

道路の老朽化対策に関する講演会  
(平成28年3月18日)

# 地方自治体が管理する 中小橋梁の維持管理とマネジメント

茨城大学 工学部 都市システム工学科  
原田 隆郎

# はじめに

地方自治体(特に市区町村)の  
管理する橋梁は**全体の約7割**  
また、中小規模の橋梁が多い

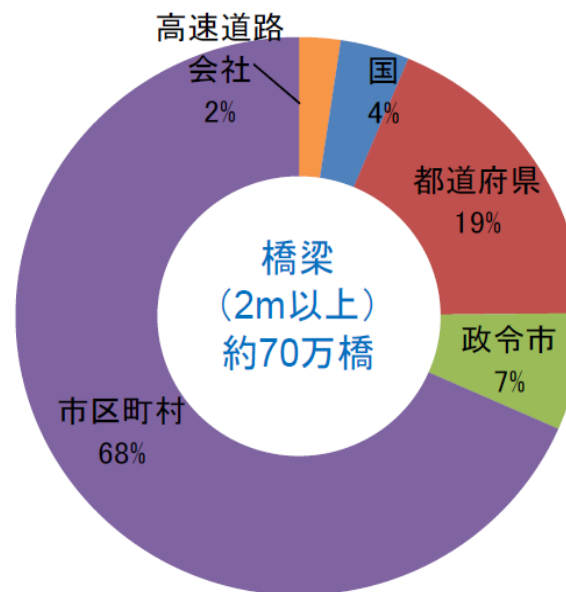


橋梁規模は中小でも、原則5年  
に1回の**点検**や、必要な**補修**は  
実施しなければならない



全国の自治体は『**橋梁長寿命化  
修繕計画**』を策定

- 予防保全の維持管理
- コスト縮減
- マネジメントサイクル(PDCA)



(出典: 国交省道路局)

国交省:『道路の老朽化対策の  
本格実施に関する提言』

地方自治体における  
三つの課題

- 人不足
- 技術力不足
- 予算不足

# 橋梁の長寿命化とは？

## ◎長寿命化の定義(一例)

『想定耐用年数を超えて、更に延命化させるための補修技術、マネジメントの仕組みすべて(点検方法、体制、時期、判定、措置、期間、予算など)をさす』

日本鋼構造協会(JSSC)テクニカルレポートNo.88 (2009.11)  
「鋼構造物における長寿命化・延命化技術の現状と課題」

## ◎感想...

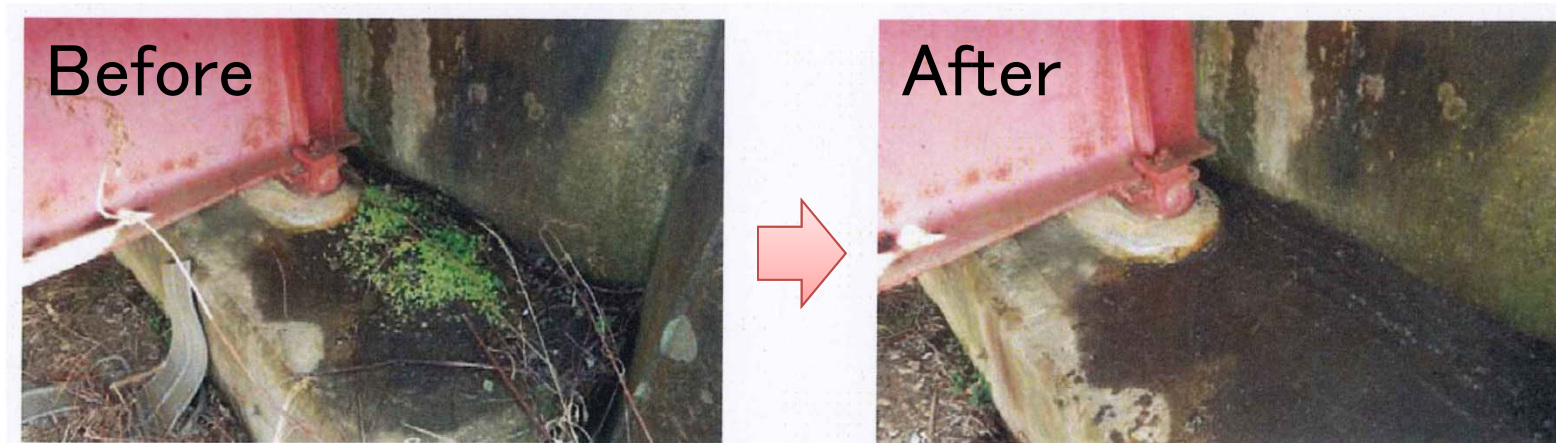
- 意外と範囲が広い
- 点検の実施・予算確保が重要
- 耐用年数をどう考えるか
- 有効な対策(措置)の開発
- 管理体制(人のマネジメント)

