



橋

の長寿命化修繕計画のはなし

～ぼくらのまちの橋を長生きさせる方法～



株式会社 ホープ設計

目次&登場人物の紹介

目 次

はじめに 1

1.橋の教と建設年代 2

2.橋の点検の実施 3

3.橋の健全度 4

4.対症療法型と予防保全型 5

5.補修計画をたてる 6

6.管理グループを分ける 7

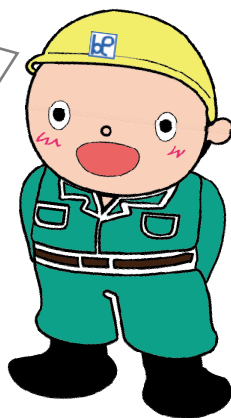
参考. 橋の補修事例の紹介 8

7.耐震補強 10

8.計画期間とPDCAサイクル 11

おわりに 12

ぼくらのまちの橋を管理して、橋のことについて、色々教えてくれる。



橋 守男さん

(橋の管理担当職員)

このまちに住む好奇心旺盛な小学生。橋を、長生きさせる計画があるのを知り、さっそく、調べにやってきました。



橋子 & 橋助

(小学校の高学年)

※橋守男さんをはじめとする登場人物は、架空の人物です。

はじめに



どうして「橋」を長生きさせる必要があるのでしょうか？

～長寿命化修繕計画策定の背景と主な内容～

- 今後、高齢化を迎える橋梁に対して、従来の対症療法型の維持管理を続けた場合、橋梁の劣化や損傷の進行等により安全性の確保が難しくなることや、橋梁の修繕・架け替えに要する費用が増大することが懸念される。



- より計画的な橋梁の維持管理を行い、限られた財源の中で効率的に橋梁を維持していくための取り組みが不可欠となる。



- コスト縮減のためには、従来の対症療法型から、損傷が大きくなる前に予防的な対策を行う“予防保全型”へ転換を図り、橋梁の寿命を延ばす必要がある。



- そこで、将来的な財政負担の低減および道路交通の安全性の確保を図るために、橋梁長寿命化修繕計画の策定（計画期間 50 年間）を行う。
- 今後は、その修繕計画に基づく定期点検及び維持補修の実施と、定期的な修繕計画の見直しを継続的に行う。

対象橋梁の現状把握

課題の抽出

管理区分の設定

点検体制の構築

点検の実施・結果評価

優先度の設定・評価

保全更新の基本方針の決定

予算計画の作成

長寿命化修繕計画の策定

学識経験者からの意見聴取

▲(参考)長寿命化修繕計画策定の一般的な実施フロー

1. 橋の数と建設年代



このまちで管理されている橋は、全部で 101 橋 (参考例：N 市、平成 24 年 2 月現在)あるんだよ。

そうなんだ。じゃあ、ぼくらのまちの橋って、どんな状態なの？

高齢なものでは、60 歳を超えるものもあるんだ。それに対して、近年も、たくさんの橋をつくっていて、若い橋は、わずか 1～2 歳ぐらいなんだよ。

このまちの橋を、建設年代別でみると、図 1 のグラフのようになるよ。

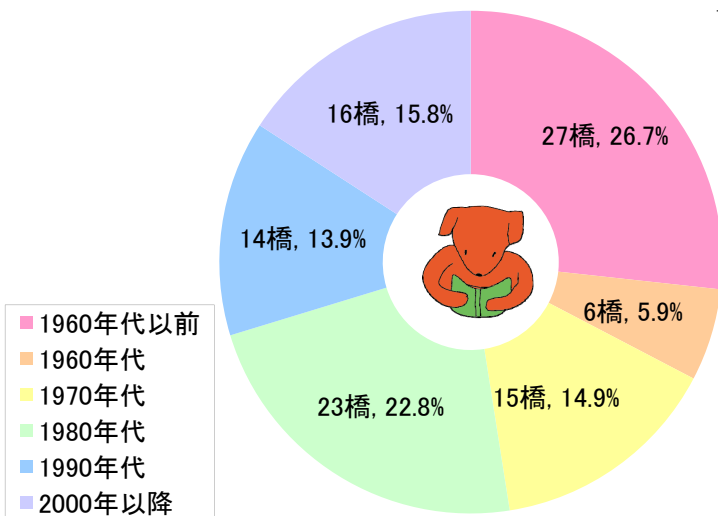
次に、図 2 を見てごらん。実は、ぼくらのまちの橋の年齢は、20 年後には、半数以上が 50 歳を超え、いわゆる高齢な橋となるんだ。



