

氏 名	たて いし あきら 立 石 章
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3629 号
学位授与の日付	平 成 14 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	地中構造物横断方向の静的耐震計算法に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 岡 二 三 生	教 授 足 立 紀 尚	教 授 田 村 武
--------	----------------------	-------------	-----------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、地中構造物の地震時振動特性に基づき、地中構造物の横断方向の耐震性を評価するための静的耐震計算法に関する研究の成果をまとめたものであり、緒論、結論を含め7章から成っている。

第1章は、緒論であって、兵庫県南部地震前後での地中構造物の耐震計算法の変遷と地中線状構造物の縦断方向の解析法である応答変位法とを比較して地中構造物横断方向の耐震性検討の重要性と概要を述べるとともに、本研究の目的と論文の構成概要を示している。

第2章では、動的サブストラクチャー法から静的サブストラクチャー法を導くとともに、応答変位法が静的サブストラクチャー法の1種であることを示した。さらに、応答震度法は動的解析とほぼよい一致を示すのに対し、応答変位法では、曲げモーメントと軸力ともに動的解析の結果より小さな値を与えることを示し、地震荷重の作用メカニズムの検討から、応答変位法での地震荷重の作用方法を明らかにし、地盤・構造物全接触面せん断力を考慮し、修正応答変位法を提案している。また、慣性力が無視できない場合は、自然地盤において求めた地盤加速度による慣性力を作用させている。

第3章では、地中構造物の近傍地盤をFEMで表す地盤FEM型の静的な耐震計算法であるFEM応答変位法について、地震荷重の作用方法をサブストラクチャー法に基づき理論的に解明している。既往の応答変位法、地中構造物と近傍地盤に自然地盤の加速度による慣性力を作用させる応答震度法と動的解析結果との比較から、地中構造物と近傍地盤に自然地盤の加速度による慣性力および近傍地盤外周境界に自然地盤の地震応力と等価な節点力を作用させる地盤応答法を提案している。地中構造物横断方向の例として地中ダクトの数値解析結果に基づき、自然地盤の地震時ひずみと等価な節点力を近傍地盤に、構造物と地盤の接触面に自然地盤の地震時応力と等価な接点力を作用させる修正FEM応答変位法を提案している。その結果、修正FEM応答変位法は土破りがある地中構造物では、解析結果は動的解析とよい一致を示すが、土破りがない場合に両者の方法は必ずしも一致しないことを示した。また、地盤応答法と動的解析が一致する原因は、慣性力の影響であることを指摘している。

第4章では、地盤ばね型及び地盤FEM型修正応答変位法を大型地下構造物である地下タンクへ適用し、地盤ばね型の修正応答変位法、周辺せん断力を考慮しない修正応答変位法と比較した場合、周辺せん断力を考慮した地盤FEM型修正応答変位法はよりよく動的解析の結果を説明しうることを明らかにした。ただし、地下タンクの径が大きい場合は、周辺地盤との相互作用が無視し得ないことを指摘している。さらに、大規模地下空洞の地震時動的解析を行い、新たに提案した地盤応答法は動的解析の結果を模擬しうることを明らかにしている。

第5章では、神戸高速鉄道駅の横断面を対象として兵庫県南部地震時の地下構造物の被害解析を行い、地下構造物の損傷過程を明らかにし、中柱の変形性能を増大させることが安全性を向上させるために重要であることを示した。レベル2地震動に対する地中構造物横断面の耐震設計では、地盤と構造物の塑性化にともなう非線形変形特性の適切な考慮が有用であり、地盤全体系の崩壊を防止することの重要性を指摘している。

第6章では、レベル2地震動に対する静的な耐震計算での地中構造物のモデル化の方法を明らかにしている。すなわち、

地中構造物の静的な耐震計算法としては、大きく分類して応答変位法、応答震度法があるが、いずれもレベル2地震動に対しては、地盤、地盤と構造物の接触面および構造物の非線形変形特性を考慮する必要があることを示している。また、静的耐震計算法は、適切に安全余裕度を設定すれば、十分適用性があることを指摘している。

第7章は、本研究の結論であって、結果を要約するとともに今後の課題である、相互作用の評価法、相互作用と地盤の非線形性、地盤—構造物全体系の安全性の評価法および地盤の液状化の考慮法について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、地中構造物の地震時振動特性に基づき、地中構造物の横断方向の耐震性を評価するための静的な耐震計算法に関する研究の成果をまとめたもので、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 地盤ばね型の応答変位法について、動的サブストラクチャー法により理論的な解明を行い、応答変位法がサブストラクチャー法の一種と見なすことが出来ることを示している。地震荷重の作用メカニズムの検討から、応答変位法での地震荷重の作用方法を明らかにし、地盤・構造物全接触面せん断力を考慮し、修正応答変位法を提案している。
2. 地盤 FEM 型静的耐震計算法を動的サブストラクチャー法により検討を加え、地盤の応答特性を考慮し、新たな地盤 FEM 型の静的な計算法を導いている。さらに、相互作用と地盤構成のモデル化に関して地盤ばね型と地盤 FEM 型の静的な耐震計算法の特徴を示している。
3. 地盤ばね型及び地盤 FEM 型修正応答変位法を大型地下構造物である地下タンクへ適用し、動的解析との比較から、地下タンクの径が大きい場合は、周辺地盤との相互作用が無視できず、応答変位法に限界があることを明らかにしている。さらに、大規模地下空洞の地震時解析を行い、新たに提案した地盤応答法は動的解析の結果を模擬しうることを明らかにしている。
4. 兵庫県南部地震時の地下構造物の被害解析を行い、地下構造物の損傷過程を明らかにするとともに、レベル2地震動に対する静的な耐震計算での地中構造物のモデル化の方法を明らかにしている。

以上要するに本論文は、地盤と構造物の相互作用を考慮した地中構造物の横断方向の耐震性を評価するための静的な耐震計算法の進展に貢献する研究であり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年12月6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。