

国道421号 石榑トンネルの 維持管理について

上原 学¹・今宿 雄史²

¹東近江土木事務所 道路計画課

²東近江土木事務所 道路計画課

国道421号の滋賀県と三重県を結ぶ石榑トンネルについては、国土交通省による権限代行業業として完成し、平成23年3月末に開通したことで、約4.5kmに亘る交通狭隘路区間(2t車以上通行規制)、冬期閉鎖区間が解消された。

ここでは、石榑トンネルの供用開始後、維持管理業務を行う中で発見、確認した諸課題等について報告する。

キーワード 石榑トンネル, 雨量通行規制, トンネル維持管理

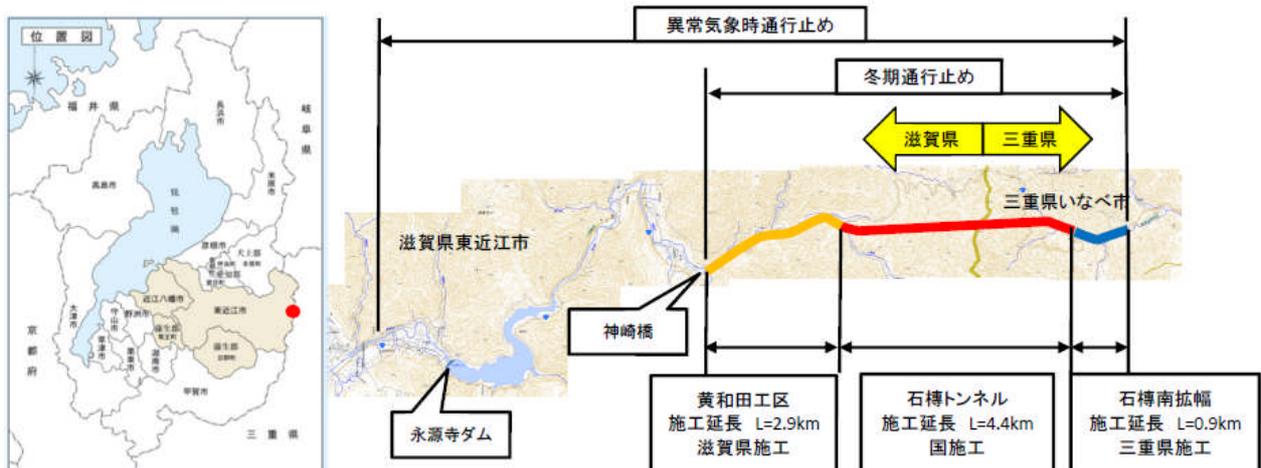


図-1 位置図

1.はじめに

国道421号は三重県桑名市を起点とし、近江八幡市を終点とする幹線道路である。

そのうち、滋賀県側の東近江市永源寺相谷町から三重県境の石榑峠までの区間は冬期通行止め区間で、線形不良および幅員狭小であり、三重県側は2t以上の大型車が通行止めとなるなど、一部の間では酷道と呼ばれるほど交通の難所であったことから、安定かつ円滑な交通機能を保持し、地域の活性化および地域間の交流に大きく寄与する道路として、国土交通省、滋賀県、三重県が連携して事業を実施し、供用開始に至った。(図-1)

当該区間の整備効果としては、滋賀県東近江市から三重県いなべ市への移動時間が約一時間に短縮された。また、供用開始後、交通量調査を行ったところ、1,134台/12hであり、供用開始前の平成17年度センサスデータである528台/12hと比較すると2倍以上も増加した。このこ

とからも、両県の往来が増加したと考えられる。(図-2)

