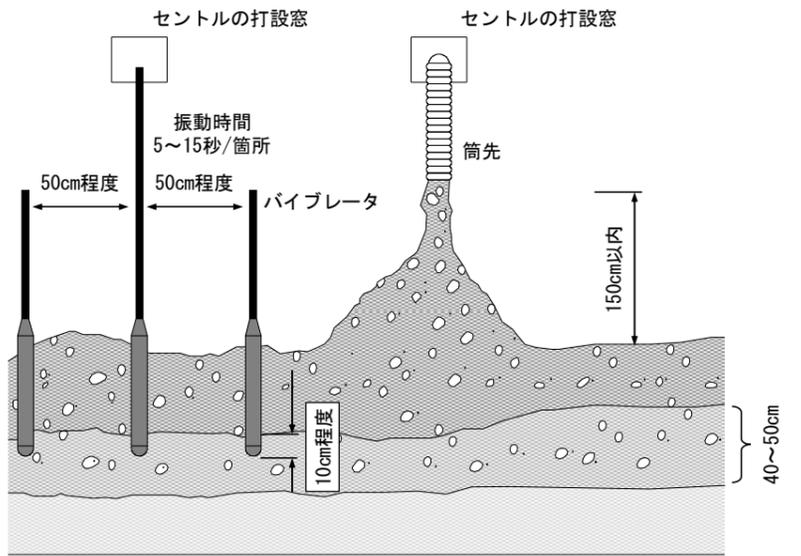


【新旧対比表】コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）（トンネル覆工コンクリート編）

項目	旧 版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
3章 適用の範囲(配合設計を追加)	27	<p>3. 適用範囲</p> <p>この手引きは、トンネル覆工コンクリートを対象に「施工状況把握チェックシート」と「表層目視評価シート」を活用して、覆工コンクリートの品質確保を図る試行工事の施工段階に適用する。</p> <p>ただし、凍害対策、ASR対策、ひび割れ抑制対策、配合計画などについてはこの手引きの適用範囲外とする。</p>	27	<p>改定の目的</p> <p>・従来まで、配合設計はこの手引きの適用の範囲外としていたが、今回の改訂で配合設計の章を設けることとしたため、それに伴う修正を行った。</p> <p>3. 適用範囲</p> <p>この手引きは、普通コンクリートを用いたトンネル覆工コンクリートを対象に、「配合設計」と「施工状況把握チェックシート」および「表層目視評価シート」を活用して、覆工コンクリートの品質確保を図る試行工事の施工段階に適用する。</p> <p>ただし、凍害対策、ASR対策、ひび割れ抑制対策などについてはこの手引きの適用範囲外とする。</p>	
		<p>【解説】</p> <p>コンクリートの劣化が道路管理に与える影響が大きい構造物のひとつが、トンネルであり、増大するインフラの維持管理費を軽減するためにも、施工時の覆工コンクリートの品質確保が急務である。</p> <p>現場における品質確保のための有効な方法は様々なものがあるが、東北地方整備局では「施工状況把握チェックシート」と「表層目視評価シート」を組み合わせた品質確保がトンネル工事においても試行されており、現場適応性や効果の検証が進められている。</p> <p>このような状況から、トンネル覆工コンクリートの品質確保が円滑になされるように、施工段階において必要な事項を「手引き」としてまとめることにした。</p> <p>この手引きは、トンネル覆工コンクリートを対象に「施工状況把握チェックシート」と「表層目視評価シート」を活用して、品質確保を図るために必要な事項を記載したものである。</p> <p>なお、トンネル覆工コンクリートの品質・耐久性確保のためには、設計段階における凍害対策、ASR対策、ひび割れ抑制対策や、設計段階の検討を受けた施工段階における配合計画なども重要な要素であるが、この手引きの適用範囲外としている。</p> <p>凍害対策については、「東北地方における凍害対策の参考資料（案）（令和3年3月改訂）」を使用して、凍害対策の種別に応じた対策を行う必要がある。レディーミクストコンクリート標準仕様基準では、トンネル覆工は標準がASR対策に有効な混合セメントである高炉セメント（B種）であり、ASRについては改めて対策の必要はない。レディーミクストコンクリート標準仕様基準において、高炉セメント（B種）か普通ポルトランドセメントが選択できる場合には、ASR対策に有効な混合セメントとして、高炉セメント（B種）を選択するか、普通ポルトランドセメントにフライアッシュを混入した混合セメントを使用することが、「東北地方におけるアルカリシリカ反応（ASR）対策に関する参考資料（案）について（平成31年3月）」にて通知されているので参考とするのがよい。この他、ひび割れ抑制対策や配合計画などについては、必要に応じて別途検討を行うものとする。</p>		<p>【解説】</p> <p>コンクリートの劣化が道路管理に与える影響が大きい構造物のひとつが、トンネルであり、増大するインフラの維持管理費を軽減するためにも、施工時の覆工コンクリートの品質確保が急務である。</p> <p>現場における品質確保のための有効な方法は様々なものがあるが、東北地方整備局では「施工状況把握チェックシート」と「表層目視評価シート」を組み合わせた品質確保がトンネル工事においても試行されており、現場適応性や効果の検証が進められている。</p> <p>このような状況から、普通コンクリートを用いたトンネル覆工コンクリートの品質確保が円滑になされるように、施工段階において必要な事項を「手引き」としてまとめることにした。</p> <p>この手引きは、トンネル覆工コンクリートを対象に、設計段階の検討を受けた施工段階における「配合設計」や、「施工状況把握チェックシート」と「表層目視評価シート」を活用して、品質確保を図るために必要な事項を記載したものである。</p> <p>なお、トンネル覆工コンクリートの品質・耐久性確保のためには、設計段階における凍害対策、ASR対策、ひび割れ抑制対策なども重要な要素であるが、この手引きの適用範囲外としている。</p> <p>凍害対策については、「東北地方における凍害対策の参考資料（案）（令和3年3月改訂）」を使用して、凍害対策の種別に応じた対策を行う必要がある。レディーミクストコンクリート標準仕様基準では、トンネル覆工は標準がASR対策に有効な混合セメントである高炉セメント（B種）であり、ASRについては改めて対策の必要はない。レディーミクストコンクリート標準仕様基準において、高炉セメント（B種）か普通ポルトランドセメントが選択できる場合には、ASR対策に有効な混合セメントとして、高炉セメント（B種）を選択するか、普通ポルトランドセメントにフライアッシュを混入した混合セメントを使用することが、「東北地方におけるアルカリシリカ反応（ASR）対策に関する参考資料（案）について（平成31年3月）」にて通知されているので参考とするのがよい。</p>	

項目	旧版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
3章 適用の範囲(配合設計を追加)	28	<p>本手引きの適用範囲のイメージを表3-1に示す。</p> <p>表3-1 手引きの適用範囲「対象構造物：トンネル覆工コンクリート」</p> <p>この手引きの適用範囲外 凍害の対策種別の検討 高炉B種のセメント又はフライアッシュの活用の検討 必要に応じて温度応力・ひび割れ解析</p> <p>この手引きの適用範囲 凍害、ASRに配慮した配合計画やブリーディングの抑制等の検討 施工計画における検討(打設時間管理表作成) 施工計画における検討(施工目地部の不具合抑制対策) 養生方法の検討：貫通前・後打込み季節 施工状況把握チェックシートの活用 養生時間、脱型時期の検討 表層目視評価シートの活用 打込み・締固め時の改善事項の検討 必要に応じて追加養生の実施</p> <p>注1) 凍害対策：東北地方における凍害対策に関する参考資料(案)(令和3年3月改訂) 注2) ASR対策：東北地方におけるアルカリシリカ反応(ASR)対策に関する参考資料(案)について(平成31年3月)</p>	28	<p>本手引きの適用範囲のイメージを表3-1に示す。</p> <p>表3-1 手引きの適用範囲「対象構造物：トンネル覆工コンクリート」</p> <p>この手引きの適用範囲外 凍害の対策種別の検討 高炉B種のセメント又はフライアッシュの活用の検討 必要に応じて温度応力・ひび割れ解析</p> <p>この手引きの適用範囲 凍害、ASRに配慮した配合設計やブリーディングの抑制等の検討 施工計画における検討(打設時間管理表作成) 施工計画における検討(施工目地部の不具合抑制対策) 養生方法の検討：貫通前・後打込み季節 施工状況把握チェックシートの活用 養生時間、脱型時期の検討 表層目視評価シートの活用 打込み・締固め時の改善事項の検討 必要に応じて追加養生の実施</p> <p>注1) 凍害対策：東北地方における凍害対策に関する参考資料(案)(令和3年3月改訂) 注2) ASR対策：東北地方におけるアルカリシリカ反応(ASR)対策に関する参考資料(案)について(平成31年3月)</p>	

項目	旧 版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
4章 品質確保のための留意点		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	29	<p>改定の目的</p> <p>・2022年7月に改訂された、品質確保の手引き（案）（橋脚、橋台、函渠、擁壁編）に、品質確保の試行工事を実施するにあたり、受発注者双方がそれぞれの役割分担に応じて、留意すべき事項を記載した章を設けた。 この内容を踏襲して、トンネル覆工コンクリート編にも、覆工コンクリートにあった形で品質確保の留意点を設けることとした。</p> <p>4. 品質確保のための留意点</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1) 品質確保を図る試行工事を行う監督員および施工者は、覆工コンクリートの品質が、施工段階、特に打込み・締固めを行う日の施工方法の良否でほとんど決定されることを認識しなければならない。</p> <p>2) 監督員および施工者は、品質確保を図る試行工事の意義を理解し、品質確保上の課題に対して、公共工事の品質確保の促進に関する法律の基本理念に基づき、それぞれの役割分担に応じて、受発注者が協働して解決にあたるように努めなければならない。</p> <p>3) 監督員は、施工者に対して品質を求めている姿勢を明確に示すとともに、覆工コンクリートの品質確保のため、施工者に、施工中に生じる不具合の抑制を促すように努めなければならない。</p> <p>4) 覆工コンクリートの品質確保のため、施工者は施工中に生じる不具合の抑制に向けて、施工方法の改善に努めなければならない。</p> </div> <p>【解説】</p> <p>1) について コンクリート標準示方書の施工編に記載されているように、「一層の高さは50cm程度とし、水平に打込み、下層に10cm程度パイプレータを挿入し、締固めの振動時間は5～15秒程度とし、上下層が一体化するように施工する。」（図4.1参照）に代表されるいわゆる「施工の基本事項」が守られていないことが、覆工コンクリートの品質低下の原因であり、この結果、6.1で述べる表層目視評価の評価項目にある「気泡」、「色むら」や「打重ね線」などの施工中に生じる不具合の発生をまねいている。覆工コンクリートの場合、セントルの狭隘空間内で限られた打設口からの打込み・締固め作業となることや、生コンクリートの流動性が十分ではないためにやむを得ずパイプレータによる横流しを行わざるを得ない等、必ずしも「施工の基本事項」が全て遵守できる環境にあるわけではない。しかし、覆工コンクリートの品質は、施工方法の良否によって決定される点は、橋台等の一般構造物の場合と何ら変わることはない。 このように、覆工コンクリートの品質は、コンクリートを打込み・締固めする日の施工方法の良否でほとんど決定される。監督員も施工者も、このことを十分認識しておくことが、覆工コンクリートの品質確保において重要である。</p>	

