

付録 3

損傷概要及び損傷事例写真集

本資料は、措置の対象部位におけるうき・剥離の発生に結びつく、特徴的な損傷事例を紹介するもので、措置の際のポイントを提示するものである。

実際の措置にあたっては、本資料の事例を十分参考にし、同様の損傷が見られる場合には、入念な打音検査を実施するものとする。

ただし、一見したところ健全と思える箇所についても、うき・はく離の可能性は否定できない（本要領では、むしろこのような箇所を主な対象と想定している。）ので、目視により確認できる損傷箇所以外についても、確実な打音検査等を実施するものとする。

1. 損傷の概要

コンクリート部材からコンクリート片が落下するのは、塩化物イオンの浸透や中性化の進行などにより鋼材を保護するコンクリートの性能が低下し、鉄筋の腐食膨張によりコンクリートにうき・剥離が生じ、ひびわれに進展し、ひびわれがさらに進展することにより剥落する過程を経ることによるものが多い。**図3. 5**に損傷発生メカニズムを示す。

本要領の対象部位における主な損傷の事例と点検時の注意事項を、以下に示す。

いずれの損傷、部位においても、錆汁を伴うひびわれ、剥離・鉄筋露出、遊離石灰等が見られる場合はうき・剥離が生じている可能性が高いので、入念な点検が必要である。

① 高欄

この部位では、適切なかぶりが確保できていない場合には中性化による鉄筋の発錆が生じやすく、うき・剥離が生じている事例がある（**図3. 6**参照）。

橋軸方向に延長の長い壁高欄は、乾燥収縮及び温度収縮による橋軸直角方向のひびわれが発生しやすい。これを防止するために設置する高欄目地部の目地材・緩衝材が劣化して落下しかかっている事例もある。

なお、壁高欄の車道側（内側）に車両の衝突した跡がある場合には、裏側（外側）のコンクリートが剥落している可能性があるので入念な点検が必要である。

② 地覆

この部位には、床版と一体でコンクリートを打設するものと、床版完成後時間をおいてコンクリートを打設するものがある。後者の場合、打継目から橋面の雨水が浸透することにより鉄筋が腐食膨張し、うき・剥離が生じている事例がある（**図3. 7**参照）。

また、乾燥収縮によって生じる橋軸直角方向のひびわれや、鋼製高欄の支柱の伸縮、膨張を拘束することによるひびわれが生じている事例がある。

このほか、道路標識や道路照明の台座コンクリートは床版完成後にコンクリートを打設するものが多い。そのため新旧コンクリートの接合面の処理が不完全な場合には落下する可能性があるため、入念な点検が必要である。

③床版

ア)張出し部

この部位では、地覆や高欄の表面を伝わった雨水が集まりやすく、特にかぶりが小さい水切り部は、その先端から炭酸ガスや雨水が浸透し、鉄筋が腐食膨張し、うき・剥離が生じている事例がある（図3. 8参照）。

また、排水管付近のコンクリートは周辺からの漏水や管の破損による漏水によって劣化しやすく、うき・剥離が生じている事例がある。

イ)中間床版部

床版は、車両通行の繰り返しによる疲労が原因で抜け落ちる場合がある。また、かぶり不足に起因する中性化によって鉄筋が発錆し、ひびわれが生じている事例がある。

ウ)間詰め部

PCT桁橋間詰めコンクリートは抜け落ちた事例があることから、「PCT桁橋の間詰めコンクリート点検要領（案）」（平成15年1月）を策定して一斉点検が行われ、間詰めコンクリート一体としての落下に対する安全性は確保されているものの、コンクリートのうき・剥離に対する点検は必要である。特に、桁端部や横締めPC鋼材付近、主桁と間詰めコンクリートとの接合部でひびわれ、遊離石灰、漏水が見られる場合は入念な点検が必要である。

漏水防止、緩衝などの目的で、拡幅部と旧橋との縦目地部や中央分離帯部に設置した間詰め材（発泡材、モルタル、コンクリートなど）が劣化し落下した事例がある。

④桁・梁

桁端部に伸縮装置から雨水が浸透し、鉄筋が腐食膨張する可能性がある。特に寒冷地では凍害によるコンクリートの劣化の事例が多い。

また、PCケーブルの定着部、PC桁（床版を含む）のPC鋼棒横締め定着部、外ケーブル工法などにより補強した場合のデビエーター設置部（ケーブルの偏向部）のコンクリートは後埋めされたものが多い。この後埋めコンクリートには乾燥収縮によるひびわれが生じやすく、雨水が浸透すると定着金具等が錆び、内部のPC鋼材の破断や後埋めコンクリートが落下する可能性がある。

