

## 付録－8 溝橋の定期点検に関する参考資料

本資料は、「橋梁定期点検要領 令和6年7月 国土交通省 道路局 国道・技術課」の参考資料7を転載したものである。

## 参考資料 7. 特定の条件を満足する溝橋の定期点検に関する参考資料

本参考資料は、各道路管理者が道路橋の定期点検を実施するにあたって、溝橋が

- ・鉄筋コンクリートからなる剛体ボックス構造で、かつ、ボックス構造内に支承や継手がなく、かつ、全面が土に囲われているという構造の特性を有する
- ・第三者がその内空に入るおそれがないとみなせる供用環境を有する

という条件を満足するときに特化して、法令を満足する道路橋の定期点検を行うにあたって参考となる技術情報をまとめたものである。

本参考資料はあくまで法令の適切かつ効率的な運用を図るために参考とされることを目的としたものであり、実際の定期点検の実施や結果の記録は、法令の趣旨や道路橋定期点検要領に則って、各道路管理者の責任において適切に行う必要がある。

## 目 次

1. 本資料の適用範囲.....	参 7-1
2. 定期点検の体制に関する留意事項.....	参 7-3
3. 状態の把握に関する留意事項.....	参 7-3
別紙 1 用語の説明.....	参 7-6
別紙 2 部材の考え方（参考図）.....	参 7-7
別紙 3 各部材が担う機能の例.....	参 7-9
付録 1 一般的な構造と主な着目点.....	参 7-10
付録 2 溝橋（ボックスカルバート）の損傷事例.....	参 7-12
付録 3 機器のキャリブレーションの例.....	参 7-26

## 1. 本資料の適用範囲

本資料では、少なくとも以下の条件を満足する溝橋（ボックスカルバート）のみに限定して扱う。

### （構造の条件）

- ・鉄筋コンクリート部材からなる。
- ・地震や洪水等に対して、部材単位での損傷よりもボックス全体としての断面形状を保ちながら剛体的に移動する変状が卓越するとみなせるもの。
- ・経年材料の状態の変化や突発的な事象に対して特定の弱部がないとみなせるもの。

### （供用の条件）

- ・内空において人が侵入するおそれを通常考慮する必要がなく、内空側へのコンクリート片の剥落等による第三者被害防止の観点からについては措置が不要とできるもの

以上の構造の条件を満足する溝橋（ボックスカルバート）を外形で判断するならば、例えば以下の条件を全て満足するものが想定される。

### （構造の条件）

- ・充実断面を有する一連の鉄筋コンクリート部材からなり、支持する道路の横断方向に見たときに剛性ボックス断面が構成される。
- ・ボックスの隅角部は剛結されているとみなせる。
- ・各部材のせん断スパン比も小さく、かつ、ボックスの各辺の断面寸法の変化がない。なお、せん断スパン比が小さいと考えられる溝橋の諸元を定量的に示すことはできないが、過去の道路土工カルバート工指針平成11年3月（社団法人 日本道路協会）に具体の設計法を示している剛性ボックスカルバートの断面の大きさや、全国の溝橋の定期点検結果のうちこの参考資料の作成にあたって参考とした範囲からは、場所打ちコンクリートによる場合は内空高 5m×内空幅 6.5m まで、プレキャスト部材による場合は内空高 2.5m×内空幅 5m までの断面であればこれに該当することが多いと考えてよい。以下に例を示す。



ただし、極端に部材厚が薄かったり、偏土圧を受けるなどで断面力分布が複雑になるものも想定され、この参考資料の利用にあたっては、定期点検で行う者が個別に現場で判断することが必要である。

- ・ボックスの各辺の周長方向に継手がないもの。外観上継手がないように見えても、例えばプレキャスト部材等を接合するにあたって、ボルト等、周辺断面とは異なる力学機構で接続したあとでコンクリートにより後埋めしたようなものは、応力状態の局所的な変化が生じたり、劣化に対する抵抗も異なったりすることから、本資料が扱う溝橋（ボックスカルバート）の条件に該当しない。

また、第三者被害防止の観点から措置が不要とできると判断するにあたっては、例えば、以下を参考にできる。

（供用の条件）

（例）

- ・内空が水路等に活用されているなど、人が侵入するおそれが極めて小さい状況である。
- ・立入防止柵やゲート等により、内空への立ち入りが物理的に規制されている状況である。

## 2. 定期点検の体制に関する留意事項

溝橋（ボックスカルバート）の定期点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有する者がこれを行う必要がある。構造の形式，材料が限定されること，殆どの場合には小規模な構造となることが一般的と考えられるので，これについて考慮した体制で定期点検を行うこともできる。

## 3. 状態の把握に関する留意事項

状態の把握は，近接目視を基本とし，必要に応じて，打音，触診，その他非破壊検査，試掘等必要な調査を行う。

内空でのコンクリート片の落下が第三者被害につながらないと判断してよいものが想定されていることから，この観点についてであれば内空面での打音・触診の実施の必要はない。ただし，目視によりうき，剥離，またはこれらが疑われる変状が確認された場合には，これを取り除いて内部の状態を把握することを検討するのがよい。

状態の把握を行うにあたっては，以下の点に留意して行うのがよい。

- ・把握が必要な損傷の程度については，付録2 溝橋（ボックスカルバート）の損傷事例の写真に見られる損傷の様態を参考にしてよい。
- ・頂版については，土被りが特に薄いときには，例えば桁橋のコンクリート床版のように，輪荷重による繰返しの応力変動の影響が免れ得ないことが想定される。
- ・供用前又は供用後の道路附属物の設置に伴い，変状が生じることもある。
- ・過去に補修補強履歴があったり，鉄筋コンクリート部材内部の状態に特段の懸念事項がある場合には，打音や触診，その他非破壊検査を行うなど，できるだけ多くの情報を得るのがよい。
- ・アルカリ骨材反応，塩害が疑われるときには，特に慎重に状態の把握を行うのがよい。
- ・植生等により外観性状の把握が困難な場合は，それを除去してから見る。
- ・地盤に接する側面の部材の状態，水中部についても，直接近接目視できる範囲からその状態を把握・推測したり，必要に応じて機器等を活用したり試掘をするなどして状態を把握する。

- ・溝橋（ボックスカルバート）が支持する道路の横断方向にはボックスが連続しないこともあり、そこからの土砂の流出・吸い出しにより、背面地盤の安全性に影響が出たり、そのために本資料が前提とする構造の状態が喪失するおそれも懸念される。これについて適切に状態を把握したり、土砂の流出や吸い出しの原因となるような要因がないか状態を把握すること。例えば、土砂の流出や堆積の痕跡を探すことも有効である。
- ・部材の状態の把握や吸い出しの有無の把握ができるだけ直接的に行える範囲を最大限にするためには、湧水期に状態の把握を行うのが望ましい。
- ・土砂の吸い出しの有無を推測するためには、溝橋（ボックスカルバート）背面地盤上の舗装の状態も注意してみるのがよい。