国交省:『道路の老朽化対策の本格実施に関する提言』

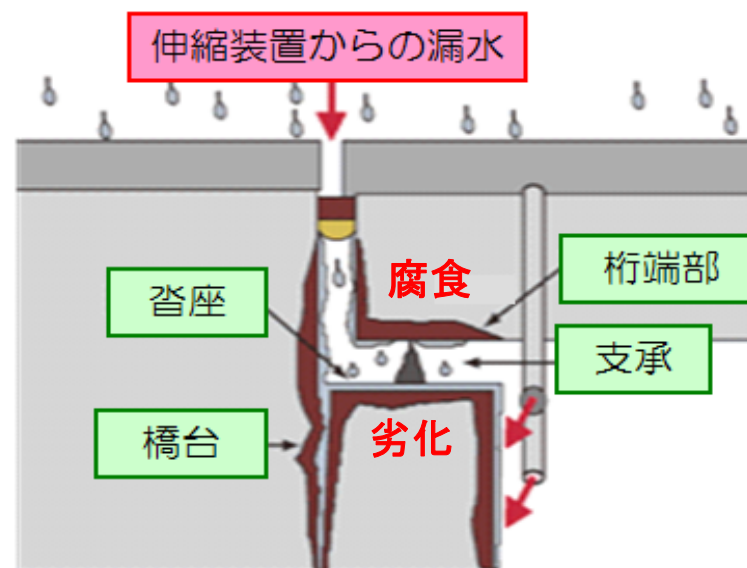
地方自治体における  
三つの課題

- 人不足
- 技術力不足
- 予算不足

## 2つの写真の違いは？ (ある自治体の維持対策前後の写真です)

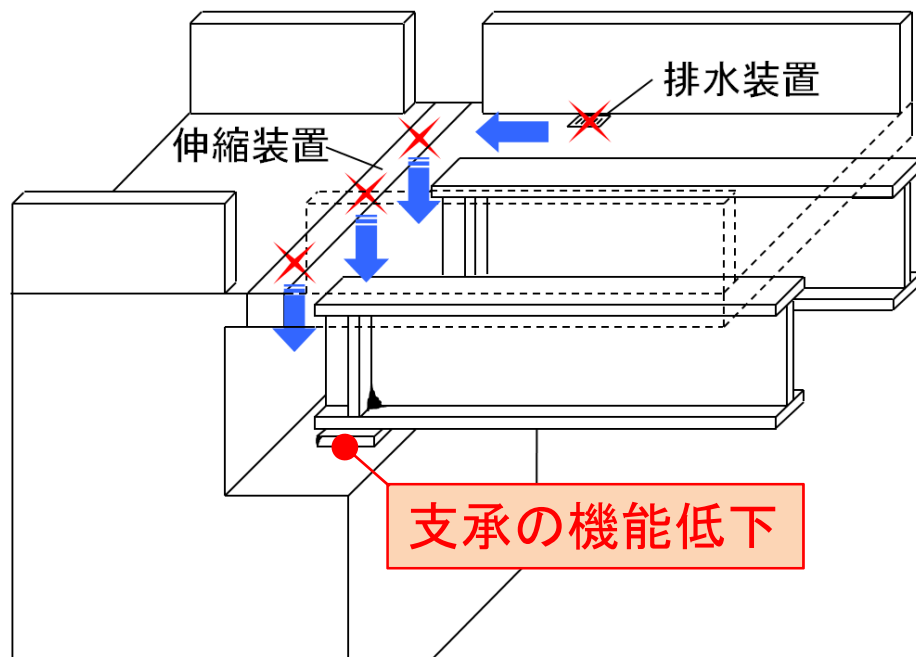


答) 土砂や草が撤去されています。  
桁端部や支承の腐食、橋台や沓座コンクリートの劣化要因の一つである水たまりや湿気を改善できます。

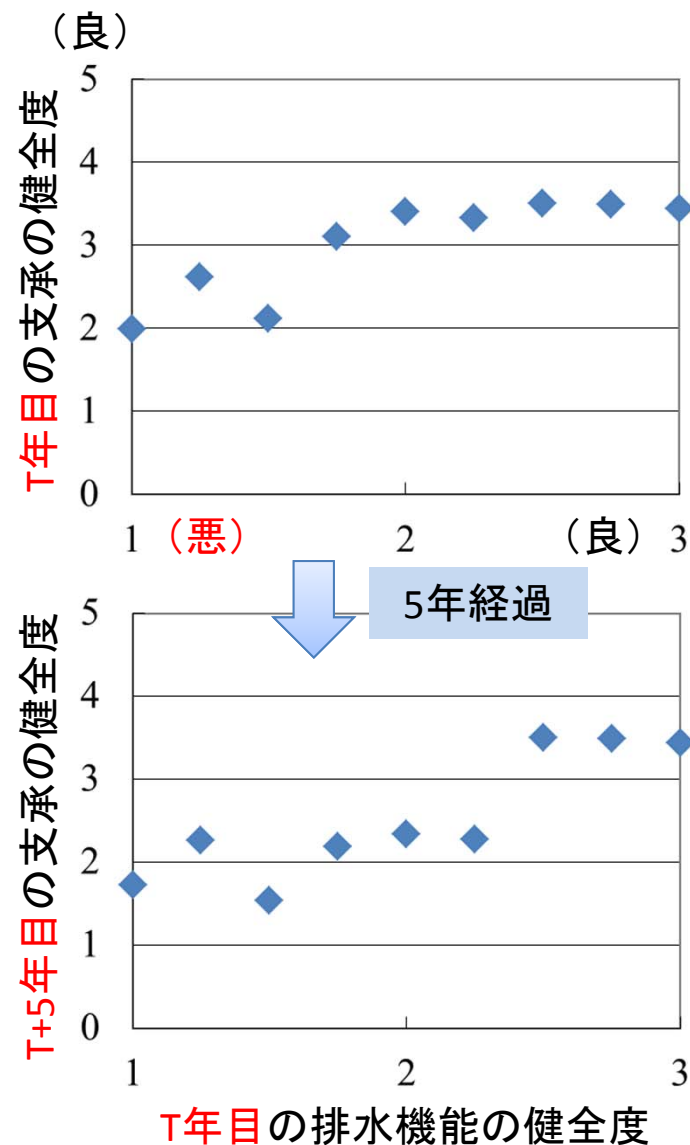


# 排水機能の低下が支承に与える影響

(排水装置と伸縮装置)



- 5年間無対策の排水機能と支承の健全度の関係を分析
- 排水機能の健全度が低い状態で5年間供用した場合、支承の健全度が低下する可能性あり



# 地方自治体の中小橋梁に必要な維持管理とマネジメントとは？

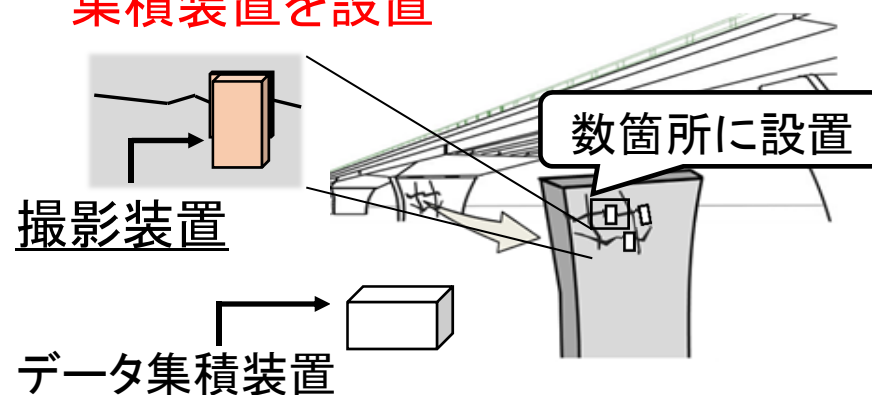
- 桁端部の劣化要因(例えば水、塩分、湿気)を取り除くこと、清掃などの維持作業は、立派な長寿命化対策
- 橋梁の役割や規模などに応じた適切な維持管理方法やマネジメントの考え方がある
  - 例えば、東京ゲートブリッジに適用されているような高度なモニタリングシステムは、地方の中小橋梁の維持管理では、まず必要ないだろう...
- ちょっと地味で、華やかさは無いかもしれないが、管理上で困った点を改善する、また費用節約に貢献できる、など、様々な簡易技術(=ローテク)を考えてはどうか！
- 地方自治体における三つの課題(人不足、技術力不足、予算不足)に対応できるのでは！

