

長寿命化のための点検要領

十河 茂幸

近未来コンクリート研究会 代表

一般社団法人コンクリートメンテナンス協会 顧問

工学博士 コンクリート診断士

十河 茂幸(そごう しげゆき) 略歴

1974年～ 大林組 技術研究所 所属

2011年～ 広島工業大学 工学部 教授

2017年～ 近未来コンクリート研究会 代表

話の構成

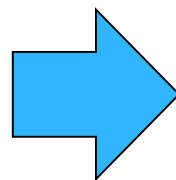
- 「点検要領」作成の背景
- 「点検要領(案)」の骨子
- 小規模構造物の点検要領
- 点検要領の活用に向けて

1. 「点検要領」作成の背景

インフラの老朽化

少子高齢化の波

人(専門家)の不足
物(技術力)の未熟
金(税収入)の不足

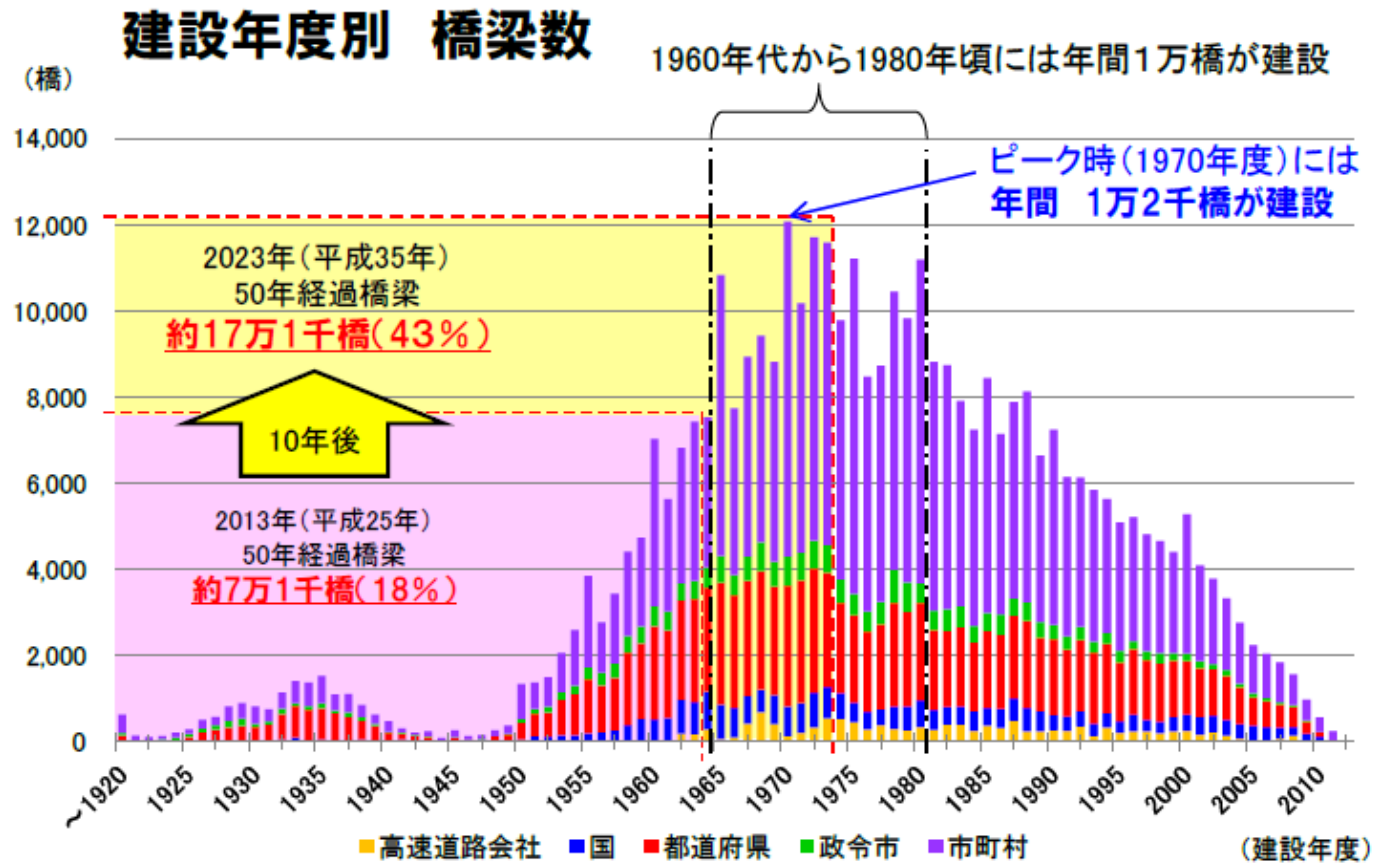


インフラ
延命化の
必要性



小規模橋梁
点検の提案

インフラ老朽化の実態



令和5年に橋梁の43%が50歳

いましてぐメンテナンスに舵を切れ！

道路の老朽化対策の本格実施に関する提言

平成26年4月14日 ～社会資本整備審議会

国土交通省の対応

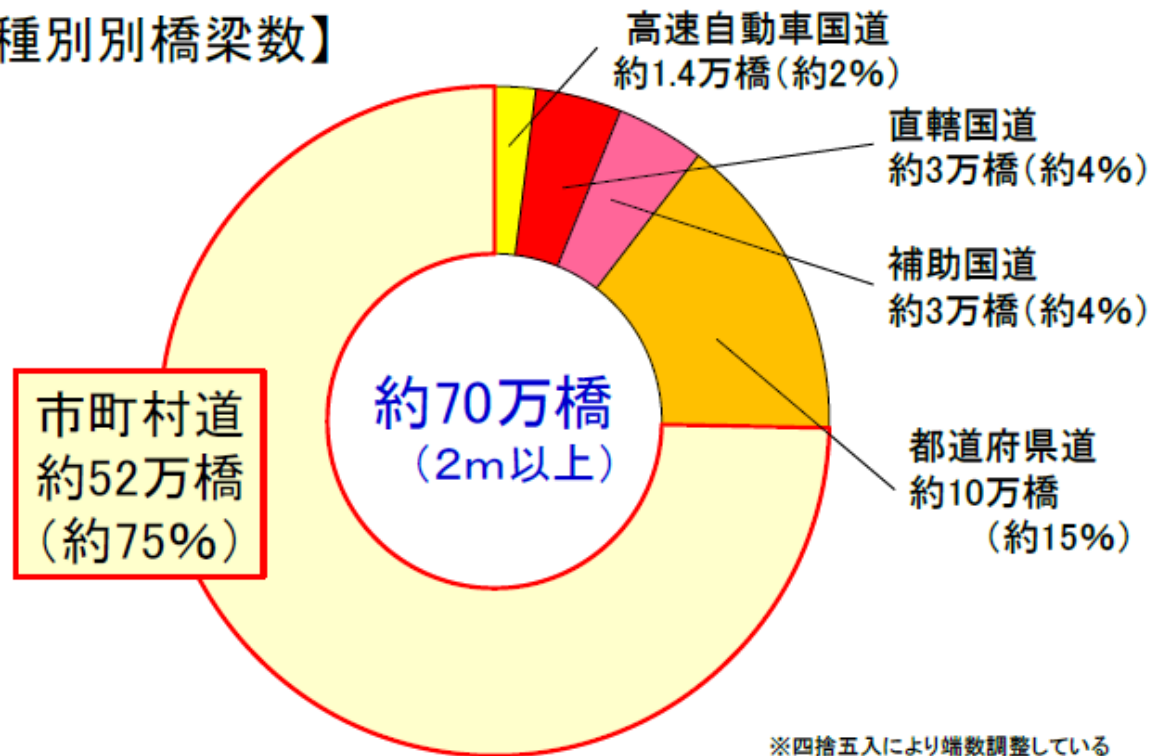
インフラ長寿命化基本計画 平成25年11月

インフラ長寿命化行動計画 平成26年 5月

* 詳細はHPを参考にしてください。

道路橋の75%は市町村管理

【道路種別別橋梁数】



小規模橋梁の**予防保全**がカギ

2014年度に点検した橋の修繕実施状況

| 管理者 | 修理が必要 (A) | 修繕に 着手済み (B) | 着手率 (B-A) |
|------------|--------------|--------------------|--------------|
| 国土交通省 | 765橋 | 572橋 | 75% |
| 高速道路会社 | 298橋 | 180橋 | 60% |
