

2. 1 鋼部材の損傷

損傷の種類

- ① 腐食
- ② 亀裂
- ③ ゆるみ・脱落
- ④ 破断
- ⑤ 防食機能の劣化

A 一般的性状・損傷の特徴

- ◆ 「腐食」は、(塗装やメッキなどによる防食措置が施された)普通鋼材では集中的に錆が発生している状態、または錆が極度に進行し断面減少や腐食を生じている状態をさす。耐候性鋼材の場合には、安定錆が形成されず異常な錆が生じている場合や、極度な錆の進行により断面減少が著しい状態をさす。
- ◆ 腐食しやすい箇所は漏水の多い桁端部、水平材上面など滯水しやすい箇所、支承部周辺、通気性、排水性の悪い連結部、泥、ほこりの堆積しやすい下フランジの上面、溶接部等である。



写真-1.1 集中的に錆が発生した例



写真-1.2 耐候性鋼材に断面減少を伴う異常な錆が発生した例

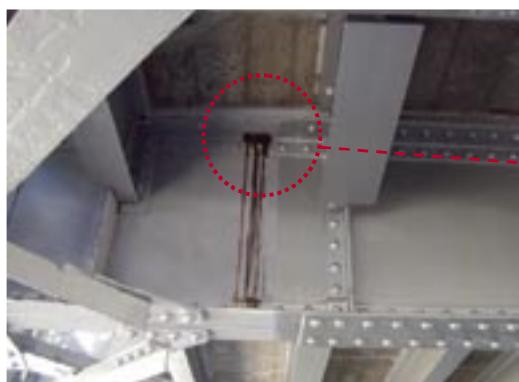
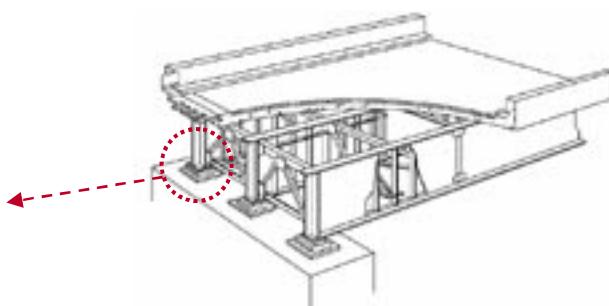


写真-1.3 メッキが施された鋼材に錆が発生した例



写真-1.4 桁端部、支承部周辺での滯水、塵埃等の堆積による腐食の例



B 他の損傷との関係

- ◆ 基本的には、断面欠損を伴う錆の発生を「腐食」として評価し、断面欠損を伴わないと見なせる程度の軽微な錆の発生は「防食機能の劣化」として評価する。
- ◆ 断面欠損の有無の判断が難しい場合には、「腐食」として扱う。
- ◆ 耐候性鋼材で安定錆を生じるまでの期間は、錆の状態が一様でなく異常腐食かどうかの判断が困難な場合があるが、断面欠損を伴わないと見なせる程度の場合には「防食機能の劣化」として評価する。
- ◆ ボルトの場合も同様に、断面欠損を伴う錆の発生を「腐食」として評価し、断面欠損を伴わないと見なせる程度の軽微な錆の発生は「防食機能の劣化」として評価する。



写真-1.5 断面欠損を伴う錆が発生した例



写真-1.6 断面欠損を伴わないと見なせる程度の軽微な錆が発生した例



写真-1.7 耐候性鋼材の錆の状態が一様でなく、断面欠損を伴う例

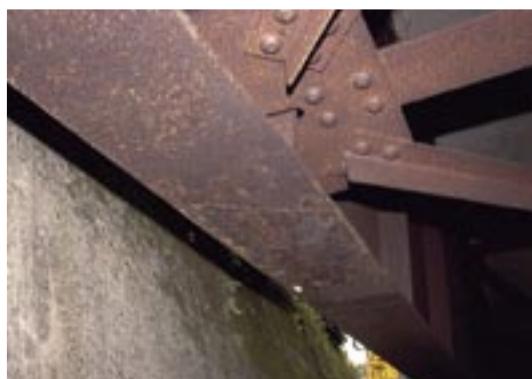


写真-1.8 耐候性鋼材の錆の状態が一様でなく、断面欠損を伴わない例



写真-1.9 ボルトに断面欠損を伴う錆が発生した例

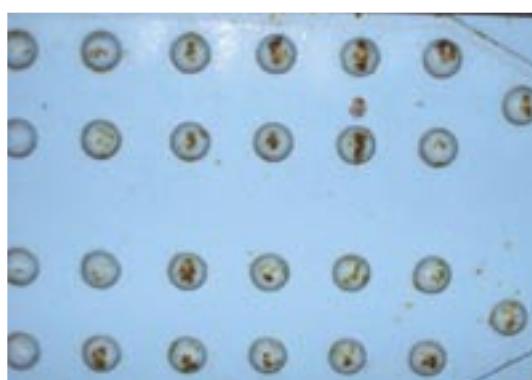


写真-1.10 ボルトに軽微な錆が発生した例

C その他の留意点

- ◆腐食を記録する場合、塗装などの防食機構にも損傷が生じていることが一般的であり、これらについても同時に記録する必要がある。
- ◆鋼材に腐食が生じている場合に、溶接部近傍では亀裂が見落とされることが多いので注意が必要である。



写真-1.11 腐食と同時に亀裂を生じた例
(注:亀裂をチョークでマーキングしている)



写真-1.12 腐食と同時に亀裂を生じた例



写真-1.13 腐食と同時に亀裂を生じた例
(注:亀裂箇所をチョークでマーキングしている)



写真-1.14 腐食と同時に亀裂(断面欠損)を生じた例



写真-1.15 腐食と同時に亀裂(断面欠損)を生じた例

D 損傷程度の評価

損傷程度の評価は、「腐食」の損傷評価基準に基づいて行う。

なお、損傷程度の評価区分は、損傷程度に関する「損傷の深さ」と「損傷の面積」の一般的な状況から判断した規模の大小の組合せによることを基本とする。

(1) 損傷評価基準

1) 損傷程度の評価区分

区分	一般的な状況		備考
	損傷の深さ	損傷の面積	
a	損傷なし		
b	小	小	
c	小	大	
d	大	小	
e	大	大	

2) 要因毎の一般的な状況

a) 損傷の深さ

区分	一般的な状況
大	鋼材表面に著しい膨張が生じているか、または明らかな板厚減少が視認できる。
中	—
小	錆は表面的であり、著しい板厚の減少は視認できない。

注) 錆の状態(層状、孔食など)に関わらず、板厚(断面)減少の有無によって評価する。

b) 損傷の面積

区分	一般的な状況
大	着目部分の全体的に錆が生じている。または着目部分に拡がりのある発錆箇所が複数ある。
小	損傷箇所の面積が小さく局部的である。

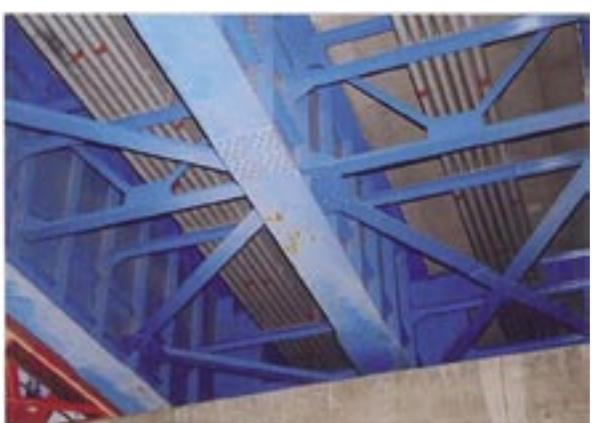
(2) 評価例 (1 / 2)

