

# 道路使用の安全と周辺住民の生活環境に配慮したトンネル活線拡幅の施工 —国道 465 号 蔵玉隧道拡幅工事—

Tunnel Widening Work Mindful of Road Use Safety and the Living Environment  
of Nearby Residents  
(Tunnel Widening Work on the KURADAMA Tunnel on National Highway Route 465)

野地 敦夫<sup>\*1</sup>      高輪 治<sup>\*2</sup>      小西 裕之<sup>\*3</sup>      近藤 史也<sup>\*4</sup>      熊谷 幸樹<sup>\*5</sup>  
Atsuo Noji      Osamu Takanawa      Hiroyuki Konishi      Fumiya Kondou      Koki Kumagai

## 【要旨】

国道 465 号蔵玉隧道拡幅工事（以下、本工事）では、一般車両の通行を維持した状態で小断面のトンネルを拡幅する「活線拡幅」を実施した。工事中は車両通行用のプロテクターを坑内に配置することで、一般車の安全通行を確保した。プロテクターを配置した狭い坑内でも効率的な施工が可能な施工機械を選定した。また、一般車の通行への影響を最小限に抑えるため、夜間のみ交通規制でプロテクターを移動した。さらに、終点側坑口付近に民家が近接していたことから、周辺住民の生活環境に配慮した施工方法と設備を採用した。本工事ではこれらの概要について報告する。

【キーワード】 活線拡幅工事    プロテクターの活用    騒音対策    粉じん対策

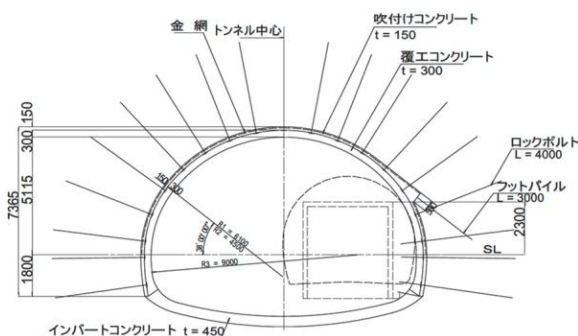
## 1. はじめに

蔵玉隧道は千葉県君津市に位置する延長 145m の道路トンネルで、トンネル幅員が狭く一般車のすれ違いができない断面形状となっている。当該路線は地域の主要幹線道路のため、長年 2 車線化が求められてきた。一方で当隧道周囲には迂回路がないため、工事の際には一般車の通行を許容したまま既設トンネルを拡幅する活線拡幅施工が必要とされた。工事の実施に当たっては、プロテクター設置による制約を考慮した施工機械の選定、一般車の通行への影響を最小限とするために夜間のみ交通規制でプロテクターを移動、周辺住民の生活環境に配慮した施工方法の選定が求められた。

本稿では、安全と環境に配慮した活線拡幅工事を実現するために実施した対策について報告する。

## 2. トンネル掘削工の概要

起点側の着工前全景（写真－1）および支保パターン図（図－1）を示す。プロテクターは、掘削時に既設トンネル内に設置するプロテクターAと全線掘削完了後にトンネル内に設置するプロテクターBの 2 種類からなる。プロテクターの断面を図－2および図－3に示す。図－4



項目	概要
工事名	県単道路改良（幹線）工事 （蔵玉隧道・拡幅工）
発注者	千葉県
施工者	飛島・伊藤 特定建設工事共同企業体
施工場所	一般国道 465 号君津市蔵玉
工期	2020 年 12 月 23 日 ～2023 年 3 月 24 日
トンネル掘削延長	152.0m
掘削方式	NATM（機械掘削方式）

1.土木本部 [名古屋] 伊那山地トンネル東作業所    2.土木本部 [九州] JS 蔵王ポンプ場作業所  
3.土木本部 [東北] 金山第一トンネル作業所    4.土木本部 [首都圏] 北野ポンプ場作業所    5.土木本部 土木技術部

