

# 笹子トンネル(上り線)の過去の維持管理履歴

(委員会指摘事項に対する報告)

平成25年3月27日(水)

中日本高速道路株式会社

# 1. 点検の経緯と計画の変更経緯(前回委員会資料に一部追加)

《点検経緯について(2000年(H12)以降)》

点検年度	点検種別	点検目的	点検内容	点検内容の補足及び変更経緯等
2000 (平成12)	臨時点検	道路構造物総点検(頻発する鉄道や道路構造物での事故を受けて)	ダクト空間の近接目視及び打音点検	
2001 (平成13)	補強工事にて、アンカーボルトの引張試験(4本)、鋼材腐食度、せん断試験、コンクリート現位置試験や強度試験などの調査を実施 (本資料p.3~p.5)			
2005 (平成17)	定期点検	前回点検から5年目	路面上から近接目視及び打音点検	第三者被害は天井板下面からのコンクリート片はく落が対象と位置付け天井板上面は対象外
2008 (平成20)	【計画】 定期点検 ↓ 【実施】 臨時点検	【計画】 点検要領に基づく詳細点検 ↓ 【実施】 対象部位の絞込み	【実施】 路面上から近接目視及び打音点検 (タイル面のみの点検)	当初計画より変更  当初計画した天井板の点検を2009年度実施する計画に変更
2009 (平成21)  ~2011 (平成23)	<ul style="list-style-type: none"> <li>天井板撤去や換気方式の見直し等を具体的に検討する「<u>笹子トンネルリフレッシュ計画検討業務</u>」の中で調査を実施(調査内容 ; 天井板や隔壁の取付け状況、覆工コンクリート等の代表的な個所を抽出し、<u>2000年の点検報告書を基にひび割れや劣化の進行を比較</u>。調査は西坑口から約1.8km区間で、落下区間は調査していない)。(本資料p.6~p.17)</li> <li>2011年には、天井板撤去を前提としない排煙方式へ見直しを行ったことから、次年度(2012年)から定期点検を再開することとした。</li> </ul>			
2012.9 (平成24)	定期点検	リフレッシュ計画の修正(当面換気設備更新を先行)に伴いトンネル全体の点検計画	路面上からの近接目視及び打音点検 ダクト空間の近接目視及び一部打診	当初計画より変更
2012.12 (平成24)	緊急点検	事故後の緊急点検	天井板に実際に上がって近接目視と打音, 触診を行う	

「保全点検要領 構造物編(平成24年4月)」より抜粋

点検は、「構造物の変状を含めた現状を把握し、補修などの対策の要否判断を行うとともに、構造物を良好に保つための適切な維持管理計画を策定するために実施するもの。」

調査は、「点検のみでは評価が十分にできない場合等に、変状の状況を定量的に解析評価するために実施するもの。」

## 2. 2000年(H12)以前の点検記録

2000年以前の点検記録を確認したところ、報告書は保存されていないが、点検データ管理システムに以下のデータが保管されている。

西暦	和暦	点検種別	点検箇所
1995	平成7年	定期点検	・笹子トンネル 上り線 追越車線側 ・覆工コンクリートを主として目視点検(天井板裏より) ・アンカーボルトの点検有無は不明(不具合の有無も不明)
1996	平成8年	定期点検	・笹子トンネル 下り線 走行車線側 ・覆工コンクリートを主として目視点検(天井板裏より) ・アンカーボルトの点検有無は不明(不具合の有無も不明)
1998	平成10年	定期点検	・笹子トンネル 上り線 走行車線側 ・覆工コンクリートを主として目視点検(天井板裏より) ・アンカーボルトの点検有無は不明(不具合の有無も不明)
(参考) 1992	平成4年	定期点検	※ 笹子トンネル以外で、点検データ管理システムに登録されている 最も古いデータ ・のり面      ・橋梁

現行のRIMS版点検データ管理システム(社内システム)は、道路構造物のメンテナンスを効率的かつ継続的に実施するために、民営化直前の2004年8月から日本道路公団全社で試行的に運用を開始し、2005年10月より本格運用を開始している。

