

株式会社 第一テクノコンサルタンツ

〒882-0856 宮崎県延岡市出北1丁目26-26
TEL:0982-34-2411・FAX:0982-34-2527
URL: http://dte-jp.com/

大災害を経験して進化する 非破壊調査システム「オーリス」

ラテン語で「耳」を意味する「オーリス」の名を冠した同技術は、平成7年1月に西日本を襲った阪神・淡路大震災により損傷を受けた構造物の被害状況調査をきっかけに開発がはじまった非破壊調査システムである。衝撃弾性波法に属するオーリスは、コンクリートや鋼の構造物内部に生じた微細な亀裂に加え、地中の岩盤形状や亀裂分布の正確かつ広範囲な診断を可能とする。高周波の高い指向性を利用した先端技術で、従来技術と比較してもきわめて軽量・コンパクトかつ経済的なメリットも大きなシステムといえる。近年問題となっている社会インフラの老朽化問題や、各地で相次ぐ大規模災害対策にも欠かせない技術である同システムのメリットや今後の展望について、同システムの発明者で、技術開発に当初よりかかわる代表取締役 塩月 隆久 氏に伺った。

はじめに

宮崎県延岡市に本社を置く同社は、昭和55年1月に設立された(有)延岡市街地開発を前身とし、平成14年5月より現社名へ組織変更した総合建設コンサルタント企業である。各種技術士、博士(工学)、測量士、RCCM等の有資格技術者を擁する同社は、本社の他、東京営業所として神奈川県横浜市にも拠点を置き、地元土木事務所、地方公共団体に中心に事業を展開している。

オーリスは、同社の代表取締役を務める塩月氏が、(株)青木建設(現、青木あすなろ建設(株))の研究所に在籍していた時代に発明者の一人として開発した技術で、同社は現在「オーリス技術協会」の正会員として、同システムを利用した事業の推進と同時に、同技術の進化にも貢献している。

開発経緯

阪神・淡路大震災後の阪神高速道路3号神戸線において、短期間に杭の被害状況を調査する目的で、衝撃弾性波試験とポアホールカメラを使用した検査が実施された。ところが、そもそも断面の15～20%という大きな欠損を発見するために開発された衝撃弾性波試験では、橋脚の杭の微小なひび割れ

に対する定量的データを得ることは難しかった。結局、調査はポアホールカメラを使用した検査に切り替えられた。

対象物を破壊・掘削することなく多くの箇所に調査点を設置できる非破壊診断法であるが、従来の技術では調査深度に制約があり、複雑な構造にも対応できず、調査精度が劣る面もあった。

一方のポアホールカメラ等を使用した直接診断法は、被害状況を直接観察できるという利点がある一方で、カメラを挿入するためのボーリング孔が必要になる等の場所的な制約の他、費用や工期からの制約もあり、調査箇所に限られることも多い。

以上のような背景の下に考案されたのが、よりコンパクトで精度の高い調査を実現する同システムである。

システムの特徴

オーリスは、非破壊の衝撃弾性波法に属するが、従来の衝撃弾性波法は杭頭に直接センサーを取り付けて打撃検査を実施する必要があったため、フーチングや橋台・橋脚の上からの調査は

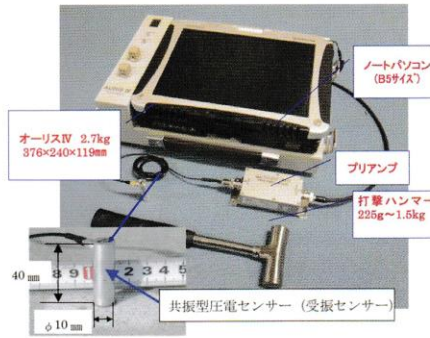


写真1 オーリスのシステム機器イメージ

困難だった。一方同システムでは、例えば橋梁の場合、フーチングや橋台・橋梁の上から杭長の長い基礎杭の調査が可能となし、亀裂開口幅0.3～0.9mm(コンクリート杭のモデル実験による)という従来は検知できなかった微細な亀裂も確認できる。

使用する機器も、重さ約6kg・サイズ33cm×22cm×9cmの計測装置本体に、直径1cm×高さ4cmの受信センサー、重さ225gのハンマーと、全体的にコンパクトかつ軽量で持ち運びや設置が容易なため、長時間並びに多くの箇所での計測が可能である(写真1)。調査可能対象物も、コンクリート構造物、鋼構造物、グラウンドアンカー、木杭から、転石・浮石、岩盤等に広く対応する。

