

【資料】

# 美國 Tunnel 現場見學記

## Tunnel site Tour in the U.S.A

JTA 美國技術調査團

### 1. はじめに

JTA 米国国際トンネル会議技術調査団は、アメリカのワシントン DC において開催された第 22 回 ITA(国際トンネル協会)総会および国際トンネル会議に出席するとともに、アメリカとカナダのトンネル工事現場などを視察することを目的とし、上條団長(東京電力(株)理事)以下総勢 50 名が参加した(行程は表-1、図-1 参照)。調査団は、4 月 21 日(日)16 時 20 分発のユナイテッ

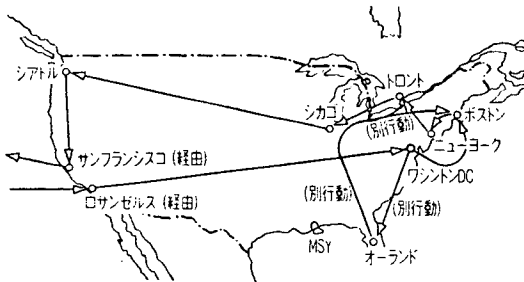


図-1 調査団経路図

ド航空 890 便にて成田空港を出発し、ロサンゼルス経由で 16 時間に及ぶ飛行であったが、期待に胸をふくらませ全員元気にワシントン DC ダレス空港に到着した。

なお、団長と団員の一部は、4 月 21 日より総会が開催されたため一日先行して到着しており、ここで合流した。

今回の国際トンネル会議開催地であるワシントン DC は、大西洋岸のほぼ中央で、ポトマック川東岸に位置しており、市内は碁盤目状と放射線状に走る道路で整備された豊かな緑地の中に、官庁、博物館、記念建造物など栄光ある若いアメリカを誇示するかのよう堂々たる建

表-1 行程表

月 日	行 程	都 市
4 月 21 日(日)	渡米, ITA 総会	ワシントン
4 月 22 日(月)	国際トンネル会議	"
4 月 23 日(火)	国際トンネル会議	"
4 月 24 日(水)	国際トンネル会議, ITA 総会 (NASA 宇宙センター見学)	" (オーランド)
4 月 25 日(木)	ボストンハーバー放流トンネル工事, セントラル・アータリー道路トンネル工事	ボストン
4 月 28 日(日)	ナイアガラ発電所	ニューヨーク
4 月 29 日(月)	シェパード地下鉄工事	トロント
4 月 30 日(火)	タープ貯水トンネル工事	シカゴ
5 月 2 日(木)	アトラスコプロ・ロビンズ社	シアトル
5 月 3 日(金)	帰国(5 月 4 日成田着)	"

注) 移動, 市内観光を除く, ( )内は別行動

物が並び、清潔で落ち着いた雰囲気であった。

トンネル工事現場の視察場所は、ボストンのハーバー放流トンネル工事およびセントラル・アータリー道路トンネル工事、トロント(カナダ)のシェパード地下鉄工事、シカゴのタープ貯水トンネル工事などで、各都市における環境対策の切札として期待されるプロジェクトである。

そのほかに、シアトルでは TBM メーカーであるアトラスコプロ・ロビンズ社の工場、およびアメリカとカナダ国境付近のナイアガラ発電所(アメリカ側)を見学した。

本稿は、9 月号の「第 22 回 ITA 総会」報告に引き続き、トンネル現場を中心に調査団の視察概要を述べるものである。なお、工事費または事業費などの円換算は、

訪米時の為替レートである1アメリカ・ドル=107円、  
1カナダ・ドル=80円を用いている。

(文責：上條寛・花見和則/東京電力(株))

## 2. ポストンハーバー放流トンネル工事

ワシントンD.C.での会議を終えた翌日の4月25日朝10時過ぎ、調査団一行は1時間半の飛行の後、紺碧の空が眩しいポストン空港に到着した。ポストンは1630年に建設された米国でもっとも古い街で、赤煉瓦の古い建物と新しい高層建築とがうまく調和していた。空港からバスでNavy Yardに向かい、そこでポストンハーバープロジェクトのインフォメーションマネージャーであるCrystal Gandrud 女史の出迎えを受けた。Navy Yardでディアー島へ行く連絡船に乗り、船上で幕の内弁当を味わい、また、現場担当者からの緊急酸素ポンベの取り扱い説明を聞きながら、最初の現場視察先であるディアー島に向かった。

ポストンハーバープロジェクトは、これまでポストン港に流していた下水による同港およびマサチューセツ湾の環境条件を回復させるための下水処理システムを再構築するもので、ナット島から島間トンネルを通して送られた下水をディアー島に建設される新しい処理プラントで処理し、放流トンネル、ライザパイプを通してマサチューセツ湾沖に排出されることになる(図-2)。

