

7. MMジョイントDS型の改良について

従来型	改良型
・(一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 「埋設ジョイントの伸縮性能および耐久性能証明書」取得 埋設止水証明0002号、0003号	①DS合材に化学繊維(ファイバー)を混入 ②既設(取付)舗装を打替えもしくは水の侵入を防ぐ方法をとる。 ③KSプライマー、KSボンド、リフレモルセットSFを使用 ④二次止水機能バックロッドの使用 ⑤ゴムシートの削除

項目	従来型	改良型
1. DS合材のわだち掘れの抑制 DS合材に化学繊維(ファイバー)を混入することで、耐流動性が向上	APJ150バインダーとDS骨材を現場で配合 動的安定度(DS)試験値が安定しない場合があった。	DS合材に化学繊維(ファイバー)を混入することで耐流動性が向上 動的安定度(DS)試験値が安定して3,000(回/mm)以上であり、重交通路線(日交通量37,000台、大型車両5,000台/日)でも対応可能であることを確認。
2. 既設(取付)舗装からの水の侵入に対する処理 既設(取付)舗装が劣化(クラック、ポットホール)している場合は、舗装打替えもしくは水の侵入を防ぐ方法をとる。	特になし	舗装打替え(前後1m)を行うことが望ましい 水の侵入を防ぐ方法例 ①APJ150バインダーまたはハードロックⅡ(アクリル系接着剤)をジョイントの前後50cm幅に塗布する。 ②ジョイント本体前後の荷重がかかるところをゴールドパッチで部分補修する。 ③既設舗装が高機能舗装(排水性舗装)の場合はセメントミルクを注入し、半たわみ舗装に処理、またはハードロックⅡを塗布する(前後1m)。
3. 床版の健全化への対応(床版EQM-J工法の導入) ①浸透性KSプライマーを塗布。 ②床版に損傷がある場合 打継用KSボンド、繊維入り超速硬モルタルリフレモルセットSFを打設。	超速硬モルタルで床版の不陸修正を行う	①既設ジョイント撤去後に、床版に微細なヘアクラックやマイクロクラックが発生している恐れがあるため、浸透性KSプライマーを塗布し、床版を健全な状態に戻す。 ②床版に損傷がある場合、打継用KSボンドを使用し、超速硬モルタルを打設することで、超速硬モルタルと既設床版との一体化を図る。 不陸修正用の超速硬モルタルにはリフレモルセットSF(繊維入りの超速硬モルタル)を使用することにより、不陸修正コンクリートの割れ、ひび割れを防止する。
4. 止水機能の強化(二次止水) 二次止水機能を持つバックロッド材に変更	バックロッド	二次止水機能を持つバックロッド材を使用

改良点1 DS合材のわだち掘れの抑制
アスファルト舗装の性能指標値との対比～10年以上の耐久性を実証～
DS合材に化学繊維（ファイバー）混入し耐流動性が向上

MMジョイントDS型の品質性能は、アスファルト舗装の性能指標値と同等以上を基準としており、ホイールトラッキング試験、チェーンラベリング試験、すべり抵抗試験において、ファイバーを混入することによってすべてアスファルト舗装と同等以上の耐久性を持つという試験結果を得ており、10年以上の耐久性を持つことが実証されている。

なお、一般社団法人 日本道路建設業協会 道路試験所より、マーシャル安定度試験に関しては、アスファルト舗装の配合を求める試験であり、MMジョイントDS型は予め配合が定まり、かつ供試体の変形に柔軟であるため、試験としては不要であるという見解を頂いている。

MMジョイントDS型の品質性能試験

試験項目	試験細目 (単位)	試験方法	基準 値	ファイバー 無し	ファイバー 有り	試験機関
ホイールトラッキング試験	動的安定度 DS(回／mm)	試験便覧B003	3,000 以上	1,170	3,717	(一社)日本道路建設業協会 道路試験所
チェーンラベリング試験	摩耗量 (cm)	試験便覧B002	1.9 未満	0.15	0.71	(一社)日本道路建設業協会 道路試験所
すべり抵抗試験	(BPN)	試験便覧 SD21-2	60 以上	70	87	(一社)日本道路建設業協会 道路試験所
マーシャル安定度試験	—	—	—	—	—	—

