

道路橋石橋の損傷事例集

[石造アーチ橋・石桁橋]

令和 8 年 3 月

道路橋石橋維持管理検討委員会

目 次

	Page
1. はじめに-----	1
1.1. 本資料の位置付け-----	1
1.2. 石橋の形式と部材名-----	2
2. 道路橋石橋の損傷事例集-----	6
2.1. 損傷事例集の構成-----	6
2.2. 石造アーチ橋-----	8
2.3. 石桁橋-----	56
付録.1 日常点検・異常時点検の留意点-----	80
付録.2 岩種の推定-----	82
付録.3 2016年熊本地震における石造アーチ橋の被災事例-----	84

1. はじめに

1.1. 本資料の位置付け

道路橋石橋の定期点検では、石橋の構造特性を踏まえ、外観に現れる損傷・変状から状態を把握し、所見として整理することが求められる。道路橋石橋維持管理検討委員会では、これまで、離散系の構造特性を有する石造アーチ橋に対して「道路橋定期点検要領」（国土交通省道路局）（以下、「点検要領」という）を補完する資料として「道路橋石橋の定期点検に関する参考資料〔石造アーチ橋〕」（道路橋石橋維持管理検討委員会）（以下、「参考資料」という）を取りまとめてきた。

本資料は、その検討過程や点検で収集した石造アーチ橋と石桁橋の損傷・変状、および補修・補強の事例を整理したものである。道路橋石橋を点検する機会は一般の橋に比べて少ないと考えられるため、点検要領や参考資料を活用する際の情報として提供する。ただし、本資料は代表的な事例を例示したものであり、損傷・変状の状態や要因および必要な対応は、個々の橋の条件に応じて判断する必要がある。

なお、参考資料では、損傷と変状の使い分けをせずに「変状」として統一されている。しかし、本資料では石桁橋も対象としており、石材単体の劣化事例も掲載しているため、変状と損傷を適宜使い分けて呼称する。

また、本資料の掲載写真は、全国道路施設点検データベースに登録されている写真もしくは、道路管理者から提供いただいた点検調書等の写真を使用している。

1.2. 石橋の形式と部材名

(1) 石橋の形式

石橋は石造アーチ橋と石桁橋に分類される。石造アーチ橋（図-1.1）は石材を積み上げて構築されたアーチ橋であり、石桁橋（図-1.2）は石柱や石版で構築された桁橋である。石桁橋はさらに表-1.1のように分類される。

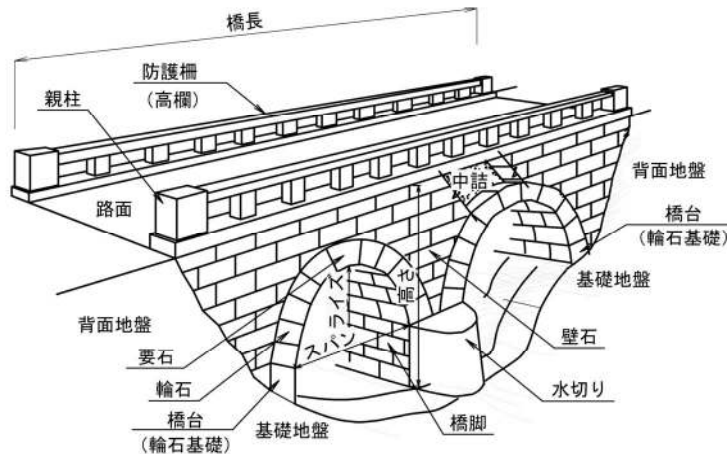


図-1.1 石造アーチ橋¹⁾

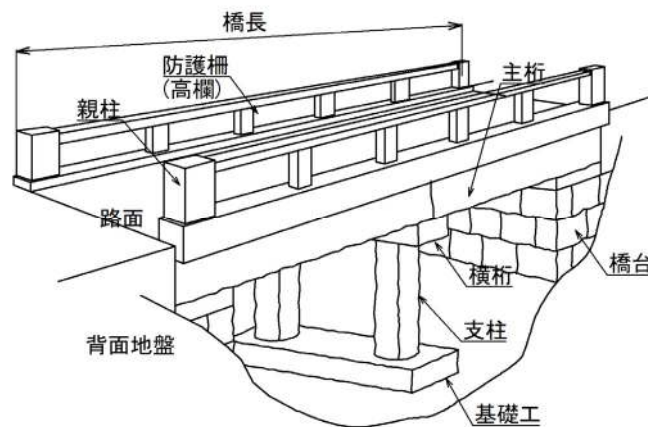


図-1.2 石桁橋

石造アーチ橋や石桁橋の中には、一部石材とは異なる材料を用いて構成されている橋も多い（写真-1.1、1.2）。



写真-1.1 石造アーチ橋のRC床版設置例



写真-1.2 石桁橋のRC桁置換事例

表-1.1 石桁橋の種類²⁾

形式			略図	特徴		
石桁橋	ケタパン 桁橋	石板式	石板式-1		<ul style="list-style-type: none"> ・板状の石材を主桁(スラブ)として用いたもの。 ・一本もの(一枚もの)に限る。 ・石版を円弧状に加工した円弧石板式もある。 	
			石板式-2			
		桁式	桁式-1		<ul style="list-style-type: none"> ・角形状の石材を主桁(はり)として用いたもの。 ・主桁だけを複数本敷き並べるタイプと、主桁間に床板版石をはめ込んだり上置きするタイプとがある。 ・石板式同様、主桁を円弧状に加工した円弧桁式もある。 	
			桁式-2			
			桁式-3			
			桁式-4			
		ハネパン 刎橋	せり持ち式	せり持ち式-1		<ul style="list-style-type: none"> ・短尺の角形状石材(主桁)を両端支点側から支間中央側に少しずつ張り出す形で、下方から順次上方へ積み重ね、最後に中央部材を架けて橋としたもの。 ・上積土のあるタイプとないタイプとがある。
				せり持ち式-2		
	合掌式 (突合せ式)		合掌式-1		<ul style="list-style-type: none"> ・2本の角形状石材を支間中央部で突き合わせたもの。 ・主部材基礎部の支点移動を許すと構造系が成り立たなくなる。 ・上積土のあるタイプが一般的であるが、ないタイプもごく稀にある。 	
			合掌式-2			
	ホウツエパン 方杖橋		方杖式-1		<ul style="list-style-type: none"> ・斜材(方杖材)を用いて桁橋の長大化を図ったもの。 ・小河川等で河岸が堅固な地盤の場合、または護岸がある場合に適する。 	
			方杖式-2			

石桁橋の多く(九州の事例では96%)は桁式であり、その殆どが主桁だけを複数本敷き並べるタイプである。桁式以外では、刎橋・方杖橋(九州の事例では3%・1%)がわずかに見られる状況である。

(2) 石造アーチ橋の点検等における留意事項

石造アーチ橋は、変状の発生に対して写真-1.3、1.4に示すように部材の一部または全体をコンクリート補強した事例や、図-1.3に示すように道路拡幅や荷重分配、防水を目的に主構造である石造アーチ橋の上部にコンクリート床版を設置した事例がある。これらの補強により基礎や輪石が直接目視できない場合や、拡幅により荷重伝達経路が建設当時と異なる場合もある。



写真-1.3 基礎部分を補強している事例



写真-1.4 輪石全体を補強している事例

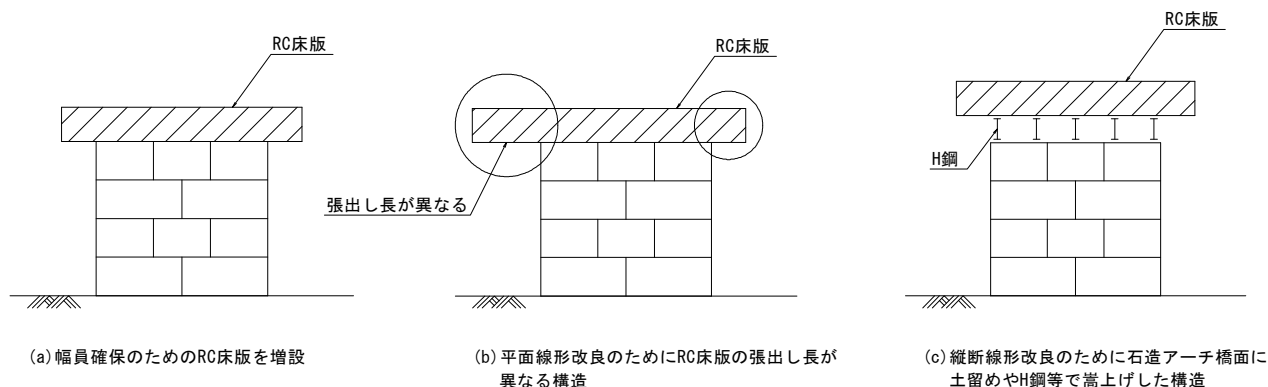


図-1.3 道路幅員の拡幅を目的とした補強

(3) 石桁橋の点検等における留意事項

石桁橋は「桁橋」や「刎橋」、「方杖橋」などが存在するが、いずれも上部構造は上載荷重を支持する梁構造である。上載荷重に対して桁上面に圧縮応力、桁下面に引張応力が生じる構造であるが、一般に石材の引張強度は圧縮強度の1/10～1/20程度³⁾であるため、石材の引張強度に依存する構造となる。また、下部構造は橋台が石積構造、橋脚を石材支柱とした構造が主体であり、上部構造からの鉛直荷重を受け、地盤に荷重を伝達するシステムとなっている（図-1.4）。

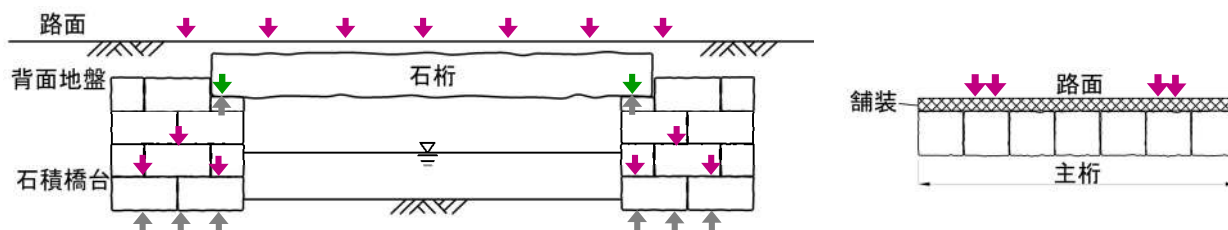


図-1.4 石桁橋の構造概念（側面図・断面図）

石桁橋は、その殆どが小規模橋梁であり、架設状況によってさまざまな特徴を有する橋が存在する。例えば、路面から石桁までの舗装厚や土被りが大きいものもあれば、舗装がなく石桁が露出しているものも存在する。舗装厚や土被りの大小は石桁上面の荷重作用幅に影響するため、1主桁あたりの作用荷重が異なる。また、多径間の場合は、掛違い部で石桁を切欠いた橋もあり、その場合は支間中央のみではなく掛違い部も構造的に脆弱部となりうる。さらに、石桁の上に床板が架設されていたり（写真-1.5）、橋台背面土工部と連続舗装されていたりする場合（写真-1.6）は、桁端部の状態が目視では細部構造まで確認できない事例が多い。また、方杖部材や土中に埋め込まれた橋脚部材など形状の確認ができない場合もある。



写真-1.5 桁上の床版架設事例



写真-1.6 橋台背面までの連続舗装

[参考文献]

- 1) 道路橋石橋維持管理検討委員会：道路橋石橋の定期点検に関する参考資料〔石造アーチ橋〕，p34, 2026. 3
- 2) KABSE：石橋の設計ガイドラインを用いた石橋設計と桁石橋の実状，pp. II-4, 2018. 6
- 3) KABSE：石橋の設計基準作成の検討と石橋の点検要領および維持管理の現況，P13, 2012, 6

2. 道路橋石橋の損傷事例集

2.1. 損傷事例集の構成

道路橋石橋の損傷の事例と、その対策として実施された補修・補強の事例を収集し、損傷毎に事例集としてとりまとめた。なお、あくまで事例収集ができた代表的なものを例示したものであり、個々の橋が置かれた状況を踏まえた上で状態の把握を行う参考とすること。

また、変形した石造アーチ橋や破断した石桁の下に入るなど、点検時に危険を伴うと想定される場合は、新技術の併用等で回避することを検討するのがよい。

1) 損傷事例の内容

損傷事例の記載項目と記載内容の例を以下に示す（図-2.1）。損傷がどのような状態かを理解しやすくするために、損傷メカニズムについてイラスト等で解説し、事例写真を掲載している。また、状態把握時と性能推定時の留意点を記載している。

部位：下部構造	部材：橋台・橋脚・基礎	NO. 2/7
耐荷性能上懸念される損傷や状態	---	
外観に現れる異常の事例	洗掘	

1. 損傷の事例	損傷の特徴 ・主に「参考資料」の別表-3に記載の内容
<p><損傷の状態および要因></p> <p>【損傷の特徴】 ・橋台・橋脚の基礎付近が洗掘している状態</p> <p>【主な損傷要因】 河川流：流下断面の変化などによる河川流の集中や流速の増大 河床変動：河床低下や河床形状の変化による、基礎の露出 過流：河川や下部構造の形状変化部による河川流の乱れ 水衝：河川屈曲部に起因する出水時の水衝</p>	<p>洗掘のイメージ図</p>
<p>主な損傷要因 ・想定される損傷要因を記載</p>	

<p>A橋 洗掘により輪石下端部分の流失</p>	<p>B橋 洗掘による橋脚下端部分の崩壊</p>
<p>状態把握時の主な留意点 ・状態把握時に着目すべき箇所と状態、現地にて記録、計測する際の方法やポイントの例等を記載</p>	
<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p> <p>河床・基礎接地面：局所洗掘・河床低下・河床変動、根入れの深さ、石積橋台・輪石基礎の露出の有無 洗掘危険箇所：流速・湍筋・水衝部・河川集中箇所、出水時状況の推定による脆弱箇所の確認 下部構造の損傷：下部構造・基礎の沈下・移動・傾斜、石材抜け落ち、橋台背面土の吸い出しの有無 路面の状態：橋台背面の舗装の異常（ひびわれ・うき・段差）の有無</p>	
<p><性能推定時の主な留意点></p> <p>豪雨・出水：洗掘の進行・拡大による基礎及び下部構造の安定性の低下</p>	<p>性能推定時の主な留意点 ・性能推定時の参考として、留意すべき事項等を記載</p>

図-2.1 損傷事例の記載内容の例

2) 補修・補強事例の内容

補修・補強が実施された事例の記載内容を以下に示す（図-2.2）。補修・補強の事例から目的と内容を推定し、状態把握時の主な留意点を記載している。

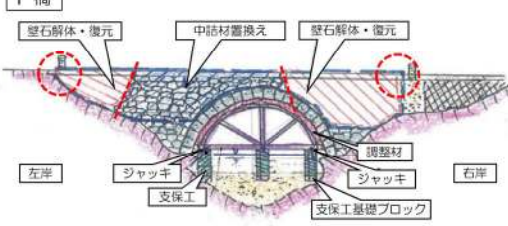

2. 補修・補強の事例	
<目的と内容（推定）>	
<p>【目的】荷重伝達機構の再構築</p> <p>【内容】不安定化の抜本対策（壁石の解体・積み直しと中詰土の置換えの例）</p>	
<p>F橋</p>  <p>対策範囲・補修図</p>	<p>F橋</p>  <p>積み直し前の状態</p>
<状態把握時の主な留意点>	
<p>—近接目視等における主な着目ポイント—</p> <p>補修境界部の状態：積み直した石材と旧石材とのかみ合わせ不良によるぐらつき</p> <p>既設部と補修部の不陸：積み直した部分の高低差（石材面・路面）</p>	
<p>目的と内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 補修・補強の目的と内容を推定し記載 	
<p>状態把握時の主な留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> 補修・補強を実施したことで、他の損傷を誘発する可能性などを踏まえて、状態把握時に着目すべき箇所と状態を記載 	

図-2.2 補修・補強事例の記載内容の例

2.2. 石造アーチ橋

表-2.1. 石造アーチ橋 損傷事例一覧表

※は補修・補強事例あり

部位	No.	部材	耐荷性能上懸念される損傷や状態	外観に現れる異常の事例	頁	
上部構造 (上下部 接続部含む)	1	輪石	アーチの荷重伝達経路の異常	抜け落ち	12	
	2	輪石		ずれ(抜け出し)	14	
	3	輪石		開き(隙間)	16	
	4	輪石		アーチ形状の変化	18	
	5	壁石・中詰	上部構造の形状安定性の異常	はらみ出し ※	20	
	6	壁石・中詰		ずれ(抜け出し)	23	
	7	壁石・中詰		開き(隙間)	25	
	8	輪石	----	樹根貫入	26	
		壁石・中詰				
	9	輪石	----	漏水・滞水 ※	28	
		壁石・中詰				
	10	壁石・中詰	通行荷重支持機構の乱れ	空洞 ※	31	
	石材単体・ その他	11	輪石	----	断面欠損 ※	33
			壁石・中詰			
		12	輪石	----	破断(亀裂) ※	35
			壁石・中詰			
		13	輪石	----	変色・劣化	37
		壁石・中詰				
14		輪石	----	植生	38	
	壁石・中詰					
15	舗装	通行荷重支持機構の乱れ	舗装の異常	40		
16	舗装		不同沈下(段差)	42		
17	防護柵・地覆		防護柵・地覆の異常	44		
下部構造	1	橋台	周辺地盤への荷重伝達経路の異常	沈下・移動・傾斜	46	
		橋脚				
		基礎				
	2	橋台	----	洗掘 ※	47	
		橋脚				
		基礎				
	3	橋台	周辺地盤への荷重伝達経路の異常	空洞	50	
		橋脚				
	4	橋台	----	ずれ(抜け出し)	51	
		橋脚				
5	橋台	----	開き(隙間)	52		
	橋脚					
6	橋台	----	漏水・滞水	53		
	橋脚					
その他	7	袖擁壁	----	洗掘	54	
参考	—	輪石・壁石・中詰	アーチの荷重伝達経路の異常 上部構造の形状安定性の異常	地震による崩落	55	

- 注) ・耐荷性能上懸念される損傷や状態が生じた結果として外観に現れる異常の事例を示している。
 ・耐荷性能上懸念される損傷や状態が「—」表記の箇所は、外観に現れる異常が先行して発生する場合を示している。
 ・上部構造の No.9 の滞水と No.10 の空洞は外観に現れる異常ではないが、変状として記録する必要があるため事例を収録した。
 ・石造アーチ橋の事例の最後に参考として、地震による崩落事例を示す。また、付録.3 に参考として 2016 年の熊本地震での被災事例をとりまとめている。

<参考>石造アーチ橋：変状の連動

- 石造アーチ橋は離散系のアーチ橋であるため、各部位・部材に発生した変状により荷重バランスの乱れなどが生じて他の部位・部材の変状の要因になるなど、変状の発生が連鎖する特性を有している。下図には石造アーチ橋の形状変化に関する変状とその関連性を示す(図-2.3)。また、次頁以降により詳細な変状の連動の例(図-2.4)を示す。