- ・企業者：Massachusetts Water Resources Authority
- ・工事金額：数千億円
- ・工期：1989年～1999年の11年間

### 2-1 島間トンネル(Inter-island tunnel)

ナット島の立坑(深さ69m、直径6m)からディアー島の立坑(深さ69m、直径6.6m)を結ぶ長さ約7.7kmの

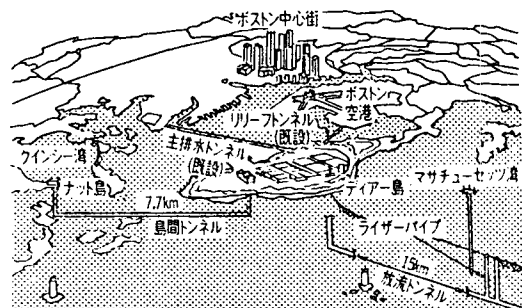


図-2 ポストンハーバープロジェクトの概要

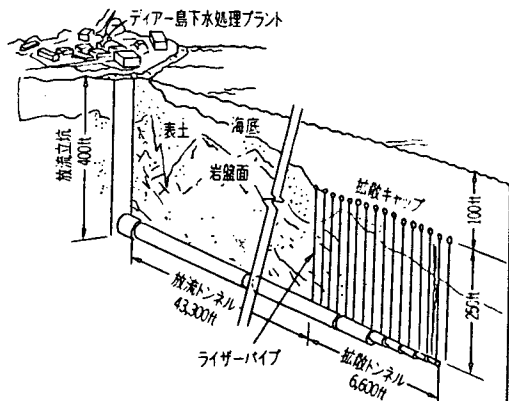


図-3 放流トンネルの概要

トンネルで、海面下60～90mの岩盤中をTBM(直径4.2m)を用いてディアー島から掘削を開始し、1995年11月に完成した。掘削完了後、場所打ちコンクリートで覆工(覆工後の直径は3.45m)し、コンタクトグラウトで止水したようである。

### 2-2 放流トンネル(Outfall & Diffuser tunnel)

ディアー島の立坑(深さ120m、直径約10m)からマサチューセツ湾沖までの長さ約15kmのトンネル(図-3)で、海面下約100mの岩盤(アージライト： $q_u=1000\text{kgf/cm}^2$ 程度)中を直径8.0mのTBMを用いて約13kmの区間(Outfall tunnel)を掘削し、その先の残り約2kmの区間(Diffuser tunnel)は、徐々にトンネル径を縮小させながら、発破による掘削を行ったようである。

ディアー島の工事事務所で工事の概要説明を受けた後、立坑の人・資材の運搬兼用エレベータを利用して立坑下に降り、現場視察を行った。この立坑では、非常用の階段などは確認できなかったことなど、安全面に関する日米での意識の差は大きいものと思われる。

視察時は、トンネル掘削および55本のライザパイプとの接続工事が完了し、覆工をセグメント方式で施工中であり、湧水量は17t/分程度であるとのことだった。

TBMの掘進速度は、岩盤の状態がよいときで100～120m/週であり、ずりの搬出には900t/時の能力を有するベルトコンベヤ(1ピース400m：メカニカルジョイント方式)を使用していた(写真-2)。このベルトコンベヤは、立坑垂直ベルトコンベヤとして世界最長、連続ベルトコンベヤとして世界最大最長とのことであった。

トンネルの覆工をセグメント方式で施工中であったが、ここで使用しているセグメントは、1.5mのセグメント(6ピースに分かれ、すべて同形)で、セグメントの接続は、円周方向は半円柱型の切り込みに

入れる円柱状のもので、軸方向は浅い木製のホゾで行われる(写真-3)。セグメントと岩盤との隙間15cmは、セグメント組み立て後、隙、砂を詰め、最後にセメントミルク(水:セメント=1:1の配合)を充填するようである。無支保で掘削し、掘削終了後に簡単な覆工をする程度で済んでいることから、北米東側での岩盤は非常に堅固であり、日本の岩盤と大きく異なるようである。

