

# 北海道におけるコンクリートの 品質・耐久性向上に関する取組み

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所  
寒地保全研究グループ 耐寒材料チーム

吉田 行

# 本日の講演

## 「北海道におけるコンクリートの品質・耐久性向上に関する取組み」

### ①北海道におけるコンクリートの品質・耐久性向上に関する委員会等の設置背景と活動状況

- ・コンクリートの品質・耐久性向上の基本事項の整理
- ・北海道における委員会の設置背景と活動状況  
(北海道土木技術会、日本コンクリート工学会北海道支部)

### ②国土交通省における品質確保の試行工事

- ・コンクリートの初期欠陥抑制と表層品質向上を目的に「施工状況把握チェックシート」と「表層目視評価」による品質確保の試行工事の北海道における実施状況

## ①北海道におけるコンクリートの品質・耐久性向上に関する委員会の設置背景と活動状況

- ・コンクリートの品質・耐久性向上の基本事項の整理
- ・北海道における委員会の設置背景と活動状況

# 北海道(積雪寒冷地)のコンクリート構造物

厳しい気象環境(積雪・氷点下)+ 使用環境(飛来塩分・凍結防止剤)

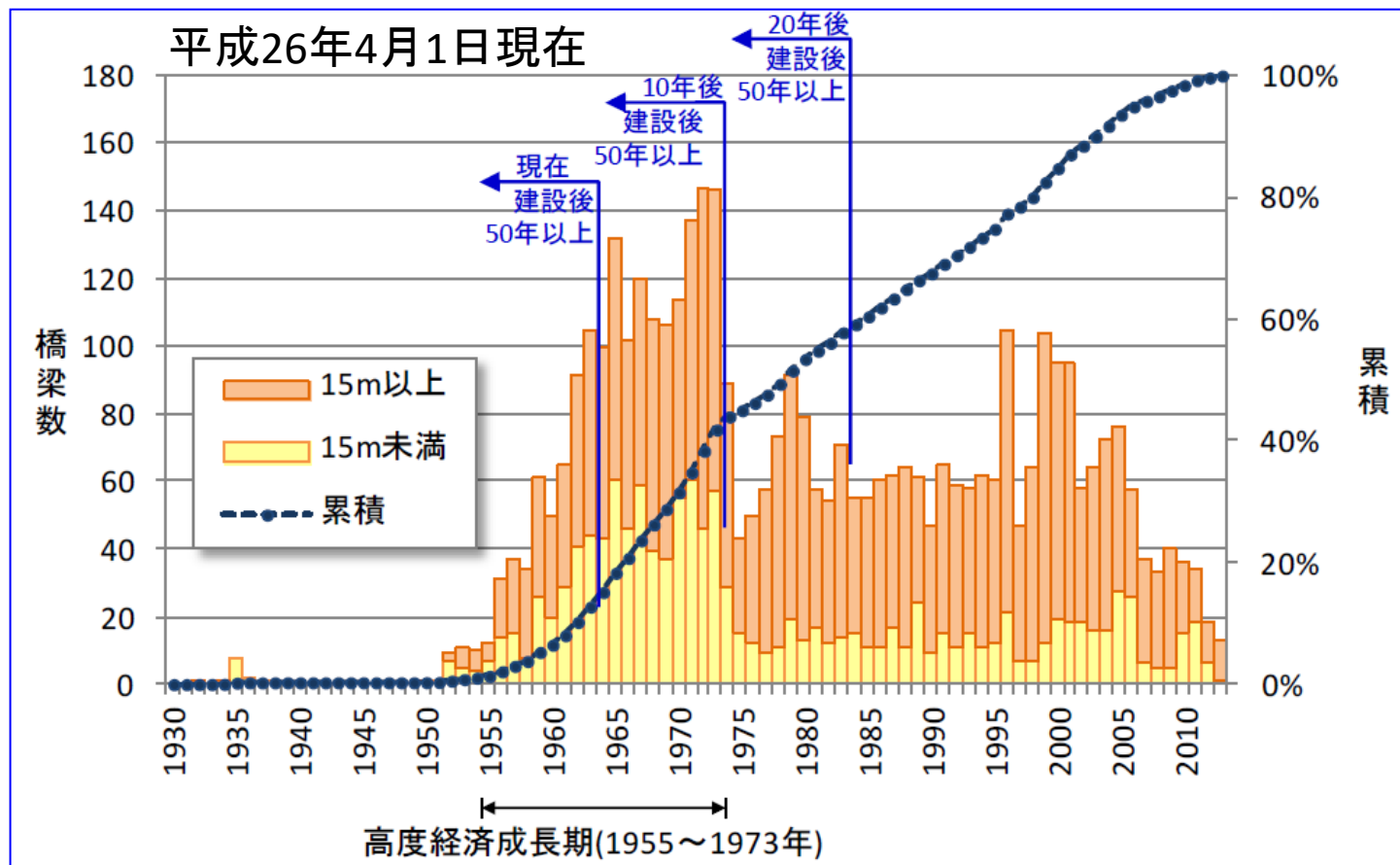


塩害や凍害による複合劣化の顕在化



耐久性の確保が極めて重要な課題

# 北海道開発局が管理する道路橋



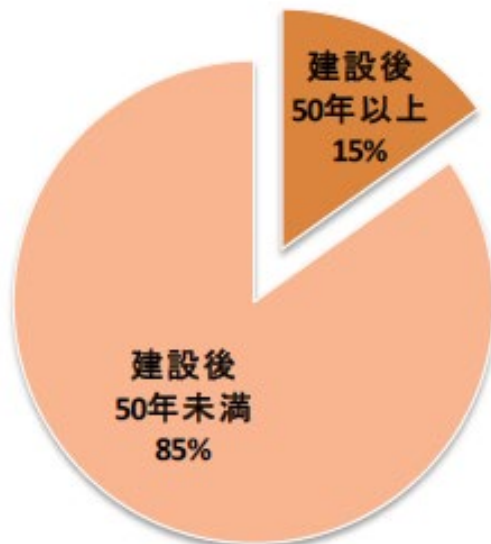
国土交通省北海道開発局HPより

[https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou\\_iji/ud49g70000091rs-att/ud49g70000092fu.pdf](https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou_iji/ud49g70000091rs-att/ud49g70000092fu.pdf)

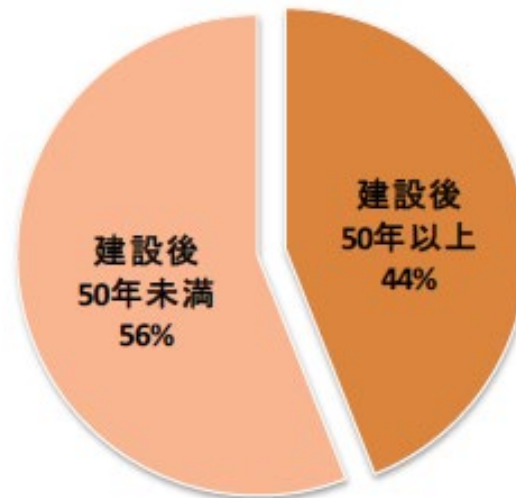
- 道路橋数：4,162橋（橋長2m以上）
- 高度経済成長期（1955年～1973年）に全体の4割（1,700橋）が建設
- 建設後50年以上経過する橋梁が20年後には半数以上を占める

# 北海道開発局が管理する道路橋

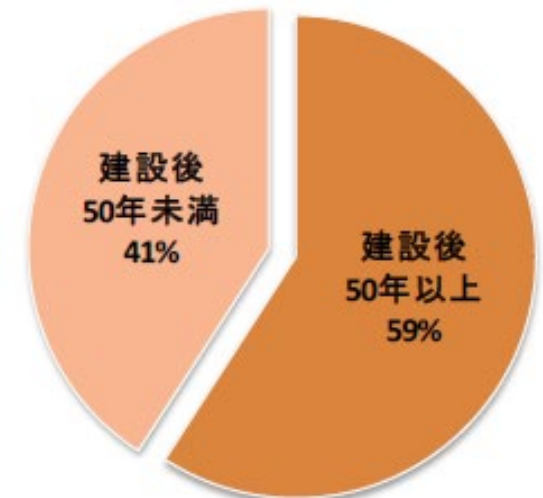
## 経過年数別橋梁数(橋長2m以上)



2014年  
【現在630橋】



2024年  
【10年後1831橋】



2034年  
【20年後2461橋】

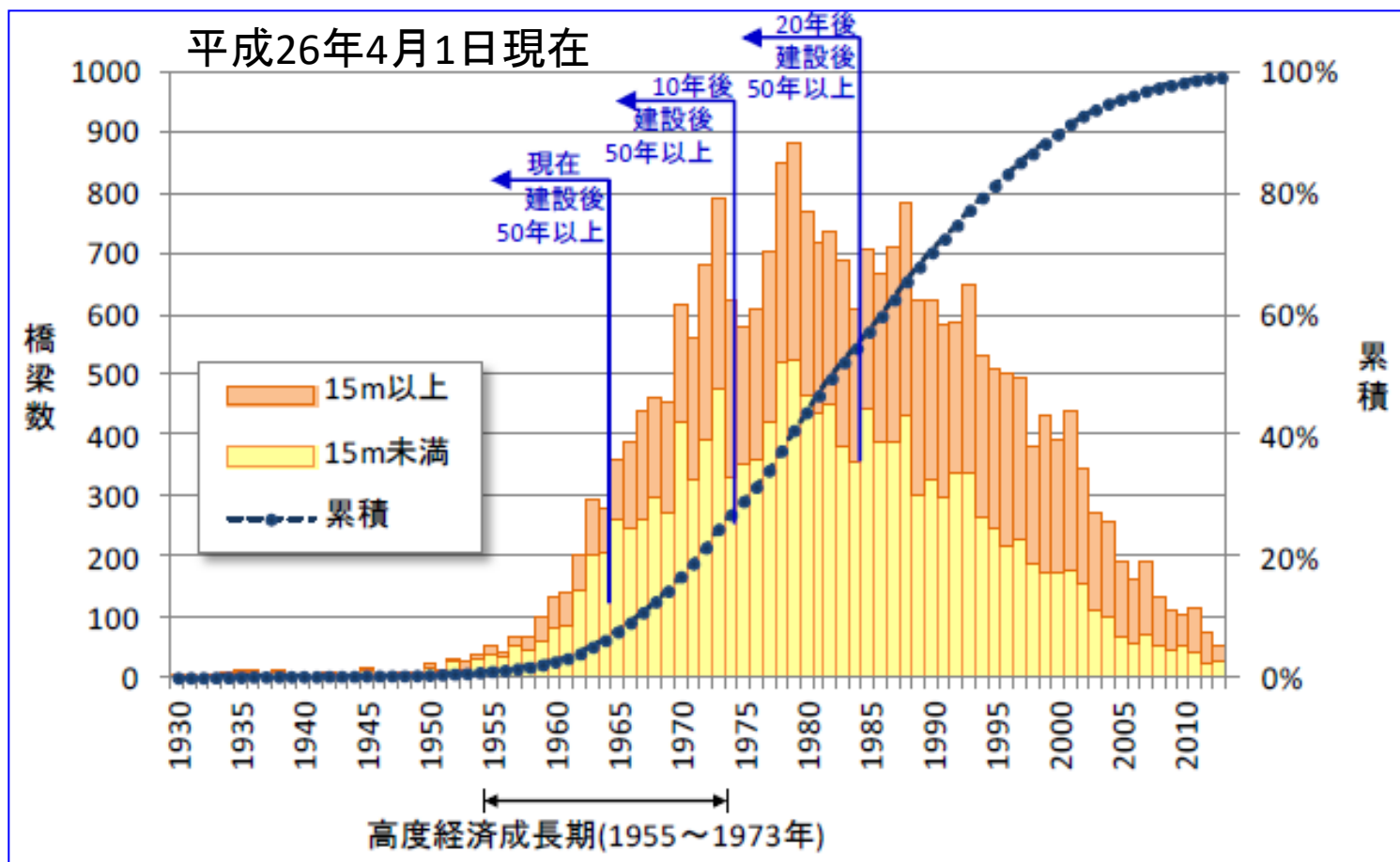
国土交通省北海道開発局HPより

[https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou\\_iji/ud49g700000091rs-att/ud49g700000092fu.pdf](https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou_iji/ud49g700000091rs-att/ud49g700000092fu.pdf)

平成26年4月1日現在

- 道路橋数: 4,162橋(橋長2m以上)
- 高度経済成長期(1955年~1973年)に全体の4割(1,700橋)が建設
- 建設後50年以上経過する橋梁が20年後には半数以上を占める

# 北海道の地方公共団体が管理する道路橋



国土交通省北海道開発局HPより

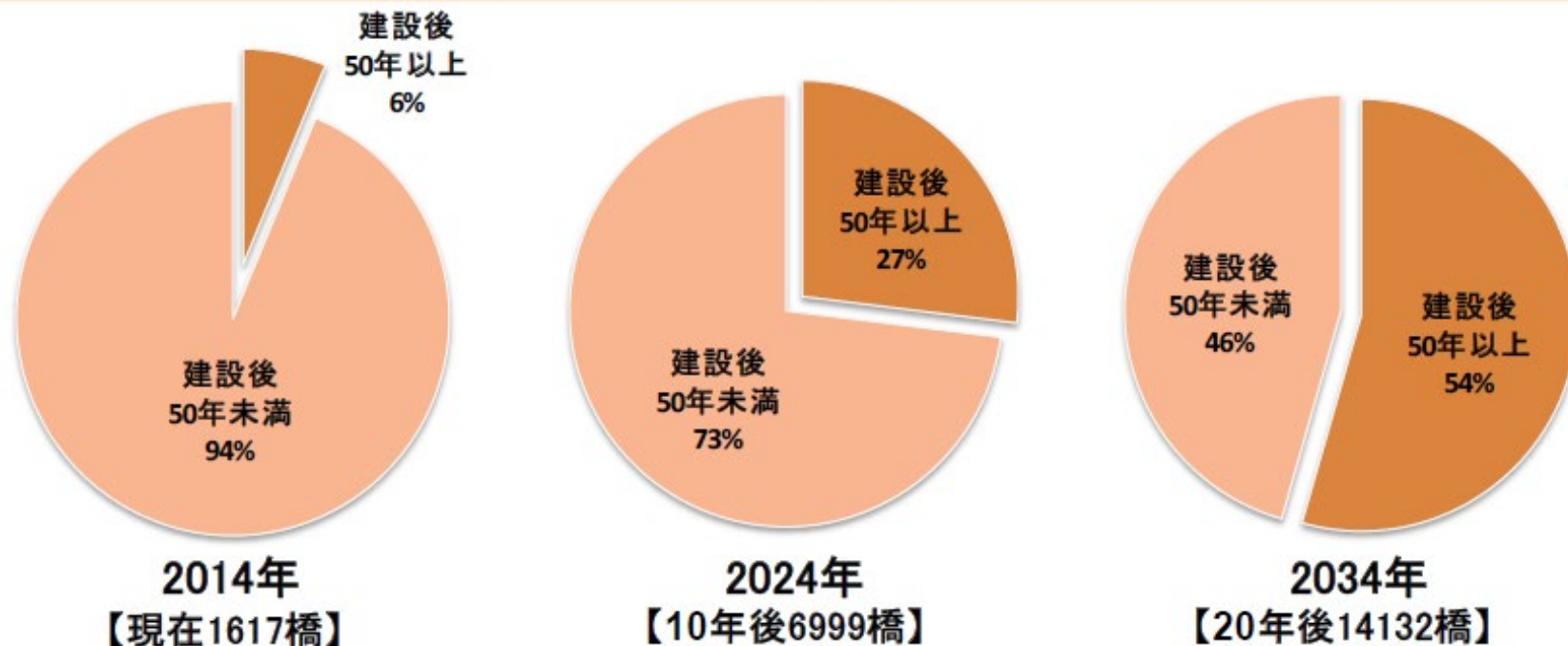
[https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou\\_iji/ud49g700000091rs-att/ud49g700000092fu.pdf](https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou_iji/ud49g700000091rs-att/ud49g700000092fu.pdf)

