

トンネル切羽での地山評価例

中部電力(株) 正会員 早川 誠

正会員 土山茂希

正会員 近藤寛通

1. まえがき

現在、トンネルを構築するにあたり、ロックボルトと吹付コンクリートを主たる支保部材として地山の本来有する強度などの力学特性を積極的に活用しようとするNATMが標準的な工法となっている。しかし、実際の工事現場で、NATMを円滑かつ合理的に実施するには幾多の課題が残されている。その一つに地山の工学的な評価があり、これは実際の工事現場で、施工を妨げないよう、かつ施工に反映できるには施工速度に見合った時間で実施されることが必要である。本報告では、切羽観察に基づき、客観的かつ定量的に地山状況を評価する手法を、実際の工事で試行した結果を述べる。その目指すところは、地山状況にあった適切な支保の実施である。

2. 試行の概要

試行は、中部電力(株)が近日中に本格着工を目指している純揚水発電所建設工事地点での部分工事である、道路トンネルで行った。トンネルは幅が 4.8m、高さが 4.4mの馬蹄型断面で、長さが 122m。ほぼ同じ規模の既設トンネルから分岐して、地表に向け昇り勾配10%で、一発破掘進長 1.5mを標準とする全断面NATMで掘進した。地山状況は、トンネル全長のうち手前の85mが白亜紀の面谷流紋岩類、その奥から地表ま

評価項目		各 項 目 の 評 価 基 準				
ハよ ン マ 打 診 に 剥離性	打診音	1. 澄んだ音がする	2. 概ね澄んだ音がする	3. 多少濁った音がする	4. 濁った音がする	5. 著しく濁った音がする
	剥離性	1. ハンマーで強打しても、割れ目によって岩塊が剥離することはない。	2. ハンマーの強打によって、割れ目によって岩塊が部分的に剥離することがある。	3. ハンマーの普通程度の打撃によって、割れ目によって岩塊が剥離する。	4. ハンマーの軽打によって、割れ目によって岩塊が剥離する。	5. ハンマーによってわずかな打撃を与えるだけで、くずれ落ちる。
風化変質		1. 新鮮～部分的に多少風化・変質している。	2. やや風化・変質しており、一般に割れ目ぞいに変色している。	3. 風化・変質しており、部分的に変色している。	4. 風化・変質しており、全体的に変色している。	5. 著しく風化・変質しており、砂状あるいは粘土状を呈することが多い。
割れ目の形態		1. ほとんどない	2. 不規則	3. 方状		
		4. 柱状	5. 層状、板状	6. 土砂状		
割れ目の間隔		1. 300cm以上	2. 100～300cm	3. 50～100cm	4. 20～50cm	5. 10～20cm
割れ目の性状	A連続性	1. 非常に低い連続性 (割れ目の長さ50cm以下)	2. 低い連続性 (50cm～1m)	3. 中程度の連続性 (1～3m)	4. 高い連続性 (3～10m)	5. 非常に高い連続性 (10m以上)
	B密着度	1. 密着	2. 概ね密着 (間隙幅1mm以下)	3. 開口 (1～5mm)	4. 著しく開口 (5～10mm)	5. 極度に開口 (10mm以上)
	C粗さ	1. 粗い	2. やや粗い	3. 滑らか	4. 鏡肌	
	D挟在物	1. 風化生成物、粘土をはさまない	2. 一般には粘土をはさまない	3. 粘土をはさむことあり	4. 粘土をはさむこと多い	5. 割れ目の発達速度に著しく、砂状～粘土状
割れ目の方向性	切羽における	1. 水平 ($0^\circ < \theta < 10^\circ$)	2. 右から左へ ($10^\circ \leq \theta < 30^\circ$)	3. 右から左へ ($30^\circ \leq \theta < 60^\circ$)	4. 右から左へ ($60^\circ \leq \theta < 80^\circ$)	
	みかけの傾斜	5. 左から右へ ($10^\circ \leq \theta < 30^\circ$)	6. 左から右へ ($30^\circ \leq \theta < 60^\circ$)	7. 左から右へ ($60^\circ \leq \theta < 80^\circ$)	8. 垂直 ($80^\circ \leq \theta$)	
	側壁における	1. 水平 ($0^\circ < \theta < 10^\circ$)	2. さし目 ($10^\circ \leq \theta < 30^\circ$)	3. さし目 ($30^\circ \leq \theta < 60^\circ$)	4. さし目 ($60^\circ \leq \theta < 80^\circ$)	
	みかけの傾斜	5. 流れ目 ($10^\circ \leq \theta < 30^\circ$)	6. 流れ目 ($30^\circ \leq \theta < 60^\circ$)	7. 流れ目 ($60^\circ \leq \theta < 80^\circ$)	8. 垂直 ($80^\circ \leq \theta$)	
湧水		1. なし	2. にじむ程度	3. 湧水程度	4. 集中湧水 (ℓ/min)	5. 全面湧水 (ℓ/min)
切羽の状態		1. 安定	2. 多少、岩塊が抜け落ちる	3. 岩塊が抜け落ちる	4. 押し出しを生じる	5. 自立しない又は流出する
天頂・側壁の状態		1. 自立する	2. 時間がたつと、ゆるみ肌落ちる	3. 自立困難となる	4. 掘削に先行し、山を受ける必要あり	

