

## III-60 曲線の多い狭隘道路下でのシールド工事について

日本電信電話株式会社 正会員 阿部智徳  
 日本電信電話株式会社 梶川一夫  
 日本電信電話株式会社 小田部種  
 大明電話工業株式会社 日下部吉春

## 1. はじめに

大都市の地下空間は輻輳の一途をたどっている。シールドトンネルもその輻輳状況の中で、近年、高深度急曲線、複雑線形等厳しい条件下での施工が要求されることが多くなっている。本報告は住宅密集地でカーブの多い狭隘道路下においての、道路線形に沿ったシールド推進工事について報告するものである。

## 2. 工事概要

本工事は、目白通りの既設落合～練馬幹線とう道C点立坑から住宅密集地に位置するNTT西練馬営業所までの608mを、セグメント外径φ3150mmの泥水式シールド工法により施工したもので、平面、縦断線形及び土層概況は図-1に示すとおりである。

本ルートは幅が4.2m～5.5mと非常に狭い生活道路で、また、表-1のように曲がりくねった道路であるため曲線施工が11箇所あり、全体の施工長さの約6割を占め、その中にR=30m～40mの急曲線部が5箇所存在する設計となった。なお、推進土層は上部半断面が武藏野礫層(φ300mmのチャート質硬砂岩及び珪質安山岩を含む)であり下部半断面は東京砂層(固結粘土混じり細砂)である。

## 3. 設計検討

## (1) ルートの検討

既設C点立坑よりNTT西練馬営業所までは住宅密集地で道路が狭隘で曲がりの多い地域であるため、区分地上権の設定などが必要となる。そこで住民の方々に極力迷惑がかからないルートとして、道路形態に沿った曲がりの多い設計となった。

## (2) セグメントの検討

NTTのシールドでもこれだけ曲線施工が連続する工事は例がなく、曲がり施工での片押しジャッキ推力によるセグメント変形等の影響解析を十分に行い、リング間継ぎ手(主軸)の変形及びリング間継ぎ手ボルトの破断などが発生しない設計とした。また、推進土層の水量が豊富であることからテーパーセグメント部分での目開きを最小限にし、永久構造物として漏水防止設計とした。

## (3) セグメントシール溝及びシール材の検討

セグメント継手部の静止摩擦係数を保持するため、シール溝は両溝構造とした。また、シール材については滲水土層であることから水膨張低膨潤のシール材とした。

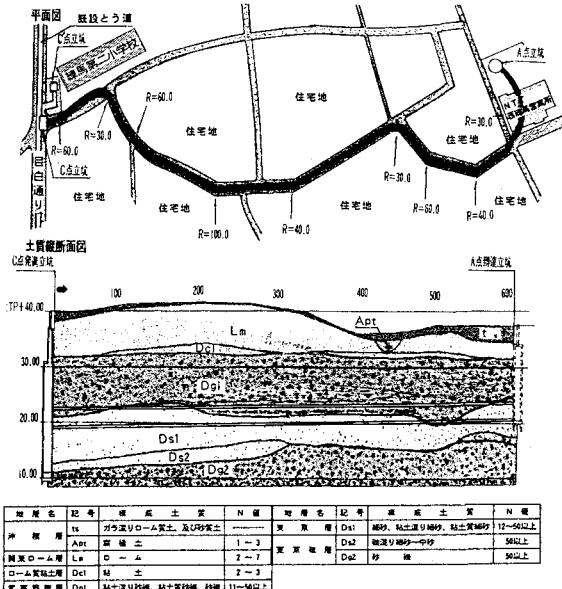


図-1 平面、縦断線形及び土層図

表-1 推進線形一覧表

No	線形	推進長(m)	カーフ 方向	No	線形	推進長(m)	カーフ 方向	No	線形	推進長(m)	カーフ 方向
1	直線	10.6	9	直線	11.6	—	—	17	直線	17.9	—
2	R=60	19.5	左	10	R=40	14.7	左	18	R=100	10.0	左
3	直線	18.9	—	11	直線	56.6	—	19	直線	24.3	—
4	R=30	39.9	右	12	R=150	53.9	左	20	R=40	17.4	左
5	直線	13.4	—	13	直線	57.2	—	21	直線	3.4	—
6	R=60	39.2	左	14	R=30	27.3	右	22	R=30	63.9	左
7	直線	27.5	—	15	直線	22.1	—	23	直線	25.8	—
8	R=100	11.4	右	16	R=60	20.9	左		総推進長	607.7	—

