

(I) 一般的性状・損傷の特徴

- ◆ ボルトにゆるみが生じたり、ナットやボルトが脱落している状態をいう。ボルトが折損しているものも含む。
- ◆ ここでは、普通ボルト、高力ボルト、リベット等、の種類や使用部位等に関係なく、全てのボルト、リベットを対象としている。



写真番号 3.1.1

説明

ナットにゆるみが生じた例



写真番号 3.1.2

説明

ナットにゆるみが生じた例

ゆるみ止め対策としてダブルナットとしているものの、ダブルナットの使用方法が間違っている(3種ナットの次に1種ナットを設置が正しい使用方法)。

(I) 一般的性状・損傷の特徴



写真番号 3.1.3

説明

ボルトにゆるみが生じた例
(防護柵支柱)

写真番号 3.1.4

説明

ボルトが脱落した例



写真番号 3.1.5

説明

ボルトが脱落した例

(I) 一般的性状・損傷の特徴



写真番号 3.1.6

説明

ボルトが折損した例



写真番号 3.1.7

説明

ボルトが折損した例



写真番号 3.1.8

説明

リベットが脱落した例

(Ⅱ) 他の損傷との関係

- ◆ 支承ローラーの脱落は、「支承の機能障害」として扱う。
- ◆ 支承アンカーボルトや伸縮装置の取付けボルトも対象とする。前者の損傷を生じている場合には、「支承の機能障害」としても扱う。



写真番号 3.2.1

説明

ローラー支承のローラーが脱落した例

「支承の機能障害」としてのみ扱う。



写真番号 3.2.2

説明

支承アンカーボルトのゆるみが生じた例

「ゆるみ・脱落」と「支承の機能障害」の2項目で扱う。

(Ⅱ) 他の損傷との関係



写真番号 3.2.3

説明

支承のセットボルトが破断した例
(注:地震後に発見された損傷)

