

V-238

土丹層長距離シールド推進におけるカッタービット損耗に関する一考察

NTT関東支社 正会員 宮坂 教之

NTT関東支社 大村 昭仁

NTT関東支社 近藤 謙志

協和エクシオ(株) 相田 慎二

1. はじめに

都市機能の集中化に伴い地下空間利用のニーズが非常に高まり、大深度地下空間の有効利用が求められている。過密都市においては、作業用地不足、施工環境の悪化等様々な問題を抱えており、立坑を設けずに長距離推進を可能にする技術が求められている。

本論文は、約2.2 kmの長距離シールド工事途中(約1.5 km)の中間立坑においてビット点検を行った結果について報告するものである。

2. 工事概要

本工事は、MM21の開発等21世紀を目指した都市づくりが進められている横浜市の中心エリアにおいて、 $\phi 4,580\text{mm}$ の泥水加圧式シールド工法で企業者間共同溝を構築するもので、平均土被り20m、曲線半径100mを含む区間をビット無交換で推進するものである。

平面図を図-1に、縦断・土層図を図-2に示す。

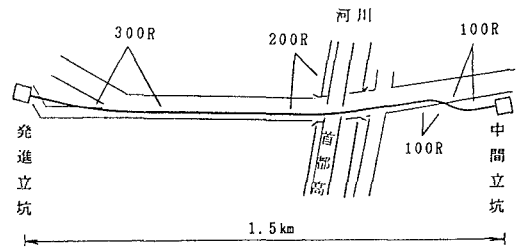


図-1 平面図

3. 土質状況

推進区間の土質は、主にN値50以上の土丹層であるが、発進直後には礫径20~30mm、層厚1~3mの砂礫層が存在する。その他、立坑付近にN値4~7のシルト層がある。

4. カッタービットの仕様

ボーリングデータによると、発進直後に砂礫層(礫径20~30mm)が存在しているだけであるため、シルト粘土・土丹対応の仕様としている。

- ・メインチップ張り付け式+背面磨耗チップ差刃式
- ・すくい角 23° 逃げ角 15°

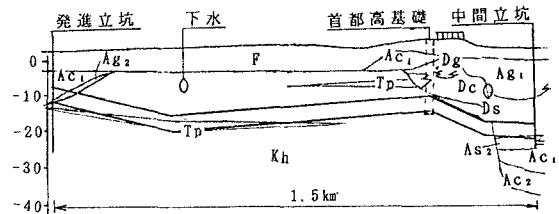


図-2 縦断図・土層図

5. 施工結果及び考察

推進80m付近から最大径200mmの礫が発生し、マシンの一時停止と礫の撤去を繰り返しながらの推進となったため、クラッシャーを設置した。その後、推進区間の2か所、延べ150mの区間で礫が発生した。

1,550mの推進後に、カッターヘッド部の磨耗計測、破損状況等をビット153個、コピーカッター、アジテータ(攪拌翼2枚)等について実施した。以下にその結果及び考察を述べる。

(1) ビット

カッタービットの磨耗は先端部は平均8.7mm、シャンク背面部は平均4.6mmで4割のチップに欠損があり、トリムビットの磨耗は先端部は平均12.1mm、シャンク背面部は平均2.3mmで5割のチップに欠損が発生していた。

実測結果を基に、シャンク磨耗量 σ と総掘動距離 L との関係を図-3に示す。

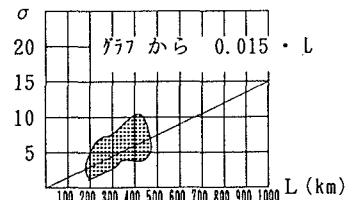


図-3 カッタービットシャンクの磨耗量

磨耗量と摺動距離との間には、一般的に図-4の関係があり、これを式で表すと次のようになる。

$$\text{礫層} \quad \sigma_r = 0.0600 \cdot L \quad \cdots \cdots (\text{式-1})$$

$$\text{砂層} \quad \sigma_s = 0.0286 \cdot L \quad \cdots \cdots (\text{式-2})$$

$$\text{粘土シルト層} \quad \sigma_n = 0.0100 \cdot L \quad \cdots \cdots (\text{式-3})$$

式-1～3を用いて、推進土質の構成比率より磨耗量を推定すると、式-4で表すことができる。

表-1 推進土質の構成比率

	推進距離	土丹	粘土シルト	砂	礫
σ_1	36.2m	50 %	30 %	20 %	0 %
σ_2	84.0m	0 %	40 %	10 %	50 %
∴	∴	∴	∴	∴	∴

$$\sigma_1 = 0.2 \sigma_s + 0.8 \sigma_n = 0.0137 \cdot L \rightarrow$$

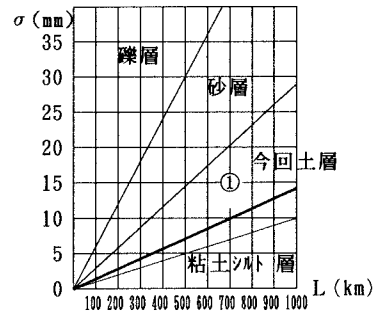


図-4 シャング磨耗量と摺動距離との関係

$$\sigma = 0.0145 \cdot L \quad \cdots \cdots (\text{式-4})$$

式-4の傾きを図に表すと図-4の①のようになり、測定した磨耗量から求めた図-3と一致しており磨耗量については図-4の関係が実証されたといえる。また、今後の推進工事においても、土質を正確に想定することができれば、同様の手法により、精度の高い磨耗量の推定が可能であると考えられる。一方、チップの欠損については、当初20～30mm程度の礫径と考えていたために礫対応のビットとなっていないことによるものであり、土丹層の層境を推進する場合には、礫に対する調査を充分に行う必要があると考えられる。なお、礫対策として、以下に示す対策が考えられる。

①チップ張り付けタイプは不利のため、メインチップを差刃式とする。（図-5参照）

②すくい角、逃げ角を小さくし、刃先を鈍角とする。

(2) アジテータ及びセンターコーン

アジテータは切刃側に顕著な磨耗が見られたが、これは礫により磨耗が増加したものと考えられる。

また、センターコーンに変形が発生しており、センターコーンの強度、掘進中の状態から見て礫等により、先端に集中荷重がかかったことによるものと考えられる。

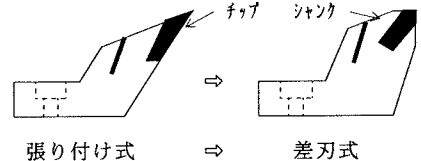


図-5 カッタービット仕様（チップ）

6. ビット交換

上記の点検結果に基づき、到達立坑までの約700mを推進するために、メインビット（カッタービット、トリムビット）、先行ビット等を交換した。

カッタービット、トリムビットの交換状況を図-6、図-7に示す。

交換したカッタービットは全て欠損であり、トリムビットは全体の2/3がチップの欠損によるものであった。

これは、当初の想定土質と推進土質との相違により欠損数が多くなっているものと考えられる。

凡 例

■ 磨耗による交換 □ 交換不要
▨ 欠損による交換

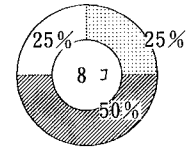
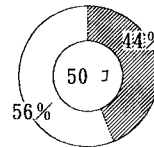


図-6 カッタービット交換状況 図-7 トリムビット交換状況

7. おわりに

大深度・長距離推進においてはビットの寿命が大きな課題であり、今後さらに設計・施工技術の向上を図り、信頼性が高くかつ経済的な設備の構築に努めていく所存である。