

大深度地下利用に関する 技術開発ビジョンについて

国土交通省都市・地域整備局大都市圏整備課 大深度地下利用企画官

なかしま まさと
中島 正人



作成の経緯

大深度地下利用については、「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」(以下「大深度地下法」という)が平成12年5月に成立し、平成13年4月より施行されている。この法律の施行により、大深度地下利用が事業実施段階に入ったことにより、都市再生や都市機能の強化などの目的に対して、空間利用に関する新たな選択肢が加わったことになる。

現在すでに、実際の地下利用事例においては、大深度地下に相当する深さの地下40m以深の空間が利用されるに至っているが、大深度地下法の成立・施行を契機として、各方面から大深度地下利用に関する構想が提案されている。

今後、大深度地下利用制度の利点を活かした事業が計画・実施されていくことが期待されるが、より高度で多様な大深度地下利用を効率的に進めるためには、その特性を踏まえた一層の技術の開発が不可欠であると考えられる。

また、大深度地下法の施行に併せて閣議決定された「大深度地下の公共的使用に関する基本方針」では、大深度地下利用を進めるためにはさらなる技術開発が必要との認識から、「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をとりまとめ、公表すること等により、民間の技術開発の促進を図ることとする。」とされている。

本ビジョンは、大深度地下利用に関するこのような課題認識に基づいて、幅広い技術の開発を促進するため、大深度地下利用に必要な技術開発の方向性、具体の技術開発項目について検討を行ったものであり、平成12、13年度に「大深度地下利用に関する技術開発ビジョン検討委員会」(委員長：黒川洸東京工業大学名誉教授)において検討を重ねた成果をとりまとめたものである。



技術開発の必要性

現状では大深度地下に相当する深さの地下の利用が進んできているが、地下施設は地上施設に比べて地上環境への影響が少ないという利点がある一方で、深さに起因した地上アクセスの不便さ、複数路線の乗換駅における迷路性などの大深度地下利用にあたっての課題も指摘されている。

また、都市再生や大深度地下法の利点を活かした地下利用を考えると、今後求められる地下空間は、現状に比べて、より深く、より長く、大規模なものとなってくると考えられることから、大深度地下利用施設の実現にあたっては、深くかつ大規模な地下利用において考えられる課題に対する適切な対応が必要となる。

具体的な大深度地下利用の課題としては、施設の維持管理、更新が困難であることや、深さからかかる高水圧や高土圧に対しての安全かつ合理的な地下空間の建設、地下水など環境への影響の正確な予測・調査、火災・爆発、停電等の災害に対する安全確保、快適で安全な内部環境の実現などがあげられる。

これらの課題には、技術的な対応により解決できるものも多いと考えられ、現状の技術を踏まえ、よりよい地下空間の実現に向けたさらなる技術開発が必要と考えられる。

3 技術開発の視点

地下利用の課題については、施設の事業者（設計者など）や利用者の視点に立って、これら各段階における技術的課題を適切に把握し、その解決に向けた技術開発を行う必要がある。

これらを踏まえると、大深度地下利用に関する技術開発の視点は、以下のようにまとめられる。

- ①（浅・中深度と同等以上に）よりよく・安全に使うための技術開発
- ②（浅・中深度と同等以上に）環境に配慮してよりよく作るための技術開発
- ③（大深度地下利用を）適切に評価するための技術開発

4 技術開発の検討条件

技術開発の検討にあたっては、現状の大深度地下に相当する深さの地下の利用の現状などを踏まえた上で、今後の地下利用の方向も考慮して検討条件を設定し、検討テーマの抽出および具体的な技術開発項目について検討を行った。

具体的な検討条件としては、大深度地下の特徴を活かし、都市再生への利用ニーズが想定される線状（トンネル系）幹線施設ならびにこれらと地上との連絡施設を主な検討対象施設とし、以下のように設定した。

検討条件

- ① 利用する大深度の範囲
地下40m から概ね100m
- ② 設置する施設
外形15m 程度のトンネル（典型的には単円形シールド、検討テーマによっては点的施設も含め、他の工法、形態も想定）
- ③ 施設利用の目的
大深度地下法の対象事業（道路、河川、鉄道、電気、ガス、水道、下水道等）
- ④ 利用する地盤の土質等
支持層以下の土丹層または砂礫層（検討テーマによっては地下水位を含めさらに詳しく検討）

