

3.8 天井板吊り構造の維持管理に関する調査 (中日本高速道路(株)報告資料)

— 目 次 —

3.8.1 笹子トンネルにおける点検経緯.....	368
3.8.2 笹子トンネル(上り線)補強工事【2001(平成13)年】におけるアンカー引抜試験	382
3.8.3 笹子トンネル換気方式の見直し検討.....	385
3.8.4 笹子トンネル(上り線)アンカーボルト追加および代替の実績.....	394

3.8.1 管子トンネルにおける点検経緯

(1)点検経緯について(2000(平成12)年度以降)

点検年度	点検種別	点検目的	点検内容	点検内容の補足および変更経緯等
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)	【点検範囲・対象】 換気ダクト空間内の覆工コンクリート、隔壁板、天井板上面、受台等 【点検方法】 簡易足場を用いて近接目視点検及び異常とみられる箇所を打音点検	
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			
2005 (平成17)	定期点検	前回点検から5年目	【点検範囲・対象】 天井板下面、覆工コンクリート、内装板等 【点検方法】 路面上から、点検用通路の打音点検及び内装板の触手点検、天井板下面の近接目視点検	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	【点検範囲・対象】 内装タイル 【点検方法】 路面上から、内装タイルの近接目視、触手点検	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)	・天井板撤去や換気方式の見直し等を具体的に検討する「管子トンネルリフレッシュ計画検討業務」の中で調査を実施(調査内容:天井板や隔壁板の取付け状況、覆工コンクリート等の代表的な箇所を抽出し、2000年の点検業務報告書を基にひび割れや劣化の進行を比較。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)。 ・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。			
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	【点検範囲・対象】 天井板上:覆工コンクリート、隔壁板、天井板上面、受台等 道路空間:天井板下面、点検用通路、内装板、水路等 【点検方法】 天井板上は、徒歩により近接目視及び一部打音点検※、道路空間は、高所作業車により近接目視及び打音点検 ※打音は近接目視での異常箇所について実施(手の届く範囲)	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	【点検範囲・対象】 換気ダクト内からアンカーボルト及びその周辺の覆工コンクリート 【点検方法】 2012(平成24)年12月3日付国土交通省通達「トンネル天井板の緊急点検について」に基づき、近接目視と打音、触診による点検を実施(天井板上り、はしご等を用いて、手の届く範囲まで近づいて点検を行う。)	

「保全点検要領 構造物編(2012(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(平成 12)年度以前の点検記録

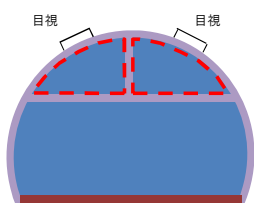

2000(平成 12)年度以前の点検記録を確認したところ、報告書は保存されていないが、点検データ管理システムに以下のデータが保管されている。

年度	点検種別	点検箇所
1995 (平成 7)	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)	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)	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)	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

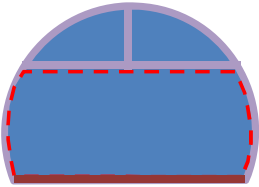
現行のRIMS版点検データ管理システム(社内システム)は、道路構造物のメンテナンスを効率的かつ継続的に実施するために、民営化直前の2004(平成 16)年8月から日本道路公団全社で試行的に運用を開始し、2005(平成 17)年10月より本格運用を開始している。

(3)笹子トンネル(上り線)の過去の点検経緯

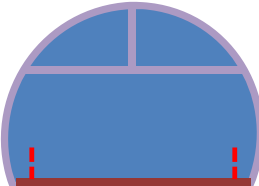
1) 臨時点検の実績[2000(平成 12)年度](上り線)

点検範囲・対象	点検結果						
<p>換気ダクト空間内の覆工コンクリート、隔壁板、天井板上面、受台等</p> 	<p>主な点検結果(概要)</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>・アンカーボルトの脱落^{※1}</td> <td>2箇所</td> </tr> <tr> <td>・アンカーボルトのゆるみ^{※2}</td> <td>215箇所</td> </tr> <tr> <td>・吊金具ボルトの脱落^{※1}</td> <td>2箇所</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 2000年の「脱落」では、2012年12月緊急点検で定義^{※3}した「欠落」と「脱落」を区分していない。 ※2 ボルトナットのゆるみを含む。 ※3 欠落：点検時点で既に抜けていたもの 脱落：点検を行った際に抜け落ちたもの</p> <p>注) 上記数量は、H24.12.12「中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故を受けた緊急点検結果」の数量区分に準じて算出 注) アンカーボルト等のボルト又はナットの脱落があったが、交通に支障となる恐れがある損傷はないと判断した。</p>	・アンカーボルトの脱落 ^{※1}	2箇所	・アンカーボルトのゆるみ ^{※2}	215箇所	・吊金具ボルトの脱落 ^{※1}	2箇所
・アンカーボルトの脱落 ^{※1}	2箇所						
・アンカーボルトのゆるみ ^{※2}	215箇所						
・吊金具ボルトの脱落 ^{※1}	2箇所						
<p>点検方法</p> <p>簡易足場を用いて近接目視点検及び異常とみられる箇所を打音点検</p> 							

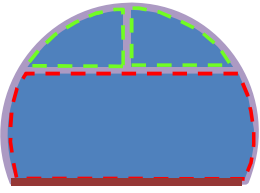



2) 定期点検の実績[2005(平成 17)年度] (上り線)