| 都道府県・政令市など | 3528橋 | 471橋 | 13% |
| 市町村 | 5130橋 | 1064橋 | 21% |
| 合計 | 9721橋 | 2287橋 | 24% |

「修繕が必要」は、ⅢまたはⅣと判定された橋

「修繕に着手済み」は、設計を含む2017年末の数値

III～IV判定の橋梁に対する補修の着手率 (平成26年～28年度点検施設)

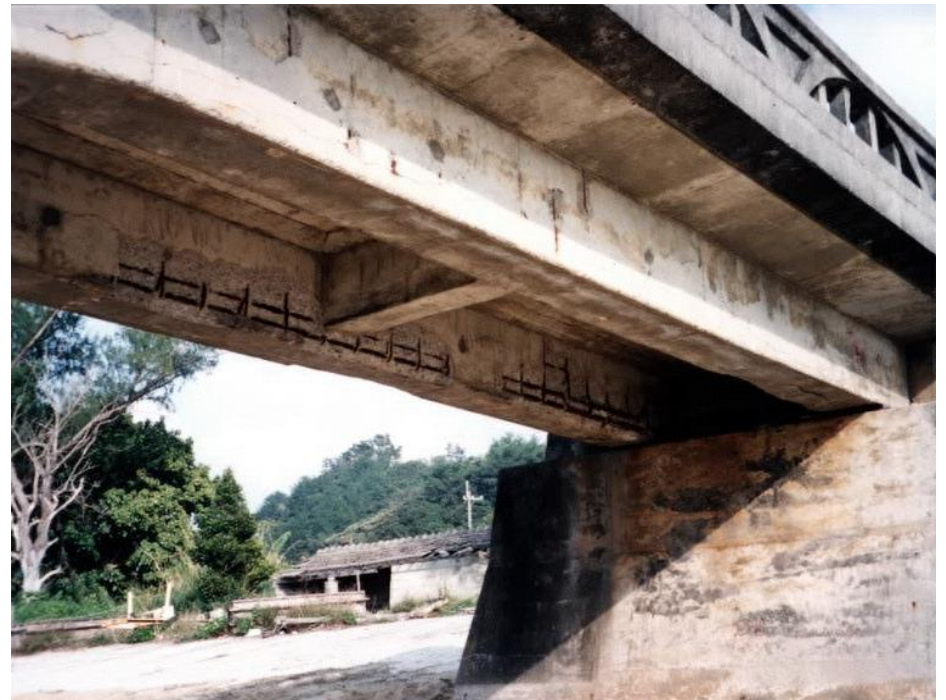
| | 点検実施年度 | 進捗率 (%) | | | | | 修繕が必要な施設数 | |
|-----------|--------|---------|----|----|----|----|-----------|--------|
| | | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | | 100 |
| 国土交通省 | H26 | | | | | | 75% | 765 |
| | H27 | | | | | | 62% | 548 |
| | H28 | | | | | | 47% | 684 |
| 高速道路会社 | H26 | | | | | | 60% | 298 |
| | H27 | | | | | | 33% | 397 |
| | H28 | | | | | | 23% | 479 |
| 都道府県・政令市等 | H26 | | | | | | 13% | 3,528 |
| | H27 | | | | | | 10% | 4,135 |
| | H28 | | | | | | 6% | 4,873 |
| 市町村 | H26 | | | | | | 21% | 5,130 |
| | H27 | | | | | | 13% | 9,550 |
| | H28 | | | | | | 9% | 12,051 |

