

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。

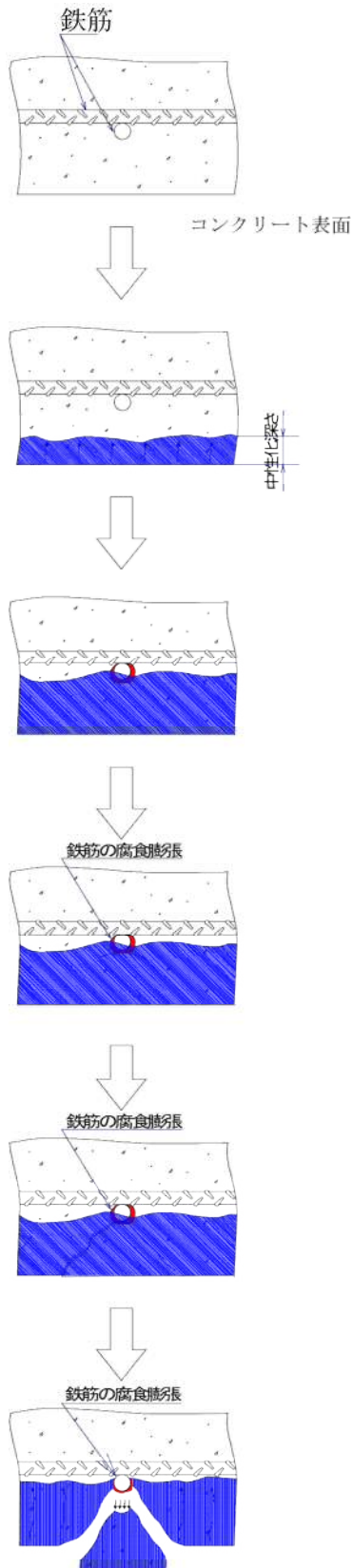
イ)橋脚・橋台（側面）

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コンクリートの中性化

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

コンクリートの中性化が進み、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。

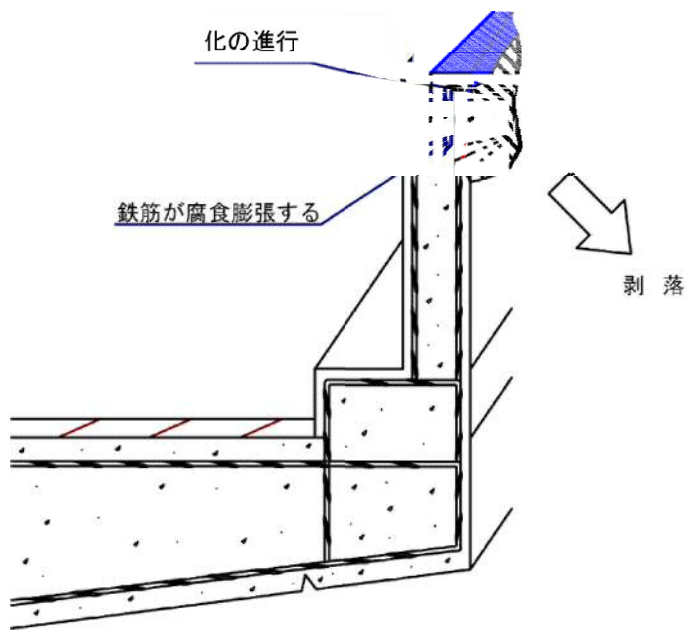
⑤コンクリートのひびわれ

