

參考資料

参考資料の解説

参考資料－1 委員会開催経緯

参考資料－2 大深度地下利用に関する技術開発項目一覧

22の技術開発テーマごとに、今後必要になると考えられる具体的な技術開発項目を一覧にまとめています。これらの詳細については、各技術開発テーマごとに検討の内容を報告書として取りまとめていますので、そちらをご覧ください。

参考資料－3 図表出典一覧

参考資料－1 委員会開催経緯

大深度地下利用に関する技術開発ビジョン検討委員会 構成

委員長	黒川 洸	東京工業大学名誉教授	
委員	小泉 淳	早稲田大学教授	
委員	佐藤 邦明	埼玉大学教授	
委員	辻本 誠	名古屋大学教授	
委員	西 淳二	名古屋大学教授	
委員	花村 哲也	岡山大学教授	(五十音順)

オブザーバー

財団法人	エンジニアリング振興協会
社団法人	地盤工学会
財団法人	先端建設技術センター
社団法人	土木学会
社団法人	日本トンネル技術協会
社団法人	日本プロジェクト産業協議会
	次世代都市整備技術研究組合

大深度地下利用に関する技術開発ビジョン検討委員会 経緯

	開催日	議事内容
第1回	平成12年 12月21日	・技術ビジョン委員会設立について ・技術開発ビジョン策定の進め方について
第2回	平成13年 2月1日	・大都市新生のための大深度地下活用の在り方の検討の進め方について ・平成12年度検討 技術開発テーマの実施方針について
第3回	平成13年 3月22日	・大都市新生のための大深度地下活用の在り方の検討結果について ・平成12年度検討技術開発テーマの研究成果報告
第4回	平成13年 6月15日	・大深度地下利用に関する技術開発ビジョンの構成について ・平成13年度検討 技術開発テーマについて
第5回	平成13年 9月6日	・大深度地下利用に関する技術開発ビジョンの構成について ・平成13年度検討技術開発テーマ実施方針等について
第6回	平成13年 12月10日	・平成13年度検討 技術開発テーマの研究成果報告について
第7回	平成14年 2月26日	・大深度地下利用に関する技術開発ビジョン策定について

■参考資料－２ 大深度地下利用に関する技術開発項目一覧

※検討対象：技術開発テーマにおいて、その利用形態により特定の施設に関するものについては特定施設区分とし、利用形態によらず建設が対象となるものは非特定施設区分とした。

技術分野	技術開発テーマ	対象施設種類	検討概要（目標値）	技術開発項目（具体例）
【よりよく・安全に使う】				
1. 内部空間設計技術	①空間設計技術	特定施設区分 地下街・駅舎等の短期滞在空間（心理環境設計	大深度地下空間利用者の心理的負荷を軽減するため、人間の心理環境及び行動特性を考慮した空間設計技術の開発。	1) 快適性 ・地下空間利用者の心理的負荷を低減する空間設計技術の開発 2) 迷路性 ・地下空間利用者のための歩行移動を対象としたナビゲーション技術の開発 ・人間行動と利用形態に適合した空間の設計手法の開発 3) バリアフリー ・移動弱者がより早く、より安全に、安心して同一平面、上下方向に移動できる手段の開発 ・健常者と交通弱者が共生できる仕組み（ユニバーサルデザイン）の確立 4) 避難 ・災害時の種類（火災、水害など）に対応した情報提供と誘導技術の開発 ・人間の避難行動特性からみた避難施設的设计 ・災害避難時の人間行動シミュレーション技術の開発
		特定施設区分 地下街・駅舎等の短期滞在空間	大深度地下空間の特性に配慮した、よりよい地下空間環境を実現するため、地下空間を構成する各環境施設に関する技術開発。	1) 内部環境技術全般 ・地球環境時代に対応した、省エネルギー、省資源等 2) 光・視環境 ・省エネ、長寿命等の特性から負荷を低減する LED 面発光照明 ・省エネのための制御システムによる調光照明 ・自然に乏しい大深度だからこそ価値が高い自然光採光装置 3) 温熱環境 ・大深度地下のメリットを活かした地中熱利用技術 ・環境に配慮した燃料電池等によるコージェネレーション ・長いダクトを活かした省エネ技術としての全熱交換器 4) 空気質環境 ・閉鎖空間での空気質保全のソフトの施策としての燃焼機器の使用禁止 ・大深度特性を活かしたエコマテリアルの利用（内装材） 5) 植物・ビオトープ環境 ・大深度空間に安らぎをあたえるインドアグリーン 6) 人工環境の創造 ・時間や季節などを感じさせ癒し効果のある音環境制御、環境音楽、香りの供給、疑似窓、自然採光等 7) 給排水・水処理技術 ・大深度特性を活かした深層曝気下水処理

