

長寿命化と維持管理（概要）

長岡技術科学大学

丸山久一

1960年代後半からのわが国の高度経済成長期に、橋梁をはじめとする多数の社会基盤構造物が建造され、社会の発展を支えてきたが、厳しい環境下にある構造物に劣化が目立ち始め、不具合や事故が散見されるようになってきている。国土交通省では、管理者に対して構造物の長寿命化修繕計画を立て、対策を講じるよう指導している。

構成材料の潜在能力：

ここで対象としている構造物の構成材料は、コンクリートと鋼である。それらの耐久性に関する潜在能力は、実存する構造物で評価するしかないが、小樽港の防波堤のコンクリートや世界にある鋼橋や鋼構造物の供用状況から判断すると、両材料とも、少なくとも100年以上は耐久性を有していると考えられる。

材料の劣化要因：

コンクリートと鋼の劣化は、外力によるひび割れや破断の他、環境作用によるひび割れや腐食が挙げられる。外力の影響としては、①想定を超える大きな外力による材料の破壊、破断と②荷重の繰返し作用（疲労）による破壊、破断である。環境作用として厳しいものは、塩化物イオンによる鋼材の腐食と酸等によるコンクリート（セメント硬化体）の溶解である。コンクリートについて言えば、寒冷地における凍害や、反応性骨材（アルカリ環境下）の使用による膨張ひび割れも挙げられる。

構造物の耐荷性能：

鉄筋コンクリート構造物の耐荷性能に及ぼす材料の劣化としては、コンクリート内部の鋼材の腐食、床版や下水管等におけるコンクリートの分解（砂利化）や溶解である。鋼構造物においては、鋼材の腐食および局所的な応力集中によるひび割れ・破断である。現在の構造解析技術を用いると、材料の劣化を定量的に評価できれば構造物の耐荷性能の低下が適切に評価できるが、コンクリート中の鋼材の腐食のように、材料劣化の定量的評価は難しいのが現状である。

補修・補強：

鋼材の劣化については、塗装や電気防食による腐食防止、局部の応力集中を緩和する設計法により、長寿命化対策はかなり進んでいる。鉄筋コンクリート構造物やプレストレストコンクリート構造物で、内部の鋼材が腐食する塩害については、既設の構造物の対応に苦慮している。これまで、種々の補修対策が試みられてきたが、塩化物イオンがコンクリート中に浸透している状態では、長期にわたって有効な手段としては電気防食しかないのが現状である。

維持管理：

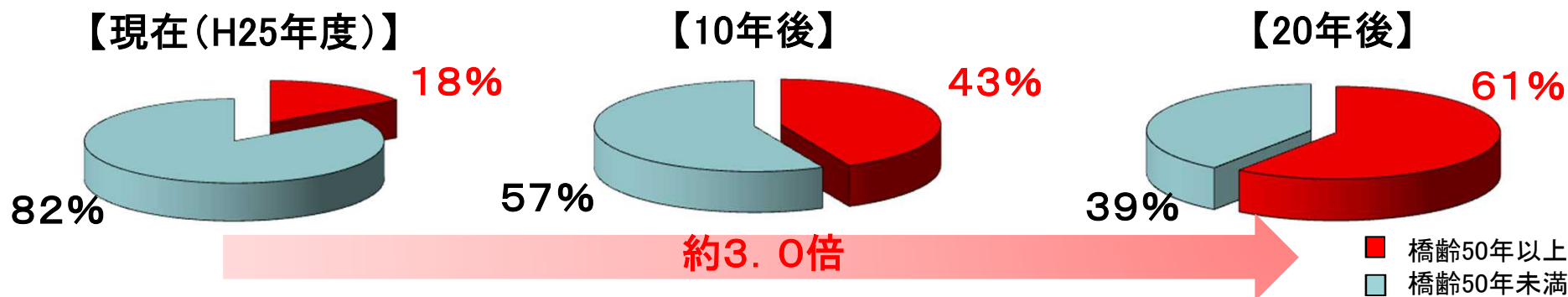
国内で2m以上のスパンを有している橋梁構造物は67万橋を超えている。大型で特殊な橋梁構造物は管理体制も整っているが、67万橋の大部分を管理している地方自治体においては、財源も人材も不足しているのが現状である。その状況を克服するためには、経費をかけずに点検ができるツールを開発し、それを扱える技術者を育成するとともに、地域医療のネットワークに倣った技術者のネットワークを構築することが必須である。

