

熊谷組 正会員 平野 晶己
 " " 角田 素男
 " " 井上 忠春

1. はじめに

地下空間の有効利用、ウォーターフロントの開発、海洋空間の有効利用など、ビッグプロジェクトが計画され、近年注目を集めている。これに対処するためには高度な施工技術が必要とされ、とりわけ、杭、連続地中壁などの基礎施工技術は、構造物の大型化と大深度化が予測される関係から、より高度な施工技術が要求されるものと考えられる。本研究開発では、これらの背景を踏まえて杭基礎の無騒音、無振動施工法として、多くの実績を有し、今後の杭の大口径・大深度化の対処に有力なロータリー式リバース掘削工法（以下R C D工法）における自動計測システムの開発に取り組み、「R C D機掘削管理システム」として開発したのでここに報告するものである。

R C D工法は掘削方法がシンプルで、杭の大口径・大深度化に対処しやすい工法であるが、一方で掘削孔の傾斜や偏心の管理は一般的に熟練したオペレーターの勘に頼っており、掘削完了後に計測器で傾斜・偏心を計測している。R C D機はドリルパイプ先端に掘削ビットを取り付けたドリルストリングスを自重と回転力により掘削する方式であるため、地層変化やオペレーターの掘削技術により掘削孔が傾斜・偏心することが多い。このため従来の管理方式では管理基準値を越えた場合、修正のため再度掘削機を掘削孔に投入して掘り直しを行う必要があり、多くの手間と時間を費やしている。そこで、「R C D機掘削管理システム」の開発に当たっては、掘削中でも各種の掘削データが得られオペレーターがこのデータにより掘削管理することができること、出来るだけビジュアルな表示をして見易くすることなどを目標とした。

2. R C D機掘削管理システムの概要

R C D機掘削管理システムは2つの計測部と計測制御及び情報管理を行う制御部から成り立っている。

2つの計測部は掘削機先端計測部と地上計測部で、前者は水中にあって掘削機の回転軸（ドリルパイプ）に傾斜計を2台、超音波距離計を2台軸対称に装着して、掘削機先端部（ドリルストリングス）の鉛直度と掘削中の孔壁までの距離を計測し、デジタルデータとして送信している。後者は地上部において、掘削機の回転角を計測するとともに、ケリーバーの移動距離を計測して、制御部へデータを送信している。

また、計測制御及び情報管理を行う制御部では、計測時の掘削深度をケリーバーの移動距離を累加することにより求め、25cm以上の掘進が認められる場合、計測開始信号を発信して、掘削機先端計測部と地上計測部の計測を開始させ、掘削機が20°回転する毎

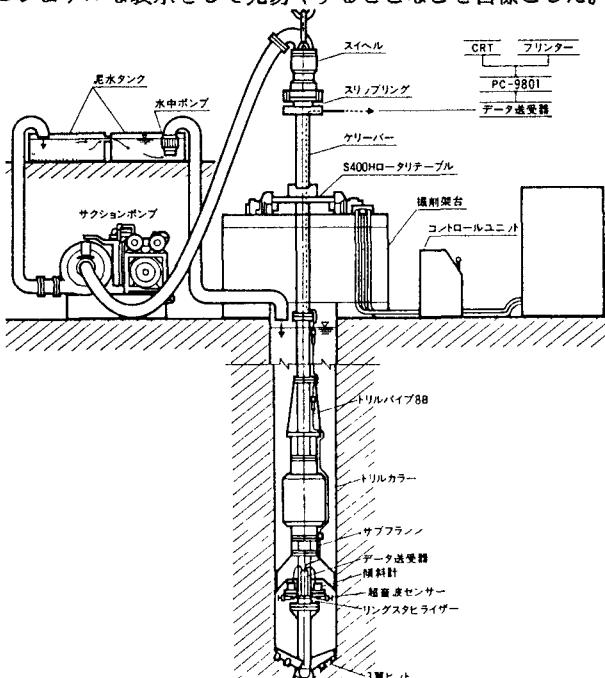


図-1 R C D機掘削管理システム配置図

に同期信号を発信し、掘削機先端における回転軸（ドリルパイプ）の傾斜角と孔壁までの距離を計測させる。

この計測パターンを 1 サイクルとして掘削機 1 回転に対し 18 サイクルの計測を行う。これらのデータを基に 2 次元管理図及び 3 次元管理図を作成して、掘削機の運転操作へ掘削情報としてフィードバックする。

