

超長距離・高速掘進シールドにおけるビット摩耗特性について

関西電力(株) 中央送変電建設事務所 田中一雄, 正会員 大道武治, 正会員○深海仁司
 鹿島・三井・青木・清水・戸田共同企業体 正会員 山本 享, 正会員 坪内範和
 大成・佐藤・間・大豊・フジタ共同企業体 正会員 脇田雅之, 小倉嵩敬

1. はじめに

関西電力(株)では大阪市内の電力需要増加対策として、50万ボルト地中送電線用洞道の建設を進めている。その内、JR新大阪駅近傍の三国立坑と大阪北部に位置する万国博記念公園内の万博立坑を結ぶ区間(約11.5km)において、第2工区が5.0km、第3工区が6.5kmの超長距離を泥水加圧式シールドにより高速で掘進し、地中接合させた。超長距離掘進における重要な課題はカッタビットの耐久性確保であり、今回の工事では高硬度超硬チップ(E3材相当)を採用している。本報では、そのカッタビットの摩耗特性について中間報告する。

2. 工事概要とビット概要

工事概要を表-1、シールドルート土質縦断面図を図-1、ビット概要を表-2に示す。

表-1 工事概要

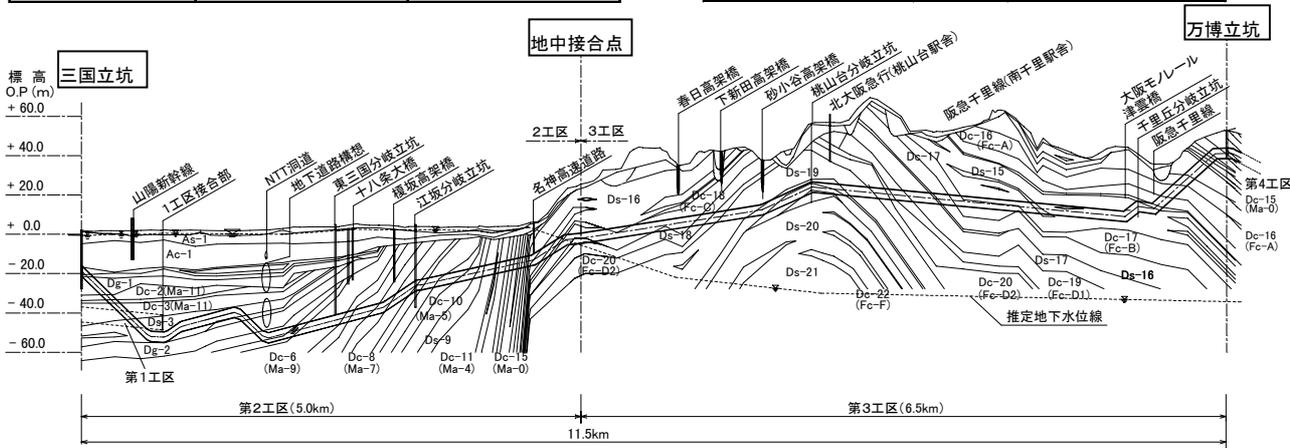
工事名	学園豊崎間管路新設工事	
	第2工区	第3工区
シールド外径(mm)	φ5.750	φ5.750
仕上がり内径(mm)	5.000	5.000
シールド延長(m)	5.037	6.457
最小曲率半径(m)	R=60	R=60
最大縦断勾配(%)	下り4.9、上り3.538	下り4.622、上り1.315
最大土被り(m)	50m	45m
シールド通過土層	沖積砂質土・粘性土 洪積砂質土・粘性土・砂礫	洪積砂質土・粘性土
最大地下水圧(MPa)	0.5	局所的に滞水(不飽和)
発進時期	H10. 8	H10. 4
到達時期	H12. 9	H12. 9

(第2工区) 表-2 ビット概要

項目	個数	備考
メインビット(E3材相当)	98	高さ65mm、幅100mm
ゲージカッタ(E3材相当)	12	最外周部のカッタビット
予備ビット(E3材相当)	36	高さ65mm、幅100mm
先行ビット(E5材相当)	141	高さ90mm、幅80mm
許容摩耗量		15mm