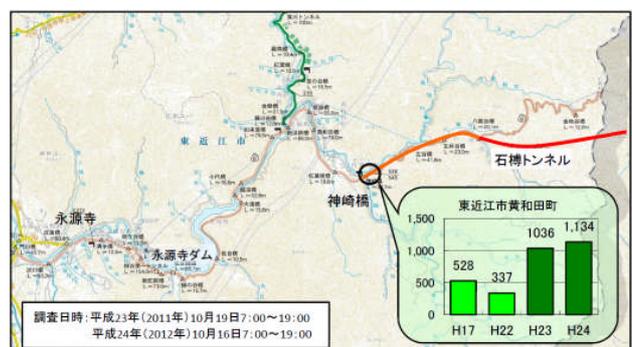


図-2 交通量の変化

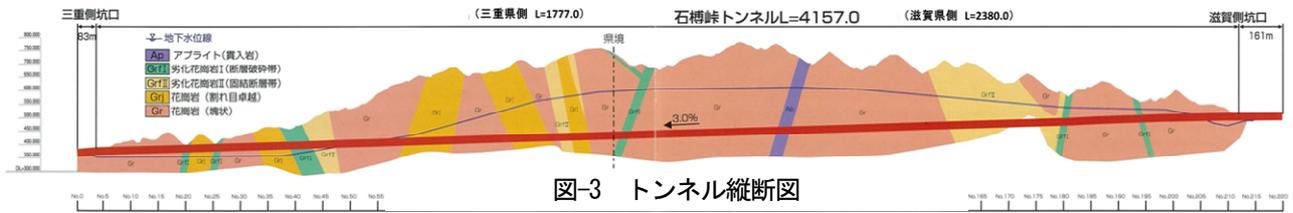


図-3 トンネル縦断図

2.概要

(1)石榑トンネルの概要

石榑トンネルは全延長4,157mで、滋賀県側が2,380m、三重県側が1,777mとなっており、車道幅員が片側3.0mの2車線、縦断勾配3.0%で三重県側へ向けて下り勾配となっている。(図-3)また、トンネル内の主要な施設を表-1に示すとおり、県内のトンネルと比較しても種類も多岐にわたり数量も多い。

表-1 トンネル設備一覧表

| 設備名 | 設備概要 | 規格 | 設備数量 | | |
|-----------|------------------|---|----------------|-----------|-----|
| | | | 三重県側 | 滋賀県側 | |
| 換気設備 | ジェットファン本体 | φ1250、直風型 | 10台 | 10台 | |
| | 制御設備 | 手元制御器 | 6面 | 6面 | |
| | 煙霧透過率測定装置(VI計) | 壁付閉鎖型壁掛け型(2台用4面、1台用2面) | 2組 | 2組 | |
| | 一般化炭素濃度測定装置(CO計) | 壁付式 | 2台 | 2台 | |
| | 風向風速測定装置(W計) | 連続測定方式 | 2台 | 2台 | |
| | 換気制御盤 | 壁内閉鎖自立型 | 1面 | 1面 | |
| | 換気制御盤 | 壁内閉鎖自立型 | 1面 | 1面 | |
| | 換気コントロールセンター盤 | 壁内閉鎖自立型 | 1面 | 1面 | |
| | 換気電動盤 | 壁内閉鎖自立型 | 1面 | 1面 | |
| | 換気電動盤 | 壁内閉鎖自立型 | 1面 | 1面 | |
| トンネル非常用設備 | 消火栓格納箱 | A型(28台)、B型(13台)、C型(34台)、D型(9台)※B型、D型は給水栓付 | 84台 | | |
| | 壁外取水栓 | φ85×2 | 1台 | 1台 | |
| | 壁外給水栓 | φ85×2 | 1台 | 1台 | |
| | 取水ポンプ | φ40、5.5kW、0.18m ³ /min | 2台 | 2台 | |
| | 取水ポンプ制御盤 | 壁外壁掛型 | 1面 | 1面 | |
| | 消火ポンプ | φ125、22kW、1.19m ³ /min | 1台 | 1台 | |
| | 自動給水装置 | φ40、0.75kW、0.05m ³ /min×2台 | 1式 | 1式 | |
| | 自動給水装置 | φ40、5.5kW、0.05m ³ /min×2台 | 1式 | 1式 | |
| | 呼び水装置 | φ32、0.4kW、0.06m ³ /min×1台 | 1式 | 1式 | |
| | 消火ポンプ制御盤 | 壁内閉鎖自立型 | 1面 | 1面 | |
| | トンネル非常警報設備 | 警報表示板 | 警報機付付き、ヒータ付き | 1面 | 1面 |
| | | トンネル内補助表示板 | | 4面 | 6面 |
| | | 制御装置 | 壁内自立型 | 1面 | 1面 |
| | | 防災受信機F型-1 | 自動通報4L、手動通報42L | 1面 | 1面 |
| | | 中継増幅電源盤 | 壁内自立型 | 1面 | 1面 |
| 中継増幅器 | | トンネル内用 | 2面 | 3面 | |
| 火災検知器 | | | 181台 | 181台 | |
| 消火器箱 | | 押ボタン式通報装置付 | 41台 | 41台 | |
| 押ボタン式通報装置 | | A型・B型消火栓用 | 164本 | 164本 | |
| 消火器 | | | 43台 | 43台 | |
| 信号変換器 | | | 41台 | 41台 | |
| 誘導表示板 | | SUS製導光式 | 49台 | 49台 | |
| 非常電話装置 | | | 10台 | 10台 | |
| 非常駐車帯表示灯 | | | 2面 | 2面(電気室1面) | |
| 受信制御機 | | 東近江土木事務所 | 1台 | 1台 | |
| モニター盤 | 事務所 | 2面 | 2面 | | |
| カメラ設備 | カメラ装置(坑口) | ズーム固定式・機測装置含む | 1台 | 1台 | |
| | カメラ装置(坑内) | ズーム固定式・機測装置含む | 6台 | 6台 | |
| | CCTV制御盤 | | 1台 | 1台 | |
| ラジオ再放送設備 | 受信機 | AM | 1架 | 1架 | |
| | 放送機 | AM | 2架 | 2架 | |
| | 受信空中線 | AM | 4線 | 4線 | |
| | 整合器・終端器 | | 2組 | 2組 | |
| | 共用器収容架 | | 1台 | 1台 | |
| | 無線機接続箱 | | 1台 | 1台 | |
| 放送端末設備 | 制御装置・増大装置 | 1組 | 1組 | | |
| 自家発電機 | | | 1式 | 1式 | |
| | 照明設備 | 基本照明 常時 | 高圧ナトリウムランプ 80 | 325 | 325 |
| | | 基本照明 常時(非駐) | 蛍光灯ランプ 45x2 | 30 | 30 |
| | | 基本照明 常時(方駐) | 蛍光灯ランプ 45 | 20 | 20 |
| | | 入口照明 遮天 | 高圧ナトリウムランプ 110 | 22 | 22 |
| | | 入口照明 | 高圧ナトリウムランプ 180 | 10 | 10 |
| | | 入口照明 | 高圧ナトリウムランプ 110 | 25 | 25 |
| | | 入口照明 | 高圧ナトリウムランプ 180 | 10 | 10 |
| | | 坑内照明 | 高圧ナトリウムランプ 110 | 5 | 5 |

