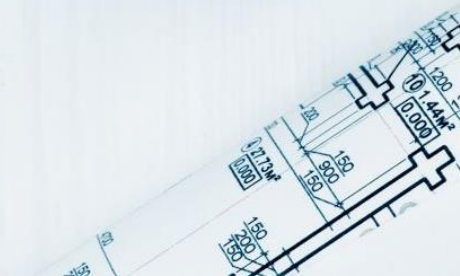
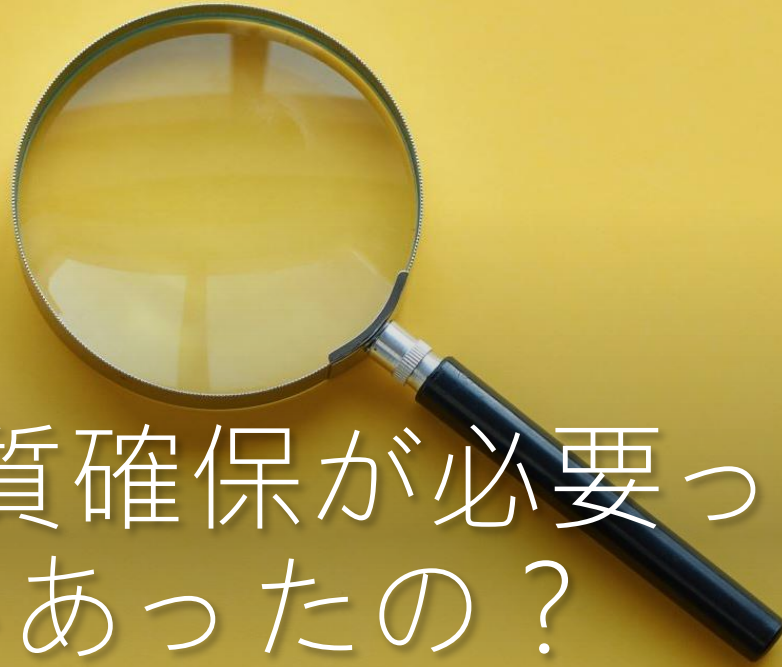


なぜ、新設構造物の 品質確保が必要か？

福井工業高等専門学校
校長 田村隆弘





今さら、品質確保が必要って？
何かあったの？

コンクリートの品質確保をめぐる歴史

その昔、コンクリートにひび割れはつきもの、それでも、メンテナンスフリーとされていた。しかし、コンクリート構造物にも寿命があることが明らかになった。

そこで、研究者が原因を突き止め指針を示し、発注者はこれに基づき仕様書を作り、施工者はこれに沿って構造物を造るようになった。

そして、発注者が受取時に検査をして、合格すれば受け取る。これで設計で予定した耐久性は確保されている・・・はず。

ところが、当たり前と思って造っていたこれまでのやり方では、早期劣化する場面があることが見えてきた。

品質確保は、
当たり前！？

国や自治体による橋梁・トンネル等重要構造物の老朽化対策

5年に1度の定期点検が一巡した。

点検結果から見えてきた！
初期品質が及ぼす早期劣化への影響



大島大橋



笠戸大橋



角島大橋



青海大橋

山口県ホームページ報告書より

<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18200/yamaguchinohashi/maintenance.html>

構造物の長寿命化のための作戦

作戦1：補修しながら延命処置

→ 点検、維持管理が大切

補修費用が必要（必要ないこともある）

作戦2：長持ちする構造物を造る

→ 初期投資が必要

良い構造物が出来れば、維持管理は楽

正解は、作戦1と作戦2の併用でコストミニマムを図る

点検、維持管理から見えてきた補修費 「点検、維持管理の費用も大きく手間も大変」

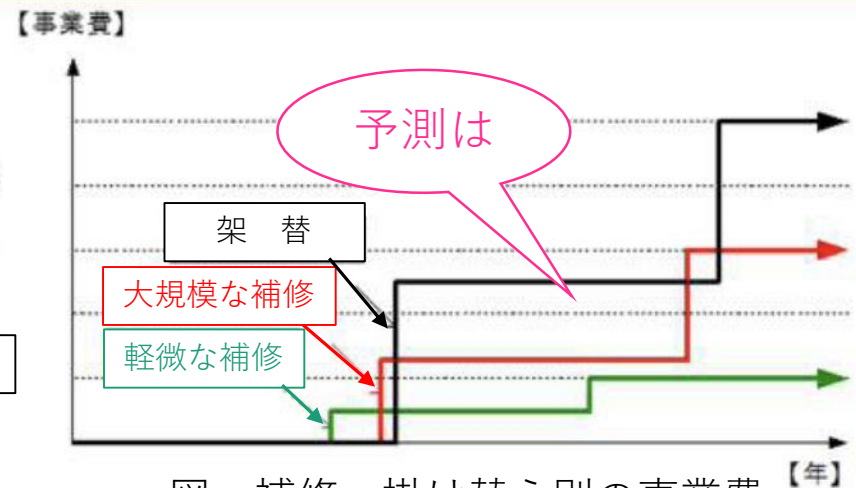
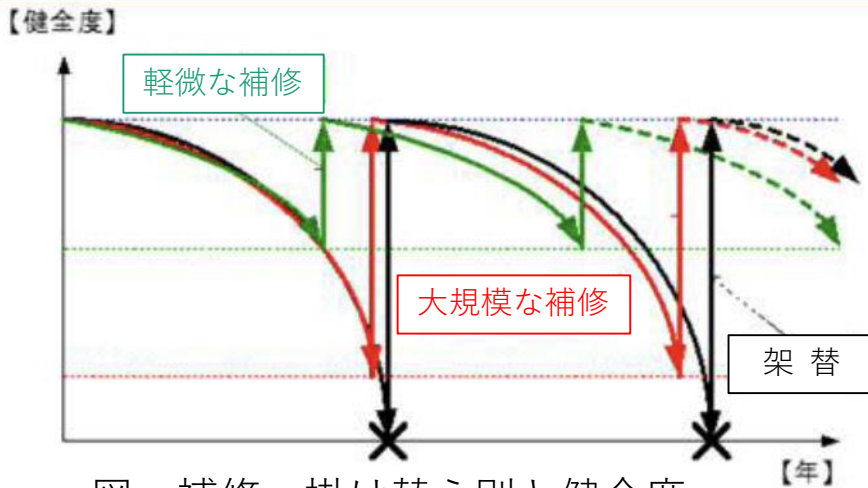


