

新たな価値を生む空間

大深度地下

～動き始めた大深度地下利用～



いま、大深度地下の有効利用が求められています。

大都市においては、古くから下水道の整備による都市の衛生環境の向上がなされ、また、水道、電気、ガスといったライフラインの地下化、都市の活動を支える地下鉄や地下街が整備されるなど、地下利用による生活利便性の向上が図られてきました。近年では、これらに加え、水害や地震への安全対策、地上の自然環境や景観の保全対策としての地下利用など、安全でゆとりと潤いのある生活空間の再生のために地下空間の活用が進んでいます。

大都市における地下利用が一層の広がりを見せ、またより深い場所へと展開されてきたことを受け、平成13年に「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」が施行され、大都市における大深度地下の利用についての要件、手続き等が定められました。

大深度地下は大都市に残された貴重な空間です。ここでは、日常的に利用している身近な地下施設から、普段目にすることのない施設まで、我々の生活を支えている様々な地下施設について振り返りながら、今後のわが国の大深度地下利用について考えてみたいと思います。



横浜駅地下



飯田橋駅地下

CONTENTS

生活に溶け込む地下空間（有人施設）	4
暮らしの安全と安心を支える地下施設（無人施設）	6
地下利用の新たな展開	8
大深度地下使用制度	10
大深度地下利用のメリット	11
これからの大深度地下利用に向けて	11

トピックス

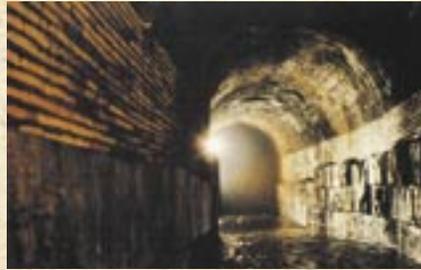
歴史に見る地下利用	3
世界の地下利用	4
地下に入った高速道路・The Big Dig	4
湖の下の駐車場・レマン湖地下駐車場	5
ここにも地下施設	6
シールド工法の進歩	8

～歴史に見る地下利用～

地下空間は、掘削技術の発達が十分ではなかった時代には、その大規模な利用には大変な困難を伴ったことから、都市基盤として特に重要な施設を建造した場合にその活用が見られます。

「古代ローマ帝国」 紀元前6世紀～ 上下水道

紀元前6世紀頃より建設された上下水道は古代ローマ帝国の基礎と繁栄を支えたと言われています。住宅から出された汚水は雨水とともに道路下の下水道へと流れ、「アッピア水道」をはじめとする水道網と完全に分離した衛生的な社会基盤が築かれました。



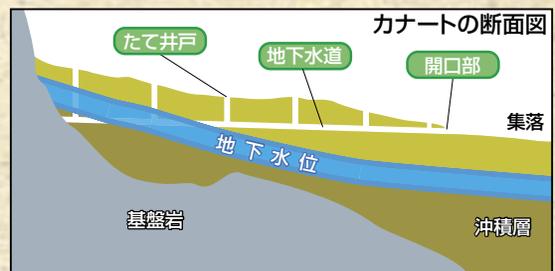
ラ・クロアカ・マキシマ巨大下水道
(イタリア・ローマ)



水道橋ポン・デュ・ガール
(フランス・プロヴァンス)

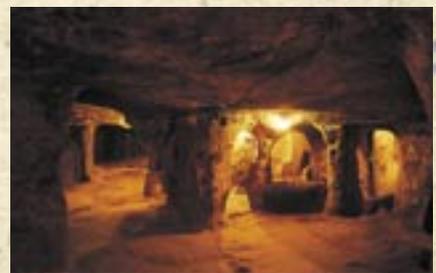
「古代ペルシャ」 紀元前5世紀～ 灌漑用水

紀元前5世紀頃より建設されたカナートは、中央アジアの乾燥地帯に分布する地下の灌漑用水路です。乾燥した砂漠地帯において地上を避けて地下にトンネルを掘り、山から水を引いていました。全長10 km程度のもので、約30 mおきにたて井戸を掘り、直径1 m程度のトンネルでつなぐことで、農耕に従事する多くの民に恵みをもたらしたといわれています。



