# 寒冷地塩害環境下の 上路トラス橋耐震補強とASR対策



株式会社 中央コーポレーション 〇千葉 慎二 新銀 武

江刺

秀樹

#### 目次

## **1** はじめに

- 1.1 背景
- 1.2 報告内容・目的

## 2 対象橋梁概要

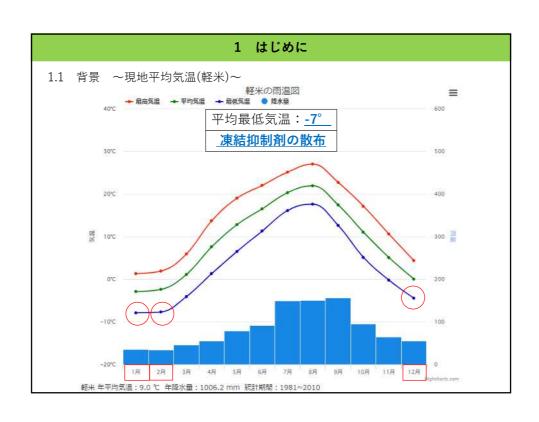
- 2.1 対象橋梁
- 2.2 橋梁劣化状況

## 3 補修・補強工事の概要

- 3.1 耐震補強設計概要
- 3.2 耐震補強工事概要
- 3.3 ASR評価概要
- 3.4 その他劣化状況

## <u>4 まとめ</u>









|     |      | 2 対象                | <b>建橋梁概</b> | 要    |                          |
|-----|------|---------------------|-------------|------|--------------------------|
| 2.1 | 対象橋梁 | ~橋梁諸元~              |             |      |                          |
|     | 橋梁名  | 猿越橋                 | 橋           | 梁名   | 猿越橋                      |
|     | 場所   | 岩手県九戸郡<br>軽米町       | 4           | 浦装   | アスファルト舗装<br>t=5 c m      |
|     | 路線名  | 一般国道395号            |             | 形式   | 単純上路式                    |
|     | 荷重   | TL-20               | 上部          |      | 鋼トラス橋<br>ピン・ローラー         |
|     | 竣工   | 昭和47年12月<br>(1972年) | 下           | 支承形式 | ファーファーファー<br>支承<br>重力式橋台 |
|     | 橋長   | 61.200 m            | 部           | 基礎   | 直接基礎                     |
|     | 桁長   | 60.900 m            | 適月          | 用示方  | 昭和39年                    |
|     | 支間長  | 60.000m             |             | 書    | 鋼道路橋示方書                  |
|     | 斜角   | 90° 00′ 00″         |             |      |                          |
|     | 幅員   | 全幅7.500m            |             |      |                          |
|     |      |                     |             |      |                          |



## 2 対象橋梁概要

## 2.2 橋梁の劣化状況 (1) 腐食劣化(C2判定)



支承状況



端部側面状況

## 2 対象橋梁概要

## 2.2 橋梁の劣化状況

(2) ASRが疑われる床版・橋台劣化



床版下面状況



橋台側面状況

| 点机         | <b>食履歴</b> |    |    | 対策区        | 区分      |    |    |
|------------|------------|----|----|------------|---------|----|----|
| 実施日        | 点検種別       | 主桁 | 床版 | その他<br>上部工 | 躯体 (橋台) | 基礎 | 支承 |
| 2008.12.10 | 直営定期点検     |    |    |            |         |    |    |
| 2011.11.14 | 委託定期点検     | С  | В  | В          | В       | В  | С  |
| 2016.12.19 | 委託定期点検     | C2 | E1 | C2         | C1      | Α  | C2 |

