

氏 名	にし おか とつむ 西 岡 勉
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3810 号
学位授与の日付	平 成 16 年 11 月 24 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	地盤と構造物間のひずみ伝達特性に着目した地中構造物の耐震計算法に 関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 佐 藤 忠 信	教 授 家 村 浩 和	教 授 田 村 武
--------	----------------------	-------------	-----------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、共同溝を対象とし、地盤と構造物間のひずみ伝達特性を明らかにし、同特性に着目した耐震計算法の提案を行ったものであり、6章からなっている。

第1章は、本研究の背景と目的、現行の地中構造物の耐震計算法と課題、地中構造物の地震時挙動に関する既往の研究、および本論文の構成について述べている。

第2章は、開削トンネルとして矩形断面の共同溝を対象とし、地盤・構造物間のせん断変形に関するひずみ伝達特性を、2次元FEMを用いたパラメータ解析により分析している。解析パラメータは、矩形断面の形状比、表層地盤に対する構造物の構築深さの深度比、および地盤に対する構造物の重量比であり、これらパラメータが自然地盤に対する地中構造物のせん断ひずみの伝達率に及ぼす影響が小さいことを示している。これらパラメータ解析の知見に基づき、応答変位法のつりあい式を用いてせん断変形に関するひずみ伝達率が地盤と構造物のせん断剛性比をパラメータとする双曲線で近似できることを示している。さらに、地盤・開削トンネル間のひずみ伝達特性と開削トンネルの横断面全体のせん断ひずみを漸増させるプッシュオーバー解析結果とを用いることにより、開削トンネルの応答せん断ひずみを推定する実用的な方法を示し、せん断ひずみを評価指標とした開削トンネル横断面の耐震計算法を提案している。また、横断面全体のせん断ひずみに着目した支持条件の異なる開削トンネルの地震時の損傷過程、発生断面力の比較、大断面を有する開削トンネルのせん断変形に関するひずみ伝達特性の解析を行い、提案手法の適用性について考察している。

第3章では、円形シールドトンネルを対象とし、2次元FEM解析により地盤・構造物間のせん断変形に関するひずみ伝達特性が矩形断面の開削トンネルだけでなく、円形断面のシールドトンネルにおいても適用可能であることを示している。また、セグメント継手によるトンネル覆工の曲げ剛性の低下やセグメントの千鳥組による添接効果を評価できる2リングモデルに対して円形断面のせん断ひずみを漸増させるプッシュオーバー解析を行い、矩形断面と同様に、せん断変形に関するひずみ伝達特性とプッシュオーバー解析結果とを用いることにより、シールドトンネル横断面の応答せん断ひずみを推定する方法を示している。そして、3次元FEMモデルを用いなくても、シールドトンネル横断面の損傷過程を考慮した応答せん断ひずみが推定できることを明らかにし、それに基づいた耐震計算法を提案している。

第4章では、地盤剛性などをパラメータとした場合の開削トンネル横断面のせん断ひずみの応答特性について考察し、地盤・開削トンネル間のせん断ひずみに関するひずみ伝達特性を利用して、矩形断面共同溝の耐震性能の実用的判定法を示している。また、この実用的判定法と第2章の耐震計算法をもとに、効率的な矩形共同溝の横断面の耐震設計法を提案している。

第5章では、共同溝を対象とした線状地中構造物の軸方向に対して、地震時の自然地盤に対する構造物の軸ひずみ伝達特性の解析を行っている。地中構造物の縦断方向の解析における地震荷重の作用方法と地盤ばねモデルの問題に着目し、3次元FEMモデルと弾性床上のはりモデルの比較解析を行い、軸ひずみ伝達特性に及ぼす地盤変位の波長、地盤剛性、継手、基盤不整形構造などの影響について検討している。

最後の第6章は結論であり、本研究で得られた成果について要約し、また、今後の課題について言及している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、地盤と地中構造物間のひずみ伝達特性を解析的に明らかにした後、ひずみ伝達率を新しく定義し、それを用いて共同溝の耐震計算法を提案したものであって、得られた成果の主たるものは以下のとおりである。

1. 構造物深度の自然地盤のせん断ひずみに対する開削トンネルのせん断ひずみの比、ひずみ伝達率を2次元FEM解析により算定し、地盤と地中構造物間のひずみ伝達特性を明らかにした。また、せん断変形に関する構造物反力と地盤と構造物間の相互作用力のつりあいから、地盤と構造物のせん断剛性比をパラメータとするひずみ伝達率の近似式を導いた。このひずみ伝達率と開削トンネルのブッシュオーバー解析結果から、トンネル横断面の応答せん断ひずみを実用的に推定できる方法を提案した。さらに、ブッシュオーバー解析から得られる構造物損傷過程と推定ひずみの大きさを比較することで耐震性能を照査する方法論を確立した。
2. 矩形断面の開削トンネルだけでなく、円形断面のシールドトンネルにおいても、1.で展開した方法論が有効なことを明らかにした。また、地震時のシールドトンネル横断面の変形性状が楕円で近似できることから、セグメント継手によるトンネル覆工の曲げ剛性の低下やセグメントの千鳥組による添接効果を考慮できる2リングモデルに対して、単純せん断力により横断面のせん断ひずみを漸増させるブッシュオーバー解析の方法を示した。開削トンネルと同様に、ひずみ伝達特性とブッシュオーバー解析から、トンネル覆工の損傷過程を評価できる、せん断ひずみに基づくシールドトンネル横断面の耐震計算法を提案した。
3. 入力地震動が同じ場合には、開削トンネル横断面の応答せん断ひずみは、地盤剛性が大きくなっても小さくなっても減少する傾向を示し、ある地盤剛性で極大値を取ることを解析的に明らかにした。また、ひずみ伝達率の近似式から開削トンネル横断面の応答せん断ひずみが地震時の自然地盤のせん断ひずみの2倍を上限とする特性を利用し、開削トンネルの耐震性能を実用的に判定する方法を示した。
4. 3次元FEMモデルと弾性床上のはりモデルを用いて周辺地盤から線状地中構造物への地震時の軸ひずみ伝達特性を解析した結果、地盤ばねをFEMモデルにより算定すると、継手を有する場合を除いて、弾性床上のはりモデルにより地震時の自然地盤に対する構造物の軸ひずみ伝達率をほぼ近似できることを明らかにした。

以上要するに本論文は、地盤と地中構造物間のひずみ伝達特性を明らかにし、同特性を用いることによって地中構造物の耐震性能を照査する方法論を確立したものであり、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16年10月21日に論文内容とそれに関する試問を行った結果、合格と認めた。