図-1 に R C D 機器削管理システム配置図を、図-2、図-3 に掘削時の逐次掘削管理情報の表示例を、図-4 に 3 次元管理図を示す。

3. 計測システムの仕様

① 傾斜角検出器

静的（停止状態） 動的（回転状態）

分解能	15 秒	45 秒
-----	------	------

測定精度	1 分 (1/3400)	3 分 (1/1100)
------	--------------	--------------

耐水圧	15 kg/cm ²	15 kg/cm ²
-----	-----------------------	-----------------------

② 超音波距離計 ③ 回転角検出器（方位角）

測定精度	±1 cm	検出精度	±1.5 度
------	-------	------	--------

最大泥水密度	1.2 以下	検出方式	磁気
--------	--------	------	----

耐水圧	15 kg/cm ²
-----	-----------------------

④ 測長器（掘削深度）

最大測定長	5 m
-------	-----

測定精度	±1 cm
------	-------

4. システムの特徴

この掘削管理システムはリアルタイムに計測データを取り込んでいるため、掘削孔の曲がり始めを早く検知することが可能で、早期に修正のための対策を施すことにより、修正制御も簡単な装置で出来ることになる。このことからこのシステムを使うことにより次の効果が期待できる。

①掘削中、逐次、掘削状況及び曲がり始めをチェックしているため、作業の手戻りや手直しが殆ど無い。

②掘削孔の曲がり始めの位置が早く確認できるため、修正処置が取りやすく、鉛直精度そのものが高まる。

③掘削精度が高いために、材料のロスが少なくなる。

④掘削精度が高いために、柱列式連続地中壁の施工に対する信頼度が増す。

⑤大深度でも連続地中壁の施工が汎用掘削機で行えるようになるため、コスト面で有利となる。

5. 今後の課題

本システムは泥水中の泡や浮遊物に対する問題など解決すべき問題を抱えているが、システムの特徴を生かして、現場でのデータの蓄積により、あらゆる地盤に対応できるようにソフト・ハードの改良を考えている。

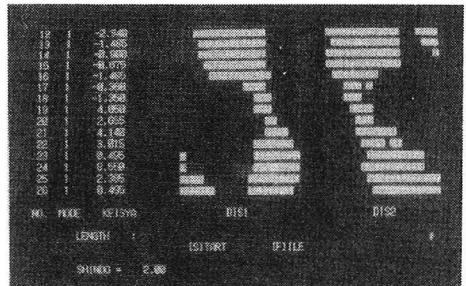


図-2 掘削時の計測データ表示例（開発用）

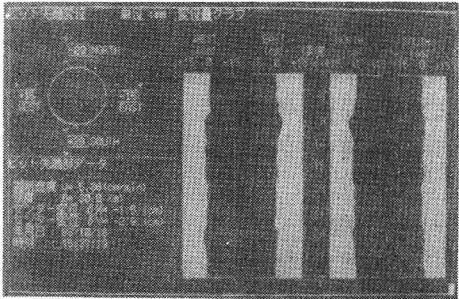


図-3 逐次掘削管理情報の表示例

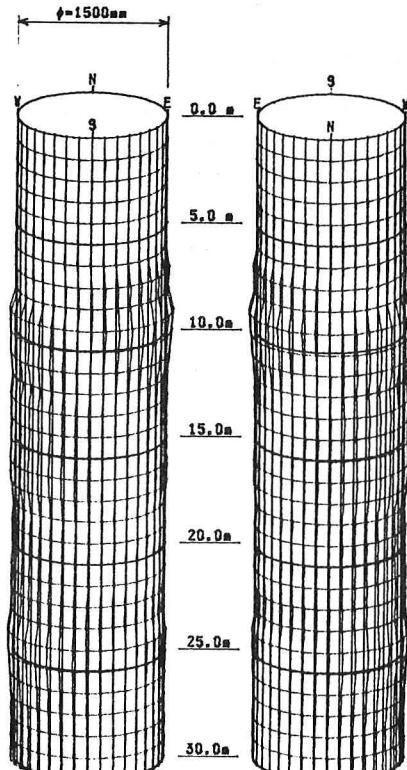


図-4 掘削形状の3次元管理図