

国 - 2

効率的かつ効果的なインフラ維持管理・更新の実現

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）

革新的建設・インフラ維持管理技術 / 革新的防災・減災技術領域
令和元年度成果

令和2年7月

国土交通省

課題と目標

インフラの老朽化が進展し、施設管理者や担い手の減少が進む中、インフラが長期にわたり健全性を維持し続けるためには、限られた費用で膨大なインフラを適切に維持管理する必要があり、そのためには、施設の機能や性能に不具合が生じる前に対策を講じる予防保全型維持管理を実現する必要がある。

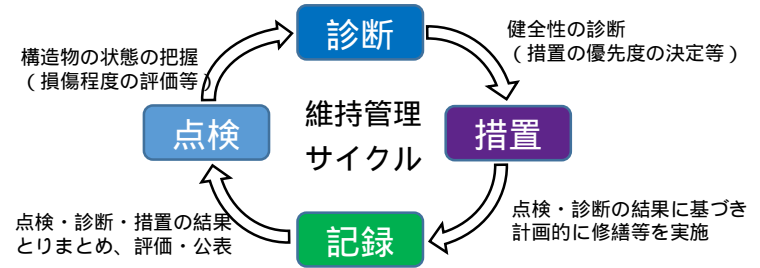
「効率的かつ効果的なインフラ維持管理・更新の実現」の概要

元施策: 138,428千円(令和元年度)

SIP型マネジメントや運営委員会のレビューを受けることによる着実な進捗管理と、産学官様々な視点からのレビューによる適切な計画見直しを行い、効率的な予算執行を図る。結果、新技術開発への民間投資の拡大や開発された技術の実装加速・拡大が図られるため、PRISMで実施する。

予防保全型維持管理実現のための技術開発

- 適切な維持管理を行うためには、点検 診断 措置 記録の**維持管理サイクル**を**着実に回すことが重要**である。
- 土木構造物を構築する主な材質（コンクリート・鋼材・土）の劣化要因は、主に**滞水**や**外力**によるものである。
- 事後保全型の措置技術は従前から研究・実用化されているところ、予防保全型維持管理の実現を加速化するためには、**構造物の劣化を早期に検出し、劣化初期段階で措置**することが重要である。



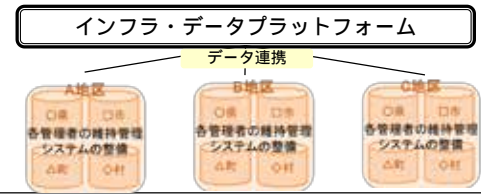
構造物の主な劣化要因と対策

材質	劣化の種類	主な劣化要因	主な対策(補修)手法
コンクリート	塩害・中性化・凍害等	・流水、雨水の作用(滞水)	水処理(止水、排水)
鋼材	腐食・減肉・き裂等	・過剰な外力	当て板、表面被覆等
土	沈下・法崩れ・き裂等	(繰返し荷重、地震等)	法面補修、開削等

事後保全型

予防保全型

PRISM国2では橋梁床版、排水機場が研究対象



維持管理の高度化、効率化に資する先端技術の開発、社会実装

- 維持管理サイクル全体の**更なる高度化・効率化**を目指し、AIやビッグデータ等を扱う**先端技術に関する研究開発**や、自治体における**技術の導入加速化に向けた取組**を行う。

出口戦略

維持管理における施設管理者の負担を軽減するため、点検・診断・措置分野への先端技術の更なる活用を促す技術開発を行うとともに、技術の活用手法等を示すマニュアルを整備する。本施策による革新的技術の社会実装を通じて、各施設管理者の**着実かつ効率的なインフラ維持管理の実現**を最終目標とする

民間研究開発投資誘発効果等

民間研究開発投資誘発効果は、PRISMによりインフラ維持管理分野に関する民間企業の研究開発意欲が向上したとし、試算した(R元年度 約60億円)マッチングファンド(民間の貢献)として、令和元年度、共同研究及び現場検証に関する民間の貢献が得られた(約2.3億円)

個別事業の位置付け

アドオン（国土交通省）：307,500千円（R2年度）
元施策（5施策合計）：66,170千円+内数（R2年度）

5施策の名称は下記PRISM1～5を参照

予防保全型維持管理実現のための技術開発

【道路橋】PRISM1：RC床版の土砂化に対する措置 / PRISM4：鋼床版の疲労き裂検出・対策技術の検証

- ・大規模更新・大規模修繕においては、**床版**に関する対策が事業費の多くを占めている（右図：高速道路の例）。
- ・現状は、床版の損傷等が顕在化してから対策を行う措置手法（事後保全）がほとんどであり、大規模な補修や修繕が必要となる場合もことが課題である。
- ・PRISM1、4は床版の損傷に関連する措置技術の開発を目指しており、PRISM1は床版土砂化の主な劣化要因である**滞水の早期検知と初期段階での措置**に関して、PRISM4は鋼床板の破損要因である**亀裂の早期検知と初期段階での措置**に関して研究開発を行う。

