

関西電力(株)中央送変電建設事務所 正会員 岡田 久延  
 佐藤・大成・三井・大豊共同企業体 正会員 吉田 良三  
 佐藤・大成・三井・大豊共同企業体 正会員 ○藤塚 豊裕

## 1. はじめに

関西電力(株)では、電力供給量の確保と電圧階級の簡素化による送電ロスの低減を目的として、大阪府北部より市内へ、50万ボルトの超高圧送電線の地下洞道化工事を進めている。そのうち、当工区の「西梅田付近管路新設工事第2工区」は、外径8mの大断面トンネルを、将来の都市計画に対応するため、わが国で初めての地下70mという大深度で、沖積層から洪積層にわたる多様な地層の地盤中を、急曲線と急勾配の苛酷に変わる線形を、泥水式シールド工法により施工したものである。本稿では、当工事における施工実績について報告するものである。

## 2. 工事の特徴

都心部で地下70mのシールド工事は過去に例がなく、掘進線形に曲率半径が50mの急曲線区間や、高低差55mの20%の上り急勾配(延長275m)が続く区間などが含まれている大断面シールド工事でも前例がない。当工区は、各々の施工条件を比較しても前例を上回る厳しい条件であり、この条件を克服するだけでも高度な技術が必要である。しかも、それらの施工条件が複合することにより技術的難しさが飛躍的に増大した。

## 3. 技術課題と新技術による対策

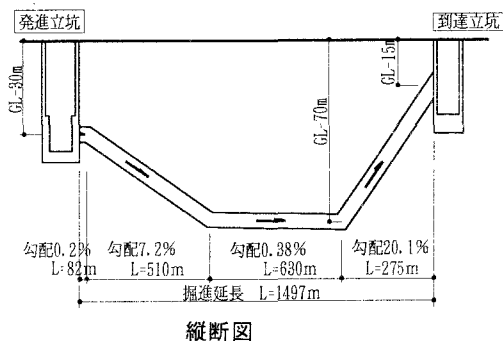
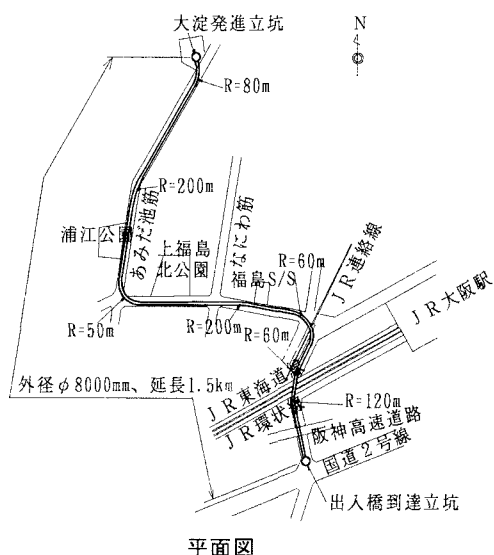
本工事のシールド工事は、高水圧下での急曲線、急勾配に加え、多様な地層を掘進するため各種の施工条件に即した検討が必要になる。次に技術課題を示す。

- ・7kgf/cm<sup>2</sup>を超える高地下水圧に対応できるシールド機やセグメントの開発。
- ・高水圧下での、曲率半径50m、60mという、8m級のシールドにとって極めて厳しい急曲線施工。
- ・最深部より55mの高低差を、20%の急勾配で上ることによる切羽の安定確保およびセグメントなどの資材の搬送方法。

このような高水圧と急曲線の複合した施工条件に対し、主な新技術による対策を述べる。

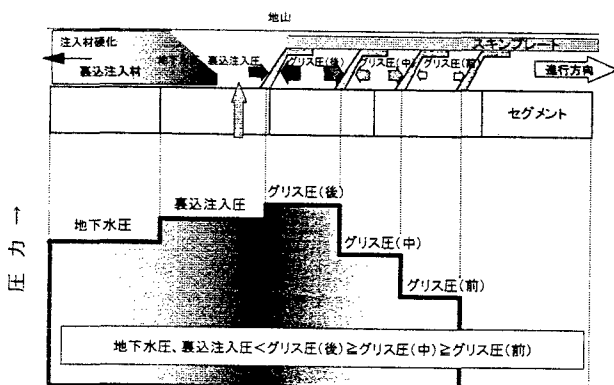
### 1) 新機構切羽安定管理装置

大深度、急勾配の掘進時は、高水圧が地層と共に複雑に変化するので、高度な切羽安定、泥水圧管理が重要となる。そのため、従来の流体制御にフィードフォワード(F/F)制御や非干渉制御などを追加し、排泥ラインの閉塞、キャビテーション、ウォーターハンマーなどによる泥水圧の脈動を未然に防止する、新機構の切羽安定システムを開発、導入した。



