

## 劣化損傷の特徴と対策

### ～コンクリート橋～

土木・環境しなの技術支援センター 理事  
長野ジオテック研究所 代表 塩入信一  
APECエンジニア(Civil)  
技術士(総合監理部門、建設部門)  
長野県コンクリートアドバイザー  
電話090-4460-0132,メールs.s.zitech@gmail.com

## 自己紹介

昭和55年 長野県土木部入庁

箕輪ダム(H=72m)の担当者

浅川ダム 浅川ループ橋 設計施工担当

篠ノ井跨線橋など PCポステン橋補修工事 RC構造物補修工事

長野県生コン 広域ASR調査 骨材岩種とASR機構

平成27年度 木曾建設事務所長で長野県退職

平成31年度 長野ジオテック研究所開設  
(コンクリート構造物補修のコンサルティング)

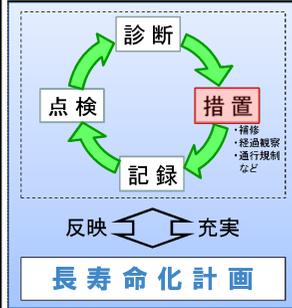
## 講義の構成

1. メンテナンスサイクルとその背景
2. 中性化、凍害、塩害、ASR、土砂化
3. コンクリート橋の補修・補強概要
4. 施工・維持管理の留意事項
5. 劣化損傷の特徴と対策～コンクリート橋～

## 1. メンテナンスサイクルとその背景

# (1) メンテナンスサイクル (H26. 4)

(道路管理者の義務の明確化)



## 【措置】

点検・診断結果に基づき、以下の措置を実施

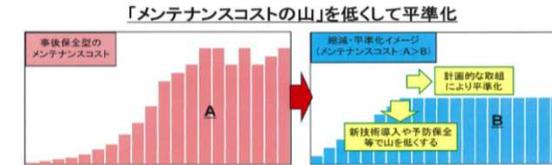
- ・ 損傷の原因、施設に求められる機能、ライフサイクル等を考慮して修繕計画を策定し、計画的に修繕を実施
- ・ すぐに措置が必要と診断された施設について、予算や技術的理由から、必要な修繕ができない場合は、通行規制・通行止めを実施
- ・ 人口減少、土地利用の変化など、社会構造の変化に伴う橋梁等の利用状況を踏まえ、必要に応じて橋梁等の集約化・撤去を実施



出典：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 社会資本整備審議会 道路分科会）

## メンテナンスサイクルの背景

1. **維持管理の必要性**：コンクリート構造物は、メンテナンスフリーではなく、その機能を保ってゆくにはメンテナンスが必要であることが改めて認識された。
2. **道路管理者責任の増大**：笹子トンネル落盤事故などで、道路管理者の民事責任、刑事責任が問われた。常にインフラの状態を把握し、緊急災害を防止する。  
○S60大東水害訴訟趣旨：道路管理者は道路を随時止める権限を有するため、道路管理者の責任を問うことができる。  
○笹子トンネル：ネクスコ社長などを書類送検、不起訴
3. **補修の平準化**：今後予想される莫大な費用と作業量の平準化を図る。



## インフラの維持管理に関する事故などの経過

2004. 3	橋の点検要領改正	国は義務化、自治体は努力義務
2007. 6	木曾川大橋斜材破断事故	
2012. 7	社会資本メンテナンス戦略小委員会	
2012. 12	笹子トンネル天井版崩落事故	9人死亡、ネクスコ社長ほか執行猶予
2013. 11	インフラ長寿命化基本計画策定	インフラメンテナンス元年
2014. 7	構造物の定期点検要領	国や自治体が管理する2m以上の橋や全てのトンネルで定期点検義務化
2016. 11	インフラメンテナンス国民会議成立	
2019. 2	道路橋、トンネルの定期点検要領改定	ロボットなどの新技術の導入を促す
2019. 4	2順目の定期点検開始	点検後の予防保全が課題

## 旧健全度区分例（塩害例）

劣化過程	定義
潜伏期	鋼材のかぶり位置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
進展期	鋼材の腐食開始から腐食ひび割れ発生までの期間
加速期	腐食ひび割れ発生により鋼材の腐食速度が増大する期間
劣化期	鋼材の腐食量の増加により耐荷力の低下が顕著な期間

### ■健全性の診断の区分(道路橋)

区分		定義
I	健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

出典：橋梁定期点検要領 平成26年6月 国土交通省道路局 国道・防災課

### 施設点検方法の比較

道路橋点検方法	特定土工構造物点検方法
国が定める統一的な基準により、5年に1度、近接目視による全数監視を実施	5年に1回を目安として、道路管理者が適切に設定・・・近接目視はより行うことを基本

特定道路構造物の方が管理者責任が小さい

### 施設点検時 健全性の比較

道路橋 定義	判定区分	特定土工構造物 定義
道路端の機能に支障が生じていない状態	I 健全	変状はない、もしくは変状があっても対策が必要ない場合
道路端の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態	II 予防保全段階	変状が確認され、変状の進行度合いの観察が一定期間必要な場合
道路端の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態	III 早期処置段階	変状が確認され、かつ次回点検までにさらに進行すると想定されることから構造物の崩壊が予想されるため、できる限り速やかに措置することが望ましい場合
道路端の機能に支障が生じている。又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態	IV 緊急処置段階	変状が著しく、大規模な崩壊につながる恐れがあると判断され、緊急的な措置が必要な場合

見守り状態がある

措置を行う必要がある

措置を行う必要がある

### 用語の説明

措置 ———— 対策 (補修・補強, 撤去)

措置 ———— 監視 or 通行規制・通行止め

点検または調査結果に基づいて、道路橋の機能や耐久性等を回復させることを目的に、対策、監視を行うことを言う。

**補修**：第三者への影響の除去あるいは、美観や耐久性の回復もしくは向上を目的とした対策。ただし、建設時に構造物が保有していた程度まで、安全性あるいは使用性のうちの力学的な性能を回復させるための対策も含む。

**補強**：建設時に構造物が保有していたよりも高い性能まで、安全性あるいは、使用性のうちの力学的な性能を向上させるための対策。

出典：道路橋定期点検要領 平成26年6月 国土交通省道路局  
道路橋補修・補強事例集 (2012年版) 平成24年3月 社団法人日本道路協会

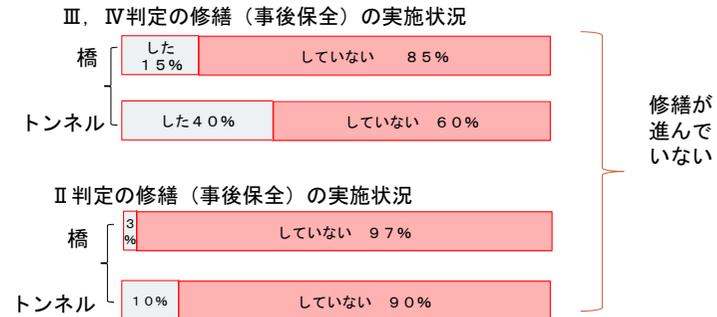
(参考) 道路土工構造物点検要領 H29.9 国土交通省道路局

のり面	切土又は盛土により人工的に形成された斜面
のり面保護施設	人工的に形成された斜面に設置された保護施設 (のり枠、吹付け、擁壁、補強土、グラウンドアンカーなど)
排水施設	雨水や湧水等を速やかに排除する施設 (のり肩排水溝、縦排水溝、小段排水溝、じゃかご、排水孔など)

切土	擁壁	のり枠
盛土	補強土壁	カルバート

## 点検した構造物の修繕状況

2018年度末



## 2. 中性化、凍害、塩害、ASR、床版土砂化

### コンクリート劣化変状の種類

- 中性化、凍害、アル骨（ASR）、塩害、床版土砂化
- 薬害、火災
- クリープ？ 疲労、ひび割れ、すり減り
- 例外・・・初期欠陥、地震、車の衝突

### 中性化 メカニズム

- コンクリートは主成分がセメントであるため内部がアルカリ性であるが、外部からの炭酸ガスの侵入によって中性になると鋼材の不動態被膜が失われ、耐腐食性が低下する。
- 炭酸ガスの多く発生する道路交通量の大きい場所などで影響が大きい。
- 中性化してもコンクリート自体の強度が低下するわけではないので、無筋コンクリートの場合はまず問題にならない。
- 屋外よりも屋内の方が炭酸ガスが濃いため、深部まで中性化する場合もある。
- 鋼材を腐食させ、腐食生成物の堆積膨張により、コンクリートのひび割れ・剥離を引き起こし、耐力など構造物の性能低下を生じる。
- また、ひび割れが発生したコンクリートはさらにCO<sub>2</sub>の侵入を促すため、中性化によるコンクリート構造物の劣化、雨水等の浸入による鉄筋の腐食を加速させることが知られている。そのほか、湿潤状態より乾燥状態の方が、一般に中性化の進行は早い。

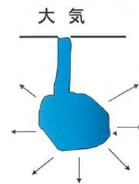


## 中性化 防止対策

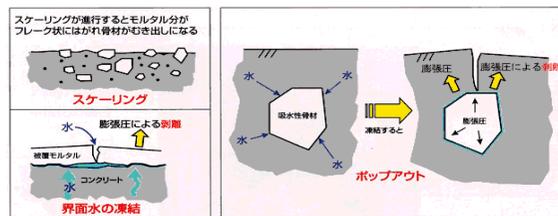
- 中性化における設計・施工面からの予防対策としては、中性化速度を遅らせ、構造物の長寿命化を図ることに重点が置かれる。
- まず、水セメント比の小さい密実なコンクリートは、劣化因子であるCO<sub>2</sub>の侵入を抑える効果がある。また、養生期間を長く取り、コンクリート表面の乾燥を防ぐことも重要である

## 凍害 メカニズム

• コンクリート中の水分の凍結・融解の繰返しにより、凍結時の膨張圧とより深部への水の浸入が発生し、表面のスケーリングや微細ひび割れ、ポップアウトなどが発生する劣化機構。



