

大断面トンネルの地山等級評価に関する考察

日本道路公団静岡建設局富士工事事務所

小林 隆幸

日本道路公団静岡建設局富士工事事務所

正会員 竹本 将

清水・熊谷・竹中土木共同企業体

正会員 磯部 哲

1. はじめに

第二東名高速道路富士川トンネルは、延長約4,500mの長大トンネルであるので、TBM導坑先進掘削工法が採用されている。この工法は、大断面トンネルの掘削に先行してTBM導坑を掘削するので、大断面トンネル掘削時の地質が、事前に、確認できると、水抜きによる切羽自立度の向上などが期待できる。本報告では、このTBM導坑での岩判定結果の本坑岩判定へのフィードバック方法とその適用性が、新切羽評価点数の差異と標準支保パターンとの関連で明らかとなったので報告する。

2. 工事概要

西坑口付近は、急峻な斜面地形であるので、下り線、上り線へのアクセスは作業横坑からとし、下り線本坑断面内にTBM発進基地を設け、ここから下り線φ5.0m TBM導坑を先行掘削した。上り線には、富士川トンネル東工事TBMが到達するので、上り線本坑断面内にTBM到達部を設けた。また、これらの掘削には、上半先進工法を適用した。

3. 地質概要

トンネルのほぼ中央付近に、地山強度比が0.3～0.7の押出し性を示す入山断層破碎帯粘土が分布する。西坑口側は、新第三紀鮮新世の浜石岳累層群で、砂岩、礫岩を基盤とする。弾性波速度は3～4 km/secと早い、岩自体は軟質であり断層帯の影響を受けて、亀裂が発達する。砂岩・礫岩の岩石試料の一軸圧縮強度は、5～40N/mm²である。土被り厚は約80～300mである。

4. 本坑断面区分の推定

ダブルシールドタイプTBMでは、支保選定に当って、掘削面の崩落度の程度が重要な判定基準と考えられている。本坑発破掘削では、切羽で設置する支保システムは、切羽進行にともない掘削外力の再配分を受け安定するが、

