

Ⅲ - A 462

橋梁基礎構造の調査に関する研究（その3）

- ボアホールレーダを用いた橋梁基礎構造の調査方法の開発 -

日本工営株式会社中央研究所
清水建設株式会社土木本部
基礎地盤コンサルタンツ株式会社
建設省土木研究所
建設省土木研究所

正会員 太田資郎
正会員 野口恒久
正会員 酒井幸雄
正会員 石田雅博
正会員 秋田直樹

1. はじめに

平成7年に発生した兵庫県南部地震において数多くの橋梁基礎が被災した。このことが契機になり、建設省土木研究所、阪神高速道路公団、（財）土木研究センターおよび民間12社が参加して共同研究「橋梁基礎構造の調査方法の開発」が平成8年度から10年度に実施された。

本報告は、本共同研究の一環として実施した「ボアホールレーダを用いた橋梁基礎構造の調査方法の開発」についての研究成果を紹介するものである。

2. ボアホールレーダの適用方法

橋梁基礎調査にレーダ法を使用する場合、図-1に示すように、送・受信アンテナの配置によって反射法と透過法に分けられる。筆者らはこれら2方法のうち、調査が簡便で経済的と判断される反射法を選定し、橋梁基礎形状の調査を目的として研究を開始した。反射法は送信アンテナから送信された電磁波が電気特性の異なる物質の境界で反射する性質を利用したものであり、その反射波の画像を解析することにより調査を行う方法である。

地盤およびコンクリートの電気特性は表-1に示すとおりであり、研究を進めるにあたって大きな課題になったのは地下水と塩水の影響であった。

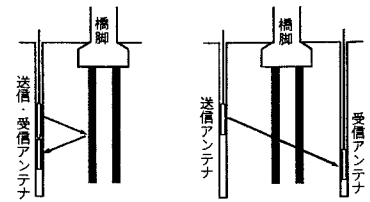


図-1 反射法と透過法

3. 反射法によるボアホールレーダの開発

至近距離におけるレーダの分解能が高く、さらに指向性のあるボアホールレーダを開発した。開発したボアホールレーダの主たる仕様は図-2に示すとおりである。

表-1 地盤・コンクリートの電気特性とその主要因

電気特性	電波伝播速度	電波減衰率
対応する誘電率	ϵ' （実数部）	ϵ'' （虚数部）
主 要 因	含水率	空隙率（空気と水）、塩分、地盤材料、骨材

4. 試験土槽実験および実橋梁における実証実験

4-1 土木研究所内試験土槽における実験

図-3に示すように、ボアホールレーダについては①垂直ボーリング孔、②斜めボーリング孔および③垂直ボーリング孔における回転スキャンニングによって性能試験を行った。図-4は回転スキャンニングでのレーダ反射波画像であり、杭からの明瞭な反射波が得られており、レーダの指向性が良好であることが明らかになった。その他の①、②ケースにお

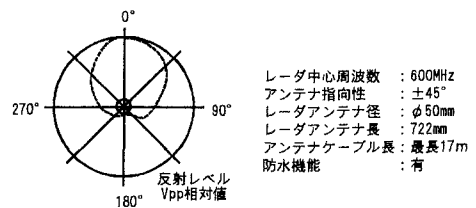


図-2 アンテナ指向性

いても杭からの明瞭な反射波が得られており、試作したボアホールレーダが橋梁基礎形状を調査する有効な方法であることが確認できた。

断面図
平面図

①垂直ボーリングを用いた根入れ調査
②斜めボーリングを用いた杭本数および杭間隔調査
③回転スキャンニングによる杭の方向とボーリング孔からの離れ距離の調査

図-3 土槽における調査概念図

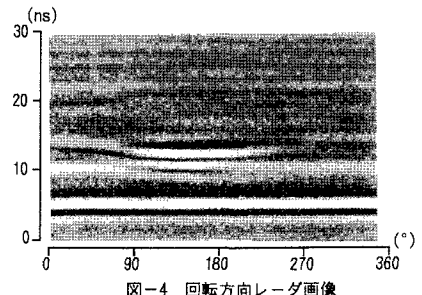


図-4 回転方向レーダ画像

キーワード：非破壊検査、ボアホール、レーダ、橋梁基礎

連絡先：日本工営（株） 千300-1259 茨城県稲敷郡茎崎町稲荷原 2304

Tel 0298-71-2030

Fax 0298-71-2022

4-2 土木研究所内実橋梁における実験

土木研究所内の実橋梁を使用して基礎構造調査の可能性を検証した。橋梁基礎は鋼管杭であり、杭径は60cmである。試験は斜めボーリング孔を使用して、レーダアンテナの走行方向を杭方向と杭反対方向で実施した。図-5に調査対象基礎形状を示し、図-6にレーダ反射波画像を示す。杭方向の画像には、鋼管杭からの明瞭な反射波が存在し、その反対方向の画像には反射波がない。また、設計図面の杭間隔と反射波の間隔が一致した。さらに地下水位以下では杭からのレーダの反射波画像が得られた。

