

JCMA 報告

# 建設業部会見学会報告

—ハツ場トンネル工事現場—

建設業部会

## 1. はじめに

建設業部会の見学会として、7月23日(金)、西上部会長以下21名の参加でハツ場トンネル工事現場を見学してきたので報告する。

群馬県のハツ場ダム建設では、JR吾妻線の川原湯温泉駅を含む約6km区間が水没することになり、国土交通省による機能補償として、岩島駅から長野原草津口駅間の約10.4kmの線路付替え工事が施工中である。このうちハツ場トンネル工事では、鉄道単線トンネルとしては国内初となるTBMによる全断面掘削施工が進められている。

## 2. JR吾妻線付替え工事の概要

国土交通省が、利根川総合開発計画の一環として、下流域の洪水被害を軽減する目的で吾妻川中流域の長野原町に

建設を進めているハツ場ダム(重力式コンクリートダム)の水没区域内を通過しているJR吾妻線を移転させるため、関東地方整備局から委託を受けたJR東日本が、岩島駅から長野原草津口駅(延長約10.4km)の付替え線を建設する。

移転先はJR吾妻線に沿って流れる吾妻川の南側山間で、水没する川原湯温泉駅の代替え駅予定地と両端の駅を最短で結ぶルートが選定された。

付替え工事における構造概要は、吾妻線起点側岩島駅から第二吾妻川橋梁(4径間連続PC斜版橋、 $L=431\text{m}$ )、ハツ場トンネル(NATM工法・TBM掘削、 $L=4,582\text{m}$ )、新川原湯温泉駅(仮称)(1面2線の橋上駅、ホーム延長、 $L=165\text{m}$ )、川原湯トンネル(NATM工法・発破掘削、 $L=1,870\text{m}$ )、横壁トンネル(NATM工法・自由断面機械掘削、 $L=1,737\text{m}$ )、第三吾妻川橋梁(3径間連続複合構造中路アーチ形式、 $L=203\text{m}$ )であり、終点側長野原草津口駅へ至る工事である(図-1)。

## 3. ハツ場トンネル工事の概要

今回の見学先であるハツ場トンネル工事は全長 $L=4,582\text{m}$ のうち、両坑口部 $L=219\text{m}$ ( $169\text{m}+50\text{m}$ )をカルバートボックスで計画し、両坑口部 $L=239\text{m}$ ( $180\text{m}+59\text{m}$ )をNATM工法(機械掘削)で施工する。中央部の $L=4,160\text{m}$ は、全断面TBM工法を採用するが、鉄道単線トンネルでのTBM工法適用は我が国初めての事例となる。

地質の概要は、最小土被りは終点側大沢部で6m、最大土被り約350mで、起点側(写真-1)から大部分をハツ場安山岩類が占め、終点側には川原湯斜長斑岩が分布し、これらの間の一部区間に川原原層(主として安山岩系)が出現する。ハツ場安山岩類中には、川原湯斜長斑岩と同じ頃に貫入した珩岩や安山岩の貫入岩が認められる。また、両坑口付近は、これらの基盤岩を覆う形で崖錘堆積物、泥石流堆積物、段丘堆積物、ローム層などの未固結堆積物が分布する。

トンネルは、両坑口では未固結層の中を通過するが、それ以外では比較的良好な地質が予想され、事前の調査結果では、地山等級ⅡN以下のものが全体の10%程度であり、60%程度は地山等級ⅣNに区分され、一軸圧縮強度 $30\sim 130\text{N/mm}^2$ となっている。弾性波探査で検出された低速度帯は5箇所あり、多亀裂帯であると予測されているが、小規模な変質帯や破碎帯に遭遇する可能性があるものの、大きな影響はないものと予想される(表-1)。

