

困難な施工条件の下で実施した営業線鉄道 トンネルのリフォームの一例について

THE ILLUSTRATION OF THE ACTIVE RAILROAD TUNNEL REFORM
WHICH WAS CARRIED OUT UNDER THE DIFFICULT CONDITION

江口 敏士*・原田 春夫*・黒川 修治*・杉崎 吉仁*

Syoji EGUCHI, Haruo HARADA, Syuji KUROKAWA and Yoshihito SUGISAKI

The Shibuya-Tunnel of The Keio-Inokashira-Line, L=270m, was constructed about 60 years ago, and because it has been decrepit remarkably, recently we carried out the reform of it for about three years.

This report explains the illustration of the active railroad tunnel reform, especially in respect to safety and labor saving in spite of it was depended on human power. First main point we want to say is that the mechanization of the mortar chipping down work at the upper part of the tunnel, and second main point we want to say is that the automatization of the assembling arch support work.

Keywords: tunnel reform, active railroad, mechanization,

1. まえがき

京王井の頭線渋谷すい道 (L=270m) は渋谷～神泉駅間に位置し、トンネルの直上は道玄坂、円山町という有数の繁華街である (図-1 参照)。このトンネルは昭和初期に構築された複線トンネルで、側壁・底版はRC、アーチ部は煉瓦5枚積 (厚さ約60cm) の構造である。その後、昭和49年に側壁及びアーチ部については、H-150支保工 (@720-1070) + モルタルにて、簡易的に補強された (図-2 参照)。

今回所要の構造耐力を確保するために、下床部に補強桁を設置し既設支保工と接合させると共に、既設坑内覆工の内巻モルタルを研り取り、新たに新設支保工 (H-150@250) を

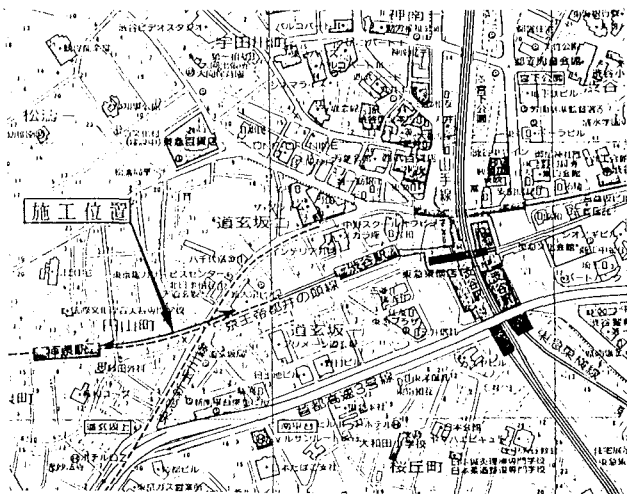


図-1 施工位置図

* 大林組東京本社土木本部東京工事部

架設する事により、トンネル内にH形鋼のフレームを構築し、トンネル全体を補強した。昭和63年11月に着工し、鋭意施工を進め平成3年10月に無事竣工した。

本報告は、様々な制約がある営業線のトンネル補強工の施工例を、安全及び省力化の面で非常に効果的であった ①頂部モルタル所り作業の機械化 ②アーチ支保工組立作業のロボット化の2点を中心に述べるものである。

2. 現場施工条件

当工事における、特に留意すべき主な施工条件は以下のとおりであった。

① 営業線（活線）工事

京王電鉄のメイン路線である井の頭線の活線工事であり、列車運行に支障があってはならない。

② 鉄道施設の防護

トロリー線はもとより、キ電信号ケーブル及び信号機等の移設に制約があるため、それらを完全に防護しながらの施工となった。

③ 作業時間の制限

作業時間が、線路閉鎖0' 40' ~5' 00' キ電停止1' 00' ~4' 20' と短時間（準備跡片付け時間を差し引くと、実作業時間は2.5H程度）であった。

④ 建築限界

トンネル断面形状は建築限界に対してほとんど余裕が無く（図-2参照）、トンネル内での資機材の仮置きは不可能であり、また待避口も少ないため、昼間（列車運行時）の現場確認及び点検はできなかった。

⑤ 騒音・振動防止

現場周辺は密集した市街地であり、騒音・振動等の発生には十分な配慮が必要であった。

3. 施工方法

補強工の施工手順について簡単に説明すると、先ず枕木の側面及び下面の道床砂利（図-3参照）を撤去し、下床補強桁を据付けた。次にこの下床補強桁と既設支保工を継ぎ足し材（H-150）で接合した（図-4参照）。そして@75cmで架設されている既設支保工間のモルタルを所り取り、その間に新設支保工を@25cmで組立てた（図-5参照）。その後、支保工間に補強鋼板をトンネル内側に取付け、モルタルを打ち込みトンネル全体を補強した。

