

## 軟弱地盤におけるコンパクトシールド工法の急曲線施工

西松建設株式会社 正会員 北本 正弘

## 1. はじめに

本工事は、江東区大島六、七丁目付近の浸水被害対策のため、汚水および雨水を収容する管渠（仕上り内径 1,800mm）を泥土圧シールド工法により新設するものである。軟弱なシルト層において、4箇所（最小半径  $R=15\text{m}$ ）を含む路線を、コンパクトシールド工法により築造した。外径  $\phi 2.23\text{m}$ 、機長 10.1m、2 段中折れ機構を持つコンパクトシールド機の急曲線施工において発生した問題点と対策について報告する。

## 2. 工事概要

## (1) 現場条件

シールド路線詳細を以下に示す（図-1）。

|           |                                                    |
|-----------|----------------------------------------------------|
| 延 長       | : 945.85m                                          |
| 仕 上 り 内 径 | : 1,800mm                                          |
| セ グ メ ン ト | : RC セグメント 外径 2,100mm<br>鋼製セグメント 外径 2,050mm        |
| 最小曲線半径    | : $R15\text{m}$ (急曲線 4 箇所, $R=15\sim 29\text{m}$ ) |
| 掘削対象土質    | : 砂混じりシルト, シルト ( $N=0\sim 2$ )                     |
| 土 被 り     | : 7.27m $\sim$ 9.85m (3.3D $\sim$ 4.4D)            |

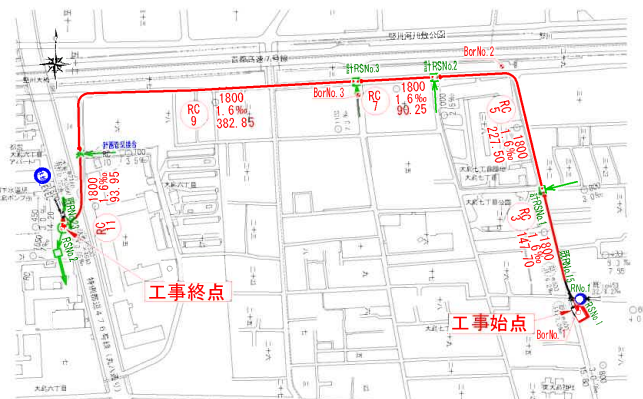
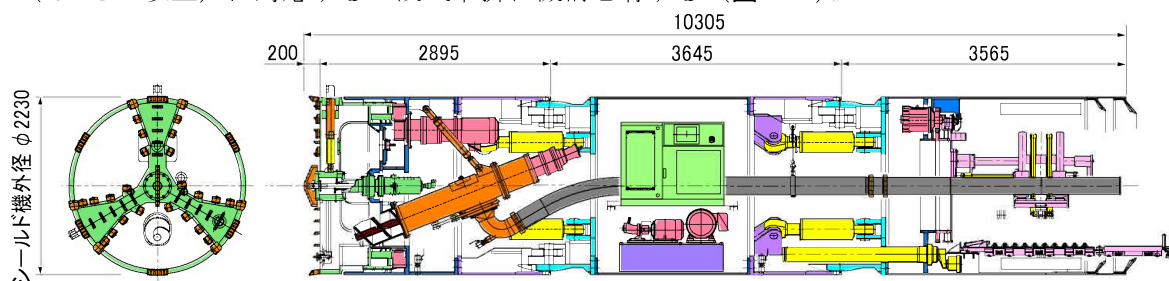


図-1 シールド路線図

## (2) コンパクトシールド工法

コンパクトシールド工法の特徴として、溝付インバート二次覆工一体型セグメント、後方設備内包型 3 分割シールド、ガイドローラー付きタイヤ式無操舵搬送システムがあげられる。コンパクトシールド機は、通常のシールド機のような後続台車設備を持たず、制御台車・油圧ユニットを機内に内蔵するため機長が長く、急曲線施工 ( $R=15\text{m}$  以上) に対応する 2 段式中折れ機構を有する（図-2）。

図-2  $\phi 2,230\text{mm}$  コンパクトシールド機

## 3. 急曲線施工での問題点と対策

## (1) 実施工で発生した問題点

急曲線施工では、水平中折れ使用開始後の急激なローリングの発生により、ヨーイング・ピッチングの同時制御において問題が生じた。

本報文では、このうちシールド機のローリングに関する問題点と対策について報告する。

曲線施工では、中折れに伴って自重 ( $w$ ) の作用により軸方向回りにシールド機をローリングさせようとするモーメント ( $Mw$ ) が発生する。中折れ角度の増大とともにモーメントアーム ( $L$ ) が長くなり、ローリングモーメントは大きくなる（図-3）。

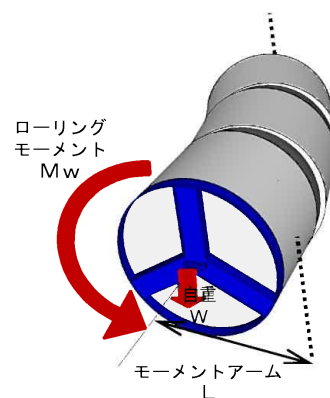


図-3 ローリングモーメント概念図

キーワード コンパクトシールド工法, 軟弱地盤, 急曲線施工

連絡先 〒251-0024 神奈川県藤沢市鵠沼橋 1-2-4 西松建設(株) TEL 0466-54-9656

第一急曲線 IP.1 (R29 右カーブ CL=10.425m) でのローリング実績 (最大+7.5°) から, IP.2 (R19 左カーブ CL=26.246m) の施工において, 中折れ角度がより大きくなることを考慮し, カーブ手前で意図的に +5.0° 逆ローリングさせた. 実施工においては, 中折れ開始 (310R 掘進時) とともに一方向にローリングを開始し, わずか 25R 掘進後 (335R 掘進時) にローリングは 0° まで進行した. その後もローリングは進行し続け, さらに 19R 掘進後 (354R 掘進時) に最大 -6.92° を記録した (図-4).

