樋門・樋管のコンクリート部材における点検結果評価のポイント（案）

平成28年　3月

国立研究開発法人　土木研究所
先端材料資源研究センター

はじめに

国土交通省では，「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領，平成28年3月」および「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領（案），平成28年3月」として樋門・樋管を含む河川管理施設の点検・評価手法を示している。これらによると，点検では，発見した変状をそれぞれ，「a 異常なし」「b 要監視段階」「c 予防保全段階」「d 措置段階」の4つに区分することが求められる。より適切に評価するためには，その変状を生じさせた要因を推測し，その要因による変状の進行度合い等の特性を理解しておくことが重要である。

そこで，土木研究所では，これまでに収集された河川コンクリート構造物の点検結果から，特に事例数の多い樋門・樋管の函体部分を中心に変状事例をその発生要因等を考慮して整理し，代表的な8種類の変状を抽出した。また，抽出した変状の種類毎に評価の着眼点を提案して，この「樋門・樋管のコンクリート部材における点検結果評価のポイント（案）」（以下，ポイント（案））としてとりまとめた。

このポイント（案）で，樋門・樋管に発生する変状の全てを網羅するものではないが，多くの樋門・樋管で共通してみられる変状も有り，このポイント（案）の記述が樋門・樋管の確実な点検・評価に資することができれば幸いである。

ポイント（案）の見方

このポイント（案）では，樋門・樋管の函体によく見られる変状について，その発生位置や形態の特徴ごとに8種類紹介している。

各変状について，まず，左側のページでひび割れの特徴や考えられる原因等について図および表で説明している。また，事例の写真やスケッチを掲載している。右側のページ上部では，その変状程度を評価する際の着眼点をフロー図で紹介している。その下の表では，フロー図中の項目の具体的な方法・留意点について説明している。

変状の特徴

評価の着眼点（フロー）

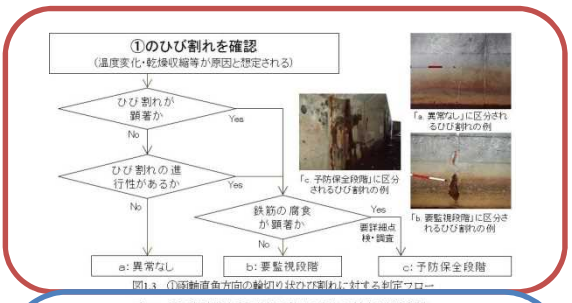


表1.1 ①函軸直角方向の輪切り状ひび割れに対する判定基準

判定項目	目視調査主体の判定	詳細な調査を併用した判定
ひび割れが顕著か	以下のいずれかの条件に合致する場合は、ひび割れは顕著と判定する。なお、以下のいずれかの条件に合致する場合でも、該当する箇所が極めて限定されている場合は、顕著でないと判断しても良い。 ・ ひび割れ幅が大きい（0.3mm以上）。 ・ ひび割れ部に漏水（跡）が確認。 ・ ひび割れ部に析出物が認められる。 ※析出物はひび割れ幅に含めない。	
ひび割れの進行性があるか	以下の条件に合致する場合は、ひび割れの進行性があると判定して良い。 ・ 過年度の点検結果等と比較して、ひび割れが進展（幅、明らかな数・長さの増大）。 ※ひび割れ幅は、季節で変動する場合があるため、ひび割れ幅の変化を評価する際は調査時期に注意が必要。	
鉄筋の腐食が顕著か	以下の条件に合致する場合は、コンクリート中の鉄筋の腐食が顕著と判定して良い。 ・ 複数箇所のひび割れ部にさび汁と疑われる析出物が認められる。 ※鉄筋の腐食箇所が限定的であれば、「b：要監視段階」に区分される。 ※目視調査で鉄筋の腐食状態を精度良く把握することは困難であり、詳細な調査を行うことが推奨される。	以下の条件に合致する場合は、コンクリート中の鉄筋の腐食が顕著と判定して良い。 ・ はつり出した鉄筋に断面欠損を伴う腐食が認められる。 ※鉄筋の腐食が表面さび程度であれば、「b：要監視段階」に再区分。 ※調査の結果、ひび割れが表面的なものであった場合，「ひび割れが顕著か」の判断に戻って顕著でないと再判断して良い。

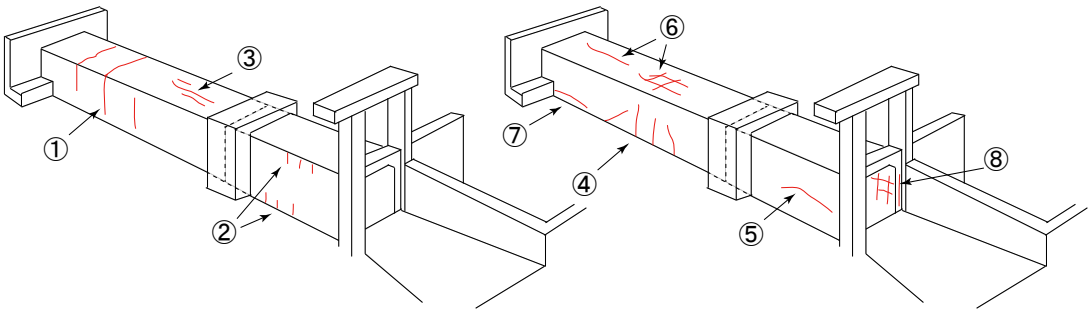
事例写真等

評価の具体的な方法・留意点

樋門・樋管の函体によく見られる変状

樋門・樋管の点検結果等を確認したところ，多様な変状が見られたが，その中でも比較的多くの構造物で生じているものなど，代表的な変状の例を下図に示した。次ページ以降で，それぞれについて説明する。

このうち，①は，樋門・樋管の函体に見られる変状のうち，最も事例が多いので初めに取りあげた。また，②～④は，①に対し事例は少ないものの，安全性への影響を考慮する必要があるものである。⑤～⑧は，①～④以外で特徴的な変状を抽出したものである。



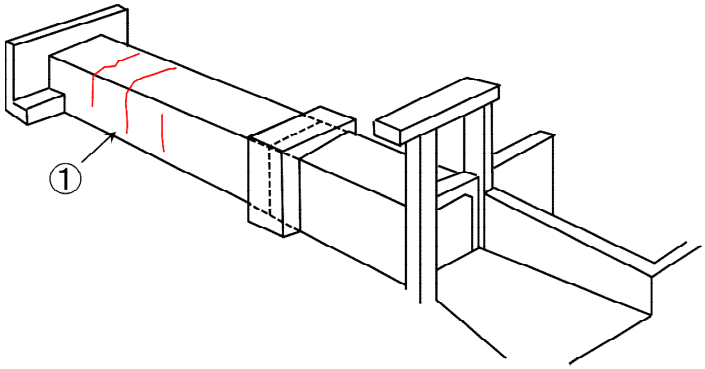
①函軸直角方向輪切り状ひび割れ
②鉄筋に沿ったひび割れ，コンクリートの剥離
③函軸方向のひび割れ（頂版中央付近）
④函軸直角方向・壁面斜め方向のひび割れ
⑤側壁函軸方向ひび割れ（コールドジョイント）
⑥頂版の不規則なひび割れ
⑦側壁函軸方向水面付近の変状（ひび割れ，剥離）
⑧呑口・吐口部の網目状ひび割れ

（参考）変状毎の点検結果評価区分

下表は，「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領（案），平成28年3月」から，変状毎の点検結果評価区分の定義を，また，樋門・樋管の函体等の破損を例にした点検結果評価区分の判定目安の案を引用したものである。樋門・樋管の変状事例には，函体でのクラックの発生が多かったが，それが耐久性に影響のあるクラックかどうか検討する際などに，このポイント（案）の記述を参考にすると良い。

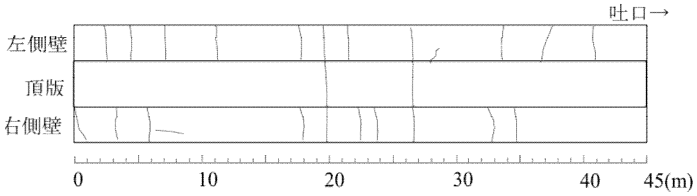
区分		状態	樋門・樋管の函体等の破損を例にした場合	変状確認	機能支障
a	異常なし	• 目視できる変状が確認できない健全な状態 • 施設の機能に支障が生じていない軽微な変状を含む	• 変状無し • 軽微な変状	なし	なし
b	要監視段階	• 堤防等河川管理施設の機能に支障が生じていないが，進行する可能性のある変状が確認され，経過を監視する必要がある状態 • 軽微な補修を必要とする変状を含む	• クラック，浮き，剥離，さび汁等	あり	なし
c	予防保全段階	• 堤防等河川管理施設の機能に支障が生じていないが，進行性があり予防保全の観点から，対策を実施することが望ましい状態 • 詳細点検等によって，堤防等河川管理施設の機能低下状態を再評価する必要がある状態	• 耐久性に影響を与える恐れのあるクラック • 断面の欠損 • 鉄筋の腐食	あり	なし
d	措置段階	• 堤防等河川管理施設の機能に支障が生じており，補修又は更新等の対策が必要な状態 • 詳細点検（調査を含む）によって機能に支障が生じていると判断され、対策が必要なものも含む	• 構造耐力に影響する断面欠損，鉄筋の顕著な腐食	あり	あり