▲写真 1 1950 年代に建設された橋

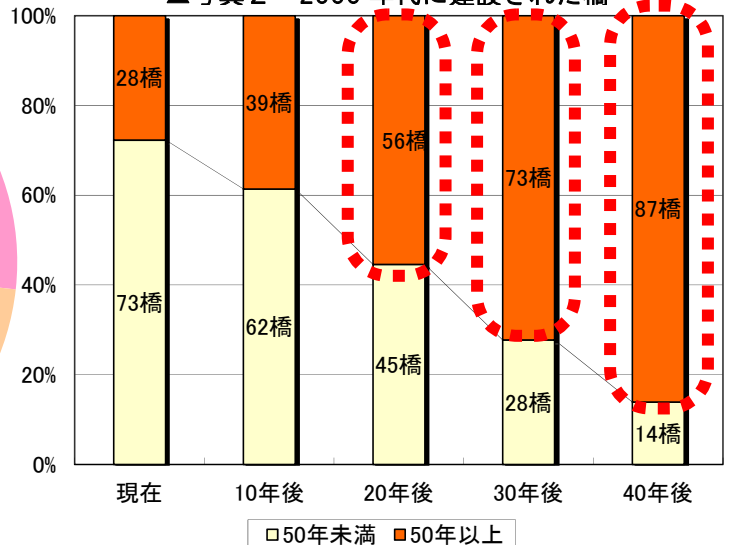


▲写真 2 2000 年代に建設された橋



※改築・改修した橋梁はその年代を架設年代とした

▲図 1 建設年代別橋のグラフ



▲図 2 供用年数 50 年以上となる橋の数の推移

2. 橋の点検の実施

橋の数や年齢は分かったけど、橋がどんな状態なのかを、確かめたりするの？

それはね、人が定期的に健康診断を受けるように、橋も、通常、日常点検（簡単な点検）を実施しているだよ。

さらに、長寿命化修繕計画で管理していく場合は、橋の損傷等に詳しい専門技術者の人が、より詳細な点検を5年に1回実施するんだ。



そうなのね。じゃあ、この5年に1回の詳しく点検した結果ってどうするの？

橋ごとに「点検カルテ」という資料を整理していくんだ。この点検カルテは、橋の部材単位で損傷があるかないか、を記録していくんだ。もし、損傷があった場合は、その損傷種類や損傷程度について記録していくから、その橋の損傷状況が、よく分かるんだよ。

点検調書の様式（橋名や所在地、橋梁諸元、構造形式等）

この橋の状態はどうかかな？



①橋の点検調査の実施

点検調書(その1) 橋梁の諸元・検査履歴表											
橋名	橋梁種別	路線名	橋長	橋幅	橋脚	橋台	橋脚	橋台	橋脚	橋台	
所在地	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	
検査年度	検査月	検査日	検査時間	検査場所	検査項目	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	
上部構造形式	6C鋼橋	全長	6.00	橋脚	2橋脚	橋台	2橋台	橋脚	2橋脚	橋台	2橋台
下部構造形式	重力式橋台	橋脚	2橋脚	橋台	2橋台	橋脚	2橋脚	橋台	2橋台	橋脚	2橋台
基礎形式	不明										

調査した結果は橋ごとに、同じ様式で、整理されていくんだね

②点検調査の結果を点検カルテに整理

損傷箇所を記載

点検調書(その2) 損傷箇所											
橋名	橋梁種別	路線名	橋長	橋幅	橋脚	橋台	橋脚	橋台	橋脚	橋台	
所在地	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	
検査年度	検査月	検査日	検査時間	検査場所	検査項目	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	
橋脚	橋台	橋脚	橋台	橋脚	橋台	橋脚	橋台	橋脚	橋台	橋脚	橋台

損傷箇所の写真を添付

点検調書(その3) 損傷写真											
橋名	橋梁種別	路線名	橋長	橋幅	橋脚	橋台	橋脚	橋台	橋脚	橋台	
所在地	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	支線	
検査年度	検査月	検査日	検査時間	検査場所	検査項目	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	
写真番号	17	橋脚	橋台	橋脚	橋台	橋脚	橋台	橋脚	橋台	橋脚	橋台
部材名	床版	要素番号	0201	部材名	床版	要素番号	0201	部材名	床版	要素番号	0201
損傷の種類	ひび	損傷程度	+	損傷の種類	ひび	損傷程度	+	損傷の種類	ひび	損傷程度	+

