

事務連絡

平成28年3月30日

北海道開発局 河川管理課長 殿  
各地方整備局 河川部長 殿

国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課  
河川保全企画室長

## 浸透・侵食に関する監視の強化について

平成26年4月に「避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン(内閣府)」が改訂され、地域防災計画等における避難勧告の判断基準の設定例として漏水等に関する記述が追加された。また、平成24年7月九州北部豪雨による矢部川の決壊等を踏まえ、「洪水時における情報提供の充実について(平成27年4月8日、水管理・国土保全局長 通達)」に基づき、浸透・侵食の監視の強化に取り組んできたところである。

このたび、平成27年の出水期における浸透・侵食の監視の実施状況を踏まえ、より効果的、効率的な監視が可能となるよう「堤防技術研究委員会漏水等管理技術検討ワーキンググループ」において検討を行い、「河川管理者のための浸透・侵食に関する重点監視の手引き(案)」(以下「手引き」という。)を改訂した。

今後、手引きに基づき、管理区間内の堤防について、堤防機能に支障を及ぼす変状が生じる可能性が高い区間(以下「重点監視区間」という。)の見直しを行い、平成29年の出水期から見直し後の重点監視区間に基づき、浸透・侵食の監視の強化に取り組まれない。

また、現在、漏水等の種別について重要水防箇所が設定されているが、重点監視区間が設定されていない河川については、重点監視区間の見直しを行うまでの間、出水時に堤防や河道の状況に基づき注意すべき箇所を設定する等、出水時巡視において漏水等の堤防の変状の把握に努められたい。

なお、「浸透・侵食に関する監視の強化について(平成27年2月24日、河川保全企画室長等事務連絡)」は廃止する。

事務連絡

平成28年3月30日

各都道府県 土木担当部長 殿

各指定都市 土木担当部長 殿

国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課

河川保全企画室長

## 浸透・侵食に関する監視の強化について

平成26年4月に「避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン(内閣府)」が改訂され、地域防災計画等における避難勧告の判断基準の設定例として漏水等に関する記述が追加されました。また、平成24年7月九州北部豪雨による矢部川の決壊等を踏まえ、「洪水時における情報提供の充実について(平成27年4月8日、水管理・国土保全局長 通達)」に基づき、浸透・侵食の監視の強化に取り組んできたところです。

このたび、平成27年の出水期における浸透・侵食の監視の実施状況を踏まえ、より効果的、効率的な監視が可能となるよう「堤防技術研究委員会漏水等管理技術検討ワーキンググループ」において検討を行い、「河川管理者のための浸透・侵食に関する重点監視の手引き(案)」(以下「手引き」という。)を改訂したので、参考までに通知します。

なお、国管理河川では、今後、手引きに基づき、管理区間内の堤防について、堤防機能に支障を及ぼす変状が生じる可能性が高い区間(以下「重点監視区間」という。)の見直しを行い、平成29年の出水期から見直し後の重点監視区間に基づき、浸透・侵食の監視の強化に取り組むこととしています。

なお、「浸透・侵食に関する監視の強化について(平成27年2月24日、河川保全企画室長等事務連絡)」は廃止します。

# 河川管理者のための浸透・侵食に関する重点監視の手引き(案)

平成28年3月

国土交通省 水管理・国土保全局

河川環境課 河川保全企画室

# 目 次

1. はじめに.....	1
2. 重点監視区間の設定手法.....	2
2.1 重点監視区間の設定の基本的考え方.....	2
2.2 重点監視区間の設定の概要.....	3
2.3 重要水防箇所の確認.....	4
2.4 重点監視区間の設定.....	5
2.4.1 「基盤漏水」に関する重点監視区間の設定方法.....	5
2.4.2 「法崩れ・すべり」に関する重点監視区間の設定.....	7
2.4.3 重点監視区間の設定にあたっての留意点.....	8
3. 監視体制と連絡体制.....	9
3.1 重点監視の実施体制.....	9
3.2 重点監視の実施.....	9
3.3 重点監視時の安全対策.....	10
3.4 樋門等の堤防を横断して設けられる河川構造物周辺の監視.....	10
3.5 水防管理者との連絡体制の整備.....	10
3.6 平常時における準備.....	11
3.6.1 堤防の状態の事前確認.....	11
3.6.2 重点監視時の携行品.....	11
4. 河川堤防の破壊過程と変状.....	12
4.1 浸透による堤防の破壊過程と変状.....	12
4.1.1 基礎地盤のパイピング破壊.....	12
4.1.2 すべり破壊.....	14
4.2 侵食による堤防の破壊過程と変状.....	16
5. 監視のポイント.....	18
5.1 監視項目.....	18
5.2 監視にあたっての留意点.....	19
5.2.1 表法面、堤防護岸.....	19
5.2.2 天端.....	19
5.2.3 裏法面.....	19
5.2.4 裏小段、裏法尻、裏法尻近傍の堤内地.....	19
5.2.5 樋門等横断構造物接合部.....	20

