

付録B：文献および技術情報調査結果

【付録B 2：水じまい対策に関する文献および技術情報調査結果】

水じまい対策に関する文献調査結果一覧表

	文献名 著者	出典 年度	分類				
			劣化 要因	損傷 事例	補修 事例	維持 管理	その他
1	鋼橋桁端部の腐食対策に関する研究	土木研究所HP	○	○	○	-	-
	土木研究所 構造物メンテナンス研究センター	2010年3月					
2	鉄は何故「さび」るのか	橋梁と基礎	○	-	-	-	-
	菅野 照造	2007年6月					
3	橋梁伸縮装置に関する欧州技術動向照査報告	CMI 報告	-	-	-	○	-
	小野 秀一	2013年3月					
4	橋梁の長寿命化において求められるもの	東北地方整備局HP	○	○	-	-	-
	東北地方整備局 道路部 道路保全企画官 佐々木一夫	2012年11月					
5	表題：鋼橋の長寿命化と再生技術 関連資料：高速道路橋の再生技術と長寿命化対策事例	土木学会平成24年度全国大会	○	○	○	-	-
	NEXCO西日本(株) 福永靖雄	2012年9月					
6	未来に残す橋作り～橋梁の長寿命化に向けた取り組み～	国土交通省HP	○	○	-	○	-
	中部地方整備局 道路部 道路保全企画官 内藤幸美	2012年10月					
7	鋼箱桁橋 桁端部の補修 - 関門自動車道 和布刈高架橋支承取替工事 -	片山技報 No. 32	○	○	○	-	-
	片山ストラテック株式会社 山口史夫, 宮下英明, 田中伸也	2013年1月					
8	国道8号金山橋における橋梁補修事例	国土交通省 国土技術研究会発表資料	○	○	○	-	-
	近畿地方整備局 福井河川国道事務所 道路管理課 児玉優一	2010年					
9	腐食損傷が生じた上八橋 (コウゴウハシ) の補修・補強対策	土木技術資料 (土研センター)	○	○	○	-	-
	小宮一臣, 濱地英伸, 安波博道, 中島和俊	2009年1月					
10	鉄道トラス橋におけるF11T ボルトの遅れ破壊とその対策	土木学会第59回年次学術講演会	○	○	○	○	-
	東日本旅客鉄道(株) 露木 寿, 松尾伸二, 林 健次, 浜田栄治, 金子達哉	2004年9月					
11	乾式止水材 凍結融解試験 試験報告書	ニッタ (株) HP	-	-	-	○	-
	ニッタ (株)	2006年10月					
12	鋼橋の伸縮装置の実態について	国土交通省 東北地方整備局 管内業務発表会資料	○	○	-	-	-
	東北技術事務所 遠藤雅司, 高坂東児	2012年					
13	床版連結工法によるノージョイント化の検討	土木学会第65回年次学術講演会	-	-	○	-	-
	NEXCO東日本(株) 鈴木裕二, 東田典雅, 元木修, 宇山友理	2010年9月					
14	鋼構造部材のコンクリート境界部における経時的な腐食挙動に関する研究	土木学会論文集 No. 780	○	○	-	-	-
	貝沼重信, 細見直史, 金仁泰, 伊藤義人	2005年1月					
15	セルラオートマトンによる橋梁路面排水シミュレーション	土木情報利用技術論文集 Vol. 13	-	-	-	-	○
	保田敬一, 白木渡, 島村洋平, 堂垣正博	2004年					

資料 調査票

分類	劣化要因	点検・維持管理	
	損傷事例	その他	
	補修事例	()	
タイトル	鋼橋桁端部の腐食対策に関する研究		
著者	独立行政法人 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 村越潤, 田中良樹, 船木孝仁		
出典元	土木研究所HP	年度	2010年3月
キーワード	桁端部, 腐食, 補修, 排水		
概要	<p>・ 鋼橋桁端部の腐食に対し、往年の劣化事例、補修事例を示しつつその補修効果について鋼桁供試体を用いて実験を行い、鋼桁桁端部に腐食が見られた際の影響評価方法と補修・補強工法の選定方法について骨子案を示している。</p> <p>参照URL： http://www.db.pwri.go.jp/pdf/D6681.pdf</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>図-1.1 桁端部の腐食環境</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>図-1.4 桁端部腐食の二次的損傷(想定される損傷)</p>		

