

360 度パノラマ画像を用いた小断面レンガ積みトンネルの点検手法について

明石工業高等専門学校

正会員 ○鍋島康之

明石工業高等専門学校（現 大阪大学）

多嶋花帆

1. はじめに

鉄道盛土のような線状構造物は横断交通を阻害するため、跨道橋、アンダーパスおよび横断トンネルなどにより横断交通を確保している。本研究では、鉄道盛土を横断する小断面レンガ積みトンネルに着目し、まず劣化状況について調査し、維持管理手法について検討した。小断面トンネルについては、通常の直接目視などの点検手法が困難なことが多く、特殊なカメラによる画像を用いた点検手法¹⁾が検討されている。本研究では 360 度パノラマ画像を用いてトンネル内部の維持管理を行う手法を紹介する。図 1 は西宮市内にある鉄道盛土を横断する小断面レンガ積みトンネルである。大人は屈みながら通行する必要があるが、他に横断できる箇所がないため、日中でもかなりの歩行者・自転車を使用している。



図 1 小断面レンガ積みトンネル

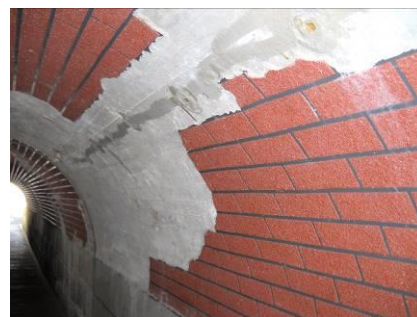


図 2 トンネル内部の劣化状況

2. レンガ積みトンネルの現状について

今回調査対象とした小断面レンガ積みトンネルは幅 1.35m, 高さ 1.33m, 全長約 24m で、かつては用水路として使用していたものを覆蓋し、歩行者や自転車が通行できるようにしたものと考えられる。レンガ積みトンネルは、コンクリートが主要な建設材料となる以前の大正時代末期まで盛んに建設されていた。同様のレンガ積みトンネルは近傍に複数存在し、いずれも断面が小さく、幅・高さとも 2m 以下であった。またトンネル内部は図 2 に示すように劣化が進んでおり、補修はされているが亀裂がかなり進行し、エフロレッセンス現象により遊離石灰などの可溶性物質が白く出てきて劣化が進んでいる状況が確認された。他のレンガ積みトンネルについても内部の状況は同様に劣化が進んでいる状態であった。

3. 360 度パノラマ画像の撮影方法

図 1 の様な小断面トンネルの内部を目視点検するためには、かなりの困難な条件下での作業が必要である。このため、特殊なカメラ¹⁾が開発されているが、本研究では市販のカメラや雲台を用いて 360 度パノラマ画像を用いる方法を検討した。360 度パノラマ画像を作成するため数種類の方法を検討したが、ここでは市販の 360 度カメラを使用した場合と一眼レフカメラを使用した場合の 2 つの方法について紹介する。市販の 360 度カメラには様々な種類があり、今回は最も簡便な RICOH THETA S を使用した。図 3 に示すように三脚に THETA S を取り付け、スマートフォンによるリモートコントロールで写真を撮影し



図 3 360 度カメラによる撮影

キーワード 360 度パノラマ, レンガ積みトンネル, 小断面, 維持管理
連絡先 〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3 TEL 078-946-6170

た。その後、パソコン等で画像を確認し、直接目視の場合と比較した。さらに市販の VR グラスを用いると実際にトンネル内にいる場合と同じ状況を再現できる。次に一眼レフカメラを用いる場合は、図 4 に示すようなカメラの角度を自由に設定できる雲台 (JTS Ratator) に一眼レフカメラを取り付け、360 度パノラマ画像を合成するために必要な約 40 枚の画像を撮影する。この画像をソフトウェア (Panoweaver) で合成することで 360 度パノラマ画像を作成する。



図 4 一眼レフカメラによる撮影

4. 360 度パノラマ画像の評価

図 5 は THETA S を用いて撮影した 360 度パノラマ画像である。

THETA S の画像は解像度があまり高くなかったため、トンネル内部の状況は把握できたが、亀裂や遊離石灰等の細部まで確認できる解像度ではなかった。また色彩も実際のトンネルと比較すると若干異なり、部分的には画像が歪んでいた。図 6 は一眼レフカメラを用いて撮影した画像で、トンネル入口周辺と出口周辺の画像を示している。一眼レフカメラで撮影した画像は部分的に拡大しても高い画質が保たれており、細かいクラック等の劣化の状況を判読することが可能である。また、色彩的にも実際のトンネル内部を再現できているため、色彩をもとにした劣化の状況も判読しやすい。これらの点から、一眼レフカメラを用いた 360 度パノラマ画像が点検手法として最適である。本研究では、これらの方法以外にも 4K アクションカメラを用いてトンネル内部の動画を撮影し、動画から高解像度の画像を取得し、360 度パノラマ画像を作成する方法も検討している。

5. まとめ

鉄道盛土を横断する小断面トンネルの維持管理手法として、360 度パノラマ画像をもとに劣化状況を点検する手法について検討した。今後はより鮮明な画像を取得できる方法について検討する予定である。

謝辞 本研究は J R 西日本あんしん社会財団の 2018 年度研究助成を受けて実施した研究の一部である。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) 重岡, 斉藤, 藤原, 土井, 中川, 作中: 小型の画像撮影装置による狭隘なトンネルの点検効率化, トンネル工学報告集, 第 28 巻, II-11, pp.1 ~ 7, 2018.



図 5 360 度カメラによるパノラマ画像



図 6 一眼レフカメラによるパノラマ画像