(1)ホイールトラッキング試験(動的安定度 DS/mm) 比較について

試験日時 2016年3月2日、2016年9月8日
試験場所 道路試験所

試験細目(単位)	基準値	ファイバー無し	ファイバー有り
動的安定度DS (回／mm)	3,000 以上	1,170	3,717

ファイバー無し

ホイールトラッキング試験							
工場番号 _____			試験年月日 2016年 3月 2日 _____				
試料番号 <u>MM-JOINT(DS型)</u>			試 験 者 <u>塚本 康雄</u>				
試験条件		<u>上載荷重 686.0 N</u>		<u>60℃接地圧 62.7 N/cm²</u>			
		<u>試験温度 60±0.5℃</u>		<u>走行回数 2520回 (42回/min)</u>			
		<u>走行方式 クランク式</u>					
供 試 体 番 号			1	2	3	平 均	
供 試 体 作 製	①空中質量 (g)						
	②水中質量 (g)						
	③表乾質量 (g)						
	④容 積 ③-② (cm ³)						
	⑤かさ密度 ①÷④ (g/cm ³)						
	⑥基準密度 (g/cm ³)						
	⑦締固め度 ⑥÷⑤×100 (%)						
		変位量	d 45	4.63	3.32	3.86	
		(mm)	d 60	5.12	3.80	4.55	
ホイールトラッキング 試 験		⑧ 動的安定度DS (回/mm)	1286	1312	913	⑨ 1170	
標 準 偏 差 (S)			223.2				
変 動 係 数 (%)			19.1				

ファイバー有り

ホイールトラッキング試験						
工場番号			試験年月日 2016年 9月 8日			
試料番号 MM-JOINT・DS型			試験者 塚本 康雄			
試験条件		上載荷重 690.0 N		60℃接地圧 62.8 N/cm²		
		試験温度 60±0.5℃		走行回数 2520回 (42回/min)		
		走行方式 クランク式				
供 試 体 番 号			1	2	3	平 均
供 試 体 作 製	①空中質量 (g)					
	②水中質量 (g)					
	③表乾質量 (g)					
	④容 積 ③-② (cm³)					
	⑤かさ密度 ①÷④ (g/cm³)					
	⑥基準密度 (g/cm³)					
	⑦締固め度 ⑥÷⑤×100 (%)					
ホイールトラッキング 試 験	変位量 (mm)	d 45	3.68	2.85	2.77	
		d 60	3.86	3.05	2.91	
	⑧ 動的安定度D S (回/mm)		3500	3150	4500	⑨ 3717
	標 準 偏 差 (S)			700.6		
	変 動 係 数 (%)			18.8		

(2)チェーンラベリング試験（摩耗量 cm³）比較について

試験日時 2013年4月18日 2017年10月13日
試験場所 道路試験場

試験細目(単位)	基準値	ファイバー無し	ファイバー有り
摩耗量(cm ³)	1.9未満	0.15	0.71

※数値は高くなっているが、わだち掘れ抑制のためであり、舗装の基準値は満たしているため、問題は無い。

ファイバー無し

ラベリング試験 (往復チェーン型)

混合物の種類 A 試験年月日 2013年 4月 18日
 使用アスファルト 試験者 塚本 康雄
 設計アス量

試験条件
 試験温度: -10±1℃ 車輪回転数: 200 回/min
 養生時間: 4 h 以上 供試体回転数: 66 往復/min
 チェーン材質: サイドチェーン 試験時間: 90 min
 チェーン及び車輪数量: 10こま×12本×1輪 すり減り量測定方法: サイディング3断面

供試体番号	1	2	3	平均
-------	---	---	---	----

供試体製作	①空中質量 (g)			
	②水中質量 (g)			
	③表乾質量 (g)			
	④容積 ③÷② (cm³)			
	⑤かさ密度 ①÷④ (g/cm³)			
	⑥基準密度 (g/cm³)			
	⑦締固め度 ⑥÷⑤ (%)			

