

4-1 トンネル覆工コンクリートの 品質確保の手引きの改訂(東北地整)

令和5年11月27日

日本大学 工学部 上席客員研究員

佐藤 和徳

国土交通省 東北地方整備局が公開している技術基準

①設計段階における適切な排水計画

新設橋の排水計画の手引き

平成24年10月制定 平成26年10月改訂

②施工段階における品質確保の取り組み

品質確保の手引き（案）（橋脚、橋台、函渠、擁壁編）

平成27年12月制定 平成31年3月改訂 令和3年改訂 令和5年3月改訂

品質確保の手引き（案）（トンネル覆工コンクリート編）

平成28年5月制定 令和3年改訂 令和5年3月改訂

ひび割れ抑制のための参考資料（案）（橋脚、橋台、函渠、擁壁編）

平成29年2月制定

③設計・施工段階における耐久性確保の取り組み

設計・施工マニュアル（道路橋編）

平成28年3月改訂

高耐久PC桁設計施工のポイント（床版桁編）（T桁編）

（ポストテンション橋桁編）

平成29年3月制定

東北地方における凍害対策に関する参考資料（案）

平成29年3月制定 平成31年3月改訂 令和3年改訂

東北地方におけるRC床版の耐久性確保の手引き（案）

令和元年6月制定 令和3年改訂 令和5年3月改訂

注) 内は
令和4年度に
改訂した手引き

品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編)の改訂概要(抜粋)

5章 配合設計の新設

(変更案)

- 1.東北地方のトンネル覆工コンクリートの課題
(ひび割れの課題を追記)
- 2.東北地方のトンネル覆工コンクリートの目指すべき方向
(課題を踏まえ適宜修正)
- 3.適用の範囲(配合設計を追加)
- 4.品質確保のための留意点
- 5.配合設計(スランプ、空気量等)
- 6.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、目視評価の項目改訂、解説を修正)
- 6.2養生による緻密性の向上
- 7.ひび割れ抑制対策の基本
- 8.記録と保存

改訂の目的

新たに配合設計の章を設けて、以下の事項を定めた。

①配合の検討にあたり、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(スランプ¹18cm~21cm)の基本配合を示した。

流動性が高いコンクリートを採用する場合の基本配合

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	18~21	20もしくは25	270	60以下	*凍害対策 種別による

*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。

品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編)の改訂概要(抜粋)

6章 6.1 施工の基本事項の遵守(施工状況把握チェックシートの改訂) (変更案)

- 1.東北地方のトンネル覆工コンクリートの課題
(ひび割れの課題を追記)
- 2.東北地方のトンネル覆工コンクリートの目指すべき方向
(課題を踏まえ適宜修正)
- 3.適用の範囲(配合設計を追加)
- 4.品質確保のための留意点
- 5.配合設計(スランプ、空気量等)
- 6.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、
目視評価の項目改訂、解説を修正)
- 6.2養生による緻密性の向上
- 7.ひび割れ抑制対策の基本
- 8.記録と保存

改訂の目的

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。

①打込み・締固め計画の立案や作業員への教育状況を確認するチェック欄を設定

②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

③脱型時の養生時間の確認項目を追加

品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編)の改訂概要(抜粋)

施工状況把握チェックシートの改訂内容
構成の変更

(現行)

施工 段階
準備工
運搬
品質
打設

(変更案)

(普通コンクリートを使用)

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)
	脱枠

(変更案)

(流動性の高いコンクリートを使用)

施工 段階	
施工前	配合
	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)
	脱枠

赤字: 今回新たに追加または修正したチェック項目

青字: 特に流動性の高いコンクリートを使用する場合のチェック項目

品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編)の改訂概要(抜粋)

施工状況把握チェックシートの改訂内容

施工前のチェック項目

配合	1.側壁から肩(アーチ)の範囲に使用する配合は、横流しが不要となる流動性と材料分離抵抗性を確保したか
	2.天端範囲に使用する配合は、吹上げ打設方式に適した流動性と材料分離抵抗性を確保したか
打込み方法	1.側壁から肩(アーチ)の範囲の打込み・締固め方法を計画したか
	1.側壁から肩(アーチ)の範囲は、延長方向2箇所 of 打込み口を設置したか
	2.天端吹上げ方式による打込み範囲の締固め方法を計画したか
	3.完成後のコンクリートの収縮・膨張による施工目地部の不具合の抑制方法について計画したか
	4.型枠の設置・打込み・脱枠・移動の作業時に既設覆工にひび割れを発生させない対策を計画したか
教育	1.覆工従事者に対して、品質確保の取組みの重要性、打込み手順等について周知したか
	2.施工状況把握チェックシート・表層目視評価の実施計画について定め、監督員と協議したか

