

シールド前方支障物の検知技術の高度化に関する実験的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○石原泰幸 久保田光太郎 佐々木智大 永谷英基

1. はじめに

シールド工事の計画線形上に残置杭や仮設鋼矢板等が存在すると、安定掘進を大きく阻害する原因となる。従来、切羽前面の地盤改良等を実施後に作業員がシールドマシン前方に出て支障物を撤去していたが、作業の安全性や工期遅延の影響が大きいことから、近年では直接切削しながら掘進するケースが増加している。支障物を直接切削する場合、シールドマシンへの負荷が上昇し、掘進を一時停止する場合もあることから、小口径シールドマシン実機を用いた支障物の切削掘進実験を行い、支障物の検知・切削技術について検討してきた。本報では、支障物切削の際に切羽面上の位置検知(図-1)、ならびに支障物の材質判定に関する技術について検討したので報告する。

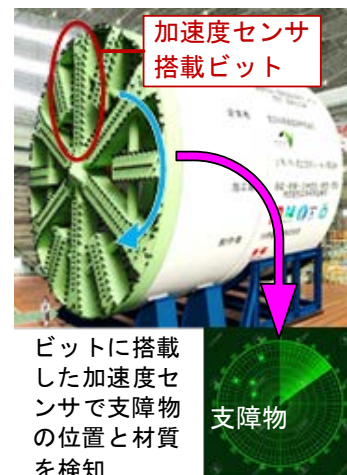


図-1 支障物検知イメージ

2. 支障物切削実験の概要

大型土槽内に支障物として、PHC 杭(φ450mm)、鋼矢板(IV型)を埋設し、小口径のシールドマシン(φ1450mm)で切削しながら掘進する実証実験を行った。図-2に実証実験の概要図を示す。掘進は泥土圧推進工法で行い、カッタービットには支障物切削用の特殊ビットを、加泥材には高分子材を使用した。カッター回転速度は1~3rpm、掘進速度は1~5mm/minとした。また、三軸加速度センサと熱電対を図-3に示した位置のビット内に内蔵した。実験中は、上記ビットの加速度と温度に加えてカッタートルクや土圧、ジャッキ推力等のすべての計測データをリアルタイムにモニタリングした。

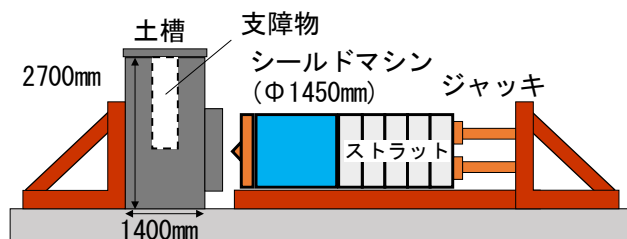


図-2 支障物切削実験装置

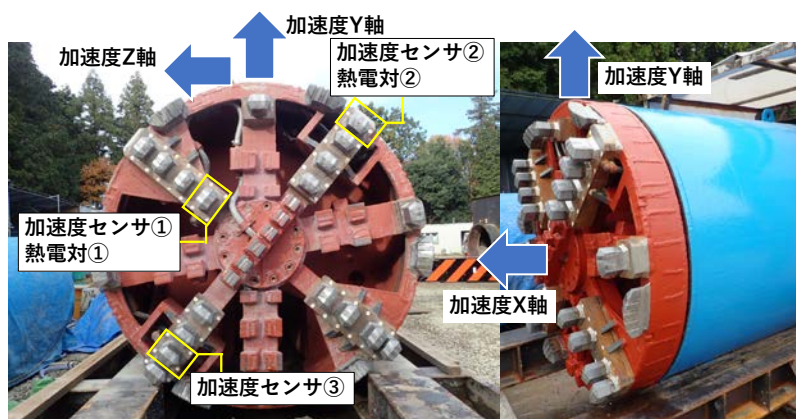


図-3 センサ取付け位置と加速度の向き

3. 実験結果と考察

図-4に切削実験で使用したPHC杭と鋼矢板を示す。PHC杭は一部鉄筋が残っていたが、いずれも切削しながら掘進することができた。長さ10cmを超える切削片は切羽前方やチャンバー内に残留していたが、細かい破片は排土とともにスクリーンから排出された。

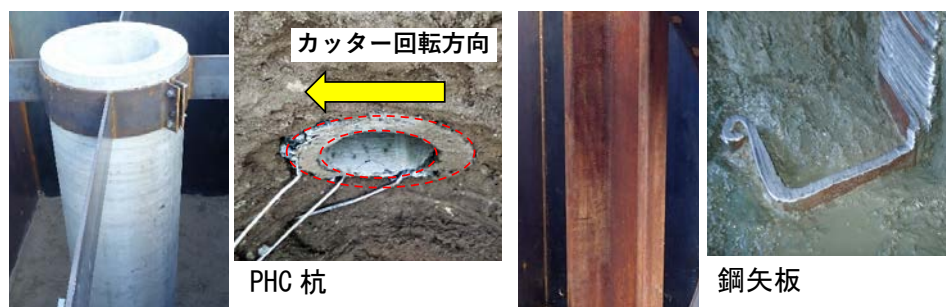


図-4 支障物と切削後の断面観察

キーワード シールド工法, 支障物, 加速度センサ, 切削, センシング

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6482

(1) 支障物の位置検知

図-5 に PHC 杭切削時の加速度センサによる測定結果を示す。ビットに設置した加速度センサのうち、最内周の加速度センサ①と最外周の加速度センサ③の結果を示している。また、加速度は掘進方向 (X 軸), 面盤半径方向 (Y 軸), カッター回転方向 (Z 軸) の三軸で測定していたが、最も切削時の応答が大きい Z 軸の結果を示している。

