

1 地下の進化・役割



粕谷 太郎
KASUYA Taro

地下空間利・活用研究所／所長

日本の地下空間は、古来より営みや貯蔵、採掘など進化を遂げながら、より深く、多目的に利用されてきた。ここでは、地下空間利用の進展とその役割について、具体的な事例を交えながら解説していただく。

地下空間利用の進展とその役割

人類は古来より、営み、貯蔵、貯留、採掘等のため、自然的空間、人工的空間として地下を利活用してきた。

日本の国土の利用状況は、約80％が森林・農地等であり、水面・河川・水路が3.6％、道路3.7％、住宅地・その他の宅地4.8％で構成され、この1世紀では大きくは変化していない。

このように市街地として利用可能な狭隘な空間に人間とその活動領域が集積しており、道路等のわずかな空間に生活のための都市インフラとこれらの活動空間を結ぶ道路・鉄道等のインフラが整備されている。

また、島国である日本において、これらを結ぶためには国際海峡等が大きな障害となっており、解決方法の1つとしてトンネルが考えられた。しかしながら、日本特有の異なる地盤環境が課題となっており、これら条件に対応可能な技術開発が求められ、そこで技術者の英知を集積した課題解決策が実行され、その成果として、青函トンネルや関門トンネルが完成した。同様に丘陵地帯や山岳域を貫く鉄道・道路トンネルも造られてきた。

非開削工法としてのシールド工法の進展

国土の道路空間（高速道路含む）は4％弱で、この地下空間を中心にインフラ整備が進められてきた。しかしながら、都市部におけるモータリゼーション

の進展により、工事に伴う通行規制の影響が甚大であり、交通渋滞や工事騒音等が社会問題となっていた。また、多くの主要都市は、軟弱な地層で構成されており、非開削工法による施工が求められる中、シールド工法等の採用による諸問題の対応が進められた。

初期のシールド工法は、掘削部切羽を手掘りで行う開放式が主体であったが、沖積層等の地層での施工時には、切羽等からの出水に見舞われることも多く、その対応策としてトンネル内に隔壁を設け、その中に圧搾空気を送り、出水に対応する圧気式手掘りシールド工法が採用された。その後、ブラインド式工法や、切羽断面が大きくなることの対策として効率アップを兼ねた掘削機を先端部に取付けた機械式シールド工法に移行していった。

圧気工法では、地上への噴発トラブルや坑内の出入りに圧気調整の時間を必要とするなどの課題も多かった。この状況下で、技術者のアイデアや製作メーカーの技術革新、周辺機器の開発が進んだこともあり、シールド機械内に隔壁を設け、水圧に泥水圧で対抗する泥水加圧式シールド工法が採用されるようになり、土圧式、泥土加圧式、気泡式などの工法が次々と開発された。

このほか立坑とトンネルが一台で施工できる球体、地中分岐、急曲線、機械式地中接合、矩形、多断面など、現地の施工条件に対応した多くの工法が採用された（図1）。1980～1990年後半には、全国で