- フレッシュコンクリートに生じる「初期凍害」とは区別される。



## 亀甲状のひび割れ ポップアウト



## スケーリング



## 凍害 防止対策

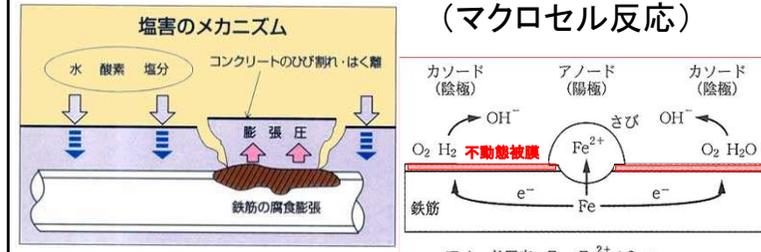
- 防止対策としては、AE剤の使用による適量の空気の連行、水分の供給の抑制、水セメント比を低減し緻密なコンクリートとすることなどが一般的である。
- AE材によるエントレインドエアーを3～6%混入させる。(数 $\mu\text{m}$ ～100 $\mu\text{m}$ 、気泡間隔係数150～200 $\mu\text{m}$ )

## 塩害 メカニズム

コンクリートに侵入した塩分中の塩化物イオンが鉄筋を腐食させ、膨張が生じる。鉄筋の膨張に伴い、コンクリートに引っ張り力がはたらき、ひび割れを生じる。コンクリートのひびは、ますます腐食物質（水、酸素、二酸化炭素、塩化物イオンなど）の侵入を許し、鉄筋の劣化、コンクリートの剥落へと発展する。



## 塩害メカニズム (マクロセル反応)



## 塩害 防止対策

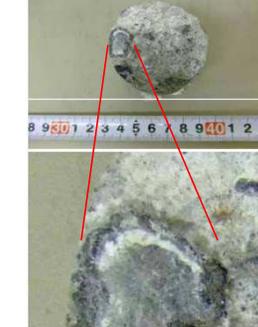
- (新設) 塩害を防止する対策として、かぶりを十分大きくとること、コンクリート表面および鉄筋表面に合成樹脂などのコーティングを施すこと、材料に海砂などの塩化物イオンを含む骨材を使用しないこと、海砂を利用する場合は十分に洗浄したものを使用すること、などが挙げられる。
- (補修) 塩害コンクリート部を取り除き、打ち替える断面補修工、表面塗布工
- (補修) コンクリート内部の塩分を取り除く電気脱塩工、再アルカリ化工、供用中弱い通電による電気防食工等

## アルカリ骨材反応 (以下ASR)

- ASRとは、コンクリートに含まれる
  - ①アルカリ性の水溶液が反応性骨材（砂利や砂）の特定成分と反応し、アルカリシリカゲル  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{SiO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  を生ずる。
  - ②吸水膨張によりコンクリート構造物にひび割れなどを引き起こす。
- (原因) 反応性骨材中に限量以上の反応性珪物の存在
- (原因) 水酸化イオンの濃度が高い



アルカリシリカゲル反応環



## ASR防止対策（新設コンクリート）

○構造物に使用するコンクリートは、アルカリ骨材反応を抑制するため、次の3つの対策の中のいずれか1つについて確認をとらなければならない。

- ① コンクリート中のアルカリ総量の抑制 アルカリ量が表示されたポルトランドセメント等を使用し、コンクリート1m<sup>3</sup>に含まれるアルカリ総量をNa<sub>2</sub>O換算で**3.0kg**以下にする。
- ② 抑制効果のある混合セメント等の使用 JIS R 5211 高炉セメントに適合する高炉セメント[B種またはC種]あるいは JIS R 5213 フライアッシュセメントに適合するフライアッシュセメント[B種またはC種]、もしくは混和材をポルトランドセメントに混入した結合材でアルカリ骨材反応抑制効果の確認されたものを使用する。
- ③ 安全と認められる骨材の使用 骨材のアルカリシリカ反応性試験（化学法またはモルタルバー法）の結果で無害と確認された骨材を使用する。

## ASR対策（補修）

- ・ アルカリ骨材反応は劣化の進行速度が遅いことから、**水などの劣化を早める因子を抑制**して、構造物の延命を図る方法がある。
- ・ 具体的には、ひび割れ注入やコンクリートの表面塗装などである。また、リチウムイオンを主成分とするASR抑制剤を注入する工法がある。リチウムイオンにより骨材周囲のアルカリシリカゲルと吸水膨張制を消失させ、以後の劣化を抑制するものである。
- ・ 劣化反応が進行し、終息に至った構造物に行われる。劣化の生じたコンクリート部分を除去し、新しいコンクリートに打ち代えたり、**鋼板やFRPにより断面の補強**を行うなどの対策が取られる

## ASRの課題

- ・ 「コンクリートクライシス」  
アル骨（正式にはアルカリ骨材反応）は、昭和58年にNHK報道で**コンクリートクライシス**として初めて日本で認識された
- ・ 昭和61年にアル骨（暫定）対策指針が建設省から出されました。したがって、それ以後のコンクリート構造物には一定の条件付きでアル骨は生じにくい生コンと考えて良いと思います。ただし、生コンに使用する**骨材につき、「有害」>「有害でない」>「無害」の3ランク**があり、「有害ではない」まで実務上使用して良いことになっているのはご存知のとおり（「無害」に限ると使える骨材量や骨材の種類が限られるため）。
- ・ しかし、コンクリのためには**「無害」の骨材の方がより良い**ことは知ってほしい。
- ・ 塩害、ASR、凍害、疲労の4項目のうち、塩害は劣化進行が他の項目より早く、**コンクリートの「癌」**と言われていた。今では、ASRが癌と言われる。
- ・ 最近では、鉄筋破断が生じている例が報告され、H15ASR要領を経て**H20にASRガイドライン**が発表されています。
- ・ 異常膨張を起こした構造物の鉄筋破断事例が続々と発見され、新たな注目を浴びている。鉄筋破断に至ったASR構造物の特性については未解明な部分も多く、その実態調査とともに、**メカニズムの解明**や対策手法の確立が急がれている

## JR ASR対策強化（H23. 1）

### 【アル骨対策を変更】

東日本旅客鉄道（JR東日本）はこのほど、アルカリシリカ反応対策を変更・強化した。具体的には、判定区分をJISで規定されている「無害」「無害でない」の2区分ではなく、「無害」「準有害」（従来JISで無害と判定されるもの一部）「有害」の3区分とした



JR東日本がアルカリシリカ反応対策を変更・強化した背景には、**JIS規格に適合した生コンを使用したのにも関わらず、アル骨が原因とみられる劣化が一部で発生しており、ある構造物では劣化破損（過大なひび割れ）が発生した。**

## 床版の土砂化

### 床版のひびわれ、剥離・鉄筋露出

なましろどわばし いわてけんいわてくんいわてまち  
 苗代沢橋: 岩手県岩手郡岩手町  
 平成16年の点検(橋齢:45年時点)で損傷発見 管理者:岩手県

コンクリート製高欄・地震の断面欠損が著しく、床版下面にはひびわれから遊離石灰を伴う漏水が生じていた。このため、直ちに大型車の通行規制を行い、補修を行った。



橋梁名	なましろどわばし 苗代沢橋
路線名	いわてはなごてせん (主)岩手平館線
橋梁位置	いわてけん いわてぐん いわてまち 岩手県岩手郡岩手町
橋梁型式	2径間単純RC橋
橋長	21.1m
全幅員	6.8m
竣工年度	1959年

## 床版の土砂化 苗代沢橋

補修

ひびわれから生じている遊離石灰を伴う漏水の状況

床版の補修状況

完成

床版上のひびわれ部分から進入した雨水によりセメント分が溶け出して骨材だけが残ったもの

床版上面コンクリートの土砂化 (舗装版とリコわし後)

## 床版の土砂化 対策 苗代沢橋

### コメント

当該橋梁は床版防水が設置されていなかったことから、床版の上面コンクリートの土砂化や床版下面の遊離石灰を伴うひびわれを進行させたと考えられます。  
 補修にあたっては、床版上面コンクリートの断面修復後、床版防水工を施工しました(H20補修完了)。点検における床版下面の漏水・遊離石灰、舗装面のひびわれ状況等から、防水機能の低下や土砂化を疑い早期に対処したことで大規模な補修に至りませんでした。

(管理者:岩手県 県土整備部 道路環境課職員)

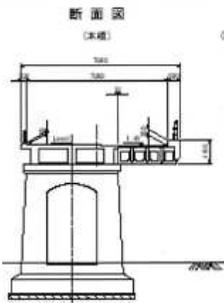
## 床版土砂化 (抜け落ち) 長野県

### 神戸橋の位置

#### ■ 松本市の南部



### 神戸橋 構造図



断面図 (本橋)

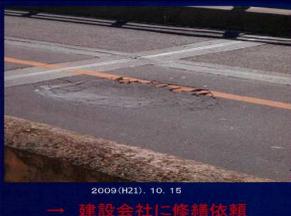
### 鋼板接着の状況



RC床版厚 150mm  
As舗装厚(平均) 100mm  
床版下面  $t=4.5\text{mm}$   
主桁下面  $t=9.0\text{mm}$

桁かけちがい部

### 抜け落ち部の状況

2009/10/16  
→ 建設会社に修繕依頼

### 緊急対応(30日AM)

大雪と早凍りによる道路の閉鎖、通勤通学時間帯への影響の検討

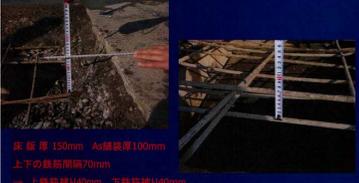


→ 通行による交通解放



2009.10.30 7:00頃

### 抜け落ち部の状況



床版厚 150mm As舗装厚100mm  
上下の鉄筋間隔70mm  
→ 上鉄筋残り40mm 下鉄筋残り40mm

### 今回の事例から学ぶこと

- 劣化メカニズムの推察
  - Asからの浸透水・・・凍結融解
  - 荷重作用・・・車輛の増加、大型化
 ↓  
 床版の土砂化、クラック、鋼板の浮き、錆び  
 ↑  
 鋼板接着補強・・・水分が抜けにくい
- 床版防水の必要性
  - As舗装からCon床版への水の浸入
  - 水分が抜けないと、疲労耐久性が著しく低下することが明らかにされている