3.1 耐震補強設計概要

### 耐震性能について

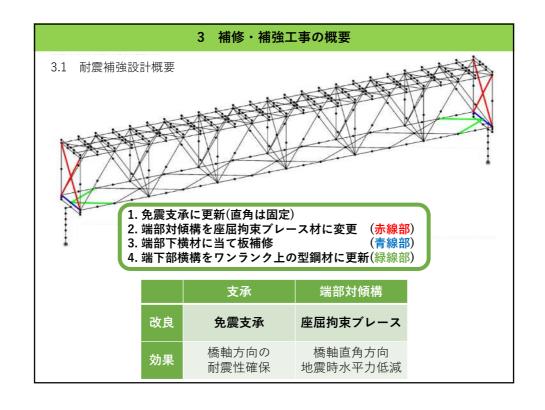
### 目標とする橋の耐震性能

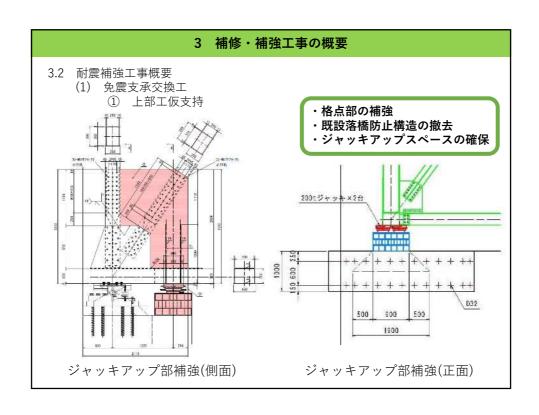
#### 表2. 設計地震動と目標とする橋の耐震性能

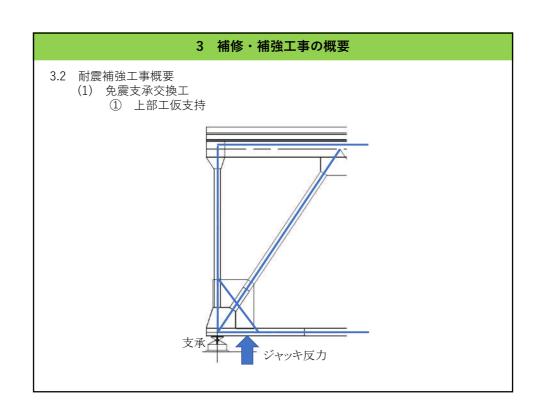
|      | 机制业类型                               | 125 0 15                   | DIE 0.16                         |
|------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
|      | 設計地震動                               | A種の橋                       | B種の橋                             |
|      | レベル1地震動                             | 地震によって橋としての健全<br>(耐震性能1)   | 性を損なわない性能                        |
| レベル2 | タイプ I の地震動<br>(プレート境界型の大規模な<br>地震)  | 地震による損傷が橋として<br>致命的とならない性能 | 地震による損傷が限定的<br>なものに留まり、橋として      |
| 地震動  | タイプ II の地震動<br>(兵庫県南部地震のような内陸直下型地震) | (耐震性能3)                    | の機能の回復が速やかに<br>行い得る性能<br>(耐震性能2) |

