

押し抜きせん断によるトンネル変状の対策について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 秋山 保行  
 東日本旅客鉄道株式会社 千葉 充

1. はじめに

当該トンネルは、延長約640mの単線1号型コンクリート造(一部鉄筋コンクリート)で覆工厚は30~45cmであり、インバートが全長にわたり施工されている。昭和41年に非電化単線トンネルとして建設されたが、昭和54年に電化工事のため再掘削、断面拡幅を行っている。立地は標高580mの山裾部であり、主な地質は凝灰石である。

平成14年12月に実施した通常全般検査において、起点方坑口から565m付近右アーチ部(SLから1.5m)のコンクリート剥離剥落が発見された。同月に行われた個別検査により、トンネル軸方向に最大20mmの開口ひび割れが確認された。このため、応急対策として当該付近6m間に仮設セントル(H100)を施工した。

本稿では、その後に実施した詳細調査、対策工の検討・施工、その後の経過について報告する。

2. 変状概要と応急対策

当該箇所では以前からひび割れが発生しており、平成12年にひび割れ変状に伴う剥落防止を目的として、形鋼及びネット工法による覆工修繕が行われている。今回発見した変状はこの変状が進行したもので、主なものは下記の通りである(図-1)。

起点方坑口から565m付近右アーチ(SLから1.5m)

下方に伸びた放射状のひび割れが生じており、それを剥離剥落・食い違いを伴う円弧状のひび割れが取り囲んでいる。その範囲内は浮いた状態である。

起点方坑口から495m付近~595m付近(SLから3.0m)

アーチ肩部トンネル軸方向に連続して引っ張りひび割れと、それに伴う圧ざが生じており、上記箇所上方の開口幅が20mmと特段に大きい。

・ の当面の応急対策として平成15年3月に、剥離剥落が発生した付近を中心とした562.9m~568.9mの6m間にH100の仮設セントル7基を施工し補強した。

なお、個別検査時の断面測定において、建築限界支障は確認されていない。また、・ の変状進行時期については、平成13年6月の覆工表面撮影車の画像に開口したひび割れが無いことから、この撮影後から平成14年12月の1年半の間と推測された。

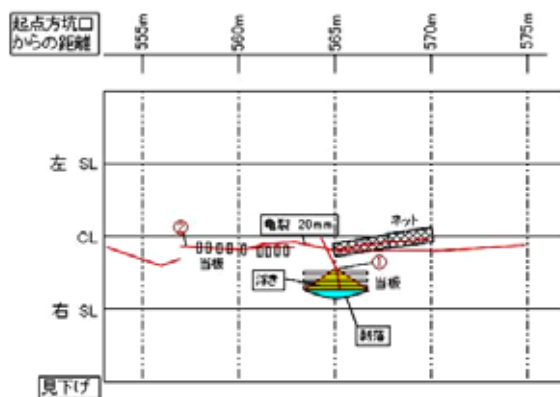


図-1 変状と既設対策工

3. 詳細調査と変状原因推定

平成15年10月に、トンネル覆工周辺の空洞の状況を調査するため坑内から1.5mの短尺ボーリング12本と、地質状況を把握するため10mの長尺ボーリング2本を実施した。

その結果、トンネル天端から肩部にかけて背面空洞が確認された。また、山側へのボーリングにおいて角礫と粘土からなる破砕部が複数のコアから確認できたことから、山側に連続して破砕帯が存在している事が推測された。この破砕帯の上方には、堅硬な凝灰角礫岩ならびに凝灰角礫岩と頁岩の互層が確認されている。破砕部の粘土には、膨潤性を示す粘土鉱物は含まれていない事が線解析で確認されている。

また、ボーリングにより採取したコアの一軸圧縮試験の結果では十分な強度を有していたことから、覆工コンクリートの強度不足および巻厚による変状とは考えにくいという結果を地質調査から得た。

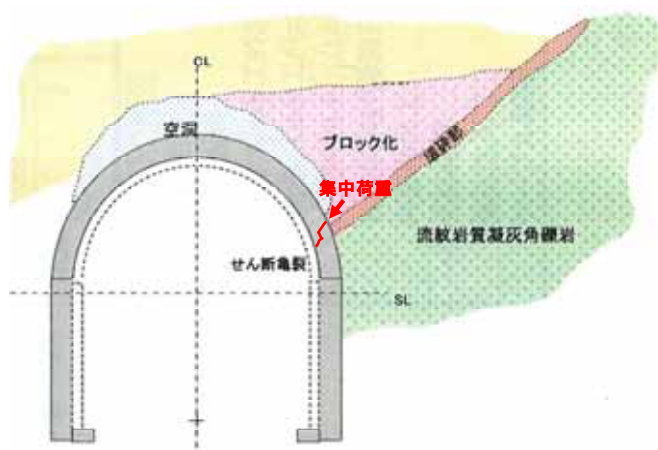


図-2 変状原因推定

キーワード：押し抜きせん断、破砕帯、内巻補強、ロックボルト

連絡先：〒020-0034 岩手県盛岡市盛岡駅前通1番48号 東日本旅客鉄道株式会社 盛岡土木技術センター TEL019-652-2196

以上のことから、山側に連続する破碎帯やトンネル背面空洞により、その上の堅硬な凝灰角礫岩が覆工背後にブロック化している事が考えられる。このブロックの滑動による集中荷重が覆工コンクリートに作用し、押し抜きせん断破壊に至ったと推定された。(図-2)

