

# 施工条件明示のための事前調査法

Water holes -Survey Method

マイクロサンプリング調査会

山田孝之, 荒木 紘一

Micro Sampling Method Research Organization

Takayuki YAMADA, Koichi ARAKI

## 要旨

これまで非開削技術は柔軟な線形選択を可能にし、広範囲な土質条件にも適応してきた。

しかし、設計土質条件と著しく相違したことにより推進途上で実際の土質に適応できる推進機への交換を余儀なくされたり、推進路線上で障害物に遭遇し回収・再発進や推進を休止しての障害物除去などの手戻りが発生したりと、その度に信頼性の高い事前調査の必要性を痛感する。

本調査法は水力と吸引排土によりコアチューブを所定の深度まで建て込み、地下埋設物や土質の実態を把握する技術で、従来はボーリングマシンやライナープレートによっていたが、この調査法により安全性及び確認精度の向上と周辺環境への影響抑制が図れる。

本報文では、25m の高深度での調査実績を有するに至った調査方法の説明と障害物に対する措置を決定する上で障害物の特定と正確な位置把握が以下に重要であることを明らかにすると共に、非開削工法や仮設工法及び補助工法などにおいて最適な工法選定を可能にし、地中での障害物との接触や掘進不能による手戻りトラブルを解消する事前調査法を提案する。

## Abstract

Trenchless technology has been enabled a choice of flexible, linear selection, and has adjusted to a wide-ranging nature of soil condition.

But when a design nature of soil condition and an actual nature of soil are greatly different, it is not few that needing the exchange of the proceeding to dig machines, and removing the obstacle have a large influence on the site construction.

Once it happens, we feel strongly the necessity of the preliminary investigation with high reliability in every case.

This investigation method is the technology that understands the realities of the thing of an underground and the nature of soil so far, by using the core tube with water power and the suck rejection soil though to prescribed depth, instead of the boring machine or the liner plate. As for this investigation method, the improvement of safety and the confirmation accuracy and control of the environmental impact in the surrounding can attempt.

This paper explains the investigation results in high depth of 25m, specific of the obstacle, and importance of an accurate positional confirmation in this thesis, and it proposes the prior investigation method that prevents an underground trouble beforehand.

表-1 支障物の種類と調査対応策

種 別	調査対応策	想 定 判明度
上下水道管 通信・電力管	試掘(開削) 地中レーダー 地中レーダー・ウォーターホールズ 物理探査(磁気)・ウォーターホールズ	高
廃棄管路	工事履歴調査・試掘(開削) 工事履歴調査・ウォーターホールズ	高
橋台基礎杭	物理探査(磁気)・ウォーターホールズ	高
残置杭・鋼矢板	工事履歴調査・物理探査(弾性)・ウ ォーターホールズ	高
観測孔鋼管		低
流 木		低
地下空洞	地中レーダー	低
コンクリート塊	工事履歴調査・物理探査(弾性)	低
転石・岩盤	物理探査(弾性)	中

備考 調査法・調査法は組み合わせを示す

支障物事例(開削による調査)

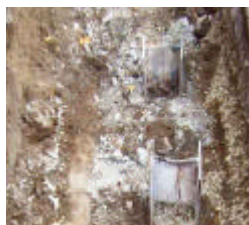


写真-1 残置杭



写真-2 鋼矢板



写真-3 残置杭



写真-4 転石

## 1. はじめに

推進工法等の非開削工法は、長距離・急曲線、低土被りや高深度、岩盤を含む硬質地盤や軟弱地盤等の殆どの施工環境に適応してきた。

しかし、計画路線上で遭遇する地中支障物の対処には膨大なエネルギーを要してきたことも事実である。地中で接触にいたる例としては、流木あるいは転石等の自然物を除くと設計図書には記されていない杭、仮設構造物等であり、施工に際して過失責任を問われるケースには該当しないが、それに伴う支障物除去・路線の迂回措置等の対策が求められるのも必然となる。これらへの対策実施は、工程増加による危険要因の増大や周辺環境への影響及びコスト増大等の負荷を招くこととなり、非開削工法による施工の特徴を損なうことにも繋がりがかねない。これらの危険及び負担を回避するには、これまでの埋設物事前調査に加えて、計画ルートにおける工事履歴調査ならびに支障物の存在が懸念される位置での設計段階における事前調査を実施することが有効な手段であると思われる。

