

# 山形県橋梁長寿命化総合マニュアル



対策前



対策後

(主)鶴岡羽黒線 羽黒橋 (鶴岡市)

L=294.1m S49年架設

～ 山形県のすべての橋を  
次世代に安心して引き継ぐために  
守り続けます ～

令和8年3月



山形県 県土整備部



## 目次

はじめに	1
1. 橋梁長寿命化の基本方針	3
1. 1 取組みの方針	3
1. 2 橋梁長寿命化の流れ	5
1. 3 山形県における劣化傾向	7
2. 修繕計画の策定	9
2. 1 中長期計画の策定	9
2. 2 管理区分の設定	11
2. 3 診断	13
2. 4 コスト縮減に関する目標の設定	14
2. 5 短期計画の策定	14
2. 6 中長期計画と短期計画の関係	16
2. 7 架替の検討	17
2. 8 集約・撤去の検討	21
2. 9 戦略的管理	24
2. 10 補修工事費の算出	24
2. 11 計画の公表	26
3. 記録	27
3. 1 記録の目的	27
3. 2 DBMYの概要	28
4. 技術力向上に向けた取組	29
5. 県と市町村との連携	30
5. 1 市町村への支援	30
5. 2 市町村適用時の留意事項	31
付録 架替におけるライフサイクルコスト比較例	
付録 中長期計画策定に係る参考資料	



## はじめに

山形県が道路橋として管理する橋梁は令和7年度現在で約2,500橋である。建設時期でみると、昭和30年頃からの道路整備の進捗に合わせて急増し、昭和47年にピークを迎えている。このいわゆる“高度経済成長期”に建設された橋梁は全体の約1/3を占め、これらが次々と老朽橋となることで、今後老朽橋の割合が加速度的に増加していくことが見込まれる。

また、平成24年12月2日に中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故が発生し、このような事故を二度と起こさないよう、国土交通省では平成25年を「社会資本メンテナンス元年」と位置づけた。さらに平成25年11月29日には、国民生活やあらゆる社会経済活動を支える各種施設をインフラとして幅広く対象とし、戦略的な維持管理・更新等の方向性を示す基本的な計画として、「インフラ長寿命化基本計画」がとりまとめられた。これに基づき、新設から撤去までの、いわゆるライフサイクルの延長のための対策という狭義の長寿命化の取組に留まらず、更新を含め将来にわたって必要なインフラの機能を発揮し続けるための取組を実行することにより、これまで進めてきたメンテナンスサイクルの構築と継続的な発展につなげることが示された。

山形県でも、公共投資の伸びが十分に期待出来ない現状では、膨大な道路資産（橋梁）を良好な状態に維持管理していくことは極めて重要であり、そのためには、既設橋梁の状態を適切に把握し、中長期に渡り効果的、効率的な維持管理を行うための指針として「橋梁長寿命化修繕計画」を策定し、これを実行することが必要である。

「橋梁長寿命化総合マニュアル」は、山形県道路技術マニュアル（Ⅱ点検・補修編）の5章に位置づけられており、山形県が管理する道路橋に適用される資料としてまとめたものである。橋梁長寿命化における、一連の業務サイクル（点検、計画、補修、記録等）の全体像を包含するとともに、各業務の位置づけを明確化し、それぞれの検討方針や留意事項を示すことで、いま課題とされている、技術力の向上、あるいは市町村支援等を推進していく上での一助とすることを目的に作成されたものである。

橋梁長寿命化の取組みは、PDCAサイクルに基づき必要な見直しを行いながら継続していくことでよりよい成果が得られるものであり、本マニュアルについても、運用の中で見直しを行なうなど、創意工夫を持った取組みを期待したい。

なお、本資料を市町村が本資料を活用する際は、各自治体の状況を踏まえて内容を精査のうえ活用することを期待したい。

：「山形県橋梁長寿命化総合マニュアル」  
取扱い範囲

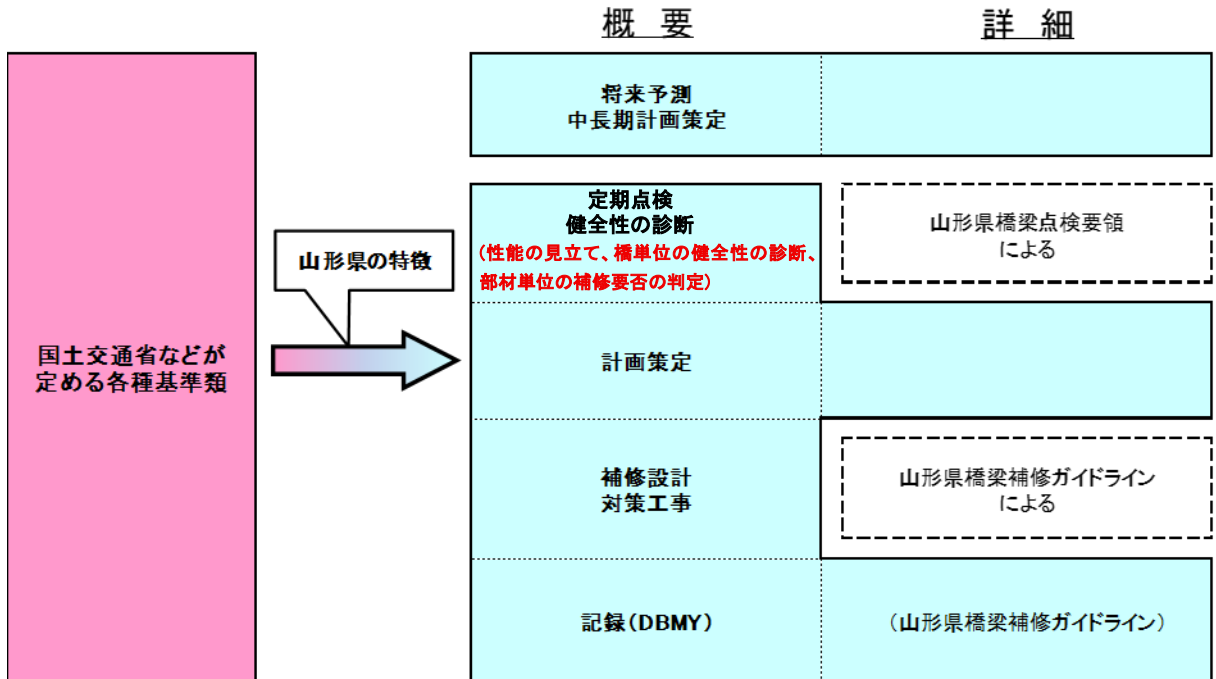


図 山形県の橋梁長寿命化に関する基準体系

## 1 橋梁長寿命化の基本方針

### 1. 1 取組みの方針

山形県が管理する道路橋は、高度経済成長期に集中的に架設され、今後老朽化が急速に進むことから、従来の「傷んでから治す管理」を継続した場合、維持管理コストが膨大となり、道路利用者への安全・安心なサービスの提供が困難になることが予測される。

今後は長期的な視点に立ち、安全性を確実に確保するために、道路管理施設の長寿命化に積極的に取り組み、長期的なコストの縮減、更新を含めた管理費用の平準化を図ることで、予防保全型管理へと移行する。

#### 【解説】

山形県では、令和7年度現在で、約2,500橋の道路橋を管理している。

特に昭和30～50年ころに大量に架設されており、ピークの昭和47年には年間約120橋が架設されているが、これら高度成長期に架けられた橋梁が、今後急速に高齢化が進む。

これまで傷んだ橋梁については、その都度、架替や補修を実施し、安全安心の確保を図ってきたが、このような管理を今後とも続けた場合、近い将来、膨大な更新・維持管理コストが必要となり、道路利用者へ安全・安心なサービスを提供することがだんだん難しくなる。

この対策として、山形県では、平成16年度から橋梁点検に着手し橋梁の状況を把握し、平成19年度に国の制度を活用して『山形県橋梁長寿命化修繕計画』を策定した。また、短期計画（個別施設計画）を平成23年度までに概ね全ての橋梁について策定し、大半の橋梁では「傷みが小さいうちに計画的に対策することで長寿命化を図る予防保全型の管理」に移行した。

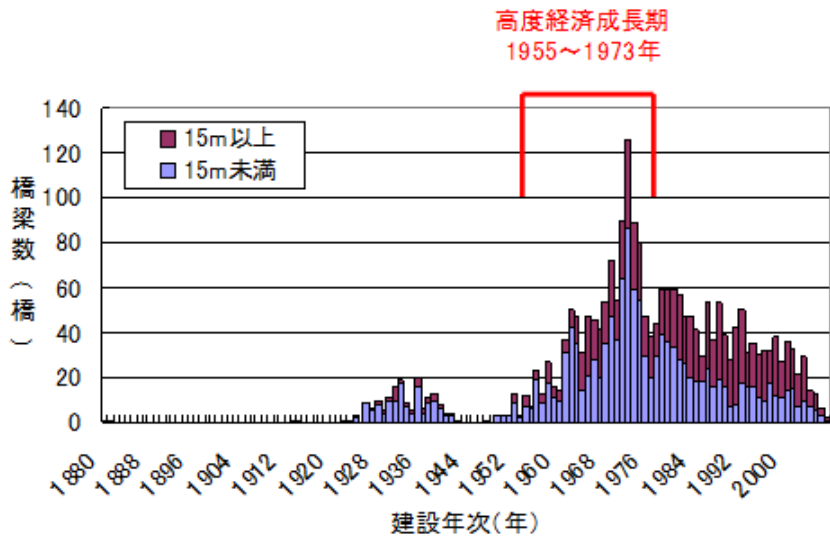
今後も安全性の確保と計画的・効率的な維持管理を行うことを目的として、道路パトロールによる点検と、5年サイクルの定期点検を継続するとともに、長寿命化修繕計画に基づいて架替・補修を行い、安全安心の確保に努める必要がある。

なお、市町村においては、橋梁の劣化状況、交通状況、財政状況等、各市町村の事情を踏まえた取組みを検討することが望ましい。

注 山形県で管理する道路橋の定義

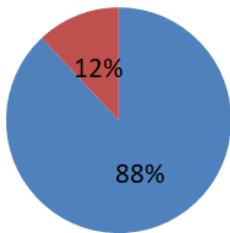
道路法（昭和27年法律第180号）第2条第1項に規定する道路における  
橋長2.0m以上の橋、高架の道路等

背景 ～ 今後急増する老朽橋

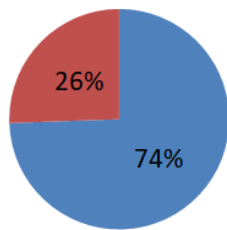


◆建設50年以上の老朽化橋梁割合

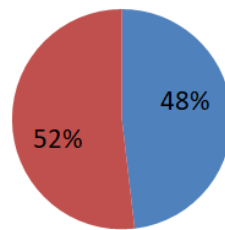
【計画策定時】  
(平成19年)



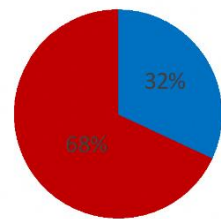
【令和元年】



【令和10年】

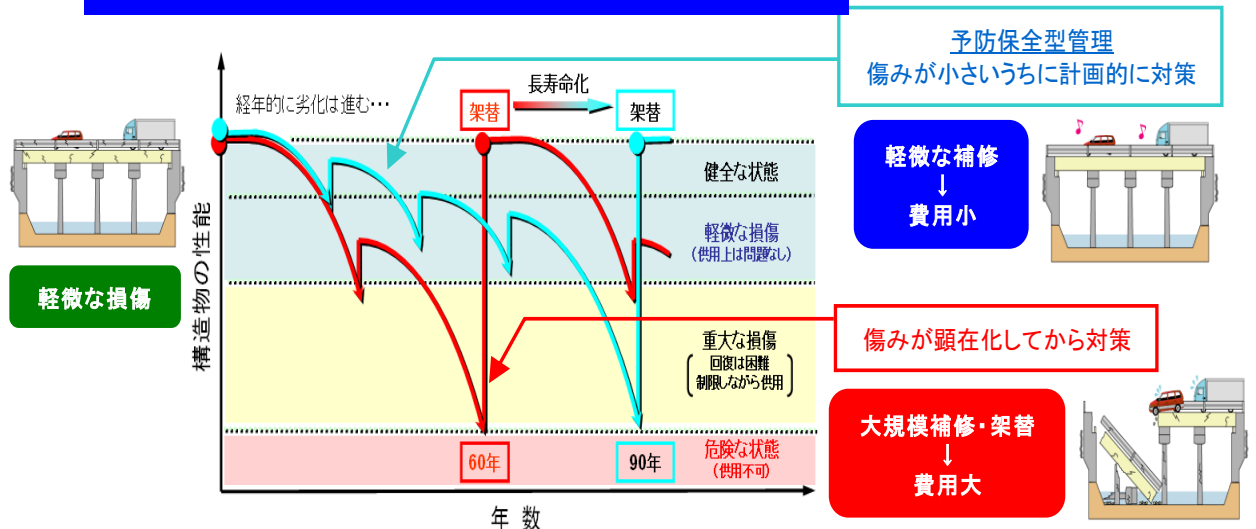


【令和20年】



■建設後50年未満  
■建設後50年以上

予防保全型管理  
～ 長寿命化による維持管理コスト削減



## 1. 2 橋梁長寿命化の流れ

橋梁長寿命化にあたっては、橋梁の状況等を把握・評価し、適切な修繕計画の策定及び計画に基づいた修繕を実施するものとする。

また、橋梁の点検・診断・措置に係る情報を適切に保管・管理し、事後評価することで、さらなる長寿命化の最適化を図っていくものとする。

### 【解説】

橋梁長寿命化の流れは、[橋梁点検]→[健全性の診断]→[短期計画策定]→[補修設計]→[補修工事]→[記録]→[事後評価]のPDCAサイクルに基づき行うものとする。各項目の概要を以下に示す。

#### (1) 橋梁点検<sup>※1</sup>

橋梁の現況を把握するため、5年に1度の頻度で全径間の近接目視を原則とした点検を実施し、その結果を橋梁点検要領に従い記録することにより、橋梁に発生している損傷状況を把握する。

#### (2) 健全性の診断<sup>※1</sup>

点検結果に基づいて「性能の見立て」と「橋単位の健全性の診断」に加えて「部材単位の補修要否の判定（部材単位の健全性の診断）」を行う。

#### (3) 概算工事費の算出

「橋単位の健全性の診断」及び「部材単位の補修要否の判定（部材単位の健全性の診断）」に基づき概算補修工事費を算出する。なお、近年の労務費や建設資材物価等の変動を踏まえ適切に概算補修工事費を算出することに留意する。

#### (4) 短期計画の策定（個別施設計画）

中長期的な維持管理方針に基づいて、修繕計画の策定（橋梁個別の対策内容・時期等を決定）を行う。

#### (5) 補修設計及び補修工事<sup>※1</sup>

長寿命化修繕計画において対策が必要と判断された橋梁に対して、最適な補修工法について検討を行い、補修設計及び補修工事を実施する。

#### (6) 記録

諸元情報、点検及び診断情報、対策履歴（補修設計、工事）情報等を電子データとして、山形県道路橋梁メンテナンス統合データベースシステム（以降、DBMY<sup>※2</sup>という）を用いて管理（蓄積、更新、削除）する。

#### (7) 事後評価

長寿命化修繕計画により定めた維持管理の基本方針（管理水準、維持管理シナリオ、事業優先性等）及び補修予算の見直しを行うため、補修工事の有効性、効果等を継続的に評価するとともに、必要に応じて事後評価の結果に基づいた見直し<sup>※3</sup>を実施する。

※1 「(1) 橋梁点検」および「(2) 健全性の診断」の具体的な内容については、「6章 山形県橋梁点検要領」および「7章 山形県溝橋点検要領」に記載する。また、「(5) 補修設計および補修工事」については、「8章 山形県橋梁補修ガイドライン」に記載する。

