

# 令和7年度から新たに取り組む技術テーマ (補足説明資料)

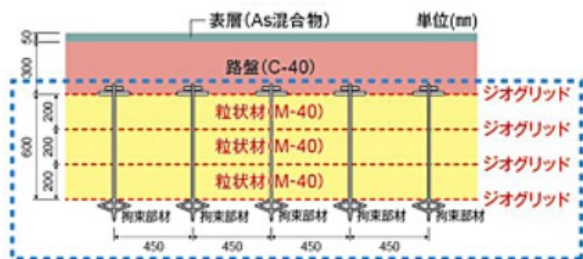
○下水道等の地下占用物や道路排水施設等の地下埋設物に起因する大規模な道路陥没への対応は喫緊の課題。陥没の原因となる路面下空洞に対して、効果のある道路構造（舗装、排水管路等）技術が求められている。

○路面下空洞が発生した場合に、脆性的な破壊を防ぐことが可能な技術、陥没に至る前に変状等が確認できる技術の検討を行う必要がある。

## 路面下空洞に効果のある舗装技術の例

### ■地震対策型段差抑制工法 HRB工法

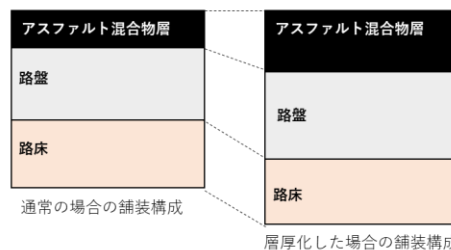
#### HRB工法 舗装構成



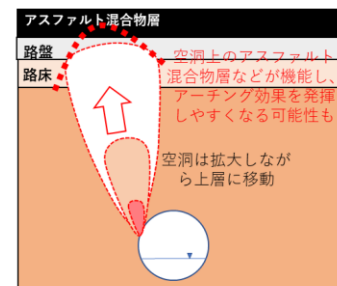
高強度のジオグリッドと拘束部材を用いた複合剛性層を路床に構築する工法です。地震による舗装の崩壊の防止や、アスファルト舗装路面の亀裂や段差の発生を抑制します。地震直後でも緊急車両の通行が可能で、人命救助や物資運搬が急務な初動を迅速に行えます。

出典：(株)NIPPOホームページより

### ■アスコン層の層厚化



アスコン層厚化のイメージ図



埋設管等の老朽化に伴う損傷が原因の場合

アスコン層厚化による抑制イメージ

アスファルト混合物層を厚くすることで、アーチング効果向上による路面陥没への抑制効果も期待

○路面下空洞に対し、通常の道路構造では舗装を支えることができず陥没に至ってしまう。  
そのため、道路陥没に強い道路構造（舗装、排水管路等）の検討を行う必要がある。

### <背景>

下水道等の地下占用物や道路排水施設等の地下埋設物に起因する大規模な道路陥没への対応は喫緊の課題。

陥没の原因となる路面下空洞に対して、効果のある道路構造（舗装、排水管路等）技術が求められている。

### <現場ニーズ>

- ・路面下空洞が発生した場合に、脆性的な破壊を防ぐことが可能な技術、陥没に至る前に変状等が確認できる技術

### <求められる技術>

#### 【リクワイヤメント（案）】

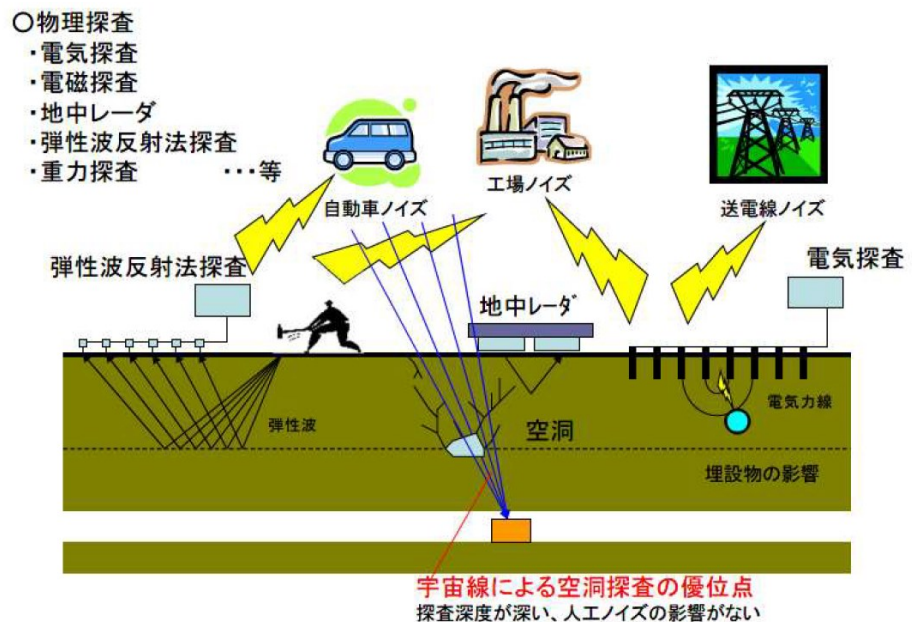
- ①従来の舗装に比べて路面下空洞発生時に脆性的な破壊を生じにくい、または、予兆を事前に検知が可能であること
- ②通常の道路の維持管理や、既存の占用物件の維持管理について過大な影響を及ぼさないこと
- ③路面下空洞調査への影響が少ないこと
- ④修繕時及び占用工事時にリサイクルへの配慮が可能であること