(2)管理区分

管理区分については、供用開始前に滋賀県と三重県との間で管理協定書を締結し、滋賀県がトンネル全区間を管理することとし、管理費用については、各県の延長により案分することとしている。

3.維持管理業務を通じて分かった諸問題

(1)機械および電気設備の多さ

トンネル内には、通報・警報設備、消火設備、避難誘導設備、給水栓、無線通信補助設備、ラジオ再放送設備、

監視カメラ等が多数設置がされており、設備の説明書や点検要領等を施工した国土交通省から引き継いだり、その数が多いため、施設の内容を十分に整理、把握ができていなかった。これは機械・電気設備について専門知識のない土木職員が対応しているのが主たる原因ではあるが、今後の維持管理や施設更新を考えると、専門知識を持った者の配置等組織として対応を検討する必要がある。

(2)霧の発生による故障警報の頻発

供用開始後、たびたび降雨時(特に夏場)にトンネル内で霧が発生し、視界が悪くなる事象が発生した。霧の発生原因は現在調査中ですが、トンネルの両坑口の高低差が14mあり、気温差もあることから、三重県から湿気を含んだ暖かい空気がトンネル内で冷やされ、霧が発生するものと推測される。

併せて、霧の発生は、視界が悪くなるだけでなく、トンネル内に設置された異常感知器が反応し、設備の故障警報が頻発する事態が発生した。

この警報は、事務所や緊急携帯に通報されることから、故障や事故での警報と区別することができなかった。原因は、霧でトンネル内の視界が悪くなったことにより、煙霧透過率測定装置(VI計)が「VI悪化」と判断し、「VI悪化制御」が開始され、ジェットファンが起動し、その後10台全て起動しても霧が晴れず、ジェットファンの動作不良ではなくVI計の故障と判断され、警報が作動したものである。

※VIは、Visibility Indexの略で、トンネル内の視界の良しあしを空気の透明度0~100%で表すもの。

(3)凍結防止システムについて

冬季は外気温が著しく低下するため、トンネル内にある消火設備は配管凍結防止のため、外気温が0.5℃以下になると、取水ポンプが起動し、配管に圧力をかけるようになっている。