支障物調査の方法としては、開削による調査、非破壊調査(地中レーダー探査、磁気探査)が従来多くに採用されてきたが、その利点と同時に調査地の道路使用条件、調査対象深度、地質性状、調査精度等の諸条件によっては、調査限界も指摘される。ここでは、前述の調査方法に併用して小口径のコアチューブを使用する微開削手法を採り入れることにより極めて明確に支障物を探査が可能で、各調査方法を十分に補完し得る調査方法(ウォーターホールズ)を報告する。

## 2. 調査事例

### 2.1 支障物の種類

推進工法及びシールド工法現場において、遭遇が懸念される支障物の種類と調査対応策ならびに事前調査を実施したと想定した場合の想定判明度を表-1に、支障物事例を写真-1~4に示す。

### 2.2 調査法の説明

ウォーターホールズ調査法の調査手順及び方法を次に記す。本調査は、市街地道路における調査を求められるため、舗装穿孔・復旧までの一連の調査作業としている。

## 1) 調査法の概説

ウォーターホールズとは、開口面積を極力小さくしたコアチューブを観測用管として埋設物の位置まで設置し、地下埋設物を目視・確認する方法である。

調査においては、油圧式鋼管圧入引抜機、適当な吐出量と吐出圧力を有する高圧ポンプおよび調査深度に応じた掘削土の吸引装置を準備する。また、調査深度が 5m を超える場合には油圧式ボーリングマシンを準備する。既存資料の考査、現地踏査等の事前調査を経て、想定埋設位置においてジェット水を先端から噴出する探針ロッドを人力あるいは油圧フィードにより立て込んで、大略の埋設位置を探る。

引き続き、ジェット水による水力切削と吸引装置による土砂吸引を繰り返して、コアチューブを埋設物まで建て込む。コアチューブ内部の掘削土を吸引して、調査対象物を CCD カメラにより記録する。掘削を水力切削とバキューム吸引で行うことと、掘削作業の進捗に従ってコアチューブを圧入する方法であるので、周辺の地盤や構築物への影響や埋設物損傷の危険性も無く、コアチューブの撤去・埋戻し復旧・舗装復旧までシステム化した調査法である。

図-1 調査手順

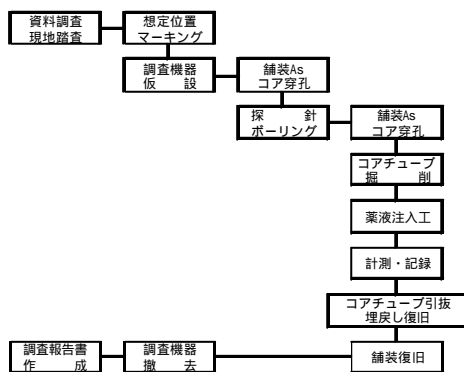
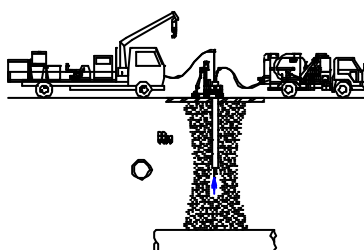


図-2 コアチューブ掘削概念図

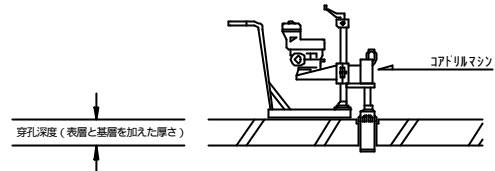


## 2) 調査方法

### 舗装コア穿孔

探査位置の舗装をコアドリルマシンにより穿孔する。

図-3 舗装穿孔概念図



### コアチューブ掘削

コアチューブ孔底をジェット水で切削し、土砂を吸引しながらコアチューブを押し下げる。コアチューブは、ネジ接合により継ぎ足す。水力切削 土砂吸引 コアチューブ押込み コアチューブ継足作業を繰り返して所定深度まで建て込む。コアチューブは、呼び径 200~500 を標準とする。

