

小断面・長距離・岩盤土砂複合地盤における泥土圧シールド機の ビット交換計画および施工

西松建設(株) 高知送水幹線出張所 正会員 ○木目田 浩堯
西松建設(株) 高知送水幹線出張所 安村 秀樹
西松建設(株) 土木設計部 正社員 村上 初央

1. はじめに

本工事は高知県高知市の送水幹線二重化事業のうち、朝倉東町から小石木町の区間(3工区:3.37km)について、泥土圧シールド工法による一次覆工後、その内部へダクタイル鋳鉄管(DIPφ1,100 mm)を挿入し送水幹線を築造するものである。シールド路線の地質は、岩盤、砂礫、粘性土と変化するため、シールド機はローラカッタと先行ビットを入替え可能な換装型を採用した。本稿は、シールド機ビット交換の計画と実績について報告する。

2. 地質概要

本工事のシールド掘削断面は図-1に示すように、土砂地盤と岩盤が交互に出現する複雑な地盤である。

発進位置はN値50の洪積砂礫層であり、φ100mmを超える玉石を含んでいる。発進から900m付近で、一軸圧縮強度34N/mm²の砂岩に変わる。1700m付近では、一軸圧縮強度14N/mm²の泥岩となる。この900m~1700m間の800mが泥岩砂岩互層区間となる。1700m以降はN値8の粘性土層、N値23の砂層と土砂地盤となる。発進から3100m付近から一軸圧縮強度54N/mm²のチャートとなり、到達部では一軸圧縮強度65N/mm²の砂岩となる。

表-1 地質一覧

地質名	記号	N値	工性	記 事
盛土層	B	5	緩い	山士の盛土で締まっている
第1砂礫層	Ag1	20.7	中位	礫φ5~60mm 礫60~80% 礫は円礫が主体である
第1泥質層	Ac1	2.4	軟らかい	河成堆積物で腐植物を挟在する
火山灰	Asv	12.5	中位	新期火山噴出降下堆積物(シラス)
第2砂層	As2	10.8	中位	貝殻片が挟在する
第2泥質層	Ac2	6.2	中位	海洋性内湾堆積物 腐植物・貝殻片が堆積している
第2砂礫層	Ag2			
粘性土	Dc	8.0	中位~硬	概ね均質なシルト~粘土主体 含水中位~多く、粘性中位~高い
砂礫・砂 および 粘性土互層	Dgc	13.0	中位	礫径φ10mm以下の砂礫~シルト質砂~砂質シルト 層厚10cm~30cm以下の薄層で不規則な互層状を呈する
第2砂礫層	Dg2	27.1	密な	
第3礫層	Dg3	24.9	非常に 密な	段丘砂礫堆積物で、礫は広くサレを呈している
基盤岩		>50	D~DM級	古生代堆積物で砂岩・泥岩を主体とする