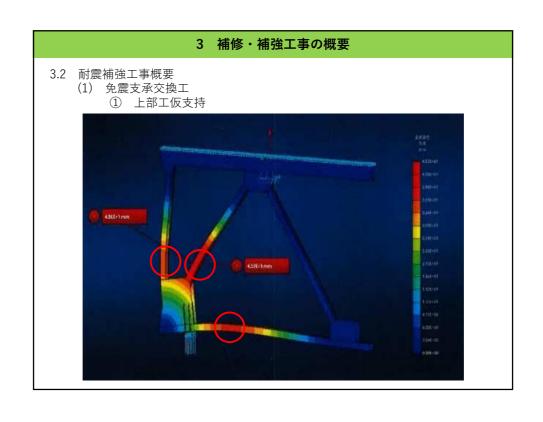
レベル1地震動・・・橋の供用期間中に発生する確率が高い地震動

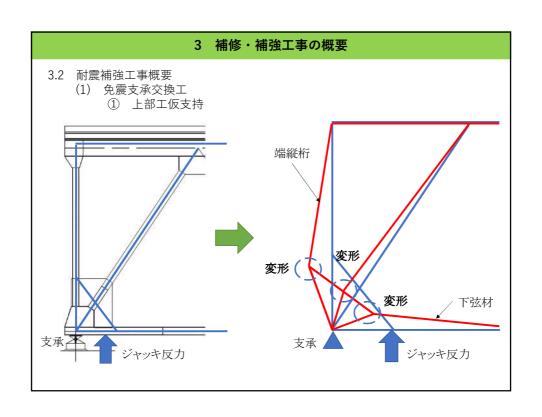
A種の橋・・・B種以外の橋 B種の橋・・・・般国道の橋 県道、市町道のうち、複断面、跨線橋、跨道橋及び地域の防災計画上の位置付けや当該道路の利用状況等から特に重要な橋

