

## 山岳トンネルの活線拡幅

ハザマ 正会員 多寶 徹 正会員 鈴木 雅行  
 福岡北九州高速道路公社 前原 建一 赤沢 英明  
 (株)建設技術研究所 正会員 禿 和英

### 1. はじめに

近年、通行車両の大型化への対応や老朽化したトンネルのリニューアル等を目的として、トンネルの改築・拡幅工法が注目されてきている。今回、北九州高速の大蔵トンネル拡幅工事では、2車線の重交通を供用しながらという厳しい条件で、山岳トンネルの2車線から3車線への拡幅工事を行っている。

本報文では、工事の計画から施工を通じて得られた知見について、トンネル掘削工に関する事項を中心に記述する。

### 2. トンネル拡幅工法

本工事は、トンネル直近のインターチェンジからの合流をトンネル内で行うため、トンネル全長975mのうち坑口から170m間を3車線に拡幅するものである。

トンネルの拡幅掘削は、既設トンネル内にプロテクターと呼ばれる車両の防護枠を設置し、その上方及び側方の空間に重機を投入して行った。トンネル拡幅の施工概念図を図-1に示す。

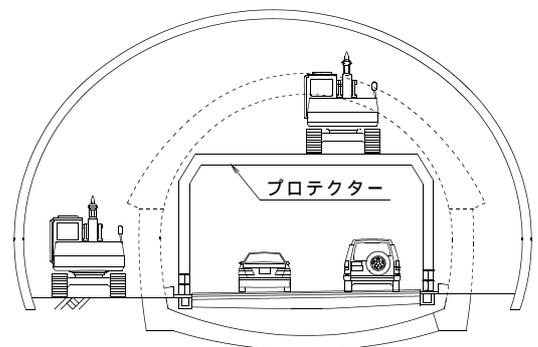


図-1 トンネル施工概念図

### 3. トンネル断面の設定

一般のトンネルの場合、トンネル断面は建築限界等を満足する最小限の断面を設定するが、本トンネルの場合は、プロテクターの外の掘削作業スペースを考慮したトンネル断面を設定した。

作業スペースは、広くするほど作業性が向上するが、広くしすぎると全体工事の経済性が損なわれる。上半断面については、3車線の超大断面トンネルでの支保設置、補助工法、硬岩掘削の施工性を考慮して、比較的大型の汎用重機(0.45m<sup>3</sup>級バックホウ)が使用できる断面を設定した。一方、右側(追越車線側)下半については、小断面トンネル等の施工を参考にし、0.2m<sup>3</sup>級のバックホウが使用できる幅(2.5m)を確保するものとした(図-2参照)。

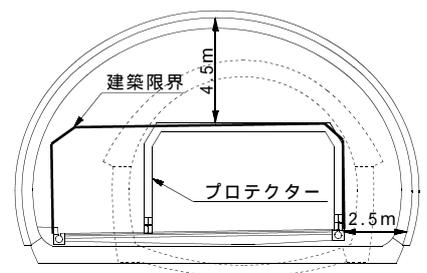


図-2 トンネル断面の設定

### 4. 掘削方式および掘削工法

トンネル掘削は、プロテクターにより防護しているものの供用線の近傍での施工となるため、発破掘削はできず、機械掘削とした。

トンネル掘削工法は、プロテクター上板から約1m下がったところを、カットジョイントとする上半先進工法を採用した。下半については、プロテクターを挟んで、左右2切羽(下半走行車線側、下半追越車線側)となる。加背割りを図-3に示す。

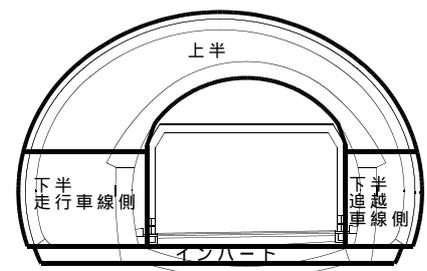


図-3 加背割り

キーワード：山岳トンネル、活線拡幅、プロテクター、超大断面トンネル

連絡先：〒805-0055 北九州市八幡東区神山町1417-2 ハザマ・奥村・東急JV TEL 093-663-3615

## 5. 施工状況

### (1) 上半掘削

掘削はプロテクター上と、カットジョイント上に2台の大型ブレーカ(800kg級、ベースマシン0.45m<sup>3</sup>級バックホウ)を配置して行った(図-4)。ロックボルトの施工は、プロテクター上に2ブームのドリルジャンボと走行側のカットジョイント上に1ブームのドリルジャンボを配置して、2mの継ぎロッドで施工した。