○現在の空洞探索車により路面下空洞調査では標準的には1.5~2.0m程度までの深さの空洞の検知ができるとされている。

より深い位置の空洞を探索・検知できる技術が求められている。

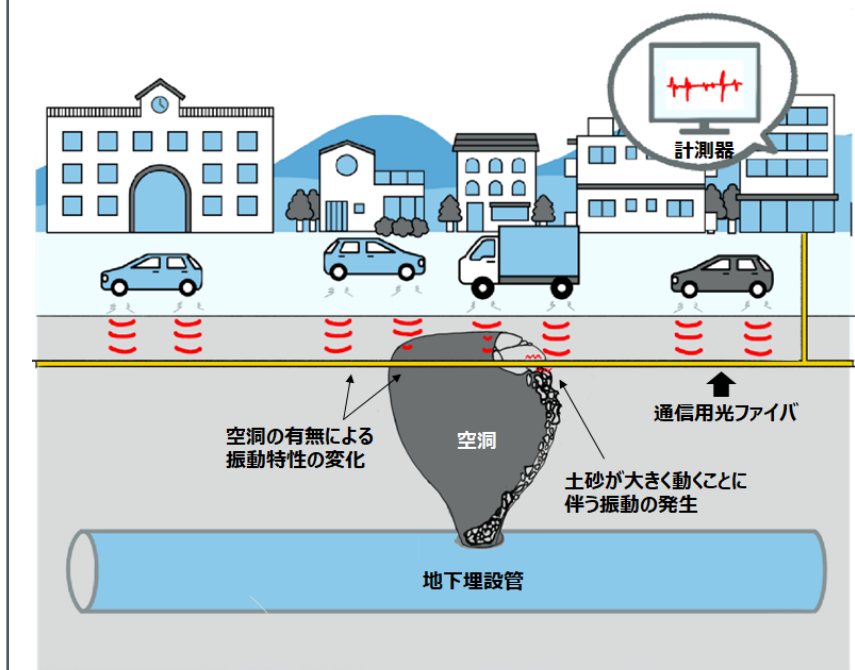
○より深い位置の空洞を探索・検知できる技術(探索技術、センシング技術等)の検討を行う必要がある。

### 想定される探索技術



※平成20年度ミュー粒子の工学応用による地中空洞化調査システムに関する調査研究報告書  
(一般財団法人 機械システム振興協会)より引用

### 検知可能なセンシング技術イメージ



通信用光ファイバを用いたセンシング技術による地中空洞検知のイメージ

出典:NTT東日本HP

[https://www.ntt-east.co.jp/release/detail/20250213\\_04.html](https://www.ntt-east.co.jp/release/detail/20250213_04.html)

○現在の空洞探査車による路面下空洞調査では、1.5m～2.0m程度までの深さの空洞の検知ができるとされている。より深い位置の空洞を検知することができる技術の検討を行う必要がある。

### <背景>

現在の空洞探査車により路面下空洞調査では1.5～2.0m程度までの深さの空洞の検知ができるとされている。より深い位置の空洞を探索・検知できる技術が求められている。



### <現場ニーズ>

- ・より深い位置の空洞を探索・検知できる技術（探査技術、センシング技術等）



### <求められる技術>

#### 【リクワイヤメント（案）】

- ①従来の探査技術に比べて深い位置での空洞の検知が可能であること
- ②通常の道路の維持管理や、既存の占用物件の維持管理について過大な影響を及ぼさないこと

### <背景>

- 道路局より2024年12月26日に、2050年カーボンニュートラルの実現に貢献し、道路の脱炭素化の取組を推進するため、「道路分野の脱炭素化政策集Ver.1.0」がとりまとめましたところ。
- その中で、2030年度に、高速道路会社や自治体と協働し、道路工事における低炭素アスファルト合材の出荷量について全体の6%を目指すことが求められている。

### <現場ニーズ>

- 舗装分野のカーボンニュートラルに向けた技術開発の状況を踏まえ、ほぼ確立されている技術・工法は、社会実装されるよう導入を促進。

### <求められる技術>

- ① 従来のアスファルト舗装技術と比較し、CO2排出量を削減する技術
- ② 通常の舗装技術に求められる耐久性を有し、LCCの観点から既存技術との比較が可能な技術

# 【R7-2】低炭素アスファルト技術の導入促進

○ 日本道路建設業協会においては、道路分野のカーボンニュートラル推進戦略(骨子)のもと、舗装分野のカーボンニュートラルに向けた技術開発については、「素材」「製造」「運搬」「施工」「その他・工事全般」別で分類している。