床版の防水補修と、適切な排水処理を！

### 3. コンクリート橋の補修・補強概要

#### コンクリート橋の損傷の種類

##### ① ひび割れ

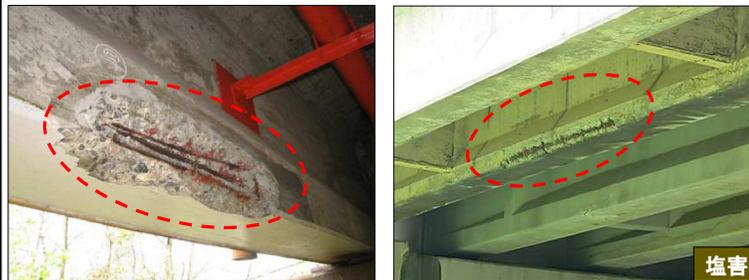
ひび割れとは、外力や変形の拘束、アルカリ骨材反応によるコンクリート内部の膨張圧や、鉄筋腐食の膨張などによって、コンクリート部材の表面にひび割れが生じることである。



出典：国総研資料第829号 道路橋の定期点検に関するテキスト 平成27年3月

##### ② はく離・鉄筋露出

コンクリート部材の表面がはく離している状態をはく離、はく離部で鉄筋が露出している場合を鉄筋露出という。



出典：国総研資料第829号 道路橋の定期点検に関するテキスト 平成27年3月

##### ③ 漏水・遊離石灰

漏水・遊離石灰とは、コンクリートの打継目、ひび割れ部等から、水や石灰分の滲出や、漏出が生じている状態をいう。



出典：国総研資料第829号 道路橋の定期点検に関するテキスト 平成27年3月  
：国総研資料第748号 道路橋の定期点検に関する参考資料(2013年版)-橋梁損傷事例写真集- 2013年7月

④ うき

コンクリート部材の表面付近がういた状態をいう。コンクリート表面に生じるふくらみなどの損傷から目視で判断できない場合にも、打音検査において濁音が生じることで検出できる場合がある。



出典：国総研資料第829号 道路橋の定期点検に関するテキスト 平成27年3月  
 国総研資料第748号 道路橋の定期点検に関する参考資料(2013年版)-橋梁損傷事例写真集- 2013年7月

コンクリート橋の補修方針

劣化・損傷の要因

- ・塩害
  - ・アルカリ骨材反応 (ASR)
  - ・PCグラウト充てん不良
- 等



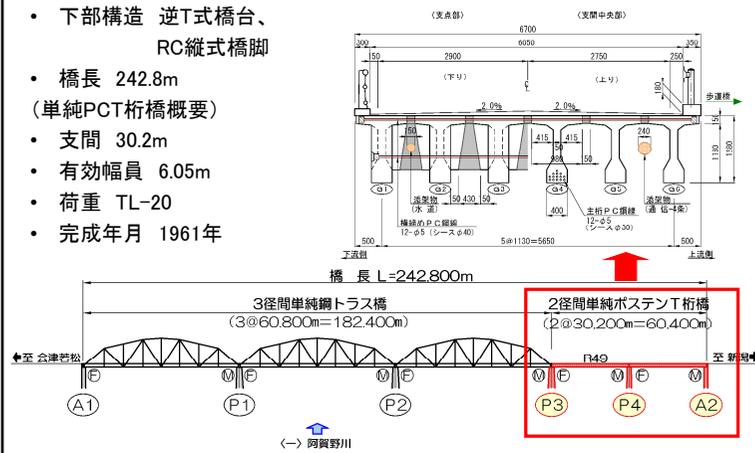
- ・鋼材の腐食進行の抑制
- ・第三者に影響を与える可能性(コンクリート片の落下など)の除去

■ コンクリート橋の補修を行う場合は、劣化・損傷要因とそれらの程度に応じた適切な補修工法を選定しなければならない。

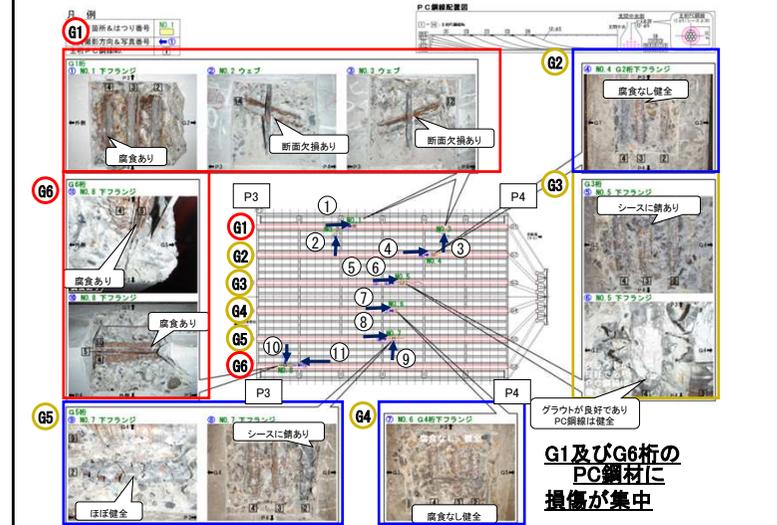
出典：道路橋補修・補強事例集(2012年版) 平成24年3月 社団法人日本道路協会より抜粋

劣化が著しいポステン桁橋の外ケーブルによる対策

- ・ 上部構造 単純鋼トラス橋3連 + 単純PCポストテンションT桁橋2連
- ・ 下部構造 逆T式橋台、RC縦式橋脚
- ・ 橋長 242.8m (単純PCT桁橋概要)
- ・ 支間 30.2m
- ・ 有効幅員 6.05m
- ・ 荷重 TL-20
- ・ 完成年月 1961年



損傷概要 (はつり調査)



### 工法検討

■ 橋梁自体の構造を変更する工法(→採用困難)

- ① 橋脚増設: 河川管理上の制約
- ② 主桁を連結する方法: 中間支点上の死荷重反力増加による下部工への影響等

■ 主桁を直接補強する工法

	連続炭素繊維シート	アウトプレート工法	外ケーブル工法
概要図			
概要	連続炭素シートを接着させ、既設部材と一体化させる工法	緊張材(アウトプレート)を緊張してコンクリート部材に定着する工法	外ケーブル方式のPC鋼材を追加配置してプレストレスを導入する工法
評価	貼付数が10層必要となり、実績も少ない	今回の補強に適したサイズのプレートがない	効果が力学的に明確であり、実績も多い
判定	×	×	○

### 外ケーブルの配置

外ケーブルをG1～G6桁の全桁に配置

■ 塩害を受けたRC中空床版橋のウォータージェットはつり、吹付けによる補修

RC中空床版橋の大断面修復として、はつりロボットを用いたWJ工法および断面修復工は乾式吹付け工法により行っている。

床版下面劣化状況

WJによるはつり状況

乾式吹き付け状況

断面修復完了

出典：道路橋補修・補強事例集（株）オフィススペース 2013年5月

### 下部構造の損傷

① ひび割れ

橋台・たて壁

橋脚・柱

橋脚・張出ばり

橋脚・張出ばり(先端)

## ② はく離・鉄筋露出



凍害を伴う  
ASR劣化事例

スケーリングを伴うため、  
凍害を併発しているとみられる



橋脚・柱 (側面)



橋脚・はり



橋脚・はり

塩害 (凍結防止剤) と  
ASRの複合的な劣化

## 橋台の補修



2004年 (H16)



2007年 (H19)

橋台の  
補修-1

断面修復工  
(t=5cm)



2012年 (H24)

再劣化

■ 断面修復工→ASR抑制効果小  
(大断面の除去が必要)

劣化要因(水)の排除が不適切



2007年 (H19)



2007年 (H19)

橋台の  
補修-2

表面被覆工  
の劣化  
(材料選定注意)



2012年 (H24)

表面被覆工の除去とひび割れ注入

■ 劣化要因(ASR)の地域性を考慮  
反応性骨材の性質より過大な膨張が  
発生、継続する地域では・・・  
表面被覆工→ASR抑制効果小

## ■ 橋台たて壁の部分打替え工



割れ max15mm

橋座付近に水平方向の割れ



橋台の  
補修-3

<施工中>

対策工の目的

- ・ 耐久性および耐荷性能 (地震時の水平抵抗) の回復
- ・ 割れの発生要因を改善
- ・ 劣化促進要因を排除

- ・ たて壁を部分打替え → 橋座筋の継足し
- ・ 伸縮装置の非排水化



打替え部

<完成>

## 橋脚・はりの補修

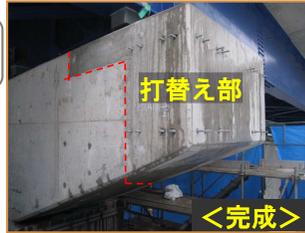
### ■橋脚張出ばりの部分打替え工



- ・耐久性および耐荷性能の回復
- ・割れの発生要因を改善

対策工の目的

はり先端を部分打替え  
→主鉄筋継足し、  
スターラップ配筋



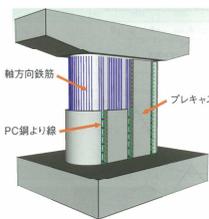
## 橋脚・柱の耐震補強

### 鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強工法

	RC巻立て工法	鋼板巻立て工法
補強写真		
補強内容	段落し、せん断、じん性、曲げ	段落し、せん断、じん性、曲げ
施工性	既設コンクリートの十分な表面処理が必要	狭隘な場所では、施工の制約を受ける場合がある
維持管理	維持管理面で有利	鋼板の防食効果が必要
経済性	一般的に鋼板巻立て工法や繊維材巻立て工法に比べ経済的	RC巻立て工に比べ、経済性に劣る

### ■PCコンファインド工法による耐震補強

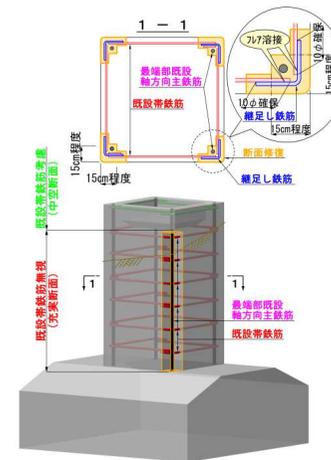
既設橋脚に巻き付けたPC鋼材にプレストレスを導入することにより、水平耐力およびじん性(変形性能)を向上させる耐震補強工法である。