<p>点検範囲・対象</p> <p>天井板下面、覆工コンクリート、内装板等</p> 	<p>点検結果</p> <p>※天井板、覆工コンクリート、内装板等、機能低下に影響する損傷はない アンカ-ボルト・吊金具の点検は未実施</p>
<p>点検方法</p> <p>路面上から、点検用通路の打音点検及び内装板の触手点検、天井板下面の近接目視点検</p>	

3) 臨時点検の実績[2008(平成 20 年)度] (上り線)

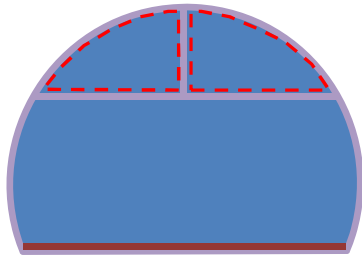
<p>点検範囲・対象</p> <p>内装タイル</p> 	<p>点検結果</p> <p>※内装タイルの局所的な損傷あり。損傷部位については、たたき落とす処理を実施済み。 接着系ボルト・吊り金具の点検は未実施</p>
<p>点検方法</p> <p>路面上から、内装タイルの近接目視、触手点検</p>	

4) 定期点検の実績[2012（平成24）年9月～10月]（上り線）

<p>点検範囲・対象</p> <p>天井板上：覆工コンクリート、隔壁板、天井板上面、受台等</p> <p>道路空間：天井板下面、点検用通路、内装板、水路等</p>		<p>点検結果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">主な点検結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>・アンカーボルトの脱落</td> <td>4箇所</td> </tr> <tr> <td>・アンカーボルトのゆるみ(ボルトまたはナット)</td> <td>20箇所</td> </tr> <tr> <td>・アンカーボルトの腐食による断面欠損</td> <td>10箇所</td> </tr> <tr> <td>・吊金具ボルトの脱落</td> <td>17箇所</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 2012年12月緊急点検での定義に合わせて再整理した(ボルト・ナットのゆるみを含む)。</p> <p>注) 上記数量は、H24.12.12「中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故を受けた緊急点検結果」の数量区分に準じて算出</p> <p>注) アンカーボルト等で損傷変状が著しく、機能面からみて速やかに補修が必要な損傷はない。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="935 797 1174 954"> <p>アンカーボルトの脱落</p>  </div> <div data-bbox="1174 797 1428 954"> <p>アンカーボルト腐食による断面欠損</p>  </div> </div>	主な点検結果		・アンカーボルトの脱落	4箇所	・アンカーボルトのゆるみ(ボルトまたはナット)	20箇所	・アンカーボルトの腐食による断面欠損	10箇所	・吊金具ボルトの脱落	17箇所
主な点検結果												
・アンカーボルトの脱落	4箇所											
・アンカーボルトのゆるみ(ボルトまたはナット)	20箇所											
・アンカーボルトの腐食による断面欠損	10箇所											
・吊金具ボルトの脱落	17箇所											
<p>点検方法</p> <p>天井板上は、徒歩により近接目視及び一部打音点検※、道路空間は、高所作業車により近接目視及び打音点検</p> <p>※打音は近接目視での異常箇所について実施(手の届く範囲)</p>												

5) 緊急点検の実施[2012（平成 24）年 12 月 3 日～12 月 7 日]

点検範囲・対象



天井板上からアンカーボルト及びその周辺の覆工コンクリート

点検方法



2012(平成 24)年 12 月 3 日付国土交通省通達「トンネル天井板の緊急点検について」に基づき、近接目視と打音、触診による点検を実施(天井板上り、はしご等を用いて、手の届く範囲まで近づいて点検を行う。)

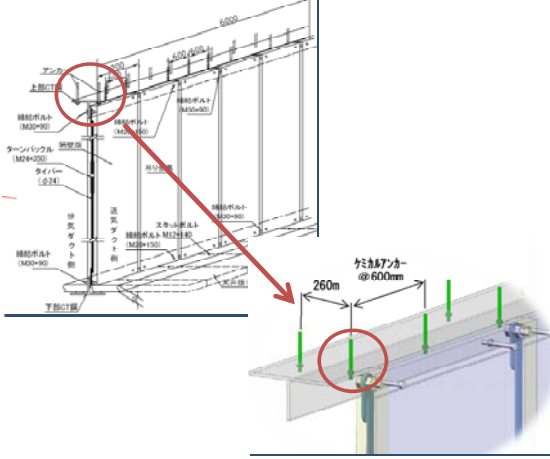

点検結果

アンカーボルト	
脱落	2箇所
ゆるみ	608箇所
腐食による断面欠損	22箇所
小計	632箇所/12,002箇所
吊金具ボルト	
脱落・ゆるみ	8箇所
破損・変形	2箇所
小計	10箇所/51,428箇所
受台ボルト	
破損・変形	9箇所
小計	9箇所/15,096箇所
覆工コンクリートのひび割れ	
アンカーを跨ぐひび割れ	19箇所

※上記数量は、H24.12.12「中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故を受けた緊急点検結果」の数量区分に準じて算出。