供試体番号	1	2	3
-------	---	---	---

摩耗量 (cm³)	断面 A	0.06	0.18
	断面 B	0.00	0.30
	断面 C	0.18	0.18
	平均	0.08	0.22
	平均	0.15	

一般社団法人 日本道路建設業協会 道路試験所 No.13-0052

ファイバー有り

ラベリング試験 (往復チェーン型)

混合物の種類 MM・JOINT・DS型 試験年月日 2017年 10月 13日
 使用アスファルト 試験者 塚本 康雄
 設計アス量

試験条件
 試験温度: -10℃ 車輪回転数: 200 回/min
 養生時間: 4 h 以上 供試体回転数: 66 往復/min
 チェーン材質: JIS G 4051 S 35C 試験時間: 90 min
 チェーン及び車輪数量: 10こま×12本×1輪 すり減り量測定方法: レーダー3断面

供試体番号	1	2	3	平均
-------	---	---	---	----

供試体製作	①空中質量 (g)	7333	7412	
	②水中質量 (g)	4273	4316	
	③表乾質量 (g)	7350	7436	
	④容積 ③÷② (cm³)	3077	3120	
	⑤かさ密度 ①÷④ (g/cm³)	2.383	2.376	2.380
	⑥基準密度 (g/cm³)	2.399		
	⑦締固め度 ⑥÷⑤ (%)	99.3	99.0	99.2

供試体番号	1	2	3
-------	---	---	---

摩耗量 (cm³)	断面 A	0.28	0.54
	断面 B	0.60	1.36
	断面 C	0.59	0.87
	平均	0.49	0.92
	平均	0.71	

一般社団法人 日本道路建設業協会 道路試験所 No.17-0396

(3)すべり抵抗試験（BPN）比較について

試験日時 2013年7月9日、2017年10月6日
試験場所 道路試験場

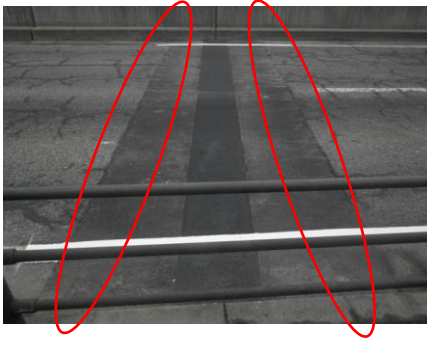
試験細目(単位)	基準値	ファイバー無し	ファイバー有り
(BPN)	60以上	70	87

ファイバー無し 舗装路面のすべり抵抗の測定試験					ファイバー有り 舗装路面のすべり抵抗の測定試験				
使用試験器 振り子式スキッドレジスタンステスト 試験採取日 2013年 7月 5日 気温 20℃ 水温 20℃ 試験日 2013年 7月 9日 試料名 MMジョイントDS型 試験者 塚本 康雄					使用試験器 振り子式スキッドレジスタンステスト 試験採取日 年 月 日 気温 20℃ 水温 20℃ 試験日 2017年 10月 6日 試料名 MM・JOINT・DS型 試験者 塚本 康雄				
試験結果					試験結果				
供試体番号	表面性状	供試体温度 (℃)	すべり抵抗測定値 (BPN)					C ₁ 平均値 (BPN)	C _m 温度補正後の値 (BPN)
			1	2	3	4	5		
1	乾燥状態	20	97	97	98			97	97
2	乾燥状態	20	105	105	105			105	105
3	乾燥状態	20	100	100	100			100	100
1	湿潤状態	20	70	70	70			70	70
2	湿潤状態	20	75	75	75			75	75
3	湿潤状態	20	67	67	67			67	67
【備考】 温度補正式 C _m = -0.0071 t ² + 0.9301 t - 15.79 + C ₁ C ₁ : 路面の表面温度 t℃時のBPN t: 路面の表面温度 (℃)					【備考】 温度補正式 C _m = -0.0071 t ² + 0.9301 t - 15.79 + C ₁ C ₁ : 路面の表面温度 t℃時のBPN t: 路面の表面温度 (℃)				
一般社団法人 日本道路建設業協会 道路試験所 No.13-0322					一般社団法人 日本道路建設業協会 道路試験所 No.17-0396				