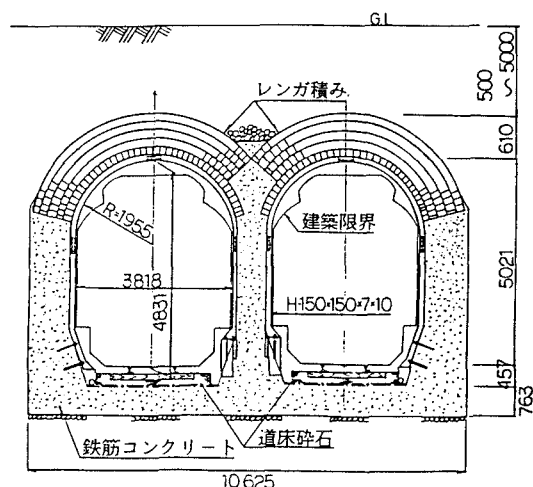


図-2 補強前トンネル断面図

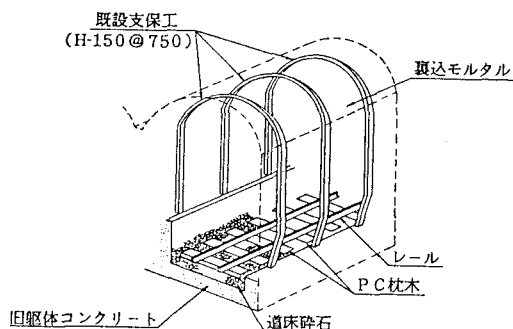


図-3 着手前トンネル構造図

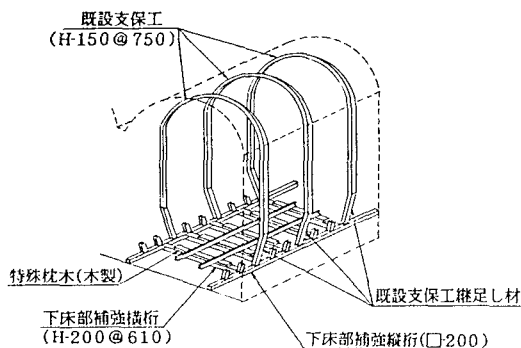


図-4 下床部補強後トンネル構造図

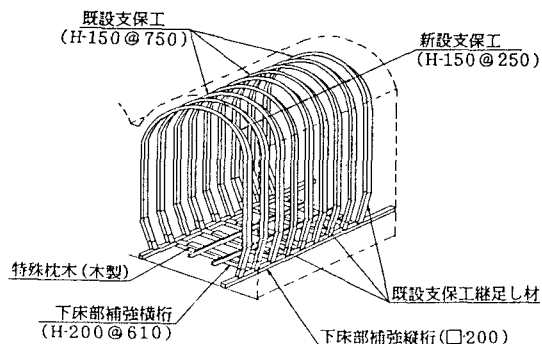


図-5 全体補強完了後トンネル構造図

4. 頂部作業の機械化

4.1 頂部モルタル研りの機械化

上面研りの過酷で危険性の高い作業の軽減、足場台車の組出しの改善、及び粉塵量の軽減を目的として研り台車を開発した。

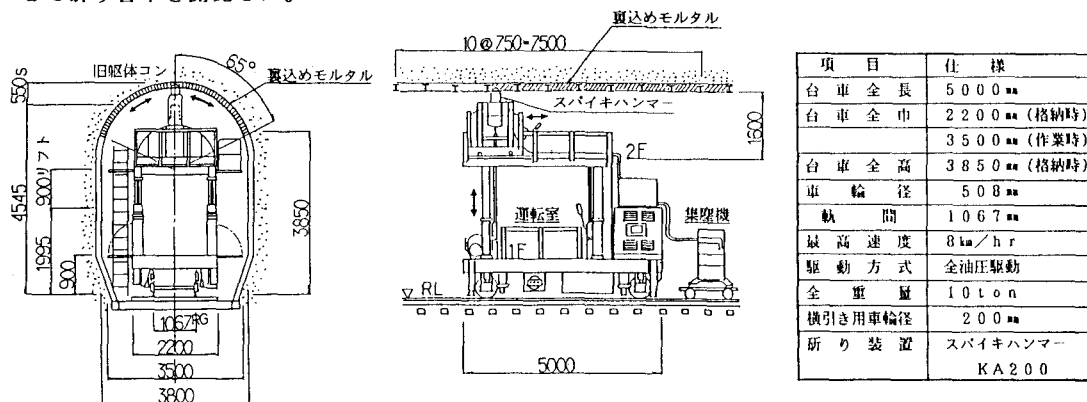


図-6 研り台車構造図

4.2 頂部支保工建込工のロボット化

頂部支保工組立は、人力作業では重労働となり危険性が高いため、支保工組立ロボットを開発した。

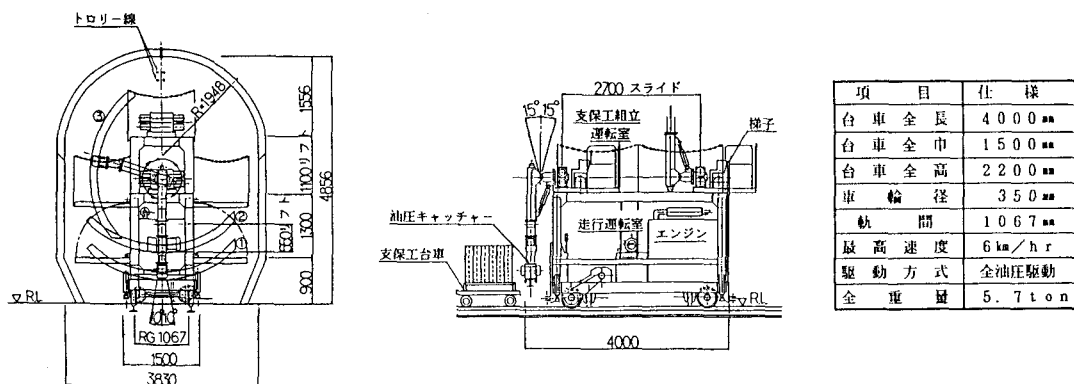


図-7 支保工組立ロボット構造図

4.3 施工結果

やり台車及び支保工組立ロボットを実施工に使用して、安全化、省力化等で良好な結果が得られた。
(表－１、２参照)

表－１ やり台車の特長

	従来方法（人力ブレーカ）	改善方法（機械やり）
やり作業の危険性	上面やり作業の為、過酷で危険性が高い。	スパイクハンマーの遠隔操作によるやり作業の為、危険性が低い。
やりガラ	やりガラが大きく、ガラ処理が困難である。又、飛来落下災害の危険性が高い	スパイクハンマーで、粉砕する為、やりガラは小さい。
粉塵処理	ブロワーによる拡散方式の為、粉塵量が多い。	集塵装置により、粉塵量が少ない。
作業足場の設置及び広さ	足場台車の組立が必要である。	足場台車の組立し作業が無い。
