

## 25. ECLシールドの構造とその施工実績

鉄建建設(株)：千葉 敬介

### 1. はじめに

ECL(直打ちコンクリートライニング・Extruded Concrete Lining)工法は、通常のシールド掘進機構の後方にコンクリート打設機構と型枠機構を装備し、掘進と同時に並行して、シールドのテール部において直接覆工コンクリートを打設する工法である。したがって、この工法に使用されるECLシールドは多くの特徴を持っている。

本工法は東日本旅客鉄道(株)信濃川水力発電再開事業に伴う水路トンネル(第二水路トンネル山本工区、L=3100m)の山岳トンネルにわが国で初めて採用され、平成元年7月9日に無事貫通した。本報告は、ECL工法で使用されるシールドの特徴とその構造及び施工実績の概要についてまとめたものである。

### 2. ECLシールドの特徴と構造

#### (1) シールドの特徴

ECLシールドは前胴部・中胴部・後胴部から形成されている。前胴部は従来のシールドと同様に掘削機構及び推進機構とからなり、前胴部・中胴部は中折れジャッキによって連結され、中胴部は方向修正や曲線施工の円滑な作動機能を果たすため、中折れ機構を有している。また、中胴部・後胴部は伸縮ジャッキによって連結され、後胴部は従来のシールドのテール部に相当するが、コンクリートライニングする目的からリング状の妻枠及びコンクリート圧力調整機構を有する妻枠ジャッキを装備している。また、シールドの後方には、型枠の脱型・移動・組立が可能なエレクター装置を装備している。

ECLシールドを写真-1に、シールドのモデル図(全面開放型)を図-1に示す。



写真-1 ECLシールド

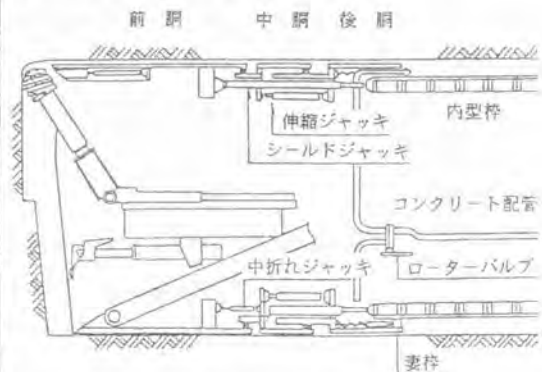
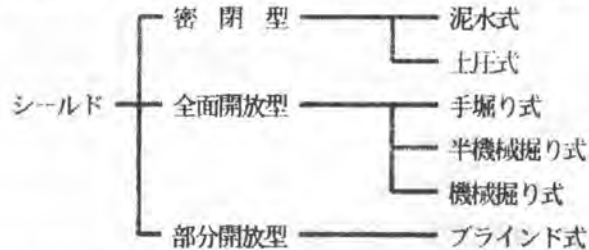


図-1 シールドのモデル図(全面開放型)

## (2) . 主要装置の構造

### ①掘削機構

シールドは次のように分類され、それぞれ切羽安定対策に伴うシールド機種が確立されている。



したがって、ECLシールド前胴部の掘削機構は従来シールドと同様な機構を採用しているため、シールドは地山条件や施工環境及び経済性について検討され、選定される。

### ②推進機構

シールドの推進機構は、シールド円周上に配置されたシールドジャッキにより行い、その推進力はプレスリング、あるいはスプレッタ等を介して型枠に伝達される。その反力は内型枠とコンクリートの付着力及び摩擦力によって得られる。

通常シールドは、前・中・後胴一体の動きをするが、場合によっては前胴・中胴部と後胴部が別々の動きをすることが可能な構造となっている。

### ③中折れ装置

シールドの前胴部と後胴部は中折れジャッキによって連結され、方向修正や曲線施工等が円滑に行える構造となっている。また、中折れ装置の油圧回路は、特殊回路となっておりシールドの動きに追従する構造となっている。

### ④伸縮装置

シールドの中胴部及び後胴部は伸縮ジャッキによって連結され、伸縮機構を有している。伸縮機構は掘削の機構とコンクリート打設機構を分離して、独立した動きができるようにこの間を伸縮可能な構造としている。また、一般に伸縮可能な距離は一型枠長としている。

