

点検の重要性

「20世紀物を作る時代から21世紀大切に物を守る時代へ変化」

経済成長に合わせて整備されてきた膨大な社会基盤施設は、経年劣化や機能陳腐化が顕在化し始め、現体制のままでは更新等の負担が急増する。これは、将来的に経済面での多大な負担を強要するだけでなく、環境の悪化を招くことにもつながる。今後は、特に環境に対する負荷が地球規模の課題となるだけに、省資源、省エネルギーおよび廃棄物処理の問題は、構造物においても最優先の懸案事項になっているものと思われる。そのため、構造物の耐久性を高め、延命化を図っていくことが最善の環境保全策であると考えられ、構造物の維持管理の上では、点検調査等は非常に重要性があると認識している。

維持管理技術者（点検員）は既設構造物の安全と環境保全のため、国民の大切な資産を守っている意識持ち、技術能力の向上を自ら実践することが大切と考えられる。（阪神高速道路公団の財産を大切に守る）

「米国の橋はなぜ落ちるか」＝保守管理を怠ったために道路橋が荒廃した。
（1960～1990）

道路を安全に維持し、道路利用者（納税者）の負担コストを下げる最善策は、「正確な情報収集と、それに基づく保守管理体制」であると考えられている。

目視点検の重要性

「物造りの基本は[人]ではじまり[人]でおわる。」

いろいろな点検手法や非破壊検査測定器、また、新技術等が開発されていますが、それは[人]を助ける道具にすぎません。それを使うのは[人]です。

点検野帳に入力する、点検報告書をまとめる、また評価・判断する、全てが[人]です。

維持管理を考えると、最初に構造物に目を向けるのは[人]点検員です。そのためには、常に物を見て判断する技術を身につけることが大切です。それと同時に同じ基準（判断）目で継続的な点検が必要になります。

点検には最高の道具[人]五感が大切です。まずは、①「構造物を見る目」②「小さな音を聞き分ける耳」③「振動を感じる指や肌」④「臭気をとらえる鼻」⑤「舌で感じる風向きや塩分」まずこれだけ備えている検査機器はまだありません。その上考える（評価・判断）頭脳が備わっています。

そこには豊富な実務経験とそれにとまなう判断能力を学んできた[人]がいます。今後[人]が直接行う目視点検が非常に重要になります。（人の五感は最高の点検道具の一つです）

鋼桁のウイークポイント

鋼橋の損傷

鋼橋の損傷は主に腐食、疲労、破損があり、橋梁の構造、部位によっては発生の方が異なり、その損傷内容によっては一時的に放置してよいものから、交通に支障をきたし緊急補修を行わないと橋梁そのものが破壊に至る場合があります。

損傷の種類

鋼橋の損傷としては、腐食、亀裂、ゆるみ、脱落、破断、塗装劣化・変色、漏水、滞水、異常音、異常振動、異常たわみ、変形などに分類されます。こうした損傷の中で特に事例の多いものとして、亀裂、変形、ボルトのゆるみ・破断、腐食の4種類と考えられる。塗装劣化も損傷としては特に多いものであるが、橋梁自体の強度に影響を直ちに与えるものではないのでここでは取り上げていません。

鋼桁のウイークポイント

鉄は、水に弱く、変形しやすいことです。

① 水の影響のうけやすい箇所

排水設備、伸縮装置、支承、外桁、地面に近い桁、コンクリート床版
鋼床版

② 荷重（振動）を大きく受ける箇所（荷重で叩かれる箇所）

伸縮装置、支承、コンクリート床版、鋼床版、桁端部

③ 変形（変位）の大きい（多い）箇所

伸縮装置、支承、コンクリート床版、鋼床版、桁中央部

④ きれつ損傷の出やすい箇所（疲労損傷）

ソールプレート溶接部、対傾構・横桁・横構取付溶接部、鋼床版リブプレート交差溶接部、主桁と横桁の接合部、桁端部切欠部

以上のように橋脚上に集中しています。

道路橋の現状

2m以上の道路橋が約72万橋

道路管理者別	1995年12月時点（道路局調べ）		
市区町村管理橋梁	481,000 橋	66.8%	地方公共団体管理
政令市	46,000 橋	6.4%	657,000 91.3%
都道府県	130,000 橋	18.1%	
国土交通省	38,000 橋	5.3%	その他団体
高速道路会社	23,000 橋	3.2%	63,000 8.8%
道路公社	2,000 橋	0.3%	
計	≡ 720,000 橋	100.0%	