技術分野	技術開発テーマ	対象施設種類	検討概要（目標値）	技術開発項目（具体例）
2. 換気、排煙設備	③換気技術	特定施設区分 地下街・駅舎等の短期滞在空間	施設の大深度化・長距離化・大規模化にあわせ、より快適な地下空間形成や地上環境改善のため、換気技術のさらなる開発。	1) 道路トンネル ・大深度地下、長大トンネルに適応可能な換気システムの構築 ・換気立坑長距離化のニーズに対応した横流・縦流換気及び組み合わせ換気による効率化・最適化技術 ・汚染物質発生量の低減による換気量減少に適応する施設規模の検討 ・排ガスの地表への影響低減のために排ガスの高度浄化による循環利用 ・排気ガス排出に伴う汚染物質の除去方法の確立 ・SPM(PM2.5)、NOx ガス除去、集塵技術（有害物質吸脱着）、脱硝技術を効果的に組み合わせた循環型空気浄化システム ・非常時（火災時）に対する換気システム適応と安全性の確保 ・構造物を見せない工夫による地上景観保全技術 2) 鉄道トンネル及び駅舎 ・大深度地下の特殊性を生かした駅舎等の換気・空調最適化技術 ・地盤の熱容量を考慮した換気空調方式の開発 ・換気空調設備小型化への技術開発
		非特定施設区分 道路トンネル 鉄道トンネル	大深度地下と地上との空間的隔たりや消防活動が制約されることなどに配慮した防災対策技術の開発。	1) 極初期における火災対応 ①避難を迅速にするための極早期火点検知システム ・監視システム、早期検出センサー ②延焼を防止するための極早期消火システム ・消火ロボット、少量消火システム 2) 避難経路の確保 ①安全確保のための一時避難施設仕様決定検討 ・避難場所最適化、耐火・断熱性能 ・避難所内部モニタリング ②トンネル部分の安全防火区画設置技術 ・ウォークスルー型耐火スクリーン、大型エアバック ③エレベータ、エスカレータ等の避難施設 ・避難施設とするための要求性能検討と付帯施設の検討 3) 道路及び鉄道トンネルにおける火災時対応 ・防災システムと交通システムの連動 ・一時避難場所の基本仕様検討：大深度地下において救助までの間、一時的に避難できる安全待機場所の収容人数、耐火性能、必要設備等の基本仕様検討 ・情報化とリンクした避難誘導システム ・安全防火区画設置技術：トンネル内を長時間、長距離にわたって歩行避難が可能となるようなトンネル内の安全区画の設置技術の開発 ・煙流動制御技術：常に新鮮な空気の中で避難できるように、避難方向と熱・煙の流動方向が一致しないような流動制御技術の開発 ・消防隊アクセス確保手法検討 4) 洪水対応 ・ITによる広域気象情報を利用した洪水予防対策：広域気象情報や微気候情報等を利用して、遠隔地で発生している局地的な豪雨等によって大深度地下全体に被害が及ぶことのないような安全防止対策システム 5) 残留者把握 ・残留者位置確認システム：JRの新しい定期券であるSUICAのような非接触型認識技術を利用して大深度地下における避難残留者の人数、位置情報等に関する把握技術の開発
3. 防災システム	④防災システム	特定施設区分 地下街・駅舎等の短期滞在空間	大深度地下と地上との空間的隔たりや消防活動が制約されることなどに配慮した防災対策技術の開発。	1) 極初期における火災対応 ①避難を迅速にするための極早期火点検知システム ・監視システム、早期検出センサー ②延焼を防止するための極早期消火システム ・消火ロボット、少量消火システム 2) 避難経路の確保 ①安全確保のための一時避難施設仕様決定検討 ・避難場所最適化、耐火・断熱性能 ・避難所内部モニタリング ②トンネル部分の安全防火区画設置技術 ・ウォークスルー型耐火スクリーン、大型エアバック ③エレベータ、エスカレータ等の避難施設 ・避難施設とするための要求性能検討と付帯施設の検討 3) 道路及び鉄道トンネルにおける火災時対応 ・防災システムと交通システムの連動 ・一時避難場所の基本仕様検討：大深度地下において救助までの間、一時的に避難できる安全待機場所の収容人数、耐火性能、必要設備等の基本仕様検討 ・情報化とリンクした避難誘導システム ・安全防火区画設置技術：トンネル内を長時間、長距離にわたって歩行避難が可能となるようなトンネル内の安全区画の設置技術の開発 ・煙流動制御技術：常に新鮮な空気の中で避難できるように、避難方向と熱・煙の流動方向が一致しないような流動制御技術の開発 ・消防隊アクセス確保手法検討 4) 洪水対応 ・ITによる広域気象情報を利用した洪水予防対策：広域気象情報や微気候情報等を利用して、遠隔地で発生している局地的な豪雨等によって大深度地下全体に被害が及ぶことのないような安全防止対策システム 5) 残留者把握 ・残留者位置確認システム：JRの新しい定期券であるSUICAのような非接触型認識技術を利用して大深度地下における避難残留者の人数、位置情報等に関する把握技術の開発
		非特定施設区分 道路トンネル 鉄道トンネル	大深度地下と地上との空間的隔たりや消防活動が制約されることなどに配慮した防災対策技術の開発。	1) 極初期における火災対応 ①避難を迅速にするための極早期火点検知システム ・監視システム、早期検出センサー ②延焼を防止するための極早期消火システム ・消火ロボット、少量消火システム 2) 避難経路の確保 ①安全確保のための一時避難施設仕様決定検討 ・避難場所最適化、耐火・断熱性能 ・避難所内部モニタリング ②トンネル部分の安全防火区画設置技術 ・ウォークスルー型耐火スクリーン、大型エアバック ③エレベータ、エスカレータ等の避難施設 ・避難施設とするための要求性能検討と付帯施設の検討 3) 道路及び鉄道トンネルにおける火災時対応 ・防災システムと交通システムの連動 ・一時避難場所の基本仕様検討：大深度地下において救助までの間、一時的に避難できる安全待機場所の収容人数、耐火性能、必要設備等の基本仕様検討 ・情報化とリンクした避難誘導システム ・安全防火区画設置技術：トンネル内を長時間、長距離にわたって歩行避難が可能となるようなトンネル内の安全区画の設置技術の開発 ・煙流動制御技術：常に新鮮な空気の中で避難できるように、避難方向と熱・煙の流動方向が一致しないような流動制御技術の開発 ・消防隊アクセス確保手法検討 4) 洪水対応 ・ITによる広域気象情報を利用した洪水予防対策：広域気象情報や微気候情報等を利用して、遠隔地で発生している局地的な豪雨等によって大深度地下全体に被害が及ぶことのないような安全防止対策システム 5) 残留者把握 ・残留者位置確認システム：JRの新しい定期券であるSUICAのような非接触型認識技術を利用して大深度地下における避難残留者の人数、位置情報等に関する把握技術の開発

