

## 維持管理時代における 官・民・学の役割

十河 茂幸  
広島工業大学 工学部

## 話の構成

- 維持管理時代の実状
- 官の役割～長寿命化シナリオ
- 民の役割～診断と延命化技術
- 学の役割～万民に役立つ提案

## タウシュベツ橋梁(北海道) 1937



糠平ダム(1956年)に沈む橋梁

## タウシュベツ橋梁(北海道)



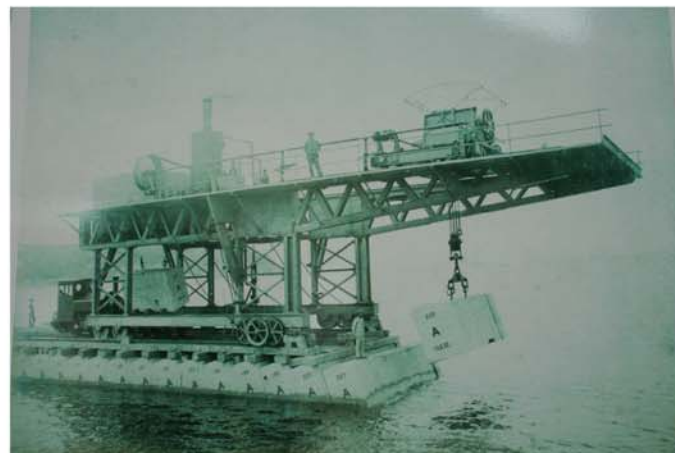
凍結融解の繰り返しにより崩壊のおそれ

## □ 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

## 小樽港北防波堤の建設



## 小樽港北防波堤(1908年)



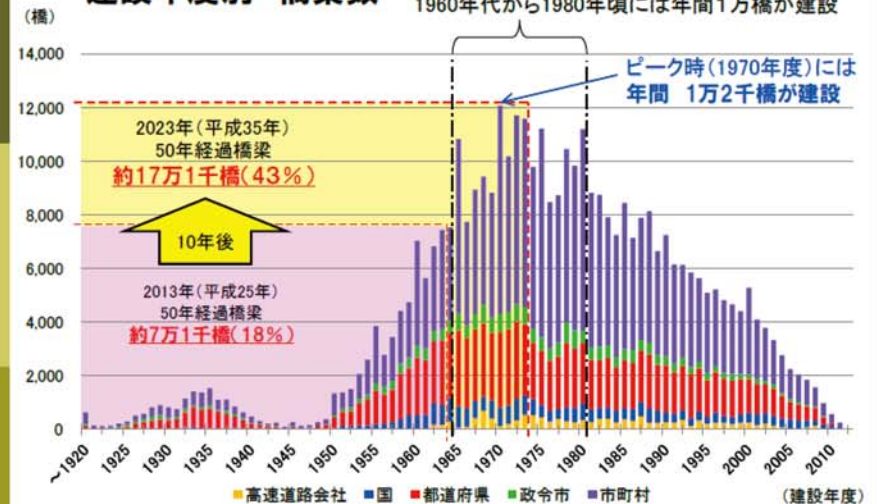
## 琵琶湖疏水11号橋(1903年)



## 本庄水源地堰堤(1918年)



## 建設年度別 橋梁数



## □ 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專業化(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

## インフラの寿命は？

- 寿命はすべて50年ではない
- 健全なインフラを見分け、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！
- 予防保全の段階も考慮が必要

## 鉄筋コンクリート橋の塩害事例



## □ 維持管理時代の官の役割

- まずは、予算の確保  
社会資本整備の責任者として
- 次に、技術者の確保  
第三者の活用も重要
- 最後に、システムの構築  
長寿命化策の推進に期待

## 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

## 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

## 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

## インフラの長寿命化策について

- 民の理解を求め、予算を確保
- 技術者の育成より第三者の活用
- 安価な点検と確実な診断の組合せ
- 損傷が顕在化すると即対応
- 損傷の手前での予見が目標
- 本来の予防保全を目指すべし

## □ 維持管理時代の**民**の役割

- 経済的な点検技術の提案  
点検は広く、浅く、安価に
- 効率的な診断技術の提案  
診断は専門家の手で確実に
- 費用対効果を考えた補修技術の提案

## 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

## 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

## 遠隔操作できる水中カメラ



ダイバーに寄らない目視点検が可能

写真：ルーチェサーチ提供

## コンクリート診断士の活用

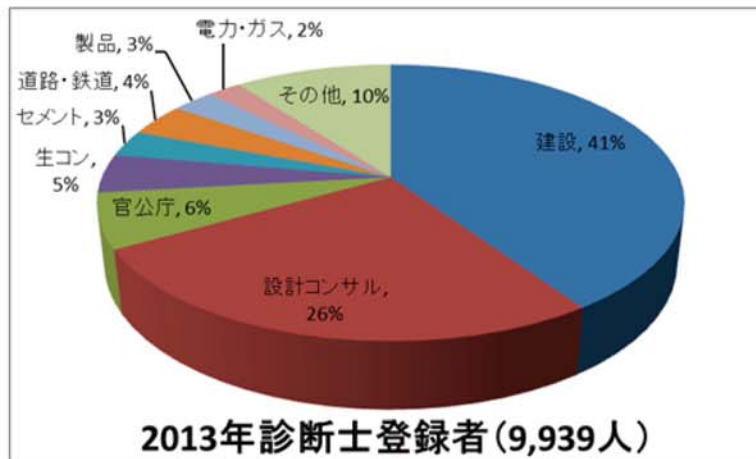
- 2001年コンクリート診断士制度を設立
  - 2015年4月 11,105名が登録
  - 内訳 **全国**（中国地方・**広島県**）
    - 公官庁 **794名**（68名・**19名**）
    - コンサル **2,621名**（249名・**116名**）
    - 建設会社 **4,431名**（248名・**127名**）
- **コンクリート診断士の活用に期待**