赤字:今回新たに追加または修正したチェック項目

青字:特に流動性の高いコンクリートを使用する場合のチェック項目

品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編)の改訂概要(抜粋)

施工状況把握チェックシートの改訂内容

施工中のチェック項目(1)

準備工	1.打込み範囲の底部に水たまりや結束線等の残物はないか
	2.型枠の設置場所は、敷均し良好な地盤で不等沈下の懸念はないか
	3.既設コンクリート部に、セントルの過度の押し上げによるひび割れはないか
	4.防水シートのたるみは適当であるか(張りすぎても不適當)
	5.型枠表面状況の確認(ケレン残しは無い)
	6.剥離剤の塗布状況の確認(塗布もれは無い)
	7.施工目地材の固定は確実か、曲がりはないか
	8.つま型枠の固定は確実か
	9.箱抜き型枠、セントルヒンジ部(縦断方向)に加工誤差・設置不良による隙間はないか
	10.鉄筋のかぶりは確保されているか、堅固に固定されているか
	11.覆工従事者が確認できるよう打重ね高さの管理方法が周知されているか
運搬	1.練り混ぜ完了から打込み完了までの時間は適切か
品質	1.受入検査結果はコンクリートの品質規格を満足しているか

赤字:今回新たに追加または修正したチェック項目

品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編)の改訂概要(抜粋)

施工状況把握チェックシートの改訂内容

施工中のチェック項目(2)

打込み (側壁～ アーチ)	1.コンクリートの吐出口から打込み面までの高さは1.5m以下となっているか
	2.コンクリートの一層あたりの打込み高さは50cm以下か
	3.左右対称の高さで打込みをしているか
	4.バイブレーターをコンクリートの横移動に使用し、過度な締固めを行っていないか
	5.締固め時間の管理を実施しているか
	6.締固め時のバイブレータと鉄筋の接触により、鉄筋の移動や結束不良によるかぶり不足は発生していないか
	7.つま部のブリーディング水等の排出は十分に行っているか
	8.打設口(検査窓)の閉鎖状況(締め付け)は十分か
打込み (天端)	9.天端吹上げ口周囲に打込み当初の残留コンクリートはないか
	10.バイブレーターをコンクリートの横移動に使用し、過度な締固めを行っていないか
	11.肩部との打重ね箇所の締固めは確実に行ったか
	12.天端部のブリーディング水等の排出は十分に行っているか
	13.天端部の締固めは計画通りに実施したか
14.充填確認を行ない打込みを終了したか	
脱枠	1.型枠脱型強度が発現する養生時間(○時間)を厳守して、脱枠を行ったか

赤字:今回新たに追加または修正したチェック項目

品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編)の改訂概要(抜粋)

6章 6.1 施工の基本事項の遵守(表層目視評価の改訂)

(変更案)

改訂の目的

- 1.東北地方のトンネル覆工
コンクリートの課題
(ひび割れの課題を追記)
- 2.東北地方のトンネル覆工
コンクリートの目指すべき方向
(課題を踏まえ適宜修正)
- 3.適用の範囲(配合設計を追加)
- 4.品質確保のための留意点
- 5.配合設計(スランプ、空気量等)
- 6.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、
目視評価の項目改訂、解説を修正)
- 6.2養生による緻密性の向上
- 7.ひび割れ抑制対策の基本
- 8.記録と保存

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、評
価する面を限定する等の改訂を行った。

改訂概要については、この後三井委員より
説明があります。

品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編)の改訂概要(抜粋)

7章 ひび割れ抑制対策の基本(新設)

(変更案)

改訂の目的

- 1.東北地方のトンネル覆工
コンクリートの課題
(ひび割れの課題を追記)
- 2.東北地方のトンネル覆工
コンクリートの目指すべき方向
(課題を踏まえ適宜修正)
- 3.適用の範囲(配合設計を追加)
- 4.品質確保のための留意点
- 5.配合設計(スランプ、空気量等)
- 6.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、
目視評価の項目改訂、解説を修正)
- 6.2養生による緻密性の向上
- 7.ひび割れ抑制対策の基本
- 8.記録と保存