- 道路橋数: 25,963(橋長2m以上)
- 建設後50年以上経過する橋梁が20年後には半数を超える

# 北海道の地方公共団体が管理する道路橋

## 経過年数別橋梁数(橋長2m以上)

▼▼ 地方公共団体全体(25,963橋) ▼▼



国土交通省北海道開発局HPより

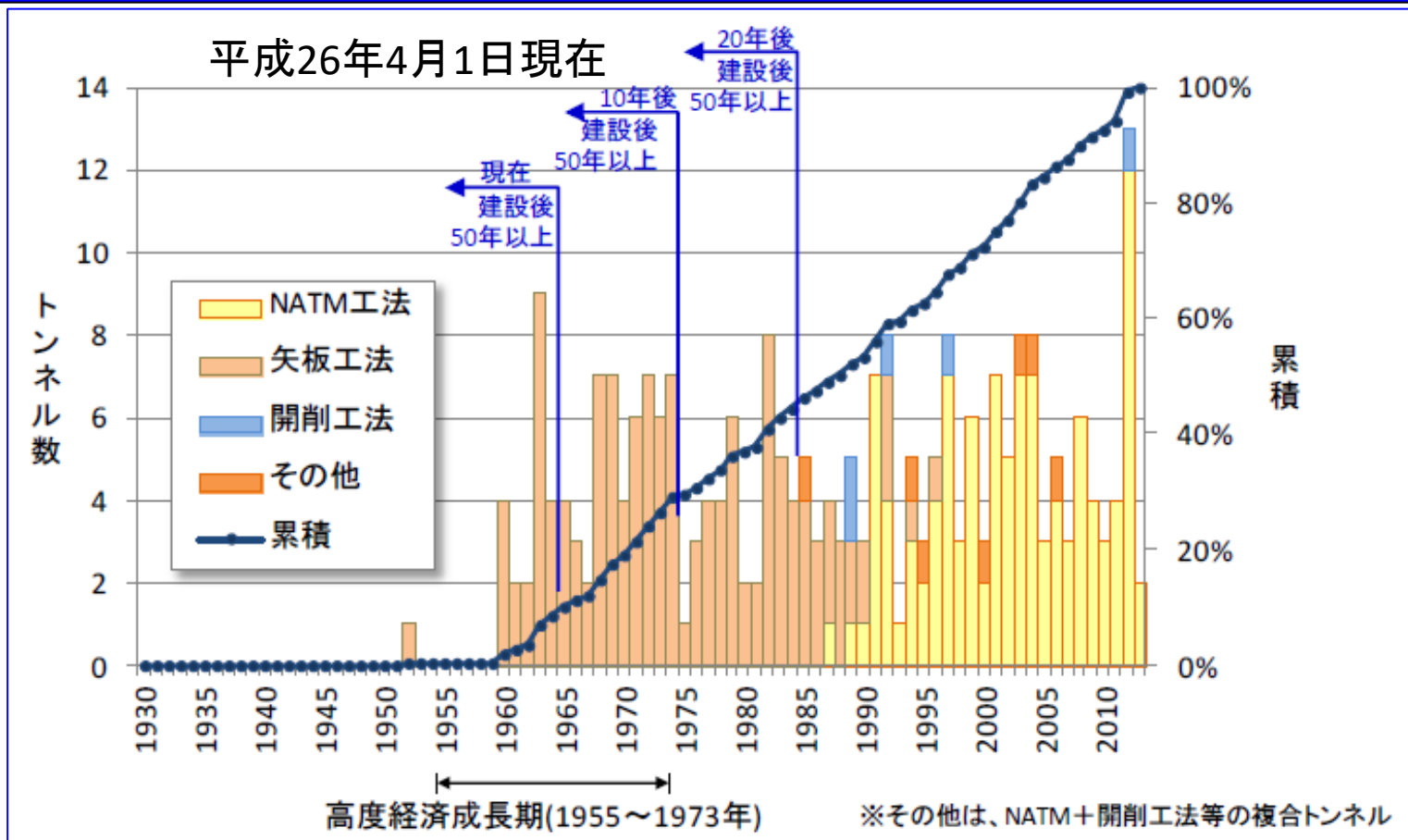
[https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou\\_iji/ud49g700000091rs-att/ud49g700000092fu.pdf](https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou_iji/ud49g700000091rs-att/ud49g700000092fu.pdf)

平成26年4月1日現在

- 道路橋数: 25,963(橋長2m以上)
- 建設後50年以上経過する橋梁が20年後には半数を超える



# 北海道開発局が管理するトンネル



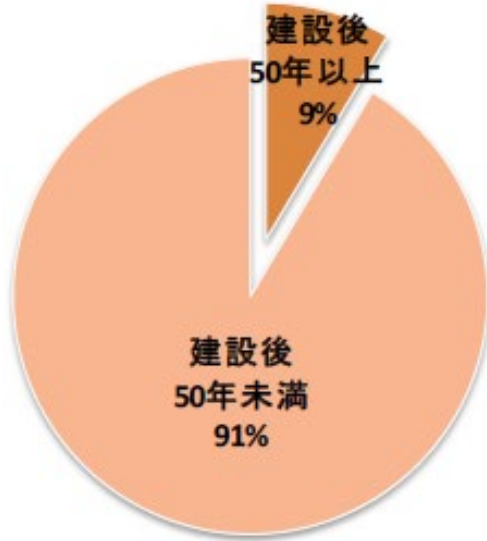
国土交通省北海道開発局HPより

[https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou\\_iji/ud49g70000091rs-att/ud49g70000092fu.pdf](https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou_iji/ud49g70000091rs-att/ud49g70000092fu.pdf)

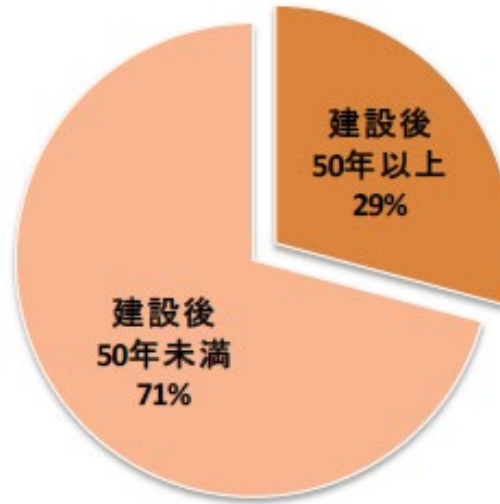
- トンネル数：257本
- 高度経済成長期(1955年～1973年)に全体の3割(70本)が建設
- 建設後50年以上経過するトンネルが20年後には44%を占める

# 北海道開発局が管理するトンネル

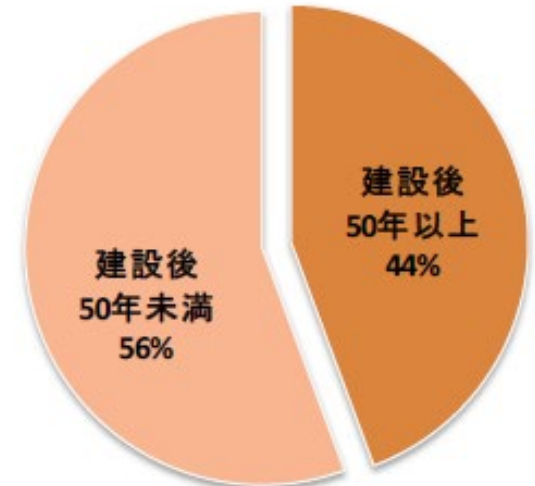
## 経過年数別トンネル数



2014年  
【現在22本】



2024年  
【10年後75本】



2034年  
【20年後114本】

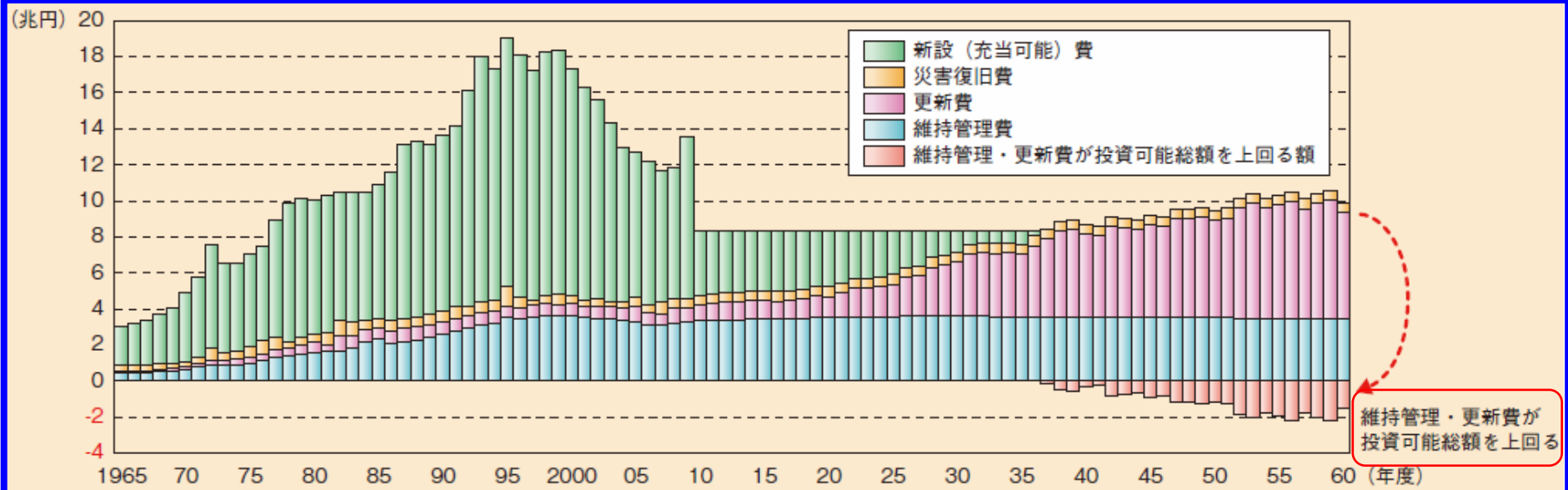
平成26年4月1日現在

国土交通省北海道開発局HPより

[https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou\\_iji/ud49g700000091rs-att/ud49g700000092fu.pdf](https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou_iji/ud49g700000091rs-att/ud49g700000092fu.pdf)

- トンネル数：257本
- 高度経済成長期（1955年～1973年）に全体の3割（70本）が建設
- 建設後50年以上経過するトンネルが20年後には44%を占める

# 公共事業の将来展望(国土交通白書)



H22国土交通白書 <http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h22/index.html> より

(注) 推計方法について

国土交通省所管の8分野(道路、港湾、空港、公共賃貸住宅、下水道、都市公園、治水、海岸)の直轄・補助・地単事業を対象に、2011年度以降につき次のような設定を行い推計。

- ・更新費は、耐用年数を経過した後、同一機能で更新すると仮定し、当初新設費を基準に更新費の実態を踏まえて設定。耐用年数は、税法上の耐用年数を示す財務省令を基に、それぞれの施設の更新の実態を踏まえて設定。

- ・維持管理費は、社会資本のストック額との相関に基づき推計。

(なお、更新費・維持管理費は、近年のコスト縮減の取組み実績を反映)

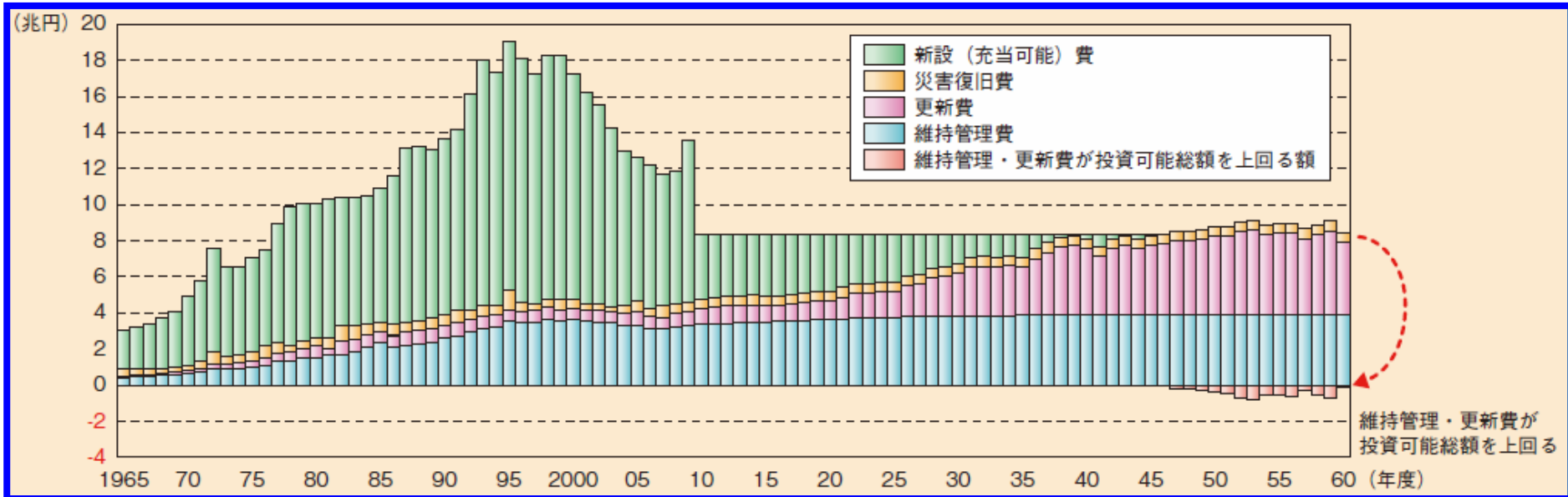
- ・災害復旧費は、過去の年平均値を設定。

- ・新設(充当可能)費は、投資可能総額から維持管理費、更新費、災害復旧費を差し引いた額であり、新設需要を示したものではない。

- ・用地費・補償費を含まない。各高速道路会社等の独法等を含まない。なお、今後の予算の推移、技術的知見の蓄積等の要因により推計結果は変動しうる。

資料) 国土交通省

# 公共事業の将来展望(国土交通白書)



H22国土交通白書 <http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h22/index.html> より

(注)推計方法について

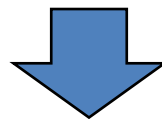
上記の推計を基に、社会資本の予防保全に先進的な取り組みを行っている地方公共団体等にアンケート等を行い、予防保全を行うことによって変化する社会資本の耐用年数や維持管理費を想定し、先進的な地方公共団体等と同じレベルまで予防保全が導入されると想定して推計。

