

III-408

超々高層建築物基礎-地盤の地震荷重作用時における3次元静的非線形解析

清水建設(株) 正員 ○荻迫栄治, 正員 西崎晶土
清水建設(株) 正員 鈴木 健, 正員 吉田 順

1. はじめに

著者らは超々高層建築物の基礎の設計に際し、地下構造-基礎-地盤を一体とした3次元非線形有限要素法解析を行い、基礎および地盤の安定性について検討し、その一部について既に報告している¹⁾。今回、地震時の水平荷重が作用した時の挙動について3次元静的解析によって検討を行った結果について報告する。

2. 解析手法

基礎は前報¹⁾で示したように、厚さ5mの底盤および厚さ3.2m、外径162m、深さ74.5mの円形の外周連続地中壁(以下、連壁と呼ぶ)と底盤下に打設される厚さ2.4mの格子連壁より構成され、また、格子連壁間の地盤にはPHC杭を打設している。解析モデルは図-1に示すように地下構造-基礎-地盤一体型の3次元FEMモデルであり、地震時の水平荷重を考慮する必要性から1/2モデルとした。地下壁、床および連壁をシェル要素で、底盤および地盤をソリッド要素で表している。

解析は施工過程を考慮し、①初期応力解析②連壁構築③掘削④杭打設⑤底盤・地下躯体構築⑥高層棟荷重載荷⑦地震時荷重載荷という解析手順に従って行った。荷重は、常時の高層棟からの上部荷重は地下床の柱位置に節点荷重として、低層棟および地下部の荷重は底盤上面に面荷重として載荷する。また、地震時荷重は、高層棟からの層せん断力および転倒モーメントを柱脚部節点の柱軸力として載荷し、低層棟および地下部分の水平荷重を地下床各層ごとに等分布荷重として載荷している。なお、杭打設部以外の地盤の応力~ひずみ関係にはDuncan-Changの提案による非線形弾性モデルを採用し、杭打設部については弾性体と仮定し、杭と地盤の等価剛性として評価した。

3. 解析結果

図-2は地震時水平荷重に対する地下躯体の増分変形図を示したものである。GL近くの床等が局所的に若干変形しているものの、全体的にはほとんど剛体的な変形挙動を示している。すなわち、外周連壁位置の

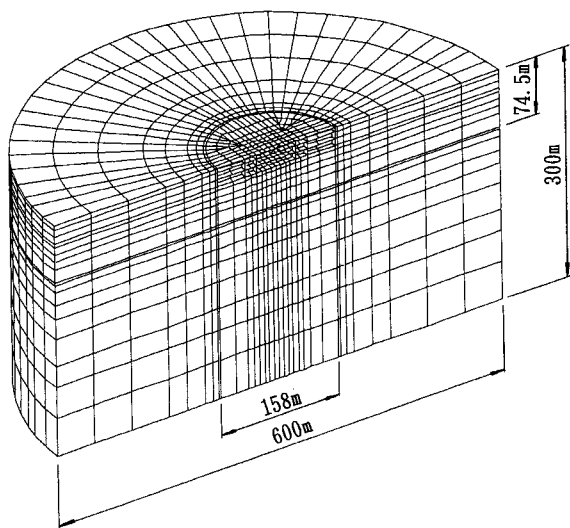


図-1 解析モデル

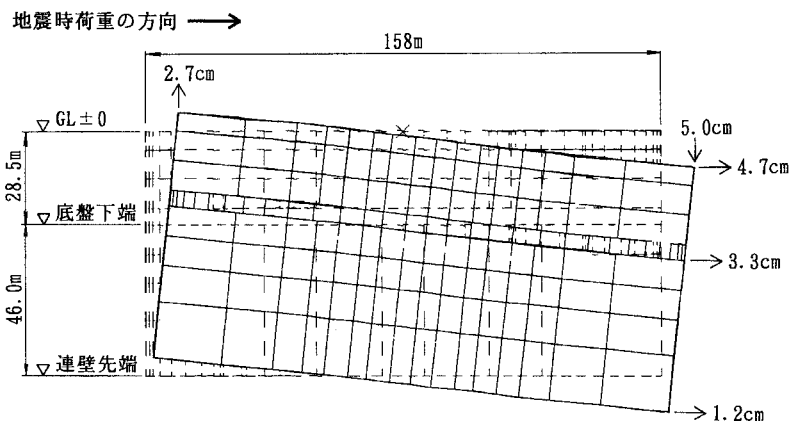


図-2 地震時荷重に対する地下躯体の増分変形

水平変位量は地表面、底盤下端、連壁先端レベルにおいてそれぞれ4.7cm、3.3cm、1.2cmであり、これは相対変位としては地表面～底盤下端間28.5mに対して1.4cm、底盤下端～連壁先端間46.0mに対して2.1cmであり、その比はほぼ一定であることから地下躯体の変形が剛体的であることを示している。また、地表面レベルにおける鉛直変位量は最大で押し込み方向に5.0cm、引き抜き方向に2.7cmであり、沈下しながら剛体的に回転していることがわかる。

