

# コンクリート構造物における表面含浸材の適用手法



国立研究開発法人土木研究所

寒地土木研究所 耐寒材料チーム 遠藤 裕文

## お話のねらい

北海道開発局の協力を得て行った試験施工、追跡調査の結果を基に、適切な使い方を整理した「道路橋での表面含浸材の適用にあたっての留意事項」（北海道開発局道路設計要領第3集第2編に掲載）の存在を広く知っていただき、表面含浸材の適用をご検討の方に、基礎知識の確認、仕様の策定、施工の参考にお役立ていただきたい。



# お話する内容

---

- はじめに
- 寒冷地での試験施工・追跡調査
- 設計施工要領の紹介

# 背景

寒冷地では、冬期の車両走行の安全を確保するため、路面に凍結防止剤（塩化物）が散布されるが、**コンクリートの劣化（塩害、凍害）**が懸念され、対策が求められる。



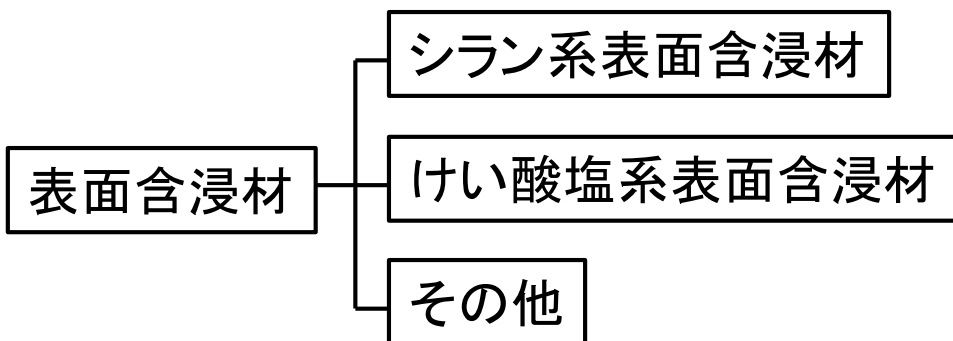
凍害・塩害の複合作用を受けた北海道内のコンクリート部材の一例

# 表面含浸材とは

コンクリートの表層を改質し、外部からの環境作用に対する抵抗性を高めることを目的に使用される**浸透性の保護材**。