### 3. 笹子トンネル(上り線)補強工事[2001年(H13)]におけるアンカー引抜き抵抗力試験

#### (1) 工事概要と目的

報告書より抜粋

##### 工事概要

- 工事名 中央自動車道笹子トンネル(上り線)補強工事
- 契約者 日本道路公団東京第三管理局大月管理事務所所長
- 請負人 丸紅建設株(※現在は存在しない:事務局注釈)
- 工 期 自平成13年 7月20日  
至平成13年12月16日 (150日間)
- 対象トンネル 笹子トンネル、黒野田トンネル
- 工事内容

調査内容	数 量
覆工削孔工	782m
注入パイプ工	696箇所
断面復旧工	575箇所
天井板開口部設置工	3箇所
施工計画検討	1式
目視調査	全長
シュミットハンマー試験	10箇所
取付アンカーの鋼材腐食度	20箇所
コア採取 (圧縮強度、中性化、静弾性係数、吸水量)	20本
取付アンカー材の確認(超音波)	8箇所
アンカー引抜き抵抗力試験 (受台取付け部 3箇所、隔壁板取付け部 4箇所)	7箇所
アンカーせん断試験	2箇所
配筋調査(レーダー探査)	3箇所

##### 工事目的

覆工背面の空洞調査や空洞へ注入等を行うために、覆工削孔工、注入パイプ工、断面復旧工等を実施。

##### 調査目的

2000年(H12)の臨時点検で、覆工コンクリートの腐食や損傷が多く箇所報告されたため、2001年(H13)「笹子地区トンネル補強工事」において下り線の天井板健全度の調査が行われ、天井板、設置金物、覆工コンクリート等の材料強度を調査し、その結果をもとに天井板の安全性の検討を行い、今後永続的に使用する上での問題点について報告した。

今回上り線について、下り線では行わなかったアンカーの材料強度を確認し、下り線の調査結果と併わせ、より現状に沿った値をもとに天井板の安全性の検討を行い、今後永続的に使用する上での問題点について報告する。

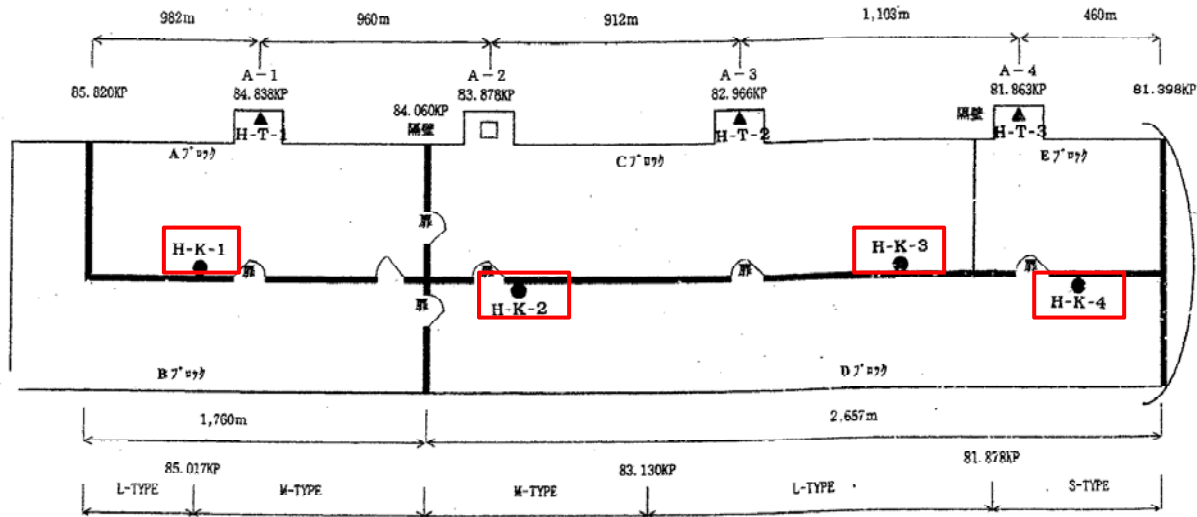
##### アンカー引抜き抵抗力試験結果 (隔壁板取付けアンカーボルト 4箇所)

安全率3倍を見込んだ設計値と比べるとL断面で若干下回ったが、今回の試験で隔壁板のアンカー材料強度は維持されていることが確認された。  
(安全率の範囲)