評価 b

写真番号 1 部材名 主 桁 (S-Gs-S-Mg)



写真番号 2 部材名 支承本体 (B-Bs-S-Bh)



備考 損傷の深さ (小) : 著しい板厚減少は見認できない。
損傷の面積 (小) : 面積が小さく局部的である。

備考 損傷の深さ (小) : 著しい板厚減少は見認できない。
損傷の面積 (小) : 面積が小さく局部的である。

評価 c

写真番号 3 部材名 主 桁 (S-Gs-S-Mg)



写真番号 4 部材名 主 桁 (S-Gs-S-Mg)



備考 損傷の深さ (小) : 著しい板厚減少は見認できない。
損傷の面積 (大) : 拡がりのある発錆箇所が複数ある。

備考 損傷の深さ (小) : 著しい板厚減少は見認できない。
損傷の面積 (大) : 拡がりのある発錆箇所が複数ある。

写真番号 5 部材名 対 傾 構 (S-Gs-S-Cf)



写真番号 6 部材名 支承本体 (B-Bs-S-Bh)



備考 損傷の深さ (小) : 著しい板厚減少は見認できない。
損傷の面積 (大) : 拡がりのある発錆箇所が複数ある。

備考 損傷の深さ (小) : 著しい板厚減少は見認できない。
損傷の面積 (大) : 全体的に錆が生じている。

(2) 評価例 (2 / 2)

評価 d

写真番号	7	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	8	部材名	下 横 構 (S-Gs-S-L1)
							
備考	損傷の深さ (大) :著しい膿張、明らかな板厚減少。 損傷の面積 (小) :面積が小さく局部的である。				備考	損傷の深さ (大) :著しい膿張、明らかな板厚減少。 損傷の面積 (小) :面積が小さく局部的である。	

評価 e

写真番号	9	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	10	部材名	下 横 構 (S-Gs-S-L1)
							
備考	損傷の深さ (大) :著しい膿張、明らかな板厚減少。 損傷の面積 (大) :全体的に錆が生じている。				備考	損傷の深さ (大) :著しい膿張、明らかな板厚減少。 損傷の面積 (大) :全体的に錆が生じている。	
写真番号	11	部材名	支承本体 (B-Bs-S-Bh)	写真番号	12	部材名	支承本体 (B-Bs-S-Bh)
							
備考	損傷の深さ (大) :著しい膿張、明らかな板厚減少。 損傷の面積 (大) :全体的に錆が生じている。				備考	損傷の深さ (大) :著しい膿張、明らかな板厚減少。 損傷の面積 (大) :全体的に錆が生じている。	

E 対策区分の判定

(1) 一般

対策区分判定は、部材の重要性や損傷の進行状況、環境の条件など様々な要因を総合的に評価し、原則として構造上の部材区分あるいは部位ごとに、損傷状況に対する判断を行う。

(2) 腐食の判定の参考

判定区分	判定の内容	備 考
E 1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応が必要な損傷	ケーブル構造物のケーブル材に著しい腐食を生じており、その腐食が構造安全性を著しく損なう状況や、鉄桁形式の桁端の腹板が著しい断面欠損を生じており、対象部材の耐荷力の喪失によって構造安全性を著しく損なう状況などにおいては、緊急対応が妥当と判断できる場合がある。
E 2	その他、緊急対応が必要な損傷	
S	詳細調査が必要な損傷	同一の路線における同年代に架設された橋梁と比べて損傷の程度に大きな差があり、環境や地域の状況など一般的な損傷要因だけでは原因が説明できない状況などにおいては、進行性の評価や原因の特定など損傷の正確な判定のために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	全体的な損傷はないが、部分的に小さなあてきずなどによって生じた腐食があり、損傷の規模が小さく措置のしやすい場所にある状況などにおいては、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。
B, C	補修等が必要な損傷	

(3) 事 例

「腐食」に関連する事例写真を示す。また、備考欄には、①部位・部材に関する補足説明、②状況に関する補足説明、③その他の事項を示す。

事 例 (1 / 4)

写真番号	1	部材名	主 桁	(S-Gs-S-Mg)	写真番号	2	部材名	主 桁	(S-Bs-S-Mg)
									
備 考	① 主桁 ② 下フランジやボルトなどの端部に腐食がみられる。 ③ 部材の角部が錆エッジになっている場合には、塗装 が十分付着せず塗膜が薄くなり早期に発錆しやすい。	備 考	① 箱形端部の下フランジ上面 ② 下フランジ上面に著しい腐食がみられる。 ③ 水平材上面は、滯水しやすく排水されにくい箇所であ る。塗膜が水に長くぬれているほど発錆しやすい。						
写真番号	3	部材名	横 桁	(S-Gs-S-Gr)	写真番号	4	部材名	下横構	(S-Gs-S-L1)
									
備 考	① 横行の上フランジとRC床版の接点 ② 床版下面に漏水痕がみられる。 ③ 床版下面に漏水が生じている場合、床版防水層が異常 を生じているか、床版防水が未設置な場合がある。	備 考	① 下横構 ② 下横構に局部的な腐食がみられる。 ③ 繼続的に水でぬれる箇所では、塗膜が早期に劣化し、 局部的な腐食を生じる場合がある。						
写真番号	5	部材名	主 桁	(S-Gs-S-Mg)	写真番号	6	部材名	主 桁	(S-Gs-S-Mg)
									
備 考	① 主桁の上フランジ ② 主桁の上フランジ端部に腐食がみられる。 ③ 床版からの漏水によって、近傍の鋼結構物が腐食を生じ る場合がある。	備 考	① 主桁端部 ② 主桁端部に著しい腐食がみられる。 ③ 伸縮装置部からの漏水などによって、路面排水等が頻 繁に流下する箇所では、鋼結構物に腐食が生じやすい。						

事例 (2 / 4)