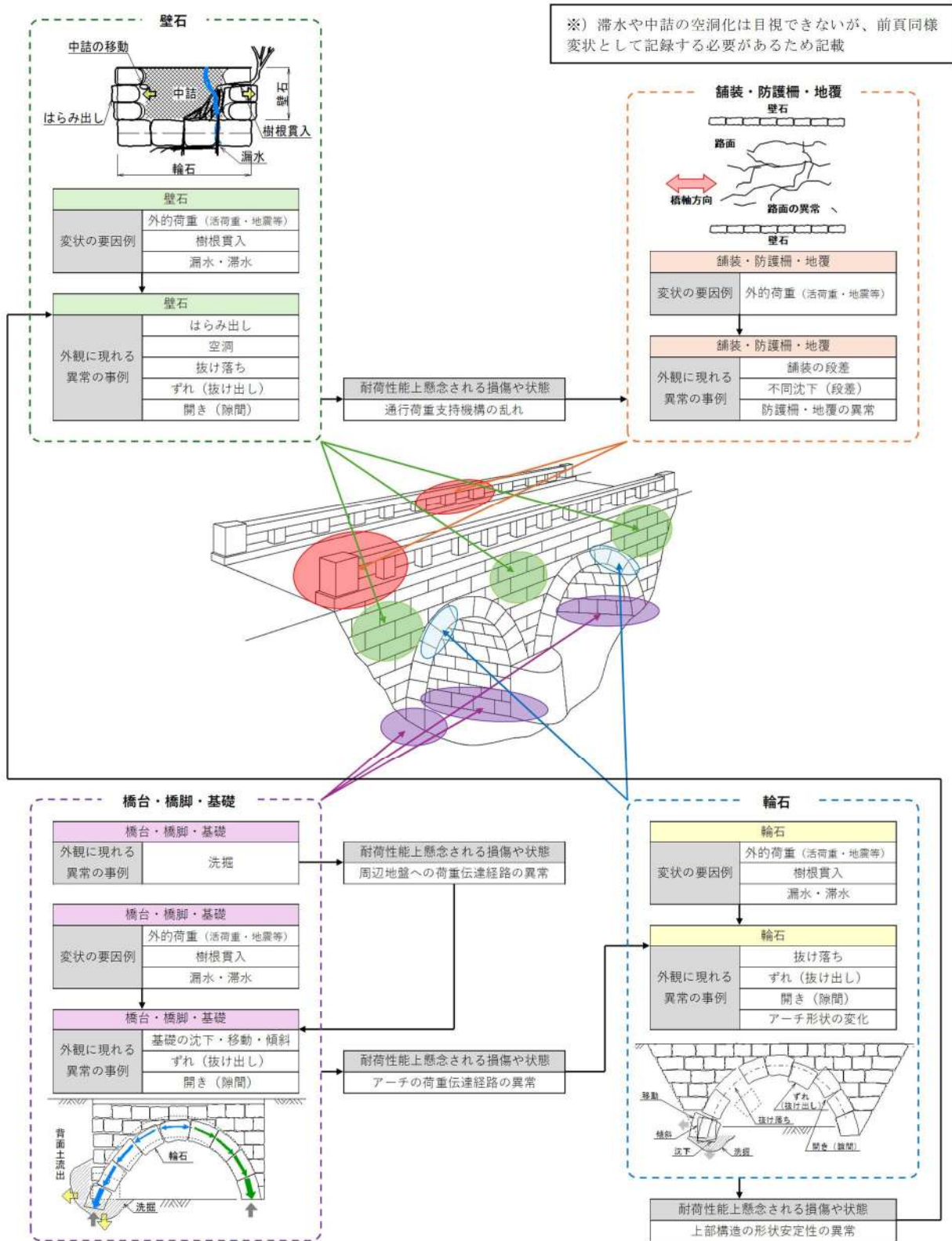
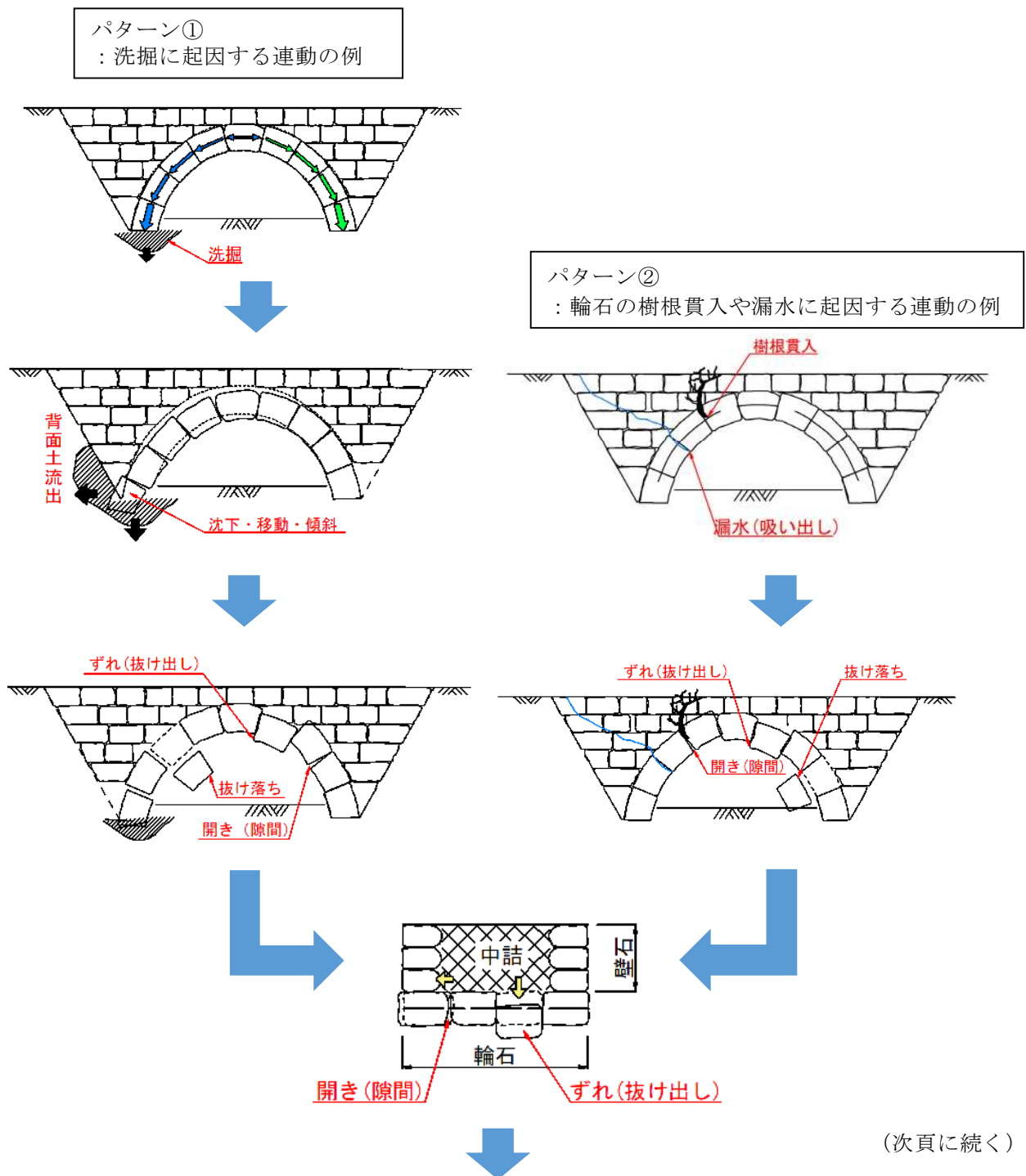


図-2.3 石造アーチ橋 変状の関連性

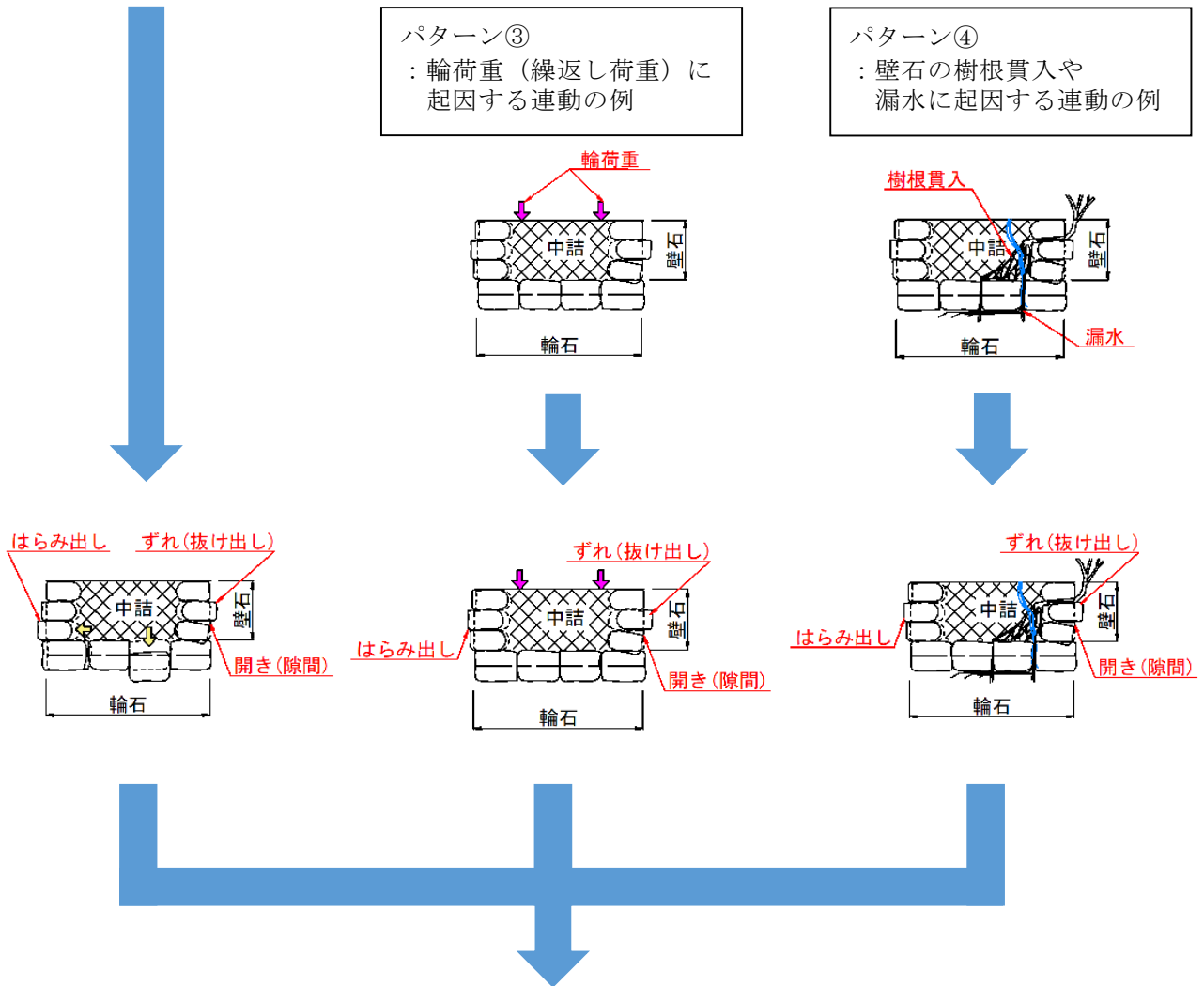
- ・ 下図に、主な変状の連動の例（図-2.4）を示す。ある変状が確認された場合に、その変状が要因となって連鎖的に別の変状が引き起こされる可能性があることを示しており、基本的には下部構造や輪石、壁石・中詰の変状が最終的に路面の異常を引き起こす要因になる。他にも軽微な異常が生じている状態で、地震、豪雨により急激に進展するなど、複合的な要因も考えられる。下記フローはあくまで一例に過ぎないことに留意すること。
- ・ 事例集の【主な損傷要因】にはこのように連鎖的に引き起こされる変状については記載していない。基礎に変状がある場合は輪石・壁石・中詰・路面に、輪石に変状がある場合は壁石・中詰・路面に、壁石・中詰に変状がある場合は路面に関連する変状が発生している可能性がある。これを踏まえて変状の状態を確認する必要がある。

(1) 基礎、輪石



(2) 壁石・中詰

(前頁の続き)



(3) 路面

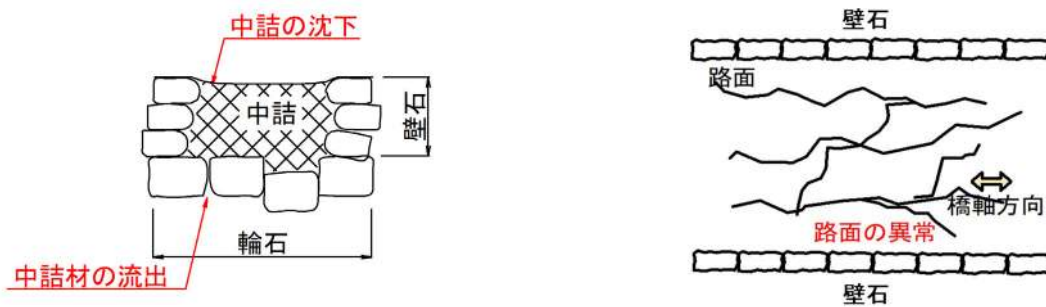


図-2.4 石造アーチ橋 変状の連動の例

部位：上部構造	部材：輪石	NO. 1/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	アーチの荷重伝達経路の異常	
外観に現れる異常の事例	抜け落ち	

1. 損傷の事例

<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

- ・石材が抜け落ちている状態
- ・石材が崩落している状態

【主な損傷要因】

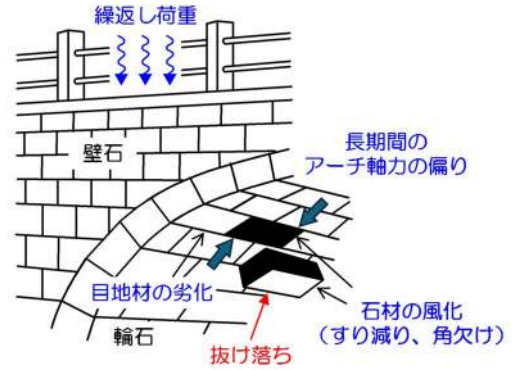
活荷重：繰返し荷重によるかみ合わせ不良

経年劣化：目地材がある場合の目地材劣化、風化による角欠け・すり減り、樹根貫入

アーチ軸力の偏り：かみ合わせの変化、軸力が他の石材へ移動（荷重の再配分）

地震：軸力の一時的な低下、地震動による開きの発生や助長・進展

豪雨：石材の崩落



抜け落ちのイメージ図

※抜け落ち箇所以外の石材がかみ合い荷重伝達し、安定している可能性があるため、橋全体の評価が重要



輪石の一部が抜け落ち



輪石が崩落し、荷重伝達がされていない



輪石の一部が抜け落ち

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>石組の安定性：アーチ形状の変化、石材のぐらつき、抜け落ち数や位置の記録</p> <p>石材の健全性：周辺石材の風化の程度、形状（断面欠損していないか）</p> <p>樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>活荷重：繰返し荷重による抜け落ち範囲の拡大</p> <p>地震：抜け落ち範囲の拡大やアーチ形状の変化、橋全体の崩壊に進展、開きの進展</p> <p>豪雨・出水：中詰材の流出により路面陥没に進展</p>

部位：上部構造	部材：輪石	NO. 2/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	アーチの荷重伝達経路の異常	
外観に現れる異常の事例	ずれ（抜け出し）	

1. 損傷の事例

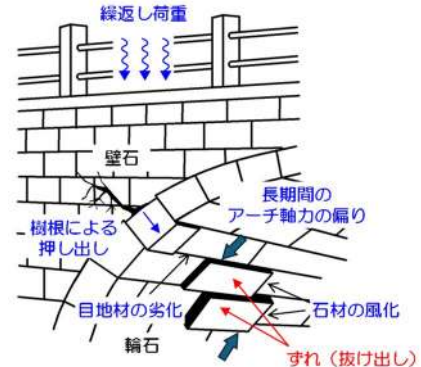
< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- 石材間にずれが発生している状態
(抜け落ちの予兆)

【主な損傷要因】

- 活荷重：繰返し荷重によるかみ合わせ不良
- 経年劣化：目地材の劣化、風化による角欠け・すり減り、樹根貫入
- アーチ軸力の偏り：かみ合わせの変化、軸力が他の石材へ移動（荷重の再配分）
- 地震：軸力の一時的な低下、地震動による開きやすさの進展・助長

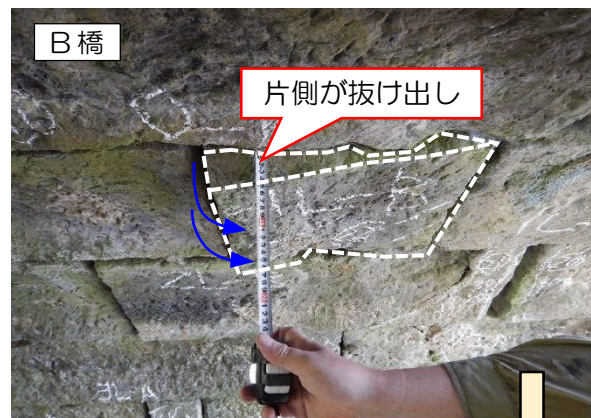


ずれ（抜け出し）のイメージ図

※土被りの小さいアーチ頂部は活荷重の影響を受けやすく、頂部付近のずれ（抜け出し）は路面の陥没や、橋全体の不安定化に結び付くことがあるため特に留意が必要



6cm 抜け出し(発生位置不明)



斜めに抜け出し（5cm 程度）



アーチ頂部付近に抜け出しと開きが発生

単独のずれから複数のずれへ進展する場合がある



複数の抜け出し（5cm 以上ずれている箇所あり）



E 橋

アーチ頂部付近の抜け出し



F 橋

樹根貫入による輪石のずれ

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

石組の安定性：アーチ形状の変化、石材のぐらつき、ずれ（抜け出し）の発生位置や程度の記録

石材の健全性：石材の風化の程度、形状（断面欠損していないか）

樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態

<性能推定時の主な留意点>

活荷重：繰返し荷重によるずれ（抜け出し）範囲の拡大、抜け落ちへの進展

地震：ずれ（抜け出し）範囲の拡大、抜け落ち・アーチ形状の変化に進展、開きの進展

豪雨・出水：中詰材の流出により路面陥没に進展

部位：上部構造	部材：輪石	NO. 3/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	アーチの荷重伝達経路の異常	
外観に現れる異常の事例	開き（隙間）	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- 石材間が開いている状態