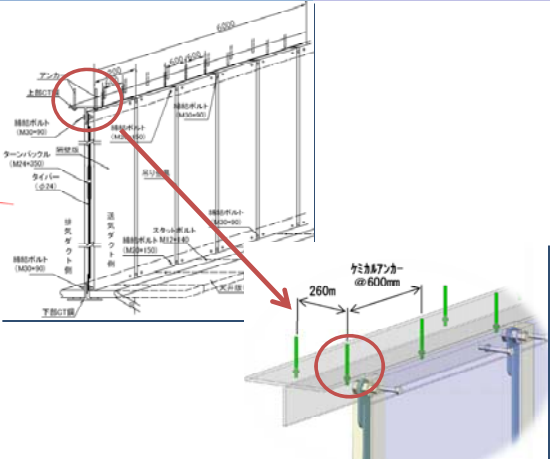
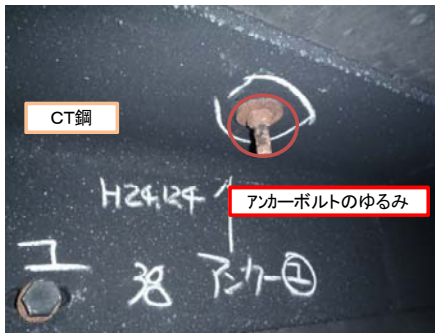
※12月の点検は、2012(平成 24)年 12 月 3 日付国土交通省通達「トンネル天井板の緊急点検について」に基づき笹子トンネル天井板落下による緊急点検として行っており、方法及び評価基準が異なるため、9月点検結果とは単純な比較はできない。

覆工コンクリート（天頂部） ⇒ アンカーボルトの脱落 2箇所/12,002箇所

損傷箇所	損傷状況写真
	 <p data-bbox="842 835 1385 875">触診の際、人力によりボルトが脱落</p>

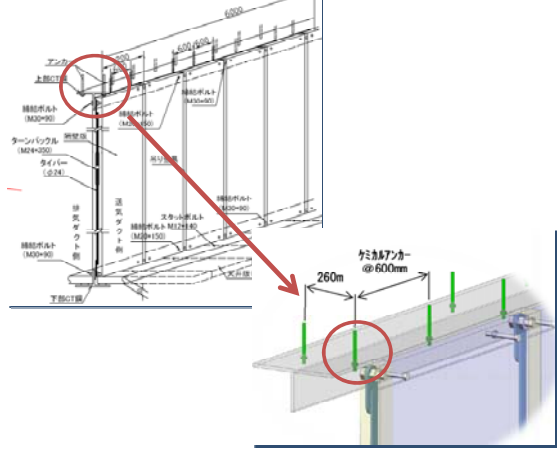

触診の際、人力によりボルトが脱落

覆工コンクリート（天頂部） ⇒ アンカーボルトのゆがみ 608箇所/12,002箇所

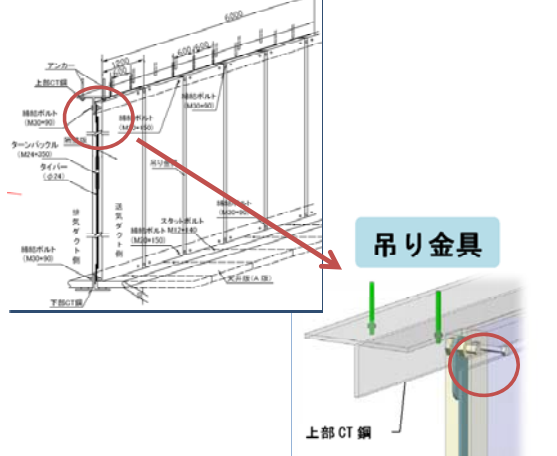

損傷箇所	損傷状況写真
	 <p data-bbox="842 1653 1369 1693">点検ハンマーでたたいた際に変状を感じる</p>

点検ハンマーでたたいた際に変状を感じる

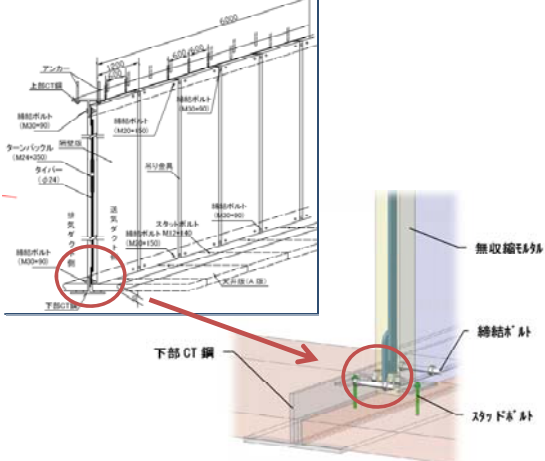

覆工コンクリート（天頂部） ⇒ ボルトの腐食による断面欠損 22箇所/12,002箇所

損傷箇所	損傷状況写真
	

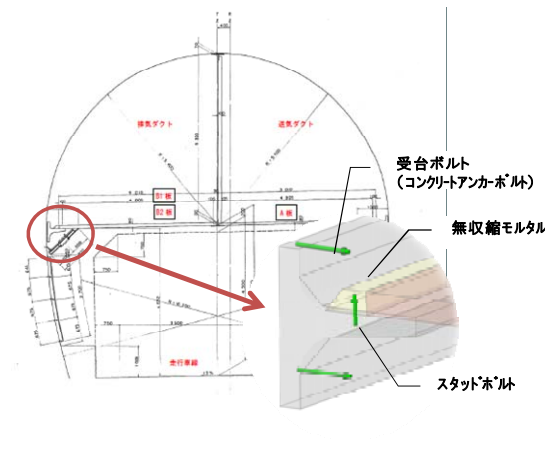
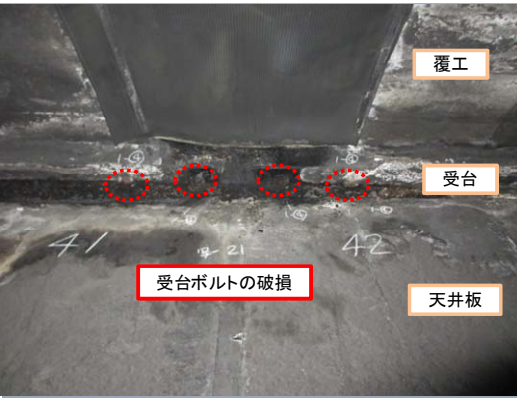
吊り金具 CT鋼等 ⇒ 吊り金具ボルトの脱落・ゆるみ 8箇所/51,428箇所

