

# 東山トンネル 点検から補修計画まで

内藤 信吾<sup>1</sup>

<sup>1</sup>近畿地方整備局 大阪国道事務所 高槻維持出張所 (〒569-0072大阪府高槻市京口町12-22)

東山トンネルは開通以来、交通量の増加や経年劣化によって構造的な疲労や損傷が進行しており、近年では劣化現象が顕在化している。また、2012年の笹子トンネル事故を契機に全国で安全性の再点検が進み、東山トンネルも予防保全的な補修対象となり対策が必要となっている。

本文では、供用から60年が経過した現在に至るまでの変遷を振り返り、過去に実施された点検データの分析を通じて劣化度の分類や進行傾向について考察を行うとともに、今後の補修計画においての課題解決に関する取り組みについて述べる。

キーワード トンネル, 定期点検, 予防保全, 鋼板補強

## 1. はじめに

東山トンネルは、京都市東山区と山科区の境界に位置し、国道1号五条バイパスの一部として建設された道路トンネルであり、市街地の交通環境を改善し幹線道路としての機能強化を図るために整備されたものである。概要、現在の状況（写真-1）を以下に示す。

トンネル概要

- (1) 場所：京都府京都市山科区上花山旭山町
- (2) 竣工年：1965年3月
- (3) 施工法：矢板工法
- (4) 延長：259m
- (5) 幅員：7.0m（上下線分離型）  
上り2車線、下り2車線
- (6) 交通量：56305台/日



写真-1 東側抗口

## 2. 供用からの変遷

### (1) 社会的役割

1965年の供用から60年を経過する現在においても京都市中心部と山科・滋賀県方面を結ぶ重要な広域幹線として、観光・物流・通勤通学など多様な需要を支えている。さらに、災害時には緊急輸送路や避難路としての役割も果たすことから地域の経済活動や住民の安心・安全の基盤として重要な都市インフラであり続けている。

### (2) 点検制度と適用

#### a) 初期の維持管理

高度経済成長期から1990年代にかけて全国で多くの道路トンネルが建設されましたが、供用開始後の維持管理水準は、管理者によってまちまちで定期的な点検が実施されていないケースも少なくありませんでした。また、この時代の道路トンネルの維持管理においては、設備や構造物に明確な損傷や不具合が確認されてから修理や更新を行う事後保全が主流でした。東山トンネルでは1984年と1988年に内空の調査が実施されており、1990年には滋賀県側の東側抗口法面において法枠工およびグランドアンカーの法面对策が実施されています。

#### b) 笹子トンネル事故と制度改革

2012年に山梨県で発生した中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故を契機に、全国的にトンネルの安全対策と点検制度が見直され、2014年には「道路トンネル定期点検要領」が策定された。これにより全ての道路トンネルに対して原則5年に1回の近接目視点検が義務化され、

損傷の種類と程度に応じてⅠ～Ⅳの4段階評価により健全性が評価されることとなった。(表-1)

判定区分は補修・更新計画に反映し、予防保全型の維持管理へ移行することが求められている。

東山トンネルにおいてもこの制度に基づく定期点検が実施されており、平成26年に実施した1巡目点検では判定区分「Ⅱa」としており、その後、平成31年に「道路トンネル定期点検要領」が改定されており、同年に2巡目点検を実施し、前回同様、判定区分「Ⅱa」となるも要領の改訂に伴い、「定期点検から2年程度以内を目安に近接目視を行うこと」との追記がなされた事により、令和3年に近接目視点検を行うとともに、別途、自走車両による「画像撮影」及び「レーザー断面測量」を実施し、直近では2023年に3巡目の定期点検が実施されている。

物の腐食」、「鋼板補強のアンカー及び接着剤の劣化に伴う鋼板の接着不足」、「コンクリート舗装の損傷等」について指摘があった。

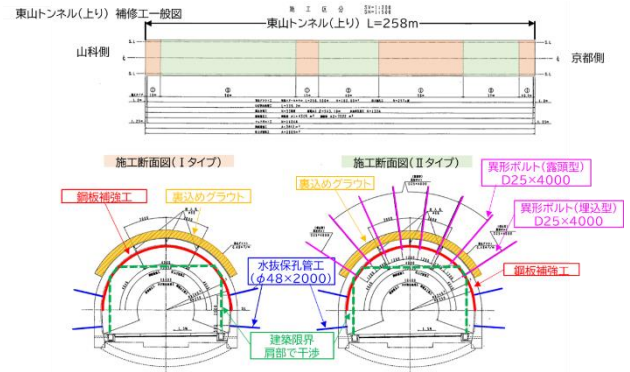


図-1 1998年対策工

表-1 判定区分

| 区分 | 定義                                                              |
|----|-----------------------------------------------------------------|
| Ⅰ  | 利用者に対して影響が及ぶ可能性がないため、措置を必要としない状態。                               |
| Ⅱ  | Ⅱb 将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視を必要とする状態。                        |
|    | Ⅱa 将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態。 |
| Ⅲ  | 早晩、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に措置を講じる必要がある状態。                       |
| Ⅳ  | 利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、緊急に対策を講じる必要がある状態。                          |