出典：道路橋補修・補強事例集(株)オフィススペース 2013年5月

### ■ASRにより鉄筋破断が発生した橋脚柱の耐震補強

- ・ASRが要因で柱の隅角部にmax10mmの割れ→帯鉄筋の破断
- ・柱のASR対策として、耐震補強も兼ねてRC巻立て工法を採用

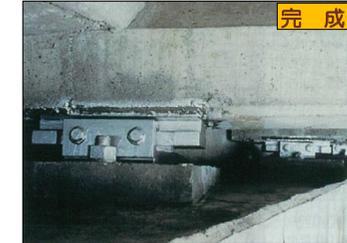


## 支承の補修



出典：道路橋補修・補強事例集（株）オフィススペース 2013年5月

## ■金属溶射による支承の長寿命化



出典：道路橋補修・補強事例集（株）オフィススペース 2013年5月

## 伸縮装置の補修



出典：道路橋補修・補強事例集（株）オフィススペース 2013年5月

## 4. 施工・維持管理の留意事項

## 施工上の留意事項

### 1) 共通

- 施工前に現地寸法、状況、損傷箇所・補修設計範囲を必ず確認する。
- 設計範囲外に劣化・損傷が認められる場合には監督員と協議し、補修の可否を判定する。

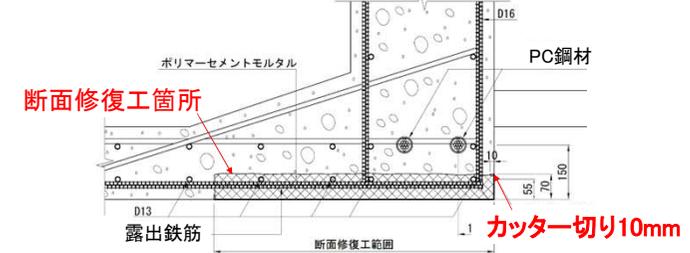
### 2) ひび割れ補修工

- 劣化・損傷状況や使用・環境条件に応じて補修対象とするひび割れ幅を設定する。
- 注入材料は、周辺環境、気象条件および対象ひび割れ幅等を考慮し、選定する。

### 3) 断面修復工

- PC桁の断面修復はPC鋼材、シー스에留意する。また、はつり限界深さを遵守する。
- 鋼材の錆を除去し、補修材料の付着を確実なものとするために、鋼材の裏側までのコンクリートをはつり取る。

- 断面修復箇所端部が薄層となり、補修材料の付着が困難となることを防ぐために、はつり範囲の周囲をカッター切りで縁切りする。深さは10mmとする。



### 4) はく落防止工

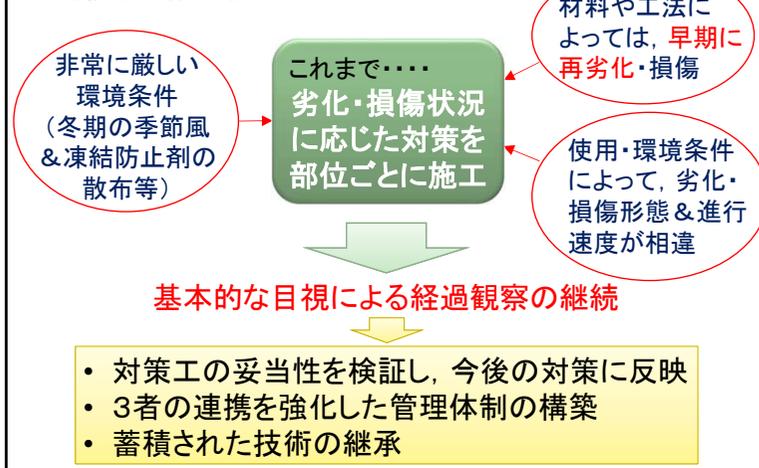
- 施工時期、気象条件に応じて工法・材料を選定する。
- 下処理は目荒し程度で、施工箇所全面に行う。なお、点検ハンマー等でたたき落とせるうきは、たたき落とす。

### 5) 耐震補強工

- 施工前に既設構造物の形状の測定、鉄筋探査等を行い、実際の構造寸法を確認する。また、工場製作を行う部材は現地計測のうえ、加工を行う。
- RCレーダーによる鉄筋探査で既設鉄筋位置が不明確な場合には、コンクリートをはつり、鉄筋を露出させたのちに、アンカー削孔を行うのが良い。
- RC巻立て工法に使用するコンクリートは、部材厚が25cm～30cmと薄く、なおかつ鉄筋が密に配置されることから、流動性の高いコンクリートを用いることを基本とする。
- 打込み前に散水等により、既設橋脚および型枠表面を湿潤状態とする。また、既設表面は十分なチッピング処理を施す。
- 型枠振動機、木槌等により振動を与えることで、コンクリート表面に生じるジャンカや豆板の発生を防止する。
- 湿潤養生を原則とする。
- 型枠脱型後は皮膜養生を施す。コンクリート面に散水し、乾燥を防止する。

## 維持管理上の留意事項

### 1) 継続した維持管理





### 2) 情報の蓄積と管理

橋梁ごとに……  
**補修・補強対策工事を時系列的に整理**  
 ……  
 劣化・損傷の発生要因や対策工の適用性の評価が可能

↓

**合理的な維持管理のための重要な情報**

### 3) 維持管理の確実性を向上させるための対策

**縦方向検査路&下部工検査路の設置が不可欠**

↓

**日常点検, 定期点検 & 災害時の緊急点検を  
 確実かつ合理的に行うことが可能**

### 4) 橋梁を守るための対策

橋梁を壊す  
 最も代表的な因子

**水** と **塩**

両者の影響を無くすことは、  
 自然環境下にある橋梁に  
 対して、ほぼ不可能

↓ 軽減対策 ↓

**橋梁内, 外の水回りの処理に確実性を持たせることが重要**

水が最も集中する  
 桁端部の処理

- 伸縮装置の非排水化 (二次止水機能付き)
- 床版防水層の敷設

## 5. 劣化損傷の特徴と対策

劣化が進む原因→水(塩)

理由: コンクリートには水が浸み込む

説明概要

- ①床版工
- ②橋梁上部工
  - ホロー桁
  - PC桁
  - RC桁
- ③橋梁下部工
  - 橋台
  - 橋脚
 段面補修工
- ④橋梁付属装置
  - 伸縮装置
  - 高欄
  - 排水装置
- ⑤その他

①劣化が進む原因→水（塩）

②コンクリートには水がしみ込む

- (凍害) コンクリート中の水分の凍結・融解の繰返しにより、凍結時の膨張圧とより深部への水の浸入が発生し、表面のスケールや微細ひび割れ、ポップアウトなどが発生する劣化機構。
- (ASR) 反応リムを浸透して骨材内部の未反応シリカ成分と反応するが、水を吸収して生じた水ガラスは反応リムから滲出できないため、反応に伴う体積膨張に由来する膨張圧が骨材内部に蓄積される。
- 塩害 マクロセル反応が進むには、水が必要 **余剰水の存在**

アノード反応： $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$   
 カソード反応： $1/2 O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2 OH^-$

### 長野大町線 青木橋の床板塩害



### 青木橋模式図

- 左岸側の床板塩害が優越

長野側より大町側を見る  
 左岸に残雪が残っている

## 橋梁補修工事の事例 ④川橋

### H24～H25工事の概要

当初図面

73

## 橋梁補修工事の事例

### 試掘の実施

工法・材料の確認

設計変更の検討

## 橋梁補修工事の事例

### H23橋面応急修繕

#### 床版上面の状況

過年度の補修と思われる速硬モルタルの剥離・割れ→その下面に滞水

コンクリートの土砂化

75

## 橋梁補修工事の事例

### 橋面が傷んだ原因の推察

自動車荷重の増大  
計画交通量 4,700 台/日 に対し 8,000 台/日

防水機能の低下によるCon床版への水、及び融雪剤の浸入

水分が抜けないと、コンクリートの疲労耐久性が著しく低下することが明らかにされている

76

## 橋梁補修工事の事例

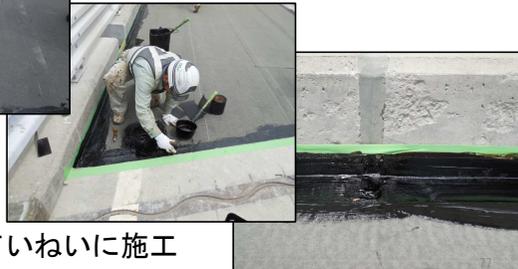
工法・材料の検討

### ④床版防水層をしっかりと施工する



シート系防水

(常温粘着型) を採用



端部処理をていねいに施工

## 橋梁補修工事の事例

工法・材料の検討

### ⑤床版防水上面の雨水を適切に排水させる

床版仕上り(防水層施工後)の縦横断チェック

- ・・・防水層に滞水するところからは排水
- 路面水も速やかに排水できるように
- ・・・維持管理もしやすいように検討



78

## 橋梁補修工事の事例

工法・材料の検討

### ⑤床版防水上面の雨水を適切に排水させる



排水柵・排水管の改善



## 橋梁補修工事の事例

工法・材料の検討

### ⑥伸縮装置からの雨水流下を防ぐ(非排水化)

既設を活かした非排水化はできないか？

- ・・・構造および劣化状況から交換が必要
- 実績、信頼性・耐久性のある形式を検討
- ・・・加えて、非排水型を選定する
- 除雪プラウによる損傷を受けないように

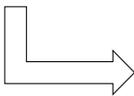


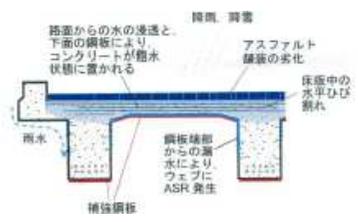
80

松本市G戸橋 松本環状高家線 PC橋 S10竣工



補修後、供用中に床版に穴が開いた！

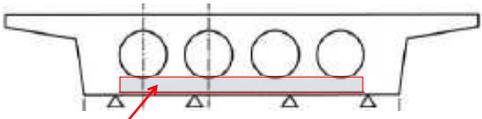





補強鉄板を張ることにより上部から侵入した水が抜けにくくなった。結果、床版に穴が開いたショッキングな事例として紹介された

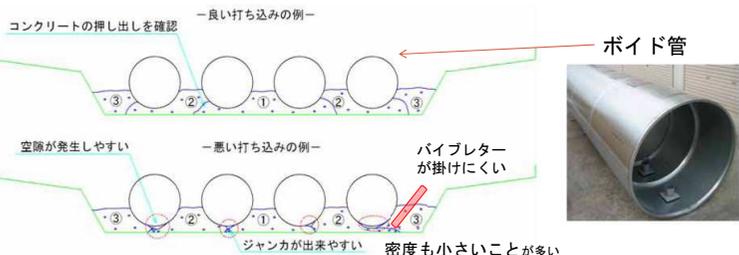
①水がコンクリート内に侵入しないように補修する  
②侵入した水を帯水しないように気を付ける

