



# 東京メトロ —副都心線工事現場—

## 1 はじめに

世界中の都市の地下に網を張り巡らせている“地下鉄”。発祥は約140年前のイギリス・ロンドンにある。日本では1927年に、東京の浅草～上野間で誕生した。今となっては大きなネットワークが私たちの暮らしを支える重要な交通手段の一つになっている。東京メトロは路上交通の混雑を見通し、新しい地下鉄開通に取り組んでいる。今回は、そんな地下鉄の最新事情を探りに副都心線の工事現場を訪問した。

## 2 東京メトロについて

特殊法人であった帝都高速度交通営団（営団地下鉄）は、2004年に特殊会社化し、東京メトロ（正式名称：東京地下鉄株式会社）となった。現在は国と東京都が株式を保有しており、今後の完全民営化を目指している。グループ理念は「東京を走らせる力」である。愛称でも使用している「メトロ」（Metro：フランス語（métro）で「地下鉄」の意）という語は、もともとはバリ地下鉄の呼称であるが、営団地下鉄時代から「メトロ」という言葉を多

く使っている。シンボルマーク（図1）は、メトロ（METRO）の「M」を圖案化した「ハートM」である。東京の中心にあるという存在感や利用者の心に響くサービスを提供し続けるという意志を表している。

## 3 副都心線の概要

東京メトロのいちばん新しい路線、それが2008年6月開業予定の「副都心線」である。この地下鉄は、池袋・新宿・渋谷といった副都心への重要な足となって活躍することを目的として作られている。名前のおと「三大副都心を縦断して走る」という特徴をもつ、パワフルな地下鉄である。これが開通すると、地上での自動車の利用は減り、交通渋滞の緩和が期待される。移動に便利だけでなく、車が少なくなることで、環境への負荷も少なくなるだろう。副都心線は池袋～渋谷間（8.9km）を走るばかりか、新設される駅では各路線へ連絡する。2012年には東急東横線ともつながり、広域なネットワークが構築される計画となっている。地下鉄を通してみんなの暮らしが快適になるよう、現在全力をあげて副都心線の工事を行っている。

## 4 見学

### 4.1 試運転列車

見学は新宿三丁目駅から始まった。ホームはまだ工事中でヘルメットを着用。新線を専門に扱っている部署の方に案内され、頭と足元に注意しながら慎重に進んでいく。この駅の構造は細長く、地下2階構造となっており新設される駅としては大変浅い。通常、都内で地下鉄を掘ろうとすると、さまざまな埋設物を避けなければならず、深度化しやすい。この駅周辺も丸ノ内線や都営線といった地下鉄、電線や下水管などライフラインの大きな配管があり建設時の障害となるが、他線との連絡やコストを考えると、それらの隙間を縫って地下鉄を通す方法がとられた。新しい線でこれだけ浅い場所を掘るといことで、工事の難しさが垣間見られた。

ホームには表示板の枠とベンチの脚だけが並び、一見それが何になるのかわからないものもある。工事中ならではの光景である。副都心線では、ホームと線路を隔てるホームドアが設けられている。ホームドアは列車の到着に合わせ、乗務員の操作により、到着した車両のドアと連動し、自動で開閉する。転落・接触事故防止などの安全対