6. 変状の確認とその対応.....	21
6.1 避難準備情報の目安となる判断基準に相当する変状.....	23
6.2 避難勧告の目安となる判断基準に相当する変状.....	24
6.3 避難指示の目安となる判断基準に相当する変状.....	27
7. 出水後の調査.....	29
8. 様式集.....	30
8.1 様式1（監視結果報告表）.....	30
8.2 様式2（河川堤防被災記録様式、エクセルファイルあり）.....	31
9. 参考資料.....	32
9.1 パイピング破壊における平均動水勾配の閾値の設定根拠.....	32
9.2 すべり破壊における裏法勾配の閾値の設定根拠.....	33
おわりに.....	34

## 1.はじめに

平成26年4月に「避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン（内閣府）」（以下「ガイドライン」という。）が改訂され、新たに、避難準備情報の判断基準の設定例として「漏水等が発見された場合」、避難勧告の判断基準の設定例として「異常な漏水等が発見された場合」等が記載された。また、平成24年7月九州北部豪雨による矢部川の決壊等を踏まえ、「洪水時における情報提供の充実について（平成26年4月8日、水管理・国道保全局長 通知）」に基づき、浸透、侵食に関する監視を強化し、必要な情報を市町村長等に提供することとしたところである。

水防法第9条において、「水防管理者、水防団長又は消防機関の長は、随時区域内の河川、海岸堤防、津波防護施設等を巡視し、水防上危険であると認められる箇所があるときは、直ちに当該河川、海岸堤防、津波防護施設等の管理者に連絡して必要な措置を求めなければならない。」とされており、水防管理者である市町村長等は、自ら出水時に巡視し、浸透、侵食の状況を把握する必要がある。

また、水防管理者による水防活動に資するため、「河川管理の強化について、（昭和57年1月25日、治水課）」に基づき、「法崩れ・すべり」、「漏水」、「水衝・洗掘」について水防上特に注意する箇所を重要水防箇所として、水防管理団体に周知しているところである。

これらのことから、市町村長は、水防団等からの報告に基づき、浸透、侵食等の状況に対して適切に水防活動を実施するとともに、地域防災計画に記載した避難勧告等の発令判断基準に基づき、避難勧告等を発令する責務を有している。

「洪水時における情報提供の充実について（平成26年4月8日、河川環境課）」に基づき、河川管理者が実施する浸透や侵食の重点監視は、法令等により義務づけられたものではなく、ガイドラインの改訂を踏まえ、避難勧告の発令判断等を行う市町村長を支援するために実施するものである。

一方、「国土交通省 河川砂防技術基準維持管理編（河川編）（平成27年3月、国土交通省）」に基づき実施する出水時の巡視は、堤防、洪水流、河道内樹木、河川管理施設等、堤内地の浸水等の多岐にわたる状況を概括的かつ迅速に把握するために行うものであり、浸透や侵食の重点監視のために、迅速性等が失われることは避けなければならない。

このため、より効果的かつ効率的な浸透、侵食の重点監視が実施できるように、「河川管理者のための浸透・侵食に関する重点監視の手引き（案）」（以下「本手引き」という。）を作成した。

本手引きでは、現在の技術的知見により浸透や侵食による変状箇所を事前に精度良く予測することは困難であることから、既往の被災実績等から指標を用いて、堤防の機能に支障を及ぼす変状が生じる可能性が相対的に高い区間を重点監視区間として設定し、また、出水時の巡視に支障が生じないように設定することとしている。

また、避難勧告の発令判断等を行う市町村長を支援する趣旨から、確認した変状とガイドラインに記載された発令判断基準との対応について記載した。堤防決壊後については、被災原因を特定し被災状況に対応した堤防復旧工法を検討することを目的に調査が実施されているが、出水中の変状の記録は少ない。このため、今後の堤防に関する技術的知見の蓄積や河川管理に資するため、重点監視時及び出水後の調査の記録方法についても記載した。