※2 DBMY：Integrated Database System of Bridge Maintenance ,Yamagata Pref.の略

※3 見直しの実施は、劣化予測の精度向上に伴う見直し、採用した補修工法の耐用年数の修正に伴う見直し、損傷の特徴を反映することに伴う見直し等が考えられる。

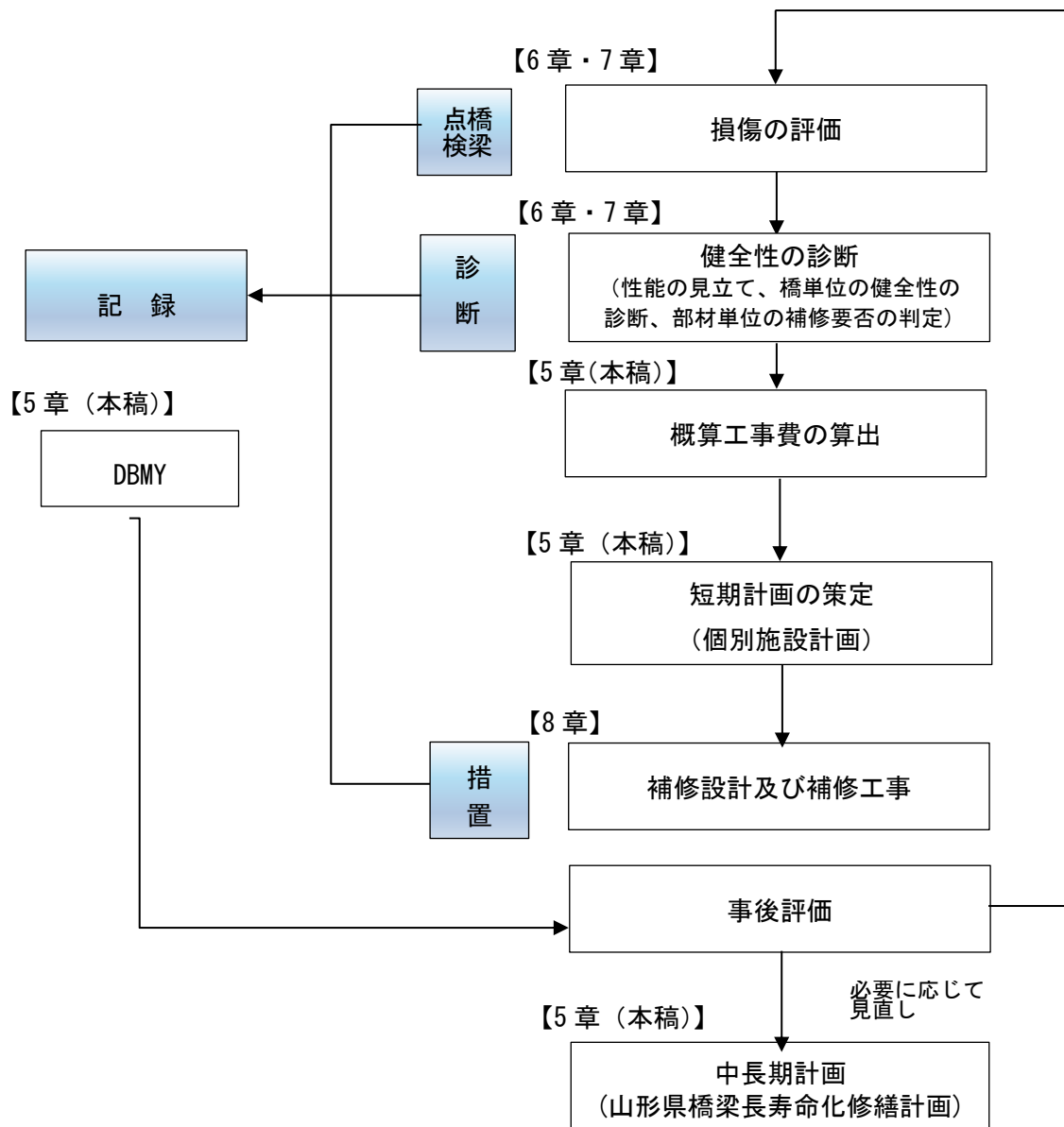


図-1.1 橋梁長寿命化の流れ

### 1. 3 山形県における劣化傾向

山形県は、県内全域が「豪雪地帯」に指定され、冬は積雪寒冷、夏は高温多湿と橋梁には厳しい自然環境である。特に、冬季における凍害（県内全域）、庄内地方における飛来塩分及び凍結防止剤散布（県内全域）による塩害による損傷が多い傾向にある。

本県全域における環境条件には下記のような劣化傾向が認められることから、橋梁長寿命化施策を推進するにあたっての前提として考慮する必要がある。

自然環境の中に置かれる橋梁は、供用を開始した時から自然の作用や車両の通行により劣化が始まる。劣化を引き起こす要因はさまざまであるが、中でも水が原因となる劣化（伸縮装置からの漏水による桁端部の腐食、堆雪や漏水による地覆・下部工の凍害等）が多く生じている。特に、山形県においては冬期間凍結防止剤を散布し塩分を含んだ水となるため、腐食や凍害等の劣化の進行が速い傾向にある。

沿岸部の庄内地方では、飛来塩分により鋼部材の腐食による劣化の進展が他の地域に比べて速い傾向にあり、コンクリート橋においても塩害による重大な損傷も確認されている。（付録-4 参照）また、冬季北西の季節風によって多量の海塩粒子を含んだ雪が内陸部にまで運ばれる塩雪害（低温期塩害）も懸念される。



図-1.2 伸縮装置からの漏水による桁端部の腐食事例



図-1.3 凍害による損傷事例

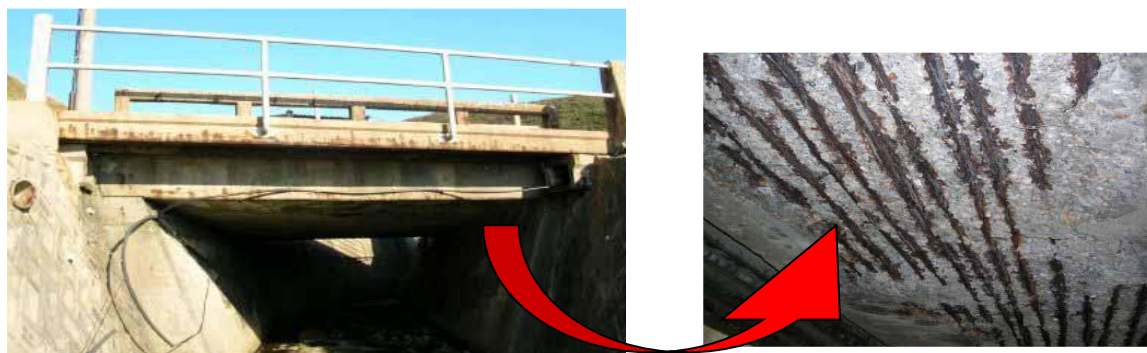


図-1.4 庄内地域における塩害による損傷事例

## ※その他の損傷事例

### ○ PC 橋の損傷

PC 鋼材のグラウト充填不足によるシーースに沿ったひび割れ、遊離石灰を生じている事例が確認されている。この損傷は特に PC 鋼材を上縁定着（H6 年以降廃止）している橋梁に多い傾向にある。



図-1.5 PC グラウトの充填不足による損傷事例

### ○ アルカリ骨材反応

県内全域で疑いのある損傷が確認されているため、特にコンクリート中のアルカリ総量の抑制が義務化された 1986 年以前に建設された橋梁においては、点検・診断にあたって留意が必要である。



図-1.6 アルカリ骨材反応による損傷事例

### ○ 風による損傷

庄内地方では、冬季において北西の強い季節風に見舞われる。特に、最上川流域については最上川に沿って強い風が通り抜けるため、風による鋼部材の疲労損傷が報告されている。



図-1.7 風による鋼部材の疲労損傷の事例（トラス斜材の破断）

## 2 修繕計画の策定

### 2. 1 中長期計画の策定

中長期計画の策定にあたっては、複数の維持管理シナリオ（対症療法型管理方法、予防保全型管理方法等）を設定し、各シナリオにおける予算の平準化や長期的なコスト縮減等の効果などを比較し、最適な維持管理シナリオを選定するものとする。

#### 【解説】

山形県の維持管理シナリオを表-2.1 に示す。

表-2.1 山形県の維持管理シナリオ

維持管理シナリオ	概念	備考
対症療法型管理方法	従来の維持管理方法を継続（最低水準の維持）。	健全性の診断区分がⅢb になった時点で補修を実施し、60 年後に架替を実施。
予防保全型管理方法	全橋を予防保全型管理への完全移行。	現段階で健全性の診断区分がⅢb, Ⅲa, Ⅱの橋梁を早期に対策し、10 年間を目途に全橋を予防保全へ移行。長寿命化により 90 年後に架替。
メリハリを付けた管理方法	予算の平準化を考慮し、橋梁によって対症療法と予防保全に使い分ける。	1 回目の架替までは管理区分によって対症療法で実施する橋梁と予防保全で実施する橋梁を区別し、予算の平準化を目指す。（1 回目の架替後は、全ての橋梁を予防保全型管理に移行する。）

維持管理予算のトータルコストに着目すると、全橋に対して予防保全型管理を行うことで橋梁の長寿命化が図れて大幅なコスト縮減が可能となる。しかし、山形県の管理する橋梁は高度経済成長期後に集中的に建設されており、これらの橋梁全てに対して予防保全型管理を適用した場合、長寿命化により更新時期の先送りは図れるものの、更新時期が集中して一時期に膨大な更新費用が必要となる。

そのため、山形県においては、予防保全型管理を実施する橋梁と対症療法型管理を実施する橋梁とを使い分けたメリハリをつけた管理を行うことで、更新時期を分散させ、必要予算の平準化とピークダウンを図ることを基本とする。メリハリを付けた管理方法においては、図-2.1 に示す管理区分により予防保全型管理を行う橋梁と対症療法型管理を行う橋梁を分類するものとする。なお、維持管理シナリオ上、戦略的管理は予防保全型管理方法に分類し、集約・撤去は対症療法型管理方法に分類する。また、「健全性の診断区分」は表-2.2 に示す診断区分により判断する。

## 最適な管理方法の選定

① 従来の「傷んでから治す」維持管理を将来も続けるとどうなるのか。

・ 対症療法型管理方法

⇒20年後には膨大な費用が必要

② 全橋に対して傷みが小さいうちから計画的に長寿命化対策を実施して寿命を概ね60年から90年に延ばすとどうなるのか。

・ 予防保全型管理方法

⇒今後50年の費用が大幅に縮減

⇒但し、50年後以降に膨大な費用が集中

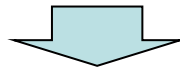
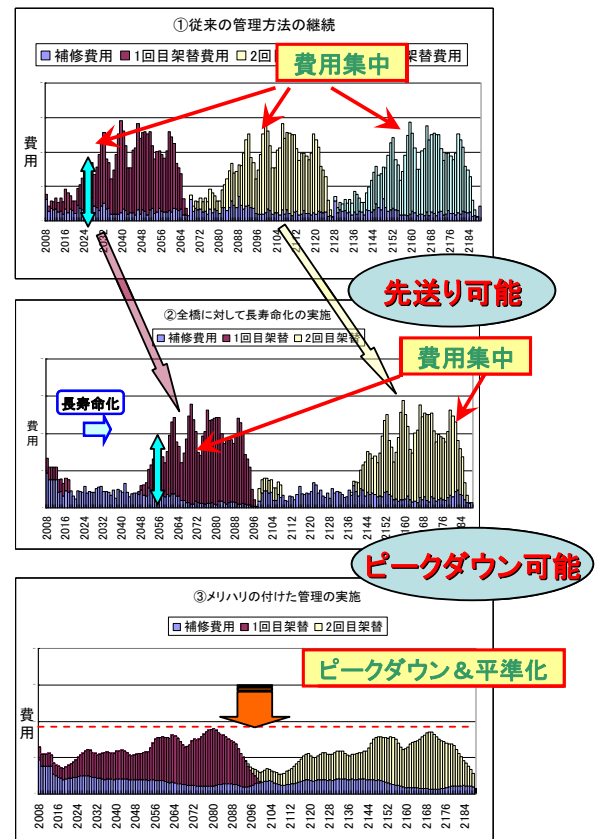
③ 上記①、②を橋梁によって使い分けた場合どうなるのか。

・ メリハリを付けた管理方法

⇒全体的な平準化が可能

⇒長期的なコストが縮減

### 各管理方法の総事業費の推移



コスト縮減・予算の平準化が可能となる「③ 対症療法型管理方法と予防保全型管理方法を使い分けたメリハリのある維持管理の実施」を最適な管理方法として選定

## 2.2 管理区分の設定

修繕計画の策定に際しては、橋梁諸元や路線の重要度に応じて管理区分を設定するものとする。

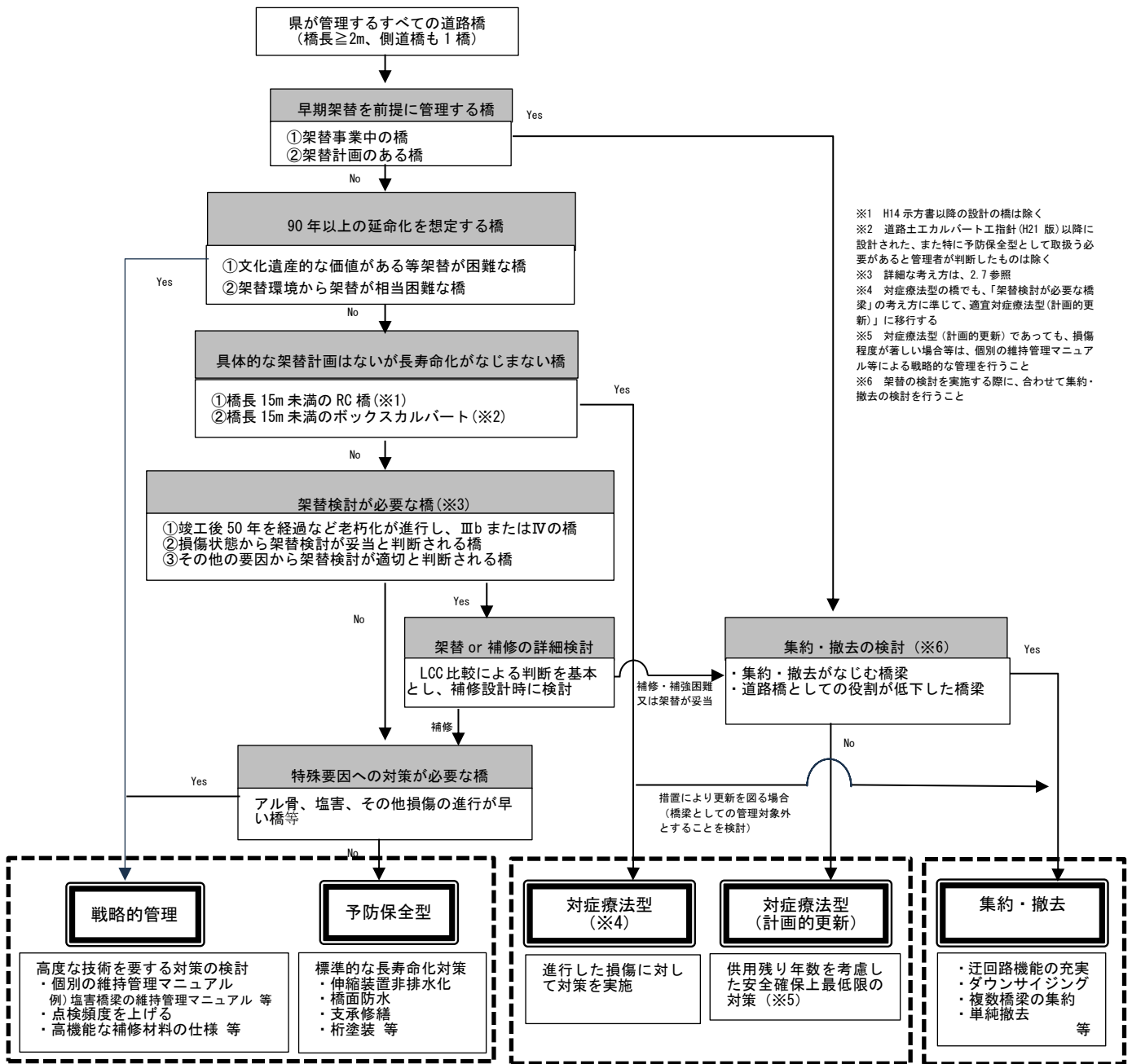
- 予防保全型：損傷対策と併せて水がかり等の損傷原因を除去（軽減）する対策を実施し、損傷の進行速度を対症療法型管理橋梁に比較して遅くすることにより、平均的な橋梁の耐用年数（寿命）を90年以上に長寿命化する。
- 対症療法型：主に橋梁の安全性に着目した補修を行う。損傷の進行性等を見極めながら、橋梁の構造安全性や供用安全性に支障を及ぼすことが想定される場合に、必要最小限の補修を行う。対象となる橋梁は、概ね60年を更新時期の目途として考える。（実際には、環境条件等により更新が必要となる期間には大きな差があるので注意。個別橋梁の更新時期は、橋ごとにLCC、機能性、老朽化の度合い等を考慮して判断する。）
- 戦略的管理：予防保全型の対策により長寿命化を図る。但し、個別に維持管理計画を作成するなど、標準よりもハイレベルな維持管理を検討し、重点的に管理すべき橋梁に適用する。特殊要因への対処が必要な橋梁や指定文化財といった象徴的価値を有する橋梁が該当する。
- 集約・撤去：周辺環境の変化等により役割が低下した橋梁では、「集約・撤去」を行う。集約・撤去における対応方法としては、「(歩道橋の)単純撤去」、「集約（撤去＋迂回路整備）（複数橋梁の集約）」、「ダウンサイジング」等を検討する。

