

# 小規模橋梁に対する 床版防水工法の動向と開発事例

## HI-SPECシール工法(CPタイプ)

NETIS登録 KK-230060-A

株式会社アイゾールテクニカ  
田村 悟士

# 本日の内容

- ◆ 開発背景
- ◆ 開発コンセプト
- ◆ 工程・使用材料の構成
- ◆ 各種性能試験
- ◆ 施工事例
- ◆ 設計・施工のポイントと設計事例

# 開発に至る背景 その1

- ◆全国の橋梁数は約70万橋. このうち, 建設後50年を超えた橋梁の割合は, 令和5年には43%, 令和15年には67%へと増加する.  
(国土交通省道路局 調べ)
- ◆橋梁の補修の基本として, 床版上部からの水の浸入を防止することが大事である. ⇒ 床版防水工の施工が重要.
- ◆舗装の違いによる床版防水工の適用について
  - ・アスファルト舗装 ⇒道路橋床版防水便覧により示されている
  - ・コンクリート舗装 ⇒統一的なガイドラインが存在しない.
- ◆コンクリート舗装橋梁への床版防水に対する考え方はさまざま.

# 開発に至る背景 その2

## ◆床版防水機能を期待した工法の例(下地補修別途)

工法Ⅰ	工法Ⅱ	工法Ⅲ
①コンクリート舗装切削・手ばつり ②下地処理 ③プライマー塗布 ④床版防水(塗膜・シート) ⑤アスファルト舗装敷設	①下地処理 ②プライマー塗布 ③樹脂モルタル敷設	①下地処理 ②ケイ酸塩系含浸材塗布
平均所要日数:5日~10日	平均所要日数:2日~4日	平均所要日数:2日~4日
床版防水機能を有する	床版防水機能を有する	床版防水機能を有しない

◆小規模橋梁の場合, 通行止めができないケースもあり, 早期の交通開放が求められる.

◆予算制約上, コストパフォーマンスの高い防水材が求められる.

# 開発コンセプト

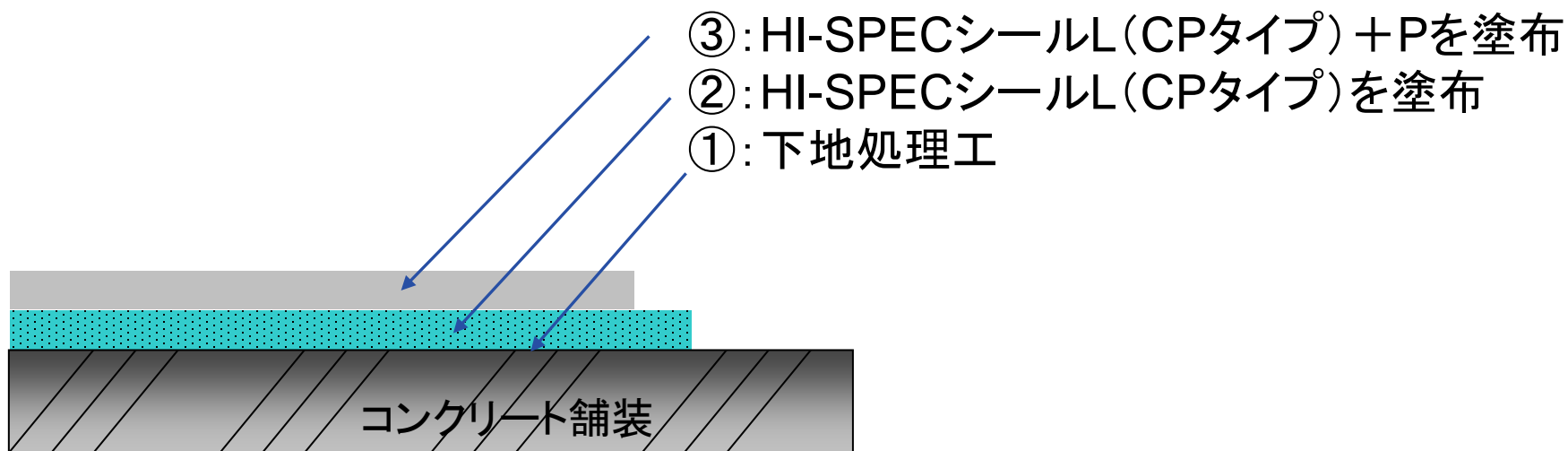
- ◆コンクリート舗装上に施工できること.
- ◆床版防水工法としての防水性能を満足すること.
- ◆施工後, 早期に道路開放できること.
- ◆施工が比較的簡便で, 地元業者にて作業が可能なこと.
- ◆環境の安全対策から, VOCを使用しない水性材とすること.