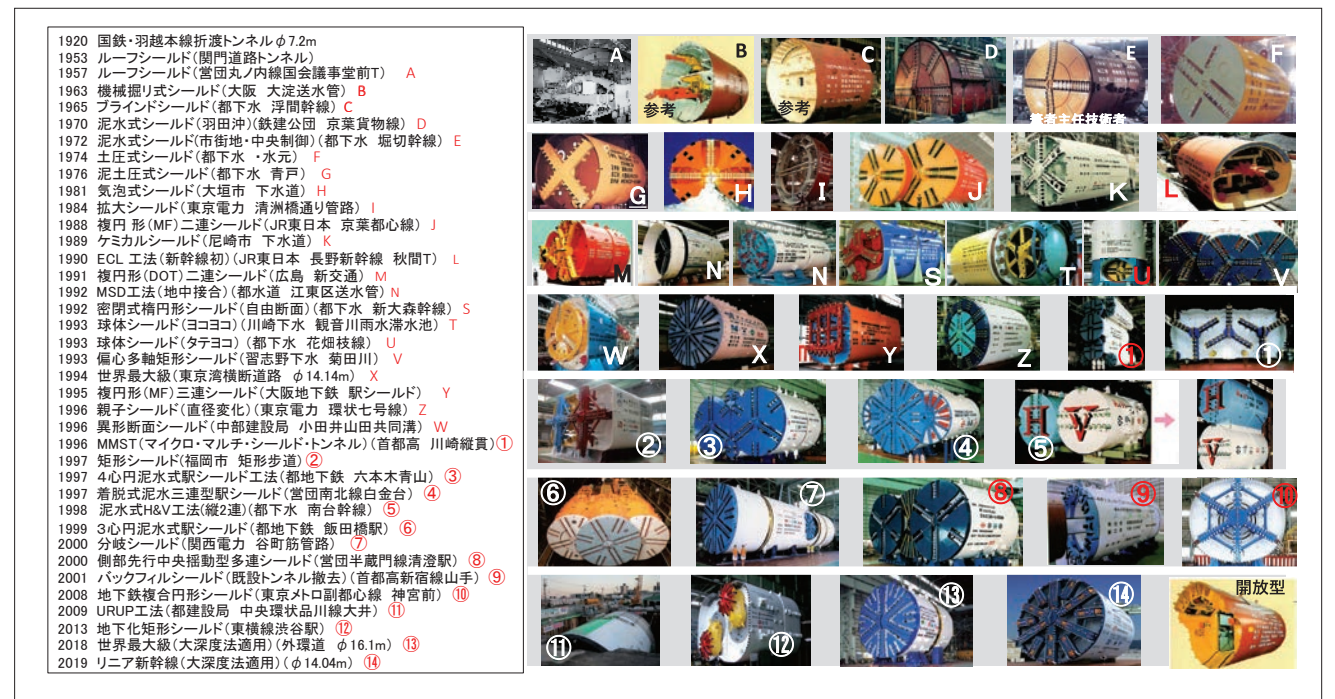


図1 日本の多様化する主なシールド機械の変化

「諸条件対応」型のシールド機械が年間200～330台が製作され、稼働していた。

大深度地下利用に関する経緯（表1）

阪神・淡路大震災では地下構造物の被災が少なく、大深度地下空間の安全性が確認された。

これを受けて、「臨時大深度地下利用調査会設置法案」が国会に提出された。

また、大深度法の施行に合わせて閣議決定された「大深度地下の公的使用に関する基本方針」では、「国は、大深度地下を利用する各事業が横断的に必要とする汎用性の高い技術開発を推進するため、大深度地下利用に関する技術開発のビジョンのとりまとめ、公開すること等により、民間の技術開発の促進を図ることとする」とされている。

大深度法の対象エリアは、人口が集中し、土地利用の高度化・複雑化が進んでいる三大都市圏（首都圏、近畿圏、中部圏）の一部区域であり、対象事業は、鉄道、道路、河川、電気、通信、ガス、上下水道等の公共性の高い事業となっている。

現在、大深度法の適用を受け、寝屋川北部地下河川の一部、外環道、リニア新幹線の各事業が進行中である。

通常利用されない空間が大深度地下です

大深度地下は、次の①または②のうちいずれか深い方の深さの地下です。
①地下室の建設のための利用が通常行われない深さ（地下40m以深）
②建築物の基礎の設置のための利用が通常行われない深さ（支持地盤上面から10m以深）

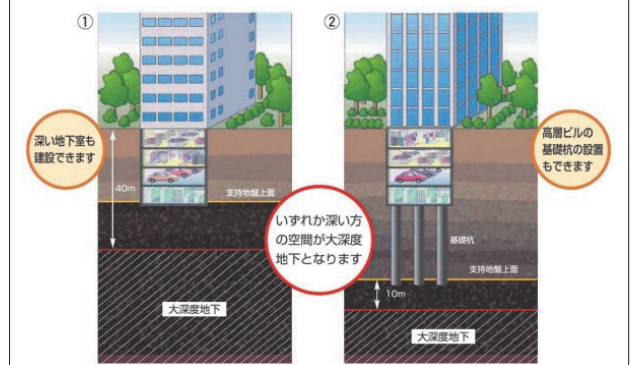


図2 大深度地下の定義

地下街・地下駅と地下歩行空間ネットワーク

全国に78カ所ある地下街は主要都市に集中している（表2）。

東京の副都心として交通基盤、商業・業務施設、娯楽施設等が高密度に集積している新宿エリアは、JR新宿駅を中心に13の駅があり、このエリアは一日約350万人を超える日本一の乗降客数を誇っている（図3）。また、新宿サブナードを含む、5つの地下街がそれぞれ地下歩行空間を介して接続しており、その地下街面積は約11万m²であり、日本の地下街総