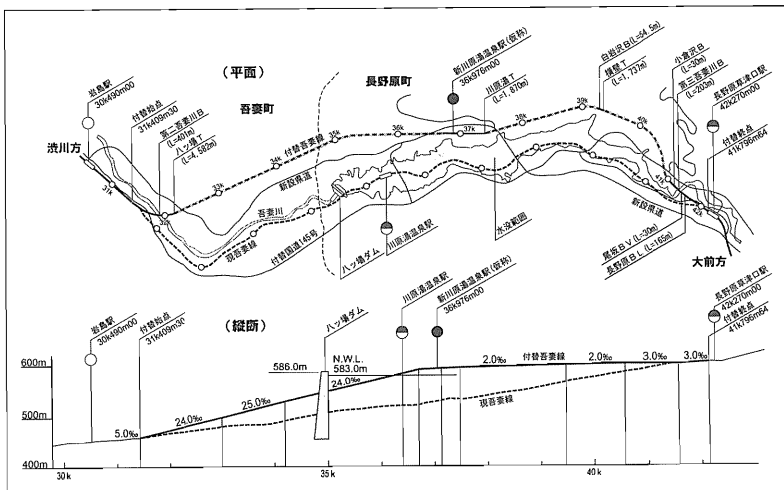


図-1 JR吾妻線付替え工事の概要

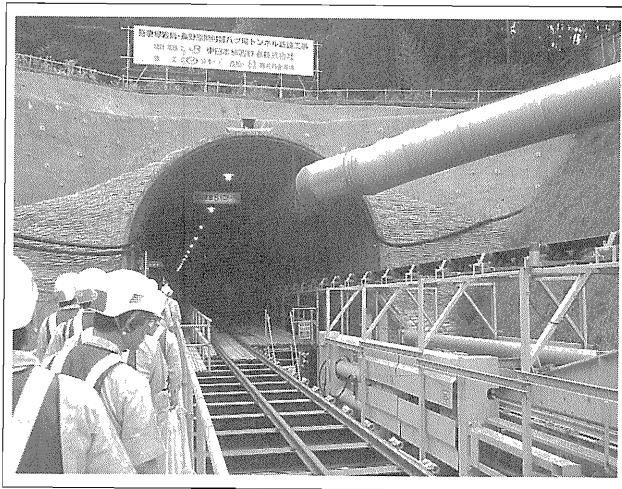


写真-1 ハツ場トンネル起点側坑口

表-1 ハツ場トンネル工事仕様

工事名称	吾妻線岩島・長野原間代替えハツ場T新設
工事場所	群馬県吾妻郡吾妻町～長野原町
工期	(自)平成11年11月30日 当初(至)平成15年9月30日 変更(至)平成18年1月18日 (工事一時中止により変更)
発注者	東日本旅客鉄道株式会社上信越工事事務所
施工業者	清水建設(株)・西松建設(株)・(株)間組共同企業体

#### 4. 工事内容

本工事に採用されているTBM掘削機(写真-2)はオープン型であり、掘削径 $\phi 6,820$ mmである。掘削したずり

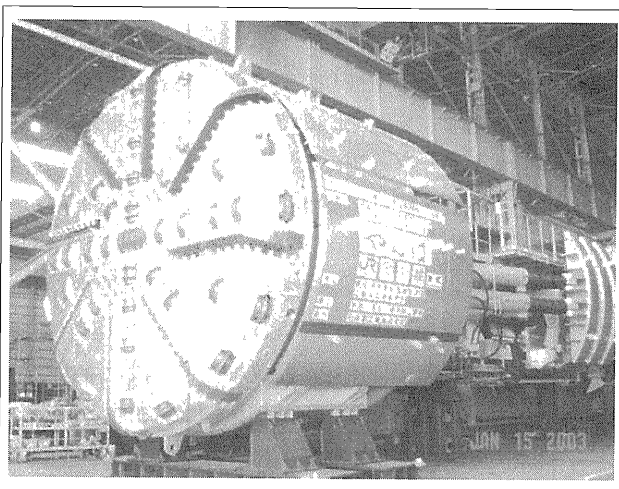


写真-2 TBM「やんば」

表-2 工事内容

掘削延長	(NATM) $L=239$ m (TBM) $L=4,124$ m 計=4,363 m
掘削断面	(NATM) $51.4$ m <sup>2</sup> (TBM) $34.5$ m <sup>2</sup>
掘削量	$153,116$ m <sup>3</sup>
吹付けコンクリート	$695$ m <sup>3</sup>
防水シート	$75,614$ m <sup>2</sup>
覆工コンクリート	$28,584$ m <sup>3</sup>
インバートコンクリート	$7,895$ m <sup>3</sup>