③劣化損傷があった場合、損傷箇所と損傷レベルを記載し（左図）、写真も添付（右図）

▲図3 橋の点検カルテの例

3. 橋の健全度

橋がどのくらい安全なのかを表す言葉があって、それを専門用語で「健全度」と言うんだ。

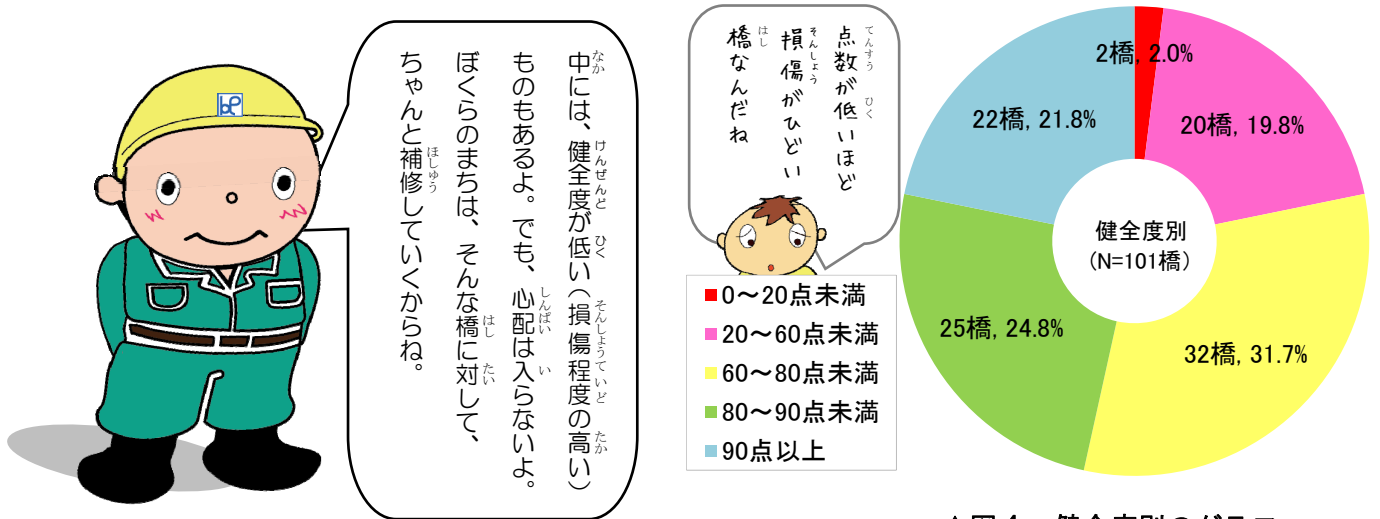
この健全度の点数は、橋の損傷レベルに応じて付けられるんだ。

ほとんど損傷がない場合（損傷区分 A）は、健全度は 90 点以上なんだ。反対に、損傷が非常に大きい場合（損傷区分 E）は、健全度 20 点未満になって、緊急な対策が必要とされるんだよ（表 1）。

▼表 1 健全度区分表

健全度	損傷点数	損傷区分	一般的状況	対策の要否
90点以上	0	A	損傷が認められない	対策不要（損傷無し）
80～90点未満	10	B	損傷が小さい	対策は10年後以降（損傷が軽微のため経過観察とする）
60～80点未満	20	C	損傷がある	5年後～10年内に対策実施が必要
20～60点未満	40	D	損傷が大きい	5年以内に対策が必要
20点未満	80	E	損傷が非常に大きい	緊急対策が必要
-	40	M	維持工事に対応する	速やかに対応実施
-	20-40	S	詳細調査が必要である	詳細調査の結果、対策の要否を判定

