

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 甲斐芳郎

本論文は「鉄筋コンクリート造立体耐震壁構造の非線形解析に関する研究」と題し、全9章から構成されている。原子力発電所の耐力壁に代表される立体耐震壁は、複合応力を受ける場合には、単一の荷重を受ける場合と比較して耐力も変形能力も異なった性状を示す。このような現象を解析的に取り扱うには有限要素解析法のシェル要素を用いる方法や、立体耐震壁全体の復元力特性を実験から定式化して一つの部材要素で表現する方法等が用いられている。本研究は、立体耐震壁の簡便で合理的な非線形解析モデルを開発し、その信頼性を検証したものである。

1章「序論」では、立体耐震壁構造の非線形解析手法を概括し、様々な荷重を受ける立体耐震壁が終局状態に至る非線形挙動を解析する方法は計算時間と記憶容量を大きく要する非線形有限要素解析法しかないことを指摘している。一方、壁と骨組が混在する立体構造の地震応答解析では、連層耐震壁を実験に適合する復元力特性を有する柱要素にモデル化しているが、複雑な応力組み合わせを受ける立体耐震壁の応答を求めることはできないことを指摘している。そこで、本研究では、複雑な応力状態を受けて終局状態に至る立体耐震壁構造の非線形挙動を解析できる簡便なモデルを開発することを目的としている。

2章「マクロプレート要素の開発」では、複合応力を受ける鉄筋コンクリート版要素の非線形挙動をモデル化したマクロプレート要素を提案し、弾性範囲から非線形領域における剛性評価方法を述べている。マクロプレート要素は、有限要素解析の長方形シェル要素の剛性をばね要素に置換したもので、要素の変形自由度として、直交2方向軸方向、直交2方向の面内曲げおよび要素の面内せん断の5つの面内変形、要素4節点における直交2方向に関する面外曲げおよび要素の面外捩れの9つの面外変形としている。要素変形と節点変位の関係、要素変形と歪度の関係、要素歪度と要素応力の関係、要素応力と節点力の関係、から要素剛性を導く方法を示している。

3章「複合応力下における耐震壁の復元力特性評価式に関する検討」では、マクロプレート要素に考慮する非線形性として、面内について軸歪度-軸力関係、平均曲率-曲げモーメント関係およびせん断歪度-せん断力関係、面外について平均曲率-曲げモーメント関係、せん断歪度-せん断力関係を取り上げ、既往の実験的研究に基づく復元力特性の評価方法を示している。特に、面外せん断歪度-せん断力関係では、著者の実験に基づいて復元力特性を提案している。面内と面外のせん断力が同時に作用する場合には、簡単な耐力の相互作用を考慮している。

4章「要素の存在応力を用いた復元力特性評価の妥当性の検証」では、著者が行った版の面外せん断力と面内軸力を作用させた実験結果を用いて、要素応力に応じて復元力特性を評価する解析手法と復元力特性の妥当性を検証している。

5章「面外せん断耐力の評価精度の検証」では、鉄筋コンクリート造原子炉格納容器

を対象として、面外せん断力を受けてせん断破壊する試験体44体に対して面外耐力評価式の検証を行い、既往の評価方法と同程度の精度を有することを示している。

6章「面内と面外のせん断を受ける耐震壁の加力試験での検証」では、マクロプレート要素モデルで考慮する面内と面外に同時に作用するせん断力の相互作用による耐力低下について、既往の実験結果に対して妥当性を検証している。

7章「立体耐震壁試験体による検証」では、本論文で開発した解析手法が立体壁構造にも適用できることを既往の実験に対して検証し、終局強度はよく評価できるが、終局変位は過小評価することを示しているが、試験体の形状の違いによる変形能の違いは実験結果とよく対応するとしている。

8章「動的弾塑性解析による検証」では、原子炉建屋からコンクリート製原子炉格納容器を切り出した試験体に内圧を加えた状態で振動台上で加振した実験について、本論文で開発したマクロプレート要素モデルを動的非線形応答解析に適用して、試験結果と解析結果がよく対応していることを検証している。

9章「まとめ」では、本論文を総括し、今後の研究課題を示している。

本論文は、複雑な加力を受ける立体耐震壁構造について、実験により得られた復元力特性を反映できる比較的簡便なマクロプレート要素を開発し、静的あるいは動的な破壊実験に対して、本要素を用いた非線形解析の妥当性を示したものであり、鉄筋コンクリート構造の発展に大きく貢献するものである。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。