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

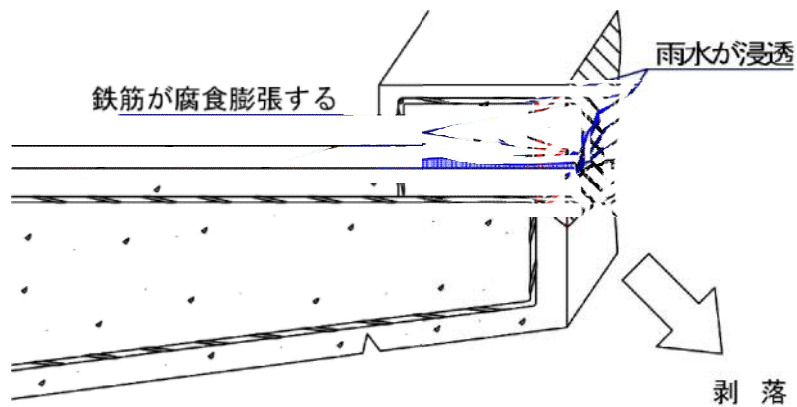
ひびわれがさらに進展し、剥落する。

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。

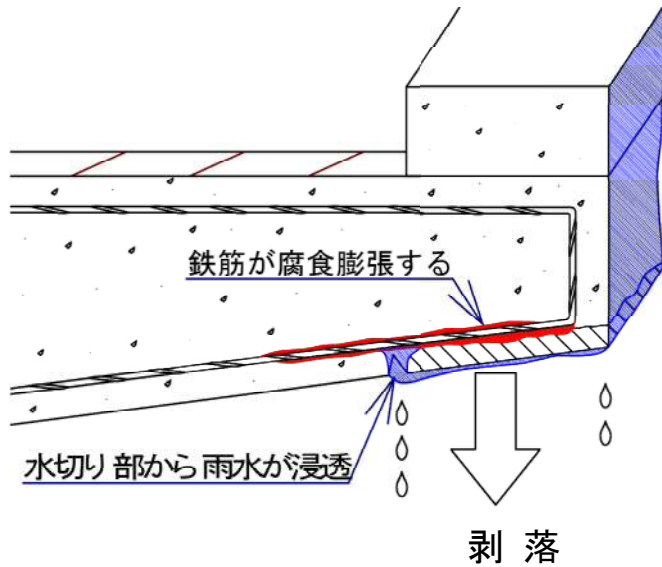
図3. 6 高欄損傷状況



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。

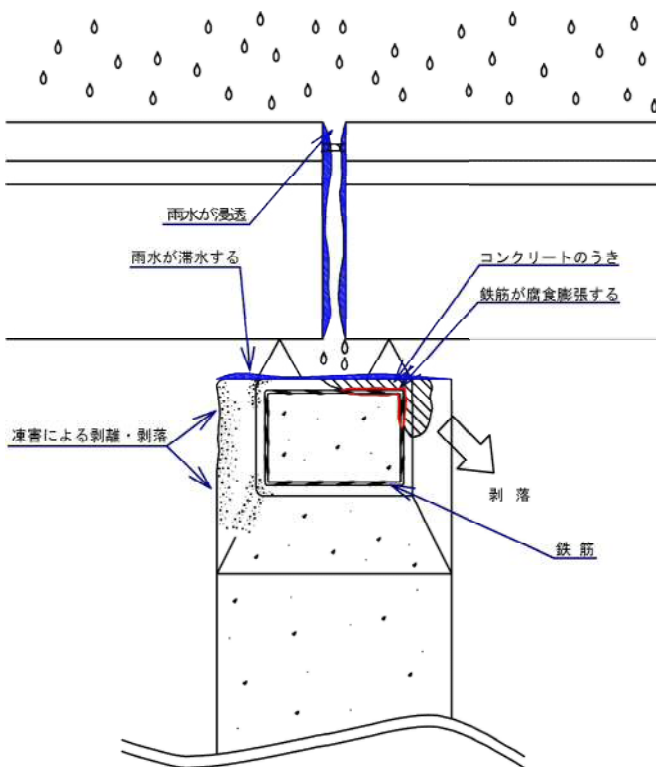
特に、防水シートの端部の処置が十分でない場合には、その箇所から雨水が、打継目あるいはドレーン部の周囲から浸透してくる。