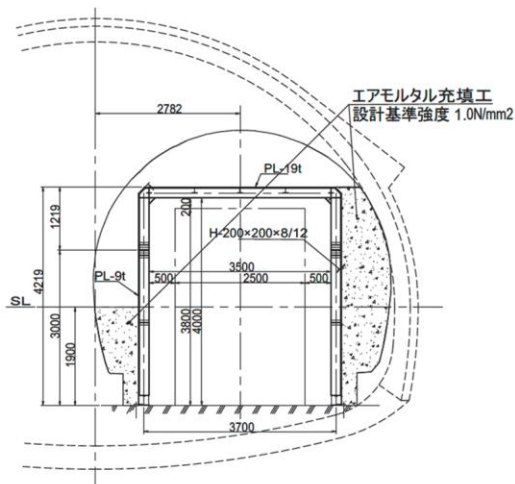


図-2 プロテクター A 断面図

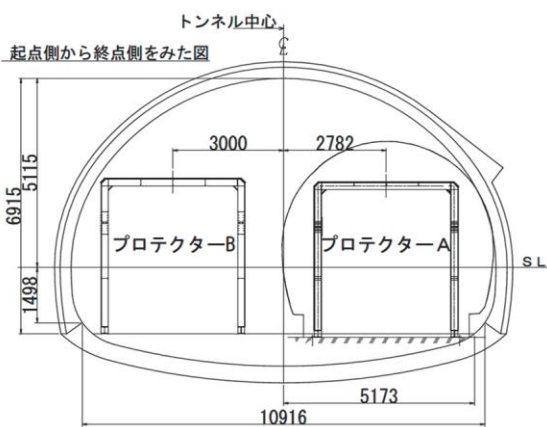


図-3 プロテクターA, B 併設図

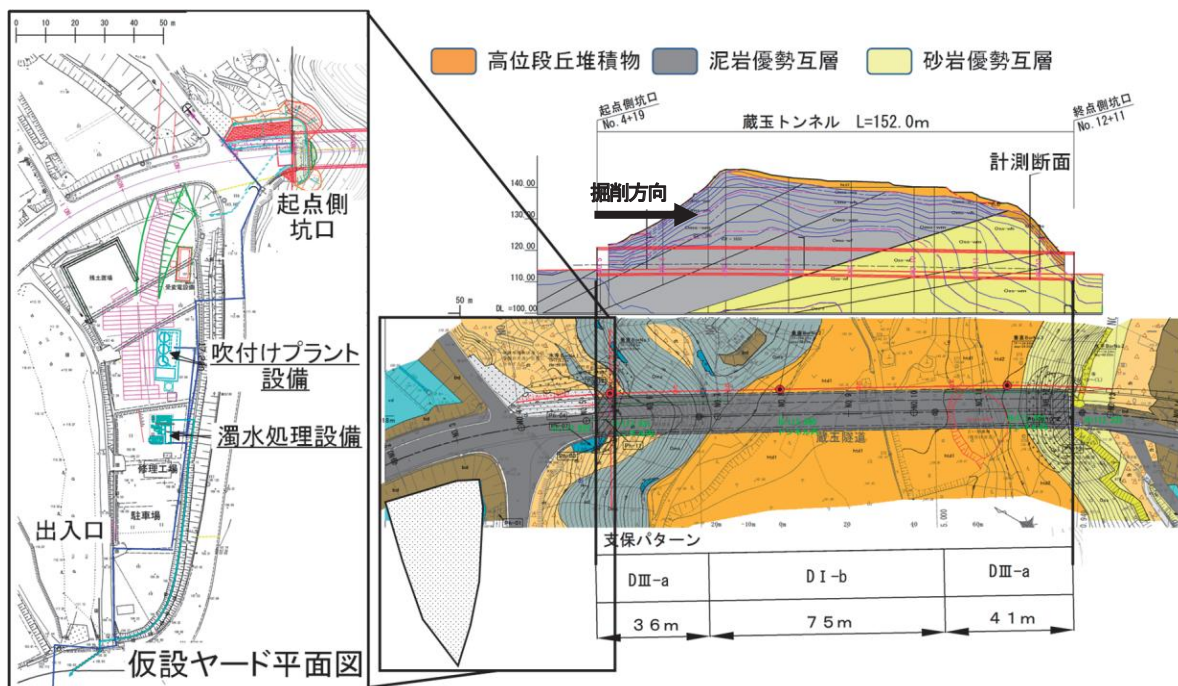


図-4 トンネル縦断・平面図および仮設ヤード

に仮設ヤード平面図を併記したトンネル地質縦断・平面図を示す。

当該地は房総半島の上総丘陵地内に位置し、トンネルは河川の浸食によって形成された段丘(台地)を横断する。掘削対象地質は泥岩と砂岩の互層からなり、泥岩優勢の部分と砂岩優勢の部分とを繰り返す。泥岩は軟岩程度、砂岩は未固結からよく締まった砂質土程度の強度である。

トンネルの仮設ヤードは、起点側坑口部(掘削開始側)の国道465号を挟んだ位置にあり、吹付けプラント設備・濁水処理設備・トンネル掘削ブリー一次仮置場・トンネル掘削機械待機所・トンネル資材置場・プロテクター仮組立ヤードを配置する。終点側坑口部近傍(トンネル貫通側)には、民家が2軒存在している。

### 3. 活線拡幅の施工方法

#### 3.1 施工機械の選定

トンネル施工機械の選定は、プロテクターに制限された狭い空間での作業が可能であること、さらに施工機械の入れ替え頻度を低減させることを目的とした。特に切羽が崩れやすい砂岩・泥岩の堆積岩であったことから、一次吹きから支保工建て込み、二次吹付けまでの作業のタイムラグを置かずに実施できるエレクトラ付き吹付け機を採用した。これにより、支保工建て込みと吹付け作業では、施工機械の入れ替えが3回から1回に減り、1サイクルあたり40分短縮することができた。