# ひび割れの進展を観察する簡易手法

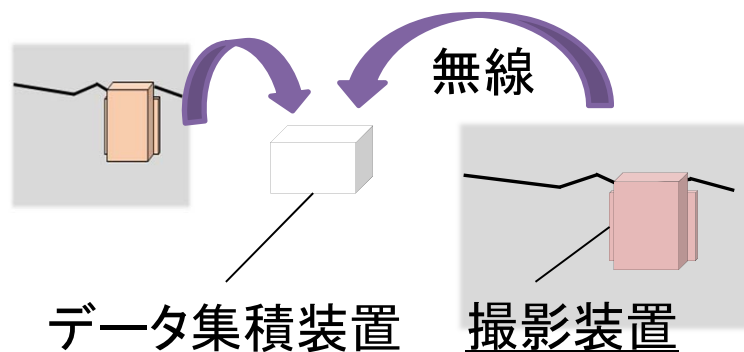
- ① 5年1回の点検で進展観察が必要とされたひび割れを抽出



- ② ひび割れ面に対し複数の撮影装置、複数のひび割れに対し1個のデータ集積装置を設置



- ③ 定期的にひび割れを撮影し、無線で画像データを集積装置に自動転送&蓄積



- ④ 定期的に画像データの回収・分析



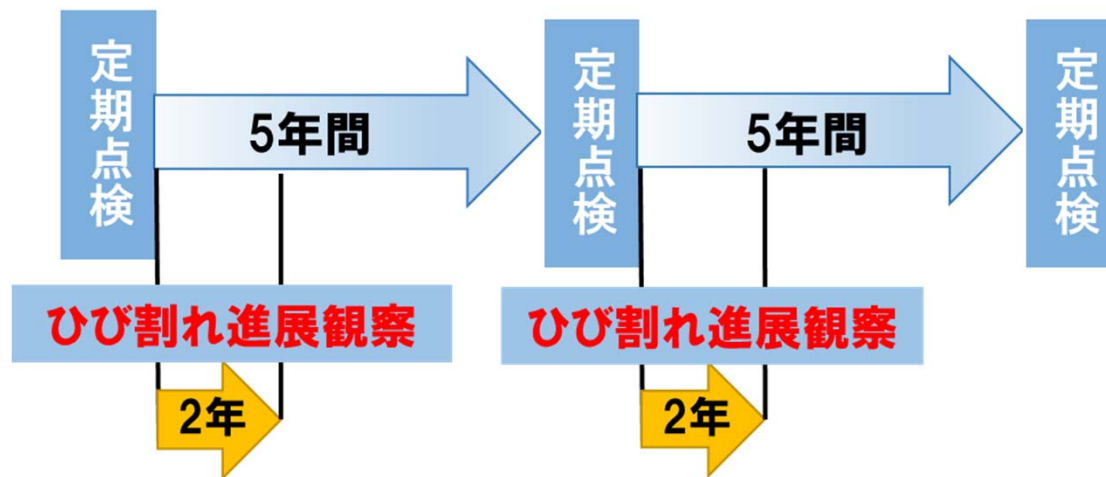
# ひび割れ進展観察のねらいは？



定期点検で経過観察が必要とされたひび割れの進展を把握し、維持管理に役立てたい。

ひび割れの進展が、ある程度収束した段階で、補修などの対策の要否を判断する必要あり

※道路橋のアルカリ骨材反応に対する維持管理要領(案)、国土交通省



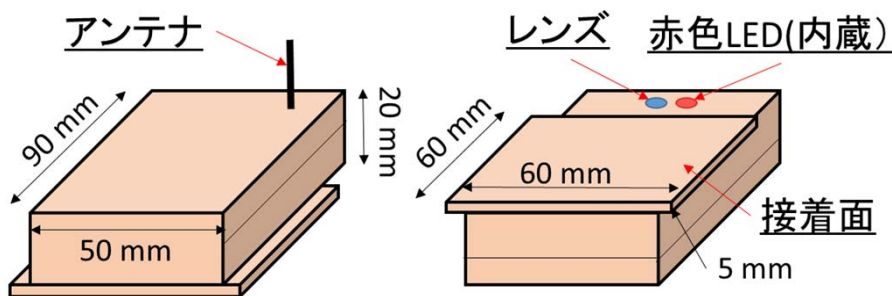
※着目したひび割れの進展観察に**限定**  
(年間で1mm程度進展するひび割れ)