図1 シンボルである「ハートM」



図2 (a) 試運転列車



図2 (b) 「試運転」という表示



図3 工事中的のエスカレータ

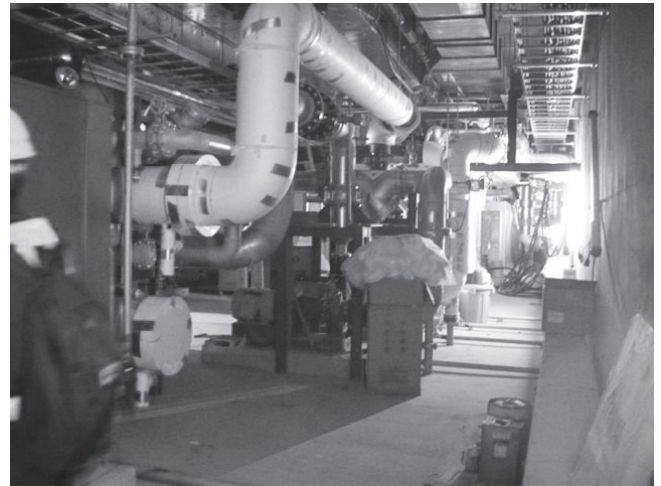


図4 複雑に入組んだダクトの配管

策のために大切な役割を果たしている。

しばらくすると、試運転と表示された列車が到着(図2)。その試験列車にメカライフ学生委員も同乗することができた。ふだん乗っている列車とは一変して、ガラとした車内。人ではなく、計測装置が座席の上に座っている。新しい路線ゆえに、さまざまな試験を行っているようだ。この日はATO(Automatic Train Operation:自動列車運転)装置による運転パターンの制御、つまり自動で列車を走行停止させる機能の調整が行われていた。試運転による作業は夜間も行われているという。安全という言葉の裏側にはこうした地道な作業が繰り返されていることがよくわかる。試験列車で移動している際、垂直方向に伸びる線路に黄色い作業車が何台か止まっているのが見えた。その黄色い作業車は軌道モーターと呼ばれ、列車が走行していない時間帯に作業現場へ向かうための作業車であった。

#### 4.2 明治神宮前駅

新宿三丁目駅から試運転列車で明治神宮前駅へ到着。こちらの駅のホームも工事中で一部にまだ天井からの水漏れが見られた。工事開始時には湿気、湧水で足元がびたびたとなり、人も歩けないほどだったとのこと。それから次第に周辺環境が整えられ、昨年8月に変電所・電気室ができ、東京電力から受電した特別高圧の交流電力を降圧し、駅の電気室に配電されるようになった。12月には電車線ができ、電

車用電力の直流高圧電源も送り出された。見学時点では工事の7割がたが完成していた状況である。

明治神宮前駅は地下3階構造で、降り立ったホームと利用客が通るコンコース階との間の地下2階がすべて機械室になっている。ホームの特徴として、一部が開放感のある吹き抜け構造となっている。明治神宮前駅の場合は、縦24m、横7m、高さ8mの2箇所の吹き抜けが設けられている。ゆとりを求める時代の流れに合わせ、閉鎖空間というイメージを変える工夫が施された。しかし、それは上層の機械室を狭くするという点でもあり、大幅にスペースを奪われる結果となった。技術者にとっては大変な苦労があったという。機械室が狭くなったために、当初予定していたダクトが通せなくなり、ダクトの施工は大変複雑になってしまった。「開放感はあるけど、技術者には大変なことだ、しかしそこが腕の見せ所でもあるんだな」と頼もしい発言。苦労して作り上げた空間は、きっと利用者にゆとりを与えることだろう。このときはちょうどエレベーターやエスカレータなどの昇降機関係も工事中の段階だった(図3)。一見すでにエスカレータは階段状に仕上がっており、今にも動き出しそうに見えたが、どうやら半分しかできていないらしい。というのはステップの裏側はまだ完成しておらず、動かすと下が見える状況だそうだ。

エスカレータの階段を昇り、機械室を見学した。そこには空調機械、換気

設備のダクト、ポンプなどの配管が所狭しに配置されている(図4)。幅が狭く縦に長く続く通路には、ところどころに「絶対触るな!」といった注意書きが見られた。

ダクトをくぐるように奥に進むと空調設備が目に入った。副都心線では6駅すべての駅空調は氷蓄熱方式をとっている。深夜電力によって作った氷を、朝のラッシュ時間帯や昼の13時から16時の電力のピーク時間帯に放熱して冷房をするという方式だ。その他の時間帯では直接冷水を作って冷房をしている。この氷や冷水は冷凍機を用いて作られる。水槽タンクの中の水に紫色のブラインという $-5^{\circ}\text{C}$ の不凍液が流れるチューブを通すことで、大きな氷を作るのだ。冷房時はその氷の潜熱を利用して放熱する。冷房のコントロールは、ホーム・コンコース階の空調機に対して室温を感知する温度センサーで冷水の流量を調整して噴出し、室温を一定に保つ制御をしている。風量を調整するのではなく、冷水の流量を調整して室温を一定に保つという方法である。ここで気付いたことが、東京メトロには暖房設備がないということである。地下は基本的に暖かく、冷房設備の充実が優先で、暖房も作ると、設備費などのコストもかかるためだという。