本資料の適用範囲にある構造の特性と平成26年からの定期点検の結果を考えたときには、知識及び技能を有する者が現地での近接目視を基本として内空以外の状態を把握することと、画像等により内空の状態を把握することを組み合わせることで、定期点検に必要な品質（知識及び技能を有する者が近接目視を基本とした状態把握を行い、性能の推定を行ったり措置の検討をすること）に合致する状態把握が可能なことも多いと考えられる。この理由は、例えば、本資料が対象としている溝橋（ボックスカルバート）は、特に、本体に鋼部材を有さないことから、鋼部材の亀裂等からの脆性的かつ突発的な部材損傷の進展が生じることが想定されないこと、また、構造上の特徴として、大きな外力に対して部材変状よりもボックス全体の移動等の変状が生じやすいものを選んでいたり部材中に継手がなく局所的な応力分布や耐久性の違いについての懸念が想定しがたいものを選んでいたり、さらに、事例からは、活荷重の繰り返しによる頂版コンクリートの疲労損傷の可能性が小さいと考えられることにある。まだ限定的なデータの範囲であるため断定はできないが、平成26年度からの定期点検の結果からもこれについて否定的な知見は得られていない。

一方で、まだデータの蓄積は始まったばかりであること、また、多様な構造形態や周辺条件があり得ることから、本資料は溝橋（ボックスカルバート）について1.で示した以外の構造物は適用の対象としない。なお、頂版には疲労損傷が物理的に生じ得ないという知見が確立されている訳ではないので誤解がないようにするとともに、その可能性はあるものとして状態の把握を行う必要がある。

本資料の適用となる構造物における状態の把握方法は、定期点検を行う者が現地にて構造物の状態・状況を把握することを前提とした上で、構造物の特徴も踏まえて診断に必要な情報が得られるように計画することで一般に差し支えない。例えば、出水期であれば溝橋（ボックスカルバート）の内空が水没しているため直接目視できないことがあり、これに対して、湧水期など確実に確認できる

時期に定期点検を行うのがよいが、場合によっては、内空面の状態の把握に機器等を活用することも考えられる。

ただし、この場合、以下の点には留意しなければならない。

- ・内空側に凹凸や添架物による死角があったり、部材の状態を把握することを困難にする保護層などが設置されていたり、構造の変更が行われているなど、部材の外観を把握する障害がある場合は、この限りではない。
- ・過去の補修補強履歴などがあれば、部材断面内部の状態を把握するにあたって特に注意が必要であり、近接目視や必要に応じて打音、触診等の非破壊検査などを行う必要がある。

例えば、画像等を援用して現地での状態の把握を行うにあたっては、把握が必要な損傷の程度については付録2を参考にしよよい。また、機器等の選別にあたっては、

- ・変状の向き等の影響
- ・機器等の向きに対する解像度
- ・現地の明るさ等の条件
- ・正対しない場合の画像のゆがみや光の角度と部材表面の凹凸の関係により生じる影の影響
- ・その他、機器等が明らかにする性能並びにその発揮条件

などを考慮し、定期点検を行う者が必要と考える精度の情報が得られるように画像等を取得する機器等の選定を行う必要がある。このとき、選定の妥当性を溯って検証ができるように、選定の考え方を記録に残すのがよい。例えば、付録3に機器等を使用した場合のキャリブレーションの例を示す。また、直接状態の把握を行った箇所と機器等でのみ状態の把握を行った箇所は明らかにし、記録に残すのがよい。

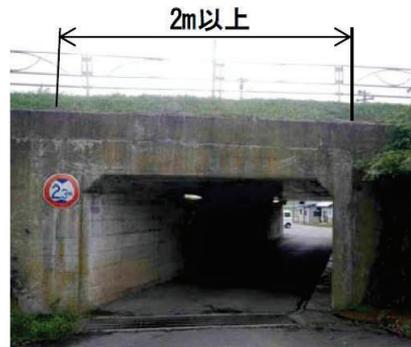
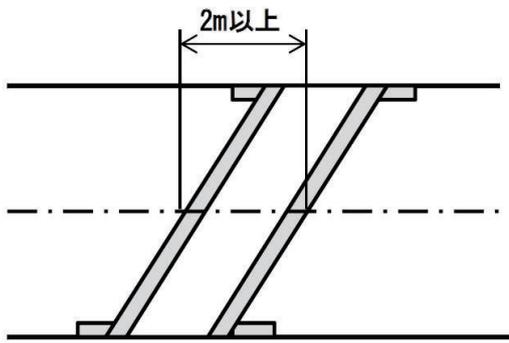
## 別紙1 用語の説明

### (1) 溝橋（ボックスカルバート）

道路の下を横断する道路や水路等の空間を確保するために盛土あるいは地盤内に設けられる構造物で、橋長 2m 以上かつ土被り 1m 未満のボックスカルバートのことをいう。

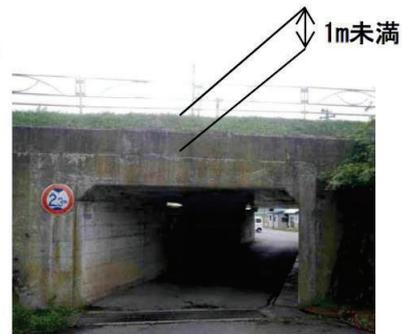
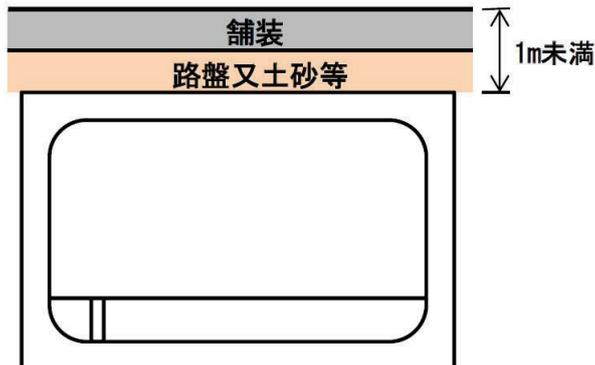
#### ■橋長 2 m以上の考え方