図 補修、掛け替え別と健全度

図 補修、掛け替え別の事業費

(参考：山口県橋梁長寿命化計画 平成30年10月版：山口県ホームページ)

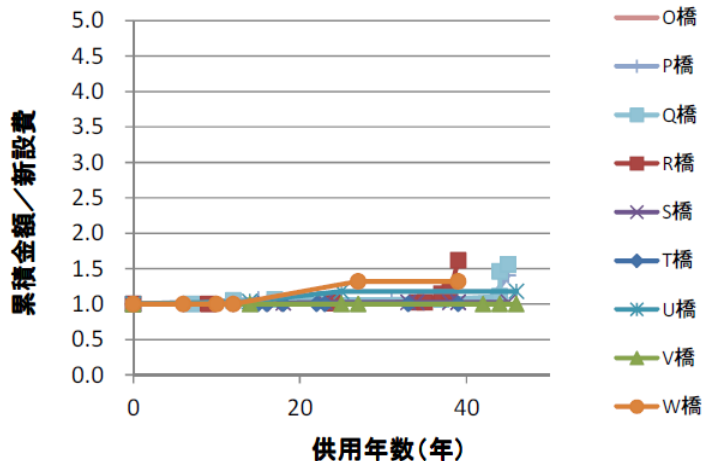


図 海岸から十分に離れた場所にある鋼橋の補修費の累積金額の経時変化

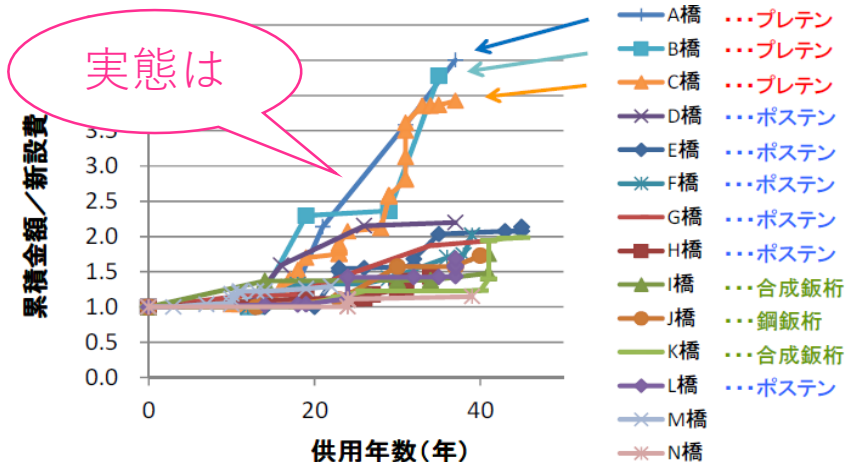