「カッパドキア」 紀元前3世紀～ 地下都市

カッパドキアは、迫害を恐れたキリスト教徒が修行と生活の場を求めて移り住んだ地下都市と考えられています。この地下都市には、礼拝堂、居室、食堂、学校などがあり、地下8層、深さ80 m以上に及び、数万人の人々が居住していたと言われています。この土地は火山性の凝灰岩から成り、ノミで簡単に掘削できたことが、地下居住の進んだ大きな理由と考えられています。



生活に溶け込む地下空間 (有人施設)

地下空間は道路や鉄道のほか、地下街や駐車場など、様々な用途に利用されており、人々にとって身近な空間となっています。

世界最長の鉄道トンネル 青函トンネル

- 青森県東津軽郡今別町～北海道上磯郡知内町
- ・トンネル延長：53.85km
 - ・トンネル断面：幅 9.70m、高さ 7.85m (馬蹄型)
 - ・最大深さ：240m (水深 140m)
 - ・開通：昭和 63 年
 - ・総事業費：6,890 億円

交通手段が連絡船に限られていた本州・北海道間を、海底トンネルで結ぶことで天候に左右されない安全で安定した鉄道交通を実現しました。
開通から 17 年を経た現在でも世界最長を誇っています。



東京湾をまたぐ海底トンネル 東京湾アクアライン

- 神奈川県川崎市～千葉県木更津市
- ・全長：15.1km (うちトンネル延長 9.5km)
 - ・トンネル断面：14.14m (シールドマシン外径)
 - ・最大深さ：43.5m (水深 27.5m)
 - ・開通：平成 9 年
 - ・総事業費：1兆 4,823 億円

大型船舶が多数航行する東京湾を海底トンネルで結ぶことにより、海上交通に影響を与えることなく、京浜地域と房総地域間の走行距離を大きく短縮しました。
トンネルの施工には、当時世界最大となる直径約 14 m のシールドマシンが用いられました。



写真提供：東京湾横断道路株式会社

～世界の地下利用～

地下に入った高速道路 都市に甦った緑の環境空間

**The Big Dig
(CA / T プロジェクト)**
アメリカ マサチューセッツ州ボストン

高架の高速道路を地下化し、美しい街並みの再現と市街地中心の慢性的な交通渋滞の緩和を目指したプロジェクトです。

延長 12km で、2003 年からトンネル部が一部区間を除き、供用開始されています。



着工前



完成イメージ

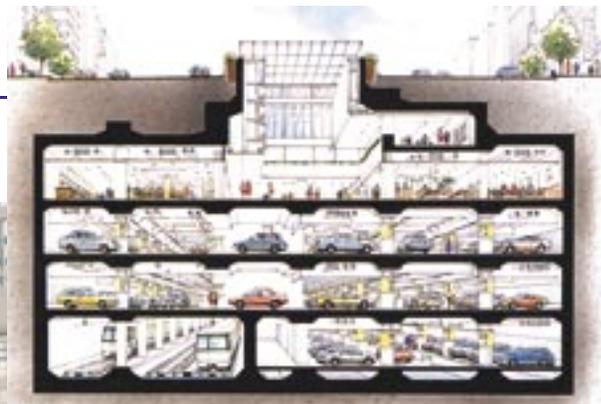
出典：Massachusetts Turnpike Authority

国内最大の延床面積を持つ地下街 クリスタ長堀

大阪市中央区
 ・延床面積：81,800m²
 ・開業：平成9年
 ・総事業費：827億円

大阪の心斎橋駅をはじめ5つの地下鉄駅を長堀通りの地下約860mにわたり連絡する地下街。地下4層構造で、地下1階部は店舗面積約1万m²の商業施設、地下2～4階部は駐車場（約1,000台）等に活用されています。

