

審査の結果の要旨

氏名 大垣 聡

審査委員会は、上記論文提出者が提出した博士学位請求論文「地震動の方向性を考慮した水平面内二方向非連成モデルを用いた連成応答の損傷推定法」に対し、提出約1年前の予備審査、本論文と提出者が審査委員に対し個別に行った説明およびその時の応答、論文発表会（口頭による最終試験）とその時の応答および各審査委員が指摘した事項に対する提出者の対応、発表会後に開催した審査委員会での審議を通して、当該論文の審査を行った。以下にその審査結果の要旨をまとめる。

本論文は、建築構造物の耐震設計において現在唯一の残された大きなテーマと考える、多方向地震動入力を受ける弾塑性構造物の耐震設計の合理的かつ実用的方法の開発に関する課題に対し、積極的かつ果敢に挑んだ研究である。そこには、自然地震動の方向性という誠に扱いづらい性質、多方向入力による構造物応答が非線形領域で連成する問題、すなわち、それぞれの方向の応答値の重ね合わせで表現することができない問題を含んでおり扱いの難しい課題である。

第1章では、研究の背景や目的、既往研究を調査した後、本研究の特徴を明確にしている。柱梁で構成される立体骨組架構において梁降伏機構と柱降伏機構の架構の非線形応答の違いとして、後者では柱断面の一方向の塑性化が他方向の応答に影響を与えることから、水平二方向入力による非線形応答に連成効果が指摘でき実務上の応答評価の難解さが背景として挙げられている。特に、地震動の方向性が顕著な断層近傍の地震動であればその影響は大きくなることが予想され、これらの連成効果を設計実務の中で簡易に把握する方法が必要であることが指摘されている。

第2章では、二方向連成モデルと非連成モデルの違いを明確にすべく、簡単な1質点系二自由度非線形モデルによる簡易な検討を行い、地震動によっては両モデルに大きな差異をもたらすことを示している。

第3章では、一方向地震入力時の構造物の非線形応答に関する既往の考え方にならって、それを二方向地震入力時を対象とした考察に拡張して利用している。二方向入力時の非線形応答の塑性エネルギー量の総和に着目した検討を行い、特に限定的な多質点系に対して連成と非連成モデルによる応答を比較して、

概ね、非連成モデルによる応答値から連成モデルのそれを推定可能な結果を示しており、本論文の提案手法の根拠の一部を与えている。

第4章では、地震動の方向性に着目して両モデルの非線形応答の特徴を整理している。具体的には、K-NETで観測された地震動を入力して比較した結果、この2種類のモデルの塑性エネルギー応答における差異には、地震動の方向性と地震動主軸-構造物主軸間の角度（主軸間角と称する）が大きく影響していることを明らかにしている。これにより、構造物モデルに地震動を入力する際、主軸間角を適切に設定することで非連成モデルの応答結果から連成応答の塑性エネルギー応答を推定できるとしている。

第5章では、これまでに得られた地震動の方向性と二方向非線形応答特性の知見を踏まえて、二方向入力を受ける多層構造物の応答を、多質点非連成弾塑性モデルによる応答から推定する方法を提案し、その推定の有効性を立証すべく、地震動の方向性の程度、構造物の周期特性、層数の違いをパラメータとして広範なケースの解析を行っている。結果として提案手法の有効性を確認している。

第6章では、第5章の検討結果を補うべく推定精度の分析を行つとともに、推定結果の主軸方向の非線形応答の特性の考察を行い、提案手法の妥当性を別の観点から考察している。

第7章では、これまでの検討結果を整理し、本提案の適用方法を論じている。提案手法は広範な解析結果に基づいているものの、依然、限定的な範囲の対象構造物に基づいており適用上の課題は少なくない。これに対して、提案手法のさらなる改良点として地震動の方向性の時間依存性の影響、複数の方向性が卓越した地震動の影響、エネルギー量のみならず最大応答特性の推定法の可能性、多様な特性を持つ構造物への適用可能性など、多くの課題を抽出している。

以上をまとめると、本論文では、水平二方向地震入力による構造物の非線形応答を評価する実用的手法が提案されており、まだまだ荒削りであるが、一つの実用的解法を提案するとともに精度評価も行っている。多方向地震動入力を受ける弾塑性構造物の耐震設計方法に対して、実用化の第一歩を踏み出したと言え、耐震工学に極めて有用な知見を提供した。

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。