

パーカッション工法の泥水汲み替えの過程における職人技術の可視化の試み

富山県立大学 学生会員 ○寺迫 太陽
 非会員 宮沢 陸
 正会員 兵動 太一
 富山大学 正会員 竜田 尚希

1. はじめに

富山県では砂礫や玉石層が広く分布しているため井戸掘削にパーカッション工法と呼ばれる井戸掘削工法を用いて施工される。パーカッション工法は先端に掘削ビットを吊り下げたワイヤーロープを上下動させ、地層を突き崩しながら掘削する工法である。施工中は孔壁保護のために孔内を安定液(泥水)で満たすが、施工中に掘り屑が溜まると掘削の進行が遅くなり、また安定液の機能が低減するため、その都度汲み替えが必要になる。汲み替えのタイミングは職人がワイヤーロープを握り続け、手腕に伝わる振動から判断している。そのため、職人の身には職業病である白蟻病等の発症のリスクやワイヤーロープに巻き込まれる事故が発生するなど危険が付きまとう。一方で近年、建設業界では人材不足が問題視されている。これは少子高齢化による労働人口の減少による影響が大きい。井戸掘削業界でも同様にこれらの問題を抱えている。パーカッション工法を一人前に施工するためには約 10 年間の修練が必要であるため技術継承に関しても大きな課題がある。こういった背景から、本研究ではパーカッション工法の施工経験がなくても、職人が手腕で感じている安定液の汲み替えのタイミングを見える化する必要があると考える。そこで本研究では三軸(XYZ 軸)方向の加速度を計測できる安価な加速度センサーを職人の手、ワイヤーロープ、機械本体に装着し、泥水汲み替え時の波形の特徴を捉え、安定液の汲み替えのタイミング時の振動の可視化を試みた。

2. 計測器具

本研究の計測は実際にパーカッション工法で井戸掘削している現場で行うため、職人の体に取り付ける加速度センサーは職人の邪魔にならないように小型で軽量、配線コードなどを必要とせず無線でデータ測定が可能なものが好ましい。これらの条件を満たすモノワイヤレス社の TWELITE2525A, TWELITE CUE の加速度センサー(子機)とその親機である MONOSTICK を使用した。TWELITE2525A と TWELITE CUE は三軸の加速度からモノの動きを計測することができる。施工中は職人が土質判別のためにワイヤーロープを握る必要があり手を保護するために厚手の手袋を着用する。その下地の手袋に加速度センサーを装着するためにマジックテープ付き手袋を使用した。

表-1. データ計測時の地質・掘削深度

測点	地質	掘削深度(m)
No.1	砂礫	116-118
No.2	砂礫	127-129
No.3	粘土混じり砂礫	137-139.5
No.4	砂礫	149-150

3. パーカッション工法現場における現地のデータ計測

3. 1 計測状況

写真-1 のように職人の手とワイヤーロープ、機械本体の 3 箇所に加速度センサーを設置し、計 4 回データ計測を行った。ワイヤーロープと機械本体には養生テープを用いて簡易的に固定した。データ計測時の地質・深度の関係は表-1 のようになった。

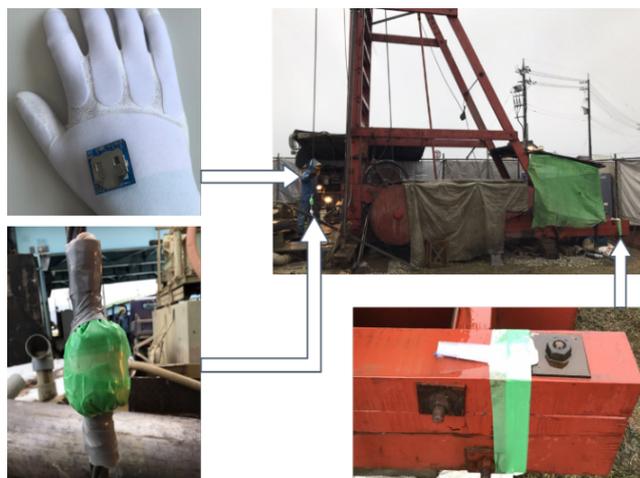


写真-1. 加速度センサー設置状況

キーワード パーカッション工法, 職人技術, 振動, 加速度センサー, 泥水汲み替え

連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 富山県立大学 TEL0766-56-0396 (代表)

3. 1 計測結果と考察

本稿では最も変化が顕著に表れていた No.3 の手袋における計測結果および2次データについて議論する。新しい泥水を補充したときの泥水汲み替えの直後を A, 掘り屑で安定液の機能が低減するために新たな泥水を補充する必要がある泥水汲み替えの直前を B と定義する。図-1 に A, 図-2 に B の箇所から抽出した代表的な5点の加速度の波形データを示す。図-1 と図-2 を比較すると波形に大きな違いが確認できた。また泥水汲み替え直後, すなわち掘り屑を含有しない泥水は泥水汲み替え直前すなわち掘り屑を多く含んでいる泥水に比べて最大加速度が大きくなる傾向があることがわかる。