### 2-3 ライザーパイプと拡散システム

ディアー島の新しい処理プラントで処理した下水は放流トンネルからライザーパイプを通して、マサチューセツ湾の7マイル(約11.3km)沖合の海底から拡散される

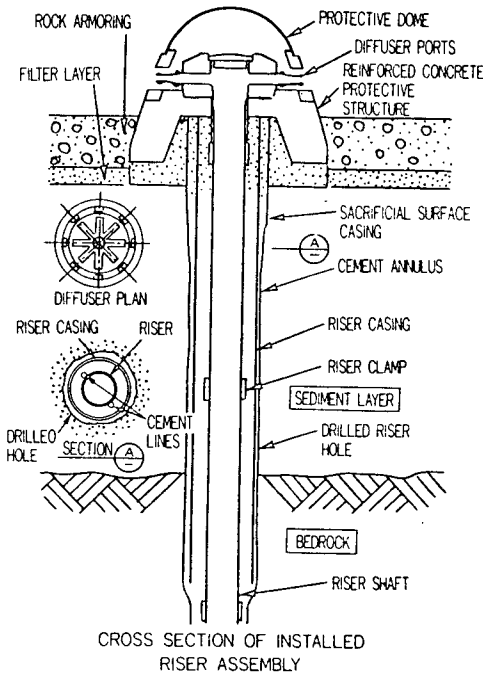


図-4 拡散システム

ようである。放流トンネルからライザーパイプまでは約5.7m 離れて施工され、ソナー探査でライザーパイプの位置を確認して掘削し、接続を行ったようである。

拡散キャップは、船舶の航行上、ライザーパイプ上端の海底面にコンクリートで固定されているようであり(図-4)、マッシュルーム形で8本のノズルのある蓋からマサチューセツ湾の潮流を利用して放出されることになる。(文責:平 和男/鹿島建設(株))

### 3. セントラルアータリー道路トンネル工事

ボストンハーバープロジェクトの視察を終えた一行は、

バスで古い街並みを駆け抜け、本日最後の訪問先であるマサチューセツ道路局へ急いだ。

到着した一行は、サウスステーション内の事務所で Richard Jarvis 氏による懇切丁寧な説明を受けた。

本プロジェクトは、12km に及ぶ都市内道路を建設または改築するもので、国内の大都市中心部で行われたハイウェイプロジェクトの中でも規模が最大で、かつもっとも複雑な工事となっている。工事は市内の老朽化した高架道路(州際道路93号)を地下高速道路とするものである(図-5)。

本プロジェクトの現時点での総事業費は、77億ドル(8,200億円)と見積もられており、現在までに設計および施工契約額は25億ドル(2,675億円)を超えている。

このプロジェクトは、インターモーダル(一貫輸送)地

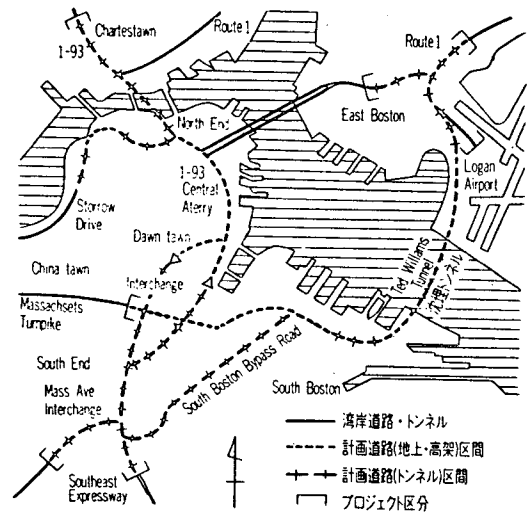


図-5 計画平面

上輸送効率法に基づき連邦資金を受けられることになっている。また、最近マサチューセツ州議会を通過した輸送ポンド法案では、1998年までの事業費について州が分担する資金を定めている。事業費の82%が連邦州際道路完成資金源(連邦政府)から、残りの18%はマサチューセツ州ガソリン税から資金が受けられる。

これ以降の州および連邦資金については、1998年までに認可が得られそうである。

### 3-1 工事概要

#### 3-1-1 工事の特徴

ボストンが通常の活動を続けられるようにすることがプロジェクトの最優先課題であり、工事を数段階に分けて実施することで不便さを最小限に抑えている。オフィ

ス街ではできるだけ夜間に工事を行い、住宅地域では日中に工事を行うようにしている。

プロジェクトの代理人が各近隣地区に派遣され、工事計画についての情報の提供とデータ収集にあたっており、プロジェクトニュース、迂回交通情報および公開集会での聴取意見などは24時間入手できるようにしている。

トンネル工事で発生するずり量は1,200万 $m^3$ と想定されている。このずりは、廃棄物処理場として利用しているボストン港内のスペクトル島を覆い、公園として利用することとなっている。公園の規模は105エーカー(42.49ha)で、公共フェリーでアクセスする予定である。

3-1-2 沈埋トンネル(Ted Willams トンネル)  
ボストン出身の名野球選手の名前をつけたこの沈埋トンネルはボストン港の地下を通してサウスボストンとローガン空港に連絡する。この1.6マイル(約2.6km)のトンネル工事は1992年に開始された。1995年12月からタクシー、バス、および空港リムジンなど商用車の交通のために供用を開始している。