図 海岸から150m以内にある橋梁の補修費の累積金額の経時変化

新設時の品質や環境と耐久性の関係 —補修による長寿命化策—

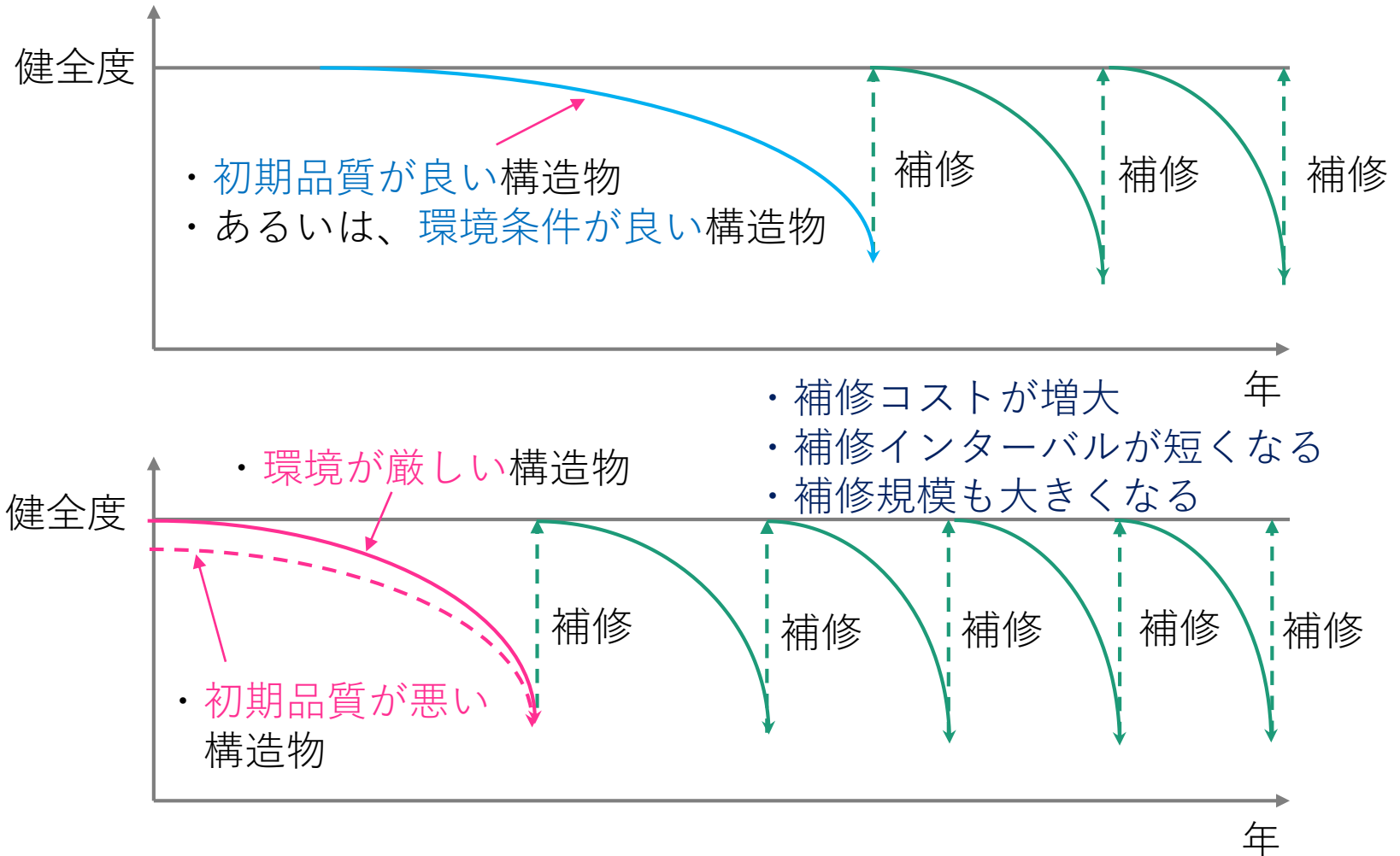
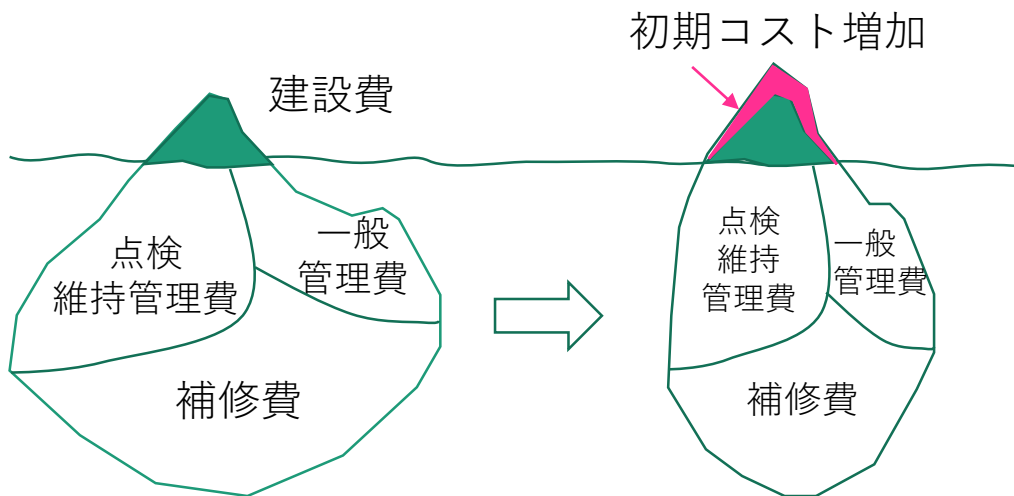
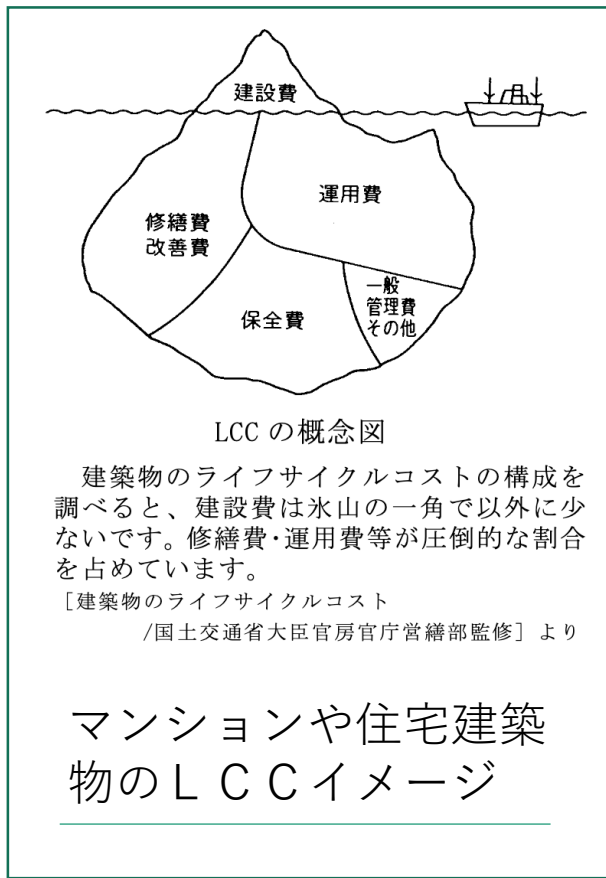