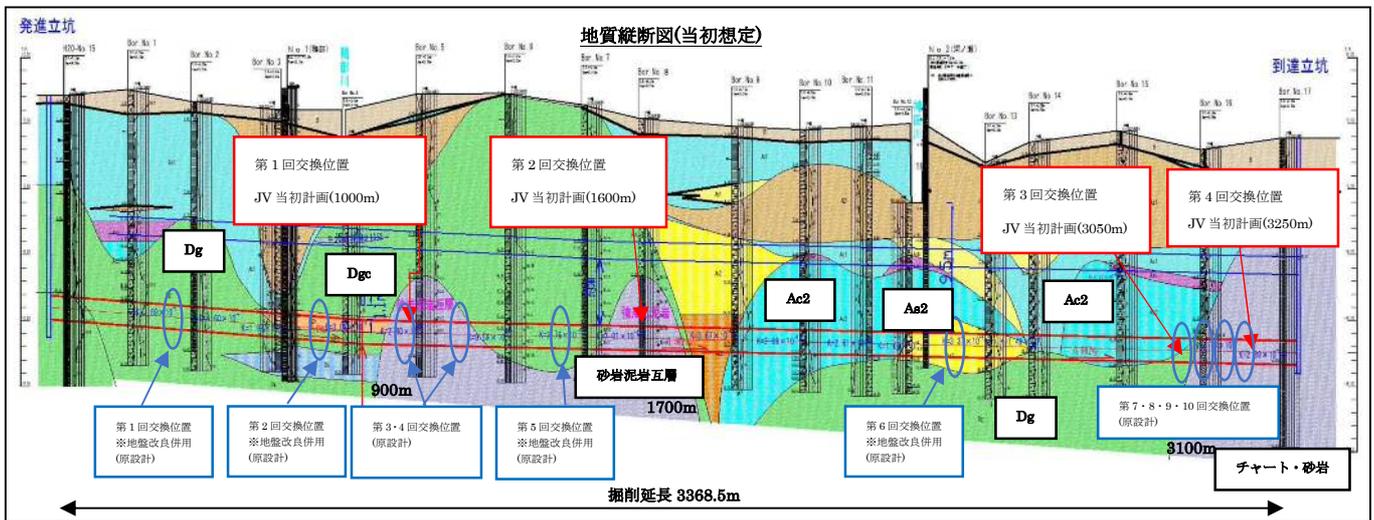


図-1 地質縦断面図

3. ビット交換計画

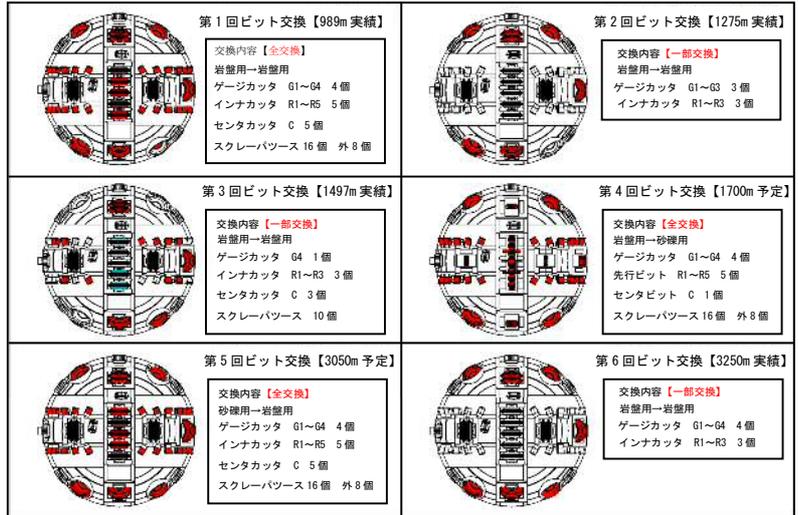
岩盤区間以外の砂礫土・粘性土・砂質土では、シールド機ビット交換時に、地盤改良を行う必要がある。本工事のシールド路線は国道56号の歩道下であり、埋設物により地盤改良を行なうことには、課題が多い。このため、ローラビットは耐久性のある超硬チップ(JIS E5)を採用することで、ビットの摩耗量の計算(図-4参照)を行い、交換を岩盤区間での4回として当初計画を行った。図-1にビット交換位置の原設計および受注後にJVにて計画したシールド発進前の当初交換計画を示す。

キーワード シールド, ビット交換, 摩耗量, ローラビット, 換装型

連絡先 〒540-8515 大阪府中央区釣鐘町2-4-7 西松建設株式会社 西日本支社 TEL:06-6942-8855

4. ビット交換計画変更

第1回ビット交換を掘進開始から989m地点で実施した。定期的にビット摩耗調査を行い、第2回ビット交換を1275m地点で実施した。第2回ビット交換後、掘進中のカット圧、総推力、掘削土の色の変化が見られなかったため、掘進距離900m~1700mの800m区間を全て岩盤区間と想定した。岩盤区間増加に伴い、ビット交換計画の変更を行った。図-2に計画変更内容を示す。岩盤区間800m部分で4回(989m,1275m,1497m,1700m)の交換計画とし、交換回数を計6回に変更した(図-2参照)。



