

鉄道トンネル剥落対策工における垂下対策と効率施工

東鉄工業(株)

正会員

○太刀川 卓

1. はじめに

鉄道トンネルの覆工コンクリート剥落防止対策として、アラミド繊維シートを貼り付け、アンカーボルトにより固定する工法(AAA工法)が採用されてきた。しかし、近年施工済みのアラミド繊維シートが垂下する事象が発生したことから、垂下対策として、アンカーボルトの設置間隔が改定された。

今回、この改定による規格を満足すべく、アンカーボルトの増し打ち工事を、JR東日本管内の上越線と南津トンネルで施工することとなった。本稿は、作業時間、作業日数に厳しい制限がある中、運転保安上の緊急対策として工期内の完工を目指し施工した取り組みを報告する。

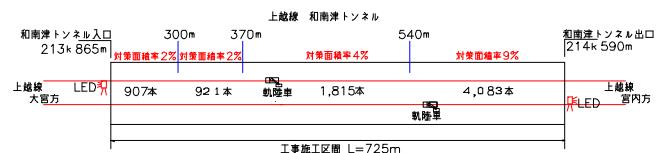
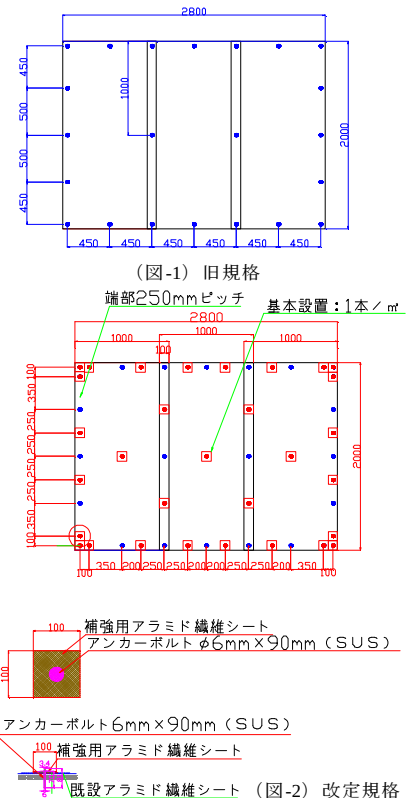
2. シート固定アンカーボルトの施工規格

旧規格の固定アンカーボルト間隔は、シート外方 500mm ピッチ以内、シートラップ箇所は、1,000mm ピッチ以内(図-1)で施工されていた。今回の改定では、シート外方は 250mm ピッチ以内、シートラップ箇所は 500mm ピッチ以内、シート中央部にも 1,000mm 以内、シートコーナー部では端部剥がれ防止のため、3 箇所を固定する仕様(図-2)となり、増打ち本数が旧施工数量の倍以上となった。

3. 施工条件

当該箇所は、平成 16 年に発生した中越地震により大きな被害を受け、その復旧対策として、AAA工法が採用され、トンネル全体の 17%に施工されている。今回施工箇所の施工条件として、

- ① 営業線複線トンネル内での施工となる。
- ② シートが上下線に跨って施工されている為、上下線を使用して施工する必要がある。
- ③ 線路上部には、き電線、トロリー線が設置されており、これをおわしながらの施工が必要となる。
- ④ 線路閉鎖・き電停止作業(作業間合い)を同時に確保できるのは、夜間の時間帯のみである。
- ⑤ 実作業時間は一日平均 3 時間程度。
- ⑥ 施工箇所が 50m 以上はなれた場合、施工箇所ごとに工事管理者を配置する。
- ⑦ トンネル延長は、725m であり繊維シート工は地震による覆工剥落箇所に施工されている(図-3)。増し打ちボルト総数は 7,714 本となる。



(図-3) 施工位置図

4. 工法の検討

大断面複線トンネルで且つ施工区間が広範囲であり、架空線等の支障物もあるため、現場での足場組み立て(案)と、軌陸高所作業車 1 台体制(案)を比較検討した結果、移動が比較的容易で安全管理がし易い

