

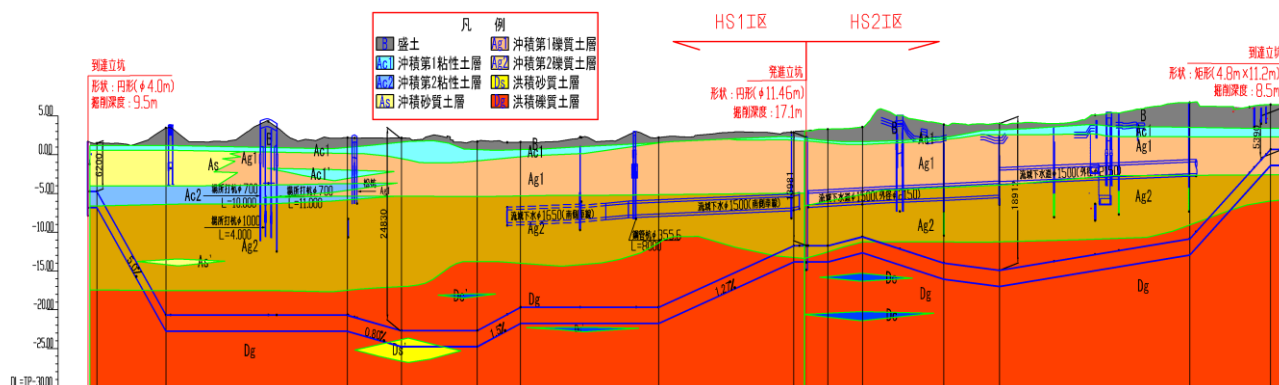
洪積砂礫層における長距離シールド工事の掘進実績

— 高圧ガス導管 姫路・岡山ラインにおける小断面非開削工事（その2） —

鹿島建設株式会社 ○正会員 平井孝志
 鹿島建設株式会社 正会員 仙波尚史
 大阪ガス株式会社 正会員 宮川公一

1. はじめに

本工事は、大阪ガスの高圧ガス輸送導管を敷設する事業（兵庫県姫路市～岡山県岡山市、総延長 86.0km）のうち、兵庫県姫路市～兵庫県揖保郡太子町の約 5.5km を泥土圧シールド工法（仕上り内径 $\Phi 2,000$ mm）にて掘削し、掘削完了後、坑内にガス導管（ $\phi 600$ mm）を配管した後（ガス導管の溶接は別途発注工事）、ガス導管周囲の空隙部をセメントベントナイトにて中詰めする工事である。この地域は揖保川流域で砂礫層が広く堆積しており、以前に施工された下水道シールド工事においては、玉石交じり砂礫層にてスクリーコンベアが閉塞するといったトラブルが発生した事例があり、また実際に発進立坑構築時にも 300 mm 以上の玉石が数多く確認された。この様な砂礫層主体の地盤でかつ長距離となる 2 路線（HS1 工区：3,313m・HS2 工区：2,211m：図－1 参照）をシールドマシン 1 台（シールドマシン外径 $\Phi 2,280$ mm）にて施工するにあたり、地山の安定を図るための加泥材の検討、ビット摩耗量低減のための対策、玉石発生時の対応など様々な課題に対して対策を施し無事工事を完了させることができた。本報文ではその実績について報告する。



図－1 HS1・2土層縦断線図

2. 地形および地質

当該 2 工区はともに姫路市西部に位置し、揖保川水系による河川堆積物によって形成された沖積平野が広がっていて、砂礫を主体とする未固結堆積物で構成されている。掘削対象層となるのは 2 工区とも沖積砂礫層 (Ag2) および洪積砂礫層 (Dg) であり、事前調査ボーリングにおいて沖積砂礫層では最大 150mm、洪積砂礫層では最大 100 mm の未風化の礫が確認された。

3. シールドマシン

砂礫と玉石の掘削対象土に対応させるために、シールド機は巨礫対応ができ安定した掘削が可能なセミドーム型を選定した。カッターフェースについては写真－1・2 に示すように換装式強化型先行ビット仕様を選定した。長距離掘進におけるビット摩耗対策として耐摩耗性に優れた E3 種（超硬チップ）を使用し、ビット摩耗量を測定可能な検知ビットを装備した。また、巨礫出現時対応としてスリット間隔最大 280mm を確保して飲み込める構造とした。さらにスクリーコンベアは巨礫飲み込みを容易にするためリボンロッド構造とした。表－1 に装備したカッタービットの仕様についてまとめた。



写真－1 先行ビット仕様シールド機

表－1 マシンカッタービット仕様

ビット種類	個数	チップ高さ(mm)	許容摩耗量(mm)
ツールビット	22	35	18
換装強化型先行ビット	15	65	50
強化型先行ビット	20	45	30
スクレーパービット	12	30	15

