i-Boatを用いた港湾構造物の維持管理トータルシステム



水野 剣一
五洋建設株式会社 技術研究所
土木技術開発部

開発経緯

従来の船上からの目視点検は、厳しい海象条件や狭隘な作業空間により、時間的制約や安全面において大きな課題があった。また、従来の定期点検では将来の健全性予測や残存耐力の定量的評価ができず、最適な補修・更新タイミングを合理的に判断することが困難であった。これらの課題を解決するため遠隔操作無人小型ボート（以下、i-Boat）による点検・診断システム、球体発射装置による打音調査システム、AIを用いた残存耐力評価を統合した「港湾構造物の維持管理トータルシステム」を開発した（図１参照）。

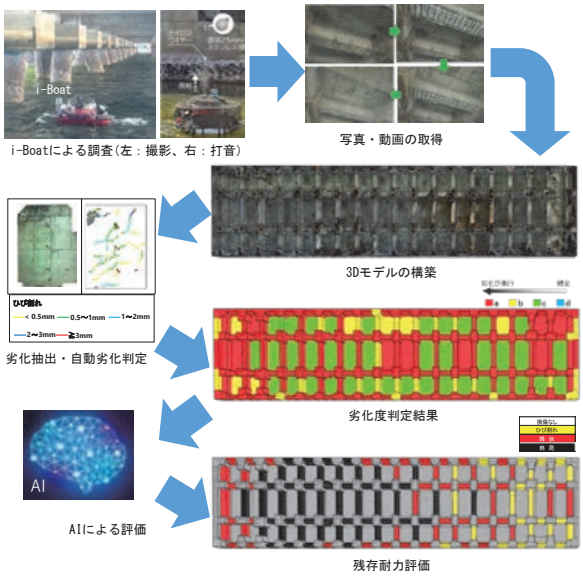


図1　本システムの概要

技術概要

本システムは、①i-Boatによる点検・診断システム、②球体発射装置による打音調査、③AIを用いた残存耐力評価の３つの技術で構成される。

・i-Boatによる点検・診断システム

点検に使用するi-Boatは、ジンバル付きカメラ、LED、LiDARを搭載している。最新の２号機は４基のスラスタ制御による船体の動揺抑制や方位保持に加え、GNSSが届かない桟橋下でもSLAM技術による自動航行が可能である。撮影した動画からSfM/MVS技術で３次元モデルを生成し、ひび割れ等の変状抽出と劣化度の自動判定を行う。判定結果は各部材の劣化度としてモデル上に色分けされ、PCやタブレットのWebブラウザで確認できる。また、過去データとの２画面比較にも対応し、経時変化を視覚的にわかりやすく把握できる。

・球体発射装置による打音調査システム

画像のみではコンクリートの浮きを特定することが困難なため、i-Boatによる打音調査システムを開発した。空気圧でステンレス球を鉛直上方に発射して部材を打撃し、その音響データを周波数分析する。これにより、かぶり厚10cm以下、20cm角以上の浮きを定量的に判別し、SLAM技術による位置情報と同期して損傷マッピングを行うことができる。

・AIを用いた残存耐力評価

従来、広範な梁部材の鉄筋腐食量を把握して有限要素法解析を行うことは極めて困難であった 。本システムでは、約2,000通りの構造解析条件と結果を教師データとして学習させたAIモデルを構築した。これにより構造解析を行うことなく、劣化度や外力条件から各梁の損傷程度を４段階に推定することができる。

技術特徴

本技術は安全性と作業効率の向上、およびDX推進を特徴とする。i-Boat導入により、従来の人力目視調査と比べ作業効率が2.4倍向上し、球体発射装置を用いればアクセス困難な高所での打音調査も安全に行える。また、取得データの３次元モデル化により、劣化状況の視覚的な把握と関係者間の円滑な情報共有が可能となる。さらに、AIによる残存耐力の定量予測を通じて、中長期的な維持管理計画の立案を支援できる。