年月	事項
1986年度	建設省が「ニューフロンティア懇談会（宇宙・海中・地中）」を設置、地中専門懇談会発足
1987.6	第四次全国総合開発計画
1987.10	緊急土地対策（自由民主党） 当面の地価等土地対策に関する答申（臨時行政改革推進審議会）
1988.6	地価等土地対策に関する答申（臨時行政改革推進審議会） ・都心部への鉄道の乗り入れや大都市の道路、水路など社会資本整備の円滑化を資するよう大深度地下の公的利用に関する制度を創設するため、検討を進める 総合土地対策要綱答申 総合土地対策要綱答申
	・都心部への鉄道の乗り入れや大都市の道路、水路など社会資本整備の円滑化を資するよう大深度地下の公的利用に関する制度を創設するため、所要の法律案を次期通常国会に提出すべく準備を進める」ことが明示される
1988～	建設会社等民間企業、研究所が様々な開発プロジェクトを提案
1989.12	今後の土地対策の重点実施方針（土地対策関係閣僚会議） ・大深度地下の公的利用に関する制度、引続き検討を進める
12～	公共公益事業の所管省庁をはじめ各省庁は、それぞれが設置した研究会、懇談会での基本的考え方、法制度等の検討成果を公表
1990.6	日米構造問題協議最終報告書 ・大深度地下（首都圏は約50m以深）の利用促進により、大都市インフラ等 社会資本の整備促進 ・土地の高度利用を図るため、内閣を中心に対処、法律面、安全面、環境面等を慎重に検討を要す
1991.1	総合土地政策推進要綱（閣議決定） ・大深度地下の公的利用に関する制度につき、その利用促進を図るため、法律面、安全面、環境面等の種々の観点から慎重に検討
1995.6	臨時大深度地下利用調査会設置法可決 成立
1995.11	臨時大深度地下利用調査会設置法施行
1997.6	調査会中間とりまとめ公表
1998.5	調査会答申決定、内閣総理大臣へ報告
1998.6	内閣内政審議室など13省庁による大深度地下利用関係省庁連絡会議設置
2000.3.10	大深度地下の公的利用に関する特別措置法案が閣議決定
2000.3.30	衆議院本会議で可決
2000.5.18	第147回国会参議院国土・環境委員会 大深度地下の公的利用に関する特別措置法案に対する附帯決議（案）委員会決議 参議院本会議で可決
2000.5.19	
2000.5.26	「大深度地下の公的利用に関する特別措置法」（大深度法）公布
2000.12.6	法律の施行に係る政令公布
2000.12.28	法律の施行に係る省政令公布
2001.4.1	「大深度法」施行
2001.4.3	「大深度地下の公的利用に関する基本方針」の閣議決定
2003.1	「大深度地下利用に関する秘術開発ビジョン」公表

また、大手町・八重洲・銀座エリアにはJR東京駅を中心に27の駅が存在し、回遊性を持ち、かつ連続した地下歩行空間ルートとして3ルートが考えられ、総延長は、約4kmで日本最長となっている（図4）。このほか、約1.4kmを超えるルートは7、約1kmを超えるルートは10あり、これらのほとんどが、地下街、地下鉄等の駅、ビルの地下階の商業施設と接続し、荒天時に傘等の雨具も使用せず、信号待ちによる時間ロスのない快適な地下空間となっている。さらに東京駅周辺には、ビルの歩行空間も含めると総延長