資料)国土交通省

**予防保全を行うことにより将来投資を縮減できる**

# 公共事業の将来展望

- 社会資本投資の減少
- 維持管理費の増大
- 少子高齢化 → 生産年齢人口の減少  
社会保障経費の増大  
技術者の不足

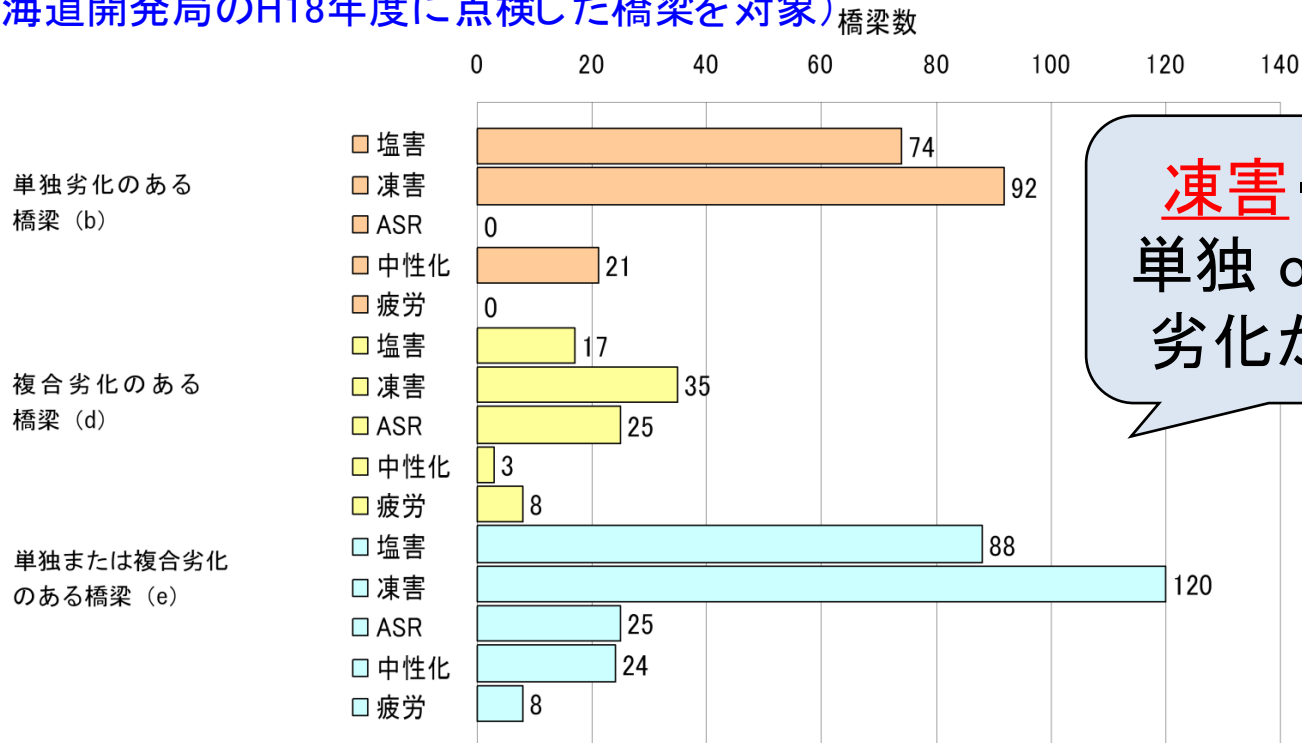


- 既存ストックの有効活用 → 適切な維持管理  
(予防保全、補修・補強)
- 新設、更新 → 長期耐久性に優れるものづくり

# 劣化がある橋梁数(単一の劣化機構に着目)

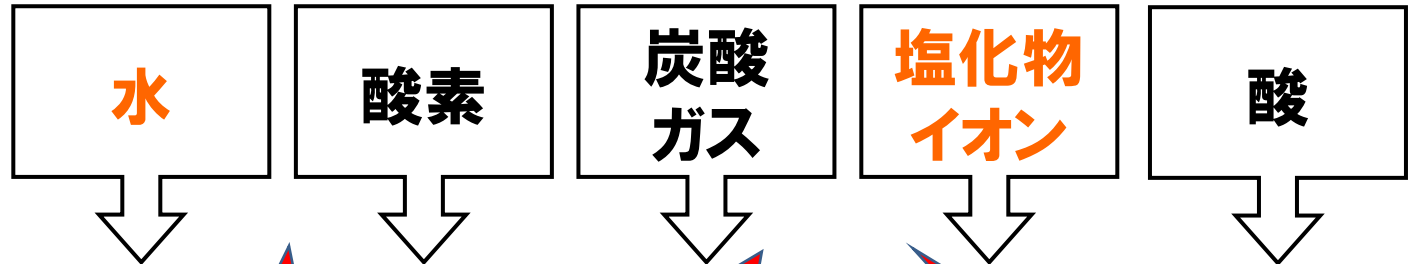
		橋梁数	比率	備考
調査橋梁数	n	695 橋		
単独または複合劣化のある橋梁数 (橋梁に着目)	a	200 橋	a/n=29%	表 2-32 a 表参照
単独劣化のある橋梁数 (劣化機構に着目)	b	187 橋	b/a=0.94 劣化機構	表 2-33 b 表参照 内訳下図
複合劣化のある橋梁数 (劣化機構に着目)	d	88 橋	d/a=0.44 劣化機構	表 2-35 d 表参照 内訳下図
単独または複合劣化のある橋梁数 (劣化機構に着目)	e	265 橋	e/a=1.33 劣化機構	表 2-36 e 表参照 内訳下図

(北海道開発局のH18年度に点検した橋梁を対象)



# コンクリートの劣化要因

## 劣化因子



## 作用

凍結融解

乾湿

気温変化

荷重

凍害

鉄筋腐食

アル骨

浸透・移動

これを何とかしたい！

コンクリートの内部組織

Acc.V Spot Magn Det WD | 10 μm  
3.00 kV 2.0 2000x SE 4.2 S5/22/02/1900/100 seawater

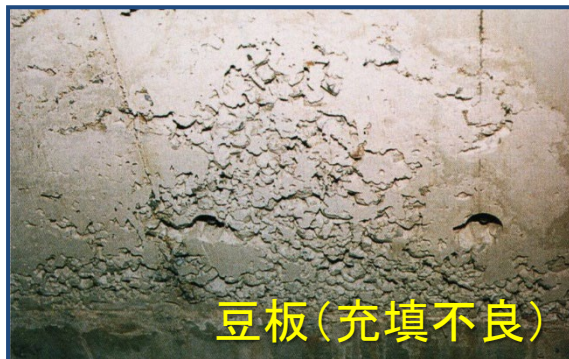
# コンクリート自体の品質・耐久性の向上

## 密実で凍結融解作用に強いコンクリート

- 水セメント比を小さくする(混和剤の活用)
- 混合セメントの使用(混和材の活用)
- 適切な空気量(エントレインドエアー)を確保

## 初期欠陥の防止

施工時に発生する変状(土木学会コンクリート標準示方書)  
運搬、打込み速度、打重ね時間、凝結時間、締固め、  
スランプ、レイトランス等の除去(打継ぎ処理)、養生に留意



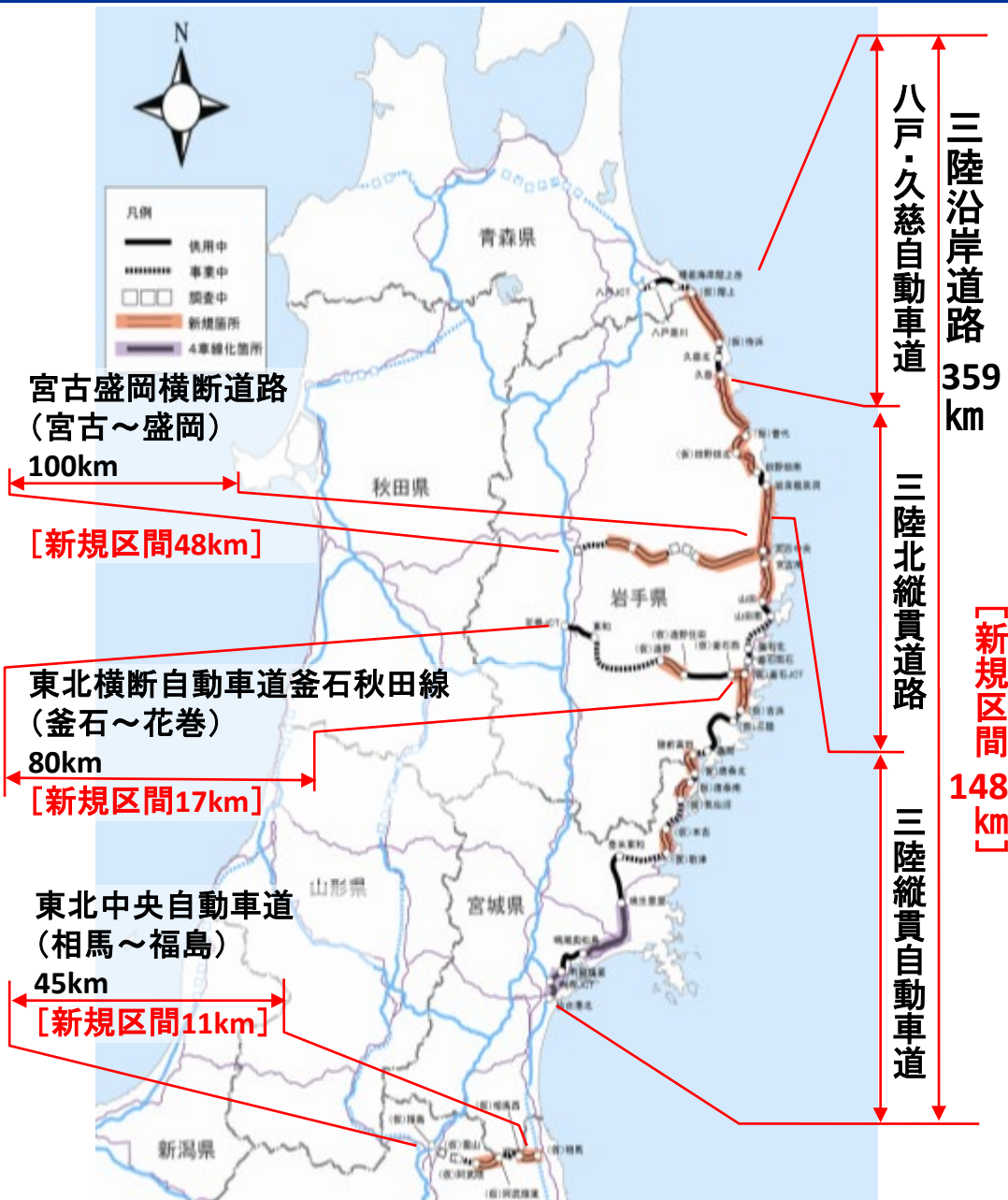


## ①北海道におけるコンクリートの品質・耐久性向上に関する委員会の設置背景と活動状況

- ・コンクリートの品質・耐久性向上の基本事項の整理
  - ・北海道における委員会の設置背景と活動状況
- 東北における品質・耐久性確保システムと全国の動向

# 復興道路・復興支援道路

(日本大学 佐藤和徳教授 提供) <sup>18</sup>



復興道路・復興支援道路  
 総延長 584km  
 (うち三陸沿岸道路 359km)  
 新規区間 224km  
 (うち三陸沿岸道路 148km)

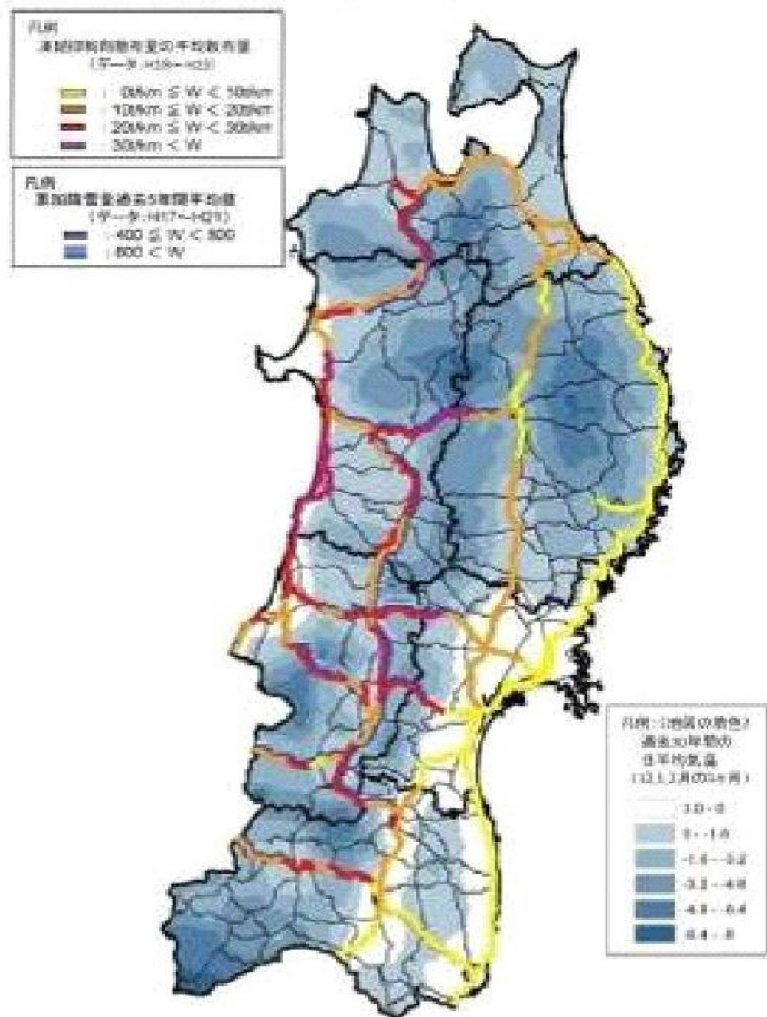
復興道路・復興支援道路の整備状況 H26.4.1 現在

路線名	全延長	供用中	事業中	うち H23 事業化
三陸沿岸道路	359km	152km	207 km	148 km
うち岩手県	213km	61km	152 km	122 km
うち 南三陸国道管内	74km	30km	44km	22km
宮古盛岡横断道路	100km	8km	58km	48km
うち岩手県	100km	8km	58km	48km
うち 南三陸国道管内	—	—	—	—
釜石花巻道路	80km	54km	26km	17km
うち岩手県	80km	54km	26km	17km
うち 南三陸国道管内	24km	18km	6km	6km
合計	539km	214km	291 km	213 km

# 東北地整の構造物の実態(塩分の影響)

寒冷の影響で凍結防止剤(塩)を大量散布

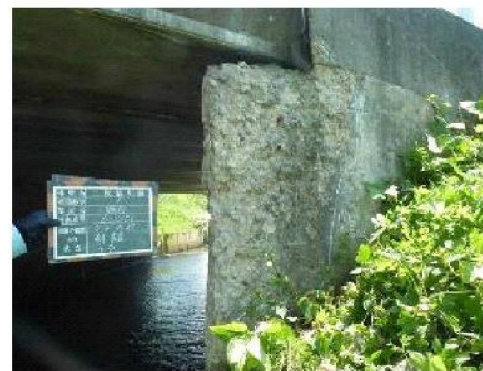
気象環境、供用環境によって様々な劣化が発生



凍結防止剤による塩害



塩分環境下のASR



凍害



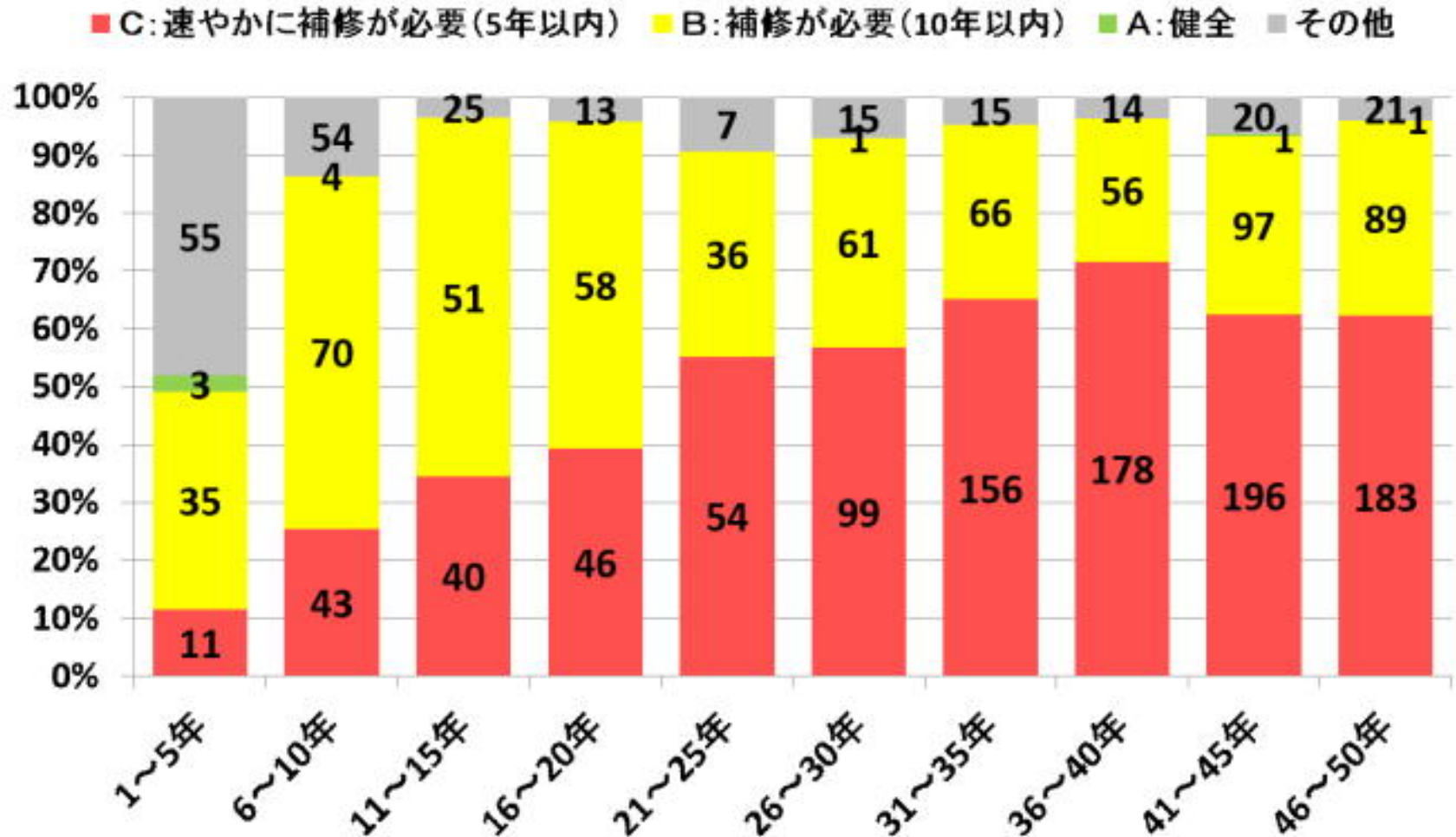
床版の砂利化

凍結防止剤により凍害、塩害、ASRが促進され、30~40年で更新が必要となる場合もある

10~30ton/km/年の散布量

(日本大学 佐藤和徳教授 提供)