道路種別別	1995年12月時点（道路局調べ）			H25.4調べ	
市町村道	520,000 橋	71.7%	630,000 86.9%	526,000 橋	75.1%
都道府県道	110,000 橋	15.2%		100,000 橋	14.3%
補助国道	34,000 橋	4.7%	95,000 13.1%	30,000 橋	4.3%
直轄国道	41,000 橋	5.7%		30,000 橋	4.3%
高速自動車国道	20,000 橋	2.8%		14,000 橋	2.0%
計	≡ 725,000 橋	100.0%		≡ 700,000 橋	100.0%

建設50年を経過した橋梁の割合

2015年時点	18%
2025年時点	42%

※ただし建設年度不明橋梁約23万橋ある。

国土交通省所管分野における社会資本の将来の維持管理・更新費の推計

年度	推計結果(道路以外含め)	ただし鉄道と自動車道は含まれていない
2018年度	約5.2兆円	1.0
2023年度 (5年後)	約5.5～6.0兆円	1.2
2028年度 (10年後)	約5.8～6.4兆円	1.2
2038年度 (20年後)	約6.0～6.6兆円	1.3
2048年度 (30年後)	約5.9～6.5兆円	1.3

高速道路6会社は、維持管理費・更新費として約19.4兆円(2019～2048年度)を予定

平成30年11月2日国土交通省「インフラ長寿命化とデータ活用に向けた取り組みより

≪建設後50年以上経過する社会資本の割合≫

	2018年3月	2023年3月	2033年3月
道路橋 [約73万橋注1) (橋長2m以上の橋)]	約25%	約39%	約63%

「致命的損傷」



橋梁



支柱のさびが進行



塩害により鉄筋がむき出し

「落橋事故」



(Mianus River Bridge 1983)



イタリア ジェノバ・モランディ橋の落下(2018年8月14日)

海外の重大事故



米国ミネソタ州ミネアポリス
ミシシッピ川に架かる高速道路橋の崩落



中国
過積載車両による橋梁の崩壊

点検調査に試験的に使用している機器



図 4.2.1 SIP インフラで開発された UAV・ロボット



図 2.2.1 高速走行型トンネル点検と統合型診断システム (MIMM-R)



トンネル全断面点検システム



照明柱の高感度磁気 非破壊検査の状況

橋梁の定期点検にロボット点検技術を取り入れる場合の課題

	課題	要求内容
基準類	・ロボット技術取入れの拠り所となる基準類が無い	ロボット技術を取り入れた橋梁点検指針(案)の作成
	・点検方法は道路定期点検要領に整合	点検要領に基づき近接目視点検の前に、ロボット技術で事前調査を行うこと
ロボット技術	・ロボット技術への要求内容が不明確	部材の健全性区分が道路橋定期点検要領で規定するII以上となりうるか否かを判断可能な性能を要求
	・技術評価が十分に行われていない	フィールド実験でロボット技術の性能を評価
	・全部位の点検を行える単独のロボット技術がない	複数のロボット技術を組合せてテストを行う
コスト	・点検コスト削減の可能性がわかり難い	

ロボット技術による取得情報の要求性能

要求内容			検証方法
検出機能	有 無	・損傷の種類を認識	左記の項目について確認できる写真や損傷図が提出されること。 提供された写真や損傷図が、近接目視より作成された損傷図と比較して、損傷位置、範囲、方向が概ね一致していること。
	位 置	・損傷箇所と他の部材との位置関係をスケッチできる程度に検出できる	
	範 囲	・損傷の範囲について、「局所的」あるいは「広範囲」を判断できるような全体像を検出できる	
	方 向	・損傷の方向性（水平、鉛直、斜め、鋼材方向、直交方向）あるいはパターン(網目状)を検出できる	
	原 因	・漏水や遊離石灰等、水の影響が懸念される損傷について、水の侵入経路や発生源を検出できる	
計測性能	大きさ	【ひび割れ幅】0.2mm以上のひび割れを0.0~+0.1mm以内の誤差で計測できる	近接目視により作成された損傷図に記載された損傷、あるいは人工的に作成した精度検証指標の計測結果が、概ね左記に示す許容誤差の範囲内であること。
		【ひび割れ長さ、剥離、鉄筋露出、漏水等】5cm以内の誤差で計測できる	
		(長さL = ○○○cm, 面積A = ○○cm x ○○cm)	
	量	桁遊間や支承の変位を、10mm以内の誤差で計測できる	