なお、本手引きは、標準的な重点監視区間の設定手法等を示したものであり、各河川の状況に応じて、重点監視に取り組むことを妨げるものではない。

## 2. 重点監視区間の設定手法

### 2.1 重点監視区間の設定の基本的考え方

重点監視区間の設定は、洪水予報河川及び水位周知河川を対象とする。

監視は、出水時に「浸透」又は「侵食」による変状が生じるおそれのある全ての区間を対象として行うことが理想である。しかしながら、堤防は歴史的な築造の経緯を有するとともに、複雑な地質構造を有する氾濫原に築造されてきた。また、河川は自然公物であり、出水等によって河床の形状や植生分布が絶えず変化する。そのため、「浸透」又は「侵食」による変状箇所を事前に精度良く予測することは技術的に困難である。

このため、管理区間内の堤防で堤防機能に支障を及ぼす変状が生じる可能性が相対的に高い区間を重点監視区間として設定し、その区間について、重点的に監視するものとする。

重点監視区間において変状を確認した場合には、市町村長が行う避難勧告等の発令判断に資するように、市町村長に対して速やかな情報提供を行うものとする。また、設定した重点監視区間については、水防団等に周知して注意を喚起することにより、複数の主体により監視することが重要である。

## 2.2 重点監視区間の設定の概要

浸透（「基盤漏水」「法崩れ・すべり」）及び侵食に関する重点監視区間の設定フローを図-1に示す。

重点監視区間の設定に先立ち、堤防の詳細点検結果、浸透・侵食対策の実施の有無、被災実績等の最新の情報を確認し、2.3節に示す方法で重要水防箇所を適切に設定する。

「基盤漏水」及び「法崩れ・すべり」に関しては、重要水防箇所の種別がそれぞれ「漏水」及び「法崩れ・すべり」の重要度Aの区間を重点監視区間として設定することを基本とする。

重要度Bの区間しかない場合には、重要度Bの区間の中から2.4節に従って重点監視区間を設定する。

設定された重点監視区間について、設定される区間が複数の場合や区間延長が長い場合には、平均動水勾配が相対的に大きい区間、もしくは裏法勾配が相対的に急な区間を設定する。

後述(2.4節)する指標により重点監視区間が設定されない場合には、堤防天端水位における平均動水勾配による評価、堤体土質等により総合的に判断し、重要度Bの区間が存在する各巡視班の巡視ルートにおいて、少なくとも「基盤漏水」、「法崩れ・すべり」それぞれ1箇所、計2箇所の重点監視区間を設定することを基本とする。

重点監視区間の設定にあたっては、堤防の浸透による被災実績の記録が少なく、浸透破壊のメカニズムが十分に解明されていない中で、既存の被災実績や研究事例を参考にして、設定手法そのものや設定のための閾値を用いていることに留意する必要がある。したがって、出水時には監視結果を適切に記録し、出水後には被災実態を調査し、重点監視区間の設定手法や閾値を継続的に点検し、必要に応じて、見直すことが重要である。例えば、事務所の関係各部署が参加する横断的連絡調整会議等において、重点監視区間の設定方法や閾値を点検し、見直しを行い、その結果を会議記録に残すなど、組織的な取り組みを実施することが考えられる。

「侵食」に関しては、重要水防箇所の種別「水衝・洗掘」の重要度Aの区間を重点監視区間を設定することを基本とする。なお、被災実績や河道管理基本シートを参考に、重点監視区間を設定することもできる。