1. 北陸地方整備局の道路橋の長寿命化対策

北陸地方整備局道路部
道路保全企画官
八橋義昭

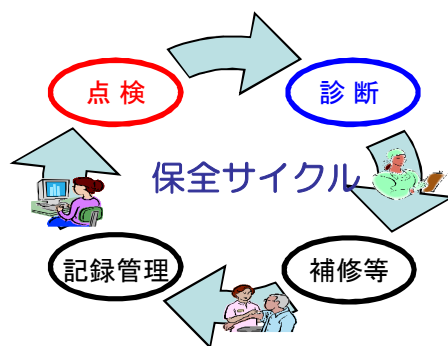
■ 橋梁の高齢化の現況

○ 北陸地方整備局が管理している道路橋は1,740橋（H25.4.1現在）あり、建設後50年以上の割合は現在が約18%で、20年後には約60%となり、急速に高齢化・老朽化が進んでいく。



■ 橋梁の長寿命化修繕計画の策定

○ 従来の「事後保全型」から「予防保全型」への円滑な転換を進めるため「橋梁長寿命化修繕計画」を策定し計画に基づき事業を実施。





2. 北陸地方整備局の橋梁長寿命化修繕計画

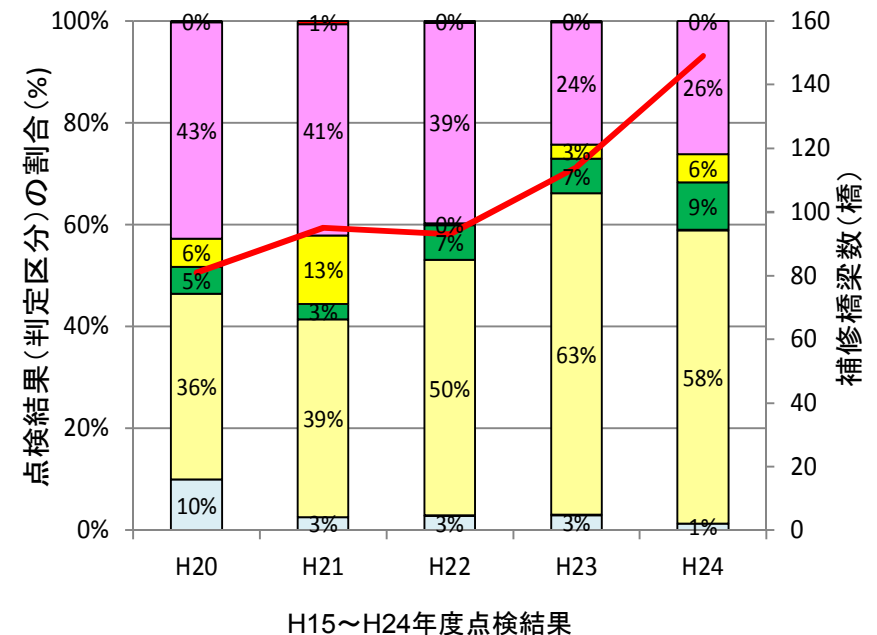
- ①橋梁点検の損傷状況に応じて、A～C、M、S、Eで判定
- ②E判定は、速やかに対策。C判定は、5年以内を目標に計画的に補修