道路橋維持管理

現状の問題点

1) 点検・モニタリング・診断技術の高度化

- ・点検診断ツール
 - ハンディタイプの高感度磁気センサー
 - A Iサポートによる打音ハンマー etc
- ・スクリーニング
 - 衛星SAR、航空機によるレーザー計測
 - 車両によるレーダー計測、レーザー計測
 - ドローンによる高解像度カメラ etc
- ・常設モニタリング
 - ネットワーク化された多数のセンサー
 - 重要構造物、長大橋、斜面の監視
- ・詳細点検技術
 - 高出力X線、小型中性子による非破壊検査

2) 理解して使える人員が少ない

定期点検は1班2～3名の編成ですがその中に橋梁の構造が分かっている点検員はいないのが現状です。

機械がどんどん企業競争で良くなっていきます。ドローンを例えるとこの2年で格段の進歩があります。

点検調書を構造を理解して判定対策をまとめられていないのが現状です。

判定を単純に判定Ⅰ(健全)、Ⅱ(予防保全段階)、Ⅲ(早期措置段階)、Ⅳ(緊急措置段階)に分けていますが実態はかなり煩雑です。

定期点検で重要なのは人判断力です。どのような良い機械等できても最後はデータや映像を見て判断するのは人と考えます。(本物の人工知能が開発されれば別です)

合理的な橋梁維持管理の仕組みとその実現に向けて 平成24年9月5日

- ①構造上重要な部位・部材を軽視した平均的点検，致命的損傷の見落とし
⇒危険性 高コスト 高
- ②損傷の橋梁全体系への影響に配慮不十分な点検の評価各部材の損傷点数化や総合評価点→損傷度と健全度の取違い
⇒危機管理を軽視した維持管理
- ③LCC型のAMSの構築
維持管理のあるべき姿と乖離した予算措置計画
⇒現状では維持管理の実質的合理化は困難
- ④マニュアル，データベース，システムの重視
管理者の当事者意識不足 維持管理手法のブラックボックス化
⇒管理者の技術力・判断力の育成の障害
- ⑤維持管理（点検，対策）技術の開発の遅れ損傷の要因，経時性，対策の効果が不明瞭
⇒場当たりので，過不及な維持管理

週刊経団連タイムス 2020.06.18 No.3457

「インフラ老朽化対策の課題について聞く」

■インフラ老朽化と維持管理の現状

近年、インフラの高齢化が進んでおり、特に道路橋、河川管理施設、港湾岸壁については2033年までに約6割が50年以上となる。日本では、12年の笹子トンネル崩落事故を機に、インフラ維持管理が社会的に注目されるようになった。国土交通省は13年をメンテナンス元年と位置づけ、道路法を改正し、すべての橋梁・トンネルに対して5年に一度定期点検を実施することとなった。ほぼ同時期に、河川等についても法律が改正され、維持管理が法定化された。

他方、地方自治体の状況を見ると、18年度末時点では橋梁の長寿命化修繕計画を策定していない自治体が約2割あり、また、町村のうち半分以上は土木技術者が一人もいない。

■精度上の課題

老朽化インフラの予防保全を行うことで、事後保全の場合と比べて費用負担が3割削減できるとされるが、見かけ上は健全なインフラの保全費用の支出について、名目上から理解を得ることは難しい。住民の意識を高めるためには、積極的な情報発信が重要となる。

日本土木学会では16年から「社会インフラ健康診断」を実施している。施設の健康度を測るとともに、現在の維持管理体制を評価している。自治体の意識を高めるために、地域ごとに評価を示すことも検討している。

新技術の導入を進めるうえでは、技術マッチングが重要となる。その際、管理者がニーズを明確化する必要があるが、特に土木技術者のいない自治体においては対応が難しい。また、維持管理は建設と比べて多様性・個別性が高く、使用規定では発注が難しいことから、性能規定で発注して、受注者側がいろいろな技術を提案できるようにする必要がある。