図 品質や環境の違いによる補修の頻度 (イメージ)

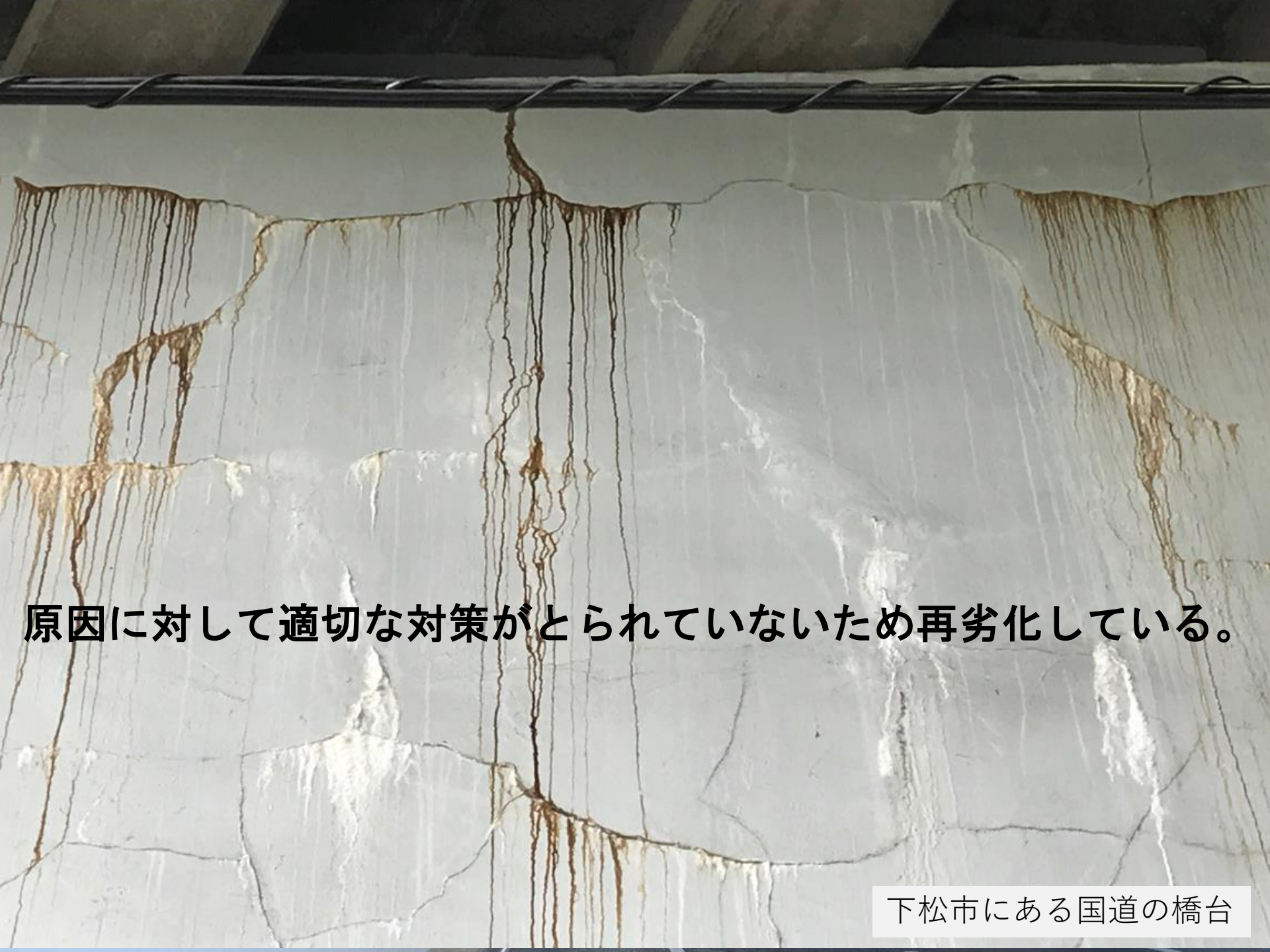
初期コストの増加がライフサイクルコストに占める割合は？



一般的な土木構造物

新設時に耐久性を向上させた構造物では、LCC全体をスリム化

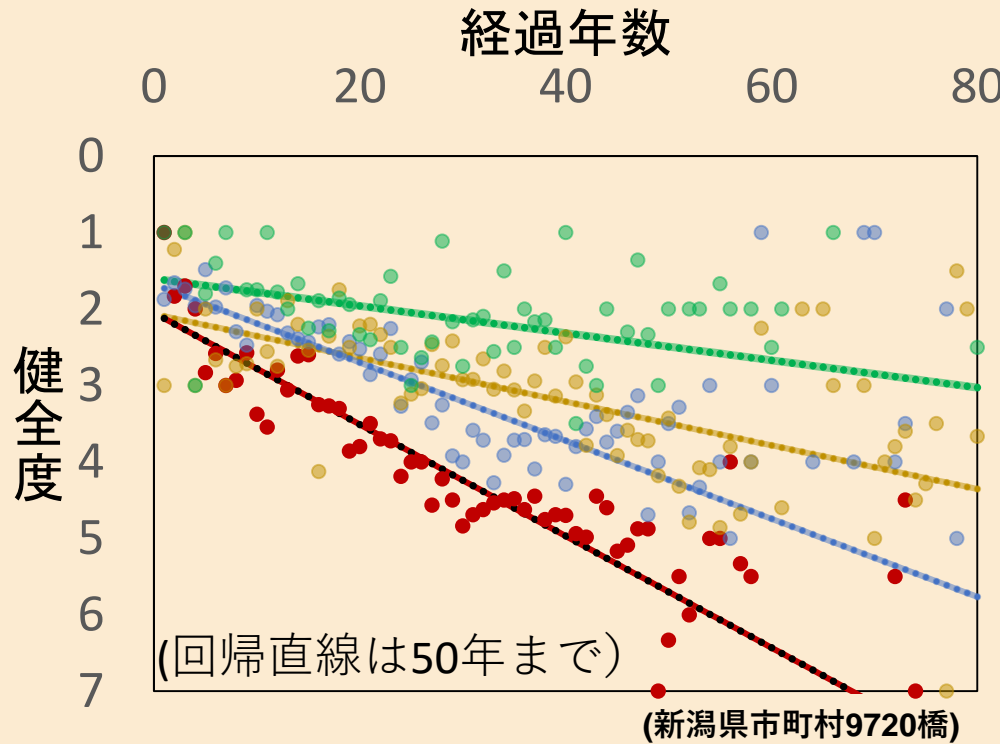
土木構造物のLCCイメージ



原因に対して適切な対策がとられていないため再劣化している。

下松市にある国道の橋台

新潟県市町村の橋梁種別経年劣化傾向



