

4-2. トンネル覆工コンクリート用 の目視評価法の評価法の改善

西松建設株式会社 三井功如

目視評価法の改善の目的

2016年 5月 コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)
(トンネル覆工コンクリート編)の発行

手引き発行後の東北地方整備局発注の道路トンネル数

年度	発注数 (工事件数)	トンネル数
2016年	5	5
2017年	11	13
2018年	8	9
2019年	2	2
2020年	5	5
2021年	4	4
2022年	6	6
計	41	44

手引き発行後、約7年が経過



目視評価法の知見が蓄積



試行現場から改善要望を収集



評価項目毎の着眼点を

明確に示す目的

2023年3月 第3回改訂

試行現場・品質調査からの目視評価表に対する改善要望

[評価項目①: はく離]

- ・目視評価時のはく離は覆工表面のはく離を評価するので「表面はく離」に変更すべきではないか

[評価項目②: 気泡]

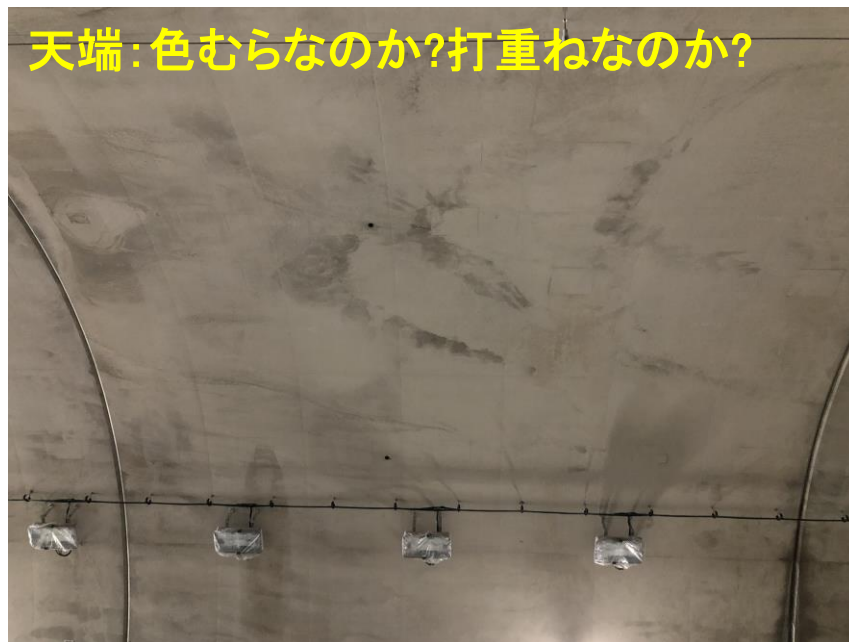
- ・側壁(SL下)の気泡を除去するために締固めを過剰に実施するため、エントレインドエアが喪失し、耐凍害性が低下する。
- ・天端部の気泡は、締固めにより上方に移動するため、天端部の気泡の調査は不要ではないか



試行現場・品質調査からの目視評価表に対する改善要望

[評価項目④:色むら打重ね線]

- ・色むらと打重ね線を同じ項目として評価するのが難しい
- ・色むらの評価が難しいので評価事例を示してほしい



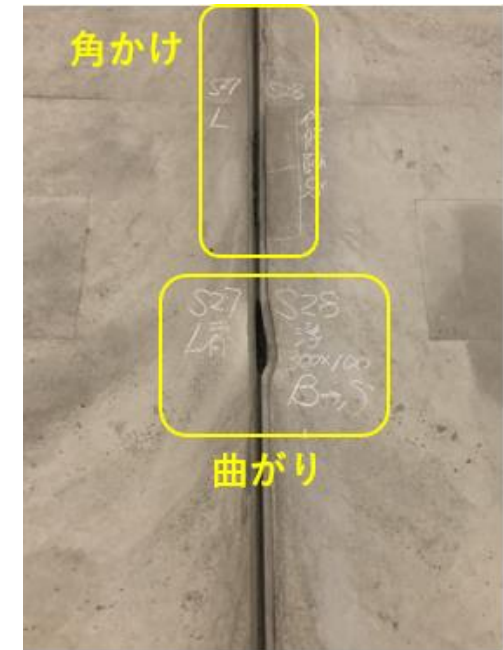
試行工事からの目視評価表に対する改善要望

[評価項目⑤: 施工目地不良]