項目	旧版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
4章 品質確保のための留意点		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	30	 <p>図4. 1 コンクリートの基本的な打込み・締固め方法</p> <p>2) について 現状、多くの既設の覆工コンクリートにおいて、品質が確保されていないという実態の改善を目指すのが、品質確保を図る試行工事の目的である。覆工コンクリートの品質は、施工方法の良否でほとんど決まると言っても、施工者の努力だけでは限界がある。例えば、工期内では施工が夏期となり、凝結時間が早くなることから、スランプの増大や凝結遅延剤の使用、施工時期を夏期から外すなど、監督員の判断を必要とする場合が少なくない。 公共工事の品質確保の促進に関する法律第三条基本理念第1項には「公共工事の品質は、公共工事が現在及び将来における国民生活及び経済活動の基盤となる社会資本を整備するものとして社会経済上重要な意義を有することに鑑み、国及び地方公共団体並びに公共工事等（公共工事及び公共工事に関する調査等をいう。以下同じ。）の発注者及び受注者がそれぞれの役割を果たすことにより、現在及び将来の国民のために確保されなければならない。」と規定されている。この法律の趣旨に鑑み、覆工コンクリートの品質確保を図るためには、受発注者がそれぞれの役割に応じて、課題解決に向けて協働で取り組むように努める必要がある。</p>	

項目	旧 版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
4章 品質確保のための留意点		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	31	<p>3) について</p> <p>品質確保を図る試行工事は、品質確保に向けて様々な試行を行なうために発注者が設定した工事である。</p> <p>したがって、監督員が品質に関心がないと施工者が感じてしまうと、施工者も苦勞して品質確保を図ろうとは思わなくなるため、品質確保を図る試行工事がうまくいかなくなる場合が多い。このため、品質確保を図る試行工事の監督員は、施工者に対して品質を求める姿勢を明確に示すことが重要である。例えば施工前に元請けの施工者と協力業者の技能者が集まって、事前に施工方法の確認を行う周知会に監督員も参加して、監督員から品質確保の意義や重要性を話す等の積極的な姿勢を示すことが必要である。</p> <p>その上で、監督員は、覆工コンクリートの品質確保に向けて、施工中に生じる不具合の抑制を促すように努めなければならない。</p>	
			31	<p>4) について</p> <p>施工者は、監督員から示された施工中に生じる不具合の抑制という目標に向けて、施工の基本事項の遵守の徹底や不具合を無くすための施工上の工夫を、実際に施工を行う技能者に周知し、施工当日の役割分担を明確にするため、施工日の前日等に関係者を集めて周知会を行うことが重要である。また、脱型後に改善を要する不具合が確認された場合には、協力業者とともにそのブロックの施工の振り返りを行い、問題点を探り、改善策を検討し、次のブロックの施工に改善策を反映するなどして、不具合の抑制に努めることが重要である。</p>	

項目	旧版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
5章 配合設計(スランプ、空気量等)		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	32	<p>改定の目的</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新たに配合設計の章を設けて、以下の事項を定めた。 <ul style="list-style-type: none"> ①配合の検討にあたり、第三者被害予防の観点から凍害環境に応じた必要な対策を行うこと。 ②特に流動性の高いコンクリートを使用する場合、室内試験練りで配合を検討した後、実施工を模した模擬型枠による試験施工によって、流動性や耐凍害性を確認して配合を決定すること。 <p>5. 配合設計</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1) 覆工で凍害対策を必要とする区間は、その地域の凍害環境の状況に応じて必要な凍害対策を行った配合としなければならない。</p> <p>2) 流動性の高いコンクリートを採用する場合には、側壁、アーチ部、天端吹き上げ部のそれぞれの施工条件に応じて、流動性、材料分離抵抗性、耐凍害性に配慮した配合としなければならない。また、試験施工等により、流動性の確認や耐凍害性の確認及び施工管理上必要な締固め時間等の確認を行うのがよい。</p> </div> <p>【解説】</p> <p>1) について</p> <p>トンネルの覆工コンクリートは、コンクリート片のはく落等による第三者被害を防止するため、施工由来の不具合を抑制し、低品質なコンクリートとならない様に留意することが極めて重要である。覆工コンクリートでモルタルが薄片状にはく落するスケーリングが発生すると、いずれはモルタルが粗骨材を保持できなくなり、粗骨材等の落下につながる恐れがある。また、一旦凍害が発生したコンクリートは、補修材料が如何に優秀であっても、母材のコンクリートに耐凍害性が不足しているため、補修材料の周辺のコンクリートが凍害を起こして、再劣化する事例が多く報告されている。</p> <p>このように、覆工コンクリートでは、第三者被害予防の観点から、品質を確保した上で、凍害の発生を抑制することが、重要である。</p> <p>凍害の発生を抑制するためには、トンネルが置かれている地域の凍害環境に応じて、凍害対策に有効な微細で独立した空気泡であるエントレインドエアを、硬化コンクリート中に適切な量連行できる配合設計とする必要がある。</p> <p>このような凍害対策は、「東北地方における凍害対策に関する参考資料(案)国土交通省東北地方整備局」に記載されているので参照するとよい。</p> <p>現在までに東北地方整備局で行なわれている覆工コンクリートの凍害対策は、坑口から100mの区間において、凍害対策用に配合設計された生コンクリートを用いて行われている。</p> <p>坑口から100mとしている理由は、スケーリングが凍結抑制剤によって促進されること、トンネル内は凍結抑制剤を散布しないと言っても、車両のタイヤによる巻き上げ等によって、坑口から100m付近までは、路肩に凍結抑制剤の結晶が確認されているためである。</p> <p>凍害対策用の配合設計の実例については、「東北地方における凍害対策に関する参考資料(案)国土交通省東北地方整備局」に記載されているので参照するとよい。</p>	

項目	旧版		改訂版		適用												
	頁	内容	頁	内容													
5章 配合設計(スランプ、空気量等)		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	33	<p>2) について トンネル覆工コンクリート施工時の流動性や、材料分離抵抗性を確保するため、特に流動性の高いコンクリートを採用する場合の基本配合は、当面の間以下の通りとする。</p> <p style="text-align: center;">表5-1 流動性が高いコンクリートを採用する場合の基本配合</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>呼び強度</th> <th>スランプ (cm)</th> <th>粗骨材 最大寸法 (mm)</th> <th>最小セメント 使用量 (kg)</th> <th>水 セメント比 (%)</th> <th>目標 空気量 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>18以上</td> <td>18(±2.5) ～ 21(±1.5)</td> <td>20もしくは25</td> <td>270</td> <td>60以下</td> <td>* 凍害対策 種別による</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 凍害対策種別：東北地方における凍害対策に関する参考資料(案)国土交通省東北地方整備局に記載されている、施工現場の冬期の平均気温から決まる凍害区分と、凍結抑制剤の散布量から、凍害対策の種別が決まる。この種別に基づき決定される目標空気量や水セメント比によること。</p> <p>上記で示した基本配合を基に、室内試験練りを行い、最終的に覆工の側壁を模した模擬型枠による試験施工等を行って、必要となる流動性、材料分離抵抗性や耐凍害性と、施工管理上必要となる指標等の確認を行うのがよい。</p> <p>このように模擬型枠で試験施工を行うのは、流動性が確保され、受け入れ検査時の空気量が目標空気量に達していても、硬化コンクリート中にはエントレインドエアがあまり入っておらず、耐凍害性が確保できていない場合が見られるためである。</p> <p>このような事態を避けるためには、まず空気の保持力の高い配合とする必要がある。しかしこのためには、セメント量、細骨材率、総粉体量、AE剤の種類や量、現地で使用している骨材との関係や、練混ぜから打終わりまでの時間などが複雑に関係し、現状で配合を明示的に示すことが困難な状況にある。このため、室内試験練りで配合を検討し、実施工に近い状態で模擬型枠による試験施工を行い流動性や耐凍害性の確認をすることにした。</p> <p>表5-2に室内試験練り時に確認すべき項目、表5-3に模擬型枠を用いた試験施工で確認すべき項目を示した。写真5-1には模擬型枠の形状を示した。また、模擬型枠を用いた試験施工の例を巻末資料の1-3)に示した。</p> <p>エントレインドエアの消失を抑制するためには、施工段階で生コンクリートのパイプレータによる横流し等による過振動を無くす必要がある。このため、流動性の高いコンクリートを採用する場合には、6.1 施工の基本事項の遵守の表 6-1-2 で示した流動性の高いコンクリートを採用する場合のトンネル覆工コンクリート施工状況把握チェックシートを使用することを前提に施工計画を定めることを基本とするのがよい。</p>	呼び強度	スランプ (cm)	粗骨材 最大寸法 (mm)	最小セメント 使用量 (kg)	水 セメント比 (%)	目標 空気量 (%)	18以上	18(±2.5) ～ 21(±1.5)	20もしくは25	270	60以下	* 凍害対策 種別による	
呼び強度	スランプ (cm)	粗骨材 最大寸法 (mm)	最小セメント 使用量 (kg)	水 セメント比 (%)	目標 空気量 (%)												
18以上	18(±2.5) ～ 21(±1.5)	20もしくは25	270	60以下	* 凍害対策 種別による												