### 3.2 車両通行路を複数回変更する施工方法

#### (1) 施工過程に準じた車両通行路の切り回し

トンネル施工時には、一般車両は幅 3.5m、高さ 4m のプロテクター内を交互通行する。活線拡幅工の作業手順を図-5に示す。

- ⑩既設トンネル内の盤下げ
- ①延長 169m のプロテクターAを設置し、側面部にエアモルタルを充填
- ②③左側の上半・下半のトンネル掘削
- ④インバート施工
- ⑤プロテクターAを撤去してプロテクターBを設置
- ⑥右側の下半を施工
- ⑦右側のインバートを施工
- ⑧プロテクターBを中央に 3m 移動
- ⑨覆工施工、プロテクターBの撤去
- ⑩1車線ずつ舗装、排水工の施工

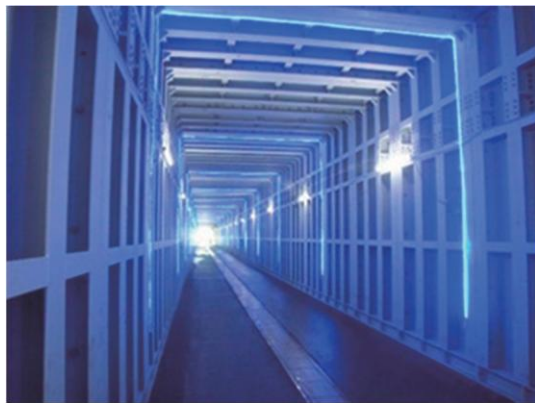


写真-2 プロテクターAの内部

#### (2) プロテクターの運搬用架台

プロテクターの運搬用架台の図面を図-6に、運搬・設置状況を写真-3に示す。

プロテクター運搬用架台は、プロテクター設置時に位置の微調整ができるように、走行方向、横断方向、上下方向の移動・調整が可能な専用ジャッキを装置した。プロテクターを架台に搭載した状態で、既設トンネル内を走行可能な床トレイラを選定し、トレイラの形状寸法に合わせて専用架台を製作した。

