

RFID を利用したシールド相対位置探査技術の開発 (その2)

(株)大林組 生産技術本部 正会員 ○大前 慶恵
 (株)大林組 生産技術本部 正会員 山元 寛哲
 (株)大林組 機械部 川津 佑太
 (株)イセキ開発工機 佐々木 勝之

1. はじめに

シールド同士が地中接合する場合、精度よく接合するため、双方のシールド相対位置を接合前に確認する必要がある。そこで、一方のシールド機内から水平ボーリングを行い、RFID を利用してシールド相対位置を探査する技術を開発した。本技術は既に基礎実験による検証を終えているが、実施工を踏まえた探査精度や施工性を確認するため、実際に土中で水平ボーリングを行っての実証実験を実施した。本稿では、この実証実験の概要と結果について報告する。

2. 実証実験の概要

(1)目的

アンテナを搭載した実推進機にて土中を 30m 掘削した後、目標とする精度で位置探査できることを確認する。

(2)位置探査精度

目標とする探査精度は一次探査： ± 50 mm、二次探査： ± 30 mm とした。一次探査については、探査後の面板開口部通過および隔壁部防護管内到達に必要な精度とし、二次探査については機械式地中接合における許容誤差を参考にしている。

(3)実験装置

①推進機

推進機の外殻をスリット加工し、アンテナを正三角形形状に配置した(写真-1)。

②一次探査装置

面板を模擬した鉄板に、高さ 220 mm の段差配置となるよう防護管($\phi 350$ mm)を 2 個設置し、防護管内にシリンダ型タグを配置した。

一次探査ではカッターの回転・停止によりタグの配置を格子状にする必要があるため、実験では鉄板を上下左右にスライドさせることで、上下 110 mm・左右 100 mm 間隔の格子状配置を模擬した(図-1)。なお、タグの間隔は 1 つのアンテナの検知タグ数が理論上 3 つ以上となる間隔とした。

③二次探査装置

想定されるシールドの相対位置のズレ(± 100 mm)、水平ボーリング精度(± 50 mm)、アンテナの検知範囲を考慮した結果、3 本のアンテナの最大検知範囲は $\phi 800$ mm 程度であることから、 $\phi 800$ mm の防護管内に 50 mm ピッチでガラス封入型タグを配置した(図-2)。



写真-1 推進機

写真-2 探査装置

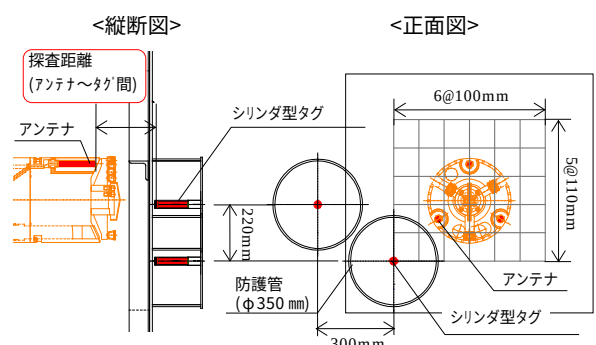


図-1 一次探査実験概要図

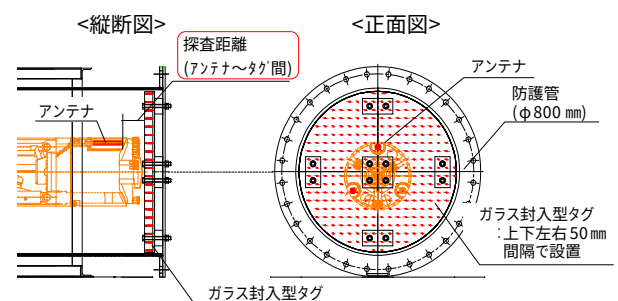


図-2 二次探査実験概要図

キーワード 位置探査, 地中接合, RFID, 大深度, 長距離

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)大林組 TEL 03-5769-1318

(4)実験方法

アンテナを搭載した実推進機で地中を約 30m 掘削した後、模擬シールド面板部で一次探査を行い、その後模擬隔壁部まで推進し、二次探査を行う(図-3)。各探査における探査距離(アンテナ - タグ間の離隔)は基礎実験結果より、一次探査で L=250 mm, 二次探査では L=120mm とした。また、それぞれの探査において、探査距離が大きい場合についても探査を実施した。実験ケースを表-1 に示す。なお、タグの検知はアンテナ毎に行い、各アンテナとタグとの通信回数は 10 回とした。

