

日韓トンネル通信

編集/発行

特定非営利活動法人

日韓トンネル研究会

事務局：東京都千代田区飯田橋4-1-11

〒102-0072 信濃ビル6階

TEL 03-3265-8813 FAX 03-3237-1012

E-mail office@jk-tunnel.or.jp

九州事務所：佐賀県唐津市和多田2344-6

〒847-0000

TEL 0955-75-2930

☎0120-09-2188

(報告)第15回トンネル工法勉強会が行われました。

第15回トンネル工法勉強会が2018年9月6日(木)、東京都千代田区飯田橋の当会本部で行われた。今回の勉強会のテーマは「青函トンネル北海道側先進導坑の変状抑止対策」で、講師として鉄道・運輸機構の深沢成年審議役、佐々木裕参事、株式会社ジェイアール総研エンジニアリング調査技術部の小島芳之担当部長3名を招いた(写真-1)。

青函トンネルの海底部23.3kmは本坑、作業坑、先進導坑の3本の坑道からなり、最深部は海面下240mで最大2.4MPaの強大な水圧が掛かる環境下にある。日韓トンネルの海底部は未固結の地山区間があり、シールド工法と山岳工法を適宜選択することになる。今回発生した変状とその抑止対策は100年、200年維持管理可能な海底トンネルを設計・施工するうえで大いに参考になる。

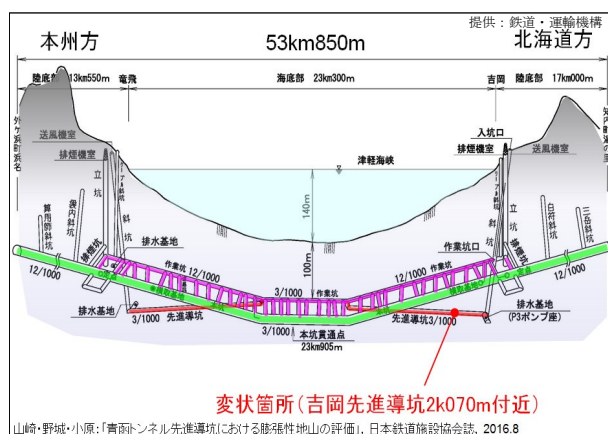


図-1 青函トンネルの概要と変状箇所



写真-1 第15回トンネル工法勉強会

1. 変状の概要

北海道方の吉岡先進導坑2.070km付近(水深50m、海底下240m)で、施工後42年を経た2013年に変状が確認された(図-1)。

変状は**顕著な路盤隆起**により目視確認され、**内空断面の縮小**と**吹付コンクリートの剥落**が主な変状である。路盤隆起量は20カ月で50mm(2.5mm/月)、内空の縮小は16カ月で25mm(1.7mm/月)に達した。なお、新幹線の走る本坑や保守用通路の作業坑では現時点で大きな変状はみられない(図-2)。



