

VI-23 急カーブ掘進型シールド機械による急カーブ ($R = 15\text{ m}$) 施工

○ 東京電力㈱ 正会員 米 田 治
東京電力㈱ 川 村 幸 延
東京電力㈱ 原 田 光 男
東京電力㈱ 川 村 哲 也

1. はじめに

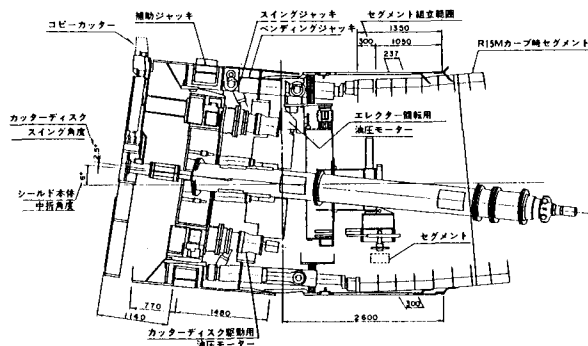
近年、地中送電線用洞道の深層化や地下埋設物の輻輳化など、都市部での地中線工事の施工条件は厳しくなっている。東京電力㈱では、これに対応して必要となる建設技術開発の一環として、急カーブ掘進型シールド機械の研究開発を進めて来た。

今回これまでの研究結果をもとに、さらに実工事への適用検討を加え、土圧式シールド機械として第一号機を製作し、川崎市に建設中の東扇島火力発電所と南川崎変電所を連系する地中送電線用洞道の建設工事の一部に使用した。本文は、当工事の設計および施工実績の概要について報告するものである。

2. シールド機械の開発

土圧式急カーブ掘進型シールド機械を図-1に示す。この機械の特徴は以下のとおり。

①中折れ摺動部に球面加工したシールド面を設け、止水性を高め最大中折れ角を 6.0° とした。②カッターディスクがシールド機械本体に対して最大 2.5° まで屈曲できる構造とした。③カーブ掘進時にシールドジャッキをセグメント位置に追従させるため、シールドジャッキ揺動装置を開発した。④コピーカッターストロークを 300 mm とした。



外径 $\phi 3700\text{ mm}$ 機長 5220 mm

図-1 土圧式急カーブ掘進型シールド機械

3. 工事概要

図-2に平面図を示す。工事区間は発進立坑から南川崎(変)到達立坑までの 202.45 m で、曲率半径 15 m (カーブ長約 20 m)の平面急カーブを2箇所と、曲率半径 30 m の縦断カーブと最大上り勾配 29% (斜度 16.1°)を組み合わせた急勾配区間を1箇所含んでいる。

洞道の土被りは $10\text{ m} \sim 12\text{ m}$ で、 $\text{GL}-8\text{ m} \sim \text{GL}-18\text{ m}$ に位置する沖積粘性土層を掘進する。急勾配箇所では約 3.1 m の上りとなるため一部上部の沖積砂層にかかる。沖積粘性土層

は、 N 値 $2 \sim 5$ 、一軸圧縮強度 $0.9 \sim 1.4\text{ kgf/cm}^2$ のシルトで、含水比が液性限界に近く、一度攪乱すると、ほとんど泥水状態となる軟弱層である。設計では、シールド機械とあわせ、セグメントの改良並びに急カーブ部の地盤改良について検討を重ねた。

セグメントは、直線部では外径 $\phi 3550\text{ mm}$ ・幅 $B 900\text{ mm}$ のRCセグメントを使用した。急カーブ部では、 $\phi 3510\text{ mm}$ ・ $B 300\text{ mm}$ に縮小した鋼製セグメント(テーパ量 70 mm)を用いた。

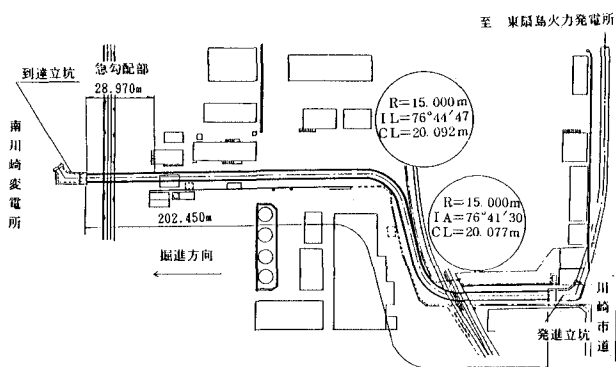


図-2 平面図

また、急カーブ施工を実施するに当たり、①余掘量の確保②回転反力の確保（曲線外側の地耐力確保）③余掘りによる周辺地山の緩み防止を目的として、図-3に示す地盤改良を行った。