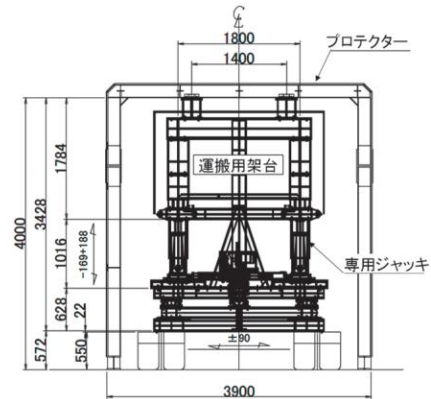


図-6 プロテクター運搬用架台



写真-3 プロテクター運搬・設置状況

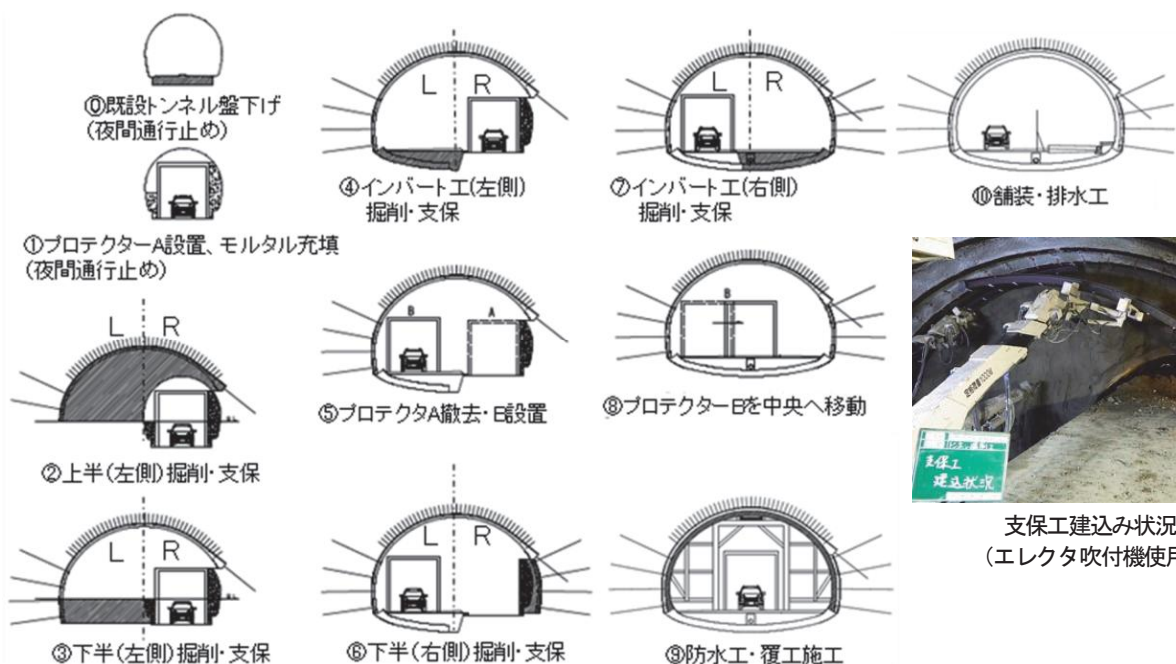


図-5 活線拡幅工事の施工手順

### (3) プロテクターBの中央移動

プロテクターBの中央移動(図-5⑧)には、全長158mのプロテクターを横断方向に3m移動させることに加え、作業時間が夜9:00～翌朝5:00の夜間通行止め時間帯という極めて厳しい制約条件が課せられた。このような施工条件に対して、以下の対策を実施した(図-7、写真-4)。

- ・ プロテクターを10mごとのブロックに分離する。
- ・ 1ブロックの4隅の下端に専用ローラを装備する。
- ・ 移動当日、ブロックごとに電動チェーンブロックを2セット装置し、片側から牽引して移動させる。

