

上信越自動車道 熊坂トンネル検討委員会

第1回 検討委員会

議 事 次 第

日 時：平成20年5月25日(日) 14時～16時

場 所：JA北信州みゆき永田支所 会議室

- (1) 開 会・・・・・・・・・・・・・・・・・・事務局 14:00
- (2) 出席者紹介及び資料確認・・・・・・・・・・事務局
- (3) 委員長挨拶・・・・・・・・・・・・・・・・・・委員長

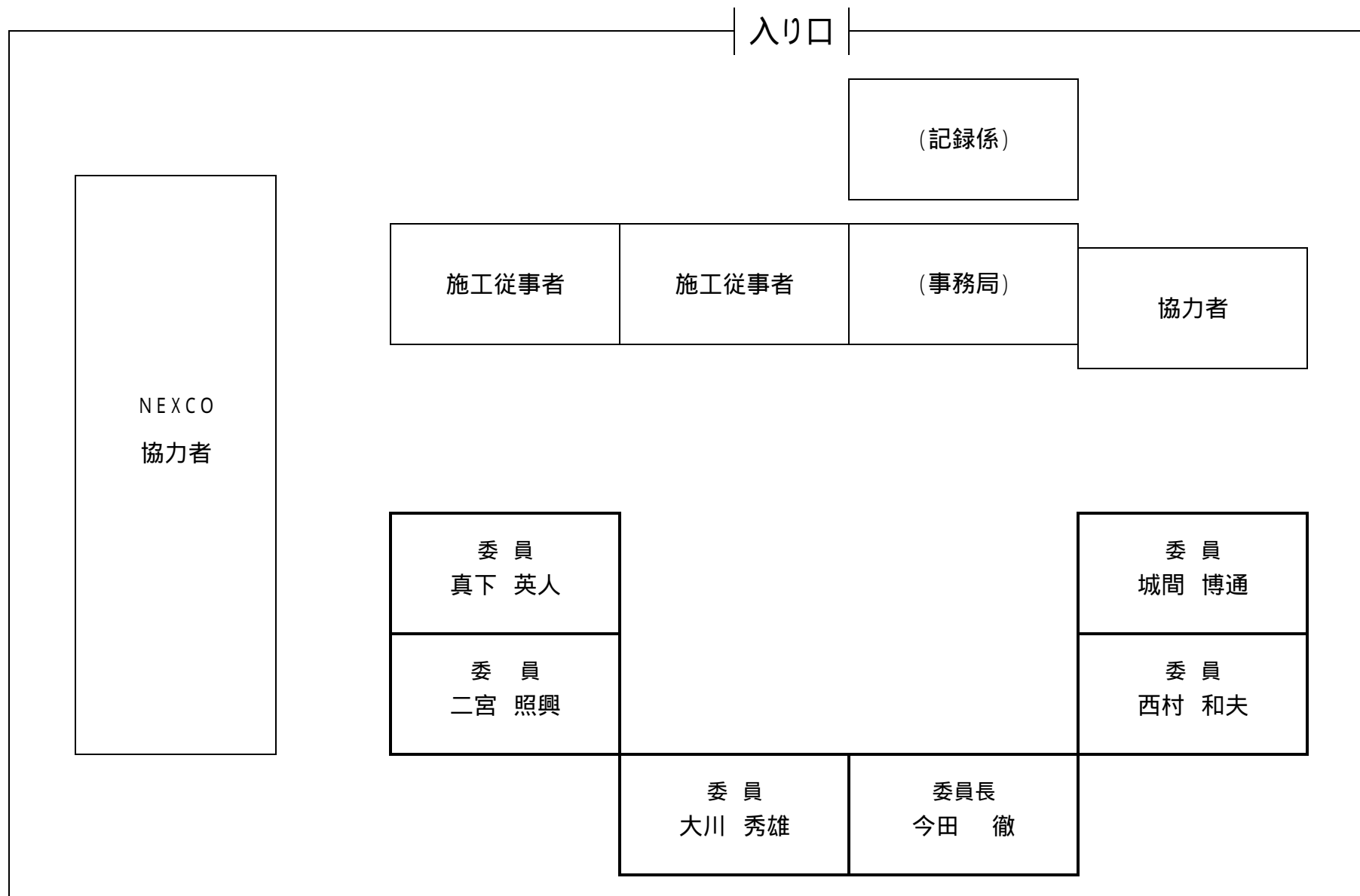
***** 報道関係者 撮影終了 *****

- (4) 検討委員会 規約・・・・・・・・・・・・・・・・・・事務局 14:10
- (5) 審 議・・・・・・・・・・・・・・・・・・委員長
 - 1. 熊坂トンネル工事概要・・・・・・・・・・〔事務局〕
 - 2. 不適切施工概要・・・・・・・・・・〔事務局〕
 - 3. 調査方法について・・・・・・・・・・〔事務局〕
 - 4. 調査結果と修補方法について・・・・・・・・・・〔事務局〕
 - 5. まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・委員長
- (6) 委託者挨拶・・・・・・・・・・・・・・・・・・新潟支社
- (7) 閉 会・・・・・・・・・・・・・・・・・・事務局 16:00

資料 1

資料 2

上信越自動車道 熊坂トンネル検討委員会 座席表



上信越自動車道 熊坂トンネル検討委員会 規約

(目的)

第1条 東日本高速道路株式会社 新潟支社(以下「会社」という。)は、上信越自動車道熊坂トンネルにおける不適切施工の修補方法及び再発防止策に関する検討を実施するため、学識経験者及び専門家(以下「学識経験者等」という。)で構成する「上信越自動車道 熊坂トンネル検討委員会」(以下「委員会」という。)を設置する。

(委員会の業務)

第2条 委員会は、次の各号に掲げる事項を審議及び検討する。

- 一 熊坂トンネルの不適切施工の修補方法
 - 二 不適切施工の再発防止策
 - 三 その他委員会において必要と認められた事項に関すること。
- 2 前項に関連して新たな検討事項が発生した場合は、必要に応じて、他の委員会などにおいて審議及び検討することができる。

(委員会の組織)

第3条 委員会は、トンネル工学などにおける最新の技術的知見、入札・契約方式などに熟知している公正中立な立場にある学識経験者等をもって構成する。

- 2 委員長及び委員(以下「委員等」という。)は、別紙 - 1のとおりとする。なお、委員等を追加又は変更する場合には、委員会の承認を得るものとする。
- 3 委員等の任期は、委員会の業務が完了するまでとする。
- 4 委員長は、委員会の事務を総括する。
- 5 委員長に事故があるときは、委員長があらかじめ指名する委員がその職務を代理する。

(委員会の運営)

第4条 委員会は、委員長が召集し、委員等の半数以上の出席をもって開催されるものとする。

- 2 委員会は、業務を遂行する上で必要と判断される場合は、資料等の提出その他を事務局に求めることができる。

(外部専門家の参加)

第5条 委員会は、業務を遂行する上で必要と判断される場合は、特定の事項に関する専門知識を有する者(以下「外部専門家」という。)を、審議及び検討に参加させることができる。

(資料等の公表)

第6条 委員会における配布資料、議事要旨及び審議結果は、原則として公表とする。ただし、個人情報等公表することが適切でないと判断される資料については、委員会の了承を得て公表しないものとする。

2 委員会の議事要旨は、事務局において作成するものとし、出席した委員等の確認を得なければならない。

(守秘義務)

第7条 委員会の委員等及び外部専門家、若しくはその職にあった者は、個人情報等公表することが適切でない情報その他を漏らし、又は無断使用してはならない。

(事務局)

第8条 委員会の事務は、会社において行う。

(雑則)

第9条 この規約に定めのない事項については、委員長が検討会に諮って定める。この規約を変更する場合においても同様とする。

附則

この規約は、平成20年5月23日から施行する。

上信越自動車道 熊坂トンネル検討委員会名簿

(敬称略、順不同)

委員長	今田 徹	東京都立大学 名誉教授
委員	大川 秀雄	新潟大学 工学部長
委員	西村 和夫	首都大学東京 都市環境科学研究科 都市基盤環境工学専攻 教授
委員	二宮 照興	弁護士
委員	真下 英人	(独)土木研究所 道路技術研究グループ 上席研究員
委員	城間 博通	(株)高速道路総合技術研究所 道路研究部 トンネル研究担当部長

上信越自動車道 熊坂トンネル検討委員会

第1回委員会資料

平成20年5月25日

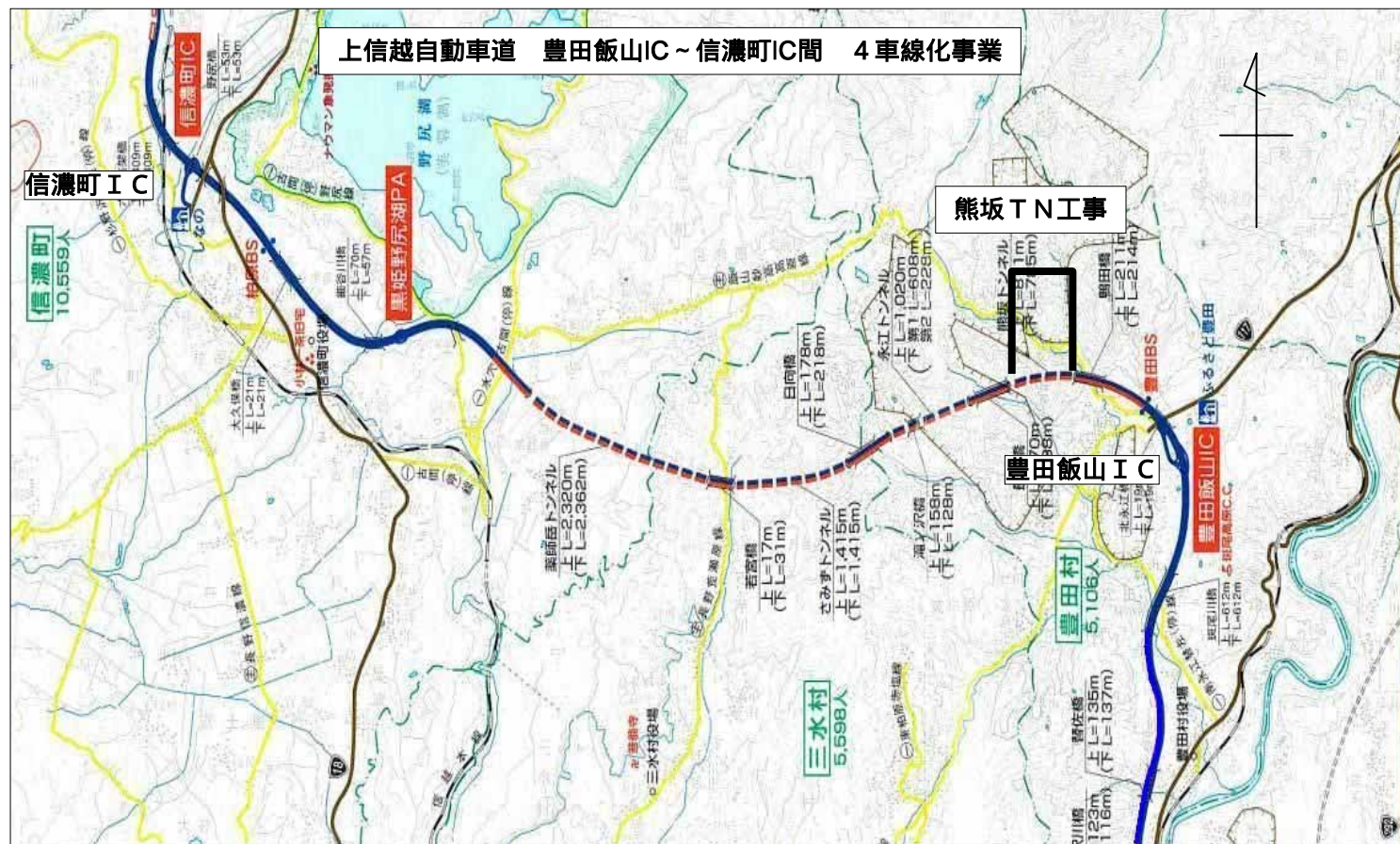
東日本高速道路(株)新潟支社
信越工事事務所

1. 熊坂トンネル工事概要

(1) 【工事概要】

- ・ 工事契約 平成17年6月21日
- ・ 工期 平成17年6月22日～平成19年12月8日
- ・ 請負金額 1,826,933,030円
- ・ 請負人 (株)ピーエス三菱・北野建設(株) 共同企業体
- ・ 工事内容 トンネル本体工 801m
橋梁下部工 1基、土工工事