・溝橋（カルバート）の橋長は、外寸 2m 以上とし、カルバート上部道路の道路軸方向（斜角考慮）の長さを計測した値とする。

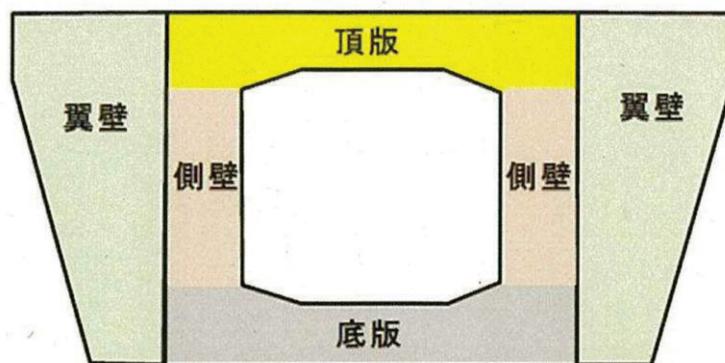


#### ■土被り 1 m未満の考え方

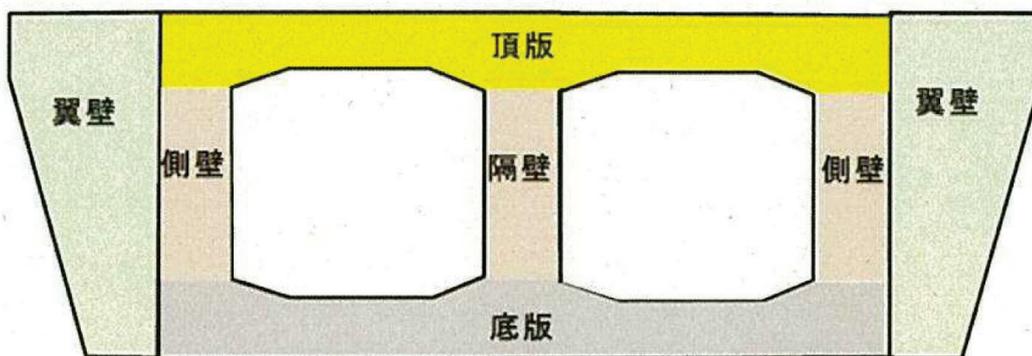
・溝橋（カルバート）の天端から、歩車道等の上面の厚さが 1m 未満のもの。  
※土被り厚が測定的位置で異なる場合（車道部・歩道部等）は、最小値となる位置で判断するものとする。



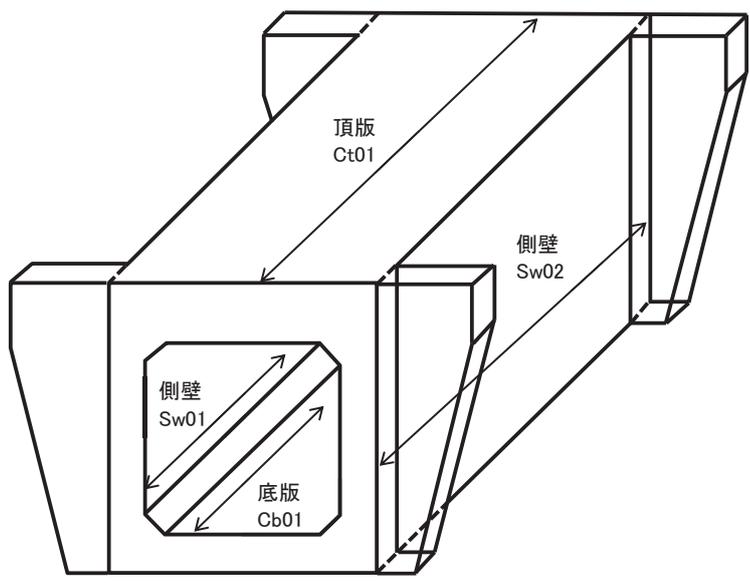
別紙 2 部材の考え方 (参考図)



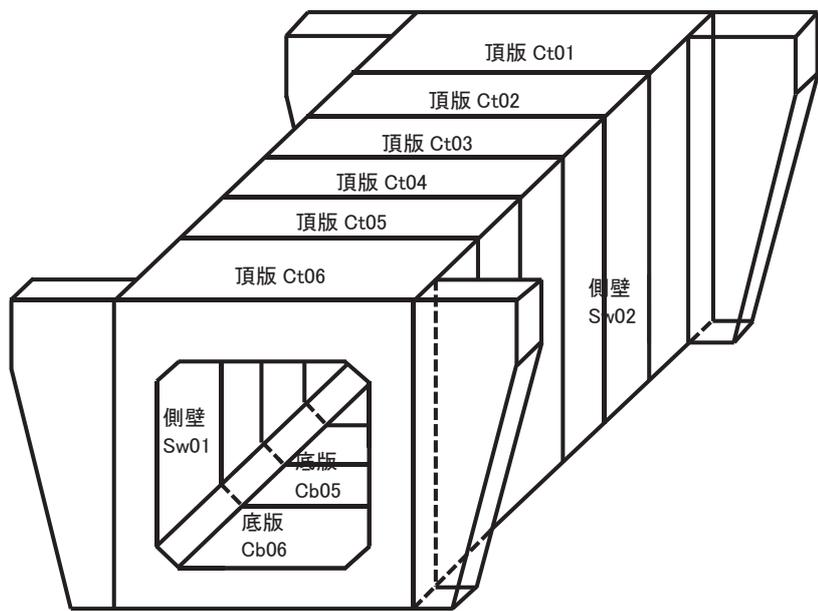
付図-1 溝橋 (ボックスカルバート) の部材名称



付図-2 2連の溝橋 (ボックスカルバート) の部材名称



付図－3 部材番号例（分割がない場合）



付図－4 部材番号例（分割がある場合）

別紙 3 各部材が担う機能の例

構成要素	力学的機能		部位・部材
上部構造	通行車など路面に載る荷重を直接支持する機能	鉛直	頂版
		—	—
	上部構造へ作用する鉛直及び水平方向の荷重を支持し, 上下部接続部まで伝達する機能	鉛直	頂版
		水平	同上
	上部構造へ作用する荷重を主桁等が上下部接続部に伝達するとき, 荷重の支持, 伝達を円滑にするための機能	鉛直	頂版
		水平	同上
下部構造	上下部接続部を直接支持し, その荷重を基礎・周辺地盤に伝達するとともに, 上下部接続部の位置を保持する機能	鉛直	側壁, 隔壁, 底版
		水平	同上
	橋脚・橋台等からの荷重を橋の安定に関わる周辺地盤に伝達するとともに, 地盤面での橋の位置を保持する機能	鉛直	底版
		水平	同上
上下部接続部	上部構造からの荷重を支持し, 下部構造へ伝達する機能	鉛直	頂版と側壁の接合部 (隅角部) 頂版と隔壁の接合部 (隅角部)
		水平	同上
	上部構造の耐荷性能を満足する前提として, 必要な幾何学的境界条件を付与する機能	鉛直	同上
		水平	同上