トンネルは4車線で、2車線を東行き、2車線を西行き交通にあてる。これにより、現在の港湾横断交通容量の2倍に相当する8車線となる。西および南方面からの空港行きドライバー(現在、空港交通の70%を占める)はダウントウンや既設のトンネルを迂回することができる。

トンネル建設のため、各325フィート(約99m)長の鋼製チューブ12基を、サウスボストンの海岸地区から空港までの3/4マイル(約1.2km)にかけて海底トレンチに沈設し接合した。現在は、トンネルの天井や照明などの内装工事を施し仕上げ作業をしているところである。サウスボストンと空港で現在工事中の陸上トンネルが完成すると港湾のそれぞれの側で海底トンネルと接続する。

3-1-3 開削トンネル

トンネル工事のため、地下埋設物の移設を行った。地下埋設物としては下水、スチームラインなどがあり、移設延長は46kmにも及ぶ。こゝら埋設物の処理はパイプジャッキング工法(推進工法)で行った。

トンネル工事にあたっては地上交通(地表および高架)を供用しながらの施工となり、工事は覆工板下で行っている。

中央幹線は2002年に開通する予定であるが、その後既存の高架橋を取り壊すこととなっている。高架道路をなくすと都市中心部に27エーカー(約11ha)の空地が生まれ、幅広くまた両側に樹木の並んだ大通りや公園を設け、また商業や住宅開発も可能となる。

全体としてみると、本プロジェクトにより150エーカー

(約61ha)を超える公園が新設される。

(文責：鈴木久尚/パシフィックコンサルタンツ(株))

#### 4. シェパード地下鉄工事

4月27日、ニューヨーク・ラガーディア空港からトロント国際空港へ到着した時は、どんよりした曇り空で、小雪が舞っていた。シェパード(Sheppard)地下鉄視察の4月29日は、小雪こそないものの、朝からどんよりとした曇り空であった。トロントは、市街地に大学があり静かで、路面電車が通る落ち着いた町という印象を強く受けた。

さて、視察であるが、朝8時にホテルを出発し、TTC(Toronto Transit Commission: トロント交通委員会)の本部を経由して、1時間後シェパード駅の近くにある現場事務所に到着した。

最初に現場責任者のJames G. Ball氏から挨拶があり、現場担当者から開削部の工事概要について簡単な説明を受けた。その後に現場の視察となった。なお、シールド

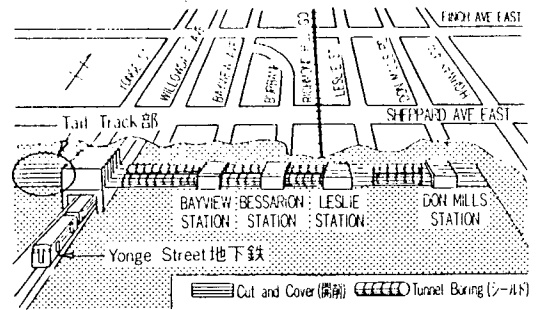


図-6 シェパード地下鉄路線概要

工区は未発注で掘削は行われておらず、今回の視察はTail Track(引き込み線、開削工法)部とシールド掘削機組み立て工場となった。

シェパード地下鉄は、トロントの町を南北に走る開業中のYonge Street地下鉄のシェパード駅から分岐し、東へ向かいDon Millsに至る延長6.4kmの地下鉄である。掘削方法は、駅部は開削工法、駅間はシールド工法となっている(図-6)。

シェパード地下鉄の概要は以下のとおりである。

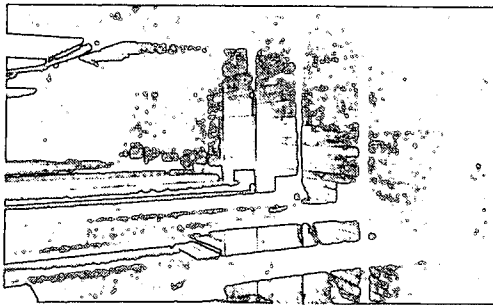
- ・発注者：トロント交通委員会(TTC)
- ・工事金額：6億8000万カナダドル(約544億円)
- ・工期：1994～2001年
- ・地質：氷河漂石粘土、粘性土および砂質土
- ・施工方法：駅部およびTail Track部……………開削工法  
駅間……………シールド工法