図3. 7 地覆損傷状況



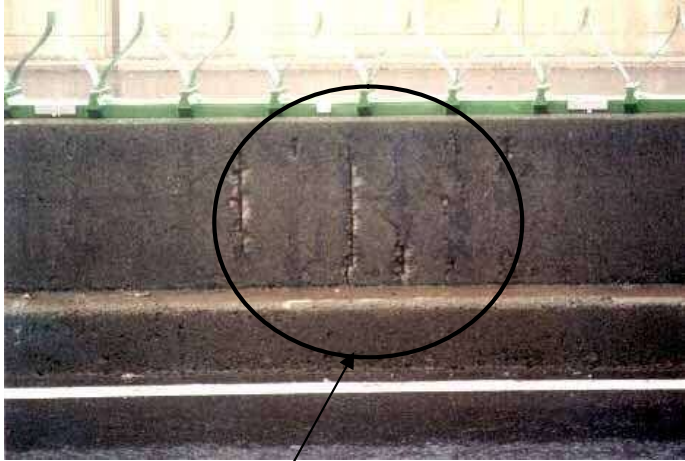
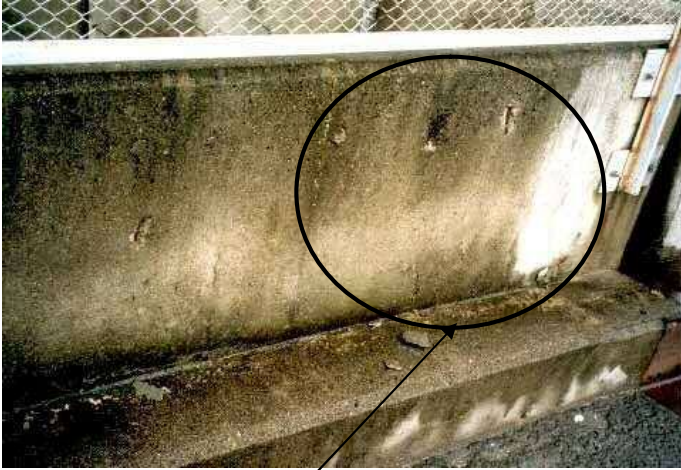
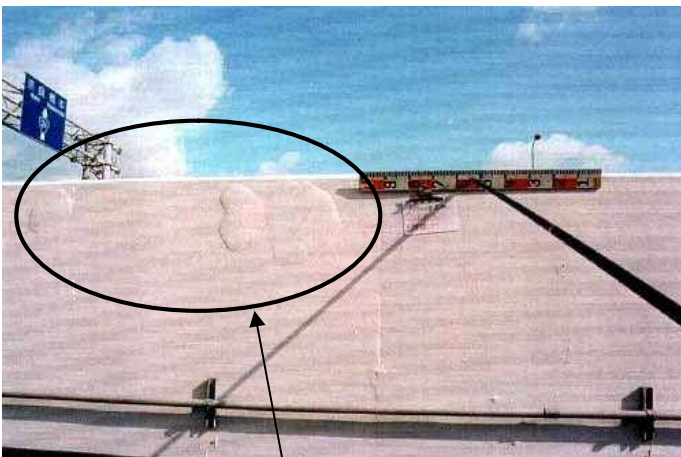
水切り部はかぶりが薄く中性化しやすいとともに浸透した雨水により鉄筋が腐食膨張し、水切り部付近のコンクリートにうき・剥離が発生する。


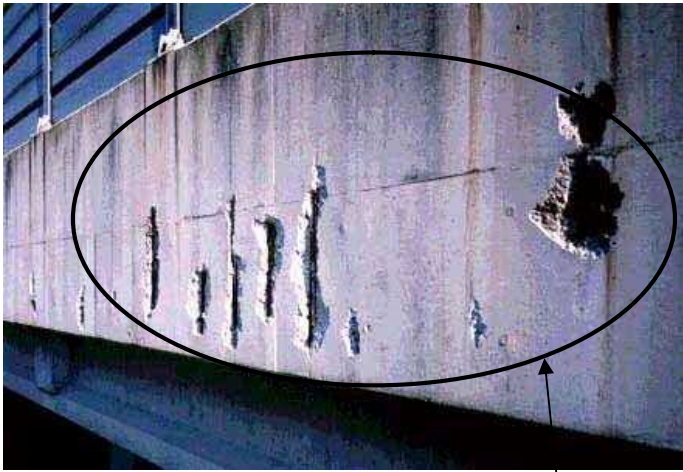

図3. 8 床版（張出し部）損傷状況



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="347 757 748 824">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 264 1283 295">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 309 1399 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 1344 748 1411">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 842 1283 873">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 887 1399 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 2002 831 2069">塗膜のうきが目視できる</p>	<p data-bbox="1134 1447 1283 1478">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 1491 1399 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>	