この結果から、加速度センサを設置したビットが PHC 杭に接触する際に加速度が大きく反応していることが分かる。PHC 杭に接触していない場合にも加速度の反応が見られるが、これは他のビットが PHC 杭を切削した時の振動が現れているためと考えられ、誤った支障物検知の原因となりうる。これに対し、図-6 のように得られた結果をシールド面盤のビット位置に合わせて円周上に描画することで、掘進時の計測データモニタリング中に、より直感的に支障物検知を判断できる考えられる。

(2) 支障物の材質判定

図-7 に PHC 杭と鋼矢板の切削時の加速度波形を示す。加速度センサによる切削時の応答波形が PHC 杭と鋼矢板とで全く異なっていることが分かる。このことから、今後支障物切削時の加速度データを蓄積することで、掘進中に得られた加速度波形から支障物接触の検知に加え、支障物の材質も判定できる可能性があると考えられる。

4. まとめ

今回実施した実証実験によって、ビット内に加速度センサを内蔵することで支障物の有無に加えて位置も検知できることを確認した。また、加速度の応答波形によって支障物の材質を判定できる可能性があることも確認できた。今後は、シールドマシンへの実装を進め、データの蓄積を進めて行く予定である。

参考文献

- 1) 久保田ら：シールドマシンの支障物検知および切削技術の実験的検証，土木学会関東支部第 46 回技術研究発表会，VI-19，

2019

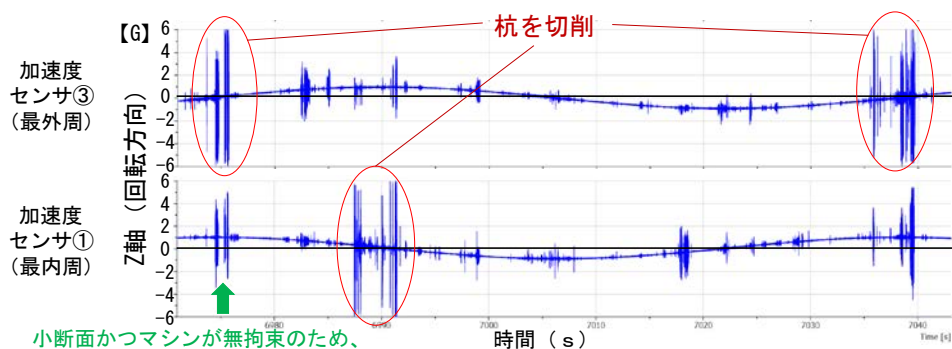


図-5 支障物検知結果 (加速度センサ①, ③: Z 軸)

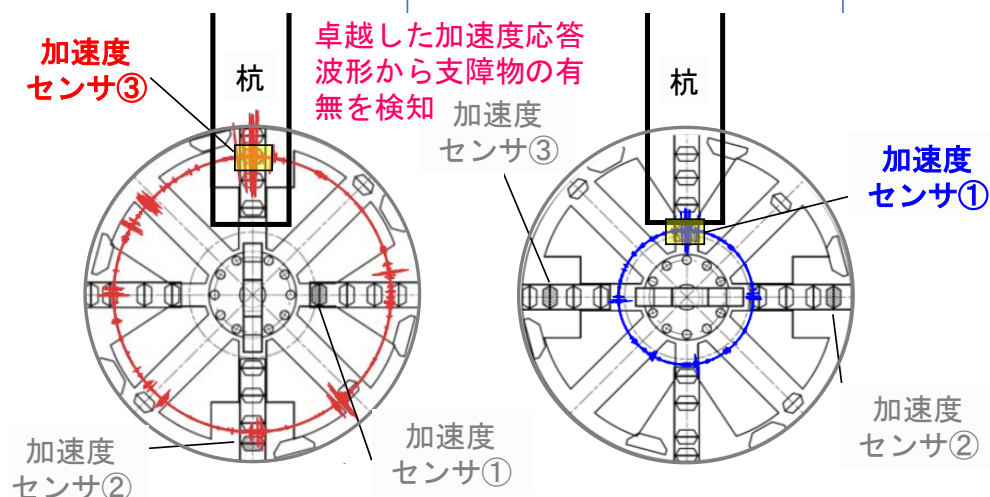


図-6 支障物の位置検知結果

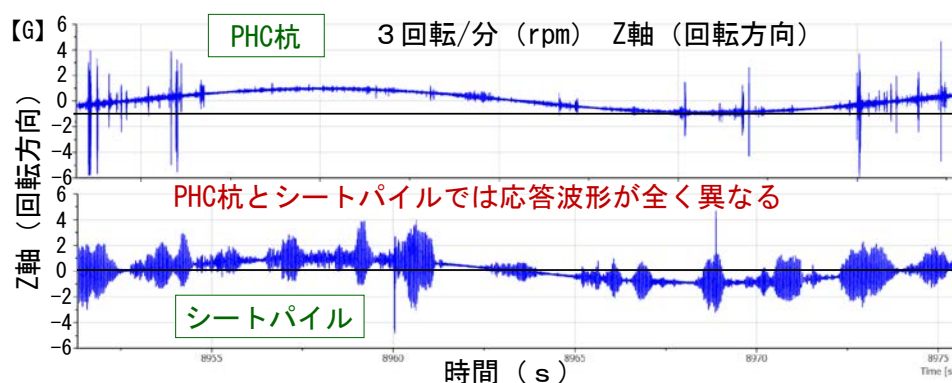


図-7 支障物の材質で異なる加速度応答波形