図-3および図-4は地震時水平荷重に対する地表面および底盤下端レベルにおける地盤の増分鉛直変位の分布を示したものである。地下躯体の変形同様押し込み側の変位が引き抜き側の変位より大きく、沈下の領域が大きく、転倒による浮き上がりに対しては安全側であると言える。

図-5は地震時水平荷重に対するXZ面の地盤の鉛直応力増分を示したものである。外周連壁の先端近傍に鉛直応力が集中しており、押し込み側17tf/m²、引き抜き側28tf/m²の最大応力が発生している。このように押し込み側と引き抜き側の鉛直応力に違いが見られるのは、押し込み側は載荷状態、引き抜き側は除荷状態となるため、押し込み側の地盤の変形係数が引き抜き側のそれより小さくなるためと考えられる。

4. おわりに

3次元静的FEM解析により地震時荷重に対する超々高層建築物基礎-地盤の安定性の検討を行った。その結果、基礎は剛体的な挙動を示し、また、押し込み側の変位が引き抜き側の変位より大きく、地震時荷重に対する連壁基礎の有効性が認められた。

参考文献 1) 荻迫ら：超々高層建築物基礎-地盤の3次元非線形有限要素法解析，第29回土質工学研究発表会，1994(投稿中)

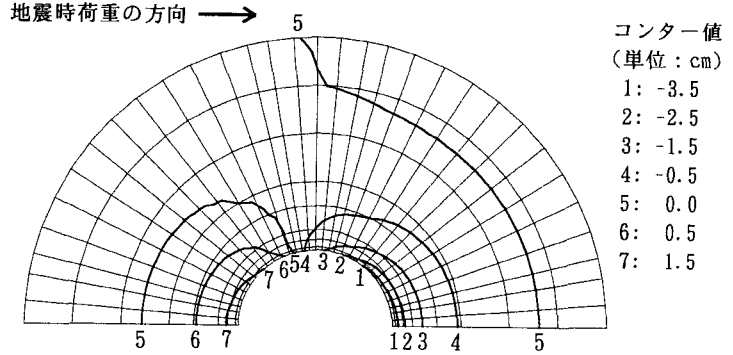


図-3 地震時荷重に対する地表面の鉛直変位増分の分布

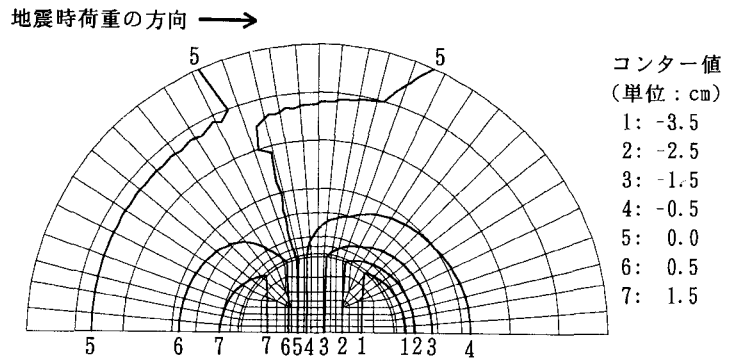


図-4 地震時荷重に対する底盤下端レベルの鉛直変位増分の分布

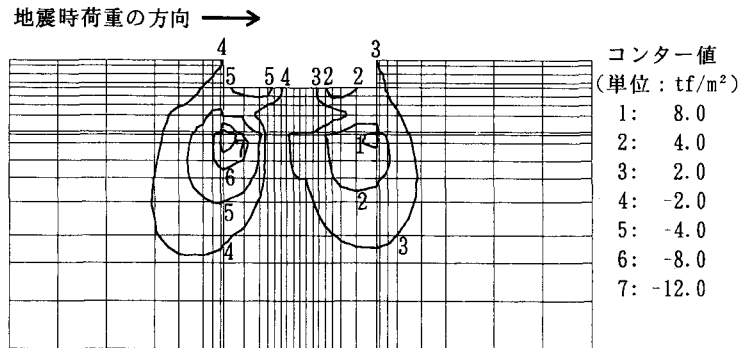


図-5 地震時荷重に対するXZ面の地盤の鉛直応力増分の分布