【主な損傷要因】

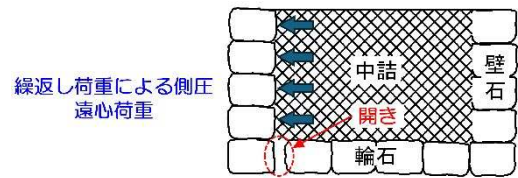
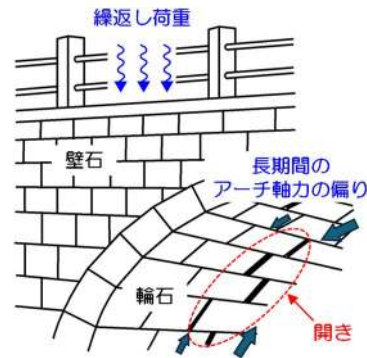
経年劣化：風化による角欠け・すり減り、樹根貫入

アーチ軸力の偏り：かみ合わせの変化、軸力が他の石材へ移動（荷重の再配分）

地震：軸力の一時的な低下、開きの進展

側圧の増加：通行車両の繰返し荷重や遠心荷重による中詰材の外側への土圧力※

※外側輪石は壁石と連動しやすい



開き（隙間）のイメージ図



石材間の開き（隙間）（直角方向に変位）



石材間の開き（隙間）（直角方向に変位）



石材間の開き（隙間）（直角方向に変位）



石材間の開き（隙間）により中詰材が流出



石材間の隙間により中詰材が流出



石材間の隙間

<状態把握時の主な留意点> -近接目視等における主な着目ポイント-

石組の安定性：アーチ形状の変化、石材のぐらつき、開き（隙間）の連続性、発生位置と変位の記録

中詰の安定性：中詰内部の空洞、石材間からの漏水・中詰材流出、水みちの有無

樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態

<性能推定時の主な留意点>

活荷重：繰返し荷重による中詰の外側への土圧力や遠心荷重による開き（隙間）の進展

地震：橋軸直角方向からの揺れによる開き（隙間）の助長、輪石の崩壊に進展

豪雨・出水：中詰材の流出により路面陥没に進展

部位：上部構造	部材：輪石	NO. 4/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	アーチの荷重伝達経路の異常	
外観に現れる異常の事例	アーチ形状の変化	

1. 損傷の事例

<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

- ・アーチ形状に変化が生じている状態

【主な損傷要因】

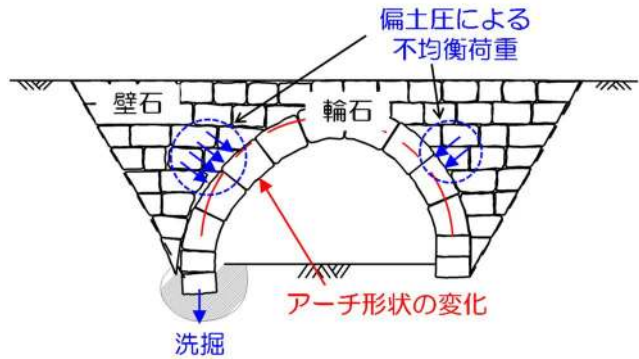
洗掘：洗掘による下部構造の沈下・移動・傾斜

アーチの不均衡荷重：壁石内部に路面から

水が流入し、中詰材が流出・空洞化

(偏土圧の作用)

地震：壁石の崩落



アーチ形状の変化のイメージ図



A橋

アーチの一部が直線状に変形



アーチ形状の乱れ



B橋

アーチの一部が直線状に変形

アーチ形状の乱れ

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>基礎地盤・下部構造の安定性：洗掘の有無及び下部構造の沈下・移動・傾斜の状態</p> <p>進行性：定期点検毎の定点観測等で進行性を把握</p> <p>中詰の安定性：中詰が空洞化することによる偏土圧発生の有無</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>活荷重：繰返し荷重による形状変化の助長</p> <p>地震：アーチ機構に異常が生じているため大きな外力が加わることにより崩壊に進展</p> <p>豪雨・出水：中詰材の流出による偏土圧の増大により形状変化が進展</p>

部位：上部構造	部材：壁石・中詰	NO. 5/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	上部構造の形状安定性の異常	
外観に現れる異常の事例	はらみ出し	

1. 損傷の事例

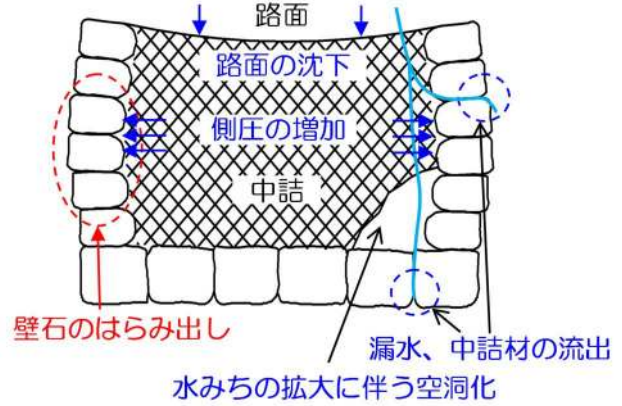
< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・ 石材相互で形成される面にはらみが見られる状態
- ・ 石材の面の通りの変状が見られる状態

【主な損傷要因】

- 側圧の増加：通行車両の繰返し荷重による中詰の外側への土圧力
- 中詰への水の浸入：中詰への水の浸入による荷重バランスの乱れ、細粒分の流出・空洞化
- 地震：地震動による壁石のはらみ出し



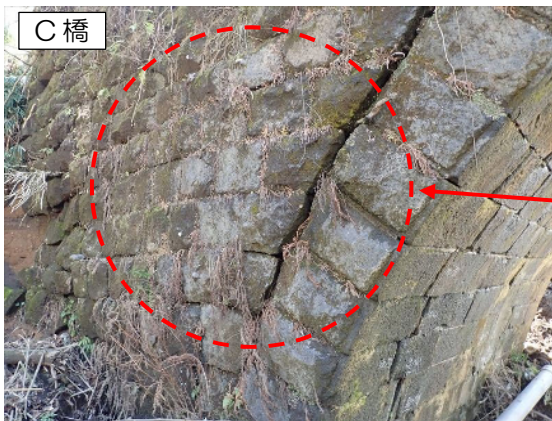
はらみ出しのイメージ図（断面図）



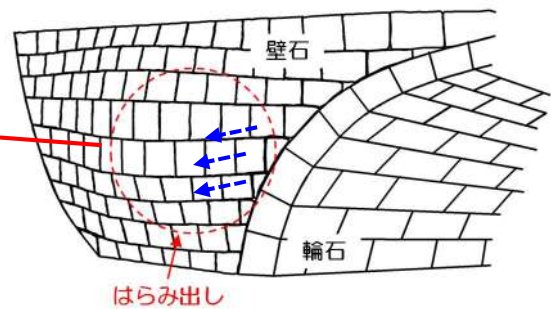
上端の壁石が外側に変位



下側の壁石が外側に変位



輪石付近の壁石が外側に変位



イメージ図



壁石面が外側に大きく変位（上側 7cm 程度）



輪石上部の壁石が外側に変位

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

石組の安定性：分布状況、石材のぐらつき、隙間の有無、はらみ出し量の記録

中詰の安定性：中詰内部の空洞、石材間からの漏水・中詰材流出の有無、水みち

<性能推定時の主な留意点>

活荷重：空洞による路面陥没の発生、繰返し荷重によるはらみ出しの進行の助長

地震：石材のぐらつきにより、壁石の崩壊（土留機能の喪失）に進展

豪雨・出水：雨水の浸入により中詰材の流出・はらみ出しの進行を助長

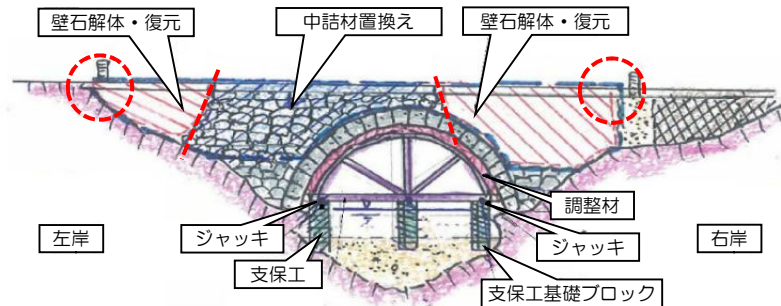
2. 補修・補強の事例

<目的と内容（推定）>

【目的】荷重伝達機構の再構築

【内容】不安定化の抜本対策（壁石の解体・積み直しと中詰材の置換えの例）

F 橋



対策範囲・補修図



積み直し前の状態

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

補修境界部の状態：積み直した石材と既設石材とのかみ合わせ不良によるぐらつき

既設部と補修部の不陸：積み直した部分と既設部の連続性（石材面・路面）

2. 補修・補強の事例

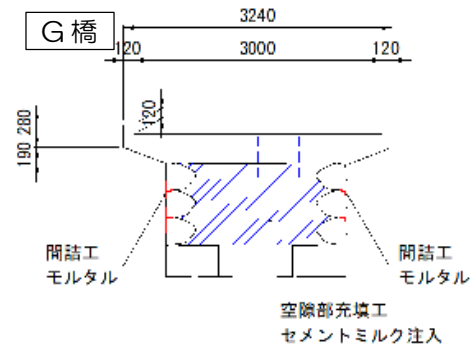
<目的と内容（推定）>

【目的】壁石の安定化

【内容】変状進行抑制対策（セメントミルク、モルタル注入の例）



対策範囲



補修図

<状態把握時の主な留意点> - 近接目視等における主な着目ポイント -

石組の安定性：間詰実施箇所のかみ合わせ不良やぐらつきの有無

目地材の状態：再劣化の有無、排水状況の確認（中詰への水の浸入の有無）

中詰の安定性：中詰への水の浸入や新たな水みちの有無

部位：上部構造	部材：壁石・中詰	NO. 6/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	上部構造の形状安定性の異常	
外観に現れる異常の事例	ずれ（抜け出し）	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・ 石材間にずれが発生している状態

【主な損傷要因】

側圧の増加：通行車両の繰返し荷重による中詰の外側への土圧

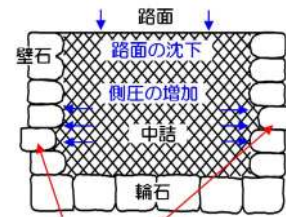
中詰への水の浸入：中詰への水の浸入による

荷重バランスの乱れ、細粒分の流出・空洞化

かみ合わせ不良：側圧に抵抗できない石材がかみ

合わせの良い位置に変位

地震：地震動による石材のずれ



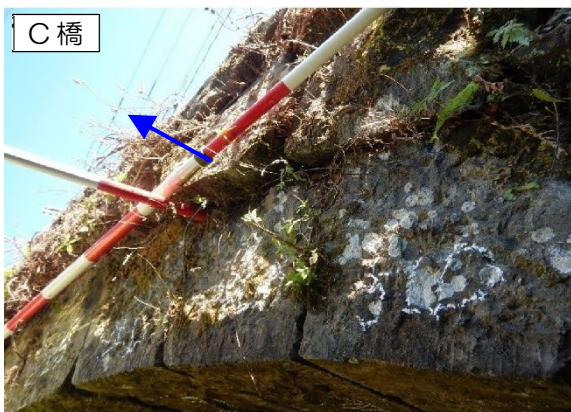
ずれ（抜け出し）のイメージ図



外側に 20 cm程度変位



外側に 10 cm程度変位



外側に 10 cm程度変位

<p><状態把握の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>石組の安定性：ずれ（抜け出し）部付近の石材のぐらつき、ずれ（抜け出し）量の記録 路面の異常：ずれ（抜け出し）部との位置関係</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>活荷重：振動や繰返し荷重によるずれ（抜け出し）範囲の拡大、抜け落ちへ進展 地震：ずれ（抜け出し）範囲の拡大、抜け落ちへ進展</p>

部位：上部構造	部材：壁石・中詰	NO. 7/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	上部構造の形状安定性の異常	
外観に現れる異常の事例	開き（隙間）	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

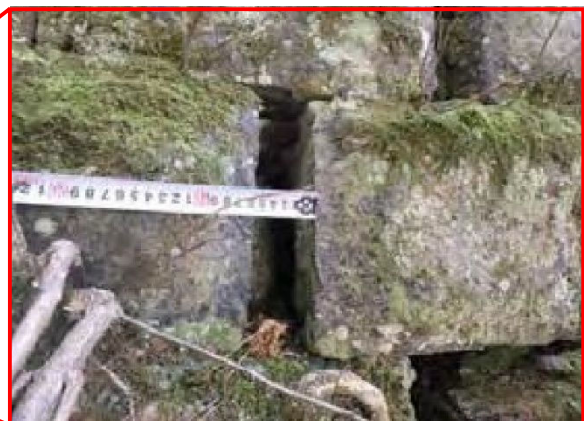
- ・ 石材間が開いている状態

【主な損傷要因】

- 経年劣化：石材の風化、樹根貫入
- 中詰への水の浸入：中詰への水の浸入による荷重バランスの乱れ、細粒分の流出・空洞化



開き（隙間）のイメージ図



壁石に連続した開き（壁石にはらみ出しが無ければ、アーチ形状が変化した影響が考えられる）

< 状態把握時の主な留意点 > - 近接目視等における主な着目ポイント -

- 石組の安定性：石材のぐらつき、開き（隙間）の連続性の有無、変位の記録
- 中詰の安定性：中詰内部の空洞、石材間からの漏水・中詰材流出、水みちの有無
- 樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態

< 性能推定時の主な留意点 >

- 活荷重：繰返し荷重による開き（隙間）発生箇所数及び進行の程度
- 地震：ずれ（抜け出し）、抜け落ちへ進展、開きの進展
- 豪雨・出水：中詰材の流出により路面陥没へ進展

部位：上部構造	部材：輪石、壁石・中詰	NO. 8/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	樹根貫入	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

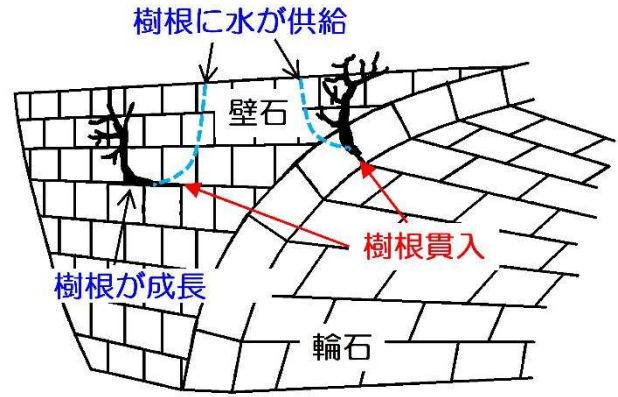
- ・ 石材間に樹根が貫入している状態

【主な損傷要因】

水分供給：路面水・地下水の中詰への浸入による

草木への水分供給

開き（隙間）：壁石に開き（隙間）がある



樹根貫入のイメージ図



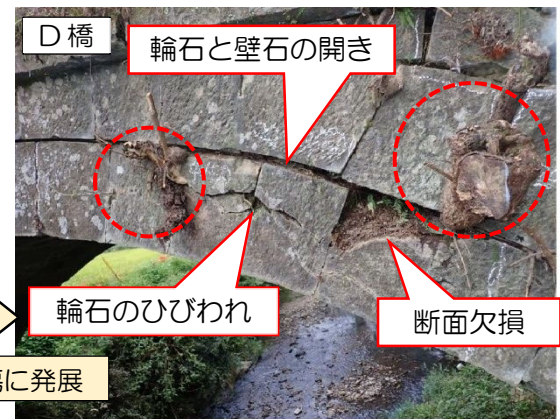
壁石の石材間に樹根貫入



樹根貫入による石材の開き



輪石、壁石間に樹根貫入



樹根貫入による石材の損傷

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>石組の安定性：石材の開き（隙間）、石材のぐらつき、変位の記録</p> <p>中詰の安定性：石材間からの漏水・中詰材の流出、水みちの有無</p> <p>樹根・植生の状態：樹木の大きさやその他の植生の繁茂状態、樹木種の特定 （状態把握後、伐採しておくのが望ましい）</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>その他：中詰から水が供給されることによる樹木の成長、樹根貫入部の拡大 成長した樹木が風に煽られることにより樹根貫入部の石材のぐらつきや抜け落ちに進展</p>

部位：上部構造	部材：輪石、壁石・中詰	NO. 9/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	漏水・滞水	

1. 損傷の事例

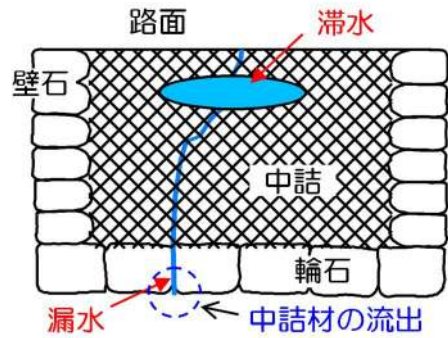
< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・雨水等が石材内部から漏出、滞留している状態

【主な損傷要因】

- 排水異常：路面の雨水が排出されず、中詰に浸入
- 地形：サグ部にある場合、地下水が集まりやすい
- 経年劣化：目地材の劣化



漏水・滞水のイメージ図（断面図）



A 橋
輪石の複数箇所から漏水



B 橋
輪石下面の一部に漏水跡



C 橋
輪石の複数箇所に漏水跡



D 橋
補修した輪石下面から漏水跡

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p> <p>中詰の安定性：中詰内部の空洞、石材間からの漏水・中詰材流出、水みちの有無</p> <p>石材の健全度：乾湿の繰返しによる石材の劣化・風化の有無</p> <p>樹根・植生の有無：漏水部付近の樹根や植生の繁茂状態</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p> <p>豪雨・出水：漏水により中詰材が流出し空洞化が発生、路面陥没へ進展</p>

2. 補修・補強の事例

<目的と内容（推定）>

- 【目的】細粒分の吸い出し防止
- 【内容】漏水対策（目地充填の再劣化事例）



遠望写真



近接写真

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p> <p>中詰の安定性：中詰内部の空洞、石材間からの漏水・中詰材流出、新たな水みちの有無</p> <p>石材の健全度：乾湿の繰返しによる石材の劣化・風化の有無</p> <p>樹根・植生の有無：漏水部付近の樹根や植生の繁茂状態</p> <p>目地材の状態：補修した目地の再劣化の有無</p>

2. 補修・補強の事例

<目的と内容（推定）>

【目的】路面水の流入防止

【内容】路面水の流入防止対策（排水溝設置の例）



路面の状態（橋台背面方向）



流末状況

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

排水溝の状態：排水溝の機能状態、詰まりの有無

部位：上部構造	部材：壁石・中詰	NO. 10/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	通行荷重支持機構の乱れ	
外観に現れる異常の事例	空洞	

1. 損傷の事例

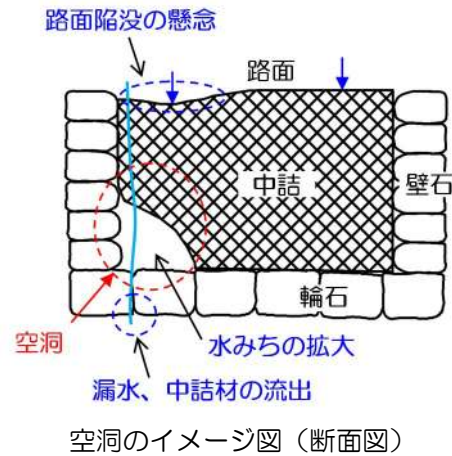
< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・中詰材が流出して空洞となっている状態

