

VI-81

シールド掘進におけるカッタビット摩耗量の推定

フジタ 正会員 吉野広司 秩父顕美
 同上 桑野光男 櫻田雅洋
 室蘭工業大学 佐藤一彦

1. はじめに

近年、シールド工事では建設コスト削減のために長距離化施工への技術が求められている。長距離施工では、シールド機のカッタ摩耗と適切な交換時期を事前に判断することが施工管理の上で非常に重要な課題である。このような現況からカッタヘッドの回転による地盤への掘削回転仕事でディスクカッタの摩耗と密接な関係があることに着目し、シールド掘進機におけるディスクカッタの摩耗量の推定手法に関する研究を行ってきた。本論文では、この推定手法をカッタビットにも適用を図り、実際のシールド工事において両者のカッタ摩耗量の推定から最適なカッタ交換時期について検証した結果を報告する。

2. カッタビット摩耗量の推定方法

前報よりディスクカッタの摩耗量 w_d は、カッタトルク T 、カッタ回転速度 ω 、ジャッキ速度 v を用いてシールド機が地盤に対して行う掘削回転仕事を掘削係数 $K_T = T \cdot \omega / v$ で求め、これを摩耗量の実測値との近似式 $dw/dx = c_d K_T^2$ で表し、掘進距離で積算して推定されることを述べた。そこでカッタビットの摩耗量 w_b も同様に掘削回転仕事 K_T の2乗に比例して増加するものと仮定すると、(1)式で表される。

$$w_b = c_b \cdot \int_0^L K_T^2 dx \cdots \cdots \cdots (1)$$

ここで、(1)式が成り立てば、係数 c_b を工事実績から求めることで w_b も推定することができる。

3. 適用事例

カッタ摩耗量の推定を行った水道管布設工事は泥土圧式シールド工法で外径 2,130mm、工事延長 1380.9m (1835 リング)である。シールド機のカッタヘッドは図-1に示すように、ディスクカッタ(φ300~310mm)が9セット、カッタビットが36個取り付けられている。メーカーが指示している摩耗限界はディスクカッタ $w_{dmax} = 8\text{mm}$ 、カッタビット $w_{bmax} = 15\text{mm}$ である。図-2に示すように地質調査結果からシールド通過部の地層は、礫径φ5~50mmや玉石φ100~200mmが混在する洪積砂礫層である。

4. カッタ摩耗量の推定と交換結果

地質調査から施工前には大きな礫や玉石が多く出現し、ディスクカッタの摩耗が早く進行すると想定された。しかし、実際にはシールド機からの排出土に砂礫分は少なく、全体的に粘土質砂が大半を占めている。図-3に示すようにシールド機の掘進データからも変動は小さく、一定の掘進管理で推移している。この工事のカッタ交換は597、1081、1580リングの計3回行っている。全体を通して、カッタビットは超硬チップの欠損はなく、母材の摩耗が大きく進行した。ディ

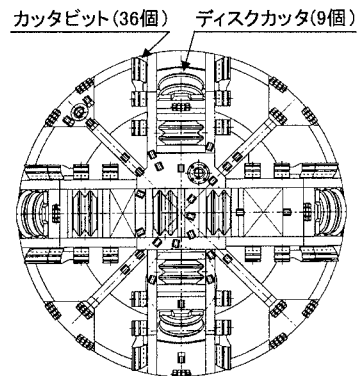


図-1 カッタヘッドの形状

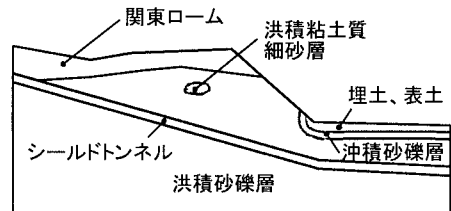


図-2 地質構成

シールドトンネル、カッタビット、ディスクカッタ、摩耗、推定

〒224-0027 横浜市都筑区大柵町74 TEL045-591-3911 FAX045-592-8657

スクカッタも母材の摩耗が進行していたが、偏摩耗は無く、回転状況は良好である。摩耗はディスクカッタよりもカッタビットの方が摩耗限界に近く進んでおり、これは地盤中の砂分の含有量が多く、カッタビットによる切削の寄与が大きかったためと考えられる。