技術分野	技術開発 テーマ	対象施設分類	検討概要（目標値）	技術開発項目（具体例）
4. 移動・物流システム	⑤ 垂直輸送システム	特定施設区分 地下街・駅舎等	大深度地下へのアクセス性を高めるため、高速かつ大容量の人の移動を可能とする技術の開発。	1) リニア垂直輸送システム ・システム検討～実証実験 2) 急傾斜エスカレータ ・人が安心して地下にアクセスできる最適システムの検討 3) 急傾斜シールド工法 ・地下への出入口が拠点施設の直上とは限らないため柔軟にアクセスできるための工法の開発
		特定施設区分 物流トンネル 物流施設	大深度地下を利用した地下物流システムの実現に向けた、車両・貨物などを高速かつ大量に効率よく輸送・ハンドリングするための物流システムの開発。	1) 現有技術進化したシステム ・エレベータ、クレーン技術の融合による高速化、循環機構による大量化 ・急傾斜、高速化でも安全性確保 ・効率的積み替え方式評価検討 2) 研究段階のシステム ・リニア垂直輸送システム ・チューブ型物流システム ・環境に配慮した省エネルギー型の無動力搬送システムの開発 ・通信業界のバケット通信の概念を地下物流に適用した分散型物流システム（バケット物流）の開発
	⑦ シールドトンネルの耐久性	非特定施設区分 シールドトンネル	大深度地下施設の維持管理の困難さに配慮したシールドトンネルの耐久性や維持管理に関する技術開発。	1) 設計 ・セグメント本体の耐久性 ・シールド材の止水耐久性 ・一次覆工の止水性バックアップ ・覆工の耐火性能 2) 施工 ・二次覆工完全充填技術 ・施工時セグメント損傷防止技術 3) 維持管理 ・補修（止水）技術 ・覆工部材リプレース技術 ・保守・維持管理システム

