

VI-203 玉石を含む砂礫地盤におけるビットの摩耗について （調布共同溝工事）

佐藤・東急・大日本特定建設工事JV	正会員	若菜 静夫
建設省関東地方建設局相武国道工事事務所		澤本 正司
佐藤・東急・大日本特定建設工事JV		土屋 利彦
同 上	正会員	西本 浩二
石 川 島 播 磨 重 工 業		他田 正雄

1. はじめに

近年、砂礫地盤、軟岩におけるシールド工や長距離シールドの施工が増加してきている。これに伴い、カッタビットの摩耗に関して、ビットの交換方法、材質、製作方法などの研究が進められている。現在工事中の調布共同溝工事では、玉石を含む砂礫地盤を約 2,500m にわたり 1 台のシールド（ ϕ 6,340mm）施工しており、今回、中間立坑においてビットの点検を行った。本文は、砂礫地盤に対するビットの計画と中間立坑における点検結果について報告するものである。

2. 工事概要

本工事のシールドは、土質条件、掘削土砂の処理などの条件から、泥土圧式の掘削機構と泥水式の流体設備を有したシールド工法を用いている。立坑は、発進立坑、中間立坑 4 箇所および到達立坑がある。今回、発進から約 620m にある最初の中間立坑に到達しており、この後 3 箇所の中間立坑を通過して到達立坑に至るものである。

シールドの掘削対象地盤は、礫率72%、N値50以上、最大径 500mm の玉石（ $\sigma_c=800\text{kgf/cm}^2$ ）が点在する砂礫層と固結シルト層と互層であることが土質調査結果から報告されていた。

3. カッタヘッド形状、カッタビット配置、カッタビット素材の検討

3-1. カッタヘッド形状

砂礫地盤において、カッタヘッド形状を選定する場合には、礫を破砕するか、もしくは呑み込むかの 2 通りの考え方に分かれる。本工事では想定礫径500mmの玉石が点在することから、これを破砕することによる衝撃によって周辺の地山が緩むことが想定され、かつ、礫率が高いことから積極的に礫を破砕することによりカッタビットの寿命が低下すると判断した。これより、カッタヘッド形状は礫を呑み込む考え方を採り、開口幅をスクリーコンベヤの最大排出礫径から設定して 440mm とした。礫の長径方向の長さから考慮すると、礫径 500mm の玉石も呑み込みが可能である。

3-2. カッタビットの配置・カッタビット素材

カッタビット・ローラーカッタの配置は、カッタヘッド形状を礫呑み込み式としたため、切羽の切削性を重視したカッタビット主体の仕様として、外周部には面板とカッタビットの保護を目的としたローラーカッタ（チップインサート型）を 8 基装備した。また、カッタビットの耐久性を高めるために、耐久性向上の信頼性が高く、実績も多い高低差ビット配置を採用した。

カッタビットの超硬チップは従来材の E 5 種と新素材で長距離対応型の E 3 種について比較検討した。E 3 種は硬度が高いものの靱性（抗折力）が不足していたため、砂礫地盤では礫の衝撃によってチップの欠損や脱落等の現象が生じていたが、近年改良が加えられ砂礫地盤における適応性が高くなり、使用実績も増加している。しかし、本工事は想定した玉石の礫径が500mmと大きいことから、チップの靱性・耐衝撃性を重視して、土質条件に対して安全性の高い E 5 種を採用し、掘進途中の中間立坑においてビット点検を行うこととした。

4. カッタビットの耐久性検討と計測結果

4-1. カッタビット耐久性の事前検討

計画段階での超硬チップの摩耗係数（計画値）は、過去の類似地盤における施工実績などから、土質区分別に表-1の計画値を設定している。本工事においても当初の土質条件より砂礫主体の土質および砂礫・細砂の互層土質と判断し、摩耗係数を0.025～0.030mm/km、推進速度を $V=20\text{mm/min}$ と設定して、カッタビットの推定摩耗量と、交換必要回数を算出した。その結果、図-1の点線に示すようにカッタビットの交換は、No.3中間立坑における1回の予定であった。