この結果、1夜間での全数移動を無事に完了することができた。

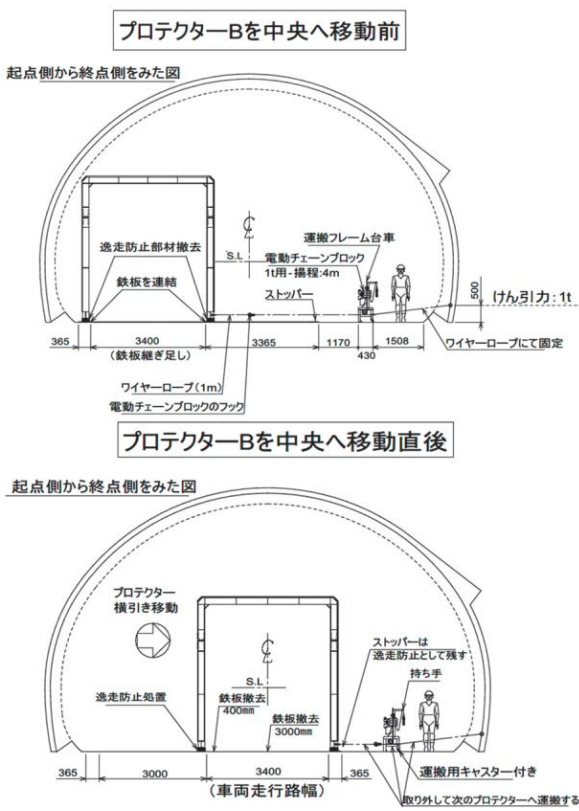


図-7 プロテクター横移動断面図



写真-4 プロテクター横移動状況

## 4. 周辺住民の生活環境への対策

### 4.1 周辺住民への騒音の配慮

終点側坑口部近傍には民家が2軒あることから、トンネル施工時に発生する騒音の影響が懸念された。本工事における騒音の管理目標値は、昼間を60dB以下、夜間を50dB以下と設定した。終点側坑口部には遮音壁(H=12m)の設置を計画していたが(写真-5)、事前に騒音予測解析を実施したところ、遮音壁を設置してもトンネル貫通後の下半掘削、インバート掘削時の騒音は夜間の管理目標値を超過してしまう事が判明した(図-8)。そこで、トンネル上半掘削を貫通手前2m位置で一旦中断し、地山を2m分残して(バルクヘッド)遮音機能を持たせた状態で下半掘削、インバート施工を切羽直近まで実施する方針とした(図-9)。この対策により、騒音の管理目標値を超過することなく終点側坑口のインバート掘削を昼夜で施工できた(写真-6)。

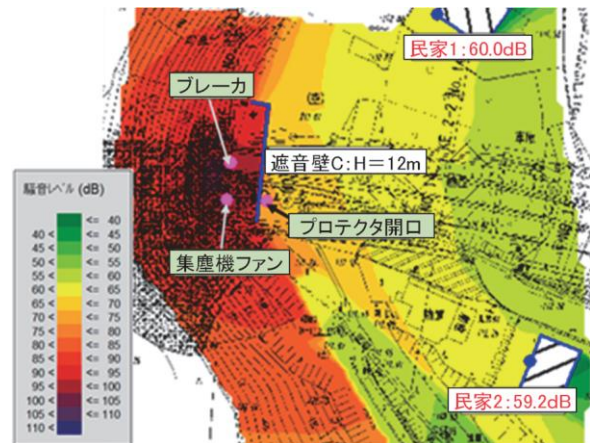


図-8 貫通後のインバート掘削時の騒音予測 (60dB=NG)

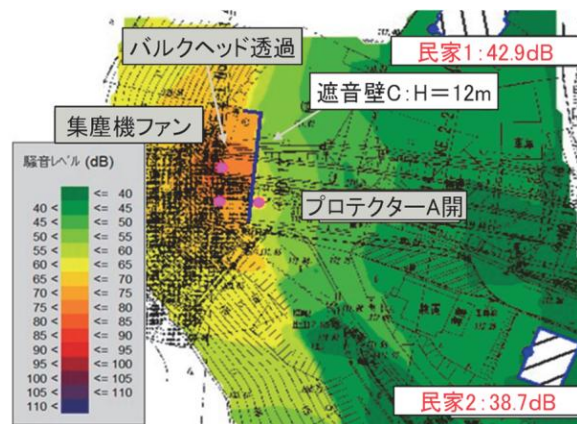


図-9 貫通2m手前位置のインバート掘削の騒音予測 (42.9dB=OK)