改良点2 既設(取付)舗装が劣化している場合は舗装打替えもしくは水の侵入を防ぐ方法をとる。

既設(取付)舗装が劣化している場合は、そのクラックから水が浸入、埋設型ジョイントと既設(取付)舗装との接合面にポットホールが発生する要因になる。埋設型ジョイントの前後の舗装も打ち替える等、水の侵入を防ぐ方法をとる。

既設(取付)舗装が劣化している場合は埋設型ジョイント前後1m程度の舗装を打ち替える。



※参考 水の侵入を防ぐ方法例

- ① 舗装打替えができない場合、APJ150バインダーまたはハードロックⅡ(アクリル系)を50cm程度塗布する。

側面図

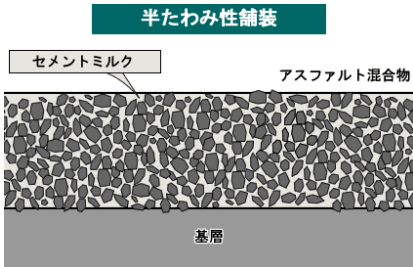
既設(取付)舗装にクラックが発生している

ハードロックⅡを塗布(平成28年9月2日)
(熊本県 前田橋)
- ② ジョイント本体前後の車両荷重がかかるところを、ゴールドパッチ(常温合材)で部分補修。

ゴールドパッチで舗装を部分補修
- ③ 既設舗装が高機能舗装(排水性舗装)の場合はセメントミルクを注入し半たわみ性舗装に処理、またはハードロックⅡを塗布する。(ジョイント本体端部より 前後1m程度)



セメントミルク注入



ゴールドパッチ試験成績表(ホイールトラッキング試験、マーシャル試験)

試験項目	試験細目(単位)	基準値	結果	試験機関
マーシャル安定度試験	マーシャル安定度(Kn)	4.9以上	18.26	道路試験所
ホイールトラッキング試験	動的安定度DS(回/mm)	3,000以上	14,700	道路試験所

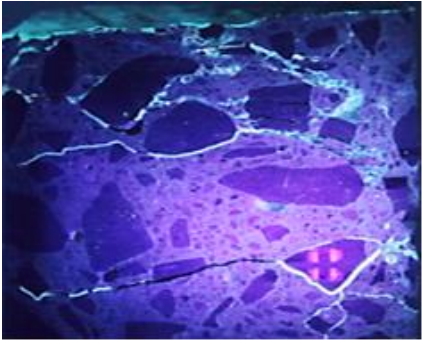
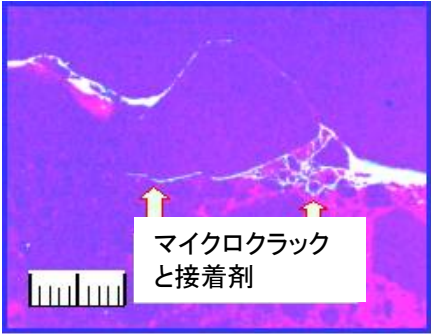
ホイールトラッキング試験						
工場番号			試験年月日 2017年 11月 17日			
試料番号 常温加熱型アスファルト合材			試験者 塚本 康雄			
試験条件		上載荷重 689.6 N 試験温度 60±0.5℃ 走行方式 クランク式		60℃接地圧 62.6 N/cm ² 走行回数 2520回(42回/min)		
供 試 体 番 号			1	2	3	平 均
供 試 体 作 製	①空中質量 (g)		10783	10787	10768	
	②水中質量 (g)		6411	6413	6397	
	③表乾質量 (g)		10910	10909	10915	
	④容 積 ③-② (cm ³)		4499	4496	4518	
	⑤かさ密度 ①÷④ (g/cm ³)		2.397	2.399	2.383	2.393
	⑥基準密度 (g/cm ³)		2.404			
	⑦締固め度 ⑤÷⑥×100 (%)		99.7	99.8	99.1	99.5
ホイールトラッキング 試 験	変位置 (mm)	d 45	0.60	0.67	0.75	
		d 60	0.65	0.71	0.79	
	⑧ 動的安定度DS (回/mm)		12600	15750	15750	⑨ 14700
	標準偏差 (S)		1818.7			
	変動係数 (%)		12.4			
	一般社団法人 日本道路建設業協会 道路試験所 No.17-0617					