ボックスカルバート
年数に関係なく健全



鉄筋コンクリート橋(RC)
経年劣化の進行：遅い



プレストレスコンクリート橋(PC)
経年劣化の進行：遅い



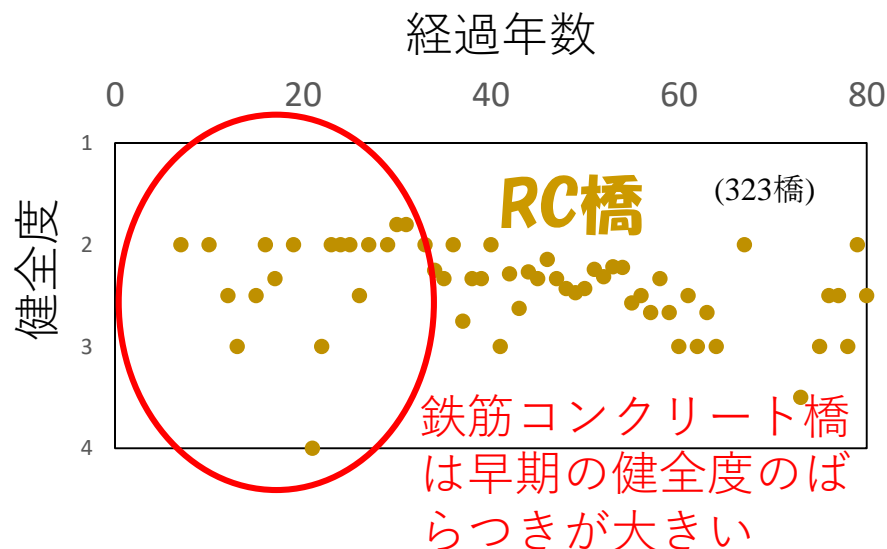
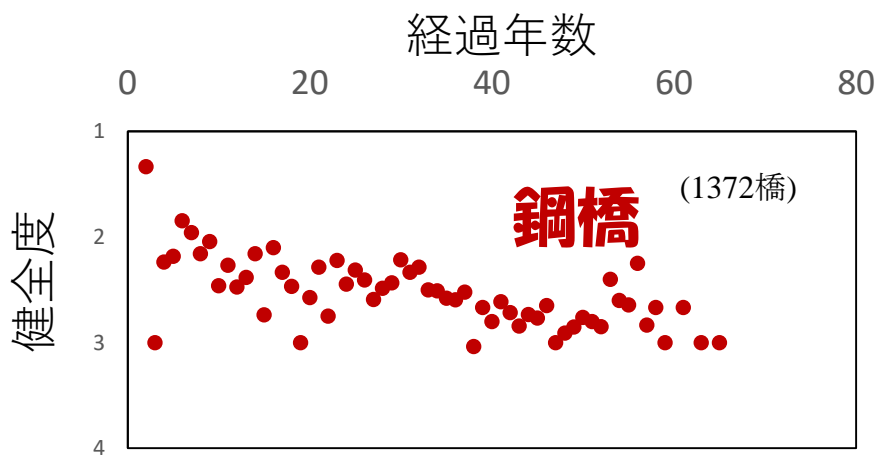
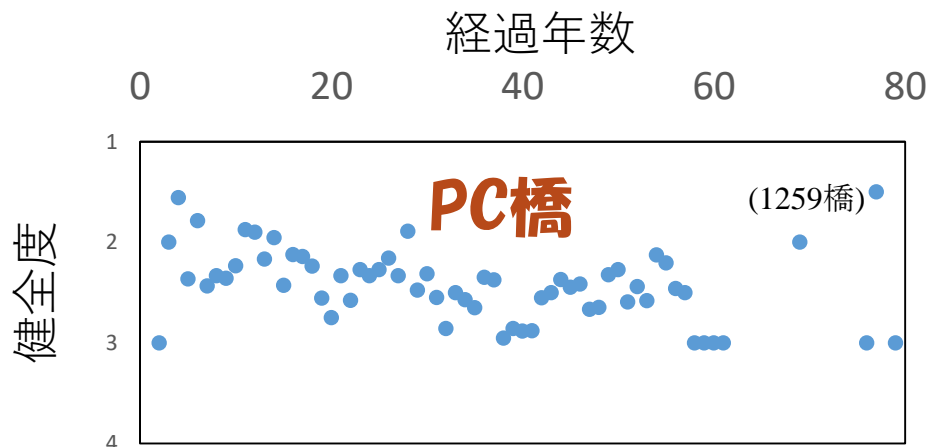
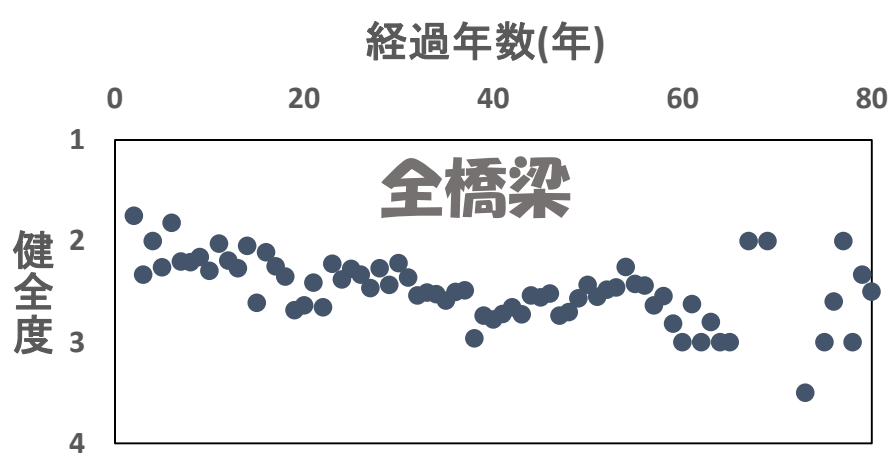
鋼橋
経年劣化の進行：早い



