

鉄道在来線トンネルのトロリー線支持金物支持更新に伴う問題点と解決事例

仙建工業株式会社 正会員 ○民部田 敬志
 仙建工業株式会社 正会員 大場 宏樹
 仙建工業株式会社 正会員 佐々木 崇人

1. はじめに 本工事は、老朽化した鉄道在来線トンネル（上下線別線，単線（下り線）電化区間， $L=153.0\text{m}$ ）のトロリー線支持金物の更新（ $N=12$ 箇所）を実施するものである。トロリー線支持金物の更新を実施するにあたり考慮した内容は、トンネル背面地山の状態、覆工コンクリートのクラックからトンネル内への漏水状態、および施工中から施工完了後の列車の運行に支障しない空間（建築限界）を確保することであり、従来から行われてきた覆工コンクリート埋込みアンカーからの支持方式から、H型鋼セントルによる支持方式に変更した。

本トンネルが位置する路線は地方主要線であり、昼夜を通して列車通過本数が多く、作業には複線電化区間20,000Vの停電手続き（以下、き電停止）を行う必要があるため、夜間での作業に制限がある。また、トンネル内作業であることから列車の安全運行確保として、セントル組立て途中の不安定な状態を回避する必要がある。そのため、組立途中及び施工後に建築限界を確保する考慮が必要であった。本工事における問題点と解決策を報告する。

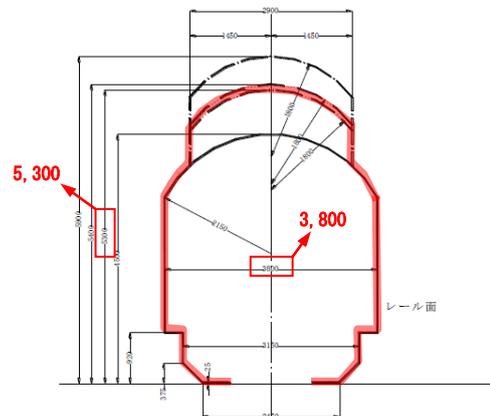
2. 本工事の問題点と解決策 本作業は、作業箇所に列車進入を規制する線路閉鎖（以下、線閉）間合い（1:57～4:36の156分）および、き電停止時間帯（2:16～4:18の122分）という短い作業時間で実施する。

2-1. 問題点①支持金物の定着方法 通常新設の鉄道トンネルにおけるトロリー線支持金物の設置は、覆工コンクリート厚さ内（ $t=30\sim 45\text{cm}$ ）に、アンカーボルトの定着長に見合う長さ部分が埋設され、そのアンカーボルトにトロリー支持金物のハンガー一部が吊下がる形状となる。しかし、本トンネルの覆工コンクリート厚さは建設当初の財産図では50cmであったが、施工開始前の調査では20cm程度であり、アンカーボルト（ $\phi=25\text{mm}$ $L=375\text{mm}$ ）の定着長を確保できないことが判明した。また、支持金物を設置する箇所の覆工コンクリート背面は大きな空洞となっており、長尺のアンカーを地山に打込む方法とした場合、定着長不足を補うため裏込め注入などが必要と考えられたが、それらを実施するための時間と費用の面を考慮して採用されなかった。

2-2. 解決策① 覆工内面からのH型鋼セントルを設置し、そこにトロリー線の支持金物を添加させる方式を考案した。覆工内面からのH型鋼セントルの設置は、従来から補強セントル工法としてトンネル剥落防止対策工として用いられてきた方式でもあり、本工事では覆工コンクリート厚さ $t=20\text{cm}$ を考慮し、セントル材料としてH型鋼100×100を使用することで、トンネル内面からのトンネル補強も兼ねることとした¹⁾²⁾。

2-3. 問題点② 建築限界の確保 H型鋼セントルの設置位置は、高さ $H=5.300\text{m}$ 以上、幅 $W=3.800\text{m}$ の建築限界寸法を確保する必要がある。ただし、架空電車線及び懸ちよう装置等は、レールレベル（以下、R.L）からの高さを4.500～5.300m内に設置することができるとされている（表-1）。

表-1 交流区間建築限界表³⁾



(備考)

1 寸法の単位はmmとする

2 図中「 」は、一般の場合に対する限界を示す。(ただし、塗油器を除く)
 また、既設のトンネル、雪おおい、こ線橋及びその前後においては、改築の時期までに暫定的に「4,500mm」は「4,300mm」とすることができる。

3 図中「 」は、架空電車線から交流の電気の供給を受けて運転する線路における架空電車線、懸ちよう装置、これらを維持管理する設備及び絶縁補強材以外のものに対する限界を示す。

4 図中「 」は、トンネル、こ線橋、雪おおい及びその前後の区間において必要がある場合、「 」は、橋りよう、プラットホームの上家及びその前後の区間において必要がある場合の架空電車線から交流の電気の供給を受けて運転する線路における架空電車線、懸ちよう装置、これらを維持管理する設備及び絶縁補強材以外のものに対する限界を示す。

なお、前項「 」をもって示す限界、前項「 」をもって示す限界及び「 」をもって示す限界の各限界相互間の限界は、架空電車線のこう配に従って決めるものとする。

キーワード 鉄道トンネル，建築限界確保，架線支持金物

連絡先 〒980-0811 仙台市青葉区一番町二丁目 2-13 仙建工業 (株) TEL.022-225-8514 E-mail:h-ooba@senken-k.co.jp