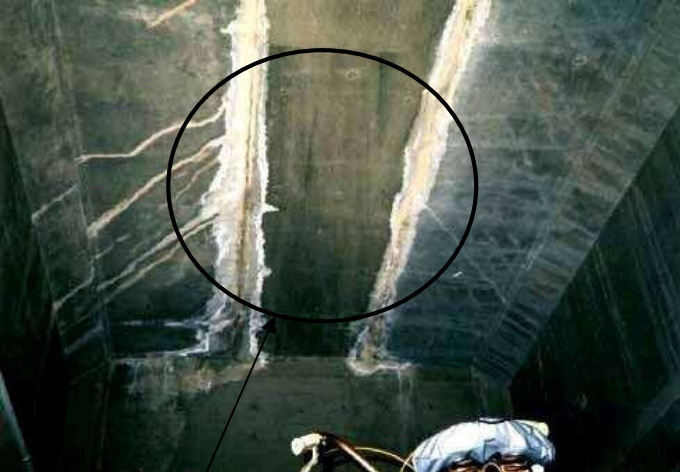
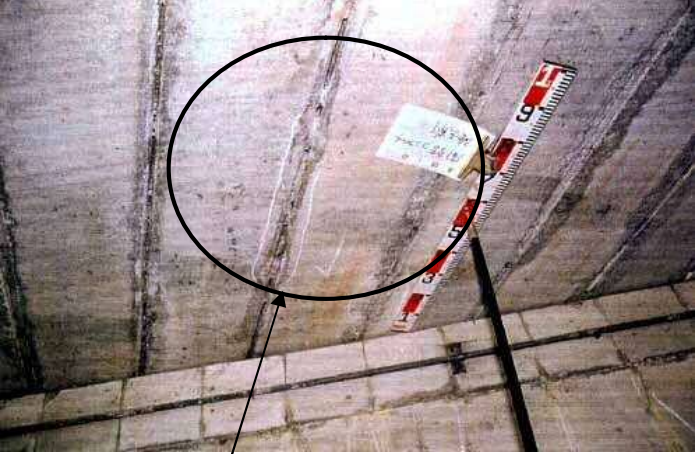
損傷部位	地覆
 <p data-bbox="331 763 810 837">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 264 1283 293">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 309 1398 546">地覆に剥離・鉄筋露出が見られる。 かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <p data-bbox="368 1352 847 1426">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 869 1283 898">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 913 1398 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 890 2040">遊離石灰、剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 1469 1283 1498">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 1514 1398 1783">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>

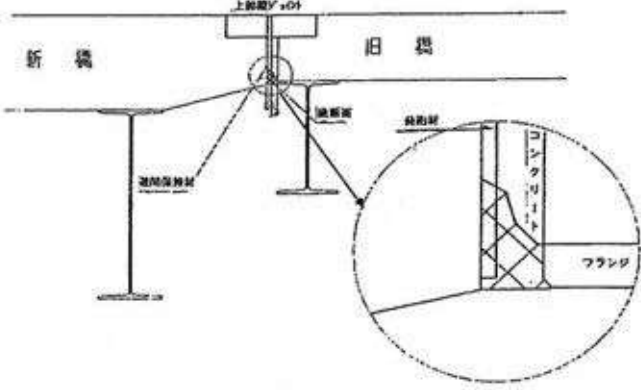
損傷部位	地覆
 <p data-bbox="336 775 743 846">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 264 1283 295">損傷の概要</p> <p data-bbox="1035 309 1398 512">地覆（RC 床版(張出し部)先端)に剥離・鉄筋露出が見られる。 後付けされた遮音壁ベースプレートのアンカー施工不良が原因と考えられる。</p>
 <p data-bbox="336 1386 743 1458">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1134 884 1283 916">損傷の概要</p> <p data-bbox="1035 929 1398 1099">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）	
 <p data-bbox="384 790 834 864">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>		<p data-bbox="1141 264 1286 293">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 309 1393 584">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>
 <p data-bbox="355 1395 874 1458">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>		<p data-bbox="1141 898 1286 927">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 943 1393 1218">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>
 <p data-bbox="387 1973 895 2040">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>		<p data-bbox="1141 1491 1286 1520">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 1536 1393 1812">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>