	ビティ枠使用の為、作業床が狭い。	作業床が、広い。

表－２ 支保工組立ロボットの特長

	従来方法（人力）	改善方法（組立ロボット）
労働条件及び危険性	高所での重労働作業の為、危険性が高い。	重労働作業が無く、危険性が低い。
作業足場及び広さ	足場台車の組立しが必要である。	足場台車の組立し不要なし。
	作業床が狭い。	作業床が広い。
本作業時間	2時間	2.5時間

4.4 今後の課題

(a) やり台車

スパイクハンマーによるパーカッション方式のやり作業であるため、騒音と振動の発生は避けられない。当現場のような市街地工事で使用するには、十分な防音対策が必要であり、また振動による信号機の断芯等、鉄道施設物への障害も懸念される。今後、低騒音・低振動・低粉塵型の切削装置の開発が望まれる。

(b) 支保工組立ロボット

今回開発したロボットは、作業の省力化、安全化の面では非常に効果的であったが、当現場のような営業線鉄道トンネルの場合、頂部にトロリー線があり、これをかわして支保工を所定の位置に建込むには、操作が複雑化し組立時間もかかり効率化施工とはいえない。今後、操作方法の簡素化等の改良が必要である。

5. あとがき

交通網の発達と共に次々と建設されてきたトンネルも構築後約100年を経過したものもあり、構造物としての耐用年数を越え、補強・改修の必要性が今後増加する傾向にある。その中でも特に、人力作業が主体となる営業線トンネルの補強工事は、熟練工不足の昨今、機械化による省力化が望まれる。今回補強工の様々な工種の内、厳しい労働条件の2工種について機械化を試み、安全及び省力化の面で効果が得られ無事工事が竣工したが、設計・計画の段階から機械化施工を前提とすれば、トンネル補強の一連の作業の機械化は可能であると考えている。

本報告が、今後の同種工事の計画・施工の参考になれば幸いである。