

2016年2月29日
道路の老朽化対策に関する講演会

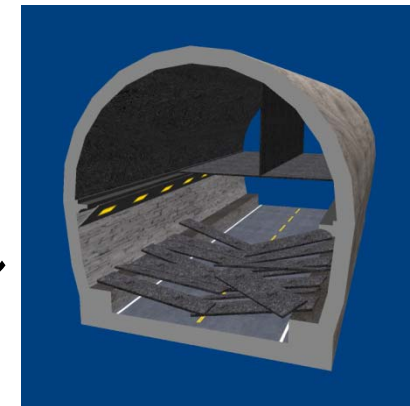
構造物の維持管理における課題と展望

(本格的な維持管理の時代を迎えて)

山梨大学工学部土木環境工学科
地域防災・マネジメント研究センター
齊藤成彦

笹子トンネル天井板落下事故

2012年12月2日 中央自動車道上り線笹子トンネル
天井板のコンクリート板が約130mにわたって崩落
死亡者9名 負傷者2名



Wikipediaより

原因:複合的な要因
ずさんな点検
天井板の設計の未熟さ
施工不良



山梨県警より

老朽化したインフラ施設に対する
維持管理の重要性が改めて浮き彫りに

2013年道路法改正



道路構造物の維持管理が本格化

建造物の維持管理とは？



現状を保存したい・・・。

既設建造物の維持管理は未知なる領域

構造物の維持管理とは？



供用して大丈夫？
いつまで使える？
どんな対策が必要？

構造物の現在の状態(現有性能)とこれからの状態(性能予測)

問いかけに対して適切に答えることができるか？

構造物の維持管理とは？



対策の実施

どの性能がどのように治ったのか？

道路橋の損傷事例



床版の水平ひび割れ

外観変状では把握が困難

鋼桁の腐食

外観変状では最も悪い評価

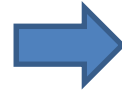


国交省HPより

実は耐荷力は十分にある
なぜ補修が必要なのか？

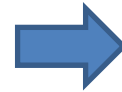
道路橋の損傷事例

コンクリートのはく落



第三者への影響

鋼材の破断



耐荷力の低下



(独)日本高速道路保有・債務返済機構HPより

変状によって構造物の性能への影響が異なる

道路橋の損傷事例

PCケーブルの損傷を確認

はく落部分の補修を実施

損傷が局所的であることを確認



現況の評価

鋼材の全数・全位置の調査は困難

抜本的な対策

通行止め・車線規制が困難(もちろん架け替えも・・・)



モニタリングにより損傷の進行を検知

維持管理の方法は正しいのか？

現状の維持管理における課題

現状の維持管理の課題

材料の劣化現象に着目（構造物の性能は？）
点検主体で性能評価があいまい（点検→対策）
対策で性能がどのように回復しているのか不明
予防保全なのか問題の先送りなのか？

土木学会・示方書の目標

点検に過度に依存した維持管理法からの脱却
構造性能評価の具体的方法の提示
性能評価に基づく効果的な対策の実施
構造性能に立脚した合理的な維持管理の実現へ

2014年版 土木学会・複合構造標準示方書[維持管理編]

