

## 審査の結果の要旨

氏名 松森 泰造

本論文は、「鉄筋コンクリート構造物の地震最大応答に関する研究」と題し、建築構造物の地震による最大応答を簡便に予測する方法に関する研究であり、全6章から構成されている。

第1章「序章」では、建築構造物の耐震設計は地震により生じる応答と設定した限界状態の比較によって耐震性能を評価する趨勢にあることを述べ、本研究の目的は地震最大応答を簡便に推定する方法を提案することであると、地震最大応答の推定方法に関する既往の研究をまとめている。

第2章「検討用構造物と入力地震動」では、本研究で地震最大応答の傾向を検討するために用いた構造物と模擬地震動を設定している。構造物は無限に連続する骨組とし、固有周期、階数、部材の耐力の分布、設計外力分布形、弾性剛性の分布、降伏点剛性低下率の分布および想定する崩壊機構を変動因子としている。模擬地震動は、既往の強震観測記録から得られた位相特性と目標加速度応答スペクトルの形状を変動因子としている。

第3章「地震最大応答の特性」では、模擬地震動を用いた時刻歴非線形地震応答解析により、鉄筋コンクリート構造物における地震最大応答の構造物高さ方向の分布特性について検討している。構造物の応答変形分布を決定する要因は、モードの固有周期と地震動の周期特性を表わす応答スペクトル特性の関係と、構造物における部材の耐力の分布であることを明らかにしている。固有周期の短い構造物に長周期が卓越した入力地震動が作用する場合には、応答変形は下層で大きく、構造物の固有周期に比べて入力地震動の卓越周期成分が短くなるに従い、高次モードの応答成分が増大し、上層部の変形が大きくなるとしている。高次モードの最大応答に及ぼす影響は、層間変位では2次モードの寄与が大きく、逆に、層せん断力では3次モード以上の高次モードの影響が大きいとしている。応答変形の分布は、部材の耐力分布あるいは設計外力分布形に応じて変化するが、目標加速度応答スペクトルが同じでも、地震動の位相特性が異なる場合には、応答変形の分布が大きく異なることがあるとしている。

第4章「漸増載荷解析と外力分布形」では、静的漸増載荷解析における外力分布形が1自由度系等価せん断力-変位関係、層せん断力-層間変形関係、部材の塑性率に及ぼす影響について検討している。外力分布形としては、弾性固有モード、3次までのモード応答の絶対値和および2乗和の平方根、2次までのモード応答の直和および差分および建築基準法施行令に定める層せん断力係数の分布の6種類をとりあげている。漸増載荷解析で得られる1自由度系等価せん断力-変位関係は、建物高さ方向の剛性分布が異なる構造物や部分崩壊する構造物も含めて、外力分布形の選択や縮約時のモードの選定の影響は小さいことを明らかにしている。梁降伏が先行する構造物では、降伏層せん断力は外力分布形の影響を受けるとしている。層間変位および部材の塑性率は外力分布形の影響が大きく、全体塑性率が大きくなるほど外力分布形の影響が顕著であるとしている。地震応答における最大応答変形の分布に最も近い変形分布を与える外力分布形を等価外力分布形と定義すると、等価外力分布形は構造物や入力地震動の応答スペクトル特性に依存するのみならず、入力地震動の位相特性や強さ(倍率)にも依存するので、定式化するには至らなかった。

第5章「地震最大応答の簡易評価方法」では、与えられた目標設計スペクトルを有する地震動に対して鉄筋コンクリート構造物の各部位に生じる最大応答を合理的に推定する方法について検討している。まず、目標加速度応答スペクトルが同じ地震動に対する最大応答の変動を検討し、少ない数の地震動時刻歴による地震応答解析結果から、同様の目標加速度応答スペクトルを有する地震動に対する最大応答の平均値を推定する方法を示している。次に、平面骨組を簡易なせん断型多質点系モデルに置き換える方法を検討し、多質点系モデルの最大応答が層のせん断バネの復元力特性の選定に大きく影響を受け、その復元力特性は外力分布形を仮定した漸増載荷解析により評価されることから、梁降伏先行型の骨組の上層部では選択した外力分布形の影響を受けやすいとしている。そこで、多質点系モデルを用いた地震応答解析による推定する精度を改善する方法として、(1)漸増載荷解析における外力分布形を建築基準法に定める層せん断力係数の分布とする、(2)各層の降伏後剛性は、漸増載荷解析から得られる値を増幅する、などの方法を提案している。

また、縮約1自由度系の最大応答と漸増載荷解析を組み合わせて、構造物の各部の最大応答を推定する方法について検討している。まず、地震動の目標加速度応答スペクトルおよび全体塑性率の組み合わせに対して高次モードの寄与を考慮した最適外力分布形を設定する方法を検討し、高次モードの寄与をモードの弾塑性加速度応答値の比率より推定できることを示している。次に、外力分布形をモードの直和および差分とした2種類の漸増載荷解析を行い、モードの直和による漸増載荷解析により下層部の上限値が与えられ、モードの差分による漸増載荷解析により上層部の上限値が与えられることを示している。特に、最適外力分布形では考慮することが難しかった諸因子を変動させた構造物についても、この2種類の漸増載荷解析による推定方法は有効であることを示している。高次モードの影響が大きい層せん断力は、4次までのモードの層せん断力応答の絶対値和で概ね推定できることを示している。

第6章「結論」では、本論文の研究成果をまとめている。

本論文は、鉄筋コンクリート造建築構造物が複雑な地震動を受けるときの弾塑性最大応答を推定する簡便な方法を提案するもので、地震工学および構造工学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）の学位請求論文のとして合格と認められる。