## (2)引抜き抵抗力試験の結果

報告書より抜粋

引抜き抵抗力試験の位置図



引抜き抵抗力試験の結果

部 位	試験No	車 線	位 置	断 面	劣化状況	ボルトの種類	埋め込み深さ (mm)	最大荷重 (Pmax) KN	破壊状態
隔壁板	H-K-1	走 行	西-9+50	M-TYPE	健全部	あと施工アンカー	72	27	ボルトの抜け
	H-K-2	追 越	東-1+95	M-TYPE	定着不足		-	67.2	ボルトの破断
	H-K-3	走 行	西-17+69	L-TYPE	漏水、容脱物		72	25	ボルトの抜け
	H-K-4	追 越	西-25+54	S-TYPE	亀甲亀裂		124	45.5	ボルトの抜け

調査位置の選定： 目視調査時に確認した、亀甲亀裂部や定着不足、漏水、溶脱物の流出部において、最も錆の進行が認められた箇所を選定

### (3)アンカーボルト引抜き抵抗試験の判定とまとめ

報告書より抜粋

#### 引抜き抵抗試験の判定

(隔壁板取付けアンカー)

断面	破断状況	コンクリート埋込み長 (mm)	破壊耐力min (kN)	判定	設計材料強度 (荷重に対して安全率3倍)
L	ボルトの抜け	72	25.0 (2.54 t)	<	2.7 t
M	ボルトの抜け	72	27.0 (2.75 t)	>	2.7 t
S	ボルトの抜け	124	45.5 (4.63 t)	>	4.0 t

【安全率3倍の補足説明】  
左表の荷重とは第2回委員会資料3に記載の作用荷重12.2kN (1.25t)から、風荷重および作業員荷重を差し引いた死荷重は9.3kN (0.95t)と推測される。

安全率を見込んだ設計値と比べると、L断面で若干下回ったが今回の試験で隔壁版アンカー材料強度は維持されていることが確認された。また、4箇所のうち3箇所でボルト抜けによる終局状態であったことは、下り線の非常駐車帯吊りボルトと同様に、設計埋込長さ(130mm)が不足しているためと考えられる。

※ 表中の「設計材料強度 2.7t、4.0t」については確認中

#### 引抜き抵抗試験のまとめ<アンカーボルトに関する記述の抜粋>

- 隔壁板取付ボルトや天井板受け台ボルトなどで、ボルトの緩みが数多く確認され、隔壁板上部のCT鋼設置不良と思われる。覆工との隙間やボルトの定着不足も確認された。
- 鋼材の錆や漏水の要因は覆工コンクリートの変状であり、漏水対策やクラック補修、上記施工不良に対するの改善を行い、現状を維持できる対策を講じれば今後長期的な使用は可能である。
- 破壊試験による引抜き抵抗試験では、安全率を見込んで設計値と比べるとL断面でそれを下回る結果であったが、安全率の範囲であり衝撃荷重や機械的振動のようなものを加えない限り、短期的な工事であれば、天井板内の作業について構造的に問題は無いと考える。

## 4. 笹子トンネルリフレッシュ検討について

### (1) 笹子トンネルリフレッシュ検討の経緯

笹子トンネルの点検・調査の経緯			換気方式の見直し検討	
点検・調査時期	点検・調査分類	点検・調査の内容	年度	検討内容
2008年 (H20/6,9)	定期点検 →臨時点検	路面上から近接目視及び打音点検 (当初計画した天井板上の点検を2009年 度に変更)	2008	2009年7月のNEXCO設計要領改訂に先立ち、換気方式の変更を検討 (道路トンネル技術基準(換気編)・同解説(社)日本道路協会 2008年10月) 【結論】天井板の撤去により上下線とも自然換気方式が可能  (①「笹子トンネル他換気設備検討」)
2009年 (H21/7-10)	調査	天井板や隔壁の取り付け状況や覆工コンク リート等の代表箇所の抽出調査を実施 (「笹子トンネルリフレッシュ検討業務」にて 調査実施)	2009	換気設備見直しによる笹子トンネル全体のリフレッシュ検討 【結論】天井板の撤去を前提とした換気方式の変更、それに伴う受配電 設備の縮小化が可能  (②「笹子トンネルリフレッシュ検討業務」)
2011年			2011	換気設備と受配電設備のライフサイクルを考慮した最適な更新計画を立案 【結論】上り線はジェットファンを設置する箇所周辺の天井板撤去 下り線は黒野田トンネルにジェットファンを設置 (ルーバー部を閉塞し笹子・黒野田トンネルを1本とする)  (③「笹子トンネル換気システム最適化検討業務」)
2012年 (H24/9-10)	定期点検	天井板撤去を前提としない排煙方式への 見直しを受けて、路面上からの近接目視及 び打音点検、ダクト空間の近接目視及び一 部打診を実施	2012	上り線は換気設備の新工法採用に向けた社内検討 (ジェットファンの設置場所の再検討;黒野田トンネルに設置) 下り線は基本詳細設計 (④「八王子城跡トンネル他諸設備改良詳細設計」) に着手。更に、2012年4/四半期に換気設備の工事発注予定 (「中央自動車道 笹子トンネル換気設備工事」)で4月に公表済み。