構造物の維持管理サイクル

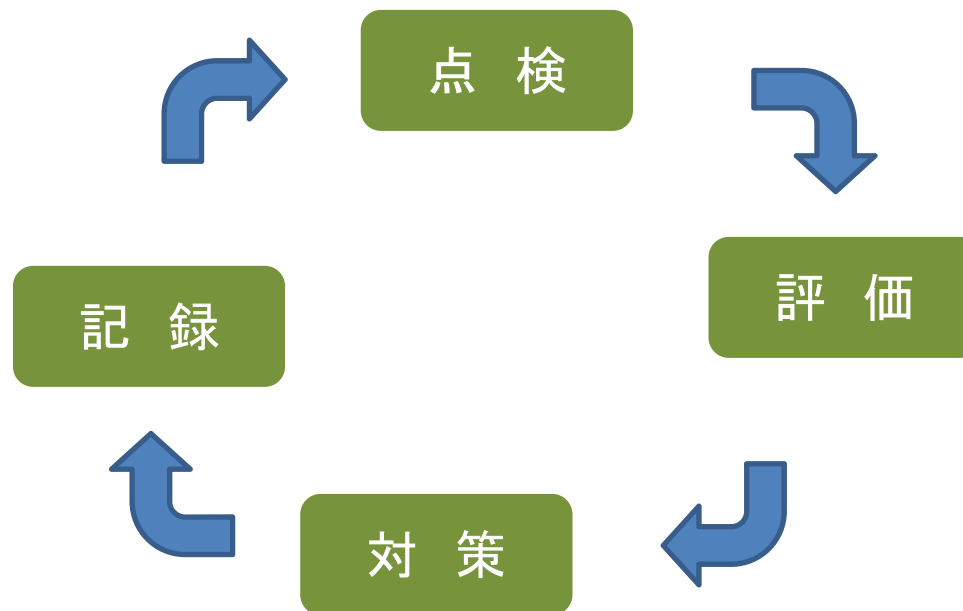
計 画

定期点検: 定期健康診断

30年以上経過した構造物: より詳細な健康診断(人間ドック)

設計耐用期間が明確でない(構造物をいつまで使うの?)

サイクルを回すことは大事



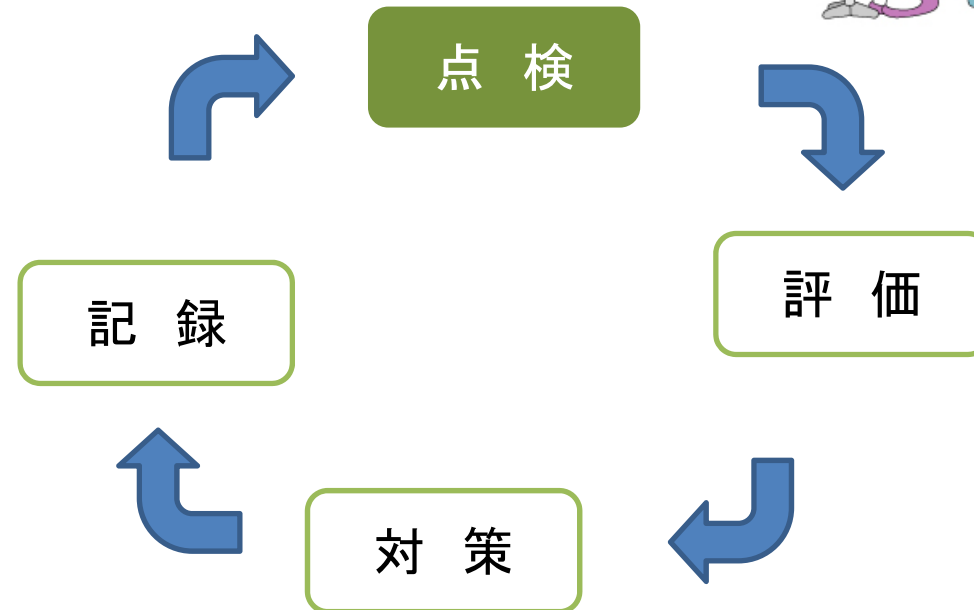
構造物の保守が一番大事



各行為の実質化

構造物の維持管理サイクル

各維持管理行為の課題と展望



構造性能に基づいた点検とは？

たとえば
鉄筋コンクリート構造物のひび割れ要因

交通荷重
コンクリートの収縮(乾燥, 温度)
アルカリシリカ反応(骨材の膨張)
塩害(鋼材腐食によるひび割れ)
凍害 など

ひび割れは全て悪い？

鉄筋コンクリート構造物は
ひび割れの発生が前提

設計で想定しているひび割れ

or

設計で想定していないひび割れ



構造性能に基づいた点検とは？

現在の主目的：構造物の異常を検知
問題があれば早めに対処

老朽化が進むと
構造物の性能(構造性能)を把握したい

あるべき姿：構造物の性能を評価するための情報を取得

まず性能評価の方法が決まる
点検で性能評価に必要な情報を取得する

評価の対象となる性能(走行性？第三者影響？耐荷力？)