(2) 【位置図】

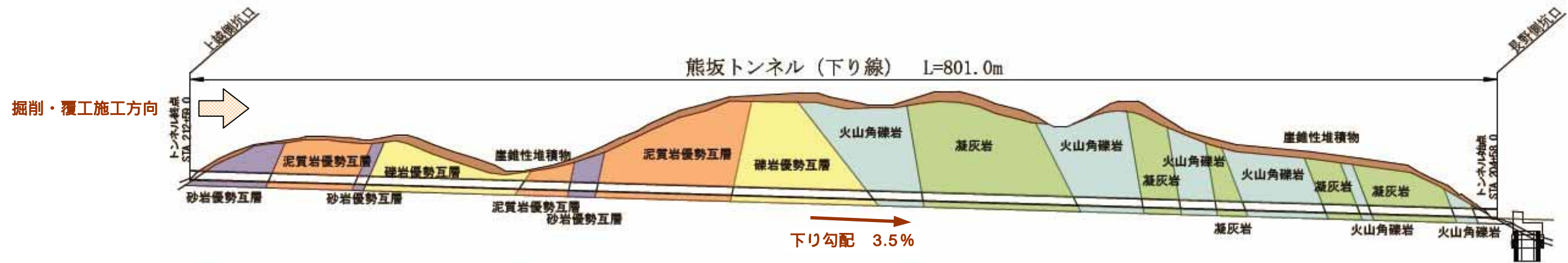


(3) 【工事経緯】

- ・平成17年7月～9月 基準点測量
- ・平成17年12月 掘削開始
- ・平成18年1月～2月 基準点の照査
- ・平成18年4月～5月 基準点の再設置
- ・平成18年9月 覆工コンクリートの施工
- ・平成19年4月 トンネル貫通
- ・平成19年9月 覆工コンクリートの完了
- ・平成19年10月15日 請負人より巻厚不足について報告
- ・平成19年10月18日 調査開始（非破壊検査～コア・リング調査）
- ・平成19年11月19日～ 修補工事に着手
- ・平成20年1月24日 記者発表
- ・平成20年1月31日 現地説明会（第1回）
- ・平成20年3月15日 現地検討会
- ・平成20年4月3日 現地説明会（第2回）
- ・平成20年5月25日 第1回熊坂トンネル検討委員会

1. 熊坂トンネル工事概要

(4) 【地質縦断及び支保パターン】



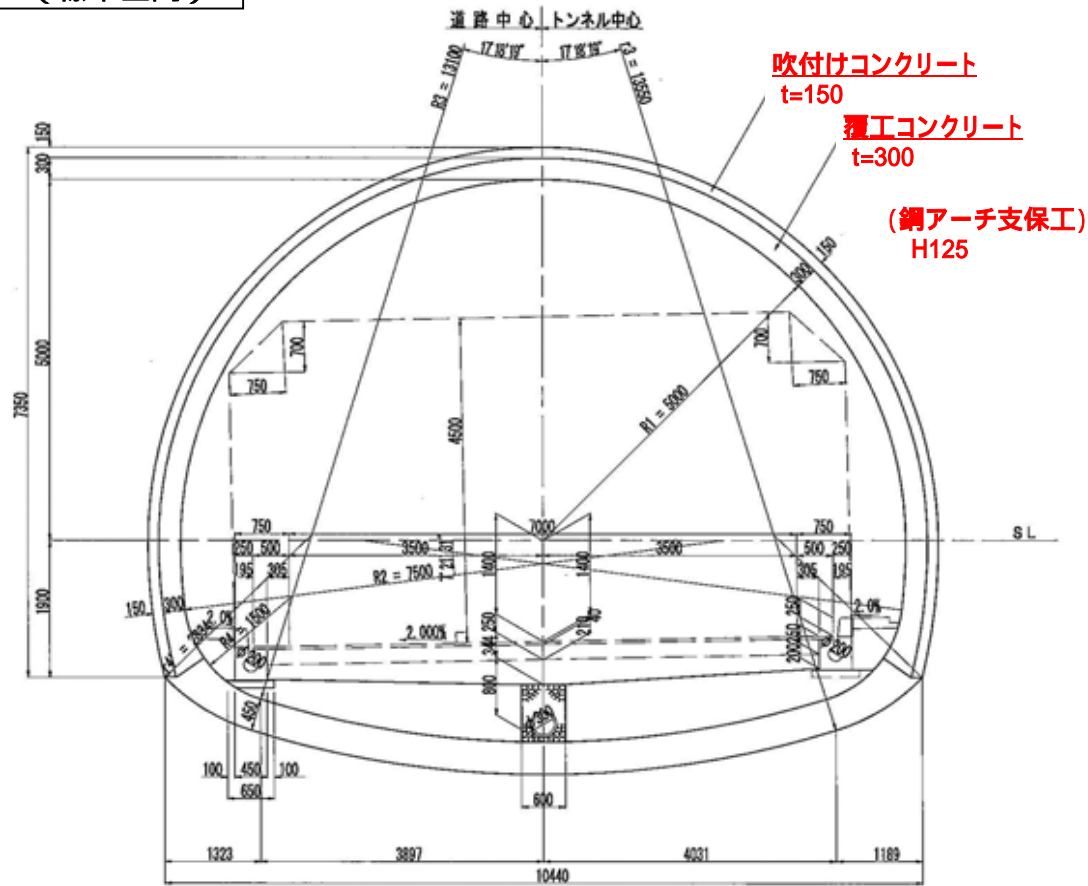
	DIII a-1	DI-b	DIII a	DI-b	DI-b1	DI-b2	DI-L(0)	DI-a	DI-a1	DI-b	DI-c1	DI-b	DI-d	DI-d1
施工支保パターン	D	D -b	D	D -b	D -b1	D -b2	D -L	D -a	D -a1	D -c1	D -b	D		
2次覆工厚(cm)	35	30	35	30	30	30	40	30	30	30	30	30		
吹付けコンクリート厚(cm)	25	15	25	15	15	15	20	15	15	10 (36N/mm ²)	15	25		
ロックボルト 長さ×周方向×延長方向	4.0×1.2×1.0	4.0×1.2×1.0	4.0×1.2×1.0	4.0×1.2×1.0	4.0×1.5×1.0	4.0×1.5×1.2	6.0×1.2×1.0	3.0×1.2×1.0	3.0×1.5×1.0	3.0×1.5×1.0	4.0×1.2×1.0	4.0×1.2×1.0 (3.0×0.6×1.0)		
鋼アーチ支保工	H-200 P=1.0	H-125 P=1.0	H-200 P=1.0	H-125 P=1.0	H-125 P=1.0	H-125 P=1.2	H-150 P=1.0	H-125 P=1.0	H-125 P=1.0	H-125 P=1.0	H-125 P=1.0	H-125 P=1.0	H-200 P=1.0	
延長 (m)	34	135	70	27	91	58.95	34.65	72	184	23	34.4	37		
最終変位量 (mm)	天端沈下	16.1	7.1	7.7	4.4	6.1	10.7	15.2	11.5	13.3	16.8	14.2	9.1	
	内空変位	-2.9	-1.9	-2.6	3.0	4.8	6.4	10.2	7.1	8.5	11.5	9.1	5.4	

天端沈下、内空変位ともに、内空内側への変位を(+)で表示。

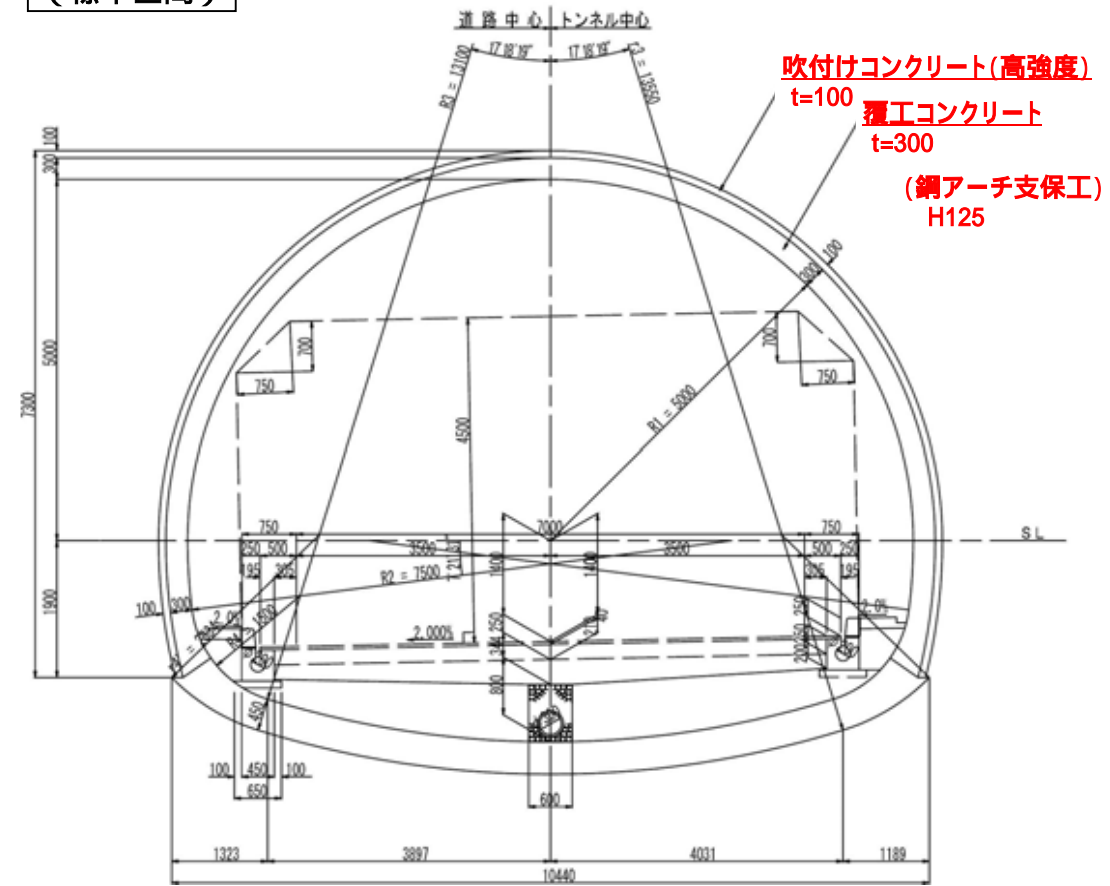


【参考：標準断面図抜粋】

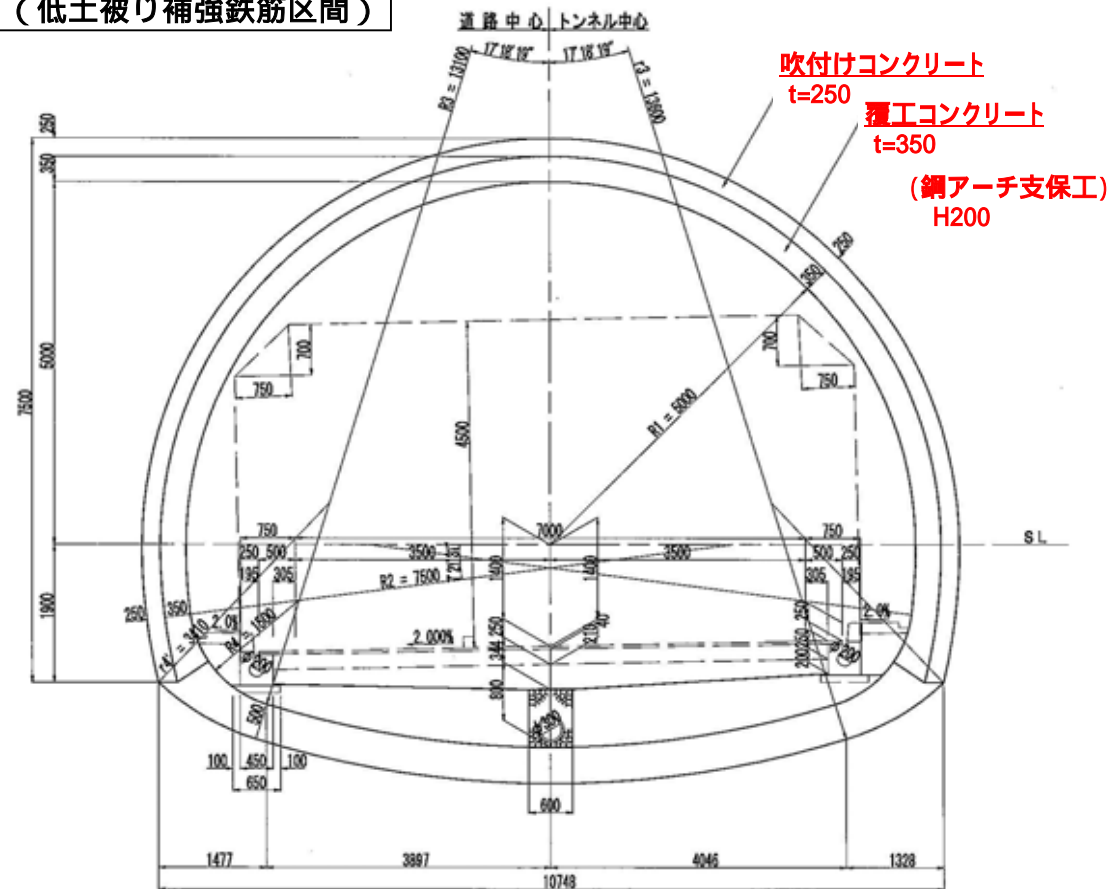
D - a、D - b
(標準区間)