## 付録1 一般的な構造と主な着目点

### 溝橋（ボックスカルバート）の一般的な構造と主な着目点

溝橋（ボックスカルバート）の定期点検において着目すべき主な箇所を例を付表 1-1 に示す。

付表 1-1 定期点検時の主な着目箇所の例

部位・部材区分	着目のポイント	主な損傷の種類
頂版【Ct】	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 上載土や裏込め土による力が作用し、側壁と同様に、ひびわれが生じやすい。</li> <li>■ 上部道路の自動車荷重の繰り返しの影響により、ひびわれが生じやすい。</li> <li>■ 頂版に異常がある場合には、舗装にも変状が生じやすい。</li> <li>■ 規則的なひびわれがあるときには、自動車荷重の繰り返しの影響に加えて、コンクリート内部の構造の特徴についても考察するとよい。</li> <li>■ 頂版と側壁（隔壁）の接合部の付け根は大きな断面力が発生する部位であり、ひびわれが生じやすい。</li> <li>■ 頂版と側壁（隔壁）の接合部は、頂版、側壁・隔壁からの曲げにより生じる主引張応力により、斜めひびわれが生じる場合がある。</li> </ul>	ひびわれ 床版ひびわれ 鉄筋の露出・腐食 漏水・遊離石灰 うき・剥離 変形・欠損 その他
側壁【Sw】	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 頂版同様に上載土、裏込め土による力が作用し、ひびわれが生じやすい。</li> </ul>	ひびわれ 鉄筋の露出・腐食 漏水・遊離石灰 うき・剥離 変形・欠損 その他
底板【Cb】	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 上載土、裏込め土による頂版や側壁の変形に応じてひびわれが生じることがある。</li> <li>■ 流下する水の影響を受け、変形やひびわれを生じる可能性がある。</li> <li>■ 継手の前後における不同沈下に抵抗する過大な力が作用し、底板部の損傷につながる可能性がある。</li> </ul>	ひびわれ 鉄筋の露出・腐食 漏水・遊離石灰 うき・剥離 変形・欠損 洗掘 その他
翼壁【Aw】	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 雨水の影響により、ひびわれや鉄筋露出、剥離が生じやすい。</li> </ul>	ひびわれ 鉄筋の露出・腐食 漏水・遊離石灰 うき・剥離 変形・欠損 その他
周辺地盤 背面盛土	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 軟弱地盤上の設置或いは基礎地盤と周辺地盤の地耐力に差がある場合などは不同沈下を生じる可能性がある。</li> <li>■ 近傍の路面に異常がある場合は、地中の不可視部で背面土が流出している可能性がある。</li> </ul>	不同沈下 吸い出し 土砂流出 その他

その他	路上 【路上 R】	■活荷重等の影響により、損傷が著しく進展し、内空の外から流入する排水不良が続くと、本体コンクリートの損傷を促進させるおそれがある。	舗装の異常 路面の凹凸 その他
	その他 【その他 X】		その他

## 付録2 溝橋（ボックスカルバート）の損傷事例

変状の把握，変状の原因や進行や変状が部材や構造に与える影響を見立てる際に参考になるよう，本資料では，付表 2-1 に示す変状の種類別に，溝橋の損傷事例を示す。

付表 2-1 定期点検時の主な着目箇所の例

部位・部材区分		対象とする項目（変状の区分）	
		コンクリート	その他
溝橋（ボックスカルバート）本体	頂版	ひびわれ 床版ひびわれ その他 鉄筋の露出・腐食 漏水・遊離石灰 その他	
	側壁 底版 隔壁 その他	ひびわれ その他 鉄筋の露出・腐食 漏水・遊離石灰 その他	
	翼壁		
周辺地盤 背面盛土			不同沈下 吸い出し 土砂流出 その他
その他	路上		舗装の異常 その他

上部構造，下部構造，上下部接続部それぞれの性能の推定は，単に変状の種類や程度だけでなく，少なくとも下記を考慮して行うものである。

- ・ 変状の原因や進行性なども考慮した変状の範囲や程度の見立て
- ・ 橋が置かれる状況ごとの，上部構造，下部構造，上下部接続部のそれぞれの構造の耐荷機構の中で各部材が果たしている役割や機能の見立て
- ・ 当該部位・部材の応力状態や，当該部位・部材の性能の低下が他部材や構造の性能に与える影響

そこで、損傷写真ごとに、損傷の種類や原因、損傷の広がりなど説明を加えるとともに、備考欄には、損傷の進行性や進行した場合に橋の安全性に与える影響として考慮するのがよい点を示した。

上部構造、下部構造、上下部接続部それぞれの措置の必要性を検討するにあたっては、それぞれの構造の性能の推定の結果を考慮するのみならず、変状の原因、修繕時期や内容が道路ネットワークの機能に与える影響の違い、ライフサイクルコストなども加味して行うことになる。したがって、損傷の程度や本資料の写真を一律の判断基準のごとく扱うものではないことに注意されたい。



例

頂版コンクリートに漏水を伴うひびわれがある場合、貫通したひびわれの上側から雨水が供給されている可能性が高い。内部鉄筋の腐食やコンクリートの劣化が促進される可能性がある。原因が除去されないままでは、内部鋼材の断面減少や破断を生じたり、コンクリートに上載荷重の影響でひびわれが発達したり、コンクリートがブロック化していくなど耐荷性能が低下する可能性もある。

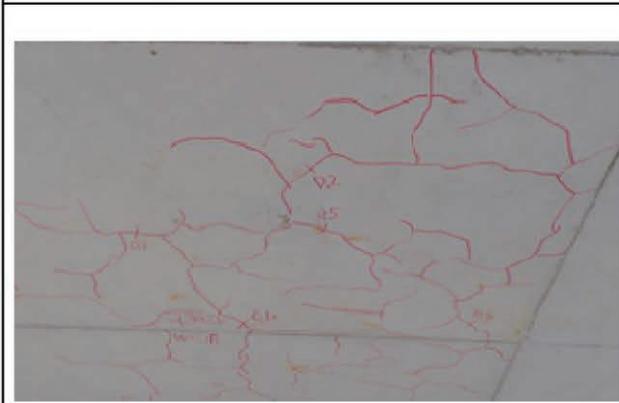


例

頂版コンクリートの接合部では、内部に一体化のための鉄筋などが配置されていることが一般的である。目地部から伸びるひびわれによって、有効断面が減少していくと、版としての剛性が低下したり、鉄筋の付着が低下、接合機能の低下などによって頂版全体の耐荷性能が低下する可能性がある。またひびわれから雨水の浸入が生じると鉄筋の腐食を生じさせる可能性もある。なお、ひびわれの発生原因は様々に考えられるだけでなく、複数の原因が関わっていることも多く、必要な情報を取得して原因の推定などの評価を行う必要がある。