表一 切羽における評価基準 (案)

でがジュラ紀の砂岩・頁岩からなる左門岳累層で、昭和63年12月1日に貫通した。切羽での地山評価は、硬岩であることを考慮して節理の間隔と状態、方向性、および岩石強度、湧水状態に着目した、表-1に示す基準に基づき行い、作業の都合上、昼方だけで行った。このうち、本文では、延長85mで37切羽の評価結果を得た、流紋岩における結果を記す。

3. 試行結果

切羽評価の項目と各項目毎の評価基準の適否を検討するため、各項目毎の評点のトンネル延長方向への分布状態を図-1に示す。評点は表-1の基準表の点をそのまま用いており、評点の低い程、良好な地山である。また、火薬消費量、のみ下がり、一発破掘進長の施工実績値に対する、各項目毎の評点の相関係数を表-2に示す。一般に、地山状態を計測により把握すべきであろうが、今回の施工においては計測を行わなかったため、上記の実績値で地山状態と評点の関係を検証しようとしたものである。

4. あとがき

今回の試行に用いたトンネル切羽での地山評価基準では、当地点でのトンネル掘削時の適切な地山状態評価の観点からは難がある。今回得た結果を詳細に分析して、切羽評価の項目と各項目毎の評価基準を再検討し、実用に耐えるものを探っていくたい。

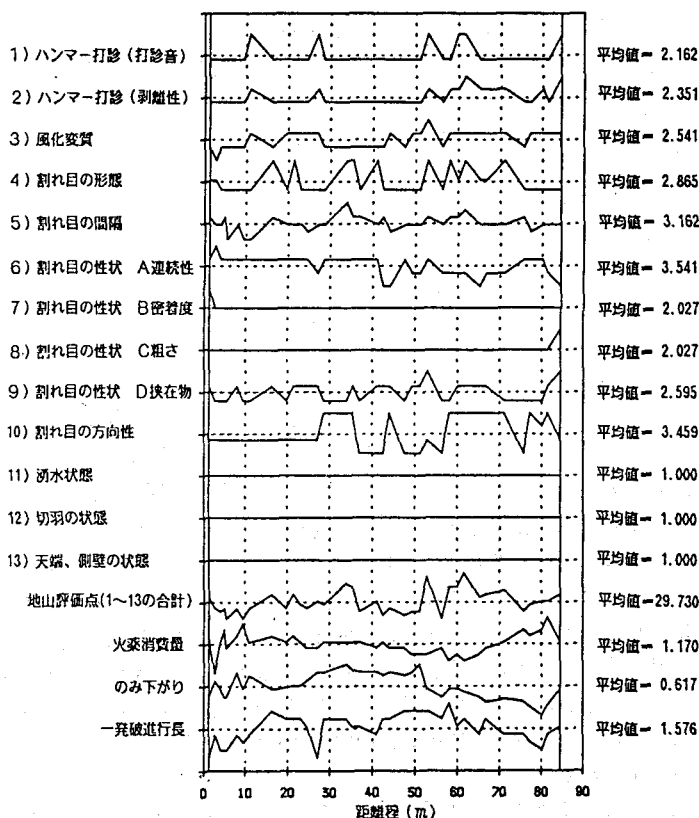


図-1 各観察項目の評点と各種施工実績値のトンネル延長方向への変動

項目名	火薬消費量	のみ下がり	一発破掘進長
1) ハンマー打診 (打診音)	-0.265	0.054	-0.022
2) ハンマー打診 (剥離性)	-0.301	-0.264	0.030
3) 風化変質	-0.080	-0.204	0.247
4) 割れ目の形態	-0.256	0.061	0.319
5) 割れ目の間隔	-0.129	0.111	0.291
6) 割れ目の性状 A連続性	0.151	0.022	-0.231
7) 割れ目の性状 B密着度	0.126	-0.146	-0.347
8) 割れ目の性状 C粗さ	0.029	-0.038	0.022
9) 割れ目の性状 D挟在物	-0.145	0.149	0.237
10) 割れ目の方向性	-0.026	-0.261	0.015
11) 湧水状態	—	—	—
12) 切羽の状態	—	—	—
13) 天端、側壁の状態	—	—	—
地山評価点(1~13の合計)	-0.231	-0.090	0.241

表-2 各観察項目の評点と各種施工実績値との相関係数

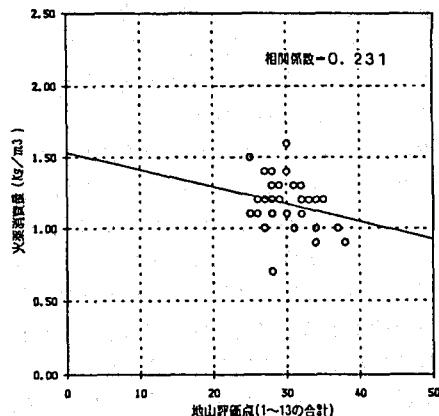


図-2 地山評価点と火薬消費量との関係