### 【解説】

図-2.1 に山形県における管理区分の分類方法を示す。

※管理区分フローによる区分を基本とするが、架橋条件や構造条件等により適宜、管理区分の見直しを行う。

山形県橋梁長寿命化  
管理区分フロー



(特殊要因への対策が必要な橋は、対症療法的な管理手法となる場合もある。)

(但し、側道橋については、本橋の取扱いも考慮して区分すること)

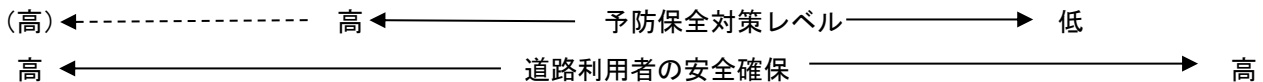


図-2.1 管理区分の分類方法と維持管理方針

## 2.3 診断

定期点検の結果に基づき、次回点検までの間の措置の必要性の観点でⅠ、Ⅱ、Ⅲa、Ⅲb、Ⅳの5段階で診断する。

表-2.2 診断区分

診断区分				内容
～ H25	H26～ H30	R1～ R3	R4～	
OK	I a	I a	I	健全 構造物の機能に支障が生じておらず、措置の必要がない状態 構造物の機能に支障が生じておらず、当面措置の必要はないが、予防保全の観点から状況に応じて措置を講ずる場合もありうる状態（R3年度まで）
Ⅲ	I b	I b		
Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	予防保全段階 構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態
Ⅱ+	Ⅲ	Ⅲa	Ⅲa	早期措置段階 道路橋としての構造安全性への影響はないが、主要部材の損傷を助長する可能性、又は次回点検までに道路管理瑕疵が問われる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態 構造物の機能（主として道路橋としての構造安全性）に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態
		Ⅲb	Ⅲb	
Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	緊急措置段階 構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態

### 【解説】

定期点検の際には橋梁毎に診断区分を設定し、その区分を中長期計画及び短期計画における対策の必要性の判断基準とする。

診断区分の最終的な判断は、診断会社の提案を踏まえ、総合支庁診断検討会および県庁診断会議の議論を経て、道路管理者の判断により決定するものとする。診断区分の最終決定までの流れを表-2.3に示す。

表-2.3 診断区分の最終決定までの流れ

フロー	①	②	③	④	⑤
手続き	調査技術者による診断	発注者担当による診断	総合支庁診断検討会における診断	県庁診断会議による診断	診断区分の最終判断
実施者	橋梁点検員、橋梁診断員	①に加え、発注者	②に加え、県庁橋梁担当者	③に加え、学識経験者	道路管理者（発注者）

## 2. 4 コスト縮減に関する目標の設定

修繕計画には、新技術の活用や集約・撤去等を含めたコスト縮減に対する具体的な数値目標を設定する。

### 【解説】

維持管理・更新に係るトータルコストの縮減により計画の実効性を高めるため、修繕計画を策定する際には、新技術の活用と集約・撤去に関する具体的な数値目標を設定するとともに、そのコスト縮減効果を示すものとする。

## 2. 5 短期計画（個別施設計画）の策定

中長期計画により把握した最適なシナリオの考え方をもとに、橋梁個々の短期的な（5年～10年程度）事業計画を策定する。

### 【解説】

短期計画では、中長期計画により設定した年次別の予算内で、優先性が高い橋梁から順次対策を行うような計画を策定するものとする。

優先性の判断については、診断区分・診断書を参考にすることとし、損傷の部位・状態・進行性、道路利用者や第三者に与える影響、橋梁の構造特性や規模等を総合的に検討する必要がある。なお、診断区分Ⅳ及びⅢa、Ⅲbについては、次回点検までの措置の観点でそれぞれ緊急措置段階及び早期措置段階に位置づけられるものであるため、Ⅳについては緊急的に、Ⅲa及びⅢbについてはⅢbを優先的に対策を行い、いずれも5年後の次回点検までには措置できるよう早期に対策に着手する必要がある。ただし、第三者被害を想定する損傷においては、確認次第、可能な限り速やかに措置を講ずる必要がある。

なお、損傷の状態による優先性がほぼ同一の橋梁が複数ある場合は、道路ネットワークの重要性に着目した評価を行うこととし、以下の観点を参考に優先性を判断する。

- ・緊急輸送道路指定または重要物流道路及びその代替路の有無
- ・跨線橋又は跨道橋
- ・孤立集落アクセスルートの有無
- ・交通量の多い路線
- ・バス路線
- ・迂回路の有無
- ・その他の配慮すべき事項

### ※措置について

- ・直接的な補修・補強だけでなく、たとえば当該変状について進行要因を取り除くなど、状態の変化がほぼ生じないと考えられる対策をしたうえで、変状の経過を監視することも対策の一つと考えてよい。
- ・突発的に致命的な状態に至らないと考えられる場合に、または、仮支持物による支持やバックア

ツブ材の設置等によりそのように考えることができる別途の対応を行った上で、着目箇所や事象・方法・頻度・結果の適用方法等を定めて挙動を追跡的に把握し、また必要に応じて、予定される道路管理上の活用のための具体の準備を行っておくことで、監視は措置の一つと位置付けできる。

- ・架替や集約・撤去を行うことは対策の一つと考えてよい。
- ・橋梁の性能の推定や措置の必要性を判断するために、損傷の原因や規模、進行可能性について詳細調査を行うことで、補修・補強が不要と判断される場合は、この調査をもって対策の一つと考えてよい。

## 2.6 中長期計画と短期計画の関係

中長期計画では、管理橋梁全体の維持管理方法を定めるとともに、中長期に想定される事業費の把握を行う。

短期計画では、中長期計画で定めた維持管理方法及び予算に基づいて、対策の対象となる橋梁を抽出し、計画期間における具体的な点検・対策（修繕、架替）の時期や費用を定めるとともに、実際に事業を実施する。

### 【解説】

災害や重大損傷橋梁の発見等により、当初予定していた計画通りに対策が実施できず先送りされた場合には、短期計画の中で見直しを行うことが望ましい。但し、対策時期や内容が大幅に変更される場合には、必要に応じて中長期計画の見直しを実施し、次期の短期計画に反映させる。

また、策定した計画についても、PDCAサイクルの視点から継続的に事後評価の実施及び見直しを行うものとする。なお、検討項目としては、橋梁点検内容や劣化予測、補修工法、シミュレーション方法、橋梁の寿命等が挙げられる。

中長期計画と短期計画の関連性を図-2.2に示す。なお、山形県においては中長期計画の計画策定期間を180年（対症療法型管理における架替サイクル60年と予防保全型管理における架替サイクル90年の最小公倍数）、短期計画の計画策定期間を10年として設定している。

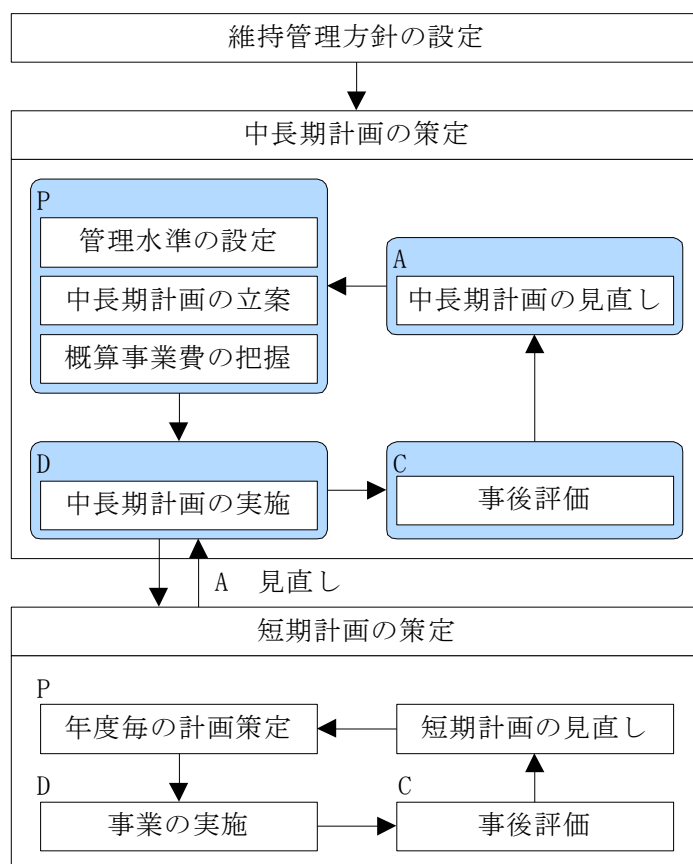


図-2.2 中長期計画との関連性

## 2.7 架替の検討

### (1) 架替の検討が必要な橋梁

以下の橋梁は、架替を検討する。但し、実際に架替検討を実施するかどうかの判断は、県庁道路整備課の橋梁担当者と、各総合支庁の事業担当者との協議により決定するものとする。

- ① 竣工後50年を経過するなど老朽化が進行しており、診断区分がⅢbまたはⅣであり架替検討が妥当と判断される橋梁
- ② 損傷の状態から架替検討が妥当と判断される橋梁
- ③ その他の要因から架替検討が妥当と判断される橋梁

### (2) 架替（集約・撤去含む）の判断

架替による対応とするか、補修による対応とするかの判断は、損傷の状態（程度・部位・範囲等）、LCC比較、機能性等を考慮して、「架替検討業務（補修設計時）」の結果を踏まえ、県庁道路整備課の橋梁担当者、道路整備担当者、道路企画担当者と各総合支庁の事業担当者との協議により決定するものとする。

### (3) 小規模橋梁の更新（ボックスカルバート等構造形式の変更）

橋長10m程度未満の小規模橋梁（RC床版橋等）において損傷が著しい場合は、補修設計において、剛性ボックスカルバート等への更新を検討するものとする。なお、この場合の管理区分は「集約・撤去」とする。

## 【解説】

(1) 重大損傷確認時や補修設計時には、①～③の考え方により架替検討が必要かの判断を行う。

①～③の判断基準については以下を参考とする。

なお、実際の架替検討の必要性の判断は、定期点検時や重大損傷の確認時、補修設計時等に、県庁道路整備課の橋梁担当者と各総合支庁の事業担当者との協議により決定するものとする。

① 竣工後50年以上を経過するなど老朽化が経過しており、診断区分がⅢbまたはⅣであることに加え、前後区間に対して幅員が狭いなどの道路管理上の問題が生じている等、架替検討が妥当と判断される橋梁

竣工年数と定期点検時の診断区分から選定する。但し、診断区分がⅢbまたはⅣであっても損傷が局部的である等、明らかに補修が妥当（架替検討は不要）と整理できる場合を除く。

② 損傷の状態から架替検討が妥当と判断される橋梁

塩害による損傷が著しく進行している等、損傷の状態（程度・部位・範囲、原因、進行性等）から長寿命化のための補修費に見合う延命効果が期待できないことが想定され、架替検討が妥当と判断される橋梁があれば選定する。必要に応じて、県庁診断会議時等に学識経験者への意見聴取も行き、架替検討の橋梁を選定する。

③ その他要因から架替検討が妥当と判断される橋梁

①および②に該当しない場合であっても、各総合支庁、県庁等の総合的な判断により

架替の検討が必要と認められる橋梁については、検討を進めてもよい。具体例として、下記に該当する橋梁を想定する。

- ・機能上の問題（幅員が狭隘、トラス部材からの落雪等）がある橋梁
- ・交通量の変化等により耐荷力上の問題が生じた橋梁
- ・河川管理上支障のある橋梁
- ・緊急輸送道路、孤立集落アクセスルート上で、耐震性に劣る橋梁
- ・その他理由（道路改良計画等）

参考として、架替に関する既往の調査結果<sup>\*</sup>に基づいて設定した損傷状況から架替の検討が必要となる橋梁の選定ポイントを表-2.4に、県管理橋梁の中から抜粋した損傷事例写真を表-2.5に示す。なお、これらの表に示すものは主要な選定ポイントであり、必ずしもこれに限るものではない。

- (2) 架替による対応とするか、補修による対応とするかの判断は、架替検討業務の結果を踏まえ、県庁道路整備課の橋梁担当者、道路整備担当者、道路企画担当者と各総合支庁の事業担当者との協議により決定するものとする。なお、架替検討業務では、補修を行う場合と架替を行う場合のLCC比較を必ず実施するものとする。（国庫補助事業にて、老朽橋の更新事業を行う際の申請資料としても整理する。）

LCC比較の考え方については、以下を参考にするとよい。なお、補修工法の検討にあたっては、損傷部のみでなく橋梁全体の状態を見極めたうえで、適切な補修方法を選定する必要がある。（付録を参照されたい）

（LCC比較の考え方の例）

【架替費／100年（道示の設計供用期間の標準）】

↑↓（LCC比較）

【さらなる延命化のため概ね次回点検までに必要となる補修費／補修効果の想定持続年数】

- ・補修費には、架替後においても経年劣化により供用期間中に一般的に必要な修繕費（橋面防水、伸縮装置、塗装塗替（沿岸部の塗装橋）等）は含まない。
- ・補修効果の想定持続年数は、架橋環境や損傷原因、損傷進行速度等の橋固有の条件を加味したうえで、設定する必要がある。

更に、架替検討を行う際には、併せて集約・撤去が可能であるか検討するものとする。既設橋梁の撤去や複数橋梁の集約が可能であると判断される場合は、維持管理の効率化の観点から、架替ではなく集約・撤去による管理橋梁の削減を基本とする。なお、具体的な検討方針については「2.8 集約・撤去の検討」に示す。

- (3) 山形県では、予防保全型管理と対症療法型管理を使い分けることで、県全体の将来的な架替費用を平準化させる施策を採っているが、今後さらに剛性ボックスカルバートの維持管理上の優位性を活かすことにより、県管理の過半数を占める小規模橋梁の維持管理業務を簡素化し、全体として、より効率的な維持管理の実現を図るため、小規模橋梁の剛性ボックスカルバ

ート等への更新を検討するものとする。また、ボックスカルバート等への更新時は、新橋を「橋梁としての管理対象外」とすることを前提とした検討を行い、対象橋梁の管理区分を「集約・撤去」とする。なお、更新後の構造物が、引き続き「橋梁としての管理対象物」となる場合は、新橋の管理区分を「対症療法型」とする。