通路の突き当たりには大きい送風機が2台並んでいる。トンネル換気といってトンネル内の衛生換気を行うものらしい。昔は送風機を使わず、電車が来ると空気が出て通りすぎると引



図5 搬入開口



図6 シールド（奥はだ円型シールド）

張られるといった自然の電車の動きだけで換気をしていたが、最近は強制的に大型のファンを使用した送風機で換気を行っている。上り側と下り側でホームから少し離れたトンネル内の線路の上に吹き抜けの穴（縦6m、横3m）が開けられ、一方でトンネル内に給気、もう一方で外への排気をしている。それぞれの駅でこの動作を行うことでトンネル換気をする仕組みだ。換気の際に発生する音が、線路内に響かないよう、風洞にはサイレンサが設けられている。

換気は何もトンネル換気だけではない。構内においても場所に依じてそれぞれの換気設備機能を持っている。ホームでは、通常は、給気が行われているが、火災時は装置のダンパを切り替えて排煙する。広間・コンコース等では、給気専用と、排煙専用の2系統のダクトがあり、居室系統（駅事務室、詰所、切符売り場等）では、給気、排気、排煙専用の3系統のダクトがある。機械室には給気専用と、排気排煙兼用のダクトを備えている。地下ならではの換気設備によって構内の空気が清浄に保たれていることがよくわかる。

ダクトと同様にさまざまな配管が枝を伸ばしている。その中には火災に備えた消火ポンプによるものや、線路内に溜まった水を下水道まで揚げるための排水ポンプによる配管があった。地下においては下水道が頭上を通っているため、排水ポンプが天井へ伸びているのが面白い。そのため当然

トイレの汚水も下水に揚げていているということになる。

それにしても、これだけの装置や設備をどうやって運び込んだのだろうか。その答えは天井高くに開けられた穴にあった（図5）。それは搬入開口といい、すべての機械を搬入するためのものである。大規模な機械はそうした穴から運び込み、組み立てているという。工事開始当初は10個ほどの穴が開いており、工事が進むにつれ徐々にふさがれたそうだ。私たちが見学したときは、最後の一つだけ穴が残っており、幸運にも地下鉄の中から地上を見上げることができた。

その後地下1階のコンコース階に上がり、改札口となる場所を見学。工事中ゆえに、まだ改札機や切符売り場も設置されておらず、立っているのは改札の中なのか外なのかもわからず違和感を覚えた。携帯の電波も見学時は入っておらず、電波が入るのは開業の直前らしい。

明治神宮前駅は他の駅と比べて規模は大きくはないが、駅の規模が大きくなれば、それに依って機械やダクトの数も増えて複雑になる。副都心線で最も大きい駅は新宿三丁目駅であり、深度は浅いが、横に長く500mも続いているため、換気のための設備もその分大掛かりになっている。機械室や電気室は、一般的に地下1階のコンコース階に配置されることが多く、利用客の通る通路の横に並んでいることが多い。たまに既設の施設で、空気を切るような音のする部屋があるのは、まさ

にそこに換気室や空調室があり、常に作動しているからだ。狭い中で機械を設置しなければならないため通路に沿って横ならびに設置されている。地下空間は限られたものである。広げれば広げるだけ配置方法は簡単になるが、当然それだけコストもかかる。限定された空間でより効率良く機器を配置することや、複数のダクトを積み上げるといった工夫が必要となる。中でも明治神宮前駅は狭いため、そういった工夫を随所に施し、設計されたそうだ。パズルのようにつながれたダクトを見たときは、本当に驚いた。もちろん工事は大変困難であったそうだ。