- ・目地の曲がり・ひび割れ・角かけ・ノロ漏れ等の着目する不具合例を示してほしい

[評価項目⑥: 検査窓枠段差]

- ・評価指標を段差ではなくノロ漏れに変更してはどうか
- ・検査窓枠以外にSL付近のセントルヒンジ部の接合部分や箱抜き型枠にもノロ漏れが発生するので評価項目に追加してはどうか



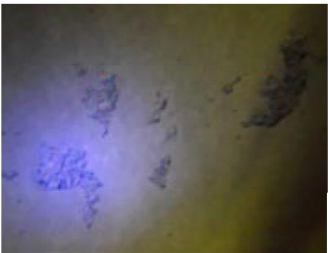
目視評価法の改善内容

[評価項目①: はく離]

- ・目視評価時のはく離は覆工表面のはく離を評価するので「表面はく離」に変更すべきではないか

⇒ 評価項目の名称を「表面はく離」に変更

改定前

	評価点	4	3	2	1
① はく離		無し	50cm四方形程度の大きさで見られる	1m ² 程度の大きさで見られる	2点の状態以上に広範囲に見られる



改定後

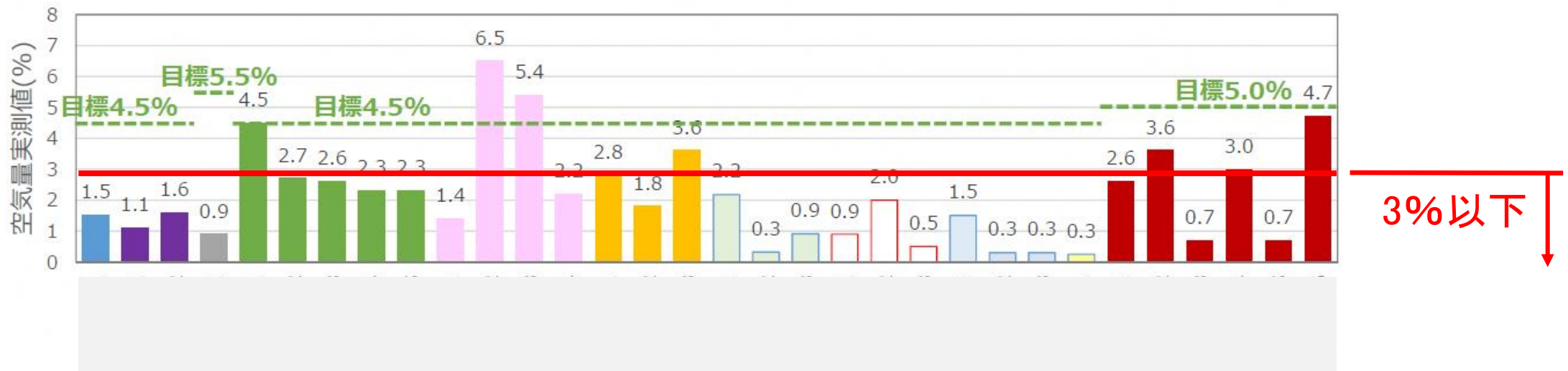
	評価点	4	3	2	1
① 表面 はく離		無し	50cm四方形程度の大きさで見られる	1m ² 程度の大きさで見られる	2点の状態以上に広範囲に見られる

目視評価法の改善内容

[評価項目②:気泡]

- ・側壁(SL下)の気泡を除去するために締固めを過剰に実施するため、**エントレインドエアが喪失し、耐凍害性が低下する。**

空気量測定結果 (目標空気量4.5%~5.5%)



東北地方における凍害対策に関する参考資料 (案) に示される「硬化コンクリート中の空気量が3%程度以上**「硬化コンクリート中の空気量が3%程度以上」**を確保できていない覆工が存在する

目視評価法の改善内容

[評価項目②: 気泡]

・天端部の気泡は、締固めにより上方に移動するため、**天端部の気泡の調査は不要**ではないか

⇒「気泡」は**アーチ部のみ**で評価することに改訂


(側壁は耐凍害性を優先し、気泡の発生を容認する。ただし、長期養生を推奨)

(天端は評価対象から外す)



改定前

改定後

	評価点	4	3	2	1
② 気泡 (1.5m × 1.0m範囲 で調査)		5mm以下の 気泡もほぼ 無し	5mm程度の 気泡が10ヶ 程度見られ る	10mm以上 が10ヶ程度 または 5mm以下が 20ヶ程度 見られる	10mm以上 が20ヶ程度 見られる