マーシャル安定度試験																
試料番号			混合物の種類 常温加熱型アスファルト合材						試験年月日 2017年11月14日							
調査名・目的			混合物の使用場所						試験者 塚本康雄							
バインダの種類			バインダの密度(A)			バインダの温度			骨材の温度							
突固め時の温度 140℃			突固め回数 両面各 50回			試験条件 標準										
試験条件	供試体番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	備考
		バインダ量	供試体平均厚	空中質量	水中質量	表乾質量	容積	かさ密度	理論密度	バインダ容積	空隙率	骨材間隙率	飽和度	安定度	フロー値	
		(%)	(cm)	(g)	(g)	(g)	(cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)	(%)	(%)	(%)	(KN)	(1/100cm)	
		(外割)					C=⑤-④	③/C		①×⑦/A	(1-⑦/⑧)×100	⑨+⑩	③/⑪×100			
標準	1		6.26	1229.8	720.7	1231.8	511.1	2.406						17.60	29	
	2		6.27	1229.6	719.0	1231.1	512.1	2.401						18.29	26	
	3		6.30	1229.6	720.7	1232.0	511.3	2.405						18.89	28	
	平均		6.28	1229.7	720.1	1231.6	511.5	2.404						18.26	28	

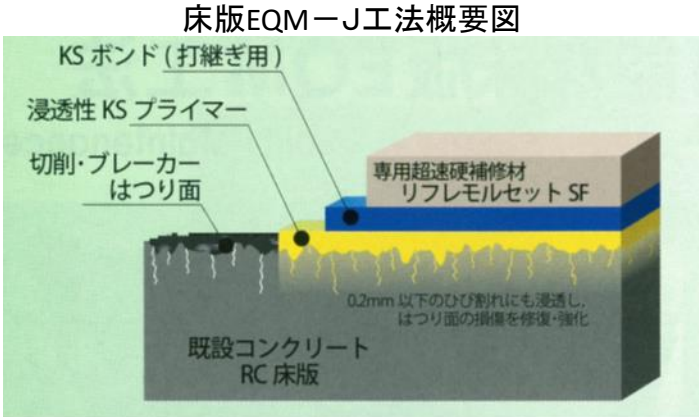
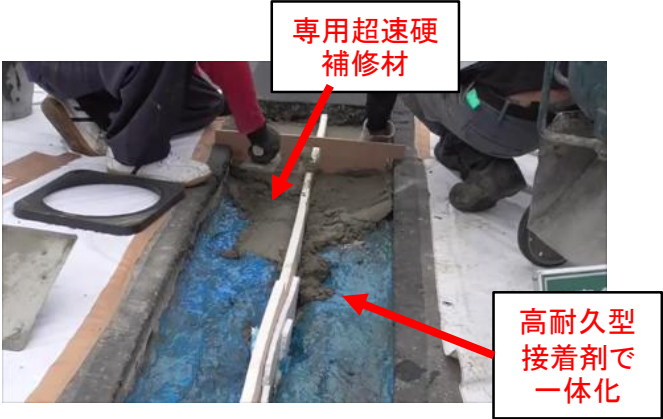
改良点3 床版の健全化 床版EQM-J工法の導入

床版EQM-J工法とは
床版上面に浸透性のKSプライマーとコンクリート用接着剤KSボンドを塗布し、繊維入り超速硬モルタル(リフレモルセツトSF)を打設して、所定の圧縮強度を有しつつ、既設床版と同等の弾性係数に調整できる工法。