I : 健全 II : 予防保全段階 III : 早期措置段階 IV : 緊急措置段階

III～IV判定の橋梁



- I : 健全
- II : 予防保全段階
- III : 早期措置段階
- IV : 緊急措置段階

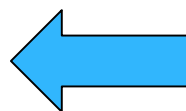


供用制限インフラの課題

- **使用制限を受けている橋梁**
 - 平成20年 977橋
 - 平成25年 2,104橋
- **トンネルのコンクリート剥落事例**
 - 1999年 新幹線トンネル二次覆工
 - 2012年 高速道路トンネル天井版
- **高架橋のコンクリート片剥落 頻発**

コンクリート構造物延命化の理由

- **コンクリートの再利用は非効率**
- **橋梁の更新費用は膨大**
- **生活道路の必要性**



**生活に必要な
小規模橋梁**

少子高齢化時代の公共サービス

- **限界集落の増加への対応**
⇒ **政治的な判断で解決？**
- **効率的な維持管理による延命化**
⇒ **限られた予算での対応**
- **予防保全でコスト削減**
⇒ **早めの措置が効果的**

過疎地にも橋は必要

- 限界集落・・・65歳以上が50%
 - 準限界集落・・・55歳以上が50%
- これ以外は存続集落
- 危機的集落・・・65歳以上が70%
 - 超限界集落・・・約5軒以下
- ⇒ 廃村集落、消滅集落への移行

平成27年の調査で、限界集落は15,568箇所、中国地方が第1位

コンクリートの活用事例

- | | |
|----------------------------------|------|
| <input type="checkbox"/> 軍艦島 | 観光資源 |
| <input type="checkbox"/> 武智丸 | 防波堤 |
| <input type="checkbox"/> 大間鉄道 | 展望台 |
| <input type="checkbox"/> 戸井高架橋 | 避難施設 |
| <input type="checkbox"/> タウシュベツ橋 | 観光資源 |

観光資源となった軍艦島建物群



1916年に7階建ての
集合住宅を建設

(遠景で軍艦土佐に見えるので
軍艦島の異名) ⇒



防波堤に利用されている「武智丸」



2隻の武智丸を接続した防波堤



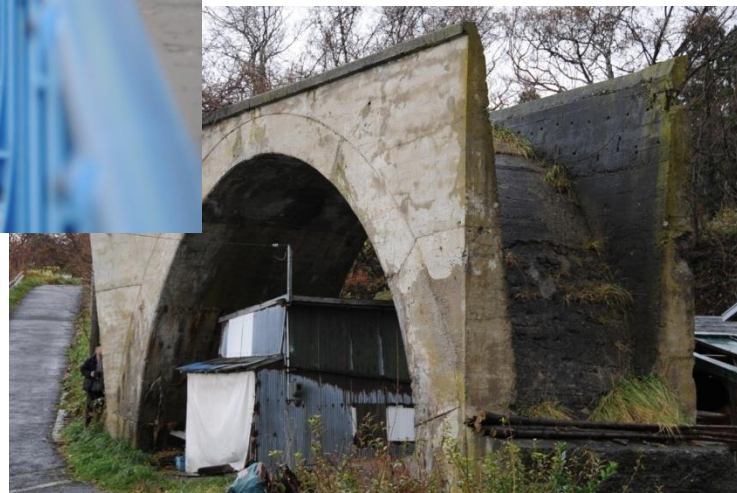
← 最近の姿



1986年当時 →



展望台等に利用されている大間鉄道



津波避難用の戸井線アーチ橋群



観光資源のタウシュベツ橋梁



インフラ延命化の課題

- 人(技術者) ……専門家の育成
- 物(技術力) ……経済的な対策
- 金(対策費) ……税収の確保

課題： コンクリート診断士は微増
(2019年4月登録者数:13,330人)

延命化の対応策は未成熟
少子高齢化による税収減

近年の多発する自然災害

□ 2018年の自然災害

平成30年豪雪・平成30年豪雨(台風7号)

台風12号・台風20号・台風21号・台風24号

大阪府北部地震

北海道胆振東部地震

2018年猛暑

火山噴火・落雷...