#### 【検討業務契約情報】

	件名	発注者		受注者	
		契約者	監督員	契約者	管理技術者
①	平成20年度 笹子トンネル他換気設備検討	中日本高速道路株式会社 八王子支社 大月保全・ サービスセンター 所長	中日本高速道路株式会社 八王子支社 大月保全・ サービスセンター 施設課長	パシフィックコンサルタンツ株 式会社 首都圏統括本部 取 締役本部長	設定されていない
②	平成21年度 笹子トンネルリフレッシュ検討業務	中日本高速道路株式会社 八王子支社 大月保全・ サービスセンター所長	中日本高速道路株式会社 八王子支社 大月保全・サー ビスセンター工務担当課長	中日本ハイウェイ・エンジニア リング東京株式会社 代表取締役	中日本ハイウェイ・エンジニアリング 東京株式会社 調査設計部長
③	平成23年度 八王子支社管内施設保全管理業務 笹子トンネル換気システム最適化検討業務	中日本高速道路株式会社 八王子支社 支社長	中日本高速道路株式会社 八王子支社 保全・サービス 事業部 施設チーム リーダー	中日本ハイウェイ・エンジニア リング東京株式会社 代表取締役	中日本ハイウェイ・エンジニアリング 東京株式会社 中央高速事務所 施設総括役
④	首都圏中央連絡自動車道 八王子城跡トンネル他諸 設備改良詳細設計	中日本高速道路株式会社 八王子支社 支社長	中日本高速道路株式会社 八王子支社 保全・サービス 事業部 施設チーム リーダー	株式会社アイアールエフ 代表取締役	株式会社アイアールエフ 設計・開発部 部長



