

ライニング地中熱交換器の施工方法改善

福井大学 学生会員 ○柏岡 美咲

福井大学 正会員 寺崎 寛章

福井大学大学院 学生会員 鈴木 遥介

広島工業大学 正会員 福原 輝幸

株式会社エコ・プランナー 非会員 安本 晃央

株式会社ホクコン 非会員 谷口 晴紀

1. はじめに

再生可能エネルギーの1つである地中熱を利用したヒートポンプシステムは従来の空気熱源ヒートポンプシステムと比較して省エネルギー性に優れている。しかしながら、地中熱交換器(例えばダブルUチューブ、以下 DUT)を設置するための掘削費用等の初期コストが高額である点が課題の1つとして挙げられる。このような背景を踏まえて、当該研究室では貯水蓄熱機能を備えた新たな地中熱交換器(ライニング地中熱交換器、以下 LBHE)の研究開発を行っている。しかしながら、LBHE の施工方法は DUT と比べて煩雑であり、とりわけライニング材の挿入時間の短縮と施工性の改善が特に重要である。

そこで本研究では施工試験を行い、LBHE の施工方法を改善するとともに施工時間を定量的に評価したので、その結果を報告する。

2. ライニング地中熱交換器概要

LBHE は主にポリエステル織物にエポキシ樹脂を含浸させたライニング材(水道管の管更生に使われる袋状の表面被覆材)、導水管、重り(60 kg)および継ぎ手か

らなり(図-1 を参照)、ライニング材を掘削壁に沿わせるように水圧で膨張・硬化させることで、それ自体を地中熱交換器として利用する。なお、業者へのヒアリングに基づけば、LBHE1 本当たりの材料費は DUT と比較して約 25%(10 万円程度)高いが、DUT と同程度普及すれば、材料費は DUT と同じか、あるいはそれ以下まで安価になると予想される。

3. 施工試験

本試験は 2019 年 4～6 月にかけて兵庫県加東市で行われた。本試験におけるライニング材の施工時間を短縮するための主な改善点は 1)ライニング材と導水管の接続部にあらかじめ専用の継ぎ手を取り付けた、2)掘削孔にライニング材を挿入する際のホールドリルジグ(図-2 を参照)に高さ調節可能な足場を取り付けた、3)ライニング材を円滑に挿入するためのライニング材レストおよびシュートを取り付け、また導水管ホールドリルに電動モータを新たに設置した、4)ライニング材の硬化に際して温水ではなく、常温の水を用いて自然硬化させた、ことである。

次に LBHE の施工手順を述べる(図-3 を参照)。本試

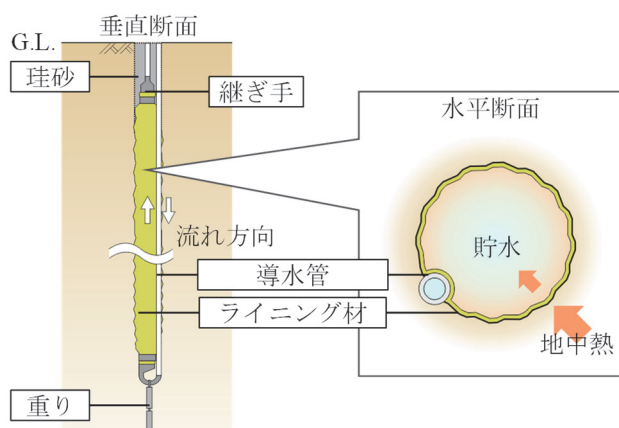


図-1 LBHE 概要

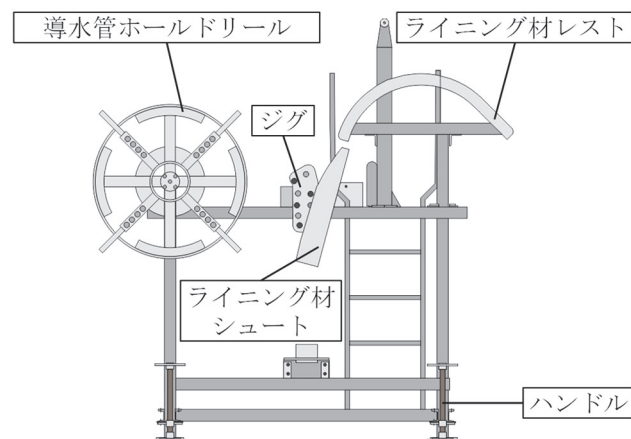


図-2 ホールドリルジグ

キーワード：地中熱，ボアホール方式，施工試験，LBHE，ライニング工法

連絡先：〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築・都市環境工学科 環境水工学研究室 TEL0776-27-8595