【主な損傷要因】

- 中詰材の流出：雨水などの浸入により石材間から水分と共に細粒分が流出
- 側圧の増加：通行車両の繰返し荷重による中詰の外側への土圧力
- 地震：地震動による中詰の空洞



A 橋
輪石下面の開き・土砂流出痕（空洞の懸念）



B 橋
輪石下面に藻類繁茂（空洞の懸念）

< 状態把握時の主な留意点 > ー 近接目視等における主な着目ポイント ー

中詰の安定性：空洞の状況把握（ボールやファイバースコープ等）、石材間からの漏水・中詰材流出、水みちの有無

路面の異常：舗装ひびわれ・路面陥没の有無

排水機能：橋面水の排水経路・目詰まりの有無

< 性能推定時の主な留意点 >

活荷重：路面陥没の発生、壁石の崩壊に進展

地震：水平力・鉛直力による空洞範囲の拡大、路面の段差・陥没に進展、開きの進展

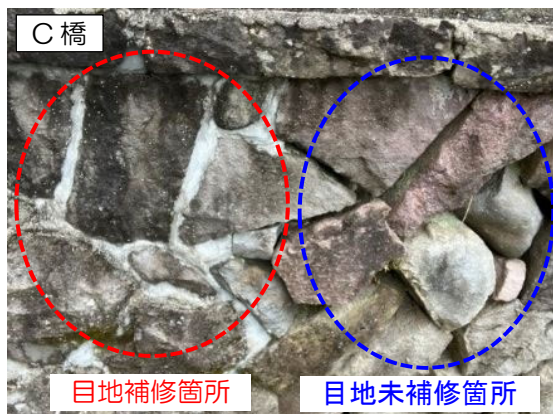
豪雨・出水：橋面水の浸入により空洞化が助長、路面陥没に進展

2. 補修・補強の事例

<目的と内容（推定）>

【目的】中詰材の流出防止

【内容】中詰材の流出防止対策（目地補修の例）



近接写真



遠望写真

<状態把握時の主な留意点> - 近接目視等における主な着目ポイント -

石組の安定性：石材のかみ合わせ、石材のぐらつき

中詰の安定性：中詰内部の空洞、石材間からの漏水・中詰材流出、新たな水みちの有無

路面の異常：舗装ひびわれ・路面陥没の有無

排水機能：橋面水の排水経路・目詰まりの有無

目地材の状態：補修した目地の再劣化の有無

部位：上部構造	部材：輪石、壁石・中詰	NO. 11/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	断面欠損	

1. 損傷の事例

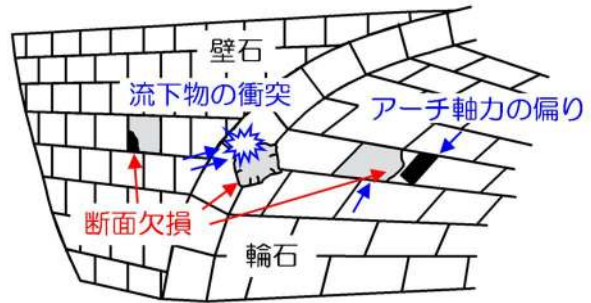
< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・石材の一部が欠損している状態

【主な損傷要因】

- アーチ軸力の偏り：かみ合わせの変化、軸力が他の石材へ移動（荷重の再配分）
- 流下物の衝突：豪雨・出水時等の流下物衝突による石材への外力作用
- 経年劣化：石材の風化



断面欠損のイメージ図

※類似の損傷として剥離があるが、剥離はRC 構造物の鉄筋位置に発生し剥離・鉄筋露出に発展する損傷である。本事例集は、石橋の石材に対する事例集であるため、剥離については事例を掲載していない。



A 橋

一部の断面が欠損している（輪石下部）



B 橋

一部の断面が欠損している（輪石下部）


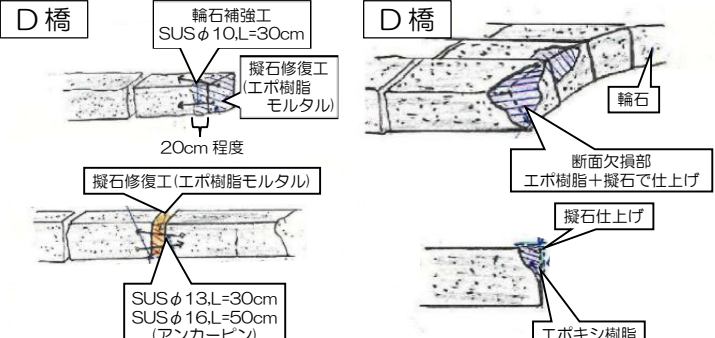


C 橋



一部の断面が欠損している（輪石下部）

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p> <p>石組の安定性：石材の開き（隙間）、石材のぐらつき</p> <p>中詰の安定性：中詰内部の空洞、石材間からの漏水・中詰材流出</p> <p>損傷位置：内的作用によるものか、外的作用によるものかの把握</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p> <p>地震：せん断力作用による断面欠損の発生</p> <p>豪雨・出水：流下物の衝突により更なる断面欠損の進行</p>

<p>2. 補修・補強の事例</p>
<p><目的と内容（推定）></p> <p>【目的】石材の欠損により生じた隙間からの中詰材の流出防止</p> <p>【内容】欠損部充填対策（擬石埋め込みの例）</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>近接写真</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>補修図</p> </div> </div>

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p> <p>中詰の安定性：中詰内部の空洞、石材間からの漏水・中詰材流出、新たな水みちの有無</p> <p>損傷位置：内的作用によるものか、外的作用によるものかの把握</p> <p>樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態</p>

部位：上部構造	部材：輪石、壁石・中詰	NO.12/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	破断（亀裂）	

1. 損傷の事例

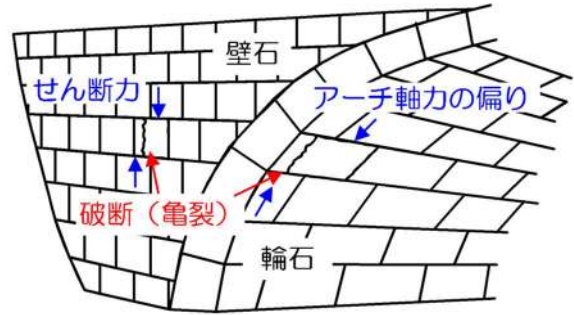
< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・石材のひびわれが貫通している状態

【主な損傷要因】

- アーチ軸力の偏り：かみ合わせの変化、軸力が他の石材へ移動（荷重の再配分）
- 地震：石材に作用するせん断力
- 経年劣化：石材の風化
- 水分供給：石材の割れに水分が溜まり、凍結膨張により破断に進展



破断のイメージ図

※石材には鉄筋のような引張抵抗部材が無く、ひびわれは即破断に至ることが多い。本事例集は、石橋の石材に対する事例集であるため、ひびわれについては事例を掲載していない。



A 橋

破断が生じている（輪石）



B 橋

破断が生じている（輪石）



C 橋

破断が生じている（輪石）



D 橋

破断が生じている（輪石）

<p>輪石の一部が欠損し、小片部分が欠け落ちている</p>
<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>中詰の安定性：中詰内部の空洞、石材間からの漏水・中詰材流出 石材の健全度：乾湿の繰返しによる石材の劣化・風化の有無 樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>活荷重：通行車両の繰返し荷重により破断（亀裂）範囲が拡大、欠け落ちに進展 地震：せん断力作用による破断（亀裂）の発生 豪雨・出水：漏水により中詰材が流出し空洞が発生、路面陥没に進展</p>

<h2>2. 補修・補強の事例</h2>	
<p><目的と内容（推定）></p>	
<p>【目的】破断した輪石の移動防止（修景保存）、破断した石材間からの中詰材の流出防止</p>	
<p>【内容】輪石の移動防止対策</p>	
<p>近接写真</p>	<p>補修図</p>
<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>	
<p>中詰の安定性：中詰内部の空洞、石材間の漏水・中詰材流出、新たな水みちの有無 石材の健全度：乾湿の繰返しによる石材の劣化・風化の有無</p>	

部位：上部構造	部材：輪石、壁石・中詰	NO. 13/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	変色・劣化	

1. 損傷の事例

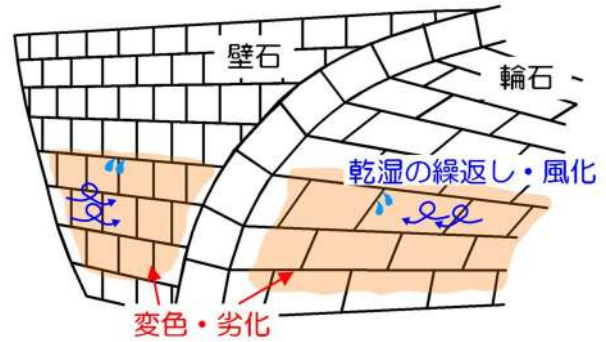
<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

- ・石材の変色や劣化がみられる状態

【主な損傷要因】

- 経年劣化：風化
- 漏水・滞水：乾湿の繰返し
- 水分供給：路面から浸入



変色・劣化のイメージ図



輪石下面に全体的な変色



輪石下面上流側が赤褐色に変色

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

中詰の安定性：中詰内部の空洞、石材間からの漏水・中詰材流出、水みちの有無

石材の健全度：乾湿の繰返しによる石材の変色・劣化の有無

樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態

<性能推定時の主な留意点>

豪雨・出水：漏水により中詰材が流出し空洞化が発生、路面陥没に進展

部位：上部構造	部材：輪石、壁石・中詰	NO. 14/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	植生	

1. 損傷の事例

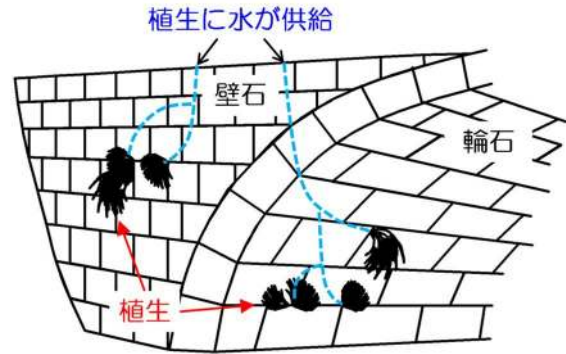
<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

- 石材間に植生が繁茂している状態

【主な損傷要因】

水分供給：路面水・地下水の中詰への浸入による
草木への水分供給



植生のイメージ図



A 橋

輪石の隙間に植生



B 橋

壁石全体に植生



C 橋

壁石上端部に植生



D 橋

輪石下端部に植生、下面全体に藻類が繁茂

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>石組の安定性：石材の開き（隙間）、石材のぐらつき、変位の記録</p> <p>中詰の安定性：石材間からの漏水・中詰材の流出、水みちの有無</p> <p>樹根・植生の状態：植生の繁茂状態（状態把握後、除草しておくのが望ましい）</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>その他：中詰から水が供給されることによる草木の成長、植生繁茂部の拡大</p> <p>成長した草木が風に煽られることにより植生繁茂部の石材のぐらつきや抜け落ちに進展</p>

部位：上部構造	部材：舗装	NO. 15/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	通行荷重支持機構の乱れ	
外観に現れる異常の事例	舗装の異常	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・舗装にわだち掘れやひびわれ等が生じている状態

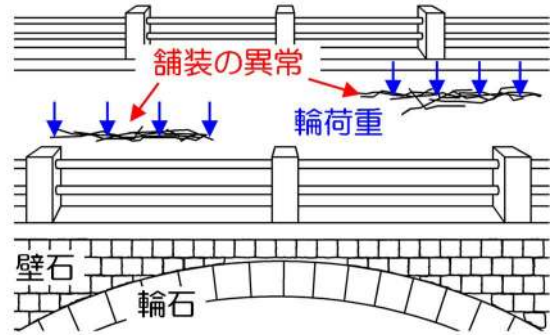
【主な損傷要因】

活荷重：通行車両の繰返し荷重

アーチ形状の変化：アーチ形状が変化して中詰が移動し、路面が追従

中詰材の流出：雨水などの浸入により石材間の開きから水分と共に細粒分が流出

舗装材の劣化：劣化によりひびわれが発生



舗装の異常のイメージ図



二方向ひびわれ



亀甲状ひびわれ



輪荷重載荷位置のひびわれ



中詰の沈下による路面の異常、滞水

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>基礎部の状態：下部構造の沈下・移動・傾斜、局所洗掘・河床低下・河床変動の有無</p> <p>中詰の安定性：石材間からの漏水・中詰材の流出、水みちの有無</p> <p>アーチ機能の状態：アーチ形状の変化、形状変化の進行性</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>活荷重：通行車両の繰返し荷重による損傷範囲の拡大</p> <p>豪雨・出水：漏水により中詰材が流出し、空洞が発生、路面陥没へ進展</p>

部位：上部構造	部材：舗装	NO. 16/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	通行荷重支持機構の乱れ	
外観に現れる異常の事例	不同沈下（段差）	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

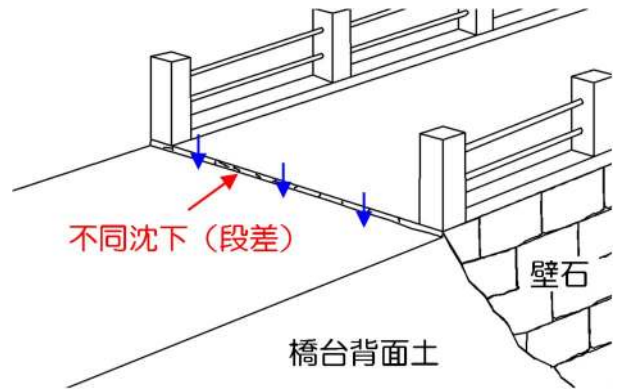
【損傷の特徴】

- 背面土砂が抜け出しや地耐力の差により沈下している状態

【主な損傷要因】

橋台背面の沈下：背面土砂の抜け出しによる沈下
土工部と中詰部の締固め度の違いに起因する沈下量の違い

地震：地震により自重で橋台が沈下



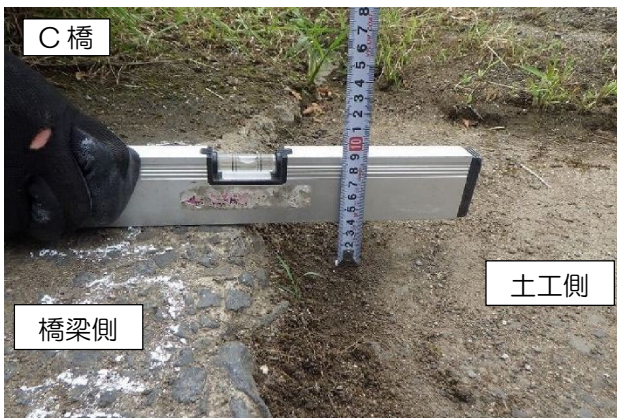
不同沈下（段差）のイメージ図



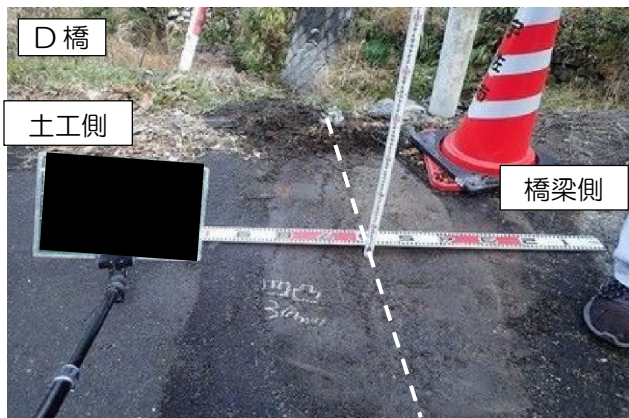
A 橋
橋梁と背面土工との境界の段差



B 橋
橋梁と背面土工との境界の段差



C 橋
橋梁と背面土工との境界の段差



D 橋
橋梁と背面土工との境界の段差

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>基礎部の状態：局所洗掘・河床低下・河床変動の有無</p> <p>中詰の安定性：石材間からの漏水・中詰材の流出、水みちの有無</p> <p>アーチ機能の状態：アーチ形状の変化、形状変化の進行性</p> <p>路面の状態：舗装の異常（ひびわれ、段差等）の有無</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>活荷重：段差部を車両が通行することによる衝撃荷重により損傷範囲の拡大、他の損傷の発生</p> <p>豪雨・出水：漏水により中詰材が流出し、空洞が発生、路面陥没へ進展</p>

部位：上部構造	部材：防護柵・地覆	NO. 17/17
耐荷性能上懸念される損傷や状態	通行荷重支持機構の乱れ	
外観に現れる異常の事例	防護柵・地覆の異常	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・ 防護柵・地覆に異常が生じている状態

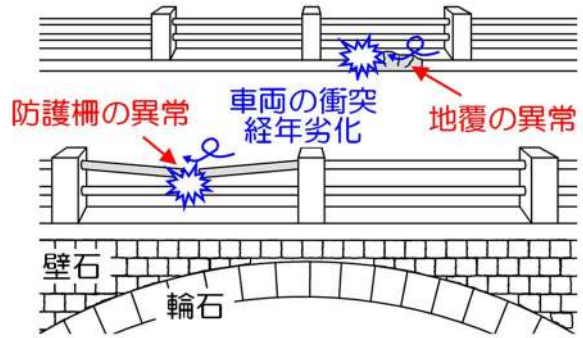
【主な損傷要因】

車両の衝突：車両が衝突することによる外的作用

経年劣化：石材の風化、RC 製や鋼製の場合、環境

因子によりひびわれや腐食が発生

地震：地震による外力でひびわれや異常が発生



防護柵・地覆の異常のイメージ図



地震により地覆に破断が発生



高欄基部コンクリートにひびわれ



石材高欄の一部が破断



コンクリート高欄の一部にひびわれ

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>防護柵・地覆の通り：アーチ等の形状の変化に伴う通りのずれ、車両衝突跡の有無</p> <p>基礎部の状態：局所洗掘、河床低下、河床変動の有無</p> <p>RC・鋼部材の健全度：鉄筋露出や露出鉄筋の腐食・鋼部材の腐食の有無</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>活荷重：車両の衝突による損傷範囲の拡大</p> <p>地震：防護柵基部・設置部材の崩壊等による転倒・落下</p>

部位：下部構造	部材：橋台・橋脚・基礎	NO. 1/7
耐荷性能上懸念される損傷や状態	周辺地盤への荷重伝達経路の異常	
外観に現れる異常の事例	沈下・移動・傾斜	

1. 損傷の事例

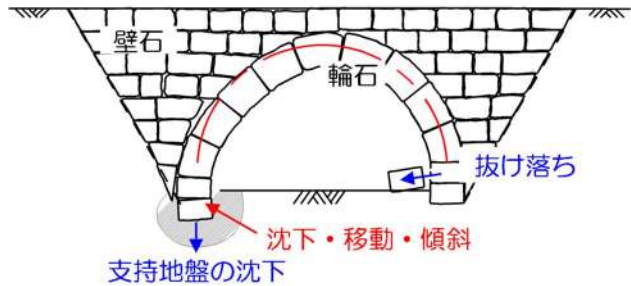
< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・橋台・橋脚の基礎が沈下や移動や傾斜している状態

