

審査の結果の要旨

氏名：藤井 賢志

本論文は「多層 1 軸偏心建物の非線形地震応答評価手法に関する研究」と題し、1 方向地震入力を受ける多層 1 軸偏心建物の非線形応答評価を目的に、等価 1 自由度系による簡便な応答推定手法の提案およびその適用限界を論じたものであり、全 8 章および付録から構成されている。

第 1 章「序論」では、本研究に関連する既往の研究事例を紹介するとともに、偏心建物に対する等価 1 自由度系による簡便な非線形地震応答評価手法は従来その適用対象外とされてきたこと、簡便な手法に基づき偏心建物の耐震性能を整形建物と統一的に評価するためには、等価 1 自由度系による応答評価手法の偏心建物への拡張が必要であることなど、本論文の位置づけと構成を述べている。

第 2 章「等価 1 自由度系による応答評価手法の概略」では、単層 1 軸偏心系の線形応答を対象に、その 1 次モード成分（以下、1 次モード応答）が系の応答に与える影響について検討している。その結果、単層 1 軸偏心系の 1 次モード形が並進卓越型の場合には 1 次モード応答により系の応答が概ね推定可能であること、一方 1 次モード形が回転卓越型の場合には推定困難であること、またこれらの関係を説明するには 1 次等価質量の全質量に対する比、すなわち 1 次等価質量比が重要な指標となりうること、などを示している。

第 3 章「多層偏心系の非線形地震応答解析手法」では第 4 章以降で用いる数値解析手法を整理し定式化している。

第 4 章「単層 1 軸偏心系の等価 1 自由度系による非線形応答評価」では、地震入力に直交する構面を線形と仮定した単層 1 軸偏心系の非線形応答を対象に、等価 1 自由度系に基づいた応答の推定可能性について検討し、弾性時の 1 次等価質量比と等価 1 自由度系による推定精度との関係を議論している。

第 5 章「多層 1 軸偏心系の等価 1 自由度系による非線形応答評価」では、まず多層 1 軸偏心系の 1 次等価質量比が等価単層 1 軸偏心系および多層無偏心系それぞれの 1 次等価質量比の積で表されることを示し、これに基づいて等価単層 1 軸偏心系への

縮約について論じている。ついでせん断系の4層および7層1軸偏心系を対象に、これらを等価単層1軸偏心系ならびに等価1自由度系に縮約してそれぞれの応答を比較し、等価1自由度系による非線形応答の推定可能性、ならびにその推定精度と多層1軸偏心系における弾性時の1次等価質量比との関係を議論している。

第6章「単層1軸偏心系の非線形応答評価における直交方向構面の剛性低下の影響」では、地震入力に直交する構面の剛性低下とこれによる1次モード形の変動を考慮した変位分布を強制する単層1軸偏心系の静的漸増載荷解析を行い、直交方向構面の剛性低下が顕著な場合には1次モード応答のみによる評価では重心および剛側構面の応答変位が過小評価される可能性があること、ならびに線形応答解析で一般的に用いられる各次モード応答の重ね合わせによる方法では応答の評価精度の改善は困難である一方で、1次モードと2次モードに相当する外力分布の和（以下、モード直和外力）による静的漸増載荷解析を併用することによりその改善が可能であることを示している。また、等価1自由度系による非線形応答評価手法の適用性を判断するための指標としては、前章までの弾性時の1次等価質量比よりも剛性低下の影響を考慮した1次等価質量比の最小値が有効であることを示している。

第7章「等価1自由度系による多層1軸偏心建物の非線形地震応答評価手法の提案」では、これまでの検討結果を総合して多層1軸偏心建物の非線形応答評価手法を提案し、その解析例を示している。さらにこの解析結果を P. Fajfar 博士が提案する N2 method による結果と比較し、N2 method では動的解析結果に比較してねじれの影響が過小評価される傾向があるのに対して、本論文で提案した手法では推定精度が改善されることなどを明らかにしている。

第8章「結論」では、本研究で得られた多層1軸偏心建物の非線形地震応答評価に関する知見を総括するとともに、今後さらに検討すべき課題を整理している。

付録1～4では、偏心建物の応答推定精度を議論する際の前提となる無偏心建物の等価1自由度系による推定精度の検討、本研究で用いた解析プログラムの解説などを行っている。

以上のように、本論文は等価1自由度系による非線形応答評価手法を用いて、従来その適用範囲外とされていた偏心建物を対象に、その複雑な非線形応答を簡便に推定

するための手法を理論的に検討し、偏心建物への解析対象の拡張を試みるとともにその適用限界を明らかにしたものであり、その成果は耐震工学の発展に寄与するところが極めて高いと考えられる。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。