は、延伸ベルトコンベヤにて坑外へ搬出される。

本工事の主要な工事内容は表-2、図-2の通りである。

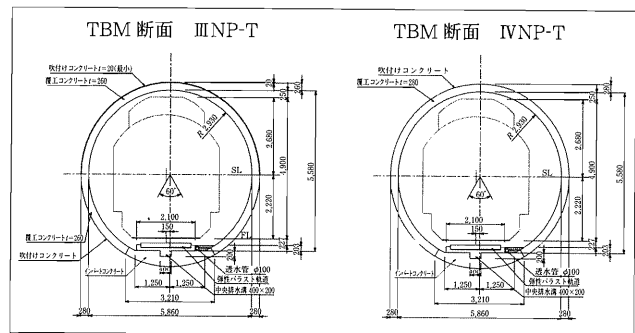


図-2 ハツ場トンネル断面図

#### 5. 機械設備

本工事で使用されている機械設備は、トンネル掘削を進めるTBM、吹付け・ロックボルト施工を行うTWS、掘削したずりを坑外まで搬出するための延伸ベルトコンベヤ、換気設備、給水設備などからなっている。主な設備の概要は以下の通りである。

##### (1) TBM掘削機

本現場は全般的に固結度が高く比較的良好な地山と予想されたことからTBMはオープン型としている。カッターヘッドの形状はドーム型であり、カッターは17インチカッターを48個配置している。

カッター支持方式は周辺支持方式、カッターヘッド支持に使用される軸受けは3ローラ型軸受けをとっており、カッターヘッドの駆動方式はインバータ制御による電動モータ駆動であり、カッター回転数は0~6回転までの可変速となっている。

TBM掘削機の主な仕様は表-3の通りである。

表-3 掘削機の仕様

型式	オープン型
外径	$\phi 6,820$ mm
機長	$17,830$ mm
掘進ストローク	$1,800$ mm
純スラスト推力	$12,124$ kN
カッター駆動装置	
電動機	$315$ kW×6台
回転数	0~6 rpm
トルク	常用 $3,071$ /最大 $6,142$ kN-m
グリッパー推力	$35,280$ kN

##### (2) TWS(トンネルワークステーション)(写真-3、写真-4)

TBM本体と後続台車の間の作業床に各種機能を有するユニットが搭載されており、各ユニットは作業床に敷設し

たレール上を走行し必要に応じた作業ができるよう移動可能となっている。搭載されている各ユニットは次の通りである。

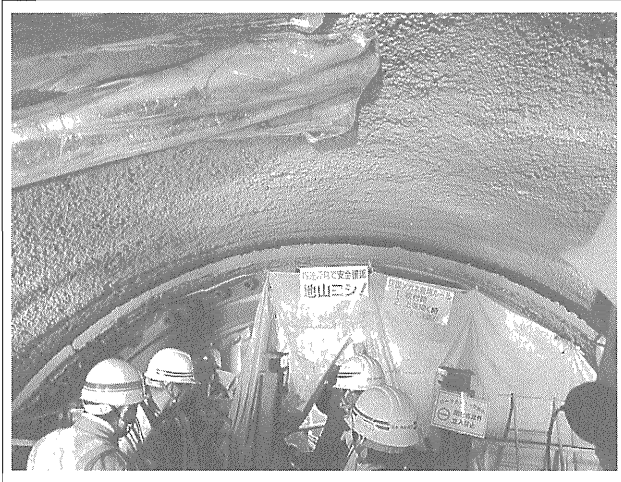


写真-3 TBM 本体後部状況

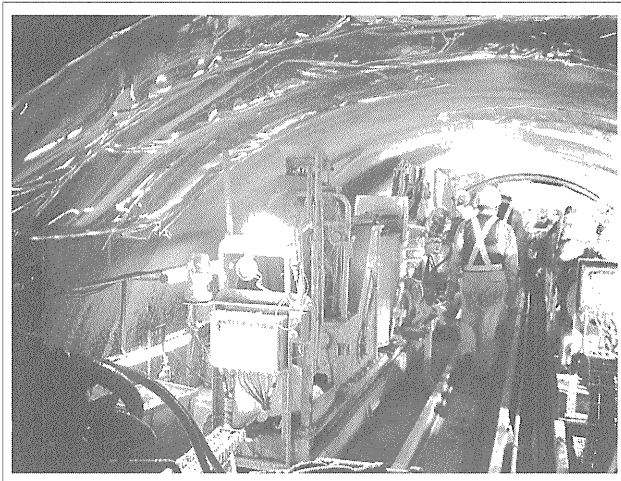


写真-4 TWS (トンネルワークステーション)