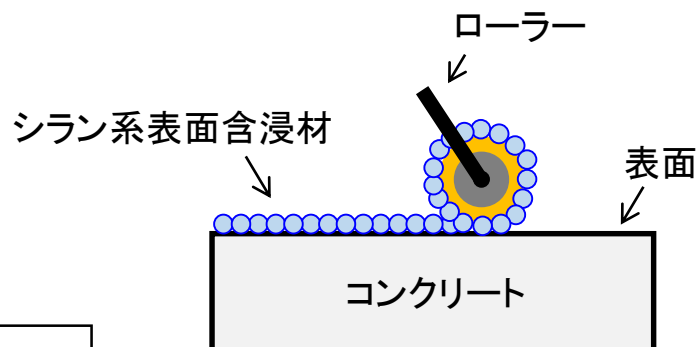
## 主な特徴

- 施工が簡便。比較的安価。
- 無色透明。目視点検が可能。
- 改修時の産廃物の量が少ない。

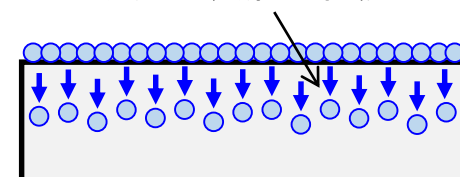


# シラン系表面含浸材(1/2)

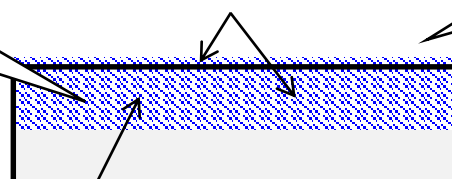
コンクリート表層へ吸水抑制機能を付与。



成分が表層へ含浸

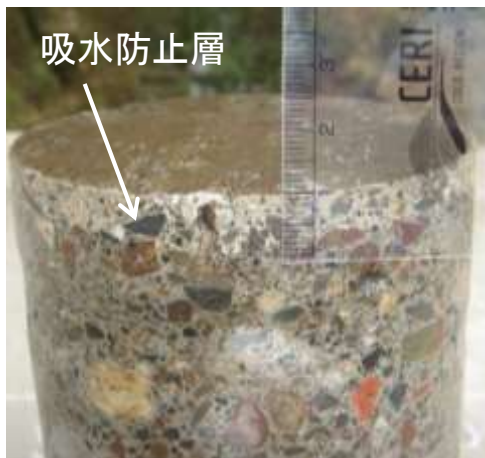


表面と表層(含浸域)が疎水化



表層に「吸水防止層」が形成

吸水防止層



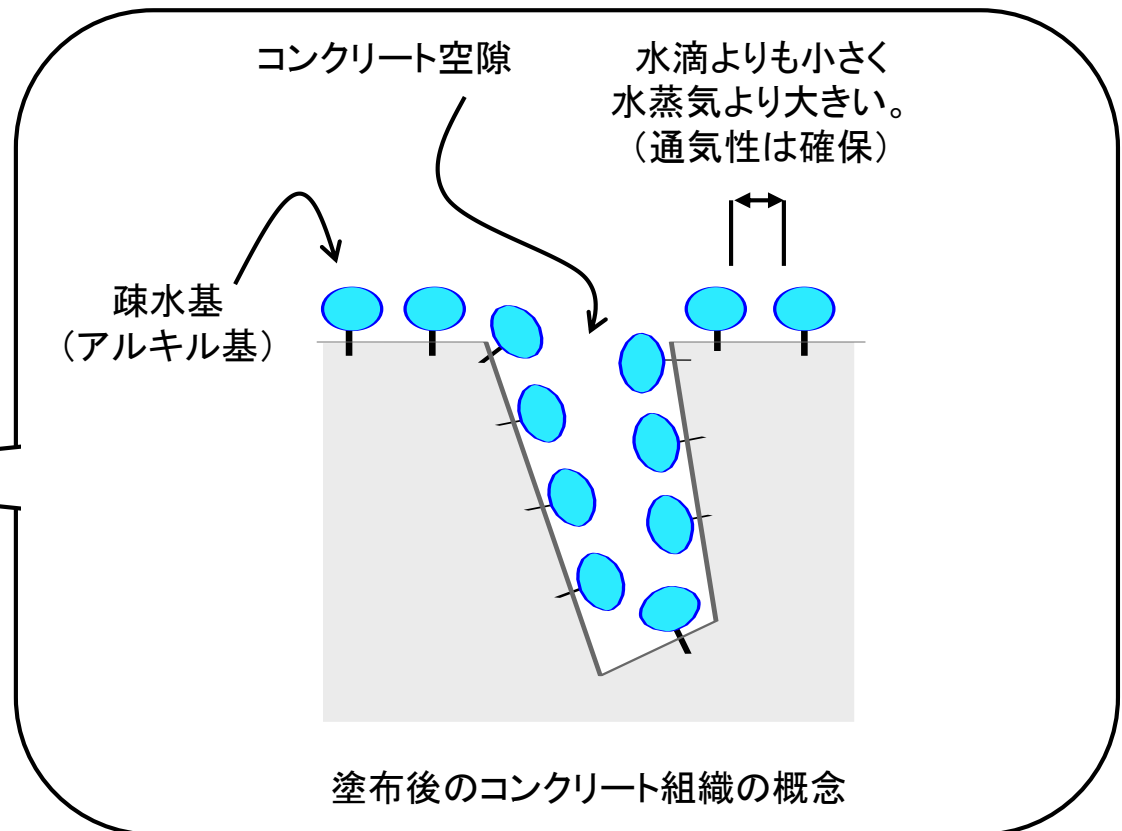
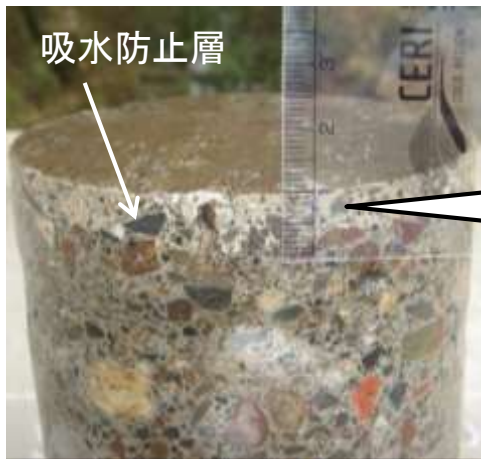
コアの側面に水を噴霧  
(表層が撥水)



部材表面の撥水状況

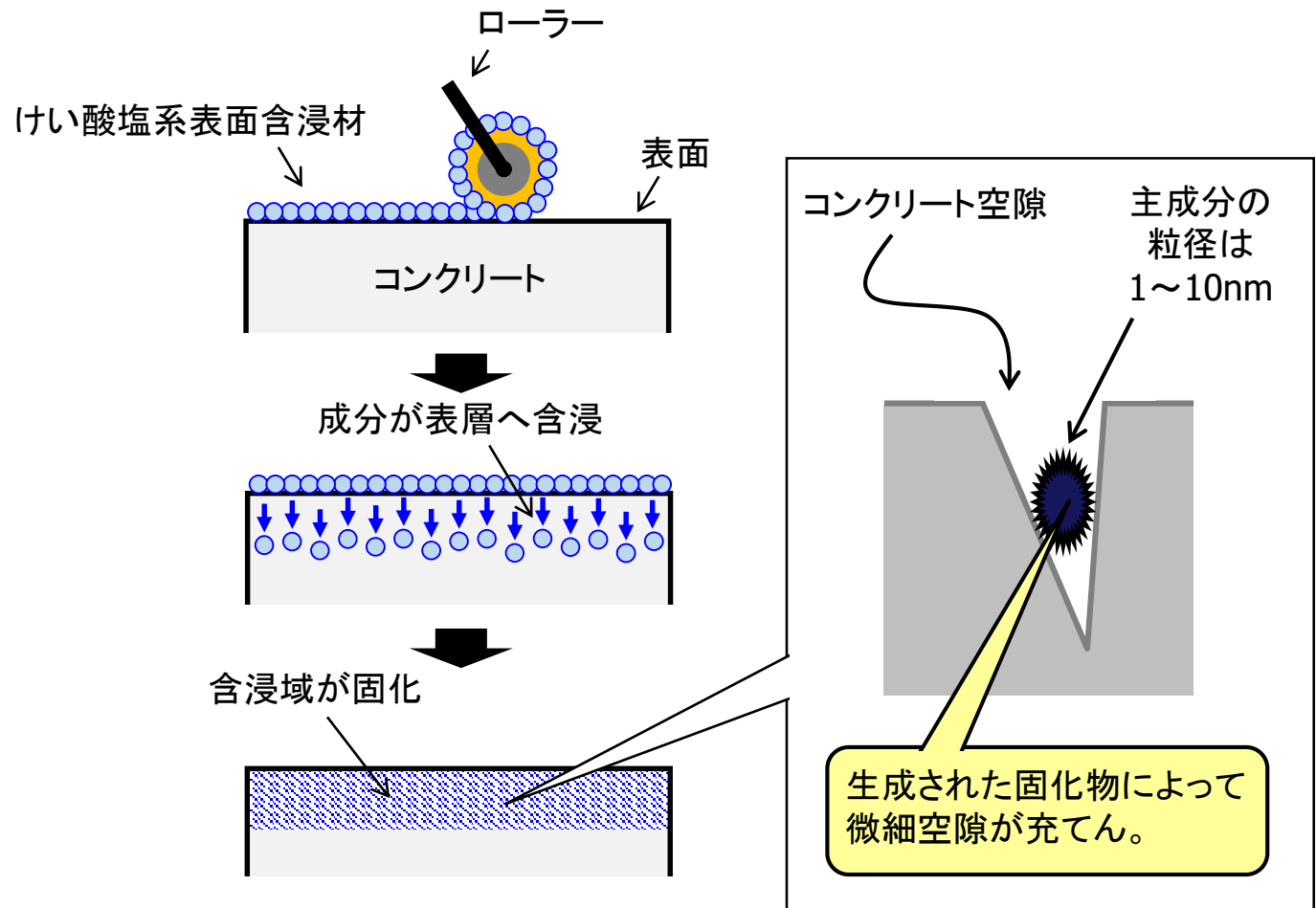
# シラン系表面含浸材(2/2)