①函軸直角方向の輪切り状ひび割れ

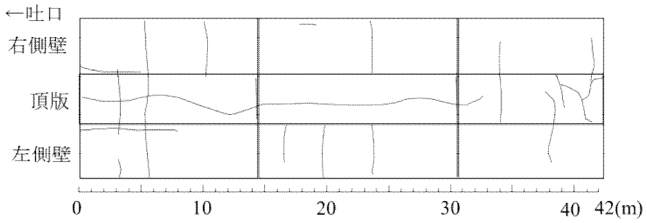


ひび割れ等の特徴	• 側壁や頂版で見られる。 • 函軸直角方向に輪切り状。 • 概ね等間隔（ひび割れ間隔が数m以上と比較的広い）。
想定される原因	• 温度変化や乾燥収縮等の影響により生じた寸法変化が拘束されたことが考えられる。
留意点	• 内部の鋼材（鉄筋）が腐食するまでは性能への影響は大きくない。 • 温度変化や乾燥収縮等の影響は、長期的（約５年後～）には収束が予想される。 • ④に比べてひび割れ間隔が広い。

図1.1　①函軸直角方向の輪切り状ひび割れの特徴等



北海道、18年経過



北海道、43年経過

※多数のひび割れが認められる事例を示した（ひび割れの間隔は概ね数m以上）。

図1.2　①函軸直角方向の輪切り状ひび割れのスケッチ例

山梨県、46年経過

秋田県、68年経過

北海道、18年経過

写真1.1　①函軸直角方向の輪切り状ひび割れの例

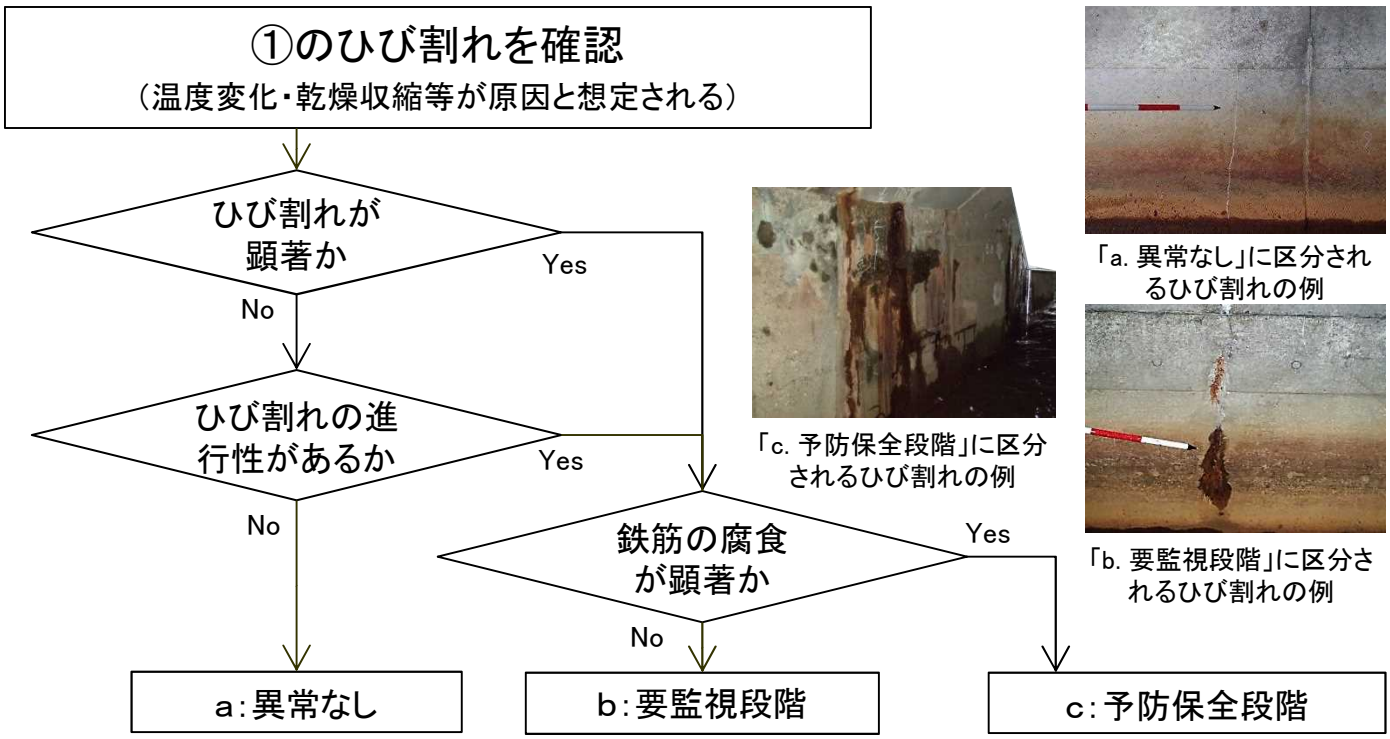
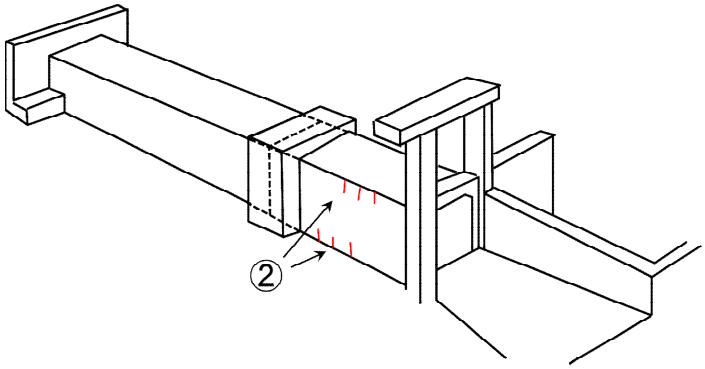


図1.3　①函軸直角方向の輪切り状ひび割れに対する判定フロー

表1.1　①函軸直角方向の輪切り状ひび割れに対する判定基準

判定項目	目視調査主体の判定	詳細な調査を併用した判定
ひび割れが顕著か	以下のいずれかの条件に合致する場合は，ひび割れは顕著と判定する。なお，該当する箇所が極めて限定されている場合は，顕著でないと判断しても良い。 • ひび割れ幅が大きい（0.3mm以上）。 • ひび割れ部に漏水（跡）が確認。 • ひび割れ部に析出物が認められる。	
ひび割れの進行性があるか	以下の条件に合致する場合は，ひび割れの進行性があると判定する。 • 過年度の点検結果等と比較して，ひび割れが進展（幅，明らかな数・長さの増大）。 ※ひび割れ幅は，季節で変動する場合があるため，ひび割れ幅の変化を評価する際は調査時期に注意が必要。	
鉄筋の腐食が顕著か	以下の条件に合致する場合は，コンクリート中の鉄筋の腐食が顕著と判定して良い。 • 複数箇所のひび割れ部にさび汁と疑われる析出物が認められる。 ※鉄筋の腐食箇所が限定的であれば，「b：要監視段階」に区分される。 ※目視調査で鉄筋の腐食状態を精度良く把握することは困難であり，詳細な調査を行うことが推奨される。	以下の条件に合致する場合は，コンクリート中の鉄筋の腐食が顕著と判定して良い。 • はつり出した鉄筋に断面欠損を伴う腐食が認められる。 ※鉄筋の腐食が表面さび程度であれば，「b：要監視段階」に再区分。 ※調査の結果，ひび割れが表面的なものであった場合，「ひび割れが顕著か」の判断に戻って顕著でないと再判断して良い。

②鉄筋に沿ったひび割れ，コンクリートの剥離



ひび割れ等の特徴	• 側壁や頂版で見られる。 • 概ね等間隔（配筋ピッチによるが，ひび割れ間隔は数10cm程度）。 • 鉄筋のかぶりが小さい。 • 鉄筋が露出していることが多い。
想定される原因	• 鉄筋の腐食。
留意点	• 腐食した鉄筋の腐食程度や範囲に留意が必要。 • 腐食原因（中性化，塩害）を明確にすることが必要。 • 鉄筋の配置が不適切でかぶりが小さかったため，中性化，塩害が生じている場合が多い。