## (2)2009年度検討と2011年度の比較

### ◆ 2009年度検討の概要

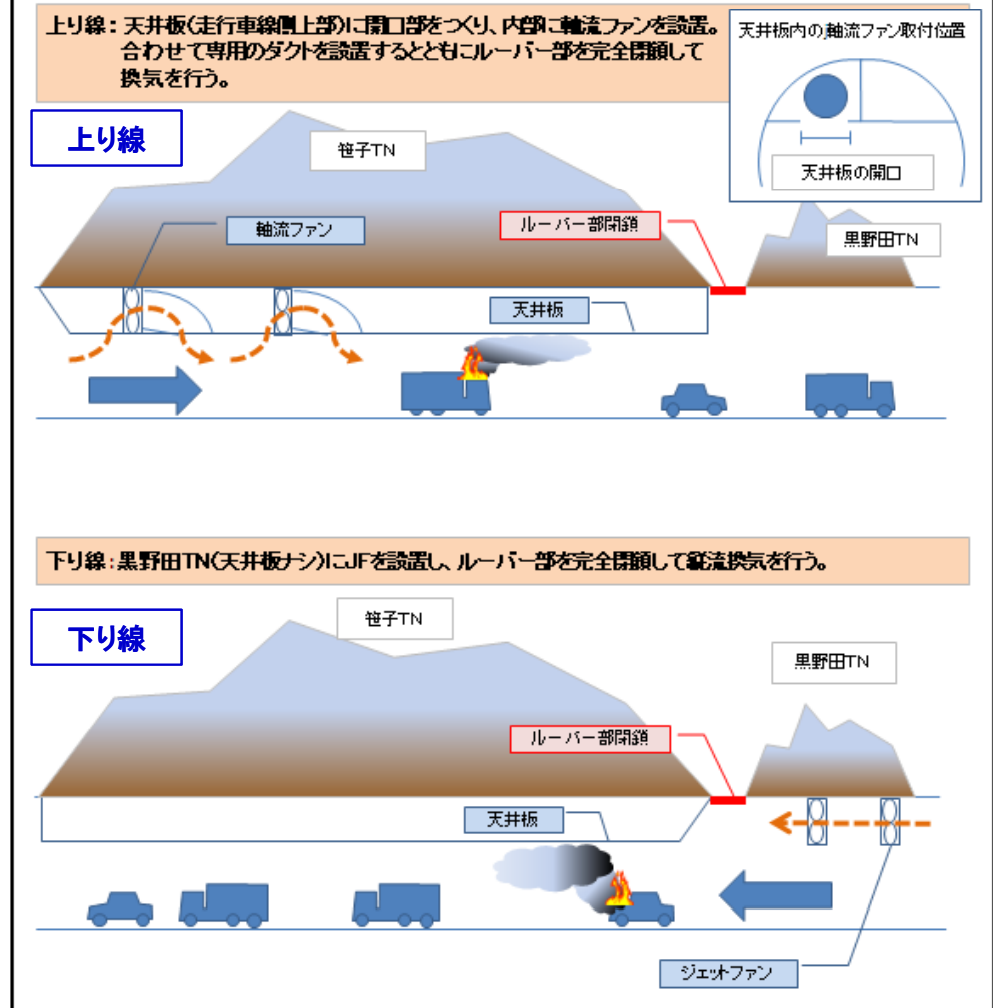
「笹子トンネルリフレッシュ検討業務」

方式	JF方式
概要図	
方式と特徴	天井板を全て撤去しジェットファンを設置（横流式⇒縦流式）
メリット	受配電設備が特別高圧から高圧に設備規模が縮小
デメリット	天井板の撤去に長期間の通行止めが必要

### ◆ 2011年度検討の概要

「笹子トンネル換気システム最適化検討業務」

換気システム改良(案)※イメージ図





### (3) 笹子トンネルリフレッシュ検討業務内容[2009年度(H21)]

- ◆目的: 笹子トンネル天井板の撤去を前提とした換気方式の変更、それに伴う受配電設備の縮小化・設備更新、走行環境向上を目的としたトンネル全体のリフレッシュ計画の立案を行う

#### 2009年(H21)検討業務 ー主な検討内容ー

##### ①換気設備計画検討

- ・天井板撤去の場合、自然換気が成り立つ
- ・換気方式を横流式から縦流式へ変更(排煙用のジェットファンを設置 上り 6台 下り5台)
- ・工事期間中の対面交通運用に必要な換気台数の検討(最大でジェットファン14台)

##### ②諸設備更新計画検討

- ・受配電設備 : 換気方式の変更により特別高圧⇒高圧へ更新が可能
- ・その他諸設備: 現状の機器状態の把握、状況分析による更新の提案

##### ③天井板撤去検討

- ・天井板を撤去するための撤去工法・概略工程・概算工費の検討

##### ④覆工補修検討

- ・過年度に実施された点検結果を元に損傷状況の現地調査確認
- ・補修方法の提案、施工方法の検討、概算工事費の算出

##### ⑤視環境改善検討

- ・内装板の取替に関する設置方法と材料選定
- ・視線誘導の設置、路面標示工の提案

##### ⑥交通運用検討

- ・対面通行にてリフレッシュを実施(上り150日 下り180日)
- ・対面通行時の渋滞予測を行い、規制計画、方法について提案

##### ⑦その他

- ・避難連絡坑改善提案
- ・対面通行時における設備の運用提案

## (4) 笹子トンネルリフレッシュ検討業務[2009年度(H21)]における覆工補修検討

報告書抜粋

### 調査の目的

覆工補修検討を行うために、天井板、隔壁、仕切板等の取付け状況を把握(※)するとともに、2000年に実施された覆工コンクリートの点検結果を基に代表的な覆工の損傷状況を確認する

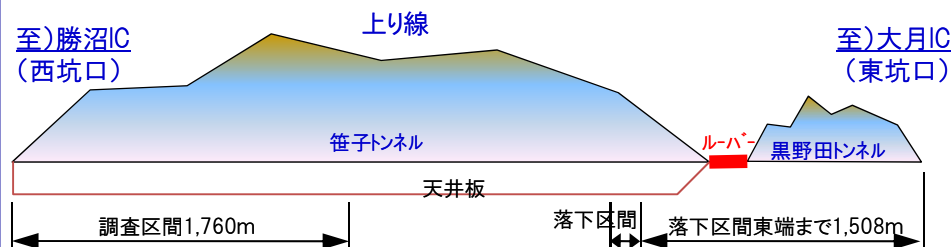
### 調査箇所

上り線は西坑口(85.820kp)から隔壁(84.060kp)区間において覆工コンクリート以外の漏水防止板や受台、ひび割れや劣化の進行などを対象に写真比較出来る箇所を選定

