

鹿島建設㈱

厚 美 光 造

鹿島建設㈱

氏 家 浩 司

鹿島建設㈱

○正会員 浅 村 忠 文

1. まえがき

原子炉建屋の耐震設計においては、動的解析結果にもとづき接地率を評価して建屋の安定性を検証する必要がある。ここでいう接地率とは建屋基礎版の接地面積を基礎版底面積で除した値であり百分率で表わす。従来この接地率は、一般的には独立基礎の設計と同様な手法を用いて、自重、転倒モーメントから地盤反力を三角形分布と仮定して求められている。しかしこの方法では、建屋及び地盤の弾性変形、建屋側面と地盤間の摩擦抵抗等が考慮されていないため、接地率は実際より小さめに評価されていると予想される。

この点に着目して、図-1に示すような建屋—地盤間の剝離と滑動を表現しうる非線形ばねを取り入れたFEMモデルで解析を行なうことにより接地率を評価した結果を既に報告している。¹⁾ この解析においては水平地震荷重を設定する方法が問題となるが、本報告では動的解析における建屋の最大転倒モーメント発生時刻の動的つり合い状態を表現しうる水平地震荷重を設定し、接地率を評価することを試みた。

2. 水平地震荷重の設定方法

接地率の算定フローを図-2に示した。

入力地震動は解放基盤面で定義される模擬地震波（マグニチュード $M=8.4$ ，震央距離 $\Delta=90\text{km}$ ）²⁾を入力基盤位置の地震動に変換して用いている。建屋—地盤系の動的解析には、図-3に示す振動モデルを採用した。これは原子炉建屋の設計に一般的に用いられている格子型モデル³⁾である。想定した原子炉建屋は基礎版 $70\text{m}\times 70\text{m}$ 、基礎版底面からの高さ 75m 、基礎の埋め込み深さ 20m 、総重量約 26 万トンのRC構造物である。

動的解析結果より、建屋の最大転倒モーメント発生時刻の建屋断面力及び地盤内応力とつり合う水平外力分布を求めた後、この値を各部分の重量で除し

水平震度に相当する係数に換算して図-4に示した。図中の値は建屋頂部の値で正規化したものである。これを図-5に示した最大応答加速度分布形状と比較すると、建屋の埋め込み部分、地盤領域で値が相対的に小さく、特に建屋基礎版以下では建屋部分とは逆方向に力が作用していることがわかる。

3. 静的非線形解析

解析用モデルを図-6に示した。建屋—地盤間の状態を詳細に評価するために2次元FEMモデルとしたが、格子型モデルと等価な条件で作成してある。解析では、建屋と埋め土の重量を鉛直荷重として加えて初