※交換実施ビット・ローラ⇒赤色 転用するビット・ローラ⇒青

図-2 ビット交換計画

5. ビット交換実績

表-2に第1回ビット交換から第4回ビット交換までのビット摩耗計測値を示す。第1回(989m)交換時、インナカッタ(R1~R3)は計画値を超え、超硬チップが欠損していた。インナカッタR1の摩耗量の計画値および結果グラフを図-4に示す。第1回交換時の摩耗量が計画値と異なっていたため、定期的に摩耗調査を実施した。摩耗調査結果から、第2回(1275m)以降の交換位置・交換内容を判定した。岩盤区間での交換数量が多かったビットはインナカッタ(R1~R3)の4回である。これは、当初の想定より粘性土が多く、インナカッタの回転が阻害されて、偏磨耗が生じたと推定される。

表-2 ビット摩耗計測結果

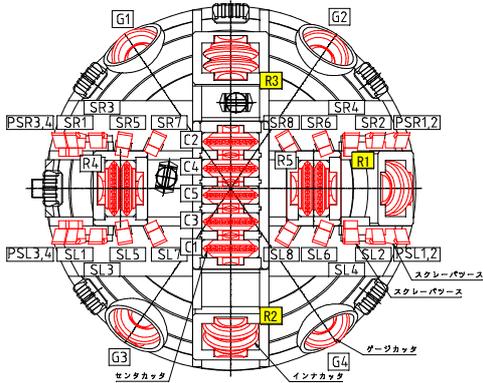


図-3 シールド機ビット位置図

名称	記号	許容値 (mm)	摩耗計測値 (mm)											
			第1回交換 989m	第1回調査 1025m	第2回調査 1087m	第2回交換 1275m	第3回調査 1374m	第3回交換 1487m	第4回調査 1497m	第4回交換 1669m				
外周スクレーパース	PSR1	30	10											
	PSR2	30	21											
	PSR3	30	8											
	PSR4	30	26											
	PSL1	30	25											
	PSL2	30	4											
	PSL3	30	4											
	PSL4	30	20											
スクレーパース	SR1	30	19									10		
	SR2	30	24									11		
	SR3	30	32									9		
	SR4	30	15									9		
	SR5	30	24									7		
	SR6	30	17									7		
	SR7	30	20									7	25	
	SR8	30	13									7	25	
セントカッタ	C1	10	8											
	C2	10	8											
	C3	10	11											
	C4	10	10											
	C5	10	4											
	R1	10	2		2	6		7	7	3		欠	欠	欠
	R2	10	2		2	5		6	2	4		欠	欠	欠
	R3	10	2		2	5		5	2		欠	欠	欠	
ゲージカッタ	G1	10	4		0	4		5	5		5			
	G2	10	4		1	4		6	3		5			
	G3	10	7		3	3		6	3		5			
	G4	10	7		2	5		9	7		6			

※「欠」は超硬チップの欠損
※赤字はビット交換を行ったビットを示す

6. まとめ

ビット交換計画は岩盤区間が想定より長く、交換回数を見直す結果となった。ビット交換については約200mの岩盤掘削でインナカッタの超硬チップの欠損が確認された。超硬チップの摩耗よりも、母材の摩耗・損傷が見られたため、母材の強化が必要と考えられる。ビット摩耗調査を定期的に行うことで、交換ビットの準備、交換時期、数量を把握することができ、シールド施工を円滑に進めることができた。



写真-1 超硬チップ欠損 写真-2 1487m 地山状況

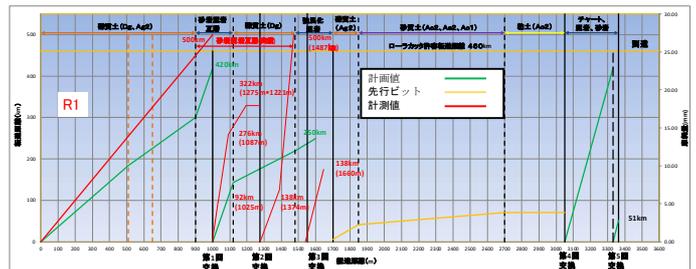


図-4 R1 摩耗計画値および結果グラフ