「ゆるみ・脱落」と「支承の機能障害」の2項目で扱う。

(右下) 破断したボルト

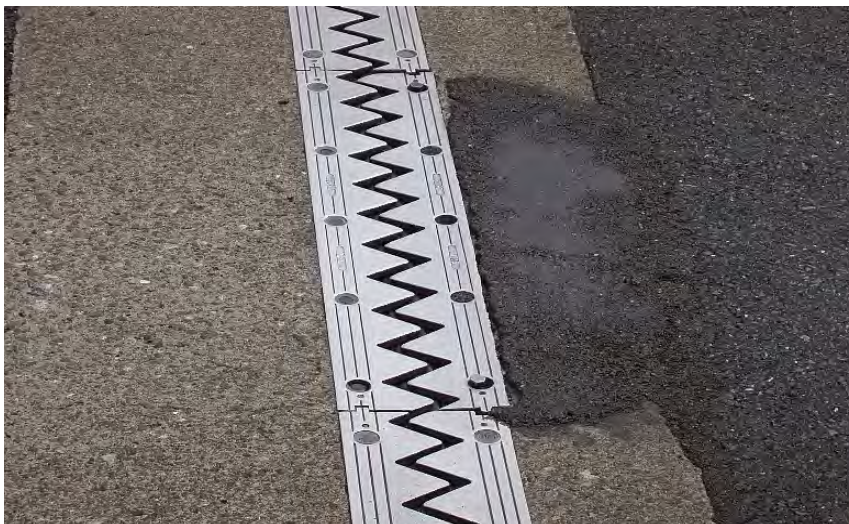


写真番号 3.2.4

説明

腐食が生じた主桁の継手部において、ボルトの折損が生じた例

「ゆるみ・脱落」、「腐食」、「防食機能の劣化」の3項目で扱う。



写真番号 3.2.5

説明

伸縮装置のセットボルトのゆるみ及び脱落の例

「ゆるみ・脱落」と「路面の凹凸」の2項目で扱う。

(Ⅲ) 損傷程度の評価

- ◆ 損傷程度の評価は、「ゆるみ・脱落」の損傷評価基準に基づいて行う。


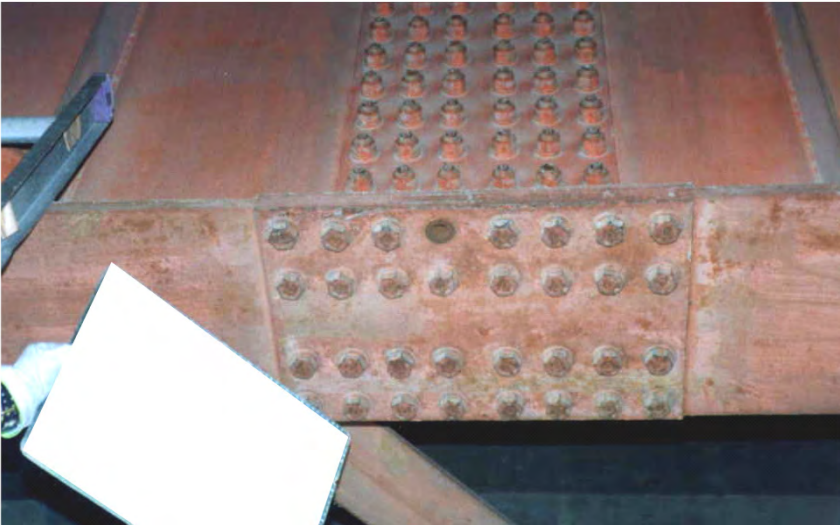

(1) 損傷評価基準

1) 損傷程度の評価区分

区分	一般的状況
a	損傷なし
b	—
c	ボルトのゆるみや脱落を生じているがその数が少ない。 (一群あたり本数の5%未満である)
d	—
e	ボルトのゆるみや脱落を生じているがその数が多い。 (一群あたり本数の5%以上である)

(Ⅲ) 損傷程度の評価

(2) 評価例(1/3)

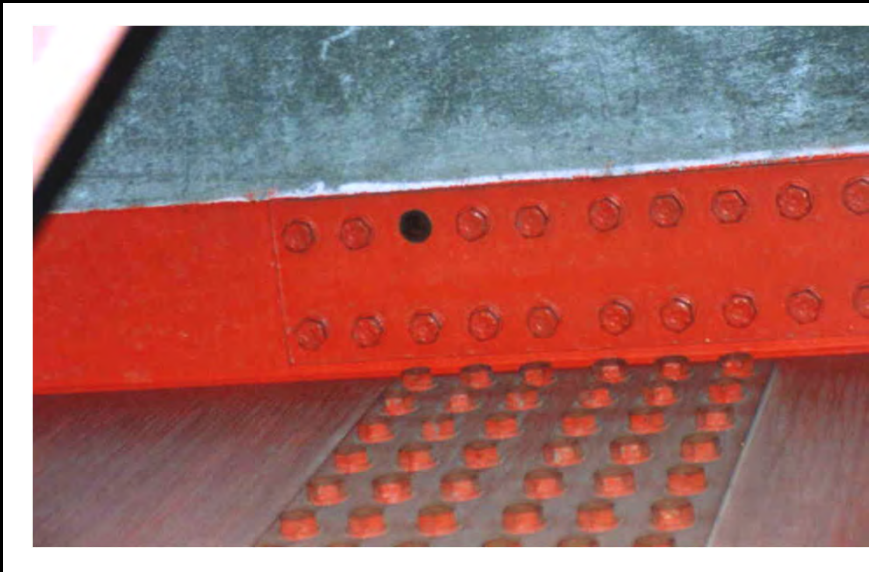
	評価 c						
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:20%;">写真番号</td> <td>3.3.1</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>主桁 (S-Gs-S-Mg)</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>脱落しているボルトの数が少ない。 $1/44=2.3\%$</td> </tr> </table>	写真番号	3.3.1	部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)	備考	脱落しているボルトの数が少ない。 $1/44=2.3\%$
写真番号	3.3.1						
部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)						
備考	脱落しているボルトの数が少ない。 $1/44=2.3\%$						
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:20%;">写真番号</td> <td>3.3.2</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>主桁 (S-Gs-S-Mg)</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>脱落しているボルトの数が少ない。 $1/32=3.1\%$</td> </tr> </table>	写真番号	3.3.2	部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)	備考	脱落しているボルトの数が少ない。 $1/32=3.1\%$
写真番号	3.3.2						
部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)						
備考	脱落しているボルトの数が少ない。 $1/32=3.1\%$						
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:20%;">写真番号</td> <td>3.3.3</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>伸縮装置 (R-E-S-Ej)</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>脱落しているボルトの数が少ない。 $1/約50=約2\%$ (伸縮装置の場合は、フェイスプレートなど部材単位で母数とする。)</td> </tr> </table>	写真番号	3.3.3	部材名	伸縮装置 (R-E-S-Ej)	備考	脱落しているボルトの数が少ない。 $1/約50=約2\%$ (伸縮装置の場合は、フェイスプレートなど部材単位で母数とする。)
写真番号	3.3.3						
部材名	伸縮装置 (R-E-S-Ej)						
備考	脱落しているボルトの数が少ない。 $1/約50=約2\%$ (伸縮装置の場合は、フェイスプレートなど部材単位で母数とする。)						