項目	旧版		改訂版		適用																																	
	頁	内容	頁	内容																																		
5章 配合設計(スランプ、空気量等)		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	34	<p align="center">表5-2 室内試験練りでの確認項目（案）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>内容</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>単位水量</td> <td>練混ぜ時の単位水量</td> <td></td> </tr> <tr> <td>スランプ</td> <td>練混ぜ時のスランプ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>スランプの経時変化</td> <td>練混ぜ後、30分、60分、90分、120分</td> <td></td> </tr> <tr> <td>空気量</td> <td>練混ぜ時の空気量</td> <td></td> </tr> <tr> <td>空気量の経時変化</td> <td>練混ぜ後、30分、60分、90分、120分</td> <td></td> </tr> <tr> <td>配合の決定</td> <td>練混ぜから、アジテータ車1台の現地到着見込み時間、打込み完了見込み時間のスランプと空気量の減少量が施工可能な範囲に入るように、練混ぜ時のスランプと空気量の上越し量を決めて配合を決定</td> <td></td> </tr> <tr> <td>強度</td> <td>決定した配合による28日強度</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	項目	内容	備考	単位水量	練混ぜ時の単位水量		スランプ	練混ぜ時のスランプ		スランプの経時変化	練混ぜ後、30分、60分、90分、120分		空気量	練混ぜ時の空気量		空気量の経時変化	練混ぜ後、30分、60分、90分、120分		配合の決定	練混ぜから、アジテータ車1台の現地到着見込み時間、打込み完了見込み時間のスランプと空気量の減少量が施工可能な範囲に入るように、練混ぜ時のスランプと空気量の上越し量を決めて配合を決定		強度	決定した配合による28日強度											
				項目	内容	備考																																
単位水量	練混ぜ時の単位水量																																					
スランプ	練混ぜ時のスランプ																																					
スランプの経時変化	練混ぜ後、30分、60分、90分、120分																																					
空気量	練混ぜ時の空気量																																					
空気量の経時変化	練混ぜ後、30分、60分、90分、120分																																					
配合の決定	練混ぜから、アジテータ車1台の現地到着見込み時間、打込み完了見込み時間のスランプと空気量の減少量が施工可能な範囲に入るように、練混ぜ時のスランプと空気量の上越し量を決めて配合を決定																																					
強度	決定した配合による28日強度																																					
<p align="center">表5-3 模擬型枠による試験施工での確認項目（案）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">内容</th> <th colspan="2">凍害環境※</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>厳しい</th> <th>それほど厳しくない</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>受け入れ検査</td> <td>現場到着見込み時間でのスランプ、空気量、単位水量が決定配合による規格値範囲内であることを確認</td> <td align="center">○</td> <td align="center">○</td> <td>運搬時間は、実施工と同等の時間を確保すること</td> </tr> <tr> <td>流動性</td> <td>打設口と同等位置から層厚50cmになるまで打込み、特別な作業をしなくても5m先までほぼ水平に流動することを確認</td> <td align="center">○</td> <td align="center">○</td> <td>ポンプ配管は実施工と同等の圧送状態を確保すること</td> </tr> <tr> <td>締固め時間</td> <td>1層目15秒、2層目10秒、3層目5秒で締固め、硬化後コア抜きし、巻き込みエアと粗骨材の材料分離の状態から適切な締固め時間を決定</td> <td align="center">○</td> <td align="center">○</td> <td>各層の打重ねは、実施工と同等の時間をあけること</td> </tr> <tr> <td>硬化コンクリート中の空気量</td> <td>硬化後、締固め時間毎にコアを抜きし、リニアトラバース法により、気泡径分布、AE剤により連行した総空気量、気泡間隔係数をもとめ、総空気量2%以上、気泡間隔係数200μm以下であることを確認</td> <td align="center">○</td> <td align="center">○</td> <td>リニアトラバース法と同等性能の非破壊試験等の確認でもよい</td> </tr> <tr> <td>配合の決定</td> <td>特別な作業をしなくても5m先までほぼ水平に流動し、巻き込みエアもなく、材料分離もない適切な締固め時間において、硬化コンクリート中の空気量が規定の範囲内に入っていることを確認</td> <td align="center">○</td> <td align="center">○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>強度</td> <td>決定した配合による28日強度</td> <td align="center">○</td> <td align="center">○</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	項目	内容	凍害環境※		備考	厳しい	それほど厳しくない	受け入れ検査	現場到着見込み時間でのスランプ、空気量、単位水量が決定配合による規格値範囲内であることを確認	○	○	運搬時間は、実施工と同等の時間を確保すること	流動性	打設口と同等位置から層厚50cmになるまで打込み、特別な作業をしなくても5m先までほぼ水平に流動することを確認	○	○	ポンプ配管は実施工と同等の圧送状態を確保すること	締固め時間	1層目15秒、2層目10秒、3層目5秒で締固め、硬化後コア抜きし、巻き込みエアと粗骨材の材料分離の状態から適切な締固め時間を決定	○	○	各層の打重ねは、実施工と同等の時間をあけること	硬化コンクリート中の空気量	硬化後、締固め時間毎にコアを抜きし、リニアトラバース法により、気泡径分布、AE剤により連行した総空気量、気泡間隔係数をもとめ、総空気量2%以上、気泡間隔係数200μm以下であることを確認	○	○	リニアトラバース法と同等性能の非破壊試験等の確認でもよい	配合の決定	特別な作業をしなくても5m先までほぼ水平に流動し、巻き込みエアもなく、材料分離もない適切な締固め時間において、硬化コンクリート中の空気量が規定の範囲内に入っていることを確認	○	○		強度	決定した配合による28日強度	○	○		
項目			内容	凍害環境※		備考																																
	厳しい	それほど厳しくない																																				
受け入れ検査	現場到着見込み時間でのスランプ、空気量、単位水量が決定配合による規格値範囲内であることを確認	○	○	運搬時間は、実施工と同等の時間を確保すること																																		
流動性	打設口と同等位置から層厚50cmになるまで打込み、特別な作業をしなくても5m先までほぼ水平に流動することを確認	○	○	ポンプ配管は実施工と同等の圧送状態を確保すること																																		
締固め時間	1層目15秒、2層目10秒、3層目5秒で締固め、硬化後コア抜きし、巻き込みエアと粗骨材の材料分離の状態から適切な締固め時間を決定	○	○	各層の打重ねは、実施工と同等の時間をあけること																																		
硬化コンクリート中の空気量	硬化後、締固め時間毎にコアを抜きし、リニアトラバース法により、気泡径分布、AE剤により連行した総空気量、気泡間隔係数をもとめ、総空気量2%以上、気泡間隔係数200μm以下であることを確認	○	○	リニアトラバース法と同等性能の非破壊試験等の確認でもよい																																		
配合の決定	特別な作業をしなくても5m先までほぼ水平に流動し、巻き込みエアもなく、材料分離もない適切な締固め時間において、硬化コンクリート中の空気量が規定の範囲内に入っていることを確認	○	○																																			
強度	決定した配合による28日強度	○	○																																			

※凍害環境の目安
 厳しい：冬期間の日平均気温が0°Cを下回る地域（凍害区分2、3の地域）
 それほど厳しくない：冬期間の日平均気温が0°Cを上回る地域（凍害区分1の地域）
 [凍害区分については、東北地方における凍害対策に関する参考資料(案)国土交通省東北地方整備局を参照]

項目	旧版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
5章 配合設計(スランプ、空気量等)		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	35	<p>写真5-1 模擬型枠の例</p>  <p>センターの側壁部分を模した型枠(幅0.3m、高さ1.5m、長さ5.0m)</p>	

項目	旧 版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
<p>6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保</p> <p>6.1 施工の基本事項の遵守（チェックシートの改訂）</p>	29	<p>6.1 施工の基本事項の遵守</p> <p style="text-align: center;">（変更無し）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1) 施工の基本事項を遵守し、均質かつ密実で一体性のあるトンネル覆工コンクリートとなるように「施工状況把握チェックシート」を活用しなければならない。</p> <p>2) セントル脱型後、「表層目視評価シート」を活用し、コンクリート表層の品質を評価し、必要に応じて施工の改善事項をまとめて、次の施工に反映するように努めなければならない。</p> <p>3) 第三者被害防止の観点から、施工目地部の不具合の防止対策を適切に行わなければならない。</p> </div>	36	<p>改訂の目的</p> <p>施工状況把握チェックシートの現在までの活用状況から、現場の実態に合わない点を修正し、新たにチェック項目として取り入れるものを抽出して施工状況把握チェックシートの改訂を行った。</p> <p>新たに施工前に1回だけ、打込み・締固め計画や作業員への教育状況を確認するチェック欄を設けた他、打込み方法が異なる側壁からアーチ部と天端部のチェック項目を分けて設定し、脱型時の養生時間の確認項目を追加して、以下の2種類を作成した。</p> <p>①標準配合用（従来の施工状況把握チェックシートの改訂）</p> <p>②普通コンクリートで側壁からアーチ部の打込み用として延長方向に2箇所の打込み口を設けた型枠を使用する事を前提に、流動性の高い配合を使用する場合用（発注者との協議が必要）</p>	
	29	<p>【解説】</p> <p>従来、覆工コンクリートに求められる品質は強度が中心であったが、覆工コンクリートの耐久性を確保するためには、密実で緻密なコンクリートを施工することが不可欠である。そこで、覆工コンクリートの施工段階において基本事項の遵守を促し、その状況を把握することは、施工由来の不具合を解消するだけでなく、コンクリートの密実性および緻密性を確保する上で極めて重要となる。施工の基本事項の遵守による覆工コンクリートの品質確保は工事を受注した施工者が主体となって行われる行為である。一方、発注者側の監督員（主任監督員または主任監督員が指示した者、以下監督員と記載）が現場に臨場し、適宜施工状況を把握することに加えて、施工後に行うコンクリートの表層目視評価を通じて品質確保のために必要な指摘・改善を行い情報共有することは、発注者と施工者が協働で良質なコンクリートを施工するために有効な行為となる。</p> <p>覆工コンクリートの施工において「施工状況把握チェックシート」と「表層目視評価シート」を組み合わせ、打設ロット毎に施工の改善事項を明確化し、次の打設ロットの施工を改善することを目的に、施工中に生じる不具合を抑制するために必要な事項をとりまとめた。</p> <p>特に覆工作業に携わる関係者（覆工作業主任者）と元請け職員とが不具合改善に向けて活用できるシートとしており、次の施工ロットの品質確保につながることを期待される。</p>	36	<p>【解説】</p> <p>従来、覆工コンクリートに求められる品質は強度が中心であったが、覆工コンクリートの耐久性を確保するためには、密実で緻密なコンクリートを施工することが不可欠である。また、東北地方のトンネルでは坑口付近で凍害の発生が確認されているため、良質な空気を硬化コンクリート中に連行する必要がある。</p> <p>そこで、覆工コンクリートの施工段階において基本事項の遵守を促し、その状況を把握することは、施工由来の不具合を解消するだけでなく、コンクリートの密実性および緻密性を確保する上で極めて重要となる。施工の基本事項の遵守による覆工コンクリートの品質確保は、工事を受注した施工者が主体となって行われる行為である。一方、発注者側の監督員（主任監督員または主任監督員が指示した者、以下監督員と記載）が現場に臨場し、適宜施工状況を把握することに加えて、施工後に行うコンクリートの表層目視評価を通じて品質確保のために必要な指摘・改善を行い情報共有することは、発注者と施工者が協働で良質なコンクリートを施工するために有効な行為となる。</p> <p>覆工コンクリートの施工において「施工状況把握チェックシート」と「表層目視評価シート」を組み合わせ、打設ロット毎に施工の改善事項を明確化し、次の打設ロットの施工を改善することを目的に、施工中に生じる不具合を抑制するために必要な事項をとりまとめた。</p> <p>特に覆工作業に携わる関係者（覆工作業主任者）と元請け職員とが不具合改善に向けて活用できるシートとしており、次の施工ロットの品質確保につながることを期待される。</p>	