西日本豪雨
砂防ダム大規模決壊
広島坂町 幅50メートル老朽化か

西日本を襲った記録的な豪雨で多数の住宅が土砂に埋もれ広島県の府庁所在地の坂町で、町への土砂をき止る砂防ダムが決壊し、堤の部分付近まで陥っていったことが、堤への取付でわかった。国土交通省によると、砂防ダムの大規模な決壊は異例。1947年頃に石を積み上げる工法で建設されており、老朽化や強度不足などが原因で土石流に流されたとみられる。(関連記事 2・3・4・8・34・37面)

管理する観点から、決まっていなかった。堤の構造は、約11メートル、幅約10メートル、厚さ約2メートル、堤を流れる天地川の上流約1.2キロに設置されていた。堤が一旦確認したところ、大が崩れてなくなっていた。豪雨が被害が拡大した6日午後、生じた土石流で押し流された。堤は5年に一度点検し、異常は把握し

死者150

西日本豪雨は11日、新たな犠牲者が確認され、続々と、死者は12府県で計179人となった。行方不明者は6府県で計8人に上り、大規模な浸水被害が発生した岡山県倉敷市真備町では13人となっている。岡山県災害対策本部は11日午後9時現在の犠牲者として、倉敷市真備町の8人を入

による被害

| |
|-----------------|
| 6985人(15府県) |
| 約7万8000世帯(15府県) |
| 248か所(22道府県) |
| 483年(29道府県) |
| 2万2392棟(31道府県) |
| 約760戸(中国) |
| 24万4620戸 |

11日午後9時現在

5年に一度の点検で異常なし

西日本豪雨災害



北海道胆振東部地震の被害

災害撮影 [事業活動と社会貢献]

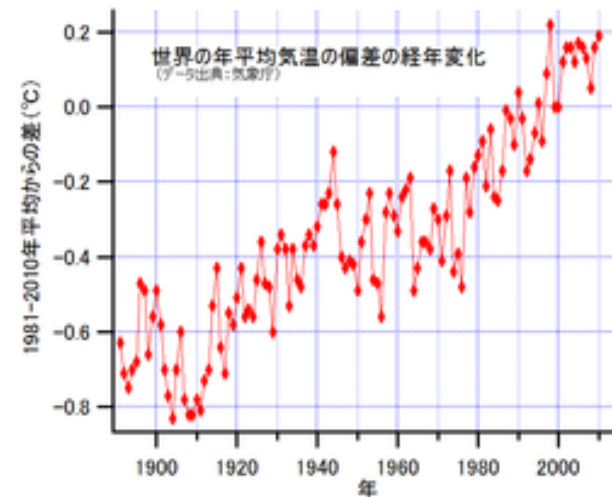
2018年9月 平成30年北海道胆振東部地震災害



札幌市清田区の液状化
谷埋め盛り土が低地へ流動

**維持管理より
防災を優先**

地球温暖化が一因？



2. 「点検要領(案)」の骨子

- ① 予防保全を前提
損傷が顕在化する前に対応
- ② 点検は簡素に安価に
環境を考慮し、調査項目を絞り込む
- ③ 判断は専門家が対応
補修の要否は専門家が判断