図-2 先進導坑で発生した変状

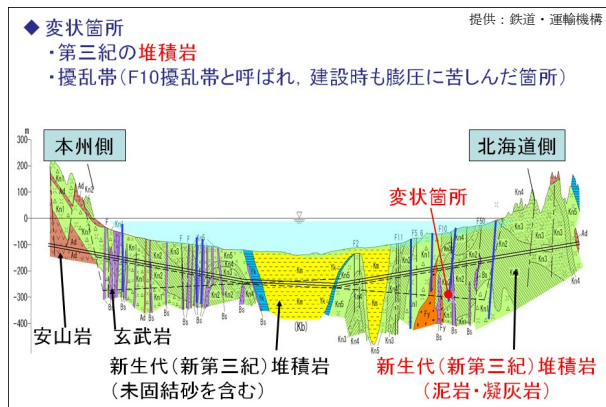


図-3 青函トンネルの地質縦断面と変状箇所

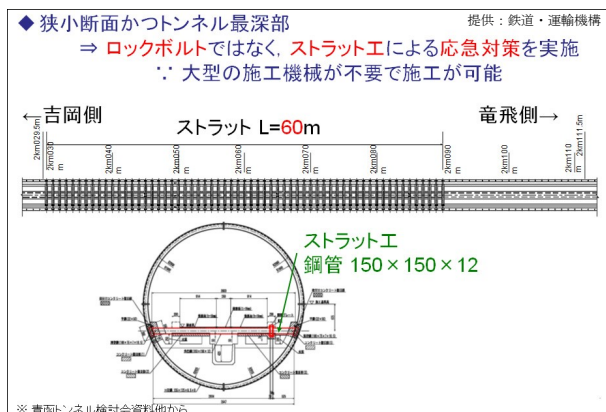


図-4 ストラット工

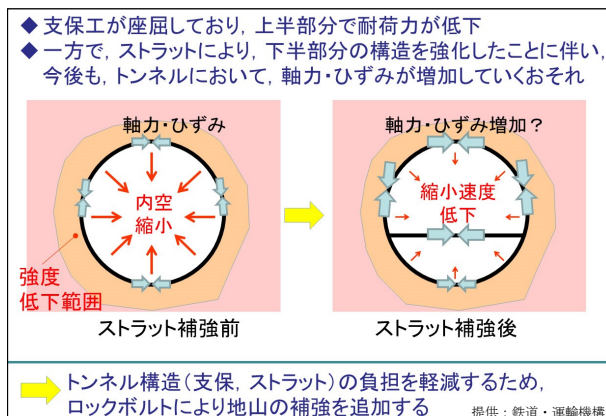


図-5 トンネルにおける軸力・ひずみ発生状況

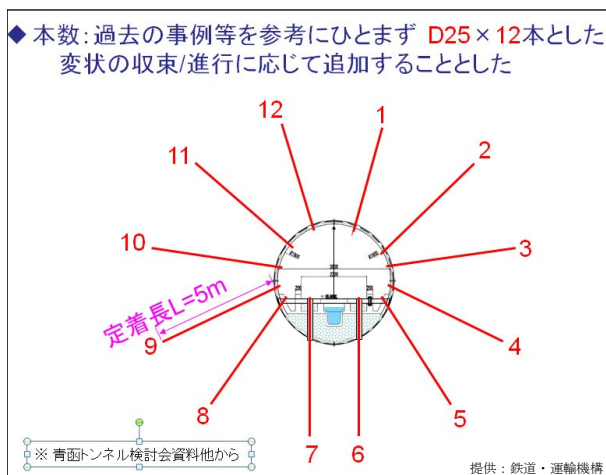


図-6 ロックボルトの配置

2. 変状箇所の地質的特徴

変状箇所は新生代第三紀の堆積岩からなっているが、約1.1kmにわたる断層破碎帯のF10擾乱帯と呼ばれる地質のため、建設時も地山の膨圧で内空が変状し難工事となった。当初は馬蹄形断面で掘削したが、大きな路盤隆起と内空変位が発生したため、既に施工した支保工などを撤去し、改めて円形断面で掘り直した(図-3)。

3. ストラット工による変状の抑制

緊急対策として特に変状が著しい区間 60m に対し約2か月かけてストラット(角型鋼管) 150×150×12を1m間隔で設置した(図-4)。その結果、施工後の内空縮小の速度は1/10程度となり大きな対策効果が認められた。

ストラット工により内空縮小は抑止できたが鋼製支保工のアーチ肩部分に変形や座屈が発生した。これはストラットにより下半部分の構造を強化したことに伴い軸力・ひずみが増加し、上半分の耐荷力が低下したためとみられる。今後も軸力・ひずみが増加していくおそれが出てきた(図-5)。

4. ロックボルトによる変状の抑制

ストラットによるトンネル構造体の強化に加えロックボルトで地山を補強した。地山劣化法による解析の結果、ロックボルトの本数は12本とし、トンネル全周に等間隔で配置した。またロックボルト長は孔内載荷試験により、地山の緩み範囲を3.5mと判断し、地山への定着長を5mとした(図-6)。

ロックボルトは約半年をかけて80mの区間に対し1m間隔で約1000本を施工した。トンネルの内径が3.8mと狭いため、繋ぎボルトによる継ぎ足しでボルト長を5mとした。施工機械は作業箇所まで搬入可能な小型のボーリングマシン、ドリルジャンボ、ロータリーパーカッションドリルを使用した。

