

主催：一般社団法人 コンクリートメンテナンス協会
共催：広島工業大学 広島県コンクリート診断士会
広島県土木施工管理技士会

限られた資源での橋梁点検は 斯くありたし

広島工業大学 十河茂幸
工学博士 コンクリート診断士

話の構成

- 社会資本(インフラ)の実状
- 長寿命化に向けた取り組み
- コンクリート診断のあり方
- 橋梁点検は斯くありたし

□ 社会資本整備の歴史

- 明治8年(1875年)国産のセメントの製造開始
- 小樽港北防波堤は明治30年から11年で完成
1908年
- 1907年鉄筋コンクリート鉄道橋(島田川暗渠)
以降、鉄道建設は我が国の建設技術を牽引
- 1903年(明治36年)琵琶湖疏水11号橋(RC)
- 1918年本庄水源地堰堤(呉市)

戦前のコンクリート構造物の多くは現存

小樽港北防波堤(1908年)



小樽港北防波堤の建設



琵琶湖疏水11号橋(1903年)



本庄水源地堰堤(1918年)



□ 社会資本整備の戦後

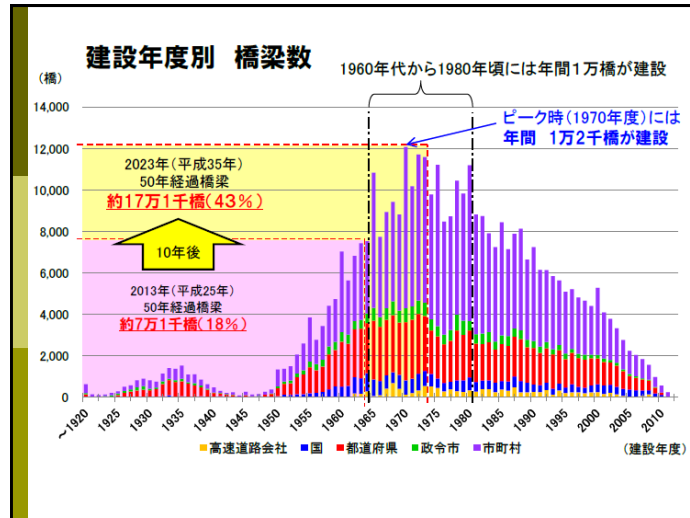
ワトキンスレポート 1956年(昭和31年)

『The roads of Japan are incredibly bad.

No other industrial nation has so completely neglected its highway system.』

(日本の道路は信じがたいほど悪い。工業国にしてこれ程完全にその道路網を無視してきた国は他にない。)