	評価点	4	3	2	1
② 気泡 (アーチ の1.5m ×1.0m 範囲で 調査)		5mm以下の気 泡もほぼ無し	5mm程度の気 泡が10ヶ程度 見られる	10mm以上が 10ヶ程度また は5mm以下 が20ヶ程度見 られる	10mm以上が 20ヶ程度見ら れる


目視評価法の改善内容

[評価項目④]:色むら打重ね線

- ・色むらと打重ね線を同じ項目として評価するのが難しい
- ・色むらの評価が難しいので評価事例を示してほしい

⇒「色むら」は天端で評価、「打重ね線」は側壁・アーチで評価することに改訂

改定前

	評価点	4	3	2	1
④ 色むら、 打重ね線		ほぼ無し	一部に見られる (全体の1/10程度)	全体の半分程度にみられる	2点の状態以上に広範囲に見られる



改定後

	評価点	4	3	2	1
④ 色むら (天端のみ評価)		ほぼ無し	天端の1/10程度に見られる	天端の1/2程度にみられる	2点の状態以上に広範囲に見られる
⑤ 打重ね線 (側壁・アーチを評価)		定期的(50cm間隔で水平な打重ね線)な打重ね線が見られる、もしくは打重ね線が見られない	不規則な打重ね線が調査対象範囲の1/5程度に見られる	不規則な打重ね線が調査対象範囲の1/2程度に見られる	2点の状態以上に広範囲に見られる

目視評価法の改善内容

[評価項目⑤: 施工目地不良]

・目地の曲がり・ひび割れ・角かけ・ノロ漏れ等の着目する不具合例を示してほしい

⇒「施工目地不良」は、評価の着眼点(曲がり・ひび割れ・角かけ・ノロ漏れ)を評価指標に追加

改定前

	評価点	4	3	2	1
⑤ 施工目地不良		無し	一部に見られる (1/10程度)	多く見られる (1/3程度)	側壁全てに見られる (天端に見られたら1)



改定後

	評価点	4	3	2	1
⑥ 施工目地不良		無し	側壁・アーチの1/10程度に曲がり・ひび割れ・角かけ・ノロ漏れが見られる	側壁・アーチの1/3程度に曲がり・ひび割れ・角かけ・ノロ漏れが見られる	側壁・アーチの全体、もしくは天端範囲に曲がり・ひび割れ・角かけ・ノロ漏れが見られる

目視評価法の改善内容

[評価項目⑥: 検査窓枠段差]

- ・評価指標を段差ではなくノロ漏れに変更してはどうか
- ・検査窓枠以外にSL付近のセントルヒンジ部の接合部分や箱抜き型枠にもノロ漏れが発生するので評価項目に追加してはどうか

⇒ 評価対象にヒンジ・箱抜き型枠を追加

評価を段差からノロ漏れに変更(ただし、段差の評価は評価1に残す)

改定前

	評価点	4	3	2	1
⑥ 検査窓枠 段差		無し	1箇所程度見られる	2~3箇所見られる	3箇所を越える箇所に発生



改定後

	評価点	4	3	2	1
⑦ ヒンジ・ 検査窓 枠 ・箱抜き 型枠の ノロ漏 れ		無し	1箇所程度見られる	2~3箇所見られる	3箇所を越える箇所に発生 段差がある

目視評価法の改善内容

改善内容のまとめ(表層目視評価の方法)

改定前(評価項目6項目)