鋼部材の損傷	③ ゆるみ・脱落	8 / 18
--------	----------	--------

(Ⅲ) 損傷程度の評価

(2) 評価例 (2/3)

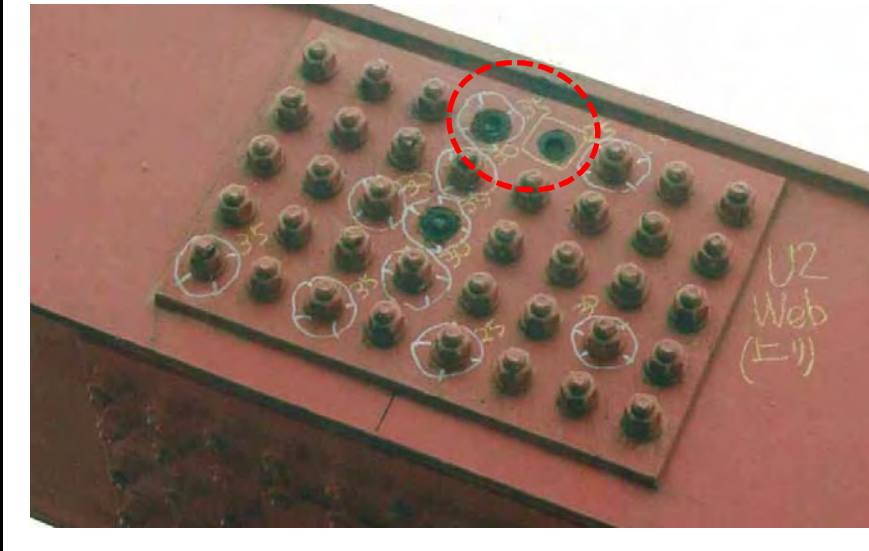
評価 e



写真番号	3.3.4
部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)
備考	脱落しているボルトの本数が多い。 1/20=5%



写真番号	3.3.5
部材名	横桁 (S-Bs-S-Cr)
備考	脱落しているボルトの本数が多い。 1/8=12.5%



写真番号	3.3.6
部材名	上・下弦材 (S-Ts-S-Bt)
備考	脱落しているボルトの本数が多い。 3/40=7.5%

(Ⅲ) 損傷程度の評価

(2) 評価例 (3/3)