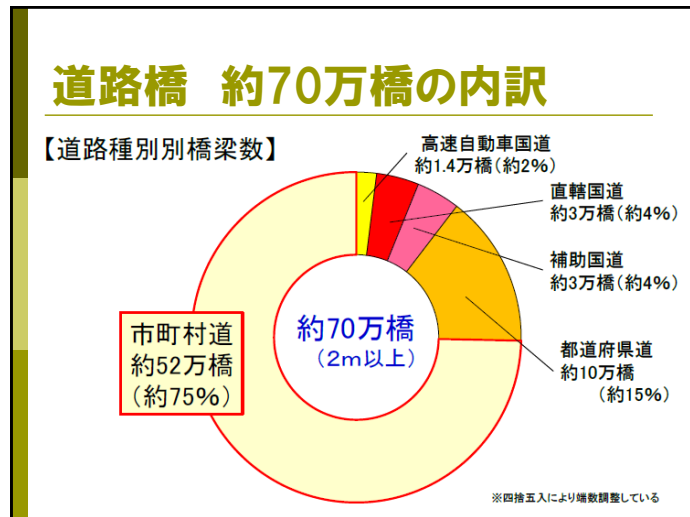
もはや戦後ではない ⇒ 道路整備計画へ



道路橋の実状

- 道路橋 約70万橋(2m以上)
- 多くは市町村道 約75%
- これらインフラが同時に高齢化

平成25年に橋梁18%が50歳
平成35年に橋梁43%が50歳

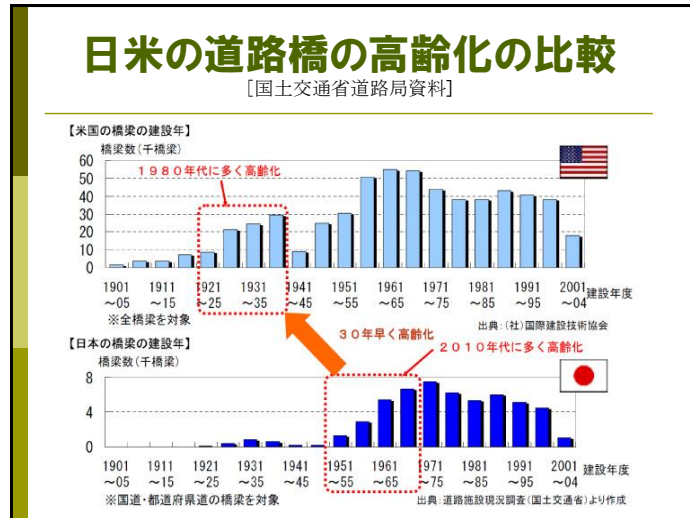


急速に進むインフラの背景

戦後のコンクリートに関連する出来事

- AE剤、減水剤などの混和剤の導入(S23)
- レディーミクストコンクリートの专业化(S24)
- コンクリートポンプの国産化(S25)
- 東京オリンピックに向けた施設整備
- 高度成長に伴う大型プロジェクトの推進

急速に進む技術の変化に対応できず



インフラの高齢化は橋だけではない

《建設後50年以上経過する社会資本の割合》

	H24年3月	H34年3月	H44年3月
道路橋 [約15万7千橋(橋長15m以上)]	約9%	約28%	約53%
河川管理施設 <small>※</small> (水門等) [約1万施設] <small>※設置年が不明な施設は50年以上経過した施設として整理</small>	約24%	約40%	約62%
下水道管きよ [総延長:約44万km]	約2%	約7%	約23%
港湾岸壁 [約5千施設]	約7%	約29%	約56%

- ## すでに老朽化は始まっている
- 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
 - 高架橋のコンクリート片剥落 頻発
- (参考) 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
 - 2013年 高速道路トンネル天井版

鉄筋コンクリート橋の塩害事例



橋梁の寿命について

- 橋梁すべてが50年定年ではない
 - 健全な橋梁を見分け、延命化
 - 延命化より更新が望ましい場合も
 - 予防保全で効率的な延命化を！
- 適切な予防保全とは????

□ 長寿命化に向けた取り組み

- 自治体の対応
国土交通省、広島県ほか
- 大学の対応



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
- インフラ長寿命化計画(行動計画)
平成26年5月21日
- 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 道路分科会

道路分科会の提言(目次)

I 最後の警告

～今すぐ本格的なメンテナンスに舵を切れ

II 道路の老朽化対策の本格実施に向けて

1. 道路インフラを取り巻く現状
2. 国土交通省の取り組みと目指すべき方向性
3. 具体的な取り組み
4. おわりに

* 詳細はHPを参考にしてください。

道路メンテナンス会議

「道路メンテナンス会議」による地方公共団体の取組に対する体制支援

関係機関の連携による検討体制を整え、課題の状況を継続的に把握・共有し、効果的な老朽化対策の推進を図ることを目的に、全都道府県で「道路メンテナンス会議」を設置

体制

- ・地方整備局(直轄事務所)
- ・地方公共団体(都道府県、市町村)
- ・高速道路会社(NEXCO・首都高速・阪神高速・本四高速・指定都市高速等)
- ・道路公社

役割

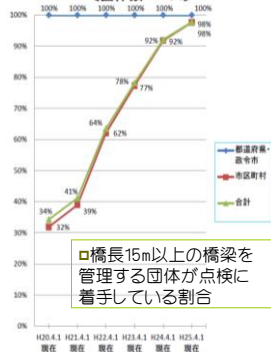
1. 研修・基準類の説明会等の調整
2. 点検・修繕において、優先順位等の考え方に該当する路線の選定・確認
3. 点検・措置状況の集約・評価・公表
4. 点検業務の免注支援(地域一括免注等)
5. 技術的な相談対応 等



