

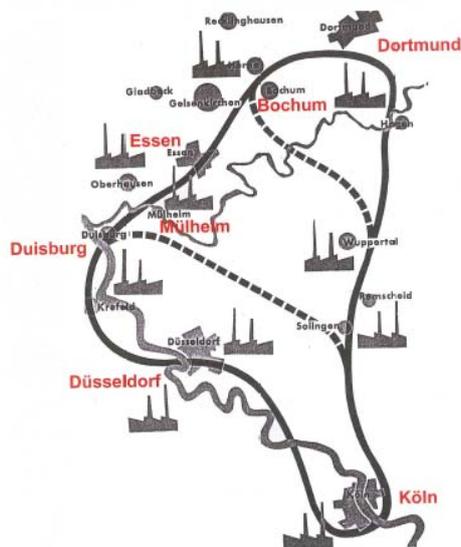
海外文献紹介 WG 海外文献速報 TUNNEL 5/2010(August)

表題： STUVA turns 50
(50周年を迎える STUVA)

国内外でその業績が認められている STUVA (地下交通施設研究協会) は今年で 50 周年を迎える。STUVA は、企業家でスーパーマーケットチェーンの運営パートナーであるカールシュミッツショール (Karl Schmitz Scholl) がロータリークラブの会合で行った、ライン-ルーア地域の地下交通システム建設構想の提案 (添付図) のセミナーから始まった。1950 年代後半、地域で工夫たちは職を失い鉄鋼関係の業績も思わしくなかった。そのころ近代の核問題から市民を守ることが大切だとカールは考えていた。彼は抱いた構想を実現するための研究機関を設立する資金を 4 年間で 50 万マルク提供すると約束した。こうして 1960 年 6 月 15 日に、地下施設の利用によって地上の交通渋滞を緩和し、できれば同時に民間防衛の役割を果たすことを主な目的として STUVA がデュッセルドルフに立ち上がった。

STUVA は 1961 年ドルトムントとエッセンにおいて地下施設の調査と計画に関する大きなプロジェクトをドイツ内務省から受託した。その翌年にはミュンヘンでも同様の委託を受け、運営の経済基盤を築いた。カールの投資金は研究活動の他、地下空間利用に関するコンテストにも運用され、協会発展に大きく貢献している。

1966 年には STUVA の仕事を後押しするように、鉱物油の税金の一部を交通施設の改善に用いるという法律が制定された。STUVA がこれまで確立してきた基金は 2013 年まで確保されている。都市交通の運営費は 2019 年になくなる。



ライン-ルーア地域の都市を結ぶ
シュミッツショールの地下鉄線リンク構想

表題： New Metro Line in Mexico City
(メキシコシティの新しい地下鉄線)

この 20 年で、メキシコシティで初めて用いられる国内最大の径 10.2m の TBM を用いて、新しい地下鉄線 12 を掘削するプロジェクトの紹介。ライン 12 は、メキシコ政府機関のビルが建ち並ぶ地域の下を南北に貫く 7.7km のトンネルで、土被りは坑口から深部で 7.5~14m の範囲で変化する。掘削後 0.4m 厚の 7+1 コンクリートセグメントを支保工として用いている。そのルートには近接する高速道路や建物基礎、そして既存の地下鉄線が数 m 以内に存在し、施工中、施工後に大きな地表面の沈下、地下水圧の変化などで隣接する構造物に影響を及ぼさないことが大切である。完成後、市内への通勤時間は今より 2.5 時間以上短縮できると考えられている。

もともとメキシコシティはメキシコ湖の中に浮かぶ島であり、都市開発とともに湖は干拓された歴史がある。トンネル掘削地域では、主な地質は湖の粘土であり、時折、砂、砂利、最大 0.8m 径の玉石を含む。TBM の組み立ては、深さ 17m の 14m×34m のシャフト内にコンクリートのクレードルを作成して現地で行われた。また、TBM 本体は組み立て後すぐ発信できるように、コンクリート製クレードル内に 60° の角度で設置した 2 本のレール上で行われた。