ブロック化した岩塊の滑動原因は以下の3つが考えられる。覆工背面に空洞があるため、支持力がなく自重で滑動する。地表の表層滑りにより空洞を有する地山の緩みが助長され、不安定なブロック状岩塊が荷重を受けて滑動する。破碎帯を滑り面とする地滑りが発生しブロック状岩塊が滑動する。

現状の調査データからはそのいずれかを特定できないが、地滑りによると考えられる顕著な水平方向の食い違いは今のところ生じていない。そのため 及び を想定した対策工を講じる事とした。

4. 対策工とその後の経過

平成 16 年 8 月～平成 17 年 3 月に以下の対策工を行った。

(図-3)(写真-1)

裏込注入

確認された背面空洞に対し、荷重を覆工へ一様に作用させる目的で裏込注入を行い地山とトンネルの一体化を図った。

内巻補強

仮設セントルによる覆工補強が施されているが、ひび割れの進行とそれに伴う覆工の剥離剥落を防止する目的で、変状区間を中心にセントルを増設し、セントルを存置した状態でトンネル全周に内巻補強を行った。

ロックボルト

変状原因と推定されるブロック状の岩塊と地山を一体化させ、岩塊を抑える目的でロックボルト打設を行った。ボーリング結果から岩塊の奥行きを想定し、最長 6.5m のものを施工した。

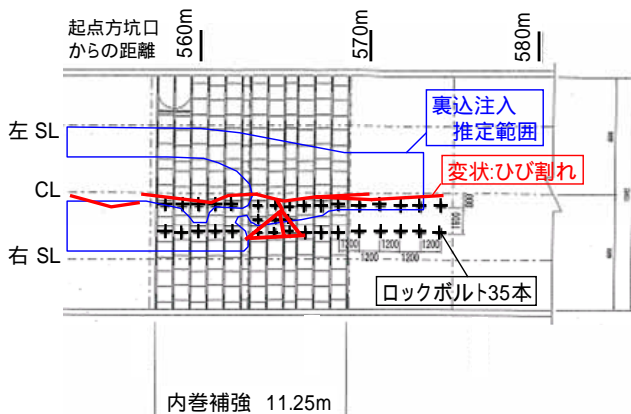


図-3 対策工展開図



写真-1 対策工完成

変状の進行性と対策の効果を確認するため、対策工後も年2回の内空変位計測を継続している。また、外力の応力伝達を把握・確認が出来るよう、ひずみ計を4基設置し同頻度の計測を行っている。

平成 24 年度までの内空変位計測結果によれば、山側では圧縮傾向の変位が最大で -2.4mm あるがここ数年は安定している。しかし、谷側の引張傾向の変位は平成 22 年から累積傾向にあり最大で +2.7mm である。(図-4)

ひずみ計においても同様の傾向があり、原因の推定で述べた地滑りの可能性も捨てきれない。そこで今後は地山の挙動についても監視が必要と考える。

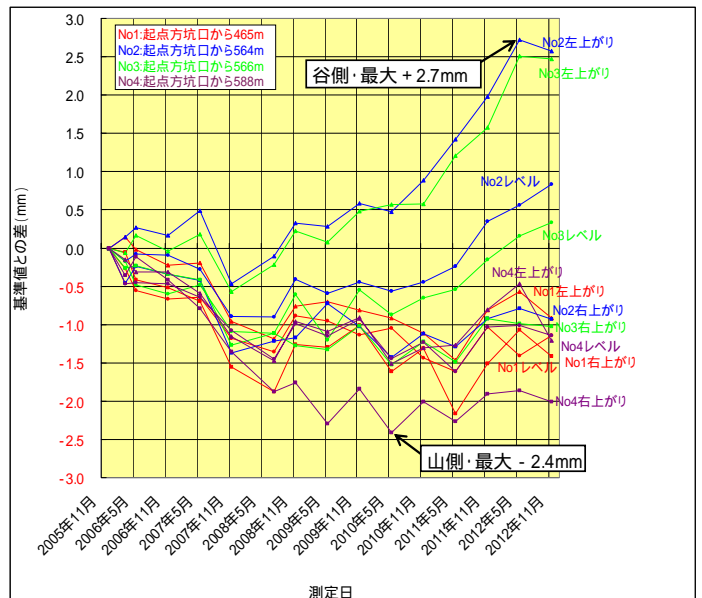


図-4 内空変位計測(基準値との差)

5. おわりに

変状に対する一連の対策は終わったが、新たな課題も見つかった。今後も計測を継続していき、維持管理に携わるものとして安全・安定輸送に貢献したい。