### (3) 損傷の分析から補修対応

トンネル本体については供用後30年を経過する1995年頃に、トンネル全体での漏水の他に覆工コンクリートにおいてもクラックや遊離石灰が確認された為、同年にドクター診断を要請している。この結果、「覆工コンクリートの損傷状況について調査すること」や「漏水箇所については線導水工もしくは鋼板補強工を検討すること」等の助言があり、翌年には背面空洞調査としてレーダー探査、ボーリング調査が行われ、「背面空洞による偏土圧の作用」、「巻厚不足」、「排水不良に伴う水圧の作用」が変状の要因として考察され、補修・補強対策方針として、「①内面補強工としては鋼板接着工法を採用」、「②外力作用に対しては裏込め注入工を全区間実施」、「③土圧及び水圧の作用にたいしては、上半120° 範囲にロックボルトを打設」が示された。

1998年から約2か年にかけては対策工として、「①覆工に鋼板を貼り付けた鋼板補強」、「②覆工背面へのグラウト注入」、「③ロックボルト打設」、「④水抜き工の設置」が上下線ともに行われ、大規模な補修としてはこの一度きりとなっている。(図-1参照)

2021年には、トンネルの天井に設置していた吸音板の一部が垂れ下がり落下の危険性があった為、上り線で一時通行止めが行われた。(写真-2) この事象もふまえ、同年に2回目となる防災ドクター診断を要請し、「附属

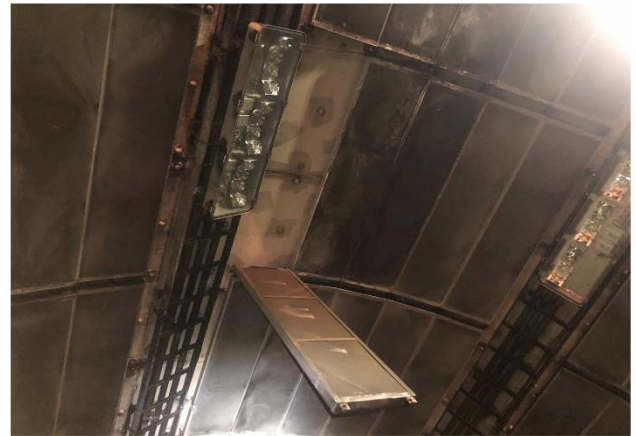


写真-2 吸音板垂れ下がり状況

## 3. 点検と技術の高度化

### (1) 点検と調査

2023年に実施された直近の定期点検においては、通常の点検を行うとともに、2021年の防災ドクターの指摘を考慮し、この点検のタイミングに合わせて別途、「①自走式測定車による調査」、「②ファイバースコープを用いた鋼板内部の調査」、「コアを用いたコンクリート強度試験」を実施することとした。

### (2) 自走式測定車による調査

衛星電波を受信して位置情報を検出し、車両に搭載した複数台のCCDカメラでトンネル壁面を撮影し、クラックや漏水の状況を確認するとともに、電磁波レーダーで覆工の不可視部分(覆工巻厚、背面空洞)を探索し、高精度レーザーで覆工コンクリート表面の凹凸を3次元座標としてデータ取得し、変形を解析する。(写真-3) この調査は2021年にも実施しており結果についても比較が可能である。

### (3) ファイバースコープによる調査

鋼板の浮きが確認されている箇所と浮きがない箇所、合計4箇所です。鋼板補強の上からφ1cm程度の削孔を行い、ファイバースコープで孔内を調査したところ、浮きが確認されている箇所では漏水が確認された。(写真-4) 浮きの有無については削孔を行う前にトンネル前線において打音検査を実施し浮きの有無を判別している。

### (4) コアを用いたコンクリート強度試験

コアは1箇所、鋼板の上から延長60cm程度を採取したが、途中でひび割れる事もなく小さなクラックもない非常に綺麗な状態のコアであった。

試験の結果、トンネルの供用から60年程経過しているが、圧縮強度は設計24に対して60.4と十分な圧縮強度を有しており、中性化も3cm以下で顕著な進行は確認できず、覆工コンクリート自体は想定より健全な状態であることが確認された。