維持管理は時間軸が極めて長い取り組みであり、当然、従来と違う予算・会計の考え方が必要になる。例えば、医療における任意保険と同様に、自治体に毎年、インフラ維持管理のための積立金を会計上させることも一案だ。

■技術開発上の課題

インフラメンテナンスでは、点検、診断、措置、記録の順にサイクルを回すが、診断・措置はリスクを明確にし、それを除去するために行うのであり、点検ではそのために必要なデータを収集することが求められる。

内閣府は「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」では、14～18年度の間「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」というテーマで研究開発が実施された。従来の土木の枠組を超えてさまざまな企業が参加したが、ほとんどの技術が維持管理負担の軽減に主眼を置いており、維持管理の本来の目的である事故災害リスクの低減を目指したものは少なかった。劣化予測など事故災害リスク低減に資する技術の開発がきたいされる・

【産業政策本部】

「2020年6月18日NO.3457」

★AIを活用し効果的な道路の路面劣化を診断

NECと福田道路株式会社が共同開発した舗装損傷診断システム「マルチファインカンズ」

★新技術による運用監視を支えるネットワークの重要性

長寿命化を図るために継続的に運用監視を行うことの重要です。

インフラ点検管理にAIやIoT等先端的ないCTを活用する取り組み必要。

★時系列データ部BB関による状態判別技術の開発

インフラ状態の見える化から、データ分析による監視・診断・故障予測まで

インフラに設置したセンサーから収集・蓄積した時系列データをもとに、データと時間的变化やデータ間の関係の特徴として抽出し、過去のデータの特徴と比較することで、異常検知だけでなく障害診断も可能とできる。

「学習フェーズ」⇒「蓄積フェーズ」⇒「監視フェーズ」

★デジタル時代のインフラメンテナンスの特徴

「遠隔検査」「点検自動化」「事前防止」

遠隔検査は、遠隔にある社会インフラの状態を見える化し、その場に作業員が行くことなく定期的な点検を可能にする。またAIを活用しカメラ映像や音響を解析することで、過酷な環境下や遠距離での点検作業を高度技術人材に頼らず、自動化することができる。

■インフラ技術総覧 SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術

01：高出力X線中性子源による可視化技術

02：ポータブル磁気検査装置

03：レーザーを活用した高性能・非破壊劣化インフラ診断技術

04：AI打音検査システム

05：空港舗装の路面点検システム

06：橋梁点検ロボットカメラ

07：球殻ドローンを利用した橋梁点検システム

08：ドローンによる打音点検・近接目視システム

09：二輪型マルチコプタによる橋梁点検システム

10：インフラの点検効率化を助ける橋梁のK上側・自動レーダー診断技術

11：マルチスケール統合解析によるRC床版の疲労寿命評価

合理的な橋梁維持管理の仕組みとその実現に向けて 平成24年9月5日

「維持管理目的の再認識」

Q)今何をすべきか？これまで通りでOK？？

Q)何のため？誰のため？

Q)肝要な点とは？

致命的損傷の見落としなくす

「維持管理の背景」

Q)今何をすべき？これまで通りでOK？

⇒コスト縮減や計画的・効率化な維持管理

Q)今何をすべき？これまで通りでOK？

⇒現場で気になること「再劣化」

○補修や補強後に、比較的短期間で再び損傷が発生する。

補修前より悪化する事例や再補修が必要にも？

例1) 耐用年数30年以上の塗装が施工後6年で損傷

例2) コンクリート断面補修後、同一箇所損傷発生

例3) 水分供給防止の目的が補水環境を形成

Q)今何をすべき？これまで通りでOK？

⇒現場で気になること「再劣化」

○補修や補強後に、比較的短期間で再び損傷が発生する。

補修前より悪化する事例や再補修が必要にも？

⇒これまで通りでは不具合もあるのでは？

「維持管理の目的」

Q)何のため？誰のため？？

⇒損傷を補修することが目的ではなく、
永続的に安全な通行を確保すること！！

「維持管理のプロセス」

①点検(・5年に1回全面近接目視・損傷度合い5段階評価・損傷26分類)

②診断(・対策区分A,B,C,M,S,E・C判定は5年以内に対策)