(ボックスカルバート：325橋 RC橋:1041橋)
(PC橋:1544橋 鋼橋:1168橋)

橋梁種別によって、経年劣化傾向に違いがあることを抽出
特に鋼橋の経年劣化は速度が早く、健全度低下し続ける

橋梁全体 & 種別の経年劣化(各年の平均値)



品質確保は、長寿命化のための初期投資！？

1. より性能の高い材料を使う

例えば、鋼材腐食対策で、鉄筋をステンレス鉄筋に変更

例えば、温度ひび割れ対策で低熱セメントの使用等

↑コスト（大）が掛かるが、
建設費の総額やLCCから考えると数%の割増。

↓コスト（小）が掛かるが、
より知識や手間が必要。

2. コンクリートの性能を最大限引き出す設計や施工を行う

例えば、鋼材腐食対策で、締固めを適切に行う等、かぶりの品質を確保する

例えば、温度ひび割れ対策では、
打継ぎ間隔を配慮する

コンクリートの締固めを適切に行う：「適切に」とは、使用するコンクリートにとって最適な時間で締め固めたり、バイブレータの有効な範囲を理解した上で、バイブレータを入れる間隔や深さを決めることなど。

今、新設建造物の品質確保が大切と思う9つの理由

1. JIS標準のコンクリートで造ったのでは、短期間で劣化してしまう環境条件、使用条件がある。
【環境に適した設計】

2. コンクリートに発生するひび割れについては、材料、施工だけでなく、特に設計段階から検討すべき問題である。
【ひび割れ対策は設計から】

3. アルカリ骨材反応の問題は、解決していなかった。【塩分環境下で発生する可能性があることが明らかになった。】

4. 塩害は海岸近くの建造物だけでなく、凍結防止剤を散布する山間部の建造物でも発生する。
【塩害対策】

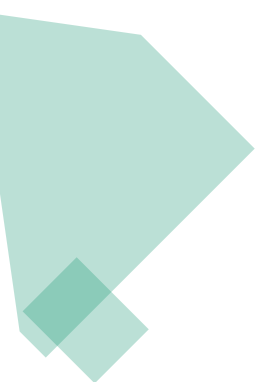
5. 極めて厳しい凍害は、コンクリートを搬入、ポンプ圧送打設し、締め固めた後の空気量の確保が特に大切である。
【凍害対策】