図2.1　②鉄筋に沿ったひび割れ，コンクリートの剥離の特徴等

群馬県、37年経過
河口より143km

鳥取県、40年経過
河口より18.9km

長野県、81年経過
河口より53km

写真2.1　②鉄筋に沿ったひび割れ，コンクリートの剥離の例

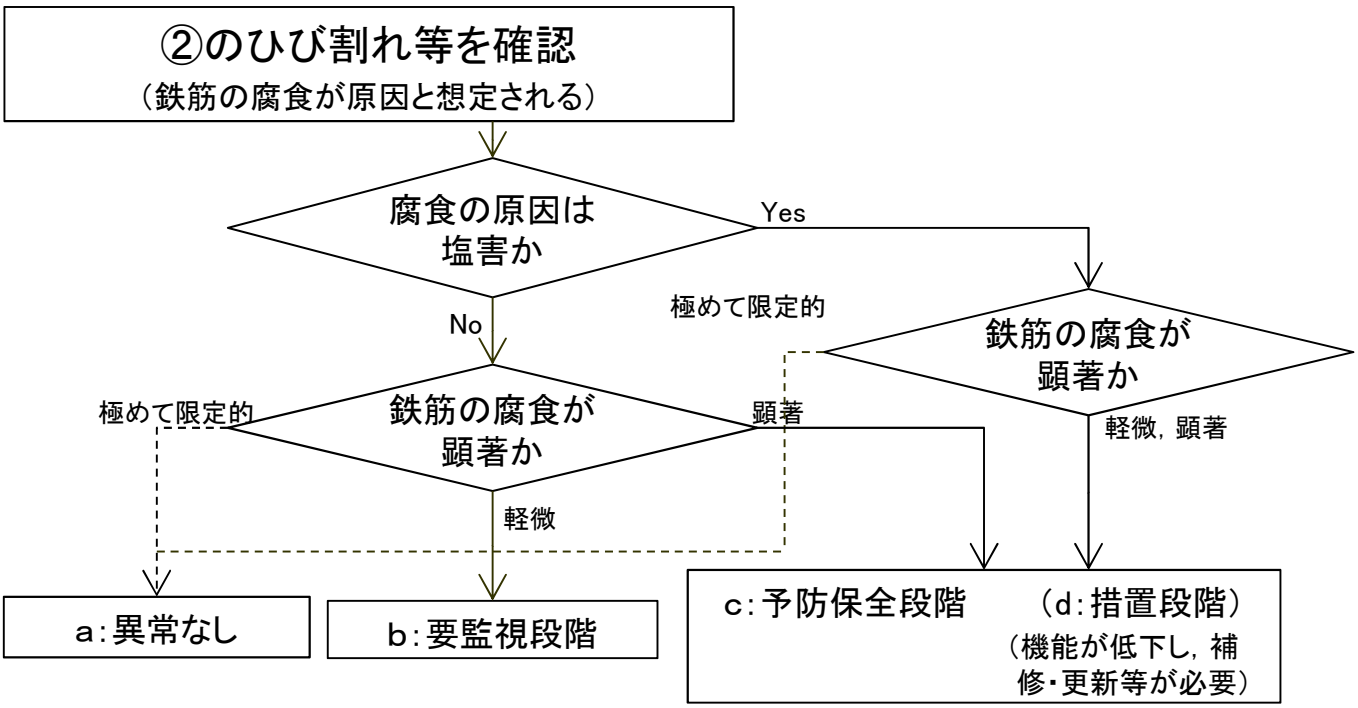
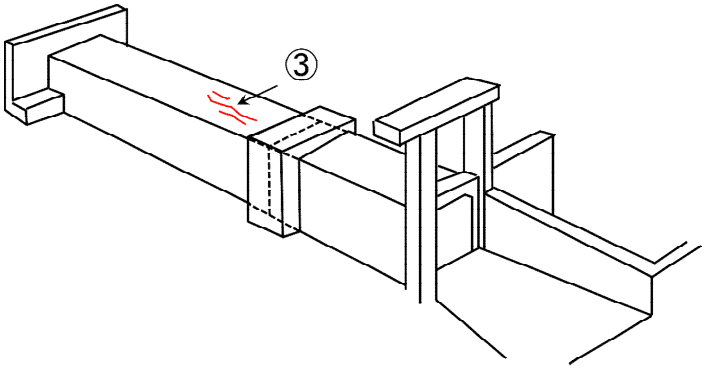


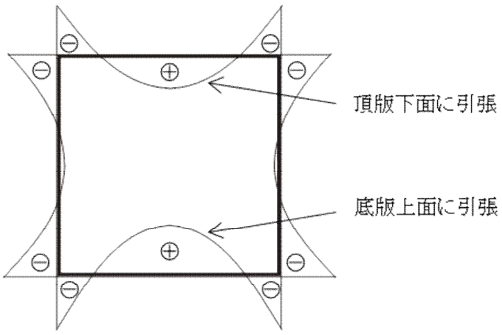
図2.3　②鉄筋に沿ったひび割れ，コンクリートの剥離に対する判定フロー

表2.1　②鉄筋に沿ったひび割れ，コンクリートの剥離に対する判定基準

判定項目	目視調査主体の判定	詳細な調査を併用した判定
腐食の原因は塩害か	以下のいずれかの条件に合致する場合は，塩害と判定し，それ以外は塩害でないと判定して良い。ただし，正確を期するため詳細な調査を行うのが望ましい。 • 道路橋示方書・同解説に示される塩害の影響地域に該当。 • 河口に近く海水の遡上が疑われる。 ※過去に建設された構造物の中には，建設当初からコンクリート中の塩化物イオン量が多く，鉄筋腐食の原因になっているものがある。これは，目視調査では明らかにできない。	以下の条件に合致する場合は，塩害と判定し，それ以外は塩害でないと判定して良い。 • 鉄筋近傍のコンクリート中に1.2kg/m^{3}程度以上の塩化物イオンが含まれている。 ※塩化物イオン量の測定は，JIS A 1154による。 ※鉄筋近傍の塩化物イオン量のみで判定するのではなく，表面からの塩化物イオン量の分布などを総合的に勘案し，影響の有無を検討することが望ましい。
鉄筋の腐食が顕著か	以下の条件に合致する場合は，コンクリート中の鉄筋の腐食が顕著と判定して良い。 • 複数箇所のひび割れ部にさび汁と疑われる析出物が認められる。 ※何らかの理由で，コンクリート表面付近に，構造上必要でない鉄筋が局所的に存在し，腐食ひび割れが生じている場合もある。この場合「極めて限定的な腐食」として，構造物の健全度評価上は無視しても良い。ただし，美観や第三者被害等については，適切に配慮しなければならない。	以下の条件に合致する場合は，コンクリート中の鉄筋の腐食が顕著と判定して良い。 • はつり出した（露出した）鉄筋に断面欠損を伴う腐食が認められる。 断面欠損を伴った鉄筋腐食の例 ※鉄筋の腐食やコンクリートの断面欠損が著しく，部材に求められる耐荷力を下回っていることが明らかな場合はdに区分される。

③函軸方向のひび割れ（頂版中央付近）

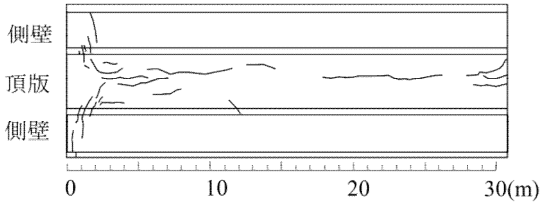




函体の曲げモーメント図の例

ひび割れの特徴	• 頂版の中央付近で見られる。 • ひび割れは函軸方向
想定される原因	• 荷重による曲げひび割れ（土圧などの荷重の影響，竣工時から認められる場合，施工時の荷重，型枠のはらみ等も考えられる）は，この方向に生じると想定される。 • 軽微なひび割れについては，乾燥収縮等の影響により生じることも想定される。
留意点	• 荷重によるものと判断するためには，設計計算等を確認する必要がある。 • ただちに耐荷力不足を意味するものではないが，ひび割れの進展や荷重の変化に留意するとよい。

