

既設コンクリート構造物の健全性診断としての非破壊・微破壊検査技術の高度化に関する研究

山本, 大介

<https://doi.org/10.15017/1932010>

出版情報：九州大学, 2017, 博士（工学）, 論文博士
バージョン：
権利関係：

氏 名 : 山本 大介

論 文 名 : 既設コンクリート構造物の健全性診断としての非破壊・微破壊検査技術の高度化に関する研究

区 分 : 乙

論 文 内 容 の 要 旨

社会基盤構造物を最適なライフサイクルマネジメントで維持管理していくためには、構造物の状態の把握、および将来の劣化予測を正しく行う必要がある。しかし、技術的課題が未解決なため、劣化現象を伴う構造物について、その状態把握や劣化予測を正しく行うことができない場合がある。そこで本研究では、社会基盤構造物を構成する代表的な材料であるコンクリートに注目しつつ、微破壊・非破壊で診断するいくつかの解決されるべき技術的課題について実験的検討を行い、劣化診断技術の精度の向上を試みた。具体的には、小径コアを用いた圧縮強度推定法の高度化、硫酸劣化を受けた下水管渠の劣化診断、およびアルカリシリカ骨材反応（以降、ASR）により膨張劣化したコンクリートの損傷評価に着目し、実験的に研究を行った。

第1章では、本研究の背景として、我が国の社会情勢を鑑みた時、社会基盤構造物のライフサイクルマネジメントの適正化が重要であることが浮彫となる。これを遂行するためには克服すべき技術的課題が残されていることを示した。また、本研究では社会基盤構造物を構成する代表的な材料であるコンクリートに着目し、微破壊・非破壊で診断の技術的課題を解決し、劣化診断技術の精度を向上させることを目的とすることを示した。

第2章では、コンクリート構造物の劣化診断全般について既往の文献を辿り、既存の劣化診断技術の課題の抽出を行い、小径コアを用いた圧縮強度推定法、硫酸劣化を受けた下水管渠の診断の現状、およびASRにより膨張劣化したコンクリートの診断に着目する背景を示した。またこれら3つの課題について既往の文献調査を行い、本研究で取り組む課題を整理した。

第3章では、小径コア法を用いたコンクリートの圧縮強度推定法の高度化について実験的検討を行った。本章で提案する小径コアの圧縮強度試験法では、粗骨材最大寸法が20mmの場合、 $\phi 33\text{mm}$ の小径コアが最適であるとした。また、粗骨材最大寸法が40mmのコンクリートは圧縮強度用供試体として小径コアには適さないことを示した。なお、試験値の精度を信頼区間95%以上で求めるには、両端面を研磨した後に端面の摩擦なしの条件（载荷治具と供試体の間にテフロンシートを挿入）で载荷試験を行うこと、また必要な供試体数は4本～10本であることが最適条件であることを示した。この時得られる小径コアによる試験値は、 $\phi 100\text{mm}$ コアによる試験値と比べ80～90%となる結果を得た。

第4章では、38年間実環境下で硫酸劣化を受けたコンクリート製下水管渠を用いて、詳細な劣化調査を行うとともに、硫酸劣化を受けた下水管渠の劣化診断方法について実験的検討を行った。その結果、硫酸劣化を受けたコンクリートは、その表層から劣化が進行するものの、劣化部より以深のコンクリートは健全であることが確認された。これに基づき、残存する健全厚さから管渠の曲げ耐力を推定できること、また硫酸劣化は \sqrt{t} 側に基づき進行することを考慮することにより、管渠の

曲げ耐力に基づいた余寿命を算定できることを示した。また、この診断法に基づく管渠の劣化診断の手順を示した。

第5章では、ASRにより膨張劣化したコンクリートに生じる内部ひび割れが力学的性能の低下に及ぼす影響について実験的検討を行った。その結果、無筋コンクリートが膨張劣化した時に発生する内部ひび割れのうち、載荷軸に直角方向のひび割れが圧縮載荷時に閉じることで、圧縮強度や静弾性係数などが低下することを実験的に確認した。また拘束を受けるコンクリートにASRによる膨張劣化が生じた場合、発生する内部ひび割れに異方性が生じるが、圧縮強度や静弾性係数など力学的性質もひび割れの異方性の影響を受けること、その理由として軸直角方向の内部ひび割れが圧縮載荷時に閉じることが影響していることを実験的に確認した。また室内試験で確認された先の現象は、ASRにより損傷した実構造物から採取されたコア試料からも確認された。さらに、室内試験でASR劣化を促進した供試体の静弾性係数低下や応力-ひずみ曲線に見られる軟化状況と膨張量を参照データとして用い、実構造物において発生しているASR劣化コンクリートの膨張量推定の可能性があることを示した。

第6章では、第3章から第5章までで得られた知見をまとめ、それぞれの項目ごとに今後の研究の展望を示した。

以上が、本論文の要旨である。我が国の現存公共構造物の安全確保と維持管理、更新に係るライフサイクルコストの縮減や平準化は緊急の課題である。そのためには社会基盤構造物の維持管理手法が、従来の事後保全型維持管理から予防保全型維持管理へ転換される必要がある。また、予防保全型維持管理の効率を高めるためには既存構造物の的確な健全性診断が必要とされ、そのためには更なる高精度な診断技術の開発が急務であると言える。本研究の成果はその一助となると考える。