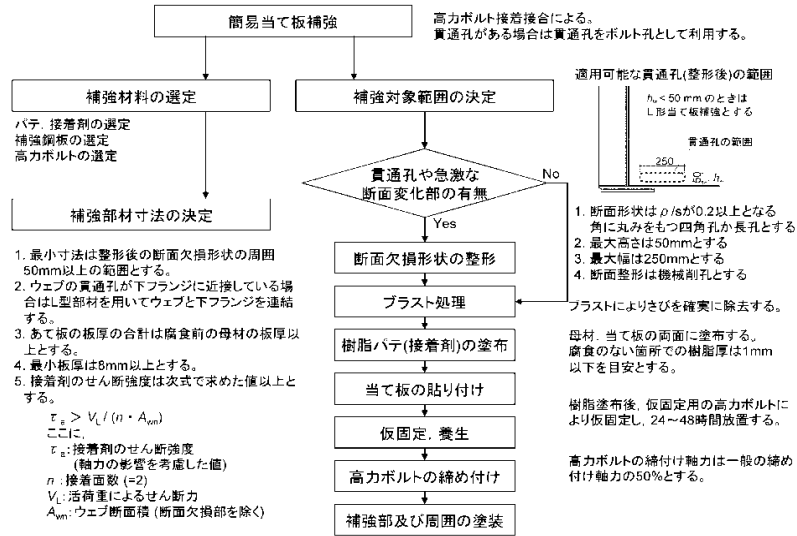


図-13.3.1 簡易当て板補強の設計・施工フロー

概要

資料 調査票

分類	・ 劣化要因	・ 点検・維持管理	
	・ 損傷事例	・ その他	
	・ 補修事例	()	
タイトル	鉄はなぜ「さび」るのか		
著者	菅野 照造		
出典元	橋梁と基礎	年度	2007年6月
		キーワード	
概要	<p>・ 塗装・防食対策に関連する資料であるが、さびが生じる原理と、水がどのような影響をしているかを理解するために収集文献に加えた。</p> <p>記事概要</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. なぜ塗装のトラブルは起こるのか 2. 鋼（鉄）はなぜ「さび」るのか 		

長寿命化研究部会 水じまい対策WG

資料 調査票

分類	・ 劣化要因		・ 点検・維持管理
	・ 損傷事例		・ その他
	・ 補修事例		()
タイトル	橋梁伸縮装置に関する 欧州技術動向調査報告		
著者	小野 秀一		
出典元	CMI 報告	年度	2013年3月
キーワード	伸縮装置, 点検・維持管理		
概要	<p>・ 欧州における伸縮装置に関する現状や基準などの調査報告. 我が国との違いとして, 伸縮装置は清掃が前提となっており, 清掃性という基準が示されている.</p> <p>記事内容</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. 調査概要 3. 欧州各国の伸縮装置の採用形式・特徴 4. 欧州各国の伸縮装置関連基準 6. おわりに 		