業務委託によって  
**クラックゲージ**など  
によるひび割れの  
進展観察を依頼

比較的高価

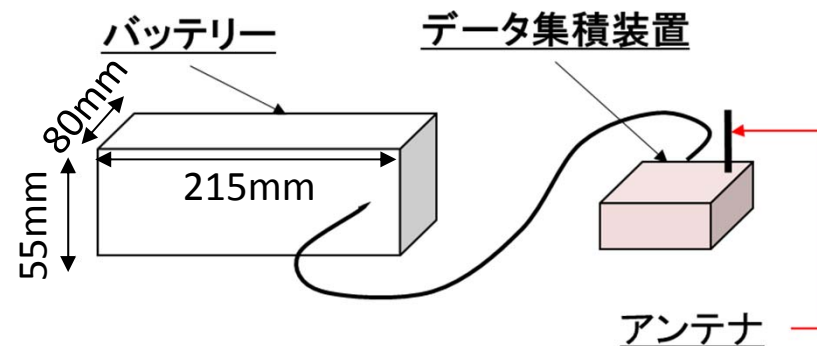


# ひび割れ撮影装置と画像データ集積装置



イメージセンサ	1/7.4 inch CMOS
画素数	<b>32万</b>
撮影距離	<b>5mm</b>
F値(絞り)	F2.8

- 単三乾電池 × 2で稼動
- ピントの調整は不可
- カメラとデータ送信部分がパッケージ化
- 名刺と同程度の大きさである



データ集積装置の寸法		
縦	横	高さ
60 mm	60 mm	35 mm

- 画像はマイクロSD(2GB)に保存
- バッテリーにはUniversal Power Bank EX 52000mAhを使用

【謝辞】撮影装置やデータ集積装置、制御プログラムの開発については、(株)日立産業制御ソリューションズ様との共同研究の成果である。

# 画像データからひび割れ幅への換算



撮影画像



画像解析によって  
二値化処理



二値化後の画像



数値データから  
ひび割れ幅を算出

$$0.007 \times (\text{mm/pixel}) \times \text{ひび割れpixel数} = \text{ひび割れ幅(mm)}$$

※取得される画像データは縦3.44 mm ,横4.59 mm  
pixel数で表すと縦480 pixel, 横640 pixel

$$3.44(\text{mm})/480(\text{pixel}) \doteq 0.007(\text{mm/pixel})$$

$$4.59(\text{mm})/640(\text{pixel}) \doteq 0.007(\text{mm/pixel})$$

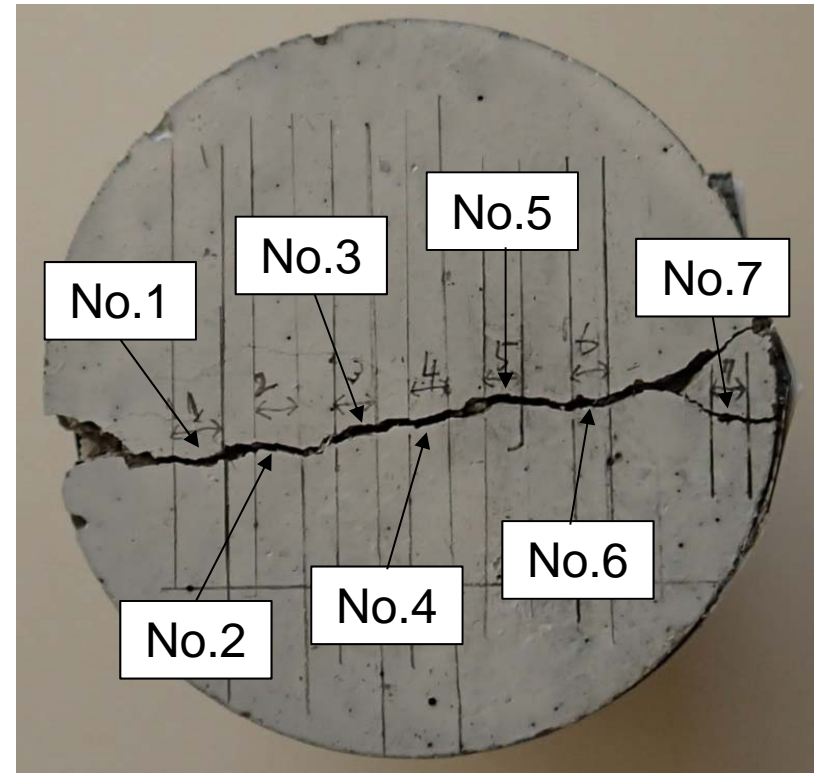
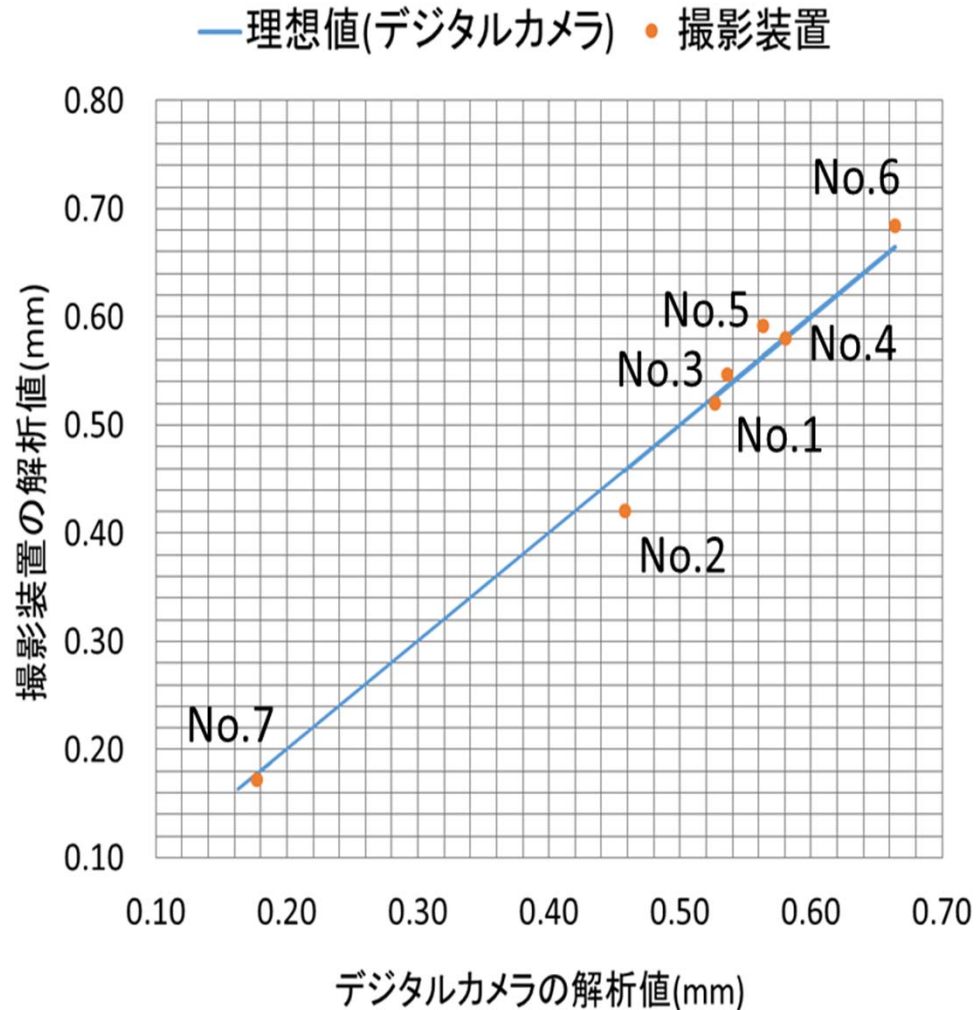
参考:岡林隆敏,奥松俊博,中村秀晃,木場俊郎:高解像度デジタルカメラによる  
コンクリートのクラック幅検出法,長崎大学工学部研究報告,2003年7月

ひび割れ幅の最大値、最小値、平均値が算出できる

0	0	255	255	0	0	0	0	0	0	0	0
255	255	255	255	0	0	0	0	0	0	0	0
255	255	255	255	255	255	255	255	0	0	0	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	0	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
0	255	255	255	0	255	255	255	255	255	255	255
0	255	0	255	0	255	0	0	0	255	255	255
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- 1セルが1pixelに対応
- 輝度値255の部分をひび割れとしてカウント