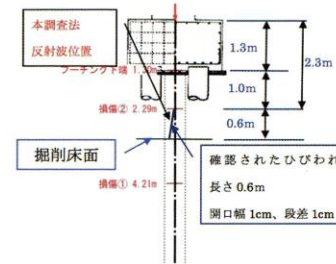


図1:掘削亀裂位置と反射波位置比較断面図

従って調査適用の範囲も、構造物の健全度・損傷度調査、地中や水中の見えない部分の形状寸法・支障物調査、転石・岩盤の地中部分の寸法や形状調査、既存の構造物の健全度を計った上でのリニューアル支援等、実に幅広い。



写真2:杭頭付近の損傷状態

例えば転石の場合、地表に見えていない部分の複数箇所に測点を設置し、得られる複数の反射波のデータをつなぐことで地中部分の根入れ形状を調査し、落石の危険度などの状態評価が可能である。また、図面の紛失などで基礎の位置や寸法が不明な場合も、複数点で反射を測定することにより、杭の長さや間隔を明らかにすることができる。見えない場所からの声を聞きわかる正に「耳」となるのである。

現場調査で裏付けられたシステムの実力

単独で180件を超えるオーリス探査の実績を持つ同社だが、平成28年に熊本県と大分県で発生した熊本地震後の被害調査にも同システムを活用した。同調査ではまず、地震の被害を受け

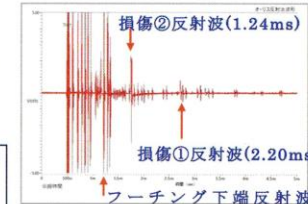


図2:建物基礎杭の波形図(図1との関連図)

た建築物の基礎杭を、高周波衝撃弾性波法を用いた同システムで検査し、その後、杭頭付近を掘削して目視による確認も行った。また別の場所では、橋梁橋台の深礎杭の損傷状況を、同システムで調査すると同時に、調査杭を対象にしたボーリングによるポアホールカメラでも状況確認した。両調査では、非破壊調査システムであるオーリスと、直接診断法による調査結果を比較することができ、同システムの高い精度が証明されると同時に、改善すべき今後の課題も見えてきた。

●調査事例1:建築物の基礎杭調査

断層近くに位置する建築物の直径600mmのPHC杭(杭長24.3m+フーチング高さ1.3m)を、同システムによりフーチングの上から調査。複数の損傷ありとの結果を受け、杭頭付近を掘削。フーチング下端と杭頭部接合部分の損傷および杭頭付近(フーチング下端から深度1.0m)の縦方向の亀裂(長さ0.6m, 開口幅1cm, 段差1cm)が確認された。これは同システムによる調査結果とほぼ一致するものだった。

しかし、同システムから得られた波形図の反射波だけでは破壊形態を把握するには十分とはいえず、今後のデータ蓄積と検証が必要との課題が明確になった(図1、図2、写真2)。

●調査事例2:橋梁橋台の深礎杭調査

同じく熊本県内の被害を受けた橋梁では、橋台の直径2000mmの深礎杭(杭長11.0m+フーチング高さ1.9m)のフーチング天端上に対角する2点の測点を設置し、反射波を測定。その後の

ポアホールカメラによる調査結果と比較した。検知した亀裂数は同システムによる方が多かったが、ポアホールカメラは確認できる亀裂の範囲が限定されるのに対し、同システムではより広い範囲からデータを収集するためと推察される。

こちらの調査では、亀裂が基礎杭全断面に開口幅が大きく広がっている場合は、弾性波の反射成分が多く透過成分が少なくなり、更に深い部分の亀裂を検知できにくい場合もあることが判明した。

■技術者の養成

同社が正会員として所属するオーリス技術協会では、機械的な技術の改良だけでなく、操作する技術者の育成にも力を入れている。同システムを操作する認定技術者となるためには、まず2年間で計2回4日間の講習を修了し、ベテラン技師の下で所定の調査実績を重ねることにより認定証が受けられる。人の育成強化は、同システムによる調査の精度と信頼性を更に高めるものとなる。



写真3:同システムによる基礎杭調査

■おわりに

「未曾有の」と表現される大災害が続く中、より精度が高く効率のよい調査法の進歩は、将来の社会インフラや防災の観点からも特に必要とされる。中でも過去の大災害をきっかけに生まれた同システムに対するニーズは高く、今後の改良と、更なる実績の積み重ねにより一層の進化が期待される。

【取材日・場所:平成29年11月20日、本社】