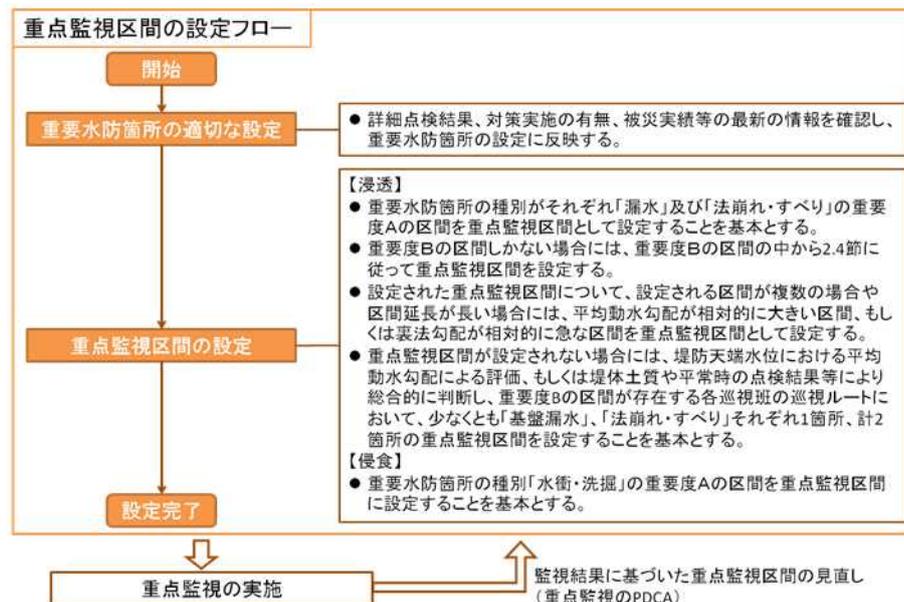


図-1 重点監視区間の設定フロー及び重点監視のPDCA

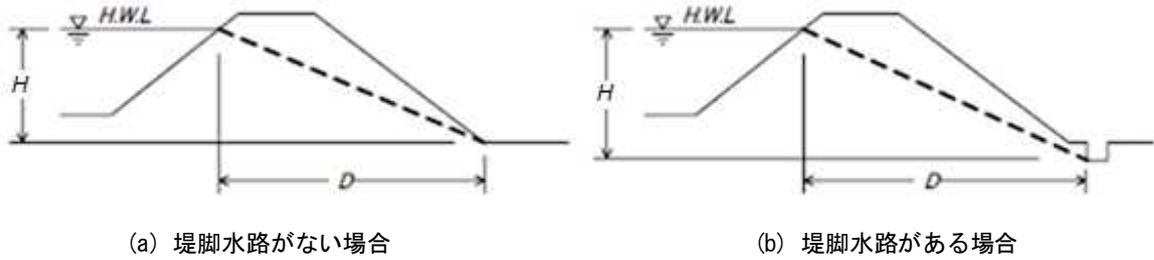


図 - 2 平均動水勾配 (H/D) の定義

### 2.3 重要水防箇所の確認

重要水防箇所の確認は、詳細点検結果、浸透・侵食対策実施の有無、被災実績等の最新の情報を反映した上で、「重要水防箇所評定基準（案）、（平成 18 年 10 月 16 日、治水課）」（以下「評定基準案」という。）に基づいて実施する。

具体的には、詳細点検結果、対策実施済み区間及び重要水防箇所を比較し、詳細点検結果が **SAFE** の区間もしくは対策実施済みの区間が重要水防箇所に位置付けられている場合には、適切に重要水防箇所の設定を見直すものとする。ここで、「基盤漏水」に関してはパイピングの評価結果及び重要水防箇所の種別「漏水」を、「法崩れ・すべり」に関しては裏法すべりの評価結果及び重要水防箇所の種別「法崩れ・すべり」をそれぞれ用いるものとする。

## 2.4 重点監視区間の設定

重要水防箇所の中から、堤防の機能に支障を及ぼす変状が生じる可能性が相対的に高い区間を抽出し、重点監視区間として設定する。重要水防箇所の種別「基盤漏水」「法崩れ・すべり」及び「水衝・洗掘」において、重要度Aの区間がある場合には、その区間を重点監視区間として設定する。

以下では、重要度Aの区間がない場合について、「基盤漏水」、「法崩れ・すべり」に関する重点監視区間の設定方法、及び設定にあたっての留意点を示す。

### 2.4.1 「基盤漏水」に関する重点監視区間の設定方法

重要水防箇所の種別「漏水」の重要度Bの中から、①から⑤に示す指標に該当する数が最も多い区間を「基盤漏水」に関する重点監視区間として設定する（図-3参照）。

- ① 浸透に対して相対的に被災のおそれの高い区間（詳細点検結果から微地形調査等によって絞り込んだ区間）※
- ② 被災実績があり対策を実施しているが、その対策が暫定施工の区間
- ③ 計画高水位未満で平均動水勾配が0.2（標準値）に達する区間
- ④ 計画高水流量時もしくは整備計画流量時の河川水位が計画高水位を超える区間
- ⑤ その他の区間（特定区間、決壊跡・旧川跡など、個々の河川の状況に応じて設定）