地下1階部は地下街に設けられた8つの広場と地上からのトップライトにより地下空間にありながら安らぎと開放感を演出しています。



世界最大規模の地下交通ネットワーク 東京の地下鉄

世界最大規模を誇る東京の地下鉄は、都市部における交通の円滑化、土地利用の高度化に大きく寄与していることはもとより、エネルギー消費の観点からも地球環境にやさしい交通ネットワークです。昭和9年の銀座線開業から73年を経て、平成19年に東京メトロ13号線（池袋～渋谷）が開業予定です。



世界の地下鉄の比較

		地下区間 [km]	年間輸送人員 [百万人]
東	京	272.7	2,981
ソ	ウル	258.9	2,259
ニ	ューヨーク	234.6	1,515
パ	リ	194.7	1,616
ロ	ンドン	181.0	947
モ	スクワ	275.6	3,200

資料:東京メトロハンドブック2005より
 ※東京は、私鉄等を含まない。
 モスクワは、地上部を含む全営業キロを記載。

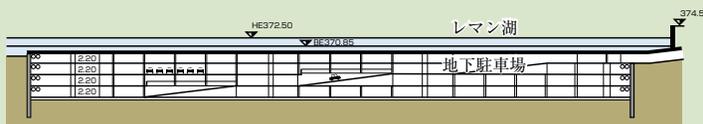


湖の下の駐車場 景観の保全とスペースの有効利用

レマン湖地下駐車場 スイス ジュネーブ

レマン湖の湖底に地下4層にわたり駐車場（1,450台）を設置した事例です。隣接するプール・ド・フル広場を中心とした旧市街地に隣接しているため、駐車スペースを確保するために地下に建設されました。

駐車場を地下化し、地上部の施設も周囲の環境に溶け込んだデザインとすることで、ジュネーブ市内でも有数の景勝地である旧市街地及びレマン湖周辺の美しい景観を守っています。



暮らしの安全と安心を支える 地下施設（無人施設）

電気、通信、ガス、上下水道など、ライフラインの多くは地下に設置され、私たちの暮らしの安全と安心を支えています。

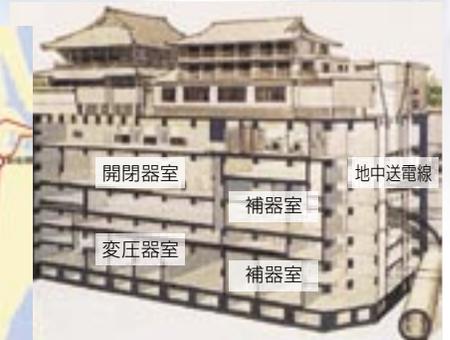
都内地下変電所（東京電力）

東京電力送電系統図

- 東京都区内の例
- ・延床面積：19,800m²
- ・階数地下：7階
- ・深さ：36.4m

大都市中心部の業務・商業集積地区や人口密集地等では、高圧送電線を架空により建設することが困難であることから地下を利用してネットワーク化されており、この中には土被りが40mを超える地下に設置されている送電線もあります。

この基幹送電線網により結ばれる都内20か所の超高压変電所もほとんどが地下化されており、周囲の景観と一体化させるため寺院や公園の地下を利用したものもあります。



出典：東京電力(株)

	東京電力	その他
50万V	地上	■
	地下	■
27万5千V	地上	■
	地下	■

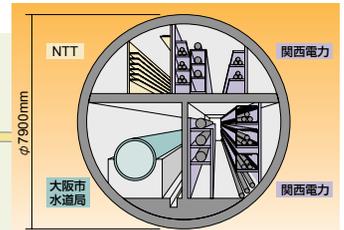
※ 点線は工事中

26号浪速共同溝

- 大阪府大阪市浪速区～西成区
- ・延長：2.9 km
- ・トンネル断面：7.9 m（外径）
- ・深さ：41 m（土被り）
- ・工事費：約189億円（インフラ施設を除く）

都市の動脈とも言うべき、電気・電話・上水道といったライフラインを一括して収容する施設です。強固な地盤を活かした防災性の向上、掘り返し工事の縮減、各施設の点検・補修の利便性の向上等に寄与しています。