技術分野	技術開発 テーマ	対象施設分類	検討概要（目標値）	技術開発項目（具体例）
6. 設計・計測、調査・解析技術	⑧ 躯体構造物の耐久性、維持、補修技術	非特定施設区分 躯体構造物・トンネル構造物	シールド工法以外の大深度地下構造物についての、耐久性や維持管理、補修や再生するための技術開発。	1) 設計段階 ・引張り強度の高い（ひび割れの発生しにくい）コンクリートの開発 ・連壁コンクリートの止水性向上 ・トータルコストを考慮した合理的な設計基準の検討 ・既存構造物における事例調査 2) 施工段階 ・連壁施工技術の向上 ・施工時の一次支保工の変形防止技術 3) 供用段階 ・躯体変状を容易かつ確実にモニタリングする技術と、その結果に基づいた確実な補修技術の開発 ・維持・補修評価基準の検討 ・既設地下構造物の耐力評価手法の確立 ・長期（耐用100年以上）にわたる地山安定度の調査及び評価手法の確立 4) 再生段階 ・既設構造物解体材の搬出方法の確立 ・供用下での安全で効率的な再生施工法の確立
		【環境に配慮してよりよく作る】		
	⑨ シールドトンネル設計技術	非特定施設区分 シールドトンネル	より合理的に大深度地下でシールドトンネルを構築するために、堅く締まった大深度地下の地盤特性を適切に考慮した設計手法の開発。	1) 大深度地下の特性を考慮した断面力の算定法の確立 ・連続体支持モデル、主働的地盤ばねモデル、多ヒンジモデルのような良好地盤の特性を考慮した（期待した）設計手法の確立 2) 大深度地下の特性を考慮した側方土圧係数の設定法の確立 ・実測例を踏まえた良好地盤における側方土圧係数の設定 3) 大深度地下の特性を考慮した地盤反力の設定法の確立 ・弾性係数より算出した良好地盤の特性の取り込み 4) 大深度地下の特性を考慮した施工時荷重、その他荷重の留意点の整理 ・大深度地下において支配的となるもの、注意を要するものの計測データの集積 5) その他 ・大深度シールドについて計測データの蓄積と計測データによる設計モデルの検証 ・大深度地下施設の最低限耐力を確保するための規定（最低覆工厚等）
⑩ 大深度地下構造物の設計技術	非特定施設区分 地下躯体構造物	地上とのアクセス部となる立坑や良好な地盤で採用が想定されるNATM工法による大深度地下施設をより合理的に構築するために、堅く締まった大深度地下の地盤特性を適切に考慮した設計手法の開発。	1) 共通事項 ・大深度地下の地盤特性の適切な評価 ・実測データの蓄積による設計手法の検証 2) 立坑 ・地盤の3次元的な支保効果の設計への取込み ・現状の土圧分布の見直し ・偏圧の作用を実測データや実験等で検証 ・浅深度の比較的軟弱な地盤と大深度の良好な地盤の硬軟差による地震時の挙動の把握 3) NATM ・荷重を支保工と覆工の合成で分担支持する手法の検討 4) 特殊シールド ・アーチ効果を取込み、部材厚を軽減する考え方 5) 地下ドーム ・各種施工方法の組合せ等に関する実測データの蓄積と検証	