「橋梁としての管理対象外となる更新」の例を下記に示す。











- ・橋長 2 m未満のボックスカルバート化  
例：水路を跨ぐ小規模橋梁等において、通水断面の最適化により橋長の短縮し、構造物をボックスへ更新する。
- ・土被り 1 m以上のボックスカルバート化  
例：河床と路面の高低差が大きい小規模橋梁等において、土被りを 1m 以上確保した盛土構造とし、構造物をボックスへ更新する。
- ・管渠化  
例：ハウエル管、コルゲートパイプ等の管渠構造に変更する。

表-2.4 『架替の検討が必要な橋梁』の選定ポイント

部材	橋種	選定ポイント	
		損傷状況(程度・範囲)	備考
上部工	鋼橋	腐食による板厚減少が主桁の広範囲で確認される	-
	RC橋	主鉄筋に沿ったひびわれが広範囲で確認され、錆汁混じりの遊離石灰も生じている	凍結防止剤の多量散布路線については、特に留意が必要である。
		耐力不足によるひびわれが広範囲で確認される	せん断ひびわれ、ゲルバー部のひびわれ
	PC橋	主鉄筋やPC鋼材に沿ったひびわれが広範囲で確認され、錆汁混じりの遊離石灰も生じている	下記に該当する橋梁で損傷が確認された場合は特に留意が必要である。 ・道路橋示方書における塩害対策地域に架設された橋梁 ・凍結防止剤の多量散布路線に架設された橋梁
	RC橋 PC橋	剥離・鉄筋露出が広範囲で確認され、鉄筋の著しい腐食や破断が著しい	下記に該当する橋梁で損傷が確認された場合は特に留意が必要である。 ・道路橋示方書における塩害対策地域に架設された橋梁 ・凍結防止剤の多量散布路線に架設された橋梁
下部工		沈下・移動・傾斜	洗掘など、補強が可能なものは対象外とする。

※橋梁の架替に関する調査研究（IV）（H20年4月 国土技術政策総合研究所）

表-2.5 架替の検討が必要と判断する損傷事例

部材	損傷内容	損傷写真	
鋼主桁	腐食による板厚減少が広範囲で確認される。		
RC 主桁	主鉄筋に沿ったひびわれが広範囲で確認され、錆汁混じりの遊離石灰も生じている。		
	耐荷力不足によるひびわれが広範囲で確認される。		
PC 主桁	主鉄筋やPC 鋼材に沿ったひびわれが広範囲で確認され、錆汁混じりの遊離石灰も生じている。		
RC 主桁 PC 主桁	剥離・鉄筋露出が広範囲で確認され、鉄筋の著しい腐食や破断が著しい。		
下部工	下部工の沈下・移動・傾斜		

## 2. 8 集約・撤去の検討

### (1) 集約・撤去の分類と対策手法

山形県では以下の考えにより、集約・撤去を検討する。

- ① 単純撤去
- ② 集約（撤去＋迂回路整備）
- ③ 集約（複数橋梁の集約）
- ④ ダウンサイジング（機能を低下させる）
- ⑤ ボックスカルバート等への更新（撤去＋形式変更）

### (2) 集約・撤去の実施における検討基準

集約・撤去を検討する際は、以下の観点を考慮する。

- ・老朽化が進行した橋梁であること
- ・防災上の観点から地域の安全性の向上を図ること
- ・近隣に同等の役割を果たせる橋梁があること
- ・周辺市町村と連携した事業の推進

### 【解説】

- (1) 架設当時から現在にかけて、土地利用の変化や周辺道路網の整備等により、利用交通量が減少し役割が低下した橋梁が散見される。このような橋梁への老朽化対策として、集約・撤去を検討するものとする。山形県が管理する道路は主要地点を結ぶ基幹的ネットワークとしての役割を担っており、集約・撤去を進める際には道路網の変更を伴わないことが基本となる。このことを踏まえ、山形県の管理する橋梁において実施することが想定される対策手法を整理した。また、集約・撤去の検討は、重大損傷の確認時やその補修設計時、または架替検討時等に行うものとする。検討の必要性及び実施の判断については、架替検討時と同様に、県庁道路整備課の各担当者と各総合支庁の事業担当者との協議により決定するものとする。

集約・撤去のイメージを図 2-3 および表 2-6 に示す。図 2-3 に示すとおり、山形県では「単純撤去」、「ダウンサイジング」および「ボックスカルバート等への更新（撤去＋形式変更）」を行う橋梁は、管理コストの削減という観点から、管理区分を集約・撤去に位置付けるものとする。

なお、これらの図表は、「道路橋等の集約・撤去事例集（国土交通省道路局・令和7年3月）」を基に加筆し、山形県の考え方に沿うように修正を加えたものである。

#### ① 単純撤去

既設橋梁を完全に撤去し、橋梁としての交通機能を廃止させるものである。橋梁の単純撤去は、既存の道路網の連続性に変更を生じさせる措置であり通常は採用されないが、車道橋に付随する独立した歩道橋等の歩行者施設については、利用者数の著しい減少や代替動線の確保状況に応じて、撤去の検討を行う。

#### ② 集約（撤去＋迂回路整備）

国道、市町村道含めて橋梁が近辺に複数存在する場合、それらの橋梁機能を集約して既存橋梁の撤去を行い、その道路機能の代替として迂回路の整備等を併せて行う。

#### ③ 集約（複数橋梁の集約）

隣接する複数の橋梁を撤去し、その機能を一体化・集約した新たな橋梁を架設する。この手法も道路網に変更を生じさせる措置であるため通常は採用されないが、バイパス整備や道路網再編に伴う路線体系の再構築時にあっては、既存道路ネットワークの最適化と併せて実施することが望ましい。

④ ダウンサイジング（機能を低下させる）

交通状況の変化等により大型車の交通容量が低下した橋梁について、荷重制限を設けて引き続き利用する。

⑤ ボックスカルバート等への更新（撤去+形式変更）

R C床版橋等の小規模橋梁を架替える際に、管理費の削減の観点から剛性ボックスカルバートや管渠等へ形式を変更する。ボックスカルバート採用時は、橋長の2m未満への縮小や土被り1m以上の確保を検討するものとする。

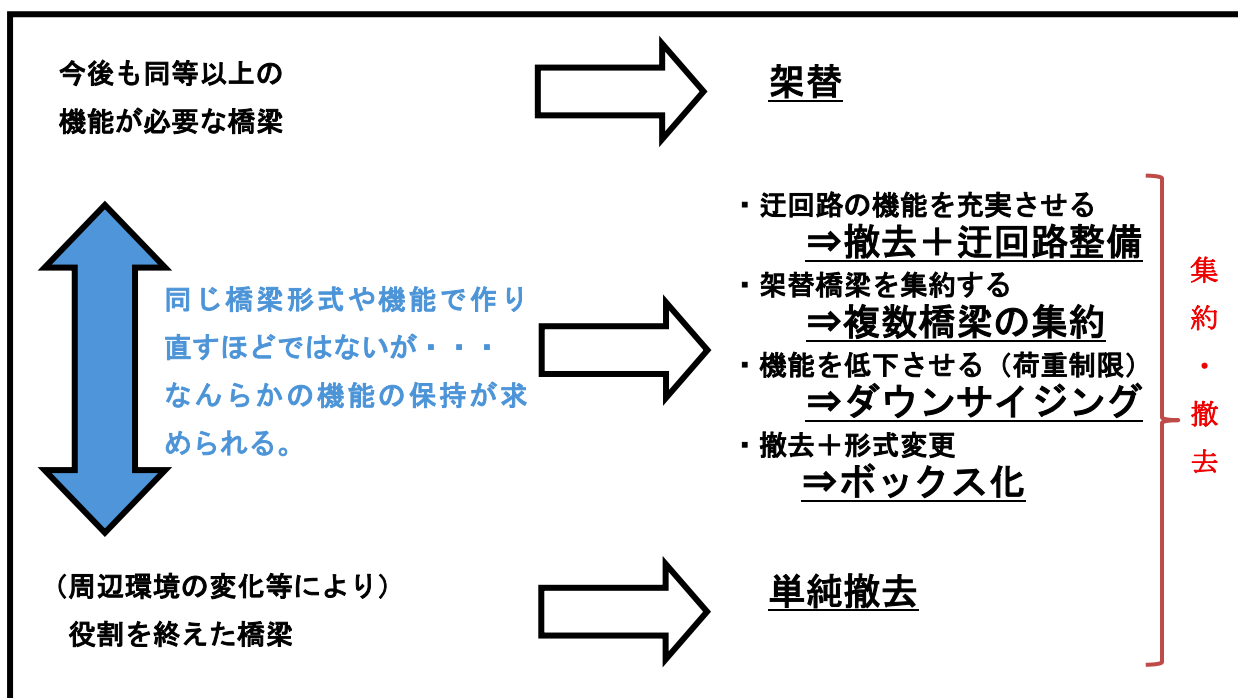

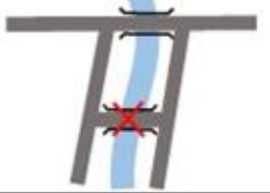





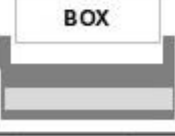




図-2.3 集約・撤去の考え方

表-2.6 集約・撤去の事業内容のイメージ

事業内容	概要	イメージ図	
		Before	After
単純撤去	迂回路整備を伴わない、橋梁の撤去 基本は車道橋に付随する独立歩道橋等が対象		
撤去+迂回路整備	撤去に加え、撤去する橋梁の迂回路となる経路に対する整備を実施		
ダウンサイジング	既設橋の機能低減	規制なし 	4t 規制 
	撤去+形式変更	橋梁からボックスカルバート等への形式変更 	BOX 
複数橋梁の集約	隣接する複数橋梁を撤去し、機能を集約した橋梁を新設		新設橋 

(2) 集約・撤去は、道路利用におけるサービス水準の低下を伴う恐れがあるため、利用者の合意形成が必須となる対策である。実際に事業を推進する際に検討すべき事柄は、箇所ごとに大きく異なることが考えられるが、最低限意識すべき観点を以下に示す。なお、これらの項目すべてに該当しない橋梁であっても、道路管理者として実施が妥当と判断できる場合には、集約・撤去を進めてもよい。また、ボックスカルバート等への更新（撤去+形式変更）では、道路機能に変更が生じないため、必ずしも本項が適用されるものではない。

- ・老朽化が進行した橋梁であること  
診断区分がⅢa、Ⅲb 又はⅣの橋梁であることに加え、劣化速度も考慮する。
- ・防災上の観点から地域の安全性の向上を図ること  
架設年次の古い橋梁の中には、現行の構造基準を満たしていないものがあり、管理上のリスクとなっている。基準径間長や余裕高の不足、及び大雨に伴う流木等により河積阻害が生じる恐れのある橋梁であれば、撤去により流下能力の向上が見込める点など、地域の安全・安心の確保を考慮する。
- ・近隣に同等の役割を果たせる橋梁があること  
集約・撤去を実施するためには、当該橋梁の機能を他の橋梁で代替できることが前提となる。このため、跨ぐ河川や道路が同一である橋梁等、同一の道路機能を有する橋梁が近接して架設されている場合を対象とする。なお、「近接」を示す具体的距離を一律に設定すること

は困難であるため、個別に判断する必要がある。また、集約先となる橋梁は国道や市町村道であることも想定されるため、「近隣の橋梁」を県管理橋梁に限定する必要はない。

・周辺市町村と連携した事業の推進

集約・撤去は面的整備としての性格を有するため、関係市町村と連携し、市町村が管理する道路（橋梁）施設の縮減を含めた総合的な調整を行い、事業を推進する必要がある。

## 2. 9 戦略的管理

重大損傷が生じており効果的な補修が困難な橋梁、架橋環境や橋長等の条件から架替が難しい橋梁、または文化的価値を有する橋梁等については、個別に維持管理計画を策定するなど、戦略的な維持管理により長寿命化を図るものとする。

### 【解説】

(1) 様々な要因により将来的な架替が困難な橋梁においては、予防保全型管理の架替サイクルである90年を超える期間の供用が求められる。そのため、橋梁個別の維持管理計画を策定し、より一層の長寿命化を図る必要がある。

戦略的管理に位置付けられた橋梁では、モニタリング技術による現状把握、毎年度の点検の実施、または通常よりもきめ細やかな修繕を行う等、中長期計画および短期計画で規定される標準的な点検頻度や修繕基準を超えたハイレベルな管理を行うことを基本とする。

また、文化的価値を持つ橋梁の補修・補強の際は、安全性の確保と同時にその歴史的・文化的価値を損なわないよう、その価値を機能の一部として扱い、最適な対策をとれるように配慮する。

(2) ASR（アルカリ骨材反応）や塩害等の特殊要因により効果的な補修が困難な損傷が生じている橋梁、主桁PC鋼線の破断等の橋梁全体の耐荷性能を維持するうえで許容し難い損傷が生じている橋梁等は標準的な維持管理による対応が難いため、これらの橋梁についても個別の維持管理計画を策定する等の戦略的な管理を行う必要がある。

また、対処療法型管理（計画的更新）に該当する橋梁であっても、損傷が顕著な場合などには個別の維持管理計画により戦略的な管理を行う必要がある。これは、近年、架替を進めている多くの橋梁で、新橋の供用開始までの間に旧橋の老朽化が進行し、緊急的な措置が必要となる事例が発生しているためである。

(3) 上記に該当する橋梁であっても、本計画における標準的な予防保全型管理により十分な長寿命化が図れると判断される場合は、個別に維持管理計画を策定しなくともよいものとする。

## 2. 10 補修工事費の算出

短期計画を策定（見直し）する際は、診断区分Ⅱ～Ⅳと評価した部材（対症療法型の橋梁はⅡは含めない）の補修工事費の概算額を算出し、長寿命化修繕計画（短期計画）に反映させるものとする。

【解説】

「道路橋毎の健全性の診断」及び「部材単位の補修要否の判定（部材単位の健全性の診断）」に基づき概算補修工事費を算出する。近年の労務費や建設資材物価等の変動を踏まえ適切に概算補修工事費を算出することに留意する。

