

1. はじめに

近年、コンピューターによるシールド機械の制御、さらにはコンクリート吹付けロボットに代表されるような打設作業の自動化など、シールド・トンネル技術の向上にはめざましいものがある。

筆者は、メカニカル・メッセル工法と名付けられた一種のシールド工法の研究開発に長年専心し、情熱を燃やし続けてきたさなか、西独フランクフルト市、地下鉄工事現場に学ぶ機会が与えられ、このシールド・トンネルの先進技術の一端を報告する。

2. 新しい同時覆工技術とは

メカニカル・メッセル推進機のテール（尾部）にインスタント・シングル・シェルの部分を設け、コンクリートライニングを押し出し装置によって絶えず直かにライニングしながら推進する工法である。（図-1）

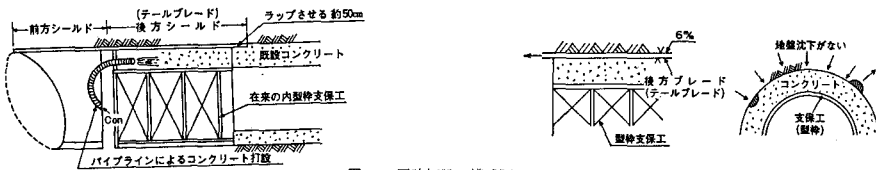


図-1 同時打設の模式図

従来のシールド推進にみられる、強力な推力をジャッキでセグメントに反力をとって推進するものに対して、メカニカル・メッセル推進機は個々に貫入できる鋼矢板（ブレード）によってシールドを形成し推進のための反力を周辺地山のフリクションおよび、機体本体内部にとって推進するもので、他の同様な工法に比較して設備、工法が簡単なるため経済的な場合が多い。なお、施工の有利性としては、切羽における掘進と、その後方部分のライニングの工種をほぼ同時に進めることが可能な仕組となっている。

3. 同時覆工システム

掘進機の後方部分に12のリング型枠をセットし、コンクリートの押し出し装置によってシールド前面とテール部の鋼製ブレードを動かすため油圧ラムにより、リング環状のゴムシールは加圧されたコンクリートミキシングが漏れてシールド内に戻ることなく、型枠リングとシールドのテール部分の幅約200mmの覆工厚に絶えず打設される。つまりアセンブリの型枠と掘削されたドベラとの隙間を完全に充填する。打設されたライニングは、コンクリートが十分に固まるまで、型枠とトンネル周辺面に閉じこめられ、最後の型枠はシールド機内テール部で再び組立てる。この工程が掘進作業と平衡して繰返される。

運転工は、常に切羽の安全を確保しながら、ズリ搬出の操作を行うと共に、常にトンネルガイダンス・コンピューターによって修正、作動される仕組となっている。

これはトンネル掘進のカーブおよび、レベルの変化に順応するよう特別に設計されており、地山と直結し地下のシールド機の挙動をテレプリンターで記録でき、一方切羽で確認すると同じ情報をテレビで見ることできる。この装置はコンピューターの情報とスキャナー情報とを組合せ、これによって掘進機の位置、方向が予めプログラムにセットされトンネル内のデータとが絶えず比較でき、必要な修正量がディスプレイ・スクリーンに表示できる。押ボタンによる制御と修正コースの量がmm単位で示す装置は、他に類のないものである。

坑内作業員はこの複雑な装置の管理と整備に限られている。すなわち非常事態が発生しても災害となることがないようシステム化されている。（図-2、図-3）

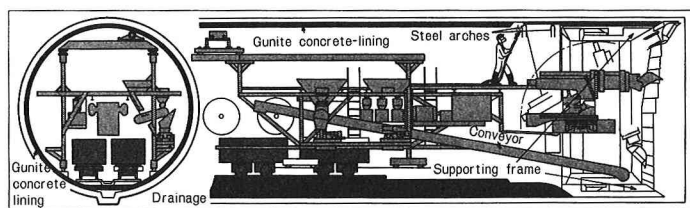


図-2 シールド機内でのコンクリート同時打設システム

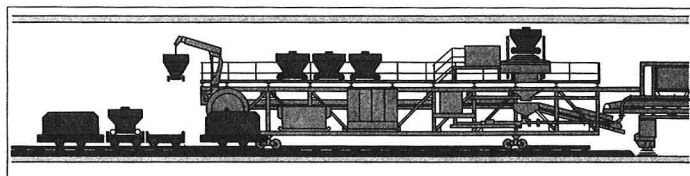


図-3 シールド機後方部でのコンクリートミキサーワゴン

4. NATMとの比較

こうした考え方はNATMの掘進理論に一致するところがあるが、NATMでは地山それ自体の支持力を利用して切羽に近くグラウンドサポートを設けることにより、掘削のための地山に2次応力が加わらないうちに、即ラス吹付によるライニングがなされる。このため地山と構造物のライニングを隙間なく施工でき掘進した後方を即座に完成させることになる。

ところが後者のNATMは、作業員の熟練に依存しているのに対し本工法は機械設備がNATMの要求を満足させるのみにとどまらないで、サポート装置技術によりむしろ優れていることを実証している。

さらに前者の覆工技術は、掘削からズリ搬出、コンクリートの同時打設に至るまで一切人の手を必要とせず、すべて機械力に依存している。

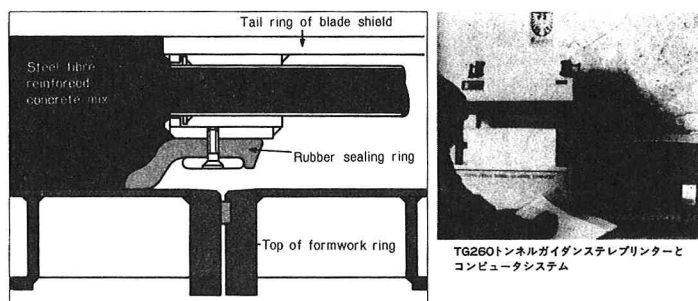


図-4 Hochtief 社における同時打設システム

5. 同時覆工技術の成果

今回1サイクル6時間をかけてこの現場で得た成果は、これまでに筆者らが12年間を要し研究した手法に比べ深い感銘と教訓をもたらした。

- ① この新しい覆工技術は従来のNATMよりも安価である。
- ② 同時打設覆工コンクリートが周辺地山の応力に十分対応し、周辺の建物、路面等、地盤の沈下が防止されている。

以上、本工法がもたらした諸結果は、この考え方が正当であることを立証している。なお安全性についても満足した実績を示している。

参考文献

岡崎 登著：新シールド工法の設計・施工、山海堂 p.9～51, p.103～124参照