

RFID を利用したシールド相对位置探査技術の開発（その1）

(株)大林組 生産技術本部 正会員 ○上田 潤, 正会員 山元 寛哲
(株)大林組 機械部 松浦 亮, (株)イセキ開発工機 正会員 佐藤 徹

1. はじめに

シールドの地中接合では、精度よく接合するため、双方のシールド相对位置を接合前に確認する必要がある。そこで、相对位置を確認する方法として、RFID を利用したシールド相对位置探査技術を開発した。本稿では、RFID による位置探査方法と、RFID の特性と適用性を把握するために行った基礎実験について報告する。

2. 相对位置探査の概要

相对位置探査は、接合位置手前 30～50m 地点で機内から水平ボーリングにより行う。探査としては、シールド面板部にておおよその相对位置を把握するための一次探査と、面板を通過した後に隔壁部にて正確な位置を確認する二次探査に分類される。（図-1）

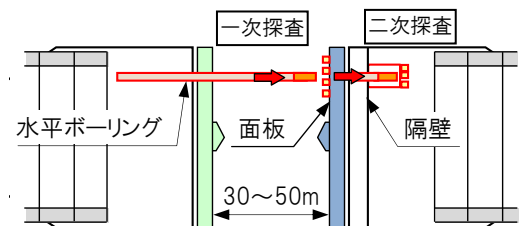


図-1 位置探査の概要

3. RFID による識別システム

RFID とは、タグに記録した個別情報を非接触で識別できるシステムであり、タグと検知用のアンテナ、タグ情報を読み取るリーダで構成される。複数のタグにあらかじめ個別の識別番号と位置情報（座標）を与えて配置しておき、これらの一部をアンテナが非接触で検知することで、アンテナの位置（座標）を推定できる。これにより、シールド相对位置の探査が可能となる。

4. RFID による相对位置探査

RFID による相对位置探査は、一方のシールドからアンテナを搭載した推進機により水平ボーリングを行い、もう一方のシールドの面板と隔壁に設置したタグを検知する。

(1) アンテナの配置

推進機には、各アンテナの探査誤差を打ち消すため、正三角形状に3本のアンテナを配置する。推進機外殻の金属がアンテナ検知の障害にならないよう、アンテナ周囲を樹脂などで覆うとともに、推進機の外殻にスリット加工を施している。（図-2）

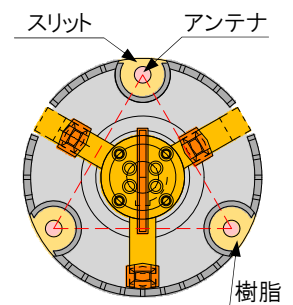


図-2 アンテナ配置

(2) タグの種類と配置

タグの種類として、通信距離が長い「シリンダ型」と通信距離は短いが小型の「ガラス封入型」がある。面板部では、推進機と面板との接触を回避するため、離れた位置から検知できるシリンダ型タグを複数配置する。一方、隔壁部では、一次探査の結果をもとに比較的接近した位置での探査が可能となるため、小型のガラス封入型タグを複数配置し、推進機に搭載された3本のアンテナの検知範囲を確実に網羅するようにする。また、シールド掘削中の損傷を防止するため、各タグは防護管内に配置する。（図-3、4）

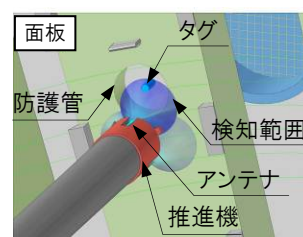
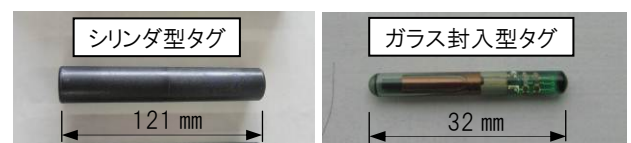


図-3 一次探査

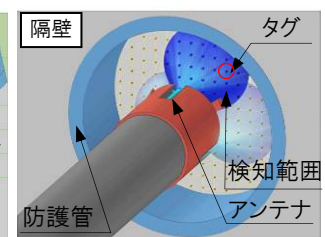


図-4 二次探査

(3) 位置算出方法

3本のアンテナが検知したタグの座標から各アンテナ位置を推定し、推定したアンテナ位置を頂点とする三角形の重心位置を推進機を中心とする。このタグ側の座標系から求まる推進機を中心とする座標と、推進機側の座標系を基に測量する推進機を中心とする座標とのずれが、双方のシールド相对位置のずれとなる。

キーワード シールド, 地中接合, 相对位置探査, RFID

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 株式会社大林組 TEL03-5769-1318

5. 基礎実験

(1)目的

土中や推進機、シールドなどの金属に囲まれた状態を模擬した条件下で、アンテナがタグを検知できるか確認する。また、設備の仕様や探査手順を計画するため、RFID の特性を把握する。