③措置の判断(・措置の判断・維持or補修or補強・実施時期)

④措置実施(経過観測,工事等)

⑤架替

「改善点の抽出」

「維持管理における現状の課題」

①構造上の重要部位および損傷の発生要因に配慮不十分な点検・記録

②橋梁の部位・部材の重要度に配慮不十分な画一的な点検手法

③未熟な損傷進行予測による信頼性の低いLCC(ライフサイクルコスト)評価

④維持管理プロセス間における情報の未共有

⑤社会的認知が低い維持管理事業

例) コンクリート部材のひび割れ

- ①ひびわれの幅だけで評価すると・・・
 - ②要因や損傷の発生位置等を加味すると・・・
- 要 因：鋼材の腐食膨張 o r 経年劣化
 経 時 性：水等の進入にて加速も o r 緩やか
 発生位置：主桁（の鉄筋）o r（の表面）

例) 鋼材の腐食

- ①腐食面積だけで評価すると・・・
 - ②要因や損傷の発生位置等を加味すると・・・
- 要 因：漏水 o r 空気中の水分
 経 時 性：局部腐食 o r 全面腐食
 発生位置：支点部付近 o r 添架物支持材

「改善点の抽出まとめ」

- ① 構造上の重要部位及び損傷の発生要因に配慮不十分な点検記録
- ② 橋梁や部位・部材の重要度に配慮不十分な画一的な点検手法

例) コンクリートのひびわれ

貫通ひび割れ = 表面ひび割れ？

- ・ 要領やマニュアルの記載ルールでは、ひび割れ幅で評価

例) 鋼材の腐食

全面腐食 = 局部腐食？

- ・ 要領やマニュアルの評価ルールでは腐食の面積で評価
- ⇒ 要領どおり点検し評価するだけでは“点検のための点検
- ⇒ 点検要領やマニュアルに基づいた点検調書だけに頼りすぎ
- ていては、橋梁の損傷状態を確実に100%把握できるとも限らない。

<改善点>

- ⇒ 要因の見落とし = そのような視点で見していない。
- ⇒ 要因に気付かない = 調書等机上の結果のみで確認

要因に配慮してないと発生する可能性のある事象

再劣化？設計ミス？施工ミス？追加投資・・・

求められる高度技術力

損傷発見

「損傷のほとんどは複合劣化」

- ①新設施工時からの不具合：乾燥ひびわれ、ディテール等
- ②気象因子：日照，風雨，気温，湿度等
- ③環境因子：付着塩分量，凍結防止剤の散布量，植生等
- ④力学因子：大型車の累積交通量等

100%の要因特定はほぼ不可能

「老朽化橋梁に良くある情報不足」

- ①建設時の設計図書や竣工図書なし
- ②点検・補修履歴等のデータが欠落

判断には設計基準の歴史や構造の基礎知識が必要

「まとめ」

①目標「維持管理あるべき姿」

- ・我々は、今、目標に向かって第1歩を踏み出す時期を迎えている！

②提案1)「事例集の活用方法」

- ・第1歩を踏み出す1つのツールとして、損傷を状態のみではなく「要因」「経時性」「構造上の重要度」等に配慮できる“見極め力”を養う
- <実務的な事例集『損傷の経時性と致命的損傷に関する事例集』>
- 【活用法】現場至上主義の参考書、緊急性(優先順位)の目安
判定における参考書、技術者の教育訓

③提案2)「維持管理の改善に向けて」

- ・出来ることから知恵を使って橋梁を守ろう
- <合理的な維持管理の実現へのキーワード>
- ①致命的損傷、②経時的に進行、③合理化、④現場至上主義、
⑤点検環境改善、⑥損傷評価の定量化、⑦メリハリ

④発展「引継がれた課題と現在の取組み」

- ・橋梁維持管理の重要性の社会的認知度を、双方向コミュニケーションによって「ニーズを把握し」「自己改善」しながら継続していこう！

道路橋の維持管理現状

予防保全による橋の長寿命化

傷んだ橋をそのまま放置しておく、損傷は徐々に進行して、道路が通行止めという事態にもなりかねず、将来にわたり橋を適切に保全し、道路ネットワーク機能を維持していくことが必要です。そのため、これまでは損傷が大きくなってから補修する「事後保全」を行っていましたが、今後は損傷が大きくなる前にこまめに補修する「予防保全」を行い、橋の長寿命化を図ることが大切になります。日常の維持管理の費用はかかりますが、架替に要する多額の費用を抑えることにより、ライフサイクルコストの縮減が可能にある。