※ 「河川堤防の質的整備に関する新たな堤防調査（第2版）、（平成27年12月24日、治水課）」

①から⑤の指標により、該当数が多い区間が複数設定される場合や区間延長が長く設定される場合には、平均動水勾配が相対的に大きい区間を重点監視区間として設定する。

①から⑤の指標により重点監視区間が設定されない場合には、堤防天端水位における平均動水勾配による評価や、再度、地形地質等により総合的に判断し、重要度Bの区間が存在する各巡視班の巡視ルートにおいて、少なくとも1箇所は重点監視区間を設定する。

③の平均動水勾配の閾値に関しては、検討する河川の被災実績を踏まえて、個々に設定することが望ましいが、利用可能な被災実績がない場合には上述した標準値を用いてよい。なお、標準値の設定根拠については、9.1節に示した。

重点監視区間の設定にあたっては、2.4.3項を参照するものとする。なお、これらの指標によらず、当該河川の被災実績等を踏まえて、重点監視区間を設定することもできる。





### 2.4.3 重点監視区間の設定にあたっての留意点

重点監視区間の設定にあたっては、以下の点に留意する。

指標に用いる平均動水勾配や裏法勾配の閾値について、当該河川の被災実績から設定する場合には、断面諸元（例えば、復旧後ではなく被災時の断面諸元を用いているか等）、変状が生じた部位の高さと河川の最高水位との関係（例えば、変状が生じた部位が河川の最高水位よりも明らかに高い場合は浸透による被災ではなく、降雨による被災の可能性が考えられないか等）等を確認し、適切な被災実績を用いる。

背後地の状況については、当該区間が決壊した場合の家屋等の浸水被害を確認し、当該区間が決壊しても相当の家屋浸水等が生じない場合には、当該氾濫ブロックに係る区間を重点監視区間から除くことができる。また、特殊堤区間については、本手引きの設定手法の対象としていないが、必要に応じて、別途設定する。

決壊跡・旧川跡等では、基礎地盤が主に粘性土で構成されている区間でも、粘性土の間に砂層を挟んでいる土質構造となっている可能性があり、薄い砂層を通じて基盤漏水が生じることから、基盤漏水について特に注意を要する。

### 3. 監視体制と連絡体制

#### 3.1 重点監視の実施体制

出水時における河川の巡視は、河川巡視員や水防団員が行っている。河川巡視員による出水時巡視は、出水が生じた全管理区間が対象であり、水防団による巡視は、水防上特に注意を要する箇所（重要水防箇所）を対象としている。

今般、浸透及び侵食による変状の監視を強化するため、重要水防箇所の中から抽出した重点監視区間について、出水時巡視により重点的な監視を実施することとした。なお、出水時巡視は、堤防、洪水流、河道内樹木、河川管理施設等、堤内地の浸水等の状況を概括的かつ迅速に把握する必要があることから、河川の特性或重点監視区間の設定状況に応じて、巡視ルートを適切に見直すことも併せて検討する。

#### 3.2 重点監視の実施

重点監視は、浸透又は侵食による変状を目視等により確認するものであり、法尻や法面まで移動して変状を確認することを基本とする。

8.1節の様式1は、重点監視にあたって、現場で確認すべき主な変状である。こうした変状を確認した場合には、その状況を様式に記録するとともに、その変状をカメラ等で撮影し、河川事務所あるいは出張所へ報告するものとする。なお、重大な変状を発見した場合には、電話等による迅速な報告を行う（第一報を入れる）ものとする。

変状を確認・報告した後は、水防団等に水防工法の実施等、その後の対応を依頼し、その対応が開始されるのを確認してから、重点監視もしくは出水時巡視を継続することが望ましい。

ガイドラインにおいては、避難準備情報の判断基準の設定例として、「漏水等の発見された場合」と記載されている。同様に、避難準備情報の判断基準の設定例として、「避難判断水位に達し、引き続き水位の上昇が見込まれる場合」と記載されていることから、少なくとも避難判断水位に到達する前に重点監視を行うこととする。また、氾濫危険水位を下回った場合でも、洪水継続時間が長くなる場合には、漏水やすべりの発生、砂州の移動や植生の流失に伴う堤防の決壊が懸念される。

これらの点を踏まえ、避難判断水位に到達する前に重点監視を開始することを基本とする。なお、出水時巡視を開始するタイミングとの整合を図るなど出水対応を簡素化する観点から、氾濫注意水位をもって開始してもよい。