大阪市内では既に国道1、2号線で整備が完了しており、次いで南北方向である国道26号線の地下において、地下鉄御堂筋線、四つ橋線直下から南下して築造する予定です。



～ここにも地下施設～

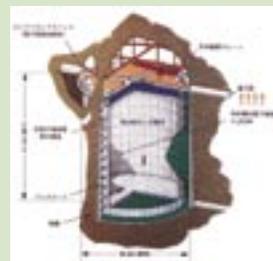


研究施設 スーパーカミオカンデ（岐阜県飛騨市）

- ・地下1000m
- ・廃坑を利用した最先端宇宙素粒子研究施設
- ・地中1,000mに設置された高さ約41mのタンクのような観測装置です。宇宙から来る素粒子が他の宇宙線に妨げられないように、地中深くで観測します。

建築物 国立国会図書館新館（東京都千代田区）

- ・地上4階、地下8階（最多階の地下室、地下30m）
- ・書庫を地下に設置し、皇居、国会議事堂等、周囲の環境との調和を図っています。



出典：東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設

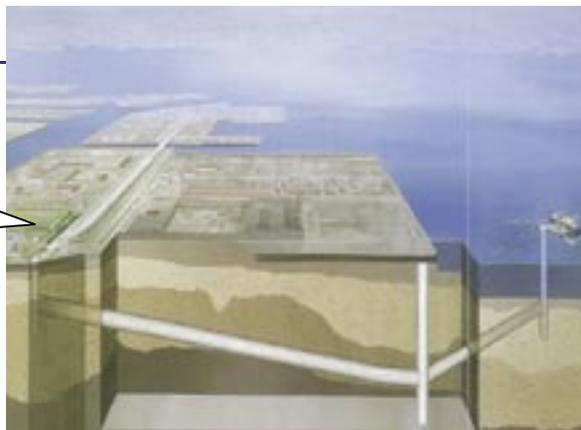
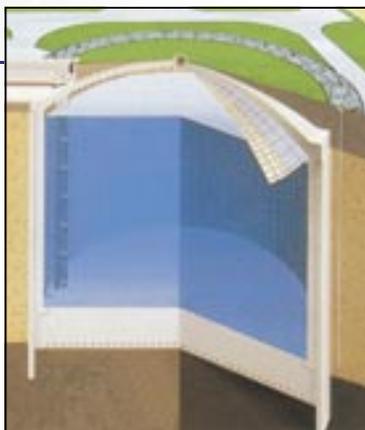
扇島工場（東京ガス）

横浜市鶴見区

- ・延 長：約 2 km
- ・トンネル断面：8.9 m（外径）
- ・深 さ：60 m（土被り）

横浜市鶴見区の扇島におけるLNG（液化天然ガス）の地下タンク。周辺環境との調和、安全性の確保等を目的に、施設全体が地下に完全に埋設された（地下約 70 m）世界初の事例です。

また、沖合に設置されたLNGの受入れシーバースとは、土被り 60 m のシールドトンネルにより直結されています。



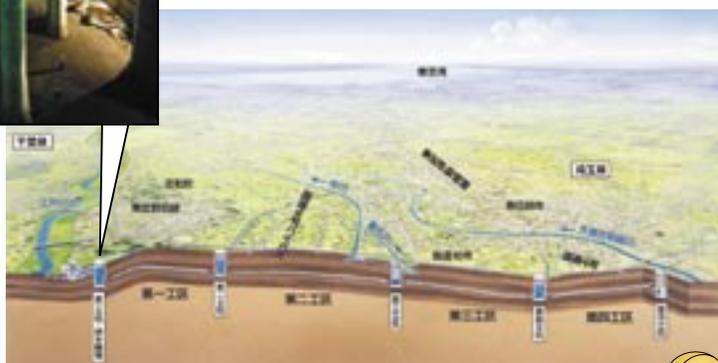
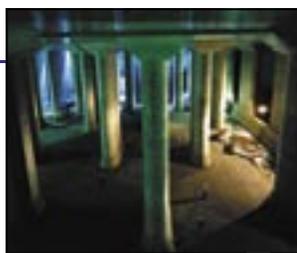
首都圏外郭放水路