⑤橋脚・橋台

ア)橋脚（横梁）

この部位は、桁端部の伸縮装置からの漏水により、橋脚天端や横梁端部に滞水している事例もあり、特に寒冷地では凍害によるコンクリートの劣化が生じている事例がある（図3. 9参照）。

横梁の面取り部にひびわれがある場合には、うき・剥離が生じている可能性があるので入念な点検が必要である。

また、横梁がPC構造の場合、PC鋼棒定着部のコンクリートは後埋めされたものが多く、この後埋めコンクリートには乾燥収縮によるひびわれが生じやすく、雨水が浸透すると定着金具等が錆び、内部のPC鋼材の破断や後埋めコンクリートが落下する可能性がある。

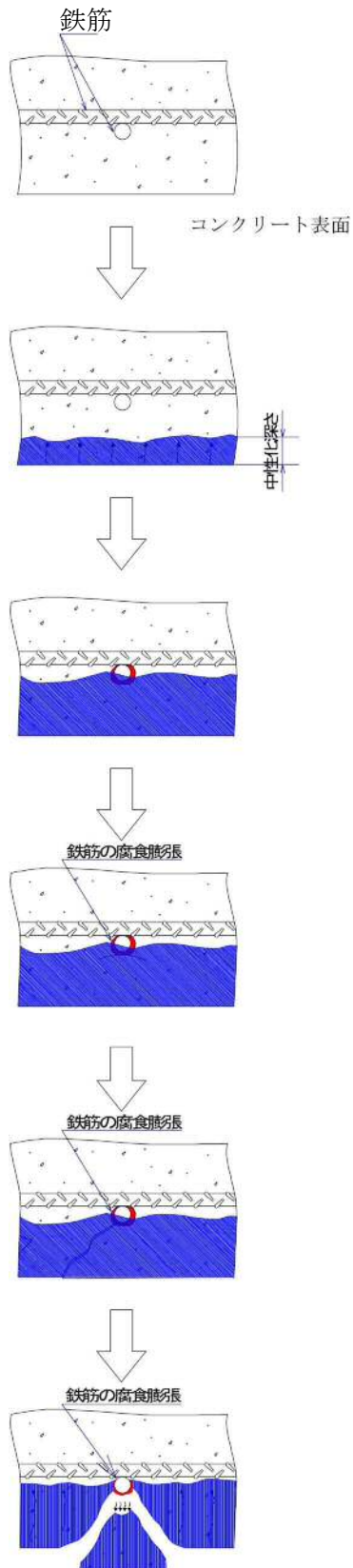
イ)橋脚・橋台（側面）

かぶり不足、コールドジョイント、打継目の開口によって鉄筋が発錆し、錆汁を伴うひびわ

れが生じている事例がある。

上記部位に共通して留意すべき箇所を以下に示す。

- ① 断面修復による補修が行われているコンクリート製高欄やコンクリート桁では、既設コンクリートと補修材との付着力が低下すると、コンクリート片や補修材が落下する可能性がある。
- ② 豆板・空洞部はモルタルで補修していることが多く、この補修モルタルにうき・剥離が生じ、落下する可能性がある。
補修部は既設コンクリート部と色が異なっていることが多いので、比較的確認しやすい。
- ③ セパレータ頭部の後埋め部は、セパレータの腐食あるいは処理不良により浮いて落下する可能性がある。