#### 4-1 Tail Track(引き込み線)部

Tail Track 部はシェバード駅西側に位置し、延長 750 m、掘削深度 18m である。掘削はパワーショベルなどによる開削工法で行われている。現在、Tail Track 部では、全掘削土量 150,000m<sup>3</sup> のうち 50% の掘削が終了し、西側部分より鉄筋組み、コンクリート打設が行われている。施工方法はわが国と大きな差はないが、使用している材料には注目すべきものがある。以下にその特徴を示す。

- ① 覆工板：一辺 35cm 角、長さ 3 m 程度の松材を覆工板として使用している。なお、路面側には滑り止め加工が施してある。
- ② I 形 鋼：350~400mm の I 形鋼を用いている。
- ③ 切 梁：直径 30~40cm のスパイラル鋼管を用いている。また、腹起し、火打ち梁は一切ない(写真-4)。
- ④ 接合方法：I 形鋼と切梁のスパイラル鋼管は溶接によって剛結となっている。また、プレロードは全く行われていない。

なお、スパイラル鋼管、木製覆工板はリサイクルされている。



スパイラル鋼管による切梁

#### 4-2 シールド機組み立て工場

開削現場見学の後、車で 20 分ほど離れたところにあるシールド機組み立て工場の見学に向かった。

シールドは、掘削径 5.65m の土圧型で、2 台製作されている。発進立坑が Leslie 駅近くに設けられ、西行き(3,200m)、東行き(650m)のそれぞれ上下線 2 本の計 4 本のトンネルを掘削する。トンネルの支保は厚さ 225 mm、長さ 1,400mm のセグメントを用いる。このセグメントは 6 個のセグメントと 1 個のキーセグメントで構成されており、全線で 5,500 リング使用する。このセグメントは 2,000 カナダドル/1 リングと言うことであった。なお、

シールドの掘進速度は 13m/日、350~400m/月を予定している。シールド機自体に大きな特徴は見られなかったが、契約には、次のような特徴がある。

- ① シールド機は TTC からコントラクターに貸与し、契約後の契約金の変更はしない。
- ② シールド機のメンテナンスは Lovat 社(シールド機製作会社)が行う。
- ③ セグメントは、TTC からコントラクターに支給される。

これからの工事予定は、発注後、1996 年 7 月より準備工事と発進立坑工事を開始し、西行きの最初の掘削が 1997 年 2 月より始まる。

(文責：梶山貴司/新技術計画(株))

#### 5. タープ(貯水)トンネル工事

4 月 30 日(火)朝早く、霧雨の降るシカゴの中心街からバスに乗り、一路 TARP プロジェクトのメインストリーム・ポンプ所を目指した。また、午後には瀟洒<sup>しょうしや</sup>な町並みを通して、デ・プラン川に沿った現場に入った。

シカゴ地域は、960km<sup>2</sup> の広さに及び、生下水と雨水の両方を流す混合下水によって整備されてきたが、人口の増加と自然の保水能力の減少により、大雨が降れば、汚水と一緒に雨水が溢れ、時には水源地であるミシガン湖にも流れ込む状態であったため、大規模な対策をとる必要に迫られた。

悪化する汚水の状態に対して、1960 年代後半に種々の検討がなされ、23 案が考えられた。数年間の検討を経て、TARP(The Tunnel And Reservoir Plan)が実行されることになった。大雨のとき、混合下水が河川に流れ込む前に仮貯水し、随時、処理設備までポンプアップして浄化し、きれいな水として河川に放流するとともに、洪水を防ぐことができる計画である。工事は 1976 年に始まり、現在も施工中である。図-7 に示すように TARP はメインストリーム、オヘヤ、デ・プラン、カルメットの 4 つの地区システムからなる。また、プロジェクトは、Phase 1(1 期)と Phase 2(2 期)に分かれる。図-8 に TARP の考え方を示す。

- ・発注者：シカゴ市都市衛生局(The Metropolitan Water Reclamation District of Greater Chicago)
- ・規模：深部地下トンネル(最大径 10.7m)…208km  
垂直立坑(最大深さ 110m 程度)…243 か所  
地上集水施設…460 か所

