

## 8. 推進工法用施工管理システムの開発とその活用

### Development and Practical Use of the Construction Management System for Pipe Jacking Method

山口 潤\*

#### —概要—

推進工法用施工管理システムとは、各種の計測機器や通信機器、監視カメラ、パソコン、専用ソフトウェア等で構成されており、推進機や元押し装置、中押し装置、各プラントなどから出力される信号を各所に配置した信号入力BOXに入力し、通信線を通じて、管理室等に設置したシステム管理用PCに取り込み、リアルタイムに表示と記録を行い、推進工法の施工管理に適用し、情報化施工を実現するものである（図1）。

#### —技術的な特長—

管理用PCに表示される画面は、遠隔モニタリング機能によりLANまたはインターネットを介して、遠隔地のパソコンやスマートフォンでも見ることができる。様々な計測データを確認することで、工事の進捗、安全性、問題点等を把握し、計画的に効率良く施工管理を行うことが可能である。また、機械トラブル等が発生した際には、パソコンに記録されたデータを解析することで、原因を究明して再発防止に役立てることが可能となる。さらに、外出中や休日でも携帯電話などで警報メールを受信することができ、現場内で発生した異常をいち早く知ることで、迅速に対処することができるようになる。

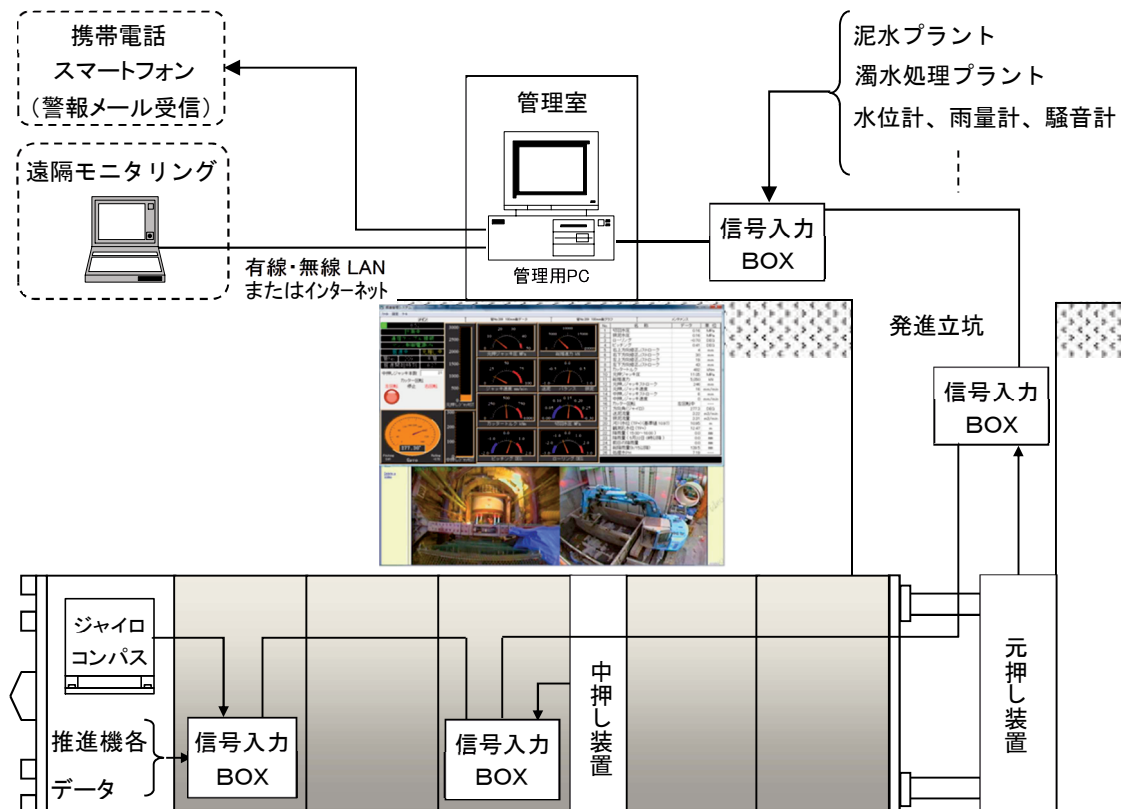


図1 システム概要図

\*技術研究所土木研究室

# 推進工法用施工管理システムの開発とその活用

## Development and Practical Use of the Construction Management System for Pipe Jacking Method

山口 潤\*

Jun YAMAGUCHI

**ABSTRACT** A construction management system for pipe jacking method is the system for the purpose of computerization construction in pipe jacking method. It displays the operation situation of the digging machine and the jacking machine to a PC which is installed in the management room on the ground and records it. By using this system, construction manager can manage the construction effectively.