→計画的な補修でC判定の減少

対策区分判定の事例

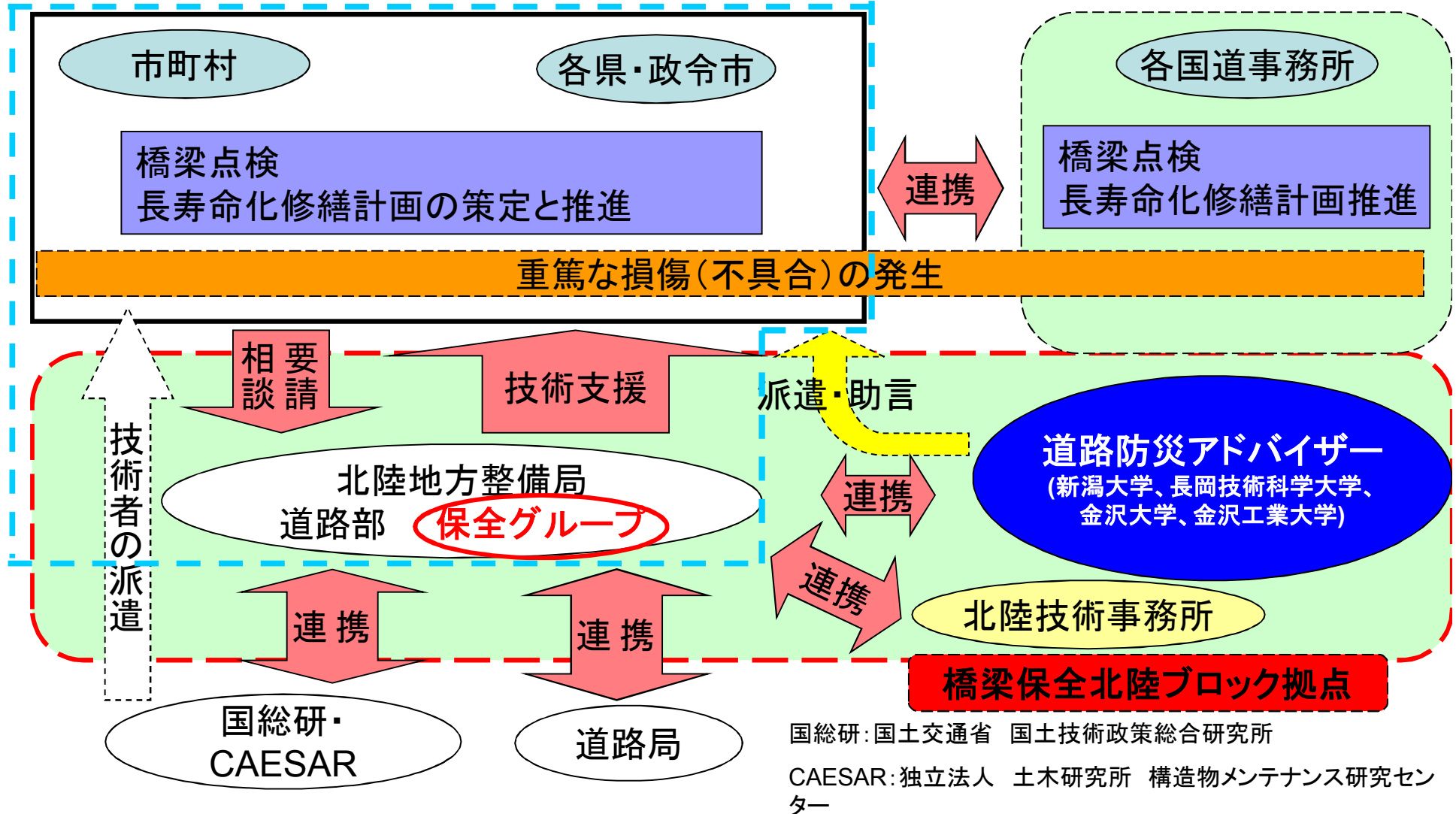
A		【損傷が軽微で補修を行う必要がない橋梁】 床版に小さなひび割れが発生しているが、軽微であるため補修を行う必要がない。
B		【状況に応じて補修を行う必要がある橋梁】 床版にひび割れやうきが発生しているが、経過を観察し、必要に応じて補修を行う。
C		【速やかに補修等を行う必要がある橋梁】 床版を貫通しているひび割れが発生しているため、速やかに補修を行う必要がある。
M		【維持工事で対応の必要がある橋梁】 排水柵に土砂詰まりが発生しており、その規模が小さい場合には維持工事(日常管理)で対応を行う。
S		【詳細調査の必要がある橋梁】 発生している漏水や遊離石灰が部材を床版を貫通したひび割れから生じているものか特定できない状況などにおいては、詳細調査を実施する。
E		【緊急対応が必要な橋梁】 床版の抜け落ちが生じており、路面陥没によって交通障害が発生することが懸念される状況などにおいて緊急的な対応を行う。