※ 調査延長は1,760m(約1.8km)[L、M断面]

落下区間は調査していない

下り線は東坑口(81.451kp)から中央隔壁(83.599kp)区間の2.1km



### 調査結果

#### 【上り線の状況】

- ・既存クラックの進行は見られない
- ・漏水箇所においては、遊離石灰の増加や溶脱物の付着増加がみられる
- ・既存劣化地点で表面劣化が進行している
- ・既設導水工(排水とい)の破損が多くみられる

#### 【下り線の状況】

- ・漏水箇所が確認された箇所においては、遊離石灰等の発生がみられ劣化が進行
- ・新たに発生したクラックもある(漏水による劣化が進行)
- ・既設導水工(排水とい)の破損が多くみられる

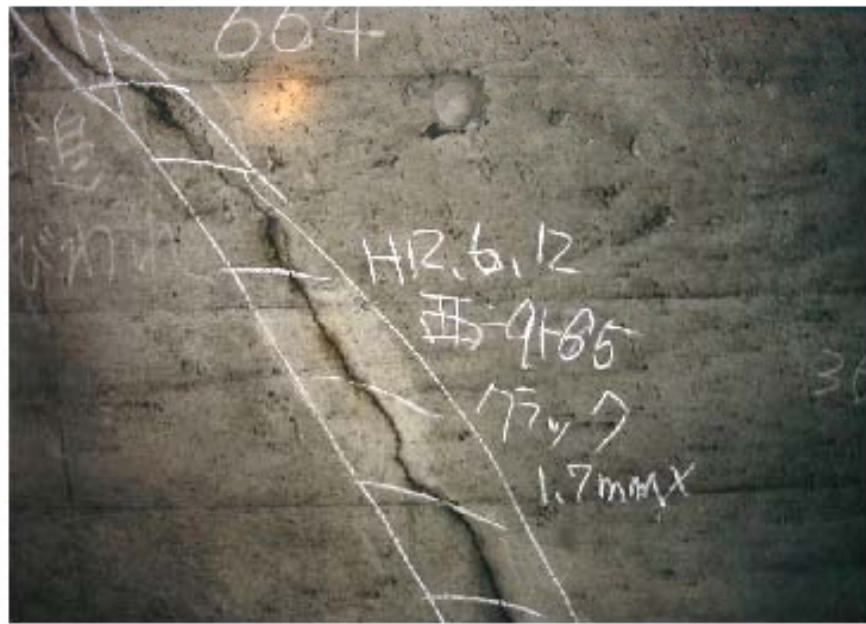
2000年の調査箇所を再確認した結果、漏水による損傷が目立った

※ 「(現地踏査を行って、)完成図面を基に、天井板等の設置、固定状況を確認する」と報告書に記載があるが、天井板、隔壁、仕切板等の損傷状況を確認したものではない。

(5)2000年(H12)点検と2009年(H21)リフレッシュ検討調査の比較①

報告書抜粋

2000年(H12)点検結果



平成11年度 西9+65

2009年(H21)リフレッシュ検討調査結果



Bブロック(追越側) 西9+65 KP85.025  
覆工コンクリート 本体クラック 1.7×6000  
・クラックの進行は見られない。

(5)2000年(H12)点検と2009年(H21)リフレッシュ検討調査の比較②

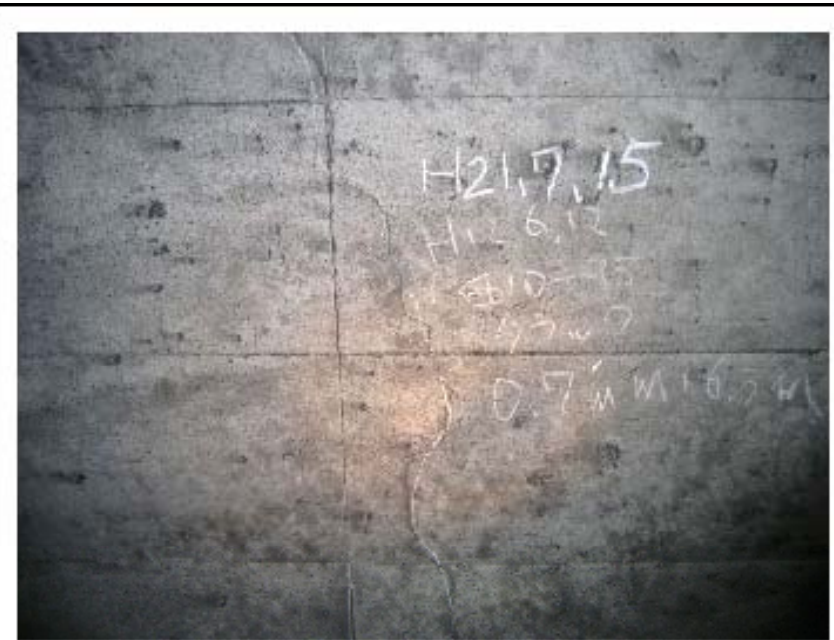
報告書抜粋

2000年(H12)点検結果