コンクリート表面や空隙内壁に、疎水基(アルキル基)を化学的に固着。  
空隙は充填されないため、通気性は確保される。



# けい酸塩系表面含浸材

コンクリート表層を**固化**させる。  
コンクリートのカルシウムと反応して**ゲル**を生成。なお、撥水はしない。



# お話しする内容

➤ はじめに

➤ **寒冷地での試験施工・追跡調査**

➤ 設計施工要領の紹介

現在、多くの製品が製造され各方面へ供給されているが、実際の環境下における効果の持続性は果たして・・・？



# シラン系

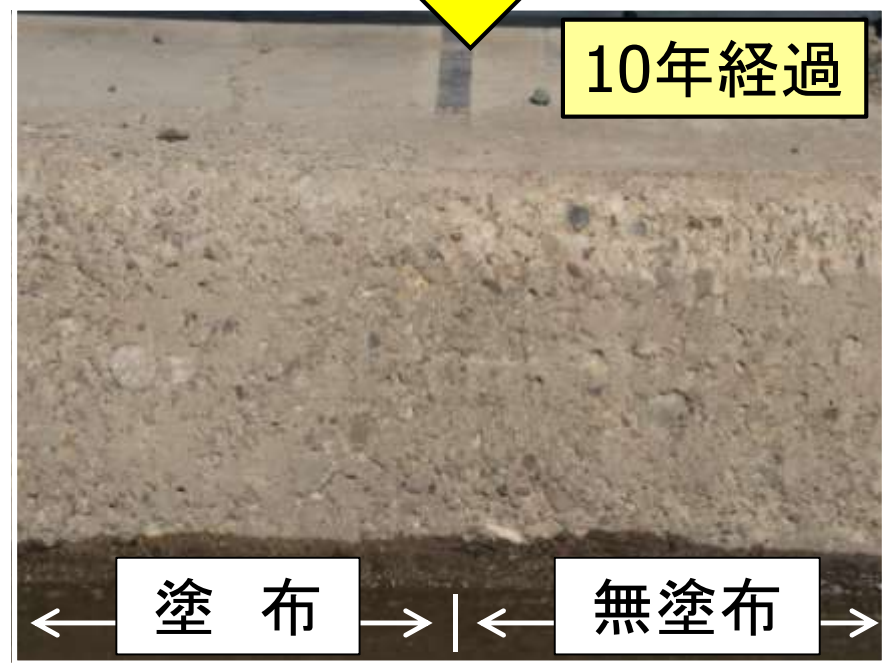
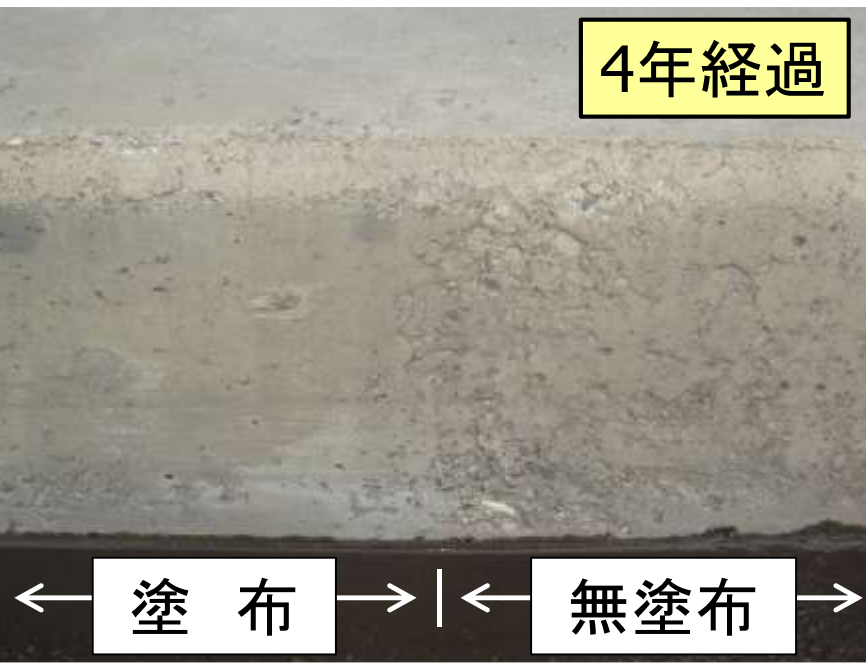
# スケーリング (1/2)

