

審査の結果の要旨

氏名 八百山 太郎

現代の都市においては、多種多様な技術システムが相互に依存し、複雑化している。そのような都市においては、災害が発生した際に、その状況を即時に把握し、緊急対応の優先度を判断して、迅速に対応することが求められている。本論文は、都市において緊急時に必要となる機能に着目しながら、災害時の技術システムの相互監視を行う手法について、その基本的な概念を提案するとともに、その概念を実現する手法として、相関異常検知と呼ばれる機械学習手法に基づく監視手法を提示するものである。さらに、提案手法について、構造物および構造物群を対象とした数値実験および実観測記録を用いて、妥当性を確認し、より一般的な都市監視について概念的な検討を行うことで、実装上の課題を議論するものである。

本論文は、第1章「序論」と第8章「結論」を含む8章で構成されている。

第1章では、都市性能を基礎づける多種多様な技術システムを統合的かつ即時的に監視する技術について、その概念を構築し、具体的な手法として提示することを論文の目的として提示している。

第2章では、緊急時の都市性能を議論するにあたって、リアルタイム性・マルチスケール性・マルチパフォーマンス性の3つの特性が重要であることを前提に、これらを充足するための技術上の要件として、即時性・効率性・統一性・汎用性・簡易性・拡張性の6つの要件を提示している。また、6つの要件を実現するためには、モデルに基づく手法よりもデータ駆動型手法が有効であることを指摘している。

第3章では、既往研究において提案されている相関異常の検知手法を拡張することで、周波数領域において相関異常を評価する手法、および、関心のある変数のまとまりごとに相関異常を評価するデータ駆動型手法を第2章で示した技術応用上の要件を満たす形で提案し、定式化している。

第4章では、地震による構造物の損傷可能性を例に取りあげ、複数の構造物の地震応答観測記録の集合に対し第3章で提案した手法を適用することで、構造物間相互監視手法を提案している。そこでは、各構造物の地震応答間の相関

構造の変化を相互に監視することで、各構造物の損傷可能性を評価する手法を示している。また、提案手法について、数値実験および実観測記録を用いて妥当性を示している。

第 5 章では、構造物内の複数個所の地震応答観測記録を対象に提案手法を適用することで、構造物内相互監視手法を提案している。そこでは、各部材の地震応答間の相関構造の変化を相互に監視することで、各構造部材の損傷可能性を評価する手法を提示している。建築物の平面および立体の骨組構造物による地震応答解析を用いた数値実験を実施することで、提案手法が、入力波や損傷位置に依存せず概ね良好な検知性能を実現できることを示している。

第 6 章では、第 4 章で適用性を示した構造物間相互監視手法、および、第 5 章で適用性を示した構造物内相互監視手法の 2 つの手法を統合した構造物群監視技術を提示することで、マルチスケールで構造物の性能を監視する方法を示している。また、その適用性について、構造物群に対する平面骨組による地震応答解析結果を用いた数値実験により確認している。

第 7 章では、建築物群からなるシステムにおいて、複数の性能を同時に監視する手法について、提案手法を応用する可能性について検討している。建築物群において想定されるべき性能とその連鎖事象などについて検討したのち、大学施設を対象に、緊急時の性能監視のプロセスを議論している。これにより、応用上の課題と展望を明確化している。

第 8 章では、第 2 章から第 7 章までの結果をとりまとめ、本論文で得られた結論を総括している。その上で、論文の成果を踏まえて今後検討されるべき課題を示している。

以上のように、本論文は、地震時の構造物損傷を例として、都市の広範な性能監視に応用できる新しい概念の提案と応用例を提示することに成功しており、新規性、有用性、学術的価値の観点から、構造工学の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。