

Tunnels & Tunnelling March, 2013

① 表題 : Northrn Exposure (p25~27)

(シアトル地下鉄の北進)

著者 : Nicole Robinson

抄訳 : 現在供用中の U-link(University link)をシアトル北端の Northgate まで延伸する地下鉄工事が、3月に公示される予定である。

工事は全長 6.9 km、双設トンネル、北端の駅明り工事および2つの地下駅工事の全てを含んでいる。現在の契約概算見積金額は約 5 億 USD である。

双設トンネルには3台の EPBM (泥土圧式シールド) が予定されており、直径は、少なくとも 6.5m は必要になる。地質の構成は、完新世の粘土、シルト、砂である。

② 表題 : Largest Segments (p34~39)

(最大のセグメント)

著者 : Maurizio Pepino , Gianluca Comin , Alfonso Di Cara

抄訳 : 世界最大径の EPBM (泥土圧式シールド) がイタリアの Sparvo ハイウェイ・トンネルの南坑道を掘削中である。直径 15.615m の Herrenknecht 社製マシンと複雑な地質条件により、高密度配筋の 700mm 厚セグメントが必要となった。

セグメント製造工場:セグメント製造と保管場所として、20,000m²のスペースが必要であった。セグメント製造は、93 人の従業員が3シフト、24 時間、週6日の操業で行っている。平均日産量は80セグメント(8リング分)である。

養生サイクル:養生炉は3つのセクションに分かれている。最初の段階では 20°C で一定に保たれ、これにより最小の強度を発現させ、かつ、微小クラックの発生を防いでいる。次のセクションでは温度を毎時 15-20°C 上げる。最終セクションでは 55-60°C で4時間出来るだけ一定に温度管理する。

コンクリート配合設計 : $f'_{ck}=50\text{N/mm}^2$

表1 コンクリート配合表 (1 m³ 当り)

C	W	G1 32~ 22 mm	G2 22~ 12 mm	S1 0.8mm	S2 0.2mm	高性能 AE 減水 剤
kg	L	kg	kg	kg	kg	L
410	153	300	570	860	100	4.3

セグメント :セグメントの諸元を表2に示す。初期掘進中に異常なひび割れが発生し、ひび割れの発生プロセスを解明するため、実物大試験や FEM 解析を行った。ひび割れ対策として、鉄

筋量の増加、かぶりを 30mm に減少、φ5mm-100mm×100mm のメッシュによる端部の補強を行った。

長手方向のセグメント間の接続は接続スチールピン（バイブロック・システム）による（図 1）。周方向の各ジョイントは、2本のスチールボルトで固定する。各リングは9ピースのセグメントと1ピースのキーセグメントから成る。

表 2 セグメントの諸元

セグメント巾	2 m
セグメント厚さ	0.7 m
セグメント周長	4.73 m
リング形状誤差	±18.8 mm
セグメント重量	16.55 トン
キーセグメント重量	8.27 トン
リング重量	157.22 トン

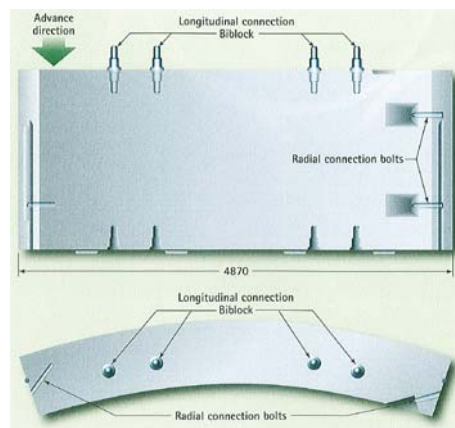


図 1 セグメント

許容誤差と品質管理: 品質管理はまず、コンクリート配合の正確なチェックから始まる。骨材、セメント、混和剤の配合は、プログラブル・ロジック・コントローラ（PLC）により制御される。さらに、セグメントは精度 0.1mm の計測装置によって、計画的な管理が行われる。