技術分野	技術開発テーマ	対象施設分類	検討概要（目標値）	技術開発項目（具体例）
7. 地下水制御技術	⑭地下水制御技術	大深度地下施設全般	地下開発による地下水の変動は井戸枯れや地盤沈下につながるため、地下水の変動を適切に調査、計測し、対策を行うための技術開発。	<ol style="list-style-type: none"> 地下水調査技術 <ul style="list-style-type: none"> コントロールボーリングを用いた調査技術 止水技術 <ul style="list-style-type: none"> シールドトンネルの高耐久性止水技術 地下水迂回通水技術 <ul style="list-style-type: none"> 地下水影響の少ない迂回通水技術工法 開発起因の目詰まり防止システム技術
8. 立坑構築技術	⑮立坑の掘削技術	非特定施設区分 地下躯体構造物	大規模な大深度地下施設を実現するためには、シールドマシンの発進や地上とのアクセス部となる立坑の大深度化への対応。	<ol style="list-style-type: none"> 共通事項 <ul style="list-style-type: none"> 効率性向上のための自動化技術の開発 地下連続壁 <ul style="list-style-type: none"> 高性能安定液、高品質コンクリート、新素材応力材などの材料開発 自動化オーブンケーソン、自動化ニューマチックケーソン 大耐カグラウトアンカーで永久アンカー機能を有する技術、高性能周面摩擦低減材などの沈設対策技術の開発 縦型シールド <ul style="list-style-type: none"> 高水圧下において高付着力を即時発現する裏込め材などの浮き上がり防止対策技術の開発
9. 空間構築技術	⑯大規模空間掘削構築技術	非特定施設区分 地下躯体構造物	これまで以上に大規模な地下空間を実現するためには、施工技術のみならず設計及び周辺環境等への影響などを含めた技術の開発。計。	<ol style="list-style-type: none"> 掘削的基幹空間の掘削構築技術 <ol style="list-style-type: none"> ①機械掘削工法のIT化 <ul style="list-style-type: none"> 地上の操作室から安全に遠隔運転するための信号電送技術 掘削状況把握を遠方で確認するための技術 掘削土砂を安全で効率よく連続的に搬出可能な技術 ②大規模空間地山補強工法の開発 <ul style="list-style-type: none"> 大空間を支保できる経済的、高耐久性の高強度コンクリートや高強度被膜構造等の新素材や工法・技術 工場製作した鋼製支保工材の効果的設置技術 ③高性能構築工法の開発 <ul style="list-style-type: none"> 高強度、高流動コンクリート使用による施工性向上技術 高強度で耐久性があり、軽量化を図れる新素材の開発 ④大断面同時覆工掘削工法の合理化 <ul style="list-style-type: none"> 掘削に先行する止水方法としての広範囲・短時間補強・止水可能技術 有柱複円形シールドにおけるトンネル縦断方向構造部材開発 複円形一体型覆工構造シールド機の地中切り離し、分岐技術 ⑤周辺への影響検討手法の確立 <ul style="list-style-type: none"> 多様断面に追従可能な構造や新素材あるいは施工法の開発 地上との連絡空間の掘削構築技術 <ul style="list-style-type: none"> 機械化掘削工法のIT化 高性能構築工法の開発 接続部高性能止水工法の開発 耐震設計手法の確立