【機械設備】PRISM2：機械設備の異常早期検知

- ・排水機場が故障すると広範囲にわたる浸水被害の恐れがあることから、故障の予兆を把握することが求められている。
- ・現状は、異常検知可能な種類、範囲が限定的であり、症状が進行しないと検出出来ないことから、災害時の確実な稼働の信頼性を高める必要がある。
- ・PRISM2は主原動機、主ポンプの状態をセンサー等にて把握し、**予兆を早期に検知し、初期症状における適切な措置**（機器の交換等）の実現に向けて研究開発を行う。

維持管理の高度化、効率化に資する先端技術の開発、社会実装

PRISM3：維持管理段階での3次元モデルの作成・活用
PRISM5：地方自治体の維持管理におけるデータベース連携・新技術の導入

- ・PRISM3は道路橋の近接目視点検を支援するロボット等により撮影した写真から3次元モデルを作成し、**モデル上にて損傷を正確に再現し前後の点検時と比較可能にする先端技術を開発し、活用手法の検討**を行う。
- ・PRISM5は、自治体において整備している維持管理に係るデータの管理者間での連携による効果や活用手法の検討や、自治体における新技術を活用した維持管理に関する課題解決の手引書の整備など、**地方自治体における新技術の導入加速化に向けた取組**を行う。

	区分	項目	主な対策	延長※1	概算事業費※2
大規模更新	橋梁	床版	床版取替	約 230km	約16,500億円
		桁	桁の架替	約 10km	約 1,000億円
	小計			約 240km	約17,600億円
大規模修繕	橋梁	床版	高性能床版防水 など	約 360km	約 1,600億円
		桁	桁補強 など	約 150km	約 2,600億円
	土構築物	盛土・切土	グラウンドアンカー 水抜きボーリング など	約 1,230km	約 4,800億円
	トンネル	本体・覆工	インバート など	約 130km	約 3,600億円
	小計			約 1,870km	約12,600億円
合計			約 2,110km	約30,200億円	

※1 上下線床及び連絡等施設を含まず延長
※2 橋脚等の関係で合計が合わないことがある

大規模更新・大規模修繕計画（概略）内訳
平成26年1月 NEXCO東・中・西日本資料
「東・中・西日本高速道路株式が管理する高速道路における大規模更新・大規模修繕について」より抜粋

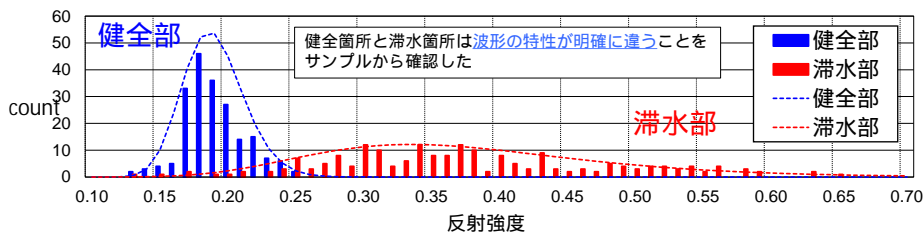
○維持管理における施設管理者の負担を軽減するため、点検・診断・措置分野への先端技術の更なる活用を促す技術開発を行うとともに、技術の活用手法等を示すマニュアルを整備する。本施策を通じた革新的技術の社会実装を通じて、各施設管理者における着実かつ効率的なインフラ維持管理を実現することを最終目標とする。