上部工 ホロー桁



不十分な施工による影響

中空ホロー（現場打ち）の打設方法と施工不良



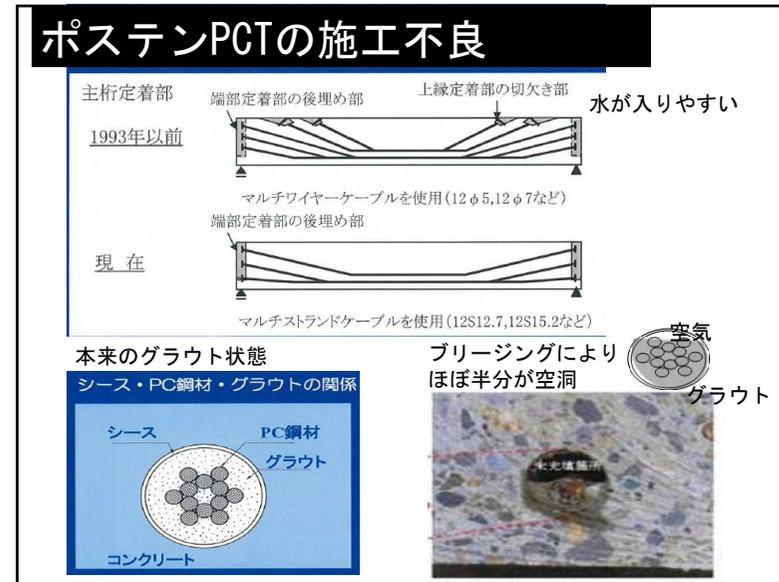
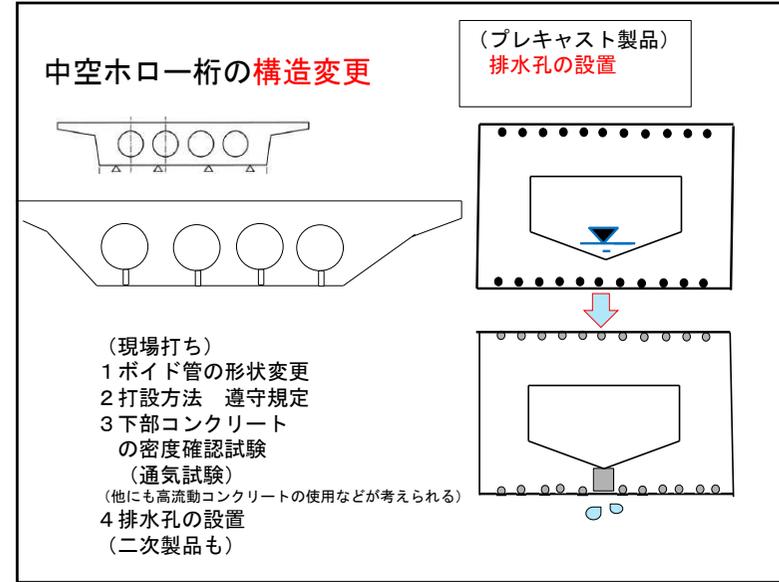
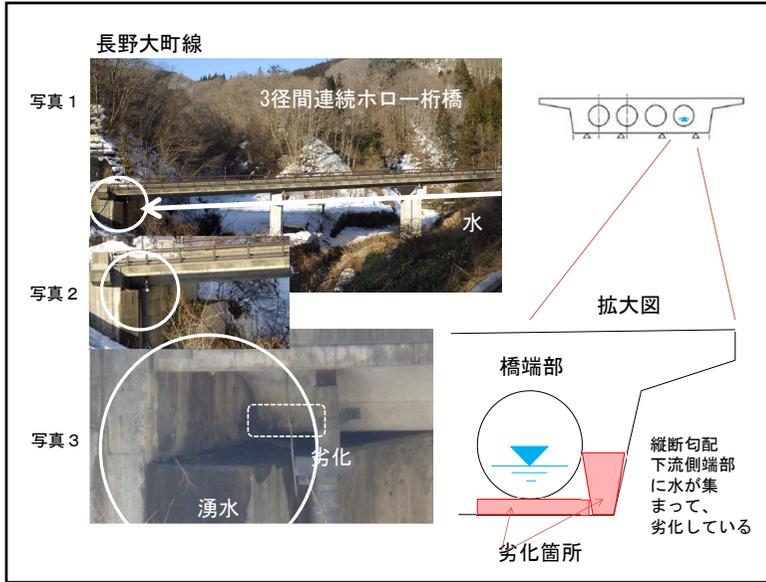




ホロー桁（プレキャスト）裏面のひび割れ 水・塩化物の浸透

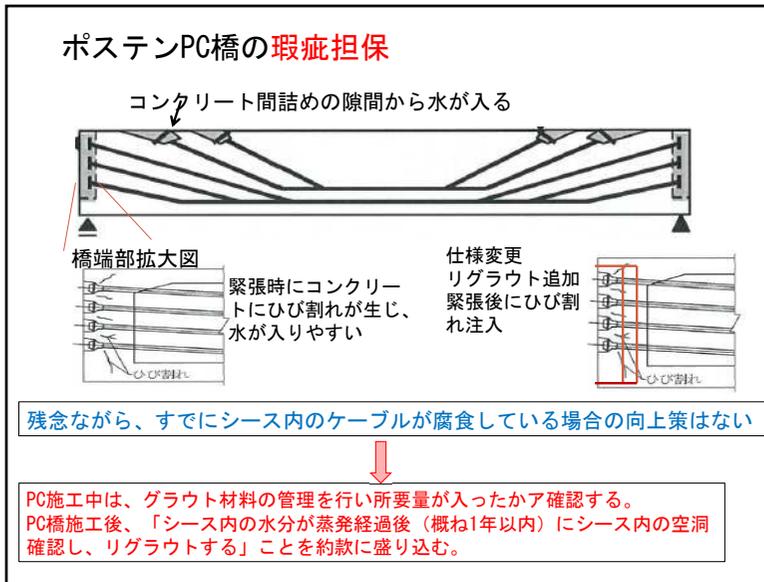
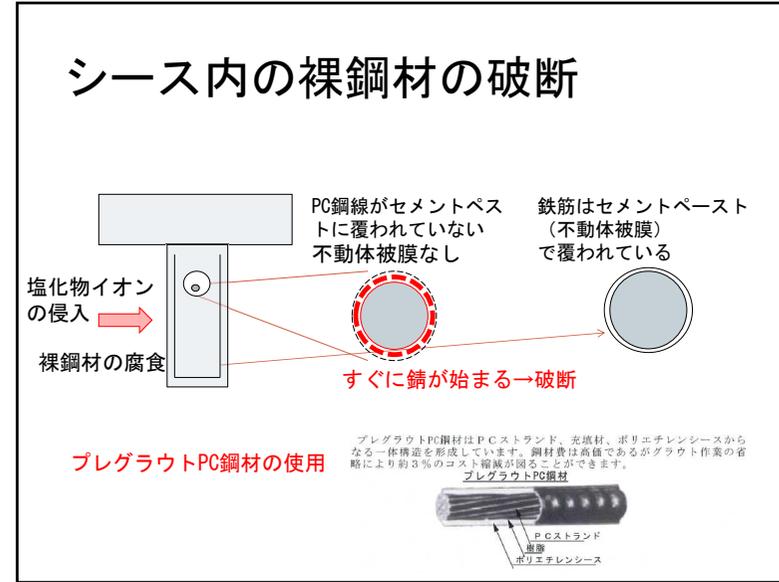
○のき大橋