北海道の道路橋地覆にシラン系表面含浸材を塗布し、スケーリングの抑制効果を調査。



4年経過

10年経過



塗布区間はスケーリングが大きく抑制 (ただし、製品による)

調査した橋が曲線橋で水が集まりやすいこともあり、塗布区間でもスケーリング

## シラン系

## スケーリング (2/2)

なお、直線橋のように、水が過剰に集まりにくい環境の地覆（スプラッシュ程度）では、14年目もスケーリングが抑制されることを確認。



14年経過した道路橋地覆  
この橋は直線橋で、地覆に水は集まりにくい

塗布15年目の吸水抑制状況を調査。

紫外線の影響で表面の撥水機能は消失。  
一方、紫外線が作用しない表層は撥水し、  
吸水防止層の残存を確認(ただし、製品  
による)。



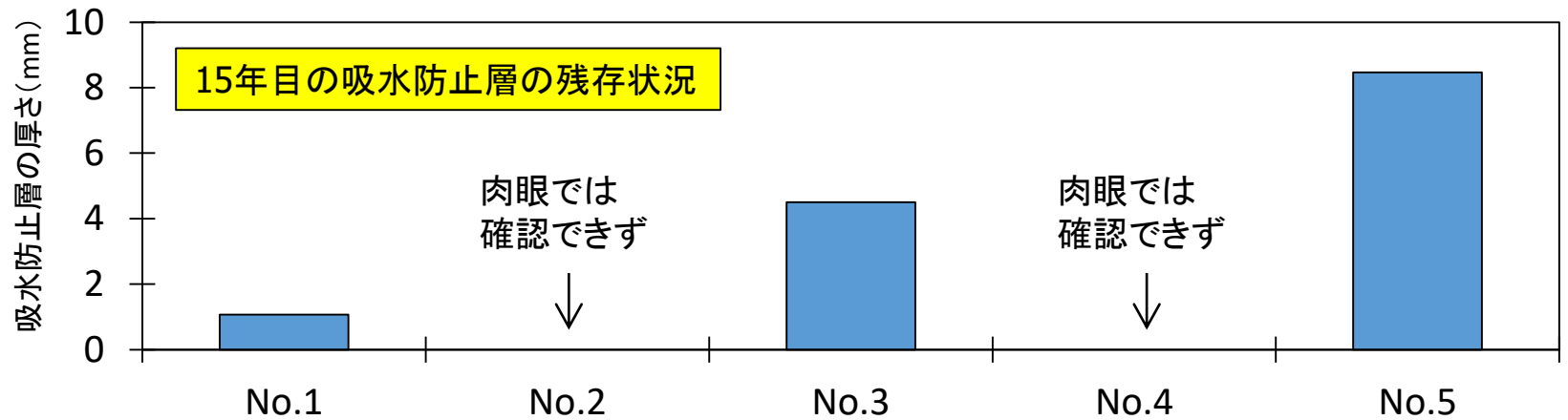
コアを採取し、水を噴霧(右の写真)