浸透型防水工法

**HI-SPECシール工法 (CPタイプ)**

# HI-SPECシール工法 (CPタイプ) の工程



- ③: 0.80kg/m<sup>2</sup> 塗布
- ②: 0.25kg/m<sup>2</sup> 塗布
- ①: 高圧洗浄, サンダーケレンなど  
※断面修復などが必要な場合あり

# 使用材料の構成

## HI-SPECシールL (CPタイプ)

### HI-SPECシール工法 1 層目に使用する材料

主剤:

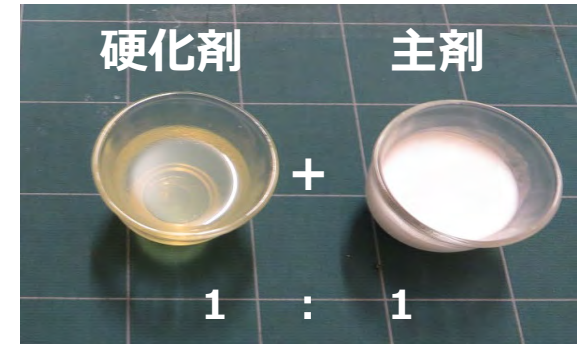
水溶媒中で乳化技術を向上させエマルジョン化している

硬化剤:

反応性を向上させ液体の材料分離抵抗性を高める

**主剤+硬化剤** (2液型)

使用材料と配合比率 (重量比)



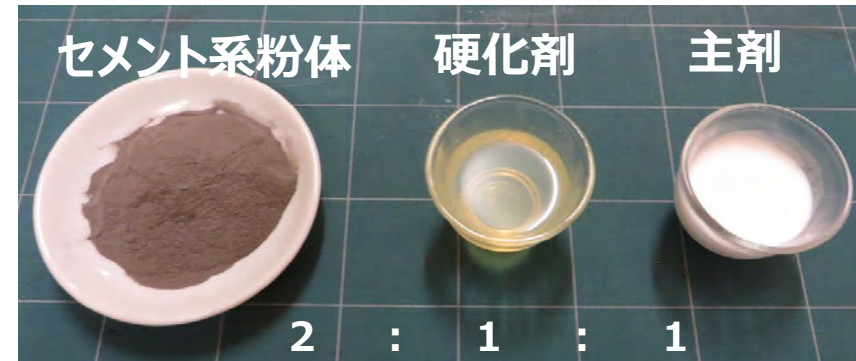
- ◆ 超低粘度型水性エポキシ樹脂に着目し、浸透型防水材料として使用する。
- ◆ マイクロクラックに浸透し、コンクリート表面強度の向上効果が得られる。
- ◆ VOCを使用しないため、アスファルトのカットバックが発生しない。

# 使用材料の構成

## HI-SPECシールL (CPタイプ) + P

HI-SPECシール工法 2層目に  
使用する材料

使用材料と配合比率 (重量比)



### セメント系粉体を混合することで期待できる効果

- ◆防水材がペースト状になるため、比較的大きなひび割れ (0.2mm～2mm程度まで) の充填性が向上する。
- ◆1層目 (浸透型防水層) の保護機能。
- ◆すべり抵抗性の維持と区画線との接着性向上。
- ◆HI-SPECシールL:Pの配合比を変更することで、断面修復機能を付加できる。



# 各種性能試験

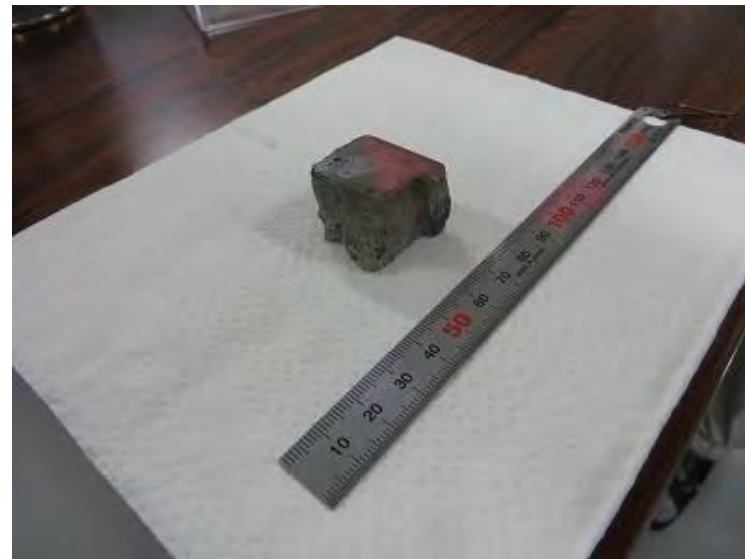
- ① 防水性能の確認・・・防水性試験 I
- ② EPMAによる含浸系防水材の含浸状況の確認
- ③ 曲げひび割れが発生したコンクリート部材の曲げ強度回復の確認
- ④ すべり抵抗性試験
- ⑤ 区画線との接着性試験
- ⑥ 凍結融解試験