# 劣化の実態



(東北地整の例)

**15年程度で3橋に1橋、25年程度で2橋に1橋が補修が必要な状態**

(日本大学 佐藤和徳教授 提供)

# 短期間で大量の構造物を建設

復興道路、復興支援道路あわせて、あと数年で

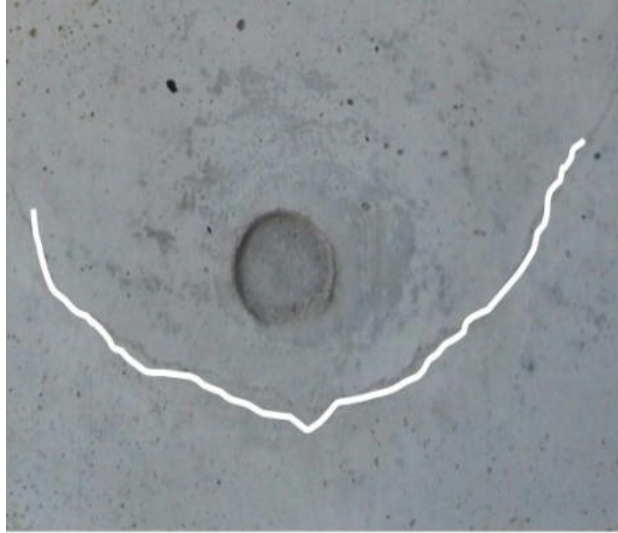
管理延長 約360km 増加

トンネル 100本以上 建設

橋 梁 200橋以上 建設

**建設時期がほぼ同じなので、劣化もほぼ同じ時期に発生すると、将来の維持管理予算が逼迫する恐れ**

# 品質確保の現状(初期欠陥)



沈みひび割れ



打重ね線



表面気泡



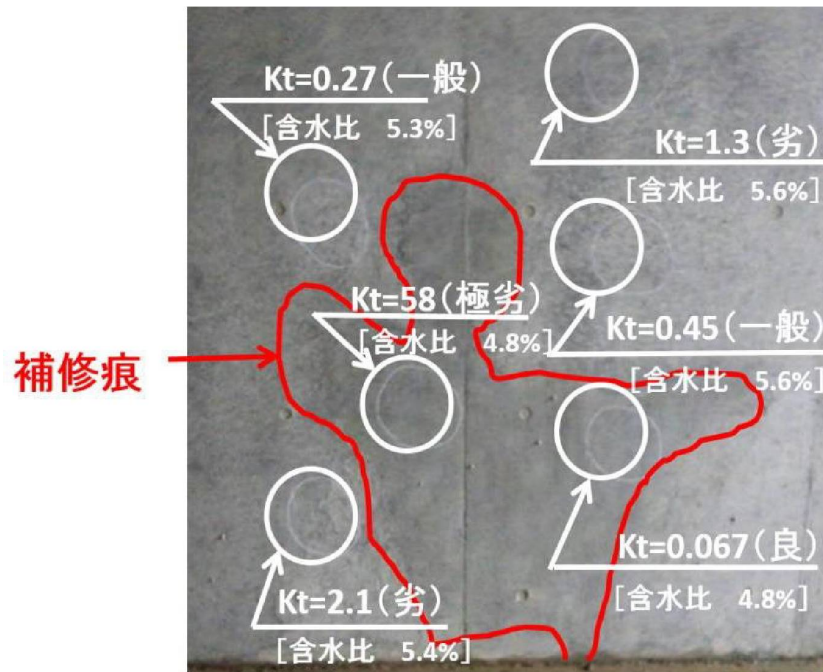
型枠継目のノロ漏れ

このような不具合は不具合とはなかなか認識されていないのが現状

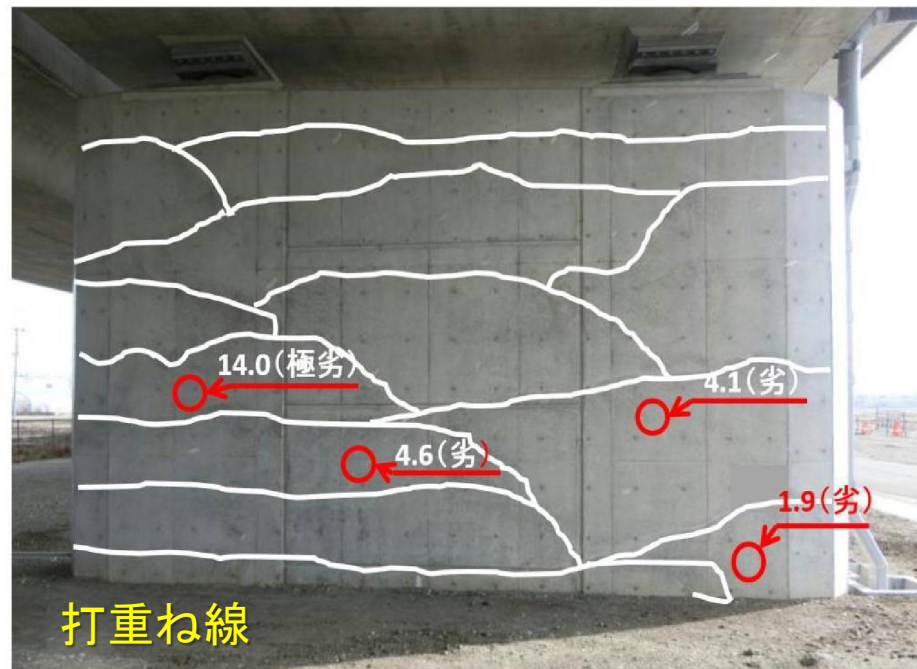
(日本大学 佐藤和徳教授 提供)

# 品質確保の現状

## 補修痕のある函渠



## 計画性の感じられない施工の橋脚



透気係数 $K_T$ ( $\times 10^{-16}m^2$ )	優	良	一般	劣	極劣
		0.001~0.01	0.01~0.1	0.1~1	1~10

(データ提供:東北技術事務所)

- ・劣化因子の一つである凍結防止剤混じりの水が浸透しやすいコンクリートとなっている
- ・強度と出来形を中心とする検査のため、施工中に生じる不具合があっても、補修すれば検査に合格する

(日本大学 佐藤和徳教授 提供)

# 施工の基本事項の遵守(施工状況把握チェックシート)

様式4 施工状況把握チェックシート記載例										
【施工状況把握チェックシート(コンクリート打込み時)】										
事務所名	〇〇土木建築事務所		工事名	県道〇〇線 道路改良工事		工区	1			
構造物名	〇〇橋 A1橋台		部位	たて壁		リフト	2			
受注者	〇〇建設(株)		確認者	主任監督員 〇〇〇〇						
配合	27-8-20BB		確認日時	2012/10/11(木) 7:30~13:30						
打込み開始時刻	予定	8:00	実績	8:10	打込み開始時気温	22.0℃	天候	曇りのち晴		
打込み終了時刻	予定	12:00	実績	12:20	打込み量(m <sup>3</sup> )	80	リフト高(m)	3.0		
施工段階	チェック項目				メモ	記述	確認			
準備	運搬装置・打込み設備は汚れていないか。					-	○			
	型枠面は湿らせているか。				施工計画書や打合せから事前に把握できた内容をメモする。	-	○			
	型枠内部に、木屑や結束線等の異物はないか。					-	※1			
	かぶり内に結束線はないか。				現場時に把握した数値を記	-	○			
	硬化したコンクリートの表面のレタンス等を取り除き、ぬらしているか。					-	○			
	コンクリート打込み作業人員(※)に余裕を持たせているか。					8人	○			
	子備のバイブレータを準備しているか。					使用4台 子備1台	使用4台 子備1台	○		
	発電機のトラブルがないよう、事前にチェックをしているか。					-	○			
	運搬	練り混ぜてから打ち終わるまでの時間は適切であるか。					50~60分	○		
		ポンプや配管内面の潤滑性を確保するため、先送りモルタルの圧送等の処置を施しているか。					-	○		
打込み	鉄筋や型枠は乱れていないか。					-	○			
	横移動が不要となる適切な位置に、コンクリートを垂直に降ろしているか。					-	○			
	コンクリートは、打込みが完了するまで連続して打ち込んでいるか。					-	○			
	コンクリートの表面が水平になるように打ち込んでいるか。					-	○			
	一層の高さは、50cm以下としているか。				50cm/6層	50cm	○			
	2層以上に分けて打ち込む場合は、上層のコンクリートの打込みは、下層のコンクリートが固まり始める前に行っているか。					-	○			
	ポンプ配管等の吐出口から打込み面までの高さは、1.5m以下としているか。					約2m~1m以下	※2			
締め	表面にブリーディング水がある場合には、これを取り除いてからコンクリートを打ち込んでいるか。					-	○			
	バイブレータを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか。				50cm/6cm程度	-	○			
	バイブレータを鉛直に挿入し、挿入間隔は50cm以下としているか。				挿入に50cm間隔で7ヶ所	-	○			
	バイブレータの振動時間は15~18秒としているか。				目安8秒	6秒~10秒	○			
	締め作業中に、バイブレータを鉄筋等に接触させていないか。					-	○			
養生	バイブレータでコンクリートを横移動させていないか。				養生については、後日記入をする。	-	○			
	バイブレータは、穴が残らないように徐々に引き抜いているか。					-	○			
	硬化を始めるまでに乾燥するおそれがある場合は、シートなどで日よけや風よけを設けているか。					-	○			
	コンクリートの露出面を湿潤状態に保っているか。				表面養生剤を塗布	-	○			
要改善事項等	湿潤状態を保つ期間は適切であるか。				10日間	10日間以上	○			
	型枠および支保工の取外しは、コンクリートが必要な強度に達した後であるか。				5.0N/mm <sup>2</sup>	5N/mm <sup>2</sup> 以上	○			
	※1 型枠内部に結束線(3本)が落ちていたため、打込み前に取り除かせた。 ※2 排出口から打込み面までの高さが、明らかに1.5mを超えていたため、口頭で注意したところ、是正された。 上記※1、※2については是正を確認するため、次回打込み時も施工状況把握を行うことを工事打合せ簿にて通知する。									

## 山口県によるひび割れ抑制と品質確保システム

✓発注者がコンクリート打込みに臨場して、チェックシートを用いて施工状況把握を行うために開発。

✓チェックシートは、コンクリート標準示方書[施工編]に示される施工の基本事項から28項目を抽出し、現場での使いやすさに配慮してA4版用紙1枚に収めた。

✓チェックシートはHPで公表。施工者も着目点を共有することで、足場・バイブレータをはじめとする仮設器材の適切な準備、作業打合せの充実など、段取りの向上が図られる。

✓東北復興道路等、全国で活用・応用されることとなった。平成29年度には、全国の地整で試行工事が行われた。



### 適切な段取り

バイブレータ挿入の位置に目印

作業のしやすさに配慮した足場板

※コンクリート打込み作業人員・・・コンクリートの打込み・締め作業時の人員のうち、直接作業に携わらない者(監理・主任技術者やポンプ車運転手等)を除いた人員





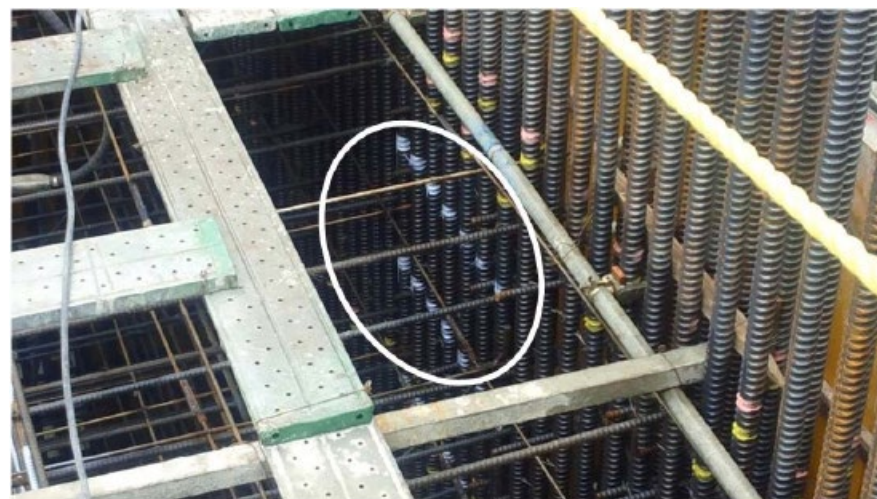
# 「施工状況把握チェックシート」(橋梁下部)

・型枠は湿らせているか。(準備)



打込み前の散水。底部の溜まった水は散水後に除去

・一層の高さは、50cmとしているか。(打込み)

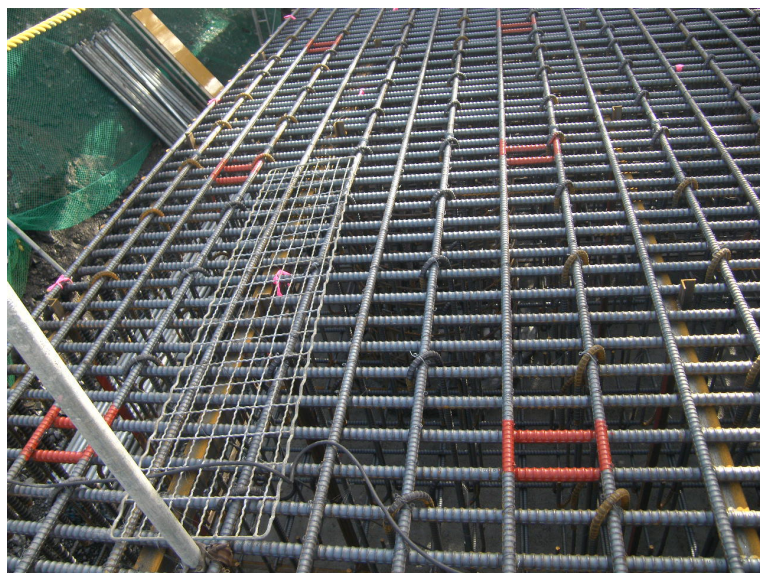


コンクリートの層厚を管理するため鉄筋に目印

「コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(橋脚、橋台、函渠、擁壁編)」  
13頁(写真3.1-①、②)より

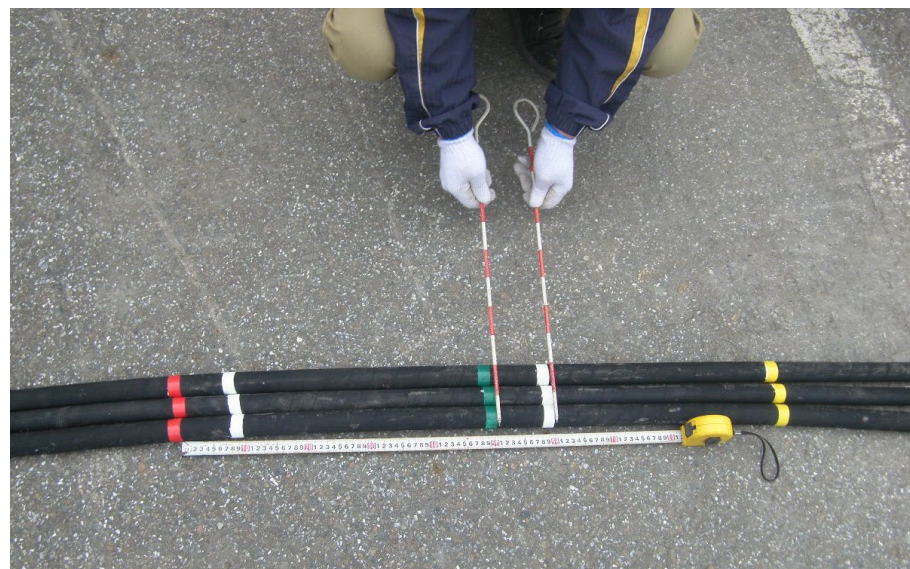
# 「施工状況把握チェックシート」(橋梁下部)

- ・横移動が不要となる適切な位置に、コンクリートを垂直に下ろしているか。(打込み)



筒先の挿入口をマーキング

- ・一層の高さは、50cmとしているか。(打込み)
- ・バイブレーターを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか。(締固め)



