

基礎杭施工時における地下埋設物（シールド管）の 探査方法

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社
現場代理人・監理技術者
飯 伏 信 也[○]
Shinya Ibushi

担当技術者
角 田 憲 明
Noriaki Tsunoda
担当技術者
大 野 敬 志
Takashi Ohno

1. はじめに

本工事は、東京都港湾局の管理する新日の出橋において増し杭、増しフーチングおよび落橋防止装置取付などによって耐震補強をするものである。増し杭工では、元設計で地下埋設物（シールド管）の位置を確認し、地下埋設物（シールド管）を損傷することが無いように施工することが要求されていた。

本稿では、増し杭施工に際して行ったシールド管の探査方法について記述する。

2. 工事概要

- (1) 工 事 名：平成25年度
新日の出橋耐震補強工事
- (2) 発 注 者：東京都 港湾局
- (3) 工事場所：東京都港区海岸2丁目地先から
同区海岸3丁目地先
- (4) 工 期：平成25年7月2日～
平成26年3月28日
- (5) 増し杭工の概要

増し杭は、橋台フーチングに沿って（橋軸直角方向）打設する。（ $\phi 1200\text{mm}$ 、 $L = 17.5\text{m} \sim 26.0\text{m}$ A1, A2 14本）

杭の施工方法は、周辺建物への振動を考慮してオールケーシング工法である。

打設位置付近には、 $\phi 6600\text{mm}$ の公共下水道管（シールド管）が埋設されており（管天端 GL より -24.0m ）、設計図書では、杭とシールド管の離隔は600mmである。

元設計では、シールド管の位置を探査ボーリングで探査し、杭の施工を行う事となっていた。（A1、A2 4か所）（図-1、図-2参照）

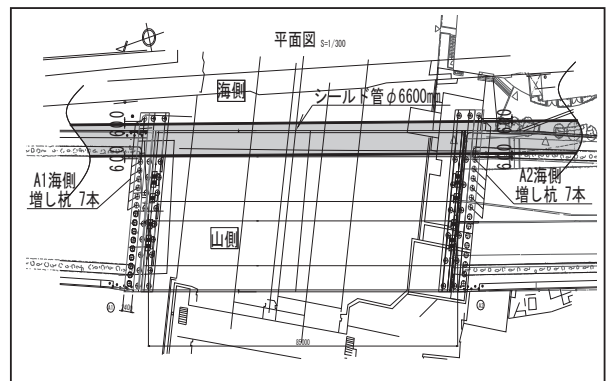


図-1 平面図

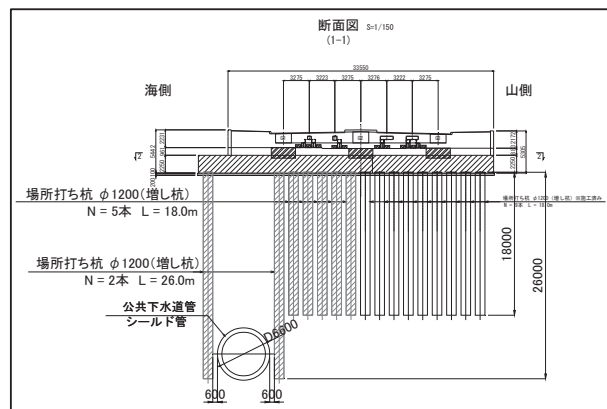


図-2 断面図

3. 地下埋設物の探査方法の課題

探査ボーリングで地下埋設物の位置を精度よく確認するには、以下の課題をクリアする必要がある。

- (1) シールド管付近に砂礫 N 値50以上の層が存在するため、プラスチックビットを用いて直接シールド管を探査することが不可能である。
- (2) シールド管からの隔離600mmの位置で探査ボーリング（硬質用ビット）を行い、その位置にシールド管がないことを確認したとしても、ボーリングの鉛直性の精度が不確実であることから、地中のシールド管の正確な位置を確定することができない。
- (3) 地中埋設物が地下20m程度の位置であり、探査ボーリングでは、鉛直に施工出来ない可能性があるため探査ボーリング中にシールド管を損傷する可能性がある。

4. 対応策

4-1. 工法決定

上述の課題をクリアするために探査方法を下記に示す工法で実施した。

工法：磁気探査+孔曲がり測定併用のボーリング探査

工法決定理由：磁気探査と孔曲がりの確認を行う事によりシールド管から安全な離隔を取ってボーリングの施工ができ、シールド管を高精度で特定できる。

4-2. 実施方法

4-2-1. 探査ボーリング位置

探査ボーリングは、図-3、図-4に示す位置とした。磁気探査機は、およそ2.0m程度の範囲の鉄に反応するため、シールド管から1.8m離隔した位置とし、シールド管を確実に損傷しないような距離を確保した。