# ①防水性試験 I



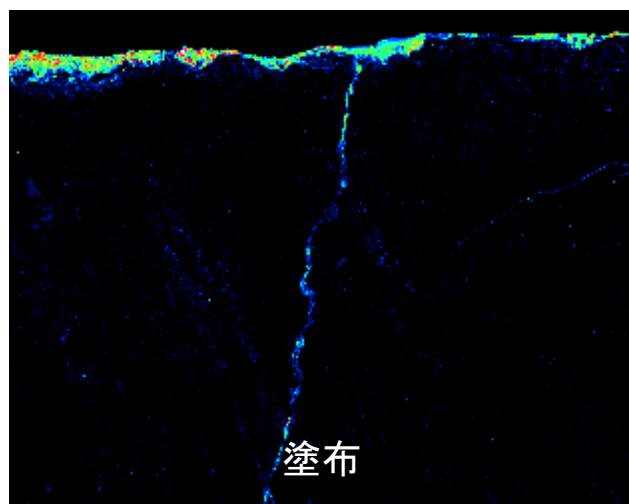
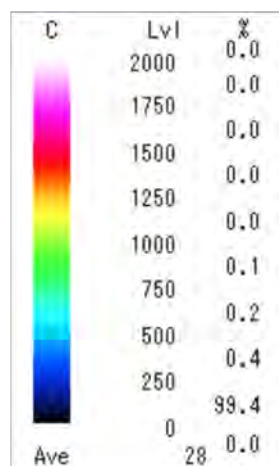
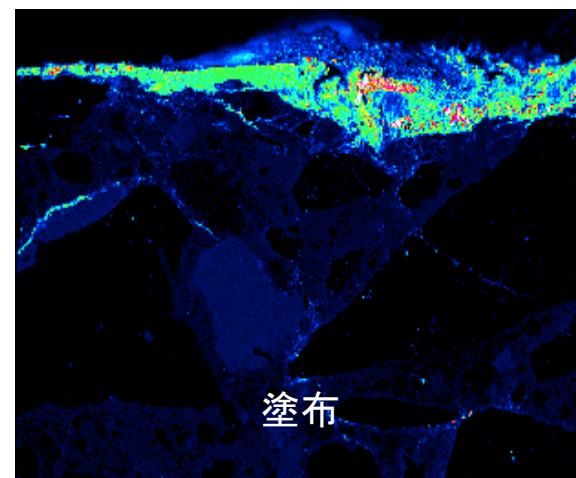
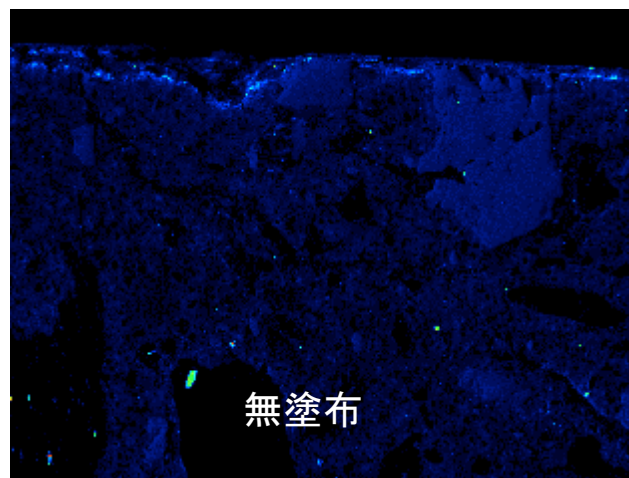
- ◆ 日本道路協会 床版防水便覧 防水性試験Iを実施
- ◆ 合否判定の目安(基準値) 0.2ml
- ◆ 試験結果 0.0ml(合格)

## ②EPMAによる含浸系防水材料の含浸状況の確認



- ◆ EPMAを用いて、塗布面から深さ方向についての元素マッピング分析
- ◆ HI-SPECシールLを塗布した試験体で確認
- ◆ 分析元素：C

## ②EPMAによる含浸系防水材料の含浸状況の確認

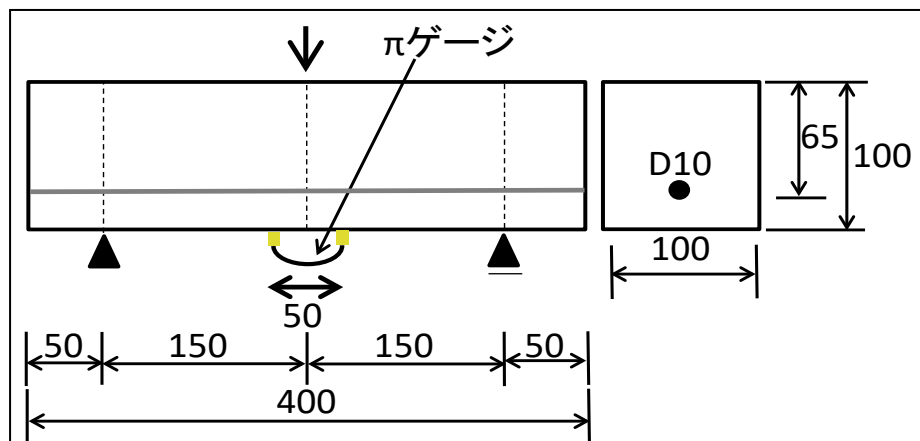


◆ 写真上部が塗布面

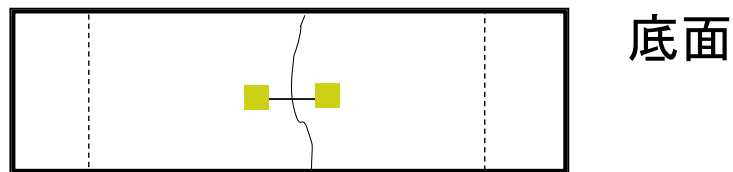
◆ 分析範囲...

