

VI-50

シールド掘進におけるディスクカッタ摩耗量の推定

フジタ 正会員 吉野広司 秩父顕美
同 上 森山信太郎 宮本敬治郎
室蘭工業大学 佐藤一彦

1. はじめに

岩盤対応型の密閉式シールド掘進機によるシールド工事では、施工管理上、ディスクカッタを交換する時期の判断が重要である。しかし、ディスクカッタの摩耗や破損は対象地盤や運転条件などによって著しい影響を受けることからカッタ交換の判断を困難なものにしている。また地下水を伴う地盤では、補助工法による止水が必要になるために、より早期に交換位置を決定しなければならない。このような現状に照らして、本文ではシールド掘進機の運転管理データを用いたカッタ交換の判定規準¹⁾を基に、実工事においてカッタ摩耗量の推定を行い施工した結果について報告する。

2. ディスクカッタ摩耗量の推定方法

カッタ摩耗量の推定には、カッタトルク T 、切込み深さ p 、カッタ回転数 ω 、ジャッキ速度 v を用いる。初めに単位長さ当たりの掘削回転仕事となる掘削係数を $K_T = T/p = T \cdot \omega / v$ で定義し、次にカッタ摩耗率は K_T のべき乗に比例するものと仮定して、次式により基点から距離 L の区間の掘削で生じるカッタ摩耗量 w を推定する。指数 n および係数 c は工事実績により定めるべき定数である。

$$w = c \cdot \int_0^L K_T^n dx \dots\dots\dots (1)$$

推奨されるディスクカッタの交換位置 L は式(1)にメーカの提示する $w_{\max}=18\text{mm}$ を代入して求められる。

3. 適用事例

カッタ摩耗量の推定を行った下水道幹線工事の工法は、泥土加圧式シールド工法で外径 2,140mm、工事延長 690m(923リング)である。シールド掘進機のカッタヘッドは図-1に示すように直径 305mm のディスクカッタが 10 セット取り付けられている。掘削路線の地質調査結果は図-2に示すように礫径 10cm~1m 程度の硬質な玄武岩(200~300MPa、礫量 80%)を主体とする段丘礫層から成り、また河川河岸に位置するため透水係数は 10^{-2} と豊富な地下水を有する。カッタ交換は発進から路線長 268m、467m、661m の計 3 回行っている。本工事に(1)式を適用するにあたり、過去の工事実績から同一タイプの機種で泥岩および砂礫層から得ている指数 $n=2$ 、係数 $c=4.1 \times 10^{-5}$ を用いた。ディスクカッタの摩耗量はカッタの刃先の摩耗高さとし、ディスクカッタ総数の平均摩耗量とした。なお、マシン中心部に取り付けられた 3 セットの強化型ディスクカッタは摩耗の耐久性が異なるので除外した。

図-3 はカッタトルク T 、切込み深さ p 、掘削係数 K_T および泥漿材の注入率の変動を示したものである。掘削中の T は地盤が固いために最大 490MN・m に対して 294MN・m を上限

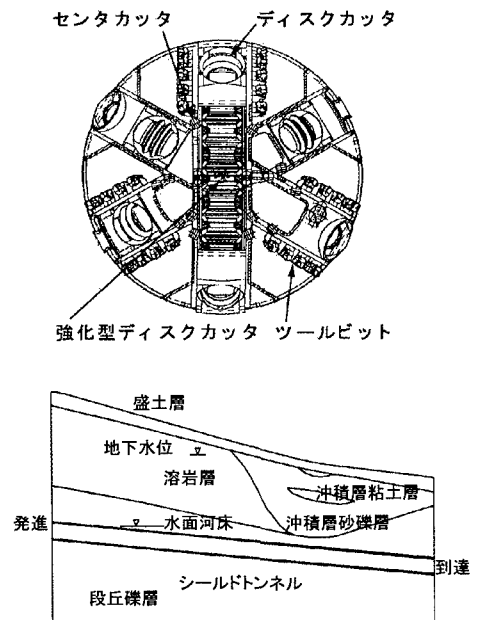


図-2.地質構成

シールドトンネル、ディスクカッタ、摩耗

〒224 横浜市都筑区大綱町 74 TEL045-591-3911 FAX045-592-8657

として管理しているためにさほど変動していないようであるが、一方 p はかなり変動していることがわかる。両者の比 K_T は対象地盤とカッタの幾何学的性質の双方に依存する係数である。本工事における排出土から掘削地盤は、硬い礫層から礫混じり粘性土層に、その後礫と粘性土の互層へと変化し、それは図中 K_T の大きさの変化とよく対応している。また、カッタの摩耗量が大きい交換直前には、切込み深さが小さくなり K_T は大きな値を示している。