図3.1　③函軸方向のひび割れ（頂版中央付近）の特徴等



高知県、21年経過

図3.2　③函軸方向のひび割れ（頂版中央付近）のスケッチ例

漏水を伴っている例

高知県、21年経過

写真3.1　③函軸方向のひび割れ（頂版中央付近）の例
（チョークによる強調あり）

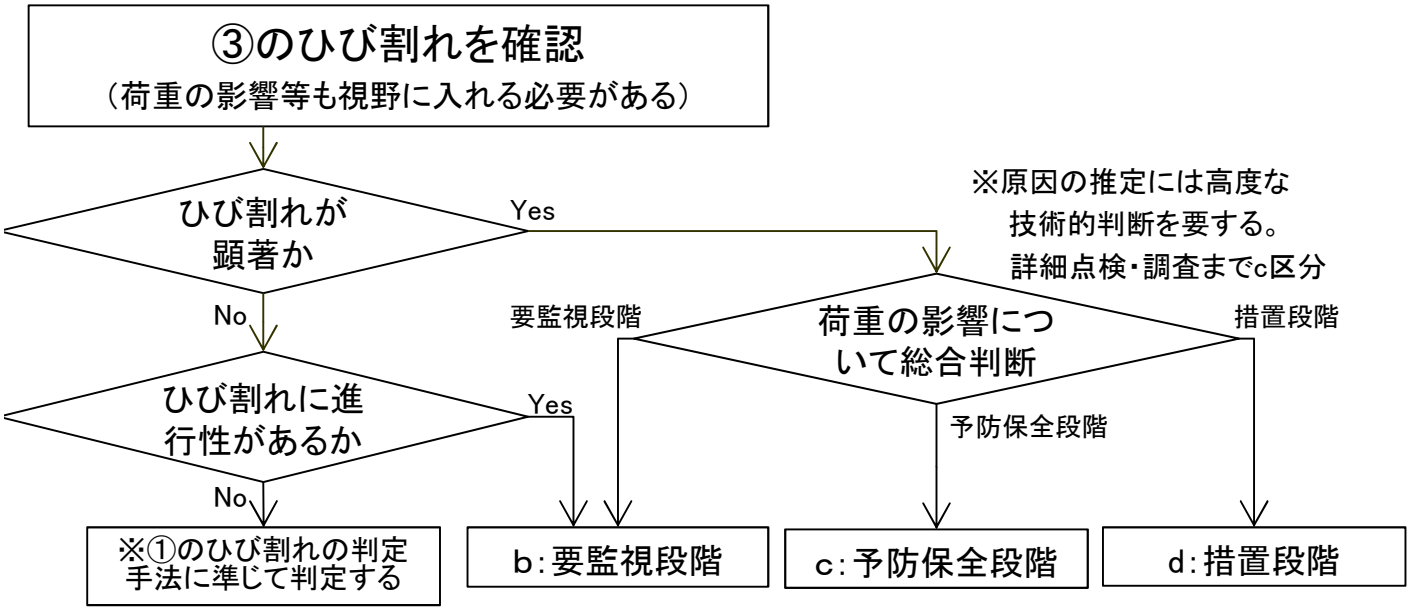
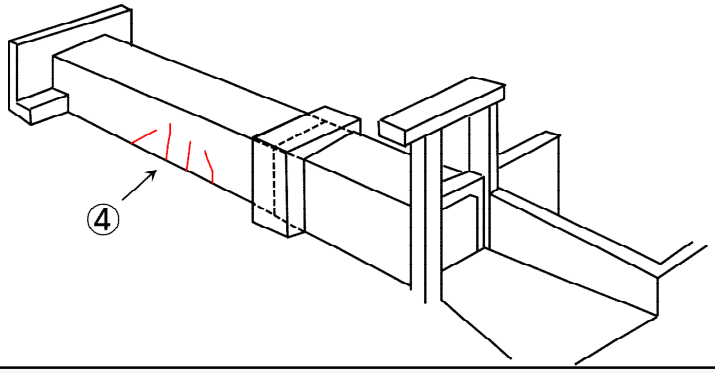


図3.3　③函軸方向のひび割れ（頂版中央付近）に対する判定フロー

表3.1　③函軸方向のひび割れ（頂版中央付近）に対する判定基準

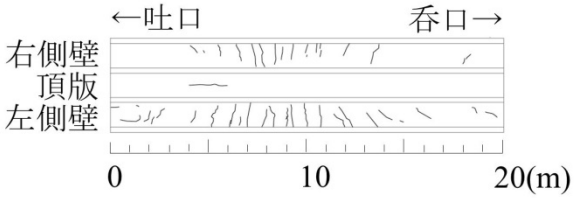
判定項目	目視調査主体の判定	詳細な調査を併用した判定
ひび割れが顕著か	①のひび割れに対する判定手法を準用して良い。	
ひび割れに進行性があるか	ひび割れに進行性があるかどうかの判定は，①のひび割れに対する判定手法を準用して良い。	
荷重の影響について総合判断	荷重の影響については，目視調査のみでは評価が困難であり，詳細な検討を行うまでは，c：予防保全段階に区分する。	以下の観点で必要な検討を行って判定する。判定には，河川コンクリート構造物の設計経験を有する技術者等の知識が求められる。 • 函体に異常な変形が見られないか確認する。 • 設計計算上，ひび割れ箇所の応力が大きいか確認する。 • 外力等の荷重条件がひび割れの生じている箇所で厳しいか，また，過去に外力等の荷重条件に変化がなかったか確認する。 • 過年度の点検結果等と比較して，ひび割れの進展（幅，明らかな長さ・数の増大）があるか確認する。 • ひび割れ箇所で鉄筋の顕著な腐食が生じるか確認する。

④函軸直角方向･壁面斜め方向のひび割れ

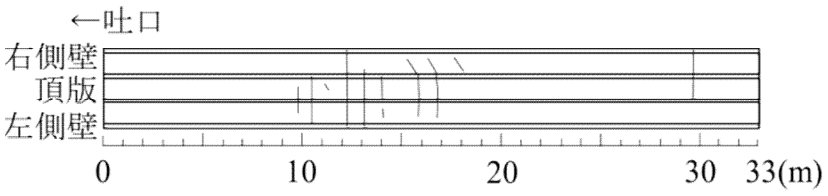


ひび割れの特徴	• 主に剛構造で見られる。 • 主に側壁で見られる。 • 函軸直角方向に輪切り状。 • 一部斜め方向のひび割れ。 • 曲げを受けたようなひび割れ。 • 概ね等間隔（ひび割れ間隔が1m以下程度）。 • 貫通しやすい（漏水等を伴うことがある）。
想定される原因	• 不同沈下が考えられる。
留意点	• 函体周囲の空洞化が生じ易い（剛構造）。 • 継手の開き・段差、抜け上がり等が同時に発生していることもある。 • ひび割れは，背面まで貫通していると考えられる。

図4.1　④函軸直角方向・壁面斜め方向のひび割れの特徴等



宮城県、45年経過、杭基礎



高知県、26年経過、杭基礎

※多数のひび割れが認められる事例を示した（ひび割れの間隔が1m以下と比較的狭いものが多い）。

図4.2　④函軸直角方向・壁面斜め方向のひび割れのスケッチ例

岩手県、48年経過、直接基礎

宮城県、45年経過、杭基礎

高知県、26年経過、杭基礎

写真4.1　④函軸直角方向・壁面斜め方向のひび割れの例
（チョークによる強調あり）

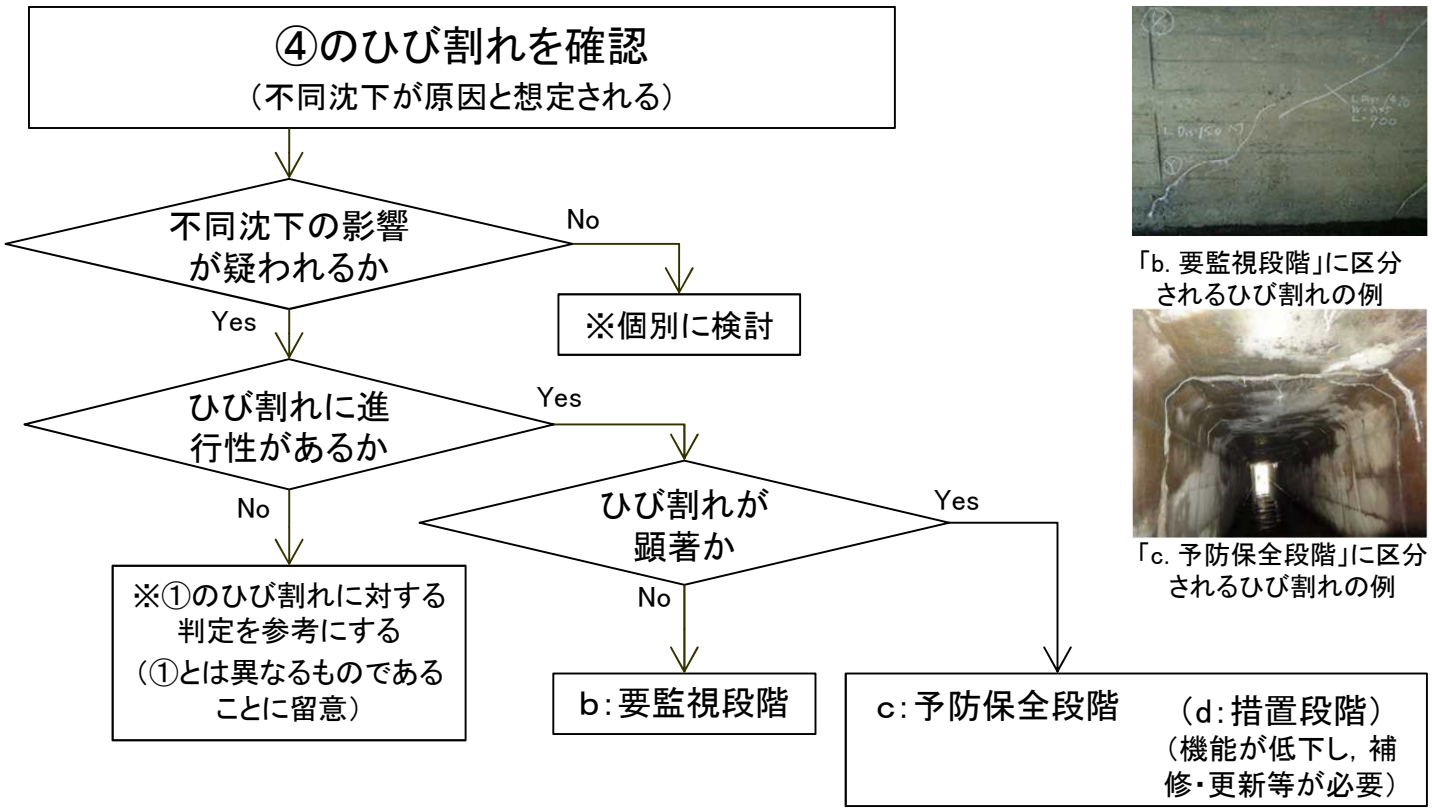
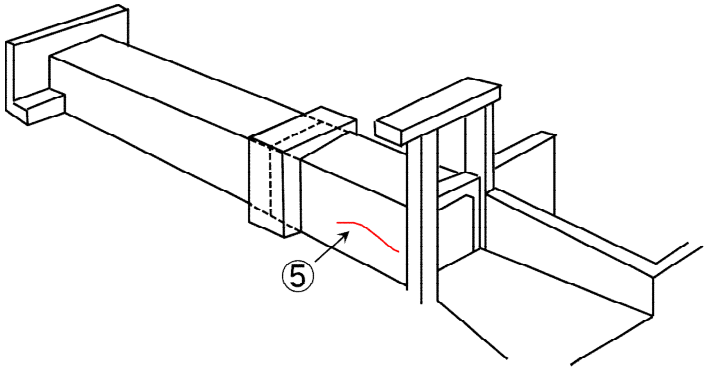