埼玉県北葛飾郡庄和町～春日部市

- ・延 長：6.3 km
- ・トンネル断面：10.6 m（内径）
- ・深 さ：約 50 m（土被り）
- ・総事業費：約 2,400 億円

埼玉県東部の国道 16 号線の地下を利用して設置された世界最大規模の洪水防御施設。立坑、地下河川（トンネル）、調圧水槽（プール）、排水機場等からなります。

立坑の最大深さは約 70 m、外郭放水路全体の貯留容量 67 万 m^3 はサンシャイン 60 ビル 1 杯分に相当。排水機場から江戸川へ排水される水の量は 1 秒間で 25 mプール 1 杯分に相当する 200 m^3 に達します。



シンドくん



出典：東京電力(株)

発電所 葛野川地下発電所（山梨県大月市・塩山市）

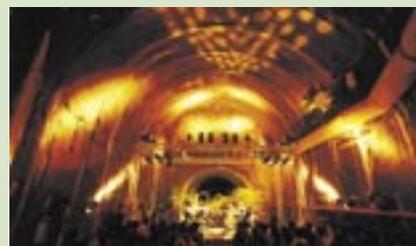
- ・地下 460m
- ・揚水式発電所

電気需要の少ない夜間に下部ダムから上部ダムに水を汲み上げ、昼間の電気需要が多いときには、逆に上部ダムから下部ダムに水を落として発電する方式の水力発電です。

実験施設 大深度地下フィールド実験施設（東急建設、神奈川県相模原市）

- ・地下約 50 m

大規模地下空間の構築を研究テーマとして建設されたフィールド実験施設です。模擬実験等により人の地下環境に対する心理・生理面の適応等についての研究もなされています。



地下利用の新たな展開

都市にゆとりと潤いをもたらす地下空間



赤坂地下歩道「エスプラナード・エトワール」
(東京都港区)



コムソモリスカヤ駅 (ロシア・モスクワ)



みなとみらい線馬車道駅 (横浜市西区)
写真：横浜高速鉄道(株) 撮影：松岡満男



地下広場ラプラス (カナダ・モントリオール)



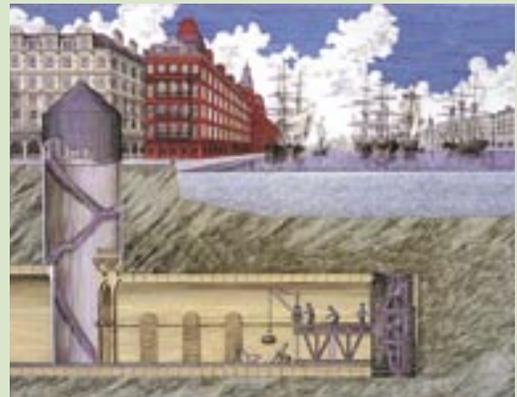
フォーラム・デ・アール (フランス・パリ)

～シールド工法の進歩～

シールド工法の誕生

シールド工法は、1818年にイギリスにおいて、フランス人技師ブルネルによって考案され、1825年にロンドンのテムズ河を横断する延長約360mの水底トンネル工事に初めて採用されました。

難工事であったようで、度重なる浸水により、7年間中断しましたが、1834年に再開し、1840年に完成しました。



これからの地下利用は、都市にゆとりと潤いをもたらすアメニティの高い空間の創造が期待されています。また、地上部の環境や都市景観の保全、さらにはライフラインの防災性の向上を目的とした取り組みとしても着目されています。