## 4. 施工管理

### (1) ジャイロ自動制御システム

本工事は曲線施工部分でのリアルタイムでの方向制御が不可欠となった。そこで、シールド機にジャイロコンパスを装備し掘進中の測量データを隨時自動的にパソコンで処理してモニター表示を行うジャイロ自動制御システムを導入し、掘進予測管理を徹底した施工を行った。

（図-2参照）

### (2) システムコントロール

急曲線に対応するためシールドマシンはコピーカッター2基、中折れ角6.2度の2折中折れ機構とした。そして、シールドマシン、自動裏込め注入設備、流体輸送設備及び泥水設備の管理を光ファイバーケーブルを使用した集中制御システムで、予測方向制御による一元的な施工管理を実施した。

### (3) 裏込め注入システム

裏込めは可塑性SSG注入工法を自動化して集中自動化システムに組み込んだ同時裏込め注入機構とした。これにより、テールボイドの即時完全充填と曲線施工における予掘り部の早期反力確保を確実に行なった。また、ここで注入圧力注入量の管理が施工の決め手となつた。

## 5. 施工結果

### (1) 本ルートでは施工途中の武藏野礫層で一軸圧縮強度が最大4399kgf/cm<sup>2</sup>という予期せぬ超硬質の礫層にぶつかり、礫クラッシャーの

破損とかマシン前面が摩耗などのトラブルにも遭遇し推進不能となつたりしたが、到達精度を水平方向に40mm、垂直方向に10mmとすることができた。これはジャイロ自動制御システムにより掘進予測管理を徹底したことにより可能となつた精度である。

(2) 直線部、曲線部を通して施工品質は良好で、一滴の漏水もない仕上がりとなつた。

(3) 直線部及び曲線部における真円度は図-4のとおりであり、急曲線部の方が直線部に比べ真円が保たれていた。これはジャッキの片押しによりセグメントが一時的に縦型楕円に変形し、その後徐々に真円に近づいたものと考えられる。

(4) 同時裏込め注入機構をシステムに組み込んだことにより、曲線施工が非常に円滑なものとなつた。

## 6.まとめ

今回のシールド工事は予期せぬ超硬質礫層の出現により難工事とはなつたが、十分な掘進予測制御と対策及びリアルタイムな施工管理を行うことにより、狭隘道路下の住宅密集地を複雑線形で通り、さらにNTT西練馬営業所直下を安全と品質を確保し推進できたことは満足のできる成果を得たものである。

最後に、ますます都市シールドトンネル工事が複雑且つ高度化していくなかで、今回の施工結果をさらに検討し今後の曲線対応に役立てたい。

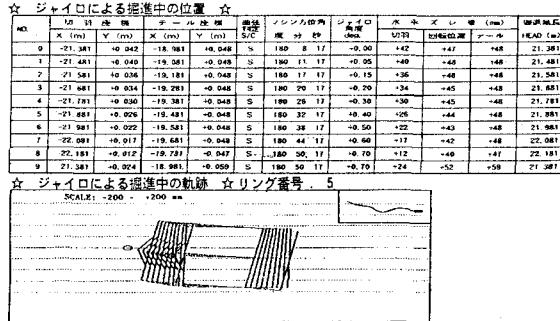


図-2 ジャイロ自動測量結果の出力例

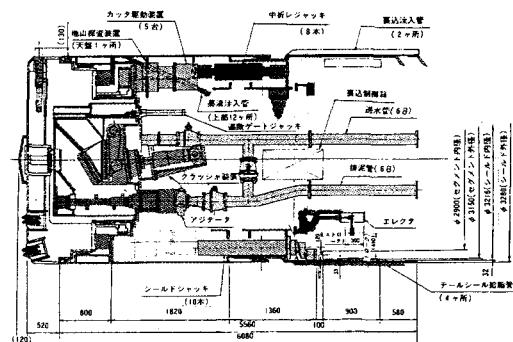


図-3 シールドマシン概要図

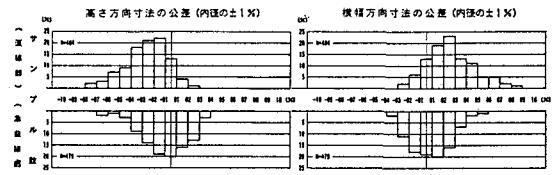


図-4 真円度分布図