4 Der Vortrieb begann vom Schacht aus mit Verbindung zu den Nachläufern an der Erdoberfläche

4 Excavation with the TBM began from a shaft using umbilical cables attached to back-up decks on the surface

スペースの関係で、掘削開始時の後部ガントリーは
TBM が 70m 進んだところで取り付けられた。

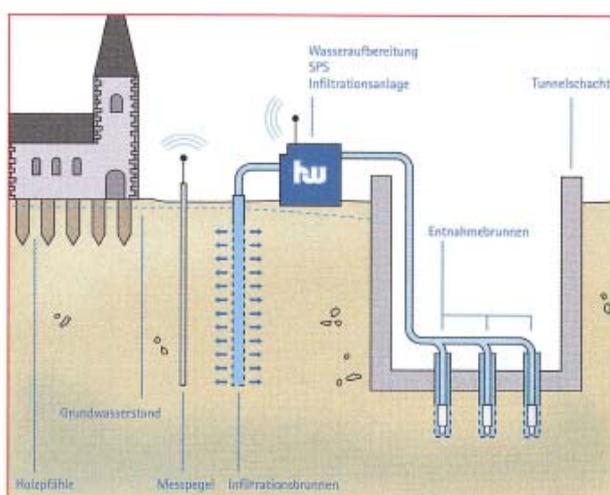
表題： Groundwater Management for district-heating Tunnel in Copenhagen

(コペンハーゲンの地域暖房トンネルのための地下水管理)

コペンハーゲンでは、都市の暖房用（温水・蒸気）として、氷河起源のモレーン（25-40m 厚の砂、砂利）で覆われた白亜紀の石灰岩層内（土被り 30-40m）に径 5.8m、長さ 4.1km のトンネルを土圧バランスシールドで掘削するため、TBM の発進基地として径 15-25m、深さ 40m の立坑を 3 本掘削した（石灰岩部の支保は吹き付けコンクリート）。付近の地下水位は地表面下 2m である。添付図に示すように、市内の主な構造物基礎は木製の杭を用いているものが多いため、トンネル掘削中に地下水位が低下し杭基礎が乾燥しないような地下水位管理をすることが重要であった。そのため、市では管理プラントを建設することとした。

地下水管理のため、30-45m 深さの汲み上げ井戸を立坑内に、立坑の外に注入井戸を 50m の深さまで掘削した（汲み上げ、注入井戸とも掘削径 300mm、中に径 200mm のフィルターパイプを挿入。水平方向の透水係数が鉛直方向のその 3-10 倍であることが確認されている）。また径 200mm 観測井戸を 40 ヶ所で掘削し、ツインゲージタイプの観測機器を設置した。データの収集用に立坑付近の観測井戸からは直接コントロールセンターにケーブルを、離れた井戸ではバッテリー式の GPRS データロガーを使用した。そして SPS (Storage-programmable control system) と呼ばれるシステムを用いて地下水位、注入レート、累積注入レートなどを記録・管理することで、地下水位の変動を数 cm の単位で制御している。

また、当初注入には高価な飲料水を用いる予定をしていたが、実際は立坑内に水質浄化プラントを建設し、汲み上げた地下水を処理して飲料水と同レベルの水質を有する水を注入することで、建設コストを抑えている。リアルタイムの計測データをオープンにし、週報（管理用）と月報・季報（報告用）を定期的に発行することで、安全確保とともに施主側・一般市民の信頼感も得ている。



3 Prinzipskizze Grundwasserrmanagement

3 General diagram of groundwater management

表題 : 36th Annual Meeting of the International Tunnelling and Underground Space Association
– World Tunnel Congress 2010 in Vancouver, Canada
(第 36 回 ITA 年次総会 : WTC2010 カナダ、バンクーバー)

2010 年 5 月 14-20 日、「2020 年に向けたトンネルのビジョン」のテーマで 950 名が参加した WTC2010 の開催に合わせ第 36 回 ITA 年次総会が開催された。ITA 加盟国のうち 48 カ国が参加。

