

(VI-10) 碓氷峠レンガ造トンネル群における調査・補修方法

リテックエンジニアリング(株) 正会員 ○三浦康代
群馬県松井田町役場 内田武夫
鹿島建設(株)関東支店 脇坂高光

1. まえがき

明治 26 年に開通し、昭和 38 年まで供用された碓氷峠鉄道遺構は、現在、群馬県松井田町に 4.4km にわたって現存している。平成 5～6 年にかけて、第三橋梁（通称めがね橋）を含む第一トンネル～第十トンネル（トンネル 11、橋梁 5）及び旧丸山変電所が、国の重要文化財に指定された。また、この鉄道遺構は、建設省ウォーキングトレイル事業として採択され、松井田町によって遊歩道として保存されることとなった。

この鉄道遺構の外観を損なわず、かつ安全に遊歩道として活用するために、今回、レンガ造構造物の劣化調査及び補修工事を行った。この調査で、長期間使用していたレンガ造構造物の劣化調査データを得ることができた。また、極力外観を損なわずに補修を行う工法を提案し工事を実施した。本文は、これらレンガ造鉄道遺構の劣化調査と補修工事内容について報告するものである。今回の報告は、主としてトンネル群について取りまとめた。

2. 調査方法

調査は図-1 に示す碓氷峠鉄道遺構のうち 5 つのトンネルについて実施した。方法は次のとおりである。

- ①目視調査…漏水、目地部欠損、レンガ表面の剥離・剥落、ひびわれの目視調査
- ②背面空洞調査…ファイバースコープ挿入による覆工内部及び背面の空洞調査
- ③トンネル内空断面調査…三次元測量によるトンネル内空断面の形状調査



図-1 碓氷峠鉄道遺構位置図

3. 調査結果

(1)目視調査…目視調査の結果、劣化現象は次の 3 つに分けられる。

- ①目地部欠損は、目地表面の 1cm 程度が欠落したものであり、トンネル天端で多く見られた。この現象は、トンネル内の漏水によって目地モルタルの石灰分が溶出したものと思われる。
- ②レンガ表面の劣化は、レンガ表面の 1～2cm が剥離・剥落している現象（写真-1）であり、全トンネルで共通して見られた。この現象は、冬季に漏水箇所が凍結融解を繰り返した結果生じたものと思われる。
- ③構造ひびわれは、トンネル天端の開口ひびわれと横断方向の円周ひびわれであり、主に土被りの薄い坑口付近に見られた。この現象は、トンネル周辺地山の緩みが荷重として作用し、発生したものと思われる（図-2 参照）。

(2)ファイバースコープによる背面空洞調査

トンネル上部を国道 18 号（旧道）が通過している 2 号トンネルでは、土被りが浅い上、交通荷重が作用している。そのためト

キーワード：近代化遺産、レンガトンネル、劣化調査、補修方法

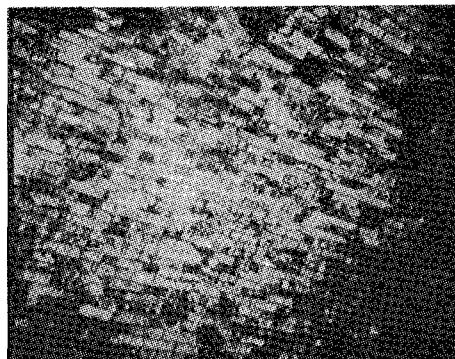


写真-1 レンガ表面の剥離・剥落



図-2 地山のゆるみによる変状模式図

連絡先：リテックエンジニアリング(株)東京都新宿区住吉町 1-20 角張ビル 7 階 TEL03-5379-5067 FAX03-5379-5262

ンネル天端縦断方向に 12m 程度ひびわれが発生し、天端ひびわれの前後で円周ひびわれが閉合している（写真－2 参照）。この閉合部ではレンガがブロックとなって浮いており、背面空洞調査を行った結果、開口ひびわれが約 25cm にわたり発生し、覆工背面は土砂が堆積していた。

(3)トンネル内空断面調査

2 号トンネルのひびわれ閉合範囲では、天端ひびわれ部で沈下が見られたため、トンネル内空断面調査を行った。この結果、天端（レンガブロック浮き部）で最大 8.1cm 沈下しており、沈下が見られる範囲（約 12m）では、側壁は内空断面が最大 2.1cm 外側に広がっている結果となっていた。

4. 補修工事概要

劣化調査の結果、ひびわれ及びレンガ表面の剥離・剥落について以下に示すような補修工事を行った。

(1)支保工・吹付けコンクリート

2 号トンネルのひびわれ閉合範囲では、土圧の増加や地震等の外圧によりトンネルの崩落が危惧されたため、外観の保存より第三者に対する安全を優先し、鋼製支保工の設置、及び吹付けコンクリートによる補強を行った。しかし、重要文化財であることから、極力レンガ表面が観察できるようにとの文化庁の指導により、アーチ部のみを吹き付けし、側壁は鋼材で耐力を確保した（写真－3 参照）。

(2)注入・ポインティング工

レンガ表面の剥離・剥落及び構造ひびわれに対しては、樹脂系注入剤による注入が一般的であるが、樹脂系注入剤は接着力が強く、目地の強度がレンガよりも強くなってしまう、再度劣化が発生した時にレンガを損傷することが危惧された。このため、文化庁の指導により無機系注入材を使用して施工を行った（写真－4 参照）。

また、これらの補修の他に、劣化の原因である漏水・つらら防止対策として「樋掛け工」「地山排水工」を実施し、すでに側壁が崩落している箇所では「レンガの積み直し」や、「コンクリート打設」を行った。

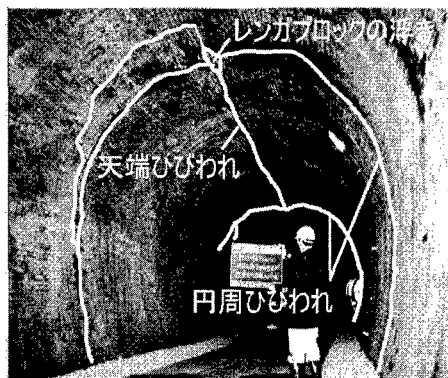
5. あとがき

今回、100 年以上前の、当時、目覚しく近代化が進んだ日本における貴重な土木遺産である碓氷峠鉄道遺構を、永く後世に伝えるべく劣化調査及び補修工事を行った。当該遺構は、部分的に経年劣化は見られるものの、未だ十分に構造耐力を有しており、100 年前の丁寧で貴重な技術レベルを体感することができた。

今回の補修工事は、遺構への悪影響を極力及ぼさない手法を選定して行ったが、例えば無機系の注入材では漏水を止めることは難しく、今度劣化の進行もモニタリングする必要がある。今回の調査・補修工事が類似の貴重な文化財・土木遺産を後世に残していく上の参考になれば幸いである。

【参考文献】1)松井田町教育委員会：碓氷線煉瓦造構造物を訪ねて、1996 年 3 月

2)群馬県松井田町、(社)土木学会土木史研究委員会他：碓氷峠旧線鉄道構造物調査報告書、1996 年 3 月



写真－2 円周ひびわれと天端ひびわれの閉合（2号トンネル）



写真－3 支保工・吹付けコンクリート完了



写真－4 ひびわれ注入状況