図 4 は、ぼくらのまちが管理している橋の健全度の分布だよ。



橋が損傷することって、人間が歳を取ると、病気にかかりやすくなることに似ているのかな。

そうだね。橋は、コンクリートや鋼材などの材料で造られていて、これらの材料は、年数を重ねるごとに、劣化損傷していくんだよ。

特に、ぼくらの国（日本）は、周りが海に囲まれていて、台風や季節風で、海水中の塩分が橋まで飛んでくるんだよ。この塩分が、橋の劣化損傷の一つの要因になっているんだ。

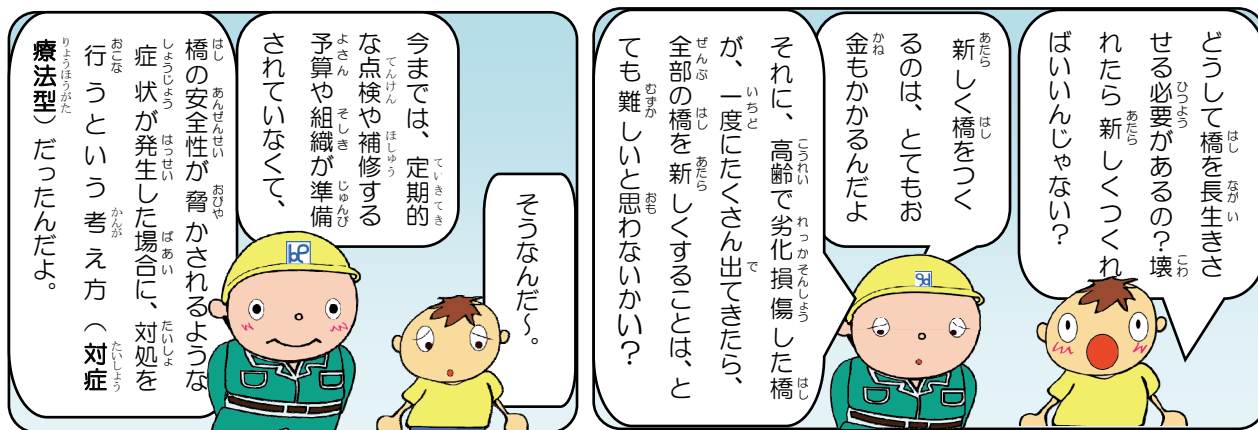


▲写真 3 腐食によって生じた腐食の事例（鋼橋：主桁、床版）

4. 対症療法型と予防保全型

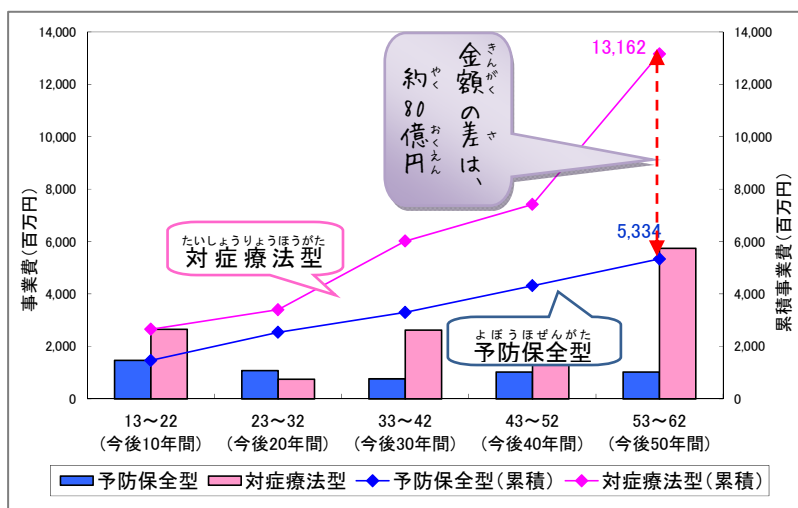
「健全度」で評価した後、橋は、どうやって維持管理していくの？

橋を長生きさせるために、橋の損傷箇所の修復や更新を実施するんだよ。そのときの補修内容や、補修する橋の順番を決めるために、この健全度評価の結果を使うんだ。



橋を長生きさせる計画「長寿命化修繕計画」の考え方は、「対症療法型（症状をみて対処）」に対して「予防保全型（予防的に対処）」と呼ばれる、橋の維持管理を、ちょっと工夫するやり方なんだ。これからは、限られた予算の中で、橋を健全な状態で、できるだけ長期間確保していくことが大切なんだ。

例えば、ぼくらのまちの橋の50年間の維持管理費だけど、「予防保全型」では約50億円、「対症療法型」だと約130億円かかると計算されているんだ。つまり「予防保全型」で管理することで、50年間で約80億円、年間1.6億円も節約できるんだよ（図5）。