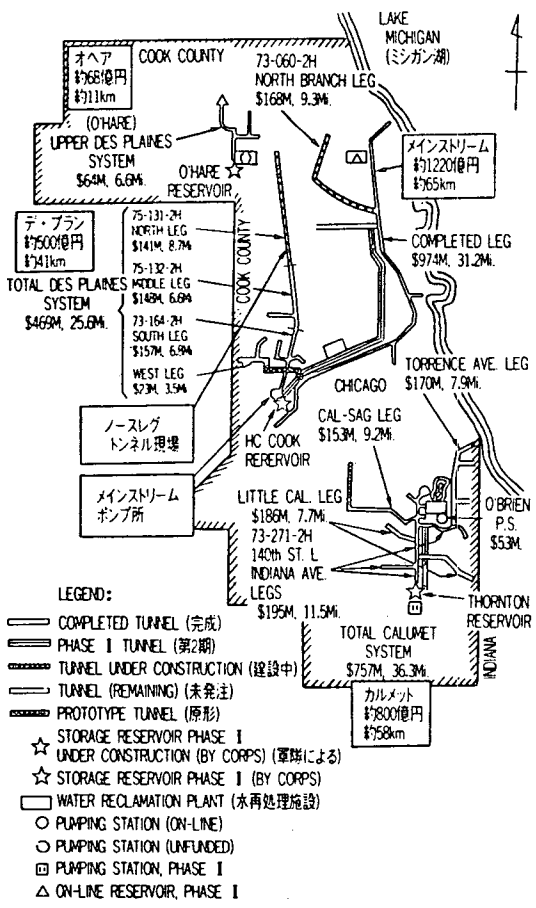


図-7 TARP計画

ポンプ施設……3か所  
貯水池……3か所  
(貯水能力合計 1億 5,500万 m<sup>3</sup>)

・事業予算：Phase 1……\$ 2.5billion(約 2,700 億円)  
Phase 2……\$ 1.2billion(約 1,300 億円)

この地域の主流を占める岩はシリンドロマイト(シリア紀白雲石)であり、地表面下3~27m以深に岩床がある。

深部トンネルの大部分は、このドロマイトをTBMで掘進している。この岩は、石灰岩に似て強く、施工性がよい。

カルメット地区では、掘削外径9.85mのトンネルをTBM掘進と垂直ベルトを含むベルトコンベヤによるずり出し方法(1000t/時)で次の記録を示した。

- ・時間最大： 4.5m
- ・日 最大： 74 m
- ・月 最大： 1,217 m

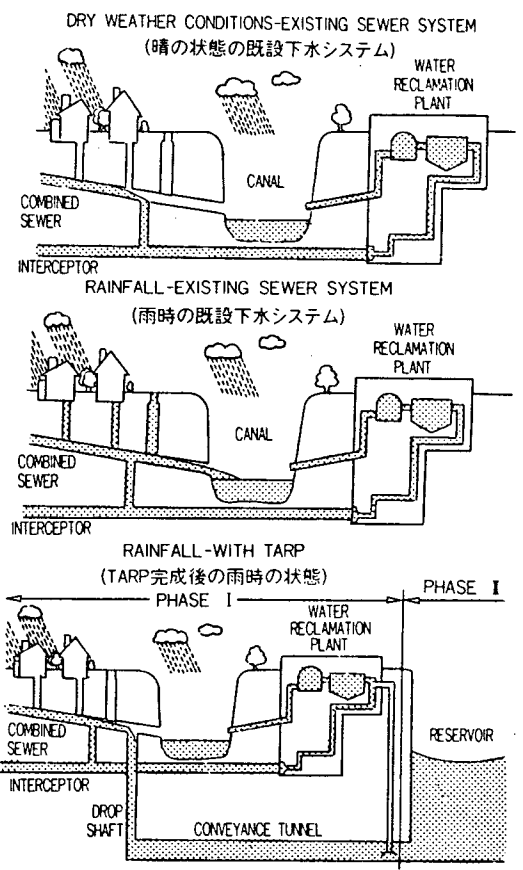


図-8 TARPの考え方

また、ここでは、“高速”トンネル掘進とともに“高速”コンクリート覆工も行われている(1日平均52m打設)。

5-1 ポンプ所見学

プラントのオペレート責任者である Oliver J. Plunkett氏から概要説明を受け、引き続きポンプ室の見学を行った。

このポンプ室のあるメインストリーム地区システムの建設は1976年に始まり1985年に完成した。メインストリームトンネルは、直径9.85m、長さ50km、水の貯水量は、10億ガロン(約380万m<sup>3</sup>)である。トンネルは、地表面下350フィート(約100m)に位置しており、TBMで掘削された。

ポンプ室も、地下100mの位置にありドロマイトの中を掘削して作られている。地下空洞の大きさは高さ27m×幅20m×長さ84mであり、掘削量は約20万立方ヤード(152,000 m<sup>3</sup>)、使用コンクリート量は10万立方ヤード(76,000 m<sup>3</sup>)にのぼる(写真-5参照)。

混合下水は、ポンプステーションから、直径4mの圧力トンネルで、5マイル離れたところにある下水処理場に送られる。

## 5-2 ノースレグトンネル サイト見学

ケニー社(コントラクター)の副社長兼プロジェクトマネージャーのTed Budd氏より概要説明を受け、4人一組になり地下75mのトンネルサイトを交替で見学し、その間待機中のものは、Ted Budd氏と熱心に質疑応答を行った。