	評価 e						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">写真番号</td> <td>3.3.7</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>下横構 (S-Gs-S-Ll)</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>脱落しているボルトの本数が多い。 1/4=25%</td> </tr> </table>	写真番号	3.3.7	部材名	下横構 (S-Gs-S-Ll)	備考	脱落しているボルトの本数が多い。 1/4=25%
写真番号	3.3.7						
部材名	下横構 (S-Gs-S-Ll)						
備考	脱落しているボルトの本数が多い。 1/4=25%						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">写真番号</td> <td>3.3.8</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>支承本体 (B-Be-S-Bh)</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>脱落しているボルトの本数が多い。 1/4=25%</td> </tr> </table>	写真番号	3.3.8	部材名	支承本体 (B-Be-S-Bh)	備考	脱落しているボルトの本数が多い。 1/4=25%
写真番号	3.3.8						
部材名	支承本体 (B-Be-S-Bh)						
備考	脱落しているボルトの本数が多い。 1/4=25%						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">写真番号</td> <td>3.3.9</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>対傾構 (S-Gs-S-Cf)</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>脱落しているボルトの本数が多い。 2/3=66.7%</td> </tr> </table>	写真番号	3.3.9	部材名	対傾構 (S-Gs-S-Cf)	備考	脱落しているボルトの本数が多い。 2/3=66.7%
写真番号	3.3.9						
部材名	対傾構 (S-Gs-S-Cf)						
備考	脱落しているボルトの本数が多い。 2/3=66.7%						

(IV) 対策区分の判定

(1) 一般

対策区分の判定は、構造上の部材区分あるいは部位毎、損傷種類毎に行なわれ、損傷程度の評価結果、その原因や将来予測、橋全体の耐荷性能へ与える影響、当該部位、部材周辺の部位、部材の現状、必要に応じて同環境とみなせる周辺の橋梁の状況等をも考慮し、今後道路管理者が執るべき処置を助言する総合的な評価であり、橋梁検査員の技術的判断が加えられたものである。

したがって、構造特性や架橋条件、利用状況などにより異なる判定となるため、定型的な判定要領や目安は用意されていない。また、要素毎に記録される損傷程度の評価や損傷写真のみで形式的に評価してはならない。

橋梁検査員の判定は、あくまでも道路管理者への一次的な評価としての所見、助言的なものであり、最終的に道路管理者は、これらを参考として、当該橋や部材の維持管理等も考慮し、道路管理者による評価や詳細調査によって対策区分の見直しを行い、意思決定を行うこととなる。

(2) ゆるみ・脱落の判定の参考

判定区分	判定の内容	備考
E1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応が必要な損傷	接合部で多数のボルトが脱落しており、接合強度不足で構造安全性を損なう状況などは、緊急対応が妥当と判断できる場合がある。
E2	その他、緊急対応が必要な損傷	常に上揚力が作用するペンデル支承においてアンカーボルトにゆるみを生じ、路面に段差が生じるなど、供用性に直ちに影響する事態に至る可能性がある状況や、F11Tボルトにおいて脱落が生じており、遅れ破壊が他の部位において連鎖的に生じ、第三者被害が懸念される状況などは、緊急対応が妥当と判断できる場合がある。
S	詳細調査が必要な損傷	F11Tボルトでゆるみ・脱落が生じ、損傷したボルトと同じロットのボルトや同時期に施工されたボルトなど条件の近い他のボルトが連鎖的に遅れ破壊を生じるおそれがある状況などにおいては、詳細調査を実施することが妥当と判断できる場合がある。
M	維持工事で対応が必要な損傷	高欄や付属物の普通ボルトにゆるみが発生しているなど損傷の規模が小さい状況においては、維持工事で対応することが妥当と判断できる場合がある(ただし、複数箇所でのゆるみや脱落が生じている場合には、原因を調査して対応することが望ましい)。
B, C	補修等が必要な損傷	

(3) 事例

関連する事例写真を示す。

備考欄には、
各写真毎に、

- ① 部位・部材に関する補足説明・判定の参考となる情報
- ② 状況に関する補足説明・判定の参考となる情報
- ③ その他の事項

を、


各頁毎に、


- ④ 共通する留意事項

を示す。

(IV) 対策区分の判定

(3)事例(1/6)

