

コンクリート舗装を敷設した  
小規模橋梁に対する  
床版防水工法の開発

**HI-SPECシール工法(CPタイプ)**

株式会社アイゾールテクニカ  
技術部 田村 悟士

isol technica  
本日の内容

- ◆開発に至る背景
- ◆開発コンセプト
- ◆使用材料の構成
- ◆各種性能試験
- ◆施工事例

## 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
  - ・アスファルト舗装の場合⇒道路橋床版防水便覧により示されている
  - ・コンクリート舗装の場合⇒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場合もあり, 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.

isol technica

## 開発コンセプト

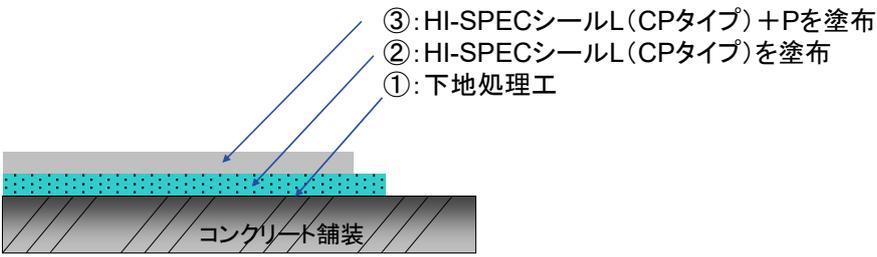
- ◆コンクリート舗装上に床版防水工を施工できること.
- ◆床版防水工法としての防水性能を満足すること.
- ◆施工後, 早期に道路開放できること.
- ◆施工が比較的簡便で, 地元業者にて施工が可能なこと.
- ◆施工環境の安全対策から, VOCを使用しない水性塗料とすること.

↓

### 浸透型防水工法 HI-SPECシール工法 (CPタイプ)

isol technica

## HI-SPECシール工法 (CPタイプ) の工程



③: HI-SPECシールL (CPタイプ) + Pを塗布  
②: HI-SPECシールL (CPタイプ)を塗布  
①: 下地処理工

コンクリート舗装

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

isol technica

使用材料と配合比率（重量比）

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

硬化剤



1

+

主剤



1

1 : 1

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）**

- ◆ 超低粘度型水性エポキシ樹脂に着目し、浸透型防水材として使用する。
- ◆ 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

isol technica

使用材料と配合比率（重量比）

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

セメント系粉体



2

:

硬化剤



1

:

主剤



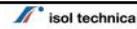
1

2 : 1 : 1

**セメント系粉体を混合することで期待できる効果**

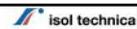
- ◆ 防水材がペースト状になるため、比較的大きなひび割れ（0.2mm～3mm程度まで）の**充填性が向上**する。
- ◆ 1層目（浸透型防水層）の保護機能。
- ◆ すべり抵抗性の維持と区画線との接着性向上。
- ◆ HI-SPECシールL:Pの配合比を変更することで、断面修復機能を付加できる。

## 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 アスファルト舗装との接着試験

### ①防水性試験 I



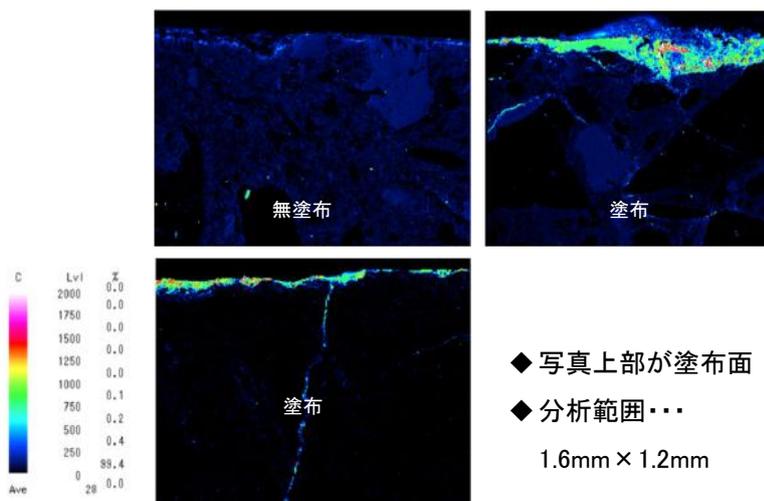

- ◆ 日本道路協会 床版防水便覧 防水性試験Iを実施
- ◆ 合否判定の目安(基準値) 0.2ml
- ◆ 試験結果 0.0ml(合格)