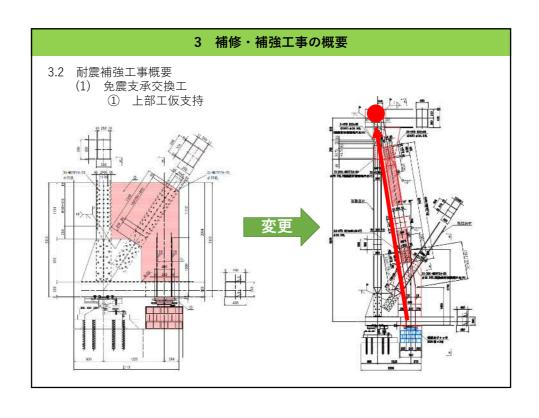


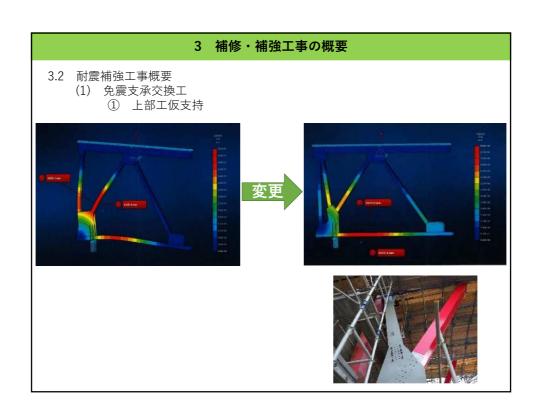












- 3.2 耐震補強工事概要
  - (1) 免震支承交換工
    - ② 免震支承据付







仮支点により仮支持(ジャッキ取付)状況

支承撤去状況





免震支承設置状況

## 3 補修・補強工事の概要

- 3.2 耐震補強工事概要
  - (1) 免震支承交換工
    - ② 免震支承据付

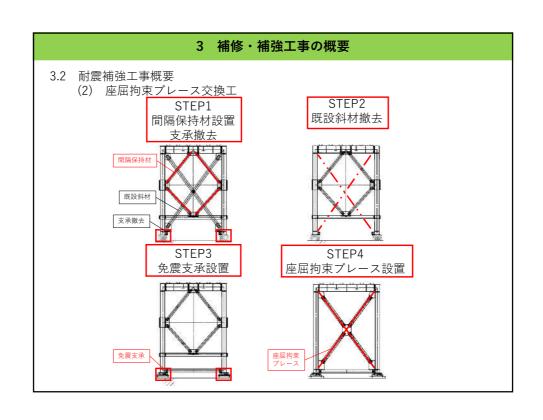




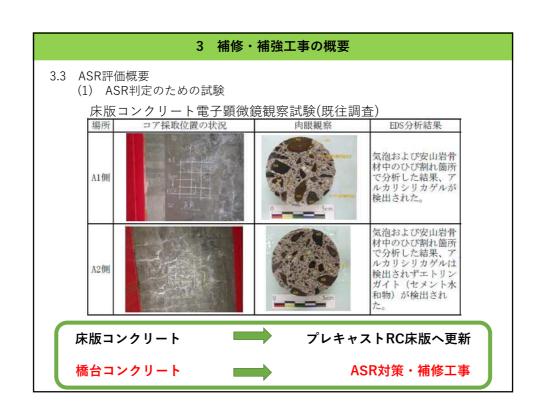


ソールプレート









#### 3 補修・補強工事の概要 3.3 ASR評価概要 (1) ASR判定のための試験 岩種判定試験概要 岩種判定 ① ゲル観察 ③ 岩種判定 試験 岩種構成割合 メニュー コア外観観察 岩種構成割合 偏光顕微鏡 SEM/EDS 偏光顕微鏡 SEM/EDS ASRの発生やASRゲル有 無の確認に加えて、コアの促進膨張試験も実施す ②に加えて、SEM/EDSも 実施する場合 ASRの発生および 試験目的 ASRゲル有無の確認 る場合※1 (1) 実体顕微鏡観察 (2) SEM/EDS (3) 偏光顕微鏡観察 (1) 実体顕微鏡観察 (1) 実体顕微鏡観察 試験内容 (2) SEM/EDS (3) 偏光顕微鏡観察 必要コア サイズ φ70~φ100×150~200mm程度 試験期間 2~3週間 1~1.5ヶ月 1~1.5ヶ月 ※ASR試験は第三者機関に依頼

|                      | 3 補修   | ・補強工事の概要   |  |  |  |  |  |
|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| 3 ASR評価概<br>(1) ASR判 | 要<br>定のための試験   |  |  |  |  |  |  |
| 残存膨張量促進試験概要          |  |  |  |  |  |  |  |
| 試験<br>メニュー           | (a)<br>JCI-S-011<br>(JCI-DD2)                            | (b)<br>アルカリ溶液<br>浸漬法<br>(カナダ法)   | (c)<br>飽和NaCl溶液<br>浸漬法<br>(デンマーク法)             |  |  |  |  |
| 試験条件                 | 温度40℃<br>湿度95%以上   | 温度80°Cの1mol/L<br>水酸化ナトリウム<br>溶液に浸漬   | 温度50℃の<br>飽和塩化ナトリウム溶液<br>に浸漬                   |  |  |  |  |
| 試験期間                 | 膨張の収束まで<br>(標準13週間)                                      | 4週間  | 13週間   |  |  |  |  |
| 必要コアサイズ              | φ100×250mm   |  | 130mm  |  |  |  |  |
| 備考                   | が測定できない<br>・コアの直径が小さくなると、<br>含有アルカリの溶脱により膨<br>張しない可能性がある | ・チャートを含むコアの場合、<br>チャートがアルカリに溶解してしまうため、膨張しない可能性がある・劣化が顕著な場合も膨張しない可能性径がある・コアの直径を発表さくなると、アルカリが浸透せず膨張しない可能性がある | を含む骨材には適さない<br>・コアの直径が大きくなると、<br>アルカリが浸透せず膨張しな |  |  |  |  |

#### 3.3 ASR評価概要

(1) ASR判定のための試験

#### 岩種判定試験

確認:岩石種・反応性鉱物 コア採取:劣化部(A1) ASR調査:ASRゲルの観察



残存膨張量促進試験 確認:将来的な膨張性 コア採取:健全部(A1・A2) ASR調査:膨張量調査

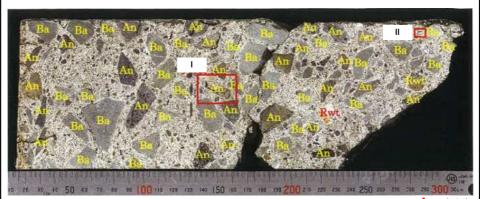


#### 【評価】

軽微(潜伏期)・中程度(進展期、加速期)・顕著(加速期・劣化期)