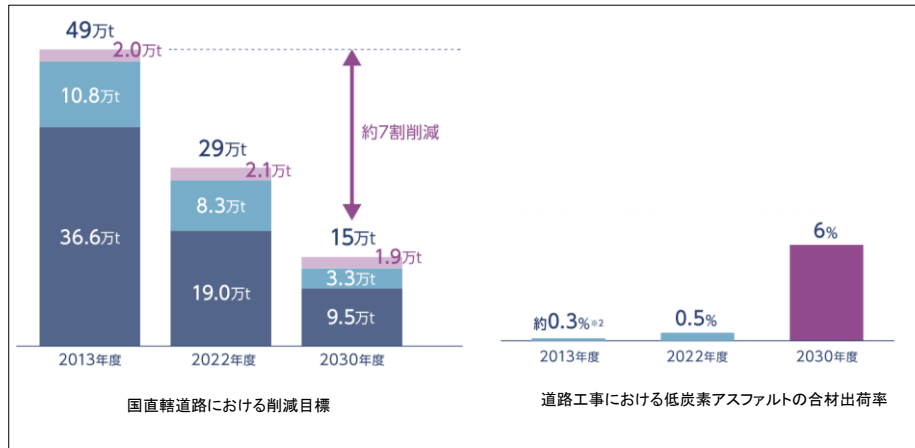
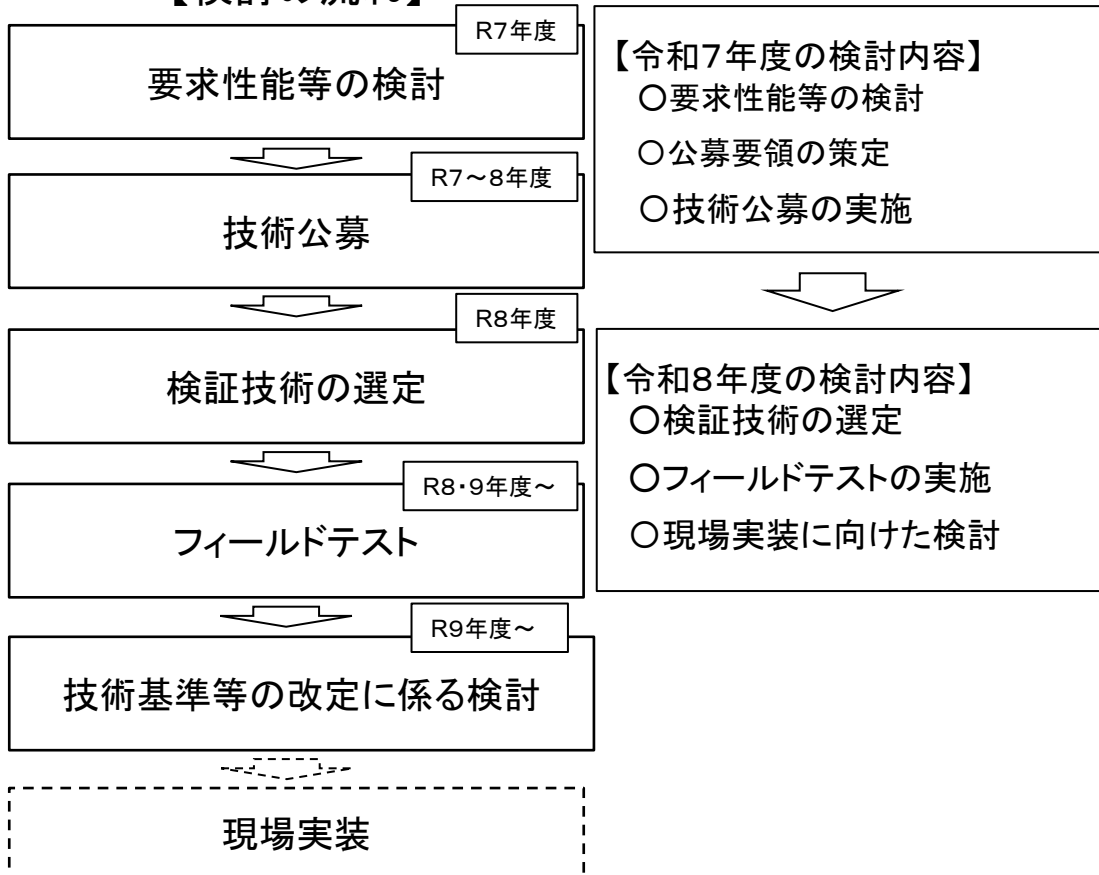


出典: 舗装分野における2050年カーボンニュートラルに向けた取組み～中間とりまとめ～, 2024.12, 参考資料(日本道路建設業協会)

# 【R7-2】低炭素アスファルト技術の導入促進

- 道路局では、2050年カーボンニュートラルの実現に貢献し、道路の脱炭素化の取組を推進するため、「道路分野の脱炭素化政策集Ver.1.0」がとりまとめたところ。
- その中で、2030年度に、高速道路会社や自治体と協働し、道路工事における低炭素アスファルト合材の出荷量について全体の6%を目指すことが求められている。
- 舗装分野のカーボンニュートラルに向けた技術開発については、「素材」「製造」「運搬」「施工」「その他・工事全般」に分類でき、そのうち、「素材」「製造」について、低炭素な材料の導入促進のための社会実装を進めることが期待されている。