図-3 に No.3 で A から B までの間1分ごとに計測した加速度の最大値をプロットした。図-3 より時間の経過とともに最大加速度が低下していることが見てとれた。これは掘り屑が溜まったことにより, 掘削ビットの動きが悪くなり, 掘削時の衝撃が小さくなったためであると推測できる。

A と B で加速度に違いが確認でき, A の補充用泥水と B の掘削後泥水とで物性にも違いが出るのではないかと考え物性試験を行った。図-4 に補充用泥水 (A) と掘削後の泥水 (B) の粒径加積曲線を示す。図-4 より, 補充用泥水と掘削後泥水とで粒度分布に違いがみられた。掘削後泥水には粗粒分が25.2%, 補充用泥水には11.5%含有しており, B の掘削後泥水の方が A の補充用泥水より掘り屑が溜まっていた分粗粒分の割合が高くなった。しかしながら, 本稿の測点は限定的であるため引き続き計測を継続し, 種々の地質におけるより多くのデータの蓄積が必要であると考えられる。

4. まとめ

パーカッション工法において泥水汲み替えのタイミングの泥水の状況を可視化するため加速度センサーを設置し, 加速度の計測を行った。掘削後泥水(B)には, 補充用泥水(A)より粗粒分が多く含まれていた。加速度の最大値は泥水汲み替え直後(A)の方が汲み替え直前(B)より大きくなった。結果, 掘り屑が多いと加速度は小さくなり, 加速度の大きさは掘り屑の量に左右されることがわかった。

謝辞

本研究の一部は内山鑿泉工業(株)の奨励寄付金、タナカ財団研究助成の援助により行った。パーカッション工法の現場提供をしていただいた内山鑿泉工業(株)、手袋の開発をしてくださった丸和ケミカルに感謝の意を表します。

参考文献

- 1)原田鑿井設備工業所 (2020年10月1日閲覧) <https://www.sakusei.co.jp/method.html>
- 2)大澤文孝：TWELITEではじめる電子工作, 株式会社工学社, 2019年6月5日出版

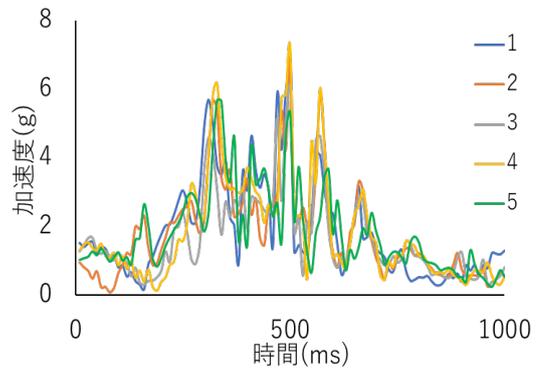


図-1.泥水汲み替え直後の加速度と時間の関係

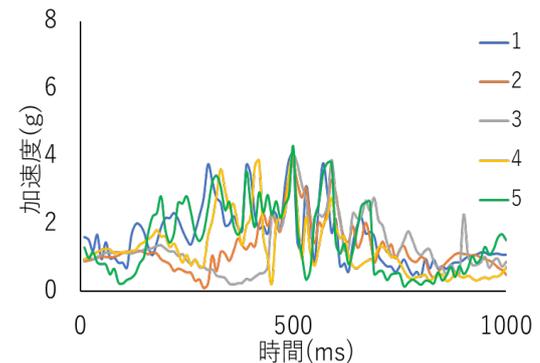


図-2.泥水汲み替え直前の加速度と時間の関係

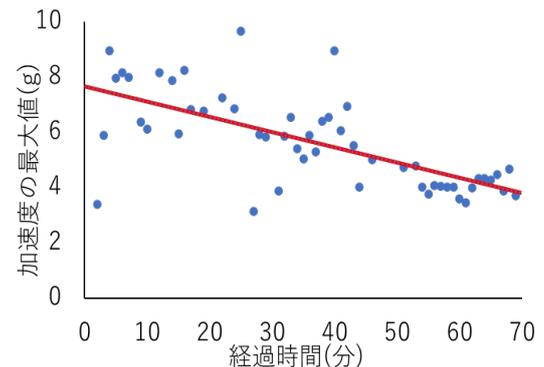


図-3.加速度の最大値と時間の関係

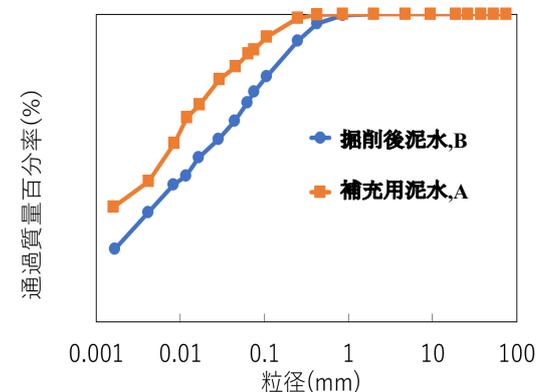


図-4.補充用泥水と掘削後泥水の粒度分布