6. 未だに、ひび割れ、気泡、コールドジョイント等、かぶりコンクリートの性能が十分に発揮されなされない状態が見られる。【新設時の品質確保】

7. 現行の仕様で、今まで通りの施工を行っていたのでは、今までと同じように早期劣化を起こす建造物が出来る可能性がある。
【仕様の見直し】

8. 出来上がった建造物の水回りは、状況によっては耐久性に極めて大きな影響を与える。
【建造物の水回り対策設計】

9. 劣化した建造物を補修しても、短期間で再劣化して、補修を繰り返さなくてはならない場合が少なからずある。
【補修技術の問題】



多くの問題は解決できる

建造物の新設時に対応すべき耐久性に関連した課題の多くは、解決方法が見つかっています。

しかし、これらにしっかり対応しても、「かぶりの品質が悪い」と短期間に補修する必要がある場合があることが明らかになってきました。

新設段階で対応しておかないと、大変な補修費がかかります！

温度ひび割れ

アルカリ骨材反応

塩害

凍害

かぶりの品質の問題



問題と、→ 対策の観点

① 温度ひび割れ

コンクリートの性質と外気温を把握して対策を講じる

② アルカリ骨材反応

使用材料と環境条件を考慮した上で対策を講じる

③ 塩害

環境条件を考慮して材料や施工で対策を講じる

④ 凍害

環境条件を考慮して材料や施工で対策を講じる

⑤ かぶりの品質不良

材料も大切だが、施工、特に締固めを適切に行う事でかなり改善できる

①から④は、環境条件を考慮して、材料と施工で対応する。
場合によっては、JIS規格外のコンクリートを使用する。

品質確保の流れとポイント

1・品質確保は、建設時の温度ひび割れ対策から入る。

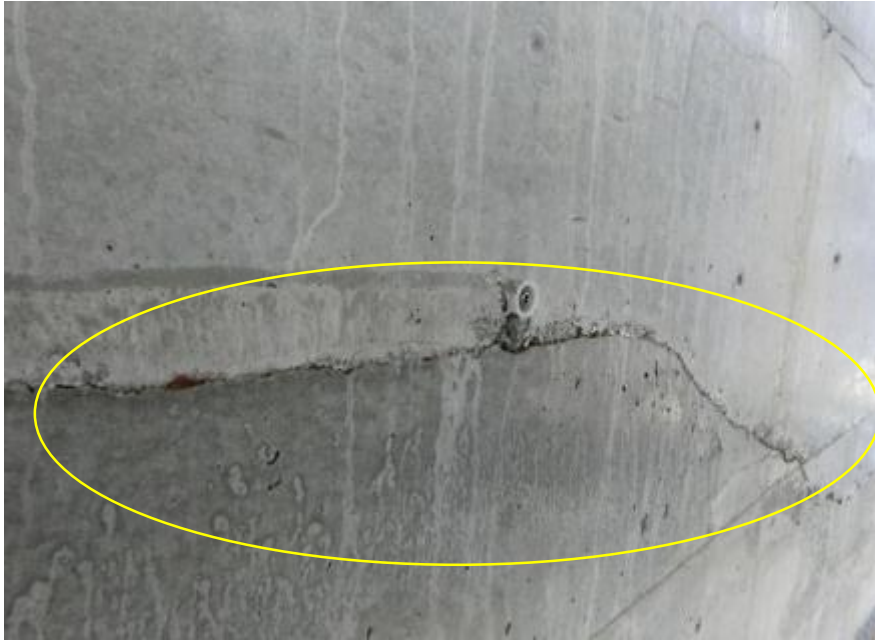
2・設計時には、水回りの考慮を大切にする。

3・アルカリ骨材反応、塩害、凍害は、環境を考慮して使用材料を選定する。

4・また、構造物が置かれる環境に配慮して、JISに囚われずに、最適なコンクリートを選定する。

5・そして、かぶりコンクリートの性能を最大限に引き出すように「締固めを大切にする」など大切なことを意識して施工する。

施工中に生じる不具合⇒早期劣化の起点



コールドジョイント



豆板

アルカリ骨材反応や凍害への対策を施しても、かぶりの品質が悪いと、早期劣化しやすくなる。当然、塩害などは、進展しやすくなる。

コンクリートの性能を最大限引き出す設計や施工のポイント

以下のコンクリートの性質などを考慮し、コンクリートの性能を最大限引き出す。

コンクリート材料の性質

- 水和熱による温度上昇と温度降下時の収縮現象
- 年間の温度変化に伴う体積変化
- 乾燥収縮、自己収縮

施工（締固め等）に関連した性質

- スランプロス
- ブリーディング
- 空気量のロス
- 硬化時間

様々な混和剤や混和材による性質の変化

- スランプなどをコントロールできる混和剤
- コンクリートの密度を改善する混和剤

なぜ、「コンクリートの性能を最大限引き出す設計や施工」が出来ていないのか？

この問題のマネジメント面での難しさ

- 鋼構造の場合、構造物は部材レベルで工場生産されるため、現場での品質確保は比較的容易だが、現場でコンクリート打設しながら造る鉄筋コンクリート構造物は、品質を確保するための行程やノウハウが多岐に渡り、関わるプレイヤーも多く、それぞれがその責任を果たす必要がある。
- 発注者、受注者共に品質確保のためのノウハウ（技術）の伝承が困難な時代になっている。

新設建造物の品質確保の取り組みが先送りされる理由

ほとんどの建造物が（少なくとも引き渡し）時点で問題無い

発注者が、初期コストを増加して取り組む必要性を感じない。実態は、問題のある建造物が少なからずあるために、維持管理が大変。

初期品質が悪くても、10年くらいは大丈夫

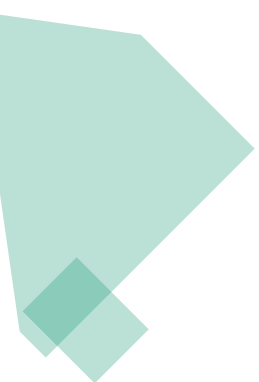
発注者技術者は2~3年で移動。発注者の中で、建設担当と維持管理担当者が問題共有できていない。建設当時の関連資料も無くなる。

発注者が、現場で施工者と対話できなくなった

公務員の人員削減で忙しくなり、現場に行けなくなった。OJTも出来ない。発注者支援業務の仕組みが出来たが・・・（功罪あり）。

設計者や施工者も、良い物を造る技術の伝承ができなくなった

新設工事が少なくなった。建設業界の担い手が確保できないし育てられない。建設業界そのものの魅力向上が必要。



課題解決に向けて 各プレイヤーの役割

あなたしかできないことがある！

官（発注者）・・・建設担当と維持管理担当で劣化の実態を把握して改善。地域の実態に則した基準、仕様などの見直し。品質確保に関する各種情報（初期品質や劣化の記録）や技術（ノウハウ）の伝承に関わる仕組みの構築。

産（受注者）・・・設計者は、品質を意識した設計。生コン製造者は、生コンの品質確保。そして、施工者は、着実な施工による品質確保、生産性向上も配慮した施工技術の開発。品質確保に関わる施工技術の伝承。

