

17. トンネルテンションバランス取付作業車の効率的運用について

独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 谷口 俊彦

板谷登起雄

北海道旅客鉄道株式会社 佐伯 吾一

○千葉 洋平

1. はじめに

北海道旅客鉄道株式会社では、北海道新幹線新青森・新函館(仮称)間の共用区間における新幹線建設工事を鉄道建設・運輸施設整備支援機構より受託し施工している。共用区間(図1)とは世界最長の青函トンネルを含めた海峡線約82km(青森県新中小国～木古内)をいい、新幹線と在来線が三線式軌道上を共用して走行する過去に例のない運行形態をとる区間のことである。現在、受託工事の一つとして青函トンネル内のトンネルテンションバランス(以下、「TTB」という。)の新設工事を施工中である。TTBとは架線の伸縮をバネにより吸収し、架線張力を一定に保つ装置であり、電車へ安定した電気供給を行う上で欠くことのできない重要設備である。その工事施工に当たっては、限られた夜間作業時間帯でいかに効率的に施工を進めていくかが重要な課題であり、工事の安全、施工効率の向上を図ることを目的に施工方法を検討してきた。

本論文では、今回考案した機械施工による方法について報告する。

2. TTB 新設工事の概要

現在、在来線対応としての青函トンネル架線引留構造はトンネル内の気温がほぼ20℃と一定で架線の伸縮が微少であることから、トンネルの出入り口を除き、下束への直留方式がとられている。しかし、新幹線的高速走行への対応を可能とするため、架線張力を一定に保つことができるTTB(写真1)146台の新設を新幹線電車線設備工事の一つとして実施している。



写真1 新設したTTB(青函トンネル内)
TTBは、軌道上約7mのトンネル中心部の天井に

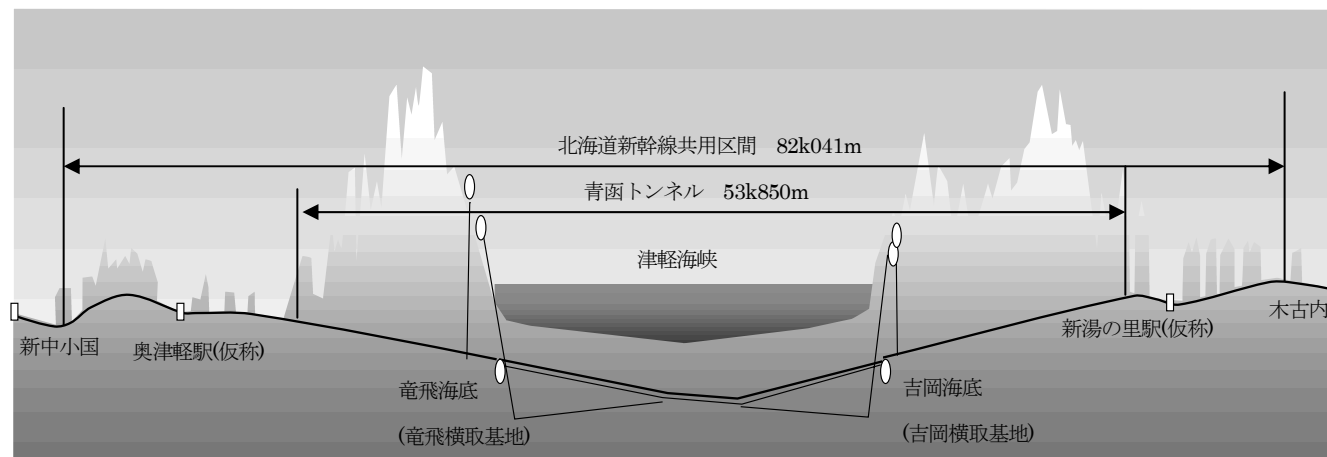


図1 北海道新幹線共用区間概略図

設置され、かつ重さが1台約500kgであり、機械を使用せずにハシゴ等を用いた人力のみでトンネル天井に取り付けるには、列車間合いの夜間作業時間帯約160分(1日の作業時間)という制約があることと、施工上の安全面から多くの課題があった。