項目	旧版		改訂版		適用																																		
	頁	内容	頁	内容																																			
6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保 6.1 施工の基本事項の遵守（チェックシートの改訂）		<ul style="list-style-type: none"> 改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。 	37	<p>1) 施工状況把握チェックシート（表 6-1-1）（表 6-1-2）について</p> <p>1) -1 施工状況把握チェックシートの改訂理由</p> <p>施工状況把握チェックシートは、従来打込みを行う日の準備から施工中のチェック項目をまとめたものであったが、施工前にもチェックしておく項目があるため、施工開始前に1回だけ行う施工前のチェック項目を追加し、打込みを行う日の施工中のチェック項目とわけている。また、施工中のチェック項目は、側壁～アーチ部と天端部の打込み方法が異なるため、打込み箇所別にチェック項目をわけている。また、脱枠時のチェック項目も追加している。</p> <p>今回の改訂で、施工状況把握チェックシートは、以下の2種類を策定している。</p> <p>表 6-1-1 の施工状況把握チェックシートは、標準配合の普通コンクリートを採用した場合に使用するものである。表 6-1-2 の施工状況把握チェックシートは、側壁からアーチ部の打込み用として延長方向に2箇所の打込み口を設けた型枠を使用する事を前提に、普通コンクリートで流動性の高い配合を採用した場合に使用するものである。</p> <p>流動性の高い配合を採用した場合に使用する施工状況把握チェックシートの施工前のチェック項目には、流動性等を確認するため、配合のチェック項目を追加している。</p> <p>今回の施工状況把握チェックシートの構成の改訂概要を図 6-1 に示した。</p> <div style="text-align: center;"> <p>施工状況把握チェックシートの改訂内容</p> <p>構成の変更</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">(現行)</td> <td style="text-align: center;">(現行の変更案) (標準配合を使用)</td> <td style="text-align: center;">(流動性の高い配合を使用する場合の変更案)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <table border="1"> <tr><th>施工段階</th></tr> <tr><td>準備工</td></tr> <tr><td>運搬</td></tr> <tr><td>品質</td></tr> <tr><td>打設</td></tr> </table> </td> <td style="text-align: center;"> <table border="1"> <tr><th>施工段階</th></tr> <tr><td rowspan="2">施工前</td><td>打込み方法</td></tr> <tr><td>教育</td></tr> <tr><td rowspan="5">施工中</td><td>準備工</td></tr> <tr><td>運搬</td></tr> <tr><td>品質</td></tr> <tr><td>打込み (側壁～アーチ)</td></tr> <tr><td>打込み (天端)</td></tr> <tr><td>取外し</td></tr> </table> </td> <td style="text-align: center;"> <table border="1"> <tr><th>施工段階</th></tr> <tr><td rowspan="2">施工前</td><td>配合</td></tr> <tr><td>打込み方法</td></tr> <tr><td rowspan="5">施工中</td><td>教育</td></tr> <tr><td>準備工</td></tr> <tr><td>運搬</td></tr> <tr><td>品質</td></tr> <tr><td>打込み (側壁～アーチ)</td></tr> <tr><td>打込み (天端)</td></tr> <tr><td>取外し</td></tr> </table> </td> </tr> </table> <p>赤字: 今回新たに追加または修正したチェック項目 青字: 流動性の高い配合を使用する場合のチェック項目</p> </div>	(現行)	(現行の変更案) (標準配合を使用)	(流動性の高い配合を使用する場合の変更案)	<table border="1"> <tr><th>施工段階</th></tr> <tr><td>準備工</td></tr> <tr><td>運搬</td></tr> <tr><td>品質</td></tr> <tr><td>打設</td></tr> </table>	施工段階	準備工	運搬	品質	打設	<table border="1"> <tr><th>施工段階</th></tr> <tr><td rowspan="2">施工前</td><td>打込み方法</td></tr> <tr><td>教育</td></tr> <tr><td rowspan="5">施工中</td><td>準備工</td></tr> <tr><td>運搬</td></tr> <tr><td>品質</td></tr> <tr><td>打込み (側壁～アーチ)</td></tr> <tr><td>打込み (天端)</td></tr> <tr><td>取外し</td></tr> </table>	施工段階	施工前	打込み方法	教育	施工中	準備工	運搬	品質	打込み (側壁～アーチ)	打込み (天端)	取外し	<table border="1"> <tr><th>施工段階</th></tr> <tr><td rowspan="2">施工前</td><td>配合</td></tr> <tr><td>打込み方法</td></tr> <tr><td rowspan="5">施工中</td><td>教育</td></tr> <tr><td>準備工</td></tr> <tr><td>運搬</td></tr> <tr><td>品質</td></tr> <tr><td>打込み (側壁～アーチ)</td></tr> <tr><td>打込み (天端)</td></tr> <tr><td>取外し</td></tr> </table>	施工段階	施工前	配合	打込み方法	施工中	教育	準備工	運搬	品質	打込み (側壁～アーチ)	打込み (天端)	取外し	
(現行)	(現行の変更案) (標準配合を使用)	(流動性の高い配合を使用する場合の変更案)																																					
<table border="1"> <tr><th>施工段階</th></tr> <tr><td>準備工</td></tr> <tr><td>運搬</td></tr> <tr><td>品質</td></tr> <tr><td>打設</td></tr> </table>	施工段階	準備工	運搬	品質	打設	<table border="1"> <tr><th>施工段階</th></tr> <tr><td rowspan="2">施工前</td><td>打込み方法</td></tr> <tr><td>教育</td></tr> <tr><td rowspan="5">施工中</td><td>準備工</td></tr> <tr><td>運搬</td></tr> <tr><td>品質</td></tr> <tr><td>打込み (側壁～アーチ)</td></tr> <tr><td>打込み (天端)</td></tr> <tr><td>取外し</td></tr> </table>	施工段階	施工前	打込み方法	教育	施工中	準備工	運搬	品質	打込み (側壁～アーチ)	打込み (天端)	取外し	<table border="1"> <tr><th>施工段階</th></tr> <tr><td rowspan="2">施工前</td><td>配合</td></tr> <tr><td>打込み方法</td></tr> <tr><td rowspan="5">施工中</td><td>教育</td></tr> <tr><td>準備工</td></tr> <tr><td>運搬</td></tr> <tr><td>品質</td></tr> <tr><td>打込み (側壁～アーチ)</td></tr> <tr><td>打込み (天端)</td></tr> <tr><td>取外し</td></tr> </table>		施工段階	施工前	配合	打込み方法	施工中	教育	準備工	運搬	品質	打込み (側壁～アーチ)	打込み (天端)		取外し							
施工段階																																							
準備工																																							
運搬																																							
品質																																							
打設																																							
施工段階																																							
施工前	打込み方法																																						
	教育																																						
施工中	準備工																																						
	運搬																																						
	品質																																						
	打込み (側壁～アーチ)																																						
	打込み (天端)																																						
取外し																																							
施工段階																																							
施工前	配合																																						
	打込み方法																																						
施工中	教育																																						
	準備工																																						
	運搬																																						
	品質																																						
	打込み (側壁～アーチ)																																						
打込み (天端)																																							
取外し																																							

図 6-1 施工状況把握チェックシートの改訂概要

項目	旧 版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
<p>6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保</p> <p>6.1 施工の基本事項の遵守（チェックシートの改訂）</p>	30	<p>①施工状況把握チェックシートの目的と特徴</p> <p>施工状況把握チェックシートは、トンネル特有の施工条件も勘案して、施工の各段階における基本事項を抽出したシートである。これらのチェック項目を施工計画の段階で確認し、施工の事前準備に反映させ、基本事項を遵守した施工を行うことが重要である。</p> <p>また、施工目地部のうき・はく離・はく落など、第三者被害におよぶ不具合が発生しているため、この不具合を抑制するために必要な事項も記述している。</p> <p>なお、巻末資料－1に「覆工コンクリートの品質確保・施工中に生じる不具合抑制事例」を記述している。</p> <p>また、表 4-1 の特記事項（例）の欄では「均質かつ密実で一体性のあるコンクリート」とするための工夫のうち、特記仕様書の記載事項、受注者の創意工夫、技術提案などによるチェック項目を、現場ごとに記述するのがよい。</p>	38	<p>1) -2 施工状況把握チェックシートの目的と特徴</p> <p>施工状況把握チェックシートは、トンネル特有の施工条件も勘案して、施工前および施工中の各段階における基本事項を抽出したシートである。これらのチェック項目を施工計画の段階で確認し、施工の事前準備に反映させ、基本事項を遵守した施工を行うことが重要である。なお、施工前のチェックは、施工開始前に1回のみ実施すればよい。</p> <p>また、施工目地部のうき・はく離・はく落など、第三者被害におよぶ不具合が発生しているため、この不具合を抑制するために必要な事項も記述している。</p> <p>なお、巻末資料－1に「覆工コンクリートの品質確保・施工中に生じる不具合抑制事例」を記述している。</p> <p>また、表 6-1-1、表 6-1-2 の特記事項（例）の欄では「均質かつ密実で一体性のあるコンクリート」とするための工夫のうち、特記仕様書の記載事項、受注者の創意工夫、技術提案などによるチェック項目を、現場ごとに記述するのがよい。</p>	

項目	旧版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保 6.1 施工の基本事項の遵守（チェックシートの改訂）	30	②活用時の留意事項 <ul style="list-style-type: none"> ・各項目をなぜチェックするのか、また、その項目が出来映えにどのように影響するのかを良く理解することが重要である。これらの理解を助けるために、表 4-1 には各項目をチェックする意味「なぜ（それを）チェックするのか」を記述している。 ・各項目がコンクリートの出来映えにどのように影響するのかを「出来映えの影響」の欄に示した。なお、「出来映えへの影響」の項目は覆工目視評価の6項目と整合させているので、チェックシートと目視評価シートの関連が分かるようにした。 ・打込み時において、発注者の監督員と施工者が双方でチェックすることにより、改善すべき事項を明確にすることが目的である。また、発注者と施工者の協働で品質確保を目指すためにも、発注者の監督員は、覆工コンクリートの施工の初期段階から施工状況の把握に努めることが望ましい。 ・施工者は覆工コンクリートの施工計画書を作成する時に、このチェックシートを参考にして適切な準備を行うものとする。 ・施工状況把握チェックシートと表層目視評価シートを併用することにより、次のロットで施工の改善を図る事が可能となり、施工中に生じる不具合を抑制することができる。 	39	1) -3 活用時の留意事項 <ul style="list-style-type: none"> ・各項目をなぜチェックするのか、また、その項目が出来映えにどのように影響するのかを良く理解することが重要である。これらの理解を助けるために、表 6-1-1 および表 6-1-2 には各項目をチェックする意味「なぜ（それを）チェックするのか」を記述している。 ・各項目がコンクリートの出来映えにどのように影響するのかを「出来映えの影響」の欄に示した。なお、「出来映えへの影響」の項目は覆工目視評価の7項目と整合させているので、チェックシートと目視評価シートの関連が分かるようにした。 ・打込み時において、発注者の監督員と施工者が双方でチェックすることにより、改善すべき事項を明確にすることが目的である。また、発注者と施工者の協働で品質確保を目指すためにも、発注者の監督員は、覆工コンクリートの施工の初期段階から施工状況の把握に努めることが望ましい。 ・施工者は覆工コンクリートの施工計画書を作成する時に、このチェックシートを参考にして適切な準備を行うものとする。 	
	31	③覆工コンクリートの密実性・充填性の確保について <p>覆工コンクリートは、覆工コンクリート特有の打設方法のため、コンクリートの流動距離が長く、材料分離による密実性の低下や吹き上げ打設を行う天端部の充填不良（空洞の発生）が多く発生している。密実性・充填性を確保するために試行されている対策として下記の2事例を巻末資料-1の中で示した。</p> <p>事例 1) アーチ打設口の増設+天端引抜きパイププレートによる締固め 2) 充填圧管理システムによる天端部の充填管理</p>	39	1) -4 覆工コンクリートの密実性・充填性の確保について <p>覆工コンクリートは、覆工コンクリート特有の打込み方法のため、コンクリートの流動距離が長く、材料分離による均質性の低下や吹き上げ打設を行う天端部の充填不良（空洞の発生）が多く発生している。均質性・密実性を確保するために試行されている対策として、下記の3事例を巻末資料-1の中で示した。</p> <p>事例 1) アーチ打設口の増設+天端引抜きパイププレートによる締固め 2) 充填圧管理システムによる天端部の充填管理 3) 流動性の高い配合を使用する場合の模擬型枠試験の実施例</p>	
	31	④取り組み事例の参考 <p>施工計画の立案及び打設前教育等での活用を念頭に、東北地方整備局のホームページでは、施工状況把握チェックシートの内容に沿った覆工コンクリートの打込み事例を動画にまとめ、下記アドレスに公開している。 http://www.thr.mlit.go.jp/road/sesaku/index.html</p>	40	1) -5 取り組み事例の参考 <p>施工計画の立案及び打設前教育等での活用を念頭に、東北地方整備局のホームページでは、施工状況把握チェックシートの内容に沿った覆工コンクリートの打込み事例（標準配合を使用）を動画にまとめ、下記アドレスに公開している。 http://www.thr.mlit.go.jp/road/sesaku/index.html</p>	