水位のピーク後に、浸透等により決壊に至る場合があることから、避難判断水位に達した後は、避難判断水位を下回り、その後の水位上昇が見込まれないと判断されるまでは、重点監視を継続して実施する。

重点監視区間以外の箇所で変状が確認され、かつその区間の重要度が高い場合には、臨機に対応することが必要である。なお、次期出水期にはこうした被災実績を踏まえて、重点監視区間を点検し、必要に応じて、見直すことが重要である。

### 3.3 重点監視時の安全対策

重点監視を行う河川管理者等は、自身の安全を確保しつつ監視作業を実施する。

- 情報伝達や安否確認を実施するための通信機器（携帯電話、無線等）を携行する。
- ライフジャケット等を着用する。
- 二人以上で行動し、河川水位の急激な変化等周辺の状況を確認しながら作業を実施する。
- 河川水位が氾濫危険水位を超えた場合には、安全を確保し、氾濫危険水位以下に水位が低下した後、再び重点監視を実施する。

### 3.4 樋門等の堤防を横断して設けられる河川構造物周辺の監視

土堤と他の材料による構造物では、沈下や振動などに対する応答の特性が異なっており、境界部分に隙間が生じやすい。堤防を横断する樋門等の構造物では、洪水時に大規模な漏水が発生し、重大な被害をもたらした事例があったことから、その周辺における監視にあたっては、特に留意するものとする。

水門等水位観測員等が配置される、河川管理者が管理する樋門等においては、「水門等水位観測員」の設置について、(平成 27 年 3 月 3 日、大臣官房人事課長・水管理・国土保全局河川環境課長 通知)に基づき、水門等水位観測員等に対して、内外水位の観測と合わせて構造物周辺の監視を実施すること、堤防の変状を確認した場合には速やかに河川管理者に報告することをあらかじめ指導しておくものとする。

### 3.5 水防管理者との連絡体制の整備

水防活動を適確に実施するためには、水防管理者と河川管理者との情報の共有が重要であることから、情報伝達について水防計画への記載を水防管理者に依頼することや、平常時の訓練等を通じて、連絡体制を整備しておく必要がある。

また、堤防が決壊した場合に浸水被害を受ける市町村は、水防活動を行う市町村に限らない。水防活動を行う市町村への連絡とともに、浸水被害を受けるおそれのある他の市町村への情報連絡についても留意しなければならない。

### 3.6 平常時における準備

重点監視は、堤防表面に現れる変状を早期に発見することが重要である。そのため、監視者は平常時から堤防の状態を確認しておくことが重要である。また、携行品を事前に準備しておくとともに、法面や法尻等に生じる変状を監視しやすくするため、照明、階段工及び量水板の設置、巡視車の停車スペースの確保、除草の実施時期や実施回数調整等の措置を講じておくことが有効である。

#### 3.6.1 堤防の状態の事前確認

効果的な監視を行うためには、重点監視区間の平常時の堤防等の状況を確認しておくとともに、監視者が重点監視区間に設定された理由を理解し、河川カルテ（「河川カルテの作成要領について（平成23年5月11日、河川環境課河川保全企画室長 通知）」）などから、堤防の状態を把握しておくことが重要である。また、4章等も参考にして、堤防の破壊過程や変状の特徴を理解しておくことが重要である。

#### 3.6.2 重点監視時の携行品

重点監視時には以下を携行することとする。

- 通信機器（携帯電話、無線等）
- スタッフ（目盛りが見易いことからスタッフが望ましいが、ポールや目盛り付テープでもよい）
- 変状記録用カメラ（必要に応じて、動画撮影機能付きカメラ、もしくはビデオカメラを持参すること）
- ラジオ
- 懐中電灯
- 雨具、ライフジャケット
- 筆記用具、記録表（野帳等に加え、様式1を持参する）

## 4. 河川堤防の破壊過程と変状

### 4.1 浸透による堤防の破壊過程と変状

浸透による堤防の破壊は、基盤漏水（基礎地盤のパイピング破壊）と、降雨あるいは河川水の堤体への浸透に起因するすべり破壊に大別される。以下では、それぞれの破壊過程と、その破壊によって生じる変状の特徴を整理した。