備考

- 頂版に生じる応力は、溝橋の諸元や土被りによってもそれぞれ大きく異なる。また頂版上面側は視認できないため、下面側の変状の有無や性状の評価にあたっては、構造条件のみならず土被りの条件なども考慮して原因の推定や、耐荷性能に関する評価を行う必要がある。
- 頂版上面側からの雨水の浸透や貫通による劣化では下面側に漏水や貫通ひびわれの開口となって変状が現れたときには、内部鋼材の腐食やコンクリート劣化が進展して耐荷性能が大きく低下していることもあるため注意が必要である。



例

頂版コンクリートは上載荷重に対する床版としての抵抗以外に、断面全体の耐荷性能にも大きな役割を果たしている。そのため頂版コンクリートに生じたひびわれによる影響も多岐にわたることになる。また様々な作用に対して頂版コンクリートにも応力が伝達されるため、その原因や発生位置、性状によらず、溝橋に作用する可能性がある荷重に対する影響を評価する必要がある。

なお、ひびわれの性状や発生位置には、その原因に応じた特徴があらわれることも多く、原因の推定や今後の変状の変化傾向の推定にあたっては、溝橋の構造的特徴に加えてひびわれの発生位置や性状にも着目する必要がある。このとき、ひびわれの発生には複数の異なる原因が関わっていることも多いことに注意が必要である。

備考

- 土被りが浅い頂版では活荷重による応力の変動により床版作用に起因するひびわれが生じやすい
- 頂版コンクリートでは、応力の繰り返し変動、内部鋼材の腐食を生じさせる水の内部への浸入は、原因が除去されない限りひびわれの発達や進展を継続させる可能性が高く注意が必要である。
- 隅角部やその近傍は応力集中箇所であり、その位置にひびわれがあると進展によって耐荷力に重大な影響を及ぼす可能性があるだけでなく、かぶりコンクリートの脱落を生じさせやすい。

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">例</td> <td> <p>背面土がある側壁コンクリートで漏水を伴うひびわれがある場合、貫通した水みちがあることを意味しており、漏水が継続すると、内部鋼材の腐食が進展し、その範囲や位置によっては、耐荷性能に影響を及ぼす場合もある。</p> </td> </tr> </table>	例	<p>背面土がある側壁コンクリートで漏水を伴うひびわれがある場合、貫通した水みちがあることを意味しており、漏水が継続すると、内部鋼材の腐食が進展し、その範囲や位置によっては、耐荷性能に影響を及ぼす場合もある。</p>		
例	<p>背面土がある側壁コンクリートで漏水を伴うひびわれがある場合、貫通した水みちがあることを意味しており、漏水が継続すると、内部鋼材の腐食が進展し、その範囲や位置によっては、耐荷性能に影響を及ぼす場合もある。</p>				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">例</td> <td> <p>背面土がある側壁コンクリートで漏水を伴うひびわれがある場合、貫通した水みちがあることを意味しており、漏水が継続すると、内部鋼材の腐食が進展し、その範囲や位置によっては、耐荷性能に影響を及ぼす場合もある。</p> </td> </tr> </table>	例	<p>背面土がある側壁コンクリートで漏水を伴うひびわれがある場合、貫通した水みちがあることを意味しており、漏水が継続すると、内部鋼材の腐食が進展し、その範囲や位置によっては、耐荷性能に影響を及ぼす場合もある。</p>		
例	<p>背面土がある側壁コンクリートで漏水を伴うひびわれがある場合、貫通した水みちがあることを意味しており、漏水が継続すると、内部鋼材の腐食が進展し、その範囲や位置によっては、耐荷性能に影響を及ぼす場合もある。</p>				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">例</td> <td> <p>隅角部近傍は応力集中箇所となっていることが多く、ひびわれが生じている場合、構造全体の耐荷性能が低下している可能性がある。隅角部でひびわれが生じる原因には、構造全体の沈下断面全体の異常変位や過大な応力の発生なども考えられる。</p> </td> </tr> </table>	例	<p>隅角部近傍は応力集中箇所となっていることが多く、ひびわれが生じている場合、構造全体の耐荷性能が低下している可能性がある。隅角部でひびわれが生じる原因には、構造全体の沈下断面全体の異常変位や過大な応力の発生なども考えられる。</p>		
例	<p>隅角部近傍は応力集中箇所となっていることが多く、ひびわれが生じている場合、構造全体の耐荷性能が低下している可能性がある。隅角部でひびわれが生じる原因には、構造全体の沈下断面全体の異常変位や過大な応力の発生なども考えられる。</p>				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">備考</td> <td> <p>■例えば隅角部やその近傍のひびわれやせん断ひびわれなど、進展すると耐荷力に重大な影響を及ぼす可能性がある部位にひびわれが発生している場合は、進展性について慎重に判断しなければならない。</p> </td> </tr> </table>	備考	<p>■例えば隅角部やその近傍のひびわれやせん断ひびわれなど、進展すると耐荷力に重大な影響を及ぼす可能性がある部位にひびわれが発生している場合は、進展性について慎重に判断しなければならない。</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">例</td> <td style="height: 100px;"></td> </tr> </table>	例	
備考	<p>■例えば隅角部やその近傍のひびわれやせん断ひびわれなど、進展すると耐荷力に重大な影響を及ぼす可能性がある部位にひびわれが発生している場合は、進展性について慎重に判断しなければならない。</p>				
例					

	<p><b>例</b></p> <p>漏水を伴うひびわれがある場合、上側又は背後からのコンクリート内部への顕著な漏水が継続するなど、環境が改善されないまま放置されると、内部鋼材の腐食が進展し、耐荷性能に影響を及ぼす場合もある。</p>
	<p><b>例</b></p> <p>漏水を伴うひびわれがある場合、上側又は背後からのコンクリート内部への顕著な漏水が継続するなど、環境が改善されないまま放置されると、内部鋼材の腐食が進展し、耐荷性能に影響を及ぼす場合もある。</p>
	<p><b>例</b></p> <p>頂版コンクリートで広範囲にかぶりコンクリートのうきや剥離が生じたり、露出した鉄筋に腐食が見られるような場合、上側から内部を浸透してきた雨水による場合もある。その場合、下面にこれらの変状が現れた時点で既に内部鋼材の腐食やコンクリートの劣化が広く進行している可能性もある。頂版コンクリートの落下による第三者被害にも注意が必要である。</p>
	<p><b>例</b></p> <p>頂版コンクリートで広範囲にかぶりコンクリートの浸潤や変色が見られる場合、上側から内部を浸透してきた雨水による場合もある。その場合、下面にこれらの変状が現れた時点で既に内部鋼材の腐食やコンクリートの劣化が広く進行している可能性もある。またかぶり不足やひびわれの発生に起因して下側から鉄筋の腐食の進行も同時に進行していることもある。</p>
<p><b>備考</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 周辺環境によっては、塩害の可能性についても検討するのがよい。</li> <li>■ 頂版の広範囲にわたって剥離を伴うひびわれが生じており、内部鉄筋の腐食が広範囲に進行していることが見込まれる場合、腐食の急速な進行が懸念される場合がある。また、腐食の程度によっては、活荷重などの作用に対して耐荷性能が低下している可能性がある。</li> </ul>	

