

巨礫層における泥土圧式シールドの掘進実績

鹿島建設(株) 正会員 ○濱本真吾 奈良忠志 平井伸和 水上裕治 平木涼介

1. はじめに

国際石油開発帝石(株)の事業である富山ライン建設工事は、新潟県糸魚川市～富山県富山市までの区間に総延長約 102km のガス導管を敷設するものである(図-1)。本稿では、北陸新幹線黒部宇奈月温泉駅事業エリア内を通過するシールドトンネル(泥土圧式シールド, 延長 1,096m, 内径 1,960mm)の工事实績について報告する。当シールドは黒部川扇状地に位置し、最大礫径 1.2m 程度の巨礫を含む玉石混じり砂礫層を掘進したものである。



図-1 工事位置図

2. 施工概要

(1)地質概要

図-2に推定地質縦断図を示す。地質の特徴を以下に挙げる。

- ・砂礫層中には径 300mm を超える新鮮な花崗岩玉石が多数存在し、ボーリング結果から最大礫径は 1.2m~1.5m と推定された。
- ・掘進土層における礫分含有率は約 50%、細粒分は 5%未満である。
- ・立坑掘削時には礫径 1m 以上の巨礫が多数出現した。(写真-1)
- ・玉石の一軸圧縮強度は概ね 150MN/m² であり、砂礫層の透水係数は 10⁻¹m/s 程度である。
- ・シールドの土被りは 7.7m~11.8m であるのに対し、地下水位は GL-12m~15m と深くほぼ地下水の無い地層を掘進した。



写真-1 発進立坑に出現した巨礫

(2)シールド機

写真-2にシールド機を示す。カッタヘッドは 12 インチのディスクカッタを装備したセミドーム型とし、礫径 300mm まで取込み可能な仕様とした。ディスクカッタは、通常のリングタイプよりカッタライフが向上し、巨礫対応可能なチップインサート型を採用した。



写真-2 シールド機(外径 2,280mm)

カッタの点検・交換は、新幹線事業エリアの前後で2回計画した(発進立坑から 280m 地点および 750m 地点)。交換場所については、切羽崩壊防止のため事前に薬液注入を実施し工程短縮を図った。

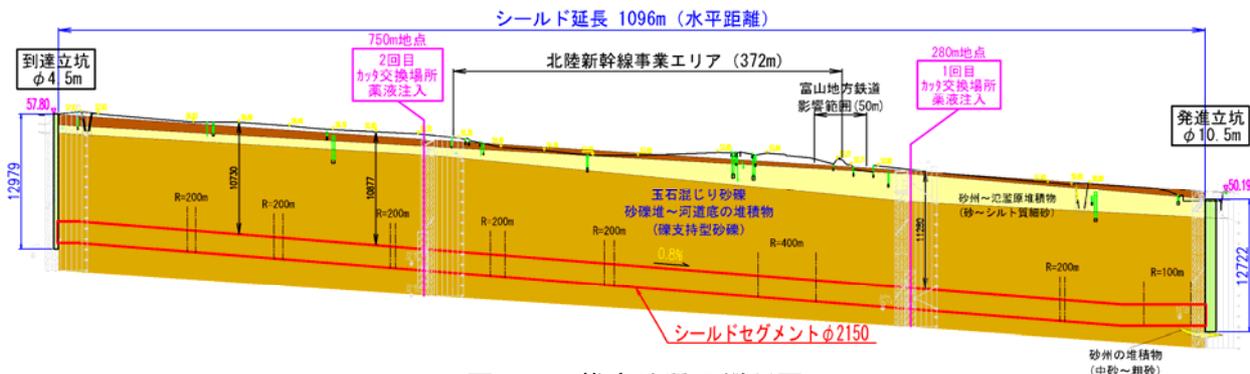


図-2 推定地質の縦断図

キーワード 泥土圧式シールド, 巨礫, 玉石混じり砂礫層, チップインサート型ディスクカッタ, 気泡

連絡先 〒950-0088 新潟市中央区万代 1-3-4 鹿島建設(株)北陸支店 TEL: 025-243-3761 FAX: 025-243-1273

3. 施工実績

(1)加泥材

表-1に加泥材の実績を示す。ベントナイト系と気泡の2種類の加泥材を併用し、それぞれ個別に Cutterヘッド 前面から注入した。加泥材の選定および配合については、事前に発進立坑築造時の掘削土により加泥添加試験を実施し性状を確認した。

気泡は50倍希釈の溶液に圧縮空気を混合しておよそ8倍発泡させたものである。気泡によりチャンバ内の掘削土の流動性向上を図り、破碎した礫によるマシンの胴締めを防止した。