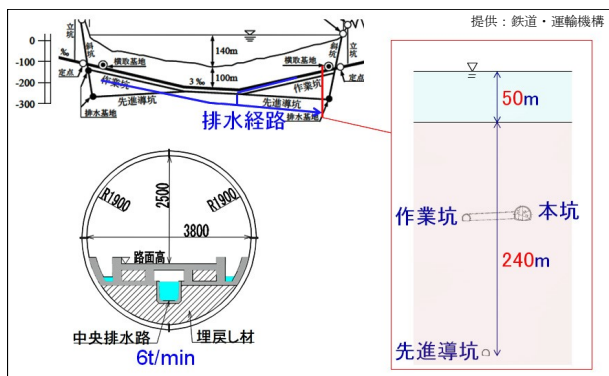


図-7 排水経路と中央排水路

5. 変状の原因

変状の原因は地山が塑性化し覆工を押し出すことにより生じた地圧とみられる。また、中央排水路（縦横 50cm 程度）からの漏水で排水路下方の地盤の劣化・吸水膨張を招き、支保工が座屈した可能性もある。埋戻し材への注入による路盤強化と漏水防止が効果的ではないかという提案があった（図-7）。

（報 告）釜山での国際会議に参加しました。

社団法人韓日トンネル研究会創立 10 周年記念国際シンポジウムが 2018 年 9 月 12 日（水）、韓国の釜山市海雲台にあるトベイ 101、マリンホールで行われた（写真-2）。

参加者は約 80 名で、パネリストとしてパク・チニ教授（韓国海洋大学）が「韓日海底トンネル事業の経済的波及効果の考察」、西川佳秀教授（東洋大学）が「日韓トンネル建設の必要性」、パク・ソンヨル会長（南北統一国民連合釜山支部）が「太平洋文明圏のプラットフォーム、韓日海底トンネル」をテーマに講演した。また討論者としてチェ・チグ特別研究員（釜山大学）、シン・ジャン Chol 教授（崇實大学）、平野敦士事務局長代行（日韓トンネル研究会）、イ・ドンウク名誉教授（釜慶大学）が意見を述べた（写真-3）。



写真-2 釜山での国際会議



写真-3 パネリストと討論者



写真-4 切羽付近（小石原川ダム導水路トンネル）

（報 告）第 16 回トンネル工法勉強会が行われました。

第 16 回トンネル工法勉強会が 2018 年 12 月 6 日（木）、東京都千代田区飯田橋の当会本部で行われた。今回は「泥水加圧シールドマシン掘削時の水圧の低減」をテーマとした。

