

# 最新の地下施設と将来展望

奥村 忠彦

わが国は諸外国に比べて土地代が高く、最近の社会動向が観光立国及び低炭素社会を目指し、景観・環境を重視することから、地下のメリットを活用した地下利用が増えている。地下利用のメリット・デメリットを示し、国民生活に身近な地下鉄道、地下高速道路、地下河川、地下漏水の環境改善への活用、地下街及び地下歩道の事例、都市内環境改善に有効な大深度地下物流システム構想等を紹介して、最新の地下利用及びその将来展望について論じる。

キーワード：CO<sub>2</sub> 排出削減、地下利用のメリット・デメリット、地下鉄道、東京メトロ副都心線、地下高速道路、首都高速中央環状線、地下河川、地下水、地下街、地下歩道、大深度地下物流システム

## 1. はじめに

わが国は諸外国に比べて土地代が高く、人口が密集し、地上には多くの施設が建設されて、今後、都市部において地上への新たな構造物の建設は困難な状況である。都市を再開発するか、地上に高架で建設するか、地下に建設するしか、新たな構造物の建設はできない。

観光立国を目指すわが国は、地上の景観の観点からも高架より地下の活用が望ましい。このような観点から、駅前に放置されていた自転車のために駅前の地下に駐輪場を建設して、駅前空間を快適にする地域が増えてきた。駅周辺の地下に歩道を建設して周辺のビルと結び、歩行者の快適性を改善する地域もある。

また、低炭素社会を目指すわが国では、恒温恒湿な地下の方が空調等の面でメリットがあり、この観点からも地下の活用が望まれる。わが国は、2030年にCO<sub>2</sub>排出量を1990年比で30%削減する目標を掲げて、CO<sub>2</sub>排出の少ない機械、プラント等の開発に真剣に取り組んでいる。しかし、技術開発のみでは限界があり、削減目標が達成できない場合を想定して、一時的にCO<sub>2</sub>を地下800m以深に貯留するCCS(CO<sub>2</sub>回収・貯留システム)が研究開発され、実証実験の段階まで来ている。

また、地球温暖化の影響もあり、わが国では集中豪雨が多発し、時間当たりの降雨量が著しく増大したため、都市部、地方での洪水被害が多くなってきた。このような洪水対策として、洪水を一時的に地下に貯留する施設が建設され、効果を発揮している。

都市部における移動を容易にするために地下鉄道、環境を改善しながら交通渋滞を緩和するために地下高速道路等の建設も進んで、地下利用によって国民の経済活動を活性化することに役立つのみならず、国民の生活環境を改善することに貢献している。

以上のような理由から、わが国では地下に多くの施設が建設されたり、地下利用が進んでいる。本文では、エネルギー関係の地下利用は除いて、わが国において国民生活に身近な最新の地下利用事例を紹介し、地下利用の将来展望について論じる。

## 2. 地下利用のメリットとデメリット

一般的な地下利用のメリットとデメリットは表—1に示すようである。

表—1 地下利用のメリット・デメリット

メリット	デメリット	対策
恒温・恒湿	暗い	太陽光導入等
保温効果	ジメジメしている	空調等
テロに効果	火災に弱い	防火対策等
大深度地下の公共利用	地上へのアクセス	高速エレベータ等
地上の土地代が高い (土地の有効利用)	建設費が高い	コストダウン工法等

### (1) 地下利用のメリット

歴史的に見ても、トルコの Cappadocia 等の地下住居<sup>1)</sup>は、地下が恒温恒湿であることを利用して住居としていた。最近では、コンピューターのバックアッ

プ機能であるデータセンターを既存の地下空洞跡地等に誘致する検討も行われている。恒温の地下水を活用することによって、地上の建築に比べて空調が安くなる利点もある。

地下岩盤が強い点も活用して、スウェーデン等では地下の花崗岩を掘削して原油等を安価に貯蔵することに利用している。わが国も、この技術を導入して、地下岩盤の強度が強い花崗岩の存在する地域で、原油の地下岩盤備蓄を行っている。現在、同様にLPGの地下岩盤備蓄施設も建設中である。

ミサイル、爆弾も地下深くまでは到達しないので、地下はテロに強い。ヨーロッパでは、この点を活用して、大規模なエネルギーの地上貯蔵は止めて、地下に貯蔵している。核シェルター等もこの利点を活用している。また、地下は地上に比べて地震動が弱いので、地下構造物の設計には有利である。

平成13年に施行された「大深度地下使用法」<sup>2)</sup>を適用することによって、地上の土地所有者に補償しないで、大深度地下に公共施設を建設できるようになったことは大きなメリットである。