記録様式②案 トンネル覆工コンクリート表層目視評価の方法

調査時期	調査方法	評価点				原因	キーワード	改善策
		4	3	2	1			
① ①は隠	近接できない範囲は、覆工センターから照明を当てながら観察	無し	50cm四方程度の大きさで見られる	1m ² 程度の大きさで見られる	2点の状態以上に広範囲で見られる	施工状況把握チェックシート	・ケレン無しを無くする ・施工状況把握チェックシートにて最終確認(不具合時は作業員の再教育) ・剥離剤の全体塗布 ・施工状況把握チェックシートにて最終確認(不具合時は作業員の再教育) ・天端吹上げ口周囲の打込み直前の残留コンクリートを除去する	
② 気泡(1.5m x 1.0m範囲で調査)		5mm以下の気泡もほぼ無し	5mm程度の気泡が10%程度見られる	10mm以上の気泡が10%程度見られる	10mm以上の気泡が20%程度見られる	品質-1 打設-3 打設-4 打設-5	・エア一量、スラングが規格外の場合は原因の追及と是正 ・左右対称の打設 ・打込み用の配管切り替え手順をあらかじめ決めておく(余振り、箱抜きの有無考慮) ・コンクリートの吐出口から打込み面までの落差高さを出来るだけ小さくする ・1層の打込み高さ ・1層の打込み高さを制限し、適切な締めで巻込み空気を除去する(かけ過ぎは避ける)	
③ 水はしり砂すじ		無し	一部に見られる(全体の1/10程度)	やや多く見られる(全体の1/3程度)	2点の状態以上に広範囲で見られる	準備工-8 準備工-8 品質-1 打設-5	・箱抜き型枠の加工精度 ・箱抜き型枠の加工精度を上げて、セメントとの隙間を無くする及びセメントとの固定を確実にする ・セメントセージ部の隙間 ・縦断方向のセージに隙間がある場合、定期的コーキングを行う ・規格外の生コンは廃棄(特にスラング大の場合発生) ・急速な打込みをやめて、一層の高さを50cm以下に押さえる(ブリーディングが内部に残留することを防止)	
④ 色むら、打重ね跡		ほぼ無し	一部に見られる(全体の半分の程度にみられる)	全体の半分以上に見られる	2点の状態以上に広範囲で見られる	運搬-1 準備-6	・一定間隔の打込み ・打重ね時間を短くして、下層コンクリートにバイブレータを10cm程度挿入し適切な締固めを行う。 ・剥離剤の過大な塗布量 ・施工計画書で定められた適量塗布量	
⑤ 打重ね(側壁・アーチを評価)		一部に見られる(1/3程度)	多く見られる(1/2程度)	側壁全てに見られる(天端に限らない)	2点の状態以上に広範囲で見られる	準備-3 準備-7	・堅硬な地盤 ・不等低下防止対策を講ずる ・目的地の固定不足 ・固定方法の改善、固定状況を打設前に再確認する	
⑥ 検査窓時段差		無し	1箇所程度見られる	2~3箇所見られる	3箇所以上見られる	打設-7	・検査窓の固定不足 ・ハンマー打撃で固定ピンを叩いて確実に挿入。検査窓に直接当ててバイブレータをかけない。 ・検査窓の隙間 ・セメント本体と検査窓に隙間がある場合、検査窓周囲に糊ゴム(例:長さ50cm、厚さ1mm、幅6mm)を設置	



改定後(評価項目7項目)

