

切羽前方探り削孔を用いた効率的なトンネル施工事例

大林・銭高共同企業体（正） 玉井昭雄

大林・銭高共同企業体 田湯正孝 浅岡道太 桑高崇

国土交通省中部地方整備局浜松河川国道事務所 野田茂樹

1. はじめに

三遠トンネル（仮称）は、長野県飯田市から静岡県浜松市に至る三遠南信自動車道路のうち愛知・静岡県境に位置する延長 4,525m のトンネルで、国土交通省中部地方整備局発注によるものである。当工事は愛知県側の工区で、2 車線断面の本坑（1,895m、今回発注分）に加え、小断面の避難坑（2,739m）の施工を行っている。地質は、坑口より約 1,200m が比較的堅硬な流紋岩質凝灰岩であるが、その後約 1,600m に及ぶ中央構造線擾乱帯と呼ばれる圧砕岩類の区間（二つの構造線断層に挟まれた区間）を施工する。このため、当初より不良地山、大量湧水が懸念され、先行する避難坑の全線にわたり探り削孔（削岩機を用いた長孔削孔）を行って、切羽前方を的確に予測し合理的な施工を行っている。ここではその結果の一部を紹介する。

2. 実施結果の例

(1) データの採取

探り削孔は避難坑施工に用いている削岩機（2 バームドリルビット HD190-S）を用いて行う。1 回あたりの計画削孔長を 50～60m とし、削孔時にはリターン水の色、くり粉の性状、湧水の状況といった一般的な観測に加え、削孔速度や打撃圧等を連続的にモニターしている。この機械データを用いて「投入エネルギー（単位体積あたりの削孔に要したエネルギー）」を計算し、削孔全長にわたる投入エネルギーの変化を切羽前方評価の判断材料の一つとしている。

(2) 実施結果：ケース 1

図 1 は前方探り削孔結果の一例である。投入エネルギーが 150～350J/cm³ と値に幅があるが比較的高い値で推移しており、削孔時の孔荒れも無いことから「多少の硬軟の変化はあろうが削孔開始切羽と同様な CII パターンの切羽が続く」と想定し、実掘削時も同様な地山状況であった。

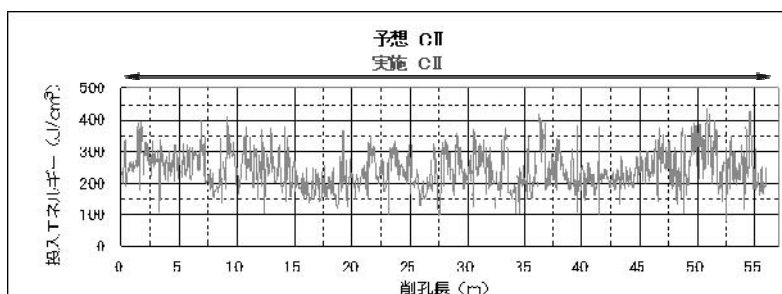


図 1 探り削孔結果（ケース 1）

(3) 実施結果：ケース 2

これは予測と異なった例である。図 2 の投入エネルギーでは削孔長が 27m 付近を境に明らかに高くなっている。削孔時の観察からは特に孔荒れしている様子も無く、この結果の評価は「削孔開始切羽と同様な CII パターンの切羽が暫く続き、27m 付近で明確に切羽が硬質に変化する」というものであった。

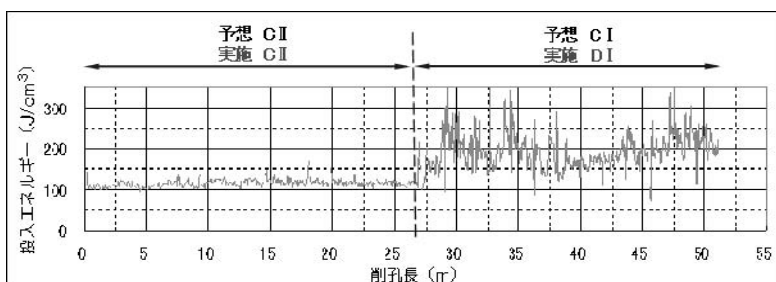


図 2 探り削孔結果（ケース 2）

図 3 に対象区間の切羽状況の変遷を示す。削孔長 22～27m の切羽には凝灰岩と黒色頁岩との層境が明確に出現している。施工結果は「削孔開始切羽と同様な CII パターンの切羽が暫く続き、27m 付近で切羽

が脆弱に変化する」という状況であった。これより現行の投入エネルギーそのものが必ずしも切羽の支保パターンを決定付けるものではないと判断される。

（4）実施結果：ケース 3

当現場での探り削孔とトンネル掘削の実績より投入エネルギーに関しては、「絶対値に係わらず値の変化が少ない場合には切羽全体として安定していることが多い」、「値の変化が激しい場合には脆弱な地山であることが多く、フィード圧を下げている場合は特に不良な地山である」という知見を得ている。