早めの補修が大切

継ぎ目から水が漏れている（伸縮装置部からの漏水）

↓ 放置する

橋の裏側や台座が錆びてきます

↓ さらに放置

台座が壊れ、段差が生じて危険です（伸縮装置に段差）

予防保全を実現するための取り組み

予防保全を計画的に行っていくためには、点検によって常に橋の状態を把握し、橋の劣化が今後どのように進んでいくのか、いつどのような対策を行うことが最適か、などの検討を行って最適な保全更新計画をたてる必要があります。近年、橋の損傷データの蓄積が進み、予防保全を計画的に行っていくために必要となる劣化の予測や橋の状態の予測が可能となってきました。新たな知見を取り入れながら橋の予防保全を進めるためのシステムとして、橋梁維持管理システムを構築し、運用できます。（AI技術の積極的に検討・検証・実行が欠かせません）

橋の状況確認

「点検で橋の状態を把握」

↓

「橋の劣化を予測して最適な対策方法を検討し、今後の方針を決定」

↓

「方針に従って補修等の工事を実施」

マネジメントサイクルの構築

予防保全を軸とした計画的維持管理（アセットマネジメント）は、橋梁点検・診断 → データ入力（点検結果） → 健全度の評価 → 管理計画の策定 → 対策工事の実施 → データ入力（対策履歴）というサイクルでいます。維持管理に必要なデータは、橋梁データベースに蓄積します。この橋梁データベースを活用し、橋の将来の状態や最適な補修時期を導き出す橋梁保全支援システムを構築し、今後の橋の維持管理のあり方について検討を行えます。

〇〇〇橋梁保全更新計画の概要

〇〇〇橋梁保全更新計画は、建設局が管理する橋に関わる事業について、橋を良好な状態で将来に引き継ぐために、必要な事業計画（橋の点検・維持補修・補強・架替など）およびその実施方針を示したものです。

橋の点検

基本的に5年に1回の詳細点検により橋の損傷状態を把握し、重大な損傷や事故を防止する。**（すべての橋梁で5年に1回の点検は必要ですか？）**

維持補修

定期的な詳細点検に基づき橋の劣化を予測し、損傷が大きくなる前に補修を行う「予防保全」を実施する。**（現在は全てできていません）**

補強修繕

車両の大型化に対する補強や車両用防護柵の設置など安全確保を実施する。
大規模地震に対する耐震補強対策などを実施する。

架 替

架設された高齢橋について、ライフサイクルコスト分析により架替要否を判定し、計画的に架替を行う。**（計画的に架替る事が大切）**

河川改修事業や都市計画事業などに伴う、橋の架替を実施する**（維持管理のしやすい型式構造へ企画設計、特に伸縮装置の少ない型式に）**

予防保全による長寿命化でコストダウン

橋梁ごとの計画的に予防保全による維持管理を実施する場合のシミュレーションを行い維持補修費用のトータルコスト比較検討を行う。

早めの予防的な補修により長寿命化（予防保全）

従来の事後保全型維持管理から今後は予防保全維持管理へ考え方を切り替える。

長寿命化修繕計画策定事業

橋梁の「長寿命化修繕計画策定事業」とは、地方自治体が管理する橋の急速な高齢化に対応するため、長寿命化修繕計画を策定することにより、従来の損傷が大きくなってから対策を行う「事後保全」から、損傷が大きくなるまでに予防的な補修を行う「予防保全」へと円滑な政策転換を図るとともに、長寿命化並びに補修費用の縮減を図りつつ、地域の道路網の安全性・信頼性を確保することを目的とし、平成19年度から、その策定費用を国が支援し、進めている事業です。

〇〇〇でも、橋の計画的な予防保全の実施に向けて、橋梁点検の実施に伴い橋梁長寿命化修繕計画の策定を進めています。平成19年度から平成21年度の検討内容のとりまとめ状況は、末尾に添付しています。