WTC2010 : 17 テーマに関する 21 テクニカルセッションを実施 (1. トンネルプロジェクトのための地盤調査における画期的技術と進展、2. 軟弱地盤トンネル、3. 硬岩トンネル、4. 軟岩トンネル、5. 高圧下のトンネル掘削、6. 機械掘削の新しい進展とイノベーション、7. センシティブな構造物下でのトンネル掘削、8. 地盤計測とモニタリング、9. 地下空間利用、10. リハビリテーション・修復、11. リスクアセスメント、12. 契約・調達に関する新しい展開、13. トンネルプロジェクトの商業面、14. 支保・グラウト、15. トンネル掘削のイノベーションとリサーチ、16. 逐次掘削と吹付けコンクリート支保、17. トンネル掘削の安全性)。

テクニカルセッションに先駆け、14、15 日に ITA トレーニングセッションを開催。32 カ国から 195 名が参加。10 カ国以上から理論的、実用的な新しい知見に関する 21 件の論文発表。

組織委員会委員長 Rick Lovat、ITA 会長 Martin Knights、カナダトンネル協会会長 Rick Staples、BC 州交通省 David Byng の挨拶に続き、Alan Muir-Wood 卿を称えノルウェー NUST 大名誉教授 Einar Broch が「水力発電プロジェクトに関するトンネルと地下施工 : 国内外のプロジェクトからの知見」と題する講演を行い、支保と無支保岩盤への水圧の影響を述べた。

引き続き、カナダ国内で建物が密集した都市地下部でのプロジェクトに関する 2 件の基調講演 : カナダライン交通プロジェクト (J. Hewitt)、トロントにおける交通量拡大のためのトンネル計画 (S. Reed-Tanaka) が行われた。

また 2 日間にわたる ITA オープンセッションでは、ITA レポート 3 : 「環境面の持続可能な開発-地下を利用する理由」の紹介や、トンネルプロジェクト入札のための地盤基本情報 : 現行の実施状況、欠点・利益、将来の課題について、7 件が紹介され (1. シールド掘削におけるリスクを最小にするために必要な地盤調査に関する要件、2. クライアントの見解、3. 未知のものに確実性を提供する : 地下建設のリスクに関する法規の役割、4. リスクシェアリング : 計画者・クライアントの見解、5. EPB・経験のための地盤基本情報、6. 国際的な経験施工者の見解、7. 経験・施工者の見解)、細部まで決められた契約よりパートナーシップがより大切であるとの結論に至った。

ITA 総会 : 58 カ国が参加。ニュースレター「トリビューン」、ウェブ上の「its@news」、ジャーナル「トンネル・地下空間技術」の発行についての説明。2011 年総会はヘルシンキ、2012 年はバンコック、2013 年はジュネーブで開催予定。

ITA 理事会 : 新会長に韓国の In-Mo Lee 氏を選出。ワーキンググループ、委員会の活動報告 (添付の表参照)