資料 調査票

分類	・ 劣化要因		・ 点検・維持管理									
	・ 損傷事例		・ その他									
	・ 補修事例 ()											
タイトル	橋梁の長寿命化において求められるもの											
著者	東北地方整備局 道路部 道路保全企画官 佐々木一夫											
出典元	東北地方整備局HP	年度	2012年11月									
キーワード	水じまい, 腐食, 桁端部, 漏水, 排水, 凍結防止剤											
概要	<p>・ 鋼橋の水じまいの考慮すべき範囲や不具合事例を示している。 また、不具合が生じないように注意を促している。 事例として以下のものが挙げられている。 伸縮装置, 桁端部, 箱桁内部, 排水取付部, 歩道内検査口部, 路面排水管, 床版水抜き孔導水, 耐鋼性鋼材, 床版部, 防水工</p> <div style="text-align: center;"> <h3>水じまいの考慮すべき範囲</h3> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> <h3>伸縮装置からの漏水の影響比較</h3> <p>同一橋梁の桁端部および中間支点部の支承</p> <table border="1"> <caption>腐食の比率比較</caption> <thead> <tr> <th>位置</th> <th>腐食の比率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>桁端部(起点側)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>中間支点</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>桁端部(終点側)</td> <td>55</td> </tr> </tbody> </table> <p>鋼製支承の腐食</p> <p>※ 腐食の割合 = 対象部材の損傷のある部材数 ÷ 対象部材の総部材数</p> </div>				位置	腐食の比率 (%)	桁端部(起点側)	55	中間支点	35	桁端部(終点側)	55
位置	腐食の比率 (%)											
桁端部(起点側)	55											
中間支点	35											
桁端部(終点側)	55											

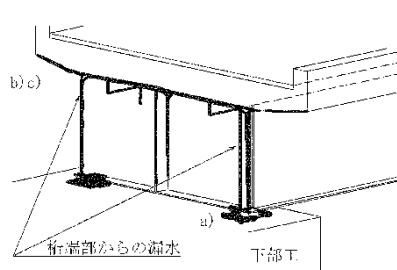
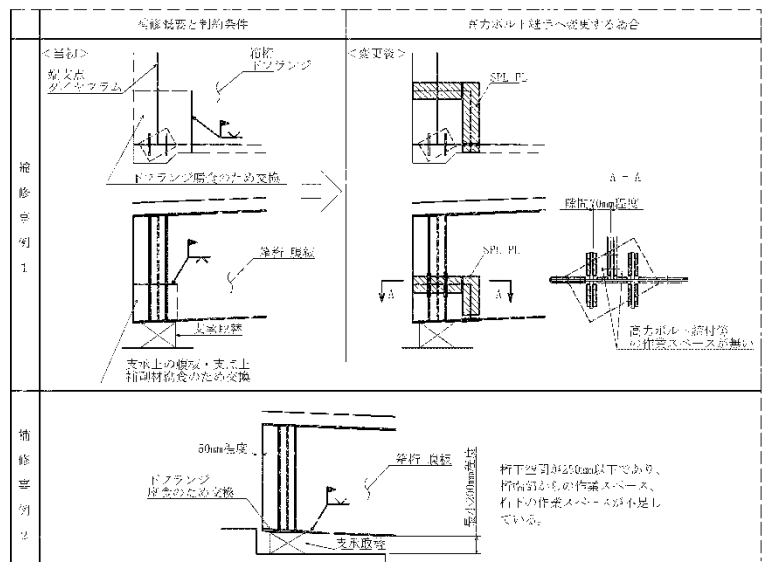
資料 調査票

分類	・ 劣化要因		・ 点検・維持管理	
	・ 損傷事例		・ その他	
	・ 補修事例		()	
タイトル	表題：鋼橋の長寿命化と再生技術 関連資料：高速道路橋の再生技術と長寿命化対策事例			
著者	NEXCO西日本(株) 福永靖雄			
出典元	土木学会平成24年度全国大会	年度	2012年9月	
キーワード	腐食, 桁端部, 漏水, 防水, 床版, 凍結防止剤			
概要	<p>・ 鋼橋における変状の大部分は、床版の損傷と桁端部での腐食であり、如何に水を防ぐかと桁端部の再生が大きな課題となっている。 上記を踏まえ、橋梁床版への床版防水工の取り組みと、桁端部の腐食に対して新たな金属溶射技術による桁端防食法の取り組みについて述べている。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>図-1 桁端部の損傷概要図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真-1 桁端部の損傷例</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>図-2 張出床版部の損傷概要図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真-2 張出床版部の損傷例</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>図-3 鋼橋床版の損傷概要図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真-3 鋼橋床版の損傷例</p> </div> </div>			

