

VI-231

抱き込み式親子シールド機の開発

帝都高速度交通営団 フェロー領 今井京平 ○フェロー領 藤木育雄

粥川繁機

石川島播磨重工業 鈴木俊夫

1. はじめに

近年、都市の地下空間の過密化から使用目的に合った合理的な断面（重複円形、矩形、楕円形）のシールドが開発、施工されている。シールド機は高価であるため長距離掘進や装備の簡素化などにより経済性についても考慮されている。

帝都高速度交通営団では、駅間のランニングトンネル築造用のシールド機をそのまま連続して駅部トンネル築造用に利用し、さらに次の駅間にも再利用できる着脱式泥水三連型駅シールドを開発している。

今回、3線部シールドを2線部シールドに改装できる抱き込み式親子シールド機と呼ぶシールド機を開発した。、本稿はこのシールド機の概要について報告する。

2. 親子シールド

シールド機は掘削機能（カッター）、排土機能（送、排泥）、掘進機能（シールドジャッキ）、セグメント組立（エレクタ）の4つの機能から構成されている。親子シールドは基本的に親機から子機が発進するシールド機であり、掘削機能の共用化したシールドと考えることができる。現在考えられる親子シールド機は次の3の方法が上げられる。

I. 立坑発進型親子シールド：内蔵した子機を立坑内で取出すことにより、トンネル断面の大から小への縮小を行う。立坑内で子機を取出すことにより、大・小トンネルの軸芯は限定されない、共有化部品が多い、分離部の接合構造に現状技術の溶接構造を用いることができ、複雑な分離機構、止水機構を必要としない等の特徴を有する。（図1）

II. 地中発進型親子シールド：カッターを共用化した子機を内蔵したシールドで、地中で子機を発進させることにより、トンネル断面の大から小への縮小を立坑なしで行う。トンネルの軸芯は大・小とも同一軸に限定される。親機・子機のカッター分離機構、親機・子機分離部の止水機構がポイントとなる。適応例はない。（図2）

III. 球体シールド工法：子機を内蔵した球体を親機に組込むことにより、子機の掘進方向を変える。この適用例は川崎市観音川の直角シールド、および現在施工中の東京都下水花畑幹線立坑・横坑連続掘進シールドがあげられる。親機・子機のカッターの分離機構、親機・子機分離部の止水機構、球体部の回転および止水機構がポイントと考えることができる。（図3）

親子シールドの適用性はそれぞれのタイプによって異なるが、第一は掘削機構を共用化することより、子機シールドのカッター回転駆動部に親機の掘削力が装備可能かどうか、第二は、通常シールドは曲線施工を伴い、急曲線に対して中折れ機構の装備が可能かどうか（特に、親機・子機とも中折れ機構を必要とするような急曲線施工を伴う場合）が検討課題となる。

今回、大・小トンネルの軌条面高さが、3線(φ13.94)と2線(φ9.5)がズレること、到達基地として換気室を有することからタイプIの立坑発進の親子シールド機を開発した。

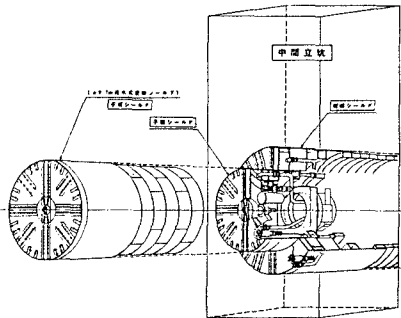


図1. 立坑発進型親子シールド

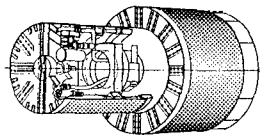


図2. 地中発進型親子シールド

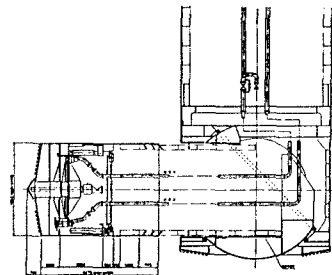


図3. 球体シールド工法

3. 抱き込み式親子泥水式シールド

抱き込み式親子シールドは立坑で子機を取出し、発進することから、切羽側からの作業に制限を受けない、また、カッターヘッドの構造、分離部の構造に溶接を用いることができ、信頼性確保と構造の簡略化が計られる。