キーワード: AAA工法 線路閉鎖 き電停止 軌陸高所作業車 東日本大震災

連絡先: 〒940-0064 新潟県長岡市殿町 1-1 JR 長岡施設センタービル 3 階 東鉄工業(株)長岡工事事所 TEL0258-31-5251

軌陸高所作業車 1 台体制（案）を採用した。また、確実に施工状況を管理するため、1 断面毎に施工する計画とした。1 本当りの施工時間を、位置出・洗浄に 1.2 分、補強用アラミド繊維シート貼付、アンカー打設に 2 分の計 3.2 分とし、軌陸車移動・終了確認時間を考慮すると 58 本/日となり、工期を 5 ヶ月とした。

しかし、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により、東北線をはじめとした東北地方太平洋側の JR 各線が甚大な被害を受け、救援物資輸送のため、上越線を経由する振替輸送が増加した。その影響で、線路閉鎖、き電停止予定が中止され、当初計画した作業時間と作業日数が大幅に減少した。

さらに、施工が夏時期となり、施工中にトンネル内と外気の温度差拡大により結露が発生し、覆工コンクリートが湿潤状態となり、作業に影響する事象がたびたび発生した。

一方、振替貨物は列車本数の少ない夜間走行となり、作業時間が当初の 3 時間から 2.3 時間程度に短縮となり、作業可能日数も月 26 日の予定が 23 日となった。当初計画で工程を見直した結果、工期が 7 ヶ月必要となる事がわかった。しかし、本工事も運転保安上の緊急対策であるため、完了日を延期出来ない事から、計画の見直しを余儀なくされた。

延長となる 2 ヶ月の工期短縮を図るため、軌陸高所作業車の移動及び作業台の上下移動を極力少なくし、作業工種を分割施工し、手待時間を少なくするために、作業車の投入台数、人員配置、施工効率、安全管理等を検討した結果

①ブーム最大伸長の L=20m 間の同一高さを連続して施工する。

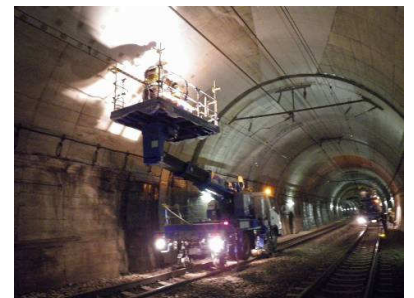
②高所作業車を 1 台追加し、削孔、補強用シートの貼付け、アンカー打設を分割作業とする。

以上を踏まえ、軌陸高所作業車 2 台体制で施工することが、作業員及び工事管理者の増化はあるが、確実に 1 日当りの施工本数増が見込め最も効率的であると判断した。

5. 施工

繊維シート工はトンネル断面全体に施工されており、1 断面毎に施工する事が数量把握、打設漏れ防止に繋がるが、高所作業車の移動時間、アンカーの強度確認時間等を考えると作業終了予定時間の 20 分前には作業を終了する必要がある。2 編成で施工することで、墨だし、洗浄、補強シートの貼付け作業と削孔、孔内洗浄、アンカー打設、強度確認、施工本数の確認作業を分離して施工することになり、高所作業車の小移動時間、作業台の上下移動、手待時間の削減が計画通り出来、連続作業が可能となった（写真-1）。結果、列車運転開始前の安全確認時間にゆとりが出来た。

覆工コンクリートに発生した結露は、補強繊維シート面積の倍の広さ（20 cm×20 cm アンカー補強アラミド 10 cm×10 cm プラス余裕分）を吸水シートによる給水後、ブロアーにより乾燥させる工程を繰り返し行い、下地処理を行った。当初計画の 1 台体制だと 1 箇所当たり約 1 分の時間を要し、同乗作業員は手待となるが、2 台体制では工種が分割されているため、作業工程に大きな影響を及ぼさなかった。



(写真-1)



(写真-2)

6. おわりに

今回の工事は、鉄道トンネル内活線作業であり、間合いの少ない条件で線路閉鎖するとともにき電停止を必要とする作業条件の厳しい中で、列車の運転保安上緊急を要する作業であった。さらに東日本大震災の影響を受け、作業時間が短縮された。

工期延伸が不可能な中で高所作業車の移動、作業台の上下移動を極力減らし、作業員の手待時間を少なくする検討を実施し、決められた工期内に完成させた（写真-2）ことは鉄道工事の実績となる。安全で安定した輸送に寄与すべく、この経験を今後の施工に生かして行きたい。