なお、補修設計時には、詳細調査により補修数量の算定を行い、長寿命化修繕計画（短期計画）に反映（必要に応じて見直し）させるものとする。

参考まで、長寿命化対策における代表的な工種の概算単価及び数量算定方法を表-3.7に示す。

表-2.7 補修単価および数量算出方法（R7.6時点）

対策工法		概算単価 (直接工事費)	数量算出方法	概算単価の積算条件	
桁塗装 (自動算出用)	Rc-I	25千円/m <sup>2</sup>	・塗装面積が不明の場合は以下により算出 (自動算出用) 全面の場合：橋面積×3 桁端部の場合：6m(両端3m)×幅員×3	研削材ケレンかす回収積込まで (処分費含まず)・曲面加工費・ 足場(賃料4か月)込 ※鉛・PCB対応費は含まず	
	Rc-III	12千円/m <sup>2</sup>			
桁塗装	Rc-I	ケレン～ 上塗り	19千円/m <sup>2</sup>	・台帳記載または塗装記録表(塗装履歴)等の 塗装面積を適用	研削材ケレンかす回収積込まで (処分費含まず) ※鉛・PCB対応費は含まず
		曲面加工	530円/m	・必要数量	部材角部の曲面加工(2R以上)
		足場	5.5千円/m <sup>2</sup>	・必要足場面積	プレート(ボックス)が「グ」・「イ」吊足 場、両側朝顔、シート張+板張防護、 賃料4か月 ※桁高1.5m以上の場合、中段足場 費用(+1千円/m <sup>2</sup> )追加
		安全設備	1,000千円/基	・1現場に1箇所設置	鉛・PCB対応費 クリーンルーム、エアシャワー等
	Rc-III	ケレン～ 上塗り	12千円/m <sup>2</sup>	・台帳記載または塗装記録表(塗装履歴)等の 塗装面積を適用	3種ケレンB
		曲面加工	530円/m	・必要数量	部材角部の曲面加工(2R以上)
		足場	5.5千円/m <sup>2</sup>	・必要足場面積	プレート(ボックス)が「グ」・「イ」吊足 場、両側朝顔、シート張防護、賃料4 か月 ※桁高1.5m以上の場合、中段足場 費用(+1千円/m <sup>2</sup> )追加
		安全設備	1,000千円/基	・1現場に1箇所設置	鉛・PCB対応費 クリーンルーム、エアシャワー等
断面修復工 (左官工法)	0.1m3未満	335千円 (m3によらず一律)	・修復数量が不明の場合は、以下により算出(部位毎) (自動算出用) 橋面積×発生割合(10%)×厚さ(0.05) ※必要に応じて発生割合、厚さを変更	鉄筋防錆処理、蝕処分まで含む 足場含まず	
	0.1m3以上	7,960千円/m <sup>3</sup>			
床版補修 (炭素繊維補強)		5.2千円/m <sup>2</sup>	・損傷の程度に応じて個別に算出	格子貼り、各2層 (高強度300g/m <sup>2</sup> 、3.4kN/mm <sup>2</sup> ) 足場含まず	
床版防水	シート系	6.7千円/m <sup>2</sup>	・橋面積を適用	舗装厚t=7cm 舗装版破砕・処分、舗装復旧、床 版排水まで含む	
	複合防水	10.7千円/m <sup>2</sup>			
	塗膜系	6.3千円/m <sup>2</sup>		舗装厚t=3cm 舗装版破砕・処分、舗装復旧、床 版排水まで含む	
支承受換	反力 980kN	3,980千円/基	・損傷内容に応じて個別に算出	鋼橋、BP-B(TYPE-A)支承への交換 (油圧ジャッキ使用) 足場・下部エグレット取付含まず	
	反力 1960kN	7,040千円/基		鋼橋(鉄桁)、BP-B(TYPE-A)支承へ の交換(油圧ジャッキ使用) 足場・下部エグレット取付含まず	
支承金属溶射	5～9基	291千円/基		線支承・支承版支承の場合 業地調整～射孔処理まで 足場含まず	
	10～19基	162千円/基			
沓座モルタル補修		8.1千円/基		はつり～無収縮モルタルによる復 旧(線支承、t=90mm程度) 足場、ジャッキアップ 含まず	
伸縮装置交換	遊間20mm	343千円/m	・幅員×(上部構造の遊間の数)で算出	車道用、鋼製、地覆立上りジョイント 込み	
	遊間50mm	391千円/m			
高欄交換		49.7千円/m	・橋長×2(両サイド)で算出	車両用、B種、H750mm 既設撤去込み	
地覆打ち換え		109千円/m		地覆幅400mm⇒400mm 既設取り壊し～処分込み	
地覆補修足場		171千円/m <sup>2</sup>	・橋長×2(両サイド)×足場幅(2m)で算出 必要に応じて、足場幅を変更(外桁～地覆外間+0.8m)	シート+板張、両側施工 足場設置期間2～3ヶ月	

## 2. 1 1 計画の公表

修繕計画の策定にあたっては、必要に応じて学識経験者等の専門的な知識を有する者の意見を聴くこととし、計画は遅滞なく公表する。なお、計画を変更した場合にも同様とする。

### 【解説】

修繕計画を変更する際、これまでの補修実績や予算上の制約を踏まえ、長寿命化の方針を見直すなど計画に重大な変更を加える場合には、計画の実効性や妥当性を適切に確保することを目的に、必要に応じて学識経験者等の意見を取り入れることが望ましい。

従来、修繕計画の策定にあたっては、学識経験者等の意見を聴くことが国庫補助の要件であったが、令和2年度に制定された道路メンテナンス事業補助制度において、学識経験者への意見聴取が必須でなくなったことを踏まえ、学識経験者に伺うべき内容を精査することが大切である。

### 3 記録

#### 3.1 記録の目的

橋梁維持管理の最適化、長寿命化修繕計画策定の基礎データ作成等のため、点検・診断・措置に関する情報を記録し蓄積するものとする。

山形県では、橋梁の維持管理に関するデータは、山形県道路橋梁メンテナンス統合データベースシステム（DBMY）で管理する。

#### 【解説】

[橋梁点検]→[診断]→[措置]→[記録]のサイクルに基づき橋梁長寿命化を図っていく中で、記録を行うこと目的は、点検・診断・措置の品質及び精度の向上、劣化傾向分析への活用、事後評価による長寿命化の最適化等、多岐にわたり非常に重要なものである。このため、橋梁の維持管理に関するデータは、確実に記録し蓄積していく必要がある。なお、各記録様式の作成方法等の詳細は、山形県橋梁点検要領及び山形県橋梁補修ガイドラインによる。

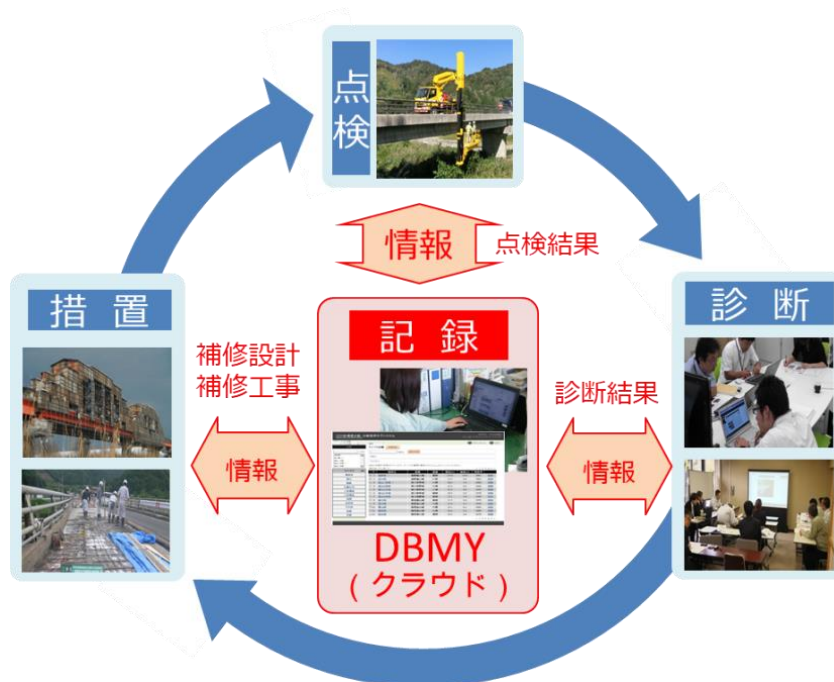


図 3-1 DBMYを核とした橋梁長寿命化サイクル

### 3. 2 DBMYの概要

DBMYでは、以下のデータを管理する。

- ・ 橋梁諸元（橋梁一般図含む）
- ・ 橋梁点検結果
- ・ 診断書
- ・ 補修設計記録調書
- ・ 橋梁補修履歴帳票
- ・ その他（耐震補強記録調書、維持管理メモ等）

#### 【解説】

DBMYでは、橋梁維持管理に関するデータを図3-2に示すように時系列で管理することで、個別橋梁における点検・診断・措置の品質及び精度の向上を図っていくとともに、今後蓄積されていくデータを分析・活用することで、県全体の橋梁長寿命化の最適化を図っていくものとする。

#### 〇〇橋 [橋梁]

写真 (25枚)



#### タイムライン

諸元		構造情報	
施設種類	橋梁	高さ	1:
施設名	大船木橋	幅員	0
施設名カナ	(社)村中	スパン数	3
施設コード	600400940700	溝橋(カルト)	
所在地	朝日町今平	道曲区分	直線橋
路線名	国道長井大江線	道曲区分	直線
道路種別	都道府県道	主桁の構造処理	普通鋼
自管道一般道	一般道	適用示方書	昭和5:
上下線区分	上下線	橋橋	2等橋
中心水次	0	設計荷重	14 t
設置区分	都道府県	通行制限	通行制
管理地名	山形県	制鋼種別	R C 鉄
管理事務所	村山総合支庁 (西庁舎)	橋梁種別	単独橋
国交省管理番号	ERD-060003-00883	全幅員	7.2
竣工年		有効幅員	6
総合健全度	100	橋長	792
		橋幅員	792
		橋脚	2

#### 地図

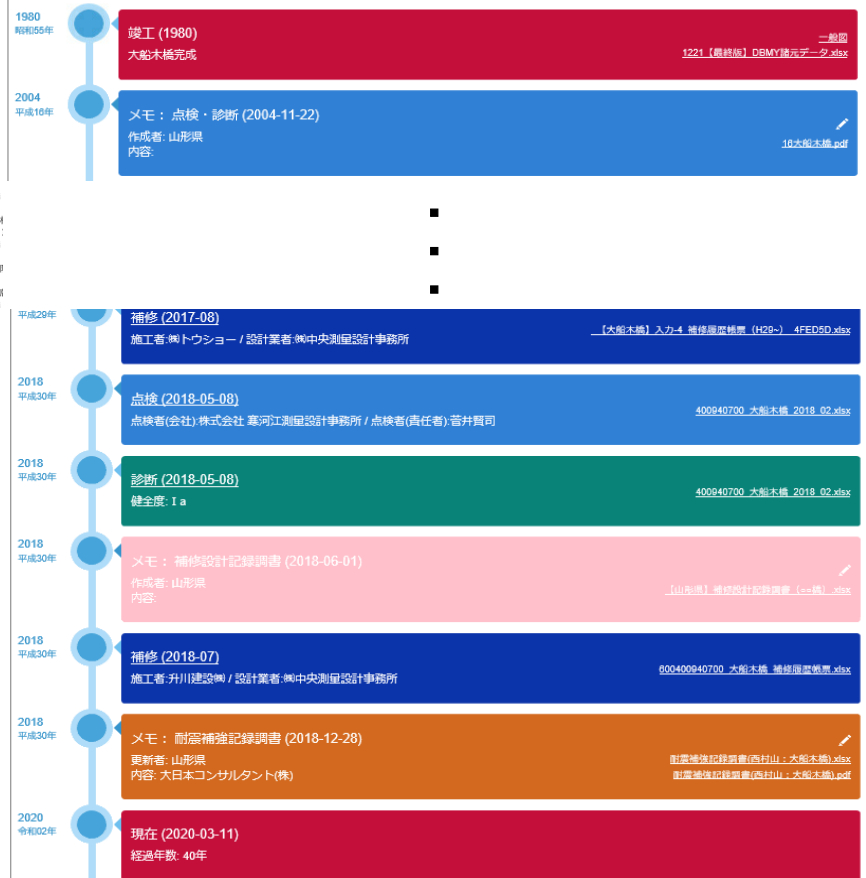


図3-2 DBMYのタイムライン

#### 4 技術力向上に向けた取組

○J Tや研修などを通じて、発注者、受注者ともに橋梁長寿命化に関する技術力の向上を図るものとする。

##### 【解説】

橋梁長寿命化は、①継続的な取組みであること、②専門知識と実務経験が要求されるものであること、③点検、診断、短期計画、補修設計・工事、記録のPDCAサイクルを適切に理解する必要があること、④新技術導入の余地が大きい発展途上の分野であること、⑤県内業者の受注が多いこと、等から発注者、受注者ともに技術力の向上を図っていくことが重要である。

山形県では、各種橋梁長寿命化に関する研修会、診断会議、工事施工時の発注者・設計者・施工者による三者協議、その他○J Tの取組みなどを通じて技術力の向上を図るものとする。

## 5 県と市町村との連携

### 5.1 市町村への支援

山形県では、高度化する橋梁メンテナンスに対応するため、希望する市町村に対し地域インフラ群再生戦略マネジメント（群マネ）を推進する。

#### 【解説】

老朽化が進行する社会インフラに対し、より高度な維持管理を実現するためには、自治体や分野を横断した「群」としての捉え方が重要となる。インフラ全体を俯瞰したマネジメントにより、効率的かつ効果的なインフラメンテナンスを進める必要がある。

山形県では、市町村に対する橋梁分野のマネジメント支援として、研修や勉強会の実施に加え、（公財）山形県建設技術センターを核とした、希望市町村への橋梁点検・診断の発注支援などに取り組んでいる。

#### 山形県における群マネの実施方針

##### 【実施内容】

- 橋梁点検診断業務の一括発注
  - ・（公財）山形県建設技術センターが複数市町村の橋梁点検、診断業務を取りまとめて一括発注。
  - ・上記で発注された業務の橋梁診断に県が参画し、技術支援を実施。
- 山形県道路橋梁メンテナンスデータベースシステムによる橋梁マネジメント支援
- 市町村職員向けの研修会の実施
  - ・橋梁点検に関する研修会の実施
- 県の橋梁診断検討会への市町村の参加
  - ・県庁橋梁診断会議への市町村の参加

##### 【技術者連携・データ連携】

- 技術者連携の具体メニュー
  - ・YBMS（やまがた橋梁マネジメントスタッフ）による支援。
  - ・DBMYによるデータ連携

図5-1 山形県における群マネの実施方針

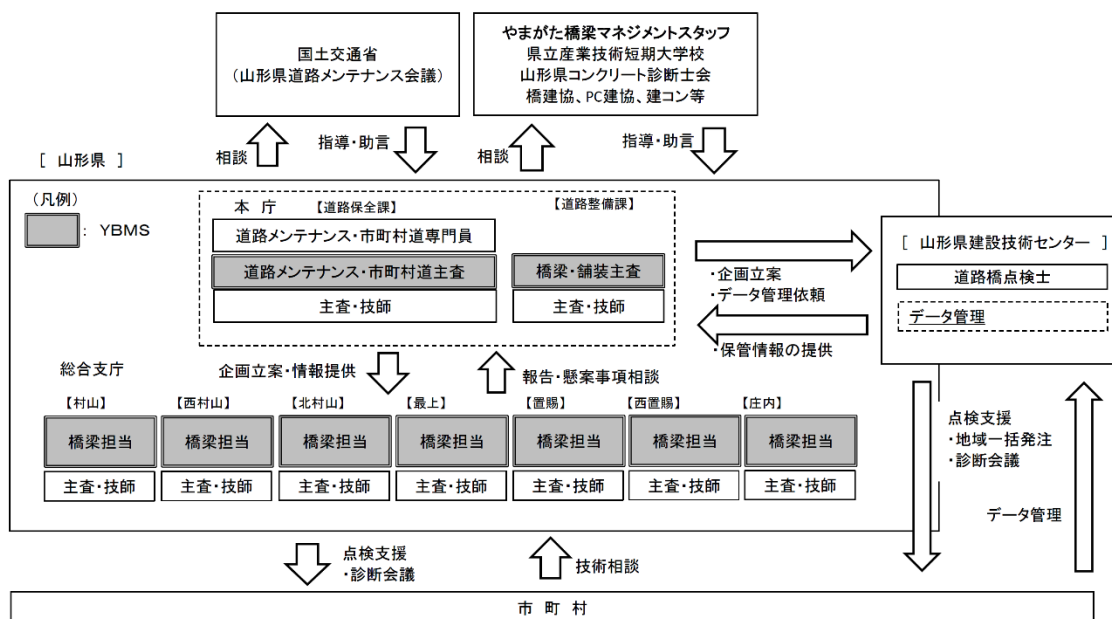


図5-2 YBMSの体制

なお、国土交通省が推進する地域インフラ再生戦略マネジメントの詳細については、「地域インフラ群再生戦略マネジメント「群マネの手引き」(国土交通省)」を参照とすること。

## 5. 2 市町村適用時の留意事項

市町村において、管理橋の状況や地域性、市町村勢、予算制約等の状況を考慮し、橋梁長寿命化の推進に努めるものとする。

### 【解説】

市町村においては、管理橋数や予算的な制約により、本マニュアルに示す内容をそのまま適用することは不適当な場合が考えられる。「県の計画の縮小版」とするのではなく、現在の状況を把握し、それぞれの市町村の特徴を活かした橋梁マネジメントを推進することが望ましい。以下に、市町村において橋梁長寿命化に取り組む際の留意事項を示す。