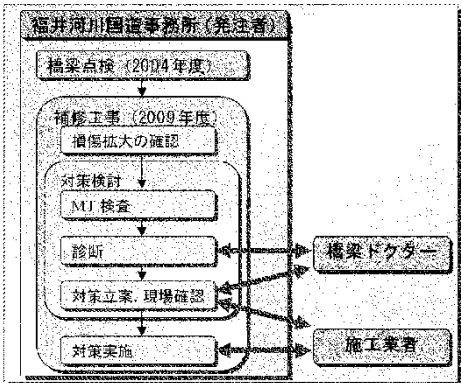
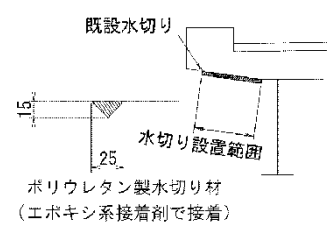
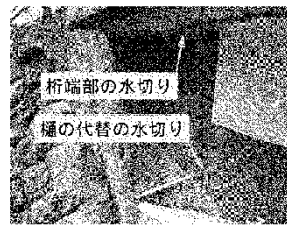

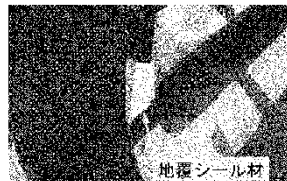
資料 調査票

分類	・ 劣化要因		・ 点検・維持管理	
	・ 損傷事例		・ その他	
	・ 補修事例		()	
タイトル	未来に残す橋作り～橋梁の長寿命化に向けた取り組み～			
著者	中部地方整備局 道路部 道路保全企画官 内藤幸美			
出典元	国土交通省HP	年度	2012年10月	
キーワード	長寿命化設計, 予防保全, ライフサイクルコスト, アセットマネジメント			
概要	<p>・ 橋梁の損傷について、損傷要因や損傷部材が明記されている。 また、橋梁に水を集めない対策事例や、桁端部の漏水対策を提案している。</p> <div style="text-align: center;"> <p>図-15 橋梁に水を集めない構造の対策事例</p> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> </div> <div> <ul style="list-style-type: none"> 非排水ジョイント 止水部材の延命化・交換性の向上 桁端増塗 水切版 下フランジ増塗 橋座勾配 </div> </div> <p>図-16 桁端部の劣化損傷防止の対策事例</p>			



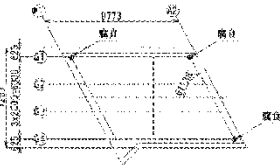
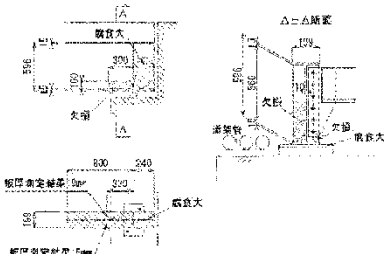
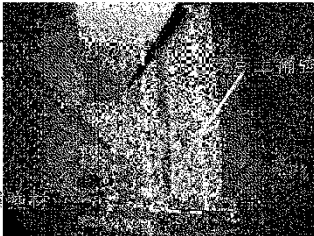
資料 調査票

分類	・ 劣化要因		・ 点検・維持管理	
	・ 損傷事例		・ その他	
	・ 補修事例		()	
タイトル	鋼箱桁橋 桁端部の補修 - 関門自動車道 和布刈高架橋支承取替工事 -			
著者	片山ストラテック株式会社 山口史夫, 宮下英明, 田中伸也			
出典元	片山技報 No. 32	年度	2013年度	
キーワード	桁端部, 補修, 支承取替			
概要	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製支承からゴム支承への取替工事と, 劣化の進んだ箱桁の補修工事の内容を腐食状況の調査から補修計画, 設計, 施工までの一連の内容を示している. また, 今後の補修や新設橋の設計への展開も示している. <p>参考URL http://www.katayama-st.co.jp/technicalreport_pdf/No32-09.pdf</p>			
	 <p>図-3 桁端部からの漏水</p>			
 <p>図-4 補修概要および補修時の制約条件</p>				