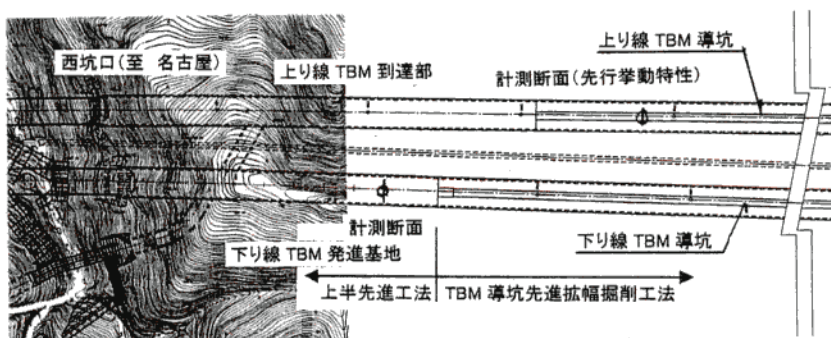


図-1 西坑口側での工事概要

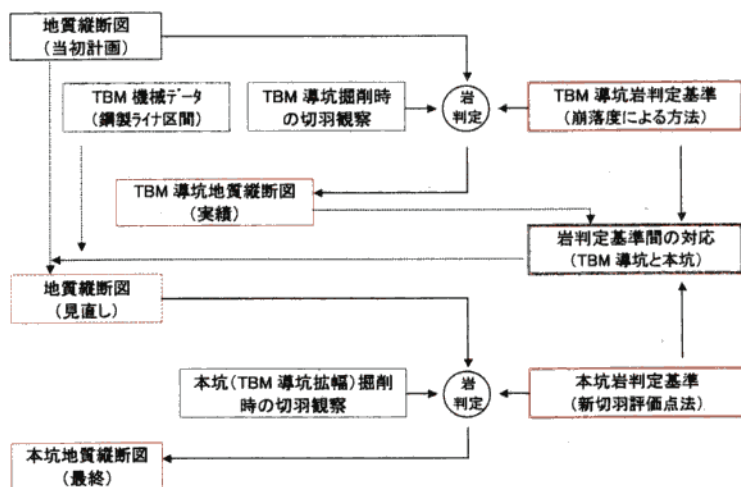


図-2 本坑岩判定フロー

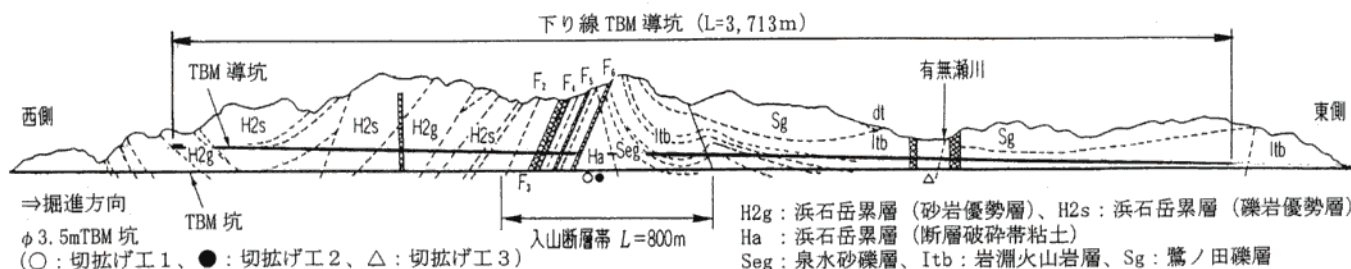


図-3 地質縦断面図

キーワード：大断面トンネル、地山等級、TBM導坑、崩落度、切羽評価点

連絡先：第二東名高速道路富士川トンネル西（その2）工事共同企業体 Tel.0544-65-0810、Fax.0544-65-0885

この掘削外力に見合う必要支保構造系は、切羽に現れる地質特性との関係で、「新切羽評価点法」を用いて判定する。TBM 導坑での岩判定基準と本坑との対応は、各々の掘削工法の特徴を考慮し、表-1のように定め、当初計画時の地質縦断面図は見直し、TBM 導坑の拡張掘削を行った。平成14年3月13日 現在の本坑掘削延長は、

表-1 本坑断面区分の推定

崩落規模	崩落状況	崩落深さ	崩落範囲	TBM 導坑の断面区分				
				C I-T	C II-T	D I-T	D I-T(1) 簡易ラケ	D I-T 鋼製ラケ
なし	—	—	—	○	○	○	○	○
小規模	単体岩塊	0.1~0.3m	部分的	○	○	○	○	○
中規模	複数岩塊	0.3~0.5m	90~120°	○	○	○	○	○
大規模	複数岩塊	0.5m~	120°~	○	○	○	○	○
地質性状				比較的堅硬であるが割れ目が細かく入っており、小塊状を呈しており、その間隙には薄い粘性土をはさんでいるが、固結度が比較的に高い軟岩などであり、切羽は自立する。				
				全体的に強い風化作用などを受けており、切羽の自立性は悪く、崩壊性軟岩である。				
				全体的に強い風化作用などを受けており、切羽の自立性は悪く、崩壊性軟岩である。				
				押出性を有する断層破砕帯粘土の特殊地山、固結度の低い砂礫層および土砂化した断層破砕帯などである。				

約 335m
であるが、
以下のこ
とがわか
った。

① C II-T
と D I-T

本坑断面区分	C I-B-P	C II-B-P	D I-B-P	D I-B1-P	D II-K-P
補助工法	—	—	フォアボ-リング	注入式長尺鋼管フォアバ-リング	—
地質	新第三紀堆積岩(砂岩・礫岩)、第四紀火山岩(安山岩溶岩、火山角礫岩)			泉水砂礫層	入山断層粘土

は、地山の自立度は高いので C II-B-P の支保構造で安定する。

② C I-T は、地山は自立するのと大断面トンネルの先行挙動特性や芯抜き効果などにより、1 進行長を 2.0m、主要支保を吹付けコンクリートとロックボルトとする C I-B-P の支保構造で安定する。

③ ラケ区間 D I-T1、D I-T1(1) は、掘削延長は約 75m であるが、切羽の自立度は低く 切羽鏡は不安定で肌落、部分崩落するので、上半 90° にフォアボ-リングを打設することにより天端の安定を確保し、トンネル掘削を確実にした。