## 【検討の流れ】



アスファルト舗装技術全域でのカーボンニュートラル対策が求められている

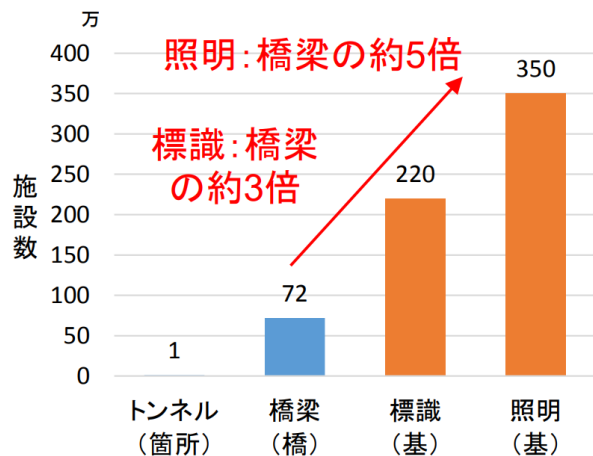
分類	公募する技術(リクワイヤメント)
「素材」 「製造」	① 従来のアスファルト舗装技術と比較し、CO2排出量を削減
	② 通常の舗装技術に求められる耐久性を有し、LCCの観点から既存技術との比較が可能な技術



- 道路附属物（標識、道路照明等）は数が膨大。点検・記録に時間・費用を要する。
  - 高所作業車や交通規制、夜間作業を要する場合も多く、安全確保や交通への影響も課題。
  - 膨大な量の点検を着実に進めるため、点検支援技術（※）を活用して効率化を図りたい。
- ※高所作業を含む現地作業時間の短縮、損傷箇所の検知・記録作業量の軽減に資する画像計測技術などを想定

膨大な施設量

点検の様子(例)



H19国交省調査  
 ※標識と照明は高速自動車国道、有料道路、門型を除く

- ・ 高所作業車を使用
  - ・ 交通規制を実施
  - ・ 交通誘導員の配置も必要
  - ・ 夜間作業を要する場合も
- 現地作業時間を削減したい



- ① 現地で点検結果を撮影し、紙の調書に状況記入
  - ② 事務所で点検調書を作成
  - ③ 点検DBに登録
- 作業効率化を図りたい



画像からの腐食面積算出等により、診断に用いる情報の定量的な把握や、前回点検との比較等ができるとうい

- 路面境界部等においては、近接目視だけでは損傷有無を把握できず、時間・費用を要する掘削調査を行って初めて腐食有無が判明する場合もある。
- 非破壊検査技術等を適切に活用し、掘削調査の代替や、掘削調査箇所のスクリーニングを行うことで、点検の効率化や、掘削・復旧に伴う弱部発生可能性の抑制等が期待できる。
- 各技術の精度や適用条件、コスト等を「性能カタログ」にまとめ、新技術の適切な活用促進を図る。



基部掘削の事例



基部を掘削して初めて  
腐食有無が判明する場合がある



基部非破壊検査の事例

## 道路附属物の点検を効率化・高度化するために求められる技術

- 膨大に存在する道路附属物（標識、道路照明等）について、第三者被害を招く損傷・倒壊を予防するための点検・診断・記録が着実に実施されるよう、点検の効率化・安全性向上に資する点検支援技術の導入促進が求められている。

### <背景>

- 道路附属物（標識、道路照明等）の点検に際して、
  - ①対象施設量が膨大。高所作業や交通規制、夜間作業を要する場合がある等、安全性やコスト面でも課題あり
  - ②路面境界部等においては、近接目視確認だけでは損傷が把握できず、掘削調査が必要な場合がある

### <現場ニーズ>

- 道路附属物点検の効率化、安全性向上のため
  - ①高所作業を含む現地作業時間や、損傷箇所検知・記録作業量を削減したい
  - ②掘削調査の総量を軽減しつつ、点検精度を確保したい