トンネル覆工コンクリート表層目視評価の方法

調査時期	調査方法	評価点				原因	キーワード	改善策
		4	3	2	1			
① ①表面は隠	近接できない範囲は、覆工センターから照明を当てながら観察	無し	50cm四方程度の大きさで見られる	1m ² 程度の大きさで見られる	2点の状態以上に広範囲で見られる	施工状況把握チェックシート	・ケレン無しを無くする ・施工状況把握チェックシートにて最終確認(不具合時は作業員の再教育) ・剥離剤の全体塗布 ・施工状況把握チェックシートにて最終確認(不具合時は作業員の再教育) ・打込み方法を改善し、コンクリートの材料分離を防止する ・天端吹上げ口周囲の打込み直前の残留コンクリートを除去する ・天端のコンクリート締固め方法を改善する ・型枠脱型時間・養生温度を改善する	
② ②気泡(アーチの1.5m x 1.0m範囲で調査)		5mm以下の気泡もほぼ無し	5mm程度の気泡が10%程度見られる	10mm以上の気泡が10%程度見られる	10mm以上の気泡が20%程度見られる	品質-1 打込み-1 準備-11 打込み-2 打込み-3 打込み-4、5	・エア一量、スラングが規格外の場合は原因の追及を行い、是正する ・コンクリートの吐出口から打込み面までの落差高さを出来るだけ小さくする ・1層の打込み高さ ・1層の打込み高さを管理し、適切な締めで巻込み空気を除去する(かけ過ぎは避ける) ・左右対称の打込み ・打込み用の配管切り替え手順をあらかじめ決めておく(余振り、箱抜きの有無考慮) ・バイブレータによる締固め方法・締固め時間を改善する(かけ過ぎは避ける)	
③ ③水はしり砂すじ		無し	一部に見られる(全体の1/10程度)	やや多く見られる(全体の1/3程度)	2点の状態以上に広範囲で見られる	準備工-9 品質-1 打込み-2 打込み-4、5、10	・箱抜き型枠の加工精度 ・箱抜き型枠の加工精度を上げて、セメントとの隙間を無くする及び型枠との固定を確実にする ・縦断方向のセージに隙間がある場合、定期的コーキングを行う ・規格外の生コンは廃棄する(特にスラング大の場合発生) ・急速な打込みをやめて、一層の高さを50cm以下に押さえる(ブリーディングが内部に残留することを防止) ・バイブレータによる締固め方法・締固め時間を改善する(かけ過ぎは避ける)	
④ ④色むら(天端のみ評価)		ほぼ無し	天端の1/10程度に見られる	天端の1/2程度にみられる	2点の状態以上に広範囲で見られる	準備-5 準備-6 運搬-1 打込み-12 打込み-13	・ケレン無しを無くする ・施工状況把握チェックシートにて最終確認(不具合時は作業員の再教育) ・剥離剤の過大な塗布量 ・施工計画書で定められた適量を均一に塗布する ・施工状況把握チェックシートにて最終確認(不具合時は作業員の再教育) ・打重ね時間を一定間隔とし、中断時間が発生しないように打込む ・排出方法(バッキング型枠等の使用)や排出頻度を改善する ・天端のコンクリート締固め方法を改善する	
⑤ ⑤打重ね(側壁・アーチを評価)		規則的(50cm間隔)で水平な打重ね跡が見られる	不規則な打重ね跡が見られる	不規則な打重ね跡が見られる	2点の状態以上に広範囲で見られる	準備-11 打込み-2、3 運搬-1 品質-1 打込み-11	・1層の打込み高さ ・1層の打込み高さを管理し、下層コンクリートにバイブレータを10cm程度挿入し適切な締固めを行う ・一定間隔の打込み ・打重ね時間を一定間隔とし、中断時間が発生しないように打込む ・規格外の生コンは廃棄する ・規格外の高さを管理し、下層コンクリートにバイブレータを10cm程度挿入し適切な締固めを行う ・(アーチ)から天端吹上げ方式への移行は迅速に行い、可能な限り打重ね時間を短縮する	
⑥ ⑥施工目地不良		無し	側壁・アーチの1/10程度に割れ・角かけ・ノロ漏れが見られる	側壁・アーチの1/3程度に割れ・角かけ・ノロ漏れが見られる	側壁・アーチの1/2程度に割れ・角かけ・ノロ漏れが見られる	準備-1 準備-2 準備-3 準備-7、8 準備-11 打込み-2、3 打込み-7、12 打込み-13	・打込み直前直後の清掃 ・施工状況把握チェックシートにて最終確認(不具合時は作業員の再教育) ・堅硬な地盤 ・不等低下防止対策を講ずる ・型枠の設置・脱枠・移動時の手順について再確認する ・型枠の設置・脱枠・移動時の手順について再確認する ・型枠の固定・脱枠・移動時の手順について再確認する ・固定方法の改善、固定状況を打込み前に再確認する ・1層の打込み高さ ・1層の打込み高さを管理し、下層コンクリートにバイブレータを10cm程度挿入し適切な締固めを行う ・排出方法(バッキング型枠等の使用)や排出頻度を改善する ・天端のコンクリート締固め方法を改善する	
⑦ ⑦ピンジ、検査窓時・箱抜き型枠のノロ漏れ		無し	1箇所程度見られる	2~3箇所見られる	3箇所以上見られる	準備-9 打込み-8	・箱抜き型枠の加工精度を上げて、型枠との隙間を無くする及び型枠との固定を確実にする ・縦断方向のセージに隙間がある場合、定期的コーキングを行う ・検査窓の固定不足 ・ハンマー打撃で固定ピンを叩いて確実に挿入。検査窓にバイブレータを当てて締固めを行わない ・型枠本体と検査窓に隙間がある場合、検査窓周囲に糊ゴム(例:長さ50cm、厚さ1mm、幅6mm)を設置	

※評価点は中間点も可とする。

目視評価法の改善内容

改善内容のまとめ(表層目視評価シート)

改定前(評価項目6項目)

記録様式③案 トンネル覆工コンクリート表層目視評価シート

工事名	打設番号	スパン長(m)	打設回数	調査者
トンネル名称	測点 自 至	打設日	初期養生終了日	確認者
配合	セントラル打設システム等	養生の工夫等		

項目	剝離	気泡	水はしり・砂すじ	色むら・打重ね線	施工目地不良	検査窓枠段差	点数計
記号	h	a	s	i	m	d	
左側壁							
左アーチ							
天端 ^注							
右アーチ							
右側壁							
点数平均							