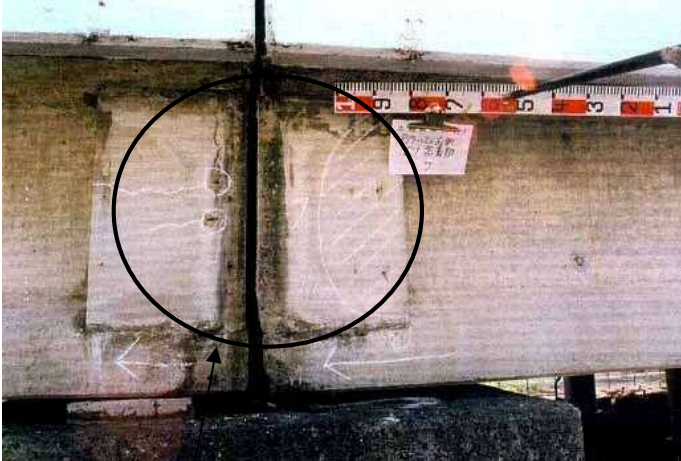


損傷部位	床版（中間床版部）	
 <p data-bbox="288 770 863 846">床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p>		<p data-bbox="1141 264 1286 293">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 309 1394 752">床版下面に亀甲状の床版ひびわれが見られる。交通荷重による床版の疲労が原因と考えられ、遊離石灰を伴うものは、路面からの雨水が浸透しており、近い将来鉄筋が腐食しコンクリートが剥落する可能性が高い。このような状況は床版の耐荷力に重大な影響があると考えられるので、直ちに調査および対策を講じる必要がある。</p>
 <p data-bbox="288 1370 863 1447">床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p>		<p data-bbox="1141 864 1286 893">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 909 1394 1106">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="233 1995 935 2056">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="1141 1487 1286 1516">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 1532 1394 1765">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>

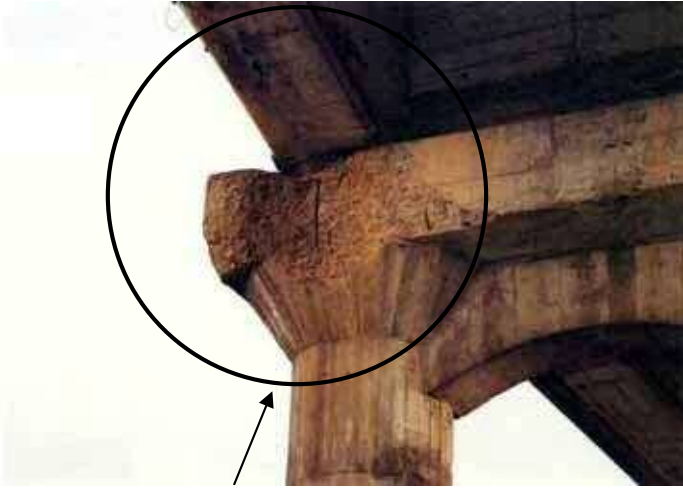

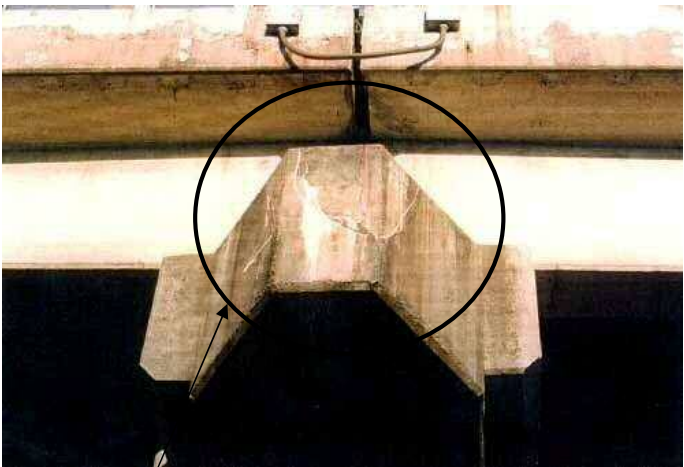
損傷部位	床版（中間床版部）	
 <div data-bbox="300 748 903 808" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p> </div>		<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>床版下面に遊離石灰を伴う床版ひびわれが見られる。ひびわれは床版を貫通しているため、路面から雨水が浸透し、遊離石灰が流出していると考えられる。</p>
 <div data-bbox="300 1357 863 1417" 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="328 775 751 848" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> 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必要がある。</p>
 <div data-bbox="421 1361 821 1435" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> 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>