【主な損傷要因】

- 洗掘：支持地盤の洗掘
- 石積みの異常：石積みの抜け落ち等、輪石基礎の抜け
- 支持地盤の沈下：基礎の沈下・傾斜
- 地震：地震による支持地盤の沈下



沈下・移動・傾斜のイメージ図



移動・傾斜により河床と下部構造に隙間



河川流により下部構造の変状が進行

< 状態把握時の主な留意点 > - 近接目視等における主な着目ポイント -

- アーチ機能の状態：アーチ形状の変化、形状変化の進行性
- 基礎部の状態：局所洗掘・河床低下・河床変動の有無、基礎直下の地盤支持力の有無
- 路面の状態：舗装の異常（ひびわれ、段差等）の有無

< 性能推定時の主な留意点 >

- 活荷重：荷重支持機能・安定性の低下
- 地震：水平力作用時の下部構造の崩壊
- 豪雨・出水：基礎支持力の低下による沈下・移動・傾斜の拡大

部位：下部構造	部材：橋台・橋脚・基礎	NO. 2/7
耐荷性能上懸念される損傷や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	洗掘	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・橋台・橋脚の基礎付近が洗掘している状態

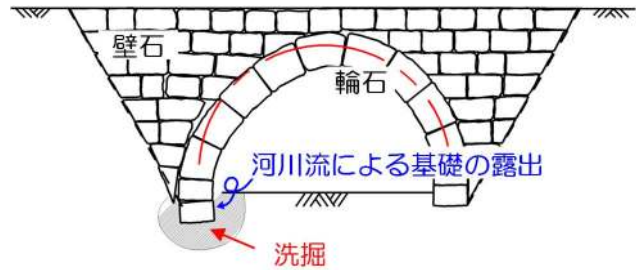
【主な損傷要因】

河川流：流下断面の変化などによる河川流の集中や流速の増大

河床変動：河床低下や河床形状の変化による、基礎の露出

過流：河川や下部構造の形状変化部による河川流の乱れ

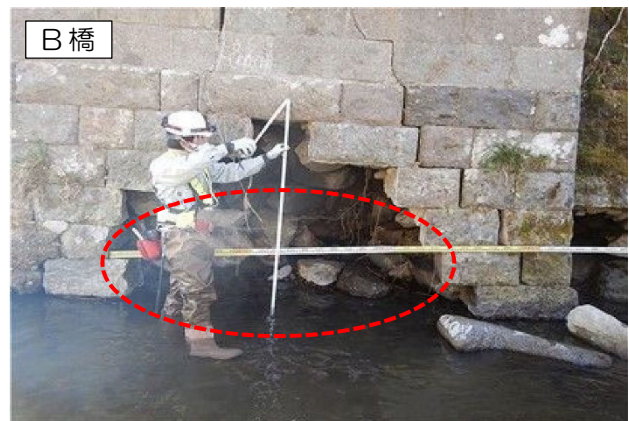
水衝：河川屈曲部に起因する出水時の水衝



洗掘のイメージ図



洗掘により輪石下端風化部分の流失



洗掘により輪石下端部分の崩壊

< 状態把握時の主な留意点 > ー 近接目視等における主な着目ポイント ー

河床・基礎接地面：局所洗掘・河床低下・河床変動、根入れの深さ、石積橋台・輪石基礎の露出の有無

洗掘危険箇所：流速・濤筋・水衝部・河川流集中箇所、出水時状況の推定による脆弱箇所の確認

下部構造の損傷：下部構造・基礎の沈下・移動・傾斜、石材抜け落ち、橋台背面土の吸い出しの有無

路面の状態：橋台背面の舗装の異常（ひびわれ・うき・段差）の有無

< 性能推定時の主な留意点 >

豪雨・出水：洗掘の進行・拡大による基礎及び下部構造の安定性の低下

2. 補修・補強の事例

<目的と内容（推定）>

【目的】 輪石基礎付近の保護

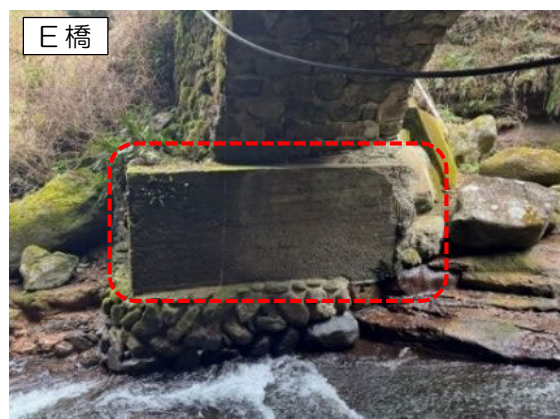
【内容】 洗掘防止対策（既往の事例、コンクリート外面に石材を使用するなどして、景観に配慮することが望ましい）



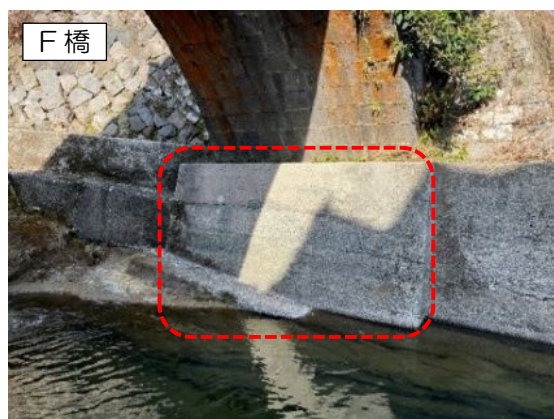
C 橋
対策範囲（コンクリートによる橋台基礎部の補強）



D 橋
対策範囲（コンクリートによる橋台基礎部の補強）



E 橋
対策範囲（コンクリートによる橋台基礎部の補強）



F 橋
対策範囲（コンクリートによる橋台基礎部の補強）



G 橋
対策範囲（コンクリートによる橋台基礎部の補強）

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

補修境界部の状態：既設の石積橋台・橋脚や輪石基礎との接地状態

補強コンクリートの状態：RC 部材に異常（ひびわれ、剥離・鉄筋露出、ASR 等）の有無

洗掘危険箇所：補強後の再洗掘の有無

2. 補修・補強の事例

<目的と内容（推定）>

- 【目的】河床の保護
- 【内容】河床低下防止対策（護床工設置の例）



対策範囲・補修図



近接写真

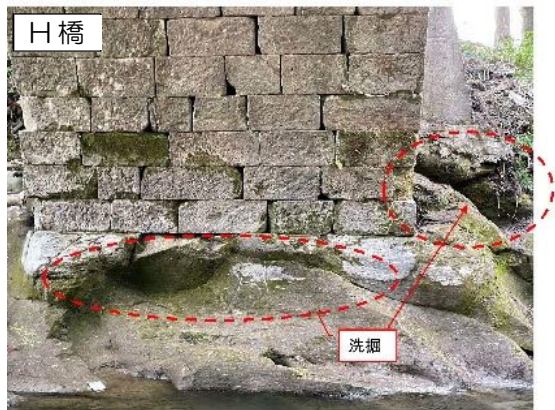
<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

河川流の状態：河床を保護したことによる流況の変化の有無

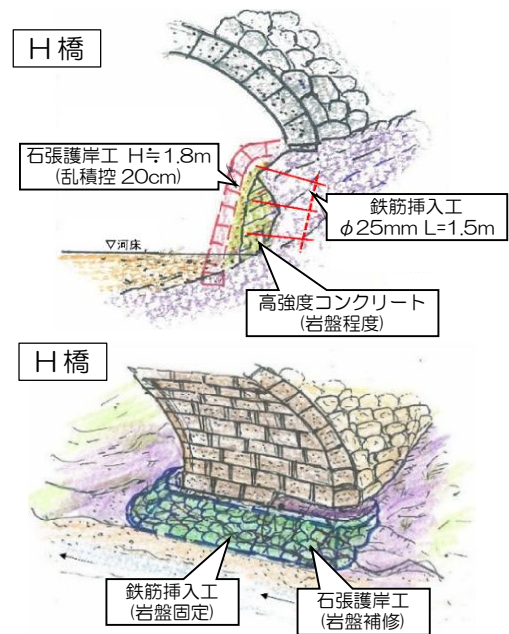
2. 補修・補強の事例

<目的と内容（推定）>

- 【目的】輪石基礎付近の保護
- 【内容】洗掘防止対策（石積み護岸設置の例）



補修前の状態



対策範囲・補修図

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

補修境界部の状態：既設の石積み橋台・橋脚や輪石基礎との接地状態

補修石材の状態：補修した石材の抜け落ちの有無

部位：下部構造	部材：橋台・橋脚	NO. 3/7
耐荷性能上懸念される損傷や状態	周辺地盤への荷重伝達経路の異常	
外観に現れる異常の事例	空洞	

1. 損傷の事例

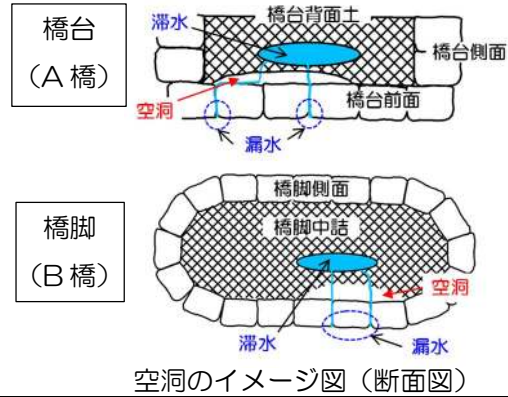
<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

- ・中詰材が流出して空洞となっている状態

【主な損傷要因】

橋台背面土の流出：雨水や地下水などの浸入により
 石材間の開きから細粒分が流出



A 橋 全体的に石材間から漏水（空洞化の懸念）



B 橋 目地部分から漏水（空洞化の懸念）

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

中詰の安定性：空洞の状況把握（ポールやファイバースコープ等）、石材間からの漏水・中詰土流出、
 水みちの有無

路面の異常：舗装ひびわれ・路面陥没の有無

排水機能：橋面水の排水経路・目詰まりの有無

<性能推定時の主な留意点>

活荷重：路面陥没の発生、壁石の崩壊に進展

地震：水平力・鉛直力による空洞範囲の拡大、路面の段差・陥没に進展

豪雨・出水：地下水の浸入により空洞化が促進され、路面陥没に進展

部位：下部構造	部材：橋台・橋脚	NO. 4/7
耐荷性能上懸念される損傷や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	ずれ（抜け出し）	

1. 損傷の事例

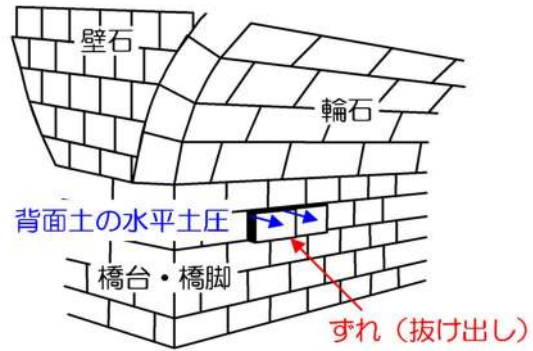
<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

- ・石材間にずれが発生している状態

【主な損傷要因】

- 洗掘：支持地盤の洗掘
- 水衝：河川屈曲部に起因する出水時の水衝



ずれ（抜け出し）のイメージ図



※石造アーチ橋の事例が少ないため
写真は石桁橋の石積橋台を掲載

石積橋台に7cm程度のずれ（抜け出し）

※下部構造のずれ（抜け出し）は事例が非常に少ないため、損傷写真は輪石のずれ（抜け出し）を参照すること。

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

- 石組の安定性：石材のぐらつき、ずれ（抜け出し）の程度の記録
- 河床・基礎接地面：局所洗掘・河床低下・河床変動、根入れの深さ、石積橋台・輪石基礎の露出の有無
- 洗掘危険箇所：流速・濡筋・水衝部・河川流集中箇所、出水時状況の推定による脆弱箇所の確認
- 下部構造の損傷：下部構造・基礎の沈下・移動・傾斜、石材抜け落ち、橋台背面土の吸い出しの有無

<性能推定時の主な留意点>

- 地震：ずれ（抜け出し）範囲の拡大、抜け落ちへ進展
- 豪雨・出水：橋台背面土の流出により路面陥没へ進展

部位：下部構造	部材：橋台・橋脚	NO. 5/7
耐荷性能上懸念される損傷や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	開き（隙間）	

1. 損傷の事例

<損傷の状態および要因>

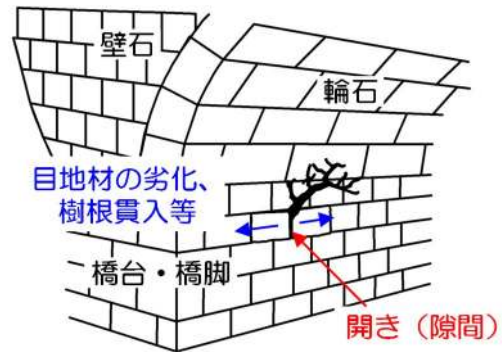
【損傷の特徴】

- ・ 石材間が開いている状態

【主な損傷要因】

洗掘：支持地盤の洗掘

経年劣化：目地材の劣化、石材の風化、樹根貫入



開き（隙間）のイメージ図



※石造アーチ橋の事例が少ないため
写真は石桁橋の石積橋台を掲載

橋軸直角方向の開き（隙間）

※切石状の下部構造の開きは事例が非常に少ないため、損傷写真は輪石の開きを参照すること。

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

石組の安定性：石材のぐらつき、開き（隙間）の連続性、発生位置と変位の記録

橋台背面土の安定性：橋台背面土内部の空洞、石材間からの漏水・橋台背面土流出、水みちの有無

樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態

<性能推定時の主な留意点>

地震：ずれ（抜け出し）、抜け落ちへ進展

豪雨・出水：橋台背面土の流出により路面陥没へ進展

部位：下部構造	部材：橋台・橋脚	NO. 6/7
耐荷性能上懸念される損傷や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	漏水・滞水	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

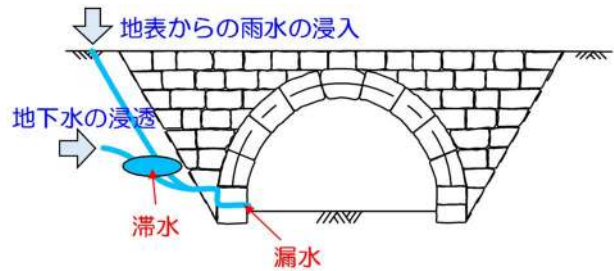
- ・雨水等が石材内部から漏出、滞留している状態

【主な損傷要因】

排水異常：路面の雨水が排出されず、中詰に浸入

地形：サグ部にある場合、地下水が集まりやすい

経年劣化：目地材の劣化



漏水・滞水のイメージ図（断面図）

※「事例 6/7：漏水」から「事例 3/7：空洞」へ
変状が進展する可能性がある



全体的に石材間から漏水



目地部分から漏水・目地材の流出

< 状態把握時の主な留意点 > ー 近接目視等における主な着目ポイント ー

橋台背面土の安定性：橋台背面土内部の空洞、石材間からの漏水・橋台背面土流出、水みちの有無

石材の健全度：乾湿の繰返しによる石材の劣化・変色の有無

樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態

< 性能推定時の主な留意点 >

豪雨・出水：漏水により橋台背面土が流出し空洞が発生、路面陥没へ進展

部位：その他	部材：袖擁壁	NO. 7/7
耐荷性能上懸念される損傷や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	洗掘	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・ 袖擁壁の基礎付近が洗掘している状態

【主な損傷要因】

河川流：流下断面の変化などによる河川流の集中
や流速の増大

河床変動：河床低下や河床形状の変化による、基礎
の露出

過流：河川や下部構造の形状変化部による河川の
乱れ

水衝：河川屈曲部に起因する出水時の水衝



洗掘のイメージ図



袖擁壁の底面が露出

< 状態把握時の主な留意点 > ー 近接目視等における主な着目ポイント ー

河床・基礎接地面：局所洗掘・河床低下・河床変動、根入れの深さ、石積橋台・輪石基礎の露出の有無

洗掘危険箇所：流速・濤筋・水衝部・河川流集中箇所、出水時状況の推定による脆弱箇所の確認

下部構造の損傷：下部構造・基礎の沈下・移動・傾斜、石材抜け落ち、橋台背面土の吸い出しの有無

路面の状態：橋台背面の舗装の異常（ひびわれ・うき・段差）の有無

< 性能推定時の主な留意点 >

豪雨・出水：洗掘の進行・拡大による基礎及び袖擁壁の安定性の低下

部位：上部構造	部材：輪石・壁石・中詰	— (参考)
耐荷性能上懸念される損傷や状態	アーチの荷重伝達経路の異常 上部構造の形状安定性の異常	
外観に現れる異常の事例	地震による崩落	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・地震（レベルⅡ）により崩壊した状態

【主な損傷要因】

地震：地震（レベルⅡ）

橋軸直角方向に主要動が作用し、崩壊したと推定



A橋

輪石・壁石が崩壊



B橋

輪石・壁石が崩壊



C橋

輪石・壁石が崩壊



D橋

壁石の一部が崩壊

< 状態把握時の主な留意点 > — 近接目視等における主な着目ポイント—

供用可否の判断：地震後の供用可否を判断（事例写真は供用不可の事例であるが、損傷が軽微であれば供用可能である）

緊急車両等の通行可否：災害対応ネットワークの中でボトルネックとなる可能性

< 性能推定時の主な留意点 >

活荷重：アーチ機構が成立していない状態、完全崩壊へ進展

2.3. 石桁橋

表-2.2. 石桁橋 損傷一覧表

※は補修・補強事例あり

部位	No.	部材		耐荷性能上懸念される損傷や状態	外観に現れる異常の事例	頁		
上部構造	1	主桁		部材の不連続化による 通行荷重支持機能の喪失	破断(亀裂) ※	57		
	2			---	その他(漏水) ※	60		
上下部 接続部	1	上下部 接続部	橋台	上部構造から下部構造への 荷重伝達機能の低下	破断(亀裂)	62		
	2		橋脚		破断(亀裂)	64		
下部構造	1	橋台・橋脚・基礎		基礎構造の荷重支持機能の喪失 周辺地盤への荷重伝達機能の異常	沈下・移動・傾斜	65		
	2				洗掘 ※	66		
	3	橋台	石積み部	周辺地盤・基礎構造への 荷重伝達機能の異常	抜け落ち	69		
	4			---	空洞 ※	71		
	5			周辺地盤・基礎構造への 荷重伝達機能の異常	開き(隙間) ※	73		
	6			周辺地盤・基礎構造への 荷重伝達機能の異常	ずれ(抜け出し)	75		
	7			---	植生	77		
	8			橋脚	柱部	上部構造から下部構造への 荷重伝達機能の低下	断面欠損	78
	9			橋脚	梁部	上部構造から下部構造への 荷重伝達機能の低下	その他(劣化)	79