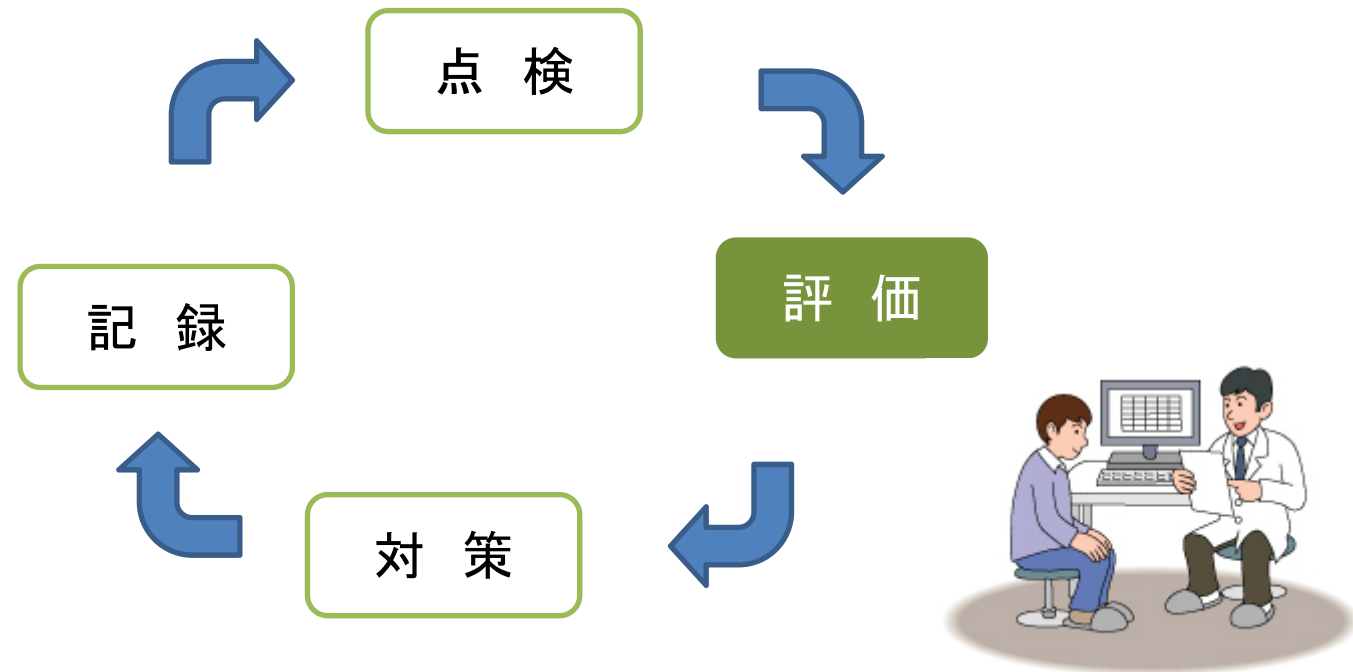
➡ 評価の指標(たわみ？ひび割れ？応力・ひずみ？)

➡ 必要な情報(環境・荷重条件？材料の状態？)

➡ 調査方法・項目(目視？コア採取？非破壊試験？)