5 技術開発の方向性

三つの技術開発の視点、「よりよく・安全に使う」「環境に配慮してよりよく作る」「適切に評価する」により、技術開発の方向性を整理すると、表 1 のように22の技術開発テーマにまとめられる。

これらのテーマは事業の計画、構築、利用の各段階に対応したものであり、大深度地下利用全般にわたる技術的課題に対応したものとなっている。

特に、人が利用する場合の安全性や地下水などの環境保全是大深度地下利用を実施する上での前提となるものであり、大深度地下空間を構築するためのトンネル掘削技術とともに重要な技術項目となる。また、大深度地下利用を進めていく上では、地質調査解析などの基礎的な技術項目や地上とのアクセスの高速化、内部環境の快適性などの項目も欠かすことはできない。

実際のプロジェクトの合理的な実施にあたっては、大深度地下利用施設の特長・諸元に応じて、必要となる個別技術開発項目を組み合わせることで技術的に対応することとなるが、大深度地下を浅・中深度同等以上によりよく・安全に使うための技術、環境に配慮してよりよく作るための技術、適切に評価するための技術、大深度地下利用を評価

表 1 主な技術開発項目の例示

視点	技術開発テーマ	主な技術開発項目
Ⅰ	①空間設計技術	・迷路性改善のための歩行者に対するナビゲーション技術や災害時の情報提供，誘導技術，移動弱者にも安全なバリアフリー化技術など。
	②内部環境技術	・快適な光・視環境形成のための省エネルギー，低発熱，長寿命のLED面発光照明など。
	③換気技術	・安全な内部環境維持や地上環境の保全のための集塵，脱硝技術など。
	④防災システム	・非接触型認識技術による残留者位置確認システムや大深度で一時的に避難できる一次滞留避難施設，早期火点検知システム，煙流動制御など。
	⑤垂直輸送システム	・連続輸送可能なリニアモーターを利用した垂直輸送システムや急傾斜エスカレータ，地上出入口の設置位置の自由度確保のための急傾斜エスカレータなど。
	⑥移動・物流システム	・エレベータ・クレーン技術を融合させることによる輸送システムの高速度化や循環機構による大量化の技術など。
	⑦シールドトンネルの耐久性	・高耐久セグメントの開発やライフサイクルコスト（LCC）に配慮した耐久性設計手法。
	⑧躯体構造物の耐久性維持補修	・地下構造物の長寿命化のためのひびわれの発生しにくいコンクリートやライフサイクルコストに配慮した耐久性設計手法など。
Ⅱ	⑨シールドトンネル設計技術	・大深度地下シールドトンネルの実測データに基づく既往の設計手法の検証と適切な地盤特性評価手法の開発など。
	⑩大深度地下構造物の設計技術	・立坑や NATM 工法トンネルの大深度地下の実測データの蓄積による設計法の検証と適切な地盤特性評価。
	⑪地質調査解析技術	・調査位置の直上の土地が確保できない場合にも対応可能な曲線的なボーリングやトモグラフィ，地上から調査可能な浅層反射法などの調査技術，地盤状況の3次元表示などを可能とする既往のボーリングデータに関するデータベースの構築。
	⑫施工中の調査，計測技術	・施工中のリアルタイム計測技術や施工後の管理を合理的にするための長期対応計測等技術など。
	⑬地下環境アセスメント	・地下水流予測技術など地下水の質的・量的変化を調査，予測する技術，地盤や構造物などの変状を観測する技術など。
	⑭地下水制御技術	・地盤沈下，地下水変動を回避するための地下水モニタリング技術やシールドトンネルの止水技術のさらなる開発など。
	⑮立坑の掘削技術	・大深度立坑の効率的な構築のための自動化技術や合理的に立坑を構築するための材料開発など。
	⑯大規模空間掘削構築技術	・大規模地下空間を掘削するための地山補強等技術や周辺への影響解析手法など。
	⑰長距離高速掘進技術	・各機器の高耐久化による長距離シールドマシンの開発や高速かつ大量の資材・土砂搬送技術の開発など。
	⑱新しい掘削技術	・複数の地盤に対応した複合地質型シールドマシンの開発や山岳工法とシールド工法を組み合わせた新しい掘削工法の開発など。
	⑲トンネルの拡幅分岐技術	・拡幅，分岐部に山岳工法や補助工法を併用した技術，分岐可能なシールドマシンの開発など。
⑳多様断面トンネル技術	・単円形に対し同じ断面積を小さい高さで確保することができる非円形・多円形シールドトンネルの開発など。	
㉑発生土の排出，処理，輸送技術	・効率的で環境負荷の少ない土砂運搬のための輸送技術や土砂処理のためのリサイクル技術の開発など。	
Ⅲ	㉒大深度地下利用評価技術	・地上の大気，騒音に与える効果や景観，土地の有効利用，大深度地下施設の耐震性などによる効果を適切に評価するための手法の開発。