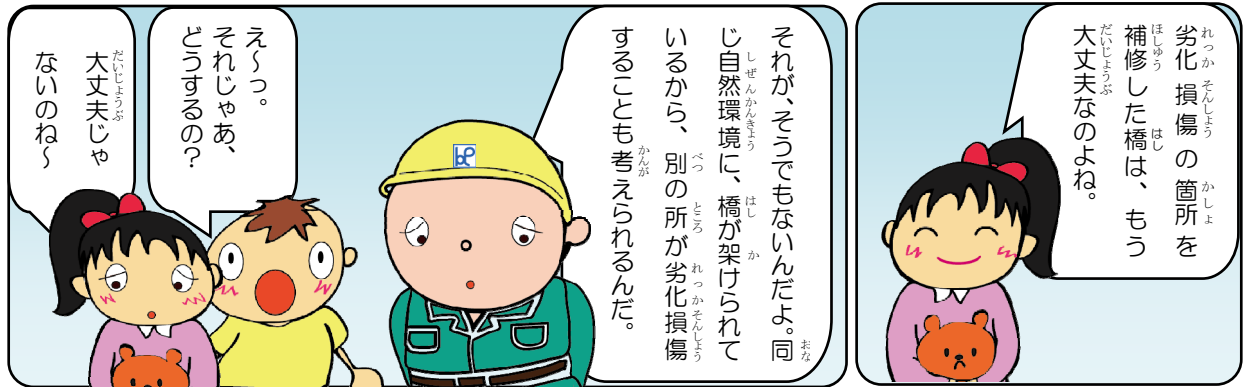


▲図5 事業費用の比較のグラフ

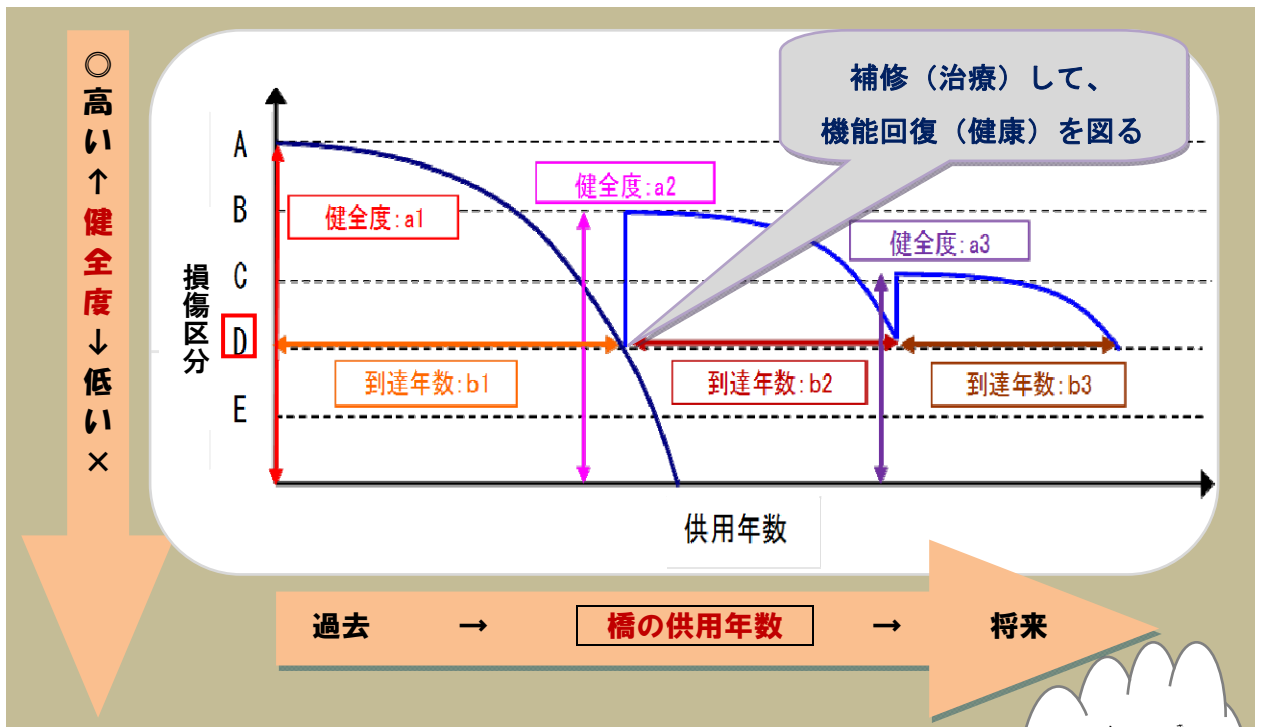
“予防保全型”のここがポイント！

- その1：深刻な損傷ではないが、放置すれば損傷が進行して、安全性が脅かされるようになるものを対策する。
- その2：予防的に対策することで、対策費も比較的lowコストで抑えられ、トータルコストが低減できる。
- その3：「対症療法型」と比べ、橋が健全度の高いレベルで維持され、橋の寿命をのばすことができる。

5. 補修計画をたてる



長寿命化修繕計画では、今後、劣化損傷が進行していくことを予測するために、橋を構成している梁、床板、下部工などの主な部材に対して、図6のような「劣化曲線（病気の進行を表した曲線）」をつかって予測しているんだ。この劣化曲線を使えば、いつ補修すればいいのか予測をたてられるんだよ。



▲図6 劣化曲線(例)のグラフ

一般的に、供用年数に伴い、橋の部材も劣化していくんだけど、橋の損傷区分が**限界値である D 判定**（5年以内に対策が必要）に達すると、補修を行い、健全度をある程度まで回復させるんだ。その後も、数回の補修を行い、橋の寿命を最大限にのばしていくんだ。



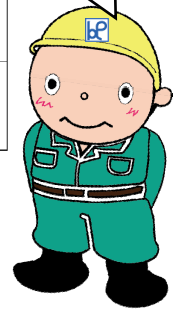
6. 管理グループを分ける

橋の長寿命化計画をたてる時、計画対象の橋を、大きく3つの管理グループ(図7：予防保全型Ⅰ、予防保全型Ⅱ、観察維持型)に分けて、管理シナリオと呼ばれる維持管理計画を設定するんだよ。管理するグループを分けることで、より効率的に、橋の状態に合った計画をたてること出来るんだ。



管理グループ名	管理シナリオ名	構造形式	環境条件	定義
予防保全型 (Ⅰグループ)	A-1	鋼橋	塩害	・塩害地域にある鋼橋全て
	A-2		通常	・塩害地域以外にある鋼橋全て
	A-3	Co 橋	塩害	・塩害地域にある Co 橋全て
	A-4		通常	・塩害地域以外にある橋長 15m以上または第三者被害のある Co 橋
予防保全型 (Ⅱグループ)	B-1	通常	・塩害地域以外にある橋長 15m未満かつ第三者被害のない Co 橋	
観察維持型	K-1	-	-	・橋齢 50 年以上かつ総合評価 A または B の橋梁

コンクリート橋に関しては、塩害地域※や橋長に
応じて、この3グループで
管理するんだ。



※塩害地域：海岸線までの距離が100m以内の地域等、海水の塩分の影響を受けやすい地域のこと。

▲図7 N市の橋の維持管理のグループ分け



観察維持型の橋については、5年に1回の定期点検の中間時点で、さらに1回、追加点検を行うんだよ。これは、観察維持型の橋は、供用年数も長く、一部の部材(橋の部品)に劣化損傷もあるから、交通安全を確保していくためにも、大切なことなんだ。



参考. 橋の補修事例の紹介



橋の補修ってどんな方法があるの？



橋の劣化状況によって、補修工法は違うんだ。いくつか代表的な補修工法について紹介するよ。

橋の劣化損傷に対する補修事例



事例その1 ひびわれの主な補修工法

橋の材料として、コンクリートを使用しているものは、「塩害」等によってひびわれが生じやすい。ひびわれ幅の大小に応じて、以下の方法で補修する。



▲橋柱部のひびわれの事例
(コンクリート橋)