	写真番号	3.4.1
	部材名	
	横桁 (S-Bs-S-Cr)	
	備考	
<p>① 横桁</p> <p>② ボルトの脱落が見られる。</p> <p>③ F11Tなど過去に使われた高力ボルトでは遅れ破壊が生じることがあり、その場合、同材料・同条件下にある当該橋のボルトは連鎖的に破断が起きる危険性がある。</p>		

	写真番号	3.4.2
	部材名	
	横桁 (S-Bs-S-Cr)	
	備考	
<p>① 横桁</p> <p>② ボルトの脱落が見られる。</p> <p>③ 鋼床版に施工されたボルトでは、舗装下に浸入した水によって腐食することがある。</p>		

	写真番号	3.4.3
	部材名	
	アーチ橋の支柱 (S-As-S-Ca)	
	備考	
<p>① 支柱</p> <p>② ボルトの脱落が見られる。</p> <p>③ ボルトの破断や脱落が確認された場合には、他のボルトの健全性を評価するためにも、原因を特定することが望ましい。</p>		


備考④	過去に用いられたF11Tボルト以上の高強度ボルトでは、遅れ破壊により折損することがある。遅れ破壊は材料や環境要因に左右されるので、同材料、同時期、同施工法、同環境条件下での使用のものでは、ほぼ同時期に遅れ破壊が生じる可能性が高い。そのため、遅れ破壊が生じた橋では、他のボルトの対策も検討する。
-----	--

(IV) 対策区分の判定

(3)事例(2/6)

	写真番号	3.4.4
	部材名	
	主桁 (S-Gs-S-Mg)	
	備考	
<p>① 主桁の継手部</p> <p>② 多数のボルトの破断が見られる。</p> <p>③ 破断したボルトの連結部で防食機能の低下や腐食が見られる場合、他のボルトにも損傷が生じている可能性がある。</p>		

	写真番号	3.4.5
	部材名	
	対傾構 (S-Gs-S-Cf)	
	備考	
<p>① 対傾構と垂直補剛材との取付部</p> <p>② 多数のボルトの脱落が見られる。 $2/3=66.6\%$</p> <p>③ 継ぎ手耐力不足による、部材のずれや変形も確認することが有効である。</p>		

	写真番号	3.4.6
	部材名	
	下横構 (S-Gs-S-LI)	
	備考	
<p>① 下横構</p> <p>② 多数のボルトの脱落が見られる。 $1/4=25\%$</p> <p>③ 一群のボルト本数が少ない場合、ボルトのゆるみや脱落によって継手性能が大きく低下することがある。</p>		

備考④	<p>接合部で多数のボルトが脱落している場合には、継手性能の低下により構造安定性が満足されない可能性もあるので、対策の緊急性も含め、影響を精査することが必要である。特に、一群のボルト本数が少ない場合には、ボルトのゆるみや脱落の影響が相対的に大きくなるため、注意が必要である。</p>
-----	---

鋼部材の損傷	③ ゆるみ・脱落	13 / 18
--------	----------	---------

(IV) 対策区分の判定

(3)事例(3/6)

	写真番号	3.4.7
	部材名	
	アンカーボルト (B-Be-S-Ba)	
	備考	
<p>① 支承アンカーボルト</p> <p>② ナットにゆるみが生じている。</p> <p>③ 地震時の上向きの力でアンカーボルトが引き抜かれると、ナットが上にせりあがることもある。</p>		

	写真番号	3.4.8
	部材名	
	アンカーボルト (B-Be-S-Ba)	
	備考	
<p>① 支承アンカーボルト</p> <p>② 支承のアンカーボルトにゆるみが生じている。</p> <p>③ 地震の影響の場合、支承本体や台座等も注視することが有効である。</p>		

	写真番号	3.4.9
	部材名	
	支承本体 (B-Be-S-Bh)	
	備考	
<p>① 支承セットボルト</p> <p>② 支承のセットボルトにゆるみが生じている。</p> <p>③ 地震の影響の場合、他のボルトにも損傷が見られることが多い。</p>		