③ 表題：Under Fire Under Work (p46～50)

(建設中のトンネルにおける火災)

著者：Barry O' Dnoghue , Fracois Pogu , Dave Bulbrook , Donald Lamont

抄訳： 英国トンネル協会（BTS）の 2012 年 11 月の会議で、建設業者代表、ロンドン消防隊グループの代表等が Storbelt および A86 Socatop トンネルでの火災を検証し、消防隊との連携や建設業者が遵守すべき法規制原案を検討した。

建設中の火災のリスクは、適切な計画、消防隊との連携、防災設備を考慮し、手順の周知徹底と文書化によって最小限に抑制することができる。

STORBELT トンネル火災

本トンネルは、延長 8km、直径 7.7m、海水位下 75m の双設トンネルで、4 台の EPBM（泥土圧式シールド）で掘削された。1994 年 6 月 11 日（土）7 時 30 分頃、シールドの油圧ジャッキ付近で閃光が上がり火災が発生した。火災の発端となったのは、気化した作動油である。作業員の緊急待避訓練は十分行われており、けが人はなかった。この火災により工期が 9 カ月延長し、33 百万 USD の追加費用が発生した。

A86 SOCATOP トンネル火災

本トンネルは、延長 10km、直径 11.5m のトンネルで、掘削は、泥土圧式としても泥水式としても機能するシールドが用いられていた。また、長さ 70m のディーゼルエンジン駆動の作業列車が使用されていた。

2002 年 3 月 5 日 22 時 30 分、ディーゼル駆動列車が燃えだし火災が発生した。訓練された 4

人が消火に当たったが、TBMの作業員には連絡されなかった。換気装置も機能しなくなり、TBM作業員19人が9時間にわたり閉じ込められたが、パリ消防隊の救助により全員が救助された。火災の原因は、ディーゼルエンジンからターボへの油漏れによる。

この火災の後、トンネルの消火システム、通信システムが改善され、防火計画も見直された。

消防隊

建設中のトンネル火災における消火活動は、特別な困難が伴うことを消防隊は認識している。トンネルで火災が発生した場合には、通信・連絡が水の供給とともに極めて重要である。また、換気不良やトンネル内の長距離の移動は、消防士にさらなるストレスを強いる。人力での対応も大きな負担となる。例えば、20mの消防ホース一本の重量は100kgにもなる。

肝要なのは、消防隊が到着した時に、関係する人数、火災現場への最良のアクセスなどについて最新の正確な情報を与えることである。

建設業者

計画段階で重要なことは、消防・救助隊とともに計画をたてることである。それにより、当該地域の消防署に情報を与え、それぞれのサイトに適した計画を立てることができる。到着した消防隊に対応する責任者は、リスク評価に基づき、事故の指揮官の方針決定を援助しなければならない。

消火・救援活動は、国家的な事故対策指令体制に基づいて行われる。建設責任者は、このシステムの一員として活動する必要がある。また、責任者は容易に識別ができるものとし、信頼できる情報を消防隊へ提供できるようにする。

ITA WG5 リーダーのコメント

火災を起こすものに3つある。すなわち、酸素、発火源および可燃物である。この内、トンネルで制御できるのは可燃物のみである。トンネルの火災では炎はトンネルの天端に達し、水平に移動する。煙もまた水平に伝わる。車両火災の場合、車両から発せられる熱は2～5MWである。携帯式の消火器ではこうした事態に対処できない。また、有毒な煙も考慮しなければならない。

トンネルには、車両、ゴムタイヤ、作動油、潤滑剤、グリス、ホース、ケーブル、コンベヤ等の可燃物が数多くある。また、3.5～11kVの電気はスパークを生じる可能性が高い。

CDM (Construction design and management) などの法規制では、防災、緊急時の対応手順、退出路、火災検知、消防についての要件などを扱っている。