

氏名 松山 公年

## 主論文審査の要旨

我が国の社会資本整備は高度成長期に最も多く進められた結果、橋梁やトンネル等の社会資本を構成する重要構造物の経過年数は50年を越えるようになり、維持管理及び更新時期を迎えつつある。そこで、本論文ではコンクリート構造物の劣化原因を考察し、特に塩害に着目し劣化メカニズムと劣化過程（潜伏期、進展期、加速期、劣化期）を詳細に検討するとともに、各種の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の検討が行われている。

第1章では、コンクリート構造物の劣化とそれに関わる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考察している。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、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ている。

第3章は、塩害劣化したコンクリート構造物に対する非破壊検査の適用性検討を行っている。潜伏期においては、劣化因子の侵入把握が重要となるため、簡易診断BOXを開発し、配筋、かぶり厚さ、中性化深さ、塩分量を測定している。さらに、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のレーダ法による測定方法について実験を行い、塩分分布を把握できることを明らかにしている。進展期とは、コンクリート中に劣化因子が侵入し、鉄筋腐食が開始する段階である。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ている。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を示している。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・剥離等が発生する。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ている。また、野外コンクリート擁壁においてAE計測を実施し、AE法の適用性を示している。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への適用事例が示めされている。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、デジタル画像法の室内供試体でのひび割れ測定と野外実構造物でのひび割れ測定について、その有効性を確

認している。

第4章では、既設コンクリート構造物の効率的な劣化診断手法の検討を行っている。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ている。また、検討した全ての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を提案している。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ている。

これらの成果は、6編の査読付き国内論文、6編の国際会議論文集（査読付き）と1編の国際誌に公表されており、博士課程の修了に十分な成果を挙げていると判断できた。

#### 最終試験の結果の要旨

論文発表会終了後に、本論文の内容に関連する事項について審査委員会で口頭試問を実施し、十分な科学的・工学的な知見を有することを確認した。なお、英語能力は、研究成果が国際誌に公表されていることと国際会議での6件の講演経験を踏まえて十分な能力を有すると判断した。以上の結果より審査委員会は一致して最終試験は合格と判定した。

審査委員	複合新領域科学専攻衝撃エネルギー科学講座教授	大津 政康
審査委員	複合新領域科学専攻衝撃エネルギー科学講座教授	秋山 秀典
審査委員	環境共生工学専攻社会環境マネジメント講座教授	山尾 敏孝
審査委員	環境共生工学専攻社会環境マネジメント講座准教授	重石 光弘