➤ **表面処理工法**

ひびわれ幅が小さい(0.2mm以下程度)場合、ひびわれ部分に、被覆材で表面を覆う。

➤ **注入工法**

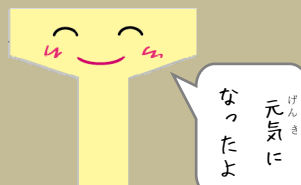
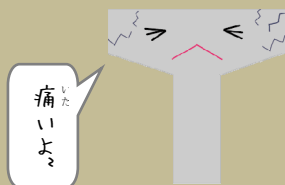
ひびわれ幅が0.2~1.0mm程度の場合、状況に応じた注入器具を使用して、補修材料を注入する。(施工事例写真(右))



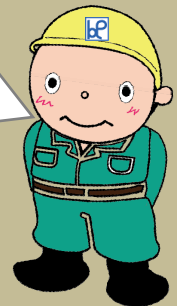
▲ひびわれ注入施工の様子

➤ **充填工法**

ひびわれ幅が1.0mm以上の場合、ひびわれに沿って約10mm幅にU形かV形にカットし、その部分を、充填剤で埋め戻す。



劣化の状況や原因を踏まえて、補修を行なったよ。



事例その2 鉄筋露出・剥離の主な補修工法

コンクリートのひびわれが大きくなると、内部に水が入り、鉄筋が腐食（錆が進み、もろくなり膨らんだりすること）し、一部のコンクリートが剥がれて落ちることがある。その場合、以下の方法で補修する。

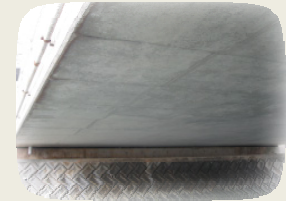


▲鉄筋露出・剥離の事例
(コンクリート橋：床版)

➤ 断面修復工法

ステップ1：劣化部の除去

←写真(左)のような損傷の場合、まず、コンクリート剥離面の劣化したコンクリートの除去や清掃を行う。



▲健全な状態の参考事例
(コンクリート橋：床版)

ステップ2：鉄筋の錆止めまたは交換

露出した鉄筋については、鉄筋の劣化状況から判断して、錆止めか交換か、どちらかを実施する。

ステップ3：断面修復の施工

失われた断面を、付着性の高いコンクリート材料で修復を行う。

あ
る
の
ね
補
修
工
法
が
色
い
ろ
な



事例その3 防食機能の劣化・腐食の主な補修工法

鋼材でつくられた橋の場合、鋼材が腐食しないために、その表面をペンキで塗装するが、その塗装が、年月に伴って劣化する。そのため、塗装の塗り変えを行う。



▲腐食によって生じた錆の事例
(鋼橋：主桁)

➤ 塗装塗替え

沖縄県は、塩害が懸念されるため、塗替え時には、耐久性の高い「C系塗装」を基本とする。また、塗装塗替えの際は、ケレンと呼ばれる素地調整（鋼材表面の錆等を落とし、鋼表面に塗装がなじむように処理すること）のうち、3番目のレベルに当る、「3種ケレン」を標準工法として、塗装塗替えを行う。（例えば、1種ケレンは調整度が高く、鋼材がピカピカになるまで仕上げをすること）。

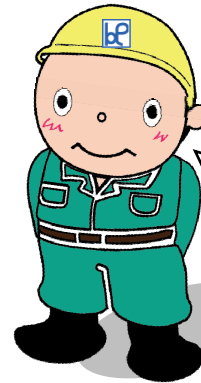
7. 耐震補強

もし、沖縄で大きな地震が起こったら、わたしたちのまちの橋は、大丈夫なのかしら？

そうだね。みんなも知っていると思うけど、平成7年1月17日に、兵庫県南部で大きな地震が起こったんだ。

その後につ造られた橋は、兵庫県南部地震と同じレベルの地震が起こっても、壊れないように造られているんだけど、それ以前につ造られた橋は、大きな地震に耐えられないものもあるんだ。

そこで、大きな地震が起こっても壊れないようにする対策（耐震補強）を、長寿命化修繕計画で修繕を行う際に、同時に行うよう計画しているんだ。



ほんとう、ぜんぶをたいしょう、
本当は、全部を対象に、すべてでも、
耐震補強をするべきなんだけど、
耐震補強をするのは、とても、お金
がかかるんだ。


ぼくらのまちで、耐震補強が必要な橋ってあるの？


そうだね、例えば、跨道橋（橋の下に道路がある橋：写真4）のような橋は、地震で被害を受けた場合、周囲に与える影響が大きいことから、まずは、このような橋を選んで、順番に耐震補強をする計画を、たてているんだ。