## 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

isol technica

### 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

ひび割れ例(0.30mm)

0.15mm、0.30mmの残留ひび割れ

isol technica

### 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

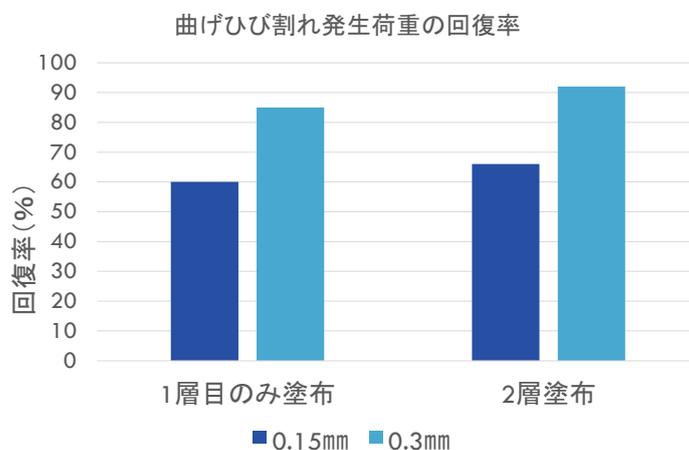
含浸系防水材料を底面  
(ひび割れ発生面)に塗布

含浸系防水材料塗布後の  
再曲げ载荷試験状況

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

isol technica



### ④ すべり抵抗性試験

isol technica

- ◆ 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・レジスタンステストにて「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>				

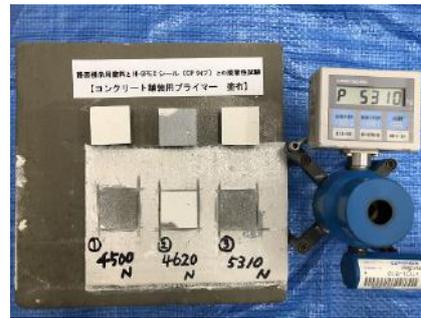
## ⑤区画線(路面標示塗料)との接着性

- ◆ 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)

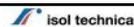


## ⑥アスファルト舗装との接着性

- ◆ アスファルト舗装上に「HI-SPEC シール(CPタイプ)」を規定量塗布した。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。



## ⑥アスファルト舗装との接着性



引張最大荷重(N)				引張接着強度(N/mm <sup>2</sup> )
1	2	3	平均値	1.5
2270	2350	2820	2480	(評価基準値 0.6以上)



## 施工事例1



- ◆鳥取県内町道 車道橋
- ◆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
- ◆防水施工時の気象(施工日:4月22日)
  - ・天気 曇り(時々雪)
  - ・施工時の外気温 : 7°C~13°C
  - ・施工時の床版面温度 : 5°C~9°C



全景(施工前)