### (2) 下半掘削

走行車線側は大型ブレーカ(800kg級)を、下半盤と上半のカットジョイント上に1台ずつ配置して掘削を行った(図-5)。ロックボルトについては、2mの継ぎロッドで施工した。

追越車線側の下半には、0.45m<sup>3</sup>級のバックホウを投入できないため、プロテクター上に配置した大型ブレーカ(800kg級)で掘削を行い、下半盤に大型ブレーカ(800kg級)と、バックホウ(0.2m<sup>3</sup>級)を補助的に投入した。ロックボルトは、継ぎのみの効率化を目的として自穿孔タイプとし、1mのものを6本つないで施工した。

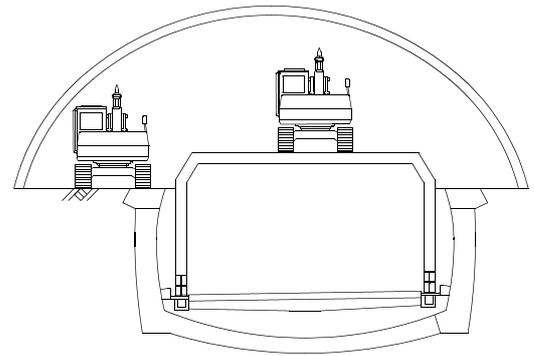


図-4 上半掘削

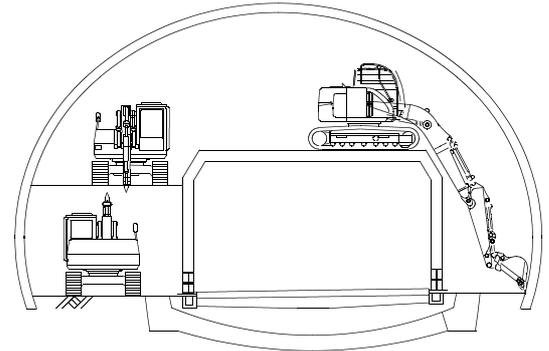


図-5 下半掘削

## 6. まとめ

今回の施工を通じて、厳しい条件下でも十分にトンネルの活線幅が可能であるということを確認できた。

トンネル断面、加背割りの設定については、実施工における重機の施工性等から判断し、ほぼ最適に近い断面であったと考える。下半の追越車線においてのみ、下半盤に800kg級のブレーカ(ベースマシン0.45m<sup>3</sup>級バックホウ)を投入した際に動きが制限された。幅があと0.5m程度広く確保(下幅で3.0m程度)できれば、さらに施工性が向上したと考える。

施工面では、汎用機を用いることと、トンネル掘削の進行(日進1.5m程度(上半のみ))を確保することにより、コスト面、工期面ともに満足のいく結果が得られた。表-1に、Dパターンの標準的な掘削サイクルを示す。拡幅トンネルの場合、通常の高圧水射法トンネルに、「狭い空間での掘削、プロテクターへの载荷の制限、発破工法の制限」という厳しい条件が付加される。そうした条件下で、良好な結果であったと考える。今後の課題としては、今回検証できなかった硬岩掘削への対応や、大型重機の投入等によるさらなる高速施工の実現等が挙げられる。

また、補助工法等の適用については、プロテクターの存在に関わらず、先受け工として、フォアポーリングや長尺鋼管フォアパイリング工を問題なく適用することができた。一方、本工事でも苦慮したが、プロテクターがあるために、上下半の脚部付近の施工スペースが狭く、トンネルの沈下対策等への対処が困難となる。また、インバート仮閉合等もできないため、押出性、膨張性等の地山が出現した場合への対応が難しいと考える。トンネル内に一般車両を通行させていることを考えると、通常以上の安全性が求められるところであり、今後解決すべき課題であると考えられる。

表-1 掘削サイクルタイム

項目	単位	上半	下半走行	下半追越
掘削断面積(地山)	m <sup>2</sup>	40	17	7
掘削断面積(コンクリート)	m <sup>2</sup>	6	2.5	2.5
1サイクル当り掘進長	m	1.0	2.0	2.0
1サイクル当り吹付面積	m <sup>2</sup>	21	4.5	4.5
吹付設計厚さ	m	0.2	0.2	0.2
1サイクル当りボルト本数	本	16	12	12
掘削(下半は覆工取壊し含む)	分	180	200	210
一次吹付け	分	45	15	15
覆工取壊し	分	120	-	-
二次吹付け	分	120	35	35
ロックボルト(自穿孔)	分	200	210	240
金網設置	分	30	20	20
鋼製支保工	分	45	40	40
計	分	740	520	560