技術分野	技術開発テーマ	対象施設分類	検討概要（目標値）	技術開発項目（具体例）
⑪地質調査解析技術		構造物 非特定施設区分 地下躯体構造物	民有地の地下など地上から地盤を調査することが不可能な場合への対応など、大深度地下利用の特徴に配慮した地盤調査技術の開発。	<ol style="list-style-type: none"> 基盤探知技術 <ul style="list-style-type: none"> コスト削減、高精度化を目的とするN値に変わる指標 大深度の材料確認のためのコントロールボーリング 三次元情報技術 <ul style="list-style-type: none"> 地盤の三次元的情報を離れたボーリングから得るためのトモグラフィ技術 地盤の広がりや地表から必要な精度で探査するための浅層反射技術 既往ボーリングのデータベース <ul style="list-style-type: none"> 既存のデータを有効利用できるシステムの構築
		地下トンネル		
		地下躯体構造物 非特定施設区分	安全かつ合理的に大深度地下施設を施工するため、施工中の地下から直接地盤などの情報を調査、計測するための技術開発。	<ol style="list-style-type: none"> 計測技術 <ol style="list-style-type: none"> ①地盤調査技術 <ul style="list-style-type: none"> 施工の精度を上げるための切羽からの調査技術 構造物周辺地盤の状況を把握する地盤の可視化技術 ②計測技術 <ul style="list-style-type: none"> 合理的な施工を行うための施工機械制御データ利用 合理的、高精度の施工を行うための計測データの施工フィードバック ③長期計測技術 <ul style="list-style-type: none"> 長期計測が可能な機器を開発する長期対応計測技術 施工中と施工後の継続モニタリング 長期的な変動を計測するための長期計測システム データベース構築と利用システム <ol style="list-style-type: none"> ①地盤調査技術 <ul style="list-style-type: none"> 既往のデータを有効利用できる地盤データの蓄積利用システム ②計測技術 <ul style="list-style-type: none"> 将来の施工に役立てるための計測データの蓄積
地下トンネル構造物				
⑫施工中の調査・計測技術		地下躯体構造物 非特定施設区分		
		地下トンネル構造物		
⑬地下環境アセスメント		地下躯体構造物 非特定施設区分	大深度地下開発が周辺環境に与える影響について適切に、調査、予測、評価、モニタリング、対策するための技術開発。	<ol style="list-style-type: none"> 地下水の量的・質的变化対応技術 <ul style="list-style-type: none"> 音響透水トモグラフィ 比抵抗高密度探査法の高度化 自動水質計測センサー 高度な地下水情報処理解析技術 <ul style="list-style-type: none"> 水質変化予測評価解析手法 広域三次元高速浸透流解析手法 広域三次元高速移流・分散解析手法 広域データベース構築 塩水化に関するデータベース化 評価実験と検証解析 地盤沈下に関するデータベース化 類似アセスメント事例からのデータベース構築 地下水・地盤と関連する技術 <ul style="list-style-type: none"> 気液2相解析手法の改良・開発 水質等の状況変化下の微生物挙動把握 既設調査孔利用のモニタリングシステム モニタリングデータの伝送システム 長期耐久性センサーの開発
		地下トンネル構造物		