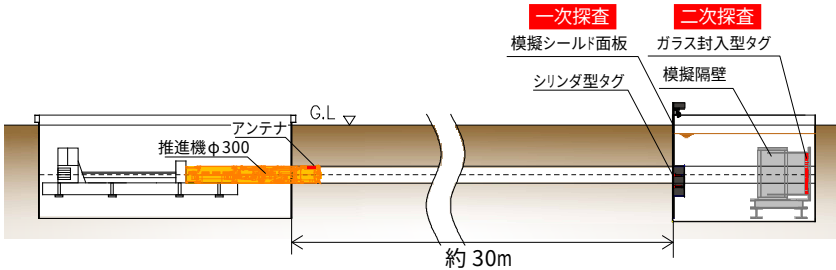


図-3 実証実験全体縦断面図

表-1 実験ケース一覧

ケース №	探査	タグの種類	探査距離 (mm)	通信回数
①	一次探査	シリンドラ型	250	10
②			300	
③			120	
④	二次探査	ガラス封入型	140	
⑤			160	

(5)位置算出方法

各々のアンテナの中心座標値は、検知されたタグの平均座標値によって算出する。アンテナに近い位置にあるタグほど安定して検知できることから、算出にあたっては検知回数を重み付けすることで、より高い精度での座標値を算出することが可能となる。

推進機の中心座標値は、アンテナ 1～3 の中心位置を頂点とする三角形の重心座標とする。算出方法は以下のとおりである。

アンテナ中心座標 $(x_i, y_i) = \left(\frac{\sum(x_i \times N_i)}{K}, \frac{\sum(y_i \times N_i)}{K} \right)$

x_i, y_i : 検知した RFID タグの座標
 N_i : (x_i, y_i) の RFID タグが検知した回数
 K : 検知したタグに対する総通信回数

推進機中心座標 $(X, Y) = \left(\frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}, \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3} \right)$

x_1, y_1 : アンテナ№1の中心座標
 x_2, y_2 : アンテナ№2の中心座標
 x_3, y_3 : アンテナ№3の中心座標

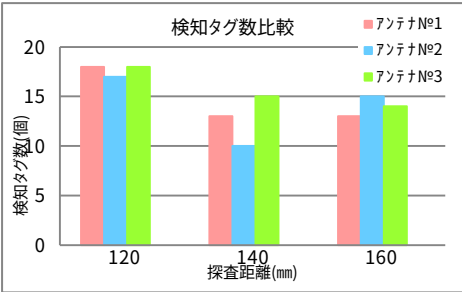
3. 実験結果

実験結果を表-2 に示す。各探査においてケース①および③では、実位置との誤差が±15 mm以内に収まっている。これは、目標とする探査精度を十分に満足している。また、ケース②・④・⑤の場合でもタグを検知し、精度もそれぞれの目標値を満足したが、探査距離を大きくすると、タグの検知数が減少し、探査精度が低下する傾向が見られた(表-2, 図-4)。

表-2 実験結果一覧

探査		一次探査				二次探査					
ケース№		①		②		③		④		⑤	
探査距離 L(mm)		250		390		120		140		160	
座標		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
推進機 中心	実位置 (外側から測量)	10	-4	10	-4	12	-25	5	-22	5	-22
	ID タグ位置探査 による位置	19	-11	32	8	22	-16	20	-23	14	-42
検知誤差		9	-7	22	12	10	9	15	-1	9	-20
探査距離		11.4		25.1		13.4		15.0		21.9	

図-4 二次探査距離別検知タグ数



4. おわりに

今回行った実験結果より、推進機に搭載されたアンテナと、シリンドラ型タグ・ガラス封入型タグは実施工を再現した施工条件においても検知でき、精度よく相対位置を探査できることが確認できた。

今後は施工条件(シールド径・土質・土被り等)に応じた推進機の仕様等を検証し、実工事に展開していきたいと考えている。