①完成時

②コンクリートの中酸化

コンクリートに炭酸ガス等が浸透し、中性化が進行する。

③鉄筋の腐食

コンクリートの中酸化が進み、鉄筋まで到達する。

鉄筋の一部が発錆する。

④コンクリートのうき・剥離

鉄筋の腐食膨張により、コンクリートにうき・剥離が発生する。

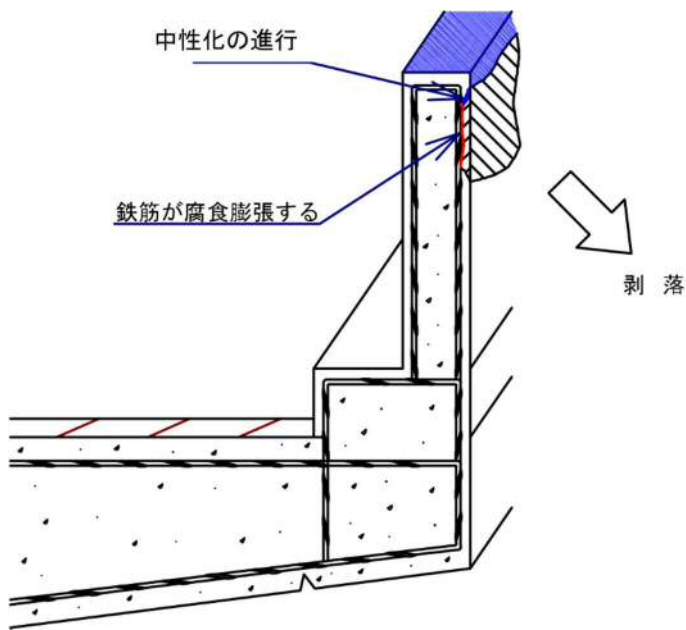
⑤コンクリートのひびわれ

鉄筋の腐食が進行し、その膨張圧により剥離箇所からひびわれが進展する。一部はコンクリート表面にまで達し、表面から目視できる。

⑥コンクリートの剥落

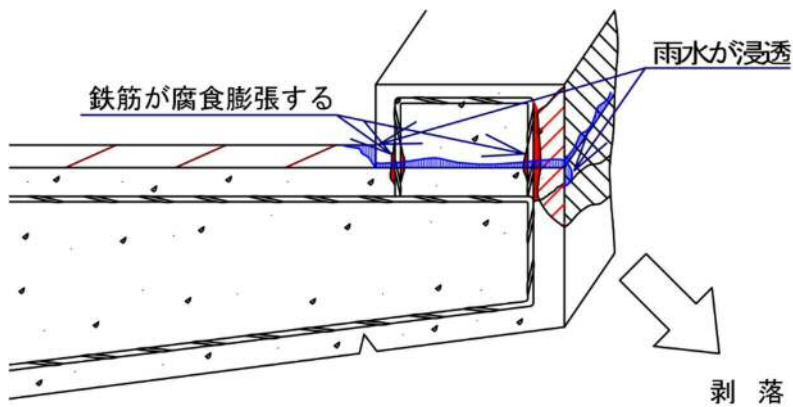
ひびわれがさらに進展し、剥落する。

図3.5 損傷発生メカニズム