事業名等	令和元年度目標	目標の達成状況
<p>【PRISM1】 RC床版の土砂化に対する措置</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・民間技術の実証および開削調査 ・人間の判読および開削調査等との整合確認 ・電磁波波形によるクラスタリング ・重点点検項目把握のための調査 ・取得した調査データ、レーダーデータ等による相関分析 ・詳細調査に有効な技術の実証 ・新たな措置手法の候補検討 	<ul style="list-style-type: none"> ○現場フィールド（56橋）にて電磁波レーダーでの走行計測を実施。そのうち11橋については、開削調査を行い床版の状態と電磁波レーダとの答え合わせを実施。予防保全のための有用なデータ（うき・滞水）を取得。 ○電磁波レーダによる取得波形の健全部と滞水部の差を把握し、床版上面の滞水部の定量的な位置を特定可能とした。 ○電磁波レーダ等により早期に水を検知できた場合の新たな措置方法について共同研究者と連携し検討を実施
<p>【PRISM2】 機械設備の異常早期検知</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・排水機場機械設備状態監視モニタリングシステムの構築 ・AIアルゴリズムによる異常検知モデルの構築 	<ul style="list-style-type: none"> ○国土交通省の4排水機場をテストベッドとして選定し、R元年は主軸AE、排気温度等の多様なセンサを増設し、運転時センサデータの自動記録を可能とした ○さらに、AIアルゴリズムによる異常検知モデルを構築し、実際のデータから異常の有無を検出した
<p>【PRISM3】 維持管理段階での3次元モデルの作成・活用</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・損傷記録の3Dモデル上での表現手法、画像取得手法の整理 ・3D位置情報を有する教師データの試作 	<ul style="list-style-type: none"> ○撮影した画像から3次元モデルを試作し、モデル作成に必要な撮影手法等を「点検支援技術を用いた3次元成果品納品マニュアル（案）」に反映 ○取得したデータに対してアノテーションを行い、3D教師データを試作（位置情報はメタデータとして記述）
<p>【PRISM4】 鋼床版の疲労き裂検出・対策技術の検証</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・昨年度実施したフェーズドアレイ超音波法による実橋での検証結果を踏まえ、改良されたプロトタイプを用いた適用性を検証 ・既往のき裂対策技術及びその効果検証結果を調査・情報収集 	<ul style="list-style-type: none"> ○機器の改善による精度向上、調査速度の向上を確認（調査速度90m/日）。調査マニュアル作成に向け、適用可能な現場条件や性能検証方法等の留意点を抽出 ○き裂初期段階での効果的な対策技術の開発促進に向けて、既往技術の文献調査を実施し、技術の適用条件や作業効率等の施工性（交通規制の影響）を比較整理。
<p>【PRISM5】 地方自治体の維持管理におけるデータベース連携・新技術の導入</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・モデル地方自治体で維持管理情報のデータベースとの連携を試行 ・試行連携によるユースケースの検討 ・新技術導入時の参考となる「新技術導入の手引き（案）」を作成 	<ul style="list-style-type: none"> ○維持管理情報について3地区の市町間で連携を試行するとともに、3地区の維持管理データベースとインフラ・データプラットフォームとの連携試行を実施 ○DB化による業務効率化等、DB連携によるユースケースを検討 ○モデル自治体におけるSIP技術等を活用した現場試行結果や新技術を活用している自治体へのヒアリング、SIP成果等を踏まえ、導入検討の流れに沿った「新技術導入の手引き（素案）」を作成

令和元年度の成果

【PRISM1】RC床版の土砂化に対する措置

電磁波レーダによる取得波形の健全部と滞水部の差を把握し、床版上面の滞水部の定量的な位置を特定可能とした。



【PRISM2】機械設備の異常早期検知

テストベットの4 機場から得られた状態監視データを機械学習し、AI アルゴリズム (OCSVM、LOF、MT) による異常検知モデルを構築した。また、実現場の最新のデータにより異常検知モデルの検証、継続的な改善を可能とした。

FP (正常を異常と判断)	0%
FN (以上を正常と判断)	13.72%

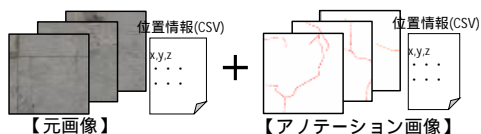
AIモデル検証例
(S排水機場ポンプ主軸振動
変位AIモデルOCSVM)

【PRISM3】維持管理段階での3次元モデルの作成・活用

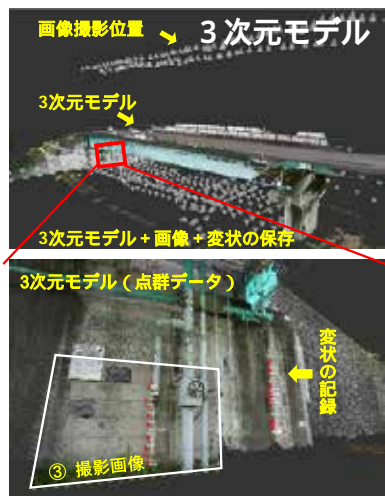
取得したデータから3Dモデル及び教師データ(3D)を試作し、画像の撮影要件や画像に必要なデータ項目等を整理した。



