

トンネル覆工改良工事における建築限界確保

仙建工業株式会社 正会員 ○上川原 諒
仙建工業株式会社 正会員 大場 宏樹

1. はじめに

本工事は、鉄道在来線トンネル（単線、非電化区間、全長 $L=149.8\text{m}$ ）のコンクリート覆工を補修するものである。当トンネルは、建設当初レンガ覆工で建設された。その後、地山からトンネル内方に向かう土圧が原因と思われるレンガの緩み等が発生したことから、外圧に対する圧力を増加させる目的で、過去にトンネルのレンガ覆工面にコンクリート全周にわたりコンクリートを巻き立てる方法で修繕された（写真-1）。しかし、近年、以前と同様、トンネル内方に向かう土圧の発生が主原因と思われる内空縮小変位の兆候が発生してきたことから、覆工面にライナープレートを増設する覆工修繕が計画された。



写真-1 コンクリートの経年劣化

2019年度の施工は延長 10.0mの直線部の施工であり、列車が運行しない夜間間合いでの施工が条件であった。ライナープレートを覆工面に設置することで列車との距離が短縮し、建築限界を侵すおそれがあるが、列車運行に支障しない空間（建築限界）を確保することが必要であった。本報告はライナープレートによる覆工修繕の設計・構造の検討、建築限界確保の工夫について報告する。

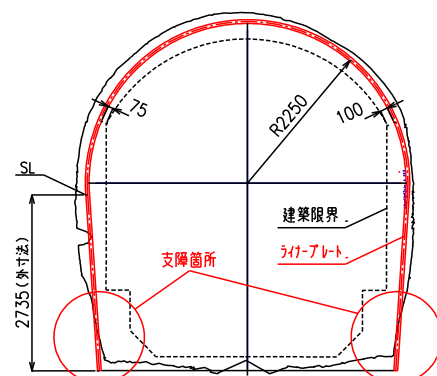


図-1 従来の形状

2. 本工事の問題点と解決策

ライナープレートによる覆工修繕を実施するにあたり、発注者がトンネル断面測定器により事前に断面測定し、その結果である測定図を基にライナープレートの寸法を設計する必要がある。ライナープレート形状を決定するにあたり、設計段階において以下の問題点が挙げられた。

問題点① 既設覆工側面の支障

これまで同様の補修を実施してきたトンネルのライナープレートの覆工形状は、一般的に上半部はアーチ状、下半部は直線の部材を使用する場合が多数であった。ライナープレートの設置は、建築限界を確保し、さらに裏込め材（モルタル）の流入スペース（5cm 程度）も確保させる必要がある。今回の施工箇所は、左右の下半底部側壁コンクリート部が線路側に突き出ているため、これまでの直線ライナープレートの形状では覆工断面に支障することから施工が不可能であることが判明した（図-1、○印部）。

この問題を解決する方法として、全体を縮小して覆工断面との距離を確保する方法もあったが、現在設計中の上半半径 $R=2250\text{ mm}$ でライナープレートを設置した場合でも上半肩部の建築限界までの限界外余裕が $t=75\text{ mm}$ （建設当時は、限界外余裕 $t=200\text{ mm}$ であるが、変位が進行しているトンネルは限界外余裕の管理が難しいことから建築限界のみの管理が実施されている。²⁾）しか

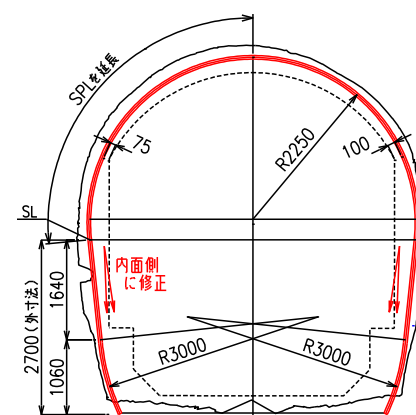


図-2 アーチ状の部材追加

キーワード 建築限界

連絡先 〒980-0811 仙台市青葉区一番町二丁目 2-13 仙建工業（株）TEL.022-225-8514 E-mail:h-ooba@senken-k.co.jp

確保できず、裏込め注入後のライナープレートの沈下を考慮すると、上半はこれ以上縮小することが不可能であった。側面のコンクリートに接しない形状で、下半のライナープレートの形状を決定して行く必要があった(図-1)。