通常、中胴部・後胴部は伸縮ジャッキによってロックされ、シールドは一体となって推進、同時に覆工コンクリートの施工を行う。しかし、掘削のみもしくは覆工コンクリートのみを施工する場合、あるいはまた掘削機構もしくはコンクリート打設機構の種々のトラブルによって互いに影響を及ぼすことを抑制する場合は、掘削機構、コンクリート打設機構を完全に分離し互いの独立した施工ができる構造となっている。

### ⑤妻枠装置

妻枠装置は後胴部のテール内に装備され、リング状の妻枠本体、それに付随する外側及び内側の各シールパッキン装置と共に、妻枠本体を支持する妻枠ジャッキとによって構成される。また、妻枠にはシールド径に対応する複数個のコンクリート打設口が装備されている。

妻枠装置には、覆工コンクリート端面の型枠機能、シールパッキンによるシールド方向性に伴うクリアランスの調整そして妻枠ジャッキに内蔵されている妻枠垂直制御回路及びそれに付属して装

備されているアキュムレータ装置によるコンクリートの圧力調整機能を有している。

妻枠の断面を図-2に、コンクリートの圧力調整機構の概念図を図-3に示す。

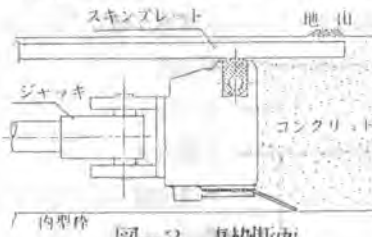


図-2 妻枠断面

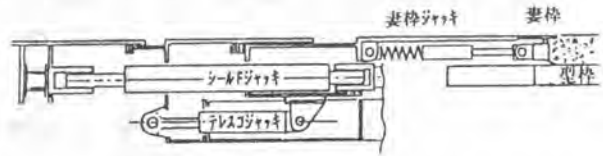


図-3 コンクリートの圧力調整機構の概念図

#### ⑥エレクター装置（脱型・移動・組立装置）

内型枠は脱型・移動・組立を順次繰り返して使用するため、施工効率に大きな影響を与える。したがって、これらの作業を円滑に行うための装置としてエレクター装置があり、この装置は仕上り径によって走行型エレクターと非走行型エレクターとに分けられる。

走行型エレクターは、1リングの型枠全体を一度に脱型・移動・組立が可能な装置である。また非走行型エレクターは従来のセグメント用エレクターと同様な構造で、組立て用及び脱型用エレクターとその間の運搬装置とから構成されている。一般に走行型エレクターは中・大断面用として、非走行型エレクターは小・中断面用として使用される。走行型エレクターを図-4に示す。

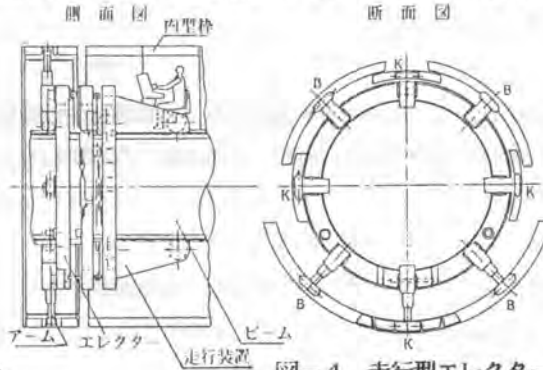


図-4 走行型エレクター

#### ⑦内型枠

内型枠は種々の荷重に対して変形しないような剛性を有すると共に、脱型・移動・組立て等が簡単にできるように、覆工コンクリートの仕上り径に対応して、施工性により数個のピースに分割されている。また型枠の幅は施工性や施工条件により決定される。カーブ施工や蛇行修正に必要なテーパ量は内型枠に装備された調整ボルトによって、内型枠の円周方向のどの位置にもテーパが形成可能な構造となっている。型枠断面を図-5、曲線施工例を図-6に示す。

