

構造物診断技術の開発

国土交通省 北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 正会員 ○平井 洋次
 国土交通省 北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 赤岡 肇
 国土交通省 北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 佐藤 栄治

1. 目的

港湾構造物の中でも特に防波堤等外郭施設の建設には完成まで相当の年月を要するため、建設当初の港湾構造物の経過年数も長くなってしまう。また、厳しい自然条件の中におかれる港湾構造物は、経年劣化と共に波浪などによる損傷を受ける可能性がある。そのため、港湾構造物の定期的な点検は既存構造物の維持管理を行うにあたり、きわめて重要な作業と言える。港湾構造物の維持管理については、平成10年度に「国有港湾施設評価実施要領」及び「補修点検マニュアル」が策定され、これに基づき点検が行われている。しかし、効率的で有効な点検調査手法は確立されていないため、その作業には多大な費用と時間、労力をかけているのが現状である。

こうした背景から、港湾構造物を破壊しないで内部状況を点検・把握できる「構造物診断技術」の開発を行うこととした。

2. 手法の選定

本技術を開発するにあたって、既存技術から目的に適した手法を検討することとした。

土質の構造や、地下の埋設物・空洞等の状況を把握するには、弾性波・電気・磁気・電磁波等を利用した物理探査がある。今回計測対象とするのは、防波堤の上部コンクリート（厚さ約5m程度、無筋）下部におけるケーソン内部の中詰め材吸い出しに伴う空洞である。そのためには、測定深度が深く、さらに分解能が高い方式を選定する必要がある。以上のことから検討した結果、今回の探査法として「地中レーダ法」を採用することとした。

3. 技術の概要

本技術のイメージ図（図-1）を示す。ケーソンの非破壊検査を行うための連続波レーダは、制御器からの指令により、送信アンテナからケーソンの上部へ発信される。連続波レーダとは、ある周波数の幅の中で、連続的に周波数が変化するような正弦波である。本技術では、周波数が1MHz から 40MHz まで 195kHz ずつ階段状に変化するような連続波を用いる。ケーソンの蓋コンクリートと中詰め砂の間に空洞があると、発信された電磁波はその境界面で反射し、送信アンテナと一定間隔に保たれた受信アンテナにより受信される。

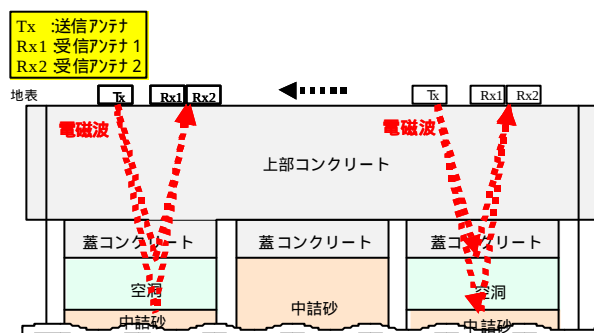


図-1 構造物診断技術イメージ図

このとき、反射波の受信記録を測定点の位置に並べて図化することにより測線下の反射断面（時間断面）すなわち空洞の有無と深度を得ることができる。また、受信された電磁波についてスペクトル解析を行い、周波数特性を解析することにより空洞の有無及び概ねの厚さを確認できる。

なお、2台の受信アンテナで得られた反射波の重ね合わせ、及び同地点で複数の連続波を発信し、受信した反射波の重ね合わせにより、S/N比を向上する手法が取られている。

キーワード 構造物調査，連続波レーダ，スペクトル解析，港湾構造物

連絡先 〒951-8011 新潟県新潟市入船町4丁目3778番地 国土交通省 北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 TEL 025-222-6115 FAX 025-227-1205

4. 現地実験

構造物診断装置は、反射波の信号強度による「波形」画面と周波数特性による「スペクトル」画面の、2つの解析により空洞の有無を判断する。

現地実験で取得された波形データの解析結果の一例を、図 - 2、3 に示す。図 - 2 の横軸は探査 測線の距離を表し、縦軸は地下深度を表している。丸囲みの部分は特に反応が出た箇所であり、これは事前調査によって空洞の存在が確認されている箇所と一致した。

図 - 3 は受信した反射波をスペクトル解析した結果であり、縦軸は周波数を表している。空洞からの反射波は、現地実験及びシミュレーション結果より 5 ~ 20MHz と想定されるため、赤丸箇所が空洞からの反射波を反映している。さらに、5MHz に近い箇所ならば厚い空洞、20MHz に近い箇所ならば薄い空洞といったように空洞の厚さも概ね判断することが可能である。



写真 - 1 構造物診断装置 全景

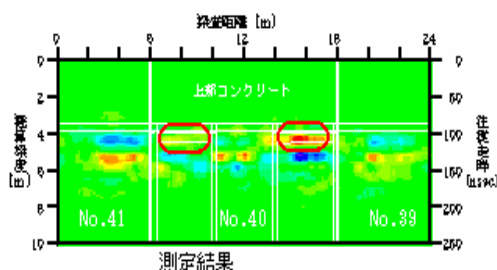


図 - 2 波形画面解析結果の一例

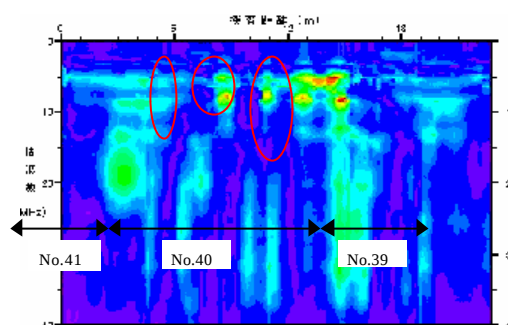


図 - 3 スペクトル画面解析結果の一例

5. 自動診断ソフトの開発

本装置により、防波堤等ケーソン構造物の健全度を非破壊で迅速に診断することが可能と考えられる。しかし、探査の診断結果については、本装置のデータ解析を熟知していないと空洞等の判別が難しいといった課題が残った。そこで、既存の探査結果データから空洞を自動的に判別する「自動診断ソフト」を開発することとした。自動診断ソフトのイメージを図 - 4 に示す。

このソフトの導入により、誰でも一目で診断結果が分かるため、迅速に防波堤の健全度を判断することができる。

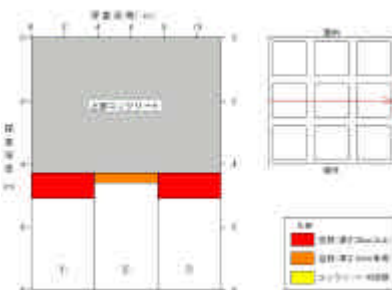


図 - 4 自動診断出力イメージ

6. まとめ

本技術は、探査法として連続波レーダを用いたことで、厚い上部工下部のケーソン内部状況を、分解能を保持したまま非破壊で診断できることが分かった。

さらに、新規開発した自動診断ソフトにより探査結果を容易に判断することが可能となった。

この構造物診断装置は、コアボーリング等詳細調査の前に、概略の空洞の有無、厚さ等を把握することで危険箇所の抽出検討に活躍するとともに、今後の維持管理に貢献すると想定される。

本技術は、従来の調査方法と比較して大幅な経費縮減、作業時間や作業者の負担も大幅に軽減できるため、作業効率の向上にも寄与すると考えられる。

最後に、既存のインフラを長持ちさせるための日常点検及び維持補修サイクル計画策定等維持管理の有効な方法として幅広く普及されることを期待するとともに、本開発にあたってご指導ご協力頂いた関係各位に深く謝意を表する次第である。