① 前方マンケージユニット

ルーフサポート直後の天端部の吹付け作業を行うためのマニピュレータ部、作業員が乗込み足場とするケージ部、リング支保工を組立てる把持装置部で構成されている。

② 前方穿孔機ユニット

上半部のロックボルト打設、及びフォアボーリング穿孔に使用する。ドリフタは190 kg級を使用している。

③ 後方穿孔機ユニット

後方での下半ロックボルトの打設、及び前方でのフォアボーリング穿孔を行う。

④ 後方マンケージユニット

後方でのロックボルト打設時の足場となる。

⑤ 吹付けロボット

吹付けロボットはTBMメインビーム上の作業床に設置された走行用レール上を走行し、吹付け位置まで移動した

後、本体を90度回転させて吹付けノズルをガイドリングに沿って移動させ、トンネル内全周を吹付ける。

⑥ クレーンユニット

バッテリーロコで搬入された鋼製支保工およびロックボルト、モルタルなどの資材をTBM作業床上に上げるために使用する。

(3) 掘削ずり搬出設備

本工事は急曲線施工もなく、掘削距離も4,000 m以上の長距離掘削のため、掘削ずり搬出には延伸ベルトコンベヤによる連続ずり出し方式が採用されている(写真-5)。掘削した土砂は連続ベルトコンベヤ及びトリップベルトコンベヤ(横持ち用)により、ずり仮置きヤードまで搬出される。

ずり搬出設備の主な仕様は表-4の通りである。

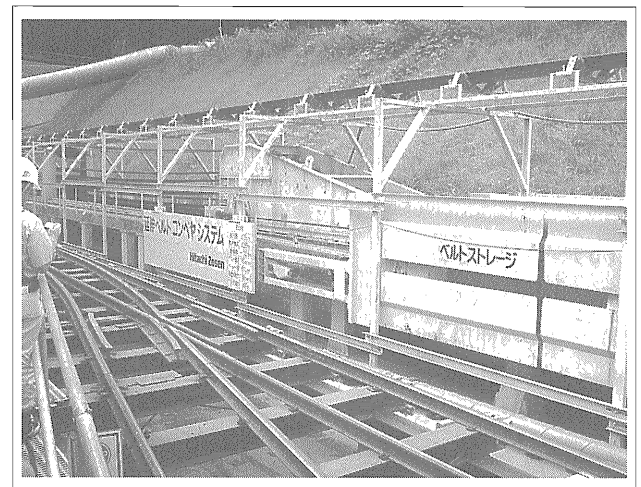


写真-5 坑口部の延伸ベルトコンベヤ

表-4 ずり搬出設備の主な仕様

・No.1 ベルトコンベヤ	
土砂搬送量	450 m <sup>3</sup> /h
ベルト速度	130 m/min 可変速
ベルト幅	750 mm
・No.2 ベルトコンベヤ	
土砂搬出量	450 m <sup>3</sup> /h
ベルト速度	180 m/min
ベルト幅	750 mm
・延伸ベルトコンベヤ	
土砂搬出量	265 m <sup>3</sup> /h
ベルト速度	180 m/min
ベルト幅	610 mm
メインドライブ出力	110 kW
ブースタドライブ出力	110 kW
・トリップベルトコンベヤ	
土砂搬出量	275 m <sup>3</sup> /h
ベルト速度	80 m/min
ベルト幅	750 mm

(4) 支保工設備

本トンネルにおける主要支保部材は吹付けモルタル(写真-6)と、鋼製支保工ならびにロックボルトである。

吹付け設備はモルタルを保管するモルタルサイロとモルタルを輸送するリフトタンク，圧送吹付けを行うミキシングポンプ，急結材供給ポンプから構成されている。吹付け材は早期強度が高いビニロン系短繊維ファイバーと混和材を工場でプレミックスした繊維補強吹付けモルタルを採用し，急結材は液体急結材を使用している。