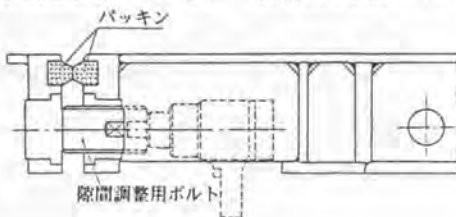


図-5 型枠断面

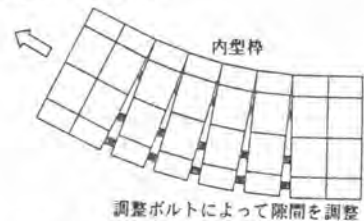


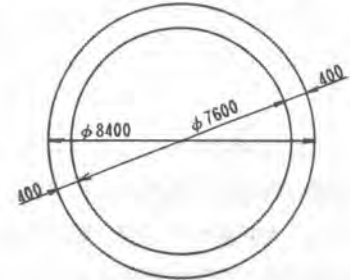
図-6 曲線施工例

### 3. 施工実施例

信発第二水路トンネル山本工区工事は昭和62年 8月工事着手以来、トンネル延長 $L=3100\text{m}$ をECL工法で昭和63年 2月から初期掘進を開始し、平成元年 7月 9日に施工を無事完了したものである。

#### (1). 施工条件

- |              |                                |
|--------------|--------------------------------|
| ①. 掘削外径      | $\phi 8400\text{mm}$           |
| ②. 仕上り内径     | $\phi 7600\text{mm}$           |
| ③. 覆工コンクリート厚 | $t=400\text{mm}$               |
| ④. トンネル延長    | $L=3100\text{m}$               |
| ⑤. 掘削断面積     | $A=55.4\text{m}^2$             |
| ⑥. 掘削工法      | 全面開放型半機械掘り                     |
| ⑦. 覆工方法      | ECL工法                          |
| ⑧. 地質状況      | 礫岩、砂岩、シルト岩、シルト質凝灰岩の構成でシルト岩優勢互層 |



水路トンネル断面図

#### (2). 施工実績

昭和63年2～3月は訓練期間として施工したが、切羽も自立し良好であった。

4月下旬から5月にかけて湧水量が増加し切羽崩落が続き、7月下旬に湧水量が $4,600\text{L}/\text{min}$ となり掘進を中止した。

切羽の薬液注入等で2.5ヶ月間休止し10月中旬から掘進を再開した。その後切羽の自立も好転し、順調に掘進することができ、最大進行 $340\text{m}$ 、最大日進 $15.6\text{m}$ 、平均月進 $180\text{m}$ (工期=17.3ヶ月)を記録し無事完了することができた。進行実績を図-7に、完成覆工状況を写真-2に示す。

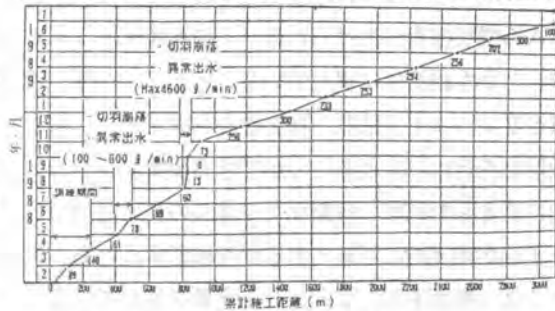


図-7 進行実績

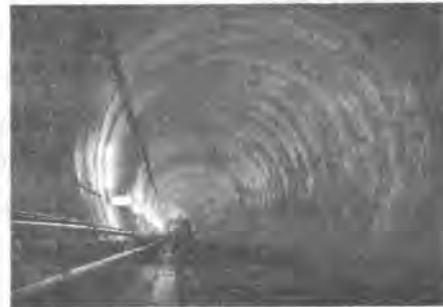


写真-2 完成覆工状況

#### 4. おわりに

ECL工法は、利点ある工法として各方面から注目されている。今後もECLシールドの構造、機能について検討を続け、安全で合理的なシールドになるように研鑽していく所存である。

#### 参考文献

- 1) ECL協会 : ECL工法技術資料(1)
- 2) 山本 稔 : 「ECL工法に期待する」ECL工法研究発表会; 日本トンネル技術協会1987年11月
- 3) 川名英二・吉本 勳 : 「ECLで挑戦! 最大月進 340mを記録」トンネルと地下; 日本トンネル技術協会1989年 8月