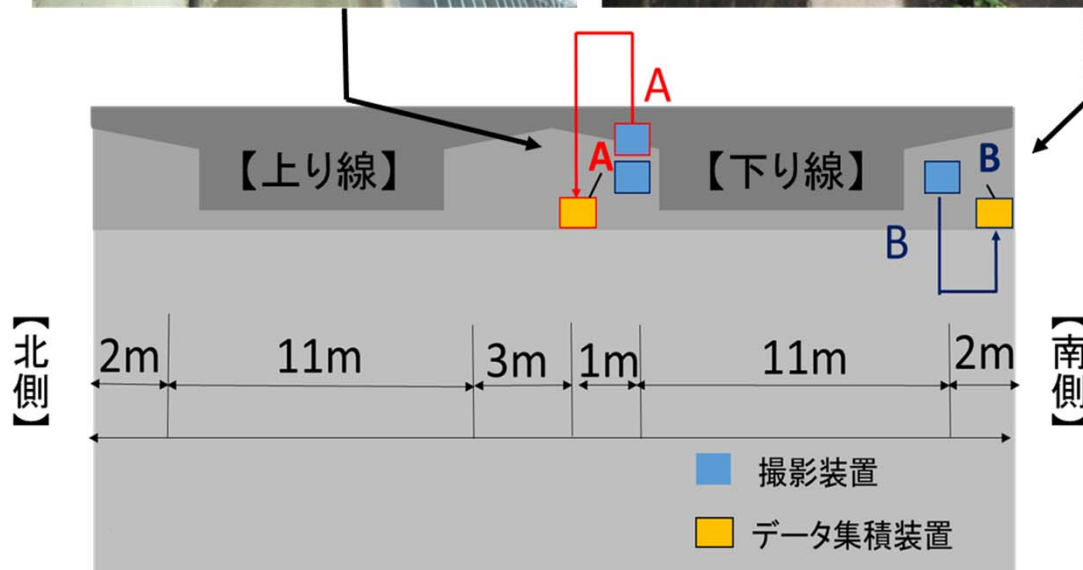
# ひび割れ幅の検出精度(室内実験)



- 高精度デジタルカメラから算出されたひび割れ幅とほぼ一致
- 最小ひび割れ幅0.2mm(橋梁定期点検要領)にも対応可能

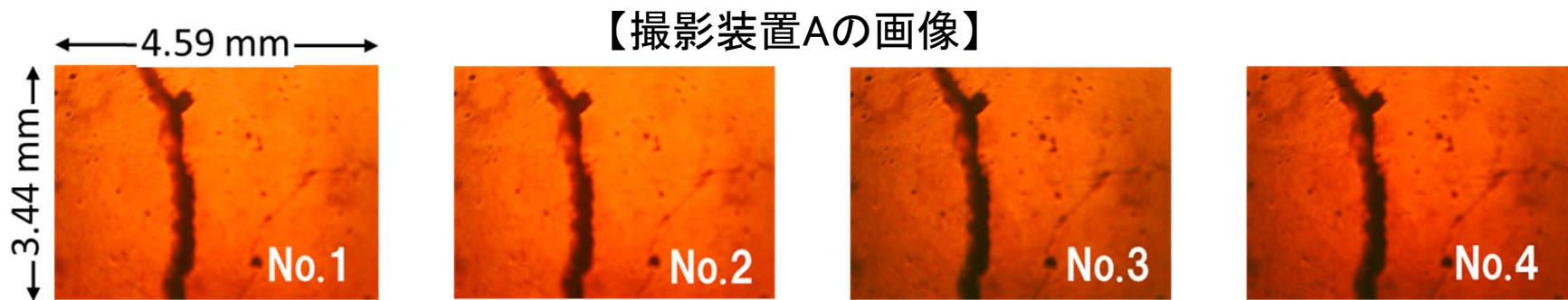
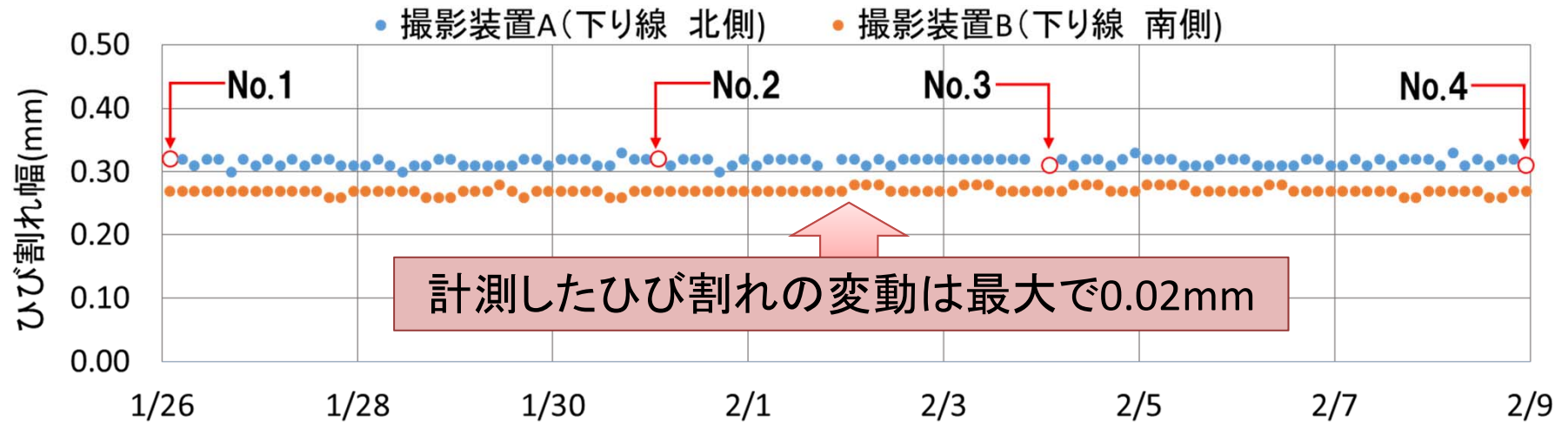
# 実橋梁でのひび割れ進展の確認①

- 約2週間、実橋のひび割れに撮影装置を取り付けて経過観察
- 画像データの取得頻度は3時間に1回（検証実験のため）



<ひび割れの様子>

## 実橋梁でのひび割れ進展の確認②



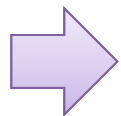
オレンジ色・・・コンクリート面    黒色・・・ひび割れ部

- 2週間程度のひび割れ幅の経過観察が可能(進展はなかった)
- 冬季限定の結果なので、年変動を捉えるため継続実験を予定

# 言えること

1. 取得画像のデータは小さいが、進展を確認したいひび割れに接写させることで、実務で利用可能な分解能が期待できる(年間1mmの進展 $\div$ 1ヶ月0.08mm程度)
2. ひび割れが画像データ(写真)として記録されるので、点検後の経過観察情報としても利用できる
3. 比較的安価な経過観察が実現できる可能性あり