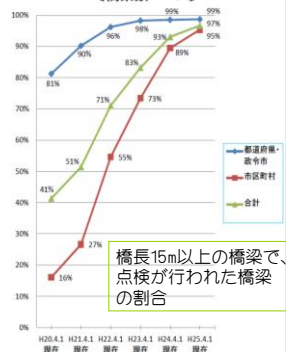
会議状況
(平成26年5月28日 宮崎県メンテナンス会議)

橋梁点検状況の推移

【団体数ベース】



【橋梁数ベース】

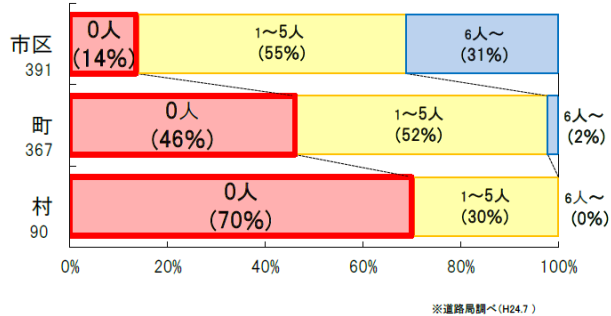


課題は、予算不足と技術者不足

- 点検されているのは橋長15m以上
- 2m以下の橋、建設年の不明な橋は計算外
- つまり、すべての橋梁を点検するのは至難
- 点検方法は近接目視(顕在化したものだけ)
- 目視で劣化が予測できるか?
- しかも、判断できる技術者は不足
- 予算の確保、人材の確保が課題

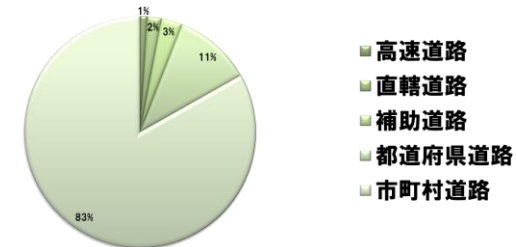
技術者不足の実態

■市区町村における橋梁保全業務に携わる土木技術者数



市町村の管理する道路が大半

全国の道路の管理者比率



高速道路約0.8万km
都道府県道路13万km
直轄道路約2万km
市町村道路102万km
補助国道3万km
全121万km

中国地方整備局の長寿命化計画

目標：長寿命化を目指した新設コンクリートに対して耐久性向上を目指した手引書を作成

検討方法：設計、施工、材料、維持管理を対象に情報を収集
各専門家からアドバイス

スケジュール：平成26年度より

広島県における長寿命化計画

～広島県長寿命化技術活用制度～

目標：長寿命化に資する技術の開発、活用を推進し、維持管理コストを軽減する。
対象は点検、診断、補修・補強技術等

進め方：提案技術の申請⇒評価⇒登録⇒活用

スケジュール：平成26年度から

* 広島県のHP参照

広島工業大学の取り組み

経済的な点検・診断を目標

- インフラの簡易点検方法の検討
 - 呉市地域活性化の一環として実施
 - 小規模橋梁に対する調査の提案
- ⇒ 具体的な事例として後で紹介

橋梁の長寿命化について

- 各自治体の方針を明確にする。
- 小規模橋梁を見捨てない策とする。
- 点検と診断を組み合わせる。
- 損傷が顕在化すると即対応
- 損傷の手前での予見が必要
- 本来の予防保全を目指す。