層厚50cm、下部コンクリートに10cm挿入

# 「表層目視評価シート」(橋梁下部工) 東北発

評価基準 評価項目	一般的に良しとされる範囲				不適合 -
	4点	3点	2点	1点	
(1) 沈みひび割れ	 ・ピコン近傍にも沈みひび割れがない	 ・目視調査範囲のピコンの概ね1/5以上に沈みひび割れが発生	 ・目視調査範囲のピコンの概ね1/2以上に沈みひび割れが発生	 ・2点の状態よりも劣る	橋造物のオーナーから不具合と判定される状況で補修を要するもの
(2) 表面気泡	 ・5mm以下の気泡がほとんどない (目安: 概ね50個以下/m <sup>2</sup> )	 ・5mm以下の気泡が認められる (目安: 概ね50個以上/m <sup>2</sup> )	 ・10mm以下の気泡が認められる (目安: 概ね50個以上/m <sup>2</sup> )	 ・2点の状態よりも劣る	
(3) 打重ね線	 ・近接では打重ね線が認められるものの、約10m離れた遠方からは認められない	 ・約10m離れた遠方から、打重ね線が認められる	 ・約10m離れた遠方から、打重ね線がはっきりと認められる	 ・2点の状態よりも劣る	
(4) 型枠継ぎ目のノロ漏れ	 ・調査対象範囲にノロ漏れがほとんど認められない	 ・調査対象範囲の概ね1/10以上にノロ漏れが認められる	 ・調査対象範囲の概ね1/3以上にノロ漏れが認められる	 ・2点の状態よりも劣る	
(5) 砂すじ	 ・調査対象範囲に砂すじがほとんど認められない	 ・調査対象範囲の概ね1/10以上に砂すじが認められる	 ・調査対象範囲の概ね1/3以上に砂すじが認められる	 ・2点の状態よりも劣る	

どんな点を改善させるべきか		
原因	Key ワード	改善策
(施工状況把握シートの項目No.)		改善策
打込み-4	壁面の打込み速度	・(特に打込み高さの大きい側壁上部において) 壁面での打込み速度を遅くする。
打込み-9	ブリーディング水	・発生したブリーディング水は除去する。出来ればブリーディング水の少ないコンクリートを使用する。
締固め-1,2,3,4,5	適切な締固め	・(特に打込み高さの大きい側壁上部において) 壁面では適切な締固めをする。
締固め-4	適度な締固め	・表面だけを過剰に振動させない。かぶり部分では、φ30mm以下のパイプレータが望ましい。
締固め-7	締固め速度	・十分に締固めしながら、ゆっくり引揚げる
その他	型枠外部からの締固め	・「たたき」も含めた十分な締固めを検討する。型枠パイプレータを用いる場合は注意を要する。
締固め-5	丁寧な締固め	・粗大な気泡が抜けるよう表層付近に対して後追いの仕上げパイプレータを施す。
打込み-8	ポンプの吐出口の高さ	・ポンプの吐出口から打込み面までの距離をできるだけ短くする。
打込み-6	打込み高さ	・一層の高さを制限して締固めで巻き込み空気を除去する。
準備-1	作業人員	・必要な打込み能力、締固め能力を確保するため。
運搬-1	設置から打終わりまでの時間	・外気温が25℃以下の場合は、2.0時間以内、25℃を超える場合は1.5時間以内に打設する。
打込み-4,5,6	一層の打設高さ	・一層の高さを50cm以下とする。
打込み-7	打重ね時間間隔	・コールドジョイントを発生させない打重ね時間間隔を設定する。(外気温にもよるが1時間程度以内が望ましい)
打込み-9	ブリーディング水の処理	・上層のコンクリートを打込む前に取り除く。出来ればブリーディング水の少ないコンクリートを使用する。
締固め-1, 2	上下層の一体化	・下層コンクリートに10cm程度挿入して締固め、上下層を一体化する。
締固め-5	丁寧な締固め	・表層付近に対して上下層が一体化するよう後追いの仕上げパイプレータを施す。
打込み-2	型枠の乱れ	・型枠の継目には隙間をつくらない。型枠・支保工に十分な強度を持たせてハラスを防止する。
打込み-9	ブリーディング水の処理	・上層のコンクリートを打込む前に取り除く。出来ればブリーディング水の少ないコンクリートを使用する。
締固め-5	丁寧な締固め	・型枠継目に沿ってパイプレータを挿入しない。パイプレータの挿入位置を明示する。
打込み-2	型枠の乱れ	・型枠の継目には隙間をつくらない。
打込み-9	ブリーディング水の処理	・上層のコンクリートを打込む前に取り除く。出来ればブリーディング水の少ないコンクリートを使用する。
締固め-2	締固め速度	・十分に締固めしながら、ゆっくり引揚げる
締固め-3, 4	過度な締固め	・型枠面に近い箇所(かぶり部分)で過度の締固めを行わない。

「コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(橋脚、橋台、函渠、擁壁編)」  
(平成27年12月) 18頁(表3.1-③)を参照



# 「表層目視評価シート」

【目的】脱型後に目視で不具合の状態を評価し、次の施工で改善すべき点を考える

- 不具合を項目に分けたことにより、これまで漫然と見ていた目が、見えるようになった(確認すべき項目が明確)
- 特別な器具、足場も不要で、時間も短い1エリアの評価に1~2分(究極の非破壊)
- エリア全体を評価でき、多くの人が同時に実施できる
- 低い評価の場合も、改善策を提案できる場合が多い(次の施工にフィードバック、対話のツール)

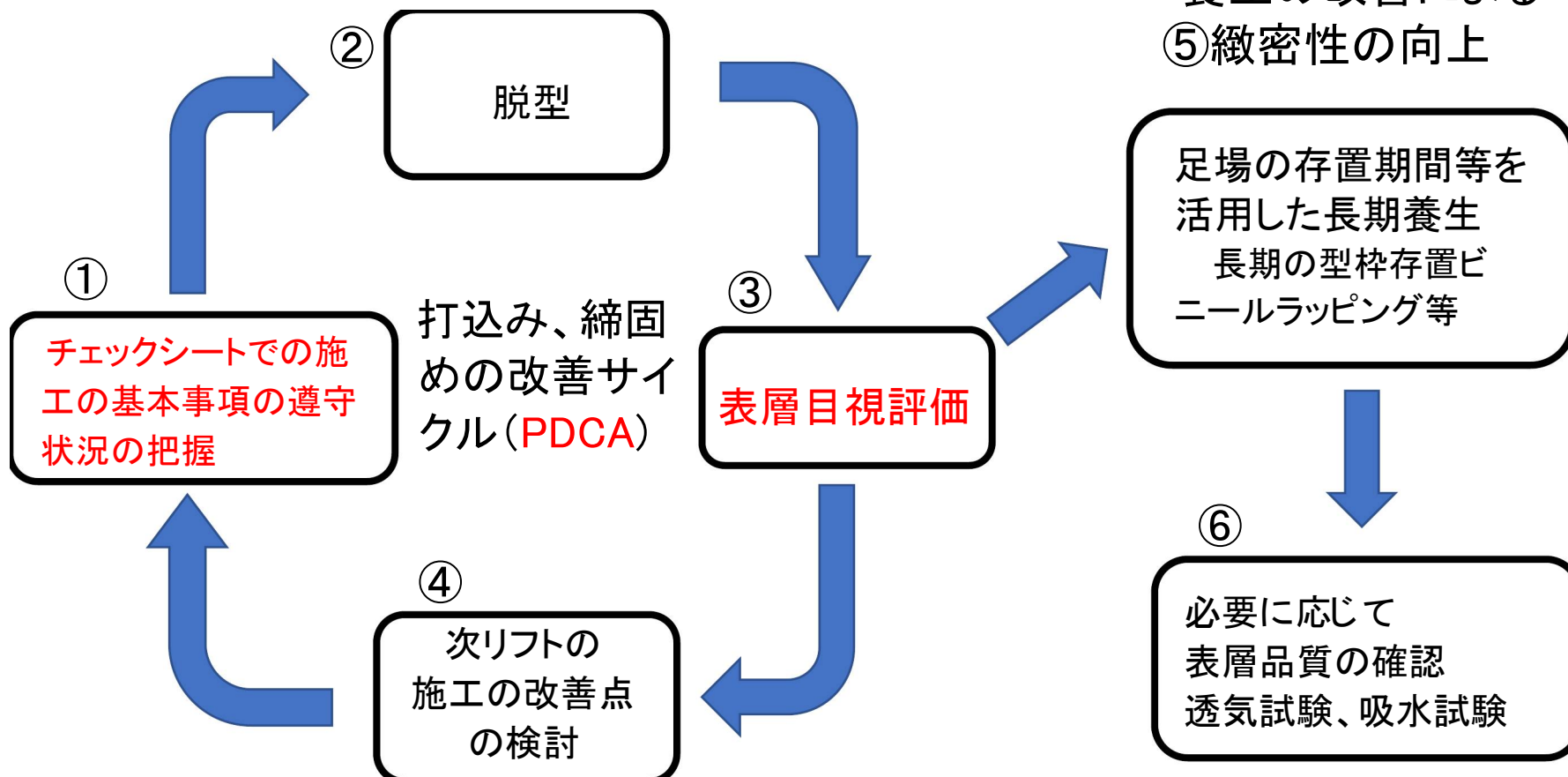
# 東北地整における品質確保の仕組み

受発注者間のコミュニケーションツール。検査ではない。

均質性、密実性、一体性の向上

養生の改善による

⑤緻密性の向上



監督員が、施工が疎かにならないように立会し、脱型後不具合に気づいて改善を促す仕組み

# 東北の凍害対策(積雪寒冷地)

## ・日平均気温による凍害区分と実構造物の健全度を整理

### ・凍害区分

凍害区分3：冬期間の日平均気温が $-3^{\circ}\text{C}$ 未満（凍害危険度2～3以上に相当）

凍害区分2：冬期間の日平均気温が $0^{\circ}\text{C}$ ～ $-3^{\circ}\text{C}$ 以上（凍害危険度1～2に相当）

凍害区分1：冬期間の日平均気温が $0^{\circ}\text{C}$ 以上（凍害危険度1に相当）

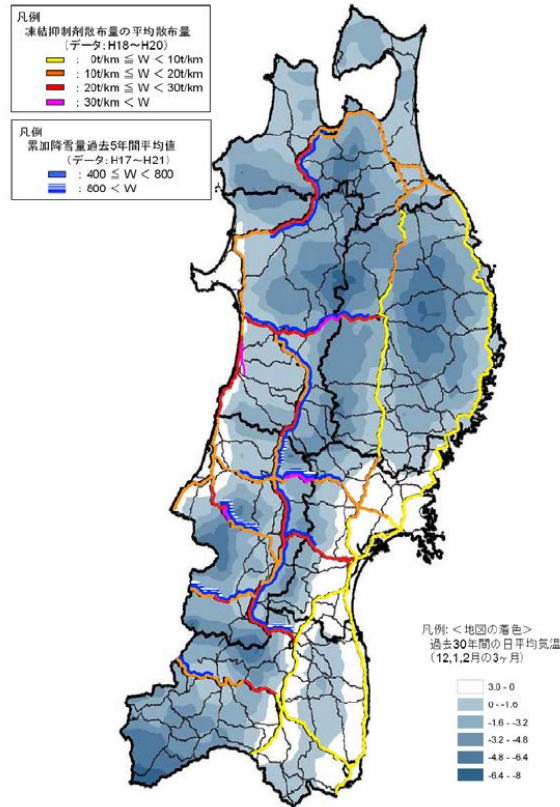


図-2.1 冬期間の日平均気温と凍結抑制剤散布量の分布

表-2.1 凍害区分と健全度の状況（橋梁下部工）

凍害区分	橋梁数
健全度※	割合
凍害区分1	28橋
健全度4	32%
健全度3	32%
健全度2	36%
凍害区分2	86橋
健全度4	28%
健全度3	26%
健全度2	46%
凍害区分3	16橋
健全度4	6%
健全度3	19%
健全度2	75%

※健全度4：軽度なスケーリングの発生

健全度3：水分の供給がある構造物表面全体にスケーリングが生じ、粗骨材が露出

健全度2：かぶりが剥落し、鉄筋位置まで劣化が進行

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(平成31年3月)

# 東北の凍害対策(積雪寒冷地)

## ・さらに凍害区分と凍結抑制剤散布量から凍害対策を提案

### ・凍害区分

凍害区分3：冬期間の日平均気温が $-3^{\circ}\text{C}$ 未満（凍害危険度2～3以上に相当）

凍害区分2：冬期間の日平均気温が $0^{\circ}\text{C}$ ～ $-3^{\circ}\text{C}$ 以上（凍害危険度1～2に相当）

凍害区分1：冬期間の日平均気温が $0^{\circ}\text{C}$ 以上（凍害危険度1に相当）

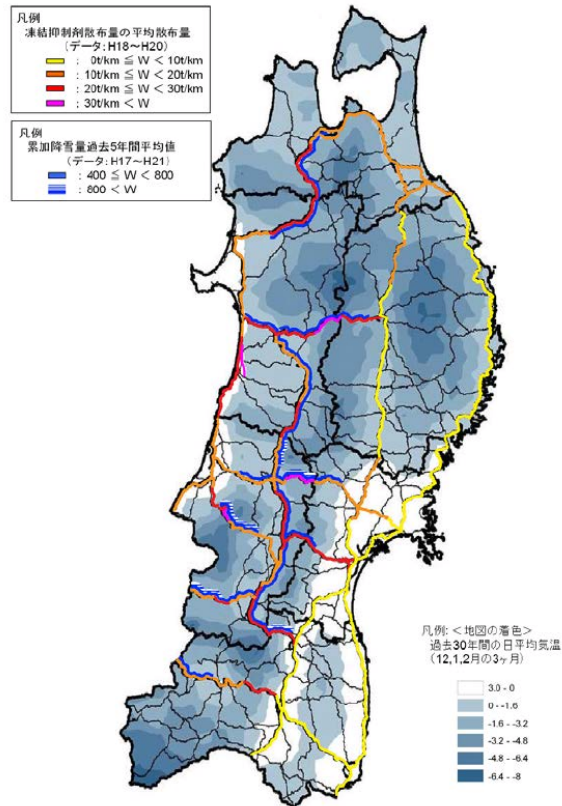


図-2.1 冬期間の日平均気温と凍結抑制剤散布量の分布

表-2.2 凍害区分と対策の種別

	凍結抑制剤散布量 20t/km 以上	凍結抑制剤散布量 20t/km 未満	凍結抑制剤散布 ほとんどなし
凍害区分3 (凍害危険 度2～3以上に相当)	S	A	A
凍害区分2 (凍害危険 度1～2に相当)	A	A	A
凍害区分1 (凍害危険 度1に相当)	A	A	B

注1) 当面、対策の種別S以外の地域は種別Aとし、種別Bは設定しない。

注2) 現地の凍害の実態等から対策を行う地域や対策の種別の判断が難しい場合は整備局担当課と打ち合わせて決定するものとする。

表-3.1 凍害対策の内容

種別	凍害環境	対策
S	特に厳しい凍害環境	目標空気量 6% (5～6.9%) および水結合材比 (W/B) 45% 以下、あるいは目標空気量 7% (JIS 適用外)
A	厳しい凍害環境	目標空気量 5% (4.5～6%) (JIS の空気量の範囲)
B	一般の凍害環境	目標空気量 4.5 $\pm$ 1.5% (JIS の空気量の範囲)
C	凍害のない環境	凍害対策として空気量を制御する必要なし

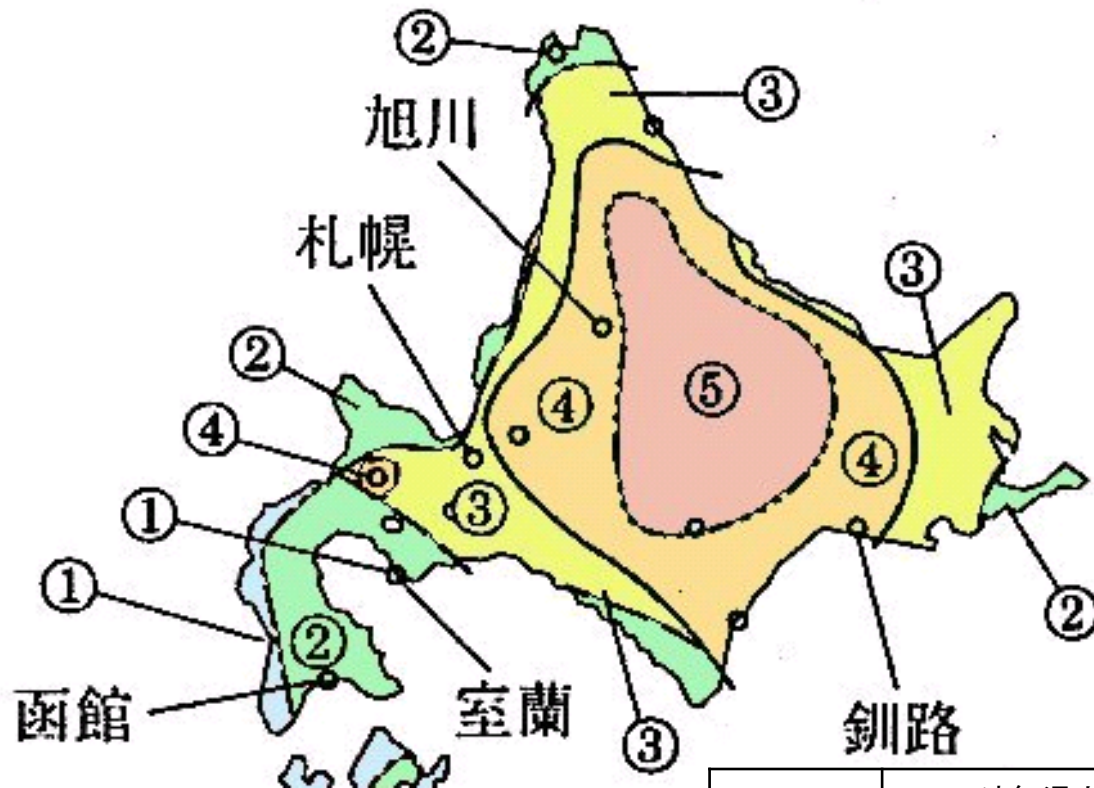
## (空気量と水結合材比による対策)