そこで工事に当たっては、鉄道建設・運輸施設整備支援機構が開発したTTB取付作業車と軌陸車(図2、写真2)を用いた機械施工を実施することとした。

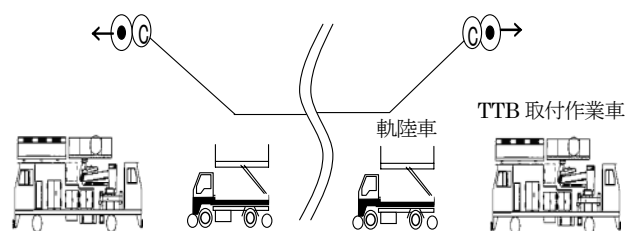


図2 機械施工体制イメージ図



写真2 TTB取付作業車（吉岡横取基地）

3. TTB取付作業車の仕様

TTB取付作業車は、狭軌レール面上を走行し、機器を格納した状態で在来線の車両限界に支障しないものとし、その他主な仕様は、表1に示す。

表1 TTB取付作業車の主な仕様

項 目		寸 法 ・ 重 量
外形寸法	長さ(連結面間)	mm 14,550
	幅	mm 2,900
	高さ(レール面上)	mm 3,980
軌 間		mm 1,067
軸 間 距 離		mm 7,000
車 輪 直 径		mm 762
積 載 量		ton 2
重 量		ton 33

作業性能としては、TTB取付作業を主目的とし、旋回昇降作業台、作業台、クレーン及びTTB設置装置機能を備えたものである。TTB設置装置(写真3)には、TTBをトンネル天井まで昇降させるリフトと架線の張力5.5tを仮受けする仮受ロッドが装備されている。架線を仮受ロッドで仮受けし、TTB取付スペースをあけ、リフトによりTTB本体をトンネル天井まで持ち上げることで容易な取り付けを可能とした。

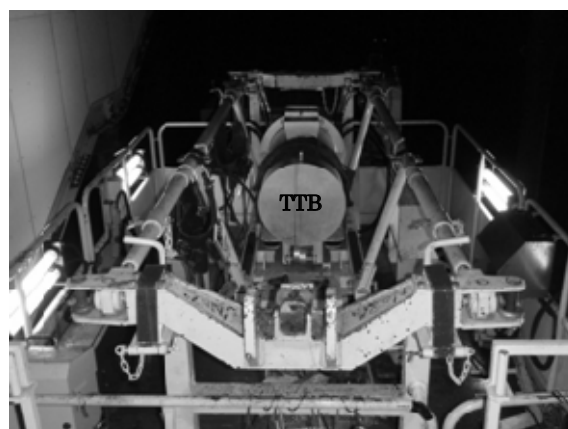


写真3 作業台にTTBを設置した様子

4. TTB新設工事の施工方法

青函トンネルは、現在在来線として営業されているが、将来の新幹線との共用走行に備えて、海峡線開業当初から設備されているものがある。その一つとしてTTB取付用のアンカーボルト(写真4)が既に設置されており、そのアンカーボルトを利用して今回のTTBを取り付ける。

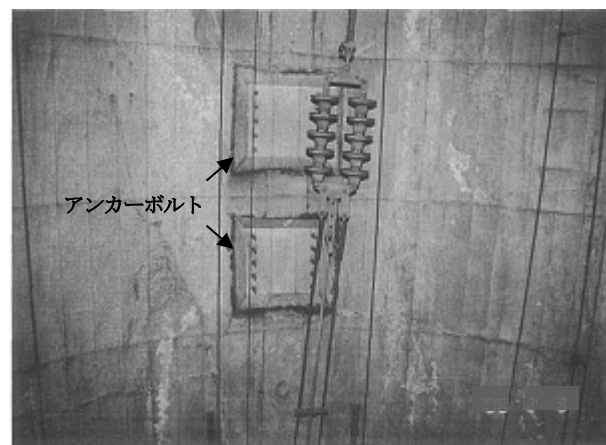


写真4 TTB取付用アンカーボルト

ここで既存のアンカーボルトに TTB を取り付けることになるが、下束とアンカーボルト位置が場所ごとで異なっていたために、TTB を取り付ける前段の作業として架線系の調整を行う必要があった。これらを考慮し、TTB 取付作業車を用いて施工されている TTB 新設工法の一例を以下に示す。