損傷箇所	損傷状況写真
	

吊り金具 CT鋼等 ⇒ 吊金具ボルトの破損、変形 2箇所/51,428箇所

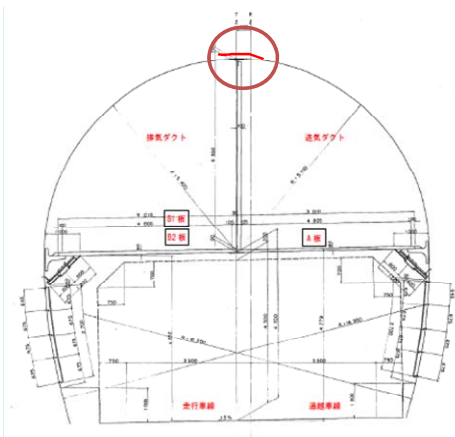
損傷箇所	損傷状況写真
	

受台 ⇒ 受台ボルトの破損、変形 9箇所/15,096箇所

損傷箇所	損傷状況写真
	

覆工コンクリート（天頂部） ⇒ 覆工コンクリートのアンカーを跨ぐひび割れ 19箇所

損傷箇所



損傷状況写真



6) 笹子トンネル（上り線）定期点検、緊急点検の概要

上り線 点検日	S断面			M断面			L断面		
	①9月～10月	②12月		①9月～10月	②12月		①9月～10月	②12月	
		①で発見例新規発見			①で発見例新規発見			①で発見例新規発見	
アンカーボルト 11,613箇所	1,270箇所			5,120箇所			5,223箇所		
欠落(点検時点で既に抜けていたもの)	2 ^{※1}	2	0	2 ^{※1}	2	0	0	0	1
脱落(点検を行った際に抜け落ちたもの)	—	—	0	—	—	0	0	—	3
ゆるみ ^(注)	18 ^{※2}	—	19	2 ^{※2}	—	558	0	—	427
腐食による断面欠損	0	—	0	2 ^{※3}	—	12 ^{※4}	8 ^{※3}	—	4 ^{※4}
小計	20	21		6	572		8	435	
吊金具ボルト 48,914箇所	5,569箇所			21,887箇所			21,456箇所		
吊金具本体の締結ボルト	1,591箇所			6,253箇所			6,136箇所		
隔壁板取付ボルト	3,183箇所			12,516箇所			12,262箇所		
欠落(点検時点で既に抜けていたもの)	—	2	0	—	1	2	—	0	0
脱落(点検を行った際に抜け落ちたもの)	3	—	0	1	—	0	0	—	0
小計	3	2		1	3		0	0	
移動制限ボルト 6,973箇所	795箇所			3,118箇所			3,060箇所		
欠落(点検時点で既に抜けていたもの)	—	0	0	—	11	0	—	1	1
脱落(点検を行った際に抜け落ちたもの)	1	—	2	11	—	11	1	—	1
破損・変形	0	—	0	0	—	6	0	—	0
小計	1	2		11	28		1	3	
CT鋼本体									
破損・変形	0	—	0	0	—	11	0	—	3
小計	0	0		0	11		0	3	
受台ボルト 14,238箇所	1,663箇所			6,361箇所			6,194箇所		
欠落(点検時点で既に抜けていたもの)	—	0	1	—	0	1	—	0	2
脱落(点検を行った際に抜け落ちたもの)	0	—	0	0	—	1	0	—	0
破損・変形	0	—	0	0	—	0	0	—	1
小計	0	1		0	2		0	3	
養生コンクリート									
アンカーを跨ぐひび割れ	※5	—	23 ^{※6}	※5	—	60 ^{※6}	※5	—	42 ^{※6}
小計	—	23		—	60		—	42	
総計	24箇所	49箇所		18箇所	676箇所		9箇所	486箇所	

※1) 9月点検においては、2012(平成24)年12月緊急点検で定義した「欠落」と「脱落」を区分していない

※2) ナットのゆるみを含む数。 ※3) 著しいもののみ計上。

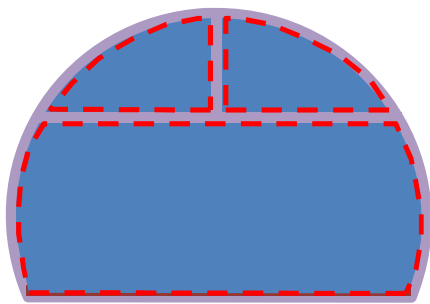
※4) 腐食のあるものはすべて計上

※5) 主にアンカーボルト周辺の漏水に着目した点検を実施。(漏水箇所は、M、L断面のみ21箇所)

※6) アンカーボルトを跨ぐひび割れは、2012(平成24)年12月の緊急点検時には、CT鋼があったため、CT鋼にかかるひび割れを確認したものであり、この時点ではアンカーボルト孔にかかっているか否かは確認できない

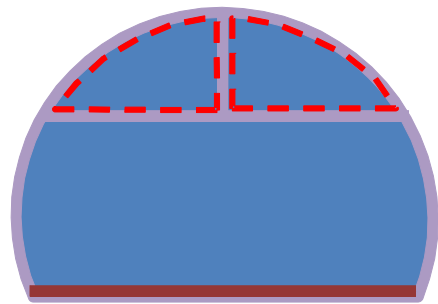
注) ボルトのゆるみの程度については、定量的な評価が出来ていない。

注) 上記数量は、2012(平成24)年12月12日「中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故を受けた緊急点検結果」の数量区分に準じて算出



