

青函トンネル竜飛先進導坑の隆起路盤変状補修工事について

鉄道・運輸機構 才神貴幸

鹿島建設(株) 正会員 ○館 雅春 高橋英樹

1. はじめに

青函トンネルは全長 53km850m の長大海底トンネルであり、海底部区間 23km300m は3本の坑道（本坑，作業坑，先進導坑）からなっている。トンネル最深部は、海面下 240m に位置するため強大な水圧を受けており、この巨大な水圧と海底からの無尽蔵な湧水を絶えず考慮しなければならない特殊な環境下にある。3本の坑道の内、先進導坑は青函トンネルの坑内排水処理と坑内換気の重要な役割を果たしているが（図-1）、竜飛先進導坑 1km050m 付近において 1991（平成 3）年頃から路盤隆起が発生し、今後のトンネル維持に関わる保守のための通行および排水に影響があるため、補修を行う必要が生じた（写真-1）。補修を実施するにあたっては、有識者他で構成される青函トンネル検討会を開催し、調査に基づき数値解析等を行い、補修方法の検討を行った。本稿では補修方法と、海底下かつ狭隘箇所での施工実績およびその結果について報告する。

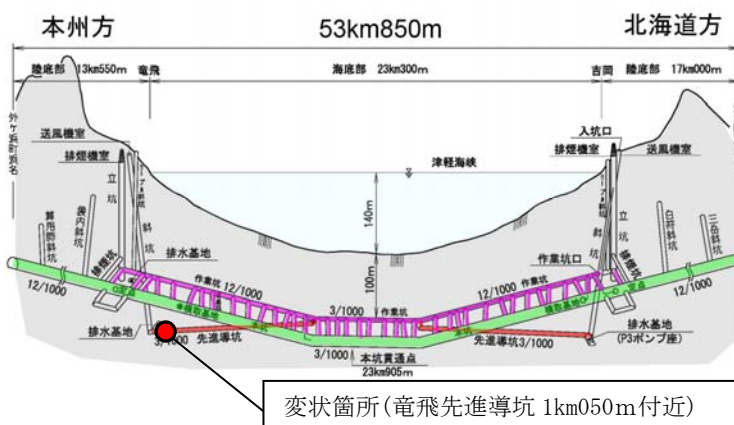


図-1 青函トンネルの概要と変状箇所



写真-1 変状箇所全景

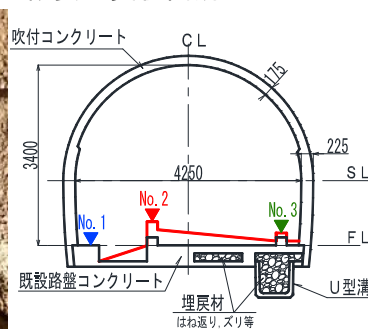


図-2 現況図と測定点

2. 補修箇所の状況

変状箇所のある竜飛先進導坑は、吹付コンクリートによるシングルシェル構造となっており、変状箇所においては工事完成から 47 年が経過している（図-2）。内空は、幅 4.25m、高さ 3.40m と狭隘な断面となっている。

路盤隆起が確認されてからは水準測量により定期観察が行われており、最も隆起した箇所である 1km050m では、計画高さより約 30cm の路盤隆起が確認されている（図-3）。

3. 補修方法

補修方法は、隆起により障害の発生している既設路盤コンクリートを撤去し、円形状としたインバートを設置することになった。また、路盤コンクリート撤去に伴う下半部の横からの押出し変状を抑制するため、既設路盤コンクリート撤去前にドリルジャンボによりL=3mの補強ロックボルトを左右の側壁に2mピッチで3本ずつ、計120本施工する計画となった（図-4）。

4. 施工方法

補修箇所である青森県側からは、入出する設備の使用制限があり、北海道側からの入出坑としたが、狭隘な坑

キーワード 青函トンネル，路盤隆起，内空変位，補修，インバート，ロックボルト

連絡先 〒060-0002 北海道札幌市中央区北2条西4丁目1番地3 鹿島建設(株)北海道支店 TEL011-231-7521

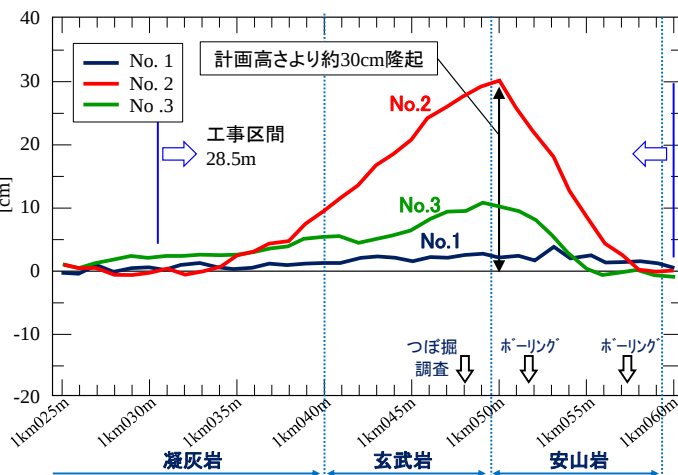


図-3 路盤隆起図（2018年3月）

道を約 23km 移動する必要があった。また、入坑可能な車両制限があり 1 度に運べる資機材が少なく、速度制限により片道約 1 時間を要することなど特殊な作業条件の中で、安全で効率の良い作業計画を検討した。資機材は狭隘な断面内で運搬、施工できるものを選定した。資機材の揚重や移動には専用の吊り具を取り付け、狭隘箇所でも小旋回が可能なフォークリフトを採用した（写真-2）。コンクリート材料は生コンクリートをアジデータ車で搬入することが困難なため、プレミックスコンクリートを採用し、生コンクリートの製造を坑内で行うこととして、施工性の向上と品質確保を達成することとした。