## コンクリート診断技術者の育成

（広島県コンクリート診断士会の研修会）



## コンクリート診断士の職業区分



## 点検技術・診断技術の提案

- 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。  
**日新月歩の補修技術に期待**

## □ 維持管理時代の**学**の役割

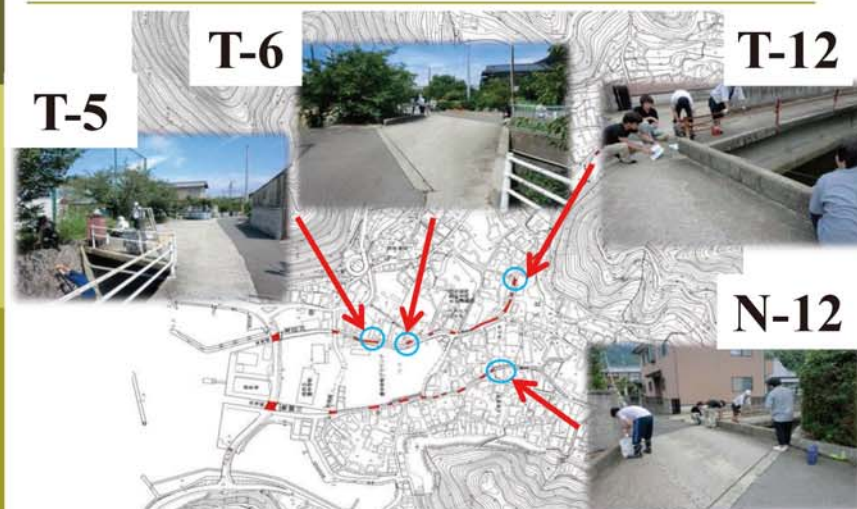
### □ 耐久性の評価

JCI長期性能シミュレーションソフト  
「LECCA」、JSCE維持管理編など

### □ 営利を目的としない研究

各種の試験方法の簡素化  
たとえば、耐凍害性、中性化抵抗性等

## 調査対象の橋梁



## 広島工業大学の取り組み事例

### □ 営利を目的としない研究

耐久性評価試験の簡素化

凍結融解試験の簡素化

ブリーディング試験方法の簡素化

### □ 小規模橋梁に対する調査の提案

学生にできる橋梁点検

## 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

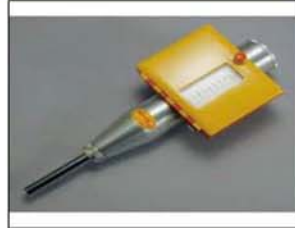
⇒ 簡易カルテの提案



## 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



## 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。

## 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

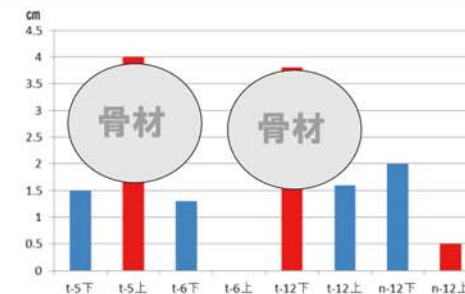


コンクリート粉末の採取状況



簡易塩化物イオン濃度測定器具

## 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。

## インフラ点検のあり方

- 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。
- 適切な維持管理で延命化。

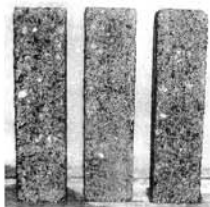
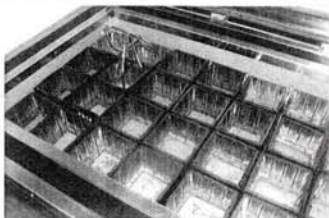
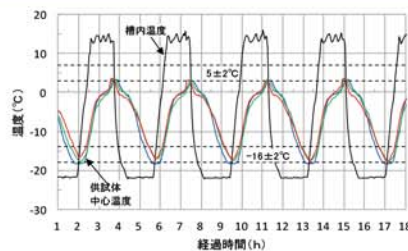
## 凍結融解の簡素化の概要

粗骨材の最大寸法に  
応じた供試体寸法  
100mm各を75mm各に  
↓  
容積は 1/2.4  
↓  
10kgが4kgに  
供試体の増加も可能



⇒ JISの試験方法を簡素化する効果は、  
試験機関全体の合理化になる。

## 凍結融解試験方法の簡素化



苦労作業を軽減

↓  
供試体の寸法  
□100×400  
↓  
□75×300

## ブリーディング試験方法の簡素化

現行JISの試験方法: 供試体の寸法は、  
直径250mm、高さ250mm  
約13Lの試料が2個

試験における課題は、  
長時間の測定と測定  
終了時の試料廃棄



Φ150mm×300mmの  
捨て型枠の利用を提案



## □ 維持管理時代の役割(まとめ)

- **公官庁は最適化を考える**  
予算を確保し、システム化
- **民間は経済的な技術の提案**  
点検はやすく、診断は確実に
- **学の役割は全体最適の研究**  
利益を追求しない研究も重要

## おわりに

- **歴史に残る構造物は多い。**
- **維持管理で延命化は可能。**
- **早期の点検、診断、補修が必要。**
- **完璧な対策でなくても、対応を。**
- **今後の設計は維持管理を想定。**
- **望むは、安全、安心、快適な社会。**