写真番号	7	部材名	斜材・垂直材 (S-Ts-S-L1)	写真番号	8	部材名	斜材・垂直材 (S-Ts-S-L1)
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 下路トラスで歩道張出し床版部に斜材が貫通する部分 ② 斜材周辺に塵埃が堆積しており、斜材の床版接点部に腐食がみられる。 ③ 床版下面と斜材の接点部に腐食が生じる場合がある。 	備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 下路トラスで歩道張出し床版部に斜材が貫通する部分 ② 斜材の床版下面の貫通部近傍に腐食がみられる。 ③ 斜材が床版を直接貫通している場合には、路面の斜材境界部から水が浸透し、劣化が進行する場合がある。 				
写真番号	9	部材名	支承本体 (B-Bs-S-Bh)	写真番号	10	部材名	支承本体 (B-Bs-S-Bh)
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 支承本体 ② 支承の著しい腐食と断面欠損がみられる。 ③ 支承の腐食や塵埃の堆積等により、支承の機能不全があると、桁の亀裂など他の影響を及ぼす場合がある。 	備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 支承本体 ② 支承の腐食と支承部周辺に塵埃等の堆積がみられる。 ③ 支承の腐食や塵埃の堆積等により、支承の機能不全があると、桁の亀裂など他の影響を及ぼす場合がある。 				
写真番号	11	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	12	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 主桁接続部 ② 主桁接続部のウエブと下フランジの溶接部近傍に著しい腐食がみられる。 ③ 下フランジの連結板とウエブの間には、水が滞留し、局部的な塗膜の劣化を進行させる場合がある。 	備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 主桁 ② 橋台近傍の主桁のウエブと下フランジに著しい腐食がみられる。 ③ 桁下から水面までの高さが低い橋端部では、船舶等による波が橋台で飛散し、頻繁に濡れる場合がある。 				

事 例 (3 / 4)

写真番号	13	部材名	落橋防止レール (B-Bs-S-Sf)	写真番号	14	部材名	高 檻 (R-R-S-Ra)
備考		<p>① 耐震連結装置 ② ナットとリブに著しい腐食がみられる ③ 滞水しやすい水平材上面や塗装が着きにくく塗膜が薄くなりやすい角部は、腐食が進行しやすい箇所である。</p>					
写真番号	15	部材名	下横構 (S-Gs-S-L1)	写真番号	16	部材名	下横構 (S-Ts-S-L1)
備考		<p>① 下横構とスラブドレーンの干渉 ② 下横構に腐食と流水痕がみられる。 ③ 排水等の飛沫がかかる箇所は、局部的に腐食が生じる場合がある。</p>					
写真番号	17	部材名	主 构 (S-Bs-S-Mg)	写真番号	18	部材名	主 构 (S-Bs-S-Mg)
備考		<p>① 箱形内部の下フランジ ② 排水管に漏水と下フランジに腐食がみられる。 ③ 箱形内部の滯水は、外部に変状が現れづらいため、発見が遅れ、著しく腐食が進行する場合がある。</p>					
備考		<p>① 箱形内部のウエブ排水管取込み部 ② ウエブの排水管取込み部に腐食がみられる。 ③ 排水管が箱形のウエブを貫通している箇所では、排水管を伝って水が箱形内部に進入する場合がある。</p>					

事 例 (4／4)

写真番号	19	部材名	点検施設 (I-I-S-Ip)	写真番号	20	部材名	排水管 (D-D-S-Dp)
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 管理路のレール ② レールはステンレス、ボルトは亜鉛めつきボルトであり、亜鉛めつきボルトに著しい腐食がみられる。 ③ 異なる金属が接触し、そこに電解質溶液が存在すると、異種金属接触腐食が生じる場合がある。 	備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 排水管の吊り金具 ② 吊り金具は鉄製、ボルトはステンレス製であり、吊り金具に著しい腐食がみられる。 ③ 異なる金属が接触し、そこに電解質溶液が存在すると、異種金属接触腐食が生じる場合がある。 				
写真番号	21	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	22	部材名	下 横 構 (S-Gs-S-L1)
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 主桁 (耐候性鋼材) ② 主桁に錆の剥離がみられる。 ③ 耐候性鋼材は、雨水や結露水で頻繁に湿潤状態となる箇所では、安定錆が生成されず異常な錆を生じやすい。 	備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 下横構 (耐候性鋼材) ② 下横構とガセットプレートに錆の剥離がみられる。 ③ 耐候性鋼材は、適用範囲を越える塩分環境下では、安定錆が生成されず異常な錆を生じやすい。 				
写真番号	23	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	24	部材名	横 桁 (S-Gs-S-Cr)
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 主桁の下フランジ (耐候性鋼材) ② 主桁の下フランジ上面に錆の剥離がみられる。 ③ 耐候性鋼材は、支承部周辺や水平部材の上面などの滯水しやすく、適度な乾湿の繰返し環境になりづらい箇所では、安定錆が生成されず異常な錆を生じやすい。 	備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 端横構の下フランジ (耐候性鋼材) ② 端横構の下フランジに錆の剥離がみられる。 ③ 耐候性鋼材は、支承部周辺や水平部材の上面などの滯水しやすく、適度な乾湿の繰返し環境になりづらい箇所では、安定錆が生成されず異常な錆を生じやすい。 				

A 一般的性状・損傷の特徴

- ◆鋼材に生じた「亀裂」である。鋼材の「亀裂」は、応力集中が生じやすい部材の断面急変部や溶接接合部などに多く現れる。
- ◆亀裂は鋼材内部に生じる場合もあるので外観性状だけからは検出不可能なものも多い。
- ◆亀裂の大半は、極めて小さく溶接線近傍のように表面性状がなめらかでない場合には表面きずや鋸等による凹凸の陰影との見分けがつきにくいことがある。なお塗装がある場合に表面に開口した亀裂は塗膜われを伴うことが多い。



写真-2.1 柵端切欠きR部に生じた例



写真-2.2 垂直補剛材の溶接部に生じた例



1) MT前



2) MT後

写真-2.3 磁気探傷試験(MT)による亀裂の確認
(注:写真撮影用の乾式磁粉によるMTの写真)

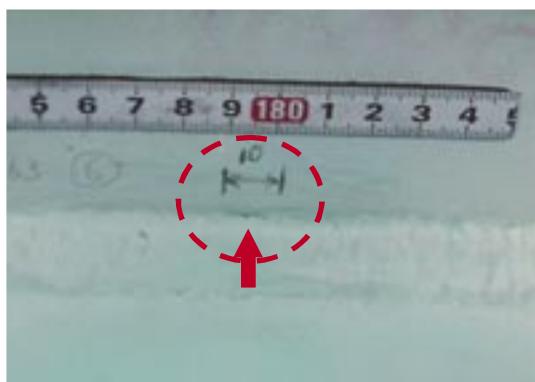


写真-2.4 中間ダイヤフラムの溶接線近傍に亀裂が生じた例
(注: 塗膜下の鋼材の亀裂が確認された)



写真-2.5 鋼と同時に亀裂が生じた例
(注: 亀裂をチョークでマークしている)

B 他の損傷との関係

- ◆鋼材の亀裂損傷の原因は外観性状だけからは判定できないことが多い、位置や大きさなどに関係なく鋼材表面に現れたひびわれは全て「亀裂」として扱う。
- ◆鋼材のわれや亀裂の進展により部材が切断された場合は、「破断」として評価する。
- ◆断面急変部、溶接接合部などに塗膜われが確認され、直下の鋼材に亀裂が生じている疑いを否定できない場合には、鋼材の亀裂を直接確認していなくても、「防食機能の劣化」以外に「亀裂」としても評価する。