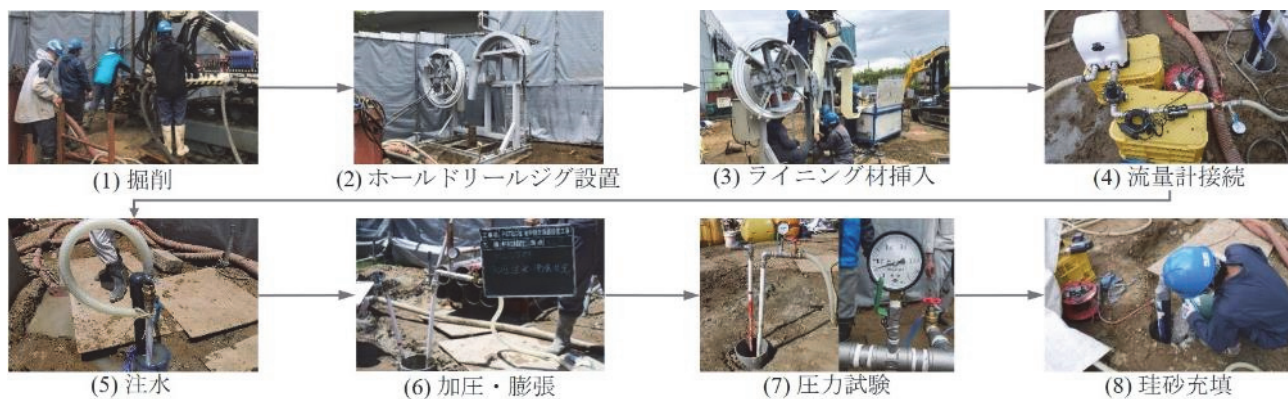


図-3 施工手順

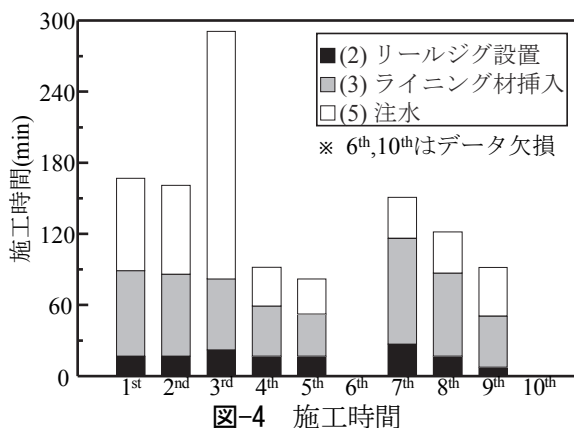


図-4 施工時間

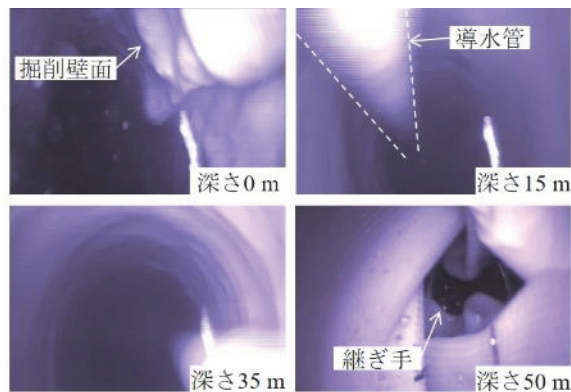


図-5 LBHE 内部写真

験では、(1)掘削機器を据え付け、深さ0～10mはロータリー式で深さ10～53mはダウンザホールハンマ式で掘削した。(2)改良したホルドリールジグを掘削孔の直上に設置した。(3)60kgの重りをライニング材の下端に取り付け、導水管にライニング材を巻き付けながら挿入した。(4)流量計(KEYENCE製, FD-Q20C)を送水部に接続した。(5)ライニング材内のエア抜き後、流量計を確認しながら650L程度注水した。(6)24時間以上にわたって加圧および注水を継続し、ライニング材を膨張させた。(7)圧力試験を行い、漏水の有無を確認した。(8)地上部の導水管付近の空隙に珪砂を充填した。

なお、本試験では50mのLBHE(100mのDUTと同等の熱交換能力を持つと仮定)を合計10本施工した。

4. 試験結果

図-4はLBHEの挿入に関する施工時間を示す。4本目以降は施工手順を変更したことで、注水に要する時間を大幅に削減した。7, 8本目の施工時間は120～150分であったが、ライニング材とともに地盤温度測定用の熱電対を挿入したことに起因する。これらを除外すれば、施工時間は約90分であり、全体を通して4人でも施工可能であることから、DUTの挿入に関する施工(施工時間は約70分)と大差は無い。これよりLBHE

の従来の施工¹⁾に比べて、施工は大幅に改善したことが確認でき、掘削費用もDUTと比較して3割程度削減できた。

図-5は施工完了後にLBHE内部を水中カメラで撮影した様子を示す。どの深度においても掘削壁面に密着して膨張している様子が確認できた。また確認できた8本のLBHEの膨張率(掘削孔の体積に対するLBHE貯水量の割合)が全て目標値として定めた90%以上となったことに加えて、全てのLBHEが圧力試験に合格した。

5. おわりに

本試験ではLBHEの実施工試験を行った結果、コスト削減の観点からさらなる施工方法の改善は必要であるものの、概ねLBHEの施工方法は確立したと言える。
謝辞

本研究はNEDOによる平成30年度ベンチャー企業等による新エネルギー技術革新支援事業(フェーズD)の助成を受けて行われた。また、みち環境技術協会からの多大な協力を受けて行われた。ここに深甚の謝意を表する。

参考文献

1) 寺崎寛章, 鈴木遥介, 福原輝幸, 草間政寛, 谷口晴紀, 田中雅人: ライニング地中熱交換器の伝熱特性, 土木学会論文集G(環境), Vol. 74, No. 7, pp. III_383-III_390, 2018.