

# TBM工法によるトンネル近接施工



所属名：国土交通省

福山河川国道事務所

発表者：道路工務係長 小室 宣孝

## 1. はじめに

一般国道2号の交通渋滞対策として建設中の三原バイパスにおいて、現在施工中である三原第5トンネル(L=1,160m)は、JR山陽新幹線備後トンネル(以下「JRトンネル」とH=15.5mという非常に近接した最小離隔距離で立体交差する計画である。

工事にあたりJR西日本と協議を重ねた結果、JRトンネルへの掘削振動値が基準値以内になるような施工条件が見つかった。そのため、事前にJRトンネル内に各計測計を設置して発破掘削を行い、振動基準値を超える範囲においては、基準値以下になるようにTBM(トンネルボーリングマシン)工法と割岩工法の併用による無発破掘削を実施した。

本発表では、JRトンネルとの近接施工による振動を考慮し、TBM工法を採用した経緯等を報告するものである。



図 1 施工場所



写真 1 三原第5トンネル終点側坑口

## 2. 三原第5トンネルとJR山陽新幹線備後トンネルの交差部の概要

### 2.1 三原第5トンネル施工概要

本工事は図2で示すとおり、広島側(終点側)よりトンネル掘削を開始した。広島側から115m区間は民家や病院等が隣接しているため、機械掘削(4tブレーカ)による無振動掘削を行った。その区間を過ぎた時点で普通発破による掘削を開始した。

事前にJRトンネル内には各計測計を設置して、普通発破による振動管理基準値1カ/

を超えるかどうか計測管理をしておき、基準値を満足できるように工法変更することとした。

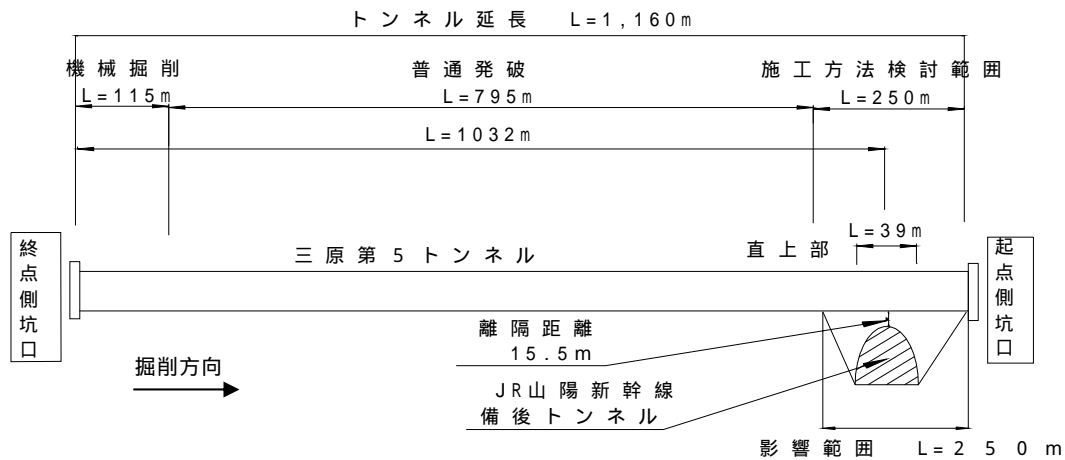


図 2 施工概要

## 2.2 JR山陽新幹線備後トンネル交差部の施工条件

三原第5トンネルは、JRトンネルと最小離隔距離15.5mで立体交差（JRトンネルを上越し）する計画である。このような離隔での近接施工の事例は少なく、普通発破掘削による、JRトンネルへの振動影響が懸念された。

発破振動に伴う影響については、JRとの協議の結果、JRトンネルへあたる振動レベルを1k以下にすることが条件となったため、事前にJRトンネル内に各種計測計を3断面設置（両坑口部とトンネル交差中心部）し計測管理を行った。結果的に、1kを越える区間が、図3のように、交差部から前後125m、全長約250mの区間に及んだ。さらに施工条件として直上区間については、不測の事態に対応するため、JR山陽新幹線営業時間外（0：30～3：30 3時間）での施工となった。

