

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目

コンクリート構造物の劣化診断の高度化に関する研究
(Development of Advanced Diagnosis for Concrete Structures)

熊本大学大学院自然科学研究科 複合新領域科学 専攻 衝撃エネルギー科学 講座
(主任指導 大津 政康 教授)

論文提出者

松山 公年

(by Kimitoshi Matsuyama)

主論文要旨

第 1 章では、コンクリート構造物の劣化とそれに関わる基準の変遷の体系的整理を行い、我国の社会資本整備が高度成長期に最も多く進められ、橋梁やトンネル等の重要構造物の経過年数が 50 年を迎え、維持管理及び更新時期を迎えつつあることを示した。また、コンクリート構造物の劣化・損傷事故例を示し、維持管理を確実に実施する必要性を示した。また、コンクリート材料及び施工技術の変遷及び品質確保、耐久性向上に関わる基準の変遷を整理し、単に建設年代が古いコンクリート構造物が劣化・老朽化している訳ではなく、材料及び施工技術の向上、普及に伴う時代的背景が影響を与えていることを示した。

第 2 章では、コンクリート構造物の主な劣化原因である、中性化、塩害、アルカリ骨材反応、凍害、化学的侵食、疲労に関して、劣化メカニズムと劣化過程（潜伏期、進展期、加速期、劣化期）を示すとともに、これらの各劣化過程における、非破壊検査手法及びコンクリート試験方法の適用性について述べた。

第 3 章では、コンクリート構造物の劣化過程を潜伏期、進展期、加速期に分類し、各過程に対する非破壊検査の適用性を検討した。劣化過程の潜伏期においては、劣化因子がコンクリート構造物に侵入する過程であるため、鉄筋位置やコンクリートの性質を把握し、劣化因子がコンクリート中にどの程度侵入しているか把握することが重要となる。かぶり厚さの測定では、かぶり厚さを非破壊的に測定する手法として電磁誘導法、レーダ法、X線法の特徴と適用性について述べた。また、鉄筋コンクリート構造物の劣化原因と程度を把握するために簡易診断 BOX を現場に持参し、①配筋、②かぶり厚さ、③中性化深さ、④塩分量を測定できる装置を開発した。塩害によるコンクリート中の鉄筋腐食を評価するために、かぶりコンクリート中の塩化物イオン量を効率的に把握する手法を開発することを目的としてレーダ法による塩化物イオン量測定方法について供試体に対する実験を行い、

非破壊的にコンクリート中の塩分分布を把握できることを示した。進展期は、コンクリート中に劣化因子が侵入し、鉄筋腐食が開始、進行する段階である。したがって、進展期では、鉄筋腐食状況を把握することが重要である。自然電位法は、非破壊的に鉄筋腐食を評価できるが、かぶりコンクリートの状態に影響を受けるため、3次元境界要素法を簡略化した逆解析法により、コンクリート表面での電位を鉄筋付近の値へと補正する手法を開発した。また、ドリル削孔法と電磁波レーダ法を自然電位法に組合せることで、鉄筋腐食調査手法の効率化を図る手法の有効性について述べた。加速期及び劣化期では、コンクリート中の鉄筋腐食の進行により、コンクリートにひび割れ、剥離等が発生し、コンクリートの耐力低下が生じる段階である。ここでは、長期供用期間を経た港湾構造物から採取したコンクリートコア試料に対して一軸圧縮試験時のAE計測結果に対してレートプロセス解析を実施した結果とコンクリートの細孔分布の関係を明らかにし、AE法でコンクリートの劣化度を評価可能であることを示した。また、野外コンクリート擁壁においてAE計測を実施し、その適用性を検討し、AE法の適用性と課題を示した。衝撃弾性波で得られる周波数スペクトルから、弾性波の反射・回折の影響を画像化し欠陥部を評価するSIBIE法を実橋脚での表面ひび割れ深さ評価及びPCプレキャストパネルの内部剥離探査に可能であることを述べた。

さらに、デジタル画像法によるコンクリート表面のひび割れ状態の把握手法について、課題を示したうえで、デジタル画像法の室内供試体でのひび割れ測定方法と野外実構造物でのひび割れ測定方法について、その有効性を示した。

第4章ではコンクリート構造物の効率的な劣化診断手法を検討した。橋梁及びトンネルを対象として、構造物の諸元や目視による変状を入力することで、劣化原因と程度を推定する診断ソフトを開発し、実構造物への適用性を評価した。また、デジタル画像による詳細なひび割れ発生状況の把握や、簡易診断BOXによる劣化因子の侵入状況の把握、自然電位による鉄筋腐食状況の把握、AE法・SIBIE法によるひび割れ損傷の定量的な把握手法を組み合わせた総合的な検査手法の有効性を述べた。そして、第5章では総括として、各章で得られた結論をまとめるとともに、今後のコンクリート構造物の維持管理分野における非破壊検査手法のあるべき姿について述べた。