「点検支援技術を用いた3次元成果品納品マニュアル(案)」に反映

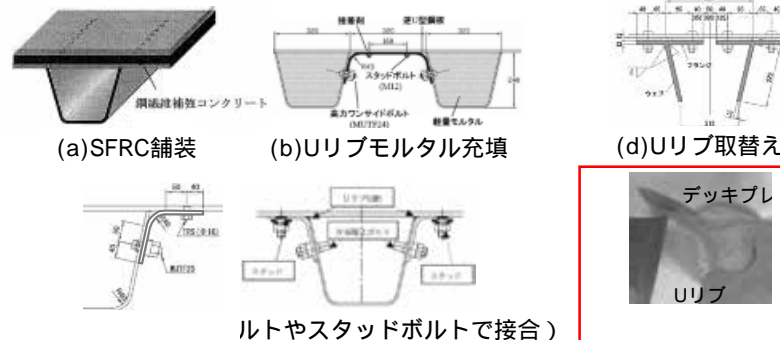


教師データ(3D)のイメージ



【PRISM4】鋼床版の疲労き裂検出・対策技術の検証

き裂初期段階での効果的な対策案として、今後疲労き裂が生じず、ビード、デッキ両き裂に対応可能、交通規制の影響が低減できる、レーザー溶接技術を選定。



【PRISM5】地方自治体の維持管理におけるデータベース連携・新技術の導入

自治体においてIT事業を通じてユースケースを整理し、高度な維持管理を実現するための維持管理データベース連携に向けた検討を行った

DB化による業務効率化

膨大な構造物データの活用・可視化

- データを一覧で閲覧することが可能
- 損傷箇所・写真などから類似事例の抽出
- 将来的には補修事例まで連携展開



診断・補修設計の直営・効率化

- 最適な補修方法の選定による修繕費用の削減
- 建設コンサルへの設計委託料が不要だった可能性もある

他システムへの類似データの登録、更新作業の重複解消

- 入力内容の連携による作業の省力化にニーズがある
- 将来的にはAPIによるデータ連携や作業の自動化

モデル自治体におけるSIP技術等を活用した現場試行結果や新技術を活用している自治体へのヒアリング、SIP成果等を踏まえ、導入検討の流れに沿った「新技術導入の手引き(素案)」を作成

記事事項例

- 1.インフラ維持管理における課題の明確化
- 2.新技術等に関する情報収集
- 3.入手情報から導入可否及び導入方法を判断
- 4.導入の意思決定及び予算獲得に向けた説明 等



○民間からの貢献額：2年で4億円相当

共同研究に関する民間の貢献 380百万円相当 (H30年度：160百万円相当 R元年度：220百万円相当)
 インフラ維持管理におけるAI等の新技術を開発する環境を整備することで、民間による技術の研究開発を促す
 現場検証に関する民間の貢献 20百万円相当 (H30年度：10百万円相当 R元年度：10百万円相当)
 開発された技術の現場検証を行うことで、民間による検証への協力を受ける

令和元年度当初見込み	令和元年度実績
共同研究に関する民間の貢献 160百万円	共同研究に関する民間の貢献 220百万円
現場検証に関する民間の貢献 10百万円	現場検証に関する民間の貢献 10百万円

○出口戦略：維持管理における施設管理者の負担を軽減するため、点検・診断・措置分野への先端技術の更なる活用を促す技術開発を行うとともに、技術の活用手法等を示すマニュアルを整備する。本施策による革新的技術の社会実装を通じて、各施設管理者の着実かつ効率的なインフラ維持管理の実現を最終目標とする。

令和元年度当初見込み	令和元年度実績
PRISM1：民間の措置技術開発を促進する床版劣化に関する各種調査データや分析結果等を作成するための実証を行う。	PRISM1：電磁波レーダによる取得波形の健全部と滞水部の差を把握し、床版上面の滞水部の定量的な位置を特定可能とした。
PRISM2：設備状態のモニタリング・診断技術による確実かつ早期の故障予知の実現を目指し、AIによる異常検知モデルを構築。	PRISM2：テストベットの機場から得た状態監視データを機械学習し、AI (OCSVM, LOF, MT)による異常検知モデルを構築した。
PRISM3：点検時に撮影した画像から3次元モデル作成する手法や撮影手法等を整理したマニュアル(案)を作成する。	PRISM3：「点検支援技術を用いた3次元成果品納品マニュアル(案)」を作成し、撮影要件やデータ項目案をまとめた。
PRISM4：現場実証を通じて民間のき裂検出技術の開発を促進する評価マニュアルに必要な性能検証手法等の留意点等を抽出。	PRISM4：実物大疲労き裂模型を用いた精度検証を行い、機器の精度向上等を確認。現場条件や性能検証手法等の留意点を抽出。
PRISM5：メンテナンス産業の活性化や管理者による新技術導入促進を目指し、維持管理情報のデータベース連携の試行・ユースケースの検討を行う。	PRISM5：3地区の市町間で維持管理情報についてデータベースの連携試行を行い、ユースケースを整理した。