

シールド長距離工事におけるカッタービットの磨耗について

— 磨耗検知装置の計測データと実測値からの検証 —

Wear of Cutter Bits during Long-distance Excavation by a Shield Tunneling Machine
· Verification Based on the Measurements by Wear Detectors ·

川島 幸雄^{※1}
Yukio Kawashima

後本 良介^{※1}
Ryousuke Nochimoto
重本 祐一^{※1}
Yuuichi Shigemoto

藤田 敏治^{※1}
Toshiharu Fujita
松江 秀明^{※3}
Hideaki Matsue

上田 徹^{※2}
Tooru Ueda
杉山 雅彦^{※4}
Masahiko Sugiyama

【要旨】

玉石層や洪積砂質土層を長距離掘進 (L=3,400m) する工事において、カッタービット磨耗検知装置のデータから今後の磨耗量を予測し、ビット交換を行うこととした。その際得られた実測データは、磨耗検知装置のデータと一致しており、磨耗検知装置のデータを今後の磨耗量予測に活用できること、ビットの磨耗は、摺動距離に比例していることを確認した。

本工事における、ビットの補修に至るまでの経緯と、補修工事および補修後の掘進状況について報告する。

【キーワード】 シールド 長距離掘進 カッタービット 磨耗

1. はじめに

本工事は、都道(八王子町田線)下を、掘削外径2,610mm、掘進距離L=2.4km(後に3.4kmまで追加)の泥水式シールド工法で、水道管(φ1,500mm)を新設する工事である。

図-1に本工事の位置図を示す。

長距離掘進であるとともに、対象土層は巨石、粗石を含む砂礫土や硬質砂質土が全延長の約30%になるため、カッタービットの磨耗状態を2mm単位で計測可能な磨耗検知装置を採用し、掘進を開始した。

発進開始当初は順調に掘進したが、発進して400m付近から1,300m付近に断続して換算N値150以上の硬質砂質土が当初の予想以上に続き、ビットの磨耗量が予測値よ

りも著しく超える結果となった。

また、計画の一部変更により、掘進距離がさらに1km増えたこともあり、何らかのビットの補修が必要となった。

ビットの補修は切羽安定のため地盤改良工が必要となるが、路上はほとんどが片側1車線の交通量の多い都道(八王子町田線)である。このため、通常の交通に支障とならない中央分離帯(幅6m)があるL=2,000m地点で、地上からの地盤改良を施工し、地中でのビット交換を行うこととなった。

本稿は、このビットの補修に至るまでの経緯と、補修工事、補修後の掘進状況について報告する。



図-1 工事位置図

1. 関東土木事業部 多摩シールドその2作業所
2. 関東土木事業部 麻布シールド作業所
3. 関東土木事業部 国立シールド作業所
4. 三菱重工地中建設機(株)

示す。地盤が固い区間の摺動距離は大きくなっており、1,300m 地点での実摺動距離が、既に、掘進距離 2.4km 分の予測摺動距離となっている。

両方の図を比較すると、カッター回転速度が一定のため、掘進スピードが小さいと摺動距離が長くなり、磨耗量が増える、ということがわかる。このままの状態が続くと、当初計画の施工延長の 2.4km は掘進可能であるが、追加された 1km は掘進が困難であることが推測された。特に、国道八王子バイパスや JR 横浜線直下でのトラブルは避けなければならないことから、ビットの補修が必要となった。

4. ビット磨耗量の目視確認（実測）とビット交換作業

4.1 地盤改良および切羽人力掘削

掘削ビットを目視確認するために、地上部から地盤改良（ダブルパッカー工法）を実施後、切羽前方の掘削を

人力により行った。切羽との出入口となるマンホールは $500 \times 350 \text{mm}$ と非常に小さく、チャンバー内も非常に狭い。また、スリット間も 18cm 以下となっているため、あらかじめカッターの面版の一部を切断し（写真-1）、切羽への出入を可能とした。掘削地山はモルタル吹付けで養生し、地山崩壊防止のため、施工中の地山の監視は入念に行った（写真-2）。

4.2 磨耗量の計測とビットの交換

写真-3 に示すように、磨耗検知装置を埋め込んだビットの磨耗量は 26mm で、検知装置のデータと一致していた。また、チップの欠けは散見されたが、磨耗検知装置のデータからの推定状況と大きな差は見受けられなかった。したがって、今後残り 1.4km を掘進するために、今回の磨耗実績から推定・検討を加え、仕事量の大きい $\phi 1,220 \text{mm}$ よりも外周側のすべてのビット 28 個を交換、最外周部に 6 個増設することとした（図-5）。