2012(平成24)年9月～10月

天井板上は、徒歩により近接目視及び一部打音点検
※、道路空間は、高所作業車により近接目視及び打音点検
※打音は近接目視での異常箇所について実施(手の届く範囲)



2012(平成24)年12月

点検日②: 12/14～12/27
2012(平成24)年12月3日付国土交通省通達「トンネル天井板の緊急点検について」に基づき、近接目視と打音、触診による点検を実施(天井板上り、はしご等を用いて、手の届く範囲まで近づいて点検を行う。)

7) 2008 (平成 20) 年度臨時点検への変更経緯

◎当初計画 (3 月) ⇒ 詳細点検として笹子トンネル天井板上の近接目視点検を計画



◎変更 (5 月以降) ⇒ 当初計画していた天井板上の点検を 2009 (平成 21) 年度実施する計画に変更

緊急点検として「老朽化により危険なシグナルが出ていると思われる全箇所 (笹子トンネルはトンネル内装タイルのみが対象) の点検を実施」

【背景】2007～2008 (平成 19～平成 20) 年度にかけ、構造物からの落下事故 (東名: 橋梁床版下面コンクリート片落下、伊勢道: 橋梁視線誘導標落下、中央道: ジョイント下面錆落下、北陸道: トンネルタイル落下等) や第三者被害の生じる落下等が連続して発生したため、緊急安全点検を実施 (安全点検の追加を優先)



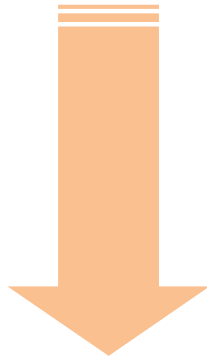
◎笹子トンネルリフレッシュ計画 (2009 (平成 21) 年度) ⇒

換気設備の老朽化が進んでいるため、換気方式の変更 (横流式⇒縦流式) を含め、設備の更新方法を検討。

その際、近年の自動車排出ガス規制の強化に伴い、天井板が不要な換気方式への変更が可能となり、天井板を撤去する前提で換気設備の更新の検討を進めたことから、結果的に 2012 (平成 24) 年 9 月まで天井板上部に登る詳細な点検は実施せず。

8) 2012（平成 24）年度 詳細点検計画の変更経緯

業務名：平成 24 年度八王子支社管内道路保全管理業務 発注者：中日本高速道路(株)八王子支社 受注者：中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 契約日：2012（平成 24）年 6 月 27 日
実施計画書（当初）
笹子トンネルは、天井板については第三者剥離を主な点検項目として、全長にわたりトンネル点検者による近接目視（必要に応じて打音）を実施する。また、全長にわたり内装板や手すりの近接目視点検も行う。 <u>天井板裏は、主に天井板吊り金具について簡易足場を用いて触手または近接目視点検を実施する</u>
【実施予定時期】 天井板上部 2012（平成 24）年 <u>12 月</u> に実施予定 天井板下部 2012（平成 24）年 <u>7 月～8 月</u> の間に実施予定



※JR交差部など第三者被害が想定される箇所の点検を最優先とし、点検の全体計画を見直し



本社事務連絡
 (2012(平成 24)年 7 月 20 日)
 「第三者被害が想定される道路構造物等に対する安全確認作業について」(付属物点検を 2012（平成 24）～2013（平成 25）年度の 2 年間で実施する)

業務名：平成 24 年度八王子支社管内道路保全管理業務 発注者：中日本高速道路(株)八王子支社 受注者：中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 契約日：2012（平成 24）年 10 月 31 日（第 1 回変更）
実施計画書の変更
笹子トンネルは、天井板については第三者剥離を主な点検項目として、全長にわたりトンネル点検者による近接目視（必要に応じて打音）を実施する。また、全長にわたり内装板や手すりの近接目視点検も行う。 <u>天井板裏は、主に天井板吊り金具について天井板上を徒歩にて目視及び打診により実施する</u>
【実施予定時期の変更】 天井板上部 2012（平成 24）年 <u>9 月中旬～10 月上旬</u> の間に実施 天井板下部 2012（平成 24）年 <u>7 月</u> に一部実施 2012（平成 24）年 <u>9 月中旬～10 月上旬</u> の間に実施

※笹子トンネルに関しても、第三者被害が想定される箇所（道路空間）を最優先し、天井板裏は、点検の全体計画の中で、変更している。

事務連絡

平成24年 7月20日

各支社

保全チームリーダー 様

施設チームリーダー 様

保全チームリーダー

施設チームリーダー

第三者被害が想定される道路構造物等に対する安全確認作業について

道路構造物からの付属物、錆片等の落下により、第三者にご迷惑をお掛けする事象が頻発していることを受け、点検実施体制を強化することとしたが、更なる安全確認作業の強化として、付属物点検の対象箇所について、「近接目視・打音・触診等による安全確認作業」を平成24年度、25年度の2ヶ年で全て実施することとしたので、対応方依頼します。

記

(1) 点検実施体制

点検種別	点検内容	点検頻度(標準) <>は強化内容
日常点検	構造物の現状の安全性を日常的に確認するために、本線内から主に車上目視、車上感覚により行う点検	4日～7日/2週
本線外点検	構造物からの第三者被害を防止するために、本線外から遠望目視を主体に構造物の状況を確認する点検	2回以上/年 <点検回数が増>
定期点検	構造物の状況を全般的に把握するために、本線外から遠望目視を主体に劣化、老朽化等の状況を確認する点検	1回以上/年
詳細点検	構造物の健全性を把握するために近接目視・打音等により詳細な診断を行う点検	1回/5年
付属物点検	構造物に添架・設置された付属物の第三者被害を防止するために、協議・調整し、足場等を使用して、近接目視・打音・触診等により詳細な診断を行う点検 詳細点検と同時に実施	1回/5年 <点検人員が増>