項目	旧版		改訂版		適用																								
	頁	内容	頁	内容																									
<p>6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保</p> <p>6.1 施工の基本事項の遵守（目視評価の項目改訂）</p>		<p>・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。</p>	<p>41</p>	<p>改定の目的</p> <p>・表層目視評価の活用現場からの声を受けて評価項目毎の着眼点を明確にする等の目的で、評価項目を6項目から7項目に変更し、表層目視評価の改訂を行った。 現場から要望が多かった、評価項目毎の4段階のグレーディングの事例写真を巻末資料に添付した。 評価項目毎に、評価の着目点や、評価時の留意事項を解説に記載した。</p> <p>2) 表層目視評価の方法（表 6-3）・表層目視評価シート(表 6-4)について</p> <p>2) -1 表層目視評価の改訂理由</p> <p>表層目視評価は、従来の6項目の評価から7項目の評価に改訂している。これは活用現場から、評価項目の名称と評価の着目点がわかりづらい、項目によっては、着目している現象毎に分けて評価した方がよい、表面気泡を無くそうとしてSL下の側壁の材料分離を助長させるとともに耐凍害性を低下させている恐れがあるなどの意見を受けて変更したものである。 表 6-2 に改訂前と改訂後の評価項目、主な変更理由を記載した。 表 6-2 改訂前と改訂後の評価項目、主な変更理由</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>改訂前</th> <th>改訂後</th> <th>主な変更理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①はく離</td> <td>①表面はく離</td> <td>覆工表面のはく離を評価</td> </tr> <tr> <td>②気泡</td> <td>②気泡</td> <td>SL～アーチ部の気泡のみを評価</td> </tr> <tr> <td>③水はしり・砂すじ</td> <td>③水はしり・砂すじ</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>④色むら・打重ね線</td> <td>④色むら</td> <td>着目している現象毎に分けて評価 天端のみを評価</td> </tr> <tr> <td>⑤施工目地不良</td> <td>⑤打重ね線</td> <td>着目している現象毎に分けて評価 側壁・アーチを評価</td> </tr> <tr> <td>⑥検査窓枠段差</td> <td>⑥施工目地不良</td> <td>評価の着目点を明確化</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>⑦ヒンジ・検査窓枠・箱抜き型枠のノロ漏れ</td> <td>ヒンジ・箱抜き型枠を追加 砂すじからノロ漏れに評価を変更</td> </tr> </tbody> </table>	改訂前	改訂後	主な変更理由	①はく離	①表面はく離	覆工表面のはく離を評価	②気泡	②気泡	SL～アーチ部の気泡のみを評価	③水はしり・砂すじ	③水はしり・砂すじ	—	④色むら・打重ね線	④色むら	着目している現象毎に分けて評価 天端のみを評価	⑤施工目地不良	⑤打重ね線	着目している現象毎に分けて評価 側壁・アーチを評価	⑥検査窓枠段差	⑥施工目地不良	評価の着目点を明確化	—	⑦ヒンジ・検査窓枠・箱抜き型枠のノロ漏れ	ヒンジ・箱抜き型枠を追加 砂すじからノロ漏れに評価を変更	
改訂前	改訂後	主な変更理由																											
①はく離	①表面はく離	覆工表面のはく離を評価																											
②気泡	②気泡	SL～アーチ部の気泡のみを評価																											
③水はしり・砂すじ	③水はしり・砂すじ	—																											
④色むら・打重ね線	④色むら	着目している現象毎に分けて評価 天端のみを評価																											
⑤施工目地不良	⑤打重ね線	着目している現象毎に分けて評価 側壁・アーチを評価																											
⑥検査窓枠段差	⑥施工目地不良	評価の着目点を明確化																											
—	⑦ヒンジ・検査窓枠・箱抜き型枠のノロ漏れ	ヒンジ・箱抜き型枠を追加 砂すじからノロ漏れに評価を変更																											
	32	<p>①表層目視評価の目的と特徴</p> <p>表層目視評価法は、脱型後に目視で、(1)はく離(2)気泡(3)水はしり・砂すじ(4)色むら、打重ね線(5)施工目地不良（型枠の移動）(6)検査窓枠段差の6項目に分けて評価し、各項目に対して4点満点の0.5点刻みで不具合の状態を評価する方法である。 これまで数値で評価されなかった表層状態を6項目4段階グレーディングで定量評価出来ることから、施工方法の妥当性の検証や施工方法改善のためのPDCAに活用することができる。</p>	42	<p>2) -2 表層目視評価の目的と特徴</p> <p>表層目視評価法は、脱型後に目視で、①表面はく離②気泡③水はしり・砂すじ④色むら⑤打重ね線⑥施工目地不良⑦ヒンジ・検査窓枠・箱抜き型枠のノロ漏れの7項目に分けて評価し、各項目に対して4点満点の0.5点刻みで不具合の状態を評価する方法である。 各評価項目毎の4段階のグレーディングの事例写真を巻末資料-5に示した。 これまで数値で評価されなかった表層状態を7項目4段階グレーディングで定量評価出来ることから、施工方法の妥当性の検証や施工方法改善のためのPDCAに活用することができる。</p>																									

【新旧対比表】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）

項目	旧版		改訂版		適用	
	頁	内容	頁	内容		
6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保 6.1 施工の基本事項の遵守（目視評価の項目改訂）	33	・表4-1 トンネル覆工コンクリート施工状況把握チェックシート	43	・表6-1-1 トンネル覆工コンクリート施工状況把握チェックシート（標準配合を使用）		
	34	表4-2 トンネル覆工コンクリート表層目視評価の方法 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	44	・表6-1-2 トンネル覆工コンクリート施工状況把握チェックシート（流動性が高い配合を使用）		
	35	表4-3 トンネル覆工コンクリート表層目視表シート 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	45	表6-3 トンネル覆工コンクリート表層目視評価の方法 トンネル覆工コンクリート表層目視評価の方法	46	表6-4 トンネル覆工コンクリート表層目視表シート トンネル覆工コンクリート表層目視評価シート

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	既設面体から初期養生開始前	不適合時、どんな点を改善させるべきか？			
調査方法	近接できない範囲は、覆工センターから照準を当てながら観察	原因	キーワード	改善策	
評価点	4	3	2	1	施工状況把握チェックシートの項目
① 色むら	無し	10cm四方程度の大きさで見られる	10cm以上の大きさで見られる	2点の状態で10cm以上の大きさで見られる	準備-5 ケレン直しを繰り返す 打設-6 打込みコンの振動
② 気泡	無し	5mm以下の気泡が10%程度見られる	5mm以上の気泡が10%程度見られる	10mm以上の気泡が10%程度見られる	準備-1 生コンの規格を満たす 打設-3 左右対称の打設 打設-4 吐出口からの高さ
③ 水はしり・砂すじ	無し	一部に見られる	多く見られる	2点の状態で10cm以上の大きさで見られる	準備工-8 最終打込み高さ 準備工-9 セメントの調整 品質-1 生コンの規格を満たす 打設-5 一層の打込み高さ
④ 色むら・打重ね	ほぼ無し	一部に見られる	全体の中点程度で見られる	2点の状態で10cm以上の大きさで見られる	準備工-1 一定期間の打込み 準備工-6 制振剤の過大な散布
⑤ 施工目地不良	無し	一部に見られる	多く見られる	2点の状態で10cm以上の大きさで見られる	準備工-3 不安定な地盤 準備工-7 目地の固定不足
⑥ 検査窓設置	無し	検査窓が見られる	検査窓が見られる	3箇所を越える箇所で見られる	打設-7 検査窓の固定不足 検査窓の設置

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

項目	割離	気泡	水はしり・砂すじ	色むら・打重ね	施工目地不良	検査窓設置	点数計
記号	h	a	s	i	m	d	
左側壁							
左アーチ							
天端							
右側壁							
右アーチ							
点数平均							

注) 評価点は4段階(4-1)、中間点も可とする
 ・天端: 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: 側壁-アーチは打重ね
 天端は色むらと称する

◆全体記事

◆改善策(施工状況把握チェックシートとの関連性を記載)

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	既設面体から初期養生開始前	不適合時、どんな点を改善させるべきか？			
調査方法	近接できない範囲は、覆工センターから照準を当てながら観察	原因	キーワード	改善策	
評価点	4	3	2	1	施工状況把握チェックシートの項目
① 色むら	無し	10cm四方程度の大きさで見られる	10cm以上の大きさで見られる	2点の状態で10cm以上の大きさで見られる	準備-5 ケレン直しを繰り返す 準備工-6 制振剤の過大な散布 打込み-1, 6 打込み方法 打込み-9 打込みコンの振動 打込み-13 締めの方法 打設-1 型枠の調整
② 気泡	無し	5mm以下の気泡が10%程度見られる	5mm以上の気泡が10%程度見られる	10mm以上の気泡が10%程度見られる	品質-1 生コンの規格を満たす 打込み-1 吐出口からの高さ 打込み-11 打込み高さ 打込み-3 左右対称の打込み 打込み-4, 6 打込み-締めの方法 準備工-9 最終打込み高さ
③ 水はしり・砂すじ	無し	一部に見られる	多く見られる	2点の状態で10cm以上の大きさで見られる	品質-1 生コンの規格を満たす 打込み-2 1層の打込み高さ 打込み-4, 6, 10 打込み-締めの方法 打込み-7, 12 フリーディング等の使用
④ 色むら・打重ね	ほぼ無し	一部に見られる	全体の中点程度で見られる	2点の状態で10cm以上の大きさで見られる	準備工-1 一定期間の打込み 準備工-12 フリーディング等の使用 打込み-13 締めの方法
⑤ 施工目地不良	無し	一部に見られる	多く見られる	2点の状態で10cm以上の大きさで見られる	準備工-11 打込み高さ 準備工-2 一定期間の打込み 準備工-1 生コンの規格を満たす 打込み-11 打重ね
⑥ 検査窓設置	無し	検査窓が見られる	検査窓が見られる	3箇所を越える箇所で見られる	準備工-1 打込み高さ 準備工-2 一定期間の打込み 準備工-1 生コンの規格を満たす 準備工-11 打重ね