写真-2.6 亀裂が生じた例



写真-2.7 亀裂が生じた例



写真-2.8 腐食による表面減少と同時に亀裂が生じた例



写真-2.9 亀裂の進展により破断が生じた例

D 損傷程度の評価

損傷程度の評価は、「亀裂」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

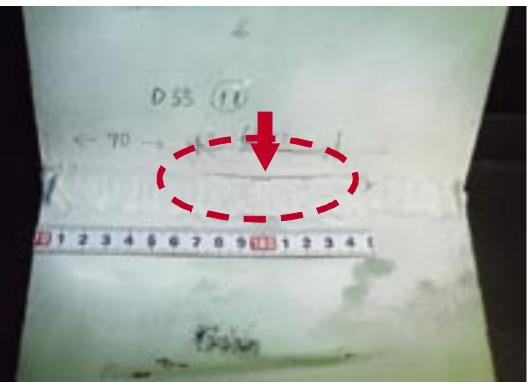
区分	一 般 的 状 況
a	損傷なし。
b	—
c	断面急変部、溶接接合部などに塗膜われが確認できる。 亀裂を生じているが、線状でないか、線状であってもその長さがきわめて短く、さらに数が少ない場合。
d	—
e	線状の亀裂が生じている。または、直下に亀裂が生じている疑いを否定できない塗膜われを生じている。

(2) 評価例

評価 c

写真番号	1	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	2	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)
							
備考	垂直補剛材と上フランジの溶接接合部に短い亀裂を生じている。				備考	垂直補剛材と上フランジの溶接接合部に塗膜われが確認できる。	

評価 e

写真番号	3	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	4	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)
							
備考	下フランジのソールプレート前面に、線状の亀裂が生じている。				備考	垂直補剛材上端と直下に亀裂が生じている疑いを否定できない塗膜われを生じている。	
写真番号	5	部材名	その 他 (S-Ts-S-Sx)	写真番号	6	部材名	横 桁 (S-Bs-S-Cr)
							
備考	桁連結装置の溶接接合部と、線状の亀裂が生じている。 (注:亀裂に沿って黒くマーキングしている)				備考	中間ダイヤフラムのコーナー部と、線状の亀裂が生じている。	

E 対策区分の判定

(1) 一般

対策区分判定は、部材の重要性や損傷の進行状況、環境の条件など様々な要因を総合的に評価し、原則として構造上の部材区分あるいは部位ごとに、損傷状況に対する判断を行う。

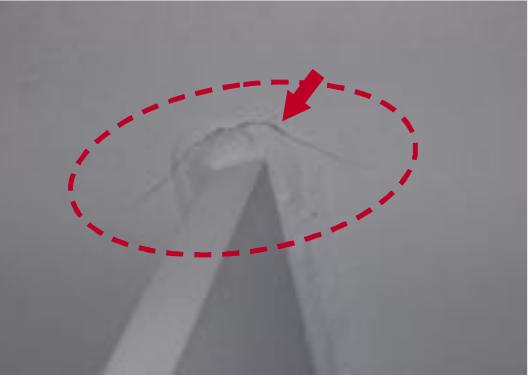
(2) 亀裂の判定の参考

判定区分	判定の内容	備 考
E 1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応が必要な損傷	亀裂が鉄骨形式の主桁腹板や鋼製橋脚の横梁の腹板に達しており、亀裂の急激な進展によって構造安全性を損なう状況などにおいては、緊急対応が妥当と判断できる場合がある。
E 2	その他、緊急対応が必要な損傷	鋼床版構造で縦リブと床版の溶接部から床版方向に進展する亀裂が輪荷載荷位置直下で生じて、路面陥没によって交通に障害が発生する状況などにおいては、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	<ul style="list-style-type: none"> ・亀裂を生じた原因の推定や当該部材の健全性の判断を行うためには、表面的な長さや開口幅などの性状だけでなく、その深さや当該部位の構造的特徴や鋼材の状態（内部きずの有無、溶接の種類、板組や開先）、発生応力などを総合的に評価することが必要である。したがって、亀裂の原因や生じた範囲などが容易に判断できる場合を除いて、基本的には詳細調査を行いう必要がある。 ・塗膜われが亀裂によるものかどうか判断できない場合には、仮に亀裂があった場合の進展に対する危険性等も考慮して、できるだけ詳細調査による亀裂の確認を行う必要がある。
M	維持工事で対応が必要な損傷	
B, C	補修等が必要な損傷	一般には、損傷程度に関わらず亀裂の進展防止の措置や補修等の必要があると判断することが妥当であることが多い。

(3) 事 例

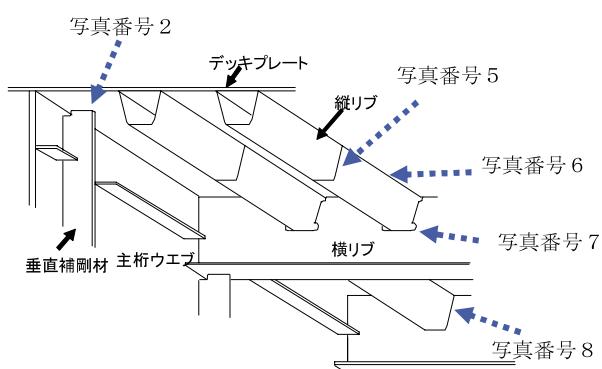
「亀裂」に関する事例写真を示す。また、備考欄には、①部位・部材に関する補足説明、②状況に関する補足説明、③その他の事項を示す。

事例 (1 / 2)

写真番号 1	部材名 主 桁	主 桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号 2	部材名 鋼床版	鋼床版 (S-Bs-S-Ds)
					
備考 ① 垂直補剛材上端の溶接接合部 ② 垂直補剛材上端の溶接接合部に亀裂がみられる。 ③ 輪荷直下では特に疲労による亀裂の発生例が多い箇所である。	備考 ① 鋼床版の垂直補剛材止端部のデッキプレート ② 鋼床版に亀裂がみられる。 ③ 垂直補剛材近傍を輪荷重が通過する場合には、垂直補剛材がデッキプレートのたわみ変形を拘束し、その先端に応力集中が発生し亀裂が発生する場合がある。				
写真番号 3	部材名 横 桁	横 桁 (S-Gs-S-Cr)			
備考 ① 端横行接合部 ② 横行のフランジ切欠き部からウェブに進展した亀裂がみられる。 ③ 構造によつては、設計上考慮されていない局部応力が生じる場合がある。特に二次部材として扱われるものは注意が必要である。					
写真番号 4	部材名 主 桁	主 桁 (S-Gs-S-Mg)			
備考 ① 主 桁 下 フランジ の ソールプレート 前面 ② 下 フランジ か ら ウエブ に 進展 し た 亀裂 が み られる。 ③ ソールプレート 前面 は 支 承 機 能 の 不 全 に よる 疲 労 亀 裂 の 発 生 例 が 多い 部 位 で ある。					

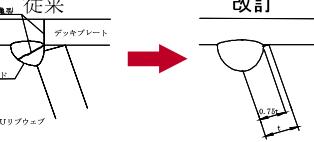
事例 (2 / 3)

鋼床版の事例

鋼床版の閉断面縦リブの構造詳細の変更例
(注: H14道路橋示方書改訂による構造規定の変更内容)

(閉断面縦リブとデッキプレートの溶接)