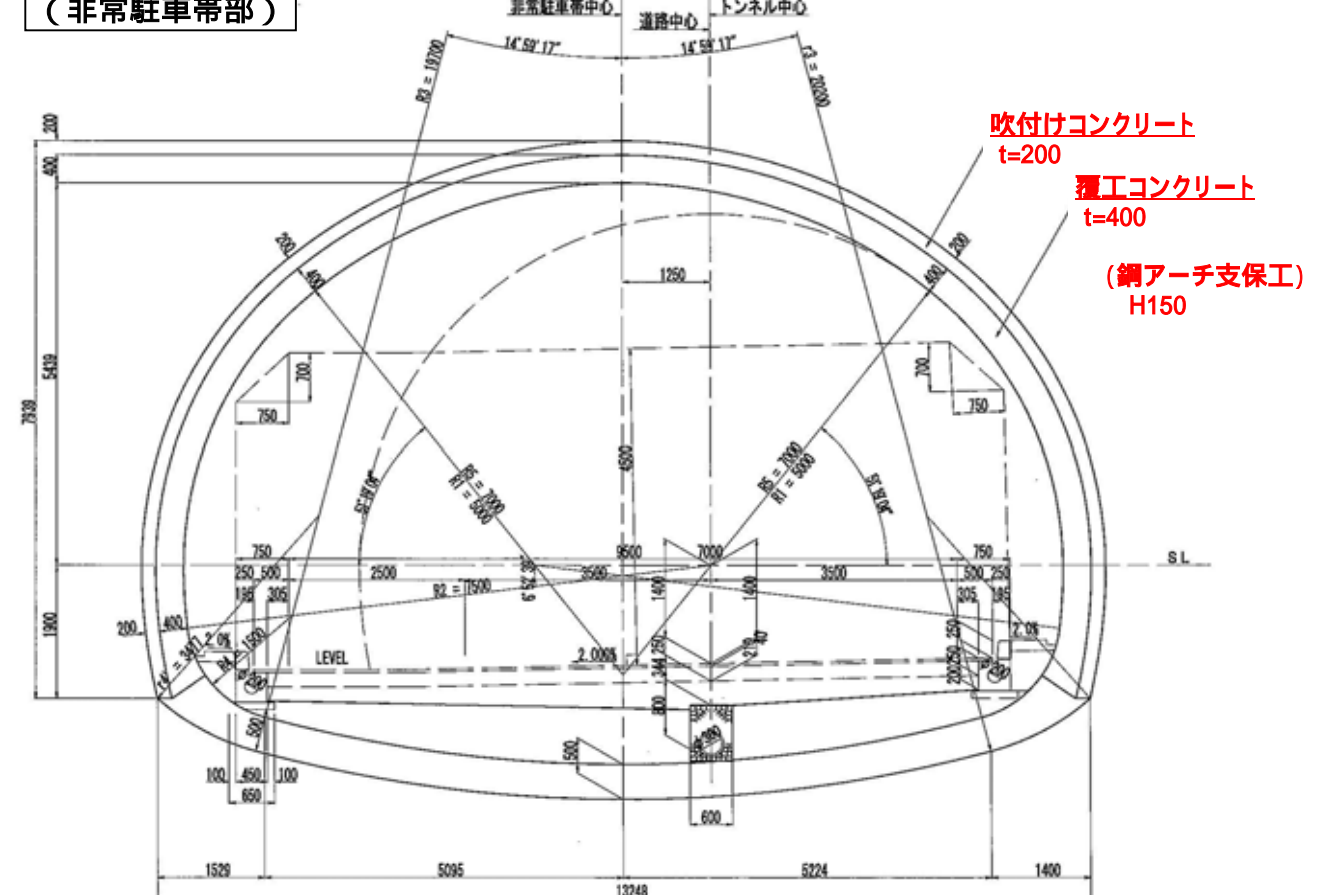
D - c
(標準区間)



D
(低土被り補強鉄筋区間)



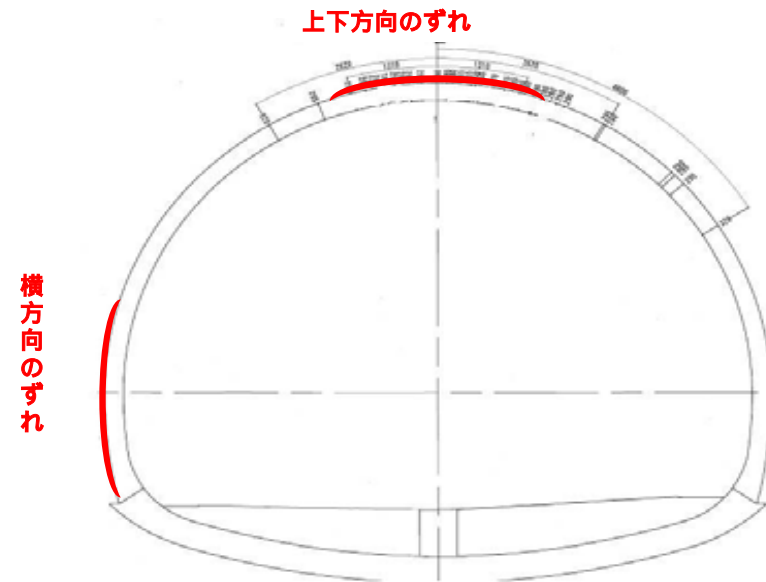
D - L
(非常駐車帯部)



2. 不適切施工の概要

1. 覆工コンクリート厚の不足

・ 測量ミス又は支保工建て込みミス等による厚さ不足。

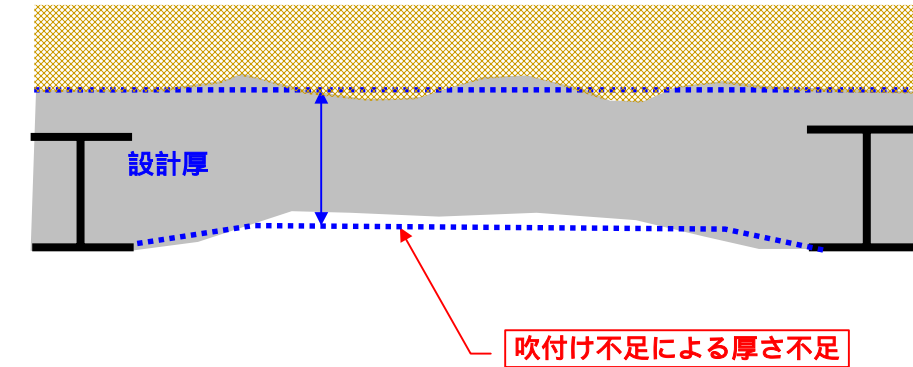


設計覆工厚

標準部	30cm
非常駐車帯部	40cm
低土被り部（鉄筋区間）	35cm

2. 吹付けコンクリート厚の不足

・ 吹付けコンクリートの一部において、厚さが不足している箇所がある。

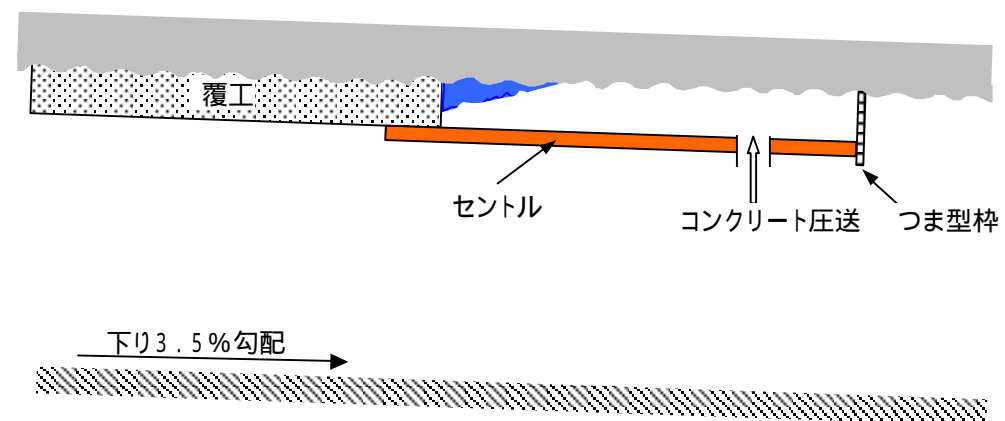


設計吹付け厚

標準部	15cm
非常駐車帯部	20cm
低土被り部（鉄筋区間）	25cm

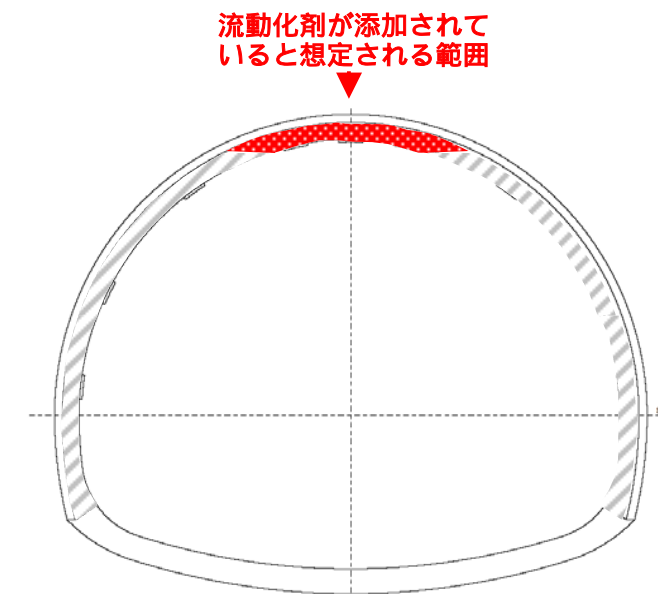
3. 覆工コンクリート背面の空隙

・ 天端部分の締め固め不足から空隙が発生。



4. 覆工コンクリートへの流動化剤の添加

・ 一部の天端付近のコンクリート打設において、流動性の悪化による空隙の発生を懸念し、流動化剤を使用したもの（日常管理試験未実施）。



3. 調査方法について

3.1 覆工コンクリートと吹付けコンクリート厚の調査方法

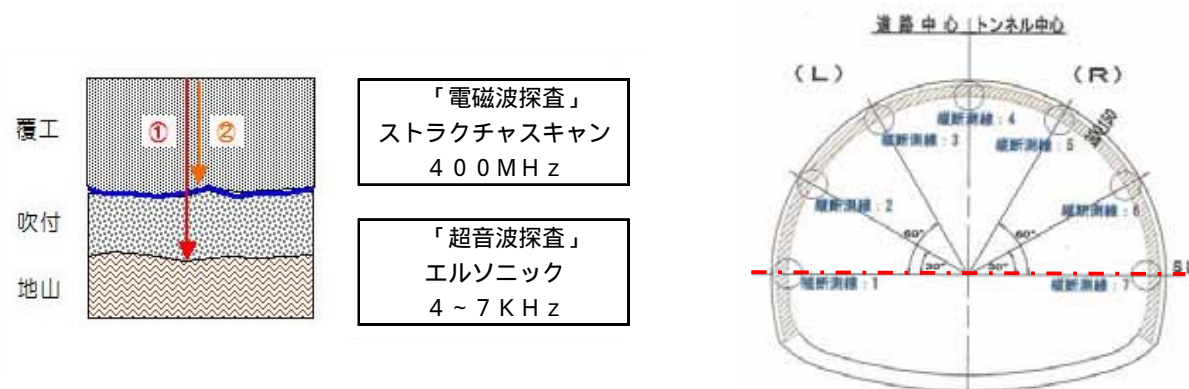
(1) 非破壊検査により厚さを確認する。

(調査会社名は仮名としました)