図 4 に中央構造線から派生する細川断層を削孔した際の投入エネルギーおよびフィード圧の記録を示す。オペレータがフィード圧を調節しておりこの区間が断層に相当している。

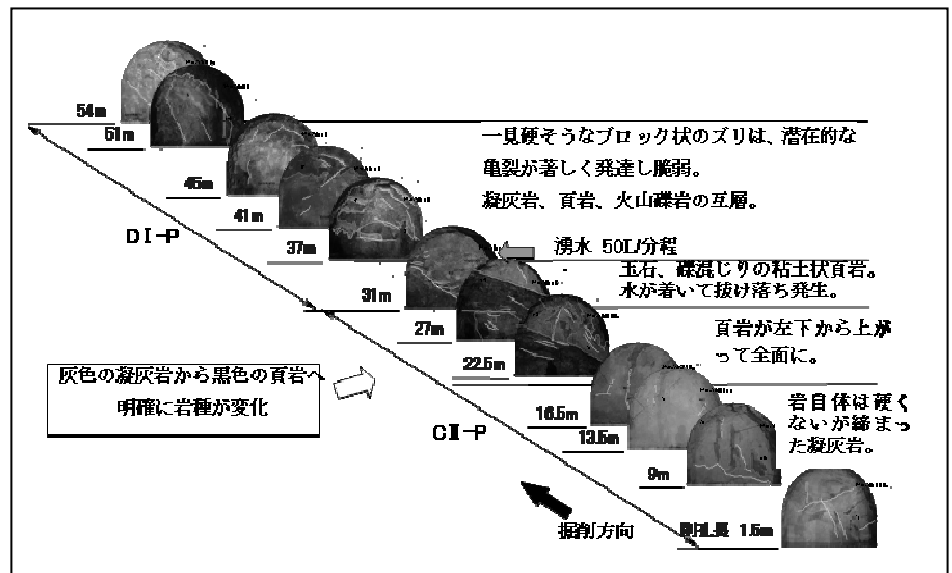


図 3 実掘削における切羽変化状況（ケース 2）

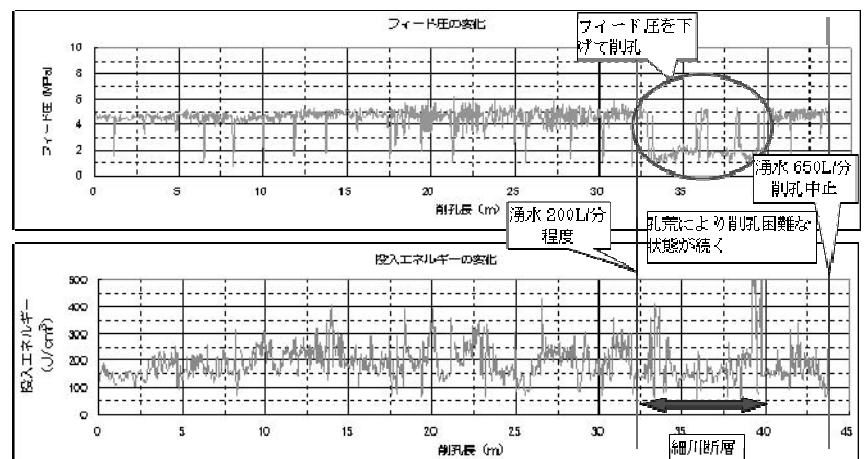


図 4 探り削孔時の投入エネルギーとフィード圧

3. 適用性評価と施工の効率

当現場における前方探り削孔の適用は以下のように評価できる。

①前方地山の硬軟の変化、不良地山の存在を推定することが可能

事前にある程度支保パターンを想定し、使用材料の計画的な準備や必要に応じた追加調査、補助工法の計画・検討の準備等を事前に行うことで、施工上のロスを低減している。

②突発的な大量出水の回避

施工時の災害、大幅なロスにつながる突発大量湧水を事前に察知し、追加の水抜孔の削孔や排水設備・濁水処理設備の増設を行っている。

③水抜き孔としての役割

少量の湧水であっても、湧水地点へ切羽が到達するまでの時間で地下水位を低下することで、掘削時の安全性の増加や支保パターンの軽減に寄与している。

4. おわりに

探り削孔時の投入エネルギーのみで支保パターンを決定するためには更なる研究・改良の余地があると思われるが、地質状況の変化が著しい地山、多量の湧水発生が懸念される地山、あるいは湧水に関する情報が少ない地山でのトンネル掘削において、切羽前方探り削孔を実施することは効率的な施工を実現する上で十分な効果があると考えられる。