

長距離シールドにおけるカッタビットの摩耗について

関西電力（株）中央送变电建設事務所 梅田和俊 田中一雄

正会員 西 充 正会員○深海仁司

1．はじめに

関西電力（株）では大阪市内への次期電源線ルートとして、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した。長距離シールドにおける重要な課題はカッタビットの耐久性であり、今回、研究開発の上、高硬度超硬チップ（E3材相当）を採用している。本報においては、隣接工区である第4工区の長距離シールド（掘進延長3.3km、掘進速度は通常タイプ）も含めて、カッタビットの摩耗分析を行ったので、その結果を報告する。

2．工事概要とビット概要

工事概要とビットの概要を表-1、工事位置図を図-1、第2～3工区の土質縦断図を図-2に示す。

シールド掘進可能距離については、ビットの予測摩耗量により判断するため、事前に摩耗量の予測を行っている。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。

今回は前例のない長距離であり、掘進途中から押し出し可能な予備ビットを装備した。計算上では、第2工区で4000m付近、第3工区では6000m付近で使用する計画であり、第4工区は設計上不要であったが、不足の事態に備え装備した。また、掘進途中におけるビット摩耗を把握するため、検知ビットを装備している。

表 - 1 工事概要とビット概要

工 事 名		学園豊崎間管路新設工事		
工事概要		第2工区	第3工区	第4工区
	シールド外径(mm)	φ5,750		
	仕上がり内径(mm)	5000		
	シールド延長(m)	5,037	6,457	3,245
	最小曲率半径(m)	R = 60		
	最大縦断勾配(%)	下り4.9、上り3.538	下り4.622、上り1.315	下り2.65、上り14.9
	最大土被り(m)	5.0	4.5	6.0
	土層区分	洪積層粘土・砂質土・砂礫土	洪積層粘土・砂質土	洪積層粘土・砂質土
	最大地下水圧(Mpa)	0.5	局所的に滞水(不飽和)	
	N値	砂質土50以上、粘性土15以上		
ビット概要	工事期間	H8.11～H14.3	H8.11～H14.3	H9.1～H13.10
	掘進期間	H10.7～H12.9	H10.4～H12.9	H10.8～H12.7
	メインビット(個、mm)	98、高さ65、幅100	52、高さ100、幅150	92、高さ100、幅150
	ゲージカッタ(個、mm)	12、高さ65	12、高さ100	16、高さ100
	予備ビット(個、mm)	36、高さ65、幅100	42、高さ100、幅150	24、高さ100、幅150
	先行ビット(個、mm)	141、高さ90、80	81、高さ120	54、高さ120
	許容摩耗量(mm)	15	30	25

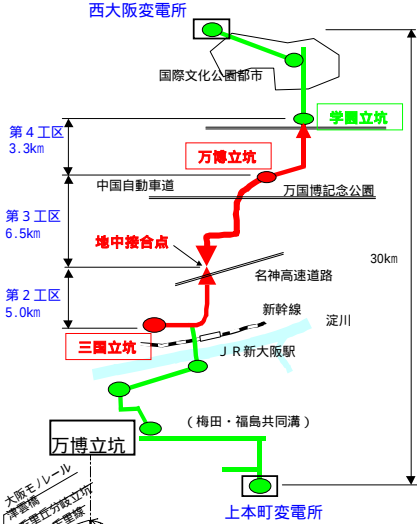


図 - 1 工事位置図

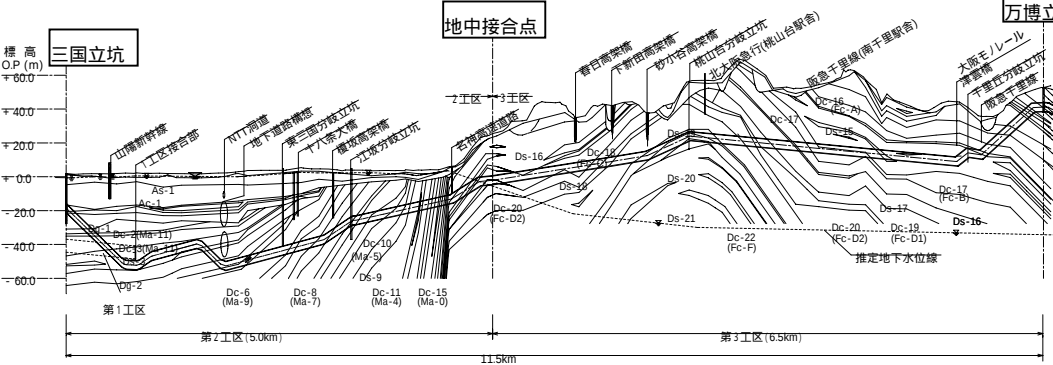


図 - 2 土質縦断図

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

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、摩耗係数

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）

3. ビットの摩耗結果

超音波式検知ビットのデータは前回紹介しているため、面板解体後の実摩耗量測定結果について紹介する。各工区のメインビット摩耗量（ゲージカッタ、トリムビットも含む）及び先行ビット摩耗量を掘動距離で整理したグラフを図 - 3、図 - 4 に示す。予備ビットのデータは、今回紹介していないが表 - 2 の摩耗係数集約結果に示す。また、予備ビット使用時期は、第 2 工区で 4304m、第 3 工区で 4633m、第 4 工区では 1529m で使用した。

