


論文審査の結果の要旨

報告番号	博(工)甲第111号	氏名	浦田 幹康
学位審査委員	主査 松田 浩 副査 中村 聖三 副査 山口 浩平 副査 佐々木 謙二		
<p>論文審査の結果の要旨</p> <p>浦田幹康氏は、2017年4月に長崎大学大学院工学研究科博士後期課程に社会人学生として入学し、現在に至っている。同氏は、工学研究科博士後期課程に入学以降、当該課程の所定の単位を修得するとともに、コンクリート構造物の内部損傷検知に関する研究を行い、その成果を主論文「超音波探傷技術を用いたコンクリート構造物の内部損傷検知に関する研究」として完成させ、参考論文を付して、2021年12月に博士（工学）の学位を申請した。長崎大学大学院工学研究科教授会は、2021年12月15日の教授会において論文内容等を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2022年2月16日の工学研究科教授会に、本書面をもって報告することとした。</p> <p>わが国の社会経済活動の基盤となる社会インフラの機能を十分に発揮させるためには、計画的・効率的な維持管理や更新が不可欠である。膨大な量の社会インフラで多用されているコンクリート構造物のメンテナンスは、主にコンクリート表面のひび割れの調査に基づいて、補修・補強がなされている。一方、コンクリート内部のひび割れやうきは、経年劣化に伴い最終的にはコンクリートの剥落に繋がる可能性が高く、安全上の観点から第三者被害の危険性が高いとされる。RC床版の水平ひび割れや土砂化の問題も多発している。このため、コンクリート内部の損傷状況を把握することは維持管理の観点から極めて重要である。</p> <p>コンクリート構造物の内部損傷を検知する技術として、ものを壊さずに構造物の状況を把握する非破壊検査技術が有効とされるが、国土交通省の点検要領では、目視点検及び打音検査が推奨されている。しかしながら、打音検査は内部欠陥の有無や内部鉄筋位置の判別は可能なものの、損傷程度を推定・評価することは現状困難である。一方、超音波探傷(UT)技術は使用可能な周波数帯が多く、かつフェーズドアレイ UT 技術により超音波を合成してビジュアル化できるため、打音検査と比較し損傷の定量評価に優れる。また、近年は、医療用超音波技術として適用されてきたPWI(Plane Wave Imaging)による超音波波形処理の工業分野への応用が進んでおり、従来の超音波探傷技術に比べて欠陥検出性の向上が期待できる。</p>			

以上のような背景から、本研究では、超音波探傷技術を用いて、コンクリートの表面に顕在化していない内部のひび割れ及びうきを検出かつ定量評価ができる可能性を明らかにすることを第一の目的とし、フェーズドアレイ UT 探触子を開発し、コンクリート内部にひび割れを発生させた試験体に対して、検出性評価試験を実施している。次に、コンクリート内部のうきの検査に対し、コンクリート構造物を効率的に検査可能と考えられる超音波探傷技術と赤外線サーモグラフィの組み合わせによる検査フローの確立のため、それぞれの欠陥検出性及び定量評価性について把握することを第二の目的とし、模擬うき欠陥を有したコンクリート試験体を用いて、検出性・定量評価性などを実験的に比較・評価している。主論文はこれら一連の研究内容とその結果を取りまとめたものであり、7章で構成されている。

第1章では、研究背景を説明した後、超音波探傷技術の現状とコンクリート適用へ向けた課題を概説し、問題点を整理して、本研究の目的および構成を示している。

第2章では、超音波探傷技術を用いてコンクリート構造物の内部損傷状態の推定可能性を明らかにすることを目的とし、RCはり試験体の4点曲げ試験を実施し、コンクリート外表面側のひずみ・ひび割れ状況を把握するため、デジタル画像関連法を適用し、コンクリート内部の超音波信号と比較することで、内部損傷と外面ひずみ及びひび割れ状況の相関を検証している。

第3章では、コンクリート内部のひび割れ状況を一方向から直接的にイメージングし、定量的に評価可能な目途を得ることを目的として、コンクリート構造物のひび割れを検出するためのフェーズドアレイ UT 探触子を開発している。これは、第2章で実施された2つの超音波探触子による超音波透過法による試験にて得られた課題に対して検討したものである。

第4章は、近年超音波波形処理技術として注目されている PWI を用いて、コンクリート内部のひび割れ発生状況、特に斜め方向のひび割れに対するイメージングの可否を検討し、内部損傷状況の推定精度向上を図ったものである。

第5章では、赤外線サーモグラフィと超音波探傷法の組み合わせによる検査フローの有効性について検証することを目的とし、模擬浮き欠陥を有したコンクリート試験体を用いて、浮き検出性・定量評価性などを実験的に比較・評価している。

第6章では、開発したコンクリート用フェーズドアレイ UT 探触子の実用性評価のために、実橋梁に発生したうきを対象として検証試験を実施している。

第7章は結論であり、本研究で得られた一連の研究成果をまとめ、今後検討すべき課題及び研究の展開について提案している。

学位論文の適合性を審査したところ、学位論文の印刷公表論文5編（うち審査付き論文3編）が学位論文を構成していることが認められ、適合性ありと判断した。なお、参考論文には、その他の論文11編（うち審査付き論文2編）も含まれる。

以上のように本論文は、コンクリート構造物の内部損傷検知に関して、新規性、独創性があり、高い学術的価値を有するものと評価できる。

学位審査委員会は、浦田幹康氏の研究成果がコンクリート構造物の維持管理工学の分野において極めて有益な成果を得るとともに、コンクリート構造物の維持管理工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士（工学）の学位に値するものとして合格と判定した。