補修橋梁数と点検結果の推移



3. 地方自治体への支援体制

- 重篤な損傷や不具合が発生した際の**技術指導・支援**
- 橋梁保全等にかかわる**技術的課題の検討**
- 市町村における**長寿命化修繕計画の円滑な推進**



国総研: 国土交通省 国土技術政策総合研究所
 CAESAR: 独立法人 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター

5. 地方自治体への支援(技術支援)

○平成22年度から毎年橋梁保全に関する技術講習会を実施
これまでに延べ 104人の自治体職員が参加

■橋梁保全に関する技術講習会



講義状況



現地実習状況

【講習内容】

- ・橋梁の損傷と補修事例
- ・橋梁点検マニュアル
- ・実橋を使った点検実習
- ・非破壊検査

○平成23年度から毎年橋梁点検に関する現地実習を実施
これまでに延べ 184人の自治体職員が参加

■橋梁点検実習



【実習内容】

- ・実橋を使った橋梁点検
- ・第三者被害防止点検

橋梁点検における新潟県・市町村の現状

新潟県土木部
道路建設課長 岩澤弘和

○市町村の橋梁点検及び長寿命化計画策定の現状

新潟県管理

管理橋梁数 : 約3,800橋
(うち15m以上の橋梁 : 約1,400橋)
(うち15m未満の橋梁 : 約2,400橋)
点検済橋梁数 : 約3,770橋
長寿命化修繕計画 : 平成21年度に策定

市町村管理 (新潟市を除く29市町村)

管理橋梁数 : 約12,500橋 (新潟市を除く29市町村)
(うち15m以上の橋梁 : 約2,300橋)
(うち15m未満の橋梁 : 約10,200橋)
点検済橋梁数 : 約11,200橋 (約90%完了)
長寿命化修繕計画 : 平成24年度末で15市町村が策定

平成25年度の市町村の状況

防災・安全交付金を活用し、橋梁点検・長寿命化計画策定を進めている

橋梁長寿命化における新潟県の市町村支援の状況

○新潟県の橋梁長寿命化における市町村支援の概要

1. 新潟県橋梁定期点検要領の提供

→点検の目的、頻度、項目、損傷の区分、健全度区分の判定等、点検の要領を定めたもの

2. 新潟県より長寿命化修繕計画策定の策定方針、橋梁関連システム（現場点検、データベース、マネジメント）を提供

→ほとんど全ての市町村が活用している

市町村の長寿命化計画策定の運用

- 経済性を考慮し、賛同した市町村と(財)新潟県建設技術センターが共同で、県の長寿命化計画策定システムを市町村用に変更、運用を行っている。
- 修繕計画の策定では「基本方針＋管理者判断」により、「健全度＋重要度」を勘案して対策の優先順位を決定している。

3. 維持管理、修繕計画に関する研修・勉強会の開催、情報提供

→新潟県土木部職員研修を市町村職員も受講

県内市町村が共同で勉強会を行う際にオブザーバーとして参加。新潟県の取組み事例等を紹介

パネルディスカッション用資料

(一社)日本橋梁建設協会
保全委員会
幹事長 河西 龍彦

道路インフラ、特に「橋」の重要性



でも実際にはこんなことが、、、



しっかりお手入れすれば100年もつ

浜中津橋
大阪市役所
1874年→139歳



出嶋橋
長崎市役所
1890年→123歳



関東大震災の復興(隅田川)

