水中探査技術の橋梁基礎の点検・調査への適用に関する研究

研究予算：運営費交付金
研究期間：令 5～令 6
担当チーム：橋梁構造研究グループ
研究担当者：西田秀明、斎藤清志

【要旨】
本研究では、橋梁基礎の土被りを把握する点検手法や不明基礎の基礎形式を把握する調査手法として水中探査技術の適用性評価と実用化に向けた課題整理を目的とし、水中探査技術として地層探査機を用いた探査を実施し、水中の橋脚基礎の形式や形状、土被り量の推定・把握を試みた。橋脚基礎の形式や形状を完全に判断することは困難であった一方で、フーチング上面位置や橋脚基礎の土被り量を推定できるなど一定の成果が得られた。計測精度の向上や探査方法の確立などの課題はあるが、水中探査技術が橋梁下部構造の予防保全型メンテナンスの実現の一助となる可能性が示唆された。
キーワード：メンテナンス、水中、土被り、不明基礎

1. はじめに

橋梁下部構造の予防保全型メンテナンスの実現には、点検で橋に生じている損傷等の状態を把握したうえで、橋の性能を見立てる必要がある。このうち、下部構造が水中に設置される河川橋梁では、洗掘が橋の性能に及ぼす影響を見立てることが重要である。しかし、その影響を見立てるために不可欠な橋脚基礎の土被り量や基礎形式が不明なものが少なくない。本研究では、水中の橋梁基礎の土被り量を把握する点検手法や不明基礎の形式を把握する調査手法として水中探査技術の適用性評価を行った。

2. 研究方法

本研究では、水中探査技術として地層探査機を用い、令和 5 年度 12 月、令和 6 年度 2 月に各一回、ともに大阪市西淀川区地先国道 2 号線神崎大橋周辺で探査を実施した。探査では地層探査機等の使用機器を調査船に艤装し、橋脚を基準に縦断方向、横断方向、橋脚間を交差する方向(令和 6 年度のみ実施)にそれぞれ測線を設定し計測を行った。

地層探査機は、音波を河床へ向けて発振し、はね返ってきた音波を受振する。受振波をもとに、河床および河床下の地層を可視化することが可能である。令和 5 年度は指向角 50° の従来型の地層探査機、令和 6 年度は指向角 4° のパラメトリック地層探査機をそれぞれ用い、橋脚基礎上面及び周辺の各地層の厚さを測定し、橋脚基礎の形式や形状、土被り量の推定・把握を試みた。

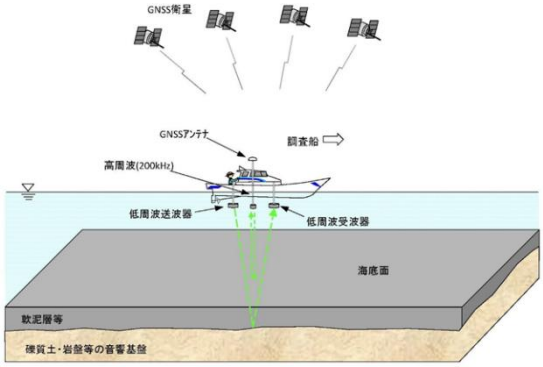

図-1 探査イメージ図

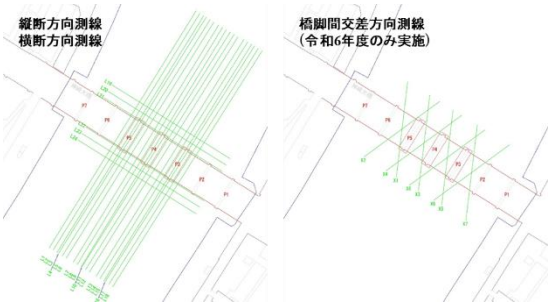

図-2 探査測線図

3. 研究結果

令和 5 年度の探査では、従来型の地層探査機で P5 橋脚右岸側の際を縦断方向に測定した地層探査記録①(図-3)において特徴的な反射面が確認された。河床下 0.8m と 1.8m の位置に水平で連続性の良い反射面が 2 つ確認できる。上位から反射面 1、反射面 2 とする。同じ位置で魚群探知機を用いて調査を行った既存資料(図-5)より、フーチング上面は外側に向かって傾斜して

おり、層厚は橋脚からの離隔によって異なるが、その範囲は薄い場合でも 0.75m 以上であると考えられる。これは地層探査記録①における反射面 1 の深度 0.8m と調和的である。反射面 1 は河床下に存在する最も浅く明瞭かつ連続的な密度変化点であり、フーチング上面位置を捉えている可能性が高いと考えられる。一方で、反射面 2 の深度 1.8m については、ここでは対応する密度境界が判断できない。ただし、地層探査記録①において反射面 2 は橋脚の区間のみで確認できるため、橋脚の構造物と関連があると考えられる。

令和 6 年度の探査でも、P5 橋脚右岸側の際を縦断方向に測定した地層探査記録②(図-4)において、フーチング上面位置が推定できた。河床下 0.9m 付近にほぼ水平に広がる反射面が確認できる。この反射面は橋脚区間のみで確認でき、自然堆積層が持つ音響的な特徴(凹凸を伴う)を持たないことから、人工物由来の物であると考えられ、また、既存資料(図-5)と比較した結果、地層探査記録②に表れた水平な反射面をフーチング上面と推定した。なお、令和 5 年度、令和 6 年度ともに実施した横断方向、令和 6 年度のみ実施した橋脚間を交差する方向の測定では、橋脚の構造物と関連があると考えられる反射面はいずれも確認できなかった。