部位：上部構造	部材：主桁	NO. 1/2
耐荷性能上懸念される変状や状態	部材の不連続化による通行荷重支持機能の喪失	
外観に現れる異常の事例	破断（亀裂）	

1. 損傷の事例

<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

- ・石材のひびわれが貫通している状態

【主な損傷要因】

活荷重：通行車両の同じ桁への繰返し荷重

橋台背面の沈下に伴う路面の段差：

通行車両の段差部通行に伴う衝撃荷重

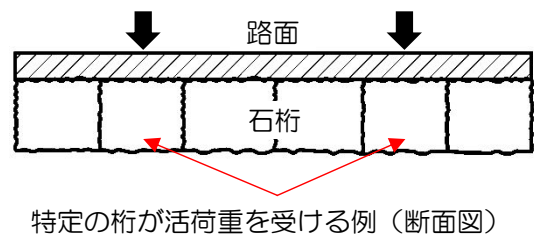
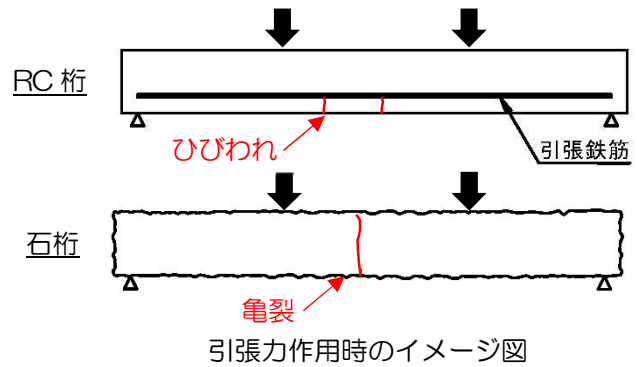
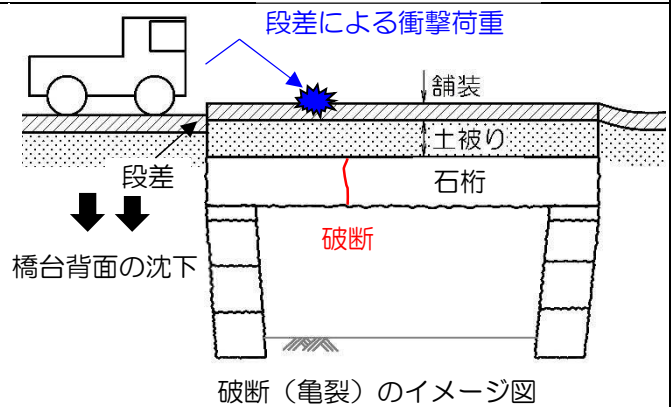
経年劣化：風化の進行による石材の脆弱化

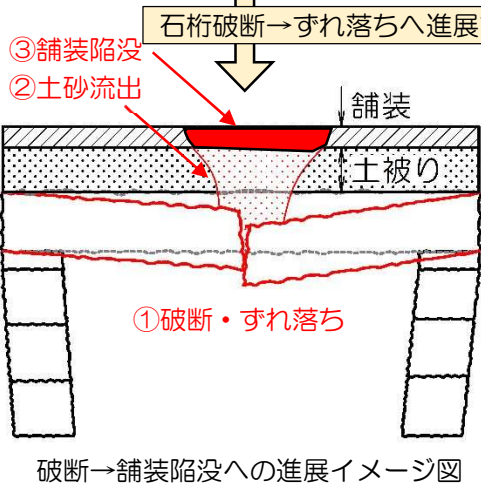
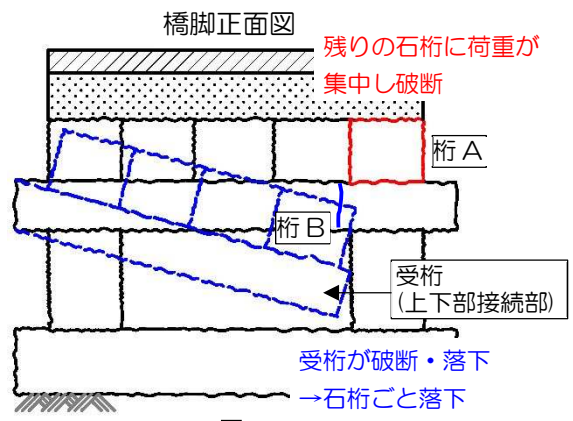
上下部接続部・下部構造の損傷：

上下部接続部・下部構造の損傷による上部構造支持機能の低下

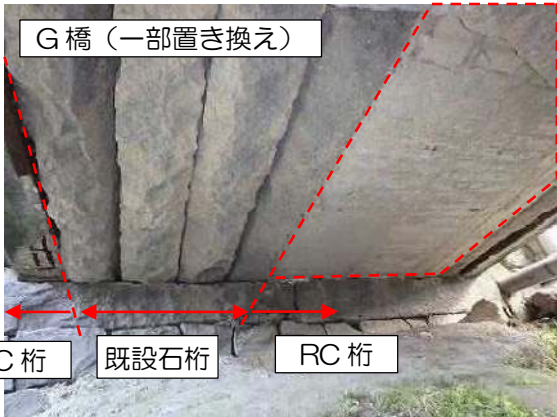

【留意事項】

- ・石桁の場合、鉄筋等の補強がないため、引張力に対して一気に破壊に至る脆性破壊を引き起こす。
- ・石桁同士は未連結であり、輪荷重が特定の桁に集中して載荷されるため、輪荷重載荷位置と桁配置の関係に留意。
- ・石材は人力による製作加工のため、断面形状にばらつきがあり、有効断面の小さい箇所が弱点となり損傷が生じる可能性がある。
- ・自然材料である石材の強度には大きなばらつきがあり、材料強度の不均一性が損傷の起点となる可能性がある。





<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>輪荷重の走行位置：主桁との位置関係</p>
<p>路面の状態：橋台背面部の段差の程度、舗装の異常（ひびわれ、うき、ポットホール、陥没）</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>活荷重：通行車両の繰返し荷重による曲げ応力に抵抗できず主桁の落下</p>

<p>2. 補修・補強の事例</p>
<p><目的と内容（推定）></p>
<p>【目的】主桁の荷重支持機構の更新</p> <p>【内容】破断した桁のRC床版桁への置き換え（一部または全面）</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>G 橋（一部置き換え）</p> <p>RC 桁 既設石桁 RC 桁</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>H 橋（全面更新）</p> </div> </div>
<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>石桁の健全性：既設石桁の損傷有無</p> <p>既設石桁とRC桁の境界部の不具合：たわみ差による桁間の隙間・ずれの発生と路面の異常の有無</p> <p>下部構造の安定性：作用荷重の増減・荷重状態の変化による下部構造変状の有無</p>

部位：上部構造	部材：主桁	NO. 2/2
耐荷性能上懸念される変状や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	その他（漏水）	

1. 損傷の事例

<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

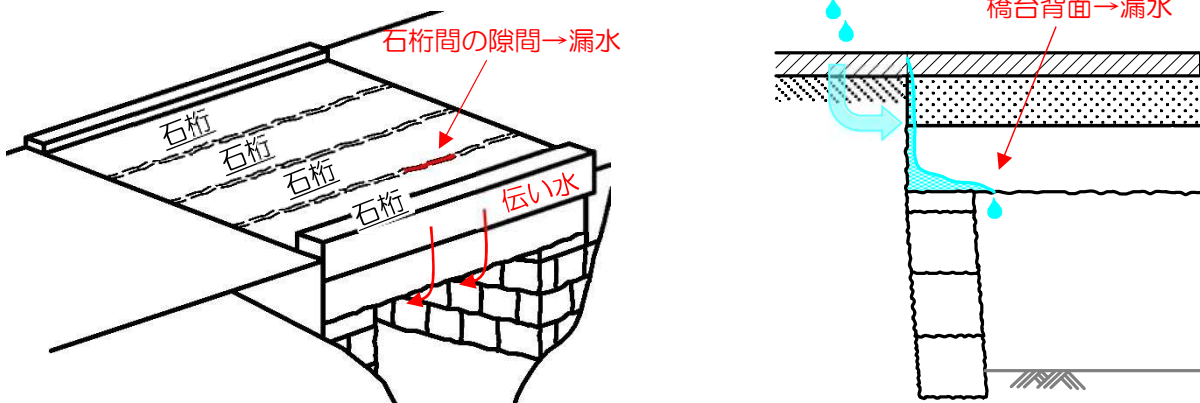
- ・石桁の主桁間からの漏水、石桁外面からの伝い水

【主な損傷要因】

石材間：石桁間の隙間部分からの橋面水の漏水

伝い水：地覆からの伝い水

橋台背面：橋台背面からの漏水



その他（漏水）のイメージ図



<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

土砂流出：石桁間からの土砂流出跡の有無

路面の状態：土砂流出に伴う舗装のうき、ポットホール、空洞の有無

<性能推定時の主な留意点>

豪雨・出水：下部構造や橋台裏込め材への水の集中による土砂流出の助長

2. 補修・補強の事例

<目的と内容（推定）>

【目的】排水機能の確保

【内容】排水施設の設置



<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

排水設置箇所の損傷：排水施設設置箇所の新たな損傷の有無

部位：上下部接続部	部材：上下部接続部（橋台）	NO. 1/2
耐荷性能上懸念される変状や状態	上部構造から下部構造への荷重伝達機能の低下	
外観に現れる異常の事例	破断（亀裂）	

1. 損傷の事例

<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

- ・石材のひびわれが貫通している状態

【主な損傷要因】

活荷重：通行車両の繰返し荷重

橋台背面の沈下に伴う路面の段差：

通行車両の段差部通行に伴う衝撃荷重

橋台の沈下・移動・傾斜：

橋台の沈下・移動・傾斜に伴い上下部接続部に

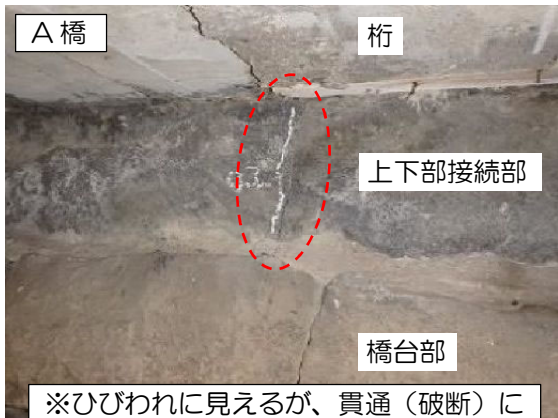
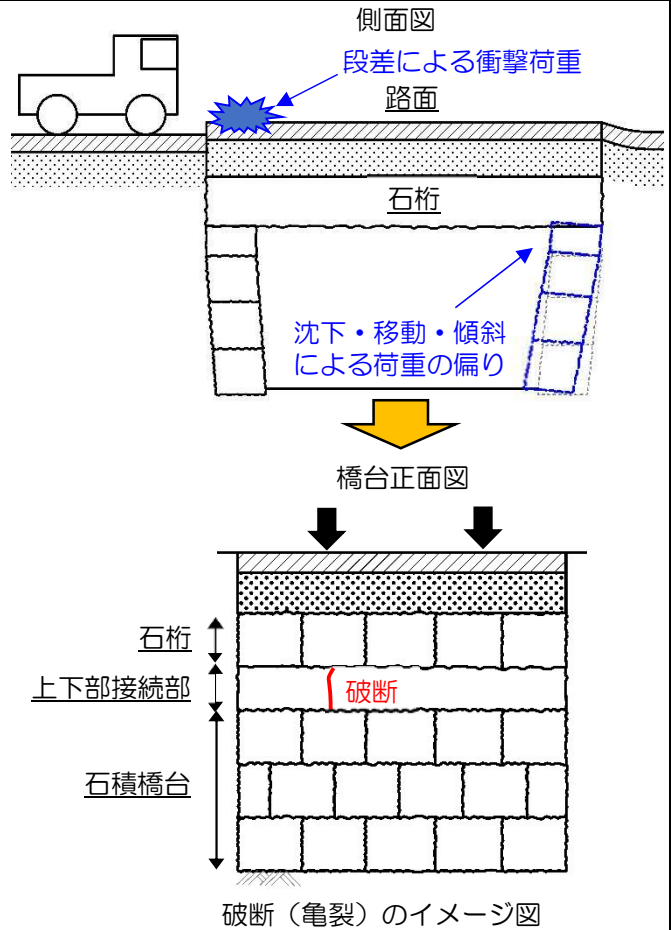
作用する荷重の偏り

石積橋台の変状：

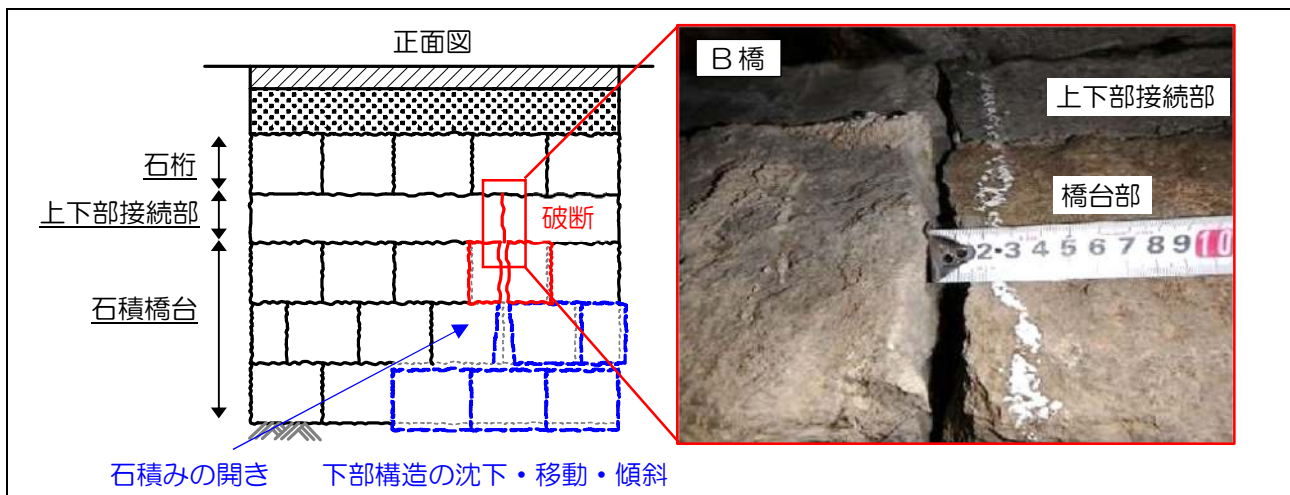
石積橋台の開き、破断等による荷重の偏り

【留意事項】

- ・上下部接続部には局部応力が発生しやすいため、石材の部分的な欠損や破断（亀裂）が生じることがある。



※ひびわれに見えるが、貫通（破断）に至っていないか留意



※上部構造の桁と石積橋台間に間詰りや高さ調整部材として設置されている上下部接続部（横長の石材）は、破断していても荷重伝達機能が再構築され、安定性が確保される場合もある。

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

石桁の状態：石桁の損傷有無

石積橋台の変状：洗掘、沈下・移動・傾斜、開き（隙間）、破断（亀裂）等の変状

橋台裏込め材の安定性：破断（亀裂）からの土砂吸出しの有無

路面の状態：橋台背面部の段差の程度

<性能推定時の主な留意点>

活荷重：通行車両の交通振動及び繰返し荷重により破断面にずれが生じ、荷重伝達機能の低下

地震：破断面に大きなずれが生じ、全体安定性の喪失に進展

部位：上下部接続部	部材：上下部接続部（橋脚）	NO. 2/2
耐荷性能上懸念される変状や状態	上部構造から下部構造への荷重伝達機能の低下	
外観に現れる異常の事例	破断（亀裂）	

1. 損傷の事例

<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

- ・石材のひびわれが貫通している状態

【主な損傷要因】

活荷重：通行車両の繰返し荷重

衝撃荷重：車両通行に伴う衝撃荷重

橋脚、基礎の沈下・移動・傾斜：

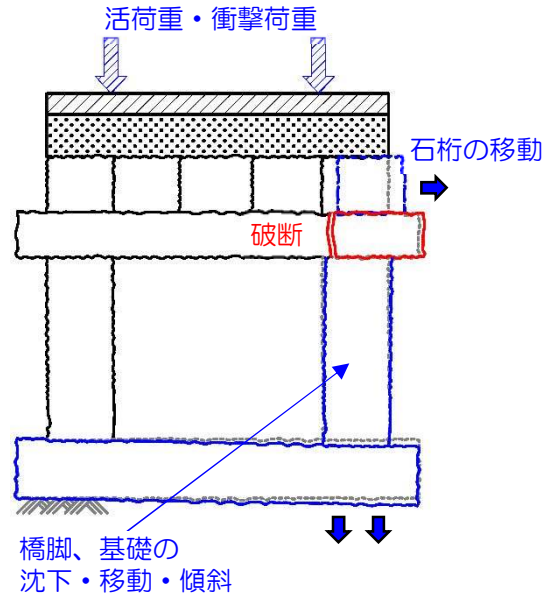
橋脚、基礎の沈下・移動・傾斜による荷重支持機構の変化

石桁の移動：

活荷重、地震等による石桁の移動に伴う荷重の偏り

【留意事項】

- ・上下部接続部には局部応力が発生しやすいため、石材の部分的な欠損や破断（亀裂）が生じることがある。



破断（亀裂）のイメージ図



<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

輪荷重の走行位置：走行レーンとの位置関係

石桁の状態：石桁の損傷有無

橋脚、基礎の状態：橋脚、基礎の沈下・移動・傾斜の有無

<性能推定時の主な留意点>

活荷重：通行車両の交通振動及び繰返し荷重により破断面にずれが生じ、荷重伝達機能が低下

地震：破断面に大きなずれが生じ、支持部材（柱）から外れることにより落橋に進展

部位：下部構造	部材：橋台・橋脚・基礎	NO. 1/9
耐荷性能上懸念される変状や状態	基礎構造の荷重支持機能の喪失 周辺地盤への荷重伝達機能の異常	
外観に現れる異常の事例	沈下・移動・傾斜	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

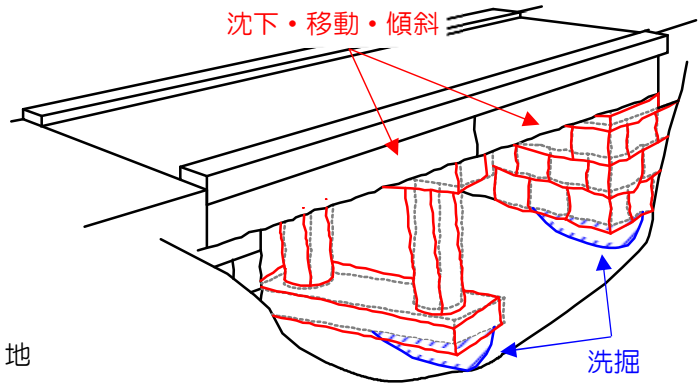
- 橋台・橋脚・基礎が沈下・移動・傾斜している状態

【主な損傷要因】

- 洗掘：支持地盤の洗掘
- 石積みの異常：石積みの抜け落ち等
- 支持地盤の沈下：基礎の沈下・移動・傾斜

【留意事項】

- 石材支柱構造の橋脚は上下端未固定のため、地震時などの水平荷重には抵抗しない。
- 橋脚柱が大きく傾斜した場合には、橋全体が崩落する可能性がある。



沈下・移動・傾斜のイメージ図



< 状態把握時の主な留意点 > - 近接目視等における主な着目ポイント -

- 上下部構造の状態：進行性の有無、沈下・移動・傾斜が起因となる上下部構造の損傷の有無
- 基礎部の状態：局所洗掘・河床低下・河床変動の有無
- 路面の状態：舗装の異常（ひびわれ、段差、ポットホール）の有無