契約企業(コントラクター)は、Kenny社(イリノイ州)・Kiewit社(ネブラスカ州)・Shea社(カリフォルニア州)の3社JVである。ノースレグトンネルは、3,000ft(10.5km)の硬岩部と16,000ft(4.8km)の軟岩部よりなる。工事請負金額は、1億4,100万ドル(約150億円)である。1995年に着工し、工期は約4年である。

TBMは、硬岩用2基、軟岩用4基を使っている。こ

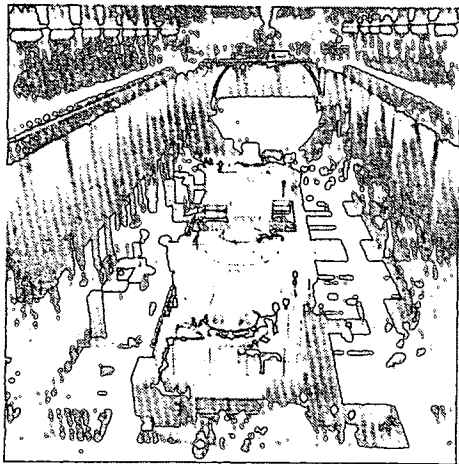


写真-5 ポンプ室

のうちメインとなる硬岩用の外径7.4mのロビンズ社製TBMは、オリジナル9.85mのTBM機械を馬力はそのままで、この現場に合わせてダウンサイズし、改良再組み立てたものである。

ずり出しは、ベルトコンベヤシステムにより行っており、このシステムの能力は、800t/時である。ベルト幅90cm、ベルト速度450ft/分(137m/秒)である。ベルトの延伸はベルトストアレッジ・ユニット方式で行われており、このユニットは、一度に1,000ft(300m)のベルトが追加できる。

ベルトコンベヤの費用は、全体で約380万ドル(約4億円)、垂直ベルトコンベヤだけで80万ドル(8,600万円)である。図-9にベルトストアレッジ・ユニットおよび

パーティカルベルト取り付け部概念図を、写真-6にベルト1巻の写真を示す。

TBM掘削は、始まったばかりであるが、今までの掘進速度は、平均234ft/日(3方)=70.2m/日(3方)であり、最高250ft(75m)/日(3方)であった。今日現在、約1,700ft(510m)掘進している。

さて、このノースレグトンネルを施工している3社JVは、1995年に完成したカルメット地区プロジェクトの施工も行っている。このプロジェクトでは、掘削外径9.85m(完成時内径9.2m)で長さ11.5kmのトンネルがメイントンネルになっている。そしてそのコンクリート覆工工事は、1994年が最盛期であった。ノースレグトンネルは、TBM掘進が先週始まったばかりでありコンクリート覆工の実績はないので、カルメット地区プロジェクトの覆工工事について説明してもらった。

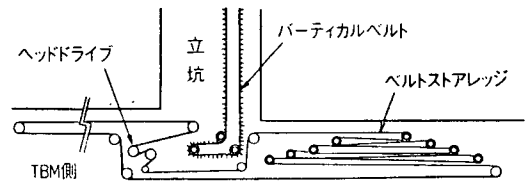


図-9 ベルトシステム取合部概念図

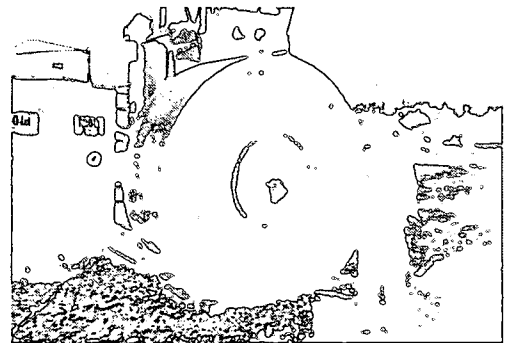


写真-6 追加用ベルト

ここでは型枠に、テレスコピックセントルを使用している。この型式のセントルは、最大内径35ft(10.5m)、最小内径10ft(3m)の実績がある。

ここで使用したテレスコピックセントルは、32ft/ユニット×6ピース=192ft(9.75m×6=58.5m)よりなり、58.5mが1回の打設長となる。シフトは3交代制で、1方(昼間)/打設、2方/養生・脱型準備、3方/脱型・移動・セットのサイクルで行う。そして、コンクリート覆工工事で、日進58.5mの高速施工を実現した。ちなみに、1回の打設量は、750立法ヤード(570m³)になる。