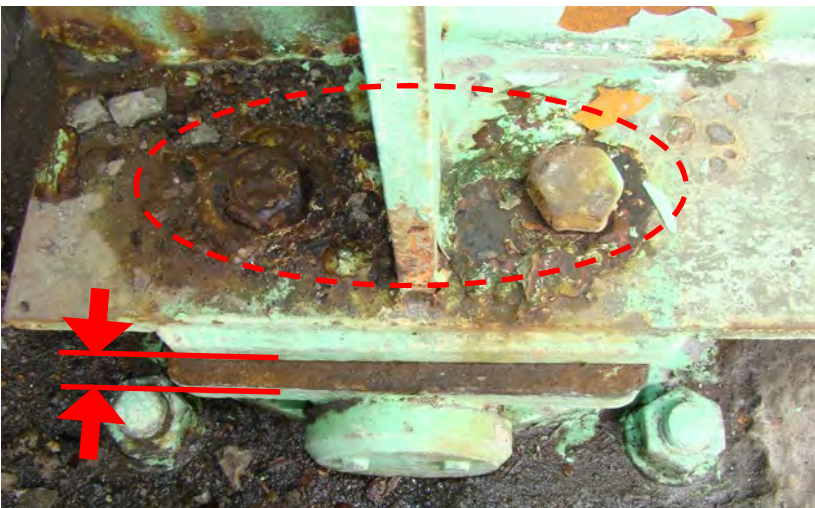
備考④ 地震時には過大な上揚力が生じて、アンカーボルトが引き抜かれたり、支承取り付けボルトのナットが緩んだり、隙間が生じたりすることがある。その場合、支承の機能が発揮されない危険性がある。

(IV) 対策区分の判定

(3)事例(4/6)



写真番号	3.4.10
部材名	支承本体 (B-Be-S-Bh)
備考	① 支承セットボルト ② 上沓のセットボルトが破断している。 ③ 穴位置にずれがある場合には、ソールプレート部のせん断キーの破損も疑われる。



写真番号	3.5.11
部材名	支承本体 (B-Be-S-Bh)
備考	① 上沓セットボルト ② 地震後、ボルトが破断していた。 ③ ボルトが元の位置に残っていても、上沓とソールプレート位置のずれから破断を疑うことができる。



写真番号	3.5.12
部材名	支承本体 (B-Be-S-Bh)
備考	① サイドブロックのボルト ② サイドブロックのボルトが破断している。 ③ 地震後には、サイドブロックのボルトの破断が見られることがある。上揚力への抵抗力が喪失している場合、余震などに対する注意が必要である。

備考④ 地震時には、支承部の様々なボルトに破断、抜けだし、ゆるみが確認されることが多い。損傷状況によっては、余震に対する橋の安全性に影響する可能性があるため、速やかに支承の機能状態を見極めることが重要である。

(IV) 対策区分の判定

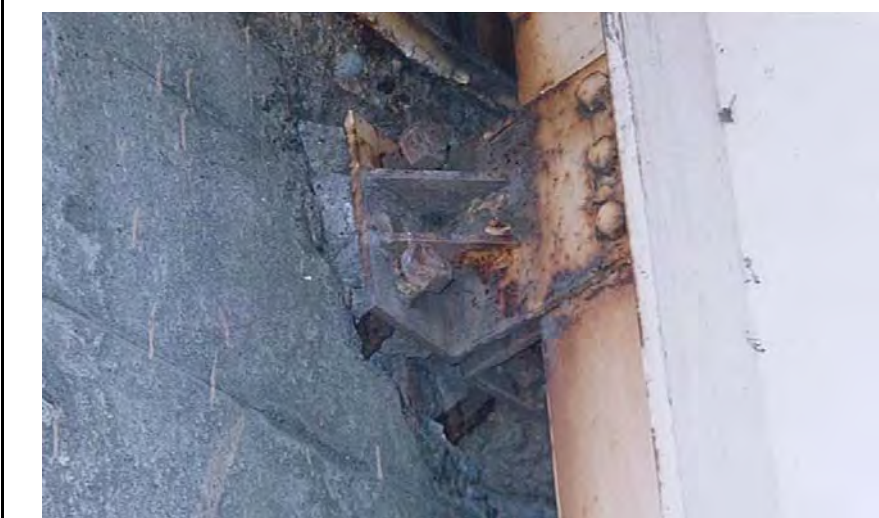
(3)事例(5/6)