また、都市部においては地上の土地代が高いので、地下を複合的に活用することによって、高価な土地を有効利用できる利点がある。

地下施設は、これらの地下のメリットを複合的に活用して建設されている。

## (2) 地下利用のデメリット

地下のデメリットは太陽光が入らないので暗いということである。大規模な建築の内部でも同様な状態があるので、照明によって補っている。地下も基本的に照明するので、明るさの面では問題がない。しかし、太陽光に対する人の安心感に應えるために、太陽光を人工的に地下に導入する技術もある。鏡の反射で地下まで太陽光を持っていったり、光ファイバーを活用することも可能である。

地下は「じめじめ」している、という印象がある。鍾乳洞等に入れば、そのとおりであるが、地下に人が入って業務をすることになれば、当然、空調設備で対応可能である。

地下で火災が発生したら逃げられない、という印象もある。東京湾アクアラインは道路トンネルであるので、車の火災を想定した対策がなされている。道路下にアクセス道路があり、万が一、火災が発生した場合、車は放置して、人は地下のアクセス道路に降り、救助される仕組みになっている。防火対策は建築で相当研究されているので、土木構造物も建築を参考にして、

万全の対策がとられている。

地下深くなる程、地上へのアクセスに時間がかかるという課題もある。この対策としては、エレベーターの高速化がある。台北101高層ビルでは、500m強を35秒で移動できる超高速エレベーターが稼動している。

地下構造物を建設すると建設費が高いと言われている。事実、地下深くなればなる程、立坑の建設費は高くなるが、水平方向のトンネル部は、地下深い程、岩盤が良好になるので、掘削費は下がり、全体工費はそれ程、高くない可能性がある。また、建設費のコストダウンの努力もあるので、地上施設に比べて、遜色ない工費で施工できる可能性が高いと考えられる。

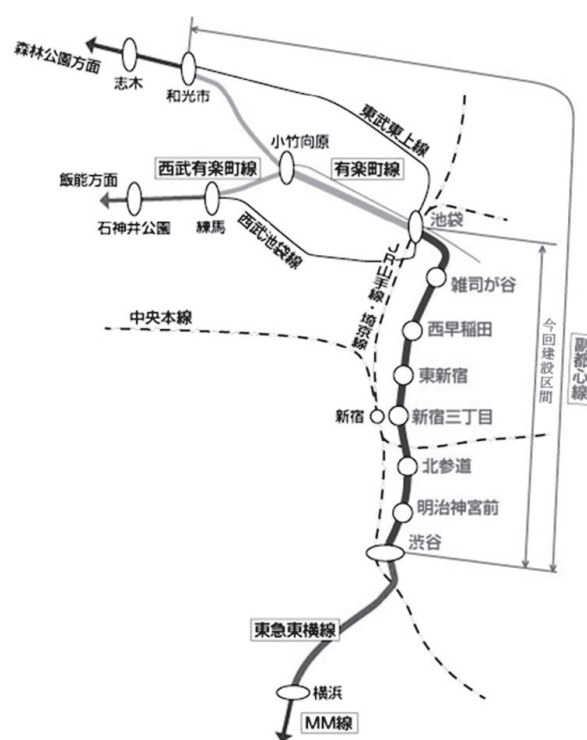
従って、地下施設にはデメリットはあるが、それを克服する技術も開発されているので、地下利用に問題はないと考えられる。

## 3. 地下鉄道

地下鉄道の事例として最近開通した東京メトロ副都心線を紹介する。

### (1) 副都心線の概要<sup>3)</sup>

副都心線は図—1に示すように、埼玉県和光市と渋谷間20.2kmで、2008年6月14日に開業した。東京地下鉄(株)としては最後の新線となり、今回の建設区間は池袋～渋谷間8.9kmであった。副都心線が完成



図—1 広域ネットワークの形成 (東京地下鉄(株)提供)

することによって、東武東上線、西部池袋線・有楽町線、2012年度には東急東横線、みなとみらい線と相互直通運転を行い、東京都北西部及び埼玉県南西部から3副都心を経由して、神奈川県横浜方面を結ぶ新たな広域ネットワークが形成されることになる。

東京地下鉄(株)では2001年の工事着工より、「無事故・無災害」を大前提に、「コスト縮減」「環境負荷低減」「沿道の方々とのコンセンサス強化」の3点に重点を置いて建設された。

## (2) 建設技術

今回建設区間の延長の約80%が交通量の非常に多い明治通りに位置するので、建設工法には多くの工夫がなされた。本項では、副都心線建設に採用された主要なシールド技術のみを紹介する。

2つの駅はシールド工法によって建設され、他の駅部等は開削工法が採用された。開削工法では路面交通への影響を極力少なくするように効率性が高く、工期短縮が可能な工法が採用され、鉄道や大型幹線施設が輻輳しているために、数多くのアンダーパニングが実施された。環境負荷低減の観点から、排出土砂を少なくする工夫もされている<sup>4)</sup>。