技術分野	技術開発 テーマ	対象施設分類	検討概要（目標値）	技術開発項目（具体例）
10 トンネル構築技術	⑰長距離高速掘進技術	地下トンネル構造物	大規模な地下施設を効率的に構築するため、シールドトンネルの長距離化、高速化に向けた技術開発。	1) 長距離対応技術 ①シールド機 ・長距離掘削のための各機器の耐久（圧）性向上研究 ・円滑な掘削のために損耗機器類の交換技術の開発 ②搬送設備 ・長距離のための自動搬送システム ・長距離対応型のバッテリーカーの開発など ③安全・衛生管理 ・長距離の坑内状況把握のため、施工管理情報ネットワークの開発 ・長距離の坑内安全のため、防災情報管理システムの開発など 2) 高速掘進技術 ①シールド機 ・掘進量の増大のための大口径用の同時施工方式の研究・開発 ②セグメント ・組立て時間短縮のため、容易な継手、一体型覆工の開発など ③搬送設備 1) +大量の資材・土砂搬送の研究 ④安全・衛生管理 1) と同様
		地下トンネル構造物	より合理的に大深度地下施設を構築するためには、大深度地下の地盤特性に配慮した、新しいトンネル構築技術の開発。	1) 現有技術進化型掘削技術 ①山岳工法 ・掘削、ずり出し、支保、覆工、諸設備等の機械化施工システム ・地山強度、地山評価の設計手法 ・止水工法に関わる新しい補助工法 ②シールド工法 ・互層部対応、掘削機構システムを備えた複合地質型シールド機械 ・高水圧に対しても信頼性のある設計手法 ③中間領域工法 ・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 2) 研究段階の掘削技術 ・機械掘削技術の効率化向上や環境に配慮した補助工法への適用の一手段として、アブレイシブウォータージェット、レーザー、プラズマ、熱溶解等の研究を継続
	地下トンネル構造物	道路や鉄道などのネットワーク構築のため、地下でトンネルを拡幅、分岐させる技術の開発。	1) 長期的開発 ①シールド機 ・支線を効率的・安全に構築するため、本坑内発達シールド機の開発 ・断面変化に応じた変断面掘削機構（遊星、遠動カッタ） ・支線を効率的・安全に構築するため、断面変化可能な本体など ②覆工材料 ・シールド機にて切削可能な複合材質、本線と支線の一体化方法など 2) 短期的開発 ①山岳工法 ・補助工法工期の短縮のため、高速削孔機械の開発 ・都市域での安全性向上のため、確実な地山補強（WBR,SBR）など ②補助工法併用工法 ・都市域の変化した地盤に対応するため、チューリップ工法の適用拡大 ・支線を安全に構築するため、本坑内シールド発達方法の開発など	
⑱新しい掘削技術	⑰長距離高速掘進技術	地下トンネル構造物	大規模な地下施設を効率的に構築するため、単円形以外の断面形状のトンネルを合理的に構築するための技術。	1) 長期的開発 ①外郭先行シールド工法 ・トンネルを効率的に構築するため、アーチ一括構築工法の開発 ・アーチ分割構築工法 ②上半先進下半切り掘削工法 ・トンネルを安全に構築するため、側壁アーチ先行構築工法 2) 短期的開発 ①複円形シールド工法 ・用途に応じた合理的断面の研究 ②非円形シールド工法 ・用途に応じた合理的断面の研究
		地下トンネル構造物	大規模な大深度地下施設の施工において、大量に発生する土砂を周辺環境に配慮して、より効率的に処分するための技術開発。	1) 現状技術進化型発生土搬送技術 ①坑内搬送技術 ・大深度立坑における大量搬送技術 ・大断面・長距離シールドにおける大量搬送技術 ②場外搬送技術 ・トラック以外での新たな搬送方法 2) 現状技術進化型発生土処理技術 ①現場での発生土処理技術 ・発生土の大量処理技術 ・発生土の減量化、リサイクル技術 ②土砂の受入、処分技術 ・発生土の適切な評価と取り扱い ・発生土、汚泥の新たな活用のための利用体制の強化
⑱トンネルの拡幅、分岐技術	⑰長距離高速掘進技術	地下トンネル構造物	大規模な地下施設を効率的に構築するため、単円形以外の断面形状のトンネルを合理的に構築するための技術。	1) 長期的開発 ①外郭先行シールド工法 ・トンネルを効率的に構築するため、アーチ一括構築工法の開発 ・アーチ分割構築工法 ②上半先進下半切り掘削工法 ・トンネルを安全に構築するため、側壁アーチ先行構築工法 2) 短期的開発 ①複円形シールド工法 ・用途に応じた合理的断面の研究 ②非円形シールド工法 ・用途に応じた合理的断面の研究
		地下トンネル構造物	大規模な大深度地下施設の施工において、大量に発生する土砂を周辺環境に配慮して、より効率的に処分するための技術開発。	1) 現状技術進化型発生土搬送技術 ①坑内搬送技術 ・大深度立坑における大量搬送技術 ・大断面・長距離シールドにおける大量搬送技術 ②場外搬送技術 ・トラック以外での新たな搬送方法 2) 現状技術進化型発生土処理技術 ①現場での発生土処理技術 ・発生土の大量処理技術 ・発生土の減量化、リサイクル技術 ②土砂の受入、処分技術 ・発生土の適切な評価と取り扱い ・発生土、汚泥の新たな活用のための利用体制の強化