注) 評価点は4段階(4~1)、中間点も可とする

- 天端^注: 天端は吹上げ打設範囲
- 左右: 打設進行方向に対して
- 色むら・打重ね線: 側壁~アーチは打重ね線
- 天端は色むらと称する

スパン点 (満点24点)

◆全体記事

■調査時期: 脱型直後から初期養生開始前にかけて実施
 ■調査方法: 天端部からアーチ、側壁へと覆工表面を目視調査

評価項目6 × 4点 = 満点24点

改定後(評価項目7項目)

トンネル覆工コンクリート表層目視評価シート

工事名	打込み番号	BL	スパン長(m)	打込み回数	調査者
トンネル名称	測点 自 至	P=	打込み日	初期養生終了日	確認者
配合	セントラル打設システム等	P=	脱型日	調査日	養生の工夫等

項目	表面剝離	気泡	水はしり・砂すじ	色むら	打重ね線	施工目地不良	コンクリート露骨・露骨の開口部	点数計
記号	h	a	s	i	u	m	d	
左側壁								
左アーチ								
天端 ^注								
右アーチ								
右側壁								
点数平均								

注) 評価点は4段階(4~1)、中間点も可とする

- 天端^注: 天端は吹上げ方式による打込み範囲
- 左右: 打設進行方向に対して

スパン点 (満点28点)

◆全体記事

■調査時期: 脱型直後から初期養生開始前にかけて実施
 ■調査方法: 天端部からアーチ、側壁へと覆工表面を目視調査

評価項目7 × 4点 = 満点28点

気泡・色むら・打重ね線の評価部位を限定

目視評価法の改善内容

各評価項目毎の4段階のグレーディング写真を提示

	4点	3点	2点	1点
① 表面はく離				
	無し	50cm四方程度の大きさで見られる	1m ² 四方程度の大きさで見られる	2点の状態以上に広範囲で見られる
② 気泡 (アーチの1.5m×1.0m範囲で調査)				
	5mm以下の気泡もほぼ無し	5mm程度の気泡が10ヶ程度見られる	10mm以上が10ヶ程度または5mm以下が20ヶ程度見られる	10mm以上が20ヶ程度見られる



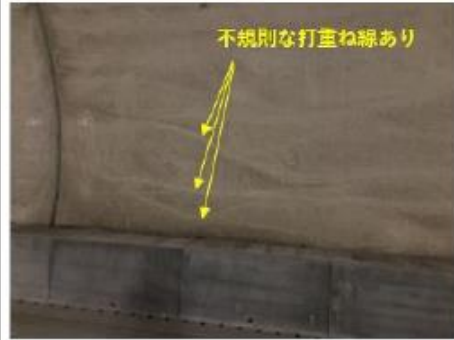

目視評価法の改善内容

各評価項目毎の4段階のグレーディング写真を提示

	4点	3点	2点	1点
③ 水はしり・砂すじ				
	無し	一部に見られる (全体の1/10程度)	やや多く見られる (全体の1/3程度)	2点の状態以上に 広範囲に見られる
④ 色むら(天端のみ評価)				
	ほぼ無し	天端の1/10程度に見られる	天端の1/2程度に見られる	2点の状態以上に 広範囲に見られる

目視評価法の改善内容

各評価項目毎の4段階のグレーディング写真を提示

	4点	3点	2点	1点
⑤ 打重ね線(側壁・アーチを評価)				
	<p>規則的(50cm間隔で水平な打重ね線)な打重ね線が見られる、もしくは打重ね線が見られない</p>	<p>不規則な打重ね線が調査対象範囲の1/5程度に見られる</p>	<p>不規則な打重ね線が調査対象範囲の1/2程度に見られる</p>	<p>2点の状態以上に広範囲に見られる</p>

目視評価法の改善内容

各評価項目毎の4段階のグレーディング写真を提示

	4点	3点	2点	1点
⑥ 施工目地不良				
	無し	側壁の1/10程度に曲がり・ひび割れ・角かけ・ノロ漏れが見られる	側壁の1/3程度に曲がり・ひび割れ・角かけ・ノロ漏れが見られる	側壁全体もしくは天端範囲に曲がり・ひび割れ・角かけ・ノロ漏れが見られる
⑦ ヒンジ・検査窓枠 ・箱抜き型枠のノロ漏れ				
	無し	1箇所程度見られる	2~3箇所程度見られる	3箇所を超える箇所に発生 段差がある

ご清聴ありがとうございました