#### (1) 集約撤去の考え方

県道と市町村道では認定基準が異なることから、市町村の道路網の実態に応じ、農道や林道を含め、面的に道路網を見直し、路線の廃止も含めた積極的な集約撤去を検討してもよい。集約撤去の目安に際しては、緊急輸送道路、バス路線、孤立集落へのアクセスルートではないこと等、各市町村の道路網の考え方に従い、適宜設定することが望ましい。

#### (2) 橋梁の点検・診断

県では道路の重要性に鑑み外部委託により定期点検を実施しているが、市町村の橋梁においては、その重要度や損傷度に応じて、職員直営による点検を含めた簡易的な点検について検討する

ことが考えられる。

また、橋梁の診断については、市町村の管理実態に鑑み、Ⅱ判定の中でも早急に予防保全対策を必要とする橋梁と、経過観察でよい橋梁を別々に管理するなど、より効率的な維持管理が可能となるよう運用面で工夫することが望ましい。

### (3) 修繕計画の見直し

長寿命化修繕計画ではP D C Aサイクルに基づく継続的な見直しが重要である。市町村においても適宜計画の見直しを行い、継続的に取組んでいく必要がある。

なお、見直しを行う際は以下について留意することが望ましい。

#### ① 前回計画からの変化

- ・ 地域の変化（利用状況、災害等の発生、交通流・量の変化）
- ・ 体制の変化（組織の考え方、撤去や移管等による管理数、土木遺産登録等、管理状況の変化）
- ・ 基準の変化（法改正、先端技術の動向、示方書等の改訂）
- ・ 財政状況の変化（歳入歳出の増減、予算補助事業の変化）

#### ② 前回計画の反省（何がどこまで達成できたか）

- ・ 考え方（予防保全等の考え方を管理に反映できたか。計画どおりの日常管理ができたか。）
- ・ 目標の達成（目標は達成できたか。達成できなくても、安全確保は実現できているか）
- ・ 修繕計画（計画どおり修繕できているか。出来ていない場合、問題点は何か）

## 付録1 架替におけるライフサイクルコスト比較例

本付録では、今後の長寿命化計画の最適化に向けた参考とするため、近年実施した、ボックスカルバートへの更新に際する比較例を示す。

### 〇〇〇橋 補修方法の検討

橋梁架替え設計の実施にあたり、「更新の場合」と「修繕の場合」のライフサイクルコスト(LCC)を比較し、更新の必要性を検討した。

検討の結果、「更新の場合：224千円/年」、「修繕の場合：287千円/年」となり、「更新の場合」が経済性に優れていることが確認できた。

検討内容を、以下に記載する。

#### 1. 比較方法(LCCによる比較)

更新の場合：(架替費+維持管理費)/橋寿命

修繕の場合：補修費/耐用年数

#### 2. 検討条件

- ・更新の場合、予防保全型管理に移行するため、〇〇町長寿命計画に基づき橋寿命を90年と設定する。
- ・修繕の場合、対症療法管理であるため、橋寿命を70年と設定する。
- ・〇〇橋(RC橋)は架設後56年のため、耐用年数は14年(=70-56)となる。
- ・平成\*\*年度の点検結果をもとに対策工法を決定し、補修費を算出する。
- ・橋長10m未満の小規模橋梁であるため、ボックスカルバートへの更新を検討する。

#### 3. 比較結果

以下の比較結果より、〇〇橋は更新対象の橋梁となる。

更新の場合【プレキャストボックスカルバート】				修繕の場合					
架替費			備考	—			備考		
ボックスカルバート	8.0m	8,500千円	—			0千円	—		
防護柵	16.0m	1400千円	—			0千円	—		
防護柵	13.6m	600千円	—			0千円	—		
排水工		26千円	水路、集水樹等			0千円	—		
直接工事費合計		10,526千円	—	直接工事費合計		0千円	—		
経費		9,473千円	90%	経費		0千円	—		
		0千円	—			0千円	—		
		0千円	—			0千円	—		
工事価格費合計		19,999千円	—	工事価格費合計		0千円	—		
維持管理費			備考	補修費			備考		
主構	断面修復	1.2㎡	77千円	ボックスカルバート (橋面積の6%)	主桁	断面補修	9.8㎡	627千円	橋面積の25%
			0千円	—	床版	断面補修	9.8㎡	627千円	橋面積の25%
			0千円	—		床版防水	39.3㎡	283千円	—
			0千円	—	防護柵	取替え	13.6m	136千円	ガードレール
直接工事費合計		77千円	—	直接工事費合計		1,673千円	—		
経費		108千円	140%	経費		2,342千円	140%		
工事価格費合計		185千円	—	工事価格費合計		4,015千円	—		
架替費+維持管理費		20,184千円	224千円/年	補修費		4,015千円	287千円/年		

耐用年数 90年

耐用年数 14年

## 〇〇〇橋 補修方法の検討

橋梁架替え設計の実施にあたり、「更新の場合」と「修繕の場合」のライフサイクルコスト(LCC)を比較し、更新の必要性を検討した。

検討の結果、「更新の場合：1996千円/年」、「修繕の場合：8263千円/年」となり、「**更新の場合**」が**経済性に優れている**ことが確認できた。

検討内容を、以下に記載する。

### 1. 比較方法(LCCによる比較)

更新の場合：(架替費+維持管理費)/耐用年数

修繕の場合：(補修費+維持費)/耐用年数

### 2. 検討条件

- ・更新の場合、〇〇計画に基づき予防保全型管理に移行するため、耐用年数は90年と設定する。
- ・修繕の場合、対症療法型管理であるため、〇〇計画に基づき耐用年数を70年と設定する。
- ・〇〇橋(RC橋)の竣工年は昭和\*\*年で66年を経過しているため、耐用年数は70-66=4年と設定する。
- ・平成\*\*年度の点検結果をもとに対策工法を決定し、補修費を算出する。
- ・橋長23mの橋梁であるため、現地状況からRC複合門型ラーメン橋への更新を検討する。

### 3. 比較結果

以下の比較結果より、〇〇橋は**更新対象の橋梁**となる。

更新の場合【門型ラーメン橋】				修繕の場合			
架替費			備考				備考
材工	一式	113,224千円	—				—千円
仮設(土留)	228m <sup>2</sup>	5,688千円	自立式鋼矢板				千円
仮設(水替)	一式	6,137千円	コルゲート管				千円
護岸	L=55m	2,508千円	ブロック積み				千円
橋梁部工事費合計			—	直接工事費合計			0千円
工事用道路			2,034千円	経費			0千円
借地			48,675千円	3か月			
工事価格費合計			178,266千円	工事価格費合計			0千円
維持管理費			備考	補修費			備考
主構	断面修復	9m <sup>2</sup>	561千円	主構下面	炭素繊維	105m <sup>2</sup>	5,245千円
			0千円		主桁・床版	はつりだし	32m <sup>2</sup>
			0千円			床版防水	32m <sup>2</sup>
			0千円			防護柵	取替え
						橋脚横	打ち換え
						梁打設	支保工
						パイルベント	補修
直接工事費合計			561千円	直接工事費合計			13,771千円
経費			785千円	経費			19,279千円
工事価格費合計			1,346千円	工事価格費合計			33,050千円
架替費+維持管理費			179,612千円	補修費			33,050千円
			1996千円/年				8263千円/年
耐用年数 90年				耐用年数 4年			

経費	108千円	140%	経費	2,342千円	140%
工事価格費合計	185千円	—	工事価格費合計	4,015千円	—
架替費+維持管理費	20,184千円	224千円/年	補修費	4,015千円	287千円/年
耐用年数 90年			耐用年数 14年		

## 付録2 中長期計画策定に係る参考資料

山形県は、平成19年度に『山形県橋梁長寿命化修繕計画』を策定し、計画で定めた取り組み方針に基づき長寿命化対策を進めてきているところである。

本付録では、今後の長寿命化計画の最適化に向けた参考とするため、平成19年度に策定した中長期計画の考え方や課題等を以下に示す。

### (1) 中長期シミュレーションの計算方法

表-1、2に示す管理区分別の対策工法、単価、耐用年数を基に、橋梁個別に対策費用及び対策実施時期を算定するとともに、各年度の対策費用の積み上げを行う。

対策時期については前後5年間のずれがあることを許容して、世代間の負担差の低減を図るため、各年度の対策費用の積み上げ結果に対して10年間（前後5年間）の移動平均により対策費用の平準化を行う。また、架替については、3ヵ年で実施することと仮定し、計算上の実施年より前倒して3ヵ年で費用の振り分けを行う。

なお、計算開始年から数年程度の補修費用については、計算開始年以前の補修履歴情報が不透明であることから、シミュレーション上の費用と個別の診断結果から積み上げる費用（短期計画）が大きく乖離する可能性があるため、個別の診断結果から積み上げる補修費用から設定するものとする。（計画策定時においては、計算開始年以前は補修を行っていないという仮定のもと計算上過去に補修すべきだった橋の1回目の補修費用を全て計算開始年に積み上げ、5年間で振り分けることとしている。）

表-1 予防保全型管理橋梁における工法・単価一覧（山形県のH21年度の設定例）

部材	グループ分類 <sup>※1</sup>	対策工法	単価 <sup>※2</sup>	初回補修時期 <sup>※3</sup>	補修後の耐用年数	備考
主構	鋼橋(海岸線)	再塗装(Rc-I)	10.4千円/m <sup>2</sup>	36年 <sup>※4</sup>	30年 <sup>※5</sup>	
	鋼橋(平地)	再塗装(Rc-I)	10.4千円/m <sup>2</sup>	36年 <sup>※4</sup>	45年 <sup>※5</sup>	
	鋼橋(山岳地)	再塗装(Rc-I)	10.4千円/m <sup>2</sup>	36年 <sup>※4</sup>	60年 <sup>※5</sup>	
	PC橋	断面修復	51千円/m <sup>2</sup>	42年 <sup>※4</sup> (橋面積の3%)	30年 <sup>※4</sup> (橋面積の3%)	
	RC橋	断面修復	51千円/m <sup>2</sup>	42年 <sup>※4</sup> (橋面積の6%)	30年 <sup>※4</sup> (橋面積の1%)	
床版	鋼橋	炭素繊維接着	50千円/m <sup>2</sup>	40年 <sup>※4</sup> (橋面積の9%)	架替まで対策無	断面修復サイクルに合わせて補正
		断面修復	51千円/m <sup>2</sup>	40年 <sup>※4</sup> (橋面積の6%)	28年 <sup>※4</sup> (橋面積の3%)	
		床版防水	6.5千円/m <sup>2</sup>	15年 <sup>※7</sup>	15年 <sup>※7</sup>	舗装打替えサイクル
	PC橋, RC橋	床版防水	6.5千円/m <sup>2</sup>	15年 <sup>※7</sup>	15年 <sup>※7</sup>	
支承	—	金属溶射	120千円/基	30年 <sup>※5</sup>	架替まで対策無	橋長15m未満は対策無
下部工	—	断面修復	51千円/m <sup>2</sup>	40年 <sup>※4</sup> (下部工面積の10%)	40年 <sup>※4</sup> (下部工面積の10%)	
伸縮装置	—	伸縮装置交換	190千円/m	20年 <sup>※5</sup>	20年 <sup>※5</sup>	鋼製とゴム製の耐用年数の平均
高欄・地覆	—	高欄・地覆交換	84千円/m	30年 <sup>※6</sup>	30年 <sup>※6</sup>	鋼製と鋳造品の耐用年数の平均
架替	鋼橋	架替	500千円/m <sup>2</sup>	90年(100年) <sup>※7</sup>	100年 <sup>※7</sup>	諸経費含む ( )内はH14以降道 示適用橋梁
	PC橋	架替	600千円/m <sup>2</sup>	90年(100年) <sup>※7</sup>	100年 <sup>※7</sup>	
	RC橋	架替	300千円/m <sup>2</sup>	90年(100年) <sup>※7</sup>	100年 <sup>※7</sup>	

表-2 対症療法型管理橋梁における工法・単価一覧（山形県のH21年度の設定例）

部材	グループ分類 <sup>※1</sup>	対策工法	単価 <sup>※2</sup>	初回補修時期 <sup>※3</sup>	補修後の耐用年数	備考
主構	鋼橋(海岸線)	再塗装(Ra-III)	4千円/m <sup>2</sup>	36年 <sup>※4</sup>	10年 <sup>※5</sup>	
	鋼橋(平地)	再塗装(Ra-III)	4千円/m <sup>2</sup>	36年 <sup>※4</sup>	15年 <sup>※5</sup>	
	鋼橋(山岳地)	再塗装(Ra-III)	4千円/m <sup>2</sup>	36年 <sup>※4</sup>	20年 <sup>※5</sup>	
	PC橋	断面修復	51千円/m <sup>2</sup>	42年 <sup>※4</sup> (橋面積の3%)	架替まで対策無	
	RC橋	断面修復	51千円/m <sup>2</sup>	42年 <sup>※4</sup> (橋面積の6%)	架替まで対策無	
床版	鋼橋	床版部分打換え	45千円/m <sup>2</sup>	45年 <sup>※4</sup> (橋面積の5%)	架替まで対策無	
		断面修復	51千円/m <sup>2</sup>	40年 <sup>※4</sup> (橋面積の6%)	架替まで対策無	
	PC橋, RC橋	—	—	—	—	
支承	—	支承取替え	1300千円/基	40年 <sup>※7</sup>	架替まで対策無	橋長15m未満は対策無
下部工	—	断面修復	51千円/m <sup>2</sup>	40年 <sup>※4</sup> (下部工面積の10%)	架替まで対策無	
伸縮装置	—	伸縮装置交換	190千円/m	30年 <sup>※5</sup>	架替まで対策無	走行安全性に影響の大きい鋼製の耐用年数
高欄・地覆	—	高欄取替え	84千円/m	30年 <sup>※6</sup>	架替まで対策無	鋼製と鋳造品の耐用年数の平均
架替	鋼橋	架替	500千円/m <sup>2</sup>	60年 <sup>※7</sup>	100年 <sup>※7</sup>	諸経費含む
	PC橋	架替	600千円/m <sup>2</sup>	60年 <sup>※7</sup>	100年 <sup>※7</sup>	諸経費含む
	RC橋	架替	300千円/m <sup>2</sup>	60年 <sup>※7</sup>	100年 <sup>※7</sup>	諸経費含む

※1：劣化進行の違い、工法の違い等を考慮してグループ分類を行った。

※2：表中の単価のうち、補修費単価は直接工事費を示し、架替単価は諸経費を含む値を示す。なお、補修費については別途諸経費率1.9を考慮する。

※3：初回補修時期は、架設年又は架替からの年数で設定した。

※4：既往点検結果に基づく劣化予測式から設定した耐用年数。

※5：『鋼橋のライフサイクルコスト2001年改訂版』（社）日本橋梁建設協会より設定した耐用年数。

※6：『既設鋼橋のライフサイクルコストに関する報告書（平成14年11月）』（社）日本橋梁建設協会より設定した耐用年数。

※7：過去の実績等から想定した耐用年数。

※8：表に示す補修時期や耐用年数については、中長期シミュレーション（マクロ的な分析）に用いる年数であり、個別の橋の耐久性判断にこの年数を使用するものではない。

また、表は既設橋の補修に対して設定した指標であるため、新設橋のLCC算定に適用するものではない。

## (2) 劣化予測

劣化予測の対象部材は、損傷が進行した場合に架替えの主要因となる部材（主構、RC床版）とする。また、対象とする損傷は、劣化が進行することにより構造安全性や第三者被害への影響が懸念される損傷や、補修費用の占める割合が多い損傷とする。

山形県の中長期計画策定に用いている劣化予測式を表-3に示す。

x : 経過年数

y : 損傷ランク

表-3 劣化予測の設定結果

対象部材	損傷の種類	劣化予測式	損傷等級	耐用年数	損傷発生割合
主構(鋼橋)	腐食	$y=5.0-3.10 \times 10^{-3}x^2$	-	36年	-
RC床版	床版ひび割れ	$y=5.0-1.99 \times 10^{-3}x^2$	D	39年	9%
			E	45年	5%
RC床版	剥離・鉄筋露出	$y=5.0-2.56 \times 10^{-3}x^2$	C	28年	3%
			E	40年	6%
主構(コンクリート橋)	剥離・鉄筋露出	$y=5.0-2.29 \times 10^{-3}x^2$	C	30年	RC橋 1%、PC橋 3%
			E	42年	RC橋 6%、PC橋 3%