1.6mm × 1.2mm

# ③ 曲げひび割れが発生したコンクリートの 曲げ強度回復の確認

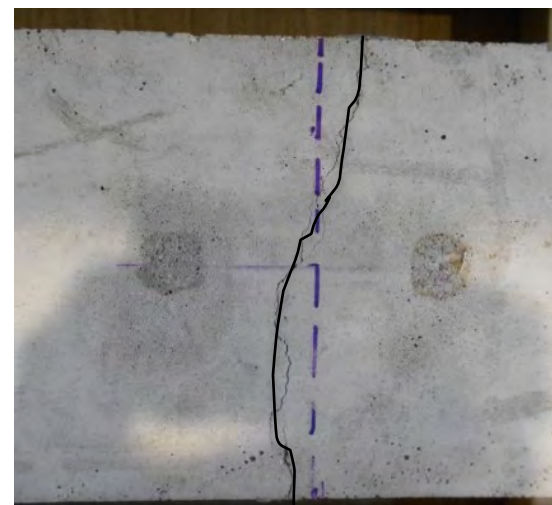


側面



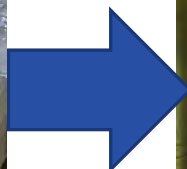
底面

0.15mm、0.30mmの残留ひび割れ

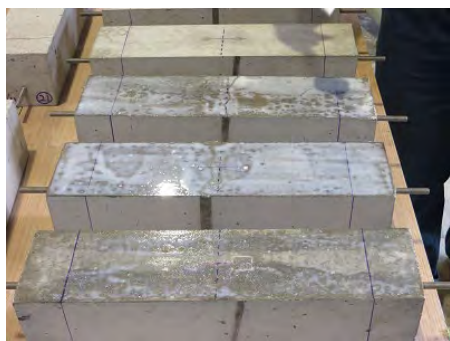


ひび割れ例(0.30mm)