構造物の維持管理サイクル

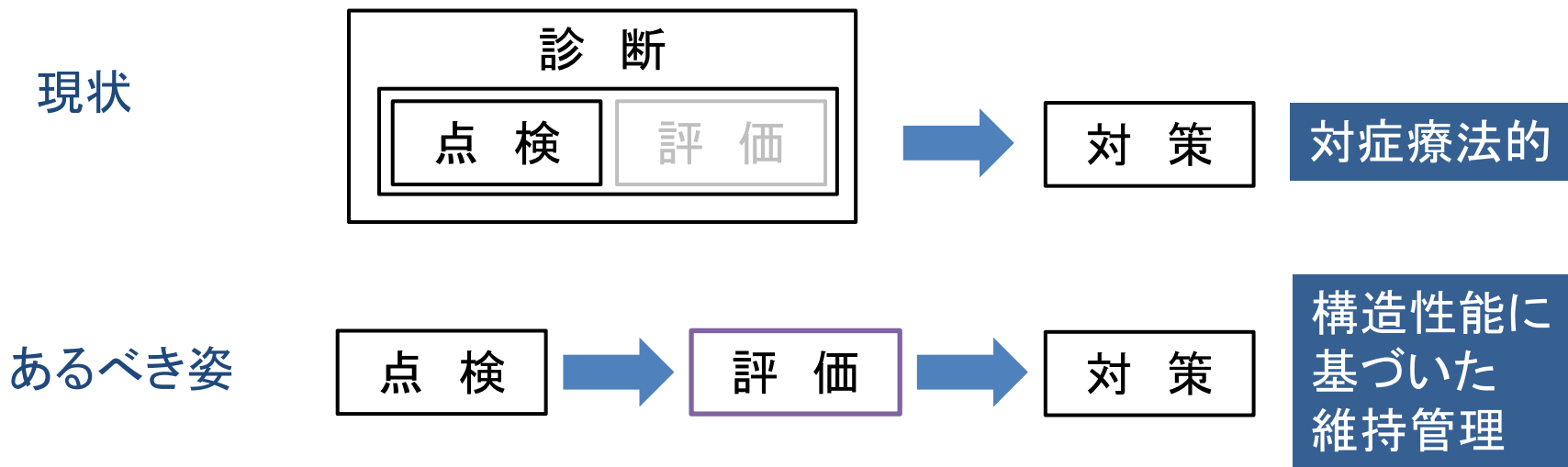
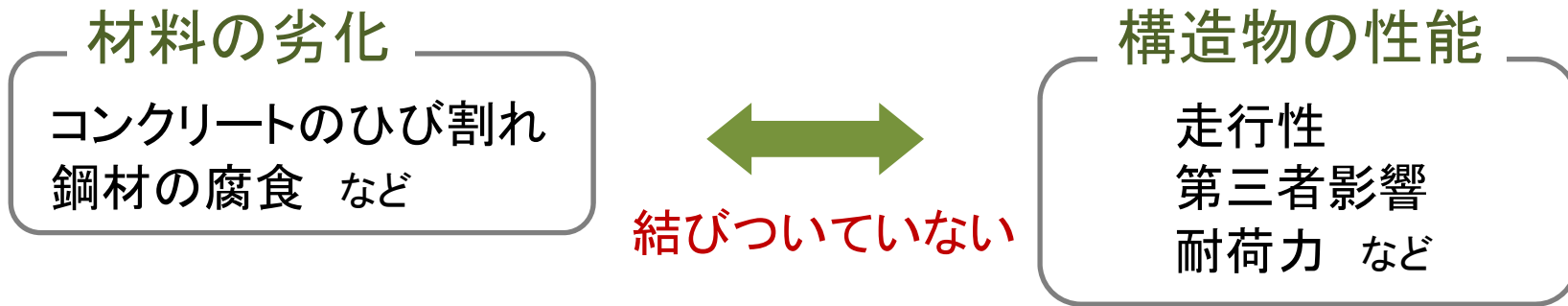
各維持管理行為の課題と展望



