

VI-70 F-NAVI シールド工法の開発と現場適用状況

○清水建設(株)	正会員	後藤 徹
清水建設(株)		宮沢 和夫
コマツ		花本 忠幸
コマツ		三谷 典夫

1. はじめに

近年、都市および周辺部ではシールド工法による地下空間開発が増加の傾向にあるが、過密化した市街地では発進・到達立坑用地の確保が益々困難となっており、掘進延長の長大化や多くの曲線施工など高度な施工技術を必要とする工事が目立ってきている。このため、従来技術を超えたシールドの急速施工技術や曲線施工技術が求められ、積極的な新技術開発が必要となってきたのが現状と言える。

このような背景より、清水建設とコマツではシールドジャッキに頼らずにシールド機の前胴部で自由に姿勢制御が行える『F-NAVIシールド工法』の開発を共同で進めてきた。開発にあたっては、構造や機構の検討・機器の作動試験を経て、最終的には実現場への適用を行った。

今回の報告では、現場掘進データと適用状況を工法の概要を含めて紹介する。

2. F-NAVIシールド工法の概要と特徴

F-NAVIシールド工法とは、Front-Navigateシールド工法の略称であり前胴がシールドを正しい位置に誘導するとの意味である。本工法は、前胴部で姿勢制御を行なうためシールドジャッキのパターンに関係なく方向が制御できる。この効果により、掘削とセグメント組立てを同時に行うことができ、将来的には急速施工に適用できると考えられる。以下に本工法の特徴を示す。

- (a)姿勢制御にジャッキ選択が不要----前胴部で姿勢制御を行うため、前方の不均衡な土・水圧を受けても、また蛇行修正を行う場合もシールドジャッキの数やパターンを変える必要がない。
- (b)画期的な急速施工が可能----セグメント組立て部分のシールドジャッキを使用しなくてもシールド機の姿勢制御が可能のため、掘削とセグメント組立ての同時施工ができ急速施工が可能である。
- (c)高精度で迅速な姿勢制御が可能----シールド機前胴部は、アーティキュレートジャッキにより上下・左右どの方向にでも瞬時に制御が可能であり、迅速できめ細かい高精度な姿勢制御ができる。
- (d)曲線施工が有利----カーブ施工時には前胴部を曲線に沿って屈曲できるため、余掘り量を少なくできる。従って周辺地盤への影響も低減できる。

3. F-NAVIシールド機の構造

F-NAVIシールド機の主な構成は、シールド本体と前胴部、およびこの二つを結ぶテンションジャッキと姿勢制御を行う前胴アーティキュレートジャッキからなる。

(a)テンション機構----掘進中に本体と前胴部が離れない様に、また、首振り動作が滑らかになる様に、前胴部は複数のテンションジャッキで常時結合保持される。

(b)アーティキュレート機構----この機構は、本体と前胴部の接合部にラチス状に配列した複数のジャッキと半球状の球面座からなる。球面座の摺動部には止水用に特殊パッキンを装備する。