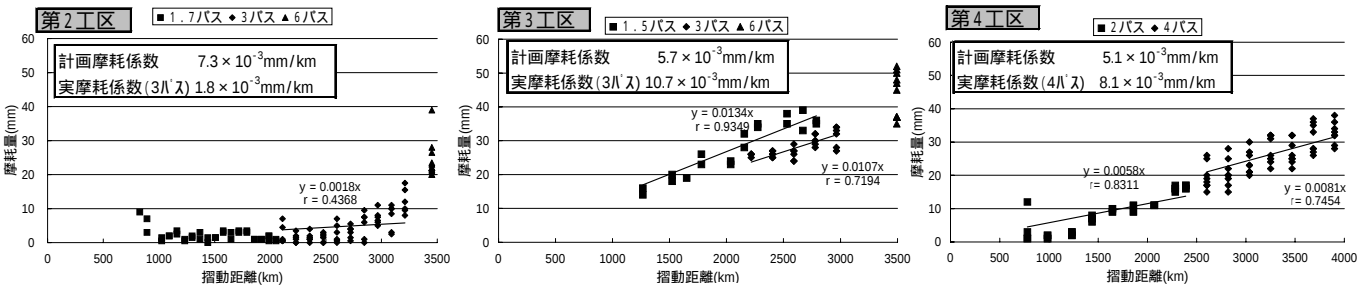


図 - 3 メインビットの摩耗量

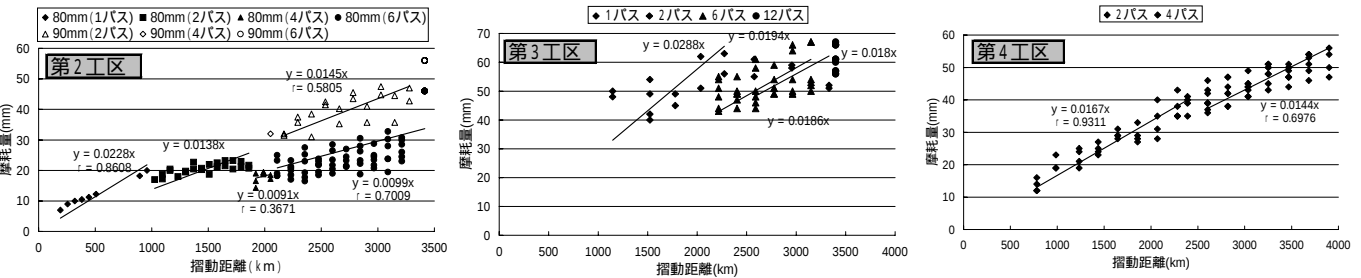


図 - 4 先行ビットの摩耗量

表 - 2 摩耗係数の集約結果			
(摩耗係数の比較)			
項目	第 2 工区	第 3 工区	第 4 工区
メインビット	・計画摩耗係数の約 1 / 4 ・多パスによる摩耗低減効果無し	・計画摩耗係数の約 1.9 倍 ・多パスによる摩耗低減効果あり	・計画摩耗係数の約 1.6 倍 ・多パスによる摩耗低減効果無し
予備ビット	・メインビットの約 6 倍	・メインビットの約 1.9 倍	・メインビットの約 2 / 3
先行ビット	・メインビットに対して約 5 ~ 12 倍	・メインビットに対して約 1.7 ~ 2.7 倍	・メインビットに対して約 1.7 ~ 2 倍

4. 考察

高硬度超硬チップによるカッタビットの耐摩耗性については、第 2 工区の摩耗係数が計画摩耗係数以下であったため、十分に耐摩耗性が確保されたものと考える。また、耐衝撃性については今回紹介していないが、ほぼ満足されていた。

第 3、4 工区は、計画に対して摩耗が大きい結果となっているが、これは不飽和地盤を掘進しているための原因であると考える。

第 4 工区では、第 3 工区に比べ小さな摩耗係数となっており、高速掘進・不飽和と、通常掘進・不飽和によっても違いがあるものと考える。よって、不飽和地盤でのビット摩耗予測を行う場合、掘進速度も考慮した摩耗係数を採用することが必要と考える。

先行ビットの効果が各工区で相違していることから、先行ビットの数、先行ビットの間隔、また、それらとのメインビットの配置関係等が左右しているものと考える。

現設計では、先行ビットの相違による摩耗低減効果、メインビットの大きさ（幅、高さ）、ビットのパス効果、地盤条件（不飽和・飽和）等を考慮していなかったが、今後はこのような条件も含めた設計を行う必要があると考える。

5. おわりに

今回、報告したカッタビット以外にも、面板側面部の溝化激摩耗やアジテータの損耗等があり、計画時には予想していなかった知見が得られていることから機会を追って報告したい。最後に、今回得られた知見が今後の長距離シールド工事への一助となれば幸いである。