記録様式④案 トンネル覆工コンクリート表層目視評価シート

項目	割離	気泡	水はしり・砂すじ	色むら	打重ね	施工目地不良	検査窓設置	点数計
記号	h	a	s	i	u	m	d	
左側壁								
左アーチ								
天端								
右側壁								
右アーチ								
点数平均								

注) 評価点は4段階(4-1)中間点も可とする
 ・天端: 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

◆全体記事

◆改善策(施工状況把握チェックシートとの関連性を記載)

項目	旧 版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
<p>6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保</p> <p>6.1 施工の基本事項の遵守（目視評価の項目改訂）</p>	32	<p>2) -3 活用時の留意事項</p> <p>表層目視評価法の活用にあたっては、施工状況把握チェックシートと同様に、生じている不具合とその発生原因を良く理解しておくことが重要である。</p> <p>表 4-2 に「不具合の発生時にどのような点を改善すべきか」の欄に改善策を記述した。さらに、想定される不具合の原因を施工状況把握チェックシート項目と関連させ、次の施工に反映できるようにした。</p> <p>発注者と施工者の協働で品質確保を目指すためにも、発注者の監督員は、覆工コンクリートの施工の初期段階から、セントル脱型後に表層目視評価シートにより施工中に生じる不具合の程度を確認し、改善が必要な施工中に生じる不具合を施工者と共有することが望ましい。その上で、施工者は不具合の抑制に向けた施工方法の改善を検討することが重要である。</p> <p>表 4-3 に示す表層目視評価シートの内容は、施工者と監督職員が覆工コンクリート打設開始前、施工中に明らかな不具合が生じたとき、相互に確認するのがよい。</p> <p>通常の現場においては、評価結果の個人差を排除するため、元請け職員（覆工担当者）が継続して各ロットの表層目視評価を行うのが望ましい。表層目視評価シートにより覆工コンクリート表面の出来映えを定量的に把握でき、また協力会社と情報共有しお互いに議論する事で、コミュニケーションを活性化させるツールとしても活用ができる。</p>  <p>写真 4-1 表層目視評価勉強会の状況</p> <p>(変更無し)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表層目視評価シートにおける評価点の基準 <ul style="list-style-type: none"> 「4点」現場で使用する材料、工法および人員で達成しうる最高品質 「3点」現場で達成しうる平均的な品質 「2点」明らかに改善の余地がある状態 「1点」2点より劣る状態 <p>表層目視評価シートは、検査ではなく目視によりコンクリート品質を定量的に評価し、品質の向上に活用するためのものである。補修を必要とする不適当な品質は対象外とし、発生した場合は別途対策を講じる必要がある。</p> <p>表層目視評価では、コンクリートの表面に生じる不具合を項目に分けて定量的に評価する。項目に分けることで、定量的な評価が可能になる。不具合ごとに原因は異なり、原因を分析して次回の施工方法の改善につなげることが重要である。そのため、項目別に分けた評価点を安易に合計すると、表層目視評価法の特長が発揮されない可能性もあるので留意が必要である。</p>	42	<p>2) -3 活用時の留意事項</p> <p>表層目視評価法の活用にあたっては、施工状況把握チェックシートと同様に、生じている不具合とその発生原因を良く理解しておくことが重要である。</p> <p>表 6-3 に「不具合の発生時にどのような点を改善すべきか」の欄に改善策を記述した。さらに、想定される不具合の原因を施工状況把握チェックシート項目と関連させ、次の施工に反映できるようにした。</p> <p>発注者と施工者の協働で品質確保を目指すためにも、発注者の監督員は、覆工コンクリートの施工の初期段階から、セントル脱型後に表層目視評価シートにより施工中に生じる不具合の程度を確認し、改善が必要な施工中に生じる不具合を施工者と共有することが望ましい。その上で、施工者は不具合の抑制に向けた施工方法の改善を検討することが重要である。</p> <p>表 6-4 に示す表層目視評価シートの内容は、施工者と監督職員が覆工コンクリート打設開始前、施工中に明らかな不具合が生じたとき、相互に確認するのがよい。</p> <p>通常の現場においては、評価結果の個人差を排除するため、元請け職員（覆工担当者）が継続して各ロットの表層目視評価を行うのが望ましい。表層目視評価シートにより覆工コンクリート表面の出来映えを定量的に把握でき、また協力会社と情報共有しお互いに議論する事で、コミュニケーションを活性化させるツールとしても活用ができる。</p>  <p>写真 6-1 表層目視評価勉強会の状況</p>	

項目	旧 版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
<p>6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保</p> <p>6.1 施工の基本事項の遵守（目視評価の項目改訂）</p>		<p>・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。</p>	<p>48</p>	<p>2) -4 活用時の留意事項</p> <p>各評価項目毎に評価時の着目点や発生原因について以下に述べる。</p> <p>①表面はく離 覆工表面のモルタルや粗骨材のはく離の範囲と程度で評価する。 覆工コンクリートに表面はく離が生じる原因は、主に以下の2点である。</p> <p>1) セントル表面と覆工コンクリートの付着の増大 一般的に覆工コンクリートは、打込み翌日の若材令で脱枠する。このため、セントル表面のケレンが十分ではない、剥離剤の塗布にばらつきがある、あるいはセントル表面に残コンなどの異物が付着している等が原因で、セントル表面と覆工コンクリートの付着が大きくなり、若材令での脱枠によって、表面のモルタルや粗骨材の表面はく離を起こす場合。</p> <p>2) 冬期など低温期間における養生時間不足 覆工コンクリート天端部妻側の打込み箇所は、打込みの最後にコンクリートの打込みが完了するため、他の部分に比べて養生期間が最も短くなる。冬期などの低温期間では、セメントの水和反応もゆっくり進むため、わずかな養生時間の差による強度不足によって、覆工コンクリート天端部妻側に表面はく離が生じる場合。 このように表面はく離には、発生原因によって、発生部位が異なる傾向があるため、表面はく離の範囲と程度で評価を行いつつ、発生原因を追究してから対策を行うのがよい。</p> <p>②気泡 SL から上のアーチ部で 1.5m×1.0m の範囲で、気泡の大きさや発生範囲で評価する。 覆工コンクリートの表面に比較的大きな気泡が残る原因は、主に以下の2点である。</p> <p>1) 巻き込みエアの影響 コンクリートの打込み高さが高いため、巻き込みエアが多く入り、除去できなかった場合</p> <p>2) 締固め不足 バイブレータによる締固めが不十分な場合 SL から上のアーチ部は、覆工コンクリートがトンネル内空に傾き始める部位である。このため、適切に締固めを行えば、気泡は地山側に浮きがり、大きな気泡は通常見られない。しかしながら、この部位に比較的大きな気泡が見られる場合は、締固めが不十分である可能性が高いため、気泡の評価範囲に定めた。 天端部は、気泡が地山側に浮き上がるため、評価対象範囲から除外している。また、SL 下の側壁も評価対象から除外した。これは、側壁部の形状がアーチ部とは逆になっており、締固めにより気泡が内面側（型枠側）に浮き上がる傾向がある。この気泡を除くために長時間バイブレータを使用すると凍害に有効なエントレインドエアがコンクリート中に残留しないことになる。このため、側壁部の締固めは、適切なバイブレータの締固め時間で終了し、気泡の残留は容認することとした。 容認により SL 下の側壁に気泡が残留しやすくなるため、緻密性の向上と防汚を行う目的で写真 6-2 に示すようなビニールシート等を用いた長期養生を行うことが望ましい。</p>	

項目	旧版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保 6.1 施工の基本事項の遵守（目視評価の項目改訂）		<ul style="list-style-type: none"> 改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。 	49	 <p>写真6-2 SL下にビニールシートを貼って長期養生している事例</p>	
			50	<p>③水はしり・砂すじ</p> <p>覆工表面の水の模様や砂すじの程度で評価する。 覆工表面に水はしり・砂すじが発生する原因は、以下のものが考えられる。</p> <p>1) 滞留したブリーディング水の影響 打重ね方が水平ではないため、低い箇所に滞留したブリーディング水を除去せずに次の層を打込んだ場合。一層の打込み高さが高く、しかも急速に打込んだため、ブリーディング水が上昇しきる前に次の層を打込んだ場合。妻部からのブリーディング水の排出方法が適切ではない場合。</p> <p>2) ノロ漏れの影響 セントルの隙間にノロ漏れが生じ、そこにブリーディング水が集まって、水はしりや砂すじが生じる場合</p> <p>3) 締固め方法の影響 ブリーディング水を排出できるような適切な締固めを行わない場合</p> <p>④色むら</p> <p>天端の範囲の覆工表面の色むらの範囲と程度で評価する。 覆工表面に色むらが生じる原因は、主に以下の3点である。</p> <p>1) 打込み時間の差による影響 打込み箇所の切り替え等で発生する打込み時間の差により、硬化の程度が異なるコンクリートを打重ねた場合</p> <p>2) 性状の異なるコンクリートの締固め不足 ブリーディング水やノロの排出が不十分で、性状の異なるコンクリートを打重ね、締固めも不適切な場合</p> <p>3) 剥離剤の影響 剥離剤の種類や塗布状況（塗布量・均一性）によって色むらが出る場合</p>	