	電磁波探査	超音波探査
調査会社	A社	B社
使用機械	電磁波レーダー (GSSI社製: ストラクチャスキャン) 400MHz	超音波 (東横エルメス社製: エルソニックSP) 4~7KHz

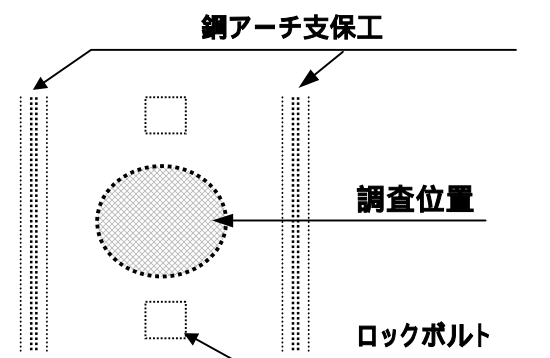
調査方法

- トンネル全体の吹付けコンクリートと覆工コンクリートの厚さを確認するためにトンネル延長1mごとに、断面を周方向に電磁波探査を行った。
- 上記断面の周方向に7点を超音波探査により、2次覆工の厚さを確認し、この差により、吹付けコンクリートの厚さを確認した。



(2) コアボーリング及び削孔調査により厚さを確認する

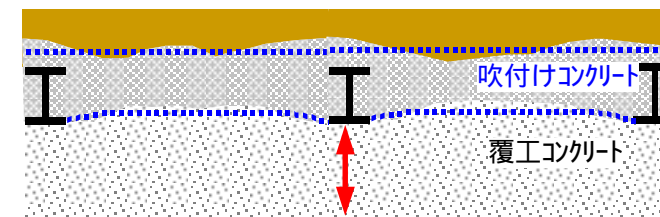
- 鉄筋区間及び約100mピッチで一般部のボーリング調査(50)を行った。
- また、覆工を取壊した区間においては、削孔(50)により吹付けコンクリート厚の確認を行った。
- 調査位置は、支保工、ロックボルト、裏面排水工等が支障とならない位置とした。



鋼アーチ支保工の位置は、電磁波探査等により確認した。

(3) 調査数量

1次調査 電磁波・超音波探査により支保工までの覆工厚を調査した。

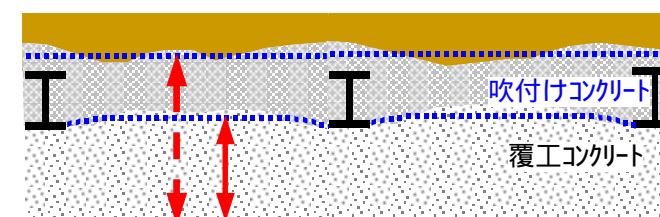


(単位:箇所)

	吹付コンクリート	覆工コンクリート	計
電磁波調査	-	2,816	2,816
超音波調査	-	213	213
電磁波調査・超音波調査	-	-	-
削孔調査・コアボーリング調査	-	137	137
計		3,166	3,166

調査にて判明した不足箇所は取り壊し済み

2次調査 電磁波・超音波探査により覆工・吹付けコンクリート厚を調査した。



(単位:箇所)

	吹付コンクリート	覆工コンクリート	計
電磁波調査	-	-	-
超音波調査	-	4,894	4,894
電磁波調査・超音波調査	4,643	-	4,643
削孔調査・コアボーリング調査	460	56	516
計	5,103	4,950	10,053

合計調査数量(1次+2次調査)

(単位:箇所)

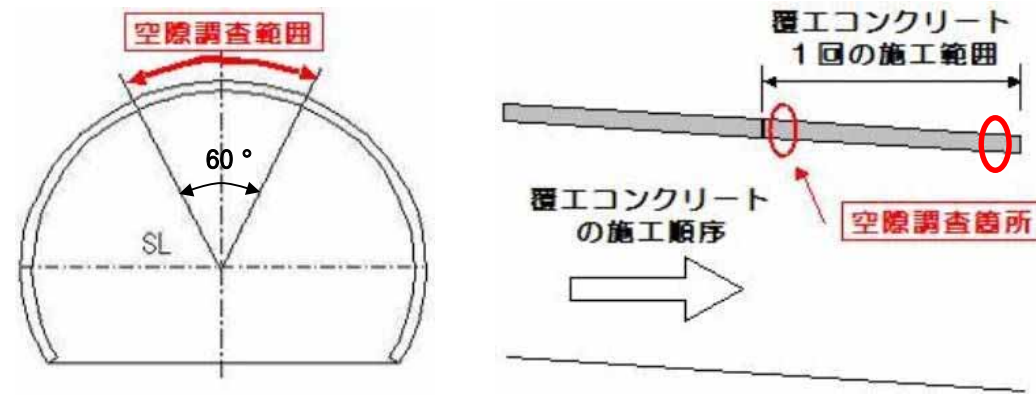
	吹付コンクリート	覆工コンクリート	計
電磁波調査	-	2,816	2,816
超音波調査	-	5,107	5,107
電磁波調査・超音波調査	4,643	-	4,643
削孔調査・コアボーリング調査	460	193	653
計	5,103	8,116	13,219

3.2 覆工コンクリートの空隙の調査方法

(1) 非破壊検査（電磁波レーダ）による空隙の確認

既設覆工コンクリート撤去により判明した、空隙の状況より、周方向の調査範囲を天端部60°とする。

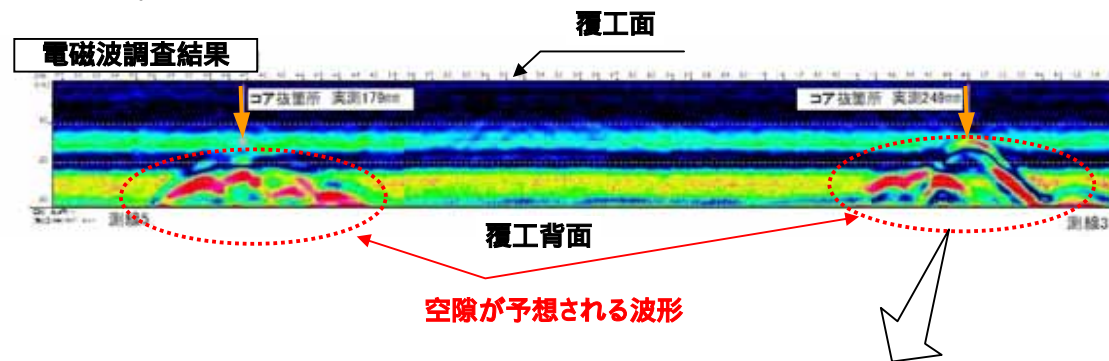
覆工目地からの離隔は、30cmとし、空隙が懸念される場合は、追加で覆工目地から50cm～60cm程度の箇所での調査を行った。



(2) コアボーリングによる確認

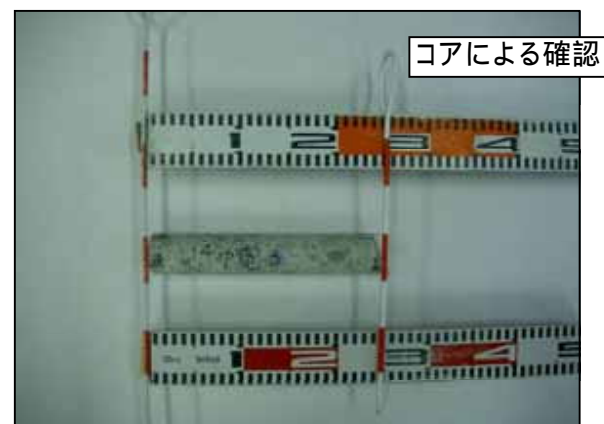
非破壊検査で空隙が確認された場合は、最も空隙が大きいと想定される箇所及び補強鉄筋等により、非破壊検査で確認できない箇所において、コアボーリングにより確認した。

コアボーリング周辺を30cmメッシュで超音波探査を行い、空隙範囲を想定した。

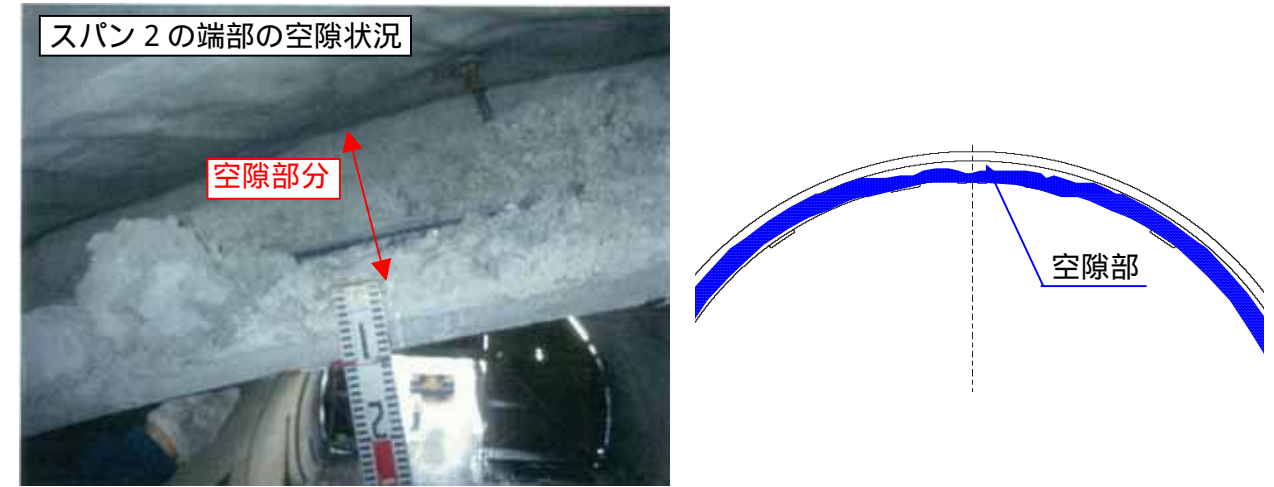


1.4 スパン

設計覆工厚 300 mm
 ↓
 コアボーリングによる確認 249 mm
 ↓
 空隙高 141 mm



(3) 覆工コンクリートを撤去した際に隣接する覆工コンクリート端部で空隙を確認再施工するため撤去したスパンの端部において、空隙を調査した。



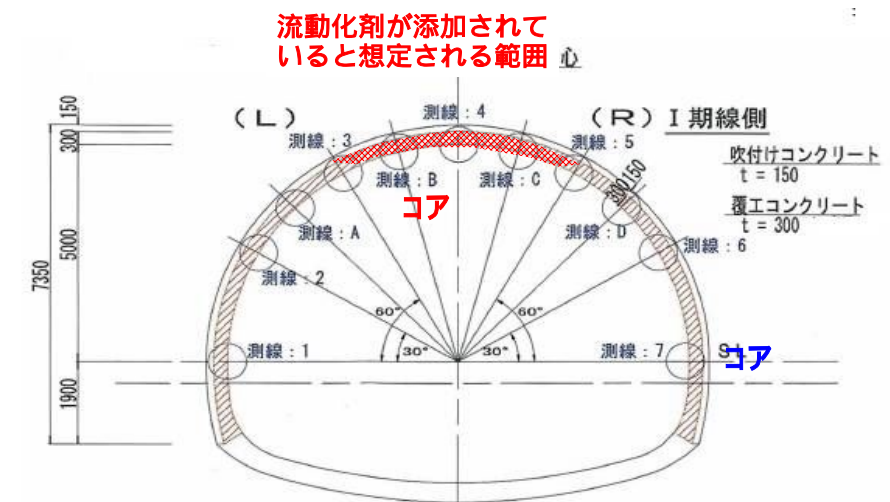
空隙調査

対象箇所	調査方法	数量	備考
一般部	電磁波調査	592 m	5.236m / 箇所 × 113 箇所
非常駐車帯	超音波調査	104 箇所	8 箇所 × 13 箇所
補強鉄筋部	コアボーリング調査	162 箇所	16 区画の覆工上部の端部の調査

3.3 流動化剤の使用についての調査方法

調査方法は、当時の打設状況及び請負人からの聞き取り調査を実施し、使用されたスパンを特定し、流動化剤を添加したと想定される天端付近と添加していないSL付近から採取したコアで圧縮強度試験を行った。

