

ノンコア・ショートボーリングによるトンネル 切羽前方地質の簡易予測について

日本国有鉄道 技術研究所 地質研究室 主任研究員 犬島 洋志

1. はじめに

筆者は、山陽新幹線、福岡トンネルにおいてノンコア・ショートボーリングを経験した。これは湧水量多量な同トンネルの掘進に際し、水抜きを第一義としたものであったが、穿孔速度、湧水量等をチェックすることにより、切羽前方の地質を概略予測できるため、当初調査の修正、および施工法の検討にも合わせて用いられた。

2. 並行・水平ボーリングの目的

水平ボーリングも、長さで「長孔」「普通」、コア採取の有無で「コア」「ノンコア」、調査段階で行なう「事前」工事と並行して行なう「並行」に分けてみる。トンネル工事は、通常、事前に地表踏査、弾性波式調査、ボーリング等の地質調査を行って、設計・施工の検討がなされている。しかし、地質構造が複雑であったり、地相の変化が激しい場合には、調査による予測に狂いを生じ、当初の設計・施工計画も大巾に変更しなければならないことが応々にしてある。このような場合、工事と並行しながら行なえる水平ボーリングが有効と思われる。「並行ボーリング」の目的は、①地質の詳細確認、②地質の簡易確認、③水抜き、④結果としての作業者等へ与える精神的効果である。「並行ボーリング」は切羽作業を中止または阻害することになるので、できるだけ高速であることと要求される。作業位置は①トンネル側方にボーリングルームを設ける、②切羽で直接行なう場合の二つがある。ボーリングルームの場合は、切羽作業と同時作業ができるという利点をもっているが、トンネル側方にこの空間を作るには最低2～3日から10日以上を要求するようになる。したがってこの方法では、切羽作業の休止分を後に十分キャンセルできるだけの深さまで穿孔するという目的がなければ適当といえない。またボーリングの速度の方が掘進速度より早くなければならぬことも当然である。切羽でボーリングする場合、掘進速度を中止せざるを得ないので、支障時間を最小限にする必要がある。このためには、機械の搬入・搬出を迅速にでき、しかも高速で穿孔できるボーリング機が必要となってくる。以上の長短を簡単にまとめると表1のようになる。

表1 並行・水平ボーリングの選定

3. 福岡トンネルにおける水平ボーリング

福岡トンネル東工区においては、湧水量多量なうえに連続して存在するため、①導坑の左右に水抜き坑を平行して掘進する。②水抜き坑の先端に、水抜き、地質チェックを目的として1週に1度を原則とした50m程度の水平ノンコアボーリングを行なう。③坑内への湧水は水中ポンプを採用した。このボーリングは主に水抜き、

穿孔深度	コアの有無	穿孔位置	並行 水平ボーリングの目的			記 事
			詳細調査	簡易調査	水抜き	
長孔	コア	切 羽	×	×	×	
		ボーリングルーム	◎	×	△	
	ノンコア	切 羽	×	×	×	
		ボーリングルーム	△	○	◎	
普通	コア	切 羽	×	×	×	
		ボーリングルーム	○	△	△	
	ノンコア	切 羽	×	◎	◎	
		ボーリングルーム	×	×	×	

⑤ この表は掘進と平行して行なう水平ボーリングの優劣を比較したものであり、切羽作業の支障割合が少ないことを判断基準の一つにしている。

もねらったものであり、ボーリングルームを設けて500～1,000m先まで穿孔するという方法は採用せず、1週に1度の作業員の交替日は、半日作業休止になるため、この間に切羽前方の水を抜くボーリングはできないものかという発想から出発している。この目的およびこの地質に一番マッチしたボーリング機がヘビードリフター型のボーリング機、ビューラであった(写・1)。