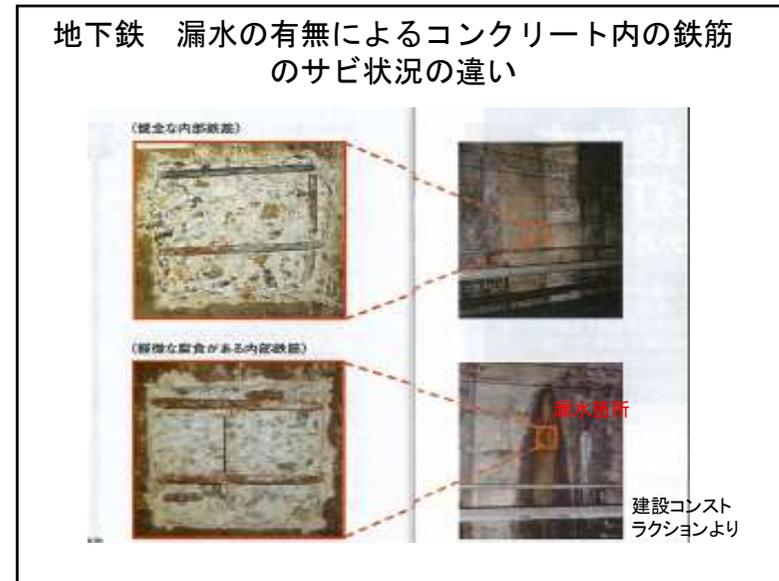
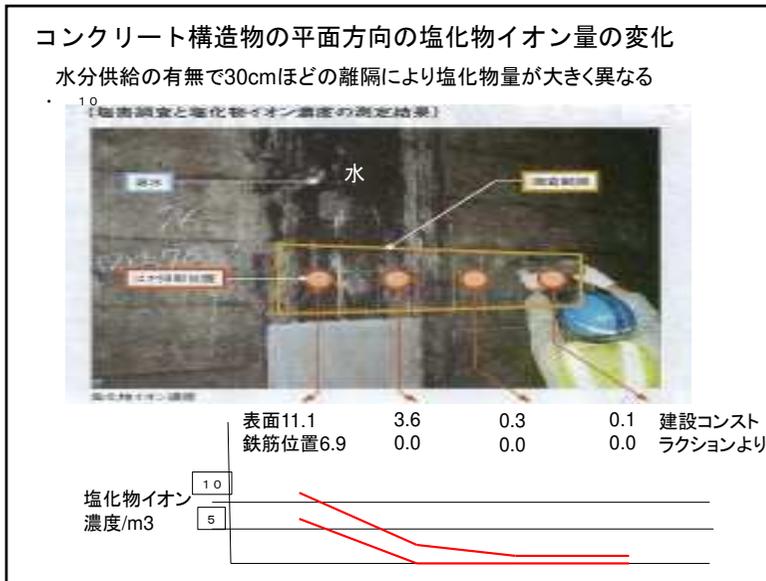
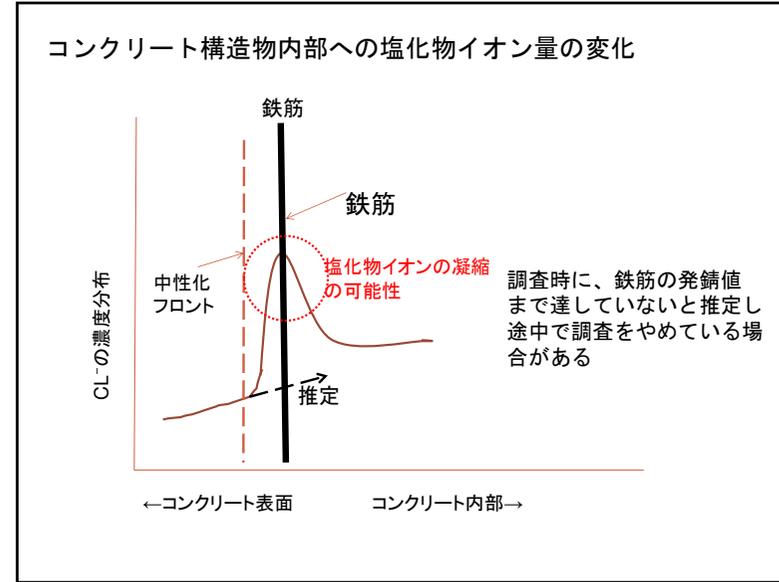
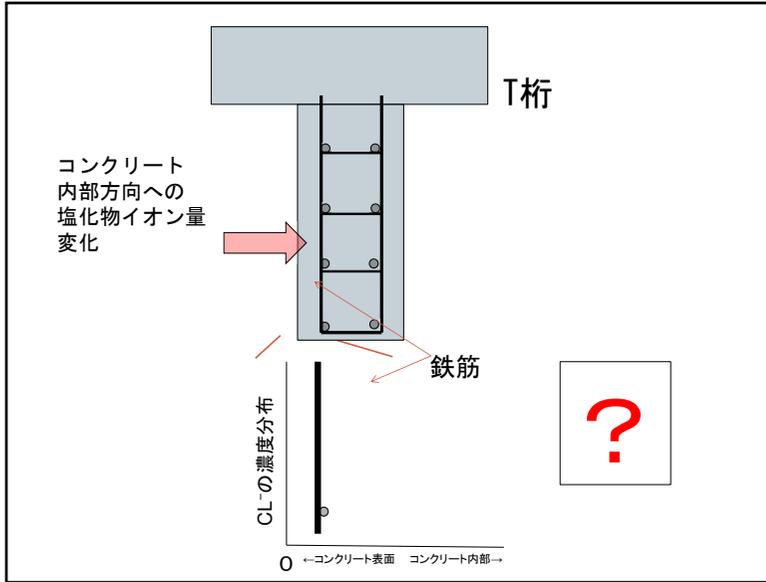
橋台 水



### グラウト充填不足の経緯

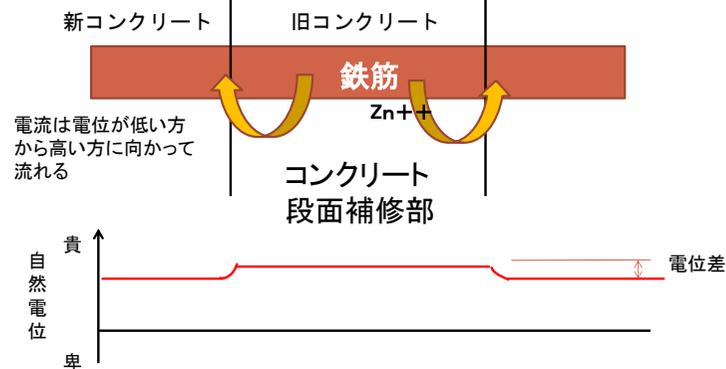
リスク	対象部位	リスク要因	リスクの発生確率				背景
			昭和61年(1986)～昭和62年(1987)	昭和62年(1987)～平成8年(1996)	平成9年(1997)～平成14年(2002)	平成15年(2003)～	
PCグラウト充填不足	曲げ下げ部、定着部	ブリージングの有・無(空隙の発生)	高	高	中	低	1996ノンブリージングが望ましい 2002ノンブリージングが必須 2000年代よりプレミックス材の使用
		PCグラウトの先流れ(空隙の発生)	高	高	中	低	1996粘着性PCグラウトが記載 2002高粘性・粘性PCグラウトが記載
	T桁上縁 箱桁上縁	上縁定着	高	～1994高 1995～中	低	低	支間長2.0m 2.8mで定着方法の使い分け T桁は1994以降すべて端部定着
全体	シース径の拡大	高	中	低	低	シース径の拡大による充填性向上	





### 段面補修による電位差での腐食

【新旧コンクリートの電位差が生じているので、劣化原因を残しておく、  
**補修前より再劣化スピードは大きくなる**】



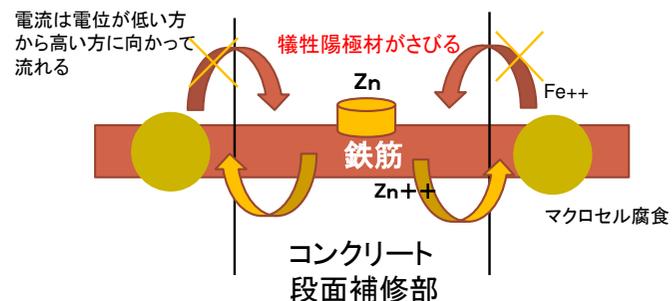
### 塩害再劣化の防止！！！！

補修・補強コンクリートの打込前の検査

- コンクリートはつり後に、**当初設計で考えていた塩分量や鉄筋の状態かどうか十分確認**する。マクロセルなどで局部的に大きく劣化している箇所は別途処理
- 例) 塩化物イオン濃度、鉄筋錆



### 段面補修による電位差での腐食



### コンソーシアムによる断面補修工の施工

- コンクリート内の塩化物イオン量や鉄筋腐食状況は、コンクリートはつり後の調査で、**計画時とは異なった傾向を示す**ことが多い。
- そのため、計画時のまま補修を行うと過大な塩化物量を残して補修を行う時があり、適切な補修になっていない場合が生ずる。
- 改めて調査設計をやり直すときには、入札でコンサルタントを決定するなどの経過時間を要する為、技術者の手が空いてしまい、工事工期も伸びてしまう
- そのため、工事発注時に、工事施工者とコンサルタントが手を組み、工事を受注。はつり後ただちにコンサルタントが再調査し、必要な調査及び設計を行う

# 上部工 附属施設

排水 高欄 伸縮装置 沓座

## 排水柵の施工不良と仕様変更

写真 1

写真 1

コンクリート打設時  
空気泡→水・塩化物残留

振動バイブレータ  
がかけにくい  
コンクリートも十分  
充填されないことが多い（密度不足）

仕様変更

柵の下には  
コンクリートを  
打設しない

## 壁高欄への設計変更

凍結防止剤の巻き込み

鋼製高欄から壁高欄

壁高欄下のコンクリートはきれいで、**水・塩カルが飛散していない**状況が見とれる  
（長野大町線中条村 オリンピック道路）

## 壁高欄と一般高欄 下回りの状況 （長野大町線 中条村・オリンピック道路）

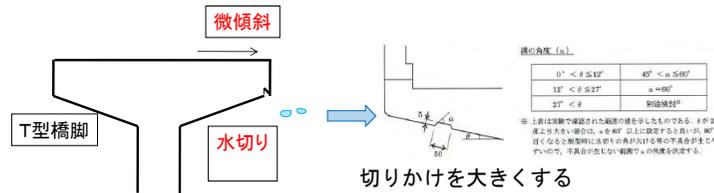
**一般高欄**

地覆が黒色に汚れている

スライムが溜まっている

## 排水装置・その他

例) 橋面水を速やかに橋から河川などに流すための排水ドレーンパイプ、排水弁の増設、防水型伸縮装置の取り換え、T桁雨かかり部水平部の微傾斜施工、水切り設置等  
通常時の排水柵の管理 (ボランティア等活用)



橋面の雨水のできるだけ早い排水、橋以外からの雨水の供給防止

- ①道路部からの雨水を橋梁に持ち込まない  
排水設備の充実、横断排水など舗装のグルーピングなど
- ②橋面からの排水柵の大型化、泥づまりの解消、排水管の大型化、排水管の曲折半径の緩和、排水管の水結ぶまりの防止、こまめな泥などの撤去、橋守の採用

産YZ橋

伊〇〇橋



### d) 橋梁に水が集まらない線形、排水計画

損傷要因が、水処理の不備で発生している事例が多いため、計画、設計段階では、橋面の適切な排水計画だけでなく、図-15に示すよう周辺地形から橋梁に水が集まらない線形や排水計画に配慮する。