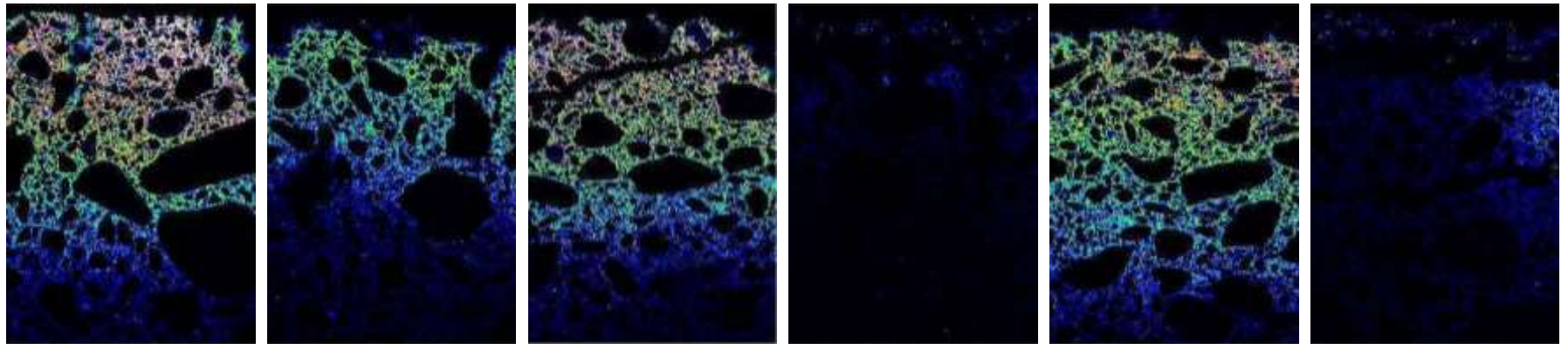
# シラン系

# 塩化物イオン侵入状況

塗布15年目の塩化物イオン侵入抑制状況を調査。  
 吸水防止層残存箇所(No.3、5)は、塩化物イオンの侵入抑制効果が持続。



15年目の塩化物イオンの侵入状況のEPMA像



無塗布

No.1

No.2

No.3

No.4

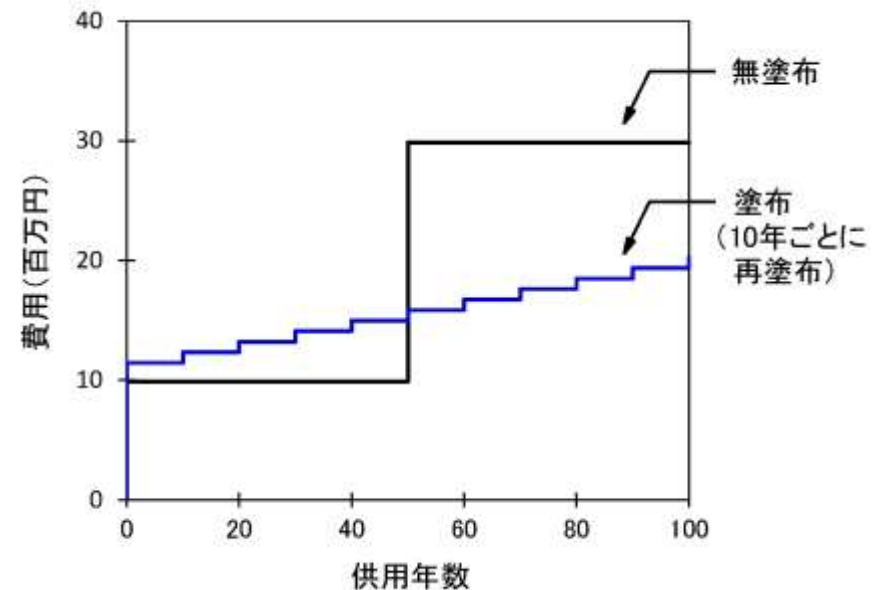
No.5

表面

5cm

## 再塗布と打換えで比較すると・・・

- スケーリング抑制のため、再塗布間隔を10年とすると、部材のライフサイクルコストは、塗布した方が小さくなる。
- 補修費の平準化が実現。



## 断面補修を選択するとしても・・・

- 塩化物イオン侵入深さが小さいため、はつり深さの減少による補修費の縮減効果が期待。

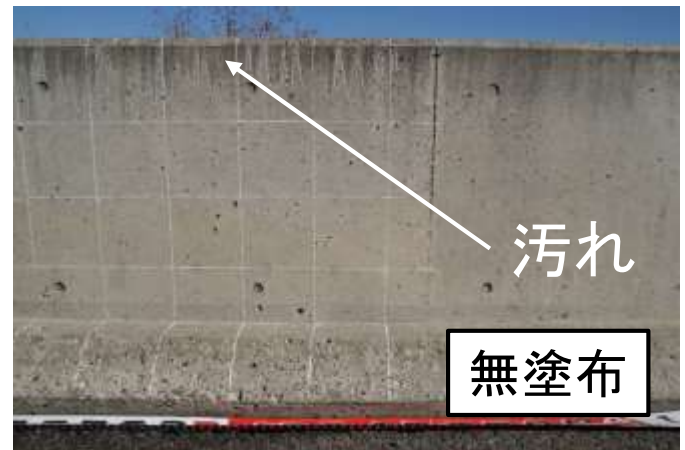
ひと目につきやすい部位では、  
吸水によるコンクリート部材の汚れ対策  
としても有用。



長年の吸水による汚れ



塗布



汚れ

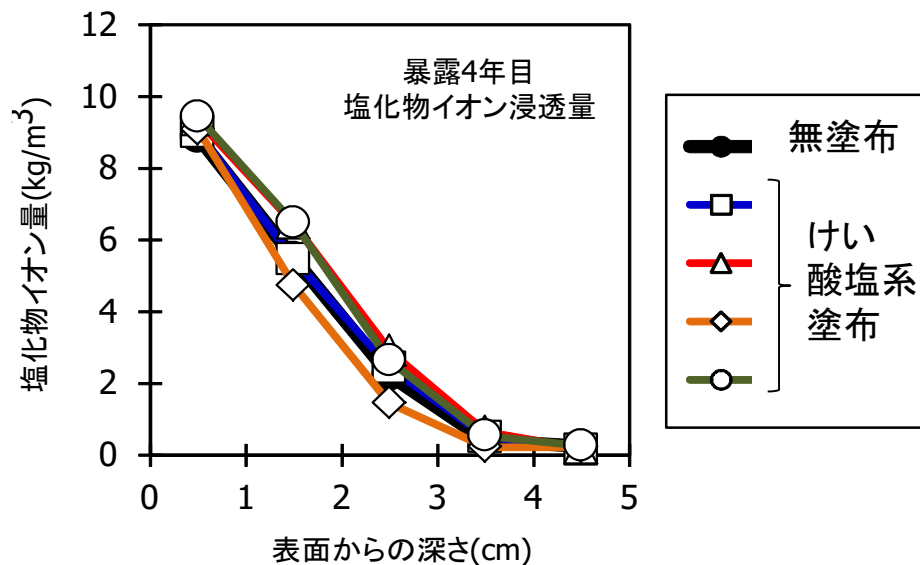
無塗布

H17建設、H26調査（9年経過）

北海道沿岸での4年間の暴露実験では、塩化物イオン浸透抑制効果は確認できず。



暴露実験状況(北海道沿岸)