また、既設杭に反応しないように、既設杭から4.0m離隔した。探査ボーリングの数はA1側2

か所、A2側2か所 計4か所とした。

4-2-2. 探査ボーリング

ボーリングは、バイブロ式ドリル低騒音型を使用した。ボーリング削孔径は、 $\phi 86\text{mm}$ で、深度は杭の深度と同じ深さまで削孔。削孔完了後に、VP65を挿入した。

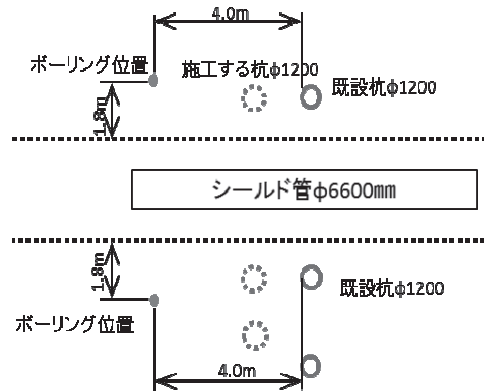


図-3 探査ボーリング位置図 (A1側)

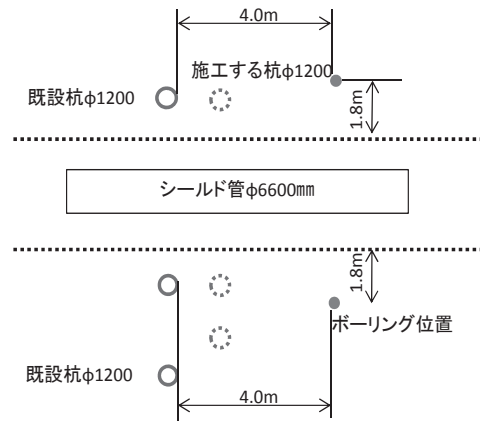


図-4 探査ボーリング位置図 (A2側)



図-5 ボーリング施工状況

4-2-3. 孔曲がり測定

ジャイロセンサーを搭載した管路計測装置を用

いて孔曲がり測定を行った。

回転子（こま）を高速回転することによって生ずるその状態を維持する特性（慣性）を利用した方法である。

- ①計測器本体に測定ケーブル及び治具（ロット取付治具）を取り付ける。配線関係の結線をする。
- ②インターフェイスの電源を入れる（予熱、キャリブレーションを20分程度行う）
- ③パソコン上での計測準備をおこなう。（現場名、計測孔名の設定をする。）
- ④計測準備がOKであれば、本体計測機器（プローブ）をウインチ等によりプーリー（深度計）を介して深度を確認しながら送る。
- ⑤計測器が所定深度に到達したら、そこで測定器のアライメント（安定・確認）を行う。（約5分）
- ⑥約5分間のアライメント後計測開始、パソコンの計測開始ボタンをクリックし、ウインチを使い計測器を引き上げる。
- ⑦計測器が孔口まできたら、巻き込みをストップしパソコン上の計測終了ボタンをクリックする。