	<p>例</p> <p>頂版コンクリートに大規模な貫通ひびわれが生じている場合、耐荷性能が低下しており、活荷重などの作用によってその位置で部材が破壊するなど、耐荷性能が喪失することもある。またコンクリート塊の落下による第三者被害にも注意が必要である。</p>
	<p>例</p> <p>最外層の鉄筋が広範囲に腐食して、かぶりコンクリートの劣化も広範囲に及ぶ場合、さらに奥にある鉄筋やコンクリートにも腐食やひびわれが生じて耐荷性能が大きく低下していることもある。鉄筋の腐食やコンクリートの劣化が上側からの水による場合には、既に断面全体に損傷が及んでいる可能性もある。</p>
	<p>例</p> <p>広範囲に鋼材が腐食し、鉄筋の断面減少や破断などが見られる場合、その範囲や位置、コンクリートの状態によっては、耐荷性能が低下している可能性があり、活荷重などの作用によって、コンクリートが抜け落ちることもある。</p>
	<p>例</p> <p>隅角部に斜めひびわれが生じている場合、隅角部としての一体性が失われ、耐荷性能が低下している可能性があり、活荷重や地震などの作用によって、耐荷性能が喪失することもある。</p>
<p>備考</p>	

	<p style="margin: 0;"><b>例</b></p> <p>床版全体に広く格子状のひびわれが発達している場合、版としての一体性が低下し、ひびわれの進展は加速する可能性が高い。貫通ひびわれが生じるなど雨水の浸入によって急速に耐荷性能も低下することがある。ひびわれが発達すると踏み抜きや路面陥没、コンクリート塊の落下に至ることもある。 (写真は、桁橋の床版の例)</p>
	<p style="margin: 0;"><b>例</b></p> <p>床版裏面に漏水、著しい浸潤、石灰分の析出がみられる場合、上面側からの雨水が床版を貫通するひびわれを通じて下面にまで到達している可能性が高い。局部的であっても、その部位で鉄筋が腐食していたりコンクリートがブロック化して抜け落ちや、路面陥没、舗装の飛散などに至る可能性もある。 (写真は、桁橋の床版の例)</p>
	<p style="margin: 0;"><b>例</b></p> <p>床版裏面に漏水、著しい浸潤、石灰分の析出がみられる場合、床版を貫通するひびわれが生じているため、局部的であっても、雨水の影響も関わって急速に劣化が進行して抜け落ちを生じたり、路面凹凸の発生、舗装の飛散などが生じる可能性もある。 (写真は、桁橋の床版の例)</p>
	<p style="margin: 0;"><b>例</b></p> <p>床版裏面に連続的なひびわれが生じている場合、その断面ではひびわれが貫通しており、漏水や石灰分の析出を伴う場合には上面からの雨水の浸入による鉄筋の腐食やひびわれ面の劣化も生じていることがある。このような状態では耐荷性能は低下しており、床版防水の不備などで雨水の浸入が継続すると、急速に損傷が進展する可能性もある。 (写真は、桁橋の床版の例)</p>
<p><b>備考</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■頂版において活荷重による応力変動が大きいと懸念される場合には、疲労によるひびわれの可能性がある。</li> <li>■貫通ひびわれが生じ、輪荷重による応力の変動が顕著である場合、放置すると急速に劣化が進行する可能性が高い。これにコンクリート内部への水の浸入が重なると、劣化を著しく促進する可能性が高い。</li> </ul>	

	<p>例</p> <p>床版下面側のひびわれが格子状に発達してひびわれ幅も大きくなっていたり、顕著な漏水や石灰分の析出が生じている場合、貫通ひびわれによって既に床版コンクリートがブロック化して一体性を失っている可能性が高い。輪荷重などの作用で、容易に抜け落ちる可能性がある。 (写真は、桁橋の床版の例)</p>
	<p>例</p> <p>床版下面側のひびわれが格子状に発達してひびわれ幅も大きくなっていたり、顕著な漏水や石灰分の析出が生じている場合、貫通ひびわれによって既に床版コンクリートがブロック化して一体性を失っている可能性が高い。輪荷重などの作用で、容易に抜け落ちる可能性がある。 (写真は、桁橋の床版の例)</p>
	<p>例</p> <p>床版下面側のひびわれが格子状に発達してひびわれ幅も大きくなっていたり、顕著な漏水や石灰分の析出が生じている場合、貫通ひびわれによって既に床版コンクリートがブロック化して一体性を失っている可能性が高い。輪荷重などの作用で、容易に抜け落ちる可能性がある。 (写真は、桁橋の床版の例)</p>
	<p>例</p> <p>床版下面では局所的な浸潤に留まっていたり、ひびわれの範囲が限定的であっても、直上の舗装に陥没やセメント分の噴出痕が見られる場合、床版上面が土砂化しているなど上側からも損傷が拡大しつつあり、抜け落ちを生じるなど深刻な状態となりやすい状態である可能性が高い。 (写真は、桁橋の床版の例)</p>
<p>備考</p>	

	<p>例</p> <p>過去に補修・補強した部位からひびわれが生じている場合、変状の全貌が外観目視では判断できないことが多い。内部で劣化が進行している場合、危険な状態となっている可能性もある。</p>
	<p>例</p> <p>不規則なひびわれが発達したり、全面に顕著な変色が広がっている場合には、アルカリ骨材反応の併発など複合的な劣化が生じていることが疑われる。</p>
	<p>例</p> <p>不規則なひびわれが発達したり、全面に顕著な変色が広がっている場合には、アルカリ骨材反応の併発など複合的な劣化が生じていることが疑われる。</p>
	<p>例</p> <p>不規則なひびわれが発達したり、全面に顕著な変色が広がっている場合には、アルカリ骨材反応の併発など複合的な劣化が生じていることが疑われる。</p>
<p>備考</p> <p>■塩害やアルカリ骨材反応を生じている場合、着実に劣化が進行することが多く、場合によっては急速に状態が変化することもある。そのため、塩害やアルカリ骨材反応を生じている可能性がある場合には、専門家の助言を受けるなどし、調査とそれらを踏まえた維持管理計画を検討するのがよい。</p>	