▲写真4 跨道橋の参考例

8.計画期間とPDCA サイクル

 この長寿命化修繕計画は、どのぐらいの期間で計画するの？


 「50年間」の長期計画をたてるんだ。この50年間の中で、橋ごとに、点検や補修等の予定をたてるんだよ。

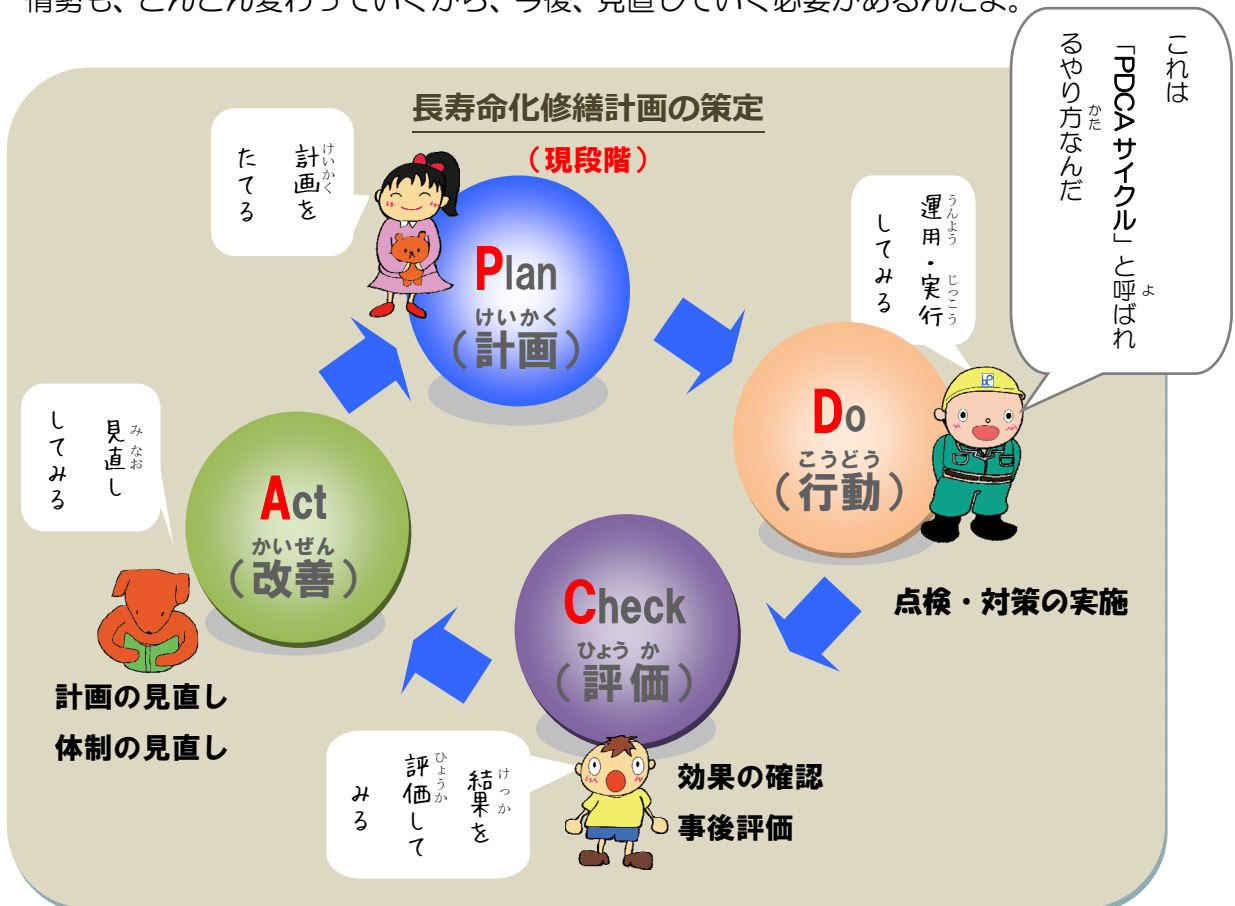
【50年以上供用された橋について】

損傷や劣化状況に応じて、下記の3グループに分類後、特別に計画していく。

- 1 特に劣化損傷(病気)がひどく、安全性が確保できない可能性の高い橋
→これから5年以内で更新(新しく造り変える)していく計画を立てる。
- 2 あまり劣化損傷(病気)度合いがひどくなく、これから約10年間程度は、安全に使える橋
→「観察維持型」グループの管理方法(状況に応じた維持管理を行い、計画的に更新)を行う。
- 3 50年以上でも、損傷(病気)度合いが低い橋
→「予防保全型」グループの管理方法を行う。