資料 調査票

分類	・ 劣化要因		・ 点検・維持管理
	・ 損傷事例		・ その他
	・ 補修事例		()
タイトル	国道8号金山橋における橋梁補修事例		
著者	近畿地方整備局 福井河川国道事務所 道路管理課 児玉優一		
出典元	国土交通省 国土技術研究会発表資料	年度	2010年度
キーワード	桁端部, 補修, 腐食		
概要	<p>・ 損傷状況を示し, 補修対策フローをもとに対策検討を行って, その対策を工事へ反映する内容を示している. 桁端部からの漏水による腐食対策としては, 水切りの設置, 橋台パラペットに樋の設置, 橋座面の排水勾配などの対策を示している.</p> <p>参考URL http://www.mlit.go.jp/chosahokoku/h22giken/program/kadai/pdf</p>  <p>図-5 補修対策フロー</p>  <p>図-10 桁端部の水切り</p>  <p>図-11 桁端部の水切り, 橋台パラペット部の漏水対策状況</p>  <p>図-12 橋座面の排水勾配</p>  <p>図-13 地覆シール材</p>		

資料 調査票

分類	・ 劣化要因		・ 点検・維持管理	
	・ 損傷事例		・ その他	
	・ 補修事例		()	
タイトル	腐食損傷が生じた上八橋 (コジ ョウバシ) の補修・補強対策			
著者	小宮一臣, 濱地英伸, 安波博道, 中島和俊			
出典元	土木技術資料 (土研センター)	年度	2009年度	
キーワード	桁端部, 腐食, 損傷, 補修, 補強			
概要	<p>・ 桁端部の鋼桁に腐食が生じた橋梁の, 腐食状況の調査, 補修・補強設計および腐食対策に関する施工について示している。施工実施にあたり, 技術講習会や現場見学会の実施についても示されている。</p> <p>参考URL http://www.pwrc.or.jp/s-pdf/0908-p058-063.pdf</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真-2 土桁腐食</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真-3 高食部拡大</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <p>(a) 腐食損傷発生位置</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <p>(b) G1桁A2橋台付近の損傷</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <p>写真-4 補強材取付状況</p> </div>			

長寿命化研究部会 水じまい対策WG

資料 調査票

分類	・ <u>劣化要因</u> ・ <u>点検・維持管理</u>	
	・ <u>損傷事例</u> ・ その他	
	・ <u>補修事例</u> ()	
タイトル	鉄道トラス橋におけるF11T ボルトの遅れ破壊とその対策	
著者	東日本旅客鉄道(株) 露木 寿, 松尾伸二, 林 健次, 浜田栄治, 金子達哉	
出典元	土木学会第59回年次学術講演会	年度 2004年9月
キーワード	鋼鉄道橋, F11T, 片面施工用高力ボルト	
概要	<p>現在, 架設後約30年が経過した下路トラス形式の鉄道橋において, 高力ボルトF11Tの遅れ破壊が確認された。本橋梁については, 平成5年度に列車運行に影響を及ぼす恐れのある路盤コンクリートより上部にある添接部の高力ボルトF11TをF10Tに取り替えている。今回, 路盤コンクリートより下にある端横桁の高力ボルトF11Tの破断が確認された。本報告では, 端横桁内にコンクリートが充填されている場合のF11Tの遅れ破壊に対する対策について報告する。</p> <p>・ 端横桁部におけるF11Tの遅れ破壊の原因は, 鋼板と充填コンクリートの隙間に内部結露水や侵入水が毛細管現象により伝わり, これが外部への水抜け伝播経路となり, 添接板ボルト部めがけて集中し, 常時湿潤状態の腐食環境下で発錆を促進させ, 遅れ破壊をより加速させたと推測される。</p>	