① 予防保全を前提とする

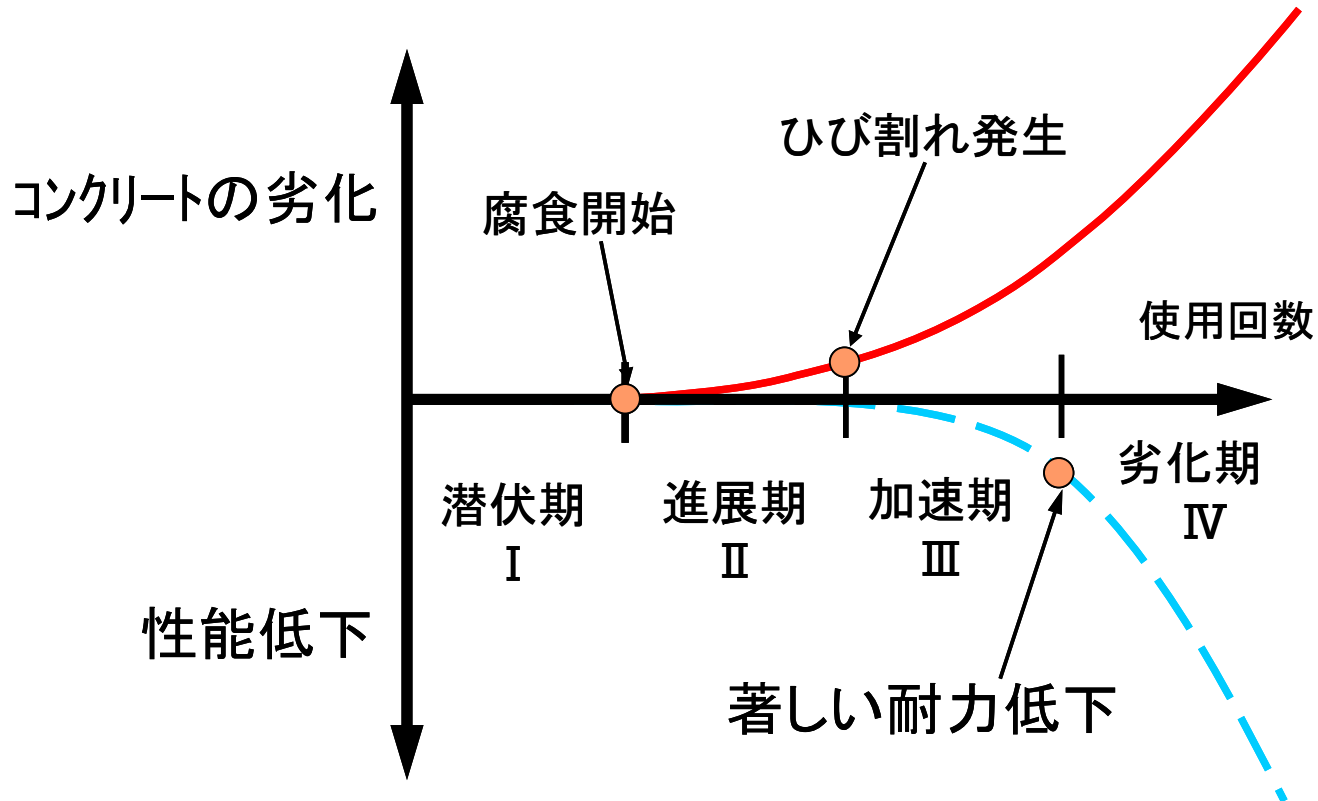
予防保全 = 延命化

⇒ **定期点検で対応**
(**潜伏期・進展期**)

事後保全 = 安全性

⇒ **日常点検で対応**
(**加速期・劣化期**)

塩害による劣化進行過程の概念



早期の対応ほど安価な対策が可能

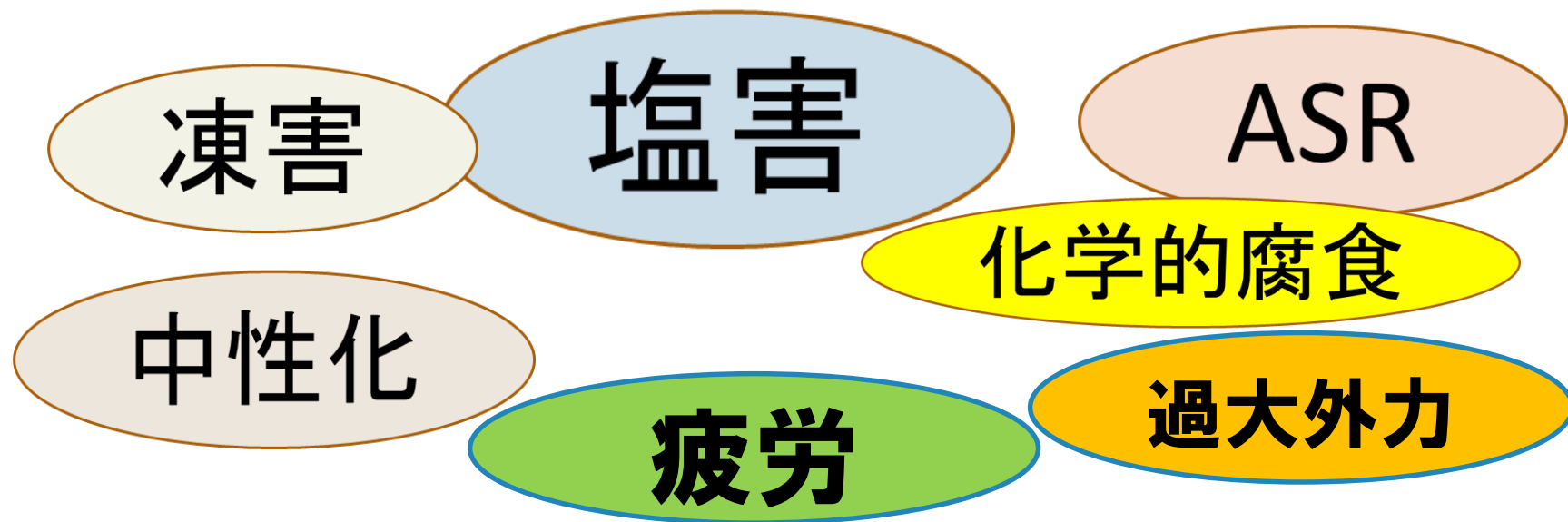
塩害における劣化過程と外観上の劣化状態

| 劣化過程 | 定義 | 外観上の劣化の状態 |
|------|------------------------------------|---|
| 潜伏期 | 鋼材表面における塩化物イオン濃度が腐食発生限界濃度に達するまでの期間 | 外観上の変状はない |
| 進展期 | 鋼材の腐食発生開始から腐食ひび割れ発生までの期間 | 外観上に変状はない 腐食開始限界塩化物イオン濃度以上 |
| 加速期 | 腐食ひび割れ発生により腐食速度が増大する期間 | (前期) 腐食ひび割れ, 錆汁発生 (後期) 腐食ひび割れ多数 錆汁, 部分的なはく離, 剥落 |
| 劣化期 | 腐食量の増加により耐荷力の低下が顕著な期間 | 腐食ひび割れ多数 (ひび割れ幅大) 錆汁, はく離, 剥落 変位, たわみ大きい |