### 4.3 トンネル工法

副都心線の構造は全線にわたって地下構造である。駅部は開削トンネルおよび駅シールドトンネル工法、駅間線路部はシールドトンネル工法をとっている。地面から掘り返してトンネルを作る開削工法に対して、シールド工法とは、鋼で作ったシールドと呼ばれる筒を押し出しながら横向きに掘っていく工法である。このうち、駅間線路部は単線シールドトンネル工法と複線シールド工法に分かれる。単線シールドは上り線と下り線を別々に掘り進めるもので、それぞれの直径が約7m程度、複線シールドは上下線共通で掘り進むもので直径が約10m程度となる。比較的深い区間が多い駅間は単線シールド、浅い駅間では複線シールドを採用している。また、深くに位置す



図7 東京メトロの関係者の方々とメカライフ学生委員

る駅では両端を開削するだけでホーム部は掘り進む駅シールドトンネル工法、一般的には駅全域にわたって開削する開削トンネル工法をとっている。副都心線では、全線のほぼ4分の3がシールド工法によって建設されている。

東京メトロは多くのトンネルを掘る技術を持ち、掘削方法にもいろいろあるようだ。シールド工法も何種類もあり、駅によって工法が違い、構造も異なる。副都心線では新しい試みとして、複合円（だ円）型シールドを採用している（図6）。従来、シールド工法によるトンネルの断面は、完全な円形だった。しかし、この工事では3種類の円を組み合わせ、上下につぶした扁平型の断面のトンネルにしている。その掘り方としては、下に歯があるときは平らで、横に回転するに従って歯が出るようになってきているようだ。通常の円形断面では、インバートといって下にコンクリートを埋め、レールを上り線と下り線に取り付け、そしてトンネル上部には金具をはわせて電車線をはわせている。だ円形断面にすることで、掘る土の量を減らし、使用するコンクリートの量も減らすことができる。また、インバートの工程を省くことができ、ダイレクトに芯をつけることができるため、コストも削減できる。

地下鉄の工事で一番お金が掛かるのがこのような土木費であり、工事費全体の半分以上を占めている。少しの技術でたとえば5%この費用を削減することができたとすると、それで何十億円もコストが削減できるため、掘削技術というのは大変重要である。

東京メトロは、東京の地下のような軟弱基盤の場所を掘るというところで、優れた技術を持っている。その一方で、硬い岩盤の掘削には弱いそうだ。岩盤が固い山にトンネルを掘る技術と地下のトンネルを掘る技術とはちがうという。「アルプスは掘れないけれど、東京湾とか埋立地の地下を掘ることには自信があるよ」と社員の方は笑顔で話していた。

## 5 おわりに

明治神宮前駅を後にする前に全員で集合写真を撮影した（図7）。新宿三丁目駅へ戻る試運転列車の中で車両部設計課の松本さんからこんなメッセージを頂いた。「理系技術系の仕事は、決してきれいな仕事だけではない。設計をするためには、作業着を着て現場に行って現場を理解したうえで設計しなければならない。したがって肉体的、精神的にタフである必要がある。技術

者の場合は、事故がおきたりすると責任がのしかかってくる。だから一本の線を引くためにも慎重にならなければならないし、自分の設計や開発の信頼できることを立証していかなければならないんだ。」

東京メトロは一日590万人のお客様を運ぶ輸送機関として、輸送の安全の維持向上に何よりも優先して取り組むとともに、駅をより便利で魅力ある空間にする事業にも積極的に取り組んでいる。また、より効率的な運営を目指し、コスト削減や環境保全などの活動を精力的に進めていることが今回の見学からもよく理解できた。そして、副都心線が開通してからも東京メトロは、さまざまな努力や工夫をしてさらに便利で快適な乗り物として発展していくだろう。

最後になりましたが、今回の訪問にあたり、施設を案内して下さった東京地下鉄（株）の鉄道本部車両部設計課の留岡さん、松本さん、電気部電気事務部の原田さん、山本さんには大変お世話になりました。どうもありがとうございました。

（文責 メカライフ学生編修委員 林 智希、上野弘傑、小川友岳、大内優、栗山健太、後藤小百合、野村大輔、原田勇司、本間伸洋、山田俊輔）