In this paper, it is reported the system because I developed it in institute of technology.

Keywords：推進工法，情報化施工，施工管理の省力化

*Pipe Jacking Method, Computerization Construction, Labor Saving*

### 1. 開発の経緯

推進工法は、シールド工法と同様に機械化が進んだ工法であり、推進機や推進管の材質や構造、ずり出しの方法等に関する開発が進んでいる。また、小口径の推進工事では人間が管内に入れないため、推進機の位置や方向角を人力測量することができない。そのため、無人で測量を行う技術の開発も行われており、線形管理に役立てられている。しかし、シールド工法で、一般的に利用されている掘進管理システムの開発や利用は推進工法ではほとんど進んでおらず、掘進管理については、推進業者の経験に頼っているところが大きい。これには全体の請負金額が小さく、シールド工法のように計測工に十分な予算を取れないことが原因の一つであると考えられる。

このような現状の中、推進工事は、シールド工事と比較して、現場の配員数も少ないため、施工管理の自動化、省力化を進めて、より効率的で質の高い施工管理を行うべきであるという観点から本システムの開発を行った。

### 2. システムの概要

システムの概要図を図1に示す。

システムは、各種の計測機器や通信機器、監視カメラ、パソコン、専用ソフトウェア等で構成されており、推進機や元押し装置、中押し装置、各プラントなどから出力される信号を各所に配置

した信号入力 BOX に入力し、通信線を通じて、管理室等に設置したシステム管理用 PC に取り込み、リアルタイムに表示と記録を行い、推進工法の施工管理に適用し、情報化施工を実現するものである。

### 3. システムの特徴

管理用 PC に表示される画面は、遠隔モニタリング機能により LAN またはインターネットを介して、遠隔地のパソコンやスマートフォンでも見ることができる。様々な計測データを確認することで、工事の進捗、安全、問題点等を把握し、計画的に効率良く施工管理を行うことが可能である。また、機械トラブル等が発生した際には、パソコンに記録されたデータを解析することで、原因を突き止めて再発防止に役立てることが可能となる。さらに、外出中や休日でも携帯電話などで警報メールを受信することができ、現場内で発生した異常をいち早く知ること、迅速に対処することができるようになる。