2つの駅部及び駅間トンネルの建設では10基のシールド機で15本のシールドトンネルが施工された。シールドの特徴として、単線シールドを築造する子機を内臓した抱き込み式親子シールド機の採用、立坑内で単線シールド機をUターンして2本のシールドトンネルを施工、複合円形シールド機の採用等が挙げられる。

不要断面の多い複線トンネルについて、①円形の力学的特性を最大限に活かした断面形状、②鉄筋コンクリート製セグメントで可能な形状、③トンネル幅とセグメント厚さは円形複線シールドと同一(道路占有幅及び工事費を円形と同等)とすることを前提に検討された結果、複線トンネルの断面として図-2に示すような複合円形が最適となった。この3中心を持つ複合円形は、断面積が円形に比べて約10%減少し、保守空間を含めたトンネル内空断面積は円形とほぼ同等な大きさを確保している。また、下部の不要な空間に打設するインバートコンクリートは円形に比べて約40%低減している。今回、写真-1に示すような複合円形シールド機が明治神宮前駅～渋谷駅間に採用された<sup>5)</sup>。

また、すべてのシールド機に新たに開発されたテール内形状保持システム(TKS)が採用された。TKSとは図-3に示すように、組立直後のセグメントリングを周囲から支持し、ジャッキの推進によるセグメントリングの変形を制御して、クラック及び欠けの防

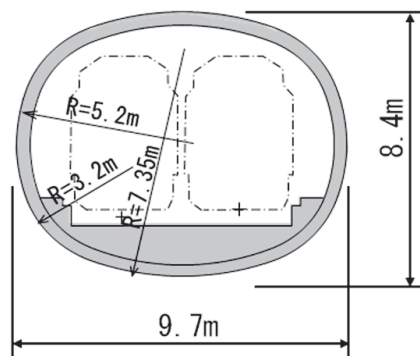


図-2 複合円形シールド (東京地下鉄(株)提供)

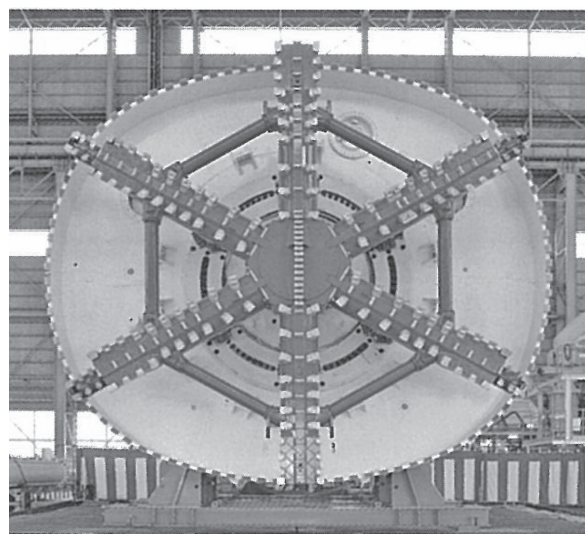


写真-1 複合円形シールド (東京地下鉄(株)提供)

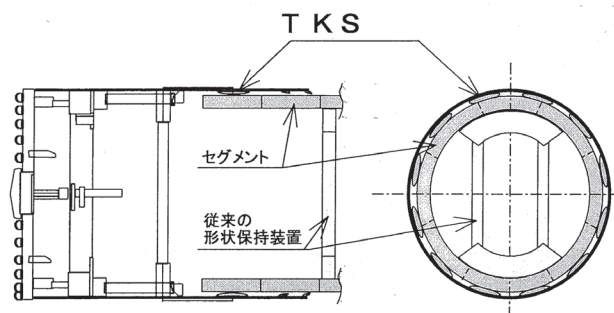


図-3 テール内形状保持システム (東京地下鉄(株)提供)

止、セグメント自重による変形の防止及び組立精度の向上を図る機能である<sup>5)</sup>。

その他にも、多くの環境負荷低減方策が採用されている。

## 4. 地下高速道路

地下高速道路の事例として首都高速中央環状線を紹介する。中央環状線は東側から西側に向かって建設が進められ、地下高速道路の中央環状新宿線山手トンネルの内、4号新宿線～5号池袋線までが2007年12月に、

3号渋谷線～4号新宿線が2010年3月に開通している。2013年開通を目指して、現在、中央環状品川線が工事中である。品川線が開通すると池袋から品川・大井間約18kmが地下トンネルとなり、世界的に例を見ない都市内長大道路トンネルとなる。さらに、品川線が開通すると都心環状線の渋滞がほぼ解消される見通しであり、CO<sub>2</sub>も年間約20万t削減される<sup>6)～8)</sup>。

(1) 首都高速道路・中央環状新宿線

首都高速道路の供用区間におけるトンネル構造は図-4に示すように約10%であったが、現在建設中の区間では70%以上がトンネル構造となっている。最近、環境保全に対する要請、都市景観の確保、過密な都市空間の高度利用等の観点から地下トンネル構造が多く採用された。