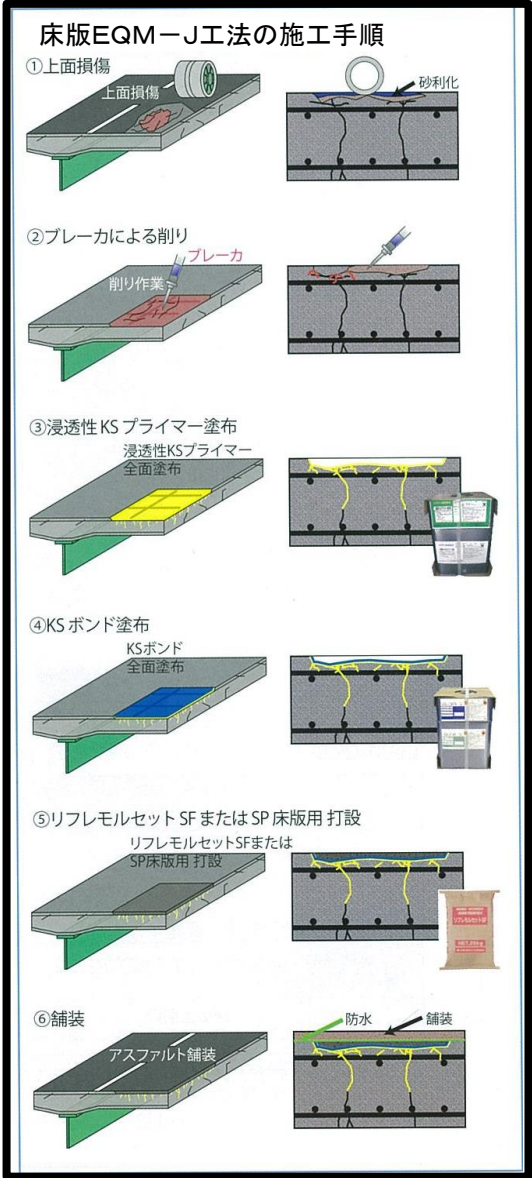
・KSプライマー
既設ジョイント撤去時に使用したピックやブレーカーの打撃により、ヘアクラックやマイクロクラック等が発生するため、KSプライマーを塗布することにより、それらのクラックに侵入して復元を図る。(幅0.05mm、深さ30～60mm程度浸透)



・KSボンド
浸透性プライマーで床版のひび割れ補修した後、KSボンドを使用し、既設床版と打ち繋ぎコンクリートの境界面の接着強度を高め剥離防止を行う。



EQM工法はNEXCO東日本上信越自動車道での実績もあり、NEXCO構造物施工管理要領・試験法439に適合した工法である。
※NEXCO東日本「維持作業で高耐久断面修復が可能な床版EQM工法」より抜粋



■ リフレモルセットSF(繊維入りの超速硬モルタル)

従来の超速硬モルタルでは車両が通過するときの振動や、経年劣化によりコンクリート床版に割れが発生する。床版に割れが発生すると、上層部の埋設型ジョイントにもわだち掘れなどの不具合が出るため、高強度ビニロン繊維（繊維長12mm）がブレミックスされている専用超速硬モルタルリフレモルセットSFに変更した。
既設床版の静弾性係数は、約24kN/mm²程度である。不陸修正用の超速硬モルタルも既設床版と同等レベルにすることで、不陸修正用モルタルの割れを防止する。

輪荷重走行疲労実験
(日本大学 生産工学部 阿部忠教授研究室にて検証)

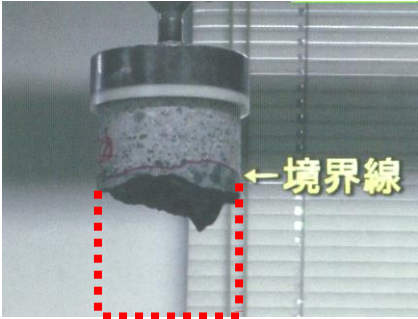
「浸透性KSプライマー」・高耐久型エポキシ系接着剤「KSボンド」・専用超速硬補修材「リフレモルセットSF」を用いて補修したRC床版を湿潤状態にして輪荷重走行疲労実験を行い、耐久性を検証している。無収縮モルタルの2.2倍の効果が得られている。また、打継界面での剥離が生じていないこと等、良好な耐久性を有していることを検証している。