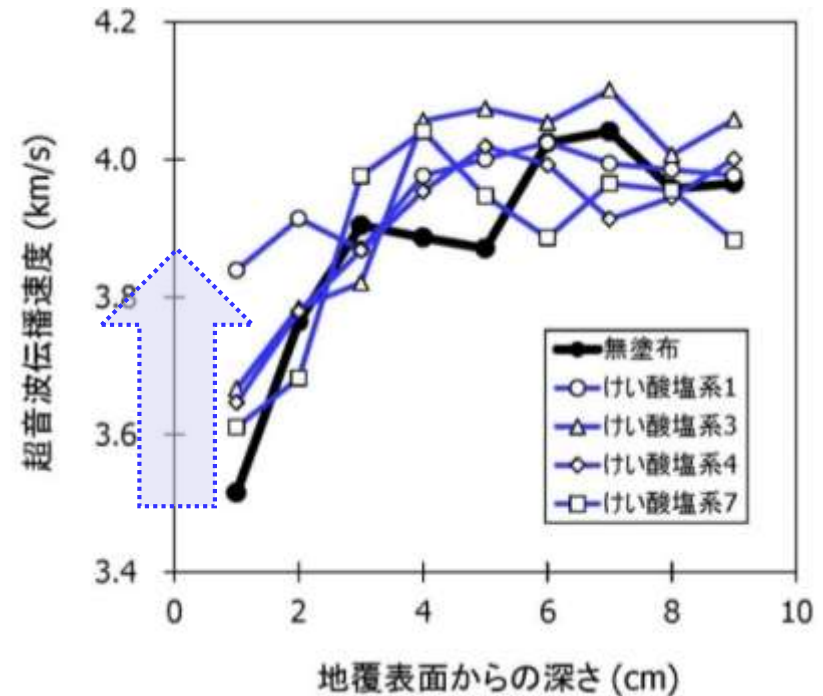


塩化物イオン量の測定結果

## けい酸塩系

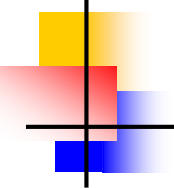
## 表層緻密化効果

塗布5年目にコアを採取し、超音波伝播速度を測定。  
表面近傍(深さ1cm)で超音波伝播速度の増加がみられ、緻密化効果を確認。



超音波伝播速度測定結果



- 
- 
- はじめに
  - 寒冷地での試験施工・追跡調査
  - **設計施工要領の紹介**

# 「道路橋での表面含浸材の適用にあたっての留意事項」(開発局と寒地土研で監修)

北海道開発局 道路設計要領

第3集 橋梁

平成31年4月

北海道開発局

## 参考資料B: 道路橋での表面含浸材の適用にあたっての留意事項

北海道開発局と寒地土研の共同監修資料

目 次	
1. 総 則	1
1.1 はじめに	1
1.2 用語の定義	1
2. 基本事項	2
2.1 シラン系表面含浸材	2
2.2 けい酸塩系表面含浸材	2
3. シラン系表面含浸材	3
3.1 適用範囲	3
3.2 製品選定	3
3.3 作業の留意点	3
4. けい酸塩系表面含浸材	4
4.1 適用範囲	4
4.2 製品選定	4
4.3 作業の留意点	4
5. 各部材への施工	5
5.1 一般	5
5.2 地覆・剛性防護柵	5
5.3 橋座面	5
5.4 主桁	5
(コンクリート橋)	
6. 記録	6
7. 劣化予測	6
8. 維持・管理	6

北海道開発局と寒地土研の共同監修資料

1. 総 則

1.1 はじめに

1.2 用語の定義

2. 基本事項

2.1 シラン系表面含浸材

2.2 けい酸塩系表面含浸材

3. シラン系表面含浸材

3.1 適用範囲

3.2 製品選定

3.3 作業の留意点

4. けい酸塩系表面含浸材

4.1 適用範囲

4.2 製品選定

4.3 作業の留意点

5. 各部材への施工

5.1 一般

5.2 地覆・剛性防護柵

5.3 橋座面

5.4 主桁

(コンクリート橋)

6. 記録

7. 劣化予測

8. 維持・管理

## 【目次】

- 1. 総 則
  - 1.1 はじめに
  - 1.2 用語の定義
- 2. 基本事項
- 3. シラン系表面含浸材
  - 3.1 適用範囲
  - 3.2 製品選定
  - 3.3 作業の留意点
- 4. けい酸塩系表面含浸材
  - 4.1 適用範囲
  - 4.2 製品選定
  - 4.3 作業の留意点
- 5. 各部材への施工
  - 5.1 一般
  - 5.2 地覆・剛性防護柵
  - 5.3 橋座面
  - 5.4 主桁(コンクリート橋)
- 6. 記録
- 7. 劣化予測
- 8. 維持・管理

北海道開発局 道路設計要領 第3集 第2編 参考資料Bとして収録  
(北海道開発局のホームページからダウンロードできます)

# シラン系表面含浸材の選定

下記を満たす製品を選定する。

ただし、製品選定の目安であって、**実施工での出来形の管理基準ではない。**

		北海道 開発局 (留意事項)	参考		
			NEXCO 東・中・西	日本 建築学会	建築仕上 工業会
試験体		W/C=55% コンクリート (RC-4相当)	W/C=50% モルタル	W/C=65% モルタル	
シラン系表面含浸材 含浸深さの規格値		6mm以上	4mm以上※	1mm以上	2mm以上
塩化物 イオンの 浸透抑制	塩分濃度 浸漬日数	3%濃度、63日浸漬		2.5%濃度、7日浸漬	
	規格値	浸透深さ 3mm以下	90%以上 の抑制率	浸透深さ 3mm以下	浸透深さ 3mm以下