4-2. 摩耗計測結果

No.5中間立坑到達時のビット点検、計測からカッタビットの約70%が交換必要な状況であった（図-2参照）。摩耗の状況は、超硬チップの残っているビットと残っていないビットがあり、それぞれのビットとも角が丸くなっている（写真-1参照）。全ビット数90個のうち、超硬チップの残っていたビット43個の摩耗計測結果から摩耗係数を算出すると0.024～0.063mm/km（平均＝0.041mm/km）であり、計画値を大きく上回っていた。

ビット破損が多く、摩耗係数が大きくなった要因として①中間立坑掘削時に採取した玉石（砂岩）の一軸圧縮強度の試験結果は、 $\sigma_c = 3,495\text{kgf/cm}^2$ であり、当初の玉石想定強度（ 800kgf/cm^2 ）を大きく上回る結果であったこと、②掘削土砂には玉石の破砕片とみられる角張った石が多数含まれており、大きさは特定できないものの破砕が必要となる玉石の出現率が高かったと思われること、などである。

今後のビットの交換予定を、点検による実績値の摩耗係数0.041mm/kmを用いて再検討したところ、今回の交換を含め3回の予定となった（図-1参照）。

6. おわりに

シールドは、この後3か所の中間立坑を通過し、到達立坑に達するが、それぞれの立坑でビットの点検、摩耗計測を実施する予定である。今回の実績が多摩地区をはじめ類似の土質条件の工事の参考になれば幸甚である。

表-1 超硬チップの摩耗係数

土 質 区 分		超 硬 チ ッ プ 摩 耗 係 数
計画値	砂・礫混り砂・土丹	0.020mm/km
	砂 礫	0.030mm/km
No.5 中間立坑における		0.024～
実測値		0.063mm/km

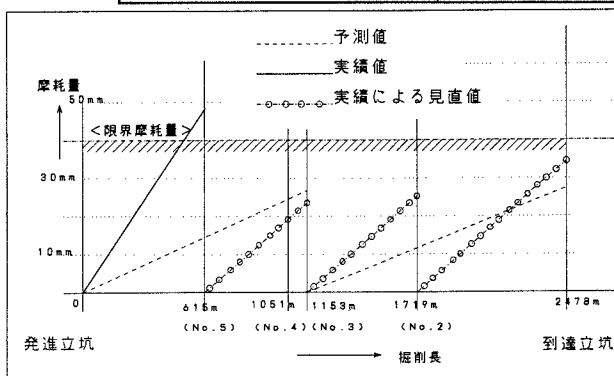


図-1 カッタビット摩耗量と交換回数

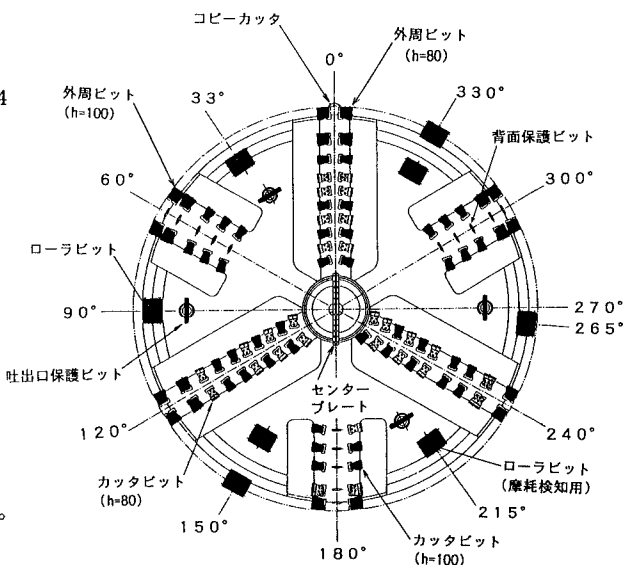


図-2 カッタビット交換状況（網かけ部を交換）

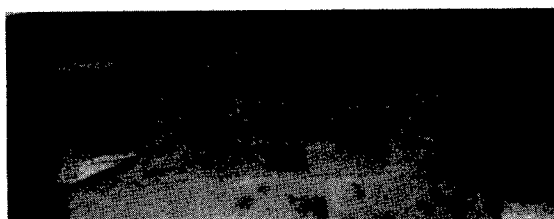


写真-1 到達時のカッタビット状況