用途は限定されるが、点検と点検の間を補間する手法として有効



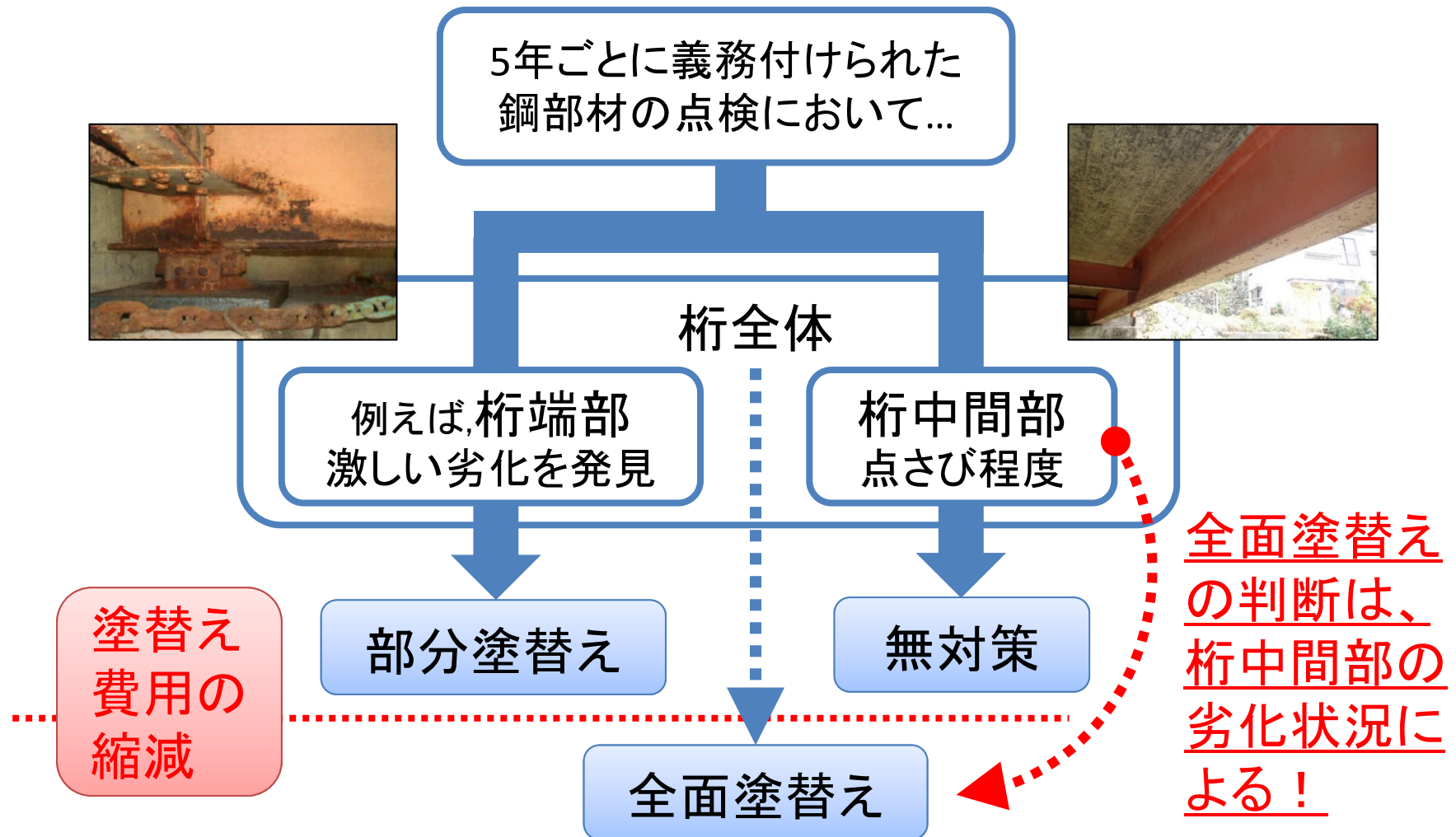
高度なシステムを導入する必要のない橋梁への適用(自治体職員が利用しやすい技術)

**中小橋梁ならではの管理方法がありそう！**

# 鋼部材の経済的な塗替え方法

鋼部材の塗替え費用が補修費の多くを占める現状が明らかに！

➡ 塗替えは「劣化が激しい部位のみ」とする「**部分塗替え**」へ



# 桁中間部の劣化を遅らせるには？

- 点検において桁中間部に軽微な劣化を見つけたら、放置せずに応急的な対処を実施してはどうか
- 次回点検の5年後まで放置するよりも、部材耐久性は向上するだろうか
- ◆ ただし、塗装用の足場は無い、点検用足場は不安定で下地処理はできない、本格的な塗替えは無理…