2007年制定土木学会コンクリート標準示方書[維持管理編]を参考に作成

② 点検は調査項目を絞り安価に

- 環境から劣化因子を絞り、効率的に調査



劣化要因と潜伏期・進展期の外観

| 劣化要因 | 潜伏期 | 進展期 |
|--------|--|-------------------------------|
| 塩化物イオン | 外観上の変状なし 腐食発生限界Cl ⁻ イオン量以内 | 外観上の変状なし 塩化物イオンによる腐食開始 |
| 中性化 | 外観上の変状なし 発錆限界以上の中性化残り | 外観上の変状なし 中性化による腐食開始 |
| ASR | 外観上の変状なし 膨張によるひび割れなし | 膨張ひび割れの発生 変色、アルカリシリカゲルの滲出 |
| 凍結融解作用 | 外観上の変状なし 凍結融解の繰り返しを受ける | スケーリング、ひび割れの発生 ポップアウトの発生など |
| 化学的侵食 | 外観上の変状なし 表面の変質が認められない期間 | 表面が荒れた状態 ひび割れの発生 |

環境による各種の劣化要因

劣化要因

〈自然環境〉

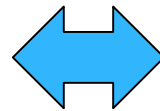
海洋からの塩化物イオン
大気中の二酸化炭素
凍結環境の氷圧

〈使用環境〉

凍結防止剤の道路散布
構造物への水の浸入
重量車両の交通量

〈構造物の要因〉

かぶり厚さの不足
ASR骨材の使用
劣化要因材料の使用



劣化現象

塩害

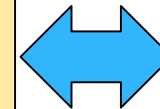
凍害

中性化による鉄筋腐食

ASR

化学的腐食

疲労



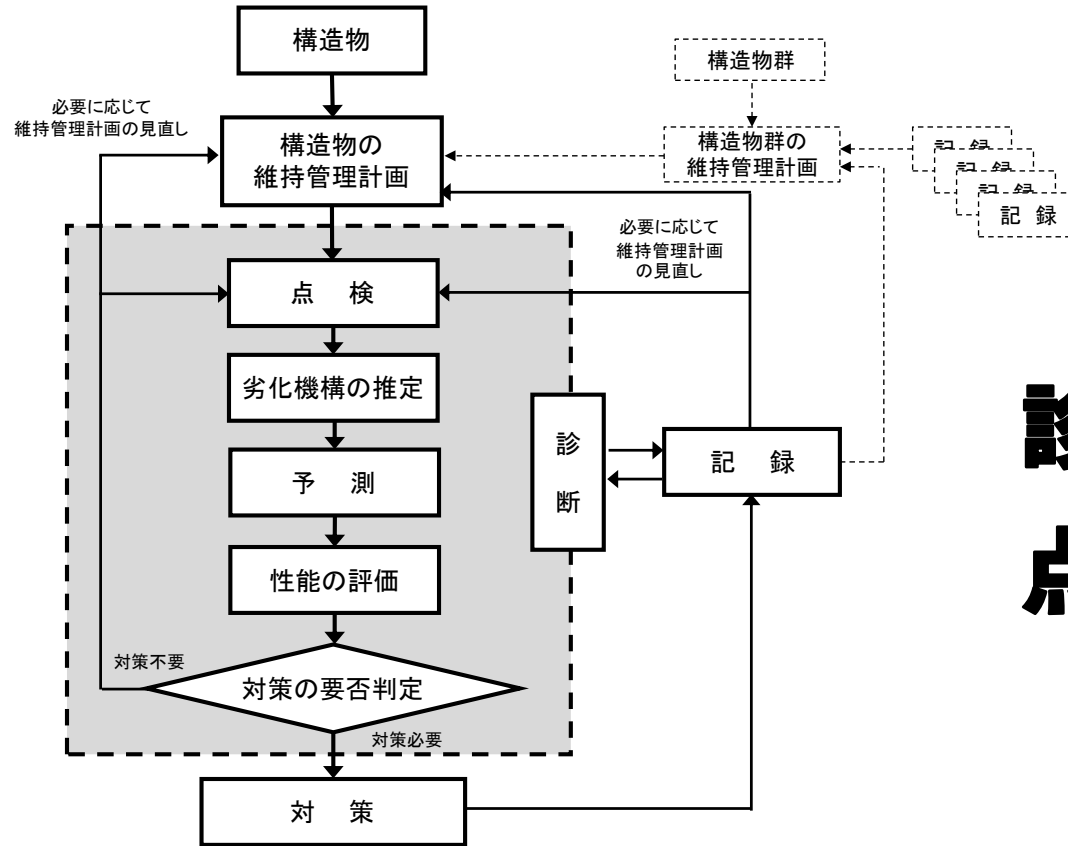
劣化対策

耐久設計

維持管理

補修設計

③ 判断は専門家(診断士)に委ねる



診断は専門家
点検は技能者

構造物の維持管理フロー
(土木学会示方書維持管理編より)

3. 小規模橋梁の点検要領

- **調査項目を絞る：**
 - 環境条件から劣化因子を絞る**
- **構造物を傷めない：**
 - 微破壊で健全性を調査**
- **簡易な装置で劣化調査**
 - 高価な機械を使わない調査**
- **調査結果を継続的に記録**
 - 劣化は進行性（速度は劣化原因による）**