(第3工区)

項目	個数	備考
メインビット(E3材相当)	52	高さ100mm、幅150mm
トリムビット(E3材相当)	12	最外周部のカッタビット
予備ビット(E3材相当)	42	高さ100mm、幅150mm
先行ビット(E3材相当)	81	高さ120mm
許容摩耗量		30mm



凡例 Ac: 沖積粘性土, As: 沖積砂質土, Dc: 洪積粘性土, Ds: 洪積砂質土, Dg: 洪積砂礫土

3. ビットの摩耗

(1) ビット摩耗量の予測 (計画時)

図-1 シールドルート土質縦断面図

摩耗量の予測については、シールド通過地盤を過酷比率法により区分し、土質毎の E3 材摩耗係数(過去の施工実績から求めた E5 材摩耗係数に耐摩耗比を乗じた係数)に計画摺動距離を乗じて算出している。ここで摺動距離とは、面板の回転によりビットが周回した距離をいう。今回採用した摩耗予測式を次式に示す。

$$\text{予測摩耗量} = \Sigma (\text{土質毎の E3 材摩耗係数} \times \text{各土質の摺動距離})$$

上記式によりビット最外周部の摩耗量を予測すると、第2工区では4000m手前で許容摩耗量15mmに達し、第3工区では6000m付近で許容摩耗量30mmに達するため、両工区とも中～外周部にビット交換システム(予備ビット)を装備した。また、ビット交換システムの使用時期を判断するため、第2工区では超音波式検知ビット2個、

キーワード: 泥水加圧式シールド、超長距離、洪積地盤、ビット摩耗
 連絡先 (530-6691 大阪市北区中之島6丁目2番27号 TEL 06-6446-9786 FAX 06-6446-9888)

光ファイバー式検知ビット2組、第3工区では超音波式検知ビット4個、油圧式検知ビット3組を装備し、掘進途中における摩耗量を把握した。

(2) 施工中におけるビット摩耗量 (検知ビットデータ)

第2工区、第3工区の超音波式摩耗検知ビットによる摩耗量結果を図-2に示す。第2工区は摩耗予測線内の摩耗量である。第3工区の摩耗量は摩耗予測線に比べ約2倍で推移し、内周側 (MK02)、外周側 (MK01) 共に摩耗が同等で推移している。

(3) ビットの実摩耗量 (実績)

超音波式検知ビットの実摩耗量は、ほぼ検知データと同じであった。メインビット摩耗量 (ゲージカッタ、トリムビットも含む) と摺動距離の関係をパス別に整理したグラフを図-3に示す。第2工区では、予備ビット作動範囲のメインビット摺動距離値が予備ビット使用後も検知ビットの摩耗が収束していないため掘進完了時の値を採用した。グラフの結果では、多パスによる効果が認められず、また、バラツキがある。摩耗係数については、内周部 (1.7パス) の相関性が弱く、中外周部 (3パス) では $1.8 \times 10^{-3} \text{mm/km}$ であった。

第3工区のメインビット摺動距離値は、予備ビット使用後は検知ビットの摩耗が収束しているため予備ビット作動前の値を採用した。グラフの結果では、パス別による差異が認められ、多パスによる摩耗低減効果 (約20%) が現れている。また、バラツキも少なく、摩耗係数は内周側 (1.5パス) で $13.4 \times 10^{-3} \text{mm/km}$ 、中外周 (3パス) では $10.7 \times 10^{-3} \text{mm/km}$ であった。

予備ビットの摩耗量と摺動距離の関係を右側・左側ビット別に整理したグラフを図-4に示す。第2工区は、バラツキがあり摩耗係数の相関性が弱い。第3工区も、あまり相関性は強くないが、右側ビットで摩耗係数は $19.7 \times 10^{-3} \text{mm/km}$ であった。