## 3 補修・補強工事の概要

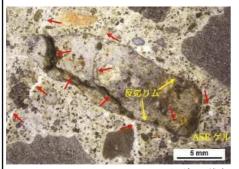
- 3.3 ASR評価概要
  - (2) 橋台ASR評価判定試験結果の概要
    - ② ASRの発生状況及び特徴 【岩種判定試験】



An:安山岩 Ba:流紋岩

- Ⅰ→実態顕微鏡観察(安山岩)
- Ⅱ→偏光顕微鏡観察(流紋岩)

- 3.3 ASR評価概要
  - (2) 橋台ASR評価判定試験結果の概要
    - ② ASRの発生状況及び特徴 【岩種判定試験】



ASRゲルの滲出 - ひび割れ



骨材-セメントペースト界面 - ASRゲルに充填されたひび割れ

**Gm**: 石基(斜長石・輝石・クリストバライト ・トリディマイト・ガラス等) **Rh**:流紋岩

実態顕微鏡観察結果(安山岩)

Ⅱ 偏光顕微鏡観察結果(流紋岩)

#### 3 補修・補強工事の概要

- 3.3 ASR評価概要
  - (2) 橋台ASR評価判定試験結果の概要
    - ② ASRの発生状況及び特徴

#### 【岩種判定試験】

|     |      |               |      | 谁               | ASR<br>行段階 → |                |            |     |
|-----|------|---------------|------|-----------------|--------------|----------------|------------|-----|
|     |      |               | i    | ii              | iii          | iv             | y          | 劣化度 |
| 試料名 | 岩種   |               | 骨材   | セメントベースト        | 骨材           | セメントベースト       |            | 評価  |
|     |      |               | 反応リム | が Mの滲み・<br>取り巻き | ひび割れ<br>ゲル充填 | ひび割れ<br>ゲ   充填 | 気泡<br>ゲル充填 |     |
| A1  | 粗骨材  | 安山岩           | 0    | 0               | 0            | 0              | 0          | 3   |
|     | 細骨材。 | 安山岩           | 0    | 0               | 0            | 0              | 0          | 3   |
|     |      | 流紋岩           | 0    | 0               | 0            | 0              |            | 2   |
|     |      | 安山岩質<br>溶結凝灰岩 | О    | 0               | 0            | 0              |            | 2   |
|     |      |               | 総合   | 評価              | Tiple -      |                |            | 3   |

顕微鏡観察による評価 ASRの程度:◎ 顕著;○ あり; + わずか; 空欄 なし

劣化度の評価:1軽微(潜伏期に相当); 2中程度(進展期・加速期に相当) ; 3顕著(加速期・劣化期に相当)

## 加速期~劣化期

- 3.3 ASR評価概要
  - (2) 橋台ASR評価判定試験結果の概要
    - ② ASRの発生状況及び特徴 【岩種判定試験】

| 試料名 | 岩石            | 主要な構成鉱物<br>(おおむね構成割合の高い順に記載)                  |  |  |  |  |
|-----|---------------|---|--|--|--|--|
|     | 安山岩           | 斜長石、輝石、クリストバライト*、トリディマイト*、ガラス*、<br>粘土鉱物、不透明鉱物 |  |  |  |  |
| A1  | 流紋岩           | クリストバライト*、ガラス*、石英、トリディマイト*、斜長石、<br>粘土鉱物、不透明鉱物 |  |  |  |  |
|     | 安山岩質<br>溶結凝灰岩 | クリストバライト*、斜長石、ガラス*、輝石、粘土鉱物、不透明鉱物              |  |  |  |  |

(構成鉱物は必ずしも同一骨材粒子中に存在しているわけではない)

※ ASR 反応性鉱物

クリストバライトとトリディマイトは高温で安定なシリカ鉱物であるが、安定領域よりはるかに 低温でも石英に転移せず存在しているもので、熱力学的に不安定で ASR 反応性 (急速膨張性) を 示す。

