

シールド工事における地中障害物の対応事例

中日本建設コンサルタント(株) 会員 ○山田 昌幸
名古屋市上下水道局建設部工務課 会員 鳥山 真二

1. はじめに

汐田雨水連絡幹線は、平成 12 年 9 月 11 日～12 日にかけての東海豪雨に対する緊急雨水整備計画の一環であり、東海豪雨被害に対する緊急雨水整備計画として設計される雨水流入幹線である。この雨水流入幹線は汐田方向と鶴田方向に分岐し、各々のポンプ所へ接続する計画である。設計の途中、汐田方向の計画路線に既設雨水流入 BOX の木杭が残置していることが分かり、その対応についての検討を紹介する。

< 工事概要 >

- 1) 路線延長 288.5 m (汐田) 東海道新幹線横断及び松杭切削
371.1 m (鶴田) 低土かぶり Hmin = 2.55m、Hmax = 3.76m
659.6 m (2 スパン施工合計)
- 2) シールド機種 泥土圧式シールド
- 3) シールドマシン外径 $\phi 2490\text{mm}$ (参考値)
2 次覆工レス RC セグメント 急曲線 最小 9R
- 4) 仕上り内径 $\phi 2000\text{mm}$ (一次覆工のみ：標準 $\phi 1650\text{mm}$ 相当)
- 5) ルート概要 雨水連絡幹線の平面線形を以下のように計画した。(図-1 参照)
縮尺：1：2500

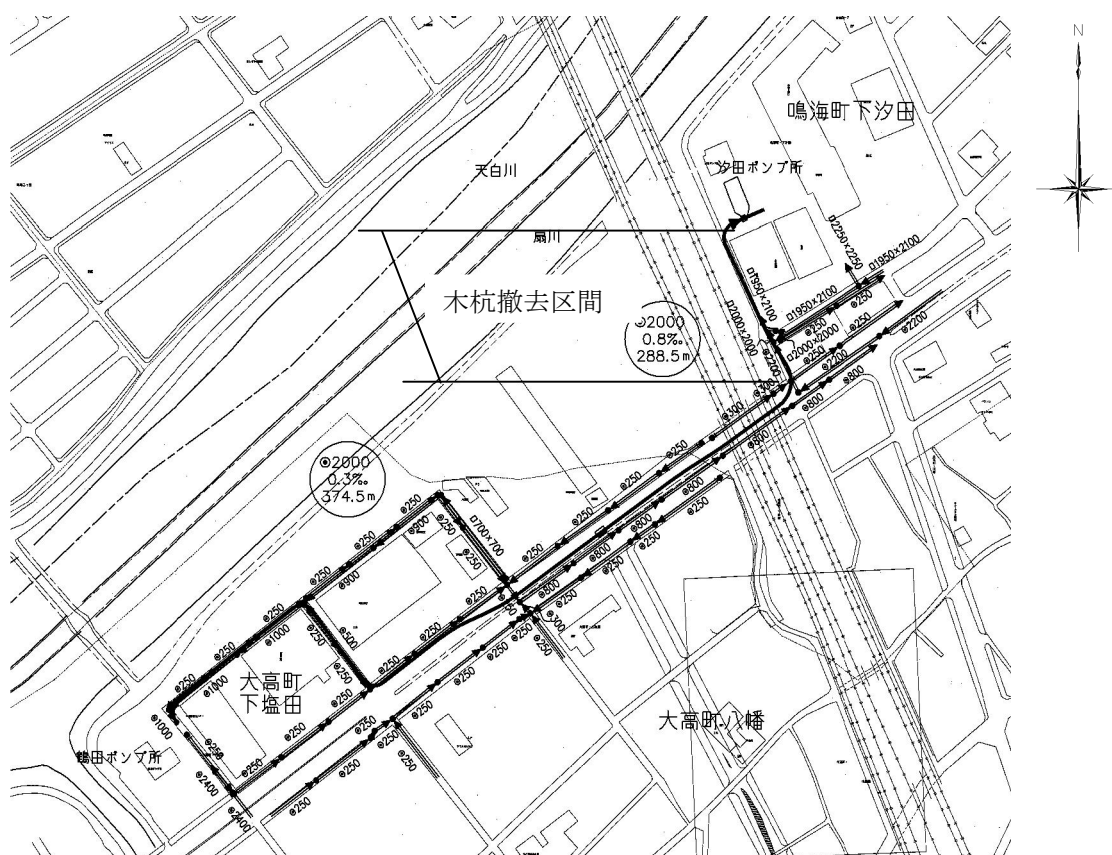


図-1 計画路線平面

4. 汐田側線形計画における問題点

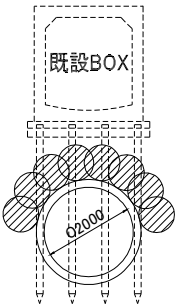
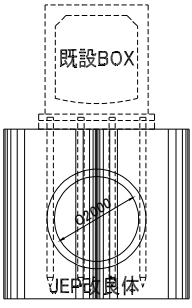
汐田側線計画における問題点を以下に列挙する。