永代橋 (国指定重要文化財)

1926年→87歳



長寿命化のポイント

- まず見よう。(見た橋は落ちない)
- お掃除をしよう。
- 利用者参加で、愛着をもってもらおう。
- 困ったら「橋の相談室」に相談しよう。

(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会
保全補委員会 保全補修部会 吉松慎哉

第1回 北陸橋梁保全会議 パネルディスカッション用資料

PC橋の維持保全の考え方

平成25年11月12日

(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会
保全補修委員会 保全補修部会
部会長 吉松慎哉

PC構造の主な構造特性とPC特有の劣化

構造特性①: PC構造物は、プレストレスの導入により、ひび割れの発生を許容しない。



PC鋼材、定着部の腐食・破断によって耐荷性能は大きく失われる

構造特性②: ポストテンション方式のPC構造物は、PC鋼材の付着と防食のためPCグラウトの施工が必要である。



PCグラウトの充填不足によるPC鋼材の腐食・破断

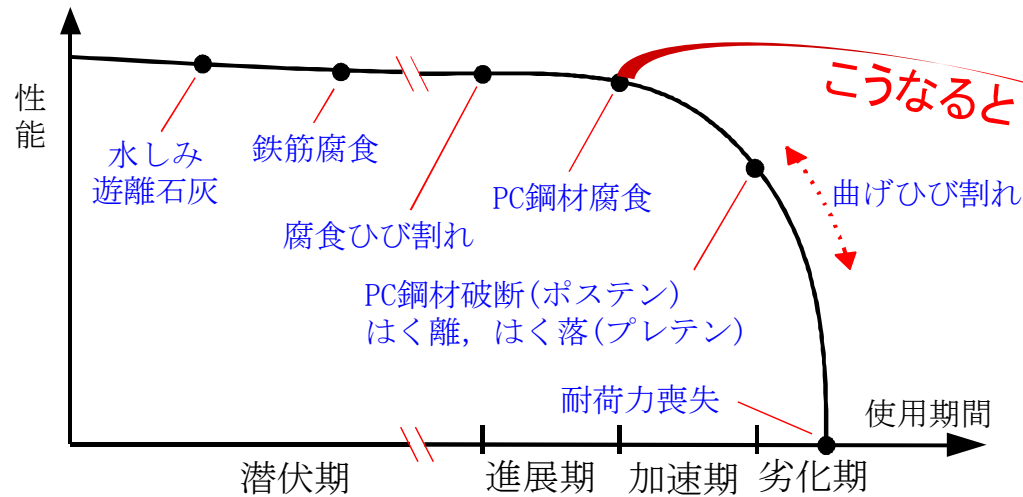
構造特性③: PC構造物は張出し架設工法や押出し架設工法などの分割施工を行うことができ、また、プレキャスト部材をプレストレスにより接合することが可能である。



目地からの漏水や塩分の浸透によるPC鋼材の腐食・破断

PC橋の維持保全は、PC特有の劣化を考慮する。

PCグラウトの充填不足によるPC鋼材の腐食



PC鋼材の腐食による耐荷性能の劣化シナリオ



PCグラウトの充填不足によるPC鋼材の腐食



水しみ・遊離石灰



PC鋼材に沿ったひびわれと遊離石灰



スターラップの腐食とコンクリートの剥離

小 → 劣化進行度 → 大

劣化の予兆をあらかじめ「**変状**」として捉えることができる

PC技術の変遷

年代	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
----	------	------	------	------	------	------	------

- 日本最初のPC橋(長生橋: 1951年)

PCT桁標準設計から見た主ケーブルに用いられるPC鋼材

PC鋼線 (単線: 12φ5、12φ7)

PC鋼より線(12S12.7、12S15.2)