表-2 はセントル設置前の R.L と覆工断面の実測寸法である。覆工断面に H 形鋼セントルを設置した場合、架空電車線及び懸ちょう装置等に直接関係しない箇所では建築限界確保が困難な箇所は、上半断面の図-1 に示す丸印の箇所であった。

2-4. 解決策② 表-2 から H (R.L から H 鋼セントルまでの高さ) を高さ $H=R.L+5.200m$ とすることとした。そのため、現在の覆工断面を全周にわたり 50mm はつり込む必要がある (図-2)。これにより、図-1 の○印の内空限界を確保することができる。また、この際に H 形鋼セントルの R.L~S.L までの高さを 0.320m 上方に変更(合わせて幅も変更)となる。

2-5. 問題点③ 短時間でコンクリート面を一定の深さではつると凸凹面となり滑らかな面に仕上げることは容易でない。セントル設置は、曲面であるとともに高所作業となる箇所であり、重量物取扱い作業となることとあわせてはつり面が滑らかでない作業時間内にセントルを設置できない可能性がある。このことから、セントル設置前に確実なはつり面を確認する必要がある。

2-6. 解決策③ セントル設置前にはつり面の寸法を確実に確認する方法として、H 形鋼セントルの曲線に合わせた木製テンプレートを作成し、上半セントル設置前にテンプレートをはつり面にあてがい仕上がり状態を確認した (図-3)。この木製テンプレートは、セントルの形状と同等であるため、はつり箇所にあてがうことにより完全に寸法が確保されていないことが確認可能であること、また、所要の寸法が不足している箇所を迅速に確認できる点が優れている。なお、このテンプレートで確認したことは、以下の3点である。

- ①はつり面がテンプレート背面に当たらないこと。
- ②クラウン部(上判断面部)にテンプレート端部が合うこと。
- ③R.Lより、5.200m が確保されていること。

3. まとめと今後の課題 H 形鋼セントルの曲線半径に合わせた木製テンプレートを作成し、上半セントル設置前にはつり面の仕上がり状態を確認したことで、き電停止・線閉時間内で空頭を R.L より高さ 5.200mm とし、列車の安全・安定輸送を確保することができた (写真-1)。コンクリートはつり確認は、レール面やコンクリート覆工面が凸凹であるため、覆工断面を設計 50mm より多くはつり出す必要があった箇所もあり、出来形を確保するため時間を要した (当初 2 日/上半→実際 3 日/上半)。今後も老朽化したトンネルの補修工事も多くなるため、その際には現状(覆工断面・地山状況)を詳細に調査し、補修工事の方針決定をする必要がある。そして、覆工コンクリートのはつり方法の改良を継続し、作業効率を向上させることが今後の課題となる。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道(株)：トンネル補強・補修マニュアル，2014.12
- 2) 東日本旅客鉄道(株)：変状トンネル対策設計マニュアル，2014.12
- 3) 東日本旅客鉄道(株)：土木施設実施基準，2016.3 改正

表-2 セントル設置前の建築限界測定結果表

No.(号)	W	h
設計値	4.600	5.200
3	4.640	5.250
5	4.620	5.289
6	4.648	5.260
7	4.620	5.270
8	4.630	5.252
9	4.654	5.242
10	4.612	5.260
11	4.600	5.270
12	4.640	5.242
13	4.666	5.256
14	4.626	5.246
15	4.654	5.209

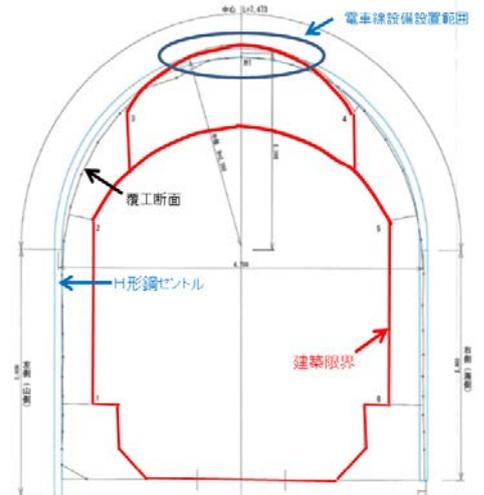


図-1 セントル断面図

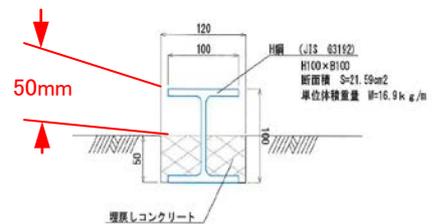


図-2 セントルと覆工面の関係図

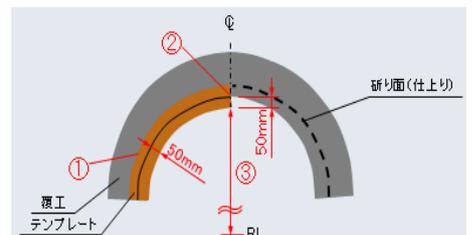


図-3 テンプレート設置関係図

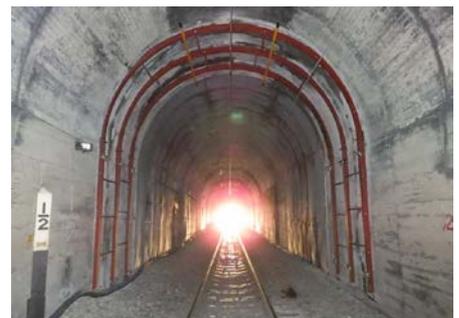


写真-1 施工完了写真