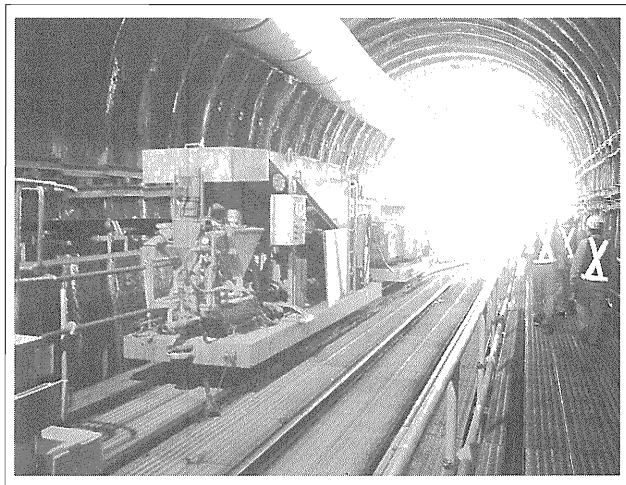


写真-6 モルタル吹付けシステム

#### (5) 軌条設備

資材の搬入はレールゲージ 762 mm のサーボ付きバッテリーロコが使用されている。坑内は単線となっており，500 m 毎にすれ違い用の分岐部が設置されている。

#### (6) 換気設備

換気方式は送気方式が採用され，坑口に 30 kW×3 連のコントラファンが設置されている。風管はカートリッジ式のカプセル風管（長さ 100 m）を後続台車に設置して順次延長するようになっている。また TBM 掘削時に発生する粉塵を処理するために，電動機容量 22 kW×6, 400 m<sup>3</sup>/min の集塵機を 2 台使用している。

#### (7) 給水処理設備

坑内作業での水使用量は 600~700 L/min であり，37 kW 給水ポンプによる給水が行われている。

#### (8) 通信設備

TBM の後続台車は長く，各作業位置が離れているため相互に確実に連絡がとれる通信設備が必要である。そのため，坑内に PHS アンテナを設置して各職員，職長に PHS を携帯させて，坑内のどこでも連絡が取れる体制としている。

る。

#### (9) 掘削管理システム

本工事では，TBM 掘削の測量管理に自動追尾型のトータルステーションを使用し，マシンのピッチング，ローリング，ヨーイング，水平偏差，垂直偏差をリアルタイムに計測し，運転席で掘削機の位置が把握できるようにしている。

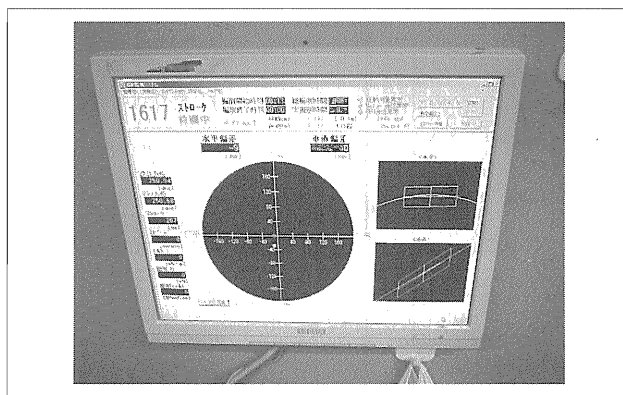


写真-7 掘削監視システム画面

### 6. TBM 掘削状況

TBM 掘削は平成 15 年 10 月から行われており，見学会のあった 7 月 23 日現在で約 2,869 m の掘進であった。それまでの最大月進は 424 m/月であり，目標月進 330 m/月に対し，平均月進 300 m/月程度とのことである（表-5）。また，切羽の前方探査として HSP（3 成分）を低速度帯で実施している。

表-5 7 月 23 日現在の掘削進行状況

工種	設計延長	累計進行	残	備考
NATM 掘削 (m)	180.0	180.0	—	平成 15 年 7 月 7 日完了
TBM 掘削 (m)	4,124.0	2,868.6	1,255.4	平成 15 年 10 月 1 日掘削開始

### 7. おわりに

本見学会は天候にも恵まれ，スケジュール通り遂行できた。今回の見学会を快く引受けて下さり懇切丁寧な現場を案内して頂いた清水建設株式会社，西松建設株式会社，株式会社間組共同企業体の皆様には心より感謝申し上げます。

JCM/A