PCグラウト

膨張性・ブリーディングあり

● '96

マニュアルの抜本的改善

非膨張性・ノンブリーディング

PC技術は、その時代に要求される性能と技術基準により、時代の推移とともに変遷してきた。

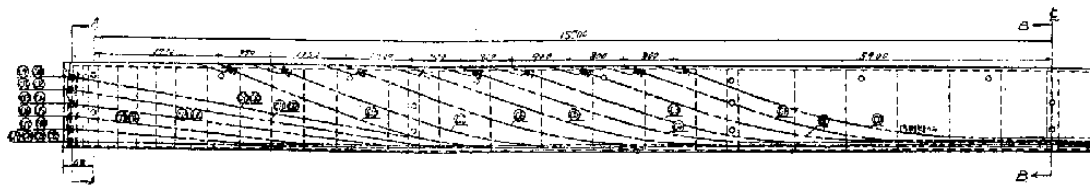
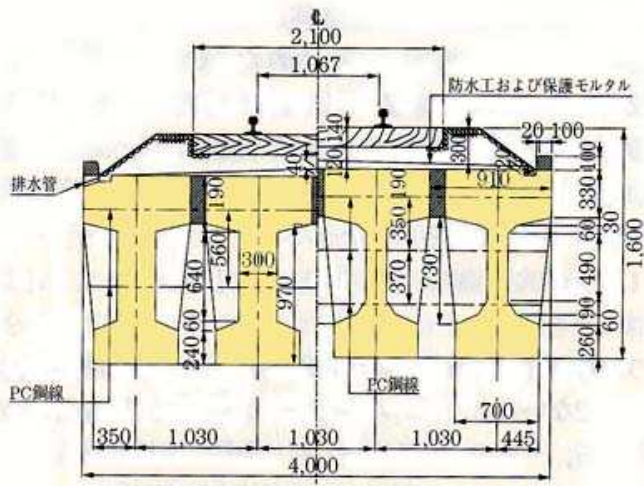
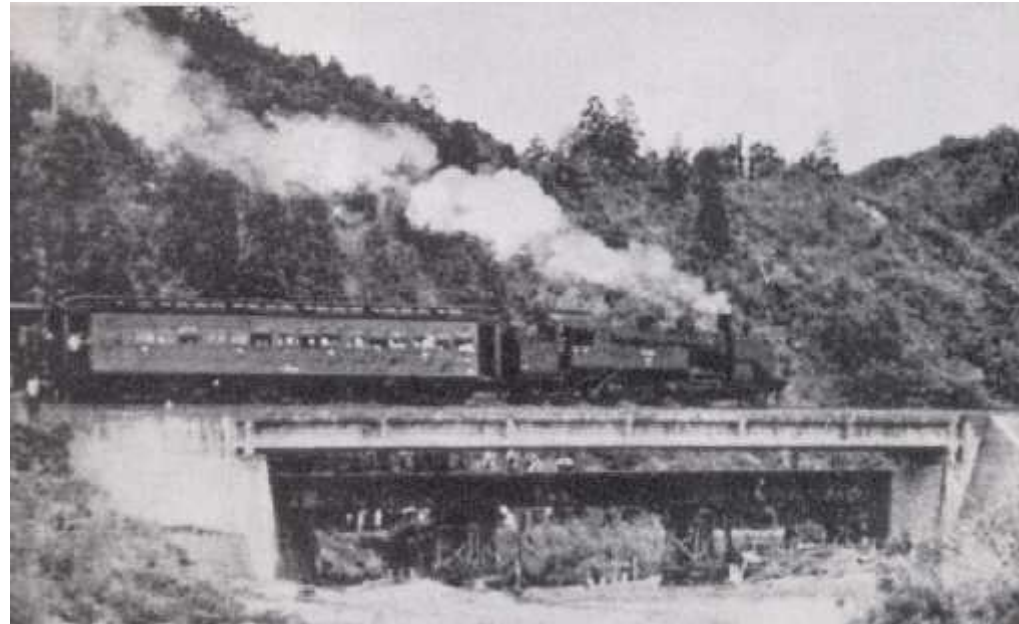
PC橋の初期性能は、建設時点の設計・施工技術によって大きく異なっている。