（参考）高齢橋の架替

〇〇〇では、点検結果に基づき、予防保全による維持管理を行うことにより長寿命化を図ることを基本としていますが、架替えることが合理的と考えられる必要最小限の橋については架替える方針です。そのため、戦前に架けられた70歳以上の高齢橋約100橋を対象として、点検結果や既往の構造計算書等の構造照査を行い、架替検討マトリクスにより詳細検討の必要性がある橋を1次選定し、架替検討橋梁とされた橋について、ライフサイクルコスト（LCC）分析に基づく総合評価を行い架替要否を2次選定します。

◇ 架替検討マトリクス（1次選定）

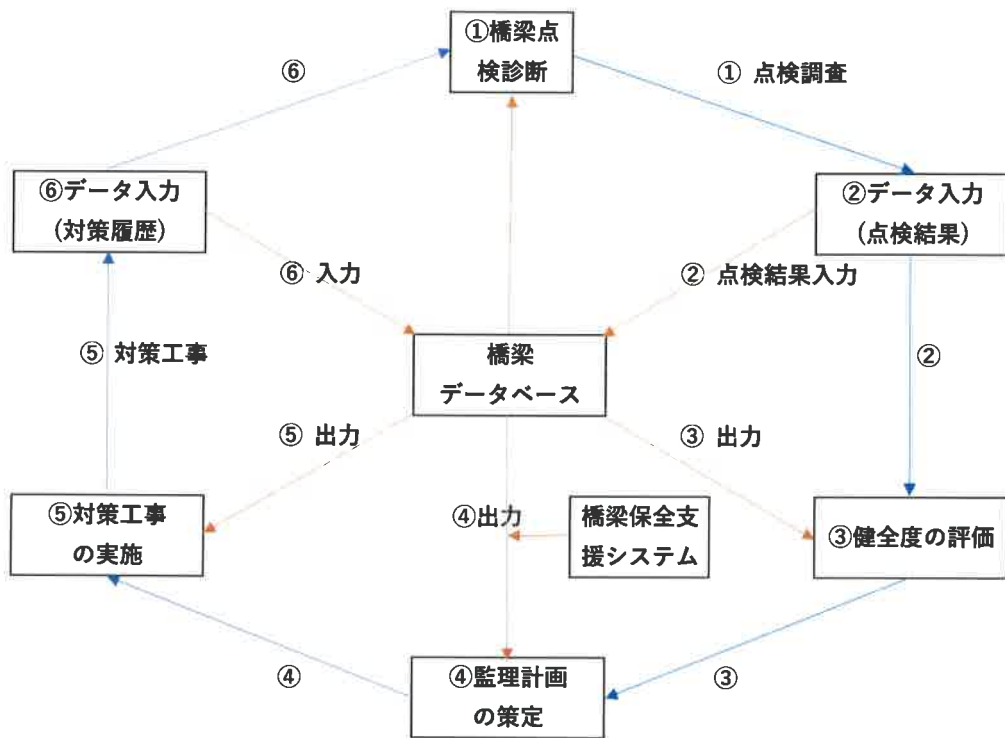
通常、橋の維持管理計画を立案する際には、橋梁点検から得られたデータを基に、劣化予測を勘案した健全度から保全計画を策定するのが一般的です。しかし、戦前に架けられた高齢橋は耐震設計など設計思想が現在の橋と全く異なる場合や、設計荷重や河川状況などの社会状況が建設当時とは大きく変化している場合などがあり、架替の要否を橋の健全度のみで判断した場合には、判断を誤る可能性があります。そこで、橋梁点検による健全性評価に加え、耐荷性、耐震性、河川条件が現在の基準に対し、整合がとれているかについて、機能性評価をあわせて実施しています。

◇ LCC分析に基づく総合評価（2次選定）

高齢橋の架替詳細検討（2次選定）では、対象となる橋ごとに構造計算や施工計画に基づき具体的な架替、延命化方法を検討し、今後50年間のライフサイクルコスト（LCC）を架替費や維持管理費だけでなく、多様な項目による経済性の評価を行います。

$$\text{LCC} = \text{【架替費】 or 【補強(改良)費】} + \text{【維持管理費】} + \text{【※多様な費用】}$$

※多様な費用とは、工事に伴う経済損失や大地震による被害額などを見込んでいます。



架替検討マトリックス (1次選定)