首都高速道路の構造区分

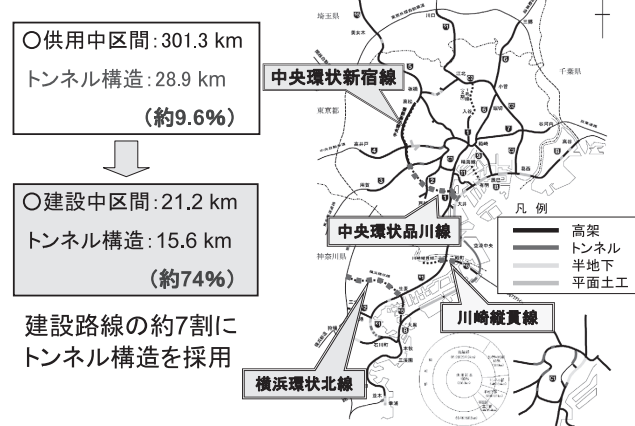


図-4 首都高速道路の構造区分 (首都高速道路(株)提供)

都市の地下空間利用における様々な制約があるために、建設工法として非開削工法の適用が拡大し、シールド工法とその補助工法の適用が拡大している。コスト縮減、環境負荷低減等の課題に応えるために、二次覆工省略による断面の縮小化、シールド掘進延長の長距離化等の最新技術が採用されている。

シールド掘進延長の長距離化を図るために到達立坑でシールド機をUターンする施工方法も採用されている。その代表的な事例の一つが大橋ジャンクションのシールドである。外径13.06mのシールド機を図-5に示すように、縦に下部に下ろしてUターンする工法が採用された。シールド機の吊り下げ状況を写真-2に示す。このように、縦に下ろすUターン工法は世界でも初めての事例である。

地上の交通を疎外しないようにジャンクション部でも非開削工法が採用され、シールドトンネルを分岐・合流させる工法、シールドトンネル拡幅工法等の先端技術で施工されている。

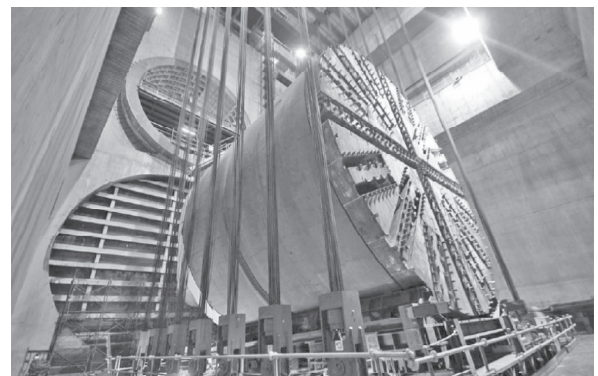


写真-2 大橋立坑内シールド機吊り下げ状況 (首都高速道路(株)提供)

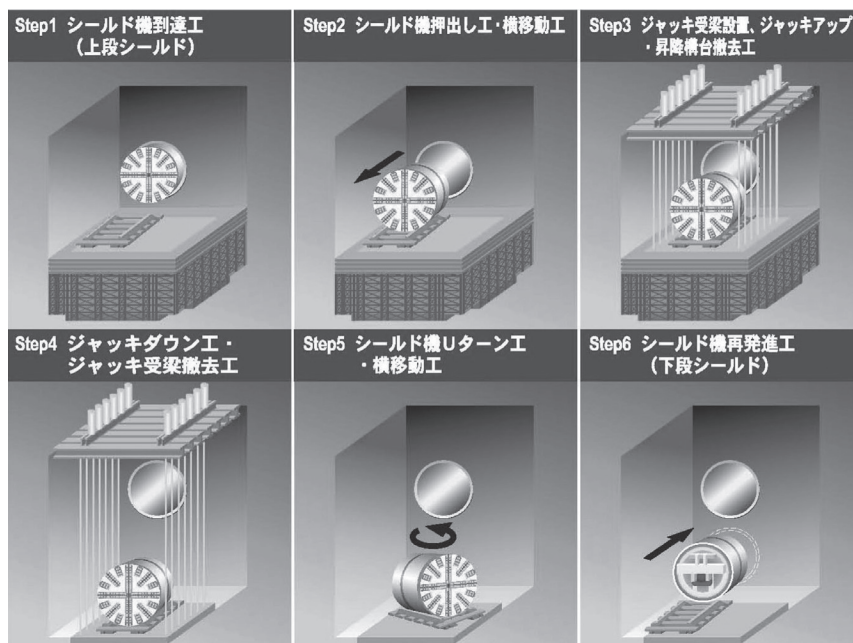


図-5 縦併設シールドの回転 (大橋シールド) (首都高速道路(株)提供)