- ・デッキプレートと縦リブの溶接では、必要など厚を確保するとともに、ルート部の応力集中を緩和するために、リブ板厚の75%以上の溶込み量を確保する。



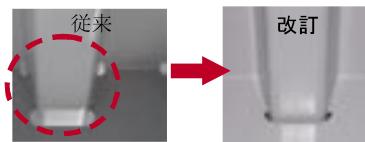
(縦リブの継手)

- ・縦リブの継手は、疲労耐久性を確保するために、曲げモーメントがなるべく小さくなる位置で設ける必要があり、縦リブ支間中央部の縦リブ支間長の1/2の範囲に設けない。
- ・縦リブの継手は、高力ボルト摩擦接合継手を原則。



(縦リブと中間横リブまたは横リブとの交差部)

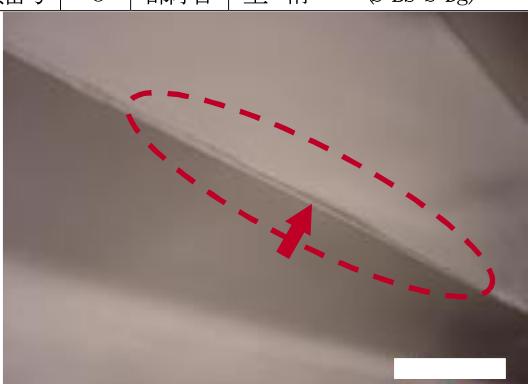
- ・縦リブは横リブの腹板にスリットを設け、貫通する。
- ・縦リブの横リブとの交差部 縦ビート貫通部の皮肉を考慮してスカラップを設けない。



写真番号 5 部材名 床版 (S-Bs-S-Ds)



写真番号 6 部材名 主桁 (S-Bs-S-Dg)



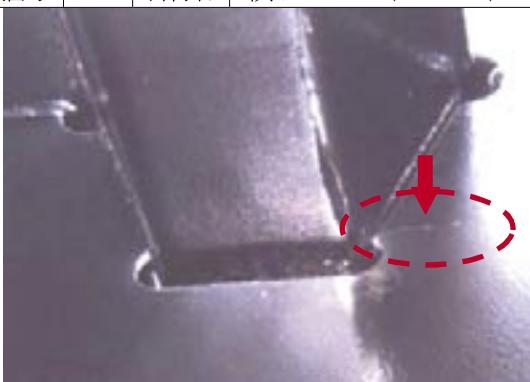
備考

- ① 鋼床版の縦リブ突合せ溶接部
- ② 縦リブ突合せ溶接部に亀裂がみられる。
- ③ 裏当て金付き片面溶接は、疲労強度の著しく低い継手である。

備考

- ① 鋼床版の縦リブとデッキプレートのすみ肉溶接部
- ② 縦リブのすみ肉溶接部に亀裂がみられる。
- ③ 輪荷重が直上を走行する付近では、疲労亀裂が発生しやすい。

写真番号 7 部材名 横リブ (S-Bs-S-Ds)



写真番号 8 部材名 横リブ (S-Bs-S-Ds)



備考

- ① 鋼床版の縦リブと横リブのすみ肉溶接部
- ② 横リブのすみ肉溶接部に亀裂がみられる。
- ③ 鋼床版の縦リブと横リブのすみ肉溶接部は、スカラップの形状によって亀裂が生じやすい。

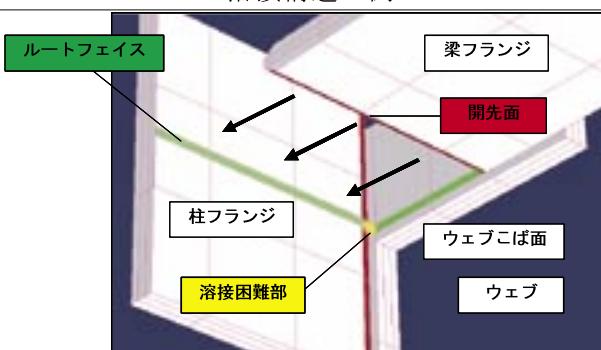
備考

- ① 鋼床版の縦リブと横リブのすみ肉溶接部
- ② 縦リブのすみ肉溶接部に亀裂がみられる。
- ③ 鋼床版の縦リブと横リブのすみ肉溶接部は、亀裂を生じやすい箇所である。

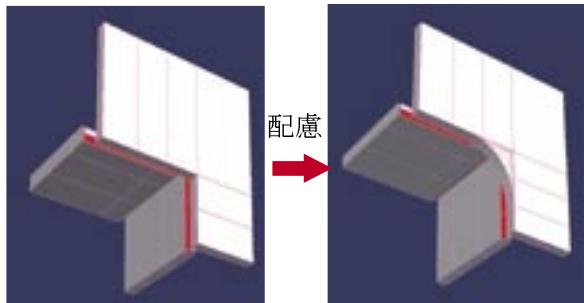
事例 (3 / 3)

鋼製橋脚の隅角部・接合部の事例

溶接構造の例



溶接困難部に対する配慮の例



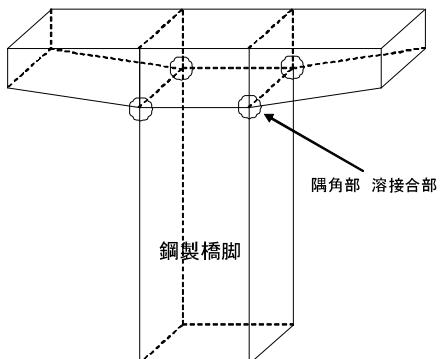
3方向からの溶接線が集中する鋼製橋脚隅角部では、せん断遅れによる応力集中部近傍に、溶接困難部が生じることがある。

柱と梁の角部の腹板にフィレットを設け、隅角部の柱と梁のフランジの交線となる溶接部でのせん断遅れによる応力集中を緩和させた構造例

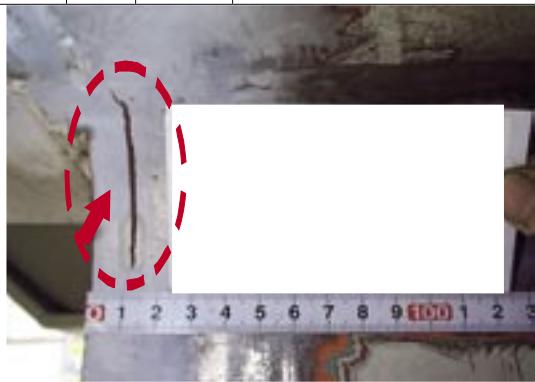
写真番号 9 部材名 隅角部・接合部 (P-Tp-S-Pc)



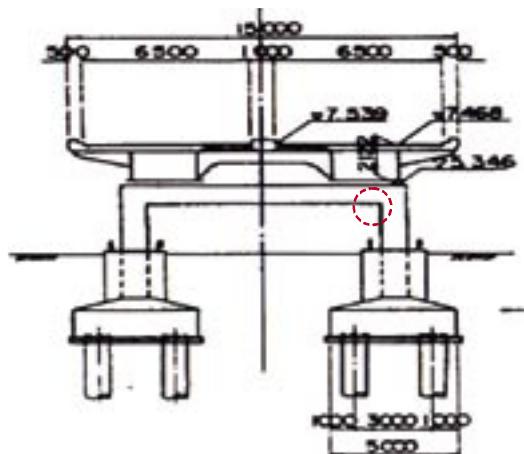
備考 ① 鋼製橋脚の隅角部の溶接部
② 隅角部の溶接部に沿った亀裂がみられる。
③ 隅角部は、溶接施工の難しい部位であり、内部欠陥(未溶着部)が生じやすい。