【試験位置】



4.1 調査結果と修補方法について

4.1.1 覆工コンクリートと吹付けコンクリート厚の調査結果

(1) 覆工コンクリート、吹付けコンクリート厚の調査結果パターン

吹付け	設計値以上
覆工	設計値以上
総厚	設計値以上
吹付け・覆工の厚さ状況	吹付け 吹付けコンクリート
	覆工 覆工コンクリート

	Case 1
吹付け	
覆工	x
総厚	
吹付け・覆工の厚さ状況	吹付け 吹付けコンクリート
	覆工 覆工コンクリート

	Case 2
吹付け	x
覆工	
総厚	x
吹付け・覆工の厚さ状況	吹付け 吹付けコンクリート
	覆工 覆工コンクリート

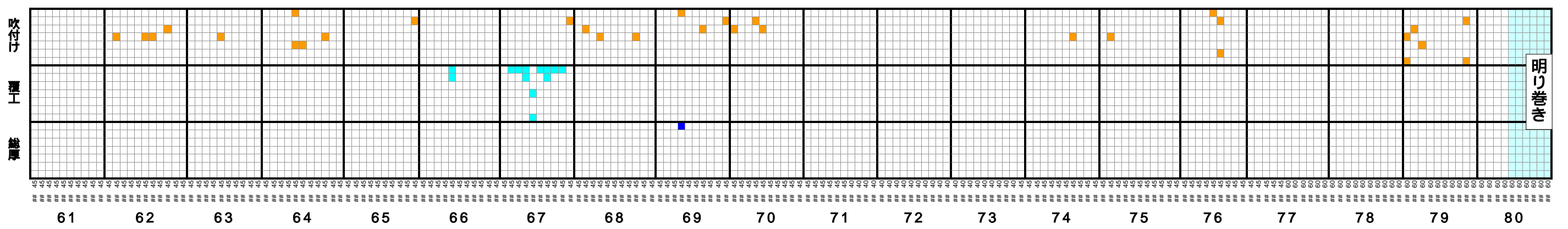
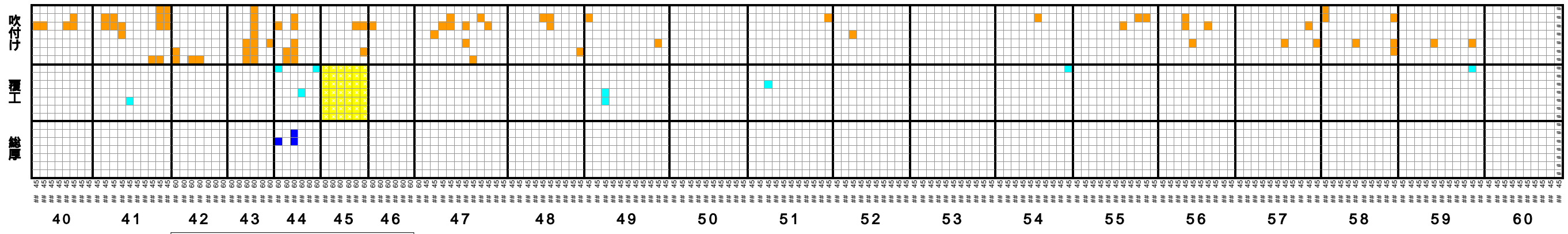
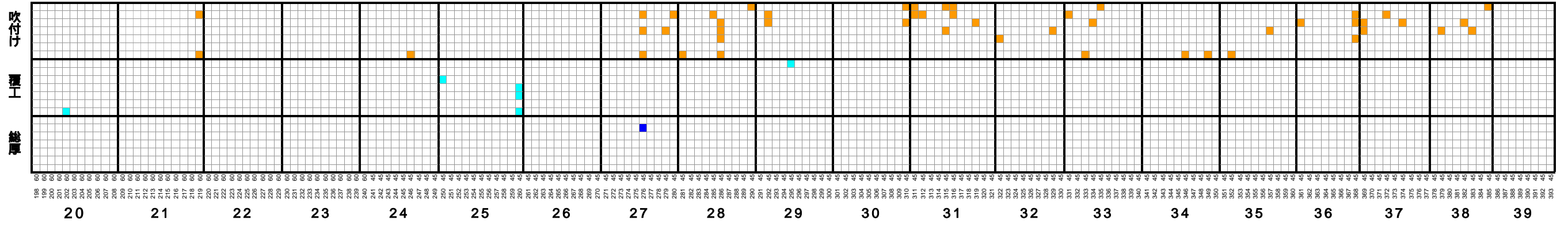
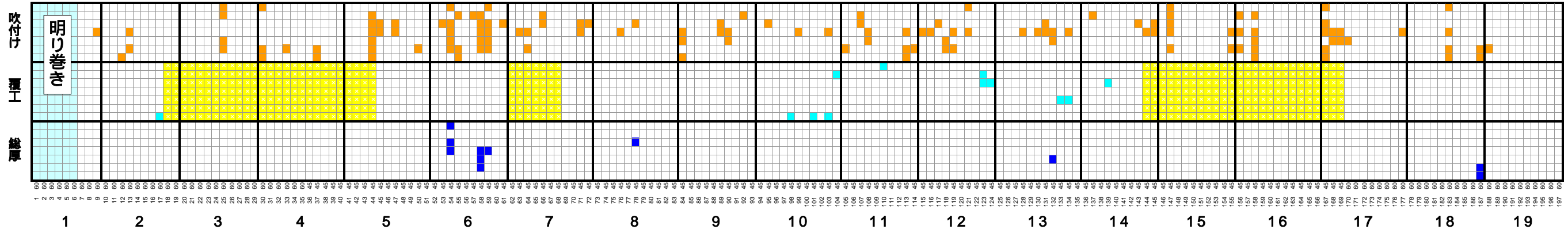
	Case 3
吹付け	x
覆工	
総厚	
吹付け・覆工の厚さ状況	吹付け 吹付けコンクリート
	覆工 覆工コンクリート

	Case 4 (対象なし)
吹付け	
覆工	x
総厚	x
吹付け・覆工の厚さ状況	吹付け 吹付けコンクリート
	覆工 覆工コンクリート

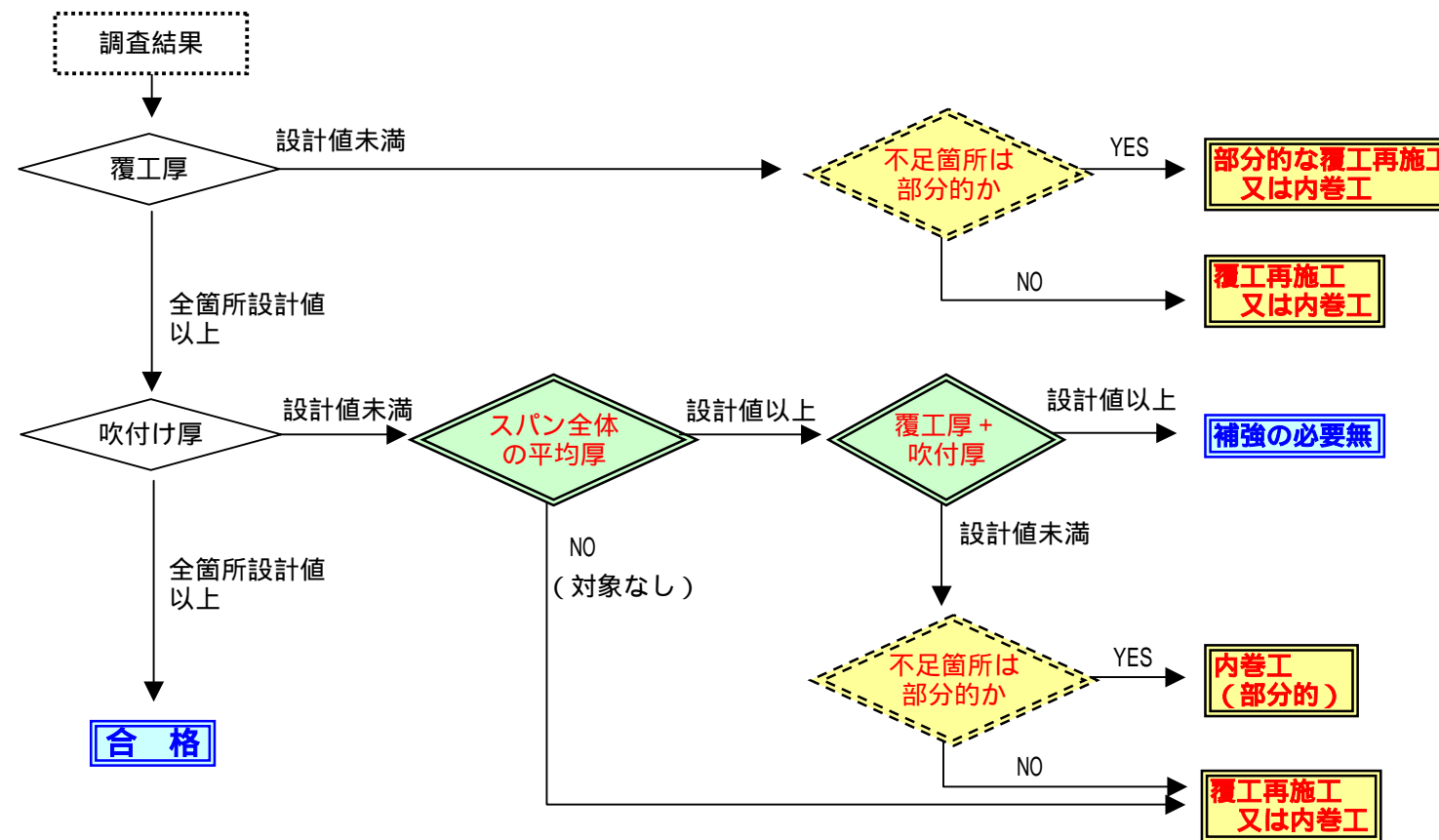
	Case 5 (対象なし)
吹付け	x
覆工	x
総厚	x
吹付け・覆工の厚さ状況	吹付け 吹付けコンクリート
	覆工 覆工コンクリート

(2) 覆工コンクリートと吹付けコンクリート厚の調査結果

- : 吹付け厚不足箇所
- : 取壊し済
- : 覆工厚不足箇所
- : 総厚不足箇所



4.1.2 覆工コンクリートと、吹付けコンクリート厚調査結果の判定方法について



面的な評価の考え方(案)

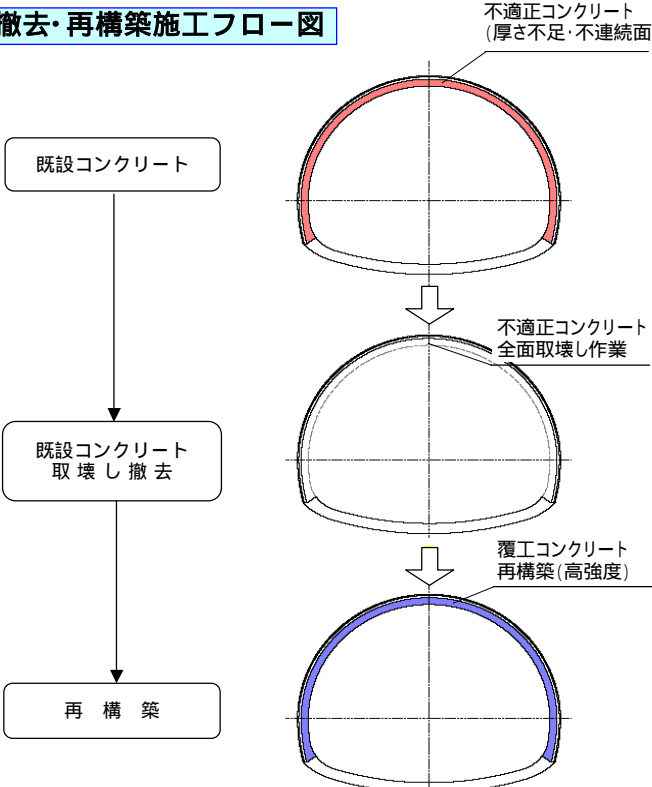
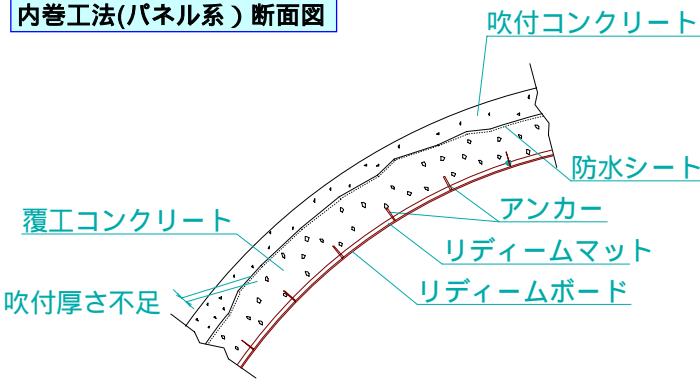
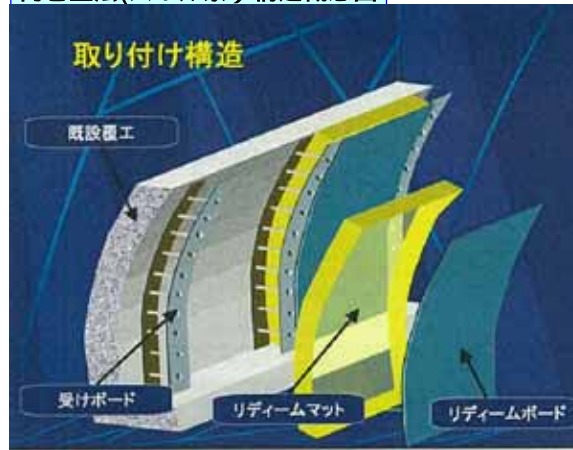