4. 施工実績

掘進に当たっては、隣接工区での施工時計測で最適値と確認されたジャッキスピード30mm/min、チャンバー内土圧1.1±0.1 kgf/cm²を基準として施工を実施し日進量は約2mであった。図-4にシールド掘進に伴う地表面沈下を示す。前述のとおり、地表面沈下を最小とする値で掘進を行ったにもかかわらず、急カーブ部では、直線部に比べ、若干沈下量が大きくなっている。これは、300mm近い大きな余掘りが必要であった事と、セグメント外径を小さくした事によるテールボイドの増加が原因と思われる。掘進時の計測データを表-1に示す。直線区間と急カーブ区間の総推力は、ほとんど差がみられなかった。急勾配部手前の直線区間からは、500t近い値を示しているが、これは地質の変化によるものと考えられる。急カーブ箇所でのシールド機械前胴側方に取りつけた土圧計の値を見ると、カーブ内側の方が外側より大きな値を示している。これは、コピーカッターによる余掘り土の取込みが完全には行われず、カーブ内側の地山を攪乱し、地盤反力を低減しながらシールド機械が前胴を、カーブ内側の地山に押しつけるように掘進したものである。つまり、今回のような軟弱地盤での施工では、余掘り残土の取込みは特に問題とは思われないと思われる。また、表-2には計画線に対するシールドセンターの施工誤差を示す。以上の事から急カーブ施工においては、シールド機械本体の開発のみならず、セグメント・地盤改良さらには裏込注入工法等、周辺技術の開発も非常に重要な課題である事が判明した。

表-2 掘進曲線と計画曲線

掘進曲線	※1 POINT	誤差 (mm) IN (-) OUT (+)
N0. 1 15mR	B. C	- 30
	S. P	- 72
	E. C	- 208
N0. 2 15mR	B. C	- 60
	S. P	+ 100
	E. C	+ 40

※1 B. C: 曲線始点 S. P: 曲線中間点
E. C: 曲線終点

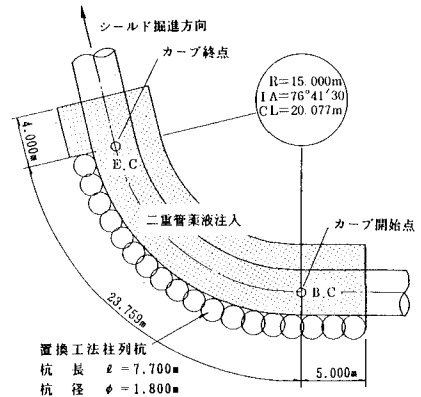


図-3 地盤改良 (R=15m)

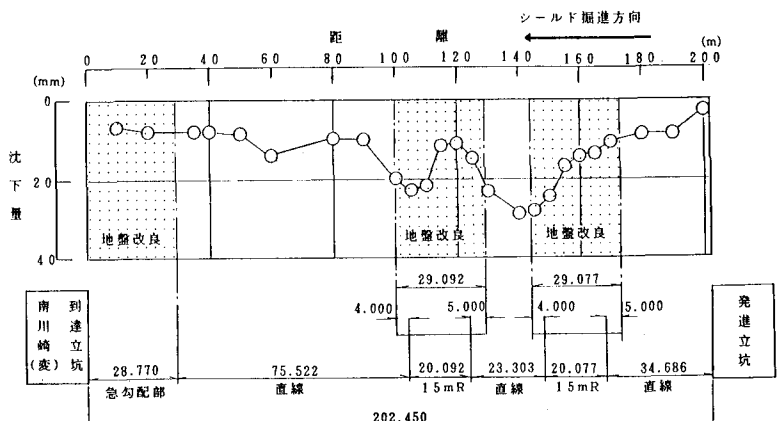


図-4 地表面沈下

表-1 シールド掘進データ

項目		(平均値)					
		急勾配	直線	水平15R	直線	水平15R	直線
総推力 (t)		497	454	268	245	219	266
前胴土圧 (kgf/cm ²)	左	2.1	3.5	2.4	1.5	1.2	0.6
	右	2.6	3.4	1.4	1.3	1.8	0.9

シールド掘進方向

【参考文献】

- 1) 川村 (幸) 他: 急カーブ用シールドの開発と施工計画, トンネルと地下 1985年 7月
- 2) 堀口 他: 急カーブ掘進型シールド機械の開発と施工, 土木学会誌 1986年 6月 Vol.71 (投稿中)