### 4. 計測対象と計測項目

計測対象と項目は、推進工法の種類によって異なるが、計測可能な主な項目を対象別に表1に示す。信号入力 BOX の仕様により変更、追加は可能である。

\* 技術研究所 土木研究室

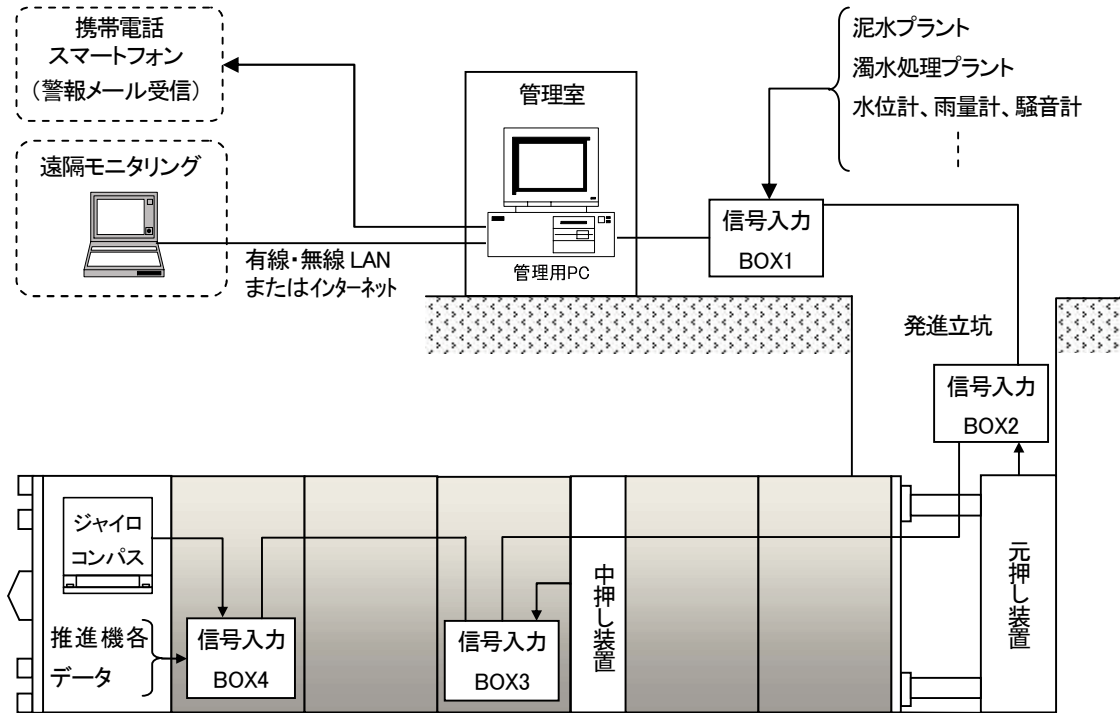


図1 システム概要図

表1 計測対象と計測項目

計測対象	計測項目
推進機	切羽圧力、カッター回転状況、カッター回転圧力、ピッチング・ローリング、方向修正 ジャッキストローク、方位角、標高
元押し装置	推進ジャッキ圧力、推進ジャッキストローク、推進速度
中押し装置	推進ジャッキ圧力、推進ジャッキストローク、推進速度
濁水処理設備	処理水 pH、処理水 SS、処理水量
泥水プラント	送排泥流量・圧力
その他	立坑水位、観測孔水位、河川水位、降水量、騒音

図2、図3に実際の現場における計測データの表示例（管理用パソコン表示画面）を示す。

図2に示す画面には、各種計測データの瞬時値が表やグラフィックで表示され、推進機や元押し装置の稼働状況や進捗だけでなく、降水量や近隣の河川水位といった環境データまで、すばやく把握することが可能である。さらに、各所に設置した監視カメラ映像も併せて表示することができるため、実際には現場に居なくても、その場に居

るかのような現場施工管理が可能となり、移動にかかる時間を大幅に削減し、省力化を実現することができる。

図3に示す画面のグラフは、横軸が元押しジャッキストロークとなっており、推進管1本を推進する間の切羽圧力やカッター回転圧力、元押しジャッキ圧力などの変化を把握することが可能である。



図2 管理用パソコン画面①

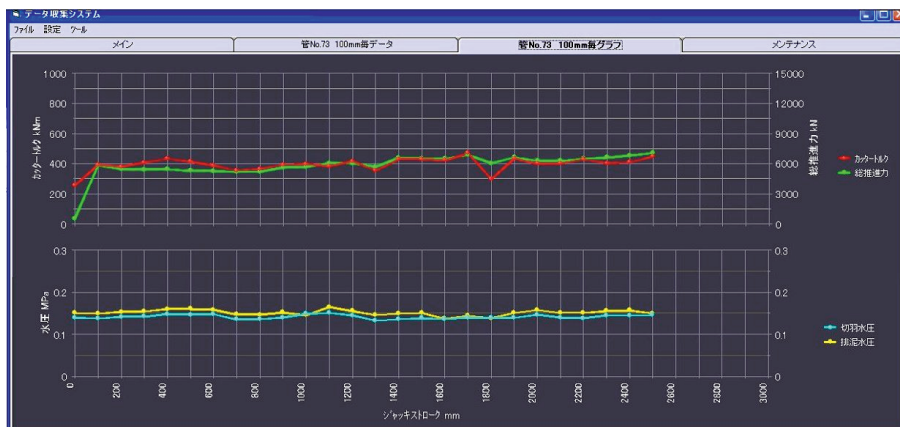


図3 管理用パソコン画面②

続いて図4に、パソコン記録されたデータの中から、推進距離に対する元押し装置の推進ジャッキ圧力最大値の推移を表すグラフを例として示す。

このグラフからは、その傾向を読み取ることで、滑剤の適性、元押し推進ジャッキの能力と本数の適性、中押し装置の使用開始時期などを判断することができる。したがって無駄のない工程計画が可能となり、工期短縮にもつながる。

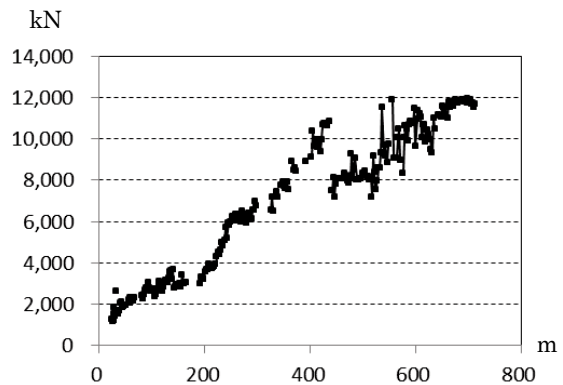


図4 推進距離と元押しジャッキ圧力



### 5. 線形管理機能の追加

シールド工法では、一般的に用いられているジャイロコンパスを推進機に搭載し推進機の方角角を検知し、元押しジャッキストロークと中押しジャッキストロークによって定義される推進距離とを併せて演算することで、平面位置座標が算出されるため、推進中でもリアルタイムに平面的な線形管理を行うことができる。また、液差圧式水レベル計を搭載すれば推進機の高さの管理も可能となる。図5は推進機(φ1,970)にジャイロコンパスを搭載した状況である。図6はジャイロコンパスや推進機からのデータを取り込んでリアルタイムに推進中の線形管理を行うことが可能な Gyro Navigation の画面である。