地下利用プロジェクトの進展

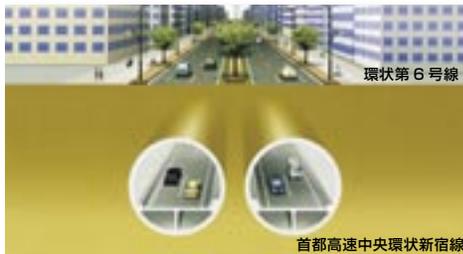
高速道路網を繋ぐ 都市トンネル

首都高速中央環状新宿線

- 東京都目黒区～板橋区
- ・延 長：約 11km
 - ・トンネル断面：約 13m（外径）
 - ・深 さ：約 52m（土被り）
 - ・開 通 予 定：平成 18 年度



放射方向の高速道路を連結することにより、都心に集中している通過交通を分散し、渋滞を減少させます。また、渋谷、新宿、池袋の各副都心の行き来が便利となり、首都圏交通の利便性が高まります。



災害に強い 水道づくり

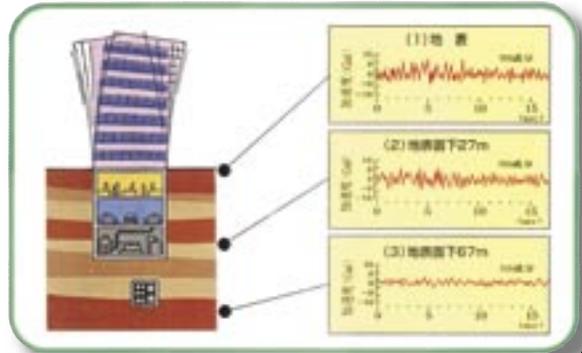
神戸市大容量送水管

- 神戸市東灘区～兵庫区
- ・延 長：13.7km
 - ・トンネル断面：3.4m（外径）
 - ・完 成 予 定：第 1 期区間平成 22 年



阪神・淡路大震災で甚大な被害を受けた神戸市の水道施設について、市街地に新たな大口径送水管を整備する事業。平常時の利用だけでなく、災害時における貯留機能、応急給水機能を有しています。

また、大深度地下空間における揺れは地表の数分の一以下と言われており、耐震性の向上が期待できます。



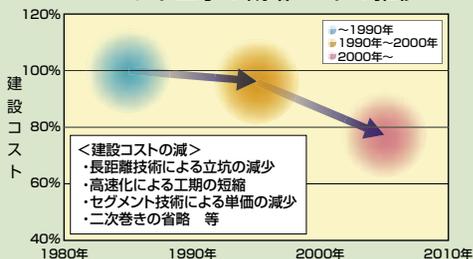
出典：川島一彦「地下構造物の耐震設計」



チカちゃん

シールド工法の進展

シールド工事の概略コストの推移



近年ではシールド工法の進歩により、高速化による工期の短縮、長距離化による立坑の省略等が可能となり、建設コストの低減が進んでいます。

ユーロトンネルは全長 49.2km で、ロンドン～パリ間をわずか 3 時間で結びます。日本のシールド工法技術は、この世紀の大プロジェクトでも活躍し、高い評価を受けました。



大深度地下使用制度

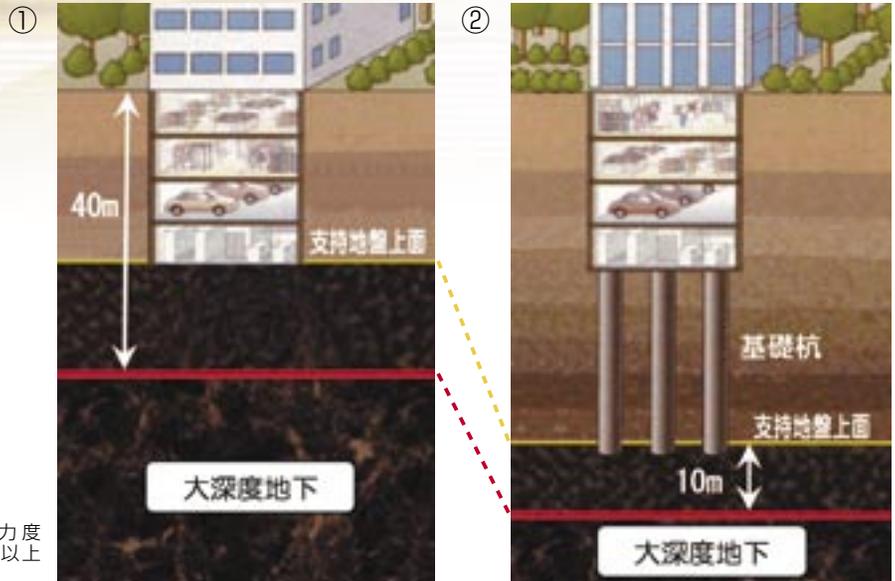
大深度地下は、通常は土地所有者等による利用がなされていない大都市に残された貴重な空間です。この空間を適正かつ合理的に利用するために、大深度地下使用法が定められました。これにより、公共の利益となる事業による大深度地下の一層の活用が可能になりました。

