

RC 杭近接での不発弾探査実証実験

興亜開発(株) 宮武 也司弘

1. はじめに

護岸改修工事に伴う不発弾探査（水平および鉛直磁気探査）は、既設護岸構造物（下部）の磁気影響を強く受けることから、構造物を撤去した後に磁気探査を行うことが一般的である。

しかし、構造物撤去の影響範囲に不発弾が埋没している場合、その振動や衝撃により起爆し、事故につながる可能性が少なからず考えられる。

本論文は、既設構造物撤去前における不発弾探査の可能性を検討する実験（鉛直磁気探査）についてまとめたものである。

2. 実験の概要

(1) 不発弾探査の問題点

不発弾探査は、鉄類の磁氣的性質を利用し、局所的な磁場（磁気異常点）を測定することにより、地下に埋没される不発弾の有無や位置を確認する調査方法である。

しかし、探査範囲内に他の強磁性物がある場合、測定により得られる磁気波形が振り切れたり、複雑な波形となり、解析が困難もしくは不能となる問題がある。

(2) 改修前既設護岸の条件について

図-1には、改修前の既設護岸条件についてまとめたものを示す。図に示すように、既設護岸はパラペット下部に RC 杭が打設されており、杭の磁気影響を受ける条件下である。この場合、杭に近接する部分（2m 程度まで）は杭の磁気影響を受けることが考えられ、RC 杭の外側（河川側）の部分は、杭に近接して行く探査以上に困難、もしくは探査不可となることが想定される。

このような条件下において、探査を可能とするためには、①磁気波形が振り切れない（杭の磁気量が小さい）、②不発弾の磁気波形（磁束密度）と RC 杭の磁気波形に明瞭な差異や特徴がある、ことが条件として挙げられる。

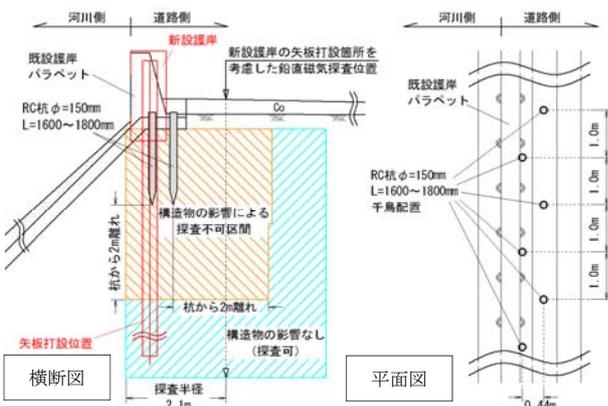


図-1 改修護岸概略図 (Non scale)

3. 実験方法

実験概略図を図-2に示す。既設護岸の RC 杭は千鳥配置で打設されているため、実験では同様な杭配置となるように RC 杭を千鳥配置で地表面に3本設置した。

探査孔は杭から1.0m 離れた位置に設定するとともに、RC 杭や供試体（模擬爆弾）の配置や方向により磁気波形の形状や傾きに違いを考慮し、左右0.5m 離れた2箇所、計3箇所を設定した。

既設護岸の RC 杭は、φ=150mm、L=1600~1800mm が使用されていたが、杭の磁気量等の詳細が不明であることから、安全側を考慮して本実験では杭径が一回り大きい φ=200mm、L=2000mm の既製 RC 杭を使用した。

実験に用いた供試体は、探査対象としている不発弾が 250kg 爆弾以上であることから、同爆弾相当の鉄管（φ=320mm、L=1200mm、磁気量7~21.8μ Wb）とした。

磁気測定には、3つのセンサが備わった一軸フラックスゲート型磁気探知機を使用した。

実験は以下の条件に着目して行った。

- 1) RC 杭の磁束密度を確認するため、供試体設置前に RC 杭のみの状態で磁気測定を行う。
- 2) 杭の内側となる探査半径 1.0m の位置で供試体が探知可能か確認する。
- 3) 杭の外側となる探査半径 1.6m の位置で探知可能か確認する。

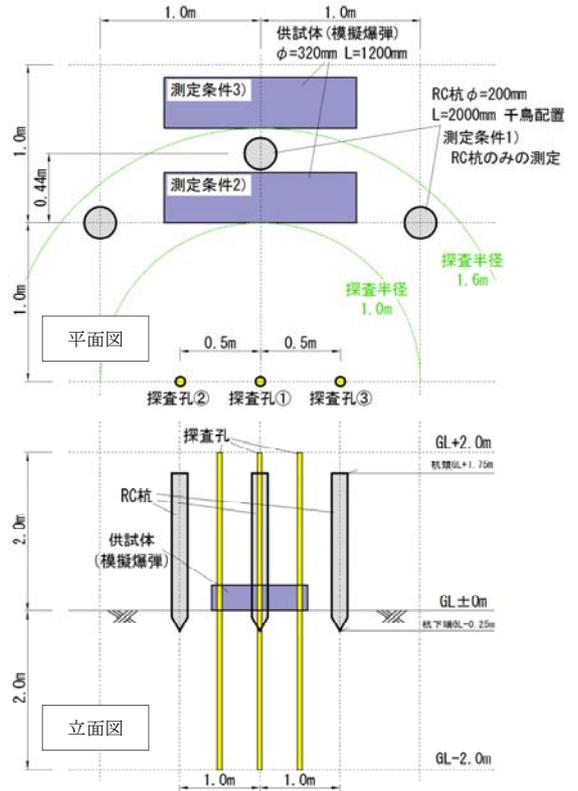


図-2 実験概略図 (Non scale)

4. 実験結果

(1) RC 杭のみの磁気測定結果(測定条件1)