図4.3　④函軸直角方向・壁面斜め方向のひび割れに対する判定フロー

表4.1　④函軸直角方向・壁面斜め方向のひび割れに対する判定基準

判定項目	目視調査主体の判定	詳細な調査を併用した判定
不同沈下の影響が疑われるか	④のような斜め方向のひび割れの生じた原因としては，不同沈下が強く疑われるが，他の原因が考えられる場合は，排除せず個々の事例に応じて検討すると良い。なお，以下の現象にも着目すると良い。 • 函体の抜け上がり • 継手（止水版）部の開き • 堤防盛土の位置とひび割れ位置の関係 • 柔構造の場合は，可とう継手の変形状況	
ひび割れに進行性があるか	ひび割れに進行性があるかどうかの判定は，①のひび割れに対する判定手法を準用して良い。 なお，ひび割れの進行が止まっている場合，ひび割れが耐久性に与える影響に関しては，①のひび割れに対する判定フローを参考に検討できる。ただし，ひび割れの原因となった不同沈下等により，函体底版下等の空洞化など，別の問題が生じていないか，別途確認を要する。	
ひび割れが顕著か	不同沈下による影響が進行しつつある段階においては，目視調査のみでは評価が困難であり，詳細な検討を行うまでは，c：予防保全段階に区分する。	③のひび割れで荷重の影響について総合判断する際の考え方を参考に検討する。 なお，不同沈下が極端に進行すると，函体周囲の空洞化、継手部の破損などの問題が生じてくることも考えられる。また，貫通したひび割れの幅が著しく大きくなると，ひび割れから背面の土砂等が流入する恐れもある。 このような点を総合的に検討し，直ちに補修・更新等が必要な場合はdに区分する。

⑤側壁函軸方向ひび割れ（コールドジョイント）



ひび割れの特徴	• 主に側壁で見られる。 • 函軸方向（打ち重ね面は水平にできやすい） • 貫通しやすい（漏水等を伴うことが多い）
想定される原因	• 施工時に生じたコールドジョイント （不適切な打ち継ぎ）
留意点	• 漏水が顕著な場合は，函体周囲の空洞化に注意するのがよい。 • 茶色の析出物はさび汁とは限らない

図5.1　⑤側壁函軸方向ひび割れ（コールドジョイント）の特徴等

三重県、39年経過

北海道、48年経過

高知県、48年経過

写真5.1　⑤側壁函軸方向のひび割れ（コールドジョイント）の例

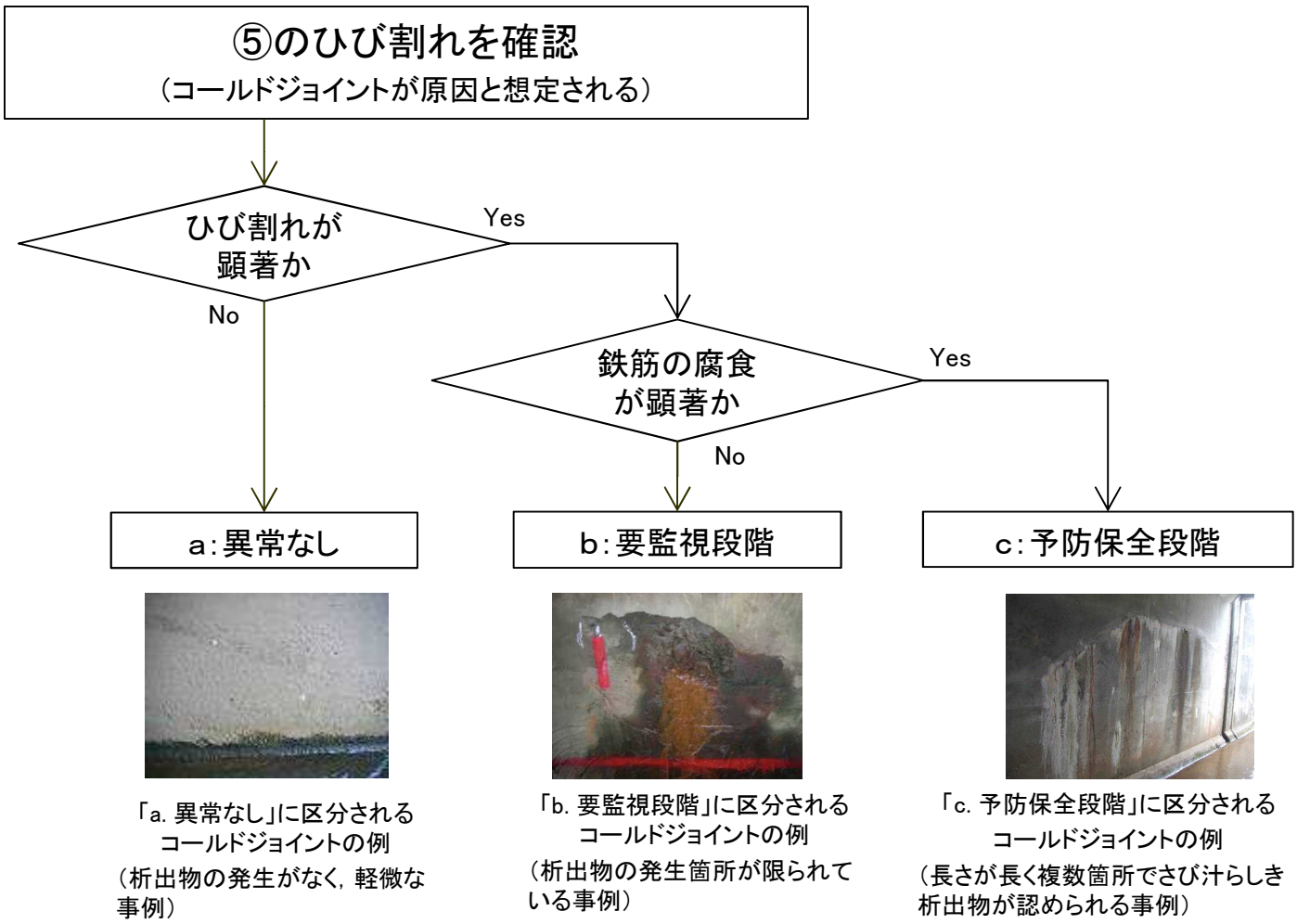
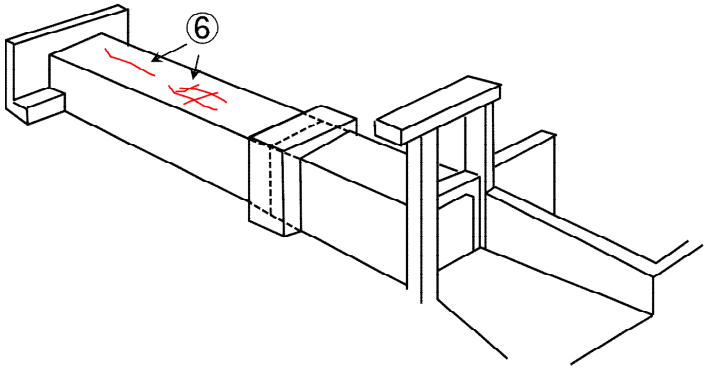


図5.2　⑤側壁函軸方向のひび割れ（コールドジョイント）に対する判定フロー

表5.1　⑤側壁函軸方向のひび割れ（コールドジョイント）に対する判定基準

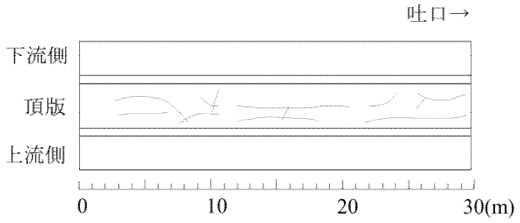
判定項目	目視調査主体の判定	詳細な調査を併用した判定
ひび割れが顕著か	①のひび割れに対する判定手法を準用して良い。 ※顕著でないひび割れについては，構造物への影響は大きくないと判断できる。 ※過年度の点検結果と比較すると良い。コールドジョイントが原因であればひび割れの進展が認められる可能性は小さい。ひび割れの進展が明らかであれば，他の原因を検討する必要がある。	
鉄筋の腐食が顕著か	鋼材の腐食が顕著かどうかの判定は，①のひび割れに対する判定手法を準用して良い。	