掘削対象土量に対する注入率はそれぞれ23%と10%程度であり、地下水がないことによる注入量の増加は見られなかった。

(2)掘進実績

図-3に月別の掘進量を示す。当シールドは2014年12月1日に鏡切り発進、翌年1月22日から本掘進を開始し、5月29日に到達した。掘進作業は通常昼夜2班体制で施工したが、富山地方鉄道横断部の50m区間は、協議により鉄道運行時間外の夜間のみでの施工であった。

3月度は月進331mを達成し、本掘進での計画月進量220mを大きく上回り掘進工程を約3週間短縮することができた。

(3)ディスクカッタ摩耗実績

図-4にディスクカッタの摩耗量の測定結果を示す。280m地点では事前検討値と比較して50%程度の摩耗量であったが交換を実施した。これは、シールド掘進時期と新幹線建設事業の繁忙期が重なり、協議により新幹線事業エリア内(延長372m)ではカッタ交換不可という条件が設けられたためである。

2回目の750m地点においても同様に事前検討値の50%程度の摩耗量であり、到達まで許容摩耗量の14mmに達しないと判断したため、一部破損していたカッタのみを交換した。地層に適した加泥材を使用することで、事前検討以上の掘進速度が確保でき、より少ない摩耗量での掘進が可能となった。

表-2にディスクカッタの摩耗実績を示す。切込み量 P_e は Cutterヘッド 1回転当りの掘進量、摩耗係数 K はディスクカッタの転走距離1,000km当りの摩耗量、許容転走距離 λ は許容摩耗量14mmに達するCutterヘッドの転送距離である。

摩耗係数について、Cutter全数の平均値では15mm/1,000kmとなり、事前検討値の0.56倍であった。しかし、一部のCutterではチップの破損等も見られ、摩耗係数の最大値は69mm/1,000kmとなり事前検討よりも大きく摩耗したものもあった。

摩耗量が大きくばらつくのは、巨礫の存在等によってCutterへの負荷が異なるためと推察された。

4. おわりに

当シールドは、最大礫径1.2~1.5mの巨礫が存在する無水砂礫層での掘進という前例の少ない工事であったが、各種対応策を事前に検討し実践することで無事に完了させることができた。今後、当工事の実績が同種工事の参考となれば幸いである。

表-1 加泥材の実績

加泥材の種類	配合等	注入率	
		計画	実績
① ベントナイト + 高分子	90kg/m ³ 0.5kg/m ³	20%	23%
② 気泡	溶液:50倍希釈 発泡倍率:8倍	10%程度	8~10%

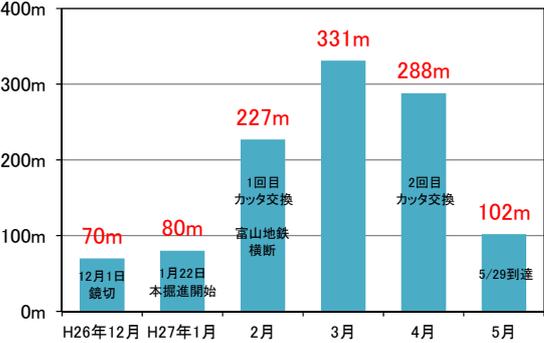


図-3 月別の掘進量

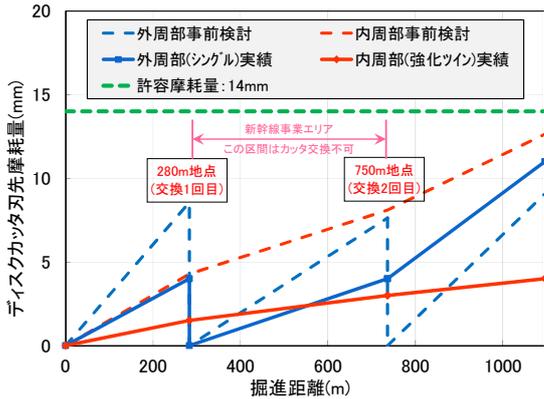


図-4 ディスクカッタの摩耗量の測定結果

表-2 ディスクカッタの摩耗実績

	事前検討値	実績値
切込み量 P_e (cm/rev)	0.78	1.17 (1.5倍)
平均掘進速度 V (cm/min)	2.11	3.16 (1.5倍)
掘進可能距離 (m)	555	929 (1.6倍) (最小:323)
摩耗係数 K (mm/1000km)	27	15 (0.56倍) (最大:69)
許容転走距離 λ (km)	519	910 (1.7倍) (最小:202)