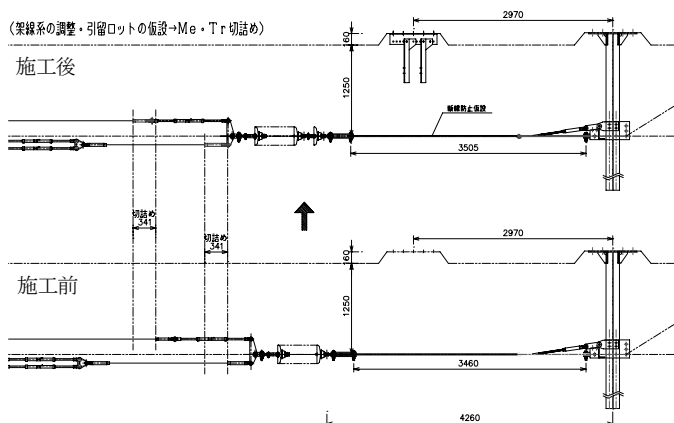


図 3-1 架線系の調整(step1)

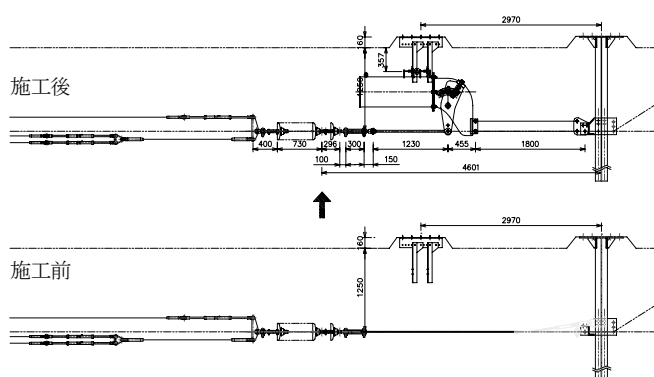


図 3-2 TTB 新設(step2)

表 2-1 機械施工フロー (step1)

項目	工事種別	数量	作業日数	使用車両	記事
1	作業車作業台設置準備	1箇所	1日	TTB作業車 軌陸車	
2	引留装置仮設	1箇所		TTB作業車 軌陸車	断線防止仮設含む
	（がいし取替）	1箇所		TTB作業車	
	（吊架線切り詰め）	1箇所		TTB作業車 軌陸車	張力調整、圧縮 含む
	（代用トロリ線切り詰め）	1箇所		TTB作業車 軌陸車	張力調整、圧縮 含む
3	TTB吊架金具取付	1箇所		TTB作業車	
4	Wチェック 作業車作業台格納	1箇所		TTB作業車 軌陸車	

※基地から現地までの往復移動時間は除く

※作業時間は160分/日

表 2-2 機械施工フロー (step2)

項目	工事種別	数量	作業日数	使用車両	記事
1	作業車作業台設置準備	1箇所	1日	TTB作業車 軌陸車	
2	引留装置仮受	1箇所		TTB作業車	
3	TTB取付	1箇所		TTB作業車	
4	引留変更	1箇所		TTB作業車 軌陸車	
5	架線調整・Wチェック 作業車作業台格納	1箇所		TTB作業車 軌陸車	