コンクリートの中酸化により鉄筋が腐食膨張し、かぶりコンクリートにうき・剥離が発生する。

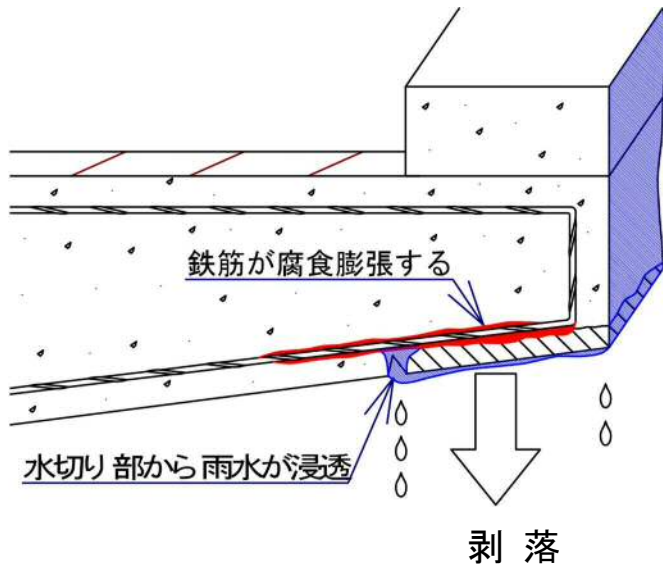
図3.6 高欄損傷状況



地覆と床版との打継目が水みちとなり、打継目付近の鉄筋が腐食膨張し、コンクリートにうき・剥離が発生する。

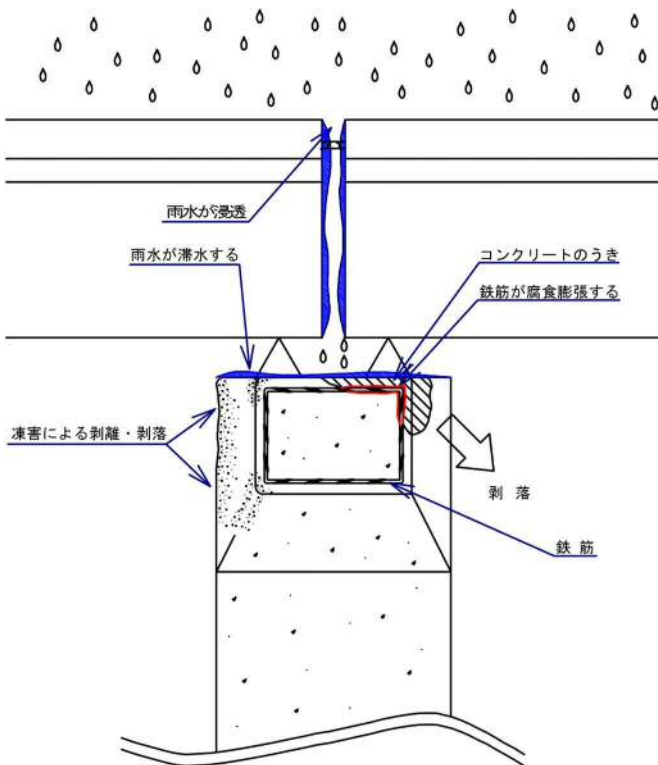
特に、防水シートの端部の処置が十分でない場合には、その箇所から雨水が、打継目あるいはドレーン部の周囲から浸透してくる。

図3.7 地覆損傷状況



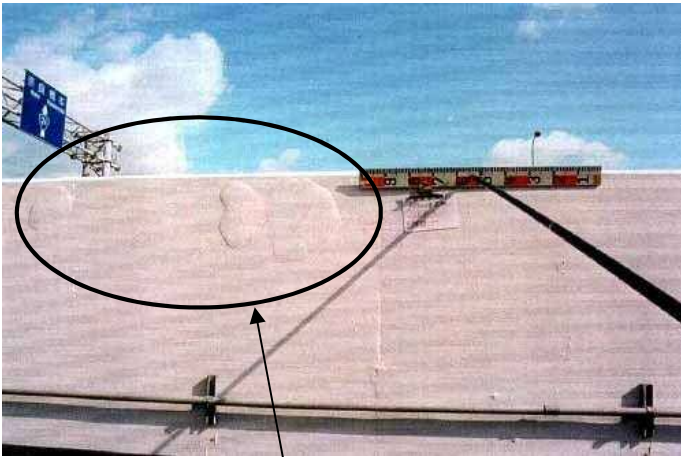
水切り部はかぶりが薄く中性化しやすいとともに浸透した雨水により鉄筋が腐食膨張し、水切り部付近のコンクリートにうき・剥離が発生する。