写真-5 採取したコア

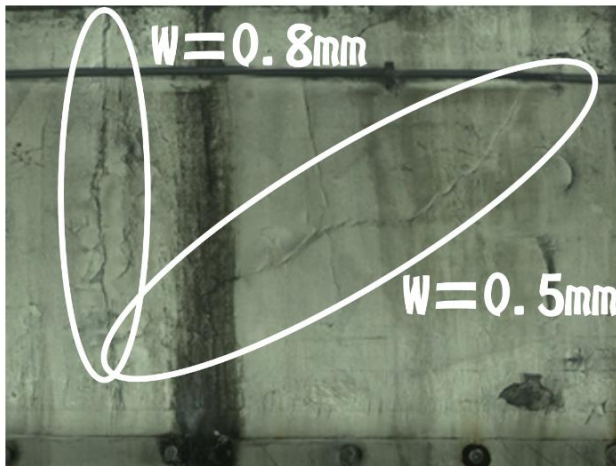


写真-3 CCDカメラ画像（クラック）



写真-4 削孔内の漏水

## 4. 点検結果と補修計画

### (1) 損傷状況

鋼板の浮きについては2021年点検と比較を行った結果として特に上り線において、箇所の増加と範囲の拡大が顕著に見受けられる結果となった。

鋼板を留めているアンカーについては正常なアンカーは錆汁も確認されずボルトキャップを叩いても落下しない状態である一方で、錆汁が染み出ている状態であったり、ボルトキャップが脱落しアンカーがむき出しになったり、頭ごと無い状態のアンカーが確認されるなど、固定されていない箇所は樹脂のみ接着している状況になりつつあり、鋼板の接着不足が顕在化している。(図-2) また、劣化に伴うキャップの脱落により第三者被害が想定されるため、今回の点検では約700個を叩き落としていく。

その他の点検結果として、附属物のケーブルラックの腐食やコンクリート舗装の損傷、漏水が常時確認される等により3巡目定期点検においては、トンネル全体として判定区分「Ⅲ」となったところである。

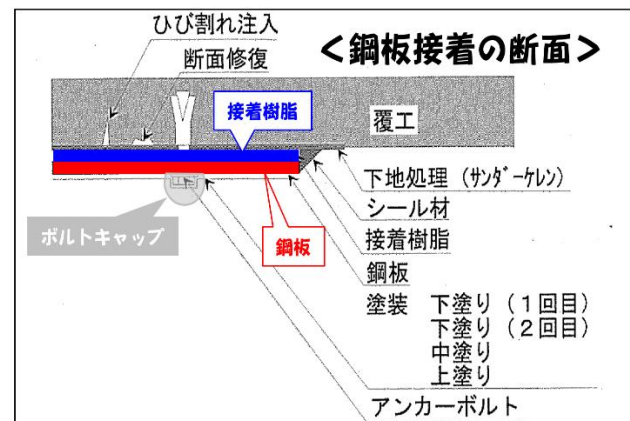


図-2 鋼板接着の断面

## (2) その他の課題

道路構造について現況の交通量から道路構造令に照らし合わせると3種2級となる一方で、東山トンネルの幅員構成から照合すると、3種3級の左側路肩特例値に該当している。(表-2)

表-2 道路構造

| 項 目                         | 現 況                             | 計 画         |                     |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------|---------------------|
|                             |                                 | 3種2級<br>山地部 | 3種3級<br>山地部         |
| 計画交通量<br>(台/日)              | H27センサス<br>56,305<br>(大型車5,424) | 20,000以上    | 4,000以上<br>20,000未満 |
| 1車線当たりの<br>設計基準交通量<br>(台/日) | —                               | 7,000       | 6,000               |
| 設計速度<br>(km/h)              | 50<br>規制速度                      | 60          | 60、50又は40           |
| 車線幅員<br>(m)                 | 3.0                             | 3.25        | 3.0                 |
| 左側路肩幅員<br>(m)               | 0.5                             | 0.75        | 0.75                |
| 特例値                         | —                               | 0.5         | 0.5                 |
| 右側路肩幅員<br>(m)               | 0.5                             | 0.5         | 0.5                 |

## (3) 補修計画

今後の対策については現時点では計画検討中であるが、覆工コンクリートについては健全性が確認できているため、鋼板補強は撤去し炭素繊維シートに置き換える事で鋼板の浮きやアンカーの脱落といった懸念が払拭される。同時に附属物についても更新を検討している。

## 5. おわりに

本論文では、供用から現在に至るまでの変遷をふまえ、点検の体系化や補修方針と今後の課題について述べた。全国的にトンネルの高齢化が進む中で、人的資源の確保や点検等による通行規制の問題など、制度の運用面での課題も顕在化している。今後はA I 画像解析による劣化検出やドローンを活用した点検支援技術を導入し、高精度かつ効率的な維持管理への転換が重要であると考えます。

謝辞：本論文の執筆にあたり、参考資料の提供および助言等いただきました関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1)国土交通省：「道路トンネル定期点検要領（平成31年3月）」  
[https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo3\\_1\\_9.pdf](https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo3_1_9.pdf)
- 2)国道交通省：「道路構造令の各規定の解説」  
[https://www.mlit.go.jp/road/sign/kouzourei\\_kaisetsu.html](https://www.mlit.go.jp/road/sign/kouzourei_kaisetsu.html)