

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	市原 義孝
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
<p>論 文 題 目</p> <p>等価線形化手法に基づく原子炉建屋の三次元 FEM 動的耐震解析法に関する研究 (Study on Three-Dimensional FEM Dynamic Seismic Analysis Method for Nuclear Reactor Building Based on Equivalent Linearization Method)</p>			
<p>論文審査担当者</p> <p>主 査 教 授 中村 尚弘 印</p> <p>審査委員 教 授 田川 浩 印</p> <p>審査委員 准教授 三浦 弘之 印</p>			
<p>〔論文審査の要旨〕</p> <p>本研究は、地震時の原子炉建屋三次元挙動評価における建屋及び内包する耐震重要設備の精度向上を目的に、基準地震動 S_s を含む幅広い入力地震動レベルを対象に地盤-建物連成系の三次元 FEM モデルによる動的耐震解析法の提案に向けた基礎的な知見の蓄積を行ったものである。本研究で得られた知見を各章ごとに以下に示す。</p> <p>第1章では、本研究の概要として、研究の背景、研究の目的及び本論文の構成を示した。</p> <p>第2章では、等価線形化手法に基づく原子炉建屋の三次元 FEM 動的耐震解析法に関して、地盤の非線形、建屋の非線形、地盤-建物境界部の非線形性に着目した既往研究の調査を行うとともに、同手法に関する基礎的な知見の拡充及び考察を行った。</p> <p>第3章では、RC の等価線形化手法の RC 造耐震壁に対する基礎的な適用性検討として、原子力発電技術機構から提供された I 型断面耐震壁の振動台試験を対象に、非線形及び等価線形三次元 FEM によるシミュレーション解析を行い、同試験結果との比較から当該手法の解析精度について考察を行った。</p> <p>第4章では、第3章で述べた RC の等価線形化手法の原子炉施設に対する基礎的な適用性検討として、柏崎刈羽原子力発電所7号機原子炉建屋に着目し、ある理想的な地盤条件下での基準地震動 S_s 相当の地震動による地盤-建物連成系の非線形及び等価線形三次元 FEM 解析から、当該手法の解析精度について比較検討及び考察を行った。</p> <p>第5章では、地下外壁側面の地盤の剥離・滑りによる非線形挙動が原子炉建屋の応答に与える影響に着目し、第4章と同一建屋を対象に、実地盤、実建屋及び実観測記録による剥離・滑りの有無をパラメータとした地盤-建物連成系の線形及び非線形三次元 FEM 解析を行い、同現象が建屋応答に与える影響について基礎的な検討及び考察を行った。</p> <p>これら第1章から第5章の知見に基づき得られた本研究の結論を以下に示す。</p> <p>第3章及び第4章で対象とした RC の等価線形化手法について、非線形及び等価線形三</p>			

次元 FEM 解析による解析結果及び試験結果との比較から、RC 造耐震壁単独での評価においては、せん断ひずみ度 $\gamma = 2.0 \times 10^{-3}$ 程度までの強非線形域に対して、RC 構成則による精緻な非線形解析と概ね同等、もしくは最大せん断ひずみ度の評価においてより保守的な結果が得られることを明らかにした。また、ある理想的な地盤条件下での地盤－建物連成系の原子炉建屋の非線形挙動においても、基準地震動 S_s 相当の地震動に対して同様の知見が得られることを明らかにした。

原子炉施設建屋の耐震安全性評価では、基準地震動 S_s に対する検討として RC 造耐震壁に対し $\gamma = 2.0 \times 10^{-3}$ 以下の許容限界が定められており、第 3 章及び第 4 章に示す解析精度があれば、本手法は十分有用であるといえる。

第 5 章で対象とした地下外壁側面の地盤の剥離・滑りによる地盤－建物境界部の非線形性について、今回検討で用いた条件においては、同現象が原子炉建屋の最大応答加速度、地下外壁側面及び基礎版底面の土圧性状に与える影響は比較的小さかった。

しかし、今後、さらに大きな地震動が想定される場合には、剥離・滑りによる建屋の埋め込み効果のさらなる低下が予想される。この建屋の埋め込み効果の低下は、建屋全体の UD 方向の浮き上がり及び基礎浮き上がりの増大を引き起こすため、これら大地震を想定した非線形三次元 FEM 解析においては、地盤の非線形性だけではなく剥離・滑りの影響も考慮した応答評価が必要になる。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。