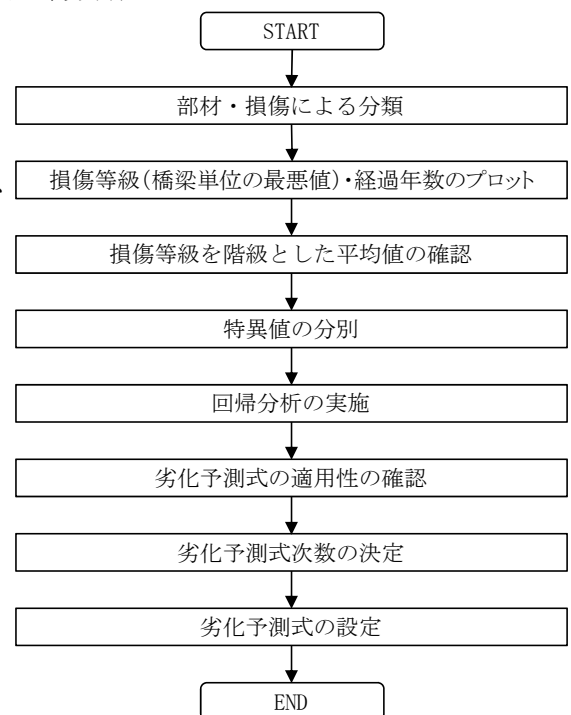
### (1) 劣化予測方法

劣化予測を設定した際に検討した2つの手法を以下に示す。

#### 1) 手法1 (損傷等級別の平均年数と損傷等級を用いた回帰分析)

損傷等級毎の補修後からの経過年数（又は架設後からの経過年数）の代表値を算出・プロットし、それらに対して回帰分析を行うことで劣化予測式を設定する。なお、劣化は経年に伴って急速に進展するという仮定から、劣化予測式は上凸型多項式を基本とする。以下に基本式を示す。

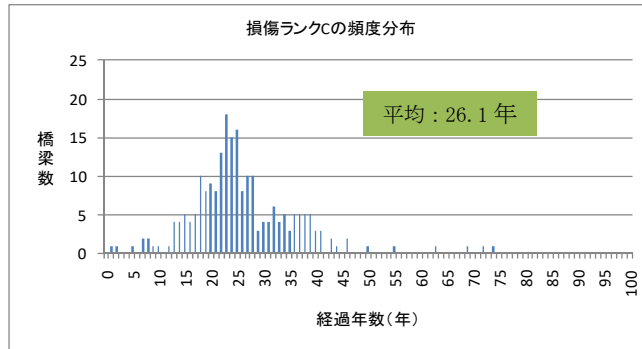
$$y=5.0-ax^n \quad (n=1 \text{ 時は直線式となる})$$



手法1による劣化予測式設定の流れを以下に示す。

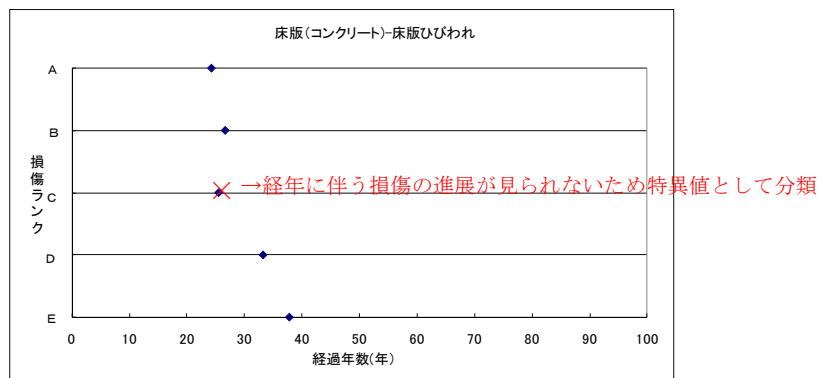
① 損傷等級ごとの頻度分布の作成

損傷等級毎に各経過年数における橋梁数をプロットし、経過年数の平均値を算出する。なお、頻度分布が正規分布となっていない場合やデータ数が十分でない場合は、特異値として分別する。



② 平均値のプロット

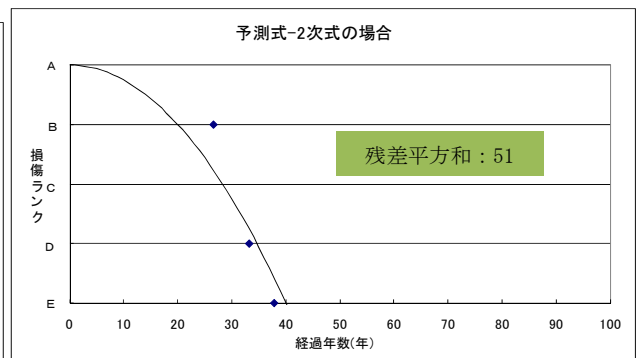
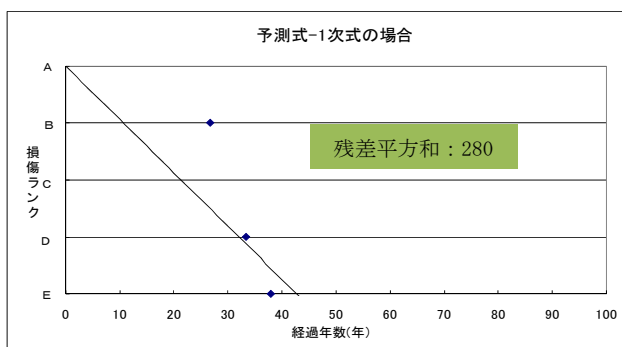
①のデータを基に平均値をプロットする。なお、劣化は経年に伴って進展するという仮定により、経年に伴う損傷の進展が見られない場合は特異として分別する。



③ 回帰分析の実施

プロットを結ぶ回帰式を予測式とする。なお、予測式は架設時点又は補修時点(経過年数0年)での損傷等級をAとする上凸型の多項式 ( $y=5.0-ax^n$ ) として算出する。

次数 n は 1 次と 2 次としたケースで予測式を算出し、プロット点と予測式の差(残差平方和)が小さくなる次数を採用する。(下図のケースでは 2 次式を採用)



## 2) 手法2 (損傷発生時期・損傷発生面積の予測)

経過年数ごとに、損傷が発生している橋面積の割合を算出し、最も損傷発生割合が多い年数を損傷発生時期と仮定する。但し、劣化予測式の設定が可能な場合は、各損傷等級に至る年数を劣化予測式により算出し、損傷発生時期とする。手法2による劣化予測式設定の流れを以下に示す。

### ①径間面積の算出

全幅員及び支間長を基に、径間毎の面積を算定する。

表-4 損傷発生面積の算出例 (3段階評価の例)

橋梁名	経過年数	径間番号	径間面積	損傷等級					損傷発生面積(C~E)	損傷発生面積(E)
				A	B	C	D	E		
〇〇橋	40年	径間1	300 m <sup>2</sup>	80%	-	0%	-	20%	60 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>
		径間2	400 m <sup>2</sup>	70%	-	20%	-	10%	120 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>
		径間3	300 m <sup>2</sup>	80%	-	20%	-	0%	60 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
△△橋	30年	径間1	250 m <sup>2</sup>	90%	-	10%	-	0%	25 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>
□□橋	20年	径間1	750 m <sup>2</sup>	100%	-	0%	-	0%	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
合計		-	2000 m <sup>2</sup>						265 m <sup>2</sup>	125 m <sup>2</sup>

### ②損傷発生面積の算出

径間毎に、損傷が発生している橋面積(損傷発生面積)を把握する。

例：表-4における〇〇橋、2径間目の損傷発生面積

径間面積 400 m<sup>2</sup>のうち、損傷等級 A の範囲が 70%、損傷等級 C の範囲が 20%、損傷等級 E の範囲が 10%である。そのため、損傷等級 C 以上(C~E)の面積は、400 m<sup>2</sup>の 30%(C=20%, E=10%)にあたる 120 m<sup>2</sup>となる。

### ③損傷発生時期の設定

手法1により設定した劣化予測式に基づいて、損傷発生時期(各損傷等級に至る年数)を設定する。又は、経過年数ごとに、損傷が発生している橋面積の割合(損傷発生割合)を下式により算出し、最も損傷発生割合が多い年数を損傷発生時期と仮定する。

$$\text{損傷発生割合} = \frac{\sum \text{損傷発生面積}}{\sum \text{径間面積}}$$

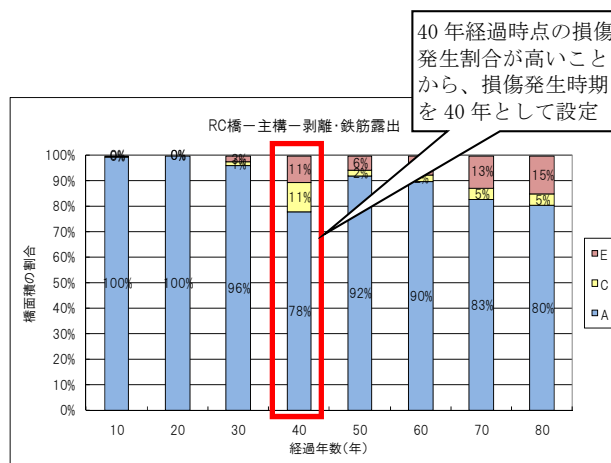


図 損傷発生割合による損傷発生時期の設定

### ④劣化予測

③で算出した損傷発生時期に補修を行うこととし、その時点における損傷発生割合を補修範囲として予測を実施する。補修範囲の算定方法は③に示す計算式を用いる。

例：表-4における40年時点での損傷発生割合の算出

経過年数 40年の橋梁は〇〇橋のみであり、損傷等級 C 以上(C~E)の損傷発生割合は 13%(=265 m<sup>2</sup>/2000 m<sup>2</sup>)、損傷等級 E の損傷発生割合は 6%(=125 m<sup>2</sup>/2000 m<sup>2</sup>)となる。

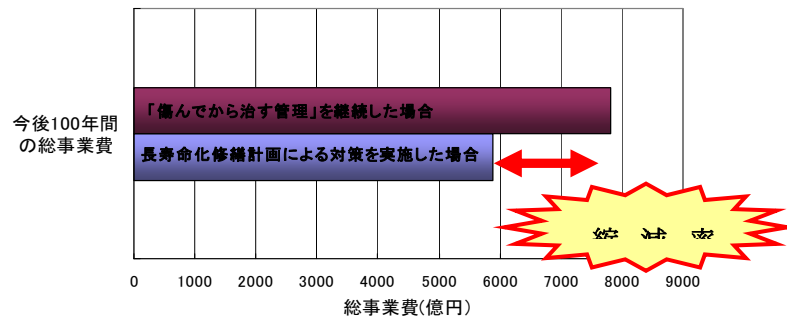
### (3) 長寿命化修繕計画による効果

山形県では、長寿命化修繕計画に基づいて事業を実施することによる効果として、コスト縮減、安全安心の確保、予算の平準化について示している。

#### 1) コスト縮減効果

比較対象期間内に生じる総事業費について比較を行う。

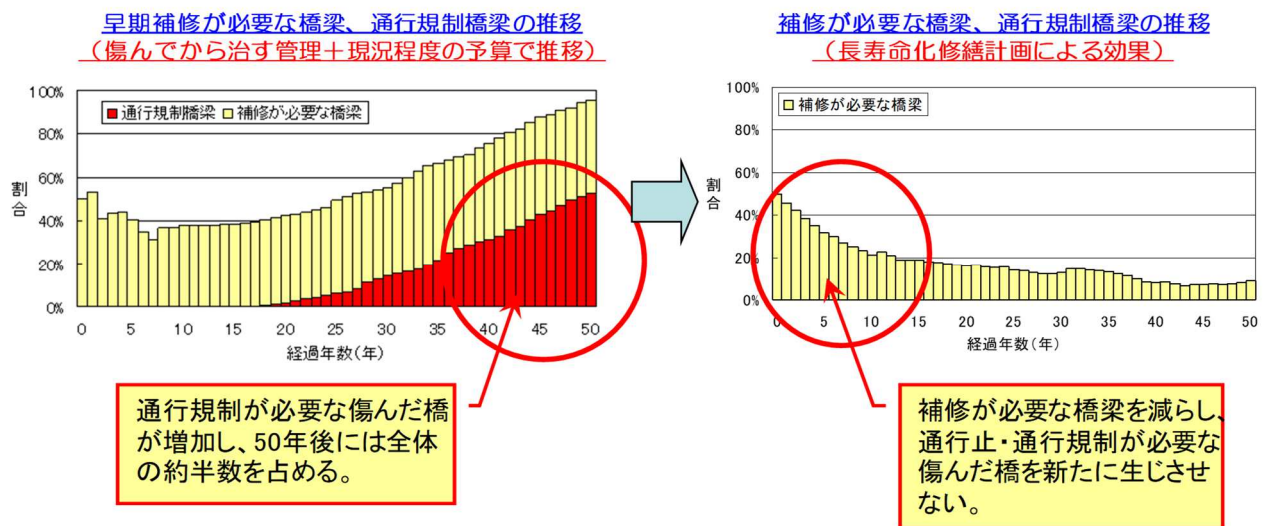
管理水準（予防保全型管理及び対症療法型管理）毎に対策工法（単価や耐用年数）を設定し、比較対象期間内に発生する修繕費用及び更新費用の集計を行う。



#### 2) 安全・安心の確保

対症療法的な維持管理を継続した場合と、長寿命化修繕計画に基づく維持管理を実施した場合における①早期補修が必要な橋梁及び②通行規制橋梁の割合の推移を比較し、改善効果を定量的に示す。

① 早期補修が必要な橋梁については、設定予算に対して劣化予測式に基づいて主構・床版にEランクが確認される橋梁を把握する。また、②通行規制橋梁については、Eランク到達後も修繕ができず、5年過ぎた橋梁数により評価を行う。