4. まとめ

従来型の地層探査機、パラメトリック地層探査機ともに、橋脚基礎の形式や形状を判断することは困難であったが、フーチング上面位置を推定できることが判明した。従来型の地層探査機は本来、自然の堆積物や岩盤等の水平方向へ広がりを持つものを対象としており、橋脚のような水平方向に広がりを持たず複雑に形状が変化するものに対しては指向角が大きく、記録の解釈が困難なケースも存在した。指向角に起因するノイズ記録の影響を減じるには、より小さい指向角を持つパラメトリック地層探査機を使用することが効果的であることが令和 6 年度の探査結果からも分かった。パラメトリック地層探査機は、地層透過力が優れており、露出または埋没したフーチング上面、洗掘された河床面及び河床下の堆積層序を捉えることができ、従来型の地層探査機に比べ、ノイズの記録も少なかった。一方で、地層透過力が優れることから期待されたフーチング下面位置の推定は困難であった。

以上のことから、フーチング上面位置を推定する目的であれば、現段階でも地層探査機の活用は可能である。フーチング上面位置と併せて河床位置も推定できるため、橋脚基礎の土被り量も推定できる。一方で、橋梁下の位置精度の確保には課題が残るため、今後、橋梁下区間の計測には対策が必要である。位置精度の向上には、調査船が進路を変えず直進し続けることが効果的であり、流れや風の影響を受けないことが必要となる。下流域においては満干潮前後の時間帯や朝凪夕凪時に調査を実施することがひとつの手法である。

計測精度の向上や探査方法の確立などの課題はあるが、水中探査技術が橋梁下部構造の予防保全型メンテナンスの実現の一助となる可能性が示唆された。

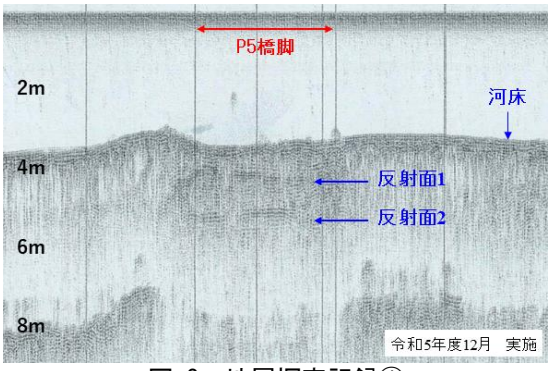

図-3　地層探査記録①

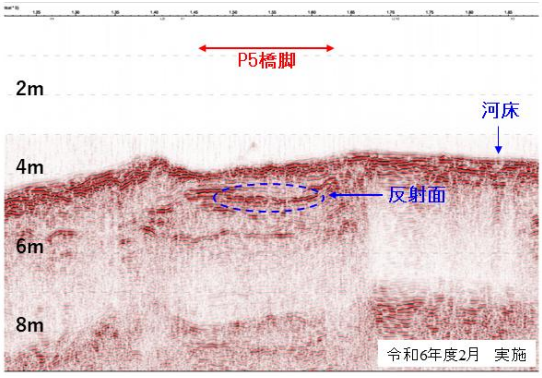

図-4　地層探査記録②

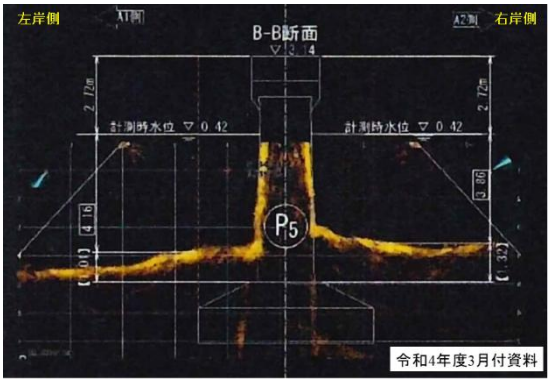

図-5　既存資料

謝辞

本研究を行うにあたり、国土交通省近畿地方整備局大阪国道事務所より、各種資料をご提供いただきました。記して感謝の意を表します。

Study on the application of underwater exploration technology to the inspection and investigation of bridge foundations

Research Period: FY2023-2024
Research Team: Bridge Structure Research Group
Author: NISHIDA Hideaki
SAITO Kiyoshi

Abstract: The purpose of this study is to evaluate the applicability of underwater exploration technology as an inspection method to determine the soil cover depth of bridge foundations and an investigation method to determine the foundation type of unknown foundations, and to organize issues toward practical application. We conducted exploration using a sediment exploration device as an underwater exploration technology, attempting to estimate and understand the form and shape of the underwater bridge pier foundations and the thickness of the soil cover depth. While it was difficult to completely determine the type and shape of the pier foundation, it was possible to estimate the position of the top surface of the footing and the amount of soil cover depth over the pier foundation.

Keywords: maintenance, underwater, soil cover depth, unknown foundation