□ コンクリート診断のあり方

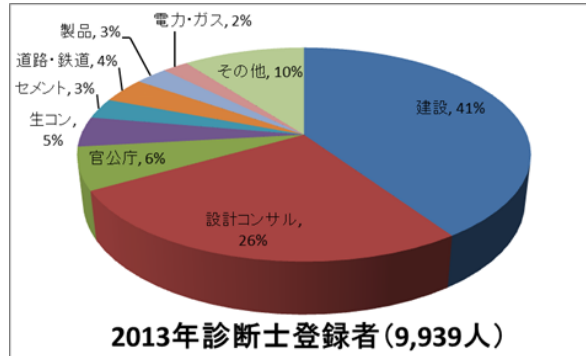
- 点検できるのはだれか？
 - 診断できるのはだれか？
 - 費用を負担するのはだれか？
 - 補修・補強をするのはだれか？
 - 費用を掛けない策が必要
- 簡易な点検、専門家による診断と対応

コンクリート診断士の活用

- 2001年コンクリート診断士制度を設立
- 2015年4月 11,105名が登録
- 内訳

全国（中国地方・広島県）	
公官庁	794名（68名・19名）
コンサル	2,621名（249名・116名）
建設会社	4,431名（248名・127名）
- コンクリート診断士の活用に期待

コンクリート診断士の職業区分



コンクリート診断技術者の育成

(広島県コンクリート診断士会の研修会)



点検・診断のシステムを確立

□ 効率的な点検

専門家によらず、経費を掛けない。

□ 効率的な診断

少ない専門家を有効に活用する。

□ 効率的な延命化(補修・補強)

早期の対応が功を奏す。

⇒ **江良氏の講演**

簡易点検に無人ヘリの活用



通行止めをしないで近接目視が可能になる。
活用には安全な運用が必要。

写真:ルーチェサーチ提供

遠隔操作可能なポールの活用



超軽量のポールの先端に
自動姿勢制御できるカメラ
カメラは遠隔操作・自動転送

写真:ルーチェサーチ提供

遠隔操作できる水中カメラ



ダイバーに寄らない目視点検

写真:ルーチェサーチ提供

□ 橋梁点検は斯くありたし

- 安全・安心のために保全は必須
- 橋梁の点検は始まっているが・・・
- 早期の点検(予防保全)が決め手
- しかし、経費と技術者の不足が課題
- 点検は広く、診断は専門家に委託

小規模橋梁に視点

- **点検**は、費用を掛けない
⇒ 小規模橋梁には簡易な点検
- **診断**は、専門家による
⇒ 最低限必要な項目
⇒ 環境に応じた調査項目
⇒ 簡易カルテの提案

調査対象の町(豊町)

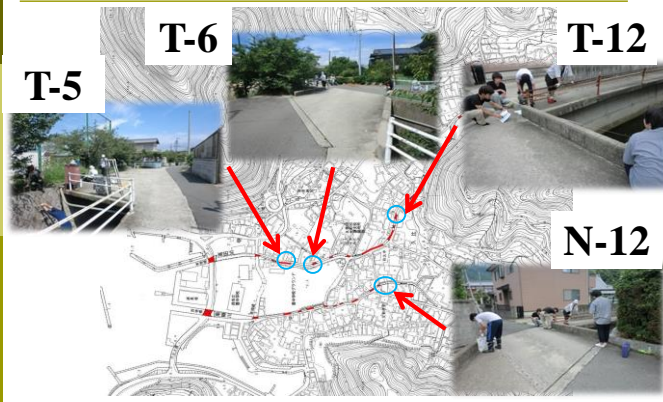


調査対象の橋梁

- ▶ 呉市豊町(大崎下島)
 - ⇒ 海岸近くは塩害劣化
 - ⇒ 河川上流は中性化劣化
- ▶ 河川に沿った小規模橋梁
 - ⇒ 橋長の短い無名の橋梁
 - ⇒ 過去に調査の形跡なし

*** 代表的な数橋で実験**

調査対象の橋梁



調査研究の方法

1. 対象とする橋梁の選定
2. 劣化因子の特定(塩害・中性化)
3. 設計・施工記録調査(履歴書)
4. 対象橋梁ごとの調査計画立案
5. 調査項目の選定
6. 調査の実施
7. 調査成果の整理・分析
8. 診断カルテの提案