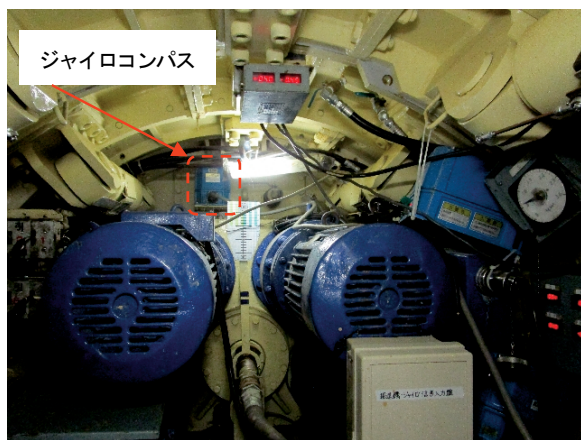


図5 ジャイロコンパス搭載状況

線形管理機能を追加することで、人力測量の回数を削減できる。また、設計との差をリアルタイムに把握し、方向修正を行いながら推進することで蛇行量を低

減することも可能となる。したがって管路の周面摩擦抵抗の増大を抑制し、推進不能となるリスクの低減にもつながる。

### 6. 課題と今後の展望

まだ試験的にはあるが、二現場への導入を行い、その効果を確認してきた。掘進管理の機能については、概ねその効果を確認でき、三現場目へのシステム導入を計画中である。今後は、熟練職員の不足も予想される中、積極的に活用を進めて、推進工法におけるスタンダードな技術の一つになっていくものと思われる。

線形管理機能については、設置スペースや導入コストの問題が、普及の大きな壁である。今後、シールド工法において小型の光ファイバージャイロの普及が拡大すれば、コストも下がり、両方の壁が同時に無くなると予想される。また、推進距離の計測精度の改善が課題である。シールド工法ではセグメントを組むと、すぐに裏込め注入を行うため、セグメントが動くことはほとんど無い。したがって、シールド機のジャッキストロークの伸び量から掘進距離を算定することは容易である。しかし、推進工において、裏込め注入の時期は、到達後であり推進管と推進管の間のクッション材が推進圧力によって圧縮されることで推進管の延長が変化する。これにより、直線上を施工している際には、問題とならないが、曲線上や方向修正を行っている場合は、平面位置の演算結果に誤差を生じる原因となる。現状では、ジャッキストロークの伸び量から推進距離を算出する以外に効果的な方法が無いが、画期的な方法が見つかれば、システムの導入効果も高まる。

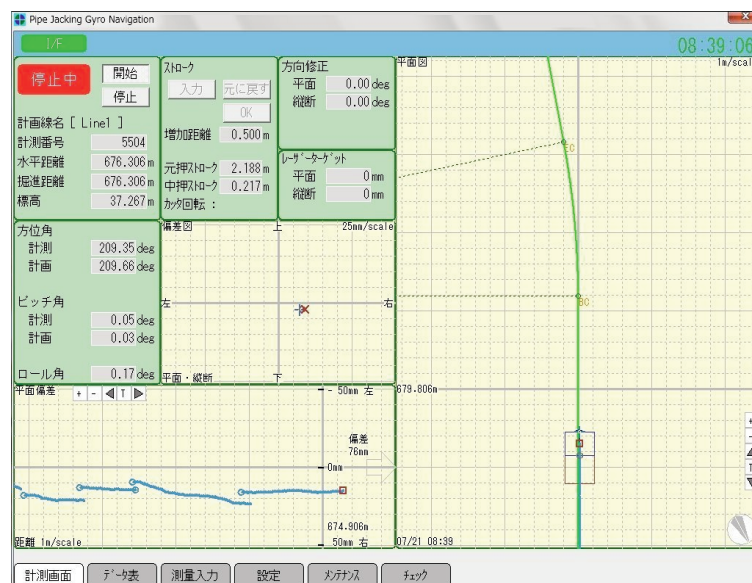


図6 Gyro Navigation