1. 大深度地下とは

大深度地下とは、①又は②のうちいずれか深い方の地下です。

①地下 40m 以深

②支持地盤上面から 10m 以深



※支持地盤：杭の許容支持力度
2500 k N/m² 以上
を有する地盤

2. 対象地域・対象事業

法律の対象地域は、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）であり、対象事業は、道路、河川、鉄道、電気通信、電気、水道、下水道等の公共性の高い事業です。

3. 大深度地下使用制度における補償の考え方

大深度地下については、通常は補償すべき損失が発生しないと考えられるため、事前に補償することなく使用権の設定が可能です。

ただし、

- ・井戸等の既存物件がある場合には、事前に補償が必要です。
- ・例外的に、既存物件の補償以外に補償すべき具体的な損失がある場合には、損失を受けた者が1年以内に事業者に対して請求できます。

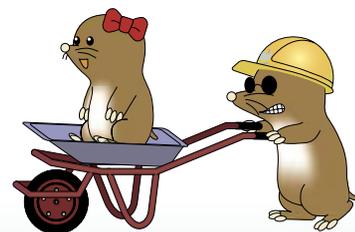
4. 認可権者

○国土交通大臣

- ・国又は都府県が事業者である事業
- ・事業区域が二以上の都府県の区域にわたる事業
- ・一の都府県の区域を越えて利害の影響を及ぼす一定の事業

○都府県知事

- ・上記以外の事業



大深度地下利用のメリット

1. 大深度地下は通常事前に補償を行うことなく使用権の設定が可能であるため、これまで事業化が困難であった都市部における事業の実現、事業期間の短縮、計画的な事業の実施が可能となります。
2. 道路下等に設置する制約がなくなり、線形が合理化されることでコスト縮減を図ることが可能となります。
3. 地震の影響を受けにくいことから、ライフライン等の安全性の向上に寄与します。
4. 地上で事業を実施する場合と比較して、騒音の減少、景観の保護等、地上の都市環境の保全に寄与します。

これからの大深度地下利用に向けて

わが国は国土の面積に比して山林が多く平野部が少ないという特徴を有しています。

このため、大都市においては、限られた土地を有効に活用するため重層的な地下利用が進んでいます。その中であって、大深度地下は、地権者等が通常使用しない空間であり、公益性を有する事業のために使用権を設定しても実質的な損失が生じない空間として、大深度地下使用法において、特別な手続、要件等が定められています。

また、上記の地勢的な特徴は、山林や海に隔てられた都市間を結ぶ鉄道、道路等のトンネル技術を育み、わが国は世界最高水準の掘削技術を有しています。

こうした制度面における整備、技術面における進歩等を受け、より効率的で効果的な社会資本整備が進み、豊かさやゆとりを実感できる都市生活の実現が期待されます。



国土交通省

国土交通省 都市・地域整備局 都市・地域政策課
大深度地下利用企画室

〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-3
T e l : 03-5253-8111 (代表)
F a x : 03-5253-1586

国土交通省大深度地下利用関係情報ホームページ
<http://www.mlit.go.jp/crd/daisindo/index.html>



平成17年12月作成