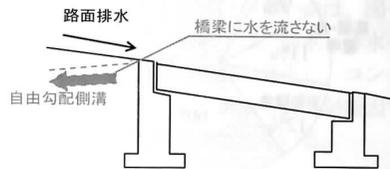


図-15 橋梁に水を集めない構造の対策事例



中部地整2014. 12. 19資料

## 対策事例

対策 支承交換・伸縮継手の非排水化

+ 土工部からの水を橋に流さないようにする



対策事例

対策 支承交換・伸縮継手の非排水化  
+ 土工部からの水を橋に流さないようにする



中部地整2014. 12. 19資料

### 防湿・その他

○橋梁の**通風の確保**

↓  
橋端部の木々草木の除去  
橋端部の簡素な構造、空間の余裕を確保した構造

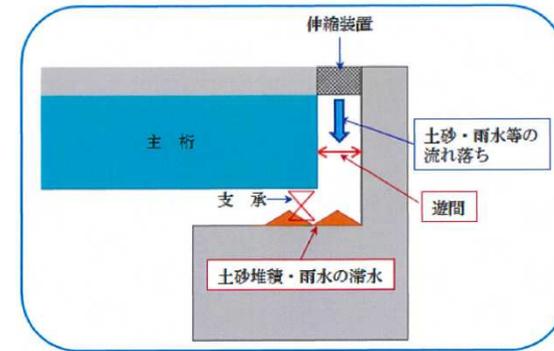


○橋台付近の**維持管理計画の作成**

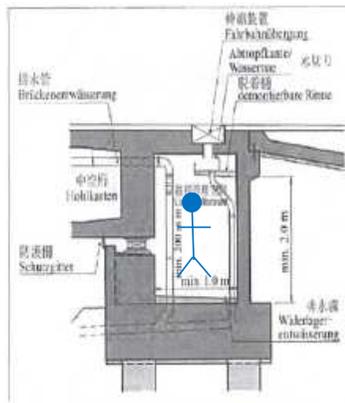
草木が繁茂する前に伐採を行う  
付近の樹木の育ち方を予測（樹木医と協議）して伐採時期を盛り込む



### 橋端部は、狭隘な寸法サイズでは維持管理しにくい



### 欧州の橋端部と伸縮装置



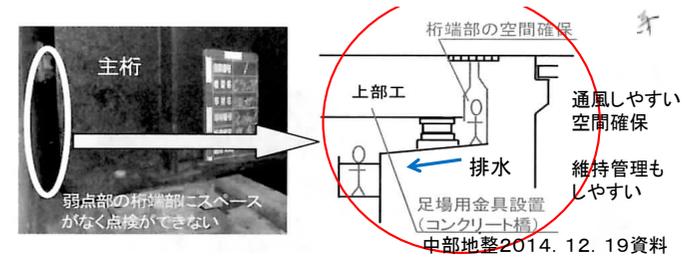
- ①伸縮装置からの土砂流入による、沓座への影響が少ない
- ②防水に対する2重防衛
- ③内部に人が入り目視点検が容易
- ④泥・粉塵の除去が可能
- ⑤部材交換のスペースがある  
塩害などに対するコンクリートの補修が行える

人が入れる！！！！

### 桁端部の構造物 構造仕様変更

#### 寸法スケールを大きく取り

- 1) 維持管理しやすいように（現行でも検査廊は設置可能）
- 2) 通風が十分取れるように
- 3) 自然排水勾配をつけるように（現行でも可能）





(吉田徳次郎博士 1888～1960 東京帝国大教授 談)

・一般的な施工方法よりも余計にお金と時間がかかるひび割れのない  
耐久的なコンクリートの作り方がもう一度見直される必要がありはしないか

・よいコンクリートもセメント・水・骨材を混ぜ合わせたもの

・悪いコンクリートもセメント・水・骨材を混ぜ合わせたもの

・両者の差はコンクリートの知識と施工についての正直親切の程度の  
差からおこるのである

・よって、良いコンクリートを作るには、セメント・水・骨材の  
他に「知識と正直親切」を加えなければならないことになる

講義【現場工事の進め方と丁張セットの仕方】より

## 外側拡幅している事例



拡大写真

軽自動車は外拡幅  
を通るか？



(-)〇〇川  
〇〇橋

## 縦横断補正が望ましい例

○縦断がきつい場合は、工事区間全般に横断勾配を低減する。  
また、道路内側が折れて見えないように、内側路肩を少し上げて

縦横断補正

設計通りに施工した時の  
縦断折れ！！！！

この箇所は縦断が7.7%で  
横断勾配が6%

横断勾配を3～4%程度に抑えたい  
また、道路内側路肩高さを前後  
丁張りとのすりつけがスムーズに  
なるように路肩計画高さを上げるべき

その路肩高さが新しい設計高さになる



### 講習メニュー

#### ○コンクリート施工・維持管理

コンクリート施工段階のひび割れと対策  
コンクリートの劣化変状と対策  
北陸地方のASR対策  
橋梁の補修・補強工法と耐久性向上案  
法面アンカーの維持管理

#### ○土木工事関係

施工管理の目的と実務  
工程管理の進め方  
安全管理の背景と実務  
工事の進め方と現場丁張のセッ  
トの仕方

#### ○地質・地すべり・災害

地質調査の目的と実際  
～構造系との違い～  
地すべり対策の計画と留意点  
大規模災害の課題と復旧  
砂防施設管理の現状と課題

#### ○その他

小谷白馬ジオパークの可能性  
企業の安全衛生管理と人の健康

### 予備診断コンサルティング

○コンクリート橋 予備診断（調査数量の算定） 当面無料

～ご清聴ありがとうございました～

長野ジオテック研究所 携帯 090-4460-0132 塩入  
ziothec\_0606@yahoo.co.jp

## 長野県 ASRの最新情報（生コン）

○長野県建設部 建設事務所の生コン承認願と管内視察により、長野県を概況を述べる。

○今後内容が変わる可能性がある。（暫定）各建設事務所内でも軽微なASR症状は散見された。また、高速道路など多量に凍結防止剤を散布する環境下は除く

各建設事務所から資料提供をいただき感謝申し上げます

本稿では軽微なひび割れを対象としない 概ねC3以上のひび割れイメージを対象とする

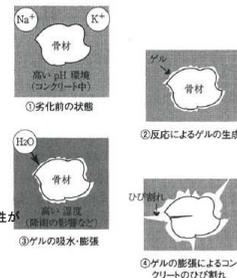
### 観察されたひび割れによる分類

ひび割れ状況	説明	模式図
(a) 角部限定ひび割れ	供試体の角部に限定した局所的な（一面での長さがおよそ50mm未満）ひび割れが一本、または複数ある。	
(b) 単独ひび割れ	供試体の長軸方向に一本、または複数のひび割れがある。同時に、長軸直角方向にもひび割れが認められる場合もあるが、各ひび割れは単独に存在しており、マップ状ひび割れには到っていない。	
(c) マップ状ひび割れ	供試体の長軸方向および長軸直角方向の複数のひび割れが交差したマップ状ひび割れとなっている。	

土木学会集E2（材料・コンクリート）

## アルカリシリカ反応の原因となりうる アルカリシリカ反応による劣化の進行 シリカ鉱物もしくはガラス質物質

反応性を有する物質	化学組成
石英（微晶質・隠微晶質）	SiO <sub>2</sub>
クリストバライト	SiO <sub>2</sub>
トリディマイト	SiO <sub>2</sub>
オパール	SiO <sub>2</sub> ・nH <sub>2</sub> O, SiO <sub>2</sub>
火山ガラス	SiO <sub>2</sub> を含む



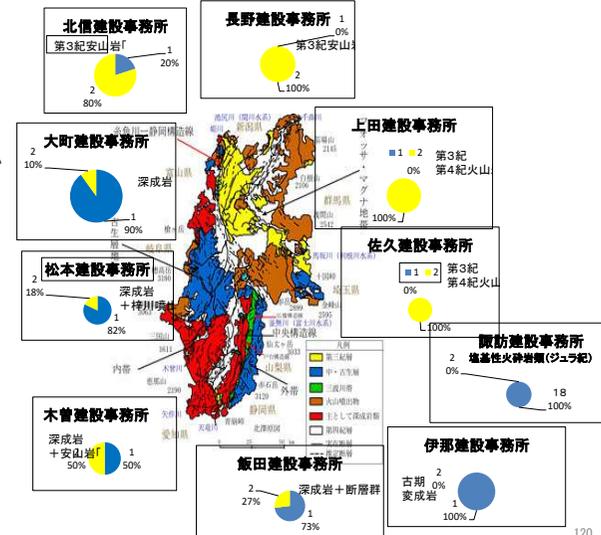
・石英は結晶の大きさが反応の速さが異なると考えられている。ASRが問題になるのは、結晶が細粒（微晶質、隠微晶質）のもの・クリストバライト、トリディマイト、オパール、火山ガラスは、安定性が石英よりも低く、顕著なASRを生じさせる場合がある。

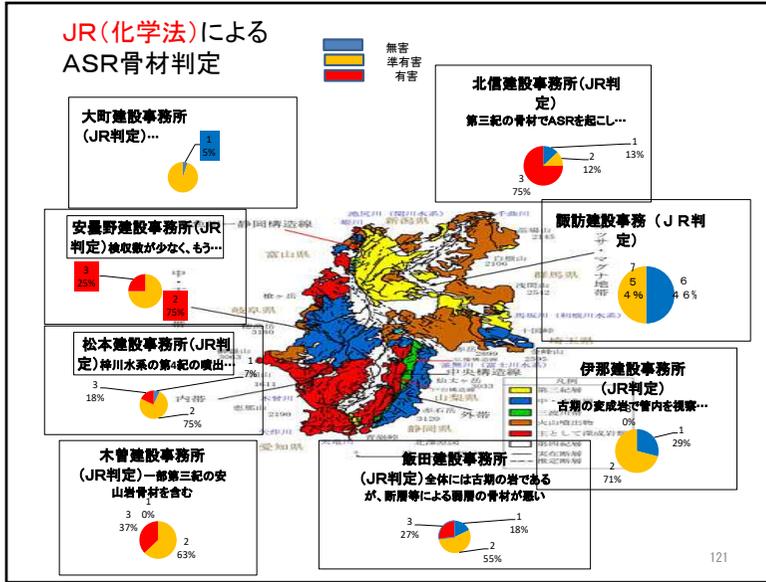
### 反応性を有する骨材の分類

分類	岩種
反応性のおそれのある岩石がほとんど含まない	深成岩類 中新世より古い火山岩類*
岩型によっては反応性のある岩石を含むおそれがある	カンラン岩、ハンレイ岩、花崗岩など 安山岩、デイサイト、流紋岩など
反応性のおそれのある岩石が高率に含まれる	古第三紀よりも古い堆積岩類 変成岩類 ホルンフェルス、片岩など
	漸新世よりも新しい火山岩類 安山岩、デイサイト、流紋岩など