点検で軽微な点錆を発見！



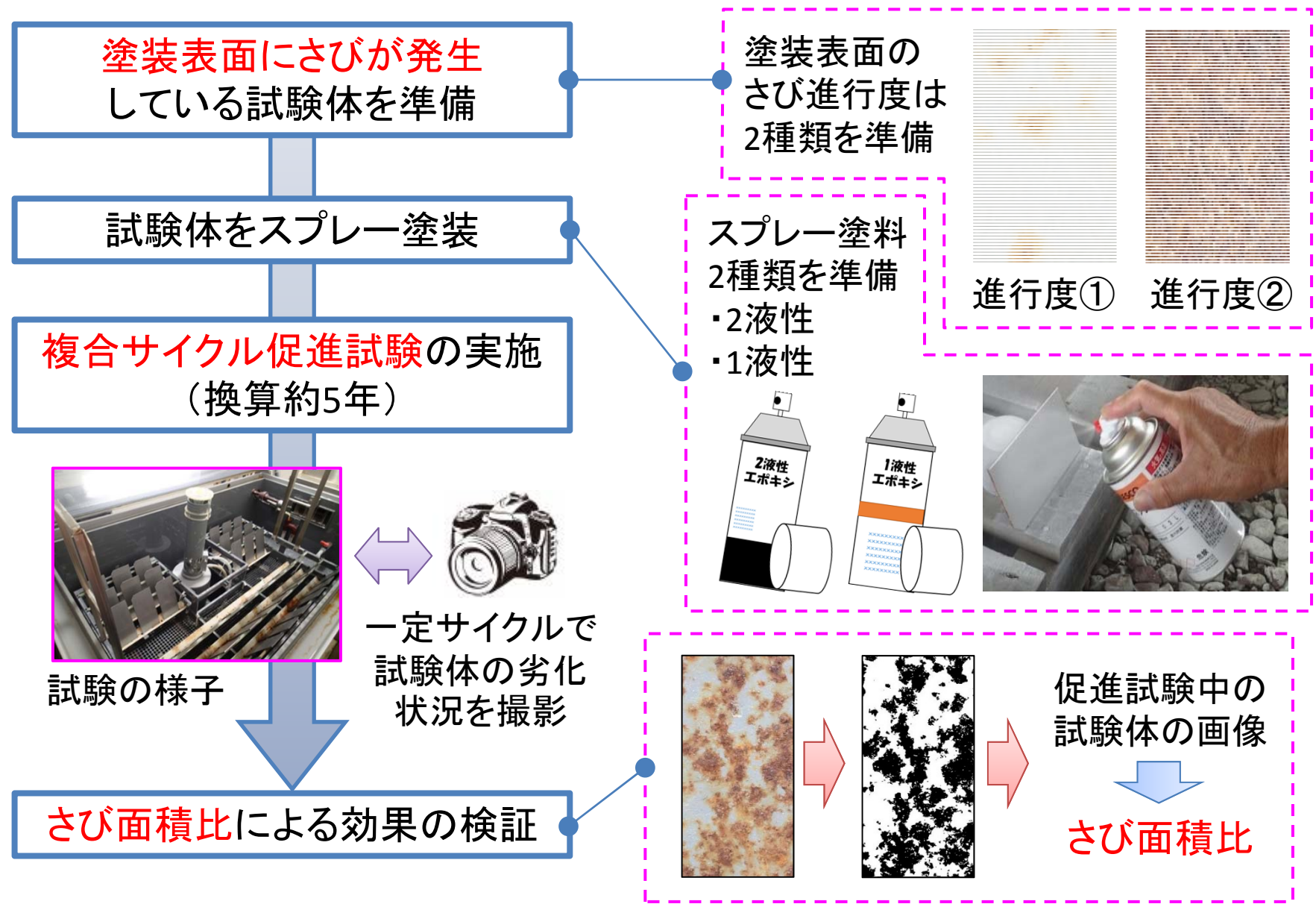
下地処理を省略して  
さび面に直接  
スプレー塗装

LCCを抑えられる？  
地方自治体向き？

次回点検の5年後まで  
劣化を抑制できるか？



# 促進試験による効果の検証



# 複合サイクル促進試験



※協力:茨城県工業技術センター

塩水噴霧、乾燥、湿潤などの環境条件をサイクルで組み合わせ、大気環境における鋼材の腐食を促進的に再現する試験方法。

屋外暴露試験と相関性が高い**サイクルD**  
(1サイクル=6時間)を利用

工程	時間(h)	温度(°C)	備考
塩水噴霧	0.5	30±2	塩分濃度5%
湿潤	1.5	30±2	湿度95±3%
熱風乾燥	2	50±2	湿度20%
温風乾燥	2	30±2	湿度20%

## ◎促進倍率と換算年数

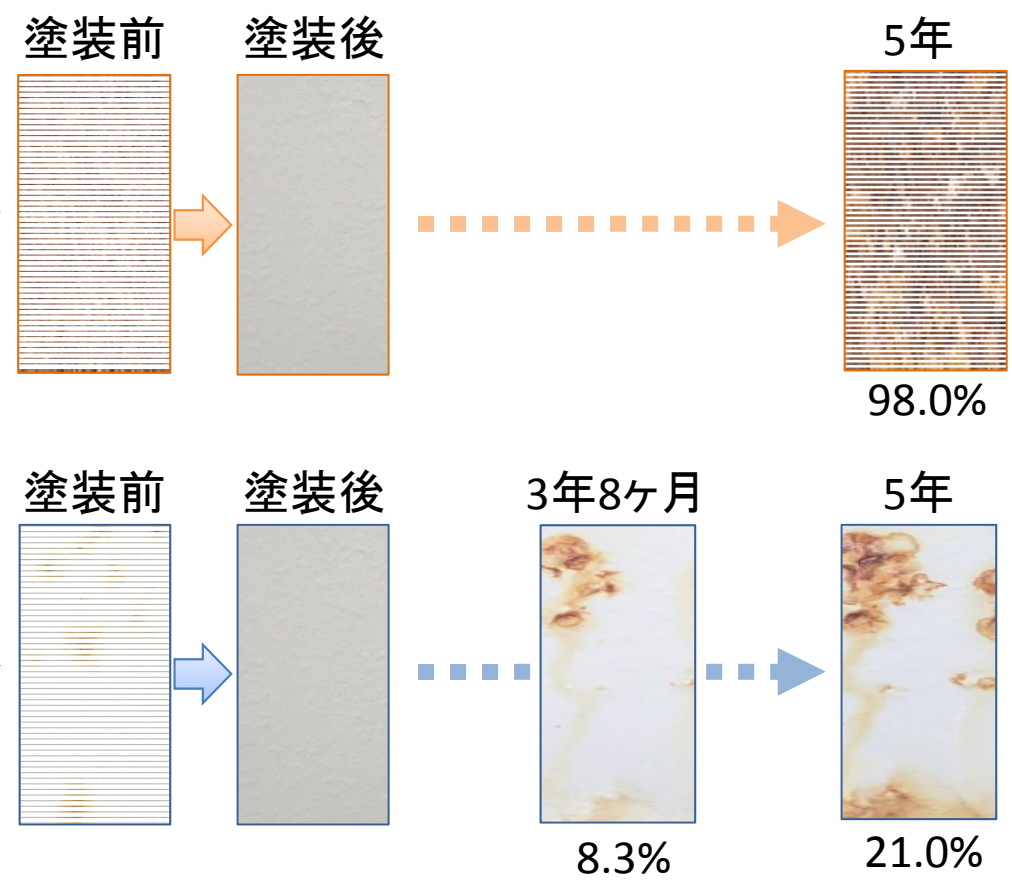
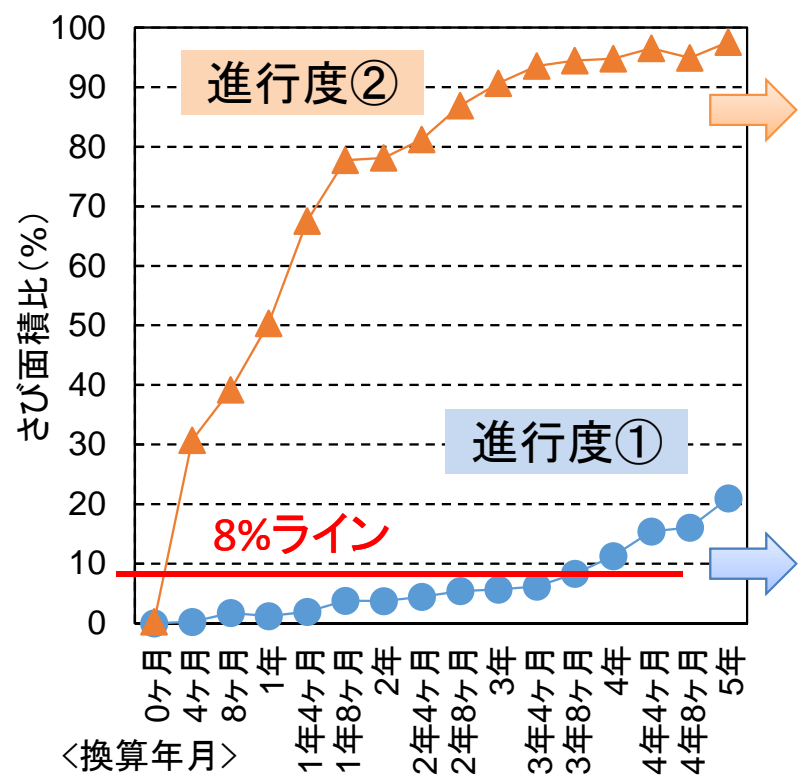
180サイクル≒約5年間

