

## 地中連続壁における掘削施工管理システムの開発

清水建設株式会社 正会員 長澤 正明  
 清水建設株式会社 正会員 相田 浩伸  
 清水建設株式会社 正会員 ○清水 謙

### 1. はじめに

近年、都市部での大規模再開発や道路や鉄道での大深度利用により地中連続壁の掘削深度の大深度化が進んでいる。しかし地中連続壁工法では原位置攪拌による連続壁と比較すると、掘削時間や鉄筋の建込みの時間が多く必要となる。

地中連続壁の連壁専用掘削機械(写真-1 参照)での掘削作業の省力化による生産性の向上を図るために、掘削状況及び掘削溝を3次元によるリアルタイムでの可視化を行うことのできるシステムの開発を行った。

### 2. システム開発の経緯

一般的に、地中連続壁の掘削溝の精度を確認する方法として、超音波計測装置(写真-2 参照)を用いて計測する方法がある。超音波計測装置による掘削溝の計測には、①掘削作業と並行して作業を行うことができない、②掘削溝の精度をリアルタイムで計測することができないという2つの課題がある。この2つの課題により、超音波計測を行うことで掘削作業が中断され、作業効率は低下する。しかしながら、掘削途中段階では、溝曲がり(設計形状より大きく逸脱すること)の有無の確認、掘削終了後は設計形状を満足しているかの確認を行う必要があり、超音波計測を無くすことは不可能である。計測時に溝曲がりや設計形状を満足していないことが見付ければ、修正掘削を行う必要が生じ、さらなる作業効率の低下が起きる。

他の方法として、掘削機の姿勢制御システム(高精度位置管理システム、写真-3 参照)を用いてリアルタイムで測定をしながら掘削をする方法が従来技術としてある。しかし、従来技術はリアルタイムでの掘削機の姿勢を平面的に表示するだけにとどまっており、また掘削の軌跡も残らない。

本開発では、掘削機の姿勢制御システムにより得られる掘削機の位置の情報を蓄積し、それを元に3次元掘削形状をリアルタイムに作成することにより、(1)掘削状況を可視化することによる掘削効率の向上、(2)掘削溝の出来形をリアルタイムで可視化することによる手戻り削減を行うことを目指した。



写真-1 連壁専用掘削機



写真-2 超音波計測装置



写真-3 掘削機の姿勢制御システム

キーワード 地中連続壁工法、姿勢制御システム

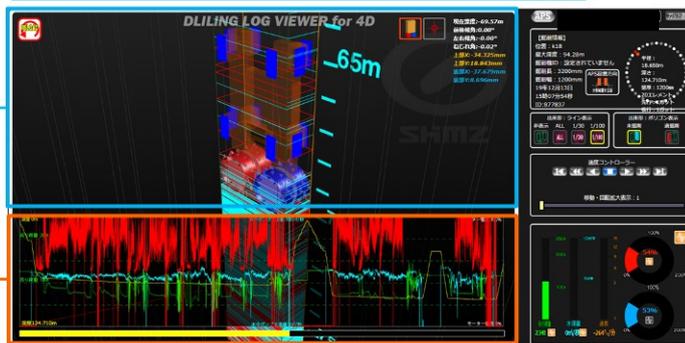
連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16番1号 清水建設(株)土木総本部土木技術本部基盤技術部 TEL03-3561-2203

### 3. システム開発の成果

#### (1) 掘削状況の可視化

掘削機の姿勢制御システムより送られてくる掘削機の位置データに加えて、掘削機から得られる吊り荷重、モーターの電流値、水中ポンプ水揚量、アジャスタブルガイドの使用状況のデータを数字とグラフにより可視化するシステムを開発した(図-1)。またこのグラフにより、過去の情報を見える化することで、各深度における地盤状況の推定や次回の掘削へ向けた施工のフィードバックを行うことが可能となった。

姿勢制御用アジャスタブルガイドの動きの可視化  
掘削溝の出来形の可視化



掘削機深度、掘削機吊り荷重  
モーター電流値(掘削抵抗)、水中ポンプ水揚量

図-1 開発したシステムによる掘削状況の可視化

#### (2) 掘削溝の出来形の可視化

掘削機の姿勢制御システムにより送られてくる掘削機の位置データの軌跡を可視化することにより、掘削機の軌跡、すなわち、図-2に示すような掘削溝の出来形を3次元モデルで出力することが可能のため、CIMモデルを用いた施工にも使用することが可能であり、また得られたデータより内部掘削の土量・コンクリートの打設数量等も把握が可能である。

また図-3のように掘削溝の設計形状に対する過不足をリアルタイムで可視化することを可能とした。掘削溝が設計形状に対して過掘りになっていけば赤色で、未掘削になっていけば青色で表示することにより、掘削機のオペレーターは掘削の手戻りの削減や掘削中の溝曲がりを予防し、掘削効率を向上させることができると考えられる。



図-2 3次元モデルで出力した掘削溝の出来形

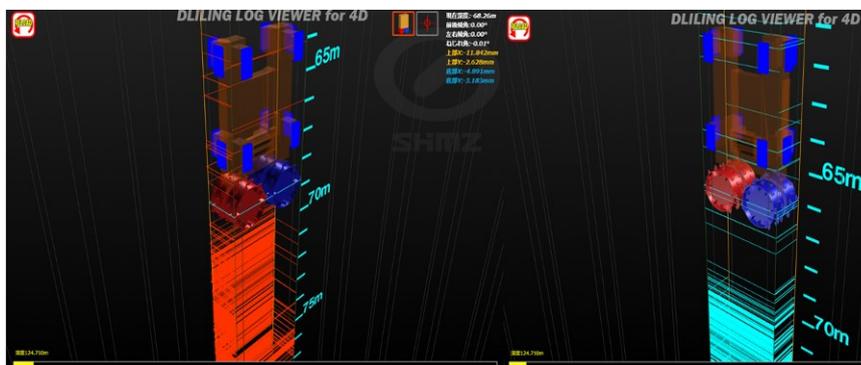


図-3 過掘削(左図)と未掘削(右図)の可視化

### 4. 今後の展望

今回は掘削機の姿勢制御システムを用いた掘削機の位置データの情報により、掘削溝の出来形を作成したが、この手法では掘削溝の肌落ちといった掘削機の軌跡と無関係の事象による掘削溝の変化には対応できていない。今後はこの課題に取り組んでいく予定である。

### 5. おわりに

今後の展望に加えて、本掘削施工管理システムの導入による歩掛りの変化及びシステムの改良・改善点を調査する予定である。またこのシステムを地中連続壁という工種にとどまらず、あらゆる工種に適應させ、建設業における生産性の向上に寄与していきたい。