### ③ 曲げひび割れが発生したコンクリートの 曲げ強度回復の確認



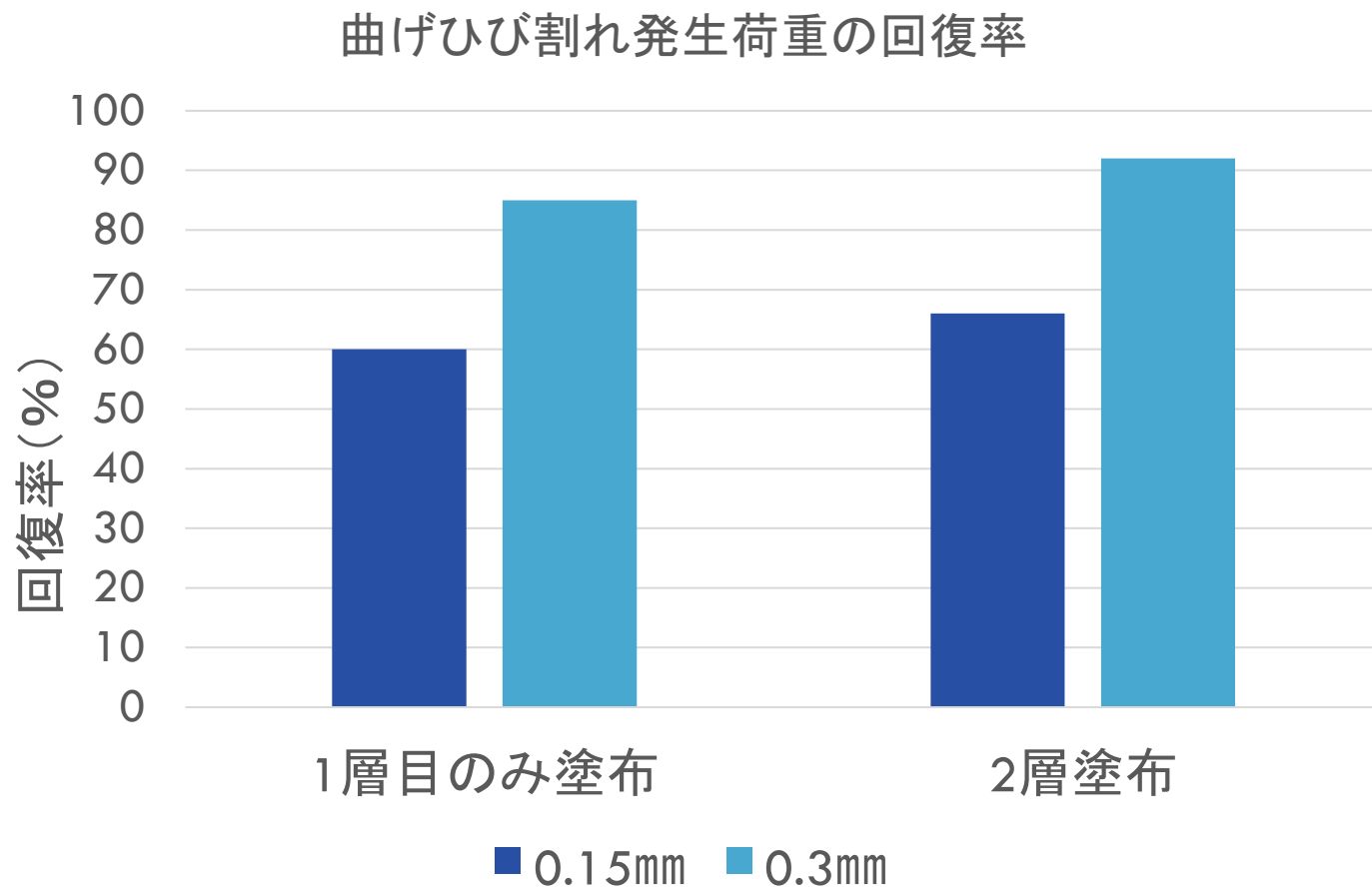
含浸系防水材料塗布後の  
再曲げ載荷試験状況



含浸系防水材料を底面  
(ひび割れ発生面)に塗布

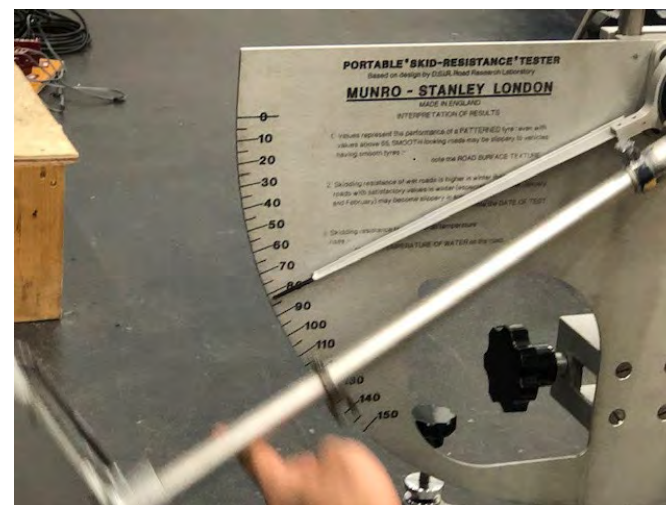
曲げひび割れ発生荷重の回復率(%) =  
塗布後のひび割れ発生荷重 / 塗布前のひび割れ発生  
荷重

### ③ 曲げひび割れが発生したコンクリートの 曲げ強度回復の確認



## ④ すべり抵抗性試験

- ◆ 23°C・65%RHの標準状態にて、コンクリート平板にHI-SPECシール（CPタイプ）を塗布。3日間気中養生した供試体を使用。
- ◆ 日本道路協会：舗装試験法便覧「舗装路面のすべり抵抗の測定方法」、NEXCO試験法222、223、224に準拠。
- ◆ 振子式スキッド・レジスタンステスタにて「すべり抵抗値（BPN）」を測定。
- ◆ 試験値は、路面の表面温度の補正（20°C）を行った後のBPNとした。



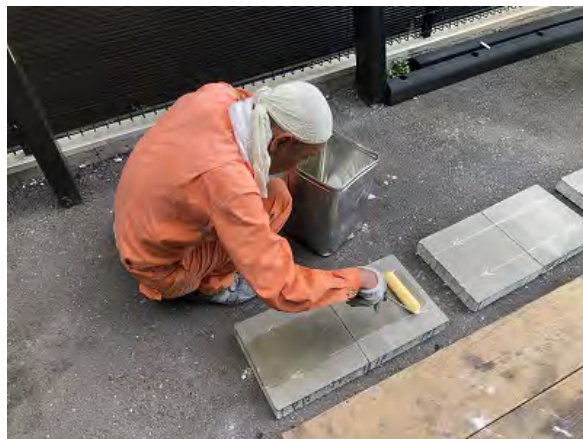


## ④ すべり抵抗性試験

N O.	HI-SPECシールの塗布方向とスライダー通過方向の関係	BPN 測定値	路面の表面温度(°C)	温度補正後の BPN	基準値			
					舗装施工管理要領	舗装設計施工指針	インターロッキング ブロック舗装設計 施工要領	
1	平行方向	74	26.5	<b>76</b>	60以上	40以上	40以上 (歩道)	60以上 (車道)
	直角方向	73	25.7	<b>75</b>				
2	平行方向	81	25.8	<b>84</b>				
	直角方向	85	25.8	<b>88</b>				
3	平行方向	80	25.8	<b>83</b>				
	直角方向	81	25.6	<b>84</b>				
4	平行方向	77	25.8	<b>80</b>				
	直角方向	78	25.6	<b>81</b>				

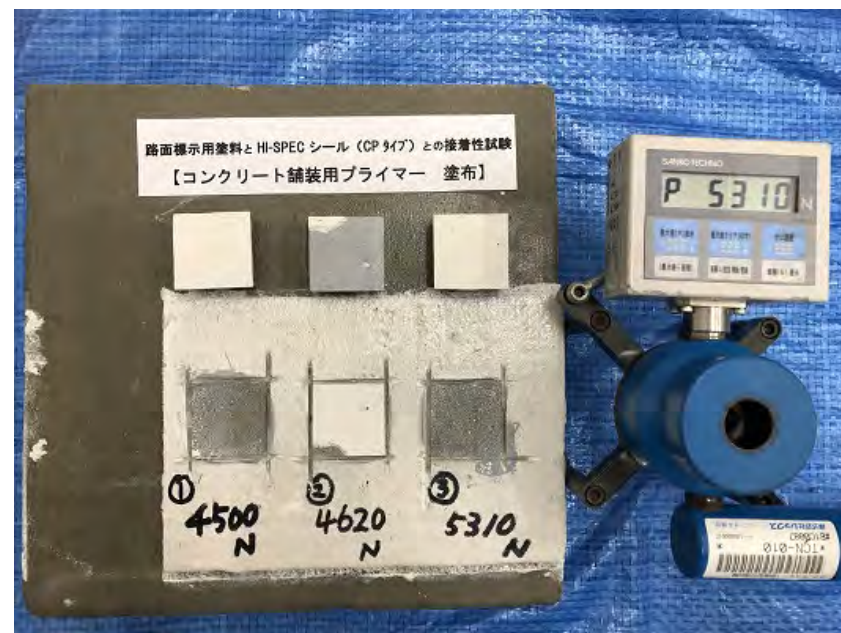
## ⑤ 区画線（路面標示塗料）との接着性

- ◆ 舗装用コンクリート平板上に「HI-SPECシール（CPタイプ）」を規定量塗布し、翌日に区画線工（溶融式）を行った。
- ◆ 区画線工用のプライマーは、コンクリート舗装用プライマーを使用した。その後、気温23°C・相対湿度65%RHの標準状態にて14日間、気乾養生した。
- ◆ 簡易型引張試験機を用いて気温23°C、相対湿度65%RHで試験を実施。
- ◆ 日本道路協会 道路橋床版防水便覧に記載の「引張接着試験」における基準値0.6N/mm<sup>2</sup>以上（23°C）を採用した。