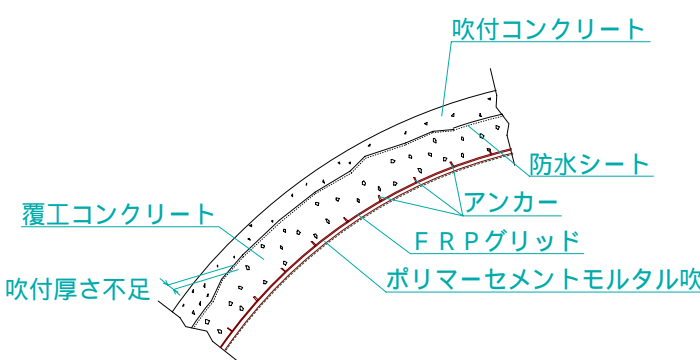
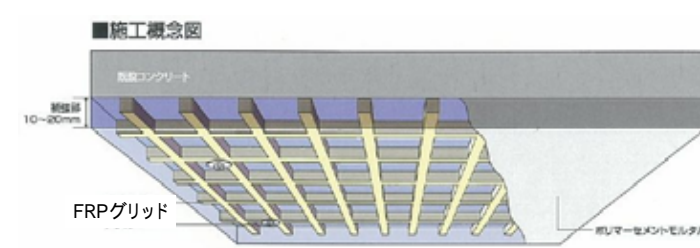
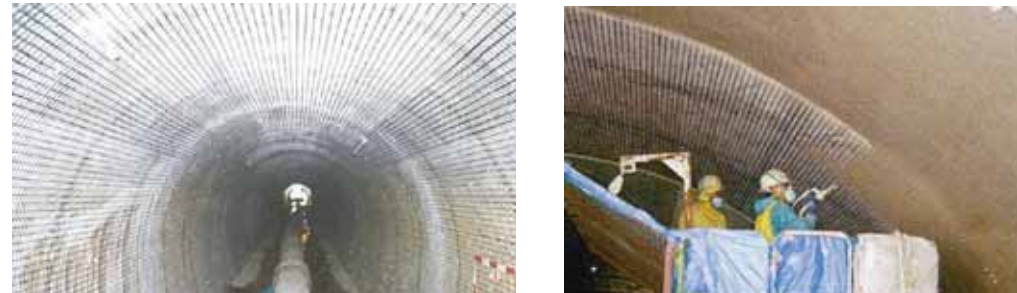
	判定方法		判定結果
(1)不足箇所(面積)で判定する。	<p>不足箇所の合計面積で判定。 ● : 不足箇所</p>	不足箇所面積が5%未満は、部分的と判定。	覆工厚 4SP 総厚 2SPの 合計6SP(重複 無し5SP)で、 5%以上を確認
(2)平均厚(スパン全体及び縦断方向)で判定する。	<p>スパン全体平均及び縦断方向での平均厚で判定。 ● : 不足箇所 <---> : 縦断方向</p>	スパン全体平均及び縦断方向での平均厚が全て設計値以上であれば部分的と判定。	全スパンで、スパン全体平均及び縦断方向での平均厚以上を確認

4.1.3 修補方法の概要

〔基本的な修補方法の考え方〕

覆工コンクリートが設計厚より薄い箇所・吹付けコンクリートが薄い箇所は、掘削に伴う変位が既に収束していることから、吹付けコンクリートを撤去して再施工することは地山の安定上望ましくないことから、吹付けコンクリート厚さが足りない箇所の対策については吹付けコンクリートが本来もつ耐力の不足分を覆工コンクリートの耐力の向上によって対応する。

(製品名・工法等は削除しました)

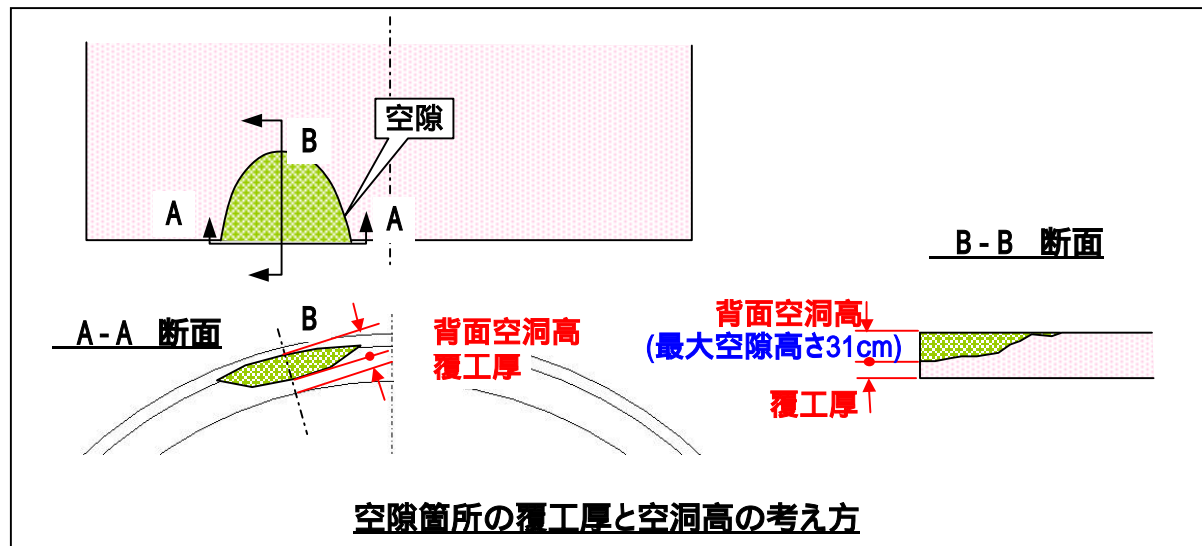
再構築	内面補強工	
高強度コンクリートにて打換(ck:18N 30N)	内巻工法(パネル系)	内巻工法(吹付系)
<p>【施工概要】 既設覆工コンクリート(ck:18N/mm²)を取壊し撤去し、高強度コンクリート(ck:30N/mm²)にて再構築する。</p> <p>撤去・再構築施工フロー図</p>  <p>適用に関しては、吹付けコンクリートおよび覆工コンクリート厚不足を考慮して、覆工コンクリートを高強度コンクリートに変更した断面の検討を耐力曲線(M-N曲線)に基づいて実施し、設計断面耐力と同等以上の耐力を確認した。</p>	<p>【施工概要】 覆工内面にPVA(ポリビニールアルコール)繊維モルタル版を埋め込み型枠として用い、これと既設コンクリート面の間にPVA繊維マットを挟み込み、モルタルを注入してじん性に優れたセメント系の補修・補強層を形成することにより覆工コンクリートを補強する。</p> <p>内巻工法(パネル系)断面図</p>  <p>内巻工法(パネル系)構造概念図</p>  <p>内巻工法(パネル系)施工状況</p> 	<p>【施工概要】 覆工内面にFRP格子筋をアンカー等で固定し、特殊ポリマーセメントモルタル等の吹付により、FRPと覆工コンクリートを一体化させる。</p> <p>内巻工法(吹付系)断面図</p>  <p>内巻工法(吹付系)施工概念図</p>  <p>内巻工法(吹付系)施工状況</p> 

4.2.1 空隙の判定

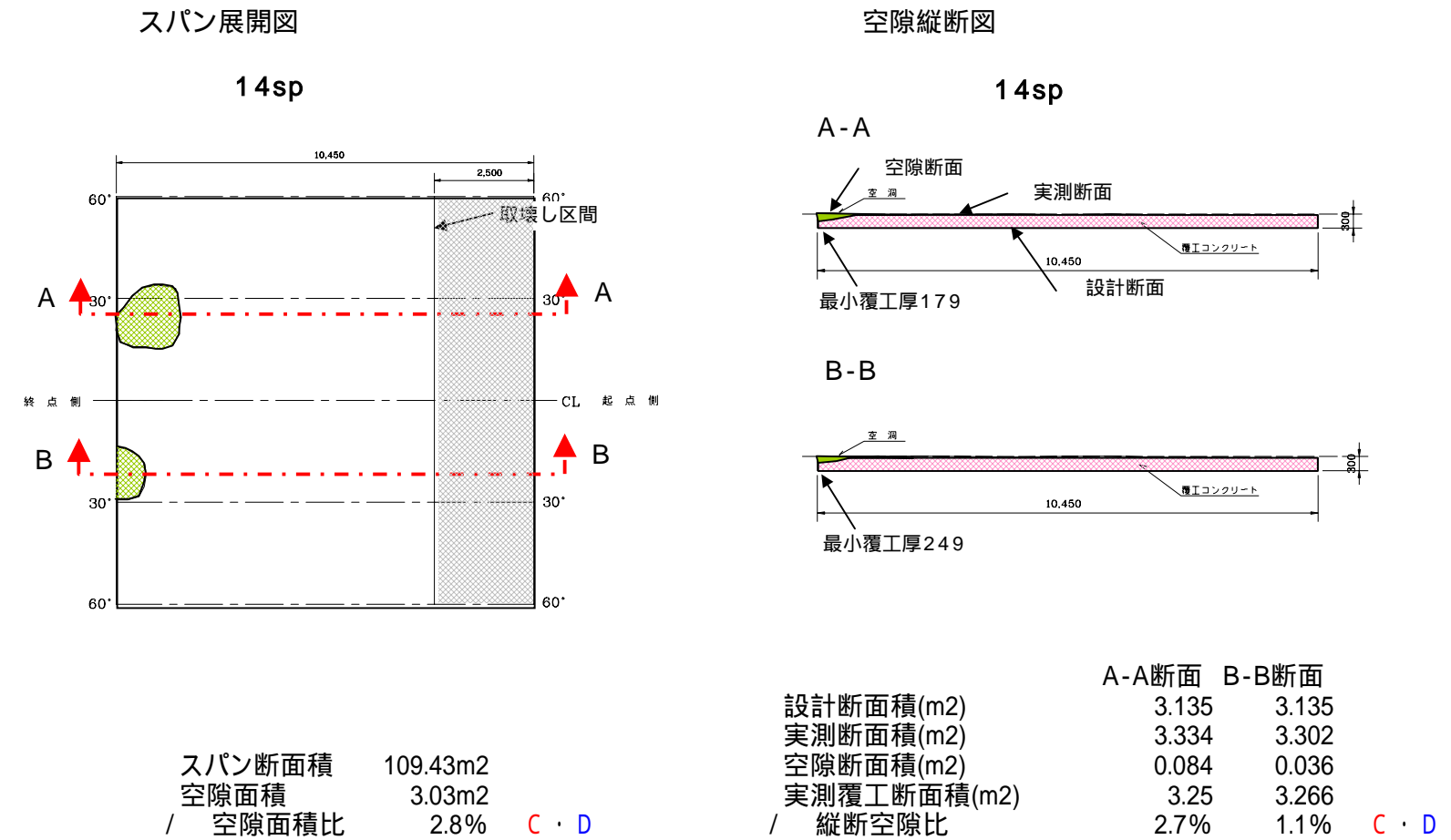
(製品名等を削除しました)

(1) 覆工厚と空洞高について

NATMで施工した、トンネル覆工背面の空隙の対策については、明瞭的な判定基準がないため、矢板工法トンネルにおいて、背面空隙の裏込め注入がトンネル覆工に及ぼす影響について検討した、『矢板工法トンネルの背面空洞注人工 設計・施工要領 (平成18年10月)』に準拠し、対策範囲を決定する。
 当該要領では、空隙箇所の 覆工厚と 背面空洞高より、注入前の覆工コンクリートへの対策の要否を決定する。



(2) 空隙部分の面積について



(3) 判定指標

A . 要対策範囲・安全を考慮した対策範囲	A かつ C は再施工 それ以外は 空隙の注入
B . 無対策範囲	
C . 平面と縦断方向の空隙比率がともに5%以上	
D . 平面と縦断方向の空隙比率がともに5%未満	