### <求められる技術>

#### 道路附属物の点検支援技術

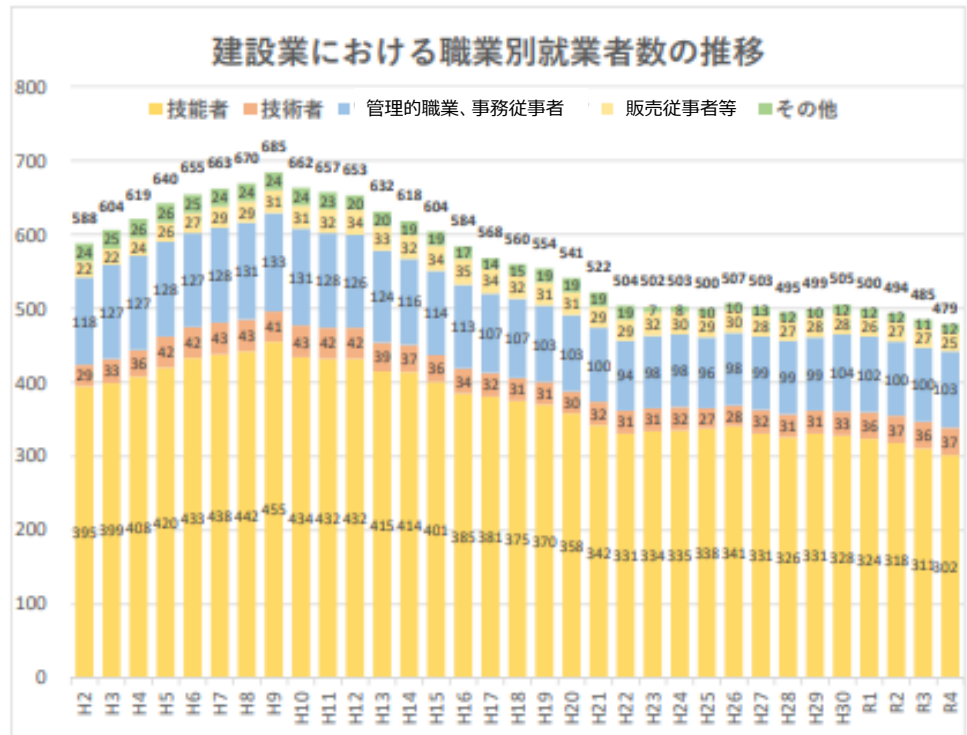
#### 【リクワイヤメント（案）】

- ①点検時の現地作業時間や、損傷箇所検知・記録の作業量を削減できる技術（画像計測技術等）
- ②路面掘削等の、所要時間・費用の大きい作業を削減できる技術（非破壊検査技術等）

○建設業従事者の経験や技量に頼るコンクリート構造物施工において、高齢化や熟練者の不足が進行している。（特に、型枠大工の熟練者の減少が著しい。）

■技能者等の推移

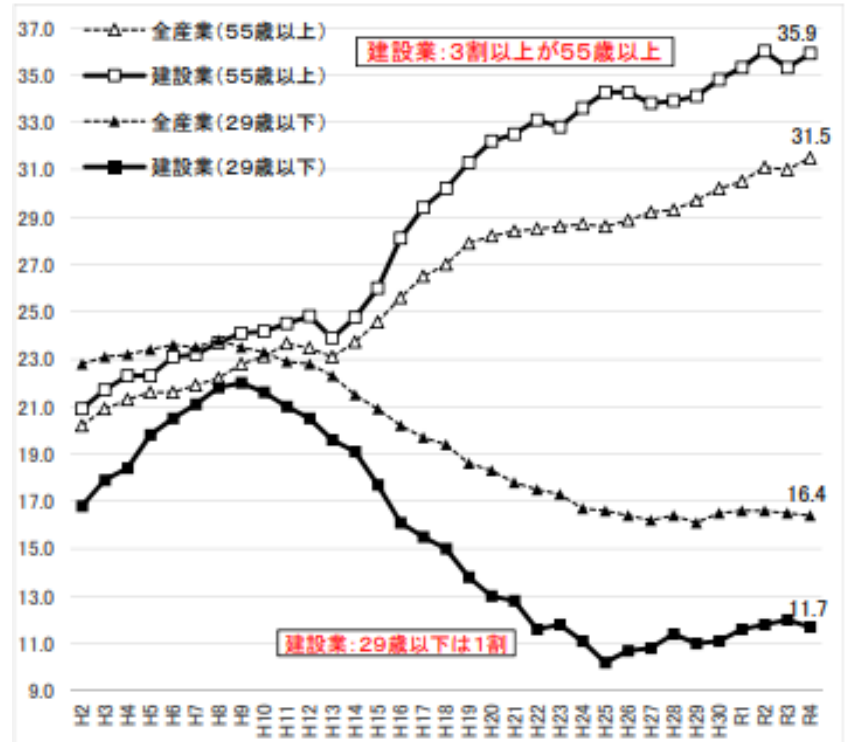
- 建設業就業者：685万人(H9) → 479万人(R4)
- 技術者：41万人(H9) → 37万人(R4)
- 技能者：455万人(H9) → 302万人(R4)



出典：総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出  
(※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)

■技能者等の推移

- 建設業就業者は、55歳以上が約36%、29歳以下が約12%と高齢化が進行し、次世代への技術承継が大きな課題。



出典：総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出  
(※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)