写真番号 10 部材名 隅角部・接合部 (P-Rp-S-Pc)



備考 ① 鋼製橋脚の隅角部の溶接部
② 隅角部の溶接部に沿った亀裂がみられる。
③ 隅角部は、溶接施工の難しい部位であり、内部欠陥(未溶着部)が生じやすい。



A 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。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-3.1 ボルトが脱落した例



写真-3.2 ボルトが脱落した例



写真-3.3 ボルトが折損した例



写真-3.4 ボルトが脱落した例



写真-3.5 ボルトにゆるみが生じた例



写真-3.6 ナットにゆるみが生じた例

B 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」として評価する。
- ◆支承アンカーボルトや伸縮装置の取付ボルトも対象とするが、これらの損傷を生じている場合には、支承、伸縮装置それぞれの機能障害としても当該箇所で評価する。



写真-3.7 支承ローラーが脱落した例



写真-3.8 支承アンカーボルトのゆるみが生じた例



1) セットボルトの破断



2) 破断したボルト

写真-3.9 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)



写真-3.10 支承のロッカーローラーに傾斜が生じた例
(注：地震後に発見された損傷)



D 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)

(2) 評価例

評価 c

写真番号	1	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	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。				備考	脱落しているボルトの数が少ない。	

評価 e

写真番号	3	部材名	主 桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	4	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。				備考	脱落しているボルトの本数が多い。	
写真番号	5	部材名	上・下弦材 (S-Ts-S-Bt)	写真番号	6	部材名	下横構 (S-Gs-S-L1)
							
備考	脱落しているボルトの本数が多い。				備考	脱落しているボルトの本数が多い。	

E 対策区分の判定

(1) 一般

対策区分判定は、部材の重要性や損傷の進行状況、環境の条件など様々な要因を総合的に評価し、原則として構造上の部材区分あるいは部位ごとに、損傷状況に対する判断を行う。

(2) ゆるみ・脱落の判定の参考

判定区分	判定の内容	備 考
E 1	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定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。
E 2	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ド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	F 11 T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恐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

「ゆるみ・脱落」に関するする事例写真を示す。また、備考欄には、①部位・部材に関する補足説明、②状況に関する補足説明、③その他の事項を示す。

事例

写真番号 1	部材名 横 桁	(S-Bs-S-Cr)	写真番号 2	部材名 主 桁	(S-Gs-S-Mg)
					
備考 ① 横行 ② ボルトの脱落がみられる。 ③ F11Tボルトは、遅れ破壊現象による折損を生じる恐れがある。遅れ破壊が発生した場合、同条件下のものは同様に折損する可能性が高く、対策の必要がある。	備考 ① 主桁の添接部 ② ボルトの落下防止対策の例 ③ ボルトの落下により第三者被害が発生する恐れのある場合には、落下防止などの対策を実施する必要がある。				
写真番号 3	部材名 下横構	(S-Gs-S-L1)	写真番号 4	部材名 対傾構	(S-Gs-S-Cf)
					
備考 ① 下横構 ② ボルトの脱落がみられる。	備考 ① 対傾構と垂直補助材の取付部 ② ボルトの脱落がみられる。				
写真番号 5	部材名 主 桁	(S-Gs-S-Mg)	写真番号 6	部材名 支承本体	(B-Bs-S-Bh)
					
備考 ① 桁端連結 ② ボルトの脱落がみられる。 ③ 防震連結装置などの可動部のボルトでは、可動状態の異常により想定外の負荷が掛り折損する場合がある。	備考 ① 支承のアンカーボルト ② アンカーボルトにゆるみがみられる。 ③ 過大な上揚力が生じた場合、ピンチプレートが押し上げられ、アンカーボルトが引き抜かれる場合がある。				

A 一般的性状・損傷の特徴

- ◆鋼部材が完全に破断しているか、破断しているとみなせる程度に断裂している状態である。
- ◆床組部材や対傾構・横構などの2次部材、あるいは高欄、ガードレール、添架物やその取り付け部材などに多くみられる。



写真-4.1 横構ご生じた例



写真-4.2 端横行で破断しているとみなせる程度に断裂した例
(注:亀裂ご沿つて赤くマーキングしている)



写真-4.3 伸縮装置に生じた例



写真-4.4 防護柵に生じた例

B 他の損傷との関係

- ◆腐食や亀裂が進展して部材の断裂が生じており、断裂部以外に亀裂や腐食がない場合には「破断」としてのみ評価するが、断裂部以外にも「亀裂」や「腐食」が生じている場合にはそれぞれの損傷についても評価する。
- ◆ボルトやリベットの破断、折損は「ゆるみ・脱落」として評価する。



写真-4.5 腐食が進展して高欄で破断が生じた例



写真-4.6 吊り材に破断しているとみなせる程度の断裂と変形が生じた例



写真-4.7 斜材に破断と変形が生じた例



写真-4.8 ボルトが折損した例

D 損傷程度の評価

損傷程度の評価は、「破断」の損傷評価基準に基づいて行う。

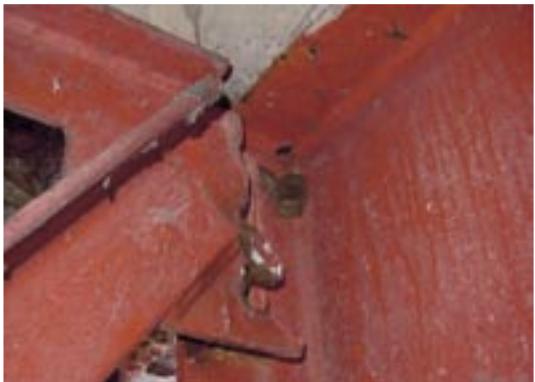
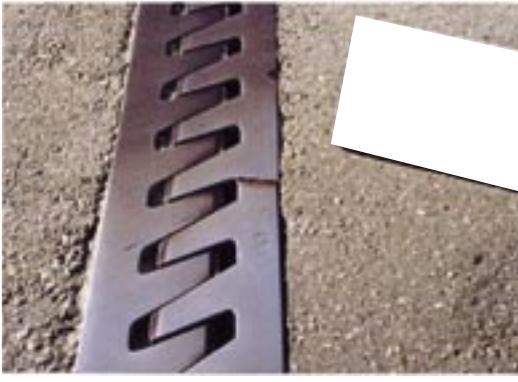
(1) 損傷評価基準

1) 損傷程度の評価区分

区分	一 般 的 状 況
a	損傷なし。
b	—
c	—
d	—
e	破断している。

(2) 評価例

評価 e

写真番号	1	部材名	対傾構	(S-Gs-S-Cf)	写真番号	2	部材名	下横構	(S-As-S-L1)		
											