ITA ワーキンググループ・委員会活動

WG・委員会	テーマ	幹事など	討議内容
WG3	地下建設の契約事情	Dix (豪)	11 カ国から 12 名の専門家。「地下建設の一般的な契約条件」に関する ITA の提案作成終了。地下空間利用の促進：契約時に大切な質問リスト。契約・リスクマネジメントに関する質問リスト。
WG5	トンネルの健康と安全	Lamont (英)	6 カ国の代表。「トンネル掘削の安全性」に関する小冊子（9 月の ITA 総会で承認手続き）。「トンネル内の仮ダクトの安全措置」に関するガイドライン。
WG6	地下構造物の維持と修復	Russel (米)	8 カ国の専門家。都市部トンネルの構造的防火策（既往の道路トンネルに次ぐ提案）。防火対策の最前線。供用中のトンネル内出水。
WG9	地震の影響	Qiu (中)	10 カ国から 13 名の専門家。WG の再開。今後の検討事項。正しく設計された地下空間は地震に強いことを知らせるのが第一目標。サイズミックエリアではトンネルは安全な構造物の一つ。
WG11	沈埋・浮遊トンネル	Ingerslef (米)	9 カ国から 15 名の専門家。次回ヘルシンキまでに以下の 3 項目を検討：1) 沈埋・浮遊トンネルに関する 2 日間コース、2) 浮遊トンネルに関する所有者向けガイド作成、3) 2) と同様の資料作成
WG12	吹付けコンクリート	A 石田 (日)	13 カ国から 19 名の専門家。O.B. Kleve が副幹事に選出。ファイバー補強吹付けコンクリートの試験法。ノズルオペレータの資格獲得要件・シールの課題。普通コンクリートと吹付けコンクリートの耐久性比較。吹付けロボットのシミュレータ教育。
WG14	機械掘削	Babendererde (独)、 副：K. 福本 (日)	「機械掘削により広がる好機」を示すプロジェクトのまとめ（近々 ITA ウェブページにアップロード）。異なる掘削法の適用性に関するまとめ。
WG15	地下工事と環境	Rohde (諾)、 副：K. 大田 (日)	6 カ国の代表。大田氏を副幹事に選出。掘削ブリの貯蔵とリサイクル、換気、振動、出水。ITA レポート 3「環境面に配慮した持続可能な開発：地下を利用する理由」を完了（Web に掲載）。その他環境に関する課題（のちに資料化）。
WG17	大深度長大トンネル	Seingre (瑞)、 副：M. 下河内 (日)	9 カ国から 11 名の代表。「Bioceanic Central Corridor」アルゼンチンとチリを結ぶ 52km の物資トンネル。ITA レポート 4「大深度の長大トンネル」完了。WG を終了するか立坑や契約問題などを検討する理事会で決定。
WG18	トレーニング	Peila (伊)	7 カ国から専門家。委員会 CET と加盟国との橋渡し。学習コースのデータバンク、大学教授のネットワーク形成、WTC に先駆けたトレーニングコース。知識マネジメント、新教育法。実務に関わる教育・トレーニング要件に関するアンケート。
WG19	従来工法	Ehrbar (瑞)	12 カ国から 14 名の参加。従来工法の契約面のガイドライン。ユニット価格による契約に加え設計施工、設計入札施工モデルも検討。WG14 の論文：TBM と発破工法、従来工法と浮遊トンネルについての活発な議論。
WG20	都市問題：地下解決	Elioff (米)	12 カ国から 21 名の専門家。地下空間を利用した都市計画や関連解決策の課題。世界各国における 17 の特異な地下プロジェクトの事例紹介。10 月に理事会が最終版の採用可否を決定。
CET	教育とトレーニング	Assis (伯)	メンバー 45 名。これまで 12 コースを提供：従来工法、機械掘削、吹付け、シール、リスクマネジメント、安全と健康、地下空間利用、都市部ユーティリティトンネル、トンネルの設計、イノベーション；地盤調査、数値シミュレーション、維持補修。 3009 年 9 月より ITACET 基金を導入し、運営管理財政面の運用と研究者の教育に当たる。
COSUF	地下施設の施工時安全性	Amberg (瑞)	17 カ国より 62 メンバー。地下施設の安全性に関する専門家の知見・情報交換の中心。中心となる活動グループは 3 つで、AG1：ヨーロッパ及び国際活動との交流、法規と最善の実践、研究・新しい知見。2009 年 11 月に安全性の課題に関するワークショップ、ヨーロッパ道路トンネル完全管理者フォーラムを開催、道路交通安全のためのヨーロッパ憲章に署名。オランダの Ben Niemen 氏に功労賞を授与。2010 年 6 月、フランクフルトで開催した地下施設の安全性を取り扱う最新技術に関するリスクアセスメントフォーラムにあわせて総会を開催。
CUS	地下空間	Admiraal (蘭)	大衆に地下空間・施設を用いることでもたらされる可能性についての知識を深めてもらう活動。意思決定者に地下施設の有用性を示すため、地下空間 Q&A の題名で白書を発行。委員会は、ACUUS（都市部地下空間のための関連リサーチセンター）、IFME（国際都市エンジニアリング連盟）、ISOCARP（国際都市・地域計画学会）との共同研究契約を締結。