< 性能推定時の主な留意点 >

- 活荷重：通行車両による交通振動及び繰返し荷重に対する荷重支持機能・安定性の低下
- 地震：水平力作用時の下部構造の滑動・転倒による安定性の低下
- 豪雨・出水：基礎支持力の低下による沈下・移動・傾斜の拡大

部位：下部構造	部材：橋台・橋脚・基礎	NO. 2/9
耐荷性能上懸念される変状や状態	基礎構造の荷重支持機能の喪失 周辺地盤への荷重伝達機能の異常	
外観に現れる異常の事例	洗掘	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・ 橋台、橋脚の基礎付近が洗掘している状態

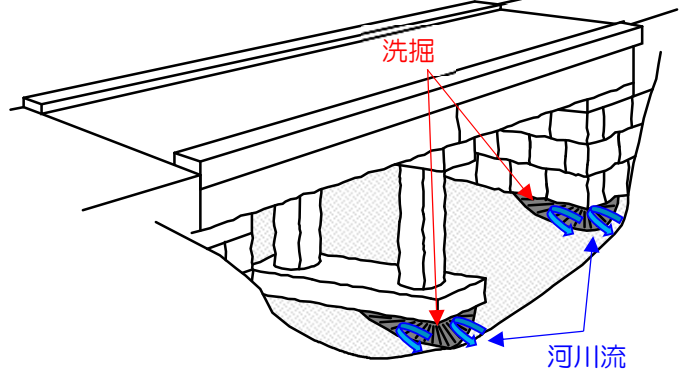
【主な損傷要因】

河川流：流下断面の変化などによる河川流の集中や流速の増大

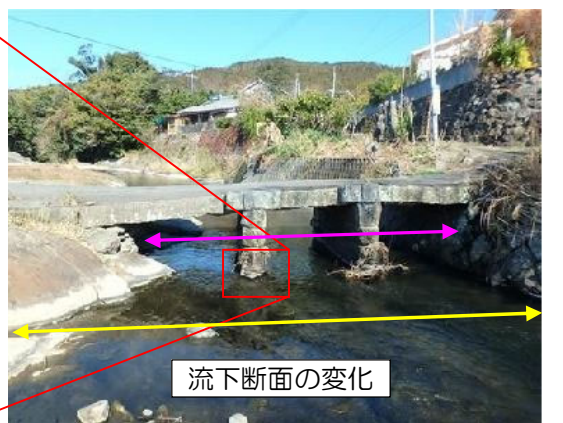
河床変動：河床低下や河床形状の変化による基礎の露出

渦流：河川や下部構造の形状変化部による河川流の乱れ

水衝部：河川屈曲部等に起因する出水時の河川流の衝突



洗掘のイメージ図





<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

河床・基礎接地面：局所洗掘・河床低下・河床変動・石積み最下段の露出の有無、根入れの深さ

洗掘危険箇所：流速、濤筋、水衝部、河川流集中箇所、出水時の脆弱箇所の確認

下部構造の損傷：下部構造・基礎の沈下・移動・傾斜、石材抜け落ち、橋台裏込め材の吸い出しの有無

路面の状態：橋台背面の舗装の異常（ひびわれ・うき・段差）の有無

<性能推定時の主な留意点>

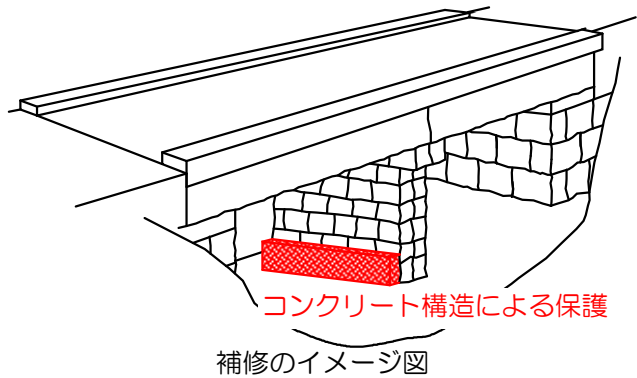
豪雨・出水：洗掘の進行・拡大による基礎及び下部構造の安定性の低下

2. 補修・補強の事例

<目的と内容（推定）>

【目的】石積み橋脚洗掘部の保護

【内容】河床低下部をコンクリート構造により保護



<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

既設部と補修部の境界部の損傷：継ぎ目部の劣化の有無

補修材の健全性：コンクリート構造の劣化による新たな洗掘の有無

部位：下部構造	部材：橋台（石積み部）	NO. 3/9
耐荷性能上懸念される変状や状態	周辺地盤・基礎構造への荷重伝達機能の異常	
外観に現れる異常の事例	抜け落ち	

1. 損傷の事例

<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

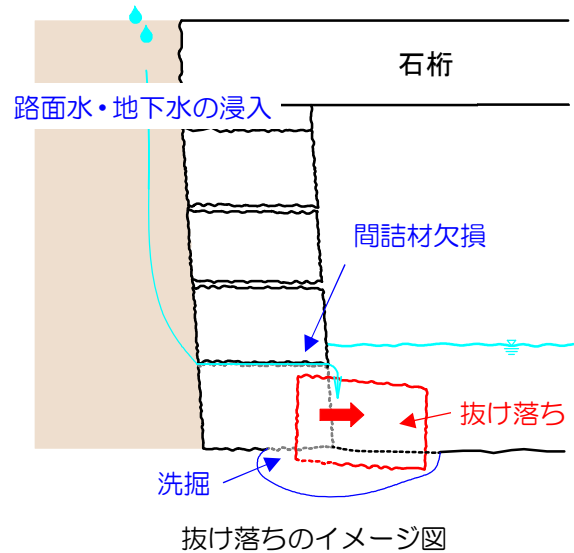
- ・石材が抜け落ちている状態

【主な損傷要因】

- 洗掘：洗掘による石組の安定性低下
- 間詰材欠損：路面水や河川流による間詰材の欠損箇所の石組の安定性低下
- 洗掘・基礎地盤の沈下：基礎地盤沈下に伴う石積みの沈下による石材相互のかみ合わせの緩み

【留意事項】

- ・石積橋台は離散系の石材が圧縮力で構造成立している。抜け落ちにより荷重伝達経路が崩れると耐荷性能が低下する可能性がある。



抜け落ち



抜け落ち・開き



抜け落ち・石組の崩れ

<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>石組の安定性：石材のぐらつき、連続性の有無</p> <p>橋台背面の状態：石材間からの漏水・間詰材流出の有無、水みち</p> <p>樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態（雨水による植生繁茂）</p> <p>基礎の安定性：洗掘の有無、基礎地盤の沈下の有無</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>活荷重：通行車両の繰返し荷重による抜け落ち範囲の拡大、石組の安定性の低下</p> <p>地震：石積み橋台の拘束・一体性の低下、抜け落ち範囲の拡大、石組の安定性の低下</p> <p>豪雨・出水：洗掘や間詰材欠損範囲の拡大による抜け落ち範囲の拡大、石組の安定性の低下</p>

部位：下部構造	部材：橋台（石積み部）	NO. 4/9
耐荷性能上懸念される変状や状態	—	
外観に現れる異常の事例	空洞	

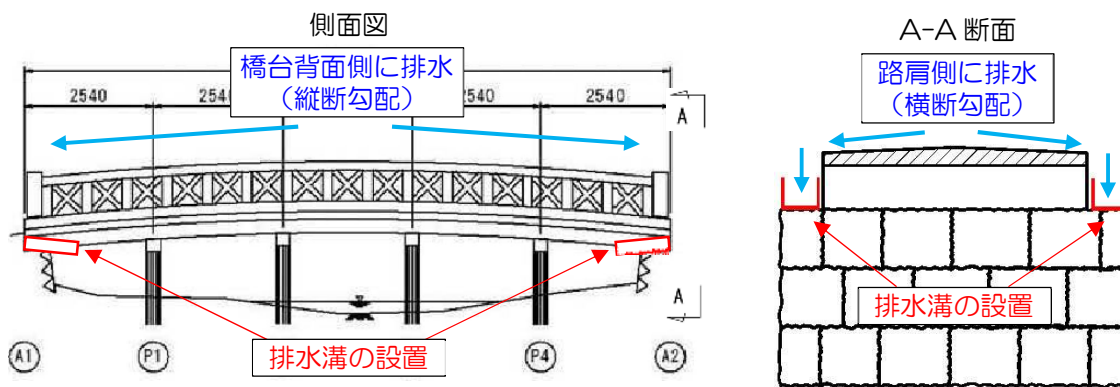
1. 損傷の事例	
< 損傷の状態および要因 >	
<p>【損傷の特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> 橋台裏込め材が流出し空洞となっている状態 <p>【主な損傷要因】</p> <p>河川水の流出入：石材間の開き・抜け落ち部 への河川水の流出入による裏込め材の流出</p> <p>路面水・地下水の流出入：路面水・地下水の 橋台背面への浸入に伴う裏込め材の流出</p> <p>※事例写真無し</p>	<p>空洞のイメージ図</p>
< 状態把握時の主な留意点 > ー 近接目視等における主な着目ポイント ー	
<p>石組の安定性：石材のぐらつき、石材間の開き</p> <p>裏込め材の安定性：石材間からの漏水・裏込め材流出の有無、水みち</p> <p>路面の異常：路面の段差、陥没</p>	
< 性能推定時の主な留意点 >	
<p>活荷重：路面の段差・陥没への進展</p> <p>豪雨・出水：裏込め材の流出による損傷範囲の拡大</p>	

2. 補修・補強の事例

<目的と内容（推定）>

【目的】路面水の橋台背面への浸入による橋台裏込め材の流出の抑制

【内容】橋面及び橋台背面の路面排水を適切に処理するための排水施設を設置



排水施設設置のイメージ図

<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

排水施設の健全性：排水施設の機能状況および路面排水処理の適切性（特に雨天時の状況）

排水経路の損傷：排水施設設置に伴う新たな水みちによる設置箇所付近の漏水・滞水の有無

部位：下部構造	部材：橋台（石積み部）	NO. 5/9
耐荷性能上懸念される変状や状態	周辺地盤・基礎構造への荷重伝達機能の異常	
外観に現れる異常の事例	開き（隙間）	

1. 損傷の事例

<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

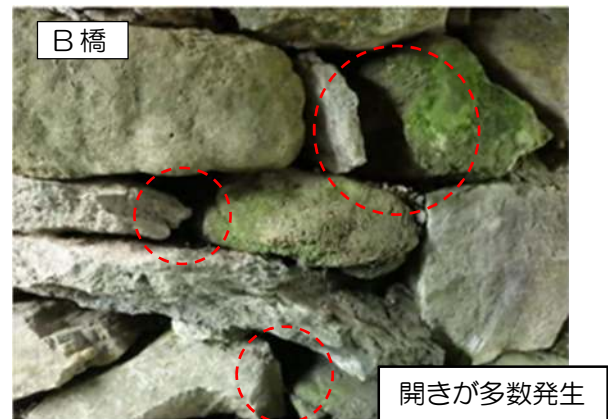
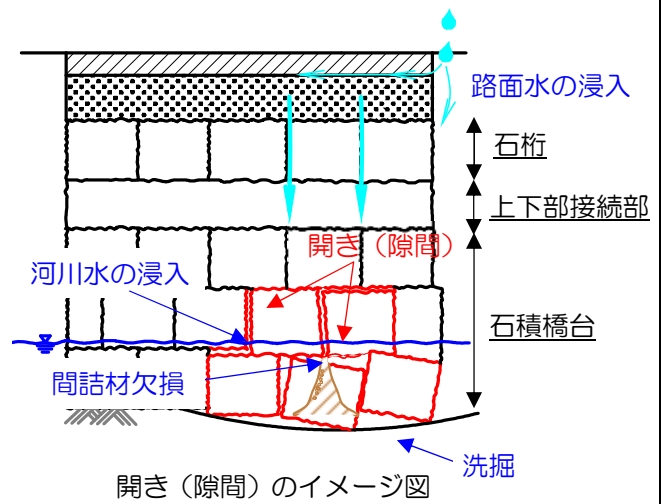
- 橋台石積み部の石材間が開いている状態

【主な損傷要因】

- 間詰材の劣化・欠損：間詰材の劣化、石材間への雨水・河川水の浸入による間詰材の欠損
- 洗掘・基礎地盤の沈下：洗掘および基礎地盤沈下に伴う石積みの沈下による石材相互のかみ合わせの緩み

【留意事項】

- 石積橋台は離散系の石材が圧縮力で構造成立している。開き（隙間）により荷重伝達経路が崩れると耐荷性能が低下する可能性がある。



<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

- 石組の安定性：石材のぐらつき、連続性の有無、間詰材の健全性、石材間からの漏水、裏込め材の流出
- 樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態
- 基礎の安定性：洗掘・基礎地盤の沈下の有無

<性能推定時の主な留意点>

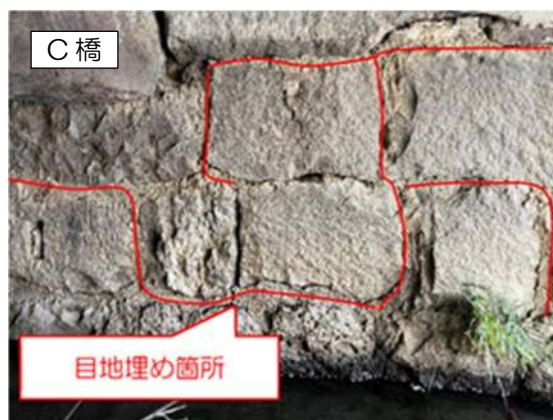
- 活荷重：振動による抜け落ちへの進展
- 地震：石積橋台の拘束・一体性の低下による抜け落ちへの進展
- 豪雨・出水：裏込め材の流出による安定性の低下

2. 補修・補強の事例

<目的と内容（推定）>

【目的】石組の安定性向上

【内容】目地部の開き（隙間）を補修材で充填



<状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー

補修による不具合：目地部補修箇所における漏水の有無および補修材の健全性

排水経路：目地部の補修による別の水みち経路への切り替わりを起因とした損傷の有無

部位：下部構造	部材：橋台（石積み部）	NO. 6/9
耐荷性能上懸念される変状や状態	周辺地盤・基礎構造への荷重伝達機能の異常	
外観に現れる異常の事例	ずれ（抜け出し）	

1. 損傷の事例

<損傷の状態および要因>

【損傷の特徴】

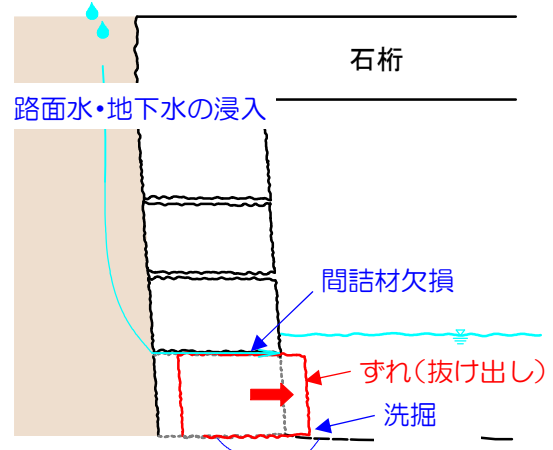
- ・石材間にずれが発生している状態

【主な損傷要因】

- 洗掘：洗掘による石組の安定性低下
- 間詰材欠損：路面水や河川流による間詰材の欠損箇所の石組の安定性低下
- 洗掘・基礎地盤の沈下：基礎地盤沈下に伴う石積みの沈下による石材相互のかみ合わせの緩み

【留意事項】

- ・石積橋台は離散系の石材が圧縮力で構造成立している。開き（隙間）により荷重伝達経路が崩れると耐荷性能が低下する可能性がある。



ずれ（抜け出し）のイメージ図



<p><状態把握時の主な留意点> ー近接目視等における主な着目ポイントー</p>
<p>石組の安定性：石材のぐらつき、連続性の有無</p> <p>橋台背面の状態：石材間からの漏水・間詰材流出の有無、水みち</p> <p>樹根・植生の有無：樹根や植生の繁茂状態（雨水による植生繁茂）</p> <p>基礎の安定性：洗掘の有無、基礎地盤の沈下の有無</p>
<p><性能推定時の主な留意点></p>
<p>活荷重：通行車両の繰返し荷重による抜け落ちへの進展</p> <p>地震：石積橋台の拘束・一体性の低下による抜け落ちへの進展</p> <p>豪雨・出水：洗掘や間詰材欠損範囲の拡大による抜け落ちへの進展</p>

部位：下部構造	部材：橋台（石積み部）	NO. 7/9
耐荷性能上懸念される変状や状態	— — —	
外観に現れる異常の事例	植生	

1. 損傷の事例

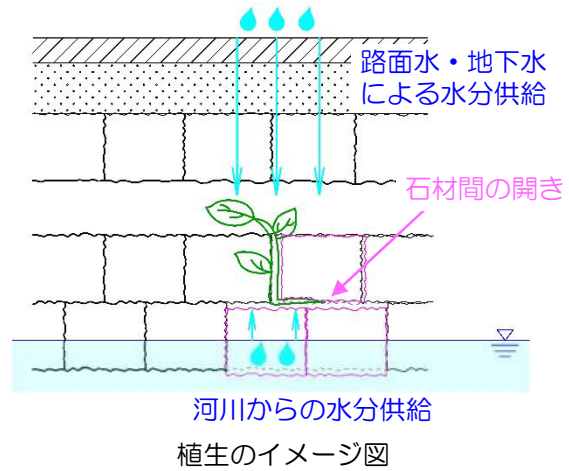
< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・ 石材間に植生が繁茂している状態

【主な損傷要因】

水分供給：路面水・地下水の橋台背面への浸入による草木への水分供給、桁下河川からの水分の吸い上げ、結露水による草木の成長



橋台前面



橋台前面

< 状態把握時の主な留意点 > ー 近接目視等における主な着目ポイント ー

石組の安定性：植生付近の石材の開き、ぐらつきの有無

橋台裏込め材：隙間からの漏水、橋台裏込め材の流出、水みちの有無

樹根・植生の状態：樹木の大きさや植生の繁茂状態、樹木種の特定、(暫定的な除草が望ましい)

< 性能推定時の主な留意点 >

その他：水分が供給されることによる樹木の成長、樹根貫入の拡大

生長した樹木が風に煽られることにより樹根貫入部の石材のぐらつき、抜け落ちに進展

部位：下部構造	部材：橋脚（柱部）	NO. 8/9
耐荷性能上懸念される変状や状態	上部構造から下部構造への荷重伝達機能の低下	
外観に現れる異常の事例	断面欠損	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

