

[別紙 2]

## 審査の結果の要旨

氏名 伊藤拓海

本論文は、簡略化塑性崩壊面モデルによる鋼構造骨組の終局地震荷重効果評価手法に関する研究と題する和文の論文であり、鋼構造骨組に対する終局地震荷重効果を動的地震応答解析によって評価する設計計算手法を、大局的な骨組応答を把握するという観点から大幅に簡略化する手法について提案することを目的としている。本論文は、本文6章ならびに図表から構成されている。

第1章“序論”では、本論文の目的・背景を記述し、既往の耐震性能評価手法を概観している。本論文の研究目的を非線形動的解析の簡略化に焦点をおくこと、また、その必要性と有用性について論じている。

第2章“骨組構造物の弾性荷重効果に基づく等価静的水平力モデル”では、地震応答中骨組に作用する実際には動的に変動する荷重を、等価静的な水平力モデルで近似する方法について論述している。これは、骨組の弾塑性挙動を表す簡略化塑性崩壊面モデルを構築する際の予備解析に用いるもので、弾性荷重効果に基づき、古典的規準モードの荷重基底ベクトルにランダム変数を乗じ、線形結合したランダム複合荷重モデルを設定している。

第3章“弾塑性骨組構造物の簡略化塑性崩壊面モデル”では、骨組構造物の膨大な崩壊モードから構成される降伏凸多面体を、非常に単純化された塑性崩壊面モデルに近似する解析手法を提案している。まず凸集合理論に基づいて安全領域を抽出する精算解析手法について考察しており、骨組の規模が大きくなると膨大な演算数となることを指摘している。

次に実用的な方法として、実際には膨大な数の崩壊モードが起こりうる骨組の崩壊面に対し、1) 近似信頼性解析に基づく確率極限解析を行い、生起しやすい重要な崩壊モードを抽出し、崩壊モード数を低減した降伏凸多面体モデルと、2) 比例載荷による極限解析を行い、未知の崩壊面上の荷重点を具体的に求め、安全領域を降伏（超）楕円体・平行四辺形で近似するモデルの2種類を提案している。

第4章“平面骨組架構の簡略化塑性崩壊面モデルによる非線形動的解析”では、2次元の平面架構に関し、塑性崩壊面モデルに基づいて弾塑性地震応答を追跡する本簡略化解析手法の適用性ならびにその有効性を実証的に検討している。2層鉄骨ラーメン骨組に対するオンライン地震応答実験結果との相互比較を行い、適用性を実証的に検討している。次に、9層3スパン鉄骨ラーメン骨組に対し、部材レベルの詳細な地震応答解析を行い、本簡略化解析との相互比較も行っている。

これらの比較を通じて、塑性崩壊面モデルの内部では弾性挙動を仮定しているため、局所的な塑性化に起因する早期の履歴減衰付加が考慮されず、地震応答が若干大きくなる傾向があること等の提案手法の欠点を指摘している。しかしながら本簡略化解析によって、試験構造物の実際の地震応答実験結果、中層鉄骨ラーメン骨組の部材レベルの詳細な応答解析結果を、実用的に十分な精度で追跡することが可能であることを確認している。

第5章“偏心鉄骨建物の簡略化塑性崩壊面モデルによる非線形動的解析”では、本研究で提案する非線形動的解析の簡略化解析手法を、偏心を有する3次元立体骨組が任意一方向に地震入力を受ける場合への拡張を試みている。まず近似信頼性解析に基づく確率極限解析を行い、崩壊モード数を低減した降伏凸多面体モデルを作成している。一方、比例載荷により求めた崩壊面上の参照点から降伏楕円・平行四辺形モデルを作成している。これらの2種類のモデルに基づく簡略化応答解析を行い、塑性化部位を弾塑性ジョイントモデルで近似した詳細応答解析結果との比較を行っている。

並進振動のみが卓越する入力方向の応答に関しては、従来から提案されている等価1自由度系モデルなどの適用も有効であるが、並進振動とねじれ振動との双方が卓越する場合には、単一の振動モードや特定の崩壊モードを考慮するだけでは、崩壊状況の予測に問題が生じる恐れがあることを指摘している。

第6章“結論”では、以上の各章で得られた成果を要約し、今後の研究課題を展望している。

以上のように、本論文においては、従来の部材レベルの弾塑性挙動モデルに基づく弾塑性骨組地震応答解析を、大局的な骨組応答に注目するという観点から大幅に簡素化する方法が提案されている。この計算手法は、鋼構造建築物の今後の性能設計法の展開において、新しい有用な荷重効果評価ツールを提供している。

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。