(2)検証項目および検証方法

検証項目および検証方法を表-1 に示す。いずれもアンテナがタグを読み込む通信回数を 10 回とした。

表-1 検証項目と検証方法

実験	検証項目	検証方法(実験方法)	パラメータ	タグの種類
①	土中でのタグの検知	アンテナとタグ間の介在物をパラメータとし、介在物越しの検知距離を比較する	介在物：空気，砂，泥水	ガラス封入型
②	金属とタグとの離隔	タグまわりに金属を配置し、その離隔をパラメータとし、検知距離を比較する（写真-1）	離隔：5～200 mm	シリンダ型
③	タグの配置ピッチ	タグの配置ピッチをパラメータとし、タグの検知数を比較する（写真-2）	配置ピッチ：20～50 mm	ガラス封入型
④-1	検知距離と検知範囲の関係	模擬推進機、面板、隔壁を使用し、泥水中の検知距離と検知範囲の関係を確認する（写真-3）	検知距離	シリンダ型
④-2				ガラス封入型

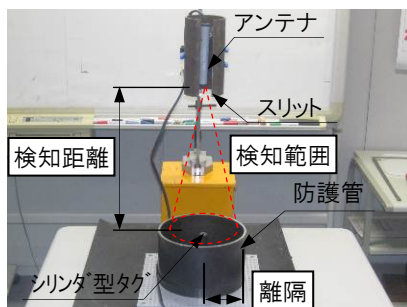


写真-1 実験②

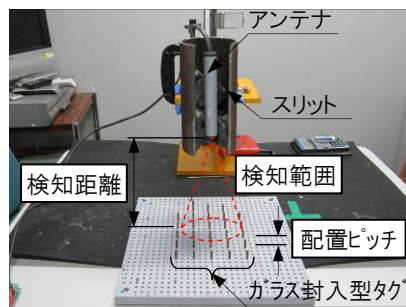


写真-2 実験③

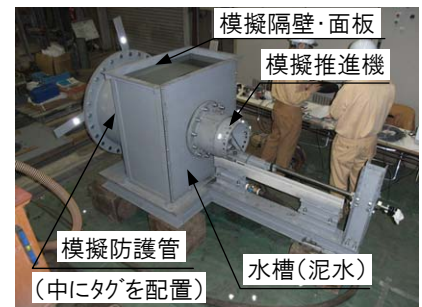


写真-3 実験④

(3)実験結果および結果の反映

実験結果および結果を踏まえ決定した設備仕様と探査計画を表-2 に示す。シリンダ型タグの防護管径が大きくなり、アンテナの検知範囲に複数のタグを配置することが困難であることがわかった。そのため、一次探査では、設置半径が異なる対角上にタグを設置し、カッターの回転・停止によりタグを格子状配置にする計画とした（図-5）。

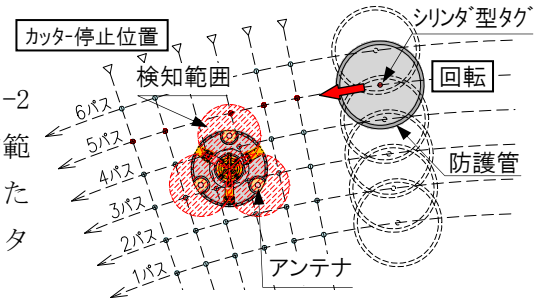


図-5 一次探査のタグ配置例

表-2 実験結果と結果の反映

実験	実験結果	考 察	設備仕様・探査計画
①	検知距離：280 mm（全ケース）	砂，泥水などの介在物の違いによる検知への影響は小さく，RFID を位置探査に応用可能である	—
②	離隔 125 mm 以下で検知不可 離隔が大きいほど検知距離大	タグを面板に設置する場合，金属と 125 mm 以上の離隔を確保する必要がある	シリンダ型タグ防護管径：φ 350 mm
③	20 mm ピッチは検知不可 50 mm ピッチが最も安定して検知	探査精度と探査の安定性を考慮し，最適なタグの配置ピッチを決定する必要がある	ガラス封入型タグ配置ピッチ：50 mm
④-1	検知距離：120 mm 検知範囲：約 φ 140 mm	アンテナとタグとの距離の違いにより検知回数が異なるため，検知回数の多少を位置算出に反映する必要がある	・アンテナ位置の算出式に検知回数 の項を追加 ・検知距離=120 mmにて推進機の停止位置を設定
④-2	検知距離：200 mm 検知範囲：φ 212 mm 以上	装置の制約から検知範囲が φ 212 mm，φ 486 mm に限定されたため，追加の検証が必要である	検知距離が 200 mm 以上となるよう推進機の停止位置を設定

6. まとめ

基礎実験により，RFID を使用した非接触による識別技術が，シールド相対位置探査に応用できることを確認できた。引き続き，アンテナを搭載した推進機を使用し，実際の施工条件を再現した実証実験によって，この技術の適用性を確認している。この成果については別稿にて報告する。