

論文審査の結果の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏 名 江里口 玲

本論文は、「RFID技術を活用したコンクリート構造物の診断技術の構築と実用化」と題し、社会問題であるインフラ老朽化や労働人口減少に対して、非破壊検査では判定が困難である鉄筋腐食に対して、感度が高い新たなセンサを開発するとともに、コンクリート構造物のライフサイクルに合わせて長期間供用可能な、センサ技術を適用した診断システムを構築することを目的としている。

労働人口の減少が進む我が国で現有する社会資本ストックを健全に維持するためには、効率的な診断技術の社会実装が求められる。その一つとしてセンサを活用した診断技術が各所で検討されているが、センサ自身の耐久性のみならず、付随するケーブルやコネクタ等の耐久性も影響し、長期耐久性を確保できるセンサ技術は少ない。特に鉄筋腐食を対象としたセンサ技術は海外で複数実用化されているが、サイズが大きく埋設することによる構造物への影響が懸念され課題である。また、他のセンサ技術も含め、そのほとんどは電源供給や信号出力を有線で行うため、鉄筋腐食のように長期間のモニタリングが求められる場合は耐久性が大きな課題である。

本研究においては、既往の検討に比べ、少量の塩化物イオン量に反応し、センサ自身の腐食による破断で電気抵抗が急峻に上昇するセンサを開発し、その性能をコンクリート模擬溶液、コンクリート供試体にて確認を行っている。また、センサを構造物に実装するための通信インターフェースにパッシブ型RFIDを採用して、バッテリーレス、無線化を実現した診断システムを構築し、各種の耐久性試験に加え、実構造物に適用し10年間の供用性能を確認している。

本研究において得られた成果は次のようにまとめられる。

- ・鉄筋腐食の予防保全的な検知に適するセンサとして、鉄箔を用いた新たなセンサを開発した。また、塩化物イオンへの反応性も極めて高感度であり、従来手法の自然電位法と遜色ない検知性能を有している。鉄箔を用いたセンサの応用として、電気防食工法に用いられる犠牲陽極のモニタリング手法の可能性や、腐食面積を対象としたセンサ形状と計測手法等、今後の発展も提案している。
- ・各種のセンサを実用化するための課題である無線化については、ICカード等で広く普及しているパッシブ型RFIDを通信インターフェースとした診断システムの構築を実践している。パッシブRFIDとセンサを接続してコンクリート構造物の診断システムと実用化した事例は他にはなく、特に診断技術として求められる耐久性に関して、各種の耐久性試験で確認するとともに、実構造物において長期間の供用実績と効果を得ている。
- ・RFID技術の応用可能性として、モルタルスぺーサに埋設することで、かぶり厚の検査に適用できることや、RFIDの保有するメモリで構造物の情報を管理できるシステムを構築している。また、

今後のRFID技術を活用する手法として、反射電波強度の挙動からコンクリートの強度発現を推察する手法を提案しており、将来の発展性を示している。

本論文については、2023年2月13日に本学8号館823教室において、審査委員全員とおよび学内外のこの分野の研究者出席のもとに公聴会が開催され、その研究内容の発表と質疑応答が行われた。公聴会の後、審査委員全員による学位審査委員会が開催され、本論文内容を詳細に検討した。その結果、本研究によりコンクリート分野における維持管理技術として新しい知見が得られたと認められ、本論文は工学的に価値があり、研究内容の学術レベルおよび研究としての独創性・実用性において優れたものと判断した。従って、本論文は博士(工学)の学位論文に値するものと認める。