写真番号	3.4.13
部材名	落橋防止システム (B-Bs-S-Sf)
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 桁端連結 ② ボルトが折損している。 ③ 桁間連結装置は地震時に大きな力を受け、ボルトが折損することがある。



写真番号	3.5.14
部材名	落橋防止システム (B-Bs-S-Sf)
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 桁端連結 ② ボルトが折損している。 ③ 地震の影響の場合、主桁の変形や亀裂にも注視することが有効である。



写真番号	3.5.15
部材名	落橋防止システム (B-Bs-S-Sf)
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 桁端連結 ② ボルトが脱落している。 ③ 大きな外力を受けたアンカーボルトの定着部コンクリートでは、浮きや欠損が発生していることがある。

備考④ 耐震連結装置では、地震時に大きな力を受けるなどにより、ボルトが破断する場合があります。

(IV) 対策区分の判定

(3)事例(6/6)



写真番号	3.5.16
部材名	
点検施設 (I-I-S-Ip)	
備考	<p>① 点検通路の支持材取り付け部のボルト</p> <p>② 点検路の支持ボルトが脱落している。</p> <p>③ 附属物には普通ボルトが用いられる場合があり、耐久性上の弱点となることがある。また、異種金属接触となり異常腐食が生じる例もある。</p>



写真番号	3.5.17
部材名	
点検施設 (I-I-S-Ip)	
備考	<p>① 昇降施設取り付け部のボルト</p> <p>② 昇降施設のはしごを支持するボルトが脱落している。</p> <p>③ 検査路等の取り付け部が損傷していることがある。使用時には事前に安全を確認することが重要である。</p>



写真番号	3.5.18
部材名	
防護柵 (R-G-S-Gf)	
備考	<p>① 防護柵の笠レールのボルト</p> <p>② 笠レールの固定用のボルトが脱落している。</p> <p>③ 附属物の連結には小径の普通ボルトが用いられることが多く、耐久性上の弱点となることがある。</p>

備考④ 高欄や附属物では普通ボルトが用いられることが多く、高力ボルトのように締付け力管理が行われず、かつ本体構造に比べて防食性能は劣ることが多い。そのため、ゆるみ・脱落、腐食による折損に注意し、検査路などでは使用前に安全確認することが重要である。また、異種金属接触腐食が生じることも多い。

(V) その他参考情報

情報(1)

高力ボルト(F11T)

①遅れ破壊の概要

高力ボルト締付け時の導入ボルト軸力により静的な高い引張力が継続的に加えられている状態で、ある時間経過した後に、外見上ほとんど変形することなく、突然、ねじ部切欠きや腐食ピットなどの応力集中部から、ぜい性的な破壊を起こす現象。次に示す条件下で多く発生している。

- ①強度区分がF11T以上
- ②製造時期が1971年から1977年頃まで
- ③ねじ部、ボルト首下部などの応力集中部
- ④環境条件として漏水などによる腐食の影響を受けやすい環境、内部が湿潤状態である閉断面の橋脚等