4. ビューラによる地質の判定

4.1 岩盤の強度: ボーリングを一定の条件下で行なえば、同一地質である限り、穿孔速度をみるだけで

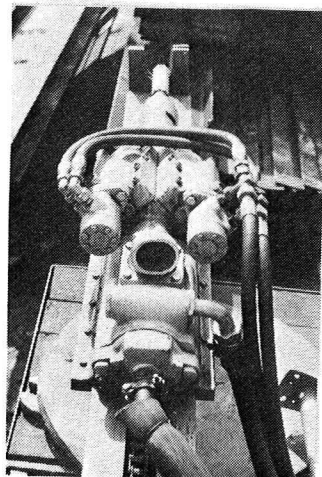
地質の良悪も判断することができる。図1はビューラで求めたと同じ岩に対して行ったさく岩機のみ下りを示したもので、ほぼ直線上にのっている。ビューラの値は深度も明確にしているが、図から判断する限り、さく岩機を考慮する必要はないと思われる。すなわち図1からビューラで求めたのみ下りから、この先にどの程度の岩が存在するということも、さく岩機のみ下りに換算して知ることができるようになる。しかし、単純に穿孔速度だけで地質を評価するのは危険である。穿孔速度が遅いものは、非常に硬い場合の他、地質軟弱によるジャーミングが原因になっていることがあるからである。このミスをなくするためには①スライムと②推力を観察しておけばよい。

ビューラによるスライムは、硬岩の時は非常に角張った硬質の小さなチップであるが、破碎帯の場合は粘土またはれ味のあるチップ、時には断層角礫がそのまま出てくることがあり、識別はいたって簡単である。推力の観察とは、地質が急変すると一定推力の場合、ハンマの反発度が変化するため、のみ下りが急変する。硬岩に変化したのであつたら推力不足でのみ下りが低下する。逆に軟岩に変化したのであつたら推力過剰で穿孔というよりむしろ貫入状態になる。このため地質が急変した時に推力を変化せざるを得ないことがあるので、この点に注意しておけば地質の判断を大きく誤まることはない。

4. 2 湧水：ボーリング孔で湧水がみられた地点では、湧水量にほぼ比例した切羽湧水が得られている。観察はたゞ単に湧水量と位置だけでなく、水压と地質状況および濁度、湧水量の時間的変化も判断の要素に加えておくべきである。水压が高くても地質が硬質であれば、湧水処理を考えるだけで十分である。ボーリング時はさほど水量はなかったが、徐々に水量が増加し、濁ってくるとか、逆に水が急に止まったという時は、破碎帯であることが多い。その他の情報から考えても破碎帯と考えられる場合は、湧水処理だけでなく崩壊防止も考慮する必要性が生じてくる。福岡トンネルの場合、湧水は一般にのみ下りの悪い部分にみられる。これは破碎帯でのみ下りが悪い場合にみられるのであり、硬くてのみ下りが悪い部分での湧水は少ないことを示している。図2は、のみ下りの深さ別変化と湧水量の変化の一例を図化したものであるが、これをもとに掘さく作業を行なうと施工管理が容易になる。

5. まとめ

福岡トンネル東工区で実施したノンユア・ショートボーリングを切羽で掘さくと並行して行なう方法には次の利点があり、今後大いに利用されるべき工法と考えられる。①長孔ボーリングに比較し、トロに搭載可能なほどに小型で機動性がよく、必要な時にすぐ持ち込める。また切羽を半日止めるだけで約1週間掘さく分の穿孔が可能である。これには交替日を利用すればよく、実質の切羽支障時間は極めて少ない。②のみ下り、スライム、推力、湧水量等を総合判断することによって、事前調査の情報と簡単な修正が可能となり、施工法が事前に検討できる。



写1 ビューラ本体部

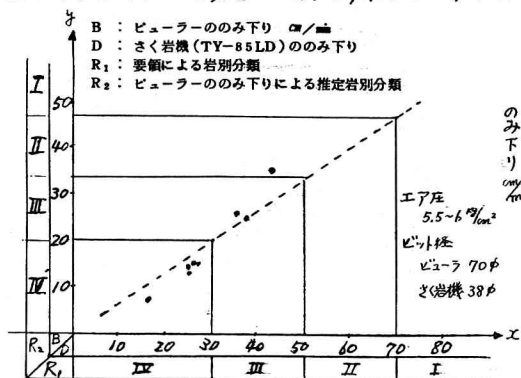


図1 さく岩機とビューラの穿孔速度関係図

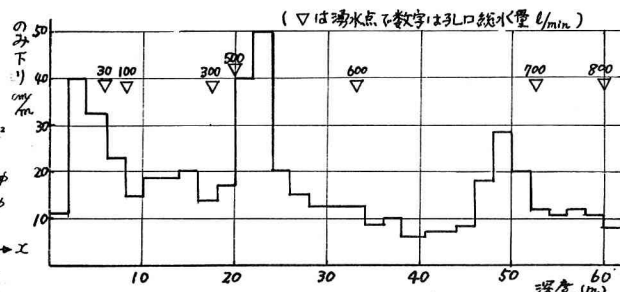


図2 ビューラのみ下り変化図