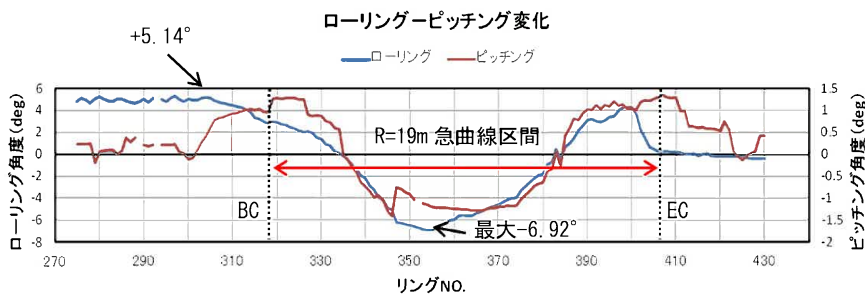


図-4 ローリング・ピッチング変化 (R19 施工時)

## (2) 対策

- ①スタビライザー：シールド機中胴部左側（カーブ内側）に地山に貫入させた鋼板によりローリング抵抗力を発生するスタビライザーを設置した (図-5)。
- ②ローリング修正キャンバー：シールドジャッキスプレッドおよびスチールセグメント間に高密度ポリエチレンを使用したローリング修正キャンバーを設置した。(図-6, 写真-1)。

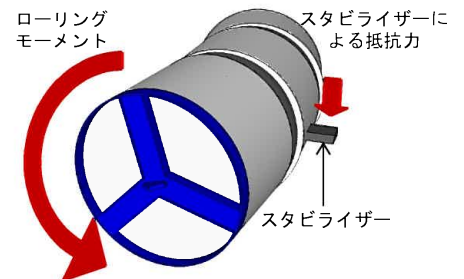


図-5 スタビライザー概念

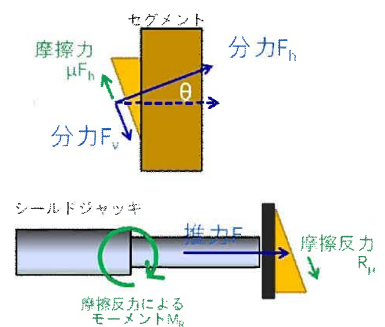


図-6 ローリングキャンバーによる修正効果



写真-1 ローリング修正キャンバー

## 4. ローリング制御に関する施工結果および考察

スタビライザーは高いローリング抑制効果を発揮した. ただし, 抑制効果は高いがローリング修正効果を持たないため, ローリング初期の抑制対策としては有効であるが, ローリングが過大となった際の対策としては有効でない. また, ローリング方向に対して逆向きの抵抗力を発生させる特性から, 他のローリング修正機構と併用した場合には, ローリング修正速度を低下させてしまう短所を持っている.

一方, ローリング修正キャンバーはローリング後の事後対策として非常に有効であった. R19 の施工データ (図-7) では, スタビライザーとの併用時には, 緩やかな修正傾向 (349R ~ 373R) を示したが, 374R 以降の単独使用では約 10R でローリング角度を -4.0° から 0° まで修正できた. ただし, ローリング修正キャンバーは, シールドジャッキ自体に曲げモーメントを発生させてしまうため, シールド損傷やジャッキ変形の懸念があり注意が必要である (図-6).

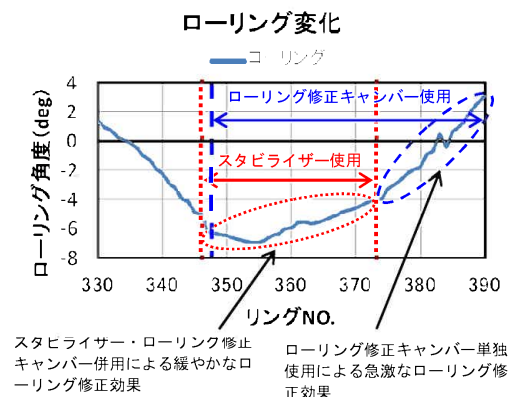


図-7 ローリング修正効果

## 5. おわりに

本工事で用いたコンパクトシールド機は, 一般的なシールド機と比較して機長に起因する旋回性能の低さから姿勢制御が困難であった. 特に地盤反力の小さい軟弱地盤での急曲線施工では, 同時に複数の姿勢制御を必要とすることが多く, ローリング・ヨーイング・ピッチング制御にそれぞれ独立した修正機構を持たせることが重要であることがわかった. 本工事での実績が, 今後, 同種工事の技術発展に寄与できれば幸いである.