○ 急速な高齢化・人口減少を見越して、コンクリート構造物における自動施工技術に求める性能及び性能を確認する方法の整備が求められている。

### <背景>

- ① 躯体工（型枠大工）の急速な高齢化・人口減少が見込まれている
- ② プレキャストでは不向きな箇所の施工期間が多くかかっている

### <現場ニーズ>

① 施工における省人化・省力化

② 工期短縮

③ 専門工への属人化の低減

④ 作業員の安全性向上が可能な自動化・機械化施工

### <求められる技術>

《コンクリート構造物の自動施工技術》  
現場打ちのように自由な形状をプレキャストのように誰でも簡単に作製できて、  
施工現場の省人化と工期短縮ができる技術

【リクワイヤメント（案）】

- ① 現場打ちのように自由な形状を作製できる
- ② プレキャストのように誰でも簡単に作製できる
- ③ 従来と比較して工数が同程度以下

- 平成26年のトンネル等の法定点検開始以降、令和4年より全国道路施設点検データベースの運営が始まり、全国の各道路構造物の点検等の結果がデータとして蓄積。
- この多くのデータの有効活用に資する研究開発がSIP等で進められ、これらの技術の共通ルールや要求水準の明確化等により社会実装を促進することが求められている。

### <背景>

※全国道路施設点検データベースシステムの整備及び利用状況は、別途資料参照

- ①道路構造物施設の高齢化・老朽化の進行する一方、対応する技術者が減少している
- ②全国道路施設点検データベースが構築され、全国の多くの点検結果データが蓄積  
(技術者不足が顕著な自治体においては、群マネ施策と共に施設データの一元化がより効果的)
- ③SIPやBIM/CIM施策等で研究開発が進むデータ関連技術開発の社会実装に向けた環境整備が求められる。

### <現場ニーズ>

- ①点検結果の効率的な取得及び記録
- ②点検等データの的確な利用による適切な措置や予防保全の実現
- ③研究開発が進む各種システムの利便性の向上、導入すべきシステムの選定の容易性

### <求められる技術(施策)>

#### 【推進方法】

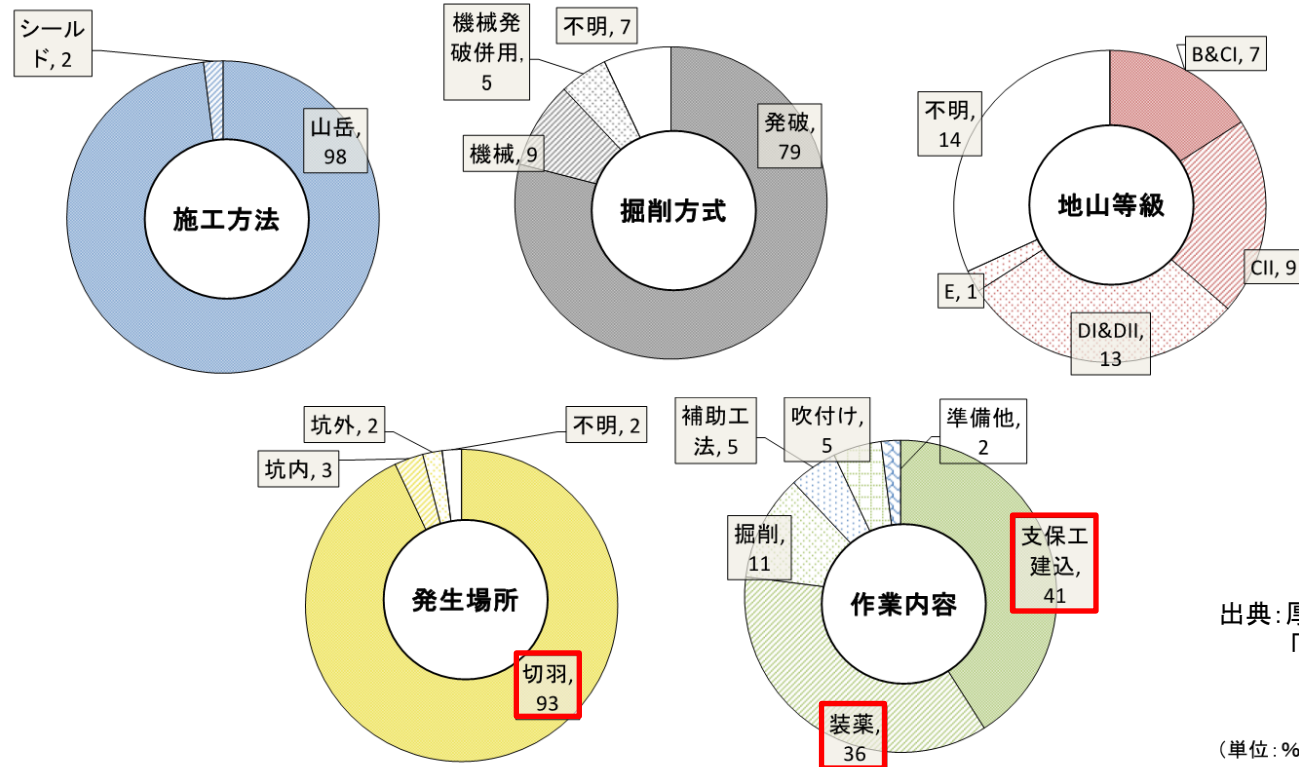
点検DBIに関連する研究開発の動向に基づき、点検DBシステムの更なる活用促進に向け、システム改良、標準化、関連技術基準類の改定等の環境整備。