4. 考察

今回報告以外に、先行ビット等の摩耗分析も整理しているところであり、現在、地盤・掘進データ等を踏まえ総合的な分析を行っているが、現段階におけるビット摩耗について、以下のことが考察できる。

- ① 第2工区と第3工区の摩耗進行速度が大きく違っているため、不飽和・飽和地盤による相違、ビットの寸法と個数による相違が左右していると考えられる。
- ② 第3工区の摩耗量は、過去の施工実績等より求めた予測摩耗量と約2倍違っていることより、何らかの地盤特性等の違いが影響しているものと考えられる。

5. おわりに

今回のシールド工事により、過去の施工実績から求めた摩耗特性と相違しているところが認められ重要視する必要がある。また、分析途中の結果ではあるが今後の長距離掘進シールドの一助となれば幸いである。

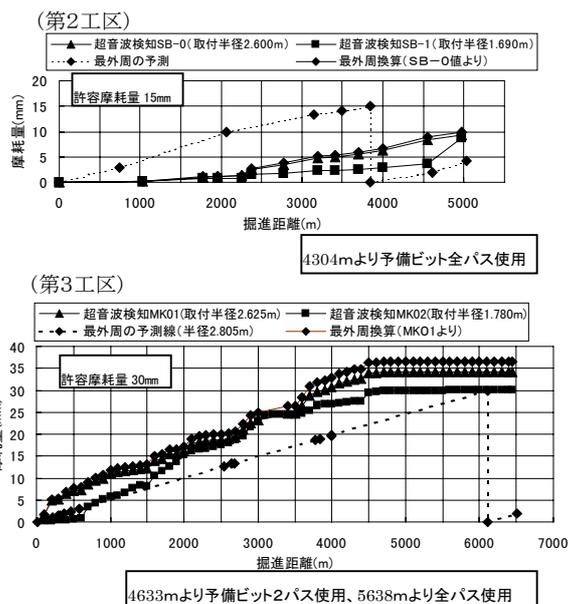


図-2 超音波式検知ビットの摩耗量

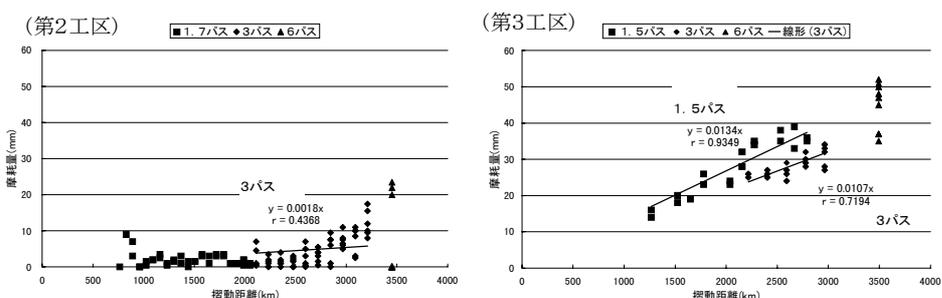


図-3 メインビットの摩耗量

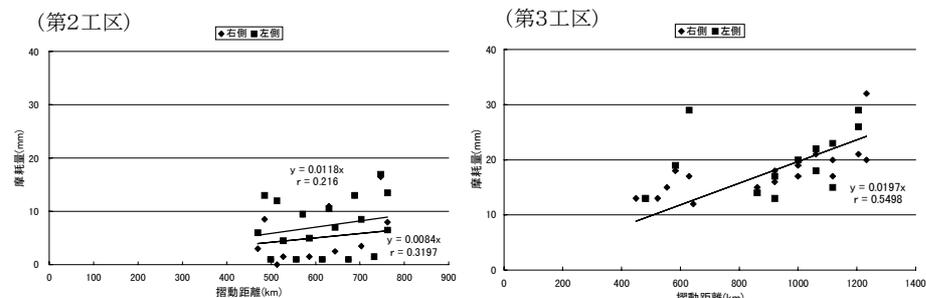


図-4 予備ビットの摩耗量