試験データ(日本大学 生産工学部 阿部忠研究室より)

	接着剤	補修材	等価走行回数	比率	備考
供試体Ⅰ	なし	無収縮モルタル	1,685,974	—	界面剥離で試験終了
供試体Ⅱ	KSプライマー＋ KSボンド	リフレモルセット SF	3,250,670	2.2	補修材段差発生で試験 終了



湿潤状態での疲労実験状況



コアの引張試験(母材破壊)

同種他工法との比較

床版EQM-J工法に使用する材料は、一般的な同種他工法に比べ、下記のような特徴を持っています。

項 目		床版EQM-J工法		一般的な同種他工法	
		評価	コメント	評価	コメント
KSプライマー	浸透可能なひび割れ幅目安	◎	ひび割れ幅0.05mm程度までの浸透を確認・公表	△	公称0.2mm以下としており、それ以上の浸透性に言及なし。
	施工性	◎	毛細管現象(自然浸透)による塗布が可能。	—	—
	季節タイプ	◎	春秋用・夏用・冬用の3タイプ (KSボンドと一致)	△	通年用の1タイプのみ。 (打継用接着剤と不一致)
KSボンド	信頼性: 輪荷重走行試験による確認	◎	乾式 < ○ > 水張り < ○ >	—	乾式 < ○ > 水張り < — >
	塗りむら確認の容易性	◎	青色(色彩の違いで、容易にムラを確認できる)	△	白色
	販売実績	◎	平成19年(2007年)一般販売化 適用工種:SFRC等	—	—
リフレモルセットSF	混練性	◎	水を加えるだけで容易に混練できる。ハンドミキサ、左官ミキサなど汎用の簡易な機器で簡単に製造可能。大量の場合には、大型モーター車による供給も可能。	×	特殊な薬剤や専用混練り水が必要な製品もあり、専門性が高い。練り混ぜが非常に硬く、練りづらい場合もある。作業での労力負担が高く、品質を保ちにくい。
	施工性	◎	柔らかく、断面修復に最適化されたフレッシュ性状の扱い易い左官モルタル。普通の左官作業や小型パイプレータで鉄筋裏まで確実に回り込んで充填でき、耐久性を向上できる。	×	固く、流動性・充填性が低いため鉄筋裏や細部への確実な充填が不十分となり、耐久性・施工品質を管理しにくい場合がある。グラウト系補修材は施工性に優れるが、勾配部の施工が実施しにくい。
	耐久性 ひび割れ抵抗性	◎	水張りでの輪荷重走行試験でも耐久性が評価され、高い補修効果が実証済み。高機能な補強用の短繊維がブレミックスで配合され、薄層補修でもひび割れが生じにくい。	—	—
	供給体制	◎	小規模なポットホール補修向けの25kg入り小袋から、中・大規模施工には1tフレコンで大型モーター車による大容量施工まで多様な供給体制の実績を多数有する。	△	25kg程度の小袋のみでの供給が一般的であり、急速・大容量な施工には対応できない。
総 合 評 価		◎	小規模にも中・大規模にも供給・施工が容易で損傷が再発しにくい。	△	材料の取り扱い難しい場合があり、中・大規模施工への転用が難しい。