キーワード：長距離シールド、洪積砂礫層、ビット摩耗、小口径

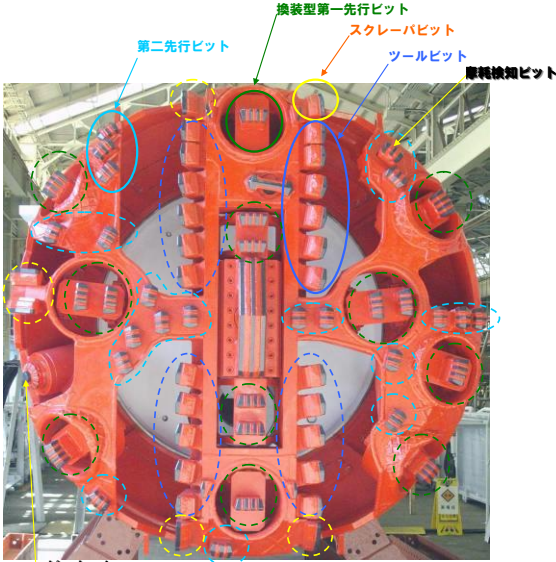
連絡先：鹿島建設(株) 関西支店土木部 〒540-0001 大阪市中央区城見 2-2-22 TEL06-6946-7076

4. 加泥材の選定

掘削添加材は、先行（HS 2）工区では、細粒分補添を兼ね 鉱物系加泥材（TAC-α）と気泡を兼用したが、TAC-α は 裏込め材としても使用していたため濃度を自由に調整できず 多少排土状態が緩い状態であった。そのため後行（HS 1） 工区では、地山にバインド分が一定量以上に含まれているこ とが確認できたので、濃度を自由に変更できる高分子系のアルカ ゲルプレミアを主体として使用し、掘進中は排土状況の改善、 カッタートルクの低減など様々な改善効果が得られた。

表－2 使用加泥材一覧

系統	鉱物系	気泡系	高分子系	
品名	TAC-α	KT-10	TACスルー	アルカゲル プレミア
配合(kg/m3)	140	1.0	1.0	3.0
注入率(%)	6～12	0.3～1.2	0.2～1.5	3～11
備考	HS2	HS1・2	HS1・2	HS1



写真－2 マシンカッターフェイス

5. ビット摩耗量の予想および確認

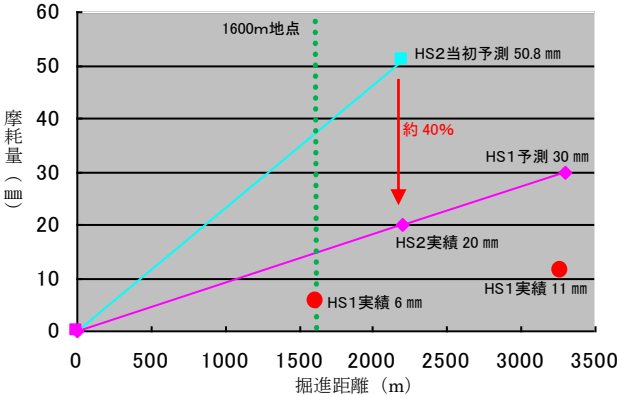
5.1 摩耗量の予測と確認

先行(H S 2)工区(延長 2211m、カッター累積回転 132,000 回)での掘進完了時でのビット摩耗実績は、一番摩耗量が大きい換装型第 1 先行ビットで最大 20 mmであった。当初の摩 耗予測 50.8 mmに対して約 40%であった。図-3 に示すように 後行（H S 1）工区(延長 3313m)については、H S 2 工区 の実績から、同程度の土砂性状の確保により 30 mm程度の摩 耗でビット交換不要と想定できたがH S 1 工区は延長が長く、

路線後半は私鉄営業線横断、国道沿線となり地上からの防護作 業が難しいため、1600m地点でビット摩耗量を計測し、想定以上の 摩耗が確認された場合にはビット交換を実施することとした。

5.2 確認結果

1600m地点における換装型第 1 先行ビットの摩耗量は約 6 mmで予 想を大幅に下回ったのでビット交換なしで工事を進めることとした (写真-3)。最終到達後のビット摩耗計測では 11 mmであった。今回、 摩耗量が少なかった要因としては、洪積砂礫層においては平均礫径 が小さかったこと、変更した加泥材がベアリング効果を発揮したこと、ビットへの負荷を低減のため低トルク掘 削（装備カッタートルク（300kN・m）に対して 50%程度）に努めたことが考えられる。



図－2 掘進距離と先行ビット摩耗量



写真－3 ビット計測状況(1600m地点)

6. おわりに

今回の工事は、玉石砂礫層の長距離シールドにおいて、想定されたリスクに事前対応した結果トラブルなく掘 進完了することができた。今後、同種工事の参考となれば幸いである。