

切羽前方地質予知を活用したトンネルの急速施工

— 北陸新幹線五里ヶ峯トンネル（戸倉工区） —

日本鉄道建設公団 戸倉建設所

熊谷組

同上

同上

湯山和利

正会員 河合尚

西村清亮

正会員 ○ 片桐朗

1. はじめに

北陸新幹線五里ヶ峯トンネルは、総延長15.2kmで高崎・長野間において最長のトンネルであり、当戸倉工区は横坑（延長620m）より高崎方へ5,270mの片押しの特長トンネル施工を担当している。

戸倉工区は、地質が新第三紀中新世中期の別所層に属する黒色頁岩・凝灰岩で構成され、基盤における弾性波速度は4.0～5.2km/secと熱水変質による珪化作用を受け、新第三紀層としてはきわめて硬質で安定した岩盤が連続すると予想されたこと、並びに全体工程の関係より急速施工を計画の最重点項目として掘削月進150m以上を目標とすることとなった。したがって、6ブームガントリジャンボ・電動式ローディングショベル・自転可能25tダンプトラック・2連式吹付システム等の可能な限りの大型機械設備を駆使したタイヤ方式の全断面掘削工法を採用することとなった。以下、長大トンネルの急速施工における実績と切羽前方地質予知（先進水平ボーリング）の役割を報告する。

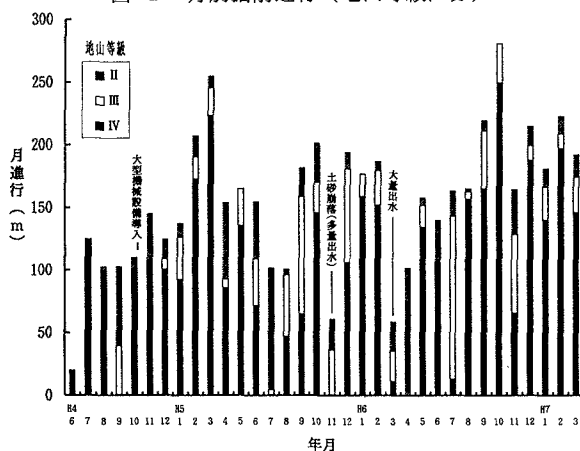
2. トンネル施工実績

平成4年6月末より本坑掘削を開始し、同年10月に大型急速施工設備を導入し本格的な急速施工に取り組んで以来、2年半を経て平成7年3月に5,270mの掘削が完了し無事貫通することができた。当初実施工においては、1日で10m（2.5m×4サイクル）を目標としていたが、大量出水・破碎帯等に悩まれ平均3.8サイクルの稼働にとどまっている。地山等級IVNの全断面掘削区間が全体の68%と当初の想定に比べて著しく減じており、大型設備導入後の実績が166m/月と計画進行を上回ったものの、機械本来の設備能力からすると満足する値とはいえない。しかしながら、切羽からの湧水が少なくなり比較的安定した地質に恵まれた、平成6年9月・10月の2ヶ月間で501mの掘削をすることができた。特に10月は281m掘削し、日平均10.4mの記録となった。この数字が作業横坑をいれて坑口より5,000mの地点でできたということ、また異常出水による切羽の休止、不良地質区間の増加等の悪条件の中で計画進行を上回るこ

表-1 地山等級別延長及び施工実績

地山等級	当初設計	実績
IVN	4,950.0m (93.9%)	3,572.0m (67.8%)
III N	0.0m (0.0%)	929.9m (17.6%)
II N	0.0m (0.0%)	768.1m (14.6%)
I N	320.0m (6.1%)	0.0m (0.0%)
計	5,270.0m	5,270.0m

図-1 月別掘削進行（地山等級区分）



とができたのは、与えられた地質条件のなかでの選定した大型設備機械が急速施工として最大限にその能力を発揮できたとともに、水抜きを兼ねた先進水平ボーリングを実施したことに負うところが大きい。

3. 切羽前方地質予知

不良地質区間の増加に頭を悩ませていた平成5年10月末、土砂崩落を伴う多量の出水に見舞われ、切羽を停止し水抜きボーリングを実施して以来、切羽休止日の毎日曜日の昼夜を利用して、切羽よりトンネル掘進1週間分の約60mの先進水平ボーリングを実施した。

通常、水平ボーリングの場合信頼性は高いが、掘削作業を一時止めなければならないことや費用が高いこと等により必要に応じて実施するにとどまっている。しかし当現場においては、

- ・ ローターパーカッションドリル (PRD-130C) を用いてアウタービットφ135mm、インナービットφ80mmのノンコア工法にて実施することにより、通常の施工サイクルとなる切羽休止日の日曜日昼夜動で、ほぼ1週間分のトンネル掘進量をボーリングでき、掘削の中断とならなかったこと。
- ・ 当工区の地質には非常に有効で、事前に前方地山の水位・水圧を低下させ切羽の安定を図る補助工法としての効果が多大であったこと。
- ・ 破碎帯の分布状況・性状等の前方の地質が把握できるため支保軽減が図れ、トンネル掘削単価としての経済性があったこと。

等のために継続し、先進水平ボーリングの総延長は3,200mにも達した。この支保の軽減の効果については、当現場が急速施工の実施という使命があったこともあり、多分に無理して掘削していった部分もあるが、前方地質が把握できていたため可能だったことであり、過剰な支保を用いることなく掘進速度が増し急速施工に大いに役だった。

また、切羽前方地質予知の効果としてもっとも重要な安全性の向上については、特に平成6年3月の切羽(ボーリング孔)から約25kgf/cm²の被圧水による異常出水時には、切羽を開く前の硬質な岩盤からの先進ボーリングとなったため、水圧の低下及び後方設備の整備のため2週間の切羽停止はあったものの、地山の崩落・事故等なく無事通過できた。

このように当工区においては、数々の破碎帯及び突発的湧水に遭遇し、本来ならこれによる損失は時間・工費とも多大になるところを、切羽前方地質予知を実施したことにより作業員の安心感等の効果もあり損失を最小限に抑え、目標の4サイクルに近い数字をあげ平均月進166mの進行が確保できたといえる。



写真-1 先進ボーリング実施状況

4. おわりに

現在、切羽前方地質予知技術には、切羽からの水平ボーリングと物理探査の大きく二つの方法があり、今回実施した水平ボーリングは調査として考えると費用が多大となる難点がある。物理探査としては、新しい地震探査システム(HSP、TSP等)が利用されており、当現場においても実施したが、地質の定量的判断、地下水の動向把握等の課題もあり、水平ボーリングでの予知精度までいたっていないのが現状である。いずれにせよトンネル掘削を止めての作業となるため、より効率的であり正確な予想ができ得る経済的な技術の確立が望まれる。