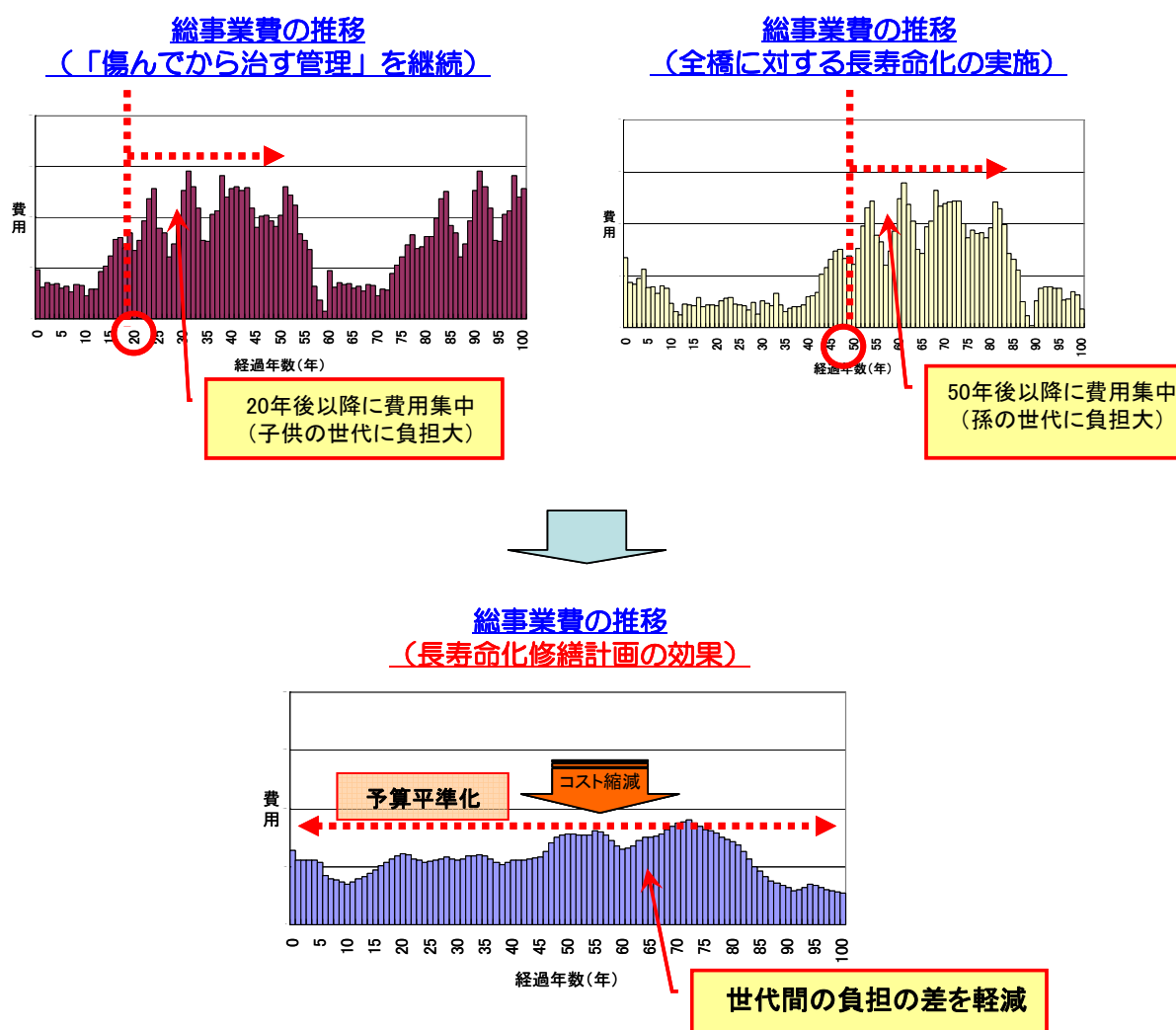


### 3) 予算の平準化

対症療法的な維持管理を継続した場合における事業費のピーク額が、長寿命化修繕計画に基づく維持管理を実施することにより、どの程度低減できるかを定量的に示す。

一般的に予防保全型管理を行うことにより総事業費の縮減が図れるが、全て同様の維持管理水準で計画を策定した場合、事業費はある時期に集中する。そのため、橋梁の規模や重要度等に応じて管理水準を使い分けることにより、事業費の集中を低減することが可能となる。

平準化効果としては、下図に示すように対症療法型管理（又は予防保全管理）における事業費のピーク額と比較し、長寿命化修繕計画による計画的な対策を実施することで、ピーク額をどの程度低減できるかを定量的に説明する。



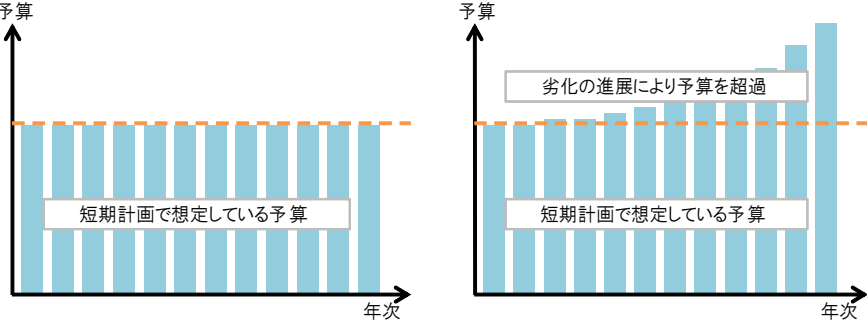
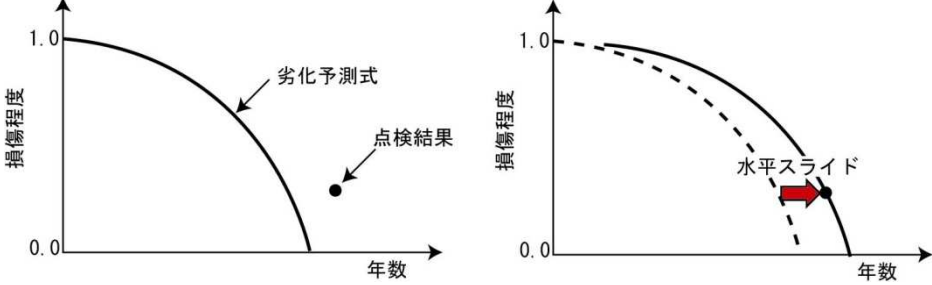
### (4) その他の効果

その他の効果として、延命効果や環境負荷低減効果が挙げられる。延命効果は、対症療法型管理から予防保全型管理に移行することで、平均余寿命がどの程度延命化できるかを定量的に比較するものである。また、環境負荷低減効果は、対症療法型管理から予防保全型管理に移行することで、比較対象期間内に想定される修繕及び架替えによるCO<sub>2</sub>排出量がどの程度削減できるかを定量的に比較するものである。

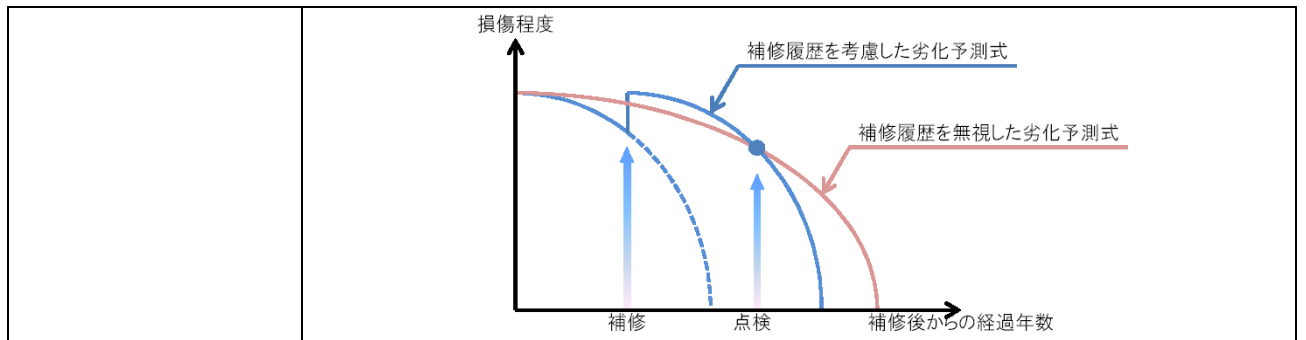
#### (4) 今後の最適化に向けた留意事項

今後も中長期計画を含めた橋梁長寿命化修繕計画の最適化に向けて基礎情報を蓄積していくものとする。なお、最適化に向けての留意点及び対応方針を表-5に示す。

表-5 最適化に向けた留意点

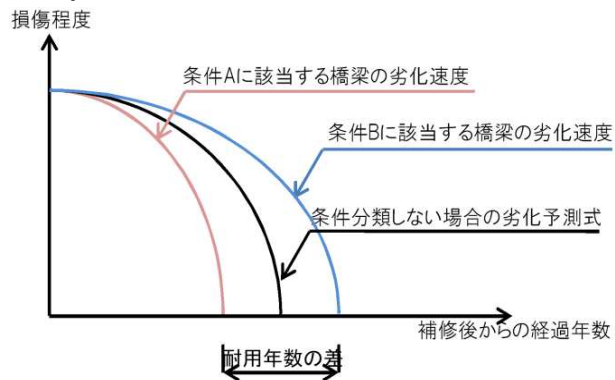
課題・留意点	内容
劣化の進展を踏まえた短期計画の策定	<p>短期計画は過年度の橋梁点検結果に基づいて策定を行うことから、短期計画における対策時期と点検時期に開きがある場合、実施段階においては劣化の進展により当初想定した対策内容や修繕費と乖離が生じる可能性がある。</p> <p>そのため、短期計画策定時には、経年に伴う劣化の進展に留意する必要がある。</p>  <p style="text-align: center;">▲劣化の進展に伴う修繕費の増加</p>
点検結果の考慮	<p>現行の中長期シミュレーションは、シナリオ毎に設定した対策工法別の耐用年数のサイクルで、架設年以降の修繕が繰り返されているとの仮定により事業費の積み上げを実施している。そのため、点検実施時点での損傷状態は、実情とシミュレーションとで差異が生じる。</p> <p>そのため、点検結果に基づいて、劣化予測式の補正を行うことが望ましい。なお、補正方法としては「①劣化予測式を水平スライドする方法」や「②劣化予測式の勾配を変化させる方法」とがある。</p>  <p style="text-align: center;">劣化予測式の補正方法（点検による場合）</p>
損傷等級ごとの損傷割合の把握	<p>損傷割合が適用される損傷（剥離・鉄筋露出やひびわれ）に対する損傷割合の分析に際しては、要素単位の点検結果に基づいて算定している。しかし、現行の点検要領では、端部又は支間中央部の分類で点検結果を整理することから、詳細な損傷割合の把握が困難である。そのため、以下の手順により損傷割合の分析を行うことが望ましい。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①点検結果より、損傷等級（a～e）及び年数を把握する。但し、この段階で分析はしない。</li> <li>②補修実施及び補修数量（損傷割合）のデータ蓄積を行う。</li> <li>③①及び②の情報を用いて損傷割合を算定する。</li> </ol>

<p>中長期計画と短期計画との整合 (実情との整合)</p>	<p>中長期計画により最適なシナリオ（予算計画）を把握し、短期計画では予算の範囲内で対策区分Ⅳから順次実施していくこととしている。そのため、中長期計画で想定した対策時期と実際の対策時期は整合が取れていないのが現状である。実際の対策時期が、中長期計画上の対策時期より先送りされた場合、劣化の進展による工法の見直し及び費用の増加が生じる。逆に中長期計画上の対策時期より前倒しされた場合、修繕費の縮減が可能となる。</p> <p>このように、長寿命化修繕計画の策定に際しては、中長期計画と短期計画の整合を図ることが重要であるが、全橋に対して上記のシミュレーション（繰り返し計算）を行うためには、システムの構築が必要となる。</p> <pre> graph TD     START([START]) --&gt; T[計画策定期間Tの設定]     T --&gt; S[シナリオの設定]     S --&gt; LCC[個別橋梁のLCC最小化]     LCC --&gt; D1{t年のLCC ≤ 予算}     D1 -- NO --&gt; P[優先度評価]     P --&gt; T2[t年目の対策工法の設定 (t=1, 2, 3, ..., T)]     D1 -- YES --&gt; T2     T2 --&gt; D2{t = T となったか}     D2 -- YES --&gt; S1[修繕計画の保存]     S1 --&gt; S2[シナリオの変更]     S2 --&gt; END([END])     D2 -- NO --&gt; T3[t = t+1年とし LCCの最小化]     T3 --&gt; LCC   </pre> <p>シミュレーションの流れ</p>
<p>補修履歴の蓄積</p>	<p>劣化予測式の設定は、補修後からの点検実施年までの経過年数（補修未実施の橋梁については架設後からの経過年数）と損傷の程度を基に行うが、補修履歴を無視して予測式を設定した場合、見かけ上の劣化速度は遅く評価される（下図参照）。そのため、補修履歴を継続的に蓄積する必要がある。</p>



パターン化に必要な諸元の収集・整理

劣化速度は、構造諸元や架橋位置における環境条件、使用条件等により異なるが、条件別に劣化予測式を設定しなかった場合、予測上の劣化の進展と実情の傾向に大きな乖離が生じる。



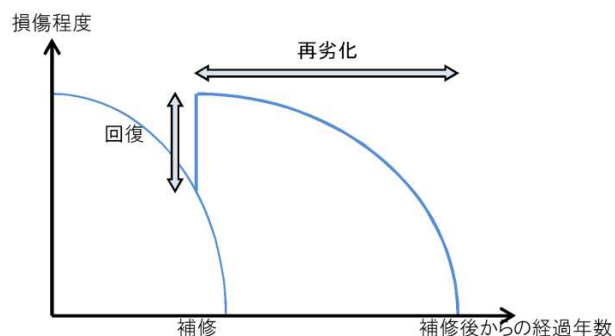
そのため、現段階で想定される劣化速度に影響を与える項目について、データを蓄積することが望ましい。

▼データ蓄積項目例

劣化要因	データ蓄積項目
腐食	塗装系, 塩害対策区分, 海岸線距離, 飛来塩分量, 雨量, 湿度
塩害	塩害対策区分, 海岸線距離, 飛来塩分量, 凍結防止剤散布量
凍害	気温, 方位(日射条件)
RC床版の疲労	大型車交通量, 橋面防水工の実施状況
その他	構造諸元, 縦断勾配, 横断勾配, 桁下条件

補修・補強後の回復度や再劣化予測の評価

補修・補強を実施した部材の回復度合いや再劣化予測の評価は確立されていないため、劣化予測式の設定する上で留意する必要があるとともに、補修履歴の継続的把握及び補修後のモニタリングの実施等により、効果について分析を行う必要がある。



山形県の劣化予測式を用いて中長期シミュレーションを行う場合の留意点

限られたデータのみでの劣化予測式となっているため、今後必要なデータを蓄積していくことで最適化を図っていく必要がある。最適化に向けた部材ごとの課題を下表に示す。

▼劣化予測式における課題

対象部材	損傷の種類	設定根拠	課題、留意点	今後整理が必要なデータ
主構(鋼橋)	腐食	既往点検結果に基づく劣化予測	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ数の不足により塗装系や部位(端部、支間中央部等)、架橋位置(庄内、内陸等)ごとの分析ができていないため、全ての条件を一括りにした予測式となっている。</li> <li>塗装履歴を考慮した分析ができていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>塗装履歴</li> <li>端部、支間中央部ごとの評価</li> <li>塗装系、素地調整、耐候性鋼材、普通鋼材の区分</li> <li>伸縮装置非排水化の有無ごとの評価</li> <li>飛来塩分、凍結防止剤散布による影響</li> </ul>
主構(PC, RC)下部工	剥離・鉄筋露出	既往点検結果に基づく劣化予測	<ul style="list-style-type: none"> <li>補修後の再劣化については分析できていない。</li> <li>実際に補修が必要な損傷についての情報が不足している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>補修履歴</li> <li>劣化要因の区分</li> <li>補修実績と損傷の種類の関係</li> <li>飛来塩分、凍結防止剤散布による影響</li> </ul>
床版	床版ひび割れ剥離・鉄筋露出	既往点検結果に基づく劣化予測	<ul style="list-style-type: none"> <li>防水層の設置有無を考慮した分析ができていない。</li> <li>床版ひび割れでD, Eランクに至っている橋が少なくCランク以後の劣化速度は信頼性に欠ける。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>補修履歴</li> <li>防水層の有無ごとの評価</li> <li>適用示方書、大型車交通量、凍結防止剤散布による影響</li> </ul>
支承	—	協会発行図書の鋼製支承の耐用年数を採用	<ul style="list-style-type: none"> <li>山形県の地域特性に応じた分析を行っていない。</li> <li>台帳上、鋼製支承とゴム支承の区分が無い場合、シミュレーション上は鋼製支承＝橋長15m以上の全橋と仮定している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>補修履歴</li> <li>鋼製支承、ゴム支承の区分</li> <li>伸縮装置非排水化の有無ごとの評価</li> <li>飛来塩分、凍結防止剤散布による影響</li> </ul>
伸縮装置	—	協会発行図書の耐用年数を採用	<ul style="list-style-type: none"> <li>山形県の地域特性に応じた分析を行っていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>補修履歴</li> <li>タイプ(鋼製、ゴム)や製品に応じた耐用年数の評価</li> </ul>
高欄・地覆	—	協会発行図書の高欄の耐用年数を採用	<ul style="list-style-type: none"> <li>山形県の地域特性に応じた分析を行っていない。</li> <li>全橋地覆打ち換えを伴う高欄交換でシミュレーションを行っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>補修履歴</li> <li>地覆、高欄ごとの評価</li> <li>飛来塩分、凍結防止剤散布による影響</li> </ul>