写真-5 終点側遮音壁



写真-7 終点側集塵機



写真-6 終点側インバート施工



写真-8 吹付け状況 (坑道換気)

#### 4.2 坑内換気の影響予測に基づく換気方式の変更

終点側坑口部に設置した集じん機 (2,400m<sup>3</sup>/min) を写真-7に示す。

当初計画の換気方式は、起点側坑口に送風機 (2,000m<sup>3</sup>/min) を設置する送気式の拡散希釈方式であった。しかし、周辺住宅に対する降じんの影響予測解析により、送気式の拡散希釈方式では、坑口部に粉じんが飛散する恐れがあることが判明した。そこで換気方式を見直し、プロテクターと既設トンネルの隙間を通気口として利用し、終点側に集じん機 (2,400m<sup>3</sup>/min) を設置して粉じんが終点側へ流れる坑道換気方式へ変更することとした。

本方式では、切羽で発生する粉じんを終点側の集じん機で吸引することで、掘削時の坑内における粉じん量は 0.8mg/m<sup>3</sup> 以下、吹付け時のそれは 0.4mg/m<sup>3</sup> 以下となり、基準値 3mg/m<sup>3</sup> を十分に満足した上で、周辺民家に対する降じんも防止することができた (写真-8および写真-9)。



写真-9 掘削状況 (坑道換気)

#### 4. おわりに

本工事では、第三者の安全と一般車両の通行を確保するため既設トンネルにプロテクターを仮設した活線拡幅を行った。限られた時間で施工するにはプロテクターの移動がポイントとなったことから、2基のプロテクターを活用して効率的に設置・撤去・移動を行った。また、狭隘な空間での施工に適した施工機械の選定を行った。

この他、既設トンネルを利用した坑道換気方式への変更、両坑口部での騒音対策など、各種課題に対して検討を重ねて事前施工を行った上で本対策を実施した結果、周辺住民から苦情やトラブルもなく活線拡幅工事を完成することができた（写真－10および写真－11）。

謝辞：本工事の施工にあたり、千葉県・国土交通省・土木研究所等、多くの関係者の方々からのご指導、ご支援を受け賜りましたことに深く謝意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) 西原圭美, 熊谷幸樹, 川端康夫, 野地敦夫, 小西裕之: 活線拡幅工事における非対称なトンネル支保構造の施工性と作用効果, 土木学会, 第32回トンネル工学研究会, 2022.
- 2) 飯塚貴之, 平林直樹, 野地敦夫, 小西裕之: 周辺住民の生活環境に配慮したトンネル活線拡幅-国道465号蔵玉隧道-, トンネルと地下, Vol.54, No.2, pp.149-160, 2023.



写真－10 工事完成状況（起点側）



写真－11 工事完成状況（終点側）

**Summary** For the tunnel widening work on the KURADAMA Tunnel on National Highway Route 465 (hereinafter referred to as "this work"), we adopted the live tunnel widening method, a technique designed to widen a small-section tunnel without blocking the flow of general vehicular traffic. Vehicular-traffic protectors were in place inside the tunnel during the work to ensure the safe flow of general vehicular traffic. We selected a tunnel-boring machine designed for efficient boring even in narrow tunnels with protectors installed inside. When required to move the protectors, we restricted the traffic only during night hours to minimize the impact on the flow of general vehicular traffic. Moreover, considering the proximity of private houses to the terminal-side tunnel entrance, we adopted a work execution method and equipment mindful of the living environment of the surrounding residents. This report outlines the execution of this work with these measures.

**Key Words :** Live tunnel widening; protector utilization; noise prevention measure; dust prevention measure