私たちが入った作業立坑の深さは、250ft(75m)と深

いものであったが、人用エレベーターはなく、昇降設備は、定員4人乗りのマンゲージを移動式クレーン車で、吊り降ろし、吊り上げるものであった。オペレーターと75m下の合図マンとは、スピーカーと無線で連絡を取り合っていた。実際に乗った感じは、非常にスムーズであったのでオペレーターと合図マンの腕のよさに感心した次第である。写真-7に4人乗りマンゲージを示す。

TBM付近の支保は、吹付けコンクリートは使用しておらず、肌落ち防止のためドロマイトの岩盤の天端アーチ部に5~6本のスプリットセッターを打設していた。

この現場を見て感じたことは、米国のコントラクターは無駄なこと、アクセサリ的なことはしない、TBMの数度に及ぶ再組み立て再使用を見ても、徹底的に合理化しようとしている姿勢である。

(文責：野村碩彦/清水建設(株))

## 6. アトラスコプコ・ロビンズ社見学

5月2日(木)、シアトル市内から郊外に向かってバスで約1時間ほど走ったところに調査団として最後の訪問先であるアトラスコプコ・ロビンズ社があった。バスで向かう途中には、坂の多いシアトル市街、ドーム球場、コンテナ積み出し基地の港湾施設、さらにボーイング社のテスト飛行場が見られた。

アトラスコプコ・ロビンズ社では、社長の Romano Girardi 氏以下各事業部門の責任者の方々の出迎えを受け、まず、入口にて記念写真を全員で撮り、視察が始まった(写真-8)。

ロビンズ社の事業としては、TBM部門、レーズボーラー部門、TBM改造部門、カッタ部門の4部門からなっている。

TBM部門では、ケリータイプTBM(オープンタイプ)、メインビームTBM(オープンタイプ)、ダブルシールドTBM、シングルシールドTBM、土圧バランスTBMの5タイプの機種を製作し、硬岩から軟岩まで対応できるようにしている。

レーズボーラー部門では、最大径6m(パイロット孔15インチ)のものまで製作し、立坑延長300m程度までの掘削が可能とのことである。また、小口径のTBMとしてクローラタイプの掘削機(BorPak)があり、φ1.2~2.5mの炭鉱関係の立坑、斜坑で使用されているようである。

TBMの改造部門では、掘削径の変更やオープンタイプからシールドタイプへの改造を行っている。TBMを改造した場合の費用は、新品価格の60~70%程度で

きるそうである。

工場の視察は、TBMの設計を行うための岩石試験室、カッタ制作、改造予定のTBM、レーズボーラー(φ2.5m)を見ることができた。

今回の視察では、TBMの現場や工場を訪れたが、米国のTBMの現状を短い時間ではあったが、肌で感じられた。

米国のTBMの特徴としては、大断面での高速施工が挙げられる。とくに、TBMの能力を最大限に引き出すため、ずり出しは、ベルトコンベヤシステムを採用するのが標準的である。

また、コストを低減するためTBM(掘削径が違う場合には改造する)、ベルトコンベヤの転用を積極的に行っている。

日本において、TBMの施工が増えつつあるが今回の視察により、以下のことが感じられた。

- ・TBMを採用する場合、その特徴を最大限に生かすシステムを構築する必要がある(ずり出しのベルトコンベヤシステムなどの採用)。
- ・地質的に悪い日本での大断面TBMの採用にあたっては、機械本体や補助工法の検討を十分に行うことが大切である。
- ・掘削径が違うトンネルでもTBMが転用できるように改造を積極的に取り入れコストの低減化を図る努力が必要である。(文責：長澤教夫/(株)間組)

## 7. 雑 感

### 7-1 NASA ケネディー宇宙センター

調査団の一部は、NASA ケネディー宇宙センターを視察するため、4月23日ワシントンDCのダレス空港を発ちフロリダ州オーランドに向かった。

ケネディー宇宙センターには、オーランド到着の翌朝バスで向かったが、途中の道沿いにはオレンジの木々が長く続き、小川からは野生のワニがわれわれの訪問を歓迎するかのように、平たい顔を見せてくれた。

ケネディー宇宙センターは、米国内にある3か所のNASAの一つで、JR山の手線内の6倍の広さ(95%が自然のままに残りの5%が施設関係に使用されている)があり、“スペースシャトルの打ち上げから8秒まで”と“着陸”を受け持っている。他の2か所のNASAは、打ち上げ8秒後からの指令を担当しているワシントンDC、およびケネディー宇宙センターが悪天候の場合の代替基地となるエドワード空軍基地がある。

スペースシャトルの組み立て工場は、アメリカ国内で