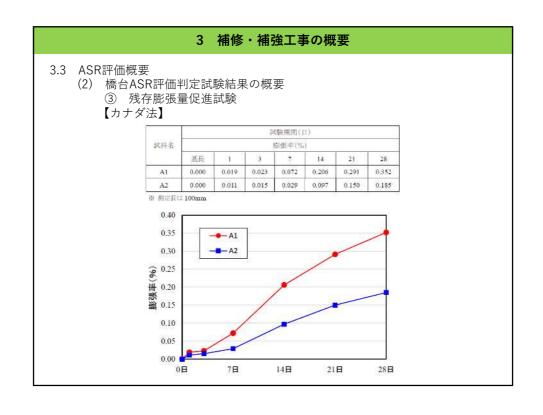
ガラスはマグマが急冷されたため結晶化することなく固化したもので、SiO4 四面体の結合が不 規則で弱いため不安定で ASR 反応性 (急速~遅延膨張性) を示す。

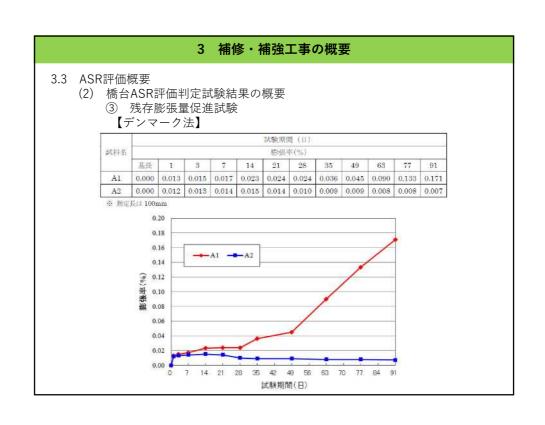
#### 3 補修・補強工事の概要

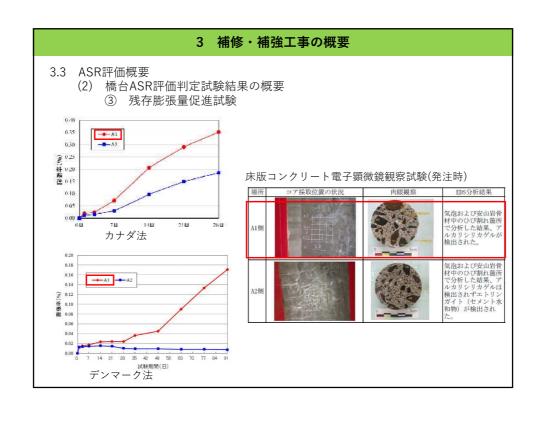
- 3.3 ASR評価概要
  - (2) 橋台ASR評価判定試験結果の概要
    - ③ 残存膨張量促進試験

