

① 表題 : **Finishing India's longest** (p23~28)

(インド最長トンネルの竣工)

著者 : Maurice Jones

抄訳 : Pir Panjal (ピル・パンジャル) 鉄道トンネルは、インド北部のジャムーとカシミール地方を結ぶ重要な路線間にある。本トンネルは、延長 10,960m とインドで最長である。

地質は、頁岩、凝灰岩、石灰岩、安山岩であり、地層は大きな褶曲作用を受け一部押し出し性地山を含む。最大土被りは 1,100m。

トンネル建設は 4 工区分けられ、HCC がその内の大部分を落札した。長大トンネル内の環境は、換気が重要であるが、作業員に対する必要量 (4.25m³/毎分・ディーゼル駆動) および坑内風速 0.3m/毎秒を考慮し計画した。

低土被り部の軟弱地盤掘削時には、地表沈下対策として 9m の鏡ボルトおよびφ76mm のフォアパイリングを行った。頁岩区間の変状対策として長さ 12m のロックボルトを採用し、覆工厚を 450mm に増加した。トンネル掘削開始後 6 年半で掘削が完了した。

② 表題 : **Delhi digs** (p32~34)

(デリーの掘削 —地下鉄道網の建設—)

著者 : Anuj Dayal

抄訳 : 人口 1600 万人超の首都、デリーでは、インドでも 1、2 を争う過密道路事情が限界にきており、地下鉄の必要性が高まっている。地下鉄は、街の重要な区域を優先させながら、ウェブ状 (放射状+環状) 構成で複数のフェーズが計画されてきた。

第 1 (65km 完了)・2 段階 (124km 完了) では、中心点から郊外に広がる放射状のルート建設に重点が置かれた。第 3 段階 (45km 建設中) ではこの放射状ルートを環状ルートで繋ぎ、これが進めば、第 4 段階 (190km) ではさらに環状ルートを増やして放射状ルートを延長する予定となる。

デリーの地層は、大部分が粘土質から成る堆積層である。地下水面が高く、地表面に達する場合もある。本プロジェクトの構造は全て、地下水位がこの高さである地層の要件を勘案して設計された。

市街地の中心部には、深さ 10m に岩盤がある箇所が点在し、掘削戦略として、岩盤切削可能な EPBM 機を調達し使用することとした。

③ 表題 : **Need for fire protection** (p46~48)

(防火対策の必要性)

著者 : Wilf Butcher

抄訳 : 火災の際、コンクリートは残留水分により、300°C~450°C で爆裂が生じるおそれがある。また、オランダの研究機関によると、コンクリート覆工を用いた複数の非開削トンネルでは、表面温度が 200°C でも爆裂が生じる可能性があることを示している。水分が 3% を超えると、爆裂の可能性は 100% だという。

オランダ交通省の広範な調査に基づいた見解では、トンネルは最悪のケースを想定して防火対策を講じなければならない。各トンネルプロジェクトについて火災テストを行い、RWS 曲線と呼ばれる温度プロファイルに曝露する。これは最高温度 1350°C で最大 2 時間持続するものである。

トンネルで使用されている主な防火対策は下記の通りである。

- ① トンネル形状に合わせた防火パネル
- ② 吹付けライニング
- ③ コンクリートに混入するポリマー繊維などによるコンクリート剥落防止
- ④ 主要なダクトやケーブル用の被覆繊維材
- ⑤ 本設の覆工のコンクリートライニングの増厚

④ 表題：Nazzano method (p54～58)

(Nazzano 道路トンネルの拡幅)

著者：Pietro Lunardi Mario Cangiano Andrea Belfiore

抄訳：道路を封鎖せずに拡幅するという世界で初めての双設トンネルの事例。

Nazzano 道路トンネルは、延長 337m で A1 ミラノ - ナポリ自動車道のオルテとフィアーノロマーノ間にあり、拡幅後のトンネルは、幅 20.5m、高さ 9m である。

拡幅技術には、プレカット工法と RC コンクリートセグメント覆工が採用された。また、車道と工事サイトを分けるには、約 60m 長さの鋼製プロテクタを用いた。



図1 拡幅状況



図2 プレカット機

基本的な掘進サイクル：

- ① 前方地山プレカットライニング L=4.5m、t=300mm、ラップ L=1.5m
- ② セグメントライニング (第1アーチ組立) L=1.0m
- ③ 第1掘進 1m、同時に既存トンネルの取り壊し
- ②、③を2回繰り返して①へ戻る

工事は、8年9カ月を要した(1998年9月～2007年5月)。その期間の内訳は次の通りである。(掘削は2003年1月開始)

- ・ 44%：第1回入札での問題への対応。第2回入札の手順の策定。(設計協議)
- ・ 25%：北行きトンネルの建設準備。地盤特性に対応するための調整など。
- ・ 自動車トンネルの拡幅掘削に費やされた期間の割合はわずか 31%である。