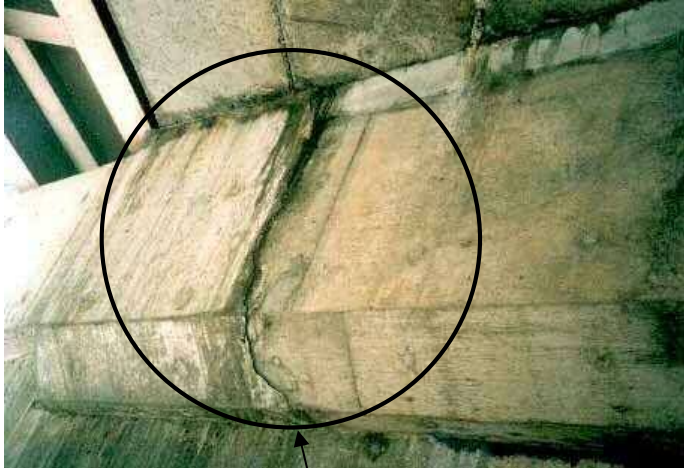
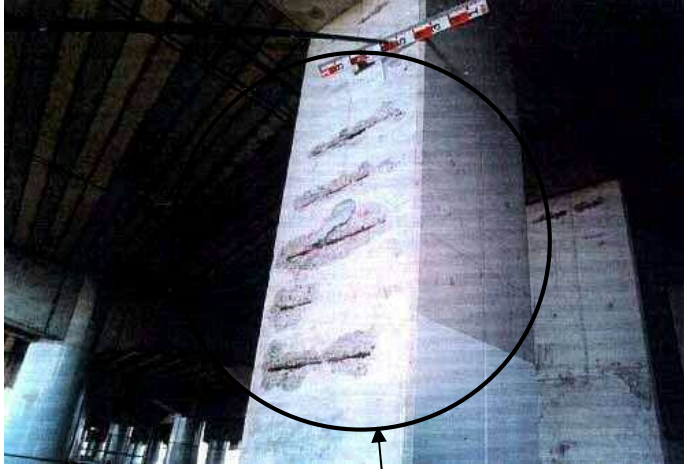
<p>損傷部位</p>	<p>緩衝材、拡幅部コンクリート</p>	
	<p>損傷の概要</p> <p>拡幅部の縦目地部分において、伸縮装置を支持している部分のコンクリートが剥離したものである。</p>	
	<p>損傷の概要</p> <p>かけ違い部の目地板が剥がれ、落下寸前である。温度伸縮、たわみ等により経年劣化が生じたものと考えられる。</p>	
	<p>損傷の概要</p>	




損傷部位	桁・梁	
 <div data-bbox="336 786 943 864" style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>ひびわれ、剥離・鉄筋露出が目視できる</p> </div>	<p>損傷の概要</p>	<p>主桁下面にひびわれ、剥離・鉄筋露出が見られる。雨水の浸透により鉄筋の腐食が進み、膨張し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <div data-bbox="320 1442 810 1509" style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>剥離・鉄筋露出が目視できる</p> </div>	<p>損傷の概要</p>	<p>主桁下面にひびわれ、剥離・鉄筋露出が見られる。雨水の浸透により鉄筋の腐食が進み、膨張し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
	<p>損傷の概要</p>	

損傷部位	PC 桁横締定着部の後埋めコンクリート	
 <p data-bbox="325 763 679 831">ひびわれが目視できる</p>		<p data-bbox="1161 264 1305 293">損傷の概要</p> <p data-bbox="1066 309 1398 577">端支点横締め定着部にひびわれが見られる。後施工された定着部コンクリートに雨水が浸透し、内部の定着体が腐食している可能性がある。そのため、入念な打音検査が必要である。</p>
 <p data-bbox="204 1391 884 1458">コンクリートの剥落・定着体の露出が確認できる</p>		<p data-bbox="1161 887 1305 916">損傷の概要</p> <p data-bbox="1066 931 1398 1234">端支点横締め定着部のコンクリートが剥落し、定着体が露出している。後施工された定着部コンクリートに雨水が浸透し、内部の定着体が腐食している可能性がある。そのため、入念な打音検査が必要である。</p>
 <p data-bbox="341 1995 791 2063">PC 鋼棒の抜出しが目視できる</p>		<p data-bbox="1161 1509 1305 1538">損傷の概要</p> <p data-bbox="1066 1554 1398 1722">床版横締め PC 鋼棒が破断し、抜け出している。グラウト不良と雨水の浸透による定着具等の腐食が原因と考えられる。</p>