	<p><b>例</b></p> <p>頂版コンクリートと舗装の両者にひびわれが見られる場合、土被りが浅いなど、活荷重による応力変動の繰り返しの影響を受けやすい場合には、床版ひびわれに発展する可能性もある。</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><b>例</b></p> <p>頂版から側壁に連続して規則的にひびわれが発生している場合には、配筋とひびわれの位置関係、使用材料、周辺地盤の沈下等に伴う土圧の増加など様々な観点から、原因を調べるのがよい。</p>
------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><b>例</b></p> <p>頂版から側壁に連続して規則的にひびわれが発生している場合には、配筋とひびわれの位置関係、使用材料、周辺地盤の沈下等に伴う土圧の増加など様々な観点から、原因を調べるのがよい。</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><b>例</b></p> <p>頂版から側壁に連続して規則的にひびわれが発生している場合には、配筋とひびわれの位置関係、使用材料、周辺地盤の沈下等に伴う土圧の増加など様々な観点から、原因を調べるのがよい。</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>備考</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■原因を調べるにあたっては、底版が存在しない、頂版・側壁・底版が互いに剛結されていない、途中で接合部があるなど、構造形式の想定に疑いがないかも確認しておくとうい。</li> <li>■周辺環境によっては、塩害などとの複合的な劣化についても調査が必要な場合もある。</li> </ul>	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

周辺地盤	不同沈下	
------	------	--

一般的性状	基礎や下部工に特異な沈下・移動・傾斜が生じている例
-------	---------------------------

	<table border="1"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">例</td> <td>路面に段差や線形不整が生じている場合、構造全体が沈下や異常変位を生じている可能性がある。構造全体の安定性など耐荷性能に影響が生じている可能性がある。なお液状化や地盤そのものの沈下など様々な原因が考えられる。不同沈下では構造物同士の遊間異常により干渉や接続部の損傷が生じている可能性もある。</td> </tr> </table>	例	路面に段差や線形不整が生じている場合、構造全体が沈下や異常変位を生じている可能性がある。構造全体の安定性など耐荷性能に影響が生じている可能性がある。なお液状化や地盤そのものの沈下など様々な原因が考えられる。不同沈下では構造物同士の遊間異常により干渉や接続部の損傷が生じている可能性もある。
例	路面に段差や線形不整が生じている場合、構造全体が沈下や異常変位を生じている可能性がある。構造全体の安定性など耐荷性能に影響が生じている可能性がある。なお液状化や地盤そのものの沈下など様々な原因が考えられる。不同沈下では構造物同士の遊間異常により干渉や接続部の損傷が生じている可能性もある。		

	<table border="1"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">例</td> <td>底版周辺の地盤の変状等により、不同沈下が生じている場合や隣接する盛土部の沈下等の異常により構造物全体が沈下や傾斜、異常変位を生じている場合、土圧の異常、隣接するボックス同士の相互干渉などが生じている可能性がある。その場合、構造全体としての耐荷性能は低下している可能性がある。</td> </tr> </table>	例	底版周辺の地盤の変状等により、不同沈下が生じている場合や隣接する盛土部の沈下等の異常により構造物全体が沈下や傾斜、異常変位を生じている場合、土圧の異常、隣接するボックス同士の相互干渉などが生じている可能性がある。その場合、構造全体としての耐荷性能は低下している可能性がある。
例	底版周辺の地盤の変状等により、不同沈下が生じている場合や隣接する盛土部の沈下等の異常により構造物全体が沈下や傾斜、異常変位を生じている場合、土圧の異常、隣接するボックス同士の相互干渉などが生じている可能性がある。その場合、構造全体としての耐荷性能は低下している可能性がある。		

	<table border="1"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">例</td> <td>底版周辺の地盤の変状等により、不同沈下が生じている場合や隣接する盛土部の沈下等の異常により構造物全体が沈下や傾斜、異常変位を生じている場合、土圧の異常、隣接するボックス同士の相互干渉などが生じている可能性がある。原因には周辺土砂の流出や吸い出し、盛土など周辺地盤全体の変位など様々な可能性が考えられる。</td> </tr> </table>	例	底版周辺の地盤の変状等により、不同沈下が生じている場合や隣接する盛土部の沈下等の異常により構造物全体が沈下や傾斜、異常変位を生じている場合、土圧の異常、隣接するボックス同士の相互干渉などが生じている可能性がある。原因には周辺土砂の流出や吸い出し、盛土など周辺地盤全体の変位など様々な可能性が考えられる。
例	底版周辺の地盤の変状等により、不同沈下が生じている場合や隣接する盛土部の沈下等の異常により構造物全体が沈下や傾斜、異常変位を生じている場合、土圧の異常、隣接するボックス同士の相互干渉などが生じている可能性がある。原因には周辺土砂の流出や吸い出し、盛土など周辺地盤全体の変位など様々な可能性が考えられる。		

	<table border="1"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">例</td> <td>構造物の周辺に土砂の流出痕が見られる場合、過去に液状化が生じた可能性がある。液状化が生じた場合、構造物に沈下や傾斜などの異常変位が見られることもあるが、明確な変状がなくとも支持力に影響が生じていたり、背面土の土圧に異常が生じていることもあるため注意が必要である。</td> </tr> </table>	例	構造物の周辺に土砂の流出痕が見られる場合、過去に液状化が生じた可能性がある。液状化が生じた場合、構造物に沈下や傾斜などの異常変位が見られることもあるが、明確な変状がなくとも支持力に影響が生じていたり、背面土の土圧に異常が生じていることもあるため注意が必要である。
例	構造物の周辺に土砂の流出痕が見られる場合、過去に液状化が生じた可能性がある。液状化が生じた場合、構造物に沈下や傾斜などの異常変位が見られることもあるが、明確な変状がなくとも支持力に影響が生じていたり、背面土の土圧に異常が生じていることもあるため注意が必要である。		

備考	
----	--

その他	吸い出し、土砂流出	
-----	-----------	--

一般的性状	基礎部の洗掘などにより背面土が流出し、路面にひびわれや陥没が生じている例	
	例	ひびわれ部、打継ぎ目地、構造間の接合部、隣接するコンクリート擁壁との隙間などから土の流出が見られる場合、貫通部を通じて背面の土砂が流出している。空洞の発生や背面の土構造強度低下、土圧の異常などによって耐荷性能に深刻な悪影響を及ぼす可能性もある。また大雨時の流水などで急速に変状が進行することもある。
		例
		例
	例	
備考		

その他	舗装の異常	路上
-----	-------	----

一般的性状	舗装面にひびわれやうき、ポットホール、水や石灰分の滲出などの異常が生じている例
-------	-----------------------------------------

	例	<p>背面の路面に変状が生じている場合、構造物背面土の流出が生じている可能性がある。 大雨時の流水により、路面に陥没などの異常が急速に進展する可能性もある。</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	---	----------------------------------------------------------------------------------------