(2) 点検サイクルの見直し

		H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
従来計画	詳細点検 付属物点検	① ①	② ②	③ ③	④ ④	⑤ ⑤		
		← 1 サイクル →						
今回見直し	詳細点検	①	②	③	④	⑤	①	②
	付属物点検	①	②	③	④	⑤	①	②
	安全確認作業	③	④	⑤				
		← 1 サイクル →						

平成26年度から平成28年度に掛けて実施する予定としていた付属物点検の対象箇所について、平成24年度、平成25年度の2ヶ年で近接目視、打音、触診等による安全確認作業（付属物点検＋構造物打音点検）を実施すること。

(3) 安全確認作業を行う上での留意点

【前提条件】 安全確認作業は第三者被害発生の未然防止を目的に行うものであり、道路構造物の健全性評価に重点を置く詳細点検のような点検スキルは要しない。

- 補修計画者（NEXCO）、点検技術者（エンジ）、作業員（メンテ）が一体となり、構造物清掃、小補修等の作業と併せて効率的かつ効果的に実施すること
- 土木担当課、施設担当課が緊密に連絡調整を図り、極力、同一規制、同一足場を利用して安全確認作業を実施すること
- コンクリート片剥落だけでなく、土木付属物・施設付属物の固定状況、錆・腐食等にも着目した確認を実施すること。従って、剥落対策工事施工済みであっても、安全確認作業は実施すること
- 高所作業車、足場設置等により、打音・触診による安全確認を確実に実施すること

(4) 進捗状況確認

部長会議にて定期的（3ヶ月 or 半年）に各支社の進捗状況を把握し、課題・問題点を本社、支社、保全・サービスセンターの間で共有していく。

(5) 安全確認作業計画の策定

- 対象構造物のリストアップ（橋梁、トンネル、C-Box）
- 交差・並行箇所単位（協議相手単位）での対象箇所のリストアップ
- 詳細点検計画（土木・施設）との整合性確認
- 協議担当者、点検員、作業員、資機材（高所作業車、足場）の確保
- 過去の緊急安全点検、詳細点検において、打音点検を実施していない箇所は最優先

各支社においては、点検実施計画の策定に着手されたい。

(6) 添付ファイル「点検対象数量」にて点検計画を提出

提出期限 : 平成24年8月24日（金）

以 上

3.8.2 笹子トンネル(上り線)補強工事【2001(平成13)年】におけるアンカー引抜試験

(中央自動車道笹子トンネル(上り線)補強工事 報告書抜粋)

(1) 工事概要と目的

1) 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)2001(平成13)年7月20日
至)2001(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

2) 工事目的

覆工コンクリート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。

3) 調査目的

2000(平成12)年の臨時点検で、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(平成13)年「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。

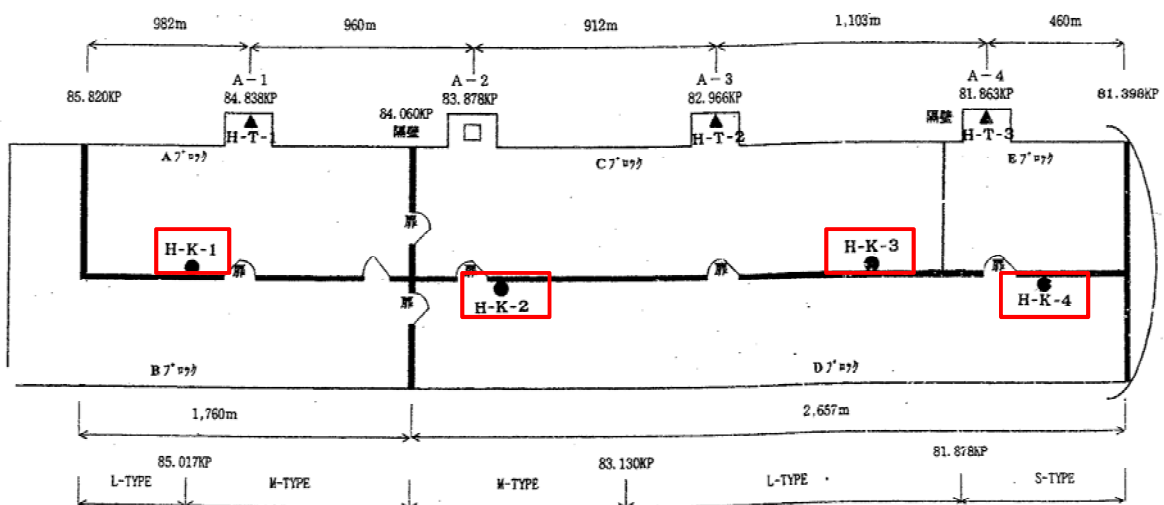
今回上り線について、下り線では行わなかったアンカーの材料強度を確認し、下り線の調査結果と併わせ、より現状に沿った値をもとに天井板の安全性の検討を行い、今後永続的に使用する上での問題点について報告する。

4) 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)引抜試験の結果

1) 引抜試験の位置図



2) 引抜試験の結果

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)接着系ボルト引抜試験の判定とまとめ

1) 引抜試験の判定

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(2.54t)	<	2.7t
M	ボルトの抜け	72	27.0(2.75t)	>	2.7t
S	ボルトの抜け	124	45.5(4.63t)	>	4.0t