#### 4.1.1 基礎地盤のパイピング破壊

##### (1) 破壊過程

図 - 5①に示すように、河川水位が上昇し動水勾配が大きくなると、基礎地盤における透水層（砂層、礫層）の浸透水の圧力が上昇し、被覆土層（粘性土）の弱部から漏水が発生する。基礎地盤のパイピング破壊は、高い河川水位が継続すると（図 - 5②）、透水層の流速により砂層や礫層中の細粒分が洗い出され、噴砂孔（「ガマ」とも言う）からの細粒分の流出が続き、透水層に空隙や空洞が発生することによって起こる。この空隙や空洞が堤体下で拡大すると（図 - 5③）、堤防の裏法尻や堤体が安定を失い陥没を始め、陥没箇所が拡大して堤防天端まで崩壊が進むと決壊に至る（図 - 5④）。

パイピング破壊の発生は、基礎地盤の土質、洪水時のピーク水位及び洪水継続時間等によって左右される。基礎地盤の被覆土層が薄いほど、またピーク水位が高いほど、パイピング破壊が生じやすい。また、洪水継続時間が長いほど、パイピング破壊が生じるおそれも大きくなる。なお、厚さ3m程度以上の被覆土層が存在すると、パイピング破壊が生じるおそれは低下する。

- ① 河川水位が上昇し動水勾配が大きくなることにより、基礎地盤における透水層（砂層や礫層）の浸透水の圧力が大きくなる。被覆土層の弱部から漏水が発生
- ② 高い河川水位が継続すると、透水層の流速により細粒土砂が噴砂孔から流出が続き、透水層の空隙・空洞が堤防下及び川側へと進行する。
- ③ ②の結果、堤防の裏法尻又は堤体が安定を失い陥没を始める。
- ④ 陥没する箇所が拡大し、堤防天端まで崩壊が進むと決壊に至る。

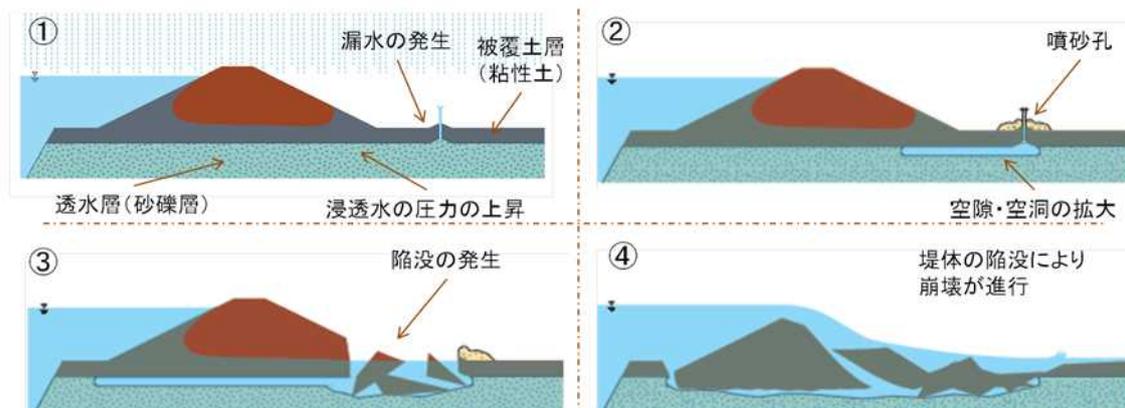


図 - 5 基礎地盤のパイピング破壊のメカニズム

## (2) パイピング破壊に伴う変状の特徴

図-6には、基礎地盤のパイピング破壊によって堤防表面に現れる変状の一例を示す。パイピング破壊では、浸透流により細粒土砂が噴砂孔から流出し、透水層の空隙や空洞が堤防下で拡大することで堤防表面に変状が生じる。したがって、漏水を確認した場合には、噴砂の有無を確認することが重要である（噴砂がなければパイピング破壊は起きない）が、噴出する水によって噴砂孔周辺の土砂が巻き上がるため、目視によって噴砂の有無を確認することが困難な場合もある。その場合は、漏水量の増加に注意する。