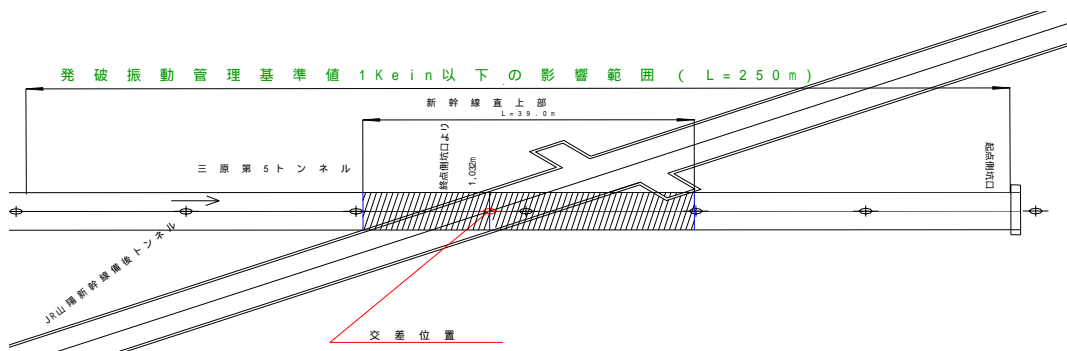


図 3 JR山陽新幹線備後トンネル交差部（平面図）

振動レベル基準値 1k(kine)

JR協議により、JRトンネルと近接施工になることを考慮し、既設トンネルの健全度判定区分AAでの発破振動速度規制値2kに対して更に安全を考慮し1kとした。

### 3. トンネル掘削工法の検討

#### 3.1 制御発破工法

振動管理規準値が1カインを超えた段階で、まず制御発破工法を検討した。

- 1) 第一段階： 発破の火薬の量を減らし日進長をL=1.5mから1.0mに変更。
- 2) 第二段階： IC雷管を利用し、斉発薬量を抑え発破を実施。

この制御発破工法をしても振動管理基準値1カインを超えた箇所より、無発破掘削工法へ変更した。また、静的破碎剤等による工法も考えられるが、経済性、施工量及び効率の点から採用していない。

#### 3.2 無発破掘削工法の検討

無発破掘削工法（山岳トンネルにて採用される工法）は下記の2種類に大別される。

- 1) 機械掘削工法（自由断面掘削機・ブレーカ掘削機、TBM工法）
- 2) 割岩掘削工法

本トンネル施工区間は広島型花崗岩で一軸圧縮強度150MPa(1500kgf/cm<sup>2</sup>)以上なおかつ非常に緻密で割れ目の少ない地山であるため、機械掘削工法（自由断面掘削機・ブレーカ掘削機）での施工は不可能と考えられた。結果的には割岩工法による施工のみが可能であると判断した。

割岩工法による施工では、日進あたり1m程度しか望めず、片押しによる施工では、多大な工期延伸が必要となり、工事費の増大につながると想定された。

そのためTBM工法を採用し、先進導坑を利用した掘削工法で掘削を行い、図-4のように施工可能な切羽を増やし割岩工法の施工機械を多く導入することで、工期を短縮し、経済的なトンネル掘削を実施した。

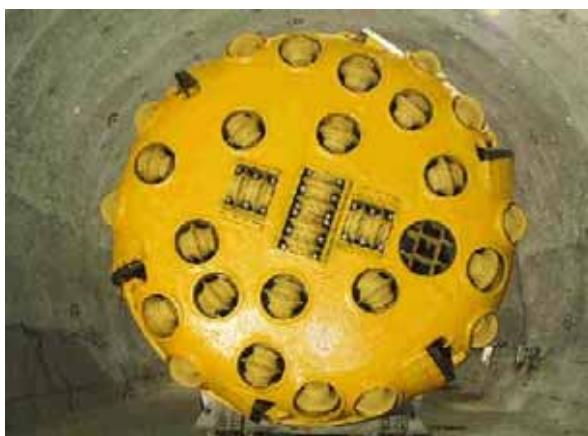
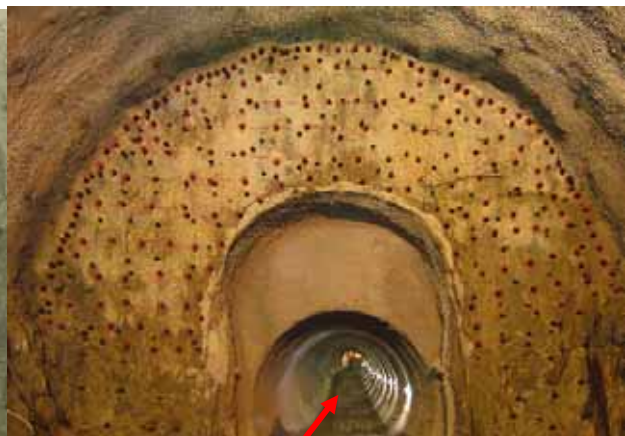