点検要領の骨子

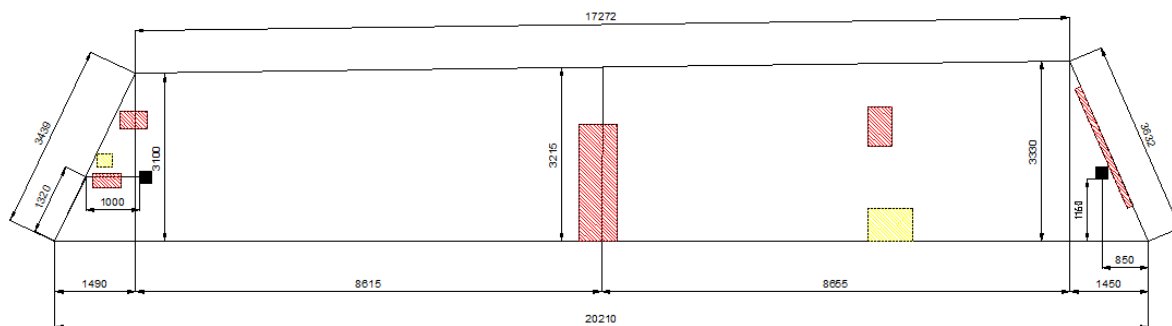
1. 対象とする構造物の事前調査
2. 設計・施工記録調査(調査項目)
3. 劣化因子の特定(塩害・中性化)
4. 調査計画の立案(調査項目ほか)
5. 調査方法の選定
6. 調査成果の整理
7. 記録

調査項目と方法の一例

- 外観調査（目視・打音検査）
- 強度調査（リバウンドハンマー）
- 配筋・かぶり調査（非破壊法）
- 中性化深さ測定（ドリル法）
- 塩化物イオン量の調査（簡易法）
- 設計・施工記録の調査（机上）

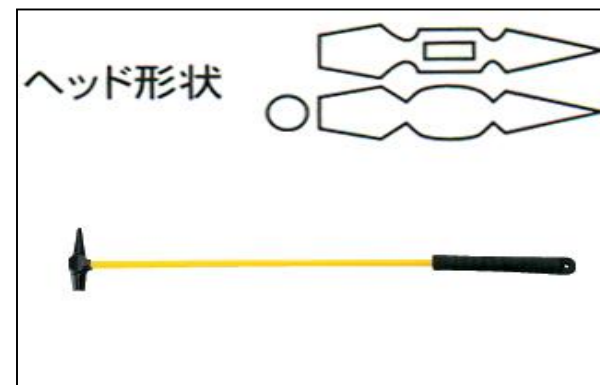
外観調査

- ◆ 橋梁寸法測定 メジャーからCAD図面
⇒ 劣化箇所の記入



- ◆ 打音調査

ハンマーを使用



強度の調査

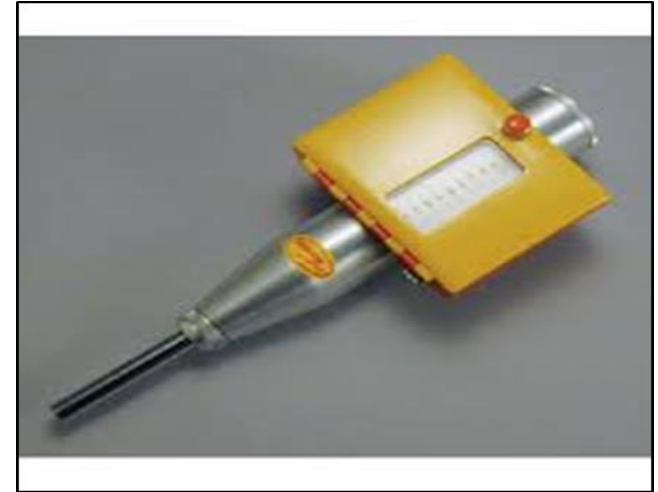
◆ 反発強度測定

シュミットテストハンマーNR型

JIS A 1155は9点

現場では、12点の反発度測定

偏差の大きい3点を除外



◆ コアによる強度測定

コア採取により強度試験

コアの直径は、骨材の最大寸法の3倍（ $\phi 60\text{mm}$ 程度）、

長さは直径の2倍

配筋・かぶり厚さの調査

配筋・かぶりは、電磁誘導法
あるいは電磁波レーダー法により確認



ハンディサーチer NJJ-105 (日本無線)



ストラクチャスキャン SIR-EZ (GSSI社)



フェロスキャン PS 200 (日本ヒルティ)