構造性能に基づいた評価とは？

構造性能に基づいた評価とは？

維持管理の目的：構造物の要求性能を確保すること



長崎大学 道守養成ユニット

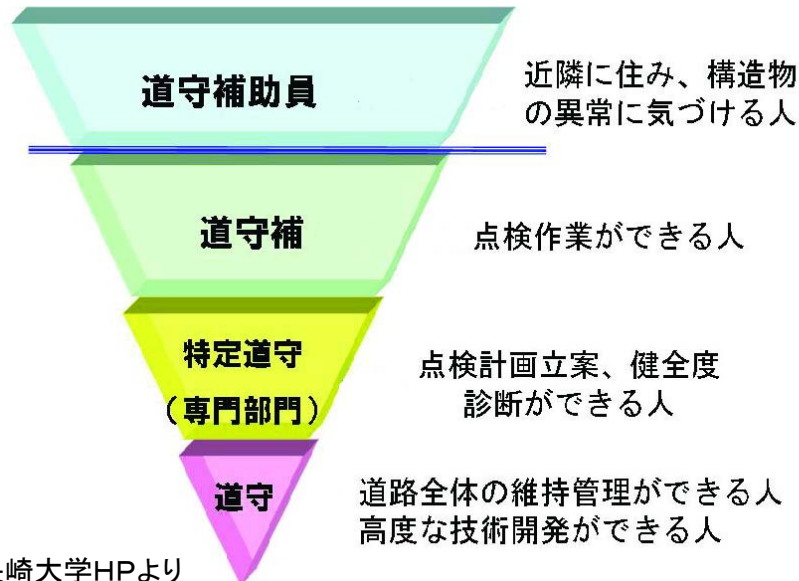
自治体との連携・地域再生の観点

(対象)

- ・道守補助員コース(講習, 現場実習) 地域住民
- ・道守, 特定道守, 道守補コース(実験, 研究開発) 自治体・企業の職員やOB

(2014年実績)

道守:12名 特定道守:36名 道守補:154名 道守補助員:286名



点検と評価
真に必要な人材とは？

点検

構造物の異常を察知
評価に必要な情報を取得

訓練の実施
マニュアルの整備



必要とする技術レベルが異なる

評価

構造物の保有する性能を判断
構造物の将来を予測
適切な対策の判断

設計・施工に精通
高度な知識と経験

評価を実施可能な技術者の育成は容易でない

- 看護師による応急処置



風邪やすり傷の治療

点検依存



構造物の老朽化が進行
老朽化した構造物の増加

- 医師による診断



患者やその病状に応じた適切な処置

構造性能評価の実施

高度な知識と豊富な経験

評価

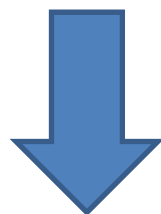
維持管理に関する人材育成

町医者で触診による定期健康診断

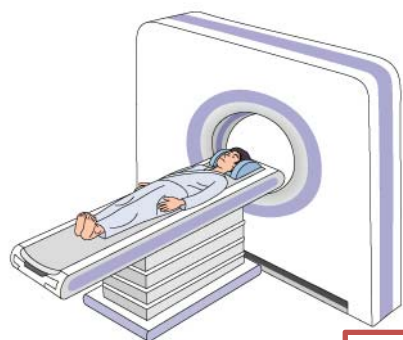


トライアージ的

グレーディング



町医者で判断できない症状



総合病院(専門医)の整備

定量的評価

(MRI, CTスキャンに基づく診断)

技術革新の必要性

設計(人間と違って設計図がある)
施工(どのように造られたか記録がある)

グレーディング

点検や評価にかかる労力が比較的小さい

外観の変状のみから性能を評価するのは容易ではない



かなり安全側の判断が必要
経験の蓄積が必要

定量的評価手法

非線形数値解析(コンピュータシミュレーション)