(出典) 道路橋補修補強事例集(2012年版) 平成24年3月, 社団法人 日本道路協会

②対応状況

第三者被害への影響を考慮し、次に示す方針に沿って、既に対策が取られている。

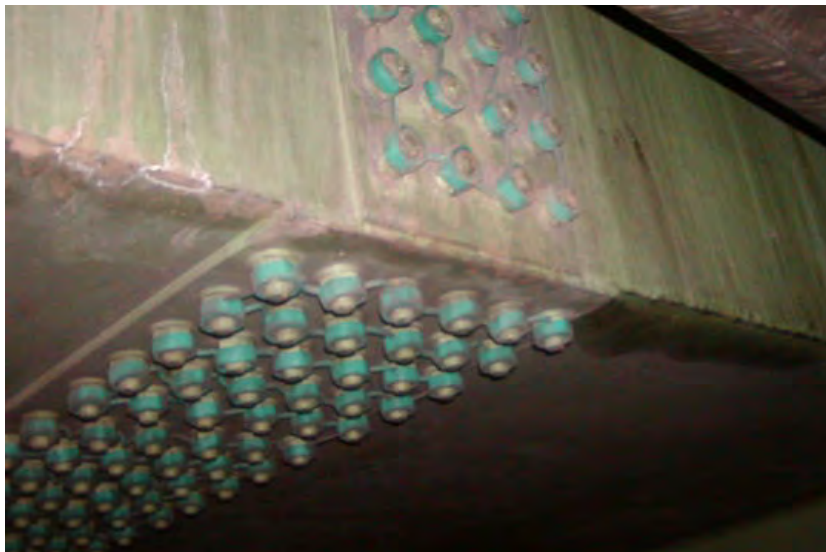
・対象橋梁

高力ボルト(F11T)を使用している橋梁で、道路、鉄道等の上空に架かる等、第三者被害が発生する可能性のある橋梁

・対応方針

原則としてボルトの交換による対策とし、塗装補修等の足場を必要とする工事を行う際等に合わせて実施
なお、ボルト交換を行うまでの暫定の措置として、落下防止ネット設置などの対策を実施
ただし、鉄道事業者など関係機関との協議に時間を要する箇所は、協議が調い次第実施

(V) その他参考情報

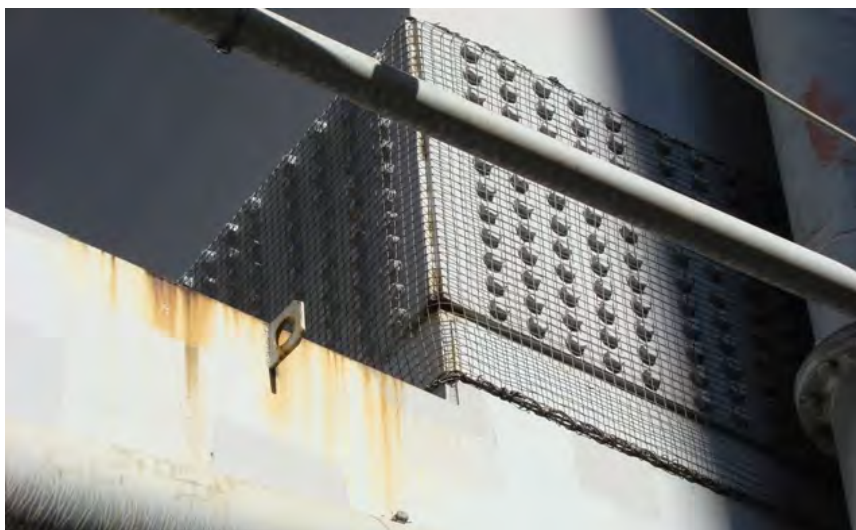


写真番号	3.5.1
部材名	
主桁 (S-Gs-S-Mg)	
備考	

- ① 主桁の添接部
- ② F11Tボルトの落下防止対策(ボルトキャップ)の例



- ③ 遅れ破壊は予兆なく生じるため、遅れ破壊のおそれがあるボルトに対しては、第三者被害を生じさせないなどの対策が必要である。



写真番号	3.5.2
部材名	
鋼製ラーメン橋脚 (P-Rp-S-Pw)	
備考	

- ① 鋼製橋脚の添接部
- ② F11Tボルトの落下防止対策(落下防止ネット)の例