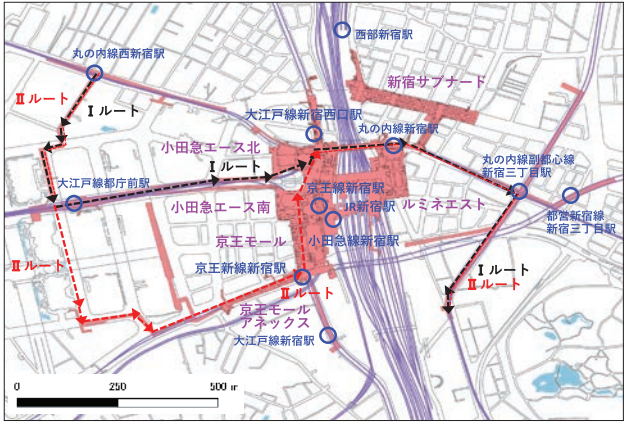


図3 新宿エリア

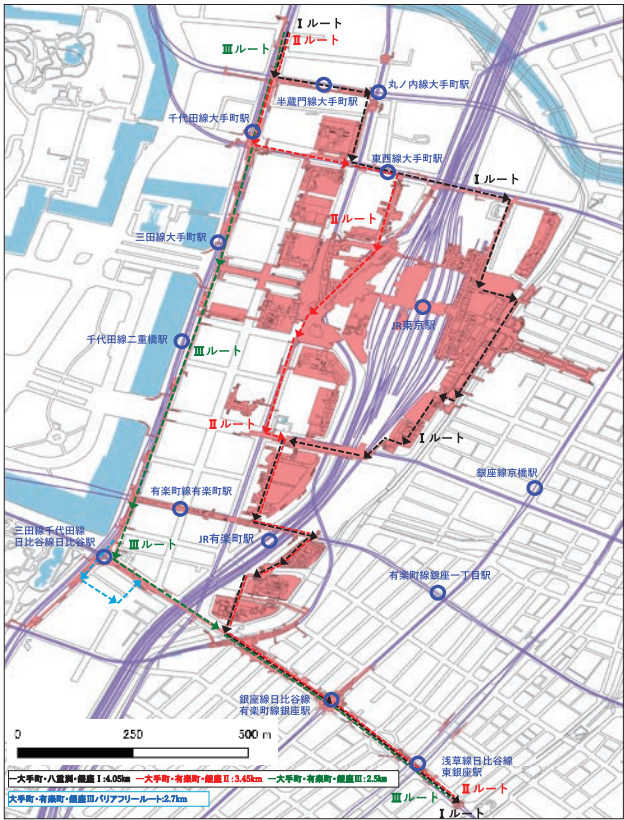


図4 大手町・八重洲・銀座エリア

約18kmにも及ぶ誰もが移動可能な地下歩行空間となっている。

地下空間の安全性の確保

「地下街の安心避難対策ガイドライン」によると、ターミナル駅周辺の地下街通路の通行者数が1日10万人を超える地下街が13カ所あり、大阪のホワイティうめだでは40万人を超えている。

地下空間は、安全、快適にぎわいと回遊性の高い歩行者ネットワークの中心として、また地震や台風時等における帰宅困難者を含む一時避難機能を

	地区	
1	大手町・八重洲・銀座Ⅰ	経団連ビル～大手町フィナンシャルシティキューブ～大手町フィナン東京一番街～ 八重洲地下街 ～京業線東京駅～東京フォーラム～有楽銀座～ 日比谷線銀座駅 ～銀座線銀座駅～銀座地下道～浅草線東銀座
2	大手町・有楽町・銀座Ⅱ	経団連ビル～千代田線大手町駅～東西線大手町駅～JR総武線～有楽町駅～JR有楽町線～イトシア～丸ノ内線銀座駅～ Echikafo 座前～ 日比谷線東銀座駅 6出口
3	新宿駅周辺Ⅱ	丸ノ内線新宿駅 ～民間ビル～都庁～大江戸線都庁前駅～京王モノエスト～新宿サウナード～ 丸ノ内線新宿三丁目駅 ～副都心新宿三丁目
4	新宿駅周辺Ⅰ	丸ノ内線新宿駅 ～民間ビル～都庁前～大江戸線都庁前駅～ 小田原線新宿三丁目駅 ～副都心線新宿三丁目駅～高島屋前
5	大手町・有楽町・銀座Ⅲ	経団連ビル～千代田線大手町駅～三田線大手町駅～千代田線二重橋台～ 丸ノ内線銀座駅 ～ Echikafo 銀座～ 日比谷線銀座駅 ～銀座
6	札幌駅・東西線BT駅	第一合同庁舎前1出口～JR札幌駅～ アピア ～南北線さっぽろ駅～ インター前駅 10出口
7	札幌駅・南北線すすきの駅	第一合同庁舎前～JR札幌駅～ アピア ～南北線さっぽろ駅～札幌駅10出口EL
8	大阪梅田Ⅱ	パシフィックマーク西梅田前～大阪ガーデンシティ～四つ橋線西梅田
9	神戸駅周辺	プロメナ神戸～ハーバランド～ デュオこうべ の浜の手～JR神戸駅～ 地駅 1号出口
10	大阪梅田Ⅰ	堂島ホテル前～ ドージマ地下センター ～四つ橋線西梅田駅～ ディアナ
11	名古屋駅周辺Ⅱ	ルーセントタワー～ルーセントアベニュー～ 桜通線名古屋駅 ～ ダイナ フォント～豊田ビル～セシチュリー豊田ビル～ ミヤコ地下街 ～ キタチ
12	大阪なんば	湊町リバープレイス前～JR難波駅～千日前線なんば駅～ なんばウォーク
13	神戸三宮駅周辺	サンパル～サンシティ～JR～三宮駅～ M-KITCHEN ～ さんかちゃん
14	京都四条河原町	阪急線四条河原町駅 A1出口～京都東御門前～カシマヤ前～ 阪急 コンラツト東京前～シオサイト～浅草線新橋駅～ 新橋駅東口地下街
16	上野・御徒町	日比谷線上野駅 ～ 旧 Echikafo 上野～JR上野駅～京成上野駅～地橋場出入口
17	名古屋駅周辺Ⅲ	ルーセントタワー～ルーセントアベニュー～ 桜通線名古屋駅 ～ ダイナ
18	名古屋駅周辺Ⅲ	本通駅 ～ シャレオ ～県庁前駅～広島球場跡地前～中央公園前
19	福岡天神	七隈線南天神駅 6出口～ 天神地下街 ～空港線天神駅～福岡アークス
20	横浜駅周辺	横浜キャメロットジャパン～ ダイヤモンド地下街 ～ハマリロード～ ド
21	名古屋駅周辺Ⅰ	ルーセントタワー～ルーセントアベニュー～ 桜通線名古屋駅 ～ ダイナ
22	名古屋栄	桜通線久屋大通駅 ～名城線久屋大通駅～ セントラルパーク ～名城線