備考	対傾構が、破断している。					備考	吊り材が、破断している。				
写真番号	3	部材名	支承本体	(B-Be-S-Bh)	写真番号	4	部材名	伸縮装置	(R-E-S-Ej)		
											
備考	支承のサイドブロックが、破断している。					備考	フェースプレートが、破断している。				
写真番号	5	部材名	防護柵	(R-G-X-Gf)	写真番号	6	部材名	支承本体	(B-Be-S-Bh)		
											
備考	継手部が、破断している。					備考	支承のサイドブロックが、破断している。				

E 対策区分の判定

(1) 一般

対策区分判定は、部材の重要性や損傷の進行状況、環境の条件など様々な要因を総合的に評価し、原則として構造上の部材区分あるいは部位ごとに、損傷状況に対する判断を行う。

(2) 破断の判定の参考

判定区分	判定の内容	備考
E 1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応が必要な損傷	アーチ橋の支柱や吊り材、トラス橋の斜材、ペンデル支承のアンカーボルトなどが破断し、構造安全性を著しく損なう状況などにおいては、緊急対応が妥当と判断できる場合がある。
E 2	その他、緊急対応が必要な損傷	高欄が破断しており、歩行者あるいは通行車両等が橋から落下するなど、第三者等への被害の恐れがある状況などにおいては、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	アーチ橋の支柱や吊り材、トラス橋の斜材や鉛直材、対傾構、横構、支承ボルトなどで破断が生じており、風や交通振動と通常の交通荷重による疲労、腐食など原因が明確に特定できない状況においては、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	添架物の支持金具が局部的に破断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。
B, C	補修等が必要な損傷	一般には、破断が生じている場合には補修等の必要があると判断することが妥当であることが多い。

(3) 事例

「破断」に関する事例写真を示す。また、備考欄には、①部位・部材に関する補足説明、②状況に関する補足説明、③その他の事項を示す。

事例

写真番号	1	部材名	対傾構 (S-Gs-S-Cf)	写真番号	2	部材名	防護柵 (R-G-S-Gf)
							
備考	① 対傾構 ② 対傾構に破断がみられる。 ③ 二次部材の主桁との取付け部などは疲労亀裂の発生事例が多く、亀裂は急激に進展し破断する場合がある。				備考	① 車両用防護柵の支柱 ② 支柱に破断がみられる。 ③ 車両の衝突等により、大きな損傷が生じた防護柵では、所要の機能が果されない危険性がある。	
写真番号	3	部材名	伸縮装置 (R-E-S-Ej)	写真番号	4	部材名	防護柵 (R-G-X-Gf)
							
備考	① 伸縮装置のフィンガ一部 ② フィンガ一部の破断がみられる。 ③ 路面部の損傷は、車両の通過時の騒音や走行安全性に問題となる危険性があり、また、衝撃の影響が増大すると他の構造部位にも悪影響が生じる場合がある。				備考	① 歩行者自転車用柵のパイプ端部 ② パイプ端部に著しい腐食と断裂がみられる。 ③ 防護柵や高欄の横桟の継手部や交差部は、同じ箇所からの雨水の滴下や滯水によって、局部的に腐食が進行する場合がある。	

A 一般的性状・損傷の特徴

- ◆鋼部材を対象として、塗装（分類1）やメッキ、金属溶射（分類2）においては、防食皮膜の劣化により変色、ひびわれ、ふくれ、はがれ等が生じている状態。
- ◆耐候性鋼材（分類3）においては安定錆が形成されていない状態。



写真-5.1 塗装こがれが生じた例



写真-5.2 塗装こがれが生じた例



写真-5.3 メッキに変色が生じた例



写真-5.4 メッキに錆が生じた例



写真-5.5 耐候性鋼材に安定錆が形成されていない状態の例



写真-5.6 耐候性鋼材に安定錆が形成されていない状態の例

B 他の損傷との関係

- ◆鋼材に錆が生じている場合には「腐食」としても評価する。
- ◆耐候性鋼材で安定錆を生じるまでの期間は、錆の状態が一様でなく異常腐食かどうかの判断が困難な場合があるが、著しい断面欠損を伴わうと見なせる場合には「腐食」としても評価する。
- ◆コンクリート部材の塗装は対象としない。



写真-5.7 鋼材の腐食の例



写真-5.8 鋼材の腐食の例



写真-5.9 耐候性鋼材に断面欠損が生じた例



写真-5.10 耐候性鋼材に断面欠損が生じた例



写真-5.11 コンクリート部材の塗装こみれが生じた例



写真-5.12 コンクリート部材の塗装変状が生じた例

D 損傷程度の評価

損傷程度の評価は、「防食機能の劣化」の損傷評価基準に基づいて行う。

なお、損傷程度の評価区分は、「塗装」、「メッキ・金属溶射」、「耐候性鋼材」の防食機能の分類によることを基本とする。

(1) 損傷評価基準

1) 損傷程度の評価区分

分類1：塗装

区分	一般的状況
a	損傷なし。
b	—
c	最外層の防食皮膜に変色を生じたり、局所的なうきが生じている。
d	部分的に防食皮膜が剥離し、下塗りが露出する。
e	防食皮膜の劣化範囲が広く、点錆が発生する。

分類2：メッキ、金属溶射

区分	一般的状況
a	損傷なし。
b	—
c	局所的に防食皮膜が劣化し、点錆が発生する。
d	—
e	防食皮膜の劣化範囲が広く、点錆が発生する。

注) “白錆”や“やけ”は、ただちに耐食性に影響を及ぼすものではないため損傷とはならないが、その状況は損傷図に記録する。

分類3：耐候性鋼材

区分	一般的状況
a	損傷なし。(安定錆は粒子が細かく、一様に分布、黒褐色を呈す) (安定錆の形成過程では黄色、赤色、褐色を呈す)
b	—
c	錆の大きさは1~5mm程度で粗い。
d	錆の大きさは5~25mm程度のうろこ状である。
e	錆は層状の剥離がある。

注) 一般に、錆の色は黄色・赤色から黒褐色へと変化して安定して行くが、錆色だけで安定錆かどうかを判断することはできない。

また、安定錆が形成される過程では、安定化処理を施した場合に、皮膜の残っている状態で錆むらが生じることもある。

(2) 評価例 (1 / 3)

【分類1：塗装】

評価c

写真番号	1	部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	2	部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)
							
備考	最外層の防食皮膜が変色を生じている。				備考	最外層の防食皮膜が変色を生じている。	

評価d

写真番号	3	部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	4	部材名	排水管 (D-D-S-Dp)
							
備考	部分的に防食皮膜が剥離し、下塗りが露出している。				備考	部分的に防食皮膜が剥離し、下塗りが露出している。	

評価e

写真番号	5	部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	6	部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)
							
備考	防食皮膜の劣化範囲が広く、点錆が発生している。				備考	防食皮膜の劣化範囲が広く、防食皮膜が剥離している。	

(2) 評価例 (2 / 3)

【 分類2 : メッキ・金属溶射 】

評価 c											
写真番号	7	部材名	落橋防止システム	(B-Bs-S-Sf)	写真番号	8	部材名	点検施設	(I-I-S-Ip)		
											