\* 中新世より古い火山岩では、凝成作用の影響で火山ガラス、クリストバライト、トリディマイトなどの高い反応性を有する鉱物等の再結晶化により反応性が低下することが指摘されている。

## JIS化学法によるASR骨材判定





## 北信地方 ASRの特徴

S61 国交省ASR指針後の大きなASRは見られない

平成7年頃(オリンピック前)竣工の橋



122

## Siノ井橋(1993年)

左岸上流側から篠ノ井橋を見る



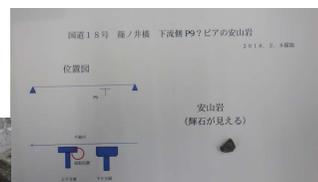
下流側ピアのASR



橋脚のASR



左のピアから取れた安山岩



## Siノ井橋の長野側の橋台



典型的なASR



同時期に施工された岡田排水機上ASR症状は見られない



### 北信地方のS61指針後のASR状況

H29生コン承認願い一覧

- ① 骨材はASRを発生する可能性が高い第三紀安山岩等がほとんど。
- ② 抑制対策として、生コンは原則BBしか使っていない(捨てコンを除く)
- ③ コンクリート内部アルカリ総量を調査すると、例えば、呼び強度21で 1.7kg/m<sup>3</sup>、24で1.9kg/m<sup>3</sup>基準の2.2kg/m<sup>3</sup>未満であるため、ASRは抑制されたと考えられる。

### 北信～中信にかけてのASR特徴

平成10年ごろの施工と思われる。激しいASR症状が出ている。平ダム正面の擁壁(S61以前)にも多発している。



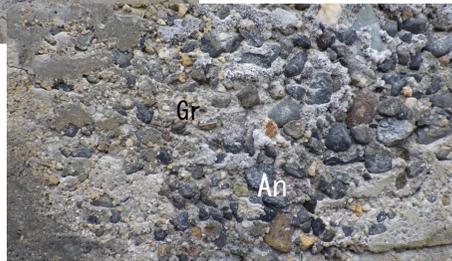
変位も生じている(右)

### 北信～中信にかけてのASR特徴



前ページの擁壁の拡大図

チャートや安山岩と思われる骨材が含まれている



### 平ダム付近の国道19号沿いのASR



平ダムにもASRが散見される

国道19号沿いのASR(左下)と露出骨材(右下)

白い花崗岩が含まれている大町(高瀬川)方面の骨材と思われる



## 大町地方のASRの特徴

広域地質からは花崗岩が主体  
 しかし温湯（ぬるゆ）の骨材：安山岩が混じっている！  
 ：JR判定ではほぼ準有害（中間域）  
 爺が岳の前の小熊山は、流紋岩・安山岩で構成されている  
 ペシマム現象や凍結防止剤散布でASRが発生する可能性がある。



(一) 川口大町線に見られるASR（昭和6年の国交省対策指針以前の構造物）

## (一) 川口大町線 大塩地区 擁壁のASR



コンクリート剥離部とその粗骨材は安山岩で占められている

## 伊那地方のASR特徴

(ほぼS61指針後のASRは見られない)

土砂吐トンネル出口部：  
 水と空気に交互に曝される水利構造物  
 今のところASRの症状は見られない



擁壁：骨材が露出している状態で、凍結散布が道路路面付近に散布されているはずであるがASR症状は見られない

## 木曽地方 ASRの特徴

安山岩のペシマム現象でASRが激しく出ている箇所がある。



(左) 県道256 木曽～清内路  
本谷大橋付近  
よう壁部ASR (S49完)



(右) 同部の拡大写真  
付近の生コン骨材は花崗岩であるが、安山岩が多く含まれている(黒色部)骨材箇所は劣化が激しい

133

## 国道19号 (S61以前) 木曽福島 北側入口の擁壁



134

## 国道19号木曽福島道の駅 JR擁壁と道の駅擁壁



## 国道19号 木曽福島 道の駅前 JR擁壁



国道19号 道の駅前  
激しいASRが生じている(右下)  
JR西日本の擁壁S63施工と思われる



### 国道19号 木曾福島 道の駅の擁壁



(左) 擁壁 頂部



(右) : 拡大図  
白色の花崗岩と  
黒色の安山岩が見られる



### 国道19号 木曾福島 道の駅の擁壁 拡大図



国道19号 道の駅側の擁壁  
ASRが生じている  
H22~23の施工 (聞き取り)

クラック

花崗岩の付近はクラックは見られない



10 cm

### 国道256号 南木曾~清内路間



浸食部

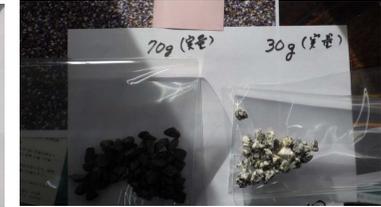
白い花崗岩の中に、黒っぽい  
安山岩と思われるが混じっ  
ている部分が大きく浸食されて  
いる



### K地方の生コン骨材 (20mm以下)

広域地質には反映されない  
骨材の中に安山岩が含まれている!

20-0 安山岩 70g 花崗岩 30g



右: k地区  
の安山岩母岩

地蔵峠火山岩類  
(後期鮮新世)と  
考えられる



木曾福島地域周辺の地蔵峠火山岩

補修後のK大手橋（RCローゼ）



補修後の佐久穂の栄橋（H28. 2補修）



補修後の佐久穂の栄橋（H29秋）



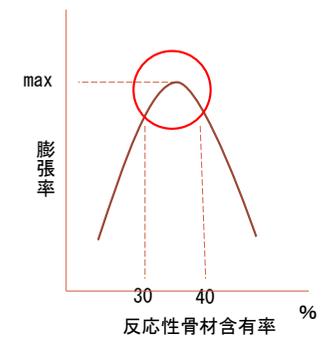
ペシマム現象 ペシマム混合率

有害な骨材と無害な骨材を混合して使用すると有害骨材100%の場合よりも、悪い結果になる場合があります

本来なら、有害と無害の平均になるはず。この現象をペシマム現象という。

この割合をペシマム混合率という。

一般的には、反応性骨材30～40%が最も大きな膨張率を示すと言われている。



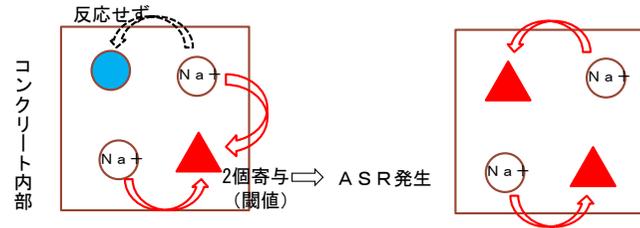
## ペシマム現象の考え方（私見）

閾値（シキイチ）：ASR現象が発生する最低限の数値（ナトリウム総量）

ここでは、反応性骨材1個に対し、Na+は2つ必要（2つでASR反応を起こす）とした

反応性骨材率が50%の場合

すべてが反応性骨材の場合



例えば、反応性骨材が30%のコンクリートのアルカリ総量が $2 \text{ kg/m}^3$ であっても、理論的には $2 \times 1/0.3 = 6.7 \text{ kg/m}^3 > 2.2 \text{ kg/m}^3$  (JR基準)となり、ASR発生の可能性が高くなる。

## 木曾地方の24-8-25BBの配合 総アルカリ量とペシマム混合率

単位セメント量 $303 \text{ kg}$  × 単位アルカリ量 $0.52 \text{ kg}$   
/100kg=1.58kg

混和材 $3.03 \text{ kg} \times 0.02 = 0.06 \text{ kg}$

計 $1.64 \text{ kg}$

ペシマム混合率30%を考えると

$1.64 \times 1/0.3 = 5.5 \text{ kg/m}^3 > 2.2$  (JR基準)

となりASR発生の可能性がある

## 長野県管内のASR概況

(軽微なASRは除く)

- 諏訪、伊那、飯田管内は、古期岩（変成岩）由来の骨材であるため、骨材自体がASRを引き起こしにくい。但し、南信では広域的な断層が多く、この部分を多く含む骨材の場合には、ASRが緩やかかつ長期的に続く可能性がある。管内視察では、軽微なASR以外はほとんど見受けられない。
- 北信・長建管内は、第三紀層内の骨材であるため、ASRを引き起こしやすく、S61指針前は、ASRを頻繁に引き起こしていた。しかし、指針後のコンクリート内部のアルカリ総量がJR基準 $2.2 \text{ kg/m}^3$ 未満であるため、視察では著しいASR箇所は少ない。ただし、多量の凍結防止剤による過度なアルカリ付与等のASR促進環境により、ASR発生の可能性がある。
- 大町、木曾管内は花崗岩（良質岩）の骨材を主体とし、安山岩やチャートが一定量含まれる場合に、ペシマムと推定される現象により、S61指針後も著しいASR症状が発生している箇所がある。
- 松本安曇管内は、古期岩（変成岩）あるいは花崗岩由来の骨材であるが、焼岳から梓川を流下する第4紀由来の岩の河川骨材が散見されるため、ASRが発生する可能性がある。
- S61国交省指針以降のASR可能性（暫定）

木曾・大町 > 北信・東信 > 松本・安曇 > 南

信

147

## 長野県管内のASR対策

(軽微なASRは除く)

- 諏訪、伊那、飯田管内は、古期岩（変成岩）由来の骨材であるため、骨材自体がASRを引き起こしにくい。したがって、現在の生コン承認願いの対策内で良いと思われる。断層集中部からとれた骨材には注意が必要。
- 北信・長建管内は、第三紀層内の骨材である。指針後のコンクリート内部のアルカリ総量がJR基準 $2.2 \text{ kg/m}^3$ 未満であるため、視察では著しいASR箇所はまれである。凍結防止剤による過度なアルカリ付与等のASR促進環境により、ASR発生の可能性がある。
- 大町、木曾管内は花崗岩等の非反応性骨材を主体とし、反応性骨材の安山岩が一定量含まれる場合がある。その場合にはペシマムと推定される現象により、著しいASR症状が発生する可能性がある。ペシマム混合率を選じた配合や試験練りによる膨張試験で確認することが望ましい。
- 松本安曇管内は、古期岩（変成岩）あるいは花崗岩由来の骨材であるが、焼岳から梓川を流下する第4紀由来の骨材が散見されるため、ASRが発生する可能性がある。