大橋ジャンクションでは街づくりと一体的整備がなされ、都市景観との調和も図っている。ジャンクション、沿道に緑化を実施し、都市景観の向上を図り、圧迫感を軽減している。

また、地下トンネル内の換気では低濃度脱硝装置を採用したり、換気塔の景観デザインにも配慮している。

長距離トンネルであるために、車両の安全、防災、防火対策等に万全の措置がとられ、図-6に示すような対策が施されている。

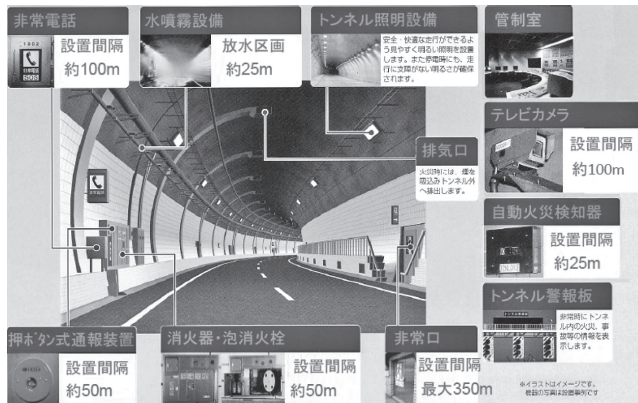


図-6 山手トンネル内のイメージ（首都高速道路㈱提供）

## (2) 中央環状品川線

品川線は大井ジャンクションと大橋ジャンクションを結ぶ全長約9.4kmを首都高速道路㈱と東京都が合併施工方式で建設中で、その内の約8.4kmが地下トンネル構造である。

外径12.3mの大断面シールドで、1機のシールド機で8km以上を施工するのは世界で初めてのことである。シールド機は長距離掘進に耐え得る設計、ビットの交換、テールシールの交換等最新の技術が採用されている<sup>8)</sup>。

大井ジャンクション側では、立坑を必要としないシールド工法であるURUP(Ultra Rapid Under Pass)工法という最新のシールド工法が採用されている。この工法は地上から掘進を始め、到達立坑でUターンして地上まで掘進する工法で、シールド工法の極限と言える工法である。

このような最新技術を採用して、現在も建設中である。

## 5. 地下河川及び地下水の活用

地下河川の事例として、首都圏外郭放水路と神田川・環状7号線地下調節池、地下水による環境改善事例としてJR総武快速線における漏水を河川に放流して環境改善した事例を紹介する。

### (1) 首都圏外郭放水路<sup>9)</sup>

首都圏外郭放水路は、埼玉県東部の国道16号線の地下に、中小河川の洪水を地下に取り込んで一次貯留し、地下50m、直径10m、延長6.3kmのトンネルを通じて江戸川に流す施設である。2002年から部分的に稼動し、2006年6月に完成した。

主要設備は、直径30m、深さ60mの5本の巨大立坑、長さ177m、幅78m、高さ25mの調圧水槽の中に重量500tの柱が59本ある巨大水槽、上記の水路トンネル、毎秒200tの水を排水する14,000馬力のタービン等である。調圧水槽は、地下トンネルから流れてきた水の勢いを弱め、スムーズに流す役割がある。

首都圏外郭放水路完成前の2000年7月の台風3号では、この地域に総雨量160mmの雨が降り、248戸が浸水被害を受けた。完成後の2006年12月の低気圧では、総雨量172mmの雨が降っても、85戸しか浸水被害がなかった。毎年の洪水でも、その威力を發揮して、首都圏の浸水被害を最低限に留めている。

### (2) 神田川・環状7号線地下調節池<sup>10)</sup>

神田川・環状7号線地下調節池は、集中豪雨や台風による水害から都民を守るために、都内の環状7号線の地下約40m、内径12.5m、延長4.5kmのトンネルに洪水を一時的に貯留する施設である。神田川、善福寺川、妙正寺川に取水立坑を設けている。妙正寺川取水立坑が2008年3月に完成して第2期工事は完成している。

将来的には、白子川、石神井川等の水も受け入れて、東京湾まで流れる延長30kmの地下河川にする計画もある。

第1期工事が完成した1997年度以降、杉並区、中野区における浸水棟数は激減し、整備効果が發揮されている。

### (3) 地下水の活用<sup>11)</sup>

東京都内における工業用水及び建築用地下水の採取に対する規制強化が実施される1971年頃までは深層地下水位は大きく低下しており、規制強化されると1983年まで急激に地下水位が上昇し、その後はやや頭打ちになって、緩やかな上昇を続けているようである。

JR総武快速線東京～錦糸町間の延長3.0kmは1972年に開業した単線並列シールドトンネルで、本トンネルを計画・設計した時は揚水規制の前で、トンネルの覆工は地下水の影響を想定せず、セグメントによる一次覆工のみの構造であった。