項目	旧 版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
<p>6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保</p> <p>6.1 施工の基本事項の遵守（目視評価の項目改訂）</p>		<p>・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。</p>	51	<p>表面はく離は、主に型枠と覆工コンクリートの付着によって生じる現象であるが、色むらは、主に硬化の状態や性状の異なるコンクリートを打重ね、それを一体化するように締固めを行わなかった場合、あるいは剥離剤の影響により生じる現象である。</p> <p>このため、表面はく離は、冬期の養生不足により天端部妻側に発生しやすく、それ以外は、セントル表面のケレン不足や不適切な剥離剤の塗布によって生じるため、発生場所がその都度異なる傾向がある。</p> <p>一方、色むらは、硬化の状態や性状の異なるコンクリートの打重ねによりコンクリートが流動した形が色むらとして発生する場合、もしくは剥離剤と面板の材質との適合性や塗布状況（塗布量・均一性）が原因で発生する場合がある。このため、打込みの状況を把握し、継続的に改善する必要がある。</p> <p>側壁やアーチに発生する色むらは、水はしりや砂すじ、打ち重ね線との評価区別が難しいため、色むらは天端のみを評価することとした。</p> <p>⑤打重ね線</p> <p>側壁からアーチ部の打重ね線の水平性、1層の厚さ50cmの管理、上下層の一体性で評価する。</p> <p>側壁からアーチ部に打重ね線が発生する原因は、以下の3点である。</p> <p>1) 不適切な打込み管理 各層を水平に打込まず、層厚を管理していない場合</p> <p>2) 不適切な締固め管理 打重ね箇所の締固めが不適切な場合</p> <p>3) 打込み時間差による影響 打込み時間差により、先に打込んだコンクリートが硬化を開始し、打重ね箇所の一体性が確保できない場合 打重ね箇所が水平に管理されていない場合、低い部分にブリーディング水が集中し、次層を打重ねる際に、一体性を確保できない。また、各層の厚さが不均一の場合は、パイレータの振動が下層まで届かずに、打重ね箇所の一体性が確保できない。</p> <p>アーチから天端範囲に移行する際は、吹上げ方式への段取り替えに時間を要するため、打重ねまでの時間が長くなるため、可能な限り打重ね間隔を短くするようにすべきである。</p> <p>以上から、打重ね線の評価にあたっては、打重ね線が明瞭であるかを判断するのではなく、打込み管理と締固め管理に着目した評価を行うとよい。</p> <p>天端の吹き上げ方式による打込みは、コンクリートの打重ね管理が難しいため、打重ね線の評価は、側壁からアーチについて行うこととした。</p>	

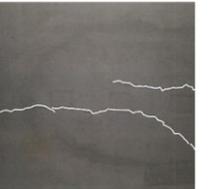
【新旧対比表】コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）（トンネル覆工コンクリート編）

項目	旧版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
<p>6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保</p> <p>6.1 施工の基本事項の遵守（目視評価の項目改訂）</p>		<p>・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。</p>	52	<p>⑥施工目地不良</p> <p>施工目地部の目地材の設置不良等による、施工目地部の曲がり、ひび割れ、角かけ、ノロ漏れの発生範囲の程度で評価する。</p> <p>施工目地不良は、目地材の曲がりに起因するものと、ひび割れ、角かけ、ノロ漏れなど、目地部が弱部となって発生するものがあり、その両方を合わせて評価している。</p> <p>施工目地不良が発生する原因は、以下の6点である。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 目地材の固定不良 目地材の固定不良により、打込み中に目地材が移動した場合 2) 目地部への異物等の混入 目地部の清掃不足などによって、異物が混入し残留した場合 3) セントルの不等沈下 施工地盤の地耐力不足等により、打込み時に型枠が不等沈下が生じた時に目地材も同時に沈下した場合、型枠の不等沈下により、既設側覆工コンクリートの施工目地部に外力が作用した場合 4) セントルの設置、脱枠、移動時の施工管理不足 セントルの設置作業等の施工管理が不適切で、既設側覆工コンクリートの施工目地部に外力が作用した場合 5) ブリージング水の排出不足 妻側の目地部に集中するブリージング水の排出が不十分で、施工目地部周辺のコンクリートの密実性が低下した場合 6) 目地部周辺の締固め不足 目地部周辺の締固め方法が不適切で、施工目地部が弱部となる場合 	
			53	<p>⑦ヒンジ・検査窓枠・箱抜き型枠のノロ漏れ</p> <p>型枠のヒンジ部、検査窓枠および箱抜き型枠のノロ漏れの程度で評価する。また、検査窓枠については、段差も評価する。</p> <p>ヒンジ・検査窓枠・箱抜き型枠のノロ漏れの主な発生原因は、以下の3点である。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 型枠のヒンジ部の隙間の影響 型枠のヒンジ部に隙間が生じている場合 2) 検査窓の隙間の影響 検査窓の閉塞不良などで隙間が生じている場合 3) 箱抜き型枠とセントルに生じた隙間の影響 箱抜き型枠とセントルとの間に隙間が生じている場合、打込み時のコンクリート自重による型枠の変形やずれにより、隙間が生じる場合 	

項目	旧版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保 6.1 施工の基本事項の遵守（目視評価の項目改訂）	37	<p>③表層目視評価の効果</p> <p>図4-1は実際のトンネルにおける表層目視評価の結果をグラフ化したものであるが、覆工打設初期に比較し打設後半は品質が改善され安定した状況が確認できる。</p> <p>図4-1 表層目視評価の結果の例</p>	54	<p>③表層目視評価の効果</p> <p>図6-2は表層目視評価の結果をグラフ化した例である。目視評価の結果、次のロットで施工が改善されていけば、通常、覆工打設初期に比較し打設後半は品質が改善され安定した状況となる場合が多い。</p> <p>※評価項目数が6項目の場合の例</p> <p>図6-1 表層目視評価の記入例</p>	
			<p>④表層目視評価シートの記載</p> <p>図4-2は表層目視評価シートの記載例であるが、出来映えのコメント、考えられる原因などのコメントを具体的に残すことが次の打設での改善に向けての第一歩となる。</p> <p>図4-2 表層目視評価シートの記載例</p>		<p>④表層目視評価シートの記載</p> <p>図6-2は表層目視評価シートの記載例であるが、出来映えのコメント、考えられる原因などのコメントを具体的に残すことが次の打設での改善に向けての第一歩となる。</p> <p>図6-2 表層目視評価シートの記入例</p>

項目	旧版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
6章 トンネル覆工コンクリートの品質確保 6.1 施工の基本事項の遵守（目視評価の項目改訂）	38 ~39	P38~39の事例は評価項目が6項目の時の事例であるため削除 P38 ページ 覆工コンクリート目視評価の概要グラフ 図4-3は、目視評価の総合グラフ 図4-4～図4-9は、目視評価の項目別グラフ 覆工コンクリート目視評価表 <p>◎目視評価の結果(例)と不具合発生原因及び対策(案)について</p> <p>■初期打設ブロック(10L~30BL)に目視評価のバラツキが大きかったが(品質が安定していない)後半は安定してきた。 表層目視評価シートは項目別で評価のバラツキが大きいのは、 ・はく離、気泡、打設直後の凹凸が大部分を占めている。 ・気泡については全般的に発生している。 ・施工直後不良、遅延現象は比較的に安定している</p> <p>●【27-30-2000】 坑口付近の補修箇所あり区間に使用 ●【24-35-4000】 補修箇所無し区間に使用 ●【24-35-2000】 補修箇所無し区間に使用(骨材変更により配合を変更)</p> <p>【はく離(表面)の不具合発生原因について】 1) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 2) 坑口付近で発生(発生) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 3) 必要打設強度を満足していない 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 4) センタルのランダムな凹凸(凹凸)に起因する 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 5) 大規模な凹凸(凹凸)に起因する 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生</p> <p>【気泡の不具合発生原因について】 1) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 2) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 3) 配合、打設速度、締固め方法による 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 4) 締固め方法による 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生</p> <p>【水はじりの不具合発生原因について】 1) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 2) センタルの凹凸(凹凸)に起因する 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 3) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 4) 締固め方法による 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生</p> <p>【凹凸(表面)の不具合発生原因について】 1) 締固め方法による(天候)に起因する(天候)に起因する 十分に締固め方法(天候)に起因する(天候)に起因する 2) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 十分に締固め方法(天候)に起因する(天候)に起因する 3) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 十分に締固め方法(天候)に起因する(天候)に起因する 4) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 十分に締固め方法(天候)に起因する(天候)に起因する 5) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 十分に締固め方法(天候)に起因する(天候)に起因する</p> <p>【目視評価の不具合発生原因について】 1) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 十分に締固め方法(天候)に起因する(天候)に起因する 2) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 十分に締固め方法(天候)に起因する(天候)に起因する 3) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 十分に締固め方法(天候)に起因する(天候)に起因する</p> <p>【目視評価の不具合発生原因について】 1) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 十分に締固め方法(天候)に起因する(天候)に起因する 2) 打設直後の目視(表面凹凸)コンクリート表面凹凸(打設直後)で発生 十分に締固め方法(天候)に起因する(天候)に起因する</p>		・削除	

項目	旧版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
7章 ひび割れ対策とひび割れが発生した場合の措置		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	64	<p>改定の目的</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新たにひび割れ対策とひび割れが発生した場合の措置計の章を設けて、以下の事項を記載した。 ①ひび割れが発生する恐れがあるからと言って、そのひび割れが発生した場合の措置の必要性の有無の判断なしに、ひび割れ対策の検討を始めると、往々にして過剰なひび割れ対策となる場合があるので、そうならないように留意点を記載。 ②予めひび割れ対策を行っても、施工が関係しているため、ひび割れが発生するリスクは無くならないため、ひび割れが発生した場合には、ひび割れの発生状況や発生部位、環境要因などを勘案して、措置の必要性を判断して、必要があれば適切な措置を行うことを記載。 <p>7. ひび割れ対策とひび割れが発生した場合の措置</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1) ひび割れ抑制対策は、施工段階で品質が確保されていることが前提である。</p> <p>2) 施工段階で品質が確保されても、ひび割れの発生が懸念される場合には、第三者被害や材料劣化を考慮して、対策の要否を検討することが望ましい。</p> <p>3) ひび割れ抑制対策を行っても、施工後にひび割れが発生した場合には、措置の有無の判断を行い、必要に応じて適切な措置を行うことが望ましい。</p> </div> <p>1) について</p> <p>施工前に覆工コンクリートにひび割れが入るかどうかを解析により検討する場合、解析上のコンクリートは、施工中に生じる不具合等がないものを想定している。これは、施工段階で品質が確保されていることを前提にして解析を行っていることを示している。</p> <p>トンネルの覆工コンクリートに確認されている主なひび割れを写真7-1に、発生部位および発生原因をまとめたものを表7-1に示す。発生理由が特にトンネルに特有のものを挙げて以下に説明する。</p> <p>⑥の天端の亀甲状のひび割れは、流動性を求め、単位水量の大きいコンクリートを打設したことにより発生しており、乾燥収縮ひび割れに分類される。一方、亀甲状ひび割れが局所的に発生する事例もある。これは他の部分に比べてひび割れ発生箇所のモルタル分が多いなど、不均質なコンクリートとなった施工上の原因もあると考えられ、不適切な施工によるひび割れにも分類している。⑦の天端の縦断方向ひび割れは、設計覆工厚は確保されているものの、天端頂部の覆工厚が相対的に薄い、あるいは天端頂部に充填不良箇所が点在することなどが発生原因であると考えられ、不適切な施工によるひび割れに分類した。一方、品質確保がなされた覆工コンクリートであっても、富配合のコンクリートを使用したことにより、早期に乾燥収縮が生じてひび割れに進展した事例もあり、乾燥収縮にも分類している。</p> <p>なお、この手引きでは、地山の変状によるひび割れは対象外としている。</p> <p>表7-1に示す通り、覆工コンクリートに確認されている主なひび割れのほとんどが、不適切な施工によって生じていることがわかる。</p> <p>このことは、適切な施工がなされ、品質確保がなされれば、いわゆる不適切な施工由来のひび割れがほぼ抑制できることを示しており、覆工コンクリートの品質確保がひび割れ抑制対策を行う上での前提条件であることがわかる。</p> <p>解析結果を評価する場合でも、不適切な施工方法に起因するひび割れは発生しない前提であることを認識する必要がある。</p>	