#### 【成果\_普及方策案】

- ・点検DBシステムの改良 (API連携、BIM/CIMの3Dモデルとの連携等のためのシステム改良)
- ・標準化、標準化 (基礎データ収集要領等の定期点検への反映、メンテナンス用標準3Dモデル要件設定 等)

- 建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取組である i-Constructionを進めている一方で、トンネル発破を主とするトンネル施工に関する部分については技術開発が進んでいない状況。
- トンネル工事において、トンネル切羽箇所では災害が多く発生しており、その原因の一つとして支保工建込や装薬作業時における肌落ち災害が多い。

トンネル工事における肌落ち災害の発生状況



出典：厚生労働省ホームページ  
 「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に関する検討会報告 参考資料⑥」より抜粋

(単位：%)

一般社団法人日本トンネル専門工事業協会アンケート(平成24年3月公表)をもとに、労働安全衛生総合研究所が平成12年から20年の44件の肌落ち災害について分析したもの。

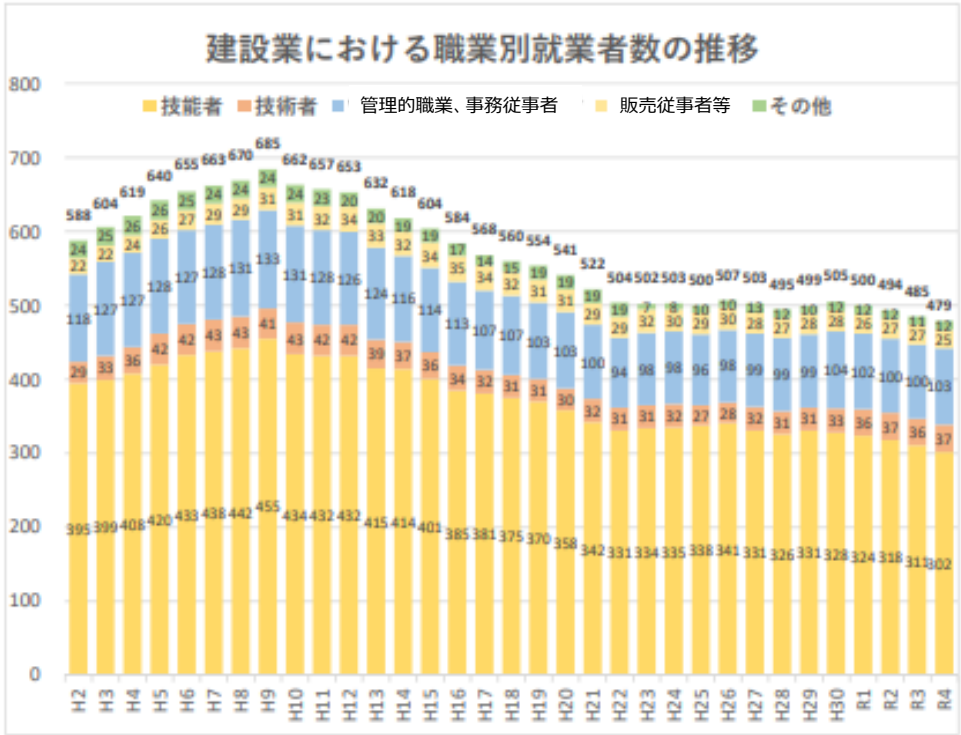
○ 作業員の経験や技量に頼るトンネル施工において、高齢化や熟練者の不足が進行している

技能者等の推移

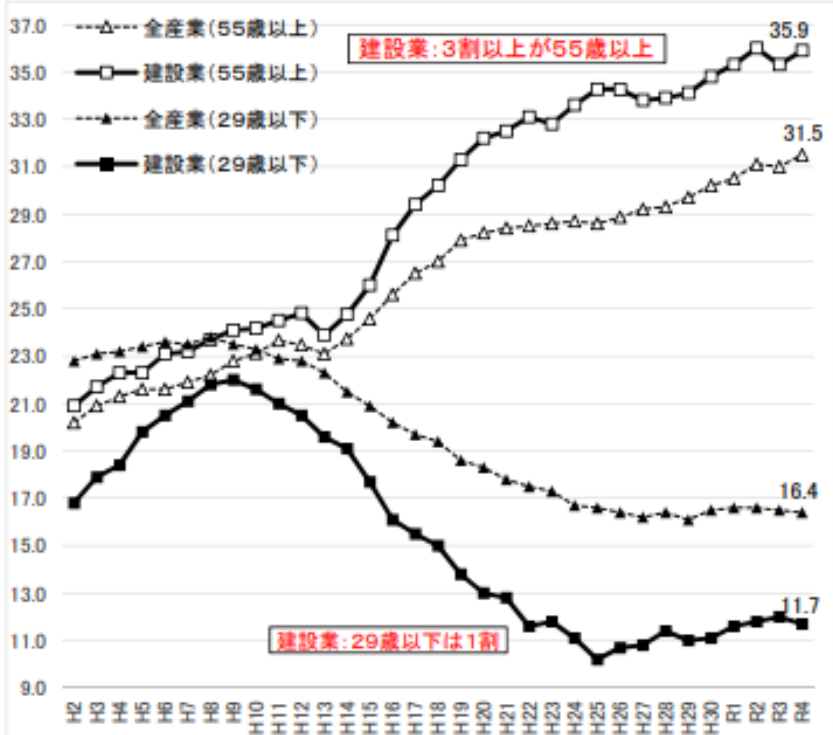
- 建設業就業者 : 685万人(H9) → 479万人(R4)
- 技術者 : 41万人(H9) → 37万人(R4)
- 技能者 : 455万人(H9) → 302万人(R4)

