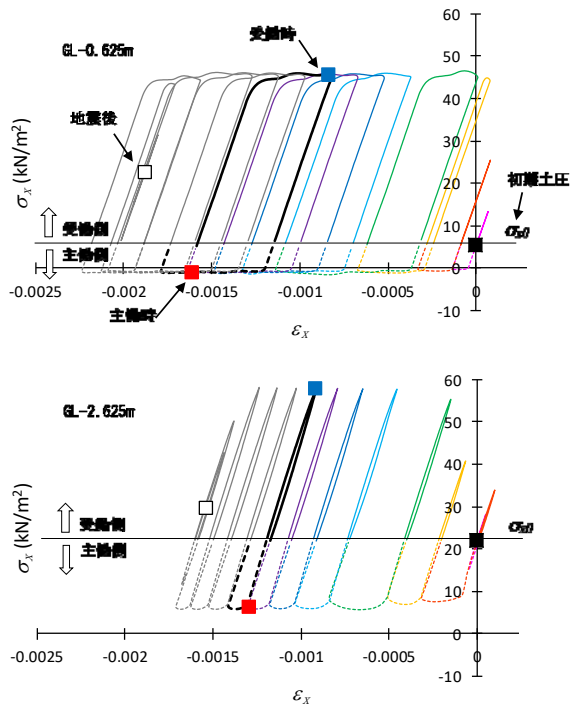


図4 壁に接触する要素の水平方向応力とひずみ

地盤のせん断変形が図1のように構造物右壁の地盤が圧縮され受働状態となる時刻では、地表面付近は受働土圧となる。受働土圧が発生する領域の最深部で土圧はピークとなり、以深は壁下端部で主働土圧に近づく土圧分布となっている。その区間は線形解析結果より大きな値が発生している。主働状態となる時刻の土圧は壁の大部分が下限値である主働土圧となった。地震後の土圧は、受働時と主働時のほぼ中間値となっている。

図4は水平方向応力とひずみの関係を示す。上段はGL-0.625mの表層付近の要素で、受働土圧と主働土圧が交互に発生している。下段は壁中央付近のGL-0.265mの要素で、主働土圧のみが発生している。応力変化の中心軸が初期土圧から増加し、地震後の土圧は初期値より増加する。

以上より、地震時と地震後の土圧分布は、震度法で多く作用される深さに比例した土圧分布や応答変位法から求められる土圧分布曲線とも大きく異なり、線形解析結果を単純に受働土圧の上限と主働土圧の下限値のみを考慮するだけでは危険側となり得ることがわかった。

### 3. 土圧のピーク点の考察

受働時の土圧分布について考察する。図5は表層地盤厚を7.5m、15m、20mmとしたケースと地表面加速度を0.1gと0.5gとした合計6ケースの土

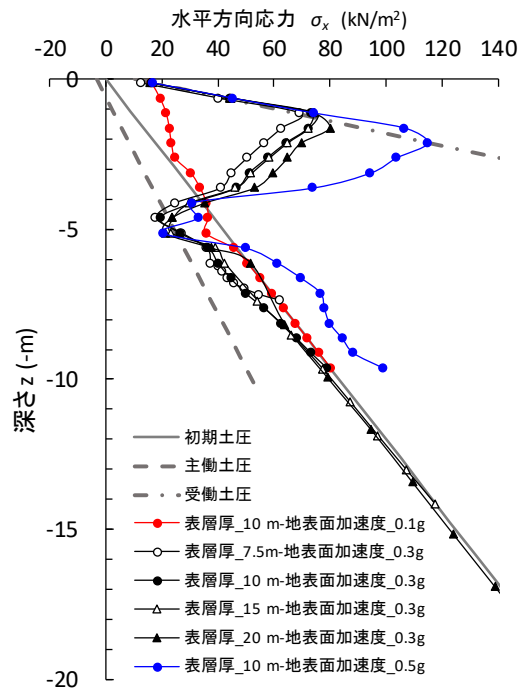


図5 表層厚と地震動規模の影響

圧が最大となる時刻の解析結果である。なお、入力地震動の周期はそれぞれの表層厚に応じて地盤の固有周期と等しく設定した。土圧のピーク点は表層厚の影響は小さく、地表面加速度の変化が大きい。また、どのケースでも壁下端付近で主働土圧に近づく結果となった。

### 4. まとめ

地表面付近に位置する半地下構造物に作用する地震時および地震後の土圧について、二次元動的非線形解析を行い、その分布を調べた。解析の結果、地表面付近は受働土圧となり構造物下部では主働土圧に近づく特徴的な分布となった。

この分布形状の特徴は表層厚や地震動の大きさを変化させても大きな差は生じなかった。土圧のピーク点は地表面加速度が大きくなると受働土圧の線状を地表から深くなるように移動することが示され、土圧のピーク点を設定することで設計に用いる地震時および地震後の土圧を簡易的に設定することが可能である。

今後は、複層地盤や実地震動に対しての土圧分布の評価を行い、土圧のピーク点と土圧分布の定式化を行う予定である。

1 Igarashi et al., Earth Pressure Acting on Semi underground structures and After Earthquakes, Journal of JSCE, (submitted)