そのような中、平成23年12月17日8時39分に「トンネル内 取水槽水位 濁水 発生」という異常通報があった。異常履歴を確認したところ、その30分後に「トンネル内 取水槽水位 濁水 復帰」と異常が自動復帰していた。このような現象が12月から3月の間、頻繁にみられた。多い日では1日に13回も異常通報があった。(表-2)

原因は湧水の配水量にあった。消火設備の配管凍結防止のため、配管に流量0.09m³/min(滋賀側、三重側とも同じ量。合わせて0.18m³/min)を流していた。湧水は、三重側の融雪設備を考慮している為、当初設計の想定は、かなり多い(少なくとも、散水量1.5m³/min以

上)と考えられるが、取水槽の水位低下が出たということは、湧水量が少なく、凍結防止で流した量に追いつけなかったということで発生したと考えられる。何分か後に復帰したのは、水位低下の為、ポンプが停止し、水位が回復した為と思われる。

当異常に対応するには三重県の融雪設備に流れる水量を減らす、凍結防止に流す水量の設定を変更するなどの対応が必要になった。

対応としては、平成23年度は供用開始して、1年も経たない期間であったので、当初想定した湧水量も考慮して、もう1年経過観察し、対応の有無を判断する予定である。

表-2 湯水による通報回数 (2011.12~2012.2)

| 日時 | 早朝 4:00~9:00 | 昼間 9:00~17:00 | 夕方 17:00~21:00 | 深夜 21:00~4:00 | |
|-------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|-----|
| 2011年12月17日 | 1 | | | | 1 |
| 2011年12月24日 | 2 | | | | 2 |
| 2011年12月26日 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 |
| 2011年12月27日 | 3 | | | | 3 |
| 2011年12月28日 | 1 | | | | 1 |
| 2011年12月31日 | 2 | | | | 2 |
| 2012年1月5日 | 3 | | | 1 | 4 |
| 2012年1月6日 | 2 | | | | 2 |
| 2012年1月8日 | 3 | | | | 3 |
| 2012年1月12日 | 2 | | | 1 | 3 |
| 2012年1月13日 | 2 | | | | 2 |
| 2012年1月18日 | 1 | | | | 1 |
| 2012年1月24日 | 1 | 1 | | 1 | 3 |
| 2012年1月25日 | 2 | | | | 2 |
| 2012年1月26日 | 2 | 2 | 2 | 4 | 10 |
| 2012年1月27日 | 3 | 1 | | 2 | 6 |
| 2012年1月28日 | 2 | 1 | | 1 | 4 |
| 2012年1月29日 | 3 | | | 1 | 4 |
| 2012年1月30日 | 3 | | | | 3 |
| 2012年1月31日 | 2 | | | 1 | 3 |
| 2012年2月1日 | 3 | | | 2 | 5 |
| 2012年2月2日 | 3 | 4 | 3 | 3 | 13 |
| 2012年2月3日 | 3 | 1 | | 2 | 6 |
| 2012年2月4日 | 2 | 1 | | | 3 |
| 2012年2月8日 | | | | 2 | 2 |
| 2012年2月9日 | 3 | | | 1 | 4 |
| 2012年2月10日 | 3 | 1 | | | 4 |
| 2012年2月11日 | 1 | | | | 1 |
| 2012年2月12日 | | 1 | | 1 | 2 |
| 2012年2月13日 | 3 | | | | 3 |
| 小計 | 63 | 15 | 7 | 26 | 111 |
| 合計 | | | | | 111 |

(4)施設の点検について

ジェットファンや非常警報設備等の施設については、「トンネル換気・非常用施設点検整備標準要領(案)(国土交通省)」において、最低、年に1回点検を実施することとなっていることから、これに準拠し、委託業務により実施している。設備点検費用は施設が多岐にわたることから他の土木施設と比較すると多大な費用となった。

また、実際の点検作業は、両県の坑口間のある約4.5kmを昼間の片側交互通行により行った。規制中における1回あたりの車両待機時間は約15分と一般的な待機時間より長くなることから、作業に先立ち、規制実施について、工事看板、道路情報板、ラジオ放送で事前に周知を行ったためか、結果的に苦情はなかった。