図-4 コアチューブ掘削作業概念図

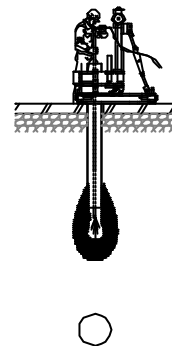
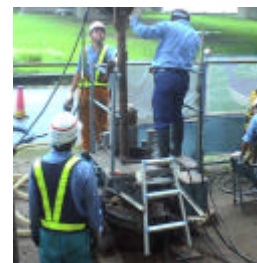


写真-5 コアチューブ掘削作業



### 計測・記録

支障物の判別は CCD カメラにより行い、映像は VTR に収録する。

### 調査孔閉塞

コアチューブ内部に孔底から 1m 程度までを粗砂(洗い)を投入して、ケーシングプラーの引抜力によりコアチューブを 1m ずつ切り離して回収する。投入した粗砂を高周波バイブレーターで締め固める。この作業を繰り返して掘削深度全域の埋め戻しを完了する。

引き続き、砕石、粒調砕石、アスファルト混合物(加熱式常温合材)を材料としてコア状の路面仮復旧を行う。

図-5 調査孔閉塞作業概念図

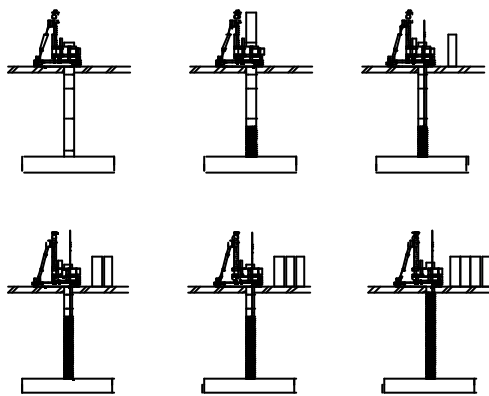
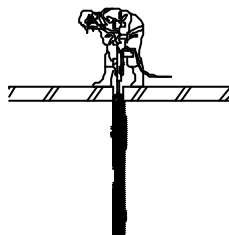


図-6 舗装復旧作業概念図



### 2.3 高深度における支障物調査

ウォーターホールズによる支障物調査の適用深度はこれまで 15m 程度を限界としてきたが、都市化の進行に伴ってそれを超える深度における調査実施を迫られている。高深度における支障物調査において、本調査法を適用するに当たり検討を要する主要な事項と対応策は次の通りであった。

#### 標準装備による掘削限界の把握

これまで現場経験的にその仕様を定めていた吸引

装置の能力を図-7 に示す試験により求めた。その試験結果は、図-8 に見る通りに吸引深度 30m の場合に標準的な吸引装置運転状態での 1 時間当たり吸引能力は砕石パラスでは 3m<sup>3</sup>強、砂及び水では 6m<sup>3</sup>強であり、概ね 30m 程度の掘削は十分に可能であると判定した。ただし、被圧状態の透水層地盤での掘削では、別途の湧水処理もしくは補助工法の採用が必要である事も想定された。

図-7 吸引能力試験概念図

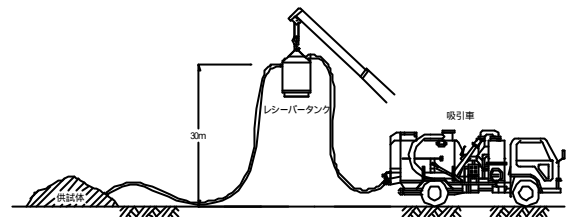
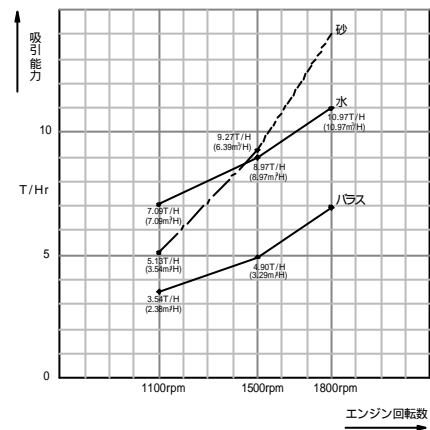