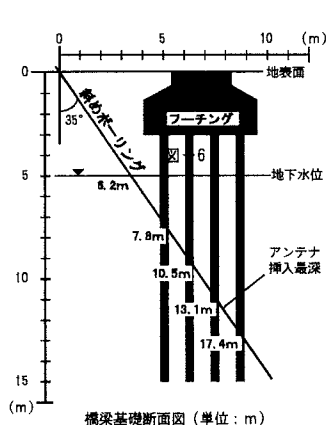


図-5 調査対象基礎（鋼管杭）

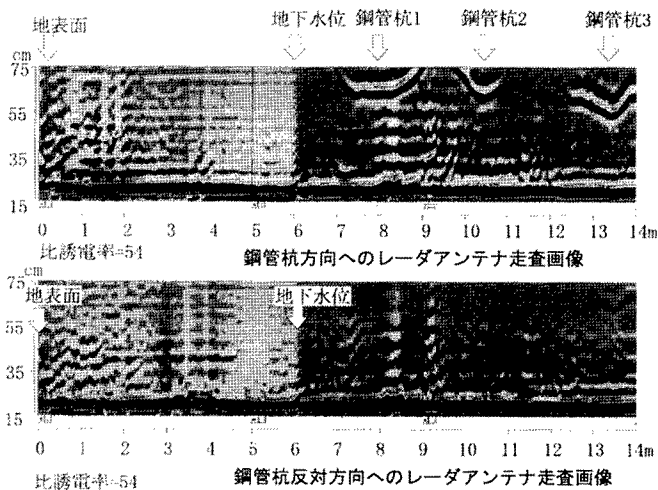


図-6 鋼管杭のレーダ画像

4-3 大阪府岸和田の橋梁基礎モデルにおける実験

本橋梁基礎モデルは、臨海敷地に設けられ海面までの距離はわずか10m程度である。杭径は1.2mで場所打ち杭である。塩分によるレーダ波減衰への影響を調査するために実験を実施した。図-7に斜めボーリング孔を使用して、レーダアンテナを杭方向に走行させた場合の反射波画像を示す。エンビ管口から約16m下がった位置に、杭からのレーダ反射波画像が見られる。エンビ管口から約11m下がった杭の位置にも、強い反射信号があるが、杭からの反射波形状が三日月状の特徴を持たず、杭と断定することは困難である。

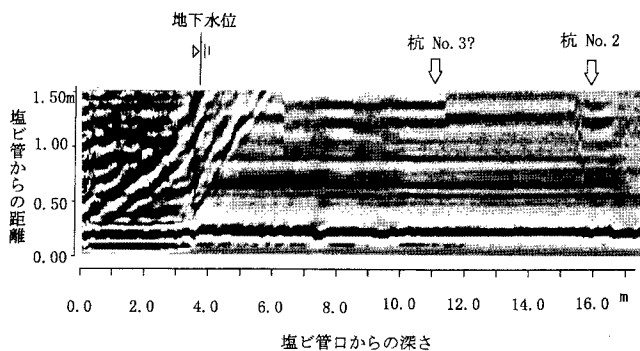


図-7 場所打ち杭のレーダ画像

5. まとめ

土木研究所内の試験土槽、実橋梁基礎および岸和田の基礎モデル実験から以下のことが明らかになった。

- ① 開発したボアホールレーダは、指向性に優れ、橋梁基礎形状調査の有効な手段である。
- ② 杭壁からの離れが1m程度以内であれば、鋼管杭、RC杭、PC杭いずれにも適用できる。（木杭については今回、未調査）
- ③ 地下水位以下でも調査可能である。塩水に対しては、調査対象杭が地盤中にあればある程度調査可能と判断されるが、減衰性についてさらに実績を積む必要がある。