⑥頂版の不規則なひび割れ

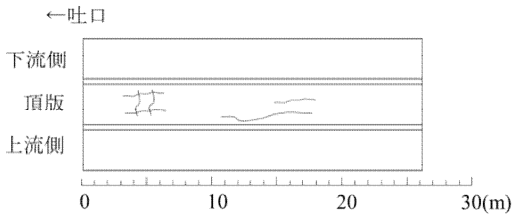


ひび割れの特徴	• 頂版で見られるひび割れで，函軸方向や網目状の不規則なひび割れ • ひび割れ幅が比較的小さい(0.3mm以下程度)ものが多い
想定される原因	• コンクリートの表層と内部の乾燥収縮量の差 • 荷重の影響(③参照) • アルカリシリカ反応(⑧参照) • 軽微なひび割れの原因特定は，困難
留意点	• 内部の鉄筋が腐食するまでは性能への影響は大きくない。

図6.1　⑥頂版函軸方向・不規則網目状ひび割れの特徴等



鳥取県、12年経過



鳥取県、15年経過

図6.2　⑥頂版函軸方向・不規則網目状ひび割れのスケッチ例

高知県、31年経過

鳥取県、12年経過

鳥取県、15年経過

写真6.1　⑥頂版函軸方向・不規則網目状ひび割れの例
（チョークによる強調あり）

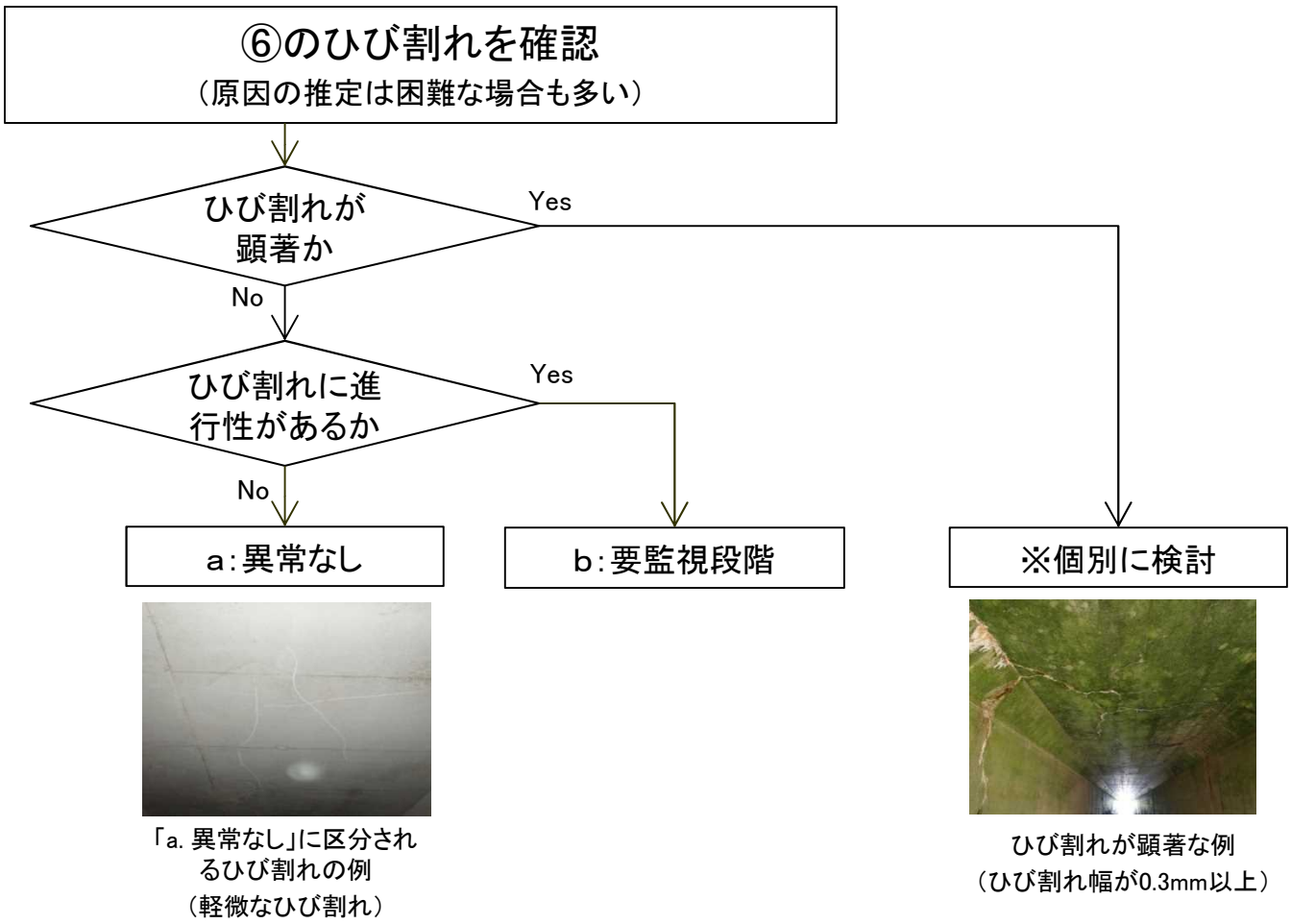
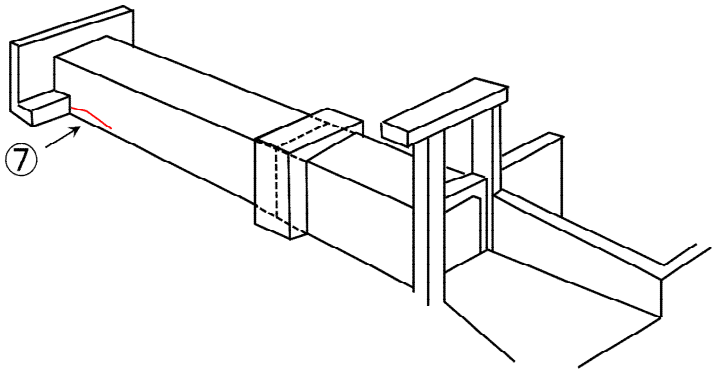


図6.3　⑥頂版函軸方向・不規則網目状ひび割れに対する判定フロー

表6.1　⑥頂版函軸方向・不規則網目状ひび割れに対する判定基準

判定項目	目視調査主体の判定	詳細な調査を併用した判定
ひび割れが顕著か	ひび割れが顕著かどうかの判定は，①のひび割れに対する判定手法を準用して良い。 ひび割れが顕著な場合は，その原因を個別に検討するのが良い。	
ひび割れに進行性があるか	ひび割れに進行性があるかどうかの判定は，①のひび割れに対する判定手法を準用して良い。 顕著でないひび割れについては，一般にすぐに耐荷力等に影響を与えることは考えにくいが，進行性がある（疑われる）場合は，観察箇所を決めて経過を観察するのが良い。	ひび割れが存在しても顕著でない程度の場合は，調査によって原因を明らかにすることが困難であることが予想される。また，ただちに耐荷力等への影響が生じることも考えにくいので，当面は経過観察とするのがよい。 ※短期間のうちに顕著なひび割れの進行が見られた場合は，ｃ：予防保全段階に区分する。