長寿命化研究部会 水じまい対策WG

資料 調査票

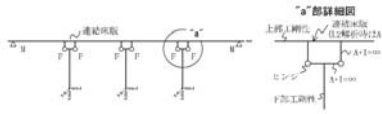
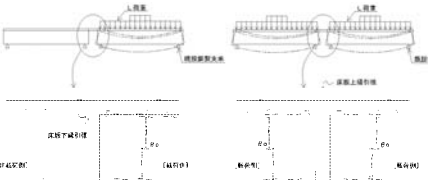
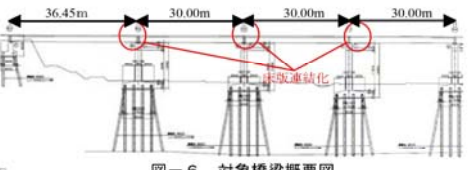
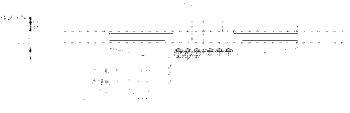
分類	・ 劣化要因		・ 点検・維持管理	
	・ 損傷事例		・ その他	
	・ 補修事例		()	
タイトル	乾式止水材 凍結融解試験 試験報告書			
著者	ニッタ株式会社			
出典元	ニッタ(株) HPより		年度	2006年10月
	キーワード 伸縮装置, 止水材			
概要	<p>・ 乾式止水材の試験報告</p> <p>10年に相当する期間の凍結融解試験, 伸縮試験等を行い安全性を確認している。 → 試験結果上では, 10年の耐用年数を保証</p> <p>① 試験目的 乾式止水材「バリアレックス」の性能試験、寒冷地向けの試験は各種行っているが、寒冷地向け複合試験として、凍結融解試験を行い、「バリアレックス」が試験後も有効な止水性能を保持している事を確認するために行う。</p> <p>② 温度設定 +5℃～-18℃ (±2℃) 「J I S A 1148に準拠」</p> <p>③ 凍結融解数 1000回</p> <p>※1 凍結融解数の根拠 資料によると、昭和62年10月～平成11年5月迄に北海道の石狩湾新港では、凍結融解が937回記録されている為、おおよそ10年分の性能を確認する為、凍結融解数を1000回に設定する。</p> <p>④ 試験製品 乾式止水材 バリアレックス No. 12</p> <p>⑤ 試験遊間 凍結融解：90mm, 伸縮試験：65～120mm×4, 000回</p> <p>※2 試験遊間の根拠 凍結融解：試験機に入る最大幅とする。 低温を基準に桁が収縮し、遊間が広がった状況を再現。 伸縮試験：製品の適用範囲の最大値とする。 伸縮回数：1日1回の伸縮として、10年相当3, 650回+αとする。</p> <p>⑦ 試験結果</p> <p>凍結融解試験 凍結融解150サイクル後から、防塵層と止水膜の接着面でははがれが生じている。 サイクル数が増加するにつれて、はがれる範囲が増加し、1000サイクル後では、防塵層と止水膜の接着面はほとんどはがれている。 他の接着面や部材には破損やはがれの異常は見受けられない。</p> <p>伸縮試験 止水性に関する止水膜や止水膜と支柱層の接着部、銅板と乾式止水材の接着部は凍結融解1000サイクル後、及び伸縮試験4000回後においても、破損やはがれの異常は見受けられない。</p> <p>水張り試験 漏水は発生せず、止水性を保持している。</p> <p>破損部位は防塵層と止水膜の接着面のみであり、止水性、伸縮性、止水膜の保護機能などに影響がない部分である。 凍結融解試験1000サイクルと非常に厳しい試験を行ったが、乾式止水材「バリアレックス」が止水性能を保持していることを確認することが出来た。</p>			