	例	<p>舗装表面に損傷が見られる場合、頂版コンクリートの抜け落ち、鉄筋の露出・腐食等の損傷が生じていたり、内部コンクリートの劣化が生じているなど、耐荷力に影響を与えている場合がある。 また、過去に附属物が設置されていたなどの理由により、頂版コンクリートの一部が後埋めされているなど、局部で損傷が生じている場合がある。</p>
		

	例	
--	---	--

備考	舗装の異常については、他の変状の兆候である可能性にも留意する。
----	---------------------------------

### 付録3 機器のキャリブレーションの例

コンクリート部材には様々な変状が様々な状態で現れ、この資料で対象とする構造も例外ではない。機器等を状態の把握に用いるにあたっては、機器の特性も考慮して結果の解釈を行う必要がある。ここでは、カメラ等の光学機器を例に、例えば現地で、または、事前に別な場所でキャリブレーションを行い機器等の特性を評価する方法の例を示す。なお、ここに示すのは考え方の一例であり、これでなければならないということも、これであらゆる条件に対する適用性が評価できるというわけでもなく、前述のとおり適用の判断や機器利用の結果の解釈にあたっては、得られた特徴を反映して行わねばならない。

#### 色調：

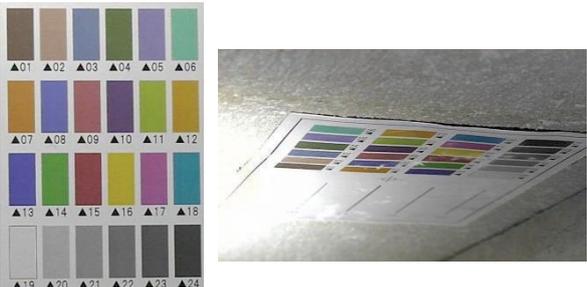
遊離石灰や漏水、部材の変色、骨材の異常、ひびわれなどを見るにあたって、色調の特徴をつかむことが必要である。そこで、例えば、カラーチェックを行うことなどが考えられる。なお、部材表面に照明をあてる場合には、実際に用いる照明を用いた状態でカラーチェックをするのがよいと考えられる。

#### 分解能

様々な変状の種類や寸法、形状を把握するには、分解能について特徴を把握しておく必要がある。特徴を表すためにはさまざまな指標が考えられる。内空に生じるひびわれには、部材軸、部材軸直交、又はこれが様々な組み合わせすることも想定されたり、隅角部に生じることも想定されることから、少なくともこれらを想定したいいくつかの向きやパターンのひびわれ又はこれを模擬したものを機器等を通じて見てみたり、幅や長さを変えて配置したいいくつかのひびわれ又はこれを模擬したものを見たりし、近接目視をした結果として比較しておくといよい。換言すれば、キャリブレーションした範囲で結果が得られるように、機器を使用することが基本となる。

機器を移動させる速度、対象物までの距離、光学部の特性（例えばカメラで言うところの絞りやシャッタースピードの変化、その他色や手ぶれの補正機能の選択）によっても得られる結果が変わると考えられる。そこで、実際に用いる機器で、実際に用いることが想定される条件でキャリブレーションしておくといよい。照明を用いる場合には、陰影によっても見え方が変わるので、注意が必要である。また、対象に正対して見た場合、正対せずに見た場合などの違いも把握しておくといよい。

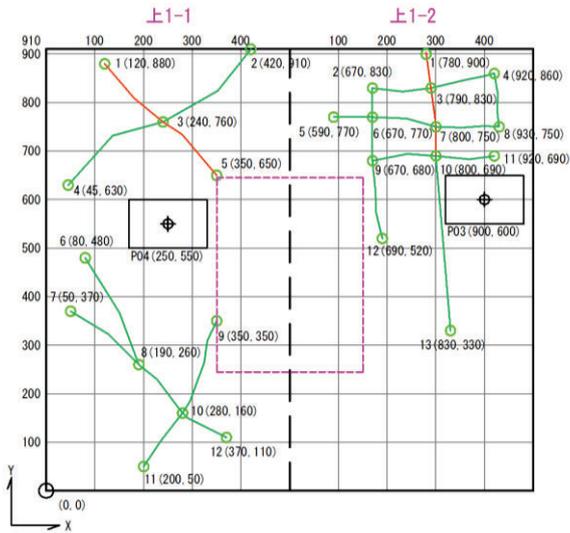
■ 目視と機器による色調情報の違い

調査機器	カラーチャート見本	代表的な画像	評価
A			<p>テストパターンと正対して画像を取得できるケース（左写真）では、色調は正確に取得できる。テストパターンに対して斜め位置での撮影の場合、色調取得の精度は劣る（右写真）。</p>
B			<p>テストパターンと正対して画像を取得できるケース（左写真）では、色調は正確に取得できる。テストパターンに対して斜め位置での撮影の場合、解像度及び色調取得の精度は劣る（右写真）。</p>
E			<p>光量不足により、色調の評価は困難である。</p>

■コンクリートのひびわれパターンに応じた見え方の例

様々なひびわれパターン図

幅, 長さ, 方向 (縦, 横, 斜め), 格子状, 分岐, 位置 (中心部, 外縁部) 等の違い



ひびわれ写真と  
写真から作成した損傷図  
(ただし, 左右反転)

凡例

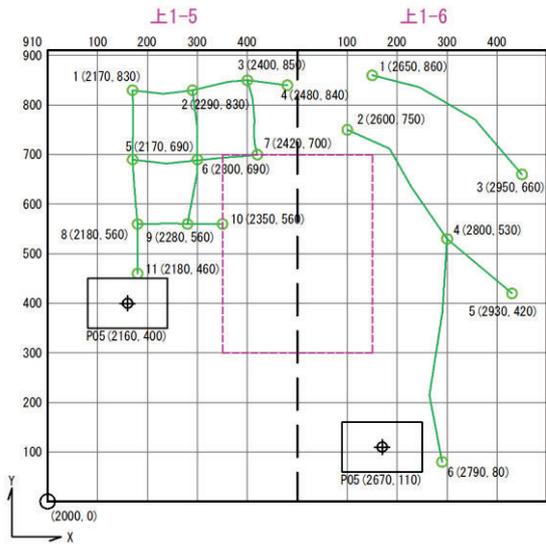
<span style="color: blue;">—</span>	0.2mm未満
<span style="color: green;">—</span>	0.2mm以上0.3mm未満
<span style="color: red;">—</span>	0.3mm以上



■コンクリートのひびわれパターンに応じた見え方の例

様々なひびわれパターン図

幅, 長さ, 方向 (縦, 横, 斜め), 格子状, 分岐, 位置 (中心部, 外縁部) 等の違い



ひびわれ写真と

写真から作成した損傷図

(ただし, 左右反転)

凡例

	0.2mm未満
	0.2mm以上0.3mm未満
	0.3mm以上

