

# 論文審査の結果の要旨

氏名 虻川 和紀

本論文は「水中構造物の音響可視化診断」と題した研究である。港湾構造物の劣化や局所的な地盤沈下や上面陥没が発生した被害例が数多く報告され、現存施設の劣化状況を定量的に把握する計測技術開発が要望されているため、水中音響技術を用いた水中部の港湾構造物の効果的な劣化状況診断手法を提案している。

本論文は第1章から第5章で構成されている。第1章は序論である。近年、港湾岸壁の劣化による亀裂や矢板鋼板の腐食孔などから背面土砂が吸出しにより流出し、内部空洞が発生し局所的な地盤沈下や上面陥没が発生した被害例が数多く報告されている。このような被害を未然に防ぐため、施設全体の劣化状況を把握し、劣化部を効果的に精査することが重要である。しかし、海中部分の構造物及び岸壁内部は外見から劣化を確認し難く、補修を行うにも多くの困難を伴う。そこで、従来手法に代わり、マルチビームソナーや音響ビデオカメラなどを用いて広範囲の詳細な外部形状を観測し、ひび割れ・腐食孔などの損傷部を早期発見し、その劣化状況を精密に計測し、パラメトリック音源を用いた構造物内部を可視化する手法を併用する。これら3つの診断手法により、今後の長期的な維持管理技術に資することを目的とする。

第2章では、岸壁外部形状の精密計測と岸壁の傾斜角変化を定量化するため、実岸壁でマルチビームソナーを用いた調査及び解析手法を示している。2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震により液状化などの被害を受けた千葉港船橋岸壁、及び建設から40年を経過した北海道岩内港で調査を実施している。解析では、計測した測深データから動揺補正、スパイクノイズ、乱反射によるノイズを消去した後で3次元図を構築し、岸壁形状及び岸壁付近の海底地形さらに、岸壁の傾斜を定量的に評価するため、10スワスの平均傾斜角を求めている。解析結果より、岸壁鉛直形状を10cm分解能で、傾斜角を0.1度の分解能で計測することを可能とした。

第3章では、詳細な損傷部の計測を行う独自の技術開発として、音響ビデオカメラ(DIDSON)を用いて岸壁の詳細な外部形状を取得し3次元解析と岸壁表面のモザイク図の作成を行っている。音響ビデオカメラの通常機能を高度化して岸壁の音響画像モザイク図の作成を行う2次元計測と、縦方向のビームを音響レンズにより1°に狭め、岸壁のスライスデータ取得を行う高密度3次元形状計測と解析手法を提案し詳細な損傷計測の有効性を実証している。また、調査船を用いた調査と、陸上から計測する実用的な調査方法を提案している。解析結果より、鋼矢板岸壁の腐食形状を明瞭に捉え、鉛直・水平方向の誤差を2cm以下に抑え、奥行き3mm程度の分解

能で計測を可能とした。これにより、1 cm～5 cm 程度の腐食孔や劣化により生じた傷等の検出が可能となった。

第4章では、従来の岸壁内部の点検手法では岸壁内深部探査が困難である点を解決するため、パラメトリックソーナーを用いた岸壁内部診断手法を提案している。まず始めに、パラメトリック地層探査システム SES2000 を使用し、岸壁内部診断にパラメトリックソーナーが使用可能か検討し、実験水路や実岸壁において内部空洞探査に使用可能か実験を行い評価している。SES2000 に設計開発したフレネル集束音響レンズを装着し、岸壁内部探査の可能性を示した。しかし、既製品では指定された周波数や波形しか使用できない事や計測生データのフォーマットが公開されておらず、精密な再解析ができないなどの問題点が浮上した。このため、問題点を解決するために独自に集束型パラメトリックソーナーの開発を行っている。開発したパラメトリックソーナーを用いた実験水路での鋼矢板透過試験では、鋼矢板の奥に設置した反射板の動きをはっきりと捉えることが出来、内部空洞探査への可能性を示した。さらに、開発したパラメトリックソーナーを用いた岸壁内部調査手法の有効性と実用性を検証するために現地試験を行い、鋼矢板岸壁内部の背面土砂性質の変化を捉えている。

第5章では、各章の結論及び論文全体の結論と今後の課題が示されている。

提案された水中構造物部診断手法により、従来の潜水土の目視調査及び計測では実現が困難であった水中構造物全体像の定量的計測が可能になった。港湾岸壁の劣化状況を、可視化情報と定量データとして提供でき、維持管理に使いやすく、経過観察や緊急時点検に有効活用できる。また、海岸護岸、河川護岸にも応用可能である。矢板鋼板岸壁だけではなく、コンクリートを透過し検査できるので、沿岸防波堤や橋脚の水中基礎の内部・外部診断にも応用可能であり、多くの水中構造物の維持管理への利用が期待できる。

したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認められる。

以上、1967文字