## 2) 圧バランス式テールシール装置

シールド機とセグメントとの隙間には、地下水の流入を防ぐテールシールを用いる。本機には、4 段のテールシール（補強鉄板複合ワイヤーブラシ）で区分けされた 3 室へ、グリスを独立した圧力で段階的に圧力差を付けることにより、テールシールの弾力性と耐圧性を得る「圧バランス式テールシール装置」を開発した。この装置により止水性が向上し、グリス注入圧によるセグメントへの荷重の偏りを防止することも可能となった。



## 4. 施工実績

主要な掘進データを深度別に下り 7.2% と上り 20% で比較すると、掘進速度はあまり変化は見受けられないが、同深度での切羽水圧や総推力は上り勾配の方が 5～10% 程度上り勾配の方が高い数値を示している。

シールドの日進量は、一般部（下り 7.2%、平坦部）で平均 7～8m、急勾配部になると平均 6～7m であり、20% の急勾配部が長距離にもかかわらず、効率はあまり落ちなかった。月毎の掘進量は、初期掘進時で平均 47m、本掘進時で平均 156m、上り勾配部で平均 120m という実績であった。

主要掘進データ一覧表

|        | 主要土質 | 切羽水圧(kgf/cm <sup>2</sup> ) |        | 総推力(tf) |        | 掘進速度(mm/分) |        |
|--------|------|----------------------------|--------|---------|--------|------------|--------|
|        |      | 下り 7.2%                    | 上り 20% | 下り 7.2% | 上り 20% | 下り 7.2%    | 上り 20% |
| 土被り    |      |                            |        |         |        |            |        |
| GL-20m | 沖積砂質 | —                          | 2.8    | —       | 2,920  | —          | 24     |
| -30m   | 洪積粘土 | 3.7                        | 4.1    | 2,990   | 3,030  | 23         | 21     |
| -40m   | 洪積砂質 | 4.7                        | 4.9    | 3,640   | 3,529  | 26         | 27     |
| -50m   | 洪積砂礫 | 5.8                        | 6.3    | 4,240   | 4,500  | 24         | 25     |
| -60m   | 洪積粘土 | 6.5                        | 6.6    | 4,240   | 4,530  | 21         | 20     |
| 最深部    | 洪積粘土 | —                          | 7.1    | —       | 4,550  | —          | 24     |

シールド日進量

|            | 一般部      |       | 急勾配部     |        |
|------------|----------|-------|----------|--------|
|            | 平均       | 最大    | 平均       | 最大     |
| RCセグメント    | 8.2m     | 12.0m | 7.1m     | 9.6m   |
| B = 1200mm | ( 6.9R ) | (10R) | ( 5.9R ) | ( 8R ) |
| DCセグメント    | 7.1m     | 7.2m  | 5.8m     | 7.2m   |
| B = 600mm  | (11.8R)  | (12R) | ( 9.7R ) | (12R)  |
| DCセグメント    | —        | —     | 6.0m     | 6.4m   |
| B = 800mm  | —        | —     | ( 7.5R ) | ( 8R ) |

※平均月進量：初期掘進時 47m/月

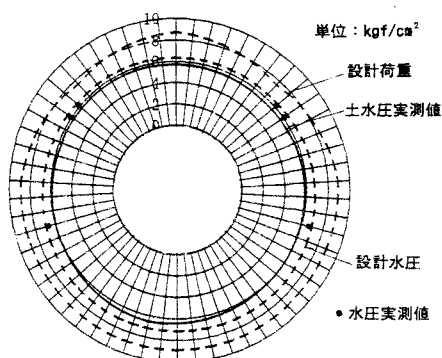
本掘進時（下り、平坦部） 156m/月

上り勾配部（20%） 120m/月

## 5. 大深度トンネル計測結果

前例のない大深度シールドであり、トンネルの安全性の確認とデータの蓄積を行う目的で、計測を実施した。

セグメントに作用している土水圧の実測値（右図）は、セグメントがシールドテールから抜けた時点では裏込め注入圧が主体であり、次第に残留圧が地山になじみ（2～4 週間後）、現在 7 ヶ月が経過しているが、概ね設計荷重を下回り間隙水圧実測値とほぼ同等の値を示している。これは、水圧が支配的な荷重要因として働いており、現在、土圧の作用はまだ認められないと想定できる。セグメントにかかる発生応力は、圧縮側に作用しており、「曲げ」よりも「軸圧縮力」が大きく、リングの真円性を保っていると考えられる。



## 6. おわりに

7kgf/cm<sup>2</sup>を超える高水圧下での急曲線を含んだ掘進、さらに、20%の急勾配部での施工、これらどれをとっても厳しい条件であった。これらの技術開発と施工実績は、シールド技術のレベルアップに貢献し、これからの地下空間開発の計画においても、経済的で効率的な、計画・設計・施工を支援する貴重な資料となることを願う次第である。