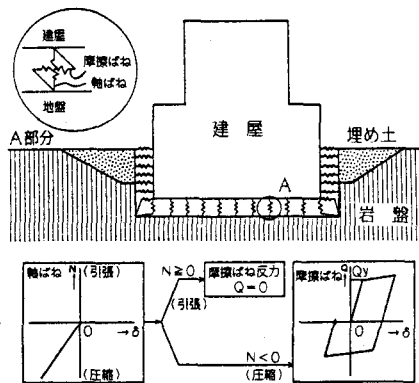


図-1 建屋—地盤間の非線形ばね

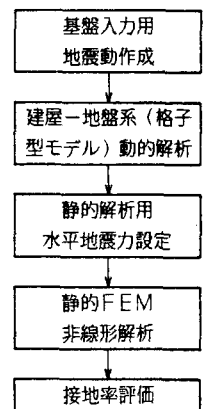


図-2 接地率の算定フロー

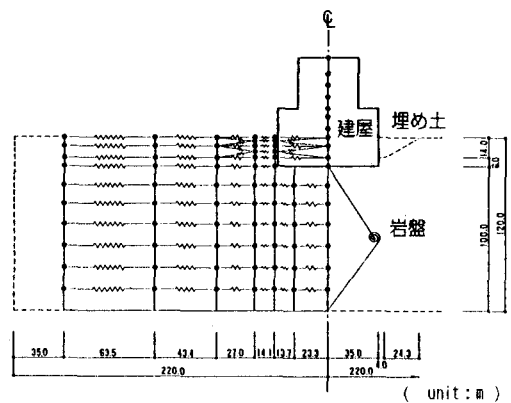


図-3 格子型モデル

期応力条件を設定した後、水平地震力を荷重漸増法により載荷する。このときサブストラクチャー法⁴⁾を用いてマトリックス演算の次元を縮小して解析することにより、計算時間の短縮をはかった。建屋の接地率は図-1に示した建屋底面の軸ばねの剝離状況より評価する。入力地震動の最大加速度に対して、本手法による建屋の接地率を実線で、従来の方法で算定した接地率を破線で図-7に示した。たとえばこの入力地震動の最大加速度が300galの場合、本手法による接地率は約85%で、従来の方法によるものよりも10%程度大きく評価される。

4. まとめ

建屋と地盤の弾性変形及び建屋側面地盤の摩擦抵抗等を取り入れ解析を行なった結果、従来の方法に比較して接地率が大きくなることがわかった。接地率の数値そのものは建屋の形状、地盤の物性により変動するものであるが、その評価に際しては地震荷重の設定方法が重要であると考ええる。本報告は、その一手法を示したものである。この他に動的効果の影響も大きいと思われるので、現在非線形地震応答解析による接地率の評価方法についてその可能性の検討を行なっている。

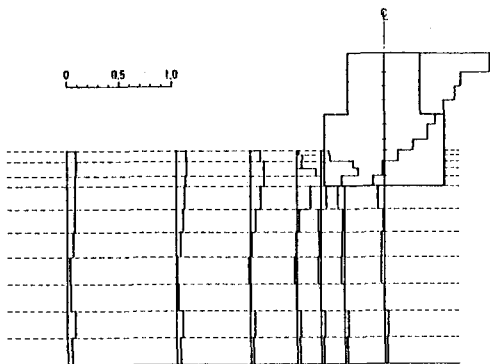


図-4 水平地震力の震度分布形状

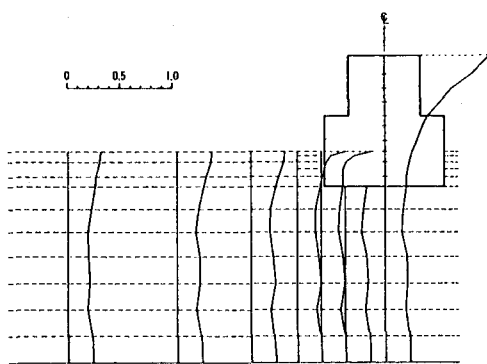


図-5 最大応答加速度分布形状

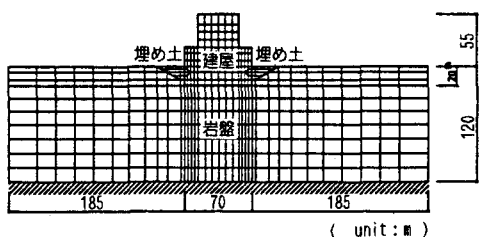


図-6 静的非線形解析用FEMモデル

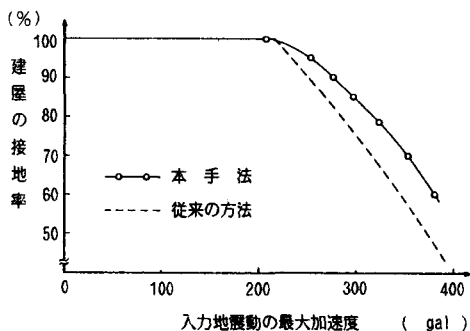


図-7 建屋の接地率

参考文献

- 1) 厚美, 氏家他: 地震時における原子炉建屋の接地率について, 建築学会大会梗概集, 昭和56年9月.
- 2) 軽水炉改良標準化耐震設計小委員会: 昭和55年度 耐震設計の標準化に関する調査報告書 別冊1 (建屋系), 昭和56年6月.
- 3) 武藤清, 金山弘雄: 最近の原子力発電所の耐震解析の新技术 (多質点系「格子型モデル」による応答解析), 第26回構造工学シンポジウム, 1980年2月.
- 4) D. G. Row & J. G. Powell: A Substructure Technique for Nonlinear Static and Dynamic Analysis, EERC-78/15.