配筋は安全性の確認
かぶり厚さは劣化予測

中性化深さ調査

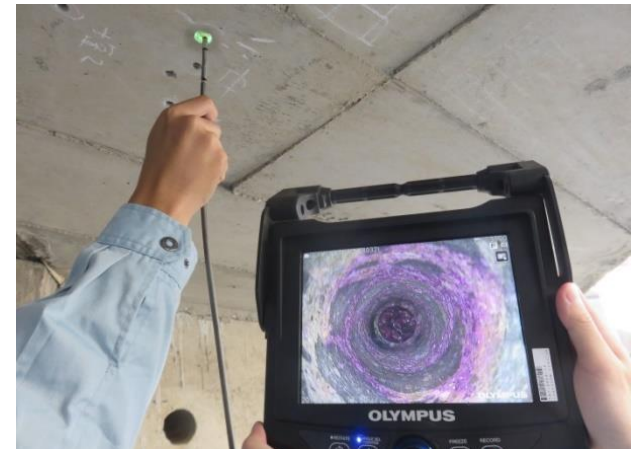
◆ドリル法による中性化深さ

ドリル法でコンクリート粉末の採取
ドリル径は $\phi 8\text{mm}$ 程度、かぶりまで
フェノールフタレイン溶液で判断
注) 骨材の影響を受ける！



◆カメラによる中性化深さ

ドリル孔を利用し、
カメラにより確認



塩化物イオン量の調査

◆ 塩化物イオン量測定

ドリルで試料を採取後、
簡易測定キット「クロキット」を使用



コンクリート粉末の採取状況



簡易塩化物イオン濃度測定器具

小径コアによる塩化物イオン量測定



アンカーは不要



粗骨材を除くことで精度向上



点検記録(カルテ)を残す

診断に必要な 最小限の情報

- ✓ 位置情報
- ✓ 経過年数
- ✓ 設計条件
- ✓ 施工記録
- ✓ 損傷状況
- ✓ 健全度
- ✓ 将来予測

点検項目

- 圧縮強度
- 塩化物イオン量
- 中性化深さ
- 劣化の予測
- 構造安全性
- その他

カルテの内容

- 損傷図
- 現場写真
(定点観測)

点検記録は1枚に

4. 点検要領の活用に向けて

損傷が表面化していない構造物を対象

□ 点検と診断:

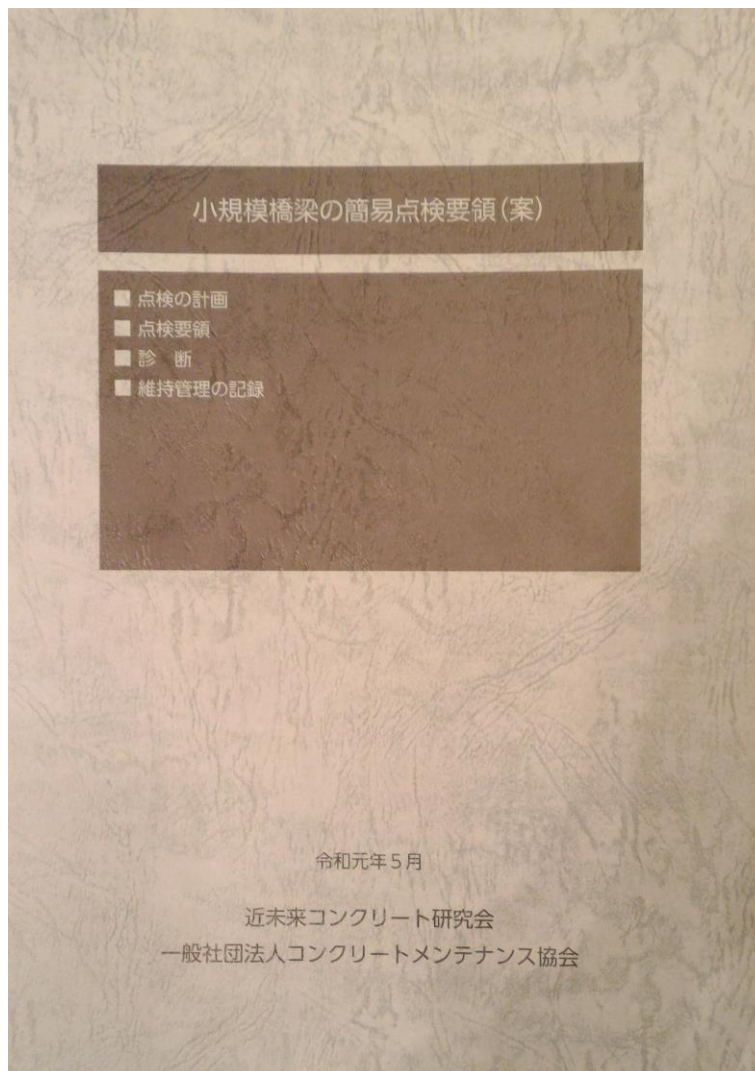
コストをかけない点検、正確な診断

□ 補修と補強:

費用対効果で対応技術を選定

進化する技術を待たないで対応

初版の発刊



小規模橋梁の点検要領(案)の構成

□ 本編

簡易な点検方法の提案

ただし、完成度はイマイチ

□ 資料編

点検に必要な情報を掲載

見開きで専門技術を紹介

点検要領の活用方針

- **初版は、試行が目的**
 - ⇒ **実務の中で改善を予定**
- **小規模橋の管理者と協働を計画**
 - ⇒ **実務により、積算等を考慮**
- **改訂版を全国展開**
 - ⇒ **安全なインフラの確保に期待**

課題の解決に向けて(まとめ)

□ 人の課題:

コンクリート診断士と点検士の連携

□ 物の課題:

実務中での改善により成熟

□ 金の課題:

効率的な点検と専門家の診断

おわりに

- 近未来コンクリート研究会
 - ⇒ 長寿命化研究協議会に期待
市町との協働で事例を加筆
- 問い合わせは、HPより

ご清聴に感謝