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(平成31年3月)



# では、北海道はどうする？

## 凍害危険度の分布図



凍害危険度	凍害の予想程度
5	極めて大きい
4	大きい
3	やや大きい
2	軽微
1	ごく軽微

- ・気温・日射量データ  
→年間凍結融解日数
- ・凍結温度、降水量、融雪量を考慮

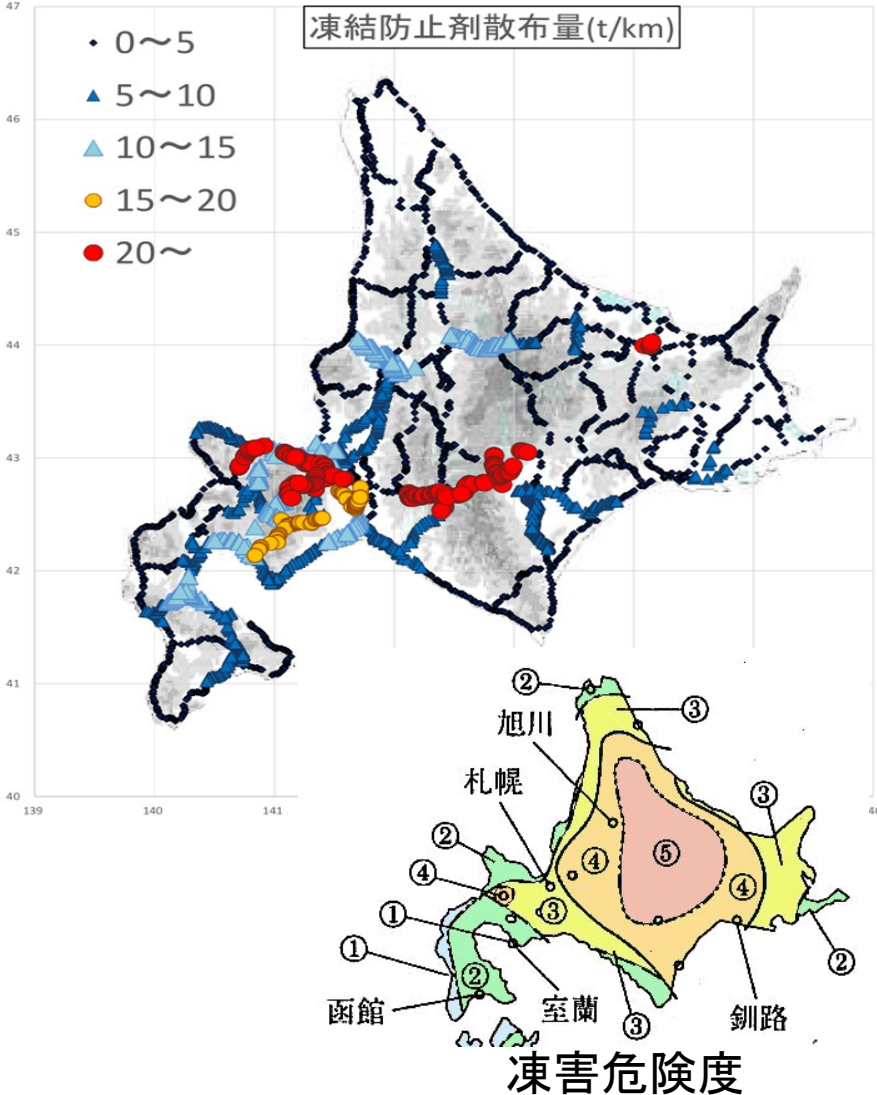
長谷川寿夫:コンクリートの凍害危険度算出と水セメント比限界値の提案(セメント技術年報)

主な都市	外気温上の		日射による 融解日数 (日)	全凍結融 解日数 (日)	凍害危険度
	凍融日数 (日)	凍結日数 (日)			
旭川	77	71	25	102	4
札幌	87	45	29	116	3
帯広	103	52	39	142	5
釧路	103	40	32	135	4
函館	88	35	23	111	2

# では、北海道はどうする？

## 凍結防止剤の散布状況

・凍害危険度が高い地域で凍結防止剤の散布が多いわけでは無い



路面状態		- 8℃程度以上	- 8℃程度以下
		北海道開発局	庄 雪
薄い庄雪 水 板		凍結防止剤 (湿式散布: 30g/m <sup>2</sup> )	
氷 膜 (凍結予防)		凍結防止剤 (湿式散布: 15g/m <sup>2</sup> ) (溶液散布: 50ml/m <sup>2</sup> )	

出展：平成9年 冬期路面管理マニュアル(案) 北海道開発局

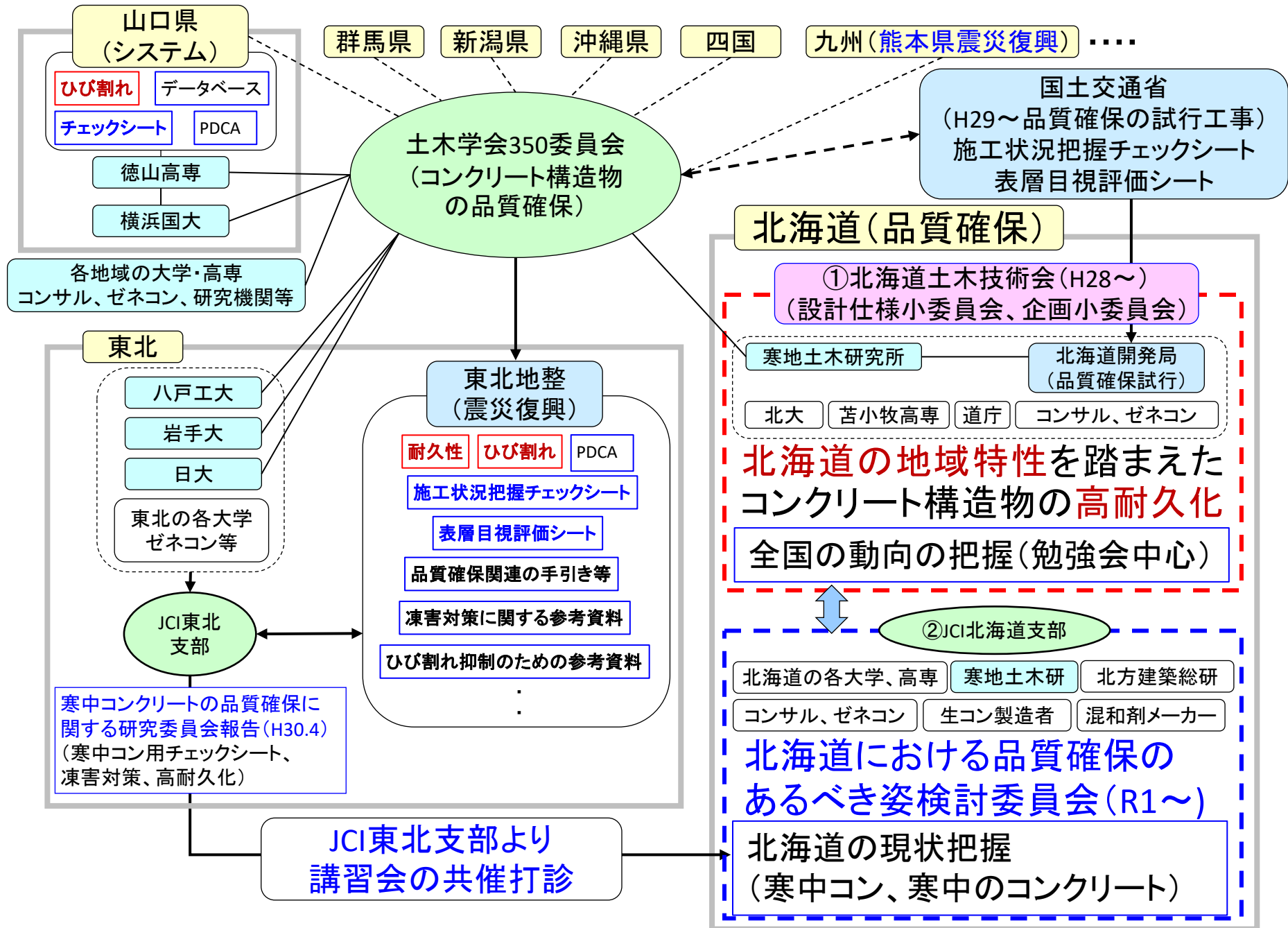
東北地方整備局	目的	凍結防止 (g/m <sup>2</sup> ) (事前散布)	凍結融解 (g/m <sup>2</sup> ) (事後散布)
	気温		
	-4℃以上	20	20
	-4～-8℃	—	30
-8℃以下	—	基本的に散布しない	

北陸地方整備局	目的	凍結防止 (g/m <sup>2</sup> ) (事前散布)	凍結融解 (g/m <sup>2</sup> ) (事後散布)
	気温		
	-3℃以上	20	40
	-3～-6℃	30	40
-6℃以下	40	40	

出展：雪センター資料 凍結防止に関する基礎知識と現状

コンクリートの凍結融解抵抗性の評価方法に関する研究委員会報告書、日本コンクリート工学協会2008年8月

・温度、交通量、路面状態等を考慮して散布(スポット散布)



## 北海道土木技術会コンクリート研究委員会設計仕様小委員会WG2

- (1)平成28年度第1回WG(2016年10月18日、参加委員12名)議題:WG活動方針と東北地整・土木学会350委員会の活動状況について
- (2)平成28年度第2回WG(2017年1月19日、参加委員17名)議題:東北の取組みについて
- (3)北海道土木技術会コンクリート研究委員会平成29年度総会・講演会(2017年5月31日、参加者81名)講演:山口県発コンクリート構造物のひび割れ抑制・品質確保と過酷環境下での耐久性確保の実践、講師:横浜国立大学大学院 細田暁 准教授(当時)
- (4)平成29年度第1回WG(2017年11月29日、参加委員23名)議題:H29年度の活動方針、土木学会350(229)委員会の活動概要、北海道開発局の品質確保の試行工事について、チェックシートの東北地整の取組みについて、コンクリート構造物の品質確保に関連する北海道の現状と課題
- (5)平成30年度第1回幹事団WG(2018年6月5日、幹事団15名)議題:今後のWG進め方、東北における「コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)」「ひび割れ抑制のための参考資料(案)」「東北地方における凍害対策に関する参考資料(案)」について、コンクリートの品質向上に向けた北海道での試行状況と土木学会350委員会の動向
- (6)平成30年度コンクリートの品質確保に関する試行工事後の意見交換会  
(土木学会350委員会共催 2018年7月30日, 31日 参加者:53名)

## 北海道土木技術会コンクリート研究委員会企画小委員会特別WG

- (1)第1回特別WG(2019年8月9日、参加委員8名)議題:新たな小委員会のあり方、北海道における品質確保の必要性、構造物の劣化実態

- 品質確保に関する全国の動向(勉強会を中心)
- 北海道としての活動の方向性について議論

## 実構造物の劣化状況の把握（劣化の特徴）

町道橋（凍結防止剤散布不明）



1954年建設の橋台の劣化状況  
（特徴）内部ひび割れ（断面欠損）

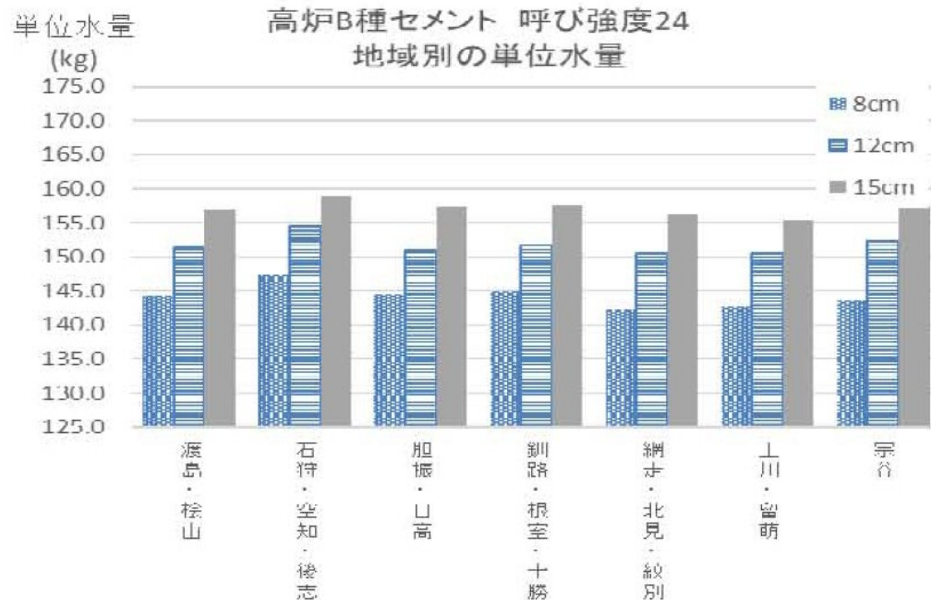
国道橋（凍結防止剤 21t/km）



1986年建設の橋脚の劣化状況  
（特徴）スケーリング劣化

- ・いずれも凍害危険度4の内陸の構造物
- ・1978年のレミコンJIS改定でAEコンクリートが標準

## 使用材料の実態



北海道内の生コンの単位水量



スランプ<sup>o</sup>12cmで155kg/m<sup>3</sup>以下

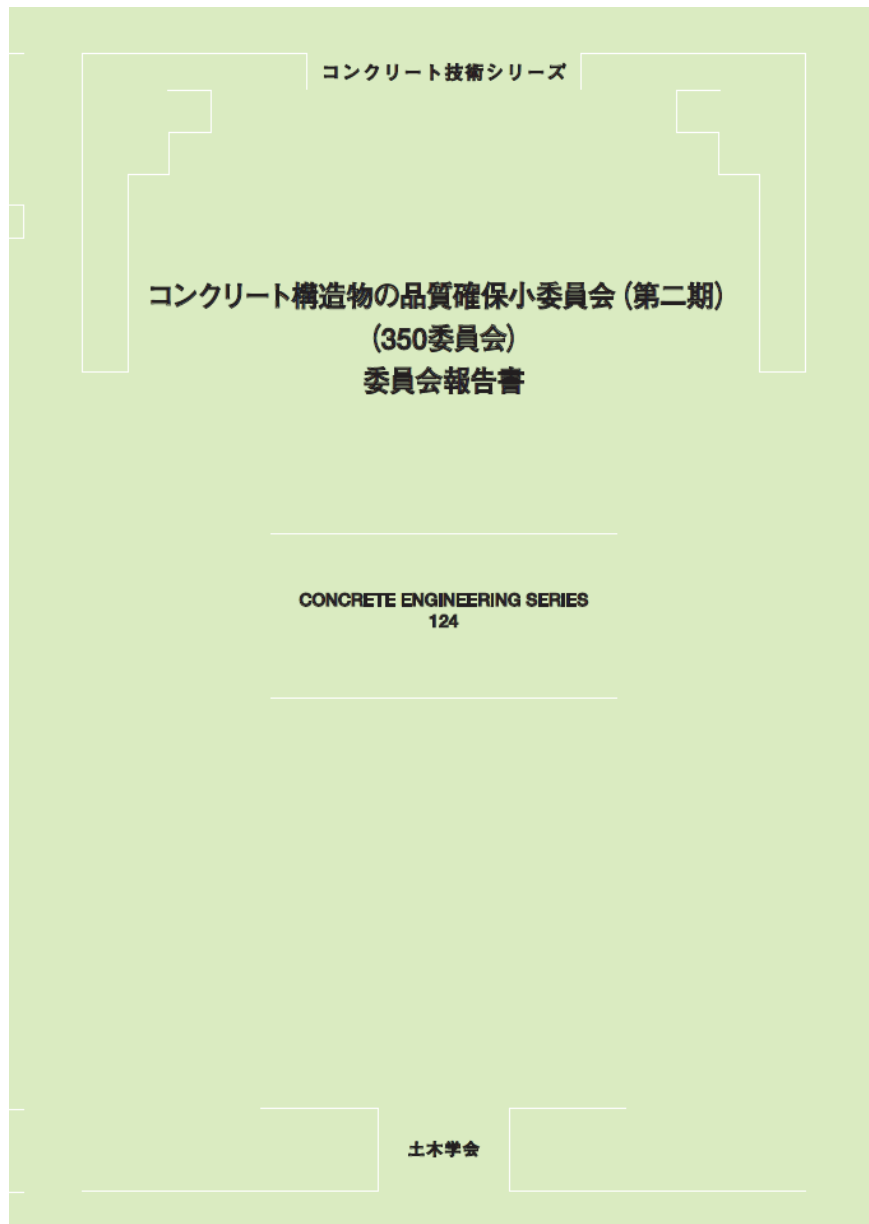
## 北海道独自仕様？

### 北海道開発局道路設計要領

- ・海上大気中や飛沫帯の塩分環境下で凍結融解作用を受ける場合  
→W/C=45%以下、空気量6%の品質条件が示されている
- ・凍結防止剤散布による塩害対策工  
→塩害対策区分Ⅰ相当のかぶり確保、追加対策(塗装鉄筋、表面含浸材)  
地覆、剛性防護柵→シラン系含浸材  
橋台橋座面→けい酸塩系含浸材  
主桁→シラン系、含浸性防錆剤