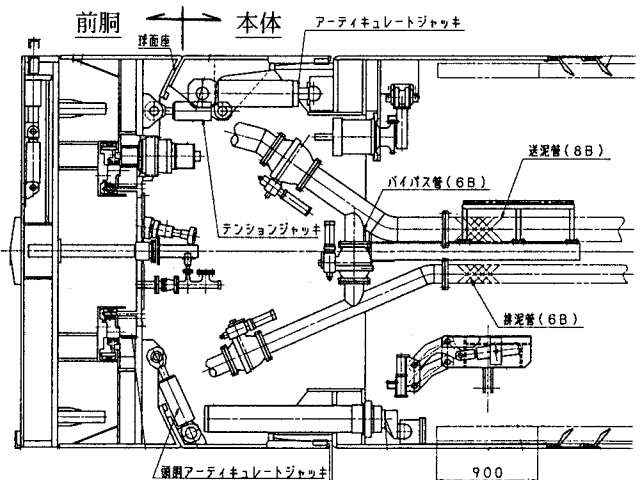


図-1 F-NAVIシールド機

4. 実工事での適用

4.1 工事概要とシールド機仕様

〔工 法〕 泥水式シールド

〔施工延長〕 664.5 m

〔掘削外径〕 $\phi 3480$ mm

〔工 期〕 平成2年6月～平成3年12月

〔仕上り径〕 $\phi 2600$ mm

〔曲 線〕 20m R, 25m R, 40m R etc

〔シールドジャッキ〕

100 t × 10本

〔中折れ装置〕 球面中折れ

〔テンションジャッキ〕

50 t × 4本

〔アーティキュレートジャッキ〕 50 t × 8本

4.2 解析事項

この適用では、①前胴の操作量と姿勢変化との関係②前胴と本体の動作状況③擬似同時掘進作業での姿勢制御状況などのデータを取り解析を試みた。

4.3 適用結果

○前胴の操作量と姿勢変化との関係

前胴操作による姿勢変化の状況を図-2に示す。

これによると、前胴操作量と姿勢変化(前胴の方位角変化量)はほぼ線形の関係にあることが判明する。このためシールド機の制御は、基準線と本体とのズレ量から必要とする姿勢変化を検討し、これに見合う前胴操作量を図から決定する。

○前胴と本体の動作(図-3参照)

図から、前胴を操作した時点で本体は前胴と逆の方向に振れ、その後一定の距離を掘進すると前胴の方向に戻されることが判明する。この『一定の距離』はほぼ2mであり、これは前胴部の長さと一致する。これより、本体は前胴の掘削した部分に追従すると考えられ、シールド機の方は単に前胴の動きを制御すればよいと考えられる。

○擬似同時掘進作業での姿勢制御

今回の工事では、90cm長と45cm長の二つのケースでジャッキパターンを固定し、これを相殺する前胴の操作量をセットし擬似同時掘進作業と見なして、シールド本体の姿勢制御状況を調査した。(図-4参照)

(ton.m)

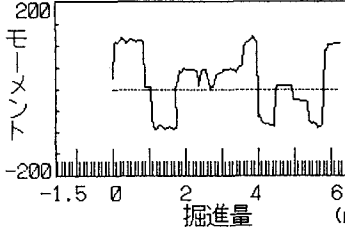


図-4 擬似同時掘進作業でのシールド操作

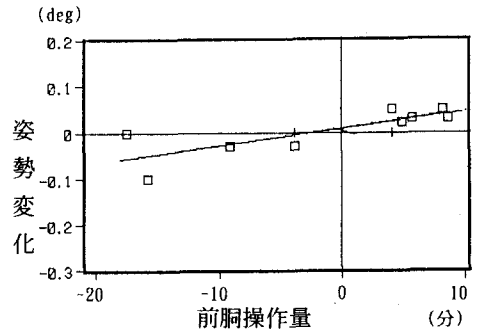


図-2 前胴の操作量と姿勢変化

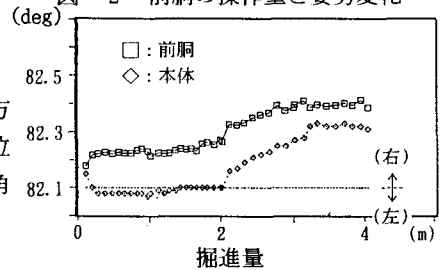
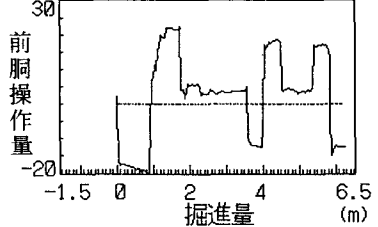


図-3 前胴と本体の動作

(分)



この結果は、シールド本体は基準線に沿った方向に保持でき本体ズレ量は許容内に制御が可能であった。

5. おわりに

F-NAVIシールド工法は1号機の掘進が完了し、ジャッキパターンに依らずに前胴操作によるシールド機の姿勢制御が充分行えた。今後はこの工法を更に発展させ、次世代のシールド技術である掘進とセグメント組立てを同時に行う『急速施工技術』に適用していきたいと考えている。

最後に、本工法1号機の採用にあたりご協力を頂いた関係者の方々に紙上を借りて御礼を申し上げる。

6. 参考文献

- ・萩原英樹, 後藤徹: シールド工事の自動化技術, 第1回トンネル工学発表会, 1991.12
- ・宮沢和夫: A-キャリアと前胴制御式シールド工法, 技研情報センター講習会資料, 1991.7