供用開始後、深層地下水位の上昇によって、地下水対策のないトンネル内に多量の漏水が生じ、レール及び

付属品の腐食、マクラギの劣化等で、線路の維持管理に多大な費用と労力を費やすことになった。漏水量も増大し、2000年時点では1日の排水量が4,500 m<sup>3</sup>にもなっていた。これらの漏水は区間最深部で一旦貯水した後、電動ポンプで汲み上げて下水道に放流していた。

トンネル内の漏水を環境用水として有効活用するために関係自治体と協議を進めた結果、自然湧水が殆どなく、下水流入によって水質悪化が著しい品川区内の立会川に漏水を放流することになった。東京都、品川区、JR東日本の三者がトンネル内漏水を活用して、枯渇している立会川の環境改善に取り組んだ。

総武線馬喰町排水所から立会川放流口までの12.3 km区間の送水設備が必要となったが、多くの工夫をして送水管を敷設し、送水設備の新設及び維持管理費用はJR東日本が負担することになった。

この結果、周辺住民からの立会川に対する悪臭苦情が激減し、魚影が見られなかった放流口付近にもボラが見られるようになり、河川の環境改善効果が見られた。

## 6. 地下街及び地下歩道

都市の再開発に伴って、複数の高層ビルにまたがった地下に地下街、地下商店街、駐車場、公共用地の地下に歩道等が建設されて、利用者の利便性ととともに、街の賑わいに地下が貢献している事例が増えてきた。これらは、1事業者のみでは実施できないので、再開発する地区のすべての地権者が協議して、より良い街づくりに協力している。勿論、公共機関も入り、民間事業者とともに、お互いの権利調整をしながら、関係する法をうまく準用してきた結果、複雑な地下利用が実現している。

上野駅の地下通路と都営大江戸線のコンコースの間に地下歩道を建設して、8駅（日比谷線上野駅・仲御徒町駅、銀座線上野駅・上野広小路駅、大江戸線上野御徒町駅、JR線上野駅・御徒町駅、京成線上野駅）が接続する歩行者ネットワークができ、かつ、地下駐車場も整備されて、上野駅付近における利用者の利便性、道路交通の円滑化が図られた。

東京メトロ副都心線新宿3丁目駅とJR新宿駅南口との間に地下歩道が建設中で、これが完成すると、新宿駅周辺は地下歩道でネットワーク化される。

東京駅丸の内も丸ビル、新丸ビルの完成によって、行幸通りの地下に歩道が整備され、地下駐車場も一体として利用できるようになり、利便性は格段に向上した。今後、東京駅丸の内側駅舎が復原されると、地下でも結ばれ、東京駅～丸の内の利便性はさらに向上する。

日本橋三越前あたりの一般国道4号の地下にも歩道が整備され、さらに延長工事が実施中である。

JR札幌駅から大通り公園まで、道路下に歩道が建設中で、沿道の地権者が関与して、歩道の使い方等について協議している。また、10,000人の住民が参加して意見を出し合って、住民の声を歩道建設に反映していることにも特徴がある。

最近では、駅前に地下駐輪場を建設して、駅前広場を快適にする事例が増えてきた。後段で紹介される事例以外にも、品川駅港南口前に地下駐輪場が整備された事例もある。

その他にも進行中のプロジェクトは多いが、浅い地下をこのような形で活用して、住民の利便性を高め、都市環境の改善に役立てている。

## 7. 大深度地下物流システム構想

本構想は、東京港中央防波堤外側ふ頭（計画中）から青海ふ頭、大井ふ頭、中央自動車道国立府中インターチェンジ（以下、IC）の地下を経由して、首都圏中央連絡道路（以下、圏央道）青梅ICに隣接する物流ターミナル（以下、青梅インランドデポ）までの53.5 kmを、地下-40 m以深の大深度地下物流トンネルで結び、自動運転による軌道輸送システムで国際海上コンテナを搬送する構想である。