備考	局部的に防食皮膜が劣化し、錆が発生している。					備考	局部的に防食皮膜が劣化し、錆が発生している。				
写真番号	9	部材名	主 构	(S-Gs-S-Mg)	写真番号	10	部材名	支承本体	(B-Bs-S-Bh)		
											
備考	局部的に防食皮膜が劣化し、錆が発生している。					備考	局部的に防食皮膜が劣化し、錆が発生している。				
写真番号	11	部材名	落橋防止システム	(B-Bs-S-Sf)	写真番号	12	部材名	添架物	(U-U-S-Ut)		
											
備考	局部的に防食皮膜が劣化し、錆が発生している。					備考	局部的に防食皮膜が劣化し、錆が発生している。				

(2) 評価例 (3/3)

【分類3：耐候性鋼材】

評価c

写真番号	13	部材名	試験片 (表面拡大)	写真番号	14	部材名	下横構	(S-Gs-S-L1)
								
備考	備考	（注：さびの色は、環境条件によって様々である）	（注：さびの色は、環境条件によって様々である）					

評価d

写真番号	15	部材名	試験片 (表面拡大)	写真番号	16	部材名	横桁	(S-Gs-S-Mg)
								
備考	備考	（注：さびの色は、環境条件によって様々である）	（注：さびの色は、環境条件によって様々である）					

評価e

写真番号	17	部材名	試験片 (表面拡大)	写真番号	18	部材名	主桁	(S-Gs-S-Mg)
								
備考	備考	（注：さびの色は、環境条件によって様々である）	（注：さびの色は、環境条件によって様々である）					

E 対策区分の判定

(1) 一般

対策区分判定は、部材の重要性や損傷の進行状況、環境の条件など様々な要因を総合的に評価し、原則として構造上の部材区分あるいは部位ごとに、損傷状況に対する判断を行う。

(2) 防食機能の劣化の判定の参考

判定区分	判定の内容	備考
E 1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応が必要な損傷	
E 2	その他、緊急対応が必要な損傷	
S	詳細調査が必要な損傷	大規模なうきや剥離が生じており、施工不良や塗装系の不適合などによって急激にはがれ落ちることが懸念される状況や、異常な変色があり、環境に対する塗装系の不適合、材料の不良、火災などによる影響などが懸念され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	全体的な損傷はないが、部分的に小さなあてきずによって生じた塗装のはがれ・発錆があり、損傷の規模が小さく措置のしやすい場所にある状況などは、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。
B, C	補修等が必要な損傷	

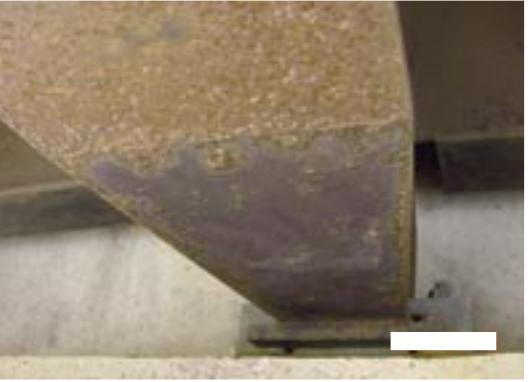
(3) 事例

「防食機能の劣化」に関する事例写真を示す。また、備考欄には、①部位・部材に関する補足説明、②状況に関する補足説明、③その他の事項を示す。

事例 (1 / 2)

写真番号 1	部材名 主 桁	主 构造材 (S-Gs-S-Mg)	写真番号 2	部材名 主 桁	主 构造材 (S-Gs-S-Mg)
備考 ① 主桁 ② 広範囲に塗装の変色と点錆がみられる。 ③ 鋼材は水と酸素が存在すると腐食するため、水ぬけが悪く長くぬれている部位で錆が生じやすい。	備考 ① 主桁ウエブ ② 広範囲に塗装の変色と点錆がみられる。 ③ 膜厚不足や施工品質に問題がある場合や塗装系の不適合では、全体的に劣化する場合がある。				
写真番号 3	部材名 主 桁	主 构造材 (S-Bs-S-Mg)	写真番号 4	部材名 横 桁	横 构造材 (S-Bs-S-Cr)
備考 ① 鋼箱桁下フランジ下面 ② 広範囲に部分的な塗装のふくれ、はがれがみられる。 ③ 塗装の補修では、既存の塗膜に対して不適切な性質の塗料が塗られた場合には、早期に変状が現れやすい。	備考 ① 横行 ② 塗膜が剥離し、下塗りが露出している。 ③ 塗料の不適合や施工不良により、塗料間での良好な付着が得られず、早期に剥離などを生じる場合がある。				
写真番号 5	部材名 主 桁	主 构造材 (S-Gs-S-Mg)	写真番号 6	部材名 主 桁	主 构造材 (S-Gs-S-Mg)
備考 ① 主桁ウエブ ② 塗装に著しい剥離がみられる。 ③ 環境に対する塗装系の不適合や施工条件が適切でなかった場合に、塗膜の劣化が激しく進行したり、剥離を生じる場合がある。	備考 ① 主桁のウエブと下フランジの交差部 ② 局部的に塗装が剥離し、下塗りが露出している。 ③ ウエブと下フランジの交差部は、水の滞留などにより塗膜の劣化が局部的に進行している場合がある。				

事例 (2 / 2)

写真番号	7	部材名	落橋防止システム (B-Bs-S-Sf)	写真番号	8	部材名	支承本体 (B-Bs-S-Bh)
							
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 鋼製ブレケット ② 鋼製ブレケットに路面上の雨水等が排水されており、部分的なメッキの劣化と錆の発生がみられる。 ③ 亜鉛メッキが塩分の影響を受ける場合に保護被膜が形成されにくく、腐食により亜鉛層が消耗する。 	備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 支承のサイドブロック ② 局所的にメッキが劣化し、錆の発生がみられる。 ③ 支承や耐震連結装置などの可動部分では、鋼材同士の接触の繰返しによる防食機能の劣化が生じやすい。 				
写真番号	9	部材名	対傾構 (S-Gs-S-Cf)	写真番号	10	部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)
							
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 端対傾構 ② 耐候性鋼材に漏水痕があり、粗い錆がみられる。 ③ 耐候性鋼材は、雨水や結露水により頻繁な湿潤状態となる箇所では、安定錆が生成されにくい。 	備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 主桁端部 ② 耐候性鋼材に粗い錆がみられる。 ③ 耐候性鋼材は、支承部周辺や水平部材の上面などの滲水しやすく、適度な乾湿の繰返し環境となりやすい箇所では、安定錆が生成されず異常な錆を生じやすい。 				
写真番号	11	部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)	写真番号	12	部材名	主桁 (S-Gs-S-Mg)
							
備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 主桁 ② 耐候性鋼材に粗い錆が広範囲に点在している。 ③ 耐候性鋼材は、適用範囲を超える塩分環境下では、安定錆が生成されず異常な錆を生じやすい。 	備考	<ul style="list-style-type: none"> ① 主桁の下フランジ下面 ② 耐候性鋼材に橋面を境に粗い錆がみられる。 ③ 架橋条件によっては、橋下の河川からの飛沫の影響を受け、防食機能の劣化が著しく進行する場合がある。 				