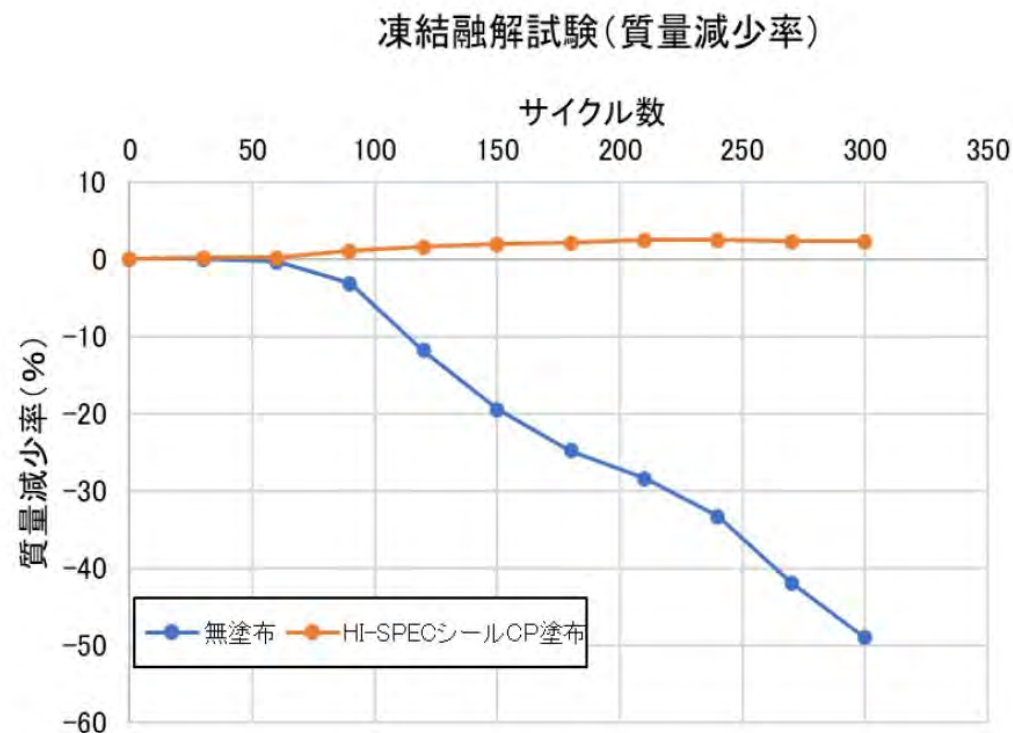
# ⑤区画線(路面標示塗料)との接着性

引張最大荷重(N)				引張接着強度(N/mm <sup>2</sup> )
1	2	3	平均値	3.0
4500	4620	5310	4810	(評価基準値 0.6以上)



## ⑥凍結融解試験

- ◆ モルタル供試体(角柱)を作製し、養生終了後の角柱供試体に、HI-SPECシール(CPタイプ)を塗布。
- ◆ JIS A 1148 コンクリートの凍結融解試験方法のA法(水中凍結融解試験方法)に準じて試験を実施。



# 施工事例1

## ◆前橋市 橋梁補修工事

## ◆コンクリート舗装敷設橋梁に床版防水工事を実施

HI-SPECシール工法(CPタイプ)にて施工

## ◆施工工程

①: 下地処理工(高圧洗浄とブラシにて清掃)

②: HI-SPECシール(CPタイプ)Lを塗布

③: HI-SPECシール(CPタイプ)L+Pを塗布

## ◆防水施工時の気象(施工日:2月27日)

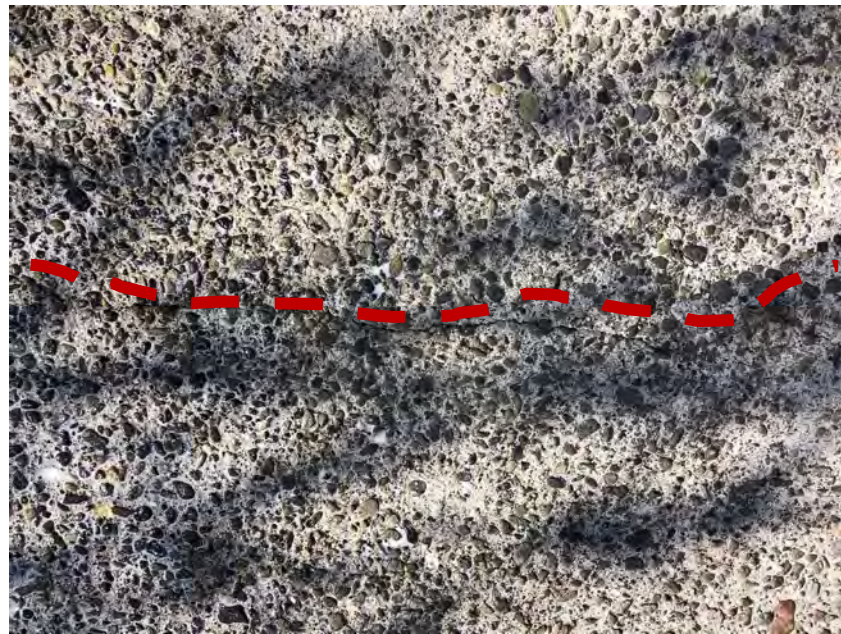
・天気 曇り(前日雨)