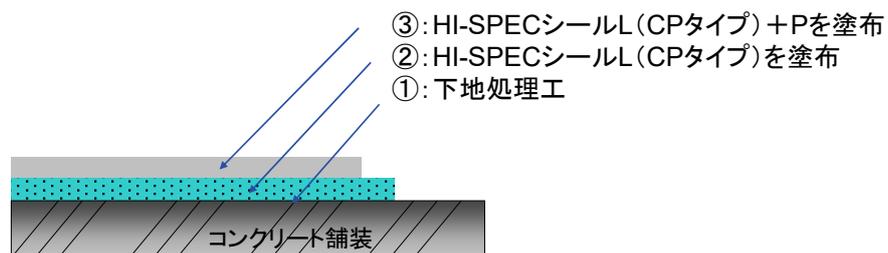
## 施工事例1

### 工程①: 下地処理後(高圧洗浄・断面修復)の状況



- ◆ 舗装表面が劣化していたため、下地処理によりモルタル分が消失し、粗骨材が表出した。
- ◆ 比較的大きなひび割れが散見された。

## HI-SPECシール工法(CPタイプ)の工程



- ◆ 工程③を終了後、交通開放となる。
- ◆ アスファルト舗装などの防水保護層は不要。

※備考

塗布面の凹凸の状態によっては、工程③の使用量のキャリブレーションを実施すること。

(追加使用量: 5~20%程度 1.0kg/m<sup>2</sup>程度まで)

isol technica

## 施工事例1

### 工程②: HI-SPECシールL (CPタイプ) 塗布



**AM 9:30**  
HI-SPECシールL (CPタイプ)  
塗布開始  
塗布量: 0.25kg/m<sup>2</sup>

**AM 10:00**  
塗布完了

**AM 10:30**  
HI-SPECシールL (CPタイプ)  
指触乾燥確認→次工程へ

isol technica

## 施工事例1

### 工程②: HI-SPECシールL (CPタイプ) 塗布



**AM 11:00**  
材料攪拌の様子

**AM 11:15**  
塗布施工中  
塗布量: 0.8kg/m<sup>2</sup>

**PM 12:30**  
施工終了

isol technica

## 施工事例1

### 工程③: HI-SPECシールL(CPタイプ)+P 塗布



**PM 12:30**  
塗布完了直後の様子



**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、ブローにより部分的に強制乾燥を行った(水性材料のため、バーナーなどの火気の使用も可能)。



**当日夕方頃**  
通行規制を解除  
(自動車通行が可能)

isol technica

## 施工事例1

### HI-SPECシール工法(CPタイプ)の防水・補修効果



**施工前**



**1層目**



**2層目**

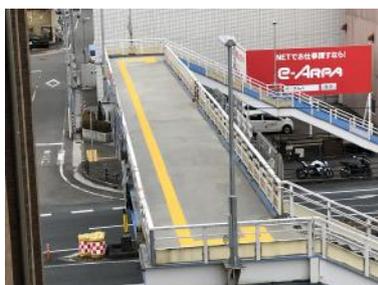
HI-SPECシールL(CPタイプ)を全面に塗布することで、橋梁床版に対する防水効果が付与された。マイクロクラックへの浸透・充填により、表面強度の向上が期待できる。

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や断面欠損箇所に防水材が浸透充填され、舗装の補修を併せて行うことができた。

## 施工事例1 まとめ

- ◆ HI-SPECシール工法 (CPタイプ) にて、コンクリート舗装敷設橋梁の防水施工を実施した。
- ◆ 防水工は省工程 (2工程) のため、1日で終了した (下地処理工は別途必要)。
- ◆ 通行規制時間 8:00~16:30に對して予定通り完工し、即日交通開放できた。
- ◆ 舗装のはつり作業がないため、近隣に對して騒音の心配がない。
- ◆ 防水材がほぼ無臭であるため、近隣に對して悪臭の心配がない。
- ◆ 下地処理工 (高圧洗浄後) を行った後に、舗装表面に想定以上の劣化箇所 (ひび割れや断面欠損) が確認されたが、防水材の浸透・充填により補修を併せて行うことができた。
- ◆ 防水材は水性材料 (完全無溶剤) のため、工程③終了後にブロワーや、バーナーにより強制乾燥をおこなうことで早期乾燥させることができる。

## 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 125㎡

### 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



- ◆ 兵庫県内 高速道路
- ◆ トンネル部の舗装目地
- ◆ 5月施工
- ◆ 施工時間 1.5時間



## ご視聴ありがとうございました.

◆お問い合わせ先 担当者

技術部 田村 悟士

営業部 榎本 晶一

◆E-MAILでのお問い合わせ

弊社HPの問い合わせフォームをご利用ください.

◆お電話でのお問い合わせ

075-757-8199(統括本部)

 isol technica

