

Tunnels & Tunnelling International October 2010

表題 : Driling Rohtang p.10~12

ロータンの掘削

著者 : Patrick Reynolds

インド北西のヒマチャプラディッシュ州のロータンにおける大土被り長大道路トンネル(8,800m)を NATM によって施工した時の報文であり、地質の説明、施工時の支保工や最終的なライニングの仕様や施工方法について報告されている。

この地域は高い山が多く、現道では冬期は風雪により長期間通行できない。地山は片岩、千枚岩、花崗岩と片麻岩のミグマタイトからなり、三箇所の断層とスクイーミング区間があった。また地下水位が高く、掘削中の突発湧水や地下水流入が懸念されている。主な支保工には、繊維吹付けコンクリートと 4~10m の摩擦ボルトが採用されている。また地山が悪い区間では、鏡吹付けコンクリートによる補強、アンカーボルトやチューブによる注入で切羽前方地山を補強している。さらにインバートによる早期閉合を行っている。最終的な覆工厚さは 550mm で、一部ルーフスラブで補強されている。

表題 : A city steeped in history breaks new ground p.16~18

歴史に埋もれた町が新しい地盤を切り拓く

著者 : Nicole Robinson

イスタンブールでは、国内のアクセス(ヨーロッパ側とアジア側の横断方向)を良好にするため、マルマレイ海の海底周辺に鉄道建設工事を行っている。これまで、日本の大成建設 JV が NATM や TBM、沈埋トンネル、開削トンネルによりマルマラ海のボスフォラス海峡を横断してきた。

本稿では、主に沈埋トンネルと TBM の接続方法について述べている。この接続部にはボスボラス海峡の水深 60m 程度の海底下で行うため、大きな水圧が作用する。このため、大きな水圧に対応できる構造としている。

具体的には、沈埋トンネル構築時にトンネル端部へ特殊な鋼製接続リングをあらかじめ取り付けられている。リング内には水圧により膨張するゴムパッキンを設置しており、接続部からの漏水を防止している。他には接続を円滑にするため、接続部の埋戻し土を改良土で行うなどの工夫もしている。

施工方法は、まず沈埋トンネルを設置した後に、TBM により特殊接続リングまで到達する。その後、TBM 機内から止水注入を行い、接続を無事完了したと述べている。

表題 : Heading for Basque airport p.25~28

バスク空港に向けて

著者 : Maurice Jones

この報告には、スペインのビルバオにおける新しい地下鉄 3 号線の建設におけるトンネルの掘削方法が、サンドビック社製の新しいロードヘッダー MT 520 を使用したことについて記載され

ている。

ビルバオの地層は石灰岩層で構成されており、発破によって掘削が行われていたが、土被りの小さい箇所では周辺住民からの苦情があったので、ロードヘッダーを使用した機械掘削が行われている。

サンドビック車製のロードヘッダーの MT520 は、すでに使用されていた MT720 を改造したものであり、高い掘削性能と安全性能を有しており、それに加えて、ロックボルトの挿入やコンクリートの吹付けなどの機能も有している。

MT520 による掘削歩掛は、昼間時間帯のみの作業制限があったが、1日あたり 3.5m~4m 程度であった。

表題： Livorno Landfall p.31~34

リボルノの地理的所見

著者： Patrick Reynolds

近年、国家間での液化天然ガス（LNG）の出荷等、国際的なエネルギー市場の成長が重要視されている。リボルノとピサの近くに位置するイタリア西海岸に、重要な LNG 事業の一つが存在する。それは、トスカニー市の再ガス化事業であり、国の約 4% のエネルギー供給が可能となる計画である。

この事業の準備は 2003 年に始められ、2004 年に州議会に承認され、2007 年から建設活動が始まった。この工事は、約 5km に及び、アルノ川の下にガスパイプラインを建設するものであった。そのガスパイプライン（φ 800mm）の設置深さは、最少でアルノ川より 2m 下の深さに、船舶航行深度を確保する場所では、最大深さ 6m で設置された。

工法として 4 提案挙げられたが、切羽全面の圧力管理が容易であり、安全性に優れている“micro-tunnelling”が採用された。トンネルの埋設は、4 つの泥水式マシンを使用し、締め切り用にシートパイルを設置し、底面にはコンクリートスラブを設置した。コンクリートパイプのジャッキには自動潤滑システムとしてベントナイトが使用され、平均掘進長は 24 時間で 20m であった。掘削土はスラリーポンプで取り除かれ、フィルタープレスを使用して再利用される。掘削量は合計で約 35000 m³となった。

表題： Saving the tunnel customer p.36~38

トンネル利用者の救助

著者： Maurice Jones

トンネルの設計は、火災によるトンネル構造の健全性に主眼が置かれてきた。トンネル構造への配慮は、火災時のトンネル崩落から利用者を守るという点では重要であるが、利用者の生命を守ると言う点では不十分である。本稿では、Mont Blanc トンネル火災による安全調査を受けて、「温度センサーや監視ビデオ等を利用した火災の検知」、「発光性の非常灯等を活用した安全避難情報の伝達」、「救助活動」、「ミスト等の消防システム」に関する提案が報告されている。

表題：Advantages of pre-injection grouting p.49~52

事前注入工法の利点

著者：K. G. Holter and H. O. Hognestad

事前注入工法の主な目的は、①地山の透水性を低減することで、掘削後の坑内湧水を抑制すること、②地山の力学的特性を改善することにより、掘削から支保工設置までの間、地山の安定性を確保すること、の2つである。断層破碎帯や風化変質・未固結地山におけるトンネル掘削では切羽崩壊や突発湧水の発生は珍しくなく、都市部におけるトンネル掘削では地下水位の低下または地盤の変形によって近接構造物に影響を与える場合がある。このような非常に困難な地山条件において、速硬性のマイクロセメントと液体コロイドシリカの最新技術を用いた事前注入工法は、トンネル掘削時のリスクを大幅に減少させ、経済的効果と技術的な実行可能性を向上させることができる。

本稿では、浅層トンネルにおける事前注入工法、すなわち切羽前方地山への注入に関する経済的な施工方法ならびにグラウトの材料特性について、最新の考察を示している。また、Maneri Bhali水力発電プロジェクトにおいて、内水圧 100MPa が作用する低土被りの導水路トンネル工事で実施した事前注入から得られた知見について報告している。