図-4 はカッタ交換区間毎に(1)式で算定したカッタ摩耗量の推定グラフを示したものである。第1回目の交換時の推定摩耗量は23mmで、実測値は18mmとやや大きいが、おおむね近い結果が得られている。ここで、(1)式の推定精度は、指数 n と係数 c によって左右される。前報より2件の工事例から(1)式の指数はいずれも $n=2$ が得られ、すなわち K_T の2乗に比例する関係を得ている。本事例においても $n=2$ であるとするれば、実測値と推定量の差は c に違いがあると考えられる。そこで、この区間での推定量が実測値となるように c を求めると $c=3.2 \times 10^{-5}$ と修正される。今回 c は過去の実績を用いているが、この c の違いは図-3から考察すると地質条件や泥漿材の注入率による減摩耗効果が関係しているものと思われる。

第2回目の推定摩耗量は6mmで、実測値7mmであり両者はよく一致している。すなわちこの区間の c は過去の実績とよく合致していると言える。したがって、この区間のような礫混じり粘性土層の地盤条件で、泥漿材の注入量も少なく減摩耗の効果が小さい場合、 c は実績と同様に評価できると考えられる。

第3回目も推定摩耗量は12mmに対し、実測値は10mmとよく一致しており、この区間においても c は過去の実績値とよく合致していると言える。ここでの土質は第2回目と比較するとやや礫量が多くなり、また泥漿材の注入量も多いところが見られるが、推定結果から c は、ほぼ同様に評価できると考えられる。以上のことから(1)式のカッタ摩耗量の推定精度を向上するには正確に係数 c を評価することが重要になる。

4. まとめ

本報告では、シールド工事において運転管理データを利用した推定式によりディスクカッタ摩耗量の推定を試みた。その結果、シールド掘進に伴うディスクカッタの摩耗量を推定できる可能性があることが解った。今後は、さらに適用事例を積み重ね、推定式における係数 c の評価方法の検討を行いカッタ摩耗量の推定精度の向上を図っていく予定である。

〔参考文献〕1) 吉野・秋夫・佐藤ほか：シールド掘進におけるディスクカッタの交換規準，土木学会第52回年次学術講演会，pp222～223，1997

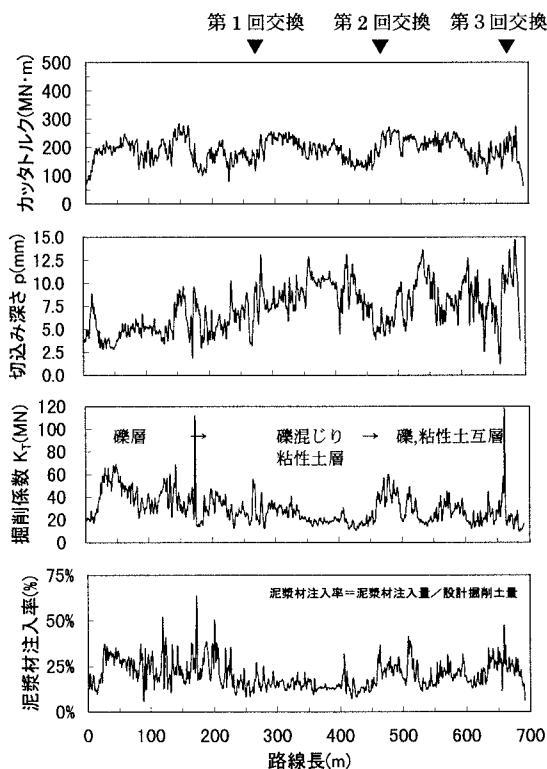


図-3. 運転管理データ T 、 p 、 K_T 、泥漿材注入率の変動

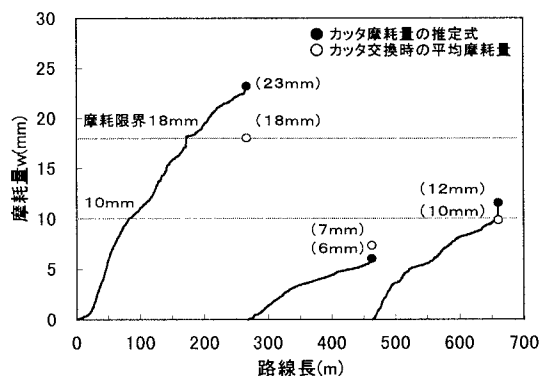


図-4. カッタ交換毎の摩耗量推定結果