写真-1 スリット部開口設置



写真-2 人力掘削完了（吹付養生）

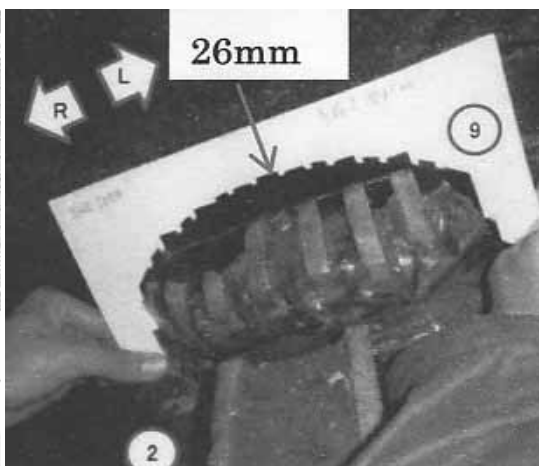


写真-3 磨耗検知装置を埋め込んだビットの磨耗量計測

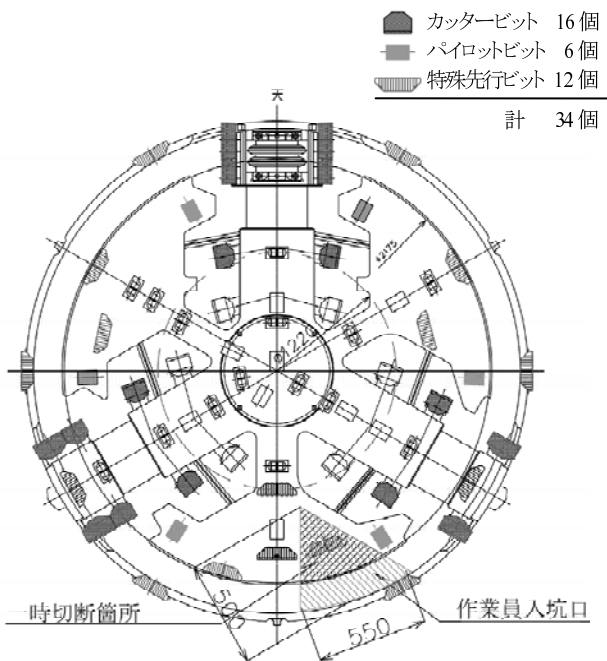


図-5 ビット交換範囲

5. ビット交換後の状況

ビット交換後は、磨耗検知装置を埋め込んだビットの周囲のビットを交換したためそれらの高さが20~30mm程度高く、磨耗検知装置を埋め込んだビットを保護しているため、計測は行わなかった。

その後、相変わらず事前のポーリングデータだけでは推定できない巨石、粗石を含む砂礫土、硬質砂質土などの地層が出現したが、磨耗が原因とみられる推力の上昇、カッター圧の変動はみられず、2010年5月6日に無事到達した。

6. まとめ

今回の掘進では、換算N値150以上の硬い地層が予測以上の長い範囲で出現し、掘進スピードが上がらず、それがビットの摺動距離を増大させ、それによって磨耗が進んだ。搭載した磨耗検知装置のデータから、以下のことを確認した。

- 1) 磨耗検知装置のデータは、実測データと一致しており、磨耗検知器データを今後の磨耗量予測に活用できる。
- 2) ビットの磨耗は、摺動距離に比例している。

今回の路線のように、多種の土質に対応するシールド機の製作は不可能である。

したがって、本工事のような長距離掘進の場合は、ビットの磨耗状況をいつでも確認できる磨耗検知装置を搭載することが、非常に有効であることを確認できた。

謝辞: 本工事にあたりましては、多摩水道改革推進本部の皆さまをはじめ、各方面の方々にご指導を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 飛島建設株式会社：特許公報3858196、シールド掘進機のカッタ磨耗検出センサ及び検出装置、2006.12.13

Summary In the long-distance tunnel excavation over a length of 3,400 m through bouldery and alluvial sand formations, the degree of wear of cutter bits was predicted based on the data collected by cutter bit wear detectors and the measurements of wear for bit replacement. As a result, it was found that the data obtained using wear detectors was in agreement with the measurements, that the data collected by wear detectors could be used for predicting subsequent wear and that the wear of bits was proportional to the distance of sliding.

Key Words: Shield Tunnel, Long-distance Excavation, Wear of Cutter Bit