- ・骨材が良質で、生コンの品質も他都府県に比べ高い？
- ・使用材料、製造・施工技術、独自仕様等整理が必要

(参考)



**土木学会350委員会(第二期)「コンクリート  
構造物の品質確保小委員会」委員会報告書**

(土木学会HP)

<https://committees.jsce.or.jp/concrete44/>



**無償でDL可能！**

## ②国土交通省における品質確保の試行工事

- ・コンクリートの初期欠陥抑制と表層品質向上を目的に「**施工状況把握チェックシート**」と「**表層目視評価**」による品質確保の試行工事の北海道における実施状況



# 国土交通省における品質向上の試行工事の取組み

## ・平成29年度（国交省試行工事元年）

有害なひび割れに代表されるコンクリートの初期欠陥の抑制と、コンクリートの表層品質向上を目的として、

「**コンクリート施工状況把握シート**」及び「**表層目視評価シート**」の実施によるコンクリートの品質向上に向けた試行を行う

（対象工種：**橋梁下部（橋台・橋脚躯体工）**、**トンネル（覆工コンクリート工）**）

→試行終了後：評価シートの提出、**事後アンケート調査**

## ・平成30年度－令和元年度

現場選定条件が新たに追加

- 1) 高密度配筋の構造物
- 2) コンクリートの締固めを行いつらい環境（トンネル覆工等）
- 3) 打設回数が多い
- 4) 1日の気温差が激しい
- 5) 冬季・夏季の気温が著しく低下又は上昇する現場
- 6) 海岸に近い
- 7) 未熟者が多く従事している

→初年度の事後アンケートを反映？（**試行の効果が大きい現場条件**）

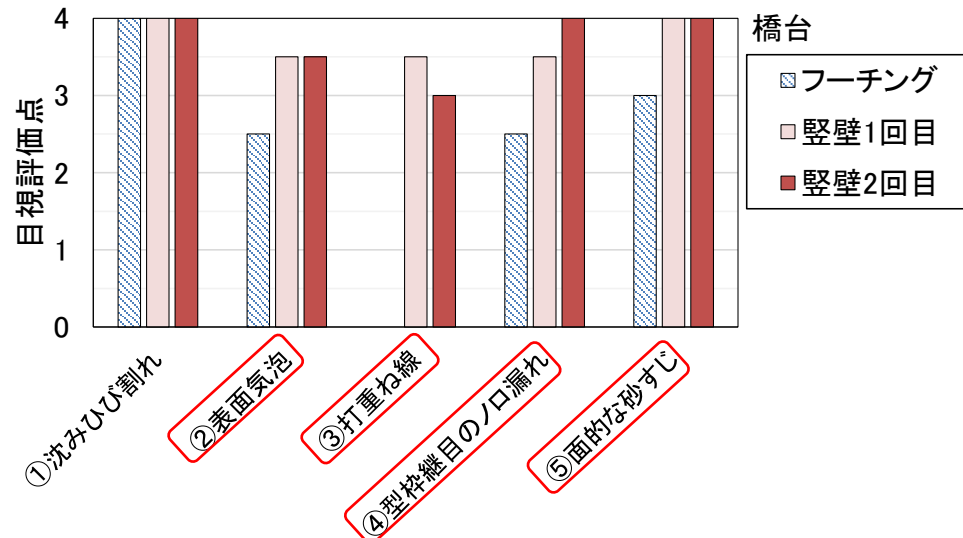
# 北海道における試行工事の取組み状況

- ・平成29年度（1部局－2工事（橋梁1、トンネル1））  
試行直前に現場視察と発注者側職員との意見交換を実施  
（試行工事の目的・意義、疑問点等の確認、）  
→試行1年後に構造物調査と意見交換を実施  
（北海道土木技術会、土木学会350委員会共催（参加者53名））
- ・平成30年度（7部局－8工事（橋梁5、トンネル3））  
現場5事務所で事前説明・意見交換会を実施
- ・令和元年度（4部局－4工事（橋梁3、トンネル1））  
現場2事務所とリモートで事前説明・意見交換会を実施
- ・令和2～3年度（8部局－9工事（橋梁6、トンネル3））  
今後調整予定

# 表層目視評価事例(橋台)

(1回目:フーチング:(24-8-40(N))

- ・外気温5℃ 雨(2018.11.12)
- ・結束線1本除去指示
- ・人員:現場代理人・現場技術者が作業  
→監督・指示者がいない
- ・雨水の浸入が多い(降雨対策の指示)
- ・バイブレータの鉄筋への接触
- ・引き抜き跡多数(引抜き方法指示)



橋台の目視評価(1面のみで実施)

表層目視評価(1週間後):最終打設部分の締固めが不十分で気泡や砂すじが多い

(2回目:たて壁1:(24-8-40(N))

- ・外気温1℃ 曇/雪(2018.11.28)
- ・バイブレータを垂直挿入していない
- ・バイブレータの鉄筋への接触
- ・バイブレータの横移動を一部確認

(3回目:たて壁2:(27-12-40(N?))

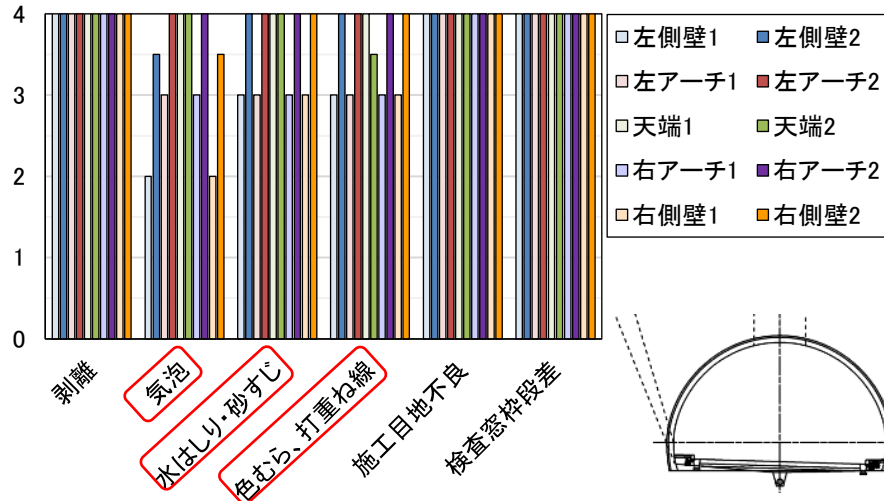
- ・外気温-7℃ 曇/雪(2018.12.11)
- ・特記事項無し

- ・3回目の表層目視評価は概ね向上
- ・打ち継ぎ目部分にノロ漏れ有り(課題)

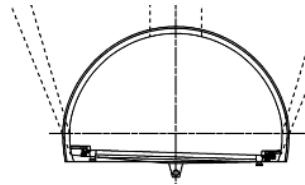
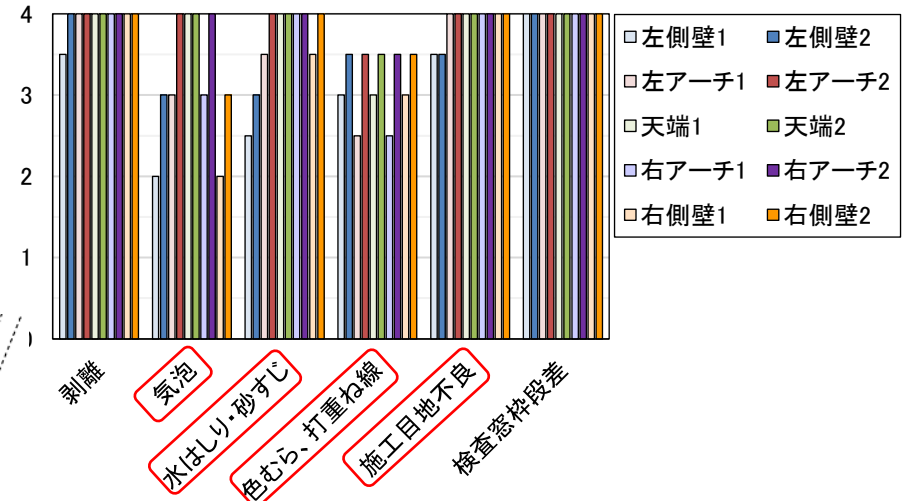
# 表層目視評価の結果(トンネル)

※1回目薄色、2回目濃色

トンネル(発注者)



トンネル(現場代理人)



## 施工状況:(TRC-1P-2)

- ・要改善事項特になし
- ・ツインアーチフォーム工法(TAF工法)の採用、アクアカーテンによる養生

## 表層目視

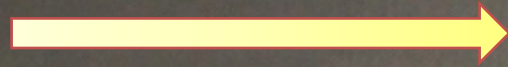
- ・アーチ下端から側壁部下部に**気泡**
    - はく離剤の塗布方法を人力から**自動**に(塗布量を均一に)、はく離剤の種類検討
  - ・左右アーチ部に斜めの**打重ね線**
    - 一つの打設口からの打設量を減らす(斜め打重ね線の防止)
- ↓
- ・側壁打設口の下にコンクリートが擦れて**剥離剤が流れた跡**、全体的に**バイブレータ跡**
  - ・継ぎ目目地部に不良充填箇所が散見
    - コンクリート打設方法の工夫、バイブレータのかけ方、タイミングの改善

# 試行後調査(試行1年後)トンネル

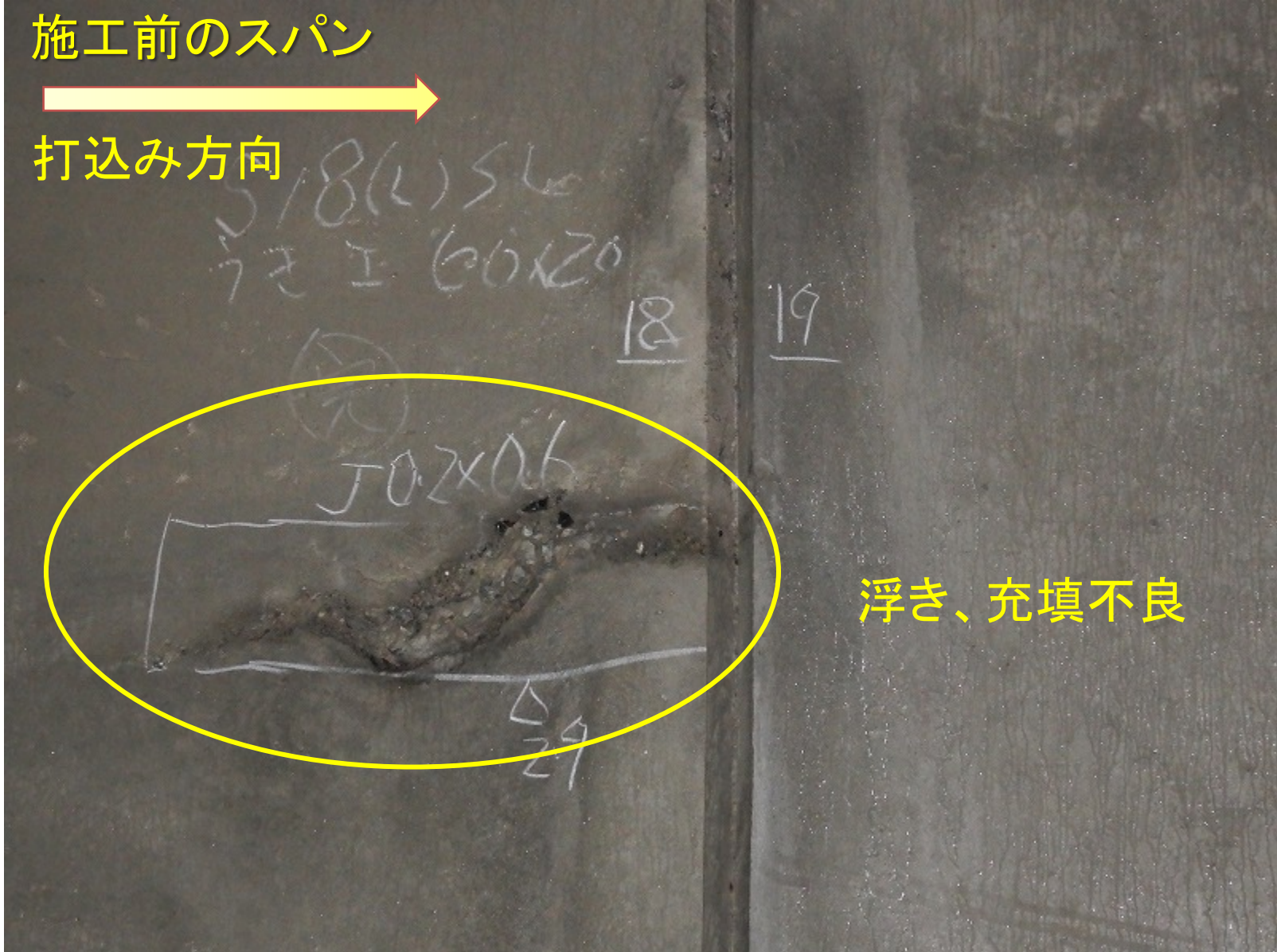


# 試行後調査(試行1年後)トンネル

施工前のスパン



打込み方向



浮き、充填不良

# 試行後調査(試行1年後)トンネル



# 試行後調査(試行1年後)トンネル

試行以降(5スパン目?)