ひび割れ抑制対策の実施にあたって、それらの検討が過剰なものとならないように、以下の点を定めた。

- ①ひび割れ抑制対策は、品質確保が前提
- ②覆工コンクリートは多くの場合無筋なのでひび割れが入っても、何が困るのかを検討して、抑制対策の必要性や補修の要否を検討する事

トンネル覆工コンクリートに入るひび割れの発生原因はほぼ不適切な施工。適切な施工による品質確保なくして、ひび割れ抑制対策の成功なし。
一方、品質を確保しても入る可能性のあるひび割れも存在。それらのひび割れは、ひび割れが入ると何が困るのかを検討してから対策の要否を判断。

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		
	不適切な施工によるひび割れ群		⑥亀甲状のひび割れ		
			⑦縦断方向ひび割れ		
				⑧半月状のひび割れ	
乾燥収縮	品質を確保しても入る可能性のあるひび割れ群		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				

ひび割れの措置の考え方の例

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)	○	×

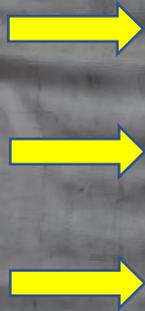
注) 塩害に対するひび割れ措置は、凍結抑制剤の散布影響区間かつ覆工コンクリートに内部鋼材がある区間のみ措置を行えばよい。この他、耐久性に係る材料劣化として、凍害とASRがあるが、以下の理由によりこの表からは除外している。

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。

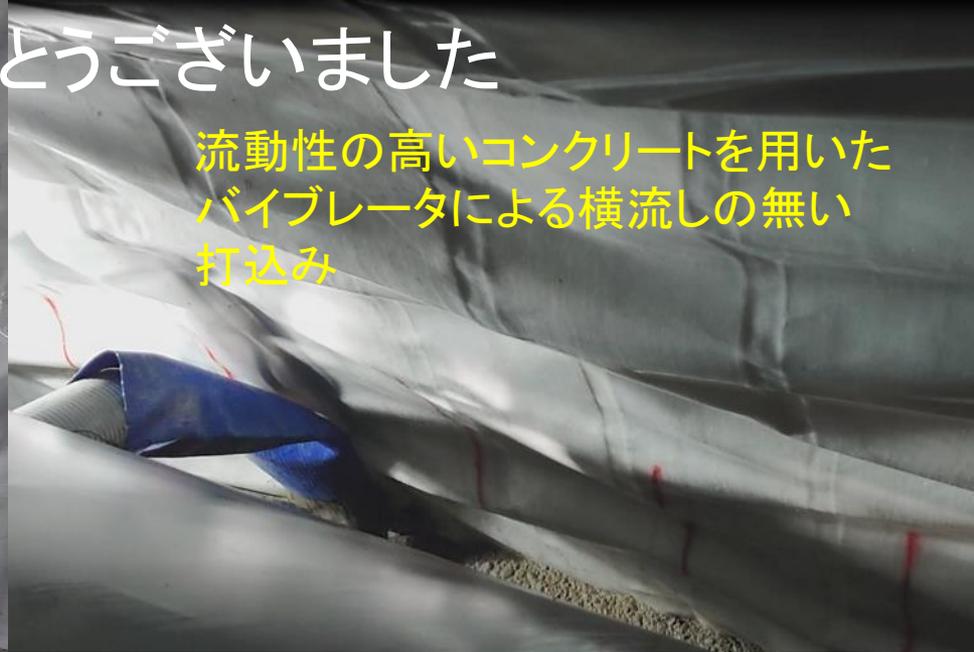
覆工コンクリートの使用セメントは高炉B種が標準であり、東北のASRの発生状況から、ASRの抑制効果のある高炉B種を使用していれば、ASR対策は不要と考えられるため、この表からは除外した。

ご清聴ありがとうございました

打込み高さのマーキング



流動性の高いコンクリートを用いた
バイブレータによる横流しの無い
打込み



バイブレータの挿入位置のマーキング箇所における8~10秒の締固め