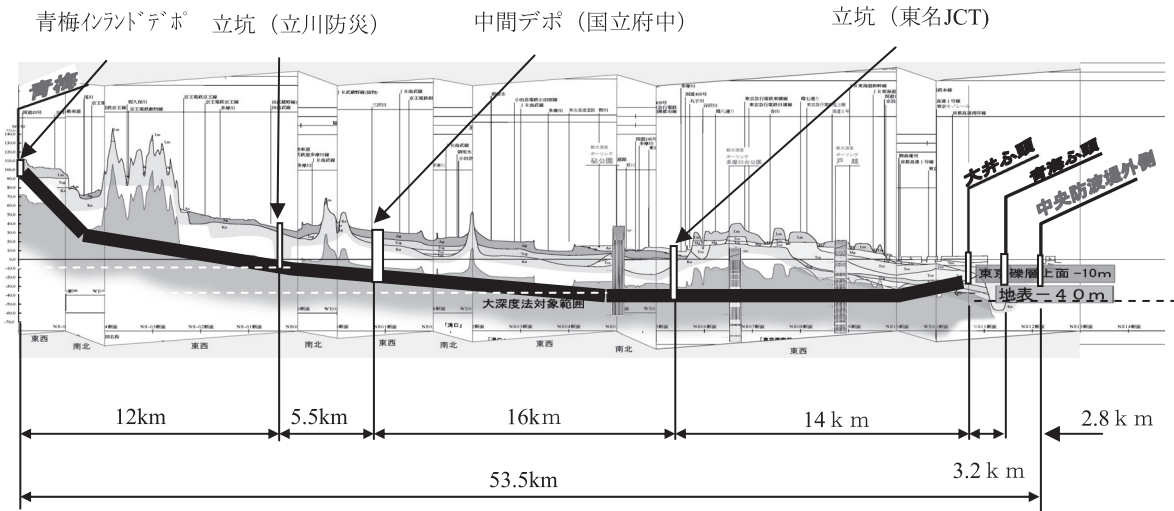
（財）JKAによる競輪の補助金を受けて（財）エンジニアリング振興協会で実施した<sup>12)</sup>。

### (1) 国際海上コンテナ貨物の予測と物流システムの整備計画

地下物流トンネルの効率を上げるために、横浜港と東京港で取り扱うコンテナを対象とし、2015年の将来見通しより、40 ftコンテナ流動量を推計し、トレーラによる輸送料金より20%安い料金と設定して、コンテナ流動予測1,333個/日を推計結果とした。物流システム施設計画では輸送能力を40 ftコンテナ2,000個/日と想定した。

計画ルートは図-7に示すように、東京港中央防波堤外側ふ頭と青梅インランドデポ間、延長53.5 kmで、青海ふ頭、大井ふ頭にコンテナ積み下ろし立坑を設け、国立府中に中間デポを設置する。東京都の防災基地のある立川と東名高速道路のジャンクションに立坑を設置する。これらの立坑は、建設中はシールドの発進基地として使用する。

物流トンネルの断面は、大型化した45 ftコンテナにも対応できるように、内径5 m（外径5.5 m）の円

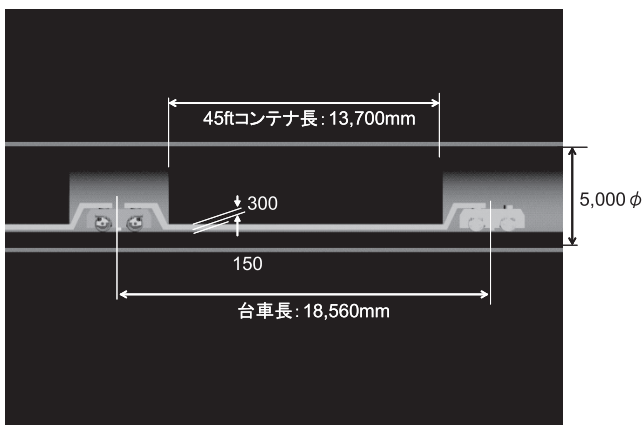


図一七 トネルルート計画断面図

形で、上下線用2本を掘削する。

東京港に陸揚げされたコンテナを荷役クレーンによって地下に下ろし、図一八に示すような専用に製作する輸送台車に積み込み、青梅まで軌道上を輸送する。

青梅インランドデポには、通関施設、コンテナ荷捌き施設等を設置する。



図一八 トネル内走行イメージ (側面)

(2) 費用便益分析と環境改善効果

本物流システムが完成すると、東京都の環境改善と物流の効率化を図るために、圏央道以遠を終発地とするコンテナはすべて地下物流システムへ転換させると想定して、費用便益分析と環境改善効果を検討した。40ft コンテナ取扱量は5,537個/日に増大する。

上述したように、地下物流システム利用料金ー20%、コンテナ取扱量5,537個/日におけるすべての便益を、国土交通省から提示されている道路の費用便益分析マニュアルに基づいて算出すると8,116億円となる。7年の建設工期、社会的割引率4%を考慮し、着工時の現在価値を算出すると、施設整備費2,623億

円、50年間の施設運営コスト2,504億円となり、合計5,127億円となる。従って、 $B/C = 8,116/5,127 = 1.58$ と試算され、十分な経済効果が期待できることが明らかになった。

また、本構想によって首都圏全体の交通渋滞緩和を実現でき、CO<sub>2</sub>発生量の少ない電気軌道輸送システムを採用することから、CO<sub>2</sub>排出削減に大きく貢献できる。圏央道以遠のコンテナをすべて取り扱うとした施策で、コンテナ取扱量5,537個/日の場合のCO<sub>2</sub>削減量は678,000(t-CO<sub>2</sub>/年)、東京都の輸送部門の約3.16%の削減効果となる。植林によるCO<sub>2</sub>吸収量は10.6(t-CO<sub>2</sub>/ha/年)と言われており、東京都23区面積に匹敵する約640km<sup>2</sup>程度の植林効果と等価となる。