平成11年度 西10+95

2009年(H21)リフレッシュ検討調査結果



Bブロック(追越側) 西10+95 KP85.155  
覆工コンクリート 本体クラック0.7×6300  
・クラックの進行は見られない。



(5)2000年(H12)点検と2009年(H21)リフレッシュ検討調査の比較③

報告書抜粋

2000年(H12)点検結果



平成11年度 西 10+95

2009年(H21)リフレッシュ検討調査結果



Bブロック(追越側) 西 10+95 KP85.155  
送風口 アンカーボルト破損

## (5)2000年(H12)点検と2009年(H21)リフレッシュ検討調査の比較④

報告書抜粋

### 2000年(H12)点検結果



平成11年度 西5+18

### 2009年(H21)リフレッシュ検討調査結果

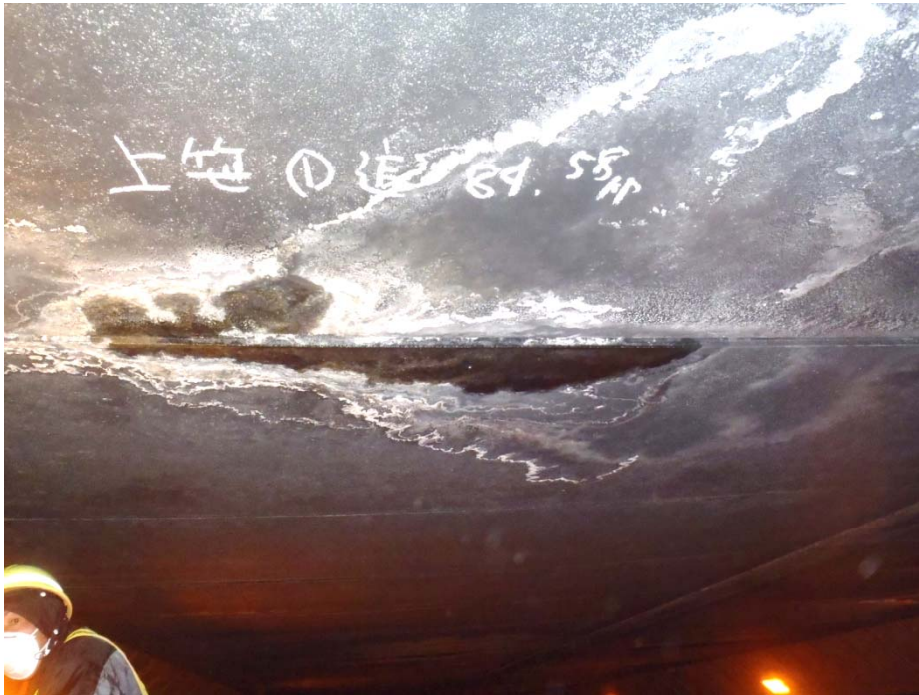


Bブロック(追越側)西5+18 KP84.578  
覆工コンクリート 目地浮き  
・漏水跡、遊離石灰の増加

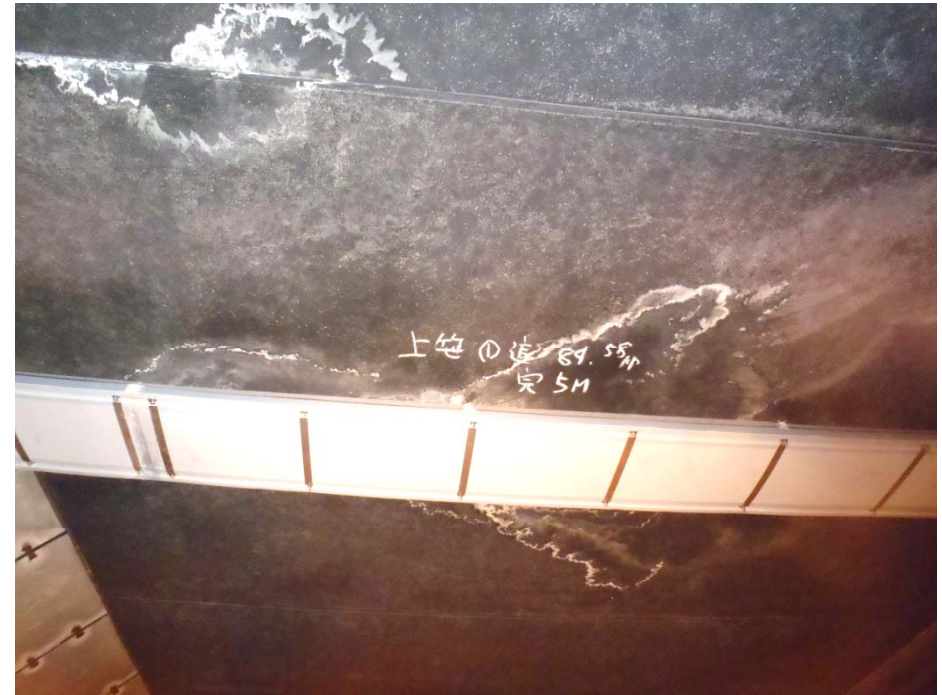
次項に導水工設置状況を掲載

(5)2000年(H12)点検と2009年(H21)リフレッシュ検討調査の比較⑤

上り84.58KP追越 導水工設置状況(天井板下面に樋を設置) 2012.2施工



施工前 漏水状況



導水工 設置状況 L=5m



(5)2000年(H12)点検と2009年(H21)リフレッシュ検討調査の比較⑥

報告書抜粋

2000年(H12)点検結果



平成11年度 西 3+75

2009年(H21)リフレッシュ検討調査結果