50年前からある橋の計画も考えているよ

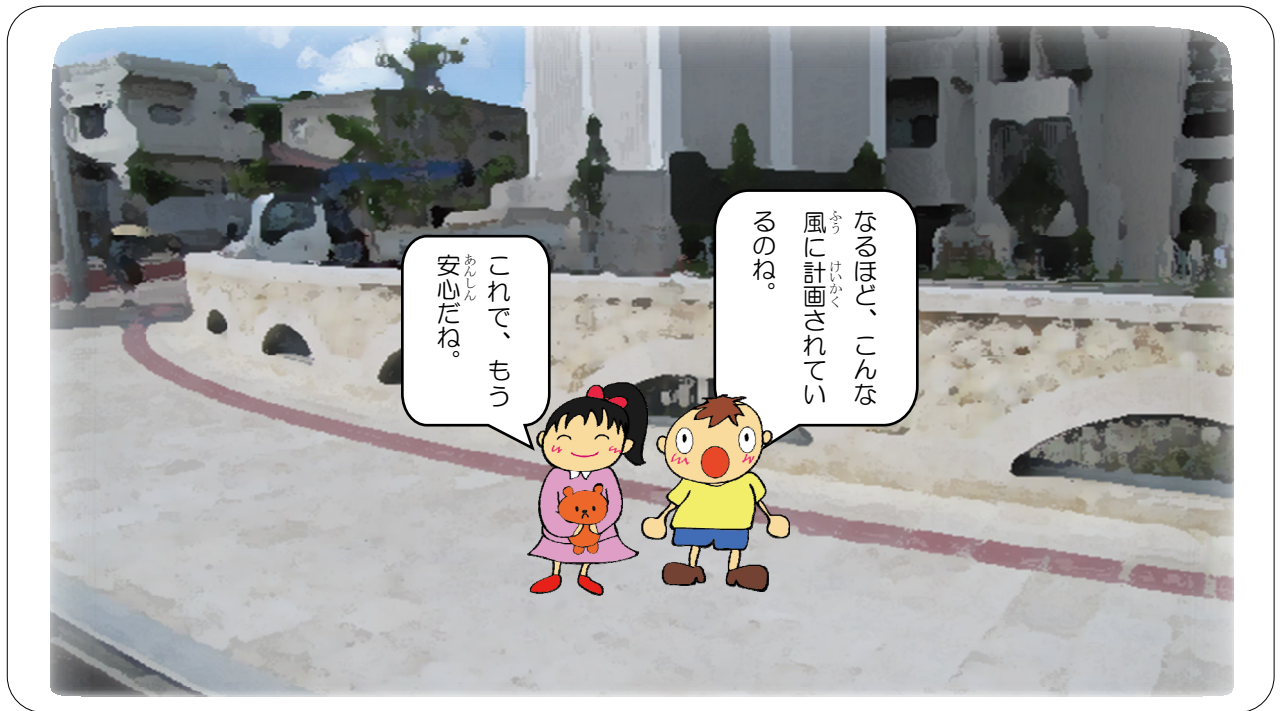
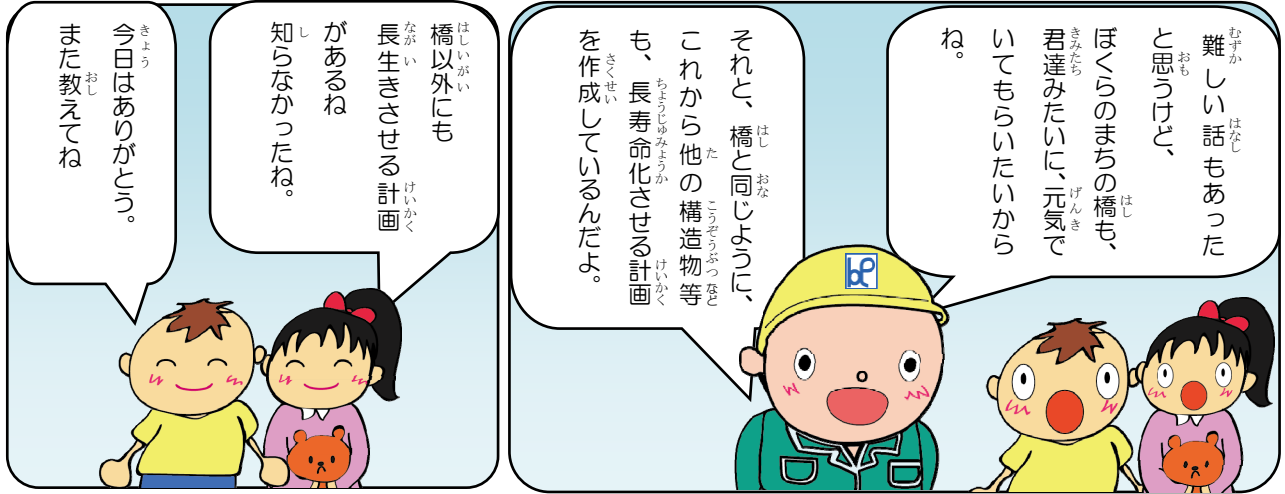
 この長寿命化修繕計画は、「一度計画すれば、もう安心！」という訳ではないんだ。劣化損傷の不確実性や、補修方法や材料の進歩、また、今後の社会情勢も、どんどん変わっていくから、今後、見直していく必要があるんだよ。



▲図8 PDCAサイクルのイメージ



おわりに



～おわり～

表紙写真

- 1 段目 左：あがり橋（那覇市）、中央：久美橋（那覇市）、右：牧志長虹橋（那覇市）、
- 2 段目 左：新都心2号橋（那覇市）、中央：銘川人道橋（那覇市）、右：シーサー橋（那覇市）
- 3 段目 右：橋点検調査の様子（那覇市内）、中央：第2大道練兵橋（那覇市）、右：崇元寺橋（那覇市）

橋の長寿命化修繕計画のはなし

～ぼくらのまちの橋を長生きさせる方法～

発行日 平成 25 年 5 月

編集・監修 株式会社 ホープ設計

〒902-0064 那覇市寄宮 3 丁目 3-5

寄宮市街地施設 1F-1



最後まで読んで
くれて、ありがとう