以下に監視時の留意点を列挙する。

- パイピングは水防活動によって抑えることができるが、発見が遅れるとパイピングが急激に進行する可能性があることから、重点監視による早期発見が重要である。
- 堤防から離れた場所でもパイピングは発生するが、堤防に近い方がより危険である。過去の被災実績から監視する範囲を予め決めておくといよい。
- 法尻部の浸透水の圧力は、河川水位の変化から遅れて変化するため、河川水位がピークを過ぎてから圧力のピークを迎える。
- 従来、内水が湛水していた地区に新たに排水機場が整備され、湛水が減少するとパイピングが発生する危険性が高まる場合がある。
- 法尻近傍で土地の掘削や杭の打設など基礎地盤を改変する工事が行われた場合には、注意して監視する必要がある。
- 水面下のパイピングは水面の盛り上がりによって発見する。夜間でよく見えない場合でも、漏水する音によって発見できることもある。
- 堤脚水路や法尻近傍の用排水路などにパイピングが発生する場合もある。

○パイピング破壊は、浸透流により細粒土砂が噴砂孔から流出し、透水層の空隙や空洞が堤防下及び川側へと進行することで生じ、複数もしくは単独の変状として生じる。  
○そのため、漏水箇所において、噴砂の有無を確認するとともに、噴砂の粒径を確認することが重要である。堤体材料や基礎地盤材料に比べて小さい場合には、堤防下の空隙や空洞が拡大していると推定され、決壊に至る深刻な変状と判断する。

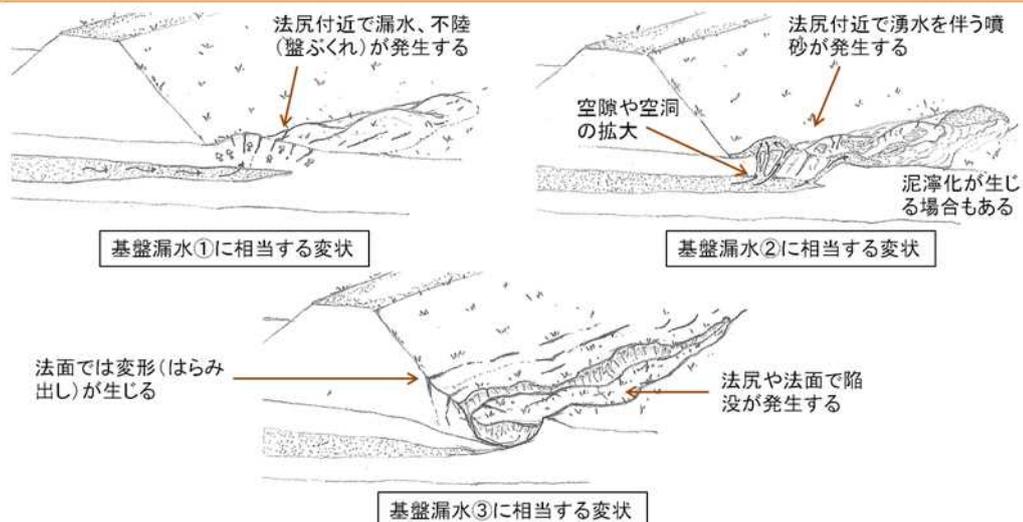


図-6 パイピング破壊によって堤防表面に現れる変状の特徴（丸囲み数字は図-5に対応）

## 4.1.2 すべり破壊

## (1) 破壊過程

土は水を含むと強度が低下する。すべり破壊は、降雨や河川水の浸透などによって堤体の強度が低下することで生じる。

すべり破壊による決壊は、次のような過程で進行する。

降雨や河川水が浸透すると、最初に図 - 7①に示すような浸潤線が形成され、高い河川水位が継続すると浸潤線が徐々に上昇し、法尻部に漏水が生じるようになる（図 - 7②）。このような状態になると、堤体の強度が低下し、裏法面に亀裂、はらみ出し、不陸が発生する（図 - 7③）。法尻等の一部が崩壊すると、堤体の安定性は急激に低下し崩壊範囲が拡大するおそれがある（図 - 7④）。この時、堤防断面が減少したことで、漏水量が増加し、崩壊範囲は加速度的に拡大し決壊に至ることもある（図 - 7⑤→⑥）。

上記のような過程で決壊に至るものの他、多くの堤体の変状は法面の表層で発生する。表層すべりは決壊に直結するものではないが、堤体断面を減少させることから危険な現象であることに変わりはない。

すべり破壊の発生は、堤体の形状と土質、基礎地盤の土質、降雨及び洪水水位等に左右される。降雨量が大きいほど、また洪水時の河川水位が高く、その継続時間が長いほど、堤防の安全性にとって不利となる。また、堤体材料が砂質土で構成される場合にすべり破壊が生じやすく、粘性土で構成される場合にはすべり破壊は生じにくい。