図-8 吸引能力試験結果



#### 調査位置の特定

高深度における支障物調査では、調査効率の観点から前掲の表-1 に示す通りの複合的な調査形態が必須である事が容易に想起できる。即ち、本調査に先立って複数箇所での物理探査等を実施することによって、コアチューブ掘削位置を絞りこむことが調査効率を高め、確実な支障物調査結果を得る事となる。

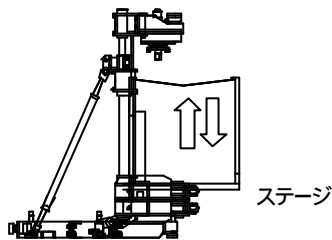
#### コアチューブ掘削における作業性向上

本調査法は、地下埋設物損傷防止のために調査孔掘削は非回転・非打撃によることとしている。作業効率の向上には、圧入・引抜能力の向上、水力切削ならびに掘削土吸引機構の自動化及び作業運動性の

改善等が主要な課題である。

前述の課題のうち、圧入・引抜能力の向上は純粋に油圧性能ならびに機器定置性確保等の機械改善であり容易に達成された。しかし、掘削機構の自動化標準は残念ながら未達の課題として残されている。作業運動性の改善策として、作業ステージを装備した鋼管圧入機を図-9、写真-5 に示す。作業ステージは、コアチューブ接続や掘削作業において作業員が移動することなくステージに停まった状態を可能にし、昇降に要する時間の短縮と作業危険の回避に極めて有効である。

図-9 作業ステージ付鋼管圧入機姿図



#### 2.4 高深度における支障物調査事例

ここに紹介する調査事例は、シールド掘進途中において遭遇した支障物を探查判定したものである。シールド機内において回収された切削片より、支障物が鋼製品であると判明したために、切羽前面の複数箇所での鉛直磁気探査を実施した結果、平面的には概ね 1m 程度の範囲内に、鉛直方向では GL-9m 以深に磁性体があるとされた。調査により、図-10 の CCD カメラ確認位置において H 型鋼が残置されている事が判明した。写真-6 は、CCD カメラ確認位置で収録した映像記録であり、その深度は GL-25m である。映像は、コアチューブ内部に吊り下げたカメラより、コアチューブ外側の H 型鋼エッジをとらえている。

写真-6 支障物映像

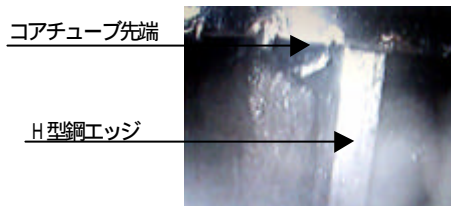
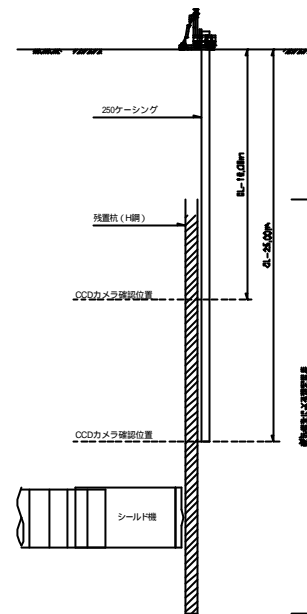


図-10 調査結果概念図



### 3. おわりに

本稿では、ウォーターホールズ調査法を支障物調査に適用することが可能であることを提案し、従前では経験しない高深度における調査事例結果を報告した。

冒頭に記した通り、着手後に遭遇する支障物の対処には膨大なエネルギーを要し、危険要因の増加や周辺環境への影響を招来することは必然である。今後、設計段階における計画ルート上の工事履歴詳細調査、支障物の有無確認調査の必要性を積極的に提案し、施工条件明示の一助に寄与したいと考える。