(1). 分離ステップ

図4に分離ステップを示す。親機が到達立坑に到達①すると、カッターヘッドの切替、バルクヘッド部溶接部のハツリ、親機送排泥管等の子機との干渉部分の取外し、親機後方デッキの分離作業を経て子機を立坑内へ取出す②。子機を立坑内へ取出した後、子機の前胴部(フード部)、エレクトラ、後方デッキ送排泥管、テールプレートの取付およびシールドジャッキの親機からの移し換えを行い、子機を完成させる。またトンネル軸芯を合わせるため、横移動および立移動を行う③。発進準備を経て子機掘進となる④。

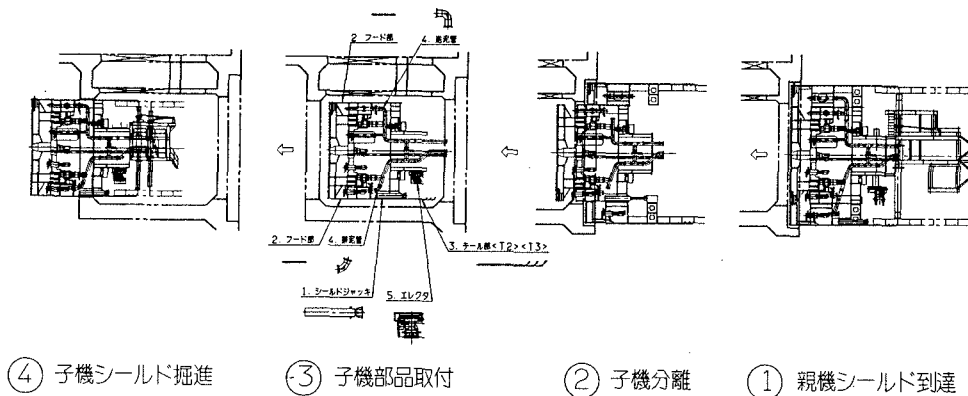


図4 分離ステップ図

(2). 共用化

立坑発進型親子シールドは、経済性を目的とするため、可能な限りの親子の共用化を計ることが重要である。基本的には、(1)項で示しているように、カッター回転駆動部、カッターヘッド部、エレクトラ回転部、シールドジャッキ、パワーユニットである。さらに短距離施工ということから、掘進速度は高速化を求める必要はなく、子機の施工速度に合わせた流体輸送および泥水処理プラントの能力とすることにより、これらも共用できる。これら共有化することにより3線、2線シールド機単独の場合と比べ経済性が計れる。

(3). シールド機構造上の留意点

最大限に共用化することで、親機・子機の機能・性能を損なわないようにしなければならない。特にカッター回転駆動部を共用することは、カッターヘッドを支持する支持ビームは、親機に対応する設計となるため、一般的な複線シールドの支持ビームより大きく、かつ外周側に位置することとなる。このため、子機の排泥管が支持ビームの内側に配置されやすい。泥水式シールドは一般的には下部配置がとられるため、この経験則を守る下部配置構造とした。また、カッター回転数は経験的に外周速度で15~20m/minの速度、すなわちφ14mで約0.35r.p.m, φ9.7mで0.5r.p.mであり、仕様としては親機を基本として設定される。このため、子機の回転速度は低くなる。回転数の影響は、カッタービットの切込み深さ(切込み深さ t =推進速度 v /カッター回転数 N ・ビット条件 k)であるため、切込み深さを実績に近いビット配置としている。

4. おわりに

3線部シールドから2線部シールドとなるため、経済性、施工性などを考慮して、2線部シールドを抱き込んだ親子泥水式シールドを開発した。今後さらに実施工に向け掘進機能・分離機能等総合的に検討していく予定である。

参考文献:「直轄シールド」による導水渠(貯留兼用)の施工(川崎製鋼川崎雨水導水施設)、トンネルと地下 第25巻6号(1994年、6月)