※【安全率3倍の補足説明】(参考追記)

上表の荷重とは、天井板や隔壁板等の自重について見積もられた天頂部接着系ボルトへの作用力 9.3kN/本 (0.95t/本) 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板アンカーボルト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。

2) 引抜試験のまとめ<接着系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。

鋼材の錆の第一要因である漏水は覆工コンクリートの変状が要因であり、漏水対策やひびわれ補修、上記施工不良に対する改善を行い、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ろう。

破壊試験による引抜き抵抗力試験では、安全率を見込んだ設計値と比べると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。

3.8.3 笹子トンネル換気方式の見直し検討

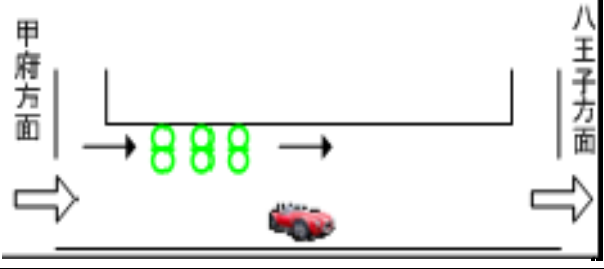
(1) 笹子トンネルリフレッシュ検討の経緯

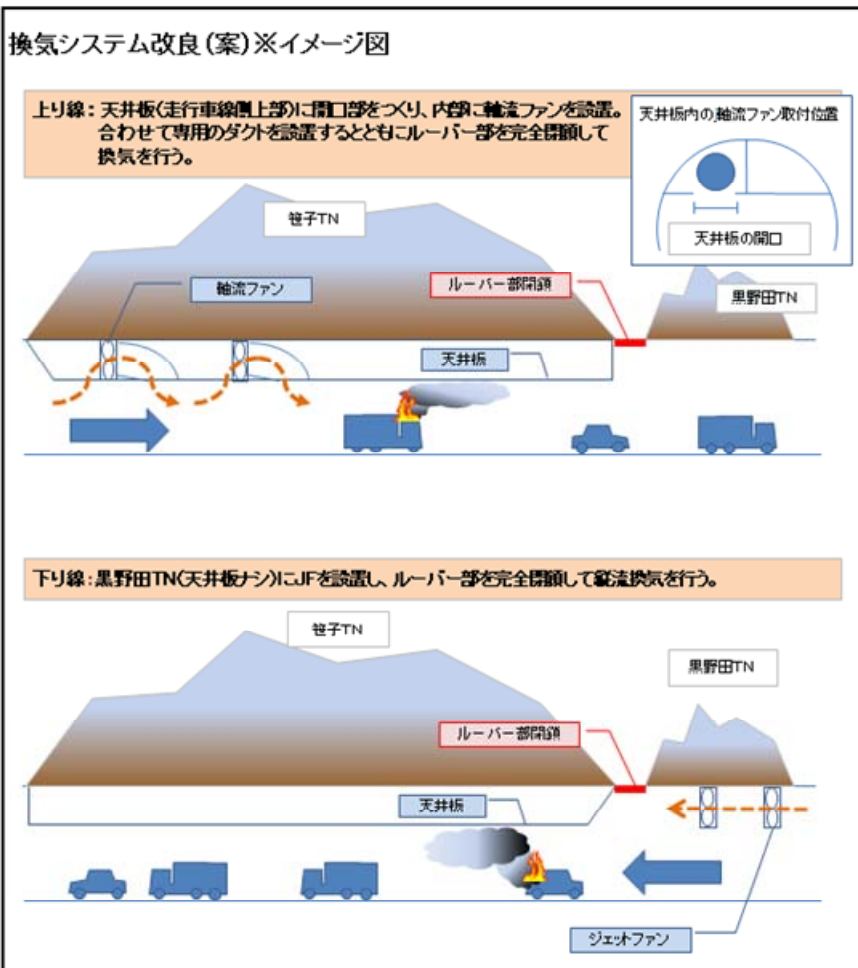
実施年度	笹子トンネルの点検・調査の経緯	換気方式の見直し検討
	点検・調査分類	検討内容
	点検・調査の内容	
2008(平成20)年度	定期点検→臨時点検	業務名:「笹子トンネル他換気設備検討」
	路面上から近接目視及び打音点検 (当初計画した天井板上の点検を 2009(平成21)年度に変更)	2009(平成21)年7月のNEXCO設計要領改訂に先立ち、換気方式の変更を検討 (道路トンネル技術基準(換気編)・同解説(社)日本道路協会 2008年10月) 【結論】天井板の撤去により上下線とも自然換気方式が可能
2009(平成21)年度	業務名:「笹子トンネルリフレッシュ検討業務」	
	天井板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	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
2011(平成23)年度		業務名:「笹子トンネル換気システム最適化検討業務」 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)
2012(平成24)年度	定期点検	業務名:「八王子城跡トンネル他諸設備改良詳細設計」
	天井板上は、徒歩により近接目視及び一部打音点検※、道路空間は、高所作業車により近接目視及び打音点検 ※打音は近接目視での異常箇所について実施(手の届く範囲)	・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(「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(平成24)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。

(2) 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 지니어リング東京株式 会社 代表取締役	中日本ハイウェイ・エン 지니어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 施設子 ーム リーダー	中日本ハイウェイ・エン 지니어リング東京株式 会社 代表取締役	中日本ハイウェイ・エン 지니어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 施設子 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

(3)2009(平成 21)年度検討と 2011(平成 23)年度の比較

2009(平成 21)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	ジェットファン方式
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	天井板撤去に長期間(約1年 上り:約5ヶ月 下り:約5ヶ月)の通行止めが必要