1. 自立した岩盤の地山での水圧低減

2017 年 11 月に現地を視察した福岡県朝倉市の小石原川ダム導水路トンネル建設工事で計測された切羽水圧を検討した（写真-4）。

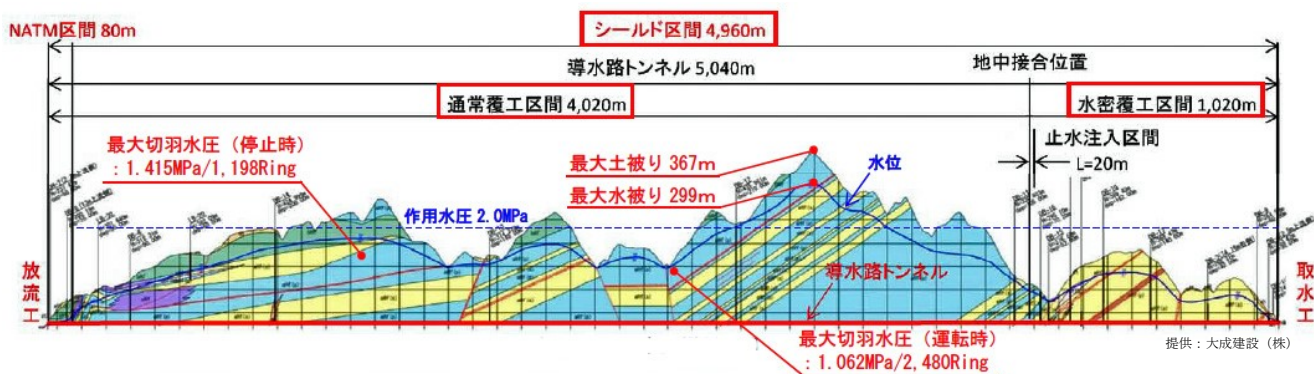


図-8 小石原川ダム導水路トンネルの縦断面図

岩盤の地山を泥水加压シールド機で掘削したが、最大切羽水圧はシールド機の運転時で1.062MPa、静止時で1.415MPaと予想よりも小さかった(図-8)。

自立した切羽の場合、排泥水量を調節することにより切羽の水圧を下げて掘削することが可能である。

2. 自立しない軟弱な地山での水圧低減

日韓トンネルの海峡部に広く分布する未固結の地山を掘削する場合、切羽から水を抜くと切羽への浸透流の圧力で切羽が崩壊する可能性がある。マシンの後方で組み立てたセグメントに設けたウィープホールから水を抜くことが大切である。そうすればテールシールや切羽に掛かる水圧を下げられる。

3. 自立しない軟弱地盤での土被り

軟弱地盤での土被りは海底トンネルが浮き上がらない範囲でできるだけ浅くする。水抜きで弛んだ全土被り荷重がマシンに掛かることを容認した掘り方である。土被りはトンネ

ルの直径の2, 3倍程度が適切である。土被りが大きいなかで水を抜くと地山を緩ませ、大きな土被り荷重が作用する可能性がある。

(資料)日韓トンネル圏の役割

東アジアの日韓中3国で形成する日韓トンネル圏は世界の成長センターである。物流では全世界の海上コンテナ荷動量の半分が東アジアを流通・通過し、世界の主要港湾20港中の過半12港が東アジアにある(図-9)。

TPP(環太平洋パートナーシップ協定)やRCEP(東アジア地域包括的経済連携)など、貿易の障壁を削減し人の移動、投資、知的財産の保護や競争のルール作りをするEPA(経済連携協定)やFTA(自由貿易協定)の交渉や発効も相次いでいる。

太平洋への玄関口となる日本。ユーラシア大陸への玄関口となる韓国。この日韓両国が心の通い合うトンネルの実現のため、共同で調査に取り組むことが大切である(図-10)。

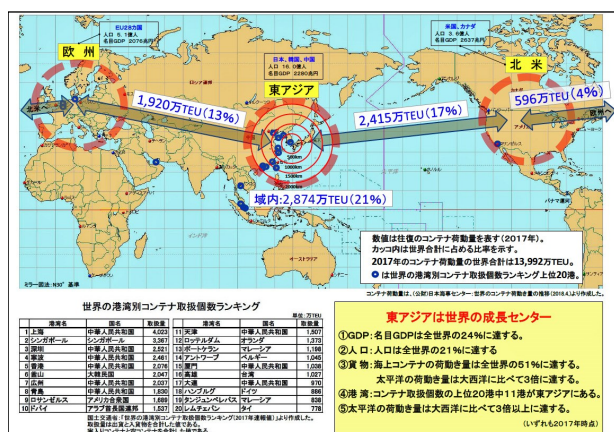


図-9 海上コンテナ荷動量

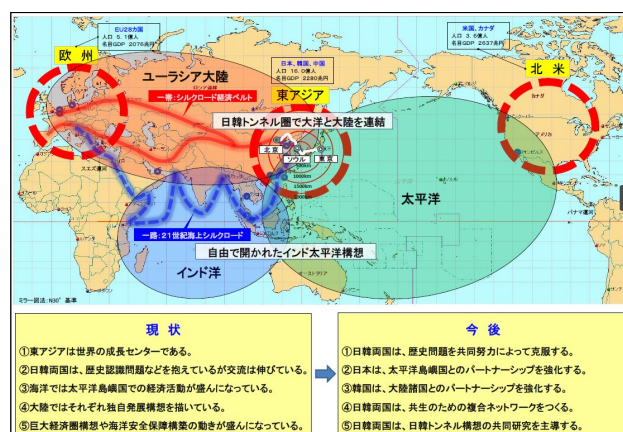


図-10 日韓トンネル圏の位置づけ