- ・ 汐田方向において、既設雨水BOXとの上下の離隔が90cm程度となり、2490mm（マシン外径：1.0×D）の離隔が確保できない。
- ・ BOX下部に木杭（末口150mm、L=4.0m、500ピッチ、645本）があり、すべてを切断することとなる。
- ・ シールドの掘進に伴い、既設雨水BOXの支持力の低下による不等沈下が発生する恐れがある。
- ・ 100m程度の距離をJR東海道新幹線と並走することとなり、近接施工に伴う問題が懸念される。

5. 対応策

対応策には、以下の2工法を比較検討した。（表-1 参照）

表-1 2工法の比較表

検討案	CASE-1：DoJET シールド工法	CASE-2：シールド工法+地盤改良（JEP 工法）
概要 概要図	<p>前面に設置した微細なノズルから超高压な研磨剤入りの水を噴射することにより、地中障害物を切削し、シールド内に取り込み除去する。</p> 	<p>前面を地盤改良工法で固結させることにより安定させ、地中障害物とともに切削し、シールド内に取り込み除去する。</p> 
利点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本工法の利点は、発進部と到達部のみ立坑を築造することであり、その区間は地上への影響が全くないことである。 ・ シールド機前面の改良もシールド機内から施工が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本工法もシールド工法であり、基本的には左記同様に、立坑部以外に地上への影響は全くないことや、即時裏込注入ができることで掘進による地上への影響もない。 ・ セメント系の完全置換改良を行うことで、既設BOXの支持体となり、残置杭がセグメントに点荷重として作用することは無い。
問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新幹線横での施工であり実績がない本工法は信頼性で問題がある。 ・ 松杭切断は超高压水压で切断するため、シールド機前面の地盤は乱された地盤となり、既設BOX基礎である砕石基礎に水みちができる可能性が非常に高く、地上もしくは既設BOX側部等への噴発した場合には、BOXやJRへの影響は避けられない。 ・ 松杭切断後は地盤が緩んだ状態であるので、残置杭がセグメントへ点荷重として作用する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 松杭部の改良の際、木杭の影となる箇所が未改良となる可能性があり、注入圧や量に関して十分な施工管理が必要である。
工期	約 11 ヶ月	約 8 ヶ月

CASE-1 : DoJET シールド工法

CASE-2 : シールド工法+地盤改良工法 (JEP 工法)

前頁の比較表に示すように、以下の2点が大きな問題点となり DoJET 工法の採用を控えた。

DoJET 工法では松杭切断は、超高压ジェット水で切断するため、シールド機前面の地盤は乱された地盤となり、既設 BOX 基礎である碎石基礎に水みちができる可能性が非常に高く、地上もしくは既設 BOX 側部等への噴発した場合には、BOX や JR への影響は避けられない。

松杭切断後は地盤が緩んだ状態であるので、残置杭がセグメントへ点荷重として作用し、セグメントの増強を必要とする。

6. 既設 BOX の支持力

シールド掘進による既設 BOX への影響は以下の2ケースを検討し安全性を確認した。

① 改良体の地盤支持力の検討

JEP 工法は支持力不足の場合にも用いられる地盤改良工法であり、改良後は支持力が大きく増加し、改良体のみで既設 BOX を支持可能であると結論づけた。また、既設木杭の影となり未改良となる部分については、改良率を低減して評価した。(図-5における黒い部分)
実際の現場施工では、高压噴射による回り込みがあり、未改良部分は右図より少ない結果であった。

② シールド前面が開放された場合の検討

基本的に本計画では密閉式のシールド機で施工するため、前面が開放されることは無いが、不測の事態を想定して、シールド機前面が開放された場合を考えた。この場合 JEP のせん断抵抗力が上部既設 BOX の鉛直荷重を上回り、安全であることを確認した。

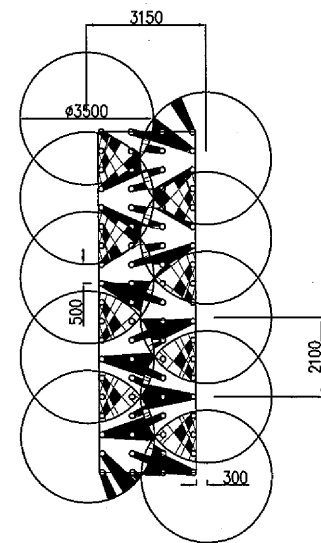


図-5 地盤改良平面図

7. まとめ (今後の課題)

今までは、シールド工事で地中障害物が出現した場合、従来は切羽の地盤改良後、機外に作業員が出て人力により切削・撤去するため、安全性・経済性に問題が多かった。

シールド工法+地盤改良工法 (JEP 工法) では、松杭を周辺地盤とともに強固な改良体とすることにより、シールドで掘進可能と判断し、採用した。

また、比較の対象とした DoJET 工法も山岳トンネルや近接構造物が少なく、また、重要構造物がない場所においては有効であると感じた。今後、実績を増やしていくことに期待したい。

今後、以下の特徴を持つシールド機の開発の進展が望まれる。

- ① 地中障害物を撤去するために作業員が切羽に出ることなく、安全かつ確実に切削・撤去できる工法。
- ② 地盤改良を必要としない、または、シールド機内から地盤改良が可能な工法。
- ③ 他の障害物 (H形鋼) に対応し、切羽を安定した状態で掘進することが可能な工法。