4.2.2 修補方法の概要

再施工範囲については、覆工コンクリートを取り壊して再打設とし、空隙注入範囲については、覆工コンクリートと同等以上の強度を有する、無収縮モルタルにて充填する。

【使用する材料】

材 料 : グラウト用無収縮充填材
 圧縮強度 : 45N/mm²以上

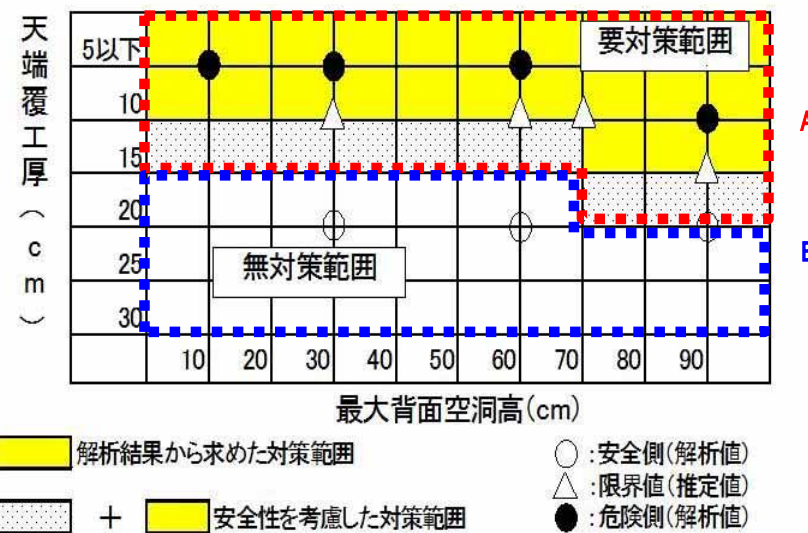


図-2.1 事前対策の範囲

4.3.1 流動化剤添加の調査結果

当時の打設状況および請負人からの聞き取り調査を実施し、天端付近打設のコンクリートに流動化剤が添加されたと想定される。また、流動化剤の使用スパンは下記表のとおり10スパンであると確認された。〔使用流動化剤：BASFポゾリス(株)レオビルドNP80(流動化剤標準型)〕

コンクリート打設記録

工事名	上信越自動車道 熊坂トンネル工事							請負人	㈱ビーエス三菱・北野建設㈱共同企業体			
工種	覆工コンクリート工			打設箇所	S7SP(STA208+94.045 - STA207+4.495)			コンクリート種別	T3-1			
打設日	平成19年6月26日			σ7	-			σ28	平成19年7月24日			
スラブ規格値	ベースコンクリート (20.0cm±1.5cm) 繊維コンクリート (15.0cm±2.5cm)			空気量規格値	4.5%±1.5%			備考	スラブ、空気量、コンクリート温度はベースコンクリートと繊維コンクリート ベースコンクリート:左数値、繊維コンクリート:カッコ内数値			
台数	打設量	累計	スラブ	空気量	コンクリート温度	プラント出発時間	現場到着時間	繊維混入完了時間	打設開始時間	打設完了時間	車番	備考
1	4.30	4.30	21.5 (17.5)	4.2 (4.7)	22.0 (22.0)	8:10	8:30	8:42	8:44	9:35	376	
2	4.30	8.60	21.5 (17.5)			8:25	8:40	8:58	9:38	9:47	57	
3	4.30	12.90	21.5 (17.5)			8:40	8:55	9:41	9:50	9:59	58	
4	4.30	17.20	21.5 (17.0)			8:55	9:10	9:53	10:02	10:20	322	
5	4.30	21.50	21.0 (17.5)			9:10	9:25	10:06	10:23	10:32	59	
6	4.30	25.80				10:00	10:15	10:26	10:35	10:44	296	
7	4.30	30.10				10:15	10:25	10:41	10:47	11:00	376	
8	4.30	34.40				10:25	10:40	10:53	11:03	11:17	57	
9	4.30	38.70				10:55	11:10	11:16	11:21	11:32	322	
10	4.30	43.00				11:05	11:25	11:32	11:36	11:44	59	
11	4.30	47.30				11:20	11:35	11:42	11:47	11:56	296	
12	4.30	51.60	21.5 (17.5)			1:35	11:50	11:58	12:03	12:12	376	50m3での確認
13	4.30	55.90				11:50	12:05	12:11	12:15	12:24	57	
14	4.30	60.20				12:05	12:20	12:28	12:32	12:43	322	
15	4.30	64.50				12:20	12:35	12:40	12:46	12:55	59	
16	4.30	68.80				12:30	12:45	13:01				流動化剤が添加されたと想定されるコンクリート
17	4.30	73.10				12:45	13:00					
18	4.30	77.40				13:00	13:15	13:23	13:28	13:42	57	繊維補強材空袋検取 3.92kg×54袋

流動化剤の使用スパン	合計
8、13、17、21、26、33、42、46、59、71	10スパン

4.3.2 流動化剤添加についての調査・実験結果および判定について

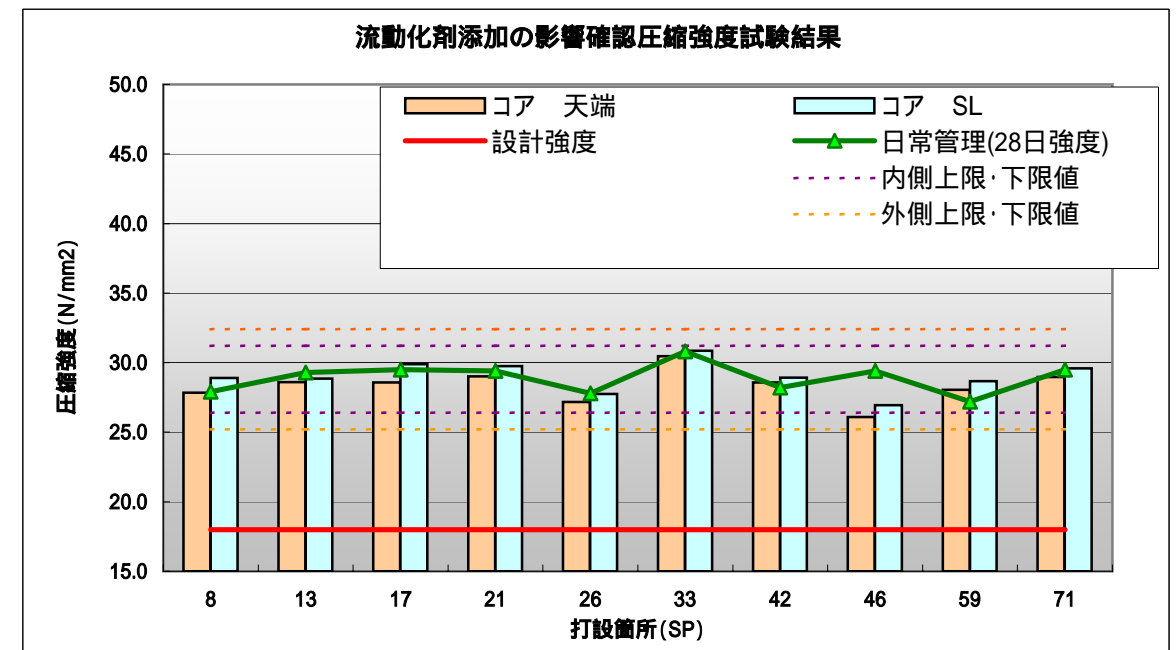
(1) 覆工コンクリートの強度試験

流動化剤を添加したと想定される天端付近と添加していないSL付近から採取したコアで圧縮強度試験を行った結果、全て設計基準強度を満足しており、流動化剤の添加により圧縮強度が低下しないことが確認された。

【試験結果】

(単位: N/mm²)

打設位置 (SP)	設計強度	日常管理 (28日強度)	コア 天端	コア SL	コア採取位置決定理由
8	18.0	27.9	27.8	28.9	スラブ小
13	18.0	29.3	28.6	28.8	スラブ小
17	18.0	29.5	28.6	29.9	聞き取り調査
21	18.0	29.4	29.0	29.7	聞き取り調査
26	18.0	27.8	27.2	27.7	天端付近の打設時間が少ない
33	18.0	30.8	30.5	30.9	天端付近の打設時間が長い
42	18.0	28.2	28.6	28.9	両側が既設覆工(充填しにくい)
46	18.0	29.4	26.1	26.9	両側が既設覆工(充填しにくい)
59	18.0	27.2	28.1	28.7	天端付近の打設時間が少ない
71	18.0	29.5	29.0	29.6	聞き取り調査



(2) 流動化コンクリートの実機試験

繊維投入後のスランプ15cmと17.5cm+流動化剤の2ケースについて実機試験を行い、下記の試験項目を実施し性状を確認した結果、流動化剤添加に伴う性状の変化(材料の分離等)は特に見られず、所定のスランプの増加が確認された。

【試験ケース】

- A: 繊維投入後のスランプ 15.0cm + 流動化剤(1,500ml) 一般的なスランプを想定
- B: 繊維投入後のスランプ 17.5cm + 流動化剤(1,500ml) 大き目のスランプを想定

【試験項目】

- ・スランプ、空気量
- ・圧縮強度
- ・曲げ強度

【試験結果】

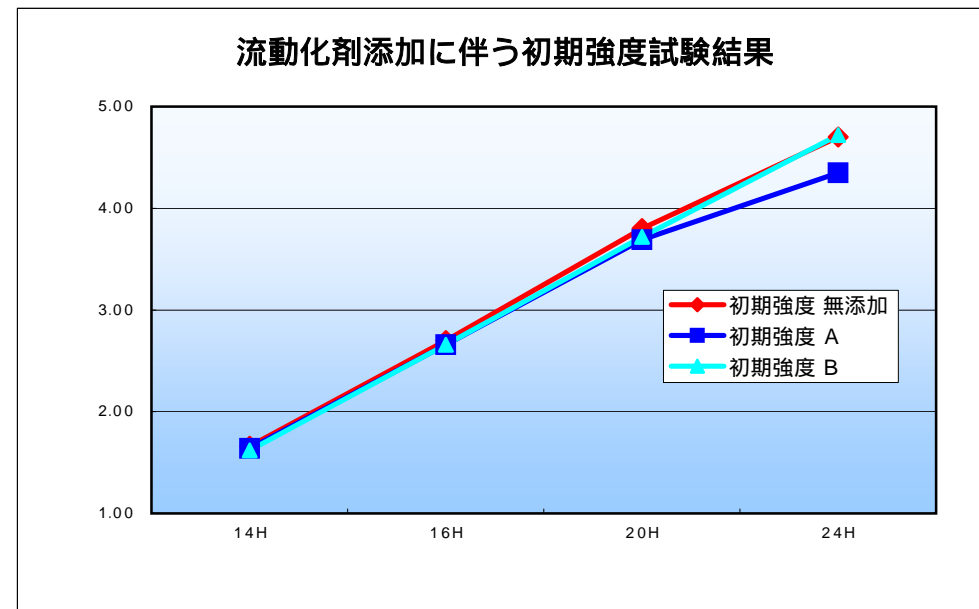
a) 性状確認 (単位: cm) (単位: %)

種別	投入前	投入後	種別	投入前	投入後
スランプ	A	13.0	空気量	A	4.7
	B	17.5		B	4.7

-) 流動化剤添加に伴うスランプ、空気量のバラツキは見られなかった。
-) 流動化剤添加に伴う材料分離等は見られなかった。

b) 圧縮強度確認(初期強度) (単位: N/mm²)

種別	14H	16H	20H	24H	
初期強度	無添加	1.66	2.70	3.80	4.70
	A	1.64	2.66	3.69	4.35
	B	1.62	2.66	3.72	4.72

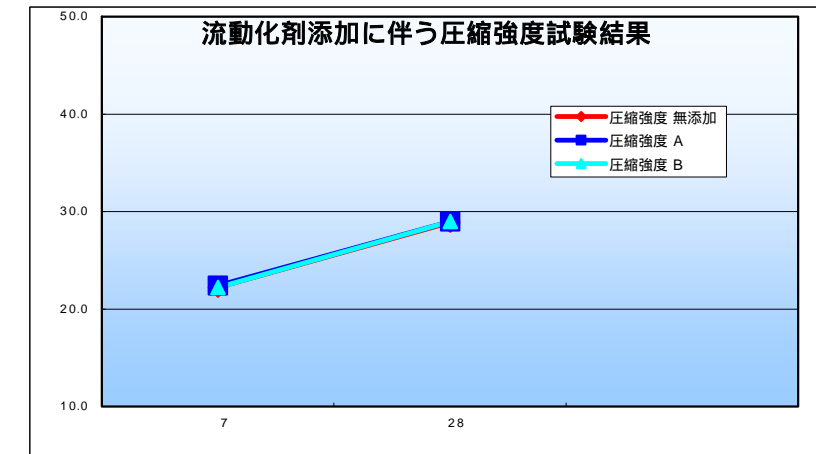


初期強度(14H~24H)には流動化剤添加に伴う変化は見られなかった。

C) 圧縮強度確認(長期強度)