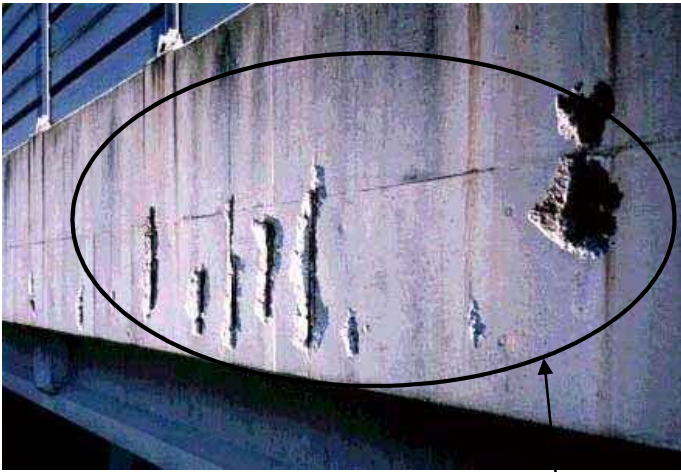

図3. 8 床版（張出し部）損傷状況



伸縮装置部からの漏水により、アルカリ骨材反応や塩害、寒冷地では凍害が促進され、コンクリートにうき・剥離が発生する。

図3. 9 橋脚（横梁）損傷状況

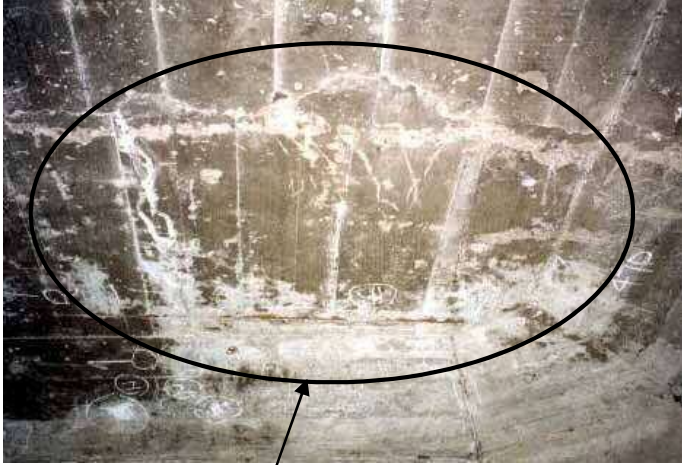

損傷部位	高欄	
 <p data-bbox="347 757 751 824">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 264 1283 297">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 309 1401 685">路面側の表面に剥離・鉄筋露出が見られる。かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。かぶりの小さいこの部位は、排気ガスにより中性化が進行しやすい環境にあるため、注意を要する。</p>	
 <p data-bbox="347 1346 751 1413">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 842 1283 875">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 887 1401 1263">路面側の表面に剥離・鉄筋露出が見られる。かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。かぶりの小さいこの部位は、排気ガスにより中性化が進行しやすい環境にあるため、注意を要する。</p>	
 <p data-bbox="427 2011 831 2078">塗膜のうきが目視できる</p>	<p data-bbox="1134 1447 1283 1480">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 1491 1401 1800">塗装された表面にうきが見られる。内部では塗装前に中性化、雨水の浸透が進んでおり、鉄筋が腐食膨張し、コンクリートにうき・剥離が発生している可能性が高い。そのため、入念な打音検査が必要である。</p>	

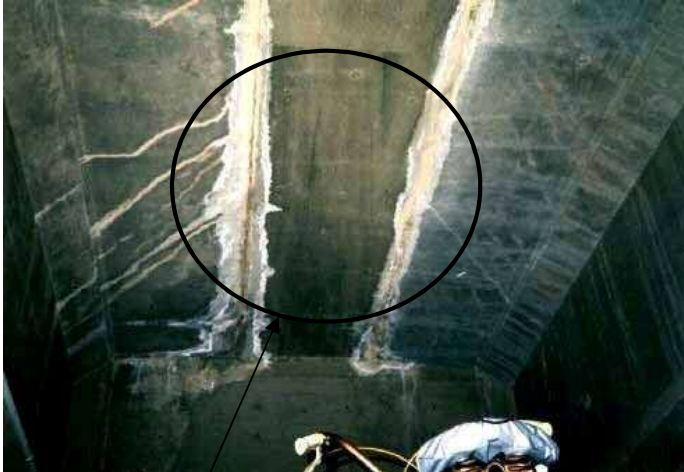
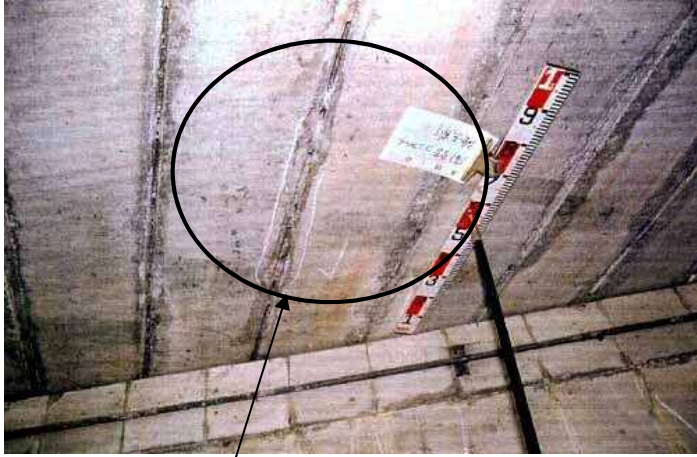
損傷部位	地覆
 <p data-bbox="335 763 810 837">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 264 1283 293">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 309 1399 546">地覆に剥離・鉄筋露出が見られる。 かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <p data-bbox="371 1352 847 1426">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 869 1283 898">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 913 1399 1151">地覆に剥離・鉄筋露出が見られる。 かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <p data-bbox="316 1966 892 2040">遊離石灰、剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 1467 1283 1496">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 1512 1399 1785">地覆に遊離石灰、剥離・鉄筋露出が見られる。 かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに雨水の浸透により腐食が進み、遊離石灰の吐出とコンクリートの剥落が生じたと考えられる。</p>