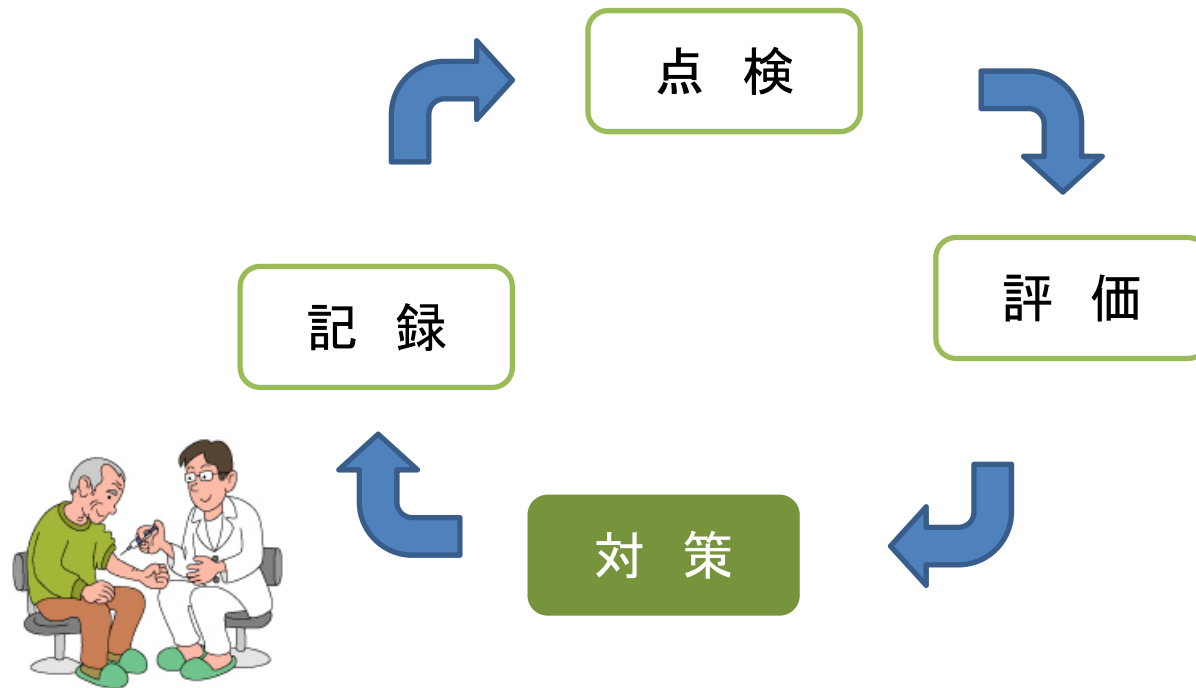
容易でない評価には高度な技術が必要



力学的根拠に基づく客観的手法
高度な技術的判断

構造物の維持管理サイクル

各維持管理行為の課題と展望

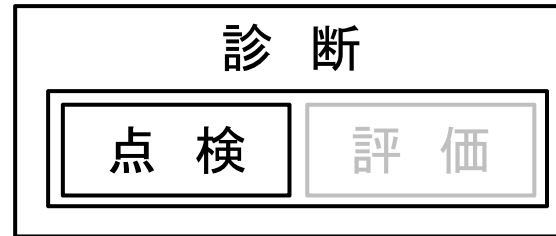


適切な対策を実施するには？

対策

適切な対策を実施するには？

現状



対策

対症療法的

見かけの損傷を補修

あるべき姿

点検



評価



対策

構造性能に
基づいた
維持管理

性能の回復を図る

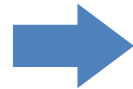


ひび割れの補修

樹脂注入

ひび割れの種類によって効果が変わる

構造性能評価に基づく対策



どの性能(対象となる性能を明確に)
どの程度(補修・補強設計と性能照査)
どのくらいの期間(対策の設計耐用年数)