(単位: N/mm²)

種別		7	28
圧縮強度	無添加	22.2	28.9
	A	22.4	29.0
	B	22.2	29.0



圧縮強度(7、28)には流動化剤添加に伴う変化は見られなかった。

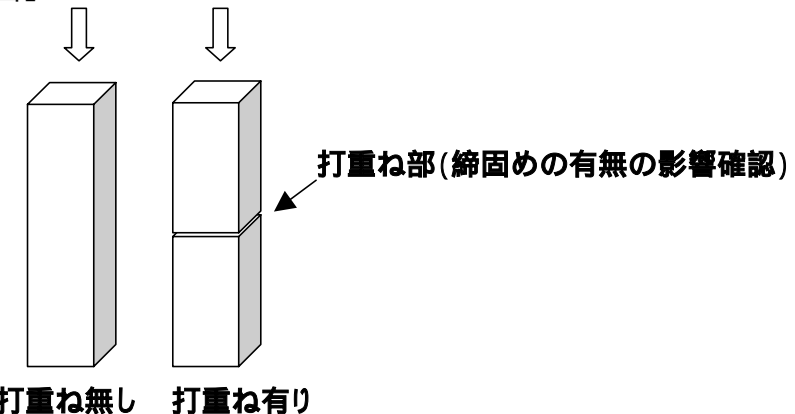
(3) 打ち重ね部の曲げ強度試験

再施工で使用する高強度コンクリートで打ち重ね部の曲げ強度試験を行った。通常コンクリートと流動化剤添加コンクリートの打ち重ね部の強度確認においては、打ち重ね部を締めない場合と締めた場合との違いは見られなかった(今回、打ち重ね間隔は現地状況および「覆工コンクリート施工マニュアル」(平成14年3月 JH試験研究所)から30分とし、試験を行った)。その結果、打ち重ね時間が30分以内であれば打継部の強度低下は見られないことが確認された。

【試験結果】

種別	A1-3(F)				A1-3(F)			
	流動化剤添加				流動化剤添加			
打重部状況	締め無し				締め有り			
材齢	曲げ強度(N/mm ²)							
	1	2	3	平均	1	2	3	平均
28日	4.93	5.00	5.04	4.99	5.27	4.71	4.93	4.97

【曲げ供試体概要図】 打込み方向

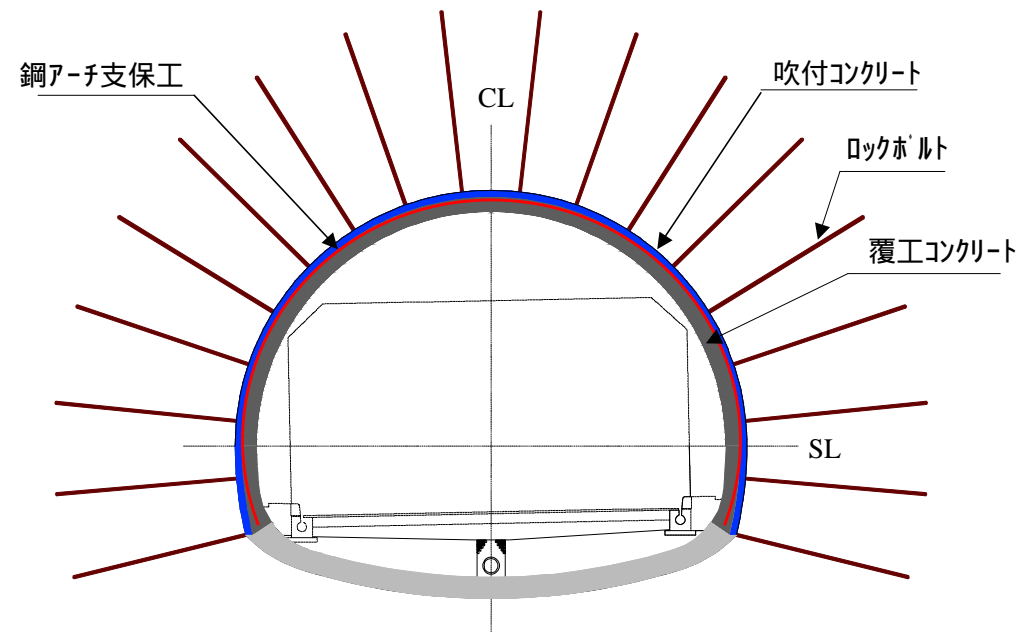


曲げ供試体(15×15×53cm)

(1)~(3)の現地調査及び実験結果より、流動化剤による影響は無いことが確認された。

【参考資料 NATMについて】

NATM（ニュー・オーストリア・トンネルリング・メソッド）とは、地山の劣化を防止し、トンネル周辺地山が本来有している耐荷能力を積極的に活用するために、吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼アーチ支保工（地山の悪いところ）を主な支保材として用い、各支保部材を地山状況に応じながら複合的に作用させ、地山の安定を保ちながら、現場計測による管理によりトンネルを掘進させる工法である。



【吹付けコンクリートの主な機能】

- ・荷重を分散させる効果と割目等にせん断抵抗を与える効果
- ・軸力部材としての効果と早期閉合により内圧を与える効果 等

【ロックボルトの主な機能】

- ・地山の縫い付け効果とはり形成効果
- ・内圧を与える効果とアーチ形成効果、地山改良する効果 等

【鋼アーチ支保工の主な機能】

- ・掘削初期の段階の比較的小さな崩壊等を防止する効果
- ・非常に地山の悪い状態での内圧を与える効果 等

【覆工コンクリートの主な機能】

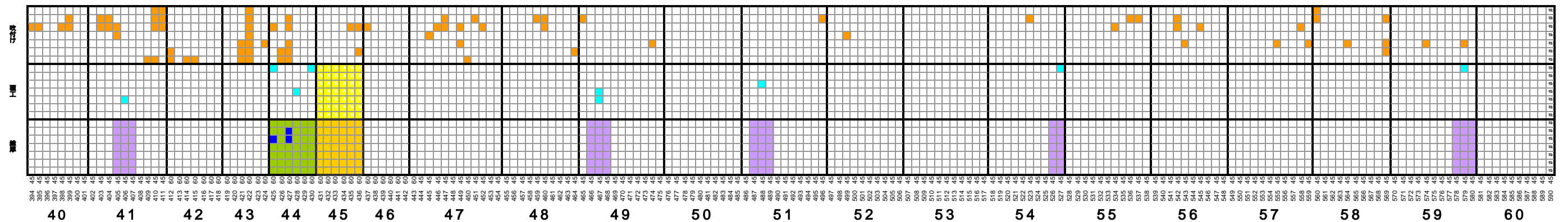
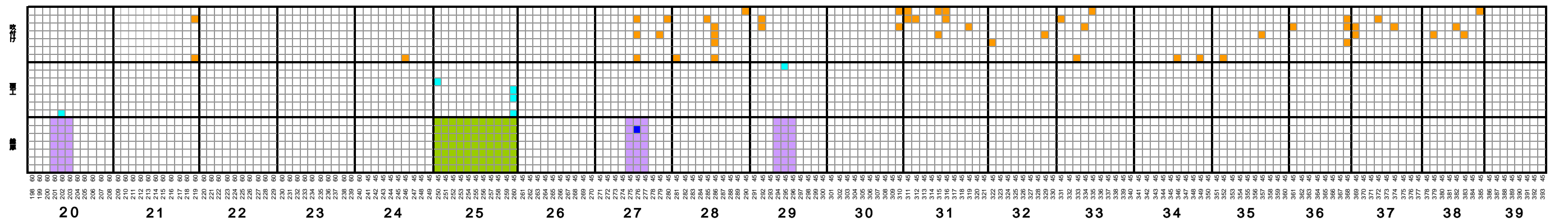
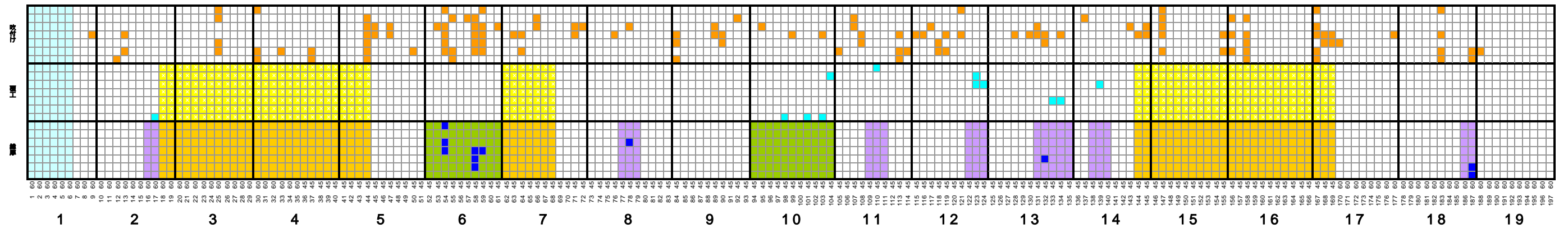
- ・内装・防水・保守管理・施設保持・耐火に対する効果
- ・長期耐久性を確保するため安全率としての余力効果 等

参考資料

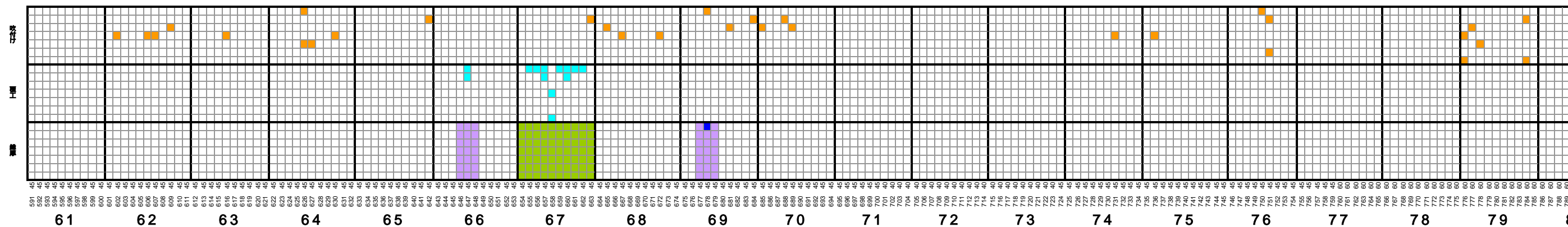
- : 吹付け厚不足箇所
- : 覆工厚不足箇所
- : 総厚不足箇所
- : 設計厚以上の箇所
- : 取壊し済
- : 再施工箇所
- : 再施工又は内巻工補強箇所
- : 部分内巻工補強箇所

覆工・吹付け厚不足箇所と修補（案）

- : 再施工
- : 再施工又は内巻工
- 10区画
- 22区画



非常駐車帯



上信越自動車道 熊坂トンネル工事 不適切施工箇所調査総括表

全ての区画において、覆工及び吹付けコンクリート厚の平均厚さは、設計値を満足している。

項 目	総区画数 ¹	調査結果						
		4月3日現地説明会	第1回検討委員会					
		不足区画数	不足区画数 ²	不足率算出(参考)			不足箇所の規模	
				調査点	不足点	率 / *100	不足厚さの平均 ³	最大不足厚さ ³
(区画)		(点)	(点)	(%)	(cm)	(cm)		
吹付けコンクリート厚	80	13	63	5,103	295	5.8	4	16
覆工コンクリート厚		5	21	4,950	40	0.8	2	5
総厚(吹付け+覆工)		-	7	4,950	16	0.3	3	7
空隙		24	24	-	-	-	面積2.3m ²	面積15m ²
補強鉄筋の確認	補強鉄筋部における検査窓は543箇所あり、このうち、鉄筋開口部は、46箇所である。鉄筋開口部には、全て、補強鉄筋が設置していることを確認した。							

- 1: 区画とは覆工コンクリートの施工単位であり、(標準で約10m)本トンネルについては、80区画。
 2: 区画内に不足点が1点でもあれば、その区画を不足区画とした。
 3: 不足点 の平均値及び不足点 の最大値をいう。