【視点】 Ⅰ：浅・中深度同等以上によりよく安全に使う。
Ⅱ：浅・中深度同等以上に環境に配慮してよりよく作る。
Ⅲ：大深度地下利用を適切に評価する。

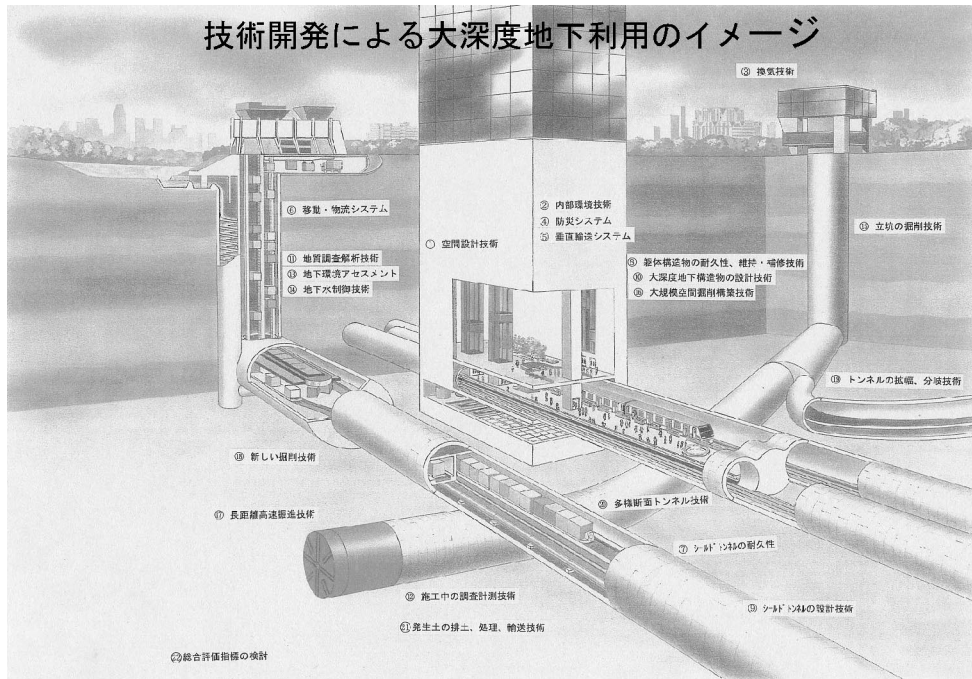


図 1 技術開発による大深度地下利用のイメージ

する技術を総合的に開発することにより、よりよい大深度地下利用が実現するものと考えられる。

近い将来に実現が期待される都市内道路，地下鉄道，地下河川等の大深度地下利用施設ならびに拠点施設と関連する技術開発のイメージは図 1 のとおりであり，技術開発を活用することにより，大深度地下利用をよりよく進められることが期待されている。



技術開発の推進に向けた今後の課題

大深度地下利用に関する技術開発の推進に向けては，整理したような技術開発項目の検討を，民間による開発が困難な部分については国も役割を担うなど，公民のパートナーシップ（役割分担）に基づいてより深めることはもとより，実プロジェクトを用いた技術開発の推進，大深度地下利用

に係るデータベースの構築と活用，大深度地下利用推進に向けた社会的な検討課題の検討についても留意する必要があると考えられる。

今回のビジョンで提示した技術開発項目は，今後実現が期待されるさまざまな地下利用の形態を想定し，整理を行ったものであり，具体的大深度地下利用事業の実施にあたっては，施設の用途，規模等によって，開発すべき個別の技術項目はさらにさまざまな項目にわたると考えられる。

今後の大深度地下利用に向けては，本ビジョンを参考にしながら，よりよい大深度地下施設の実現を目標として，民間，大深度地下利用事業者の双方で各事業特性に応じた積極的な技術開発を行うことが望まれており，社会の期待も大きい。都市部の社会資本整備の有力な手法である大深度地下利用を適切に進めるために，さまざまな分野における技術開発の推進を期待するものである。