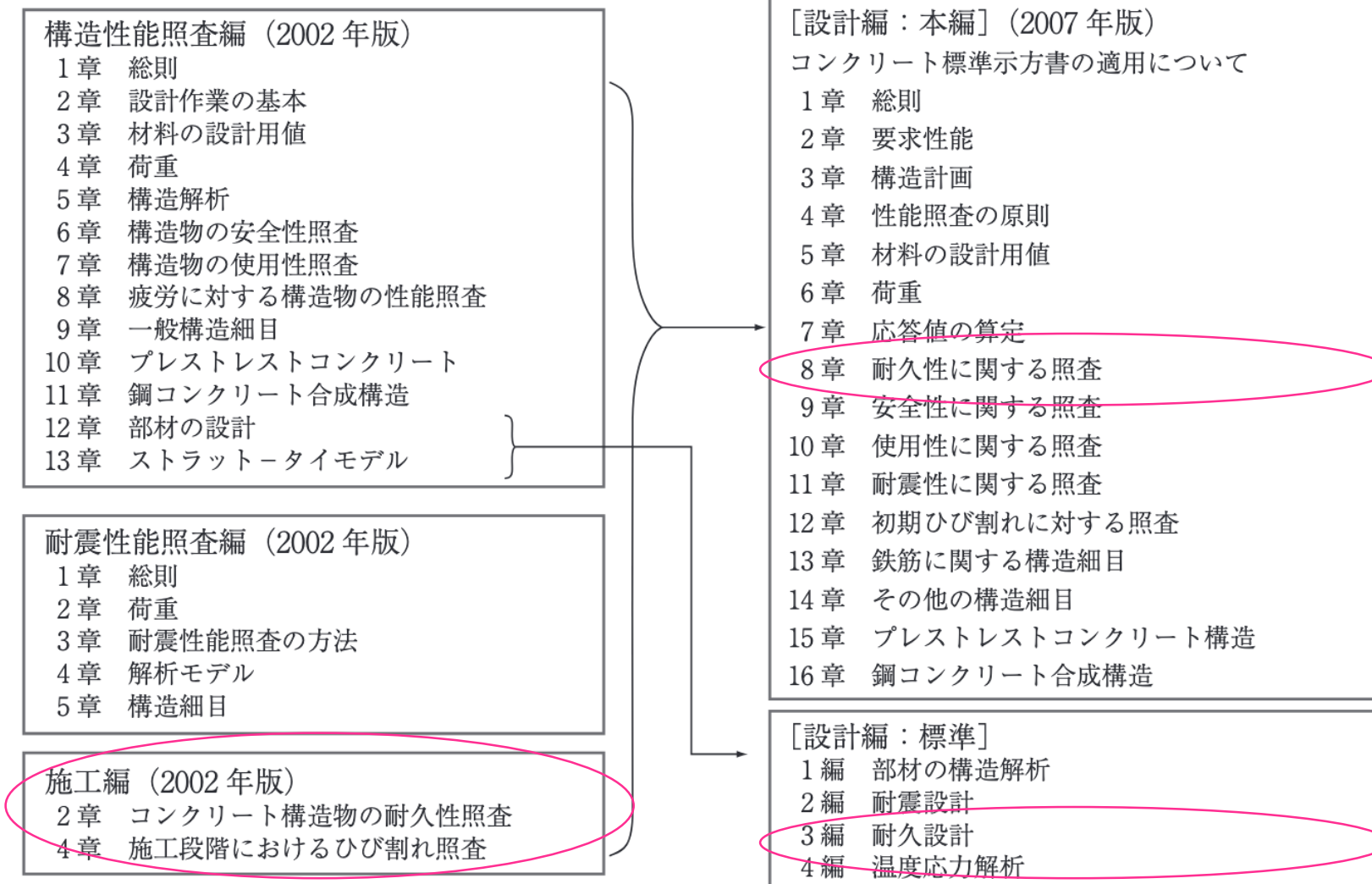
学（学者）・・・現象の解明、示方書の改善、科学的知見に基づくアドバイス。

しっかり、現場に出て、問題の本質をつかむ。



学の取り組み： 例えば土木学会コンクリート標準示方書における「耐久性」の扱いに関する移り変わり

2002年版 → 2007年版



模範的構造物が出来るようになってきた山口県

山口県では、本当に良い構造物、模範的構造物が出来るようになってきた。→維持管理の負担も軽くなるはず。

これは、山口県の**工事関係者がコンクリート本来の性能を最大限引き出すノウハウが分かってきた**ということ。

しかし、**良い構造物を造るには、それなりに手間とコストが掛かる**ことも分かってきた。発注者は、国民、県民の血税の正しい使い方、説明できる使い方を考え、国民、県民のために、**適切にそのコストを拠出する**事が大切。と同時に、素晴らしい品質で構造物を造り上げてくれた**施工者の実績を適切に評価**することが大切。

模範的構造物を研修に活用

大切なことは最もコストパフォーマンスの良い「長寿命化」戦略を選ぶこと

■ 地球の環境負荷に配慮した社会基盤の構築

ライフサイクルコストの削減は環境負荷も低減する

補修による耐久性向上も課題は多いが必要

■ 新設建造物の品質確保は、長寿命化の一丁目一番地

プロフェッショナル

- プロフェッショナルとは、
現状に満足することなく、常により良いものを追求する人。
- コンクリート工事のプロフェッショナルとは、
ただ造るのではなく、コンクリートのパフォーマンスを最大限に引き出す人。

「ただ生きるのではなく、
より善く生きる。」

... ソクラテス

ご清聴ありがとうございました。