・気温 9°C (最低気温2.8°C・最高気温9°C)※気象庁データより

・現場では風花(雪)がみられ、風が常に吹いていた



# 施工事例1



- ◆ 舗装表面が劣化していたため、下地処理工によりモルタル分が消失し、粗骨材が表出していた。塩害(凍結防止剤)による凍害の促進劣化の可能性。
- ◆ 比較的大きなひび割れが散見された。

# 施工事例1

## 工程①：HI-SPECシールL 塗布（防水層）



AM 9:15  
HI-SPECシールL  
(CPタイプ)塗布開始



AM 10:00  
塗布完了



AM 10:50  
HI-SPECシールL  
(CPタイプ)  
指触乾燥確認

HI-SPECシールL(CPタイプ)を全面に塗布することで、モルタル部分(マイクロクラック含む)に浸透・充填され、防水効果と表面強度の向上が期待できる。

# 施工事例1

## 工程② : HI-SPECシールL+P 塗布 (保護層)



PM 12:20  
(施工開始11:10～)  
塗布完了

PM 15:30  
概ね乾燥し、歩行可能となる  
※低温環境であったため、  
バーナーにより部分的  
に強制乾燥を実施。

PM 16:30  
通行規制を解除  
(自動車通行が可能となる)

HI-SPECシールL(CPタイプ)+Pを塗布することで、比較的大きなひび割れ箇所に浸透充填され、舗装の補修を併せて行うことができた。

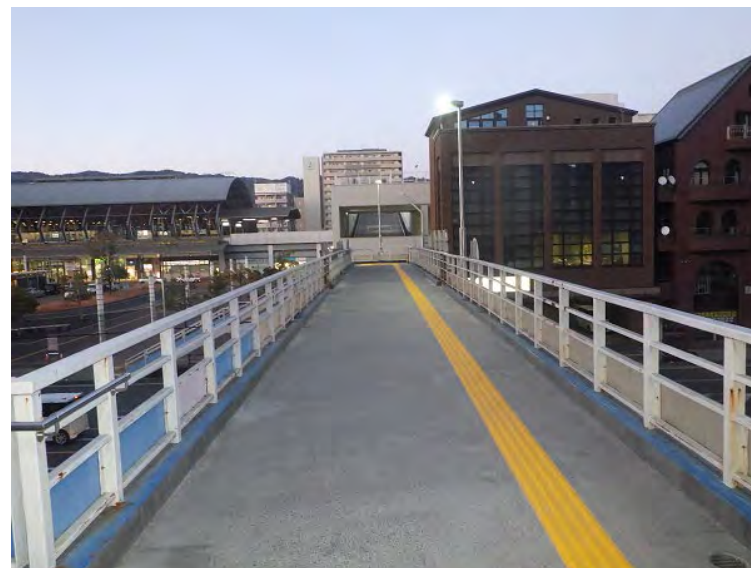


# 施工事例1



- ◆ 施工後3年半後。
- ◆ 2層目(保護層)に一部損耗が見られるが、防水層としては良好である。

# 施工事例2



- ◆ 高知県内国道 歩道橋
- ◆ 12月施工
- ◆ 施工日数 1日
- ◆ 施工面積 125m<sup>2</sup>

# 施工事例3



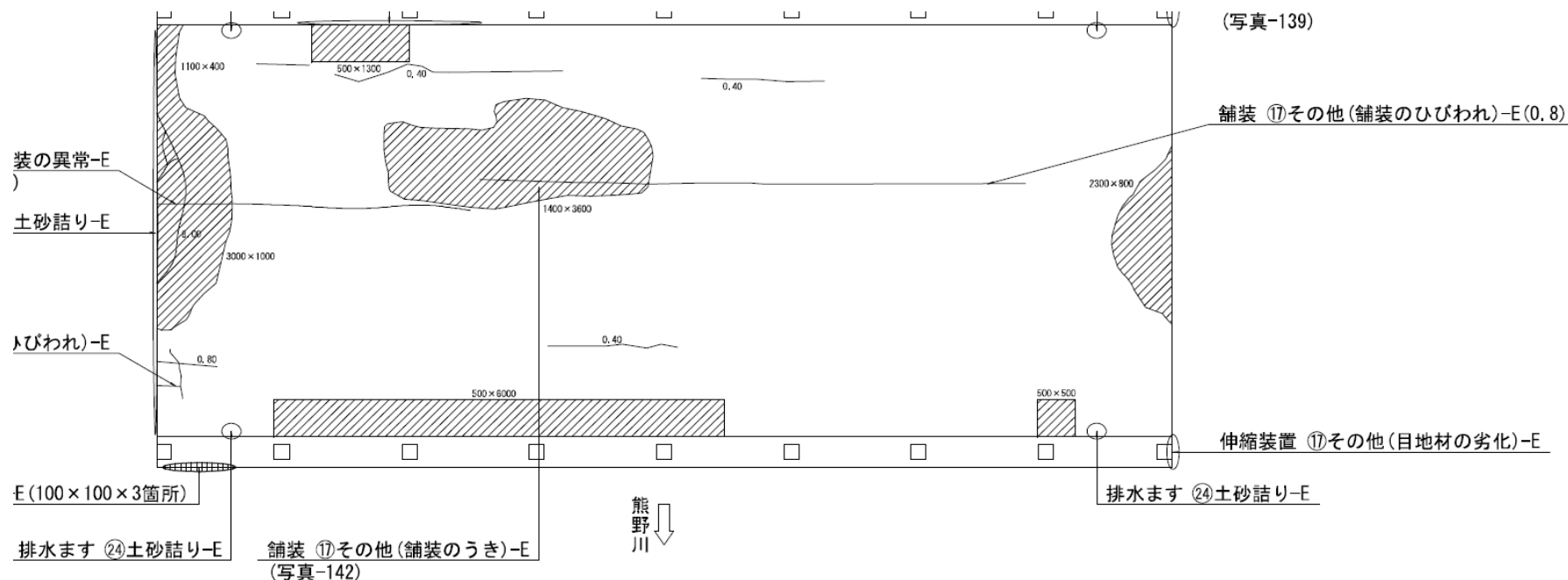
- ◆ 兵庫県内市道 車道橋
- ◆ 5月施工
- ◆ 施工日数 1日
- ◆ 施工面積 193m<sup>2</sup>