項目	旧版		改訂版		適用																																															
	頁	内容	頁	内容																																																
7章 ひび割れ対策とひび割れが発生した場合の措置		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	65	 <p>①打重ね線に沿ったひび割れ</p>  <p>②縞模様に沿ったひび割れ</p>  <p>③吹上げ口付近のひび割れまたはコールドジョイント</p>  <p>④アーチ部と吹上げ施工部との境界のひび割れ</p>  <p>⑤セントルの押し当てによる半月状のひび割れ</p>  <p>⑥亀甲状のひび割れ</p>  <p>⑦天端部の縦断方向ひび割れ（施工由来）</p>  <p>⑦天端部の縦断方向ひび割れ（乾燥収縮）</p>  <p>⑧施工目地部の半月状ひび割れ</p>  <p>⑨目地内、目地周辺のひび割れ</p>  <p>⑩横断方向ひび割れ</p> <p style="text-align: center;">写真 7-1 覆工に生じる主なひび割れの例</p>																																																
			66	<p style="text-align: center;">表 7-1 覆工に生じる主なひび割れと発生部位および発生原因</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ひび割れ発生原因</th> <th colspan="4">ひび割れ発生部位</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>SL下の側壁部</th> <th>アーチ部</th> <th>天端部</th> <th>施工目地部</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">不適切な施工</td> <td>①打重ね線に沿ったひび割れ</td> <td>①打重ね線に沿ったひび割れ</td> <td>②縞模様に沿ったひび割れ</td> <td></td> <td rowspan="5">適切に施工され、品質が確保されれば、発生が抑制可能なひび割れ</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>③吹上げ口付近のひび割れまたはコールドジョイント</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>④吹上げ施工部との境界に生じたひび割れまたはコールドジョイント</td> <td>⑤セントルの押し当てによる半月状のひび割れ</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>⑥亀甲状のひび割れ</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>⑦縦断方向ひび割れ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>乾燥収縮</td> <td></td> <td></td> <td>⑥亀甲状のひび割れ ⑦縦断方向ひび割れ</td> <td></td> <td>対策を実施しないと発生を抑制することが難しいひび割れ</td> </tr> <tr> <td>温湿度の変化</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>⑨目地内、目地周辺のひび割れ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>温度応力</td> <td>⑩横断方向ひび割れ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ひび割れ発生原因	ひび割れ発生部位				備考	SL下の側壁部	アーチ部	天端部	施工目地部	不適切な施工	①打重ね線に沿ったひび割れ	①打重ね線に沿ったひび割れ	②縞模様に沿ったひび割れ		適切に施工され、品質が確保されれば、発生が抑制可能なひび割れ			③吹上げ口付近のひび割れまたはコールドジョイント			④吹上げ施工部との境界に生じたひび割れまたはコールドジョイント	⑤セントルの押し当てによる半月状のひび割れ				⑥亀甲状のひび割れ				⑦縦断方向ひび割れ		乾燥収縮			⑥亀甲状のひび割れ ⑦縦断方向ひび割れ		対策を実施しないと発生を抑制することが難しいひび割れ	温湿度の変化				⑨目地内、目地周辺のひび割れ		温度応力	⑩横断方向ひび割れ	
ひび割れ発生原因	ひび割れ発生部位				備考																																															
	SL下の側壁部	アーチ部	天端部	施工目地部																																																
不適切な施工	①打重ね線に沿ったひび割れ	①打重ね線に沿ったひび割れ	②縞模様に沿ったひび割れ		適切に施工され、品質が確保されれば、発生が抑制可能なひび割れ																																															
			③吹上げ口付近のひび割れまたはコールドジョイント																																																	
		④吹上げ施工部との境界に生じたひび割れまたはコールドジョイント	⑤セントルの押し当てによる半月状のひび割れ																																																	
			⑥亀甲状のひび割れ																																																	
			⑦縦断方向ひび割れ																																																	
乾燥収縮			⑥亀甲状のひび割れ ⑦縦断方向ひび割れ		対策を実施しないと発生を抑制することが難しいひび割れ																																															
温湿度の変化				⑨目地内、目地周辺のひび割れ																																																
温度応力	⑩横断方向ひび割れ																																																			

項目	旧版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
7章 ひび割れ対策とひび割れが発生した場合の措置		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	67	<p>2)について</p> <p>一方、覆工コンクリートの品質確保がなされていても、適切な対策を行わないと発生してしまう恐れのある、施工目地内・周辺のひび割れやS L下の側壁部のインバート拘束による温度応力ひび割れがあることがわかる。</p> <p>このように、ひび割れ抑制対策を適切に行うためには、図7-1のフローに示すように、覆工コンクリートの品質確保によって、まず不適切な施工によるひび割れを抑制した上で、品質が確保されていても発生するひび割れがあるか検討し、そのひび割れが発生した場合、第三者被害や将来的に材料劣化に進展する可能性を考慮した上で、対策の要否を検討することが望ましい。</p> <p>ひび割れが発生する恐れがあるからと言って、そのひび割れが発生した場合の第三者被害や材料劣化の可能性を考慮せずに、ひび割れ抑制対策の検討を始めると、往々にして過剰なひび割れ抑制対策となる場合があるので注意が必要である。</p> <pre> graph TD START([START]) --> D1{品質確保対策は適切か} D1 -- NO --> R1[品質確保対策の再検討] R1 --> D1 D1 -- YES --> D2{品質が確保されていても発生するひび割れはあるか} D2 -- NO --> END1([END]) D2 -- YES --> D3{第三者被害あるいは材料劣化の観点からひび割れに措置が必要か} D3 -- NO --> END2([END]) D3 -- YES --> R2[適切なひび割れ対策の実施] R2 --> END3([END]) </pre> <p>図7-1 覆工コンクリートに生じるひび割れ対策の検討フローの例</p>	

項目	旧版		改訂版		適用											
	頁	内容	頁	内容												
7章 ひび割れ対策とひび割れが発生した場合の措置		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	68	<p>3) について</p> <p>不適切な施工を極力排除して品質確保を目指しても、施工に起因したひび割れは発生する可能性がある。また、側壁のインバート拘束による温度応力ひび割れの抑制対策を行っても、打設日の気温が想定よりも高くなるなどの理由で、ひび割れが入ってしまう場合がある。</p> <p>トンネルの覆工コンクリートの場合、ひび割れが発生したからと言って直ちに措置が必要となるわけではない。措置が必要と判断されるのは、ひび割れによって第三者被害が発生する恐れのある場合、あるいはひび割れによってそこから劣化因子が入り込み他の材料劣化等を誘発する恐れのある場合である。</p> <p>例えば、側壁にインバート拘束による横断方向の温度応力ひび割れが発生したとしても、このひび割れ単独では、第三者被害が発生する恐れはほとんど無い。また、このひび割れは、路面から高さ3m程度までの範囲内で発生しており、第三者被害の影響範囲外に生じている場合が多い。</p> <p>側壁にインバート拘束による温度応力ひび割れが発生しても、漏水もなく、凍結抑制剤の散布影響区間でなければ、コンクリート内部に塩害などの材料劣化を引き起こす恐れは無い。機能上はなんら問題はないと考えられる。凍結抑制剤の散布影響区間であってコンクリート内部に鋼材があれば、ひび割れを埋めて、予防保全的に塩害の発生を抑制することが望ましい。このような考え方を表7-2に示した。</p> <p>このように、予めひび割れ抑制対策を行っても、ひび割れが発生するリスクは無くないため、ひび割れが発生した場合には、ひび割れの発生状況や発生部位、環境要因などを勘案して、措置の必要性を判断して、必要があれば適切な措置を行うことが望ましい。</p>												
			69	<p style="text-align: center;">表7-2 ひび割れの措置の考え方</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">措置を要する項目</th> <th colspan="2">ひび割れの措置の必要性</th> </tr> <tr> <th>覆工コンクリート内部に鋼材のある区間</th> <th>覆工コンクリート内部に鋼材のない区間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第三者被害</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td>耐久性(塩害)</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">×</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 塩害に対するひび割れ措置は、凍結抑制剤の散布影響区間かつ覆工コンクリートに内部鋼材がある区間のみ措置を行えばよい。この他、耐久性に関係する材料劣化として、凍害とASRがあるが、以下の理由によりこの表からは除外している。</p> <p>凍害は、覆工コンクリート内部の鋼材の有無に関わらず、坑口から凍害が発生する可能性のある区間まで、配合段階で必要な質と量の空気量を硬化コンクリートに連行する対策を実施することが基本であり、ひび割れに起因して措置を実施するものではないため、この表からは除外した。</p> <p>覆工コンクリートの使用セメントは高炉B種が標準であり、東北のASRの発生状況から、ASRの抑制効果のある高炉B種を使用していれば、ASR対策は不要と考えられるため、この表からは除外した。</p>	措置を要する項目	ひび割れの措置の必要性		覆工コンクリート内部に鋼材のある区間	覆工コンクリート内部に鋼材のない区間	第三者被害	○	○	耐久性(塩害)	○	×	
措置を要する項目	ひび割れの措置の必要性															
	覆工コンクリート内部に鋼材のある区間	覆工コンクリート内部に鋼材のない区間														
第三者被害	○	○														
耐久性(塩害)	○	×														

【新旧対比表】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）

項目	旧 版		改訂版		適用
	頁	内容	頁	内容	
巻末資料－1		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	78	・以下の事例を追加 3) 流動性の高い配合を使用する場合の模擬型砕試験の実施例	
巻末資料－5		・改訂版であらたに追加した内容であり、旧版には該当する内容はなし。	108	・以下を資料として追加 巻末資料－5 グレーディングの事例写真	
巻末資料－6	77	・記録様式の改訂 記録様式①案 トンネル覆工コンクリート施工状況把握チェックシート	111	・以下の記録様式を改訂 記録様式①-1 案 トンネル覆工コンクリート施工状況把握チェックシート (標準配合を使用)	
	78	記録様式②案 トンネル覆工コンクリートの表層目視評価の方法	112	記録様式①-2 案 トンネル覆工コンクリート施工状況把握チェックシート (流動性が高い配合を使用)	
	79	記録様式③案 トンネル覆工コンクリートの表層目視シート	113	記録様式②案 トンネル覆工コンクリートの表層目視評価の方法	
			114	記録様式③案 トンネル覆工コンクリートの表層目視シート	