写真 2 TBM本体（前面）



TBMによる先進導坑

写真 3 割岩工法による切羽状況

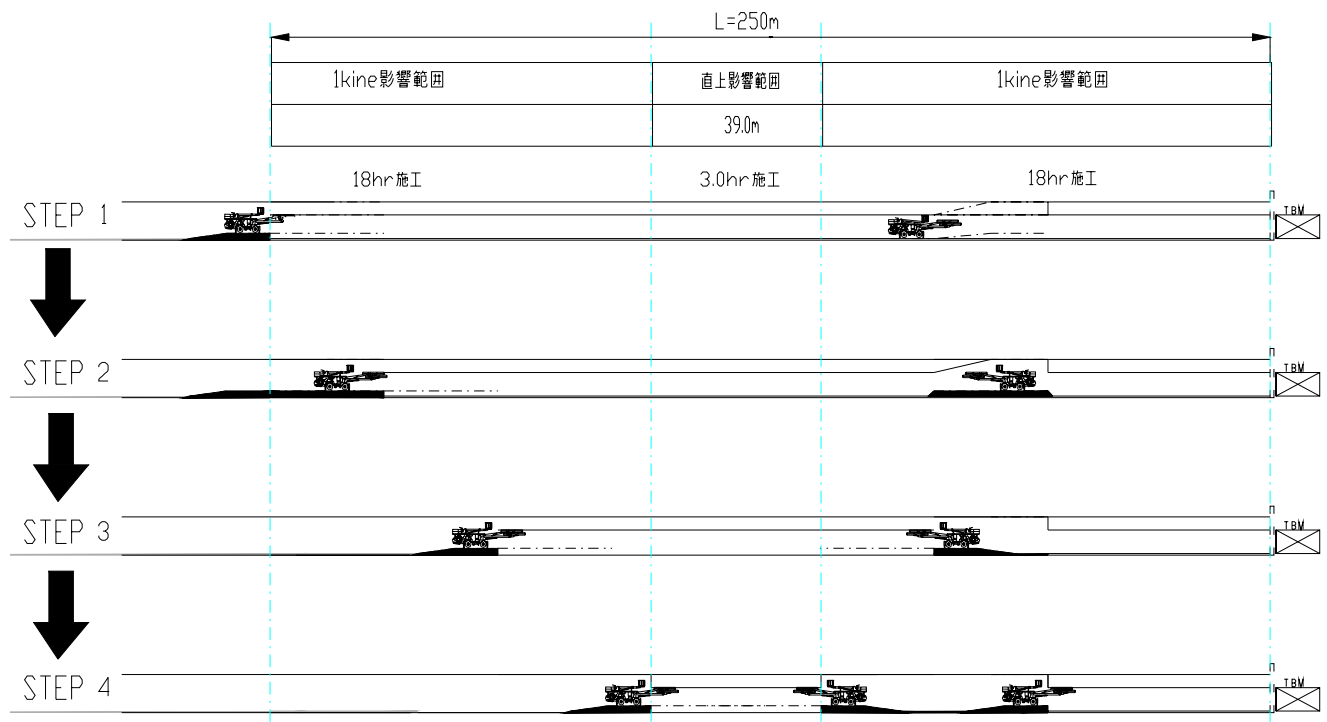


図 4 TBMによる導坑掘削完了後の切羽フロー図

#### 4. TBM（トンネルボーリングマシン）工法の概要

山岳トンネルの掘削方式のうち、TBM工法は発破方式に対して機械掘削方式に含まれ、主に道路公団等の長大トンネルに使用されるケースが多い。中国地方整備局では初採用となる。

TBMはトンネルボーリングマシンの略称であり、機械制御により掘削を行う全断面トンネル掘進機をいう。

#### 5. 経済性について

250mという短い距離でのTBM工法の採用は、全国でも珍しい施工例と言えるが、施工条件の制約及び切羽を増やし工期短縮を行ったという総合的な判断から考えれば、トンネル掘削に関わる施工機械関係及び仮設備の存置期間を短縮し、機械損料費を縮減でき、経済的な工法であったと言える。



写真 4 TBM本体（側面）

#### 6. 終わりに

トンネル同士が約15.5m近接して立体交差するという非常に厳しい施工条件であったが、JRトンネルへの振動の影響を随時計測管理し、TBM工法と割岩工法を併用することで、近接するJRトンネルへの振動影響を抑えて施工ができ、工期短縮によりコスト縮減も図ることができた。