インバートは、路盤コンクリート撤去時の変状を最大限抑制するため、補修区間を縦断方向に 2 m 以下の 15 ブロックに分割して、1 ブロック毎に既設路盤コンクリート撤去・掘削・インバートコンクリート打設を行った（図-5）。さらに路盤コンクリート撤去前に鋼製部材を用いた切梁で内面補強を行い、コンクリート強度が確認されてから取り外すことをサイクルに組み入れた。

5. 施工実績および内空変位計測結果

ロックボルトは機械搬入出を含め 2 週間で打設し、インバートは 1 サイクル平均 4 日で施工した（写真-3～5）。計測は、本施工開始前から各ブロックに計測点を設けて行っている。計画段階で懸念された路盤コンクリート撤去に伴う内空断面の縮小は、ロックボルト打設とブロック化による撤去が効果的であったと思われ、施工中は発生しなかった。最も路盤隆起の大きかった 7 ブロックと 10 ブロックでも内空変位の最大は 1.5mm であり、コンクリート打設後は収束していることがわかる（図-6）。

6. おわりに

青函トンネルの先進導坑という狭隘な内空断面かつ海面下という特殊な作業環境において、如何に変状を起こすことなく、品質の良い構造物を工期内に完成させるかを検討した。工事を進めた結果、安全で無事に目的の構造物を構築することができ、合わせて工程の短縮も達成した。インバート施工時のロックボルトの効果も確認され、打設から 3 ヶ月経過したインバート

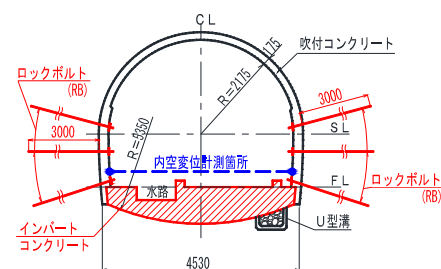


図-4 補修工断面図

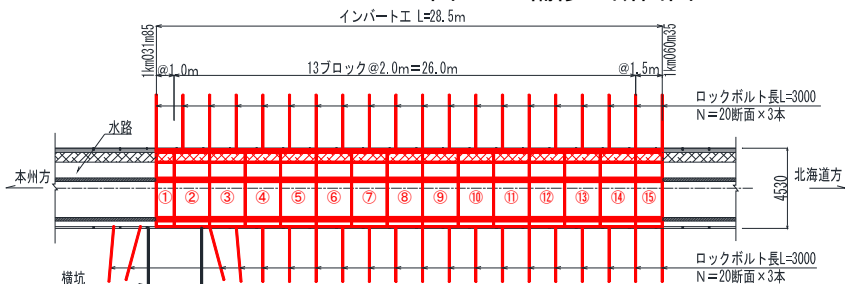


図-5 補修工全体図

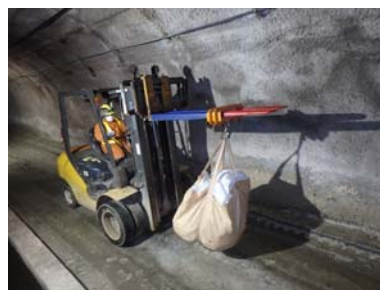


写真-2 フォークリフト使用状況



写真-3 ロックボルト工



写真-4 インバート打設



写真-5 補修完了全景

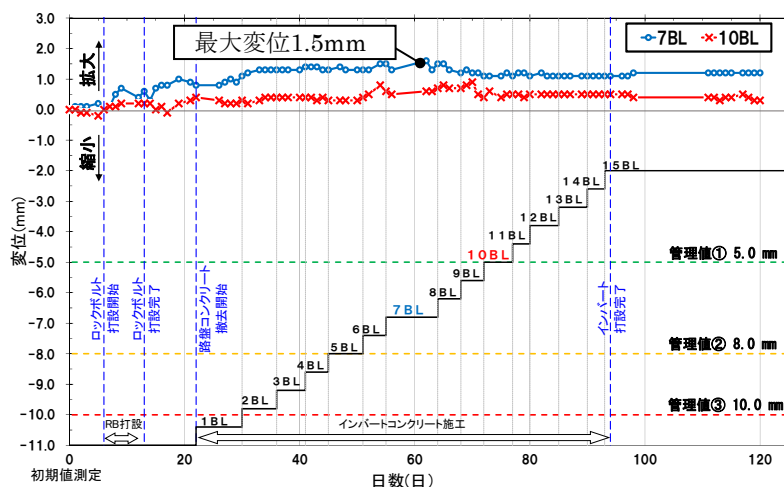


図-6 内空変位経時変化図

コンクリートに変状は発生していない。今後も追跡調査を継続するが、本稿が同種工事の参考になれば幸いである。