建設業就業者の高齢化の進行

- 建設業就業者は、55歳以上が約36%、29歳以下が約12%と高齢化が進行し、次世代への技術承継が大きな課題。



出典:総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出  
(※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)



出典:総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出  
(※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)



○トンネル掘削を行う一連の作業の中で、鋼アーチ支保工の建込みやロックボルトの削孔・打設などの技術開発が進められている一方で、爆薬装填・発破作業に関する技術開発が遅れている。

### トンネル掘削作業における作業ステップ

爆薬装填のための削孔



機械による省力化・遠隔化

出典: 安藤ハザマホームページより抜粋  
<https://www.ad-hzm.co.jp/info/2021/20211018.php>

爆薬装填・発破



人力による作業

出典: 鉄建建設ホームページより抜粋  
<https://www.tekken.co.jp/blog/2011/08/post-45.php>

ずり出し



機械による省力化・遠隔化

出典: 鹿島建設ホームページより抜粋  
<https://www.kajima.co.jp/news/press/202106/30c1-j.htm>

ロックボルト削孔・打設



機械による省力化・遠隔化

出典: 大成建設ホームページより抜粋  
[https://www.taisei.co.jp/about\\_us/wn/2021/211020\\_8524.html](https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2021/211020_8524.html)

コンクリート吹付け



機械による省力化・遠隔化

出典: 鹿島建設ホームページより抜粋  
<https://www.kajima.co.jp/news/press/202106/30c1-j.htm>

鋼アーチ支保工建込み



機械による省力化・遠隔化

出典: 前田建設工業ホームページより抜粋  
<https://www.maeda.co.jp/news/2019/11/18/4998.html>

- トンネル掘削工事において、爆薬装填等のトンネル発破作業における自動化・遠隔化技術の開発の推進を目的に、令和6年度内に、中間とりまとめ(ロードマップ、性能確認結果表、技術カタログ等)としてとりまとめる予定。
- 中間とりまとめを踏まえ、今後、実用技術の活用と技術開発の促進を図りつつ、現場試行等を踏まえ、技術カタログの拡充(技術の概要・特徴)、ガイドラインの策定(省人化の効果整理等)を予定。

<背景>

①トンネル掘削工事において、切羽箇所での肌落ち災害が多く発生。

②トンネル発破掘削に関する技術開発(特に、爆薬装填等)が進んでいない。

③作業員の高齢化、熟練作業員の減少

<現場ニーズ>

①安全性確保、安全性向上

②人力によらない作業

③省力化・生産性向上、所定の品質確保

<求められる技術>

- ①切羽から人が離れた状態での爆薬装填技術、切羽に人が近づく必要の無い技術など。
- ②人力によらない結線作業の遠隔化・自動化および不発防止のための確認技術など。
- ③熟練作業員の経験・技量に頼らない客観的なデジタルデータに基づく施工であり、所定の品質が確保される施工技術。

拡充・策定など

技術カタログの拡充  
(各技術の概要・特徴)

ガイドライン策定  
(省人化の効果整理等)

トンネル技術基準類  
への反映

- 限られた道路空間を有効活用するため、太陽電池を組み込んだ道路舗装システムの活用を検討が進められている。
- 路面太陽光にて発電した電力を供給・利用することにより、道路空間からカーボンニュートラルに貢献する必要がある。

### 道路空間で電力を必要とする施設例



シェアサイクルの充電サイクルポート  
出典: OpenStreet株式会社



公道上のEV充電器



道路照明



歩道上のフットライト

### 路面太陽光発電例



NIPPO、MIRAI-LABO、トーエネック



東亜道路工業、コラス・ジャパン

電力を供給

- 2050年カーボンニュートラルに向けて、再生可能エネルギーの更なる導入を進める中で、限られた道路空間を有効活用し、道路空間で使用する電力の低炭素化を推進するため、歩道・自転車道といった**路面太陽光発電技術**について、求める性能及び性能を確認する方法を整備

### <背景>

- ① 2050年カーボンニュートラル
- ② 道路空間で使用する電力の低炭素化
- ③ 限られた道路空間を有効活用した再生可能エネルギーの導入

### <現場ニーズ>

- ① 2050年カーボンニュートラルに向け、再生可能エネルギーの導入促進
- ② 道路空間で使用する電力への活用

### <求められる技術>

- ① 対象とする道路交通・道路環境に対する交通荷重への耐荷性や耐久性を有していること
- ② 十分な発電量・発電効率が発揮されること及び安全性を有していること
- ③ 低コストかつ容易に施工・維持管理が可能であり、対象とする道路交通に支障が生じないように、早期の修繕等が可能