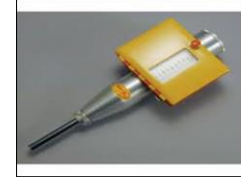
調査項目と方法

- 目視・打音検査(ハンマー)
 - 強度推定(リバウンドハンマー)
 - 中性化深さ測定(ドリル法)
 - 塩化物イオンの侵入深さ
- ⇒ 簡易カルテの提案

調査方法(1)

◆ 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



◆ 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φ8mm、最大で5cmまで
フェノールフタレイン溶液で判断



調査方法(2)

◆ 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



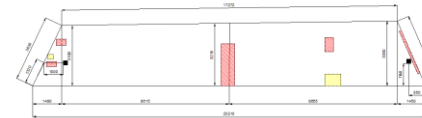
コンクリート粉末の採取状況



簡易塩化物イオン濃度測定器具

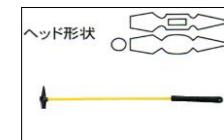
外観調査

- ◆ 橋梁寸法測定 メジャーからCAD図面
⇒ 劣化箇所の記入



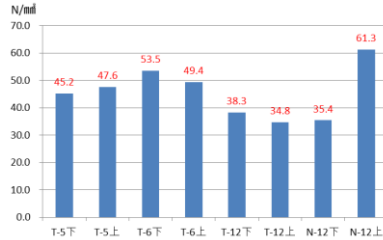
◆ 打音調査

ハンマーを使用



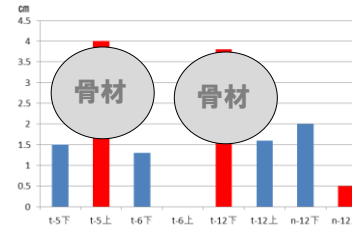
コンクリートの強度推定

リバウンドハンマーによる反発硬度から推定



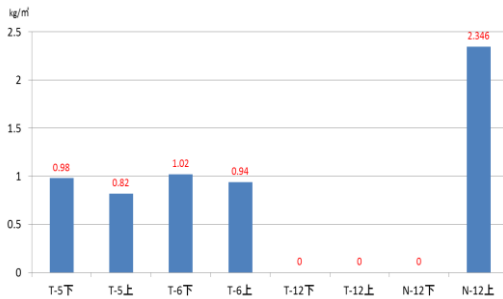
- 変動は少なく、平均を大きく外れた値はなし。
- 部材内で変動の大きな橋梁も存在。

中性化深さの評価



- ✓ 同じ橋梁で中性化深さに大きな幅。⇒ 骨材の影響
- ✓ 中性化深さは1.3～2.0cmの範囲と判断。
- ✓ かぶり厚さから考え、補修の必要な時期は、20年後。
- ✓ 中性化深さは河口からの距離との相関なし。

塩化物イオン量の測定結果

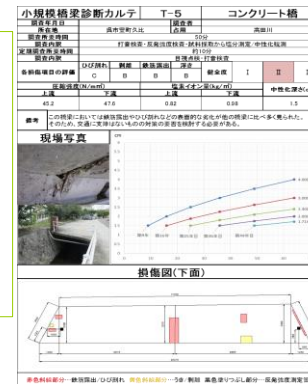


N-12の上流側の塩化物イオンは2.3kg/m³ ⇒ 要再調査

簡易診断カルテの提案

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

カルテの内容

- 損傷図
- 現場写真

橋梁点検のあり方

- すべての橋梁を点検・診断・延命化する。
- 点検は定期的を実施し、変化を見る。
- 目視点検の限界を知り、判断は専門家。
- 損傷が表面化する前に予防保全を。
- 補修・補強は早めに対応。
- 維持管理で延命化

タウシュベツ橋梁(北海道)



凍結融解の繰り返しにより崩壊のおそれ

通称軍艦島(長崎県・端島)



維持管理をしないと崩壊の恐れ

おわりに

- 歴史に残るコンクリート構造物は多い。
- 維持管理をせず劣化した構造物も多い。
- 手をこまねくより、手を尽くすべし。
- 完璧な対策でなくても、何らかの延命化策を講じれば、長寿命化につながるはず。
- まずは、診てみよう。