

氏 名	はやし 林	やす 康	ひろ 裕
学位の種類	工 学 博 士		
学位記番号	論工博第2489号		
学位授与の日付	平成3年6月29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	時間因果性を考慮した地盤・構造物の地震時挙動の評価手法に関する研究		

論文調査委員 (主査) 教授 藤原 悌三 教授 金 彦 潔 教授 土岐 憲三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、地盤・構造物の地震時非線形挙動に関して、1) 長周期領域にノイズを含む加速度強震記録を時間積分することにより、残留変位を再現する評価手法、および、2) 周波数に依存して変動する構造物と地盤あるいは流体の連成効果を、構造物や周辺地盤の不均質性や非線形性を精度よく効率的に考慮し得る時刻歴応答解析手法を、時間関数の因果性に着目して新たに展開したもので、以下の8章で構成されている。

1章では、本研究の背景と目的について述べるとともに、本論文の各章の内容を概説している。

2章では、加速度強震記録をもとに変位フーリエスペクトルを算定した後、変位波形の時間因果性に着目して実部のみを用いて変位波形を再現する方法を構成している。本手法は、変位が残留変位を有する場合に既往の方法のように零線が傾くことがなく、ローカットフィルターを施しても精度の高い変位波形を再現できる手法であることを、震源運動を表す傾斜関数型変位により例証するとともに、残留変位の再現度を評価する指標を導出している。

3章では、デジタル型強震計を大型振動台上に設置して変位制御のパルス波入力試験と地震波加振を行い、デジタル型強震計のノイズ特性を把握した後、2章で構成した時間積分法により積分して得られる変位波形と振動台の観測変位を比較し、本手法の実観測記録への適用性と有効性を確認している。

4章では、地盤・構造物連成系の時刻歴地震応答解析手法として、動的サブストラクチャー法による定式化を導出している。本手法は、地盤の動的柔性を周波数領域で計算し、これを時間領域へ変換したインパルス速度応答を含む合成積の演算によって構造物に働く相互作用力を評価して応答解析を行うものである。インパルス速度応答は等間隔デルタ関数列で近似するが、各デルタ関数の重み（以下、離散インパルス応答と呼ぶ）を定める方法として、動的な地盤柔性の1) 実部のみ、2) 虚部のみ、3) 実部と虚部の両方を用いて、インパルス速度応答の時間因果性に着目して有限フーリエ変換により定める方法を提示し、それらの特質を比較している。また、成層地盤に埋め込まれた大型構造物を対象とした例題を通じて解析手法の高い精度と効率性を確認している。

5章では、動的地盤柔性に基づく定式化について、定式化に含まれる離散インパルス応答の評価が応答解析に及ぼす影響について、地盤を1自由度系で表現して考察を行っている。その結果、離散インパルス応答の0秒の値は、地盤のモデル化や解析手法等の算定条件に敏感であり、その精度確保が応答解析の精度と安定性を保証する上で重要であること、離散インパルス応答を算定する物理量は、既往の方法のように変位について算定するのではなく、4章のように速度について算定する方が応答解析の効率性と安定性に優れていることを指摘している。

6章では、4、5章で示した地盤の動的柔性に基づく定式化と同様な定式化として、地盤の動的剛性に基づく3種類の定式化を新たに導出し、2層地盤上の大型構造物の時刻歴非線形応答解析を行って相互の精度と効率性を比較している。

7章では、6章で提案した応答解析手法の応用例として、大深度の海域に軟着底して滑動が生じやすい海洋構造物（水深50m）の地震時滑動応答解析を行っている。そして、構造物に働く流体力について海水の圧縮性に起因して生じる周波数依存性を考慮した場合には、流体力の寄与を一定の付加質量効果として評価する慣用的方法と比較して、構造物の最大加速度応答が増大することを指摘している。

8章では、上記2～7章で展開した理論と適用例の内容が要約されている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、地盤・構造物の地震時挙動の評価法として、加速度強震記録を時間積分して残留変位を再現する方法、および、構造物—地盤（または流体）系の時刻歴非線形応答解析手法を、時間関数の因果性に着目して新たに展開したもので、得られた主な成果は次の通りである。

1 長周期領域にノイズを含む加速度強震記録を時間積分して変位波形を算定するに際して、時間因果性に着目した方法を展開し、既往の方法より残留変位を含む変位波形を精度よく再現できることを示した。

2 変位制御による振動台実験を行い、デジタル型強震計の加振時のノイズ特性について調べ、本論文で提案している加速度記録の時間積分法の実観測記録への適用性と有効性を実証した。

3 構造物—地盤（または流体）系の時刻歴非線形応答解析手法として、周波数領域で計算した地盤の動的柔性や動的剛性を時間領域へ変換して得られる離散インパルス応答を基礎とする、数値計算の精度と効率性に優れた動的サブストラクチャー法の定式化を展開した。

4 数値計算上重要な役割を担う離散インパルス応答の算定方法について、インパルス応答の時間因果性に基づく3種類の方法を提示し、各算定方法が応答解析に及ぼす影響について考察を行い、数値計算上の留意点を指摘した。

5 本論文で提案している時刻歴非線形解析手法を、大深度海域に軟着底する海洋構造物について適用して、海水の圧縮性に起因する流体力の周波数依存性を考慮した地震時滑動解析を行い、慣用的な解析手法の問題点を指摘した。

以上要するに、本論文は地震時における地盤や構造物の非線形挙動の評価に適した手法を提案し、その適用例を示して地震工学上有用な知見を得たものであって、その成果は学術上、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。

また、平成3年3月29日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。