2011(平成 23)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」	
<p>換気システム改良(案)※イメージ図</p> <p>上り線: 天井板(走行車線側上部)に開口部を作り、内部に軸流ファンを設置。合わせて専用のダクトを設置するとともにルーバー部を完全開閉して換気を行う。</p> <p>下り線: 黒野田TN(天井板ナシ)にJFを設置し、ルーバー部を完全開閉して縦流換気を行う。</p> 	

(4) 笹子トンネルリフレッシュ検討業務内容[2009(平成21)年度]

1) 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。

2) 主な検討内容

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

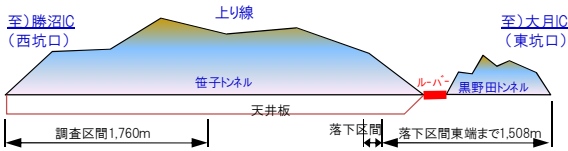
⑥交通運用検討

- ・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

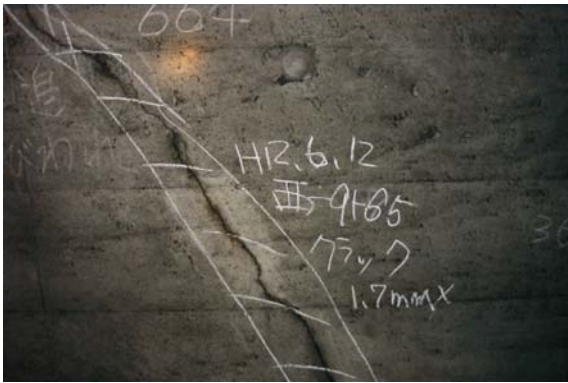

- ・避難連絡坑改善提案
- ・対面通行時における設備の運用提案

3) 覆工補修検討の概要



調査の目的	調査結果
<p>覆工補修検討を行うために、天井板、隔壁板、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</p>	<p>【上り線の状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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
<p>調査箇所</p> <p>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</p> <p>※ 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</p> <p>下り線は東坑口(81.451kp)から中央隔壁(83.599kp)区間の2.1km</p> 	<p>【下り線の状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 <p>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</p>

※ 「(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、隔壁板、仕切板等の損傷状況を確認したものではない。



4) 2000 (平成 12) 年点検と 2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査の比較①

2000 (平成 12) 年点検結果	2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査結果
	
<p>1999(平成 11)年度 西 9+65</p>	<p>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。</p>

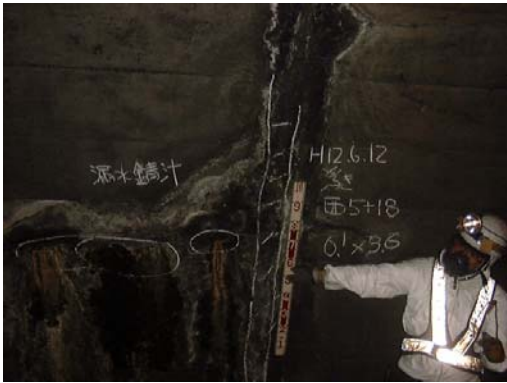

5) 2000 (平成 12) 年点検と 2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査の比較②

2000 (平成 12) 年点検結果	2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査結果
	
<p>1999(平成 11)年度 西 10+95</p>	<p>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 0.7×6000 ・クラックの進行は見られない。</p>

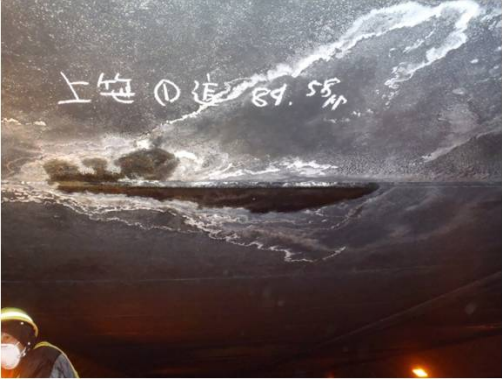

6) 2000 (平成 12) 年点検と 2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査の比較③

2000 (平成 12) 年点検結果	2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査結果
	
<p>1999(平成 11)年度 西 10+95</p>	<p>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</p>



7) 2000 (平成 12) 年点検と 2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査の比較④

2000 (平成 12) 年点検結果	2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査結果
	
<p>1999(平成 11)年度 西 5+18</p>	<p>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</p>



8) 2000 (平成 12) 年点検と 2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査の比較⑤

2000 (平成 12) 年点検結果	2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査結果
	
<p>施工前 漏水状況</p>	<p>導水工 設置状況 L=5m</p>

9) 2000 (平成 12) 年点検と 2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査の比較⑥

2000 (平成 12) 年点検結果	2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査結果
	
<p>1999(平成 11)年度 西 3+75</p>	<p>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。</p>

10) 2000 (平成 12) 年点検と 2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査の比較⑦

2000 (平成 12) 年点検結果	2009 (平成 21) 年リフレッシュ検討調査結果
	
<p>B ブロック(追越側)西 1+83 KP84.243 下部の湧水状況</p>	<p>B ブロック(追越側)西 1+83 KP84.243 目地部の豆板</p>

(5) 笹子トンネル換気設備最適化検討業務の内容[2011(平成23)年]

1) 目的

2009 (平成 21) 年の「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。

2) 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

3.8.4 笹子トンネル(上り線)アンカーボルト追加および代替の実績

2.2 施工（トンネル本体、天井板）を参照されたい。