技術分野	技術開発 テーマ	対象施設分類	検討概要（目標値）	技術開発項目（具体例）
11 立坑・トンネル掘削に伴う発生土の処分、活用技術	⑳多様な断面トンネル技術	地下トンネル構造物	大規模な地下施設を効率的に構築するため、単円形以外の断面形状のトンネルを合理的に構築するための技術。	1) 長期的開発 ①外郭先行シールド工法 ・トンネルを効率的に構築するため、アーチ一括構築工法の開発 ・アーチ分割構築工法 ②上半先進下半切り掘削工法 ・トンネルを安全に構築するため、側壁アーチ先行構築工法 2) 短期的開発 ①複円形シールド工法 ・用途に応じた合理的断面の研究 ②非円形シールド工法 ・用途に応じた合理的断面の研究
		地下トンネル構造物	大規模な大深度地下施設の施工において、大量に発生する土砂を周辺環境に配慮して、より効率的に処分するための技術開発。	1) 現状技術進化型発生土搬送技術 ①坑内搬送技術 ・大深度立坑における大量搬送技術 ・大断面・長距離シールドにおける大量搬送技術 ②場外搬送技術 ・トラック以外での新たな搬送方法 2) 現状技術進化型発生土処理技術 ①現場での発生土処理技術 ・発生土の大量処理技術 ・発生土の減量化、リサイクル技術 ②土砂の受入、処分技術 ・発生土の適切な評価と取り扱い ・発生土、汚泥の新たな活用のための利用体制の強化
【適切に評価する】				
12 大深度地下利用評価技術	㉑大深度地下利用評価指標の検討	大深度地下施設全般	大深度地下利用にあたっては、建設費だけでなく、地下利用による地上環境の改善などを含めて、適切に評価するための技術。	1) 大深度地下を利用した事業のメリットについての評価 ・地上の大気、騒音、景観、地上の有効利用等の環境改善効果について、従来手法に加え、人間の心理的効果算出方法の開発 ・大深度地下におけるインフラ整備によるネットワーク構築については、利便性、リダンダンシーの効果算出方法の開発 ・大深度地下におけるインフラ整備による地下空間の有効利用効果については、中浅深度地下の利用価値創出等による効果算出方法の開発 2) 克服必要項目についての評価 ・建設費、維持管理費については、LCC を考慮した評価手法の開発 ・圧迫性、迷路性、快適性などの心理的問題は、心理要因についての CVM 手法を含めた効果算出方法の開発 ・内部、地下環境の環境的問題については、空気汚染、音、光、湧水等の技術開発効果を考慮しての算出方法の開発 ・安全性、避難性などの安全防災上の問題については、技術開発効果を考慮しての算出方法の開発

参考資料－3 図表出典一覧

- 1) 国土交通省資料
- 2) 日本トンネル技術協会資料
- 3) 首都高速道路公団資料
- 4) 首都高速道路公団資料
- 5) 国土交通省資料
- 6) 国土交通省資料
- 7) 東京都資料
- 8) 東京都資料
- 9) (社) 日本プロジェクト産業協議会資料
- 10) (社) 日本プロジェクト産業協議会資料
- 11) (社) 日本プロジェクト産業協議会資料
- 12) (社) 日本プロジェクト産業協議会資料
- 13) (財) エンジニアリング振興協会地下開発利用研究センター資料
- 14) 都市地下空間活用研究会資料
- 15) 国土交通省、大阪市資料
- 16) 大阪市、大阪長堀開発(株)、大阪市道路公社資料
- 17) (株)アルゴル資料
- 18) (株)大林組資料
- 19) (財) エンジニアリング振興協会地下開発利用研究センター資料
- 20) 石川島播磨重工業(株)資料
- 21) (社) 地盤工学会資料
- 22) (財) 地域地盤環境研究所資料
- 23) (財) 先端建設技術センター資料
- 24) リングシールド工法研究会資料
- 25) (株)大林組資料