⑦側壁函軸方向水面付近の変状（ひび割れ，剥離）



ひび割れの特徴	• 側面（水面付近）で見られる • 函軸方向
想定される原因	• 流水によるすり減り等がひび割れのように見える場合もある。
留意点	

図7.1　⑦側壁函軸方向水面付近（ひび割れ状のもの）の特徴等

北海道、37年経過

秋田県、53年経過

写真7.1　⑦側壁函軸方向水面付近（ひび割れ状のもの）の例

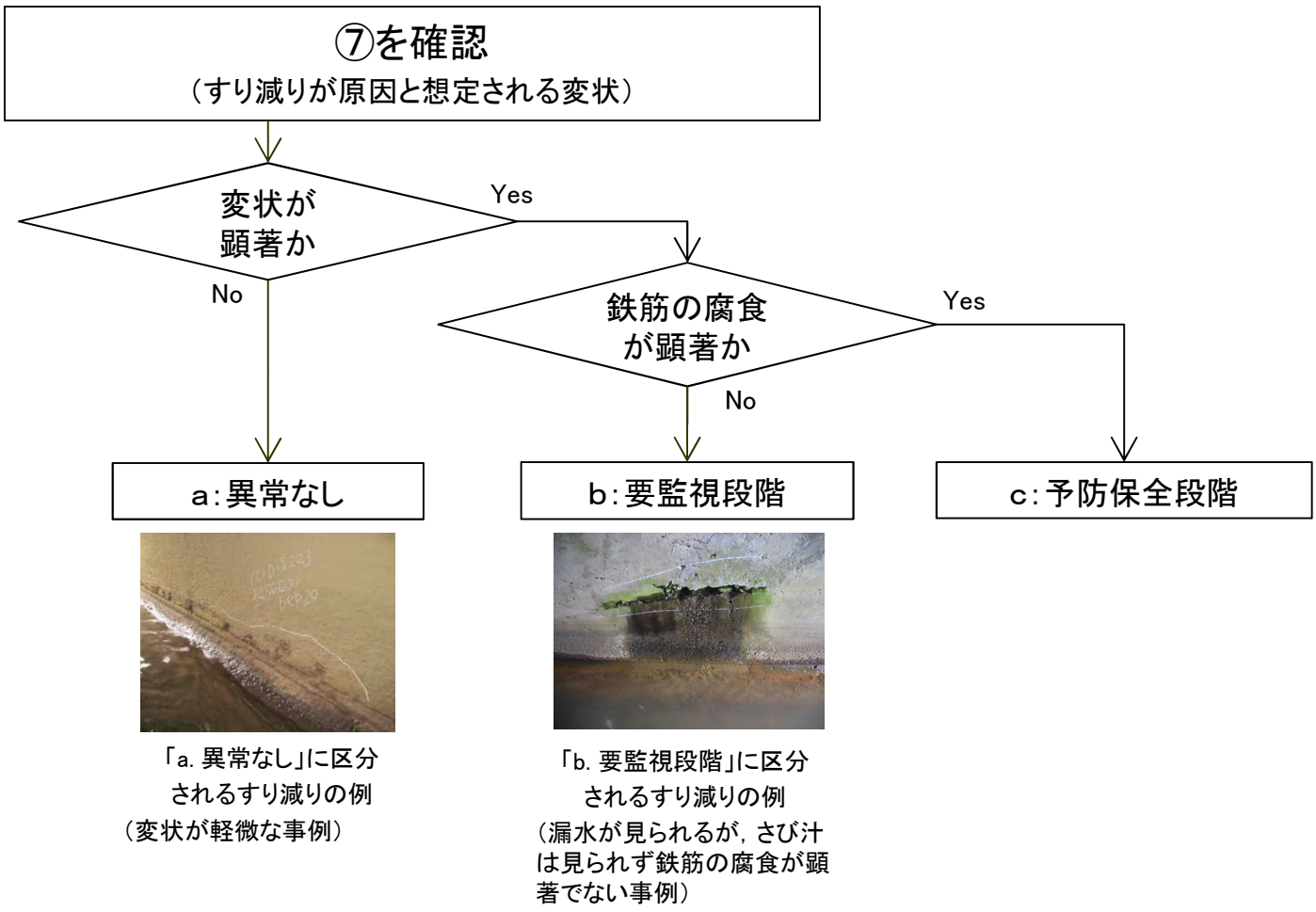
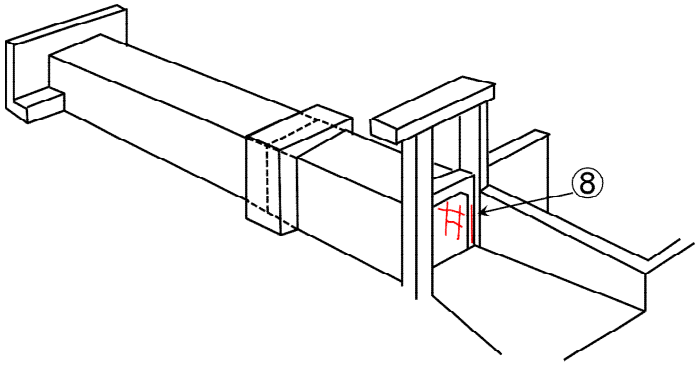


図7.3　⑦側壁函軸方向水面付近（ひび割れ状のもの）に対する判定フロー

表7.1　⑦側壁函軸方向水面付近（ひび割れ状のもの）に対する判定基準

判定項目	目視調査主体の判定	詳細な調査を併用した判定
変状が 顕著か	以下のいずれかの条件に合致する場合は，変状は顕著と判定して良い。なお，以下のいずれかの条件に合致する場合でも，該当する箇所が極めて限定されている場合は，顕著でないと判定しても良い。 • 変状が鉄筋近傍まで達していると疑われる。 • 貫通が疑われる析出物が認められる。	
鉄筋の腐食が 顕著か	鉄筋の腐食が顕著かどうかの判定は，①のひび割れに対する判定手法を準用して良い。	

⑧呑口･吐口部の網目状ひび割れ



ひび割れの特徴	• 呑口，吐口付近の不規則な網目状のひび割れ，または単独のひび割れ • 門柱や操作台等にも同種のひび割れが認められる場合もある
想定される原因	• 呑口，吐口付近は，函体内部よりも日射等の影響を受けやすいのでひび割れが顕在化しやすい。 • アルカリシリカ反応（ASR）や乾燥収縮，凍害など種々の原因が考えられる。
留意点	• ASRによるひび割れの場合，特に函体部分では背面土砂からの水の供給を絶つのが難しいことから，補修で劣化を抑えることが特に難しい。

図8.1　⑧呑口・吐口部の不規則網目状ひび割れの特徴等

門柱にASR
鳥取県、29年経過

函体もASRが疑われる

凍害の例
北海道、41年経過

写真8.1　⑧呑口・吐口部の不規則網目状ひび割れの例

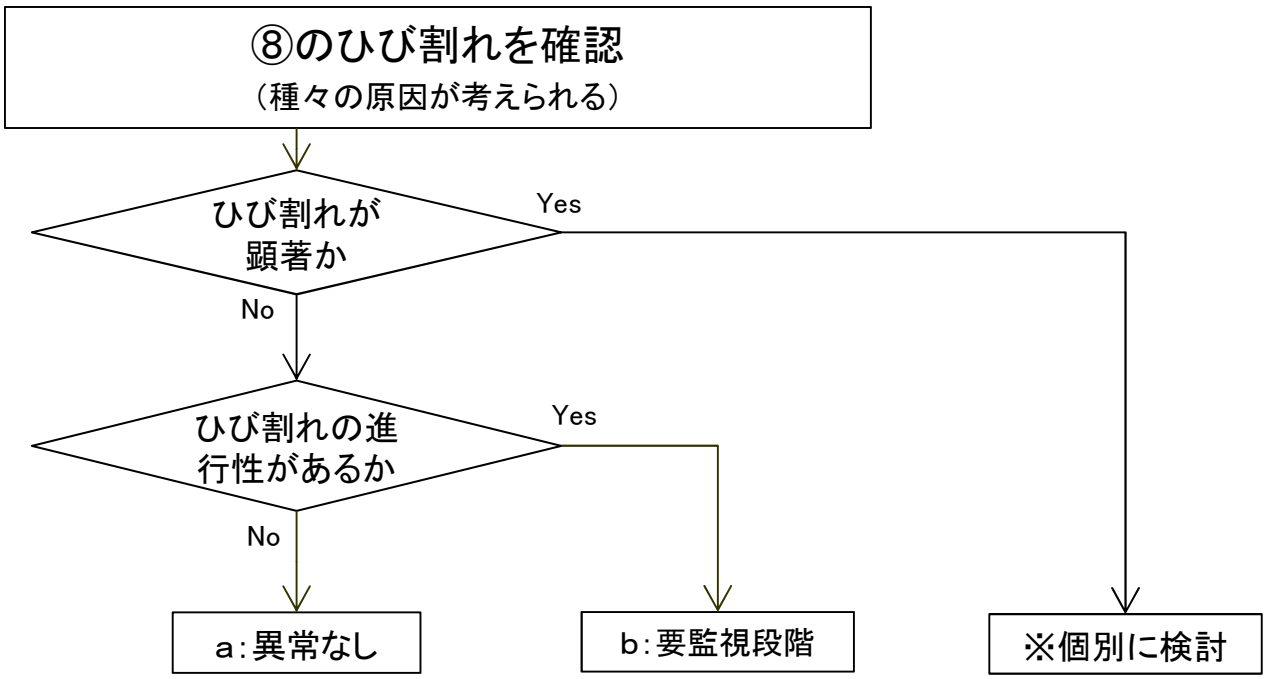


図8.2　⑧呑口・吐口部の不規則網目状ひび割れに対する判定フロー

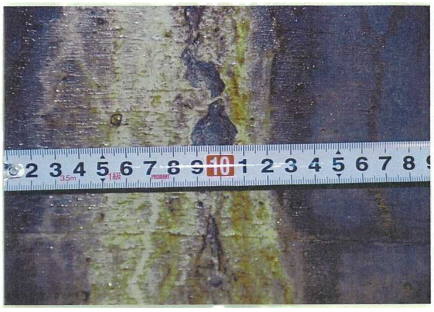
表8.1　⑧呑口・吐口部の不規則網目状ひび割れに対する判定基準

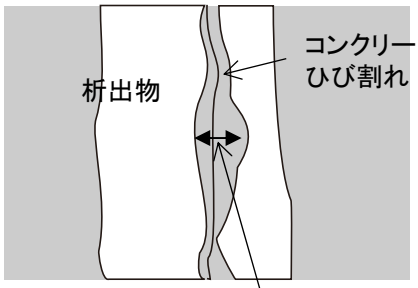
判定項目	目視調査主体の判定	詳細な調査を併用した判定
ひび割れが 顕著か	ひび割れが顕著かどうかの判定は，①のひび割れに対する判定手法を準用して良い。 ひび割れが顕著な場合は，その原因を個別に検討するのが良い。	アルカリシリカ反応（ＡＳＲ）については，「アルカリ骨材反応による劣化を受けた道路橋の橋脚・橋台躯体に関する補修・補強ガイドライン（案）」（平成20年3月，近畿地方整備局ホームページ）等を参考に調査を行うと良い。調査は。ＡＳＲ構造物の調査経験のある技術者が行うのが良い。
ひび割れの 進行性が あるか	ひび割れの進行性があるかどうかの判定は，①のひび割れに対する判定手法を準用して良い。 顕著でないひび割れについては，一般にすぐに耐荷力等に影響を与えることは考えにくいが，進行性がある（疑われる）場合は，観察箇所を決めて経過を観察するのが良い。	ひび割れが存在しても顕著でない程度の場合は，調査によって原因を明らかにすることが困難であることが予想される。 ※短期間のうちに顕著なひび割れの進行が見られた場合は，ｃ：予防保全段階と判定する。