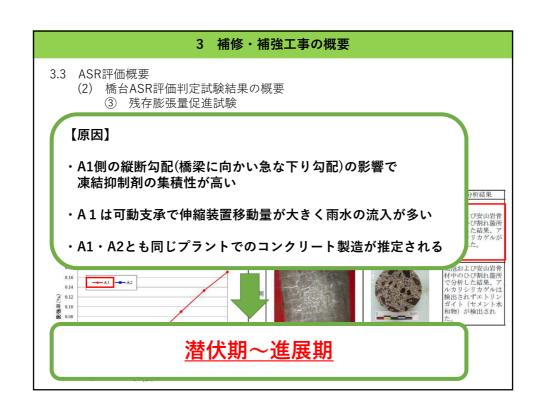
残存膨張量促進試験概要

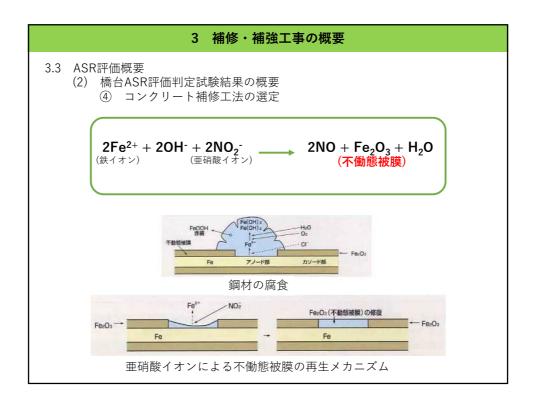
|         | (JCI-DD2)   | 浸漬法<br>(カナダ法)                      | 飽和NaCI溶液<br>浸漬法<br>(デンマーク法)                               |
|---------|---|------------------------------------|---|
| 試験条件    | 温度40℃<br>湿度95%以上  | 温度80°Cの1mol/L<br>水酸化ナトリウム<br>溶液に浸漬 | 温度50℃の<br>飽和塩化ナトリウム溶液<br>に浸漬                              |
| 試験期間    | 膨張の収束まで<br>(標準13週間)   | 4週間                                | 13週間  |
| 必要コアサイズ | φ100×250mm  | $\phi$ 50 × 3                      | 130mm   |
| 備考      | ・現地でのバンド装着や長さ<br>削定ができないため開放膨張<br>が測定できない<br>・コアの直径が小さくなると<br>含有アルカリの溶脱により膨<br>長しない可能性がある |                                    | を含む骨材には適さない<br>・コアの直径が大きくなると、<br>アルカリが浸透せず膨張しな<br>い可能性がある |

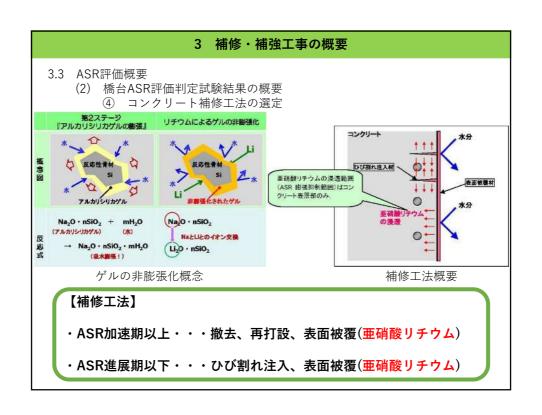
















- 3.4 その他の劣化状況
  - (1) 伸縮装置近傍の腐食損傷()



端部鉛直材



内部の滞水



ハンドホール部状況



伸縮装置設置部の状況

- ・伸縮装置取付ボルトからの漏水
- ・ハンドホール板隙間からの漏水
- ・内部結露

#### 3 補修・補強工事の概要

3.4 その他の劣化状況 伸縮装置近傍の腐食損傷

## 【今後の課題】

伸縮装置撤去・交換時に上弦材上フランジ面に開口部設置後...

・ブラスト処理(一種ケレン)



密閉処理

・補修塗装

#### 目次

## **1** はじめに

- 1.1 背景
- 1.2 報告内容・目的

## 2 対象橋梁概要

- 2.1 対象橋梁
- 2.2 橋梁劣化状況

## 3 補修・補強工事の概要

- 3.1 耐震補強設計概要
- 3.2 耐震補強工事概要
- 3.3 ASR評価概要
- 3.4 その他劣化状況

## <u>4 まとめ</u>

#### 4 おわりに

#### 【本工事と同形状のトラス橋について】

設計:平面トラス構造が多い

→将来的に...

橋軸・橋軸直角方向に対する<mark>耐震性</mark>の確保・補強

△ 施工空間:狭隘

・ニー :高次不静定のピン構造 施工難易度:<mark>高</mark> 固定

#### 4 おわりに

## 【ASR試験に基づく補修工法選定について】

ASR:外的要因の影響が大きい

影響度合いによって劣化の進展・速度に相違が生じる

ASR試験:コア採取部ごとのASR評価

・岩種判定試験

・促進膨張試験

(カナダ法・デンマーク法)

<u>補修工法の選定</u>