

氏名	浅野幸一郎 あさのこういちろう
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1136号
学位授与の日付	昭和54年1月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	弾塑性構造物のランダム応答に関する解析的研究

論文調査委員 (主査) 教授 小堀鐸二 教授 金多 潔 教授 南井良一郎

論文内容の要旨

本論文は、入力地震動に固有なランダム性と、それに由来する概括的な建築構造物モデルに賦与されるべき弾塑性動力学パラメーターのばらつきとを考慮して、建築構造物の弾塑性領域における地震応答性状に関し、解析的な検討を加えたものであって、序論と2編、9章からなっている。

序論では、本論文の研究目的を明らかにし、各章の研究概要とその位置づけについて述べている。

第I編は5章よりなり、建築構造物の弾塑性変形領域と履歴塑性変形領域を対象とするランダム応答解析法の開発と有用性の検証とに主眼をおいて論じている。

まず、関連分野の最近に至る研究成果を概観し、その取り扱い方や解析法に関する研究の限界を指摘し、本研究の方法の概要と取り扱いの範囲を明らかにしている。

入力地震動としては、典型的なランダム波形関数としての擬定常ホワイト・ノイズ過程、および現実の入力地震動が保有する非ホワイト・スペクトル特性を唯一のピークをもつスペクトル密度によって表現されるような擬定常非ホワイト・ノイズ過程として採用し、応答量の確率密度関数を規定するフォッカー・プランク方程式を、特性関数の領域へ変換するという新しい解析手法を提案している。

第1章、2章では、弾塑性変形領域の構造物を対象として、それぞれバイ・リニア形およびポリ・リニア形履歴特性をもつ1質点構造物を、第3章ではバイ・リニア形履歴特性をもつ多質点構造物を具体的に取扱っている。

第4章、5章では、履歴塑性変形領域の構造物を対象として、それぞれポジティブ・デフィシェンシイ履歴特性をもつ1質点および多質点構造物について、その非定常変位応答と速度応答などのモーメント評価法を開発し、デジタルシミュレーションによる数値実験により、その有用性に検討を加えている。

第II編は、第I編の解析手法を更に拡張し、建築構造物の弾塑性応答性状の本質に最も深く関連すると考えられる課題につき4章にわたって論じている。

まず、これらの課題を研究対象とする理由に触れ、それに関連する分野の従来の研究には、入力地震動に固有のランダム性を考慮した例が、ほとんどないことを指摘している。

第6章では、建築構造物の弾塑性応答性状に及ぼす入力地震動スペクトルの非定常性の影響について論じている。即ち、バイ・リニア形履歴特性をもつ1質点構造物の非定常変位応答の r. m. s. 値について、ランダム入力エネルギー包絡線とスペクトル特性の非定常性を、国内で得られた実測地震記録と米国の強震記録からシミュレートされたモデル地震の2例を参考として設定し、その非定常性を考慮した場合と無視した場合とを比較・検討している。

第7章では、建築構造物の弾塑性応答性状に及ぼす、各種弾塑性履歴特性の影響について論じている。即ち、入力地震動を擬定常ホワイト・ランダム過程とし、多くの分枝からなるポリ・リニア形履歴特性と、その近似特性としてのバイ・リニア形又はトリ・リニア形履歴特性をもつ1質点構造物の変位応答の r. m. s. 値について、比較・検討を加えている。

第8章では、建築構造物の弾塑性応答分布性状に及ぼす弾塑性動力特性分布の影響について論じている。即ち、定常および擬定常ホワイト・ランダム入力を受ける、最適弾性動力特性分布を有する2質点構造物を設定し、層間変位応答の r. m. s. 値の分布性状について、弾塑性履歴特性を規定する塑性分枝剛性、弾性限変位などをパラメーターとして、検討を加えている。

第9章では、建築構造物の弾塑性応答性状に及ぼす鉛直荷重の影響について論じている。即ち、入力地震動の水平動成分に加えて、その上下動成分と重力を考慮した場合のランダム応答解析法を開発し、重力効果により塑性分枝剛性が負となる場合を含む弾塑性履歴特性をもつ質点構造物の変位応答の r. m. s. 値について、鉛直荷重を考慮した場合と無視した場合を比較・検討し耐震設計上に有用な知見を提供している。

論文審査の結果の要旨

入力地震動に見られるランダム性の把握如何は、建築構造物の弾塑性地震応答性状の究明と、その定量的な評価に直接関わる問題として、建築物の耐震安全性を論ずる際に欠かすことのできない重要な課題の一つとなっている。

本論文は、履歴特性のある非線形動力系としての弾塑性構造物のランダム応答に関して、著者独自の有効な解析的評価法を前段に展開し、この手法を用いて建築構造物の終局耐震安定性に関連する弾塑性領域のランダム応答性状について、いくつかの基礎的な検討を加えたものであって、得られた主な成果は次の通りである。

(1) 非定常なランダム性を入力地震動に与えたときの構造物の弾塑性変形領域および履歴塑性変形領域におけるランダム応答の解析的な評価法を、マルコフベクトル過程を基礎とする新しい特性関数法にもとづいて見出した。なお、ランダムシミュレーションにより検討したこの手法の精度は工学的に充分な範囲に収まることを示した。

(2) 入力地震動のもつスペクトルの非定常性の構造物の弾塑性応答性状に及ぼす影響は、主として次の要因に支配されることを示した。即ち構造物の履歴特性の弾性および塑性分枝剛性との関連における、入力地震動の主要動近傍の卓越振動数の値とその低下率、入力地震動のスペクトルの山の急峻性、入力地震動の最大強度とエネルギー包絡線の形状等であることを明らかにした。

(3) ポリ・リニア形で代表される弾塑性履歴特性をもつ構造物の非定常応答過程に良い近似を与える等価な特性としてはポリ・リニア形特性の最終降伏点で評価したポテンシャルエネルギーと等しいポテンシャルエネルギー量をもつバイ・リニア形か、更には、初期剛性を共有し第1降伏点から最終降伏点までのポテンシャルエネルギーと等量のポテンシャルエネルギーをもつトリ・リニア形であることを明らかにした。

(4) 多層構造物においては弾塑性応答が塑性流れ量の発生し易い層に集中する傾向にあり、しかもその傾向は入力地震動の振幅レベルが大なる程顕著となり、構造物の弾性動力学特性分布がたとえ適正であっても、弾塑性領域における応答分布に予想外な不均一性が生ずる場合があることを示した。このような応答分布の不均一性を避けるためには、一様な弾塑性動力学パラメーターの分布を構造物に賦与すべきであることを指摘した。

(5) 構造物の弾塑性応答に及ぼす入力地震動の上下動成分の影響は余り大きくないが、重力の影響については構造物の相対変位応答が特定の閾値を超過した領域で大きく発展する傾向が見られ、これに関連して構造物の動的安定・不安定を決定づけるパラメーターは、重力影響係数、履歴特性の塑性分枝剛性、入力地震動の振幅レベルと継続時間等であることを具体的に示した。

以上を要するに本論文は、建築構造物の弾塑性領域におけるランダム応答の解析的評価法について従来の応用範囲の狭い近似的手法に較べて、一般性があり、かつ良い精度を示す新たな手法を提案するとともに、構造物の終局耐震安全性に深く関わる主要な問題にこの手法を適用して耐震設計上有用ないくつかの知見を提供したものであって、学術上、実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。