(5)冬期対策について

冬期閉鎖解消により、積雪時にも普通車はもとより、大型車両が通行することになったことから、道路情報板や注意喚起の標識を新たに20基設置し、車両に周知を行

ったが、立ち往生する車両が多く、安全対策として除雪車、凍結防止材散布車の出動を朝夕の通勤時間帯に行うことで対応している。



写真-1 石樽トンネル(滋賀県側坑口)



写真-2 積雪時の滋賀県側坑口(H23.12.26)



写真-3 積雪時の黄和田

(6)トンネル内の塗装の剥離

供用して、1年もしないうちにトンネルの塗装が剥がれる事態になった。施工不良ということで、施工業者による手直し工事に対応する予定。現在、なぜ早期に剥がれたか調査中である。



写真-3 塗装の剥離

(7)トンネル内の湿潤

先ほども記述したとおり、夏季においてトンネルが湿潤状態になるため、トンネル内の砂や埃、塵が水分と混ざり、泥水となる。そのため、車で走行すると泥しぶきができ、汚れるといったことがあった。

また、防災設備の火災検知器のレンズに霧や水滴が着くことで「レンズが汚損」していると判断し、故障の連絡が入ることもあった。

このような自然現象である湿気や霧を晴らす方法はないので、坑口に注意喚起看板、標識を設置し、経過観察することとした。また「汚損」と判定する設定を変更し、誤報が起らないようにした。

(8)その他の課題

a)車線分離標(ラバーコーン)の汚れ

トンネルの車線を分離するラバーコーンが排気ガスや塵、埃により、黒ずんでおり、反射性を失っている。単価契約にて、清掃を実施する予定。クリーナーやラバーコーンカバーの設置を検討中。



写真-4 黒いラバーコーン

b)携帯電話の圏外地域

当県境付近は携帯電話の圏外地域であり、連絡が取れない。滋賀県側はNTTドコモ、ソフトバンクが不可能で、三重県側はソフトバンク、auが使用不可能。現在、携帯電話各社がトンネル内にケーブルを設置する準備をおこなっており、作業中である。

(9)これまで多かった苦情

a)雨量規制による通行止め

当区間は永源寺ダム湖周辺が道路未改良区間であり、防災対策要対策箇所が残っており、雨量規制として滋賀県側の累計雨量90mm以上で通行止めとなる。(三重県側の規制雨量は平成23年度までは累計80mm以上であったが、三重県側の改良が完了し、平成24年7月から200mm以上と緩和された。)そのため、規制雨量を越えると三重県桑名建設事務所と調整し、石榑トンネルの封鎖作業を行うが、三重県から来る人は「こんなにもいいトンネルが出来たのになぜ止める？」との苦情が多い。(図-4)



規制区間 19.9km 規制雨量90mm
図-4 雨量規制区間

b)通行止めの確認

平成23年度において、雨量規制による通行止めを10回実施したためか、平成24年度は雨が降っていると、「今日は石榑トンネル通れますか？」の問い合わせが多い。



写真-5 石榑トンネル封鎖



写真-6 トンネル封鎖状況
(単価契約業者との共働作業)

c)滋賀県と三重県の境界について

一般住民より、「県境がわかりにくい」「トンネル内に表示があるものの、走行中のドライバーには見にくい」との指摘があった。他のトンネル（八草トンネル等）に比べ、表示が小さいので、大きな表示に変更を検討中であるが、トンネルの壁面の塗装が剥がれている件があり、塗装が解決してからの対応になる。



写真-7 滋賀県と三重県の境界

4.まとめ

石樽トンネルにおいては、滋賀県内のトンネルでは、県下第1位の延長であり、滋賀県と三重県を結ぶ幹線道路を構成するこのトンネルは東近江土木事務所の最重要施設である。このトンネルが供用開始してから、滋賀県と三重県を通過する交通量は増えており、大きな効果をもたらしている。一方で、長大トンネルを維持するために最新の設備を備えているがゆえに大きな維持管理費、管理・点検のノウハウを必要とされ、現在はまだにオンジョブトレーニング状態で、日々改善をしながら、日常管理にあたっているところである。今後も不断的な努力を続け、三重県、滋賀県の交流が盛んになるよう、維持管理の向上をはかっていきたい。



写真-8 石樽トンネル電気室（滋賀県側）



写真-9 石樽トンネルから見る滋賀県



写真-10 制御盤（滋賀県側）



写真-11 石樽トンネル（三重県側坑口）



写真-12 石樽トンネルから見る三重県