損傷部位	地覆
 <div data-bbox="338 772 746 846" style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> 剥離・鉄筋露出が目視できる </div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>地覆（RC 床版(張出し部)先端)に剥離・鉄筋露出が見られる。 後付けされた遮音壁ベースプレートのアンカー施工不良が原因と考えられる。</p>
 <div data-bbox="338 1384 746 1458" style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> 剥離・鉄筋露出が目視できる </div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>照明柱の台座コンクリートに剥離・鉄筋露出が見られる。 中性化、雨水の浸透が原因と考えられる。</p>

損傷部位	床版（張出し部）	
 <div data-bbox="400 790 847 864" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>剥離・鉄筋露出が目視できる</p> </div>		<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>床版下面の水切り部に、剥離・鉄筋露出が見られる。かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに高欄や地覆を伝った雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <div data-bbox="368 1395 890 1458" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>剥離・鉄筋露出が目視できる</p> </div>		<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>床版下面にひびわれ、遊離石灰が見られる。かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに高欄や地覆を伝った雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥離したと考えられる。</p>
 <div data-bbox="400 1966 908 2040" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>剥離・鉄筋露出が目視できる</p> </div>		<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>床版下面の水切り部に、剥離・鉄筋露出が見られる。かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに高欄や地覆を伝った雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>

損傷部位	床版（中間床版部）	
 <p data-bbox="300 768 874 846">床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p>		<p data-bbox="1155 264 1299 293">損傷の概要</p> <p data-bbox="1050 309 1393 613">床版下面に亀甲状の床版ひびわれが見られる。交通荷重による床版の疲労が原因と考えられ、遊離石灰を伴うものは、路面からの雨水が浸透しており、近い将来鉄筋が腐食しコンクリートが剥落する可能性が高い。</p> <p data-bbox="1050 620 1393 786">このような状況は床版の耐荷力に重大な影響があると考えられるので、直ちに調査および対策を講じる必要がある。</p>
 <p data-bbox="316 1384 890 1462">床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p>		<p data-bbox="1155 871 1299 900">損傷の概要</p> <p data-bbox="1050 916 1393 1117">床版下面に遊離石灰を伴う床版ひびわれが見られる。ひびわれは床版を貫通しているため、路面から雨水が浸透し、遊離石灰が流出していると考えられる。</p>
 <p data-bbox="244 2000 946 2067">錆汁を伴う床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p>		<p data-bbox="1155 1491 1299 1520">損傷の概要</p> <p data-bbox="1050 1536 1393 1774">床版下面に錆汁を伴う床版ひびわれと遊離石灰が見られる。施工目地での付着が不完全で、路面からの雨水が浸透し、鉄筋が腐食している可能性が高い。</p>

損傷部位	床版（中間床版部）	
 <div data-bbox="312 748 916 808" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p> </div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>床版下面に遊離石灰を伴う床版ひびわれが見られる。ひびわれは床版を貫通しているため、路面から雨水が浸透し、遊離石灰が流出していると考えられる。</p>	
 <div data-bbox="312 1357 876 1426" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p> </div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>床版下面に遊離石灰を伴う床版ひびわれが見られる。ひびわれは床版を貫通しているため、路面から雨水が浸透し、遊離石灰が流出していると考えられる。</p>	
	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p>	

損傷部位	床版（間詰め部）	
 <div data-bbox="343 772 762 846" style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> 遊離石灰が目視できる </div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>PC 主桁の場所打ち目地部に遊離石灰が見られる。路面からの雨水の浸透が原因と考えられ、写真のように錆汁を伴うものは鉄筋および横締め PC 鋼材が腐食している可能性が高い。また、石灰分がつらら状に結晶している場合もあり、落下する前に叩き落とすことが必要である。</p>	
 <div data-bbox="434 1361 836 1435" style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> 遊離石灰が目視できる </div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>プレテンション桁の間詰め部に遊離石灰が見られる。路面からの雨水の浸透が原因と考えられる。</p>	
	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p>	