

# JR 新幹線直上部での 高速低振動トンネル施工

梅田 一成\* Kazunari Umeda  
 島津 嘉裕\* Yoshihiro Shimazu  
 立道 智生\* Tomoo Tatemichi  
 木村 幸雄\* Yukio Kimura

## 1. はじめに

三原バイパス第5トンネル工事は、トンネル延長1,160 mをNATMにより掘削するものである。工事の特徴として、供用中のJR山陽新幹線備後トンネルに対し、最小離隔15.5 mで上越し交差することが挙げられる。施工にあたっては、備後トンネルへの振動の影響を最小限に抑える掘削工法を選定する必要があった。

本報告では、当工事で適用した掘削工法（TBM 先進導坑およびEGスリッター+IC雷管による制御発破）の実績について述べる。

## 2. 交差部の掘削工法の選定

当初設計段階では、新幹線交差部における振動速度の規制基準値は4.0 kineで検討されており、IC雷管による制御発破で施工することになっていた。しかし、被害

が生じた場合のリスクを考慮し、JR側から次の規制値が提示された。

- (1) 備後トンネルに設けられた計測器による計測値の管理限界値を2 kineとする。また、各管理値を超えた場合の措置を以下に示す。

一次管理値 (1.0 kine)：現場の目視観察および原因の究明

二次管理値 (1.5 kine)：工事の中断および原因の究明

管理限界値 (2.0 kine)：工事の中断および対策工の施工

- (2) 直上影響区間 (L=39.0 m) の施工は、新幹線営業時間外 (0:30~4:40) とし、発破時間は0:30~1:40の間とする。

備後トンネルへの振動の影響が、一次管理値を超えた際に実施する目視観察は新幹線営業時間外しか行うことができないため、工事を中断せず円滑に進めるためには、一次管理値 (1.0 kine) を越えない掘削工法を選定する必要があった。

しかし、こうした条件に適する掘削工法を検討したところ、既存の工法では平成17年度中の工事完成という工程を満足できないことがわかり、もっと画期的に工程を短縮する工法の選択が必要となった。

そこで、全国でも初の試みとなる短距離区間 (L=245 m) のTBM導入と、TBM先進導坑を利用して同時施工可能な切羽数を増やす工法 (3切羽同時施工) を選択した。この工法の採用により、大幅に工期を短縮することが可能となった。図-1に施工次第図を示す。

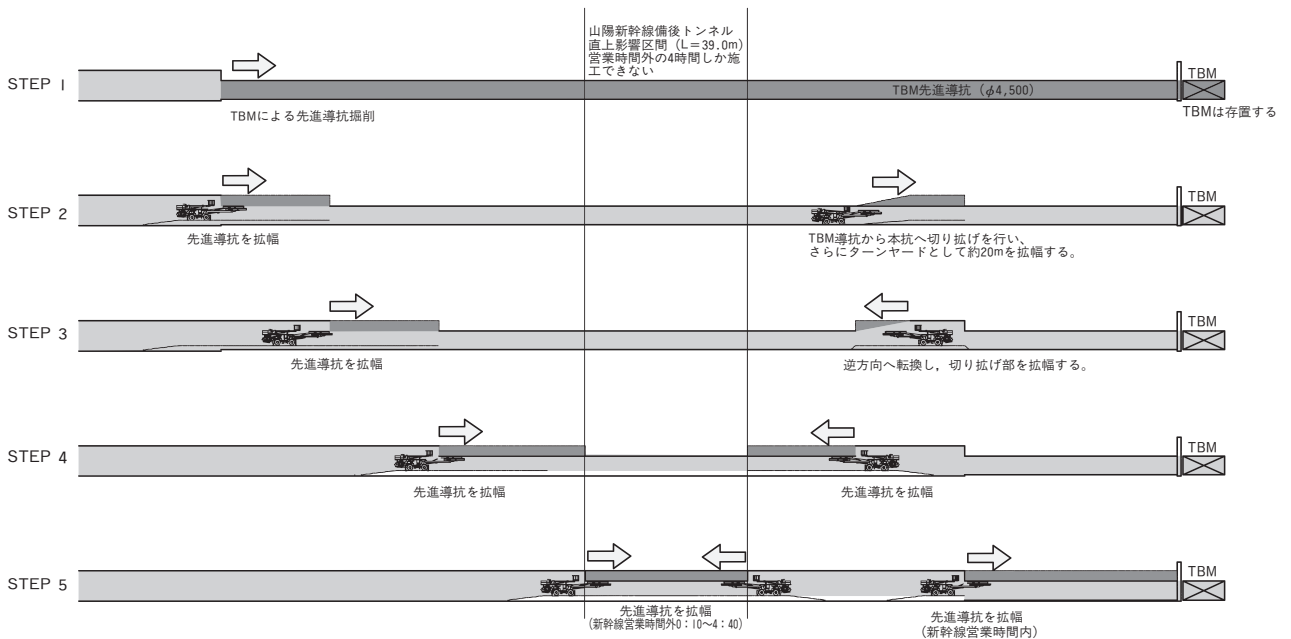
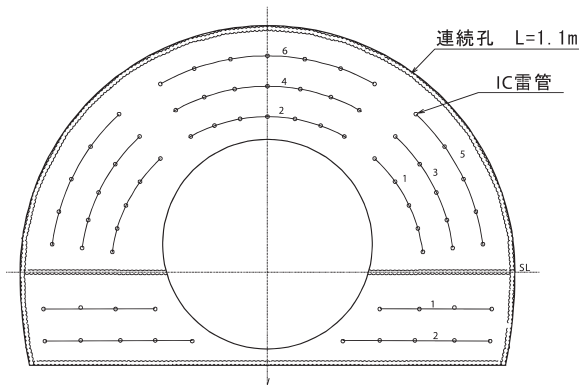