※基地から現地までの往復移動時間は除く

※作業時間は160分/日



写真 5 TTB 新設施工中

図 3-1 に示す、step1 の架線系の調整では、下束毎に異なる架線長約 1,500m の張力を 5.5t に調整し、下束と TTB 取り付け用アンカーとの離れを考慮して、TTB が設置できるよう代用トロリ線、ちよう架線の長さを切り詰めることにより調整を行っている。切詰寸法については、それぞれ異なるためその場所毎に調査・設計を実施した。また、TTB 取付用の吊架金具についても、き電線等との離隔を考慮して、その場所毎の金具を調査・設計し取り付ける必要があった。架線系の調整が終了後、図 3-2 に示す step2 の中で TTB 取付作業車の TTB 設置装置を用いて、引留用がいしから下束までの張力を仮受ロッドに移し替え(写真 6)、TTB 取付方向の上方をあけた状態にし、リフタを使って吊架金具まで持ち上げ(写真 7)、設置する。各ステップの工程を表 2-1、2-2 に示すが、先に述べた夜間作業時間帯で基地からの作業車の移動時間を含めて検討した結果、1 間合いの中での作業内容を 2 ステップに分け、1 台の TTB を新設するために必要な時間を約 320 分(作業日数で 2 日間)と定めた。



写真6 仮受ロッドによる張力移し替えの様子



写真7 リフタによるTTB取り付けの様子

5. 人力施工と機械施工の比較

本工事施工に当たっては、機械化による効率的な施工を行っているところであるが、ここで、人力施工時のTTB取付フローと比較して、機械施工がどの程度、効率的になったのか検証してみる。

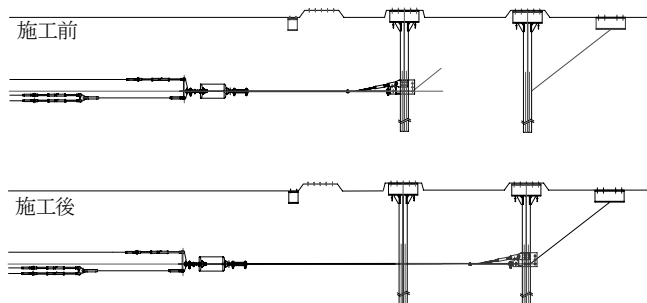


図5 人力施工時の仮引留への架線系移転

図5では、TTBを取り付けるため、現在直留めされた架線を移転することにより、TTB取り付けのス

表3 人力施工フロー

項目	工事種別	数量	作業日数	記事
1	仮支線仮設	1箇所	1日	
2	可動ブラケット仮設	1箇所		
3	TTBつり上げ用フック取付	1箇所		
4	引留変更	1箇所	1日	仮引留へ
5	張力調整	1箇所	1日	
6	TTB吊架金具取付	1箇所	1日	
7	TTB取付	1箇所		
8	引留変更	1箇所	1日	仮引留→TTB
9	仮支線撤去	1箇所	1日	
10	可動ブラケット撤去	1箇所		
11	架線調整	1箇所		

※作業時間は160分/日ペースを確保するものである。この作業は、TTB取付作業車を使用すると、TTB設置装置の仮受ロッドにて行うことができる。また、表3に示すように、1台のTTBを取り付けるまでに、機械施工に比べ多くのステップを踏むことになる。さらに、TTB新設に当たっては、トンネル中央部約7mの箇所に取り付けるため、ハシゴ等での高所作業は困難であることから、足場組立設置、TTB吊上用のアンカー設置、そして、仮引留等の仮設物撤去作業も増えるため、作業人員についても機械施工に比べ大幅に増加することとなる。TTB取付作業車は、これらの仮設等に用いる作業全般をまかなうことができるため、大幅な人員の削減と人力施工では、1台のTTB取り付けに約960分（作業日数で6日間）必要と予想されていた工程が、約320分（作業日数で2日間）に短縮できるなど、146台の新設を行っていく上で、工期が短縮化となるだけでなく、工事費についても大きな節減が期待されている。

6. おわりに

本論文では、TTB取付作業車使用による効率的な運用について述べた。

現在、H27年度の北海道新幹線新青森・新函館（仮称）間の開業に向けて電気工事以外にも三線式軌道化に伴う、ロングレール輸送車を用いたロングレール輸送及び敷設等、様々な作業が競合した中で工事を進めている。

今後も、営業線での限られた作業時間帯の中で、機械施工による安全で効率的な作業方法確立するとともに、さらなる施工方法の検討を行っていく。