※ 床版EQM-J工法の注意事項

①既設ジョイントを撤去する前に、試掘を行う

床版が健全であるかの状況、路面からの深さ、補修・補強が必要かどうか前もって知るため。

②床版が濡れている場合は、濡れている原因が既存のジョイントからの水の侵入または既設（取付）舗装からの水の侵入のためかを調査する。

KSプライマー、KSボンドはエポキシ樹脂のため、濡れている床版には接着しないため。

③床版が脆弱で砂利化・土砂化している場合、鉄筋の腐食状況を確認する

鉄筋に錆が出ていて損傷している場合は、鉄筋を補強すること。

④施工にあたって、以下の写真を撮影し、発注者の施工承認を受けること。

（1）既設ジョイントの施工前写真

（2）橋の下部から見た橋脚、沓座の状況写真

（3）図面

（4）試掘した際の床版の写真

⑤埋設型ジョイントは床版の面で荷重を受けるので、床版の詳しい状況の写真を撮り、保存すること。

⑥床版に不良が見られる場合は、発注者の立会を求めること。

※既設床版が健全な場合は、KSプライマーの塗布のみとする。



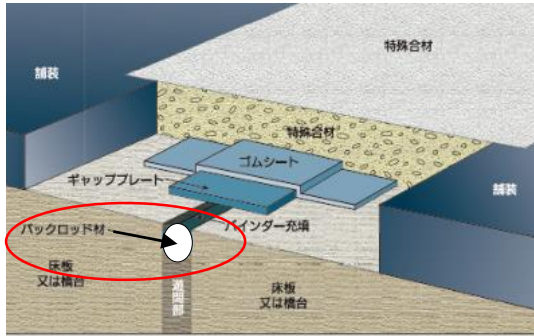
脆弱化した床版

改良点4 止水機能の強化(二次止水)

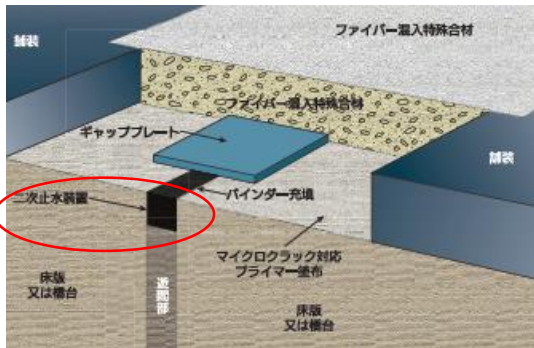
二次止水機能を持つバックアップ材の使用

伸縮装置からの漏水が橋梁に悪影響をもたらしてしまう。従来のバックアップ材に使用していた発泡材から、二次止水機能をもつバックアップ材に変更することにより、万が一の漏水も防止できる構造となった。

従来型



改良型



IV. 止水試験

1. 試験方法

- (1) 試験片寸法 : 300 (長さ) × 10 (巾) × 10 (厚み) mm
- (2) 2枚の亚克力製平板に試験片をU字型に挟み、ボルト、ナットにより亚克力板を圧縮し試験片の厚みを50, 60, 70%に圧縮固定し、U字の内側に水を100mm深さまで注ぎ、下記の評価を行う。
 - : 30分経過後水漏れ無し
 - △ : 30分経過後水漏れ有り
 - × : 10分経過後水漏れ有り

2. 試験結果

(n = 3)

グレード名	圧縮率		
	50%	60%	70%
OP-130黒	○	○	○
OP-131白	△	○	○
OP-131灰	△	○	○

上記数値は測定値であり規格値ではありません

(メーカー: 三和化工(株) 試験成績書より)

二次止水機能の考え方

東北地方整備局「新設橋の排水計画の手引き」より一部抜粋

2. 構造細目毎の留意事項

2. 1. 伸縮装置

- (1) 伸縮装置の計画にあたっては、水密性を有する非排水型とするとともに、高い耐久性を有しかつ、非排水機能の回復措置が容易な構造を採用するものとする。
- (2) 伸縮装置のうち、鋼製フィンガージョイント、及び製品ジョイントについて、次の条件を満たす場合は(1)を満足するものとみなす。
 - 3) 一次止水機能に漏水があっても、二次止水機能によって漏水を防止できる構造であること。
- (3) 伸縮装置のうち、埋設ジョイントの採用にあたっては、適用支間や回転変位、桁遊間量などの構造条件を勘案の上、(1)を満足することを確認するものとする。



両側より70%圧縮したときに漏水は確認されない