第一大戸川橋梁（旧国鉄 信楽線）

日本最初の本格的なポストテンション方式鉄道橋

完成：昭和29年（1954年）

支間長：30m



PC鋼線：12 φ5 - 23本（プレシネー工法）

平成20年登録有形文化財（文部科学省文化審議会）



水掛かりによる損傷

伸縮装置の漏水による桁端部の劣化



← 漏水により、桁端部に配置されているPC鋼材定着体が損傷する。また、支承の鋼製部材が錆び、桁の移動を拘束する。

排水装置の漏水による塩害劣化



凍結防止剤の塩分を含む漏水により、局所的な塩害劣化が生じ、鋼材を腐食させる。 →

予防保全のカギは「水」対策
「水しみ」や「水掛かり」がないか、見て下さい。

橋梁の三大損傷 (①塩害 ②ASR ③疲労)

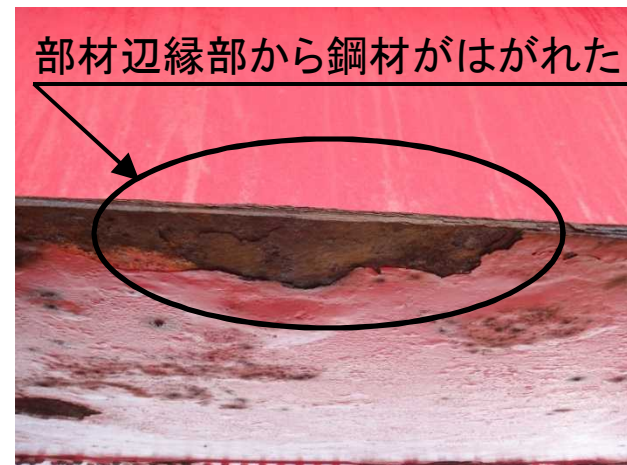
損傷の進行が早く、放置すると橋梁の安全性を著しく損なう。

①-1 塩害 (飛来塩分による)

(1) PC桁の塩害の例



(2) 鋼橋の塩害の例



①-2 塩害(伸縮装置からの漏水による)

(1) PC桁の塩害の例

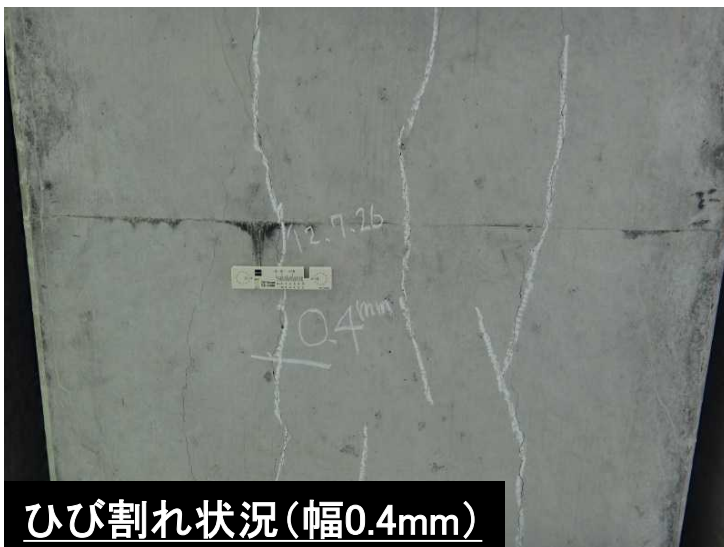


(2) 鋼橋の塩害の例



② アルカリシリカ反応 (ASR)

(1) プレテン桁の事例



(2) 下部工の事例



③ 疲労

(1) 床版の疲労

床版上面の様子(舗装撤去後)
かぶりコンクリートが砂利化している



床版下面の様子
二方向ひび割れ・遊離石灰・漏水

(2) 鋼部材の疲労