測定結果を図-3に示す。供試体に対して正面となる探査孔①の測定では、RC 杭が設置されているGL+1.75～-0.25m間の磁気波形に着目すると、通常の1.0m 差動センサでは小さな振幅で緩やかな周期を示す磁気異常波形が検出された。

一方、0.25m 差動センサおよび地磁気センサの磁気波形には、RC 杭とみられる顕著な変化は現れなかった。

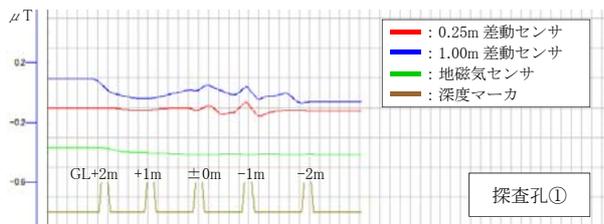


図-3 RC 杭のみの磁気波形

(2) 杭の内側に供試体を設置した場合(測定条件2)

測定結果を図-4に示す。探査孔①の測定では、0.25m, 1.0m 差動センサ, 地磁気センサの波形は、RC 杭と顕著に違う大きな振幅と周期を示す供試体の磁気異常波形が検出された。

供試体の正面から0.5m ずらした探査孔②の結果をみると、探査孔①と比較して波形の形状は同様ながら、差動センサ, 地磁気センサともに非常に大きな振幅を示し、1.0m 差動センサの波形については振り切れる結果であった。

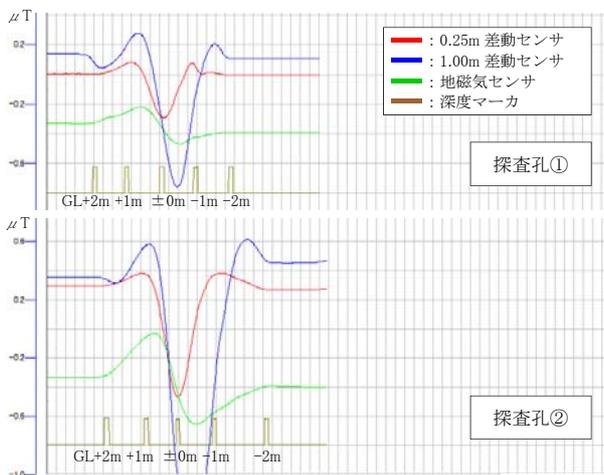


図-4 RC 杭の内側に供試体を設置した場合の磁気波形

(3) 杭の外側に供試体を設置した場合(測定条件3)

測定結果を図-5に示す。探査孔①では、通常の1.0m 差動センサに小さな磁気異常波形が検出されたものの RC 杭のみの磁気波形と比較すると差異はほとんどみられず、杭と供試体の判別が難しい結果となった。また、0.25m 差動センサ, 地磁気センサには変化が現れなかった。

一方、探査孔②では、1.0m 差動センサの波形は比較的大きな振幅と周期を示し、RC 杭の波形とは明瞭に違う供

試体とみられる磁気波形が確認された。また、0.25m 差動センサ, 地磁気センサについても小さい振幅ながらも磁気異常波形として現れる結果であった。なお、探査孔③についても同様な結果であった。

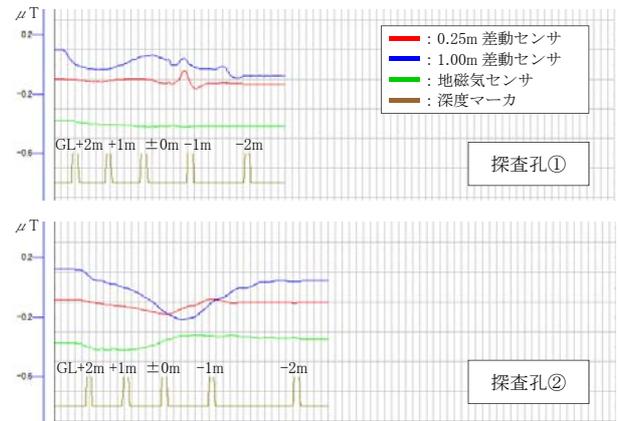


図-5 RC 杭の外側に供試体を設置した場合の磁気波形

5. 考察

(1) RC 杭の磁気影響について

RC 杭のみでの測定では、杭から1.0m 離れの位置では杭の磁気影響が非常に弱いことがわかった。

(2) RC 杭の内側に供試体がある場合

供試体の磁場が顕著に検出された。これは、供試体の磁束密度が RC 杭より極端に大きかったからと考えられる。したがって、この条件での不発弾探査は可能と考えられる。

(3) RC 杭の外側に供試体がある場合

供試体に対して正面となる探査孔①では、供試体の磁気波形は現れなかったが、探査孔②および③では、供試体が磁気異常として検出された。

探査孔①で供試体が検出されなかった原因としては、磁場の方向とセンサの位置が考えられる。すなわち、磁気探査機のセンサが磁場の1方向(平行)成分を検出する特性になっており、供試体の磁場方向がセンサに対して直角方向であったため、供試体の磁場が検出されなかったと考えられる。

以上から、RC 杭の外側にあたる探査困難と想定された部分でも探査孔の配置をかえることで不発弾探査が可能といえる結果であった。

6. まとめ

今回の条件では、構造物撤去前においても不発弾探査は可能であるといえる結果が得られた。

ただし、探査孔と供試体(模擬爆弾)の位置関係により、供試体が磁気異常波形として現れない場合があることがわかった。

今後の課題として、供試体よりも大きな磁束密度(例えば鋼管杭等)の既設構造物でも、同様な探査が可能かの検証が必要と考える。