ライフサイクルコストを考慮して合理的に

構造物の設計耐用期間を明確に意識

構造物の延命化



構造物の更新

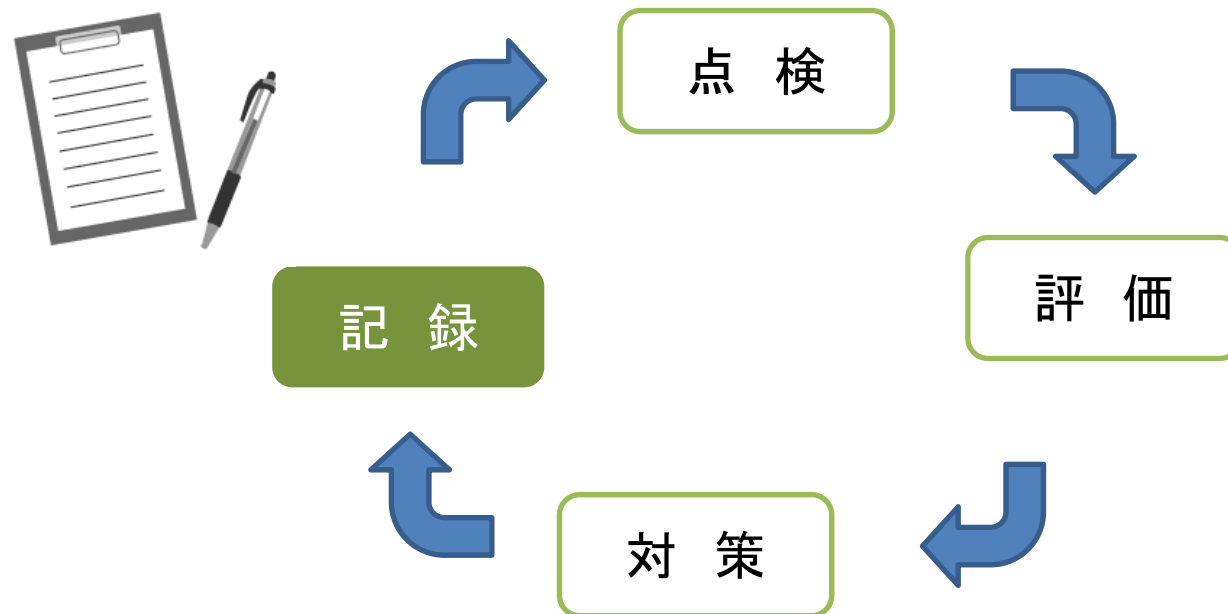
構造性能評価に基づく維持管理

通行止め, 車線規制...

地域住民や使用者の理解を得るために根拠を持って説明

構造物の維持管理サイクル

各維持管理行為の課題と展望



意味のある情報とは？

長寿命化計画
5年に一度の定期点検

2m以上の橋梁で全国70万橋
山梨県内だけでも約8000橋

➔ 膨大なデータが蓄積されるが活用できない

利用可能なデータに(誰がいつどんな情報を必要とするか)
意味のあるデータを記録(構造性能評価のためのデータ)
公開による情報の共有(経験値の共有)

機能的なデータベースの構築

利用者が必要な情報にアクセスしやすいように
情報の一般化や知識化が必要

笹子トンネル天井板落下事故

2015年12月22日 賠償命じる判決

天井板を固定するボルトが劣化したことなどが、崩落の原因と認定。建設から35年が経過しており、「打音や触診といった適切な点検をしなければ、不具合を見過ごし、事故が起きると予見できた」と指摘した。さらに、こうした点検をしていれば事故は防げたと述べ、中日本高速と子会社に道路管理上の過失があったと結論づけた。(朝日新聞)

点検の問題だけ？

1977年12月供用開始
2012年12月事故

35年間

なぜ適切な時期に更新できなかったのか？

まとめ

- 設計耐用期間の明確化

いつまで使うのか？使えるようにするのか？

- 点検と性能評価の関係

何のための点検か？この橋は落ちるのか落ちないのか？

- 対策の課題

何が直ったのか？いつまで効果があるのか？使用者の理解は？

- 技術者・予算不足への対応

どんな能力を持った技術者と何のための予算が必要なのか？

維持管理システムの高度化

おわり