

氏名(本籍)	奥津 大		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第 9821 号		
学位授与年月日	令和 3 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	通信管路の経年的な劣化メカニズムを踏まえた耐震性能評価に関する研究		
主査	筑波大学 教授	博士(工学)	庄司 学
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	松島 亘志
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	西尾 真由子
副査	京都大学 教授	工学博士	境 有紀
副査	千葉大学 教授	博士(工学)	丸山 喜久

論文の要旨

本研究では、通信設備の中でも地中埋設管路を対象とし、鋼管・ねじ継手並びに塩化ビニル管・接着継手の経年的な劣化の問題に焦点をあてて、これによる継手部材の機械的特性の変化を実験的に明らかにしモデル化した上で、経年的に劣化した継手部材の力学特性が管路システムの地震応答に与える影響の評価を行っている。その上で、経年的な劣化が想定される既設鋼管をライニングによって補修・補強した場合の管路システムの耐震性能への影響評価を試みている。

第1章では、通信設備の地中埋設管路の経年化に係る学術的課題と既往研究のレビューを行い、本研究の目的と論文構成を示している。第2章では、実際に使用されていた鋼管・ねじ継手と塩化ビニル管・接着継手のサンプルを現場より収集した上で、継手部材の引張・圧縮・曲げ性能に対する経年的な劣化の影響を実験的に明らかにし劣化の要因を同定することで、引張並びに圧縮に関する荷重-変位関係のモデル化を試みている。第3章では、第2章で得られたモデルを考慮した上で、上記の継手部と鋼管並びに塩化ビニル管それぞれの管体部で構成される管路システムを力学的にモデル化し、地震動によって生じる0.3%から1.0%オーダーの地盤ひずみがそれらに作用した場合の、継手部の経年的な劣化による管路システム全体の耐震性能の変化を応答変位法に基づいた地震応答解析手法により明らかにしている。第4章では、経年的な劣化が想定される既設鋼管の内面をライニングで補修・補強した場合に、第3章と同様の解析手法に基づき、ライニング管-既設管路システムで構成される管路システム全体が鋼管・ねじ継手部の経年的な劣化によって受ける力学的な影響について明らかにしている。第5章では、以上の得られた知見をまとめ、今後の課題が示されている。

審査の要旨

【批評】

本研究では、通信設備の管路システムの中で耐震的に弱部になりやすい鋼管・ねじ継手部並びに塩化ビニル管・接着継手部に焦点を当て、これらの経年的な劣化に伴う力学特性の変化が管路システムの耐震性能に与える影響を明らかにし（2章、3章）、経年的に劣化している既設鋼管をライニングによって補修・補強した場合の管路システムの耐震性能への影響評価を試みている（4章）。

2章では、通信施設の現場で実際に適用されていた鋼管・ねじ継手部と塩化ビニル管・接着継手部をそれぞれ182体、117体採取した上で、それらの引張・圧縮性能の経年的な劣化を実験的に明らかにし、これらの劣化要因が鋼管・ねじ継手部については内面腐食、塩化ビニル管・接着継手部については接着面先端の状態の劣化であることをそれぞれ同定することで、引張・圧縮に関する荷重-変位関係のモデル化を試みている。これより、30年から50年の経年的な作用を受けると、引張荷重が平均的に鋼管・ねじ継手部において約13%、塩化ビニル管・接着継手部において約5%、それぞれ低減することを明らかにしている。これらの知見は、現場で実際に適用されていた管路継手部の数百オーダーのサンプルに基づいたものであり、学術的に極めて有用性の高い知見であると言える。

3章によれば、鋼管・管路システムが地震動に伴う0.3%オーダーの地盤ひずみの作用を受けた場合には、20年以上経年的な作用を受けたねじ継手部は降伏点を越え塑性化し、これらの影響が管路システムの地震応答に顕在化し始め、0.5%オーダーの地盤ひずみの作用を受けると50年の経年的な作用を受けたねじ継手部は破壊にまで至る。現行の耐震設計ではレベル2地震動相当の地盤ひずみは1.0%オーダーまで想定されているが、上記の結果はねじ継手部の経年的な劣化に伴って鋼管・管路システムの地震応答が助長される可能性を示している。このようなメカニズムは塩化ビニル管・管路システムでは減ずることとなるが、それでも0.9%オーダーの地盤ひずみの作用を受けると50年の経年的な作用を受けた接着継手部は破壊に至り、経年的な劣化の影響が管路システムの地震応答に影響するようになる。国内外の研究動向を踏まえると、学術的に新規性の高い知見が得られていると判断できる。

4章では、継手部の経年的な劣化を考慮したとしても、ライニング補強された管路システムの地震応答は問題となるレベルには全く至らず、現行の既設鋼管へのライニング補強技術の適用性を支持する知見が得られている。一方で、これらの結果に対しては地盤を含めた管路システムモデルに対する実験的検証が今後の課題であると考えられる。

【最終試験の結果】

令和3年1月25日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。