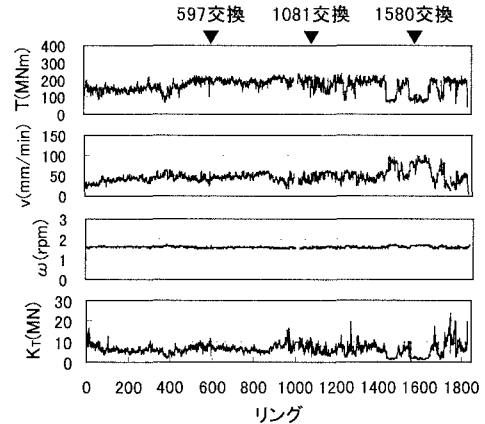
カッタ摩耗量の推定に当たり、過去に類似の工事実績がないため、今回は表－1に示すように交換毎に K_T と摩耗量の実測値との近似式より係数 c_d と c_b を求め、次回の推定に利用した。なお、第1回目まではデータ計測のみを行い、初期係数の算定に当てた。またディスクカッタの推定は、第2回目から到達まで使用したカッタを対象としている。カッタ摩耗量の計測は、いずれもカッタ母材の摩耗高さとし、カッタ総数の平均摩耗量である。これより本工事ではカッタビットの方が平均 4.6 倍摩耗していることがわかる。

図－4、5 は各々のカッタ交換毎に(1)式で算定した摩耗量の推定値と実測値のグラフである。図中の実線はカッタ摩耗量の推定結果の軌跡を示し、掘進中はこの増加傾向を監視しながら交換位置の判断を行った。推定結果から、ディスクカッタの第2回目の推定誤差は+1.3mm、到達時では+0.8mmとほぼ近い結果であった。カッタビットの第2回目の推定誤差は－1.2mm、第3回は－0.4mm、到達時は+2.0mmと近い結果が得られた。このように本事例では交換毎に係数を修正する方法を用いたが、 w_d と w_b の推定値は実測値とおおむね近い結果を得た。これより、カッタ交換時期は、第2回目の交換ではディスクカッタよりもカッタビットが摩耗限界付近となる最適な位置を決定した。また、第3回目は $w_b=11.8\text{mm}$ の推定位置で早期に交換を実施し、到達時にいずれのカッタも摩耗限界より余裕を考慮した位置にて交換を行うことができています。

5. まとめ

本報告では、シールド工事においてディスクカッタとカッタビットの両方から摩耗量の推定を試みた。その結果、カッタビットにおいても摩耗量を推定できる可能性があり、最適なカッタ交換時期の判断が行えることが判明した。今後はこの推定手法を基に、カッタ寿命の予測手法の確立を行い、長距離施工技術の向上に努めたいと考える。

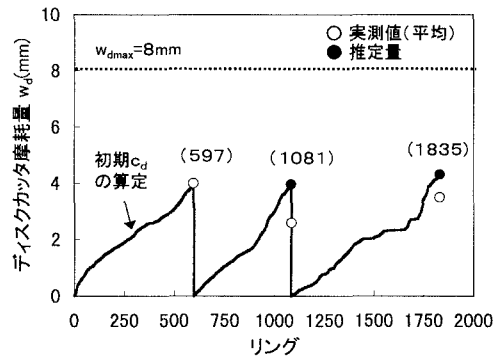
【参考文献】 1) 吉野・秩父・佐藤ほか：シールド掘進におけるディスクカッタ摩耗量の推定，土木学会第53回年次学術講演会，pp100～101，1998



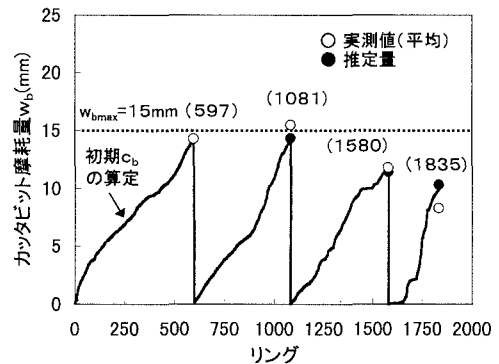
図－3 運転管理データ T 、 v 、 ω 、 K_T の変動

表－1 カッタ摩耗量の実測値と係数

カッタ交換	w_d 実測値(mm)	c_d ($\times 10^{-4}$)	w_b 実測値(mm)	c_b ($\times 10^{-4}$)
第1回	4.0	1.52	14.3	5.50
第2回	2.6	1.24	15.5	6.11
第3回	—	1.24	11.8	6.42
到達	3.5	1.30	8.3	6.31



図－4 ディスクカッタの摩耗量推定結果



図－5 カッタビット摩耗量の推定結果