解決策①

建築限界外余裕の確保が最も厳しい上半肩部への影響を考慮し、上半ライナープレート半径は変更せず $R=2250\text{ mm}$ とし、曲線長を 35 mm 延長することで、半径で使用する直線ライナープレート部材方向を内面側とし、下半部下部の一部を曲線部材($R=3000\text{ mm}$)に変更することで、側面の形状に合わせた断面とした(図-2, 3)。

問題点② 注入孔による建築限界支障

裏込め注入は一般的にはライナープレートをアンカー等で固定して施工するが、今回は覆工がレンガ造のためアンカーで完全に固定することが難しく、打込み順序により偏荷重が発生し、建築限界を支障する危険性がある。その対策として、モルタル打込みをトンネル下部から左右同時に慎重に上げていく必要がある。モルタル注入孔は1断面で7箇所、 1 m ピッチで設置した(図-4)。モルタル注入孔はこれまでプラグ付きのソケットを使用してきた。プラグがライナープレート断面から 40 mm 突出している。今回の施工箇所は、上半肩部が 75 mm と建築限界に余裕がなく、さらにモルタル注入後のモルタル自重によるライナープレートの沈下を考慮すると、ソケットによる建築限界支障の対策を実施する必要があった。

解決策②

注入孔のソケットは、裏込め材の注入ホースを接続させ、注入完了後、プラグで強固に締め付けることが必要で、ソケット自体は従来使用してきた製品とし、プラグを沈みタイプのものに変更することで対応した。これにより、ライナープレートからの突出寸法を 40 mm から 15 mm に抑えることができ、また、注入孔の位置を建築限界の確保が厳しい範囲を外して、建築限界の確保にさらに余裕を持たせた(図-5)。また、モルタル注入作業は、使用工具を変えただけで対応できた。

3. まとめと今後の課題

現場の覆工面に合わせたライナープレート断面を設計し、また施工時点で建築限界支障を発生させる可能性がある要因を想定し、その要因を排除することで建築限界を確保し、列車の安全・安定輸送を確保することができた。トンネルの経年劣化により今後も同種工事が続いていくことが考えられる。今後の課題として、覆工面の断面測定器が測定間隔 0.5 m 毎でしか測定できないため、その 0.5 m 間の覆工面の変状は現場での確認が重要となる。したがって、設計段階から、建築限界、施工上のリスクを考慮し現場に見合った寸法を算出し設計をしていくことが必要である。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道(株)：土木施設実施基準，2016.3 改正
- 2) 東日本旅客鉄道(株)：トンネル建築限界管理マニュアル，平成13年10月15日，改定

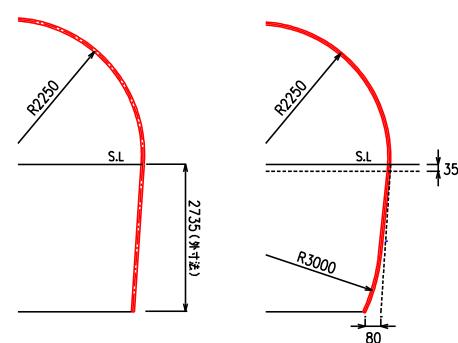


図-3 拡大図

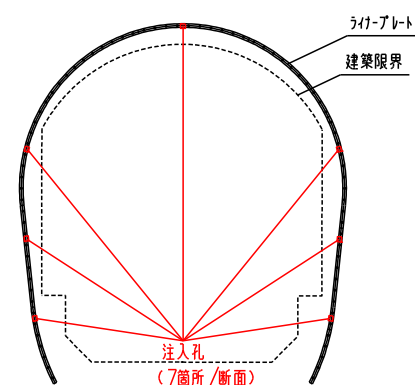


図-4 注入孔位置図

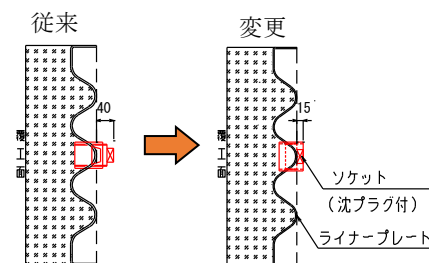


図-5 プラグ変更



写真-2 ライナープレート施工後