赤字:地下街 青字:鉄道駅

有する場所としても安全性の向上は重要であり、地下空間で想定される地震、浸水、火災などの事象に対して、その防災・減災対策と主な対応が考えられている。2014年4月に国土交通省が「地下街の安心避難対策ガイドライン」を公表し、地下街防災推進事業がスタートした。管理者が行う歩行空間等の安全点検や、防災推進計画の策定及び付随する調査等（安全点検、耐震診断、対策検討等）防災対策のための計画の策定、防災対策に基づく避難通路や設備の改修等の支援が目的となっている。

その後、国土交通省や地方自治体において「避難確保・浸水防止計画作成の手引き」を策定しているほか、国土交通省 水管理・国土保全局では、2016年に「地下街等における浸水防止用設備整備のガイドライン」の策定、2017年に「浸水被害防止に向けた取組事例集」が公表されている。これらを受け、通路等公共的空間の防災性向上に資する施設の整備と併せて実施する浸水対策が補助対象として追加された「地下街の安心避難対策ガイドライン」の改訂版が2020年に公表されている。

一方、近年の地球温暖化に起因するゲリラ豪雨が局所的に顕在化しており、東京都では2007年に「東京都豪雨対策基本方針」を策定、2008年には「東京都地下空間浸水対策ガイドライン」を公表した。この中で地下街などにおける時間75mm降雨に対する対策が示され、雨水を一時貯留可能な空間整備が進められた。八重洲地下街では、出入口付近の桜通りの地下に約500mの貯留用トンネルが整備されており、新宿サブナード、渋谷地下街でも整備が完了している。

今後は、地下街の出入口をはじめ、接続する地下駐車場、鉄道、ビル等の出入口との連携を図った対策も重要となる。

- 1) 地下街の安心避難対策ガイドライン、国土交通省都市局、2014.4
- 2) シールドトンネル工事の現状と施工事例、シールドトンネル工事実績表（1990.4～1995.3）、1996.12、社団法人日本電力建設業協会
- 3) 工事実績集（1983～2022年度）、工法資料集、シールド工法技術協会
- 4) 地下街と地下歩行者ネットワーク、稲谷 太郎、日本不動産学会誌2020、Vol.34 No.2、No.133
- 5) 令和6年度土地白書、国土交通省、2024.6
- 6) 地下街耐震に関する調査報告書、国土交通省都市・地域整備局、2010.1
- 7) ジオスベアの開発と建設機械、土交法人日本建設機械化協会、1994.8