充填不良

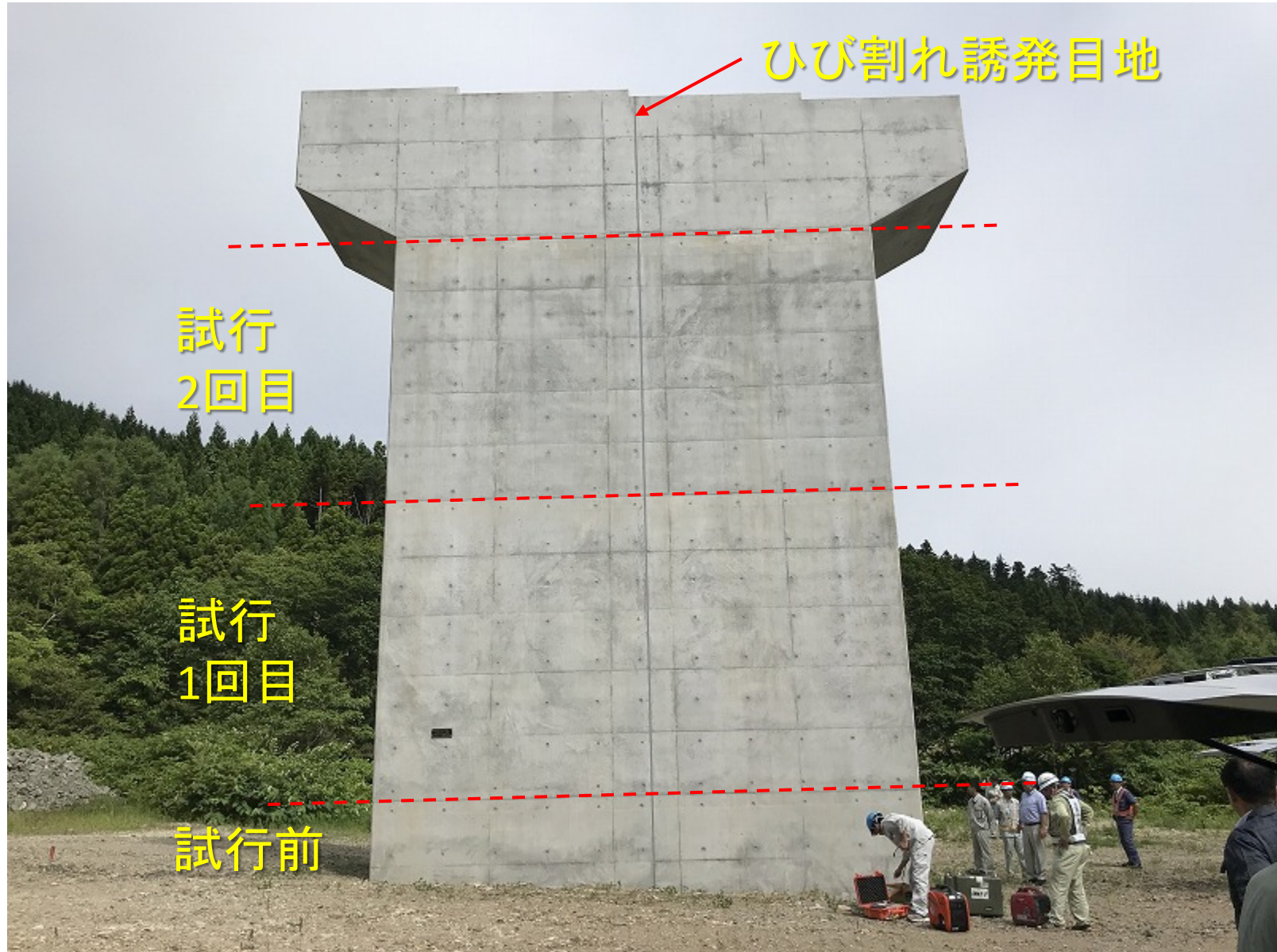


# 試行後調査(試行1年後)トンネル

(試行以降)坑口(天端の色むら、ひび割れ)



# 試行後調査(試行1年後)橋脚



# 試行後調査(試行1年後)橋脚

試行

1回目(最下部)

透気(0.1)

試行前(最上部)

透気(1.1)

透気(0.09)



# 試行後調査(試行1年後)橋脚

別橋脚(試行無し)



# 試行後調査(試行1年後)橋脚

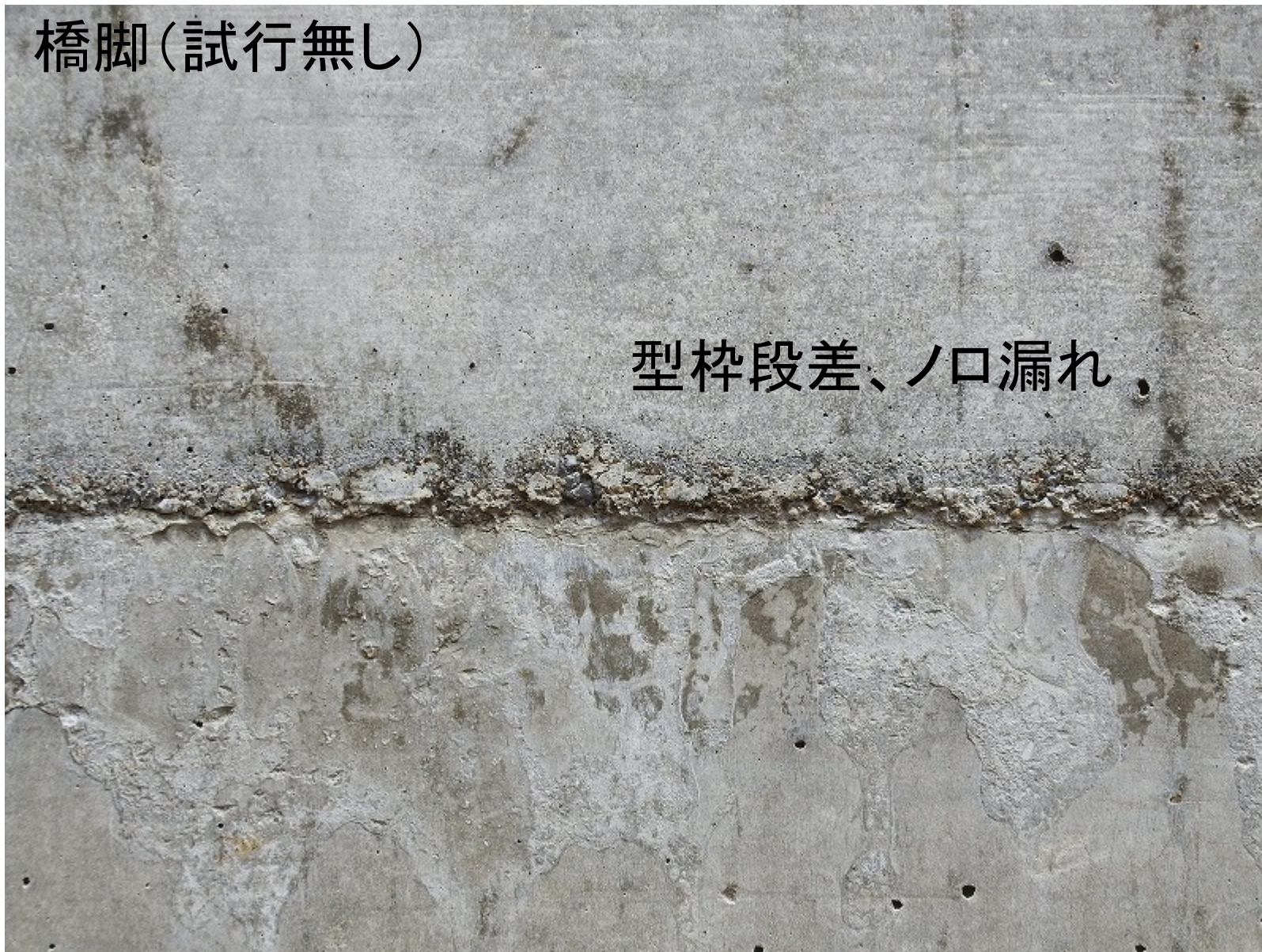
別橋脚(試行無し)



# 試行後調査(試行1年後)橋脚

橋脚(試行無し)

型枠段差、ノ口漏れ

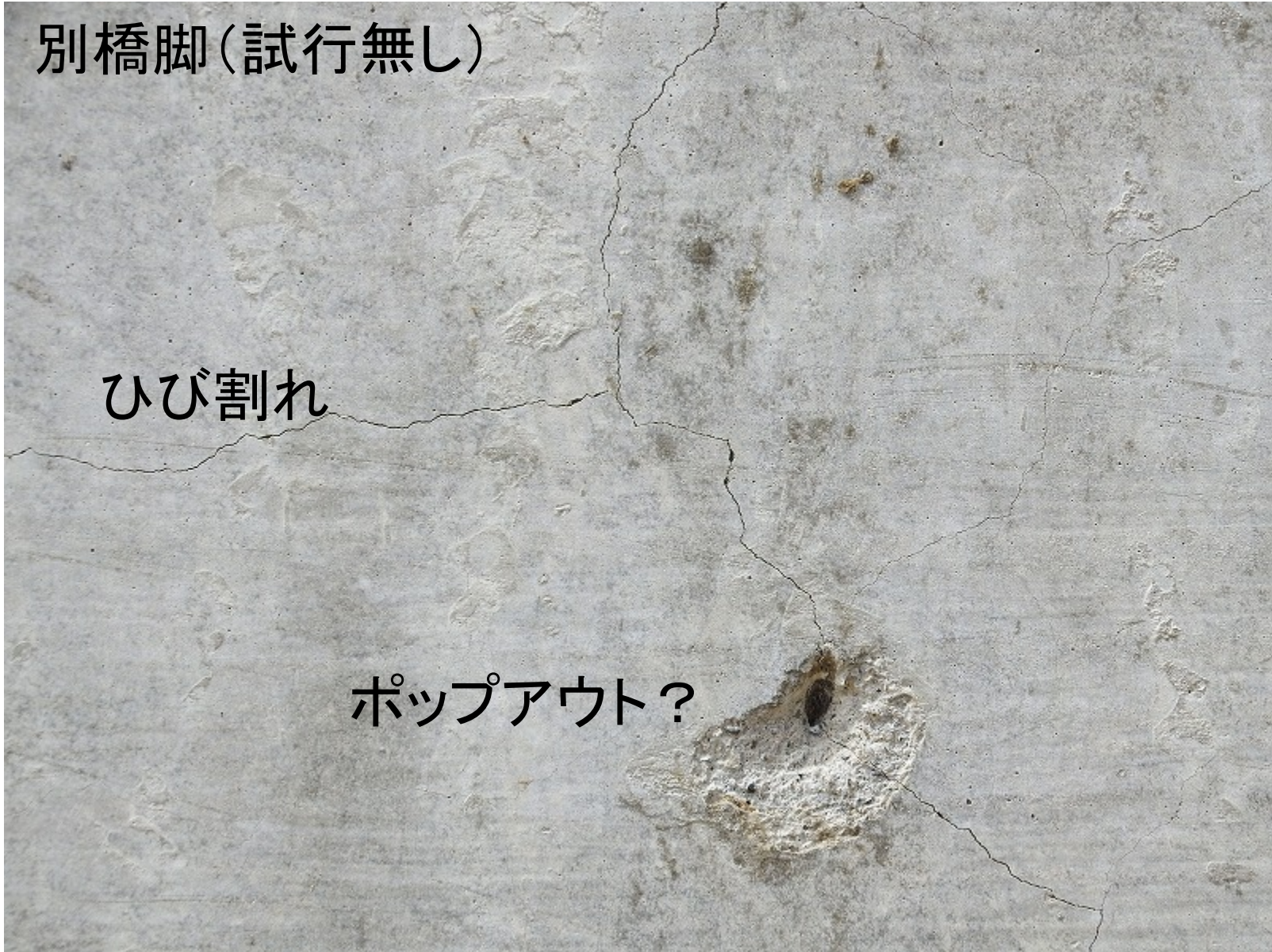


# 試行後調査(試行1年後)橋脚

別橋脚(試行無し)

ひび割れ

ポップアウト?



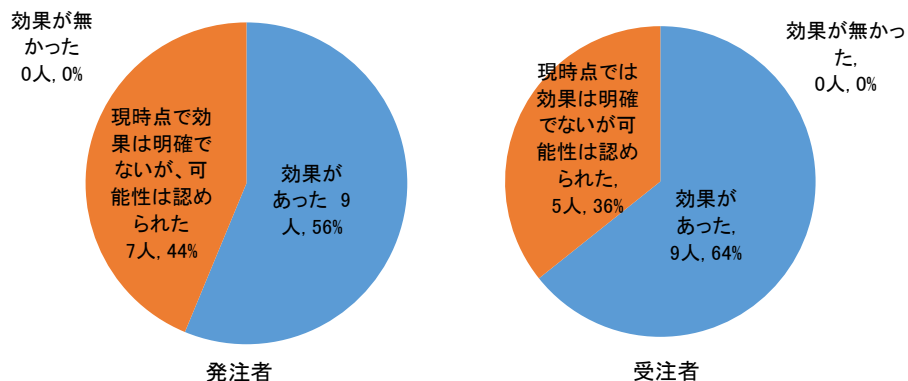
# 意見交換会（試行1年後）



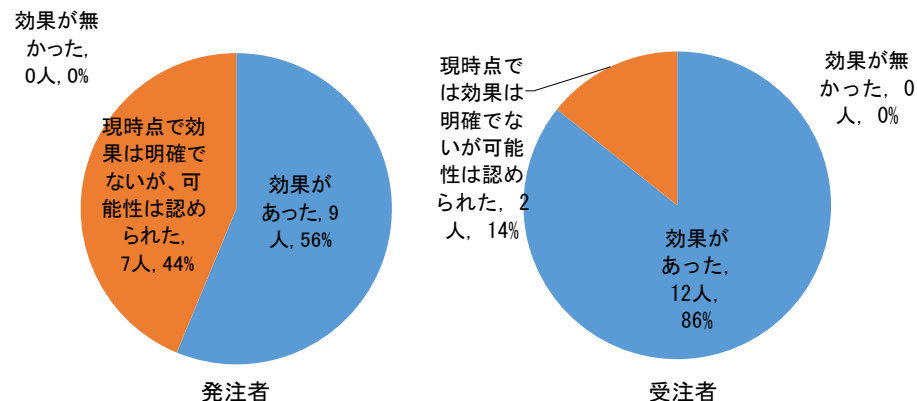


# 事後アンケート調査結果

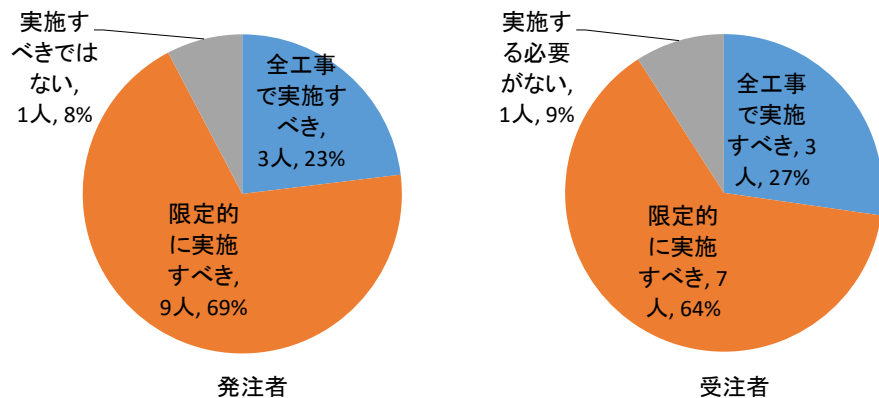
Q. 施工状況把握が品質向上に効果があったか？



Q. 目視評価が品質向上に効果があったか？



Q. 試行結果等を総合的に判断して、今後の取組はどのように運用すべきか？



# 事後アンケート調査結果

Q. 施工状況把握が品質向上に効果があったか？

- ・役割が明確になり作業の見落としの減少、丁寧な作業
- ・チェック行為自体が意識改革につながる
- ・項目が明確で作業員全員に正しい施工方法を周知できる

Q. 目視評価が品質向上に効果があったか？

- ・次回打設への改善点が把握でき、改善につながった
- ・受、発注者間で問題意識を共有できた(改善意識の向上)
- ・評価を直ぐに次施工に反映でき、施工のPDCAにつながった

Q. コンクリートの品質向上以外の効果？

- ・項目の事前確認により安全意識の向上、安全対策の実施
- ・若手監督員の技術力(施工知識)の向上
- ・生コン製造者、圧送業者含め共通意識をもって施工を実施

# 事後アンケート調査結果

## Q. 今後どのように運用すべきか？

- 受発注者ともに負担が増加するので、効果が高い大規模で打設回数の多い工事（長大トンネル、長大橋）、重要構造物、低入札工事等限定し実施したり、チェック時間の短縮や回数を少なくして実施
- 受発注者の意識改革につながるため全工事で実施すべきだが、負担軽減の観点から、施工状況、目視評価については状況に応じて品質証明員で対応や第三者に依頼するなどの措置も必要。取り組みの「行為」だけでも少なからず品質向上に繋がる
- 改善前に施工が完了してしまう多工種・小規模工事であっても品質向上の取組みは重要なため、意識向上としての説明会などの実施も良い
- 当取組みから発展させて社内での意見交換会などを開催することで施工者側の工夫により「良いモノ」を作れ、より「良い施工」が出来ると思う

# 北海道におけるコンクリートの 品質・耐久性向上に関する取組み

- ▶ 北海道土木技術会（産官学）、JCI北海道支部で議論  
地域特性を踏まえた品質（耐久性）確保のあるべき姿の検討  
→ 構造物の劣化の現状把握、分析（必要性の認識！！）  
真に必要な対策の整理（現状の対応含めて整理）
  - ▶ 品質確保の試行工事の取組み状況の紹介  
施工状況把握チェックシート、表層目視評価による品質の向上  
→ 発注者、受注者ともに効果を実感  
項目の事前確認、発注者の臨場により安全性向上にも寄与
- < 運用上の課題 >
- 現場臨場、対応に伴う負担の軽減
  - 目視評価基準 → 実構造物による実践学習が必要

ご清聴ありがとうございました