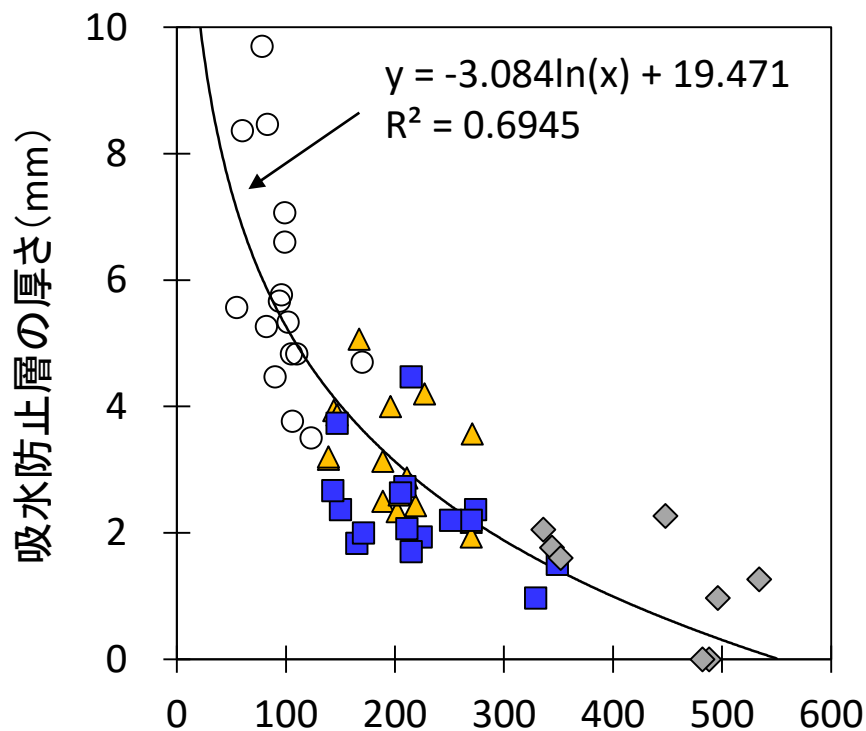
※スケーリングが懸念される地域については、別途検討した上で規格値を設定

# シラン系表面含浸材の施工

確実に含浸させるには、**表面の水分量を減らした上で、塗布することが大切。**



電気抵抗式水分計によるチェック状況



塗布時における

電気抵抗式水分計のカウント値

乾

表面の状態

湿

# けい酸塩系表面含浸材の選定

けい酸塩系表面含浸材は2種類に大別されるが、現状は使い分けをせず、寒冷地での実績(追跡調査データ等)を有する製品を使用することとしている。

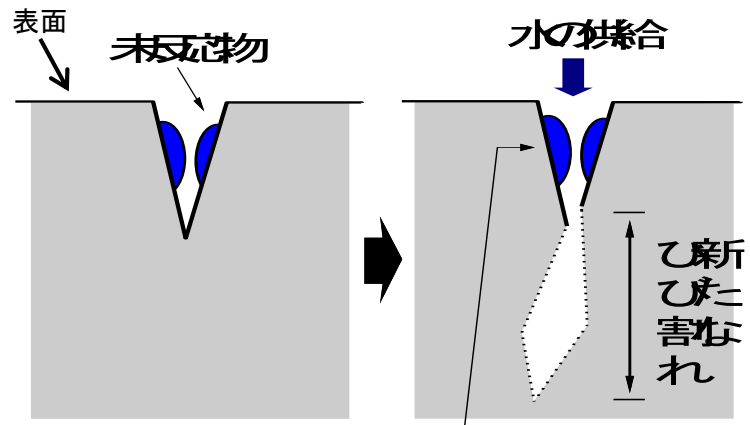
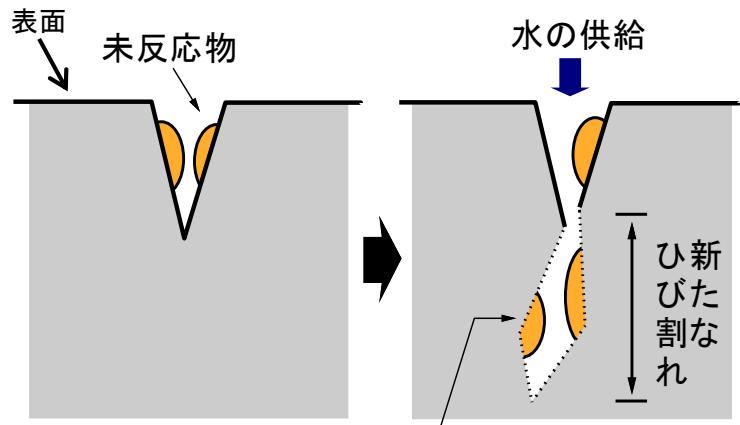
## けい酸ナトリウム系 表面含浸材(反応型)

## けい酸リチウム系 表面含浸材(固化型)

水が供給されると再び溶解し、水酸化カルシウムと反応

難溶性になる

未反応のまま乾燥、固化した成分



水の供給により溶解して移動し、再反応(結晶化)

水の供給でも溶解しない(固化のまま)