➡ 藤原らの研究(文献※)を参照して、屋外暴露試験とサイクルDを用いた複合サイクル促進試験間の**促進倍率39.38**より算出

※藤原・田原:鋼橋塗装の長期防食性能の評価に関する研究, 土木学会論文集No.570/I-40, pp.129-140,1997.

# スプレー塗装の効果①

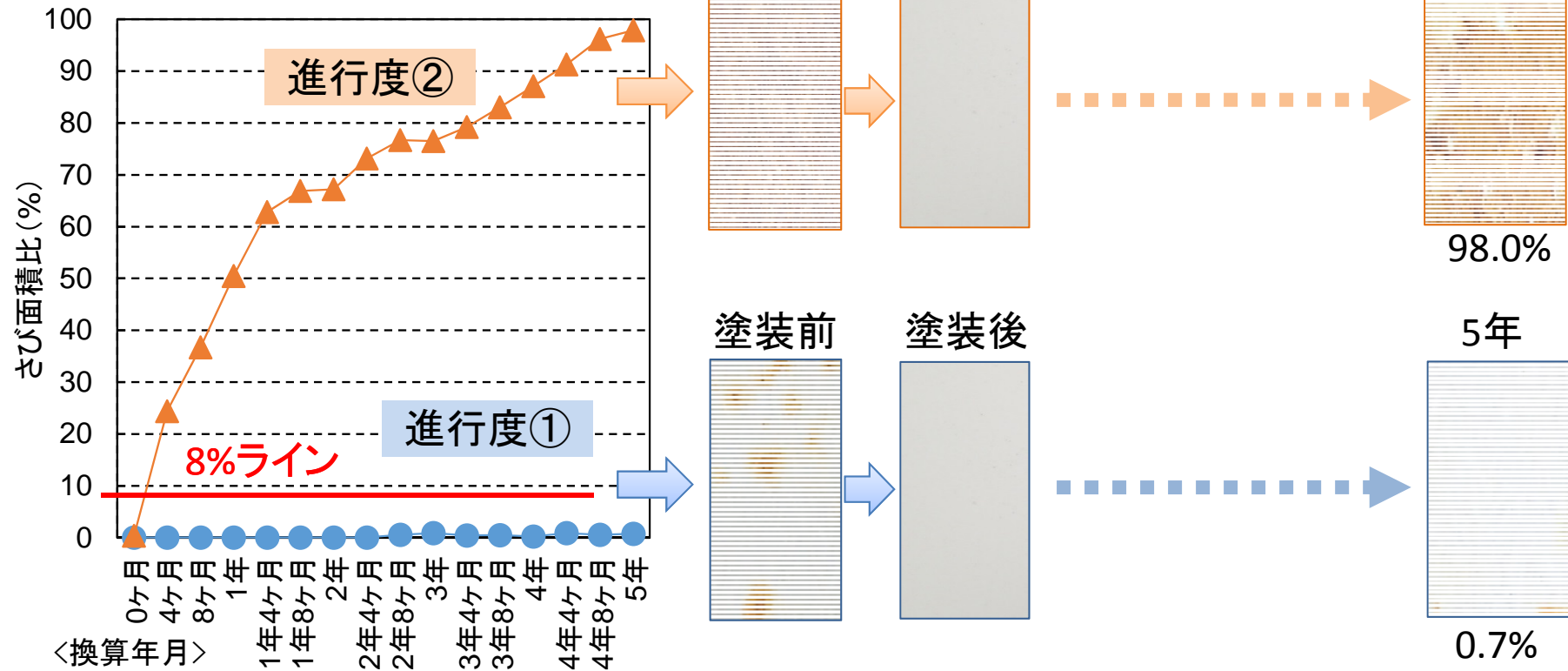
## 1液性スプレーの場合



- 1液性のスプレー塗装では、換算5年間の耐久性確保は難しい。
- さびの進行度②は論外だが、進行度①でも約3年8ヶ月で塗替え塗装を検討すべき8% (※) に達している。(※) 鋼道路橋防食便覧、H26.3

# スプレー塗装の効果②

## 2液性スプレーの場合



- 2液性のスプレー塗装の場合、さびの進行度①であれば、換算5年間の耐久性確保は問題ない。
- さびの進行度②のケースでは、やはりスプレー塗装は使えない。

# 言えること

1. 2液性エポキシ樹脂塗料の方が、1液性エポキシ樹脂塗料よりもさび発生を抑制できる効果がある
2. さび進行度①のような点さび程度の状態に対しては、スプレーによる応急塗装は効果的
3. 一方、さび進行度②のような激しいさびに対しては、スプレー塗装をしても効果はない

➡ 応急塗装を含むので点検費用は割高になるが、全面塗替えのサイクルを更に延ばすことができるので、コスト縮減の手法として有効

**塗替え費用の節約に貢献できそう！**

# まとめにかえて

1. 橋梁は、適切な設計→施工→維持管理が行われれば、基本的に想定されている耐用年数よりも長持ちする  
⇒地方自治体管理の橋梁で、長期供用されている中小橋梁は多い
2. しかし、様々な劣化要因がそれを阻害している。  
⇒水、塩分、荷重超過、施工不良・・・
3. もし、ちょっとした保全方法の変更や対策の工夫によって、劣化要因を低減できるならば、既存橋梁をより長期間供用できるはず！

◎これまでの長寿命化修繕計画では、  
    **予防保全の考え方(早期対策によるLCCの最小化)**  
    によるマネジメントが中心だった.....

◎中小橋梁だからこそ使える**簡易技術(ローテク)**も考えて、  
『橋梁を長く使う(=長寿命化)』を実現できる計画へ！