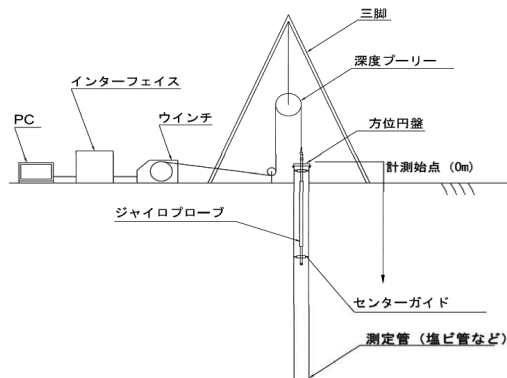


図-6 孔曲がり測定概要図

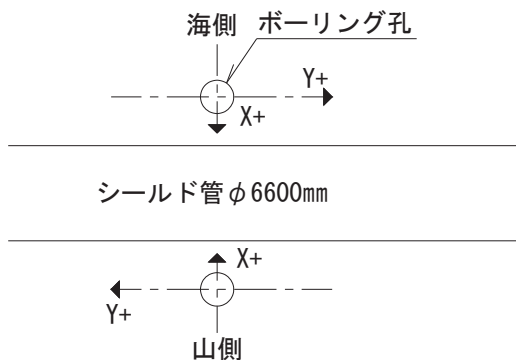


図-7 孔曲がり測定 計測軸の概略図

- ⑧計測終了後データは、自動的にパソコンに格納される。（自動演算計算）
- ⑨自動計算終了後データ一覧表、グラフ等で計測データを確認する。

4-2-4. 磁気探査

両コイル型磁気傾度計センサーを探査孔内に挿入し、孔口から孔底の間を移動させて孔内の磁気傾度を連続的に測定する。



図-8 センサー挿入 図-9 孔曲がり測定

今回は、シールド管のある天端高より1m高い深さから測定し、徐々に下げていき管底深さまで測定した。



図-10 磁気探査測定状況

- ①現場に計測機材を搬入する。
- ②増幅器（アンプ）、レコーダー、磁気傾度計の配線を行う。
- ③全ての機器の電源をONにする。
- ④孔口を基点として時期傾度計（センサー）を一定速度にて孔底まで降ろす。孔底まで着いたら、

センサーを同様に一定速度で動かし、管口まで巻上げる。波形はペンレコーダーおよびレコーダーに出力される。その波形から確認する。

⑤波形データを確認して、計測が終了したら機材の電源を切り、機材を片づける。

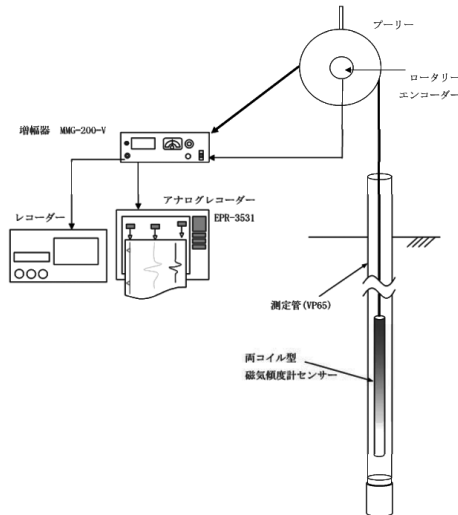


図-11 磁気探査測定概要図

5. 実施結果

孔曲り測定と磁気探査の結果を表-1に示す。

表-1 実施結果

		A1山側	A1海側	A2山側	A2海側
磁気探査 測定結果	下水管中心部の深度(m)	-27.0	-26.0	-27.8	-25.6
	下水管中心部の深度 (AP- m 表記)	AP-21.227	AP-21.481	AP-21.462	AP-21.169
	ボーリング孔からシールド管の最短 距離(m)	2.2	1.9	1.9	1.9
孔曲がり 測定結果	X座標値(mm) (下水管中心部の深度)	-327	-40	-114	-152

※1：施工目標値数値1.8。数値が大きいかほどシールド管から離れる。

※2：施工目標値 ± 0 。+ならシールド管方向へ曲がっている。-ならシールド管に離れて曲がっている。

5-1. A1側

A1山側では、シールド管から離れる方向に0.327m孔曲がりが発生しているため、離隔が大きくなっており、離隔が2.2mと解析された磁気探査と孔曲がり測定結果が一致した。

A1海側についてもシールド管から離れる方向に0.040mの孔曲がりが発生しているため、離隔1.9mと解析された磁気探査と孔曲がり測定結果がほぼ一致した。

また、誤差についても両孔共に0.1m程度の範囲で収まっている結果となった。

5-2. A2側

A2山側では、シールド管から離れる方向に0.114m孔曲がりが発生しているため、離隔が大きくなっており、離隔1.9mと解析された磁気探査と孔曲がり測定結果が一致した。

A2海側についてもシールド管から離れる方向に0.152mの孔曲がりが発生しているため、離隔1.9mと解析された磁気探査と孔曲がり測定結果がほぼ一致した。

また、誤差についても両孔共に0.1m程度の範囲で収まっている結果となった。

6. おわりに

探査ボーリングは、地下埋設物損傷の可能性があるとということで、発注者も気になるポイントであった。

孔曲がり測定と磁気探査を併用することでシールド管の位置を高精度で特定ができた。

測定結果より、シールド管は設計図書とほぼ同一の位置に存在していることを確認した。シールド管は、施工杭との離隔が600mmであったため、ケーシングの傾斜を1/200（通常は、1/100）以内で管理した。その結果、シールド管を損傷することなく施工できた。



図-12 ケーシング鉛直度確認