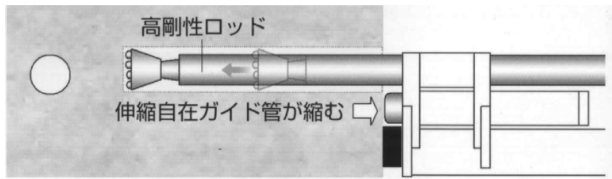
図-1 TBM+迎え掘りによる3切羽施行 施行次第図

\*中国 (支) 三原トンネル (出)

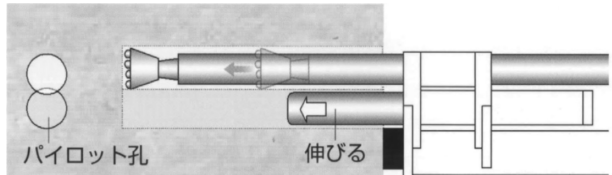


図一2 EG スリッター+IC 雷管による低振動発破

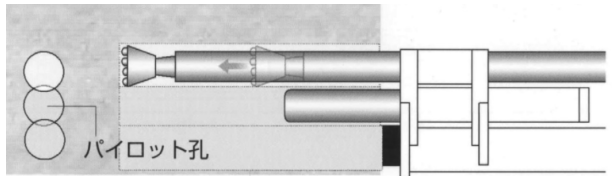
①パイロット孔・割岩孔の削孔



②隣接孔の削孔



③隣接孔の継続による自由面(スリット)の形成



図一3 EG スリッター概要図

3. EG スリッター

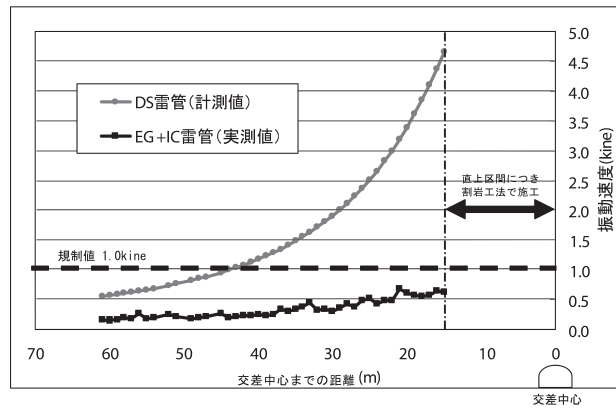
当現場では、TBM 先進導坑施工後の拡幅工法として、「スリットと IC 雷管を併用する低振動制御発破工法」を採用した。既往の論文報告によると、この工法により振動速度のピーク値を通常の DS 雷管による発破に比べ、90%以上低減できることになる (図一2)。

机上の計算によれば、全区間にわたり振動値を 1.0 kine 以下に抑えられる可能性もあったが、地質等の不安要素および被害が生じた場合のリスクを考慮して、備後トンネル直上部 (39 m) については、発破を行わず割岩工法にて施工することとした。

スリットの作成には、新開発の EG スリッターを使用した。EG スリッターは、ドリルジャンボのガイドセル先端部に簡易に装備できるアタッチメント方式の自由面 (スリット) 形成装置である (図一3)。

既存の工法と比べて、以下の特徴を有する

- ・ドリルジャンボに専用装置を装着するので専用機を必要としない。



図一4 振動速度の実積値

- ・高剛性ロッドの採用により孔曲りを抑制し、削孔効率を向上させている。
- ・ガイド管長を短縮化したことにより、パイロット孔への挿入時のトラブルを軽減し、くりこの排出が容易である。

4. 振動値 (実績)

図一4 に示すのは、交差中心で測定された振動速度の実測値と、通常の DS 雷管を用いた場合の計算値をグラフにして比べたものである。発破による両者の振動速度を比較すると明らかなように、対象の距離が近づくほど本工法の振動低減効果が発揮できることがわかる。交差中心より 15 m (高低差を考慮した場合、直線距離で 21.5 m) での振動速度の低減率は約 90%であり、期待通りの効果を得ることができた。TBM による芯抜き、EG スリッターによる縁切り、IC 雷管による振動低減効果が相乗的に作用し、交差直上区間手前まで発破掘削が可能であった。

5. おわりに

三原バイパス第 5 トンネル工事は、掘削作業日数の短縮と騒音対策を考慮した施工方法の提案に対して総合的な評価がなされて落札者を決定する入札時 VE 方式 (総合評価落札方式) にて受注を行った。そのため、近隣への環境対策とともに厳しい工程管理を求められながら施工を行った。

山陽新幹線交差部の施工においては、想定以上に厳しい規制値が課せられたが、TBM および EG スリッターを併用した制御発破工法により、所定の環境条件を守りながら、工期内に工事を完了することができた。

近年、市街地や重要構造物に近接したところでのトンネル工事が増えており、通常の発破が行えない状況が多くなっている。制御発破が許される騒音環境であれば、確実に進行の見込める工法として、当現場で採用した掘削工法は、工法検討時の選択肢のひとつになると考える。