# 施工事例4

- ◆ 岡山県国道 車道橋
- ◆ 7月施工
- ◆ 施工日数 1日
- ◆ 施工面積 164m<sup>2</sup>



# 設計・施工上のポイント・注意事項



## 別途、下地補修が必要なコンクリート舗装の変状の例

○橋軸方向のひび割れ

→Uカット処理後にシール処理

○舗装のうき、網目状のひび割れ、断面欠損

→部分断面修復

# 設計・施工上のポイント・注意事項

## 別途、下地補修が必要なコンクリート舗装の変状の例

- コンクリート舗装上の凹凸の高さが5mm以上～10mm程度
- 骨材露出が激しい場合



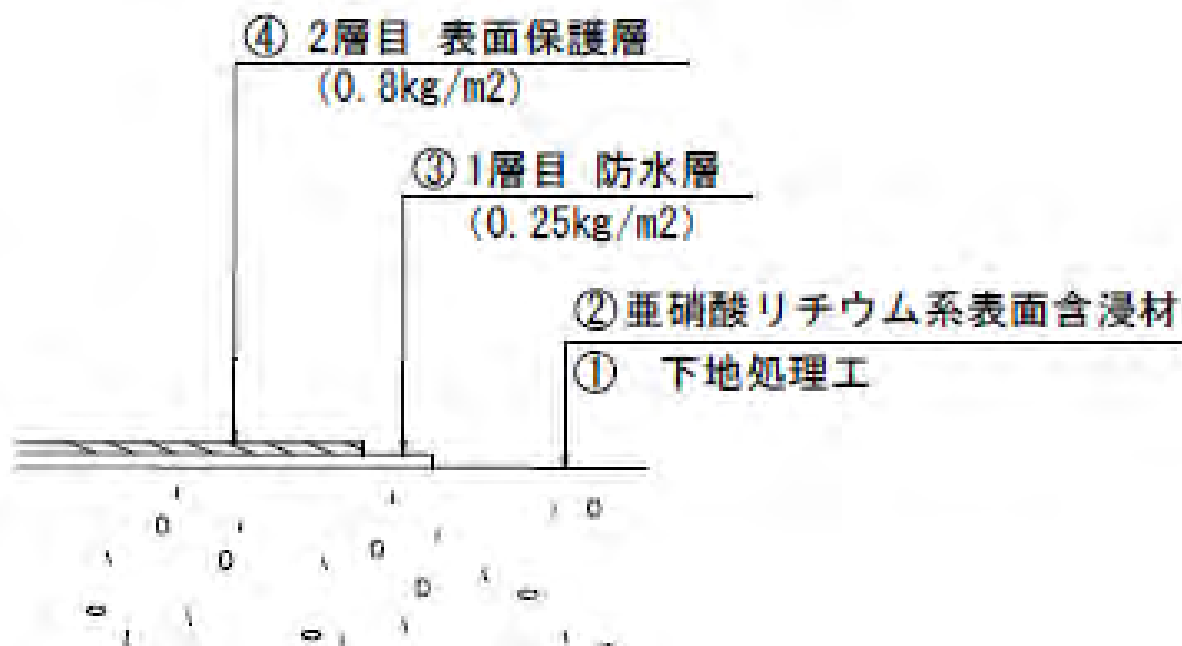
施工前の舗装の状態



HI-SPECシール1層目塗布後に、  
HI-SPECシールL+P固練材にて  
断面補修を行う

# 最近の補修設計の例

## 床版防水工（道路部） 高浸透型防水工法



- ◆ 沖縄県内の橋梁（来年度施工予定）
- ◆ コンクリート舗装上に、亜硝酸リチウム系表面含浸材を塗布後、床版防水工を実施

# まとめ

コンクリート舗装敷設橋梁の床版防水工法として、HI-SPECシール工法（CPタイプ）を開発した

## ○特長

- ✓ 省工程（2工程）：施工時間の短縮、コスト削減
- ✓ 騒音の削減：舗装のはつり作業が必要ない
- ✓ 溶剤臭がしない：防水材が水性であり、ほぼ無臭である

## ○今後の課題

- ✓ 既存コンクリート舗装面の損傷程度にかなりばらつきがみられるため、下地補修方法や下地処理方法についての判断・選択が重要である
- ✓ 防水層の経年状況についても、さらなるモニタリングが必要である



# ご清聴ありがとうございました。

HI-SPECシール工法(CPタイプ)

施工事例紹介動画



HI-SPECシール(CPタイプ)

施工要領動画