【損傷の特徴】

- ・石材の一部が欠損している状態

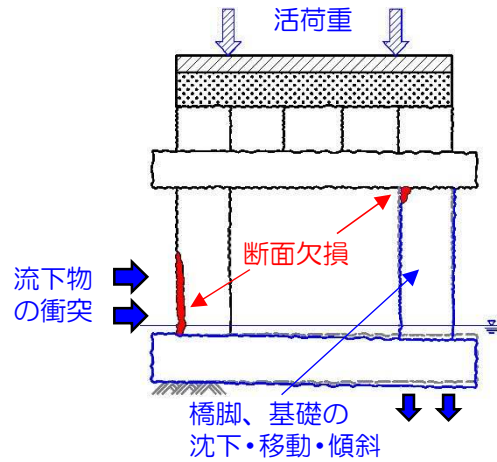
【主な損傷要因】

応力集中：活荷重による柱部狭小断面部への応力局部集中

橋脚、基礎の沈下・移動・傾斜：橋脚、基礎の沈下・移動・傾斜による荷重偏り

流下物等：流下物の衝突

経年劣化：風化の進行による石材の脆弱化



断面欠損のイメージ図



< 状態把握時の主な留意点 > - 近接目視等における主な着目ポイント -

輪荷重の走行位置：橋脚柱部との位置関係

破断（亀裂）の有無：柱部、接触部材（上下部接続部等）の破断（亀裂）の有無

< 性能推定時の主な留意点 >

活荷重：伝達荷重の偏りによる支持機能・荷重伝達機能の低下

地震：抵抗面積の減少による安定性低下

豪雨・出水：断面欠損の進行による安定性の低下

部位：下部構造	部材：橋脚（梁部）	NO. 9/9
耐荷性能上懸念される変状や状態	上部構造から下部構造への荷重伝達機能の低下	
外観に現れる異常の事例	その他（劣化）	

1. 損傷の事例

< 損傷の状態および要因 >

※道路橋石桁橋の撤去事例である。

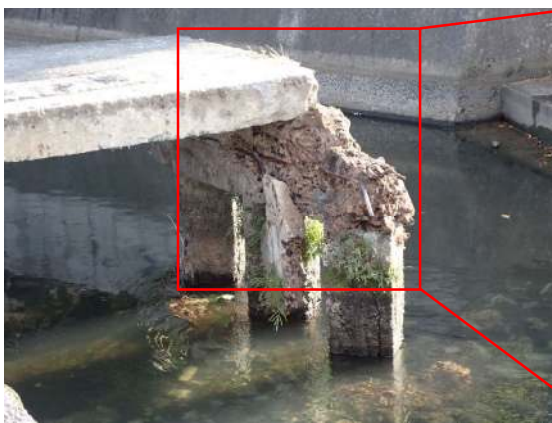
【損傷の特徴】

- ・橋脚梁部のコンクリートの土砂化

【主な損傷要因】

水分浸透：貧配合コンクリートへの水分浸透による成分溶出

漏水・滞水：遊間部からの漏水、桁座の滞水



< 状態把握時の主な留意点 > ー 近接目視等における主な着目ポイントー

コンクリート部材の損傷：石材より耐久性の低いコンクリート部の損傷の有無

付録.1 日常点検・異常時点検時の留意点

定期点検（法定点検）と併せて、日常的な維持管理の一環としての日常点検や、地震や異常気象、事故などの発生直後に異常時点検が実施されている。日常点検や異常時点検で、橋梁下に入って点検を実施する場合は、「参考資料」などを参考に実施すればよい。日常点検や異常時点検では、橋梁下に入り込まずに橋面からの道路巡回のみを実施することも考えられる。石橋は、石造アーチ橋の形状の変化や、石桁橋の石積橋台の変状や石桁の損傷など、変状や損傷が路上の変状として現れやすい特徴を有している。

石造アーチ橋は、アーチや石組みの変化により荷重伝達経路が崩れると、大規模に石材を積み直す必要性が高くなる。また、石桁橋は段差等が原因で発生する衝撃荷重等により、脆性的な破壊を引き起こす可能性がある。

(1) 石造アーチ橋

石造アーチの変状に起因して路面の変状が発生する場合のイメージを図-付 1.1 に示す。

- ・ 石造アーチ橋は、圧縮力の伝達を期待した離散構造であることから、例えば洗掘により橋台に変状が発生した場合、輪石や壁石も追従することになる。
- ・ 輪石・壁石が抜け落ちた場合や壁石のはらみ出しなどにより形状の変化が生じた場合にも、関連する部材が追従することになる。
- ・ 各部材に形状の変化が生じて、その影響が路面などの変状として発生することがある。

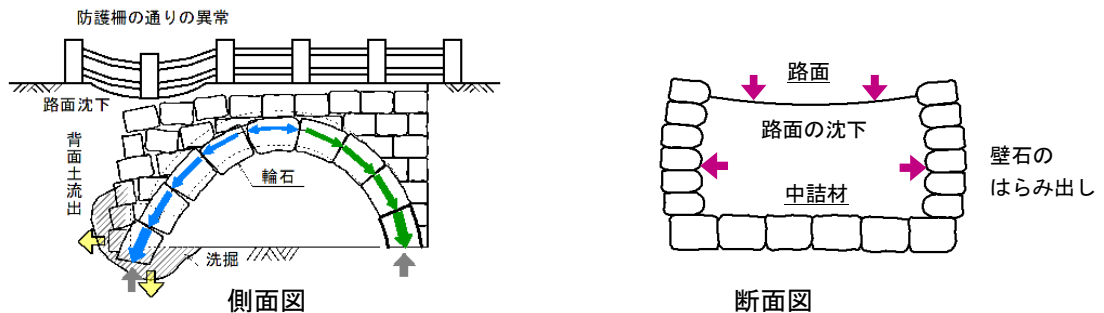


図-付 1.1 路面沈下の発生イメージ



写真-付 1.1 壁石のはらみ出しの事例



写真-付 1.2 はらみ出し位置の路面の凹凸

(2) 石桁橋

道路巡回等で、路面の陥没、路面や防護柵・地覆の通りや傾き並びに橋梁前後の背面付近の路面に変状を確認した場合、その原因は石桁橋の構造に関連するものであることが考えられる。

- ・ 桁が破断し、それに追隨して路面が沈下している場合がある（写真-付 1.3）。
- ・ 石桁は引張力に対して脆性的であり、路面に段差や不陸がある場合は車両通行時の大きな衝撃が石桁に伝達し、破断を引き起こす恐れがある。
- ・ 橋台背面部分に舗装のひびわれがある場合、橋台背面からの吸出しにより背面土の空洞も考えられる。



写真-付 1.3 桁の破断が橋面の舗装の異常として現れた事例

付録.2 岩種の推定

岩種を推定する際の留意点を以下に示す。

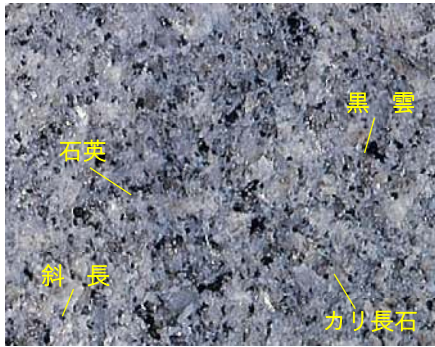
表-付 2.1 道路橋石橋の使用石材の岩種の推定 (1)

1. 調査対象部材の決定	
<p>今後、風化・劣化が進行する可能性の有無を推定する必要があるときに、岩種の推定が役立つ場合がある。風化が進んでいる箇所や劣化しやすい箇所を選定するとよい（雨水や喫水のような乾湿を繰り返す場所、常時湿潤状態の箇所等）。</p>	
2. 部材表面のクリーニング作業	
<p>1) ワイヤブラシ等を使用し表面の塵や汚れを落とす。</p> <p>2) 藻類等の繁茂により 1) の方法で清掃が困難な場合は、グラインダーによる表面研磨等を検討</p>	
	
<p>写真-付 2.1 ワイヤブラシ後のスプレー清掃状況</p>	
3. 石材表面の記録	
<p>1) マクロ写真の撮影（写真-付 2.1）</p> <p>2) 岩石肉眼鑑定による岩石組織、構成鉱物と礫種、発泡状況（見本参照）</p>	
	
<p>写真-付 2.2 マクロ写真</p>	<p>写真-付 2.3 肉眼による判定状況</p>

表-付 2.1 道路橋石橋の使用石材の岩種の推定 (2)

4. 岩石の特徴¹⁾

拡大写真に見る国内の主要な岩種の見本を以下に例示し、それぞれの着眼点を示す。



花崗岩の特徴

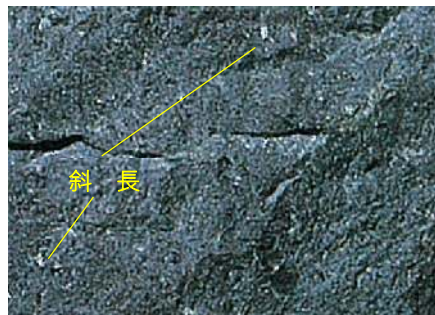
【**外観**】 灰白色～白色を呈する事が多く、ガラス質の結晶粒肉眼で容易に識別できる。石材表面全体を結晶が埋め、稀に暗色包有物を含む。

【**色調**】 黒雲母・角閃石・鉄鋳鉍物の含有量によって灰白色～白色の色彩が変化する。また、カリ長石の含有量が増えた場合には桃～橙色が強くなる。

【**鋳物の特徴**】 石英はガラス破断面状。斜長石は白濁・カリ長石は濁った桃～橙色で、どちらも卓状。黒雲母は暗緑色で鱗片状。鉄鋳鉍物は不透明で粒状。各鋳物の結晶径は1 cm～5 mm。

【**岩石の強度・耐久性**】

一般に圧縮強度は天然石材の中でも高く、耐久性にも優れる。



安山岩の特徴

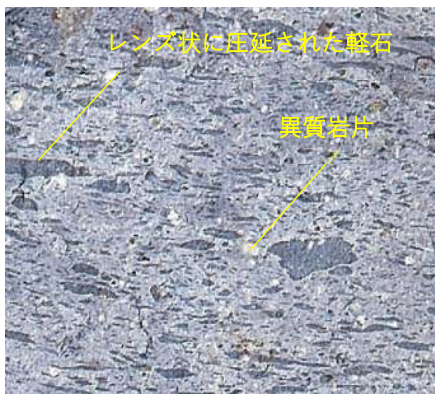
【**外観**】 灰色～黒色を呈する事が多く、基質は基本的に緻密で、輝石類・角閃石・斜長石の結晶が斑状に分布する場合もある。

【**色調**】 輝石類・角閃石・鉄鋳鉍物の含有量によって灰色～黒色の色彩が変化する。変質作用を受けたものは緑色が混じる遷移的な色調となる。

【**鋳物の特徴**】 輝石は長柱状で暗緑色のガラス破断面状。角閃石は長柱状で木炭の縦断面に似た外観を有する。斜長石は白濁した卓状。鉄鋳鉍物は不透明で粒状。結晶径は多様で、最大で約1 cm。

【**岩石の強度・耐久性**】

圧縮強度は花崗岩に次いで高く、耐久性にも優れる。



溶結凝灰岩の特徴

【**外観**】 火砕流堆積物が熱と圧力を受け形成された岩石で、堆積時の酸化状態や風化状況に応じて灰色～赤褐色と多様な色彩を呈する。基質は溶結の程度により様々で、溶結度が高いものほどガラス質で緻密となる。緻密な基質中に軽石が圧延され形成された黒色のガラス質レンズを含み、異質岩片を多く含む。基質中に結晶片が多い場合は硬質で安山岩に似る。溶結度が低いものは表面がサメ肌状。

【**色調**】 灰色～赤褐色と多様。変質作用を受けた場合は緑色が混じった遷移的な色調となる。

【**碎屑物の特徴**】 軽石はレンズ状に圧延される場合が多いが、稀に局部的に圧延を免れた軽石もある。

【**岩石の強度・耐久性**】

圧縮強度は中程度で、溶結が強いほど強度・耐久性が向上する。



砂岩の特徴

【**外観**】 固結の程度により、ハンマー打撃で濁音～金属音がするものまで様々である。表面は基本的に緻密だが、構成粒子の大きさにより様々で緻密～多孔質でサメ肌状が多い。新第三紀層の砂岩は層理面に沿って剥離し易い。稀に細礫を含む。

【**色調**】 緑灰色～褐色と多様な色彩で、火成岩に比べて風化し易く、亀裂面に沿って茶褐色に変色する場合もある。

【**碎屑物の特徴**】 碎屑物が堆積する過程で耐え残った鋳物から成り、石英・鉄鋳鉍物・岩片を主とし、微量の斜長石・輝石類を含む。

【**岩石の強度・耐久性**】

圧縮強度は中程度で、セメントの種類・締まり具合に強く依存する。厚さ数ミリ程度で板状に剥離したり、表面に小穴が密集したりしてハニカム状の風化が発生している事例もある。

掲載岩石写真は【『山口県の岩石図鑑』山口地学会編、西村祐二郎・松里英雄：平成3年第一学習社発行】より抜粋し、一部加筆した。

[参考文献]

1) 山口地学会編、西村祐二郎・松里英雄：山口県の岩石図鑑, 1991

付録.3 2016年熊本地震における石造アーチ橋の被災事例

(1) 概要

平成28年(2016年)熊本地震では、震源地付近で震度7が2回、震度6強が2回、震度6弱が3回観測され、斜面崩壊など多くの地盤災害が発生するとともに、建築物や土木施設にも多くの被害が発生した。石造アーチ橋も例外ではなく被害が発生した。

本資料は石造アーチ橋の耐荷機構の理解の参考となるよう、2016年熊本地震での石造アーチ橋の被災例を紹介する。

(2) 被災状況の確認方法及び結果

被災状況は以下のとおりである。

①一連の熊本地震において、最大震度6以上を観測した熊本県及び大分県内に架橋されている石造アーチ橋を対象とした。該当橋梁数は、336橋である。

②①から地震後における被災の有無が写真で確認可能な橋梁をリストアップし、被災状況の有無を確認した。該当橋梁数は155橋である。

③②のうち、部材(輪石、壁石・中詰、路面・その他)毎に、変状が確認された橋梁は55橋(55/155≒35%)あった。

④③のうち、供用できない状態になった橋梁は12橋(12/155≒8%)である。供用できない状態とは、通行ができず復旧に時間がかかる状態(交通規制を実施)と定義した。

④で抽出された12橋の被災状況の概要は下記のとおりである。また、石造アーチ橋の被災状況(主な被災状況写真)を表-付3.1に示す。

供用できない状態になった橋	12橋	うち、輪石の崩壊によるもの	0橋
		輪石の変状によるもの	4橋
		壁石の崩壊によるもの	6橋
		壁石の変状によるもの	2橋

なお、複数回震度6以上の地震の揺れを受けた可能性がある橋であっても、橋梁全体が崩壊した事例は確認されていない。

(3) 性能の推定における留意点



















(1)に記載したとおり離散構造である石造アーチ橋の耐震性は未解明である。また、そもそも地震の影響に限らず“はらみ出し”や“ずれ”などといった変状の進行性は予測できないのが通常である。

しかし、「参考資料」に示される石造アーチ橋の耐荷機構を踏まえたうえで、橋が致命的な状態を、熊本地震において「供用できない状態」になった橋の状況と置き換えると、たとえば以下のような場合に致命的な状態となる可能性があると考えられる。

- ・輪石や壁石に形状の変化の進行性が確認された場合(地震の影響なしに部材が移動しやすい状況である)
- ・中詰材の流出が確認された場合(壁石が容易に移動しやすい状況である)

ただし、上記はあくまでも熊本地震の被災事例から例示したものに過ぎない。橋梁の規模や、橋と一体で評価すべき範囲の地盤条件なども考慮したうえで評価を行う必要がある。

表-付 3.1 石造アーチ橋の被災状況¹⁾

部材	供用可否	被災橋梁数	被災状況写真		
輪石	供用できない	4橋 / 155橋	 亀裂、剥離、ずれ、開き	 ずれ(抜け出し)	 亀裂
	供用できる	151橋 / 155橋	 亀裂、ひび割れ	 開き、ひび割れ	 ひび割れ
壁石・中詰材	供用できない	8橋 / 155橋 (他に輪石被災 3橋がある)	 崩壊、中詰流出	 崩壊	 はらみ出し、ずれ(抜け出し)
	供用できる	144橋 / 155橋	 ずれ、はらみ出し	 はらみ出し	 ずれ、はらみ出し
路面他	供用できない	0橋 / 155橋 (他に壁石被災 の8橋がある)	 路面崩壊、中詰流出、防護柵崩壊	 路面崩壊、防護柵転倒	 路面ひび割れ、防護柵転倒
	供用できる	147橋 / 155橋	 路面一部陥没	 路面ひび割れ	 路面ひび割れ

[参考文献]

1) KABSE : 2016年熊本地震被害調査・分析報告書, 2019.12

「道路橋石橋の損傷事例集 [石造アーチ橋・石桁橋]」は、学識者などによる「道路橋石橋維持管理検討委員会」により審議を重ね、令和8年3月に石橋の定期点検等を行う際の参考資料としてとりまとめたものである。

道路橋石橋維持管理検討委員会 委員名簿

	所属・役職	氏名
委員長	熊本大学 名誉教授	山尾 敏孝
委員	九州大学・熊本大学 名誉教授	松田 泰治
委員	九州大学大学院 工学研究院 社会基盤部門 教授	梶田 幸秀
委員	東京科学大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 教授	高橋 章浩
委員	福岡県 直方県土整備事務所 道路建設課 課長(前 KABSE 石橋研究分科会委員)	大塚 晋
委員	熊本市 熊本博物館 主幹 (前 KABSE 石橋研究分科会委員)	稲津 暢洋
委員	国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路構造物研究部 橋梁研究室長	白戸 真大
委員	国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路構造物研究部 構造・基礎研究室長	藤田 智弘
委員	国土交通省 道路局 国道・技術課 課長補佐	北田 靖典
委員	国土交通省 道路局 国道・技術課 道路メンテナンス企画室 課長補佐	三好 智弘
委員	株式会社尾上建設 取締役相談役 (前 KABSE 石橋研究分科会委員)	尾上 一哉
委員	株式会社建設プロジェクトセンター 会長 (前 KABSE 石橋研究分科会委員)	中村 秀樹
委員	国土交通省 九州地方整備局 道路部 道路情報管理官	石橋 賢一
委員	国土交通省 九州地方整備局 道路部 道路保全企画官	楯 淳司
委員	国土交通省 九州地方整備局 九州道路メンテナンスセンター センター長	寺尾 幸太郎
オブザーバー	前 KABSE 石橋研究分科会委員	荒木 和哉
オブザーバー	前 KABSE 石橋研究分科会委員	荒木 祐一郎
事務局	九州地方整備局 道路部道路管理課	—
	九州地方整備局 九州道路メンテナンスセンター 技術第一課	—