5. 地山等級評価

延長 1,335m の本坑掘削を終えている。この間、1 日 1 回の切羽観察を実施しており、その結果から、以下のことがいえる。

① 切羽評価点の平均値は、掘削工法が異なっても、C I で 59・58、C II で 47・43、D I で 30・29 となり、地山等級 C II を除くと大差はない。

② 上半工法での地山等級判定は、切羽前方地山の推定に不確かさが残るので、同じ切羽評

価点数であっ

ても、本坑拡張掘削に比べて、保守的になる。

③ 切羽前方地山性状が明確な TBM 導坑先進

表-2 本坑掘削延長と新切羽評価点

掘削工法	地山等級区分	区間延長(m)	新切羽評価点			
			断面数	平均値	最大値	最小値
上半先進工法	C I	222.0	280	59	71	48
	C II	217.0		47	55	36
	D I	563.6		30	41	12
	計	1,002.6				
TBM 導坑先進掘削工法	C I	76.0	94	58	62	56
	C II	123.0		43	52	32
	D I	135.6		29	38	19
	計	334.6				
延長計(2002/3/13現在)		1,337.2	374			

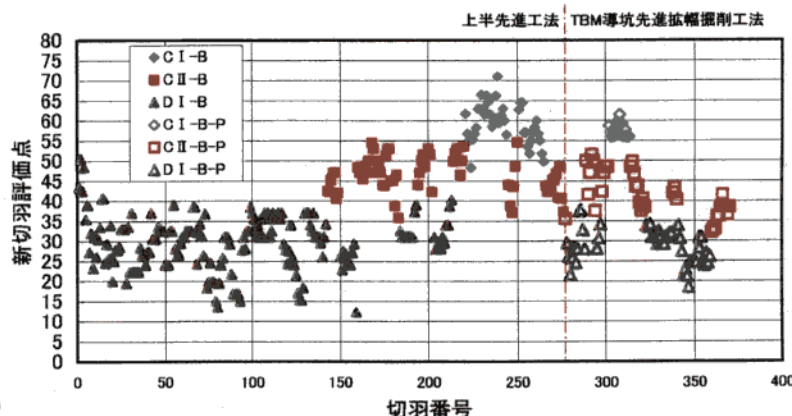


図-4 本坑断面区分の新切羽評価点（実績）

表-3 新切羽評価点による本坑断面区分判定の目安（案）

掘削工法	断面区分名	掘進長 (m)	新切羽評価点数(加重平均値)										本坑支保構造と補助工法		TBM導坑断面区分		
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	鋼7-字吹付け厚 保工 (cm)		補助工法	
上半先進工法	CⅠ-B	1.5												HH-154	15	—	
	CⅡ-B	1.2												HH-154	20	—	
	DⅠ-B	1.0													25	FP(90度)	
TBM導坑先進掘削工法	CⅠ-B-P	2.0												—	15(SFRC)	—	CⅠ-T
	CⅡ-B-P	1.5												HH-154	15	—	CⅡ-T / DⅠ-T
	CⅡa-B-P	1.5														FP(45度)	鋼製ライク終端部
	DⅠ-B-P	1.5														—	
	DⅠa-B-P	1.2												HH-154	20	FP(45度)	
	DⅠb-B-P	1.2														FP(90度)	鋼製ライク開始部

拡張掘削では、新切羽評価点が約 5 ポイント程度低くても、地山等級 C II での掘削は可能である。掘削断面積が約 20m² の TBM 導坑の先行掘削影響を受けた鏡面での切羽観察では、新切羽評価点のバラツキは小さくなる。

6. まとめ

掘削工法の特徴を考慮した本坑断面区分の推定方法は、「新第三紀層堆積岩の砂岩・礫岩での適用性は高い」、「TBM 導坑坑壁観察は、本坑地山等級判定に有効である」が分かった。今後は、鋼製ラケ背面地山性状の推定結果が不確かであるので、この区間終端付近の支保構造として、表-3 の適用性を検証する予定である。参考文献 1) トンネル施工における切羽評価点の取り扱い、JH 現場管理講習会、(財) 高速道路技術センター、平成 13 年度。