目視調査（ひび割れ幅調査）の留意点

近接して目視調査を行う場合は，比較的簡易に測定できる変状の程度の指標として，ひび割れ幅を測定することが考えられる。その際は以下の点に注意するのが良い。

・表面に付着した析出物によって，実際よりもひび割れ幅を大きく／小さく評価してしまうおそれがあるので，析出物が多い場合はこれを除去するのが良い。
・ひび割れ開口部では，局所的に角欠け等が生じて幅が大きく見える場合がある。このような局所のひび割れ幅は，部材としての変状の程度を代表する指標としては不適切である。
・季節による温度変化等により，ひび割れがわずかに開閉することが考えられるので，異なる時期の調査結果を比較する際には，測定時期にも着目するのが良い。





17mmはこの間を
測定しているように見える

報告ではひび割れ幅17mm

角欠け部で局所的に幅が大きいように見える

報告ではひび割れ幅8mm

図9.1　ひび割れ幅の測定結果に疑問がある事例

ひび割れ等の劣化の原因を考慮した補修の考え方

進行性の高い劣化要因がない場合
→必要に応じてひび割れや鋼材（腐食）の補修を行う
・温度ひび割れ、乾燥収縮ひび割れ
・中性化
・特に劣化要因がない

進行性の高い劣化要因が有る場合
→必要に応じてひび割れや鉄筋（腐食）の補修を行うが，劣化の進行抑制に配慮して行うことが必要である。
・塩害
・凍害
・アルカリシリカ反応
・その他（荷重の影響が顕著な場合，不同沈下が進行している場合など）

表10.1　ひび割れパターンと考慮すべき劣化要因

	ひび割れパターン	考慮すべき劣化要因	備考
進行性の高い劣化要因がない	① ②※塩害以外 ③※荷重の影響が顕著な場合を除く ④※ひび割れの進展が止まっている場合 ⑤ ⑥※荷重の影響が顕著な場合，アルカリシリカ反応の場合を除く ⑦ ⑧※凍害，アルカリシリカ反応の場合を除く	中性化	表10.2参照
進行性の高い劣化要因が有る	②※塩害	塩害	表10.3参照
	⑧※凍害	凍害	表10.4参照
	⑧※アルカリシリカ反応	アルカリシリカ反応	表10.5参照
	③※荷重の影響が顕著 ④※ひび割れの進展が止まっていない場合	その他（不同沈下，荷重の影響など）	

ひび割れ等の劣化の原因を考慮した補修の考え方

進行性の高い劣化要因がない場合の補修

表10.2　進行性の高い劣化要因がない場合の代表的な補修方法

評価区分	代表的な補修方法	参考文献，留意点
a．異常なし b．要監視段階	（ただちに補修が費用な状況ではないが，予防的に行う場合は，c．に対する記述を参考にする）	
c．予防保全段階	＜鉄筋腐食に対する補修＞ ・著しい腐食が生じ，破断のおそれもある鉄筋は，新たな鉄筋を断面内に配置して置き換える。 ＜ひび割れに対する補修＞ ・ひび割れ注入工法により補修する。 ひび割れ注入工法の例 ＜断面の欠損に対する補修＞ ・断面修復工法により補修する。 劣化部のはつり出し状況	＜ひび割れ，断面の欠損＞ 土木学会「表面保護工法設計施工指針（案）」（平成17年，4月）
d．措置段階	（構造物の状況に応じて，個別に検討する）	

ひび割れ等の劣化の原因を考慮した補修の考え方

進行性の高い劣化要因がある場合の補修

表10.3　塩害の影響を考慮する場合の代表的な補修方法

評価区分	代表的な補修方法	参考文献，留意点
ａ．異常なし ｂ．要監視段階	（ただちに補修が費用な状況ではないが，予防的に行う場合は，ｃ．に対する記述を参考にする）	
ｃ．予防保全段階	表10.2の補修に加え以下の点を考慮する。 ＜塩分を多く含むコンクリートの除去＞ ・将来の鉄筋腐食を防ぐため，塩化物イオンを多く含む（目安として1.2kg/m^3）コンクリートをはつりとって断面を修復するのが望ましい。ただし，はつり作業によって部材の安全性が損なわれない範囲とする。また，鉄筋の錆は除去する。 断面修復工法（吹付け）の例 ＜鉄筋腐食に対する補修＞ ・鉄筋を置き換える場合は，エポキシ樹脂塗装鉄筋などの防食性能の高い鉄筋の採用を考慮すると良い。 エポキシ樹脂塗装鉄筋の例	・ステンレス鉄筋は塩害環境下で一般的な鉄筋（炭素鋼）よりも防食性能が高い。しかし，腐食環境下でステンレス鉄筋と炭素鋼の鉄筋が接触すると，鉄筋（炭素鋼）の腐食が促進されることに注意を要する。 ・鉄筋の腐食のことを考えると塩分を多く含むコンクリートはなるべく除去することが望ましいが，はつり範囲を大きくすると，作業中に部材の断面欠損部分が大きくなるので，安全性について十分配慮するものとする。 ・はつり作業中に鉄筋を傷つけることがないように，十分配慮するものとする。
ｄ．措置段階	（構造物の状況に応じて，個別に検討する）	

ひび割れ等の劣化の原因を考慮した補修の考え方

進行性の高い劣化要因がある場合の補修

表10.4　凍害の影響を考慮する場合の代表的な補修方法

評価区分	代表的な補修方法	参考文献，留意点
a．異常なし b．要監視段階	（ただちに補修が費用な状況ではないが，予防的に行う場合は，c．に対する記述を参考にする）	
c．予防保全段階	表10.2の補修に加え以下の点を考慮する。 ＜著しく劣化したコンクリートの除去＞ ・著しく劣化した部位については，コンクリート部分をはつりとって断面修復することも考えられる。ただし，はつり作業によって部材の安全性が損なわれない範囲とする。（著しい部分のみをはつったのでは、再劣化する。ゆるみを残してはならない） 断面修復工法の例	土木研究所寒地土木研究所「樋門の凍害劣化事例集」（平成25年，3月） ・補修時のはつり作業によって微細なひび割れが生じると，コンクリート中に水が浸入しやすくなり，凍害の起点となり得るので，十分配慮するものとする。
d．措置段階	（構造物の状況に応じて，個別に検討する）	

ひび割れ等の劣化の原因を考慮した補修の考え方

進行性の高い劣化要因がある場合の補修

表10.5　アルカリシリカ反応の影響を考慮する場合の代表的な補修方法

評価区分	代表的な補修方法	参考文献，留意点
ａ．異常なし ｂ．要監視段階	（ただちに補修が費用な状況ではないが，予防的に行う場合は，ｃ．に対する記述を参考にする）	
ｃ．予防保全段階	表10.2の補修に加え以下の点を考慮する。 ＜著しく劣化したコンクリートの除去＞ ・著しく劣化した部位については，コンクリート部分をはつりとって断面修復することも考えられる。ただし，はつり作業によって部材の安全性が損なわれない範囲とする。	・現状では，アルカリシリカ反応が生じた構造物の補修として確実性の高いものは存在しないので，これまでの劣化の進行速度や施設の予定供用期間などを考慮して総合的に検討することが必要である。 ・アルカリシリカ反応が生じた構造物の補修対策として，過去には表面被覆が行われた事例が多い。しかし，樋門の函体等では，背面土砂からの水分供給を防ぐことが困難なこと，補修によって表面が観察しにくくなり，劣化の進行を把握することが困難になることが課題である。 ・近年，撥水系の表面含浸材の適用例が増えている。ただし，特に水中など水圧のかかる部位では，水分の侵入を抑制できる効果に疑問が残るのでので，頻繁に水中に没する部位のアルカリシリカ反応に対する補修には必ずしも適していない。
ｄ．措置段階	（構造物の状況に応じて，個別に検討する）	