長寿命化研究部会 水じまい対策WG

資料 調査票

分類	・ 劣化要因		・ 点検・維持管理	
	・ 損傷事例		・ その他	
	・ 補修事例		()	
タイトル	鋼橋の伸縮装置の実態について			
著者	東北技術事務所 遠藤雅司, 高坂東児			
出典元	国土交通省 東北地方整備局 管内業務発表会資料	年度	2012年度	
キーワード	伸縮装置, 損傷			
概要	<p>・ 伸縮装置止水材の損傷事例. 止水材上に圧接や土砂が詰まった場合, 大型車走行時の押し込み力で止水材が損傷する恐れがある. この押し込み力の定量的調査.</p> <div data-bbox="422 992 1236 1344" data-label="Image"> <p style="text-align: center;">図-8 考察イメージ</p> </div> <p>伸縮装置には車両通行時の押し込み力による耐荷性能が求められ, 中でも止水材には輪荷重が直接伝達されることから, この荷重に抵抗できるだけの強度をもった支持金具により止水材を支持する必要があると考えられる.</p>			

資料 調査票

分類	<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因 点検・維持管理 		
	<ul style="list-style-type: none"> 損傷事例 その他 		
	<ul style="list-style-type: none"> 補修事例 () 		
タイトル	床版連結工法によるノージョイント化の検討		
著者	NEXCO東日本(株) 鈴木裕二, 東田典雅, 元木修, 宇山友理		
出典元	土木学会第65回年次学術講演会	年度	2010年9月
キーワード	伸縮装置, ジョイントレス構造		
概要	<p>鋼単純桁の連続化手法の1つとして床版連結工法の提案を行っている。伸縮取り替えコストの低減や, 止水性, 走行性の向上を主眼としている。構造解析により, 安全性の検討を行っている。</p>  <p>図-4 解析モデル概要図</p>  <p>図-5 活荷重載荷時の連結部床版の変形形状</p>  <p>図-6 対象橋梁概要図 (主桁上)</p>  <p>図-7 床版連結工概要図</p>		

資料 調査票

分類	・ 劣化要因		・ 点検・維持管理	
	・ 損傷事例		・ その他	
	・ 補修事例 ()			
タイトル	鋼構造部材のコンクリート境界部における経時的な腐食挙動に関する研究			
著者	貝沼重信, 細見直史, 金仁泰, 伊藤義人			
出典元	土木学会論文集 No. 780	年度	2005年1月	
キーワード	腐食, 促進試験			
概要	<p>鋼部材とコンクリートとの境界部の腐食の経時的变化の調査。 促進試験により腐食の変化を測定し、局部腐食深さの進行やコンクリート内部への腐食の進行等を調べた。 またそれらの試験結果を解析し、腐食進行の性状の分類や予測手法の提案も行っている。</p> <p style="text-align: center;">(a) 実験終了後</p> <p style="text-align: center;">(b) コンクリート除去後</p> <p style="text-align: center;">(c) さび除去後</p> <p style="text-align: center;">図-3 供試体の腐食状況</p>			

資料 調査票

分類	<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因 点検・維持管理 		
	<ul style="list-style-type: none"> 損傷事例 その他 		
	<ul style="list-style-type: none"> 補修事例 		
タイトル	セルラオートマトンによる橋梁路面排水シミュレーション		
著者	保田敬一, 白木渡, 島村洋平, 堂垣正博		
出典元	土木情報利用技術論文集 Vol. 13	年度	2004年度
キーワード	排水装置, 路面排水		
概要	<p>路面排水が適切に行われるか, 路面排水シミュレーションを行い検証する. 路面をセルに分割して流量計算することで詳細な水の流れを予測することが可能となる.</p> <p>セルラオートマトンによる橋梁路面排水シミュレーション</p> <p>図-10 縦断勾配 1.0%, 横断勾配 1.5%における水の流れ</p> <p>図-11 縦断勾配 3.0%, 横断勾配 1.5%における水の流れ</p> <p>図-12 縦断勾配 5.0%, 横断勾配 1.5%における水の流れ</p>		