Bブロック(追越側) 西 3+75 KP84.435  
覆工コンクリート 本体 豆板  
大きな進行は見られない。

(5)2000年(H12)点検と2009年(H21)リフレッシュ検討調査の比較⑦

報告書抜粋

2000年(H12)点検結果



Bブロック(追越側) 西 1+83 KP84.243  
下部の湧水状況

2009年(H21)リフレッシュ検討調査結果



Bブロック(追越側) 西 1+83 KP84.243  
目地部の豆板

## (6) 笹子トンネル換気設備最適化検討業務の内容[2011年度(H23)]

- ◆ 目的: 2009年(H21)の「笹子トンネルリフレッシュ検討業務」での課題を踏まえ、天井板撤去による交通規制を最小化するために、より最適な換気方式の提案、受配電設備の変更検討及び笹子トンネル諸設備更新検討を行う。

### 2011年(H23)検討業務—主な検討内容—

#### ① 換気システムの最適化検討

- ・天井板の有無に関わらず平常時は自然換気が可能
- ・上下線ともにジェットファンを設置し、笹子トンネル・黒野田トンネル間のルーバー部分を閉塞、1本のトンネルと見立てることによる火災時の排煙方法の検討
  - 上り線: 排煙用機械設備を設置する部分のみ天井板を撤去
  - 下り線: 黒野田トンネルに排煙用ジェットファンを設置。笹子トンネルの天井板は存置。

#### ② 受配電設備の見直し検討

- ・換気方式の変更に伴い、運転電力の削減が可能となり、特別高圧電力2系統受電から高圧電力1系統受電への見直しを検討

#### ③ 全体更新計画検討

- ・換気システムの見直しに伴う上記以外の設備について検討
- ・計画に要する概算工事費、概略工程について検討