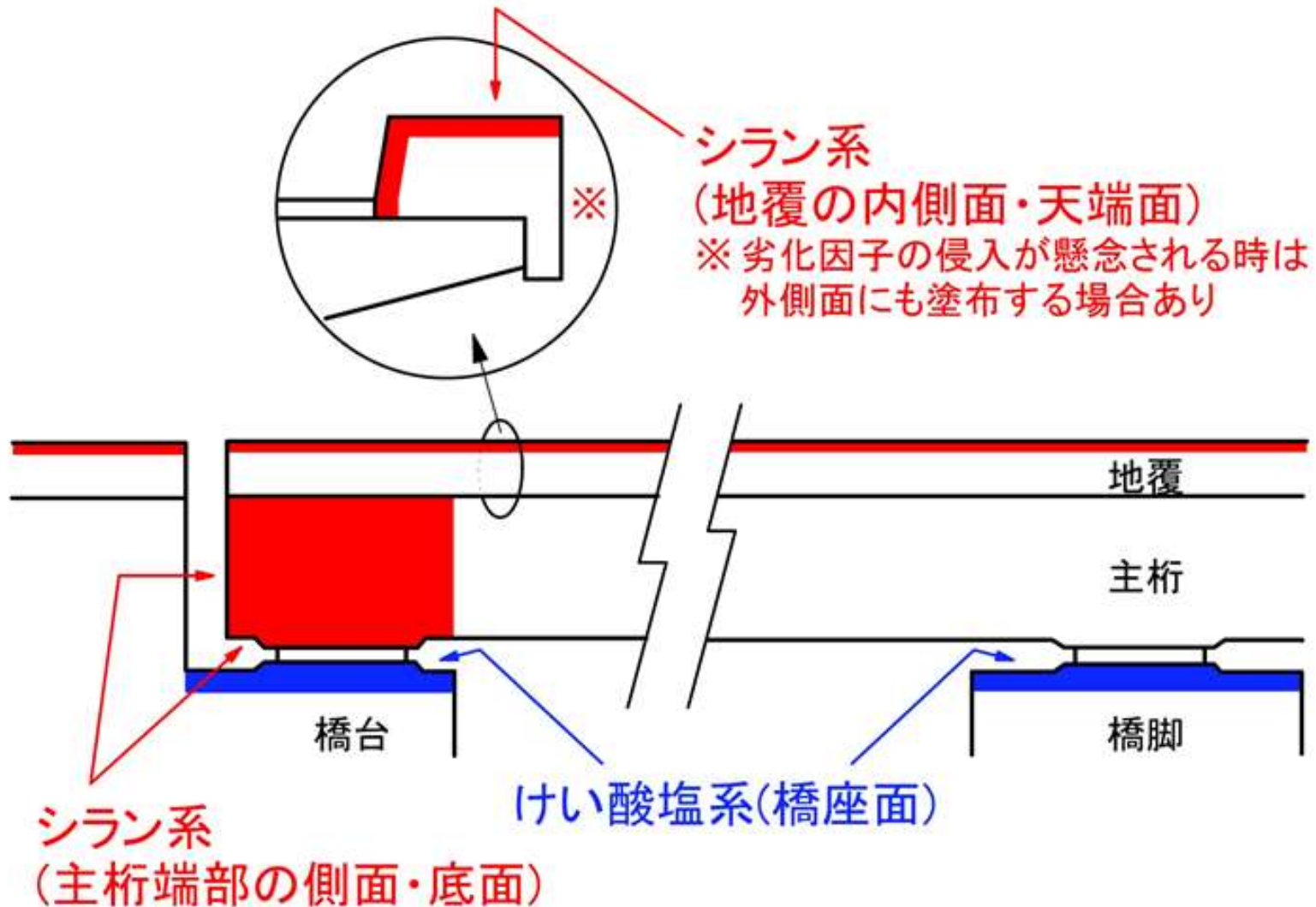
湿潤状態で施工

乾燥状態で施工

留意点

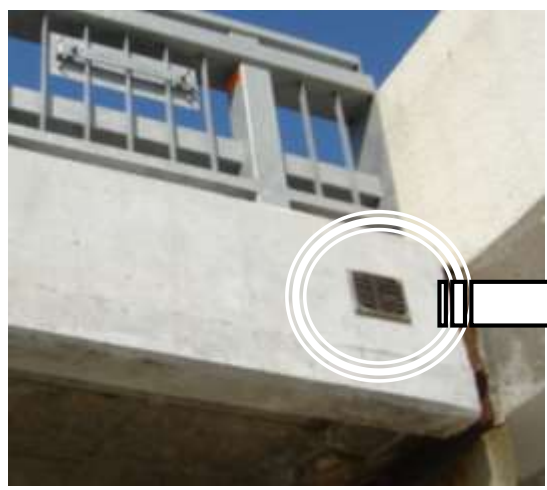
製品は水溶液で、施工でも水を使うこともあり、冬期施工では凍結に注意

# 道路橋での使い分け(開発局の場合)



# 記録

経年しても塗布したことが現場で確認できるよう、銘板を設置。



- 銘板への記載事項
- ・構造物の名称
  - ・施工部位
  - ・施工年月
  - ・使用材料(製品名)
  - ・材料製造者
  - ・施工者(工事管理者)

## 銘板の例



部位毎に区分けして明示



地覆にシラン、橋座面にけい酸塩(2枚にわけて貼り付け)

本日、お話をさせていただいた内容

## 表面含浸工法の適用手法

- 寒冷地での試験施工・追跡調査
- 設計施工要領の紹介

本日のお話が、表面含浸材の基礎知識の確認、施工の参考となれば幸いです。

## お問い合わせ先

寒地土木研究所  
耐寒材料チーム  
電話:011-841-1719  
担当:島多,菊田,遠藤



技術相談も  
いつでもお受けします。  
表面含浸工法に関する  
様々な情報提供も歓迎。

ご静聴ありがとうございました