損傷部位	橋脚（横梁）	
 <p data-bbox="288 763 735 831">剥離・鉄筋露出が確認できる</p>		<p data-bbox="1158 264 1302 293">損傷の概要</p> <p data-bbox="1066 309 1382 510">大規模な剥離・鉄筋露出が見られる。伸縮装置からの漏水のある部分に凍害が発生し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <p data-bbox="300 1368 743 1435">剥離・鉄筋露出が確認できる</p>		<p data-bbox="1158 848 1302 878">損傷の概要</p> <p data-bbox="1066 893 1382 1095">大規模な剥離・鉄筋露出が見られる。伸縮装置からの漏水のある部分に凍害が発生し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <p data-bbox="363 1973 919 2033">ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p>		<p data-bbox="1158 1469 1302 1498">損傷の概要</p> <p data-bbox="1066 1525 1382 1760">橋脚の照明灯基礎部にひびわれと遊離石灰が見られる。中性化、雨水の浸透により内部では鉄筋の腐食が進行していると考えられる。</p>

<p>損傷部位</p>	<p>横締め PC 鋼棒</p>	
<div data-bbox="199 273 887 725" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="272 752 639 819" data-label="Caption"> <p>ひびわれが目視できる</p> </div>	<p>損傷の概要</p> <p>橋脚横梁の横締め PC 鋼棒の定着体保護コンクリートにひびわれが見られ、雨水等の進入により PC 鋼棒および定着体の腐食につながり、PC 鋼棒の破断の危険性がある。</p>	
	<p>損傷の概要</p>	
	<p>損傷の概要</p>	

損傷部位	橋台、橋脚（側面）	
 <p data-bbox="288 763 727 835">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>		<p data-bbox="1158 264 1302 293">損傷の概要</p> <p data-bbox="1066 309 1390 613">橋台の縁端拡幅部に剥離・鉄筋露出が見られる。表面が塗装されているにもかかわらず、中性化および伸縮装置からの漏水が天端より浸透して、鉄筋が腐食膨張し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <p data-bbox="309 1361 748 1433">ひびわれ・漏水が目視できる</p>		<p data-bbox="1158 864 1302 893">損傷の概要</p> <p data-bbox="1066 909 1390 1249">橋台の縁端拡幅部に大規模なひびわれが見られる。伸縮装置からの漏水がひびわれから浸透するため、鉄筋が腐食している可能性が高い。そのため、ひびわれの周囲は入念な打音検査が必要である。</p>
 <p data-bbox="395 1989 834 2060">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>		<p data-bbox="1158 1487 1302 1516">損傷の概要</p> <p data-bbox="1066 1532 1390 1733">脚柱部に剥離・鉄筋露出が見られる。中性化、雨水の浸透により鉄筋が腐食膨張し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>

損傷部位	コンクリート部材の断面修復部	
 <p data-bbox="331 723 798 797">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1139 230 1286 264">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 275 1391 521">断面修復を施した PC 主桁下面に剥離・鉄筋露出が見られる。補修が不完全であるため、鉄筋の腐食が進行し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>	
 <p data-bbox="384 1328 834 1402">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1139 819 1286 853">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 864 1391 1111">断面修復を施した PC 主桁下面に剥離・鉄筋露出が見られる。補修が不完全であるため、鉄筋の腐食が進行し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>	
 <p data-bbox="371 1939 821 2016">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1139 1442 1286 1476">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 1487 1391 1688">伸縮装置下フランジの腐食により剥落した箇所に断面修復を施しているが、補修が不完全であるため、鉄筋の腐食が進行し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>	

損傷部位	豆板・空洞部の補修部	
 <div data-bbox="424 748 847 824" style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> 豆板・空洞が目視できる </div>	損傷の概要	主桁下面に豆板・空洞が見られる。 施工時の締め固め不良が原因と考えられる。 写真のように骨材が見える場合は落下する可能性が高い。 そのため、入念な打音検査が必要である。
	損傷の概要	損傷の概要

損傷部位	セパレータ頭部の後埋め部	
 <p data-bbox="432 680 847 759">後埋めモルタルの脱落跡</p>		<p data-bbox="1134 230 1283 262">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 273 1394 409">橋台側面の後埋めモルタルが脱落した跡。セパレータの頭部が腐食膨張し、剥落したと考えられる。</p>
 <p data-bbox="475 1225 868 1303">浮いた後埋めモルタル</p>		<p data-bbox="1134 775 1283 806">損傷の概要</p> <p data-bbox="1034 817 1378 884">後埋めモルタルが浮いた状態。</p>
 <p data-bbox="427 1843 855 1921">剥落した後埋めモルタル</p>		<p data-bbox="1134 1319 1283 1350">損傷の概要</p> <p data-bbox="1023 1361 1394 1536">脱落した後埋めモルタル。後埋めモルタルに錆が残存しており、セパレータの頭部が腐食していたことが確認できる。</p>