以上のように、本システムを利用することによって物流コストの低減と大きな環境貢献が期待され、わが国の国際競争力の向上につながる。本構想は、わが国の新成長戦略の一つの具体的解決策を提供するものであり、また、CO<sub>2</sub>削減の先進的な取組みとして、世界における日本の評価と国際都市「東京」のステイタス向上にもつながると期待される。

8. まとめと将来展望

前章までに、わが国における最新の地下利用事例を紹介した。

2.で述べたように、地下利用にはメリットとデメリットがあるので、うまくメリットを活かした地下利用が望まれる。人間の活動は地上が適しているの、地上は可能な限り人の生活空間として使うようにし、鉄道、道路、上下水道等の人の生活を支える施設を地下に建設する方法が最も適した地下利用であると考え。

さらに、将来的には、地下の浅い部分にある上下水道、電気、ガス、通信等のような管路を深い地下に共同溝としてまとめ、浅い地下部分に道路を建設することによって、地上を人が歩く空間として提供でき、かつ、地上に植栽することによって、人が憩うことができるとともに、CO<sub>2</sub>の吸収にも役に立つ一石三鳥の効果が期待できる。

大都市では都市の再開発が進み、地上に高層ビルが建設されるとともに、その地下も複合的に開発される。公共用地と民地が入り組んだ場所での開発、民地間にまたがる開発等も、いくつかの法を乗り越えて実施されている。今後も、単独事業者による再開発は少なく、多くの事業者が権利を調整しながら、法の準用等も利用して、地下利用が進むと考えられる。

今後、東京スカイツリーの建設に伴って、付近の再開発によって地下の利用も進み、また、日本橋の再生を目指して日本橋一帯の再開発に伴う地下利用も進むものと予想される。

JR 東海はリニア中央新幹線で東京と名古屋を 2027 年に結ぶと発表している。都内の鉄道建設には大深度地下が活用されると期待されている。

このように、地下利用にはデメリットもあるが、メリットを活用して、今後も地下利用が進むものと期待される。

最後に、貴重な資料をご提供いただいた東京地下鉄

(株)大石敬司氏及び首都高速道路(株)土橋浩氏に御礼申し上げます。

JICMA

#### 《参考文献》

- 1) みんなが知りたい地下の秘密、地下空間普及研究会、ソフトバンククリエイティブ(株)、2010年4月25日発行、pp.10～13
- 2) 大深度地下の公共的使用に関する特別措置法、2001年4月1日施行
- 3) 総説 副都心線の概要と整備効果、矢萩秀一、基礎工 Vol.36, No.6, 2008.6, pp.2～4
- 4) 各論 建設概要、入江健二、基礎工 Vol.36, No.6, 2008.6, pp.59
- 5) 各論 シールドトンネルの設計と施工、基礎工 Vol.36, No.6, 2008.6, pp.24～33
- 6) 進化するインフラ 地下利用で進化する首都高速道路、Engineering 2009 Sep. No.121, pp.15～18
- 7) 首都高速道路ネットワーク整備を担うシールドトンネル技術、土橋浩、土木技術 64 巻 12 号, 2009.12, pp.19～26
- 8) 中央環状品川線シールドトンネル工事概要、田島仁・湯田坂幸彦・米沢実、土木技術 64 巻 12 号, 2009.12, pp.27～34
- 9) 国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所首都圏外郭放水路ホームページ
- 10) 東京都建設局神田川・環状7号線地下調節池ホームページ
- 11) 建設工事、地下構造物に見られる地下水問題、清水満、平成16年度特別講演およびシンポジウム予稿集(日本応用地質学会)、2004.5.28, pp.26～33
- 12) 首都圏大深度地下物流システムによる環境貢献、高橋洋二、横塚雅実、奥村忠彦、環境管理 Vol.46, No.8 (2010), pp.22～29

#### 【筆者紹介】

奥村 忠彦(おくむら ただひこ)  
一般財団法人 エンジニアリング協会  
地下開発利用研究センター  
研究理事



## 平成 22 年度版 建設機械等損料表 発売中

### ■内 容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・各機械の燃料(電力)消費量を掲載
- ・主な機械の概要と特徴を写真・図入りで解説
- ・主な機械には「日本建設機械要覧(当協会発行)」の関連ページを掲載

■B5判 約720ページ

■一般価格  
7,700円(本体7,334円)

■会員価格(官公庁・学校関係含)  
6,600円(本体6,286円)

■送料(単価) 600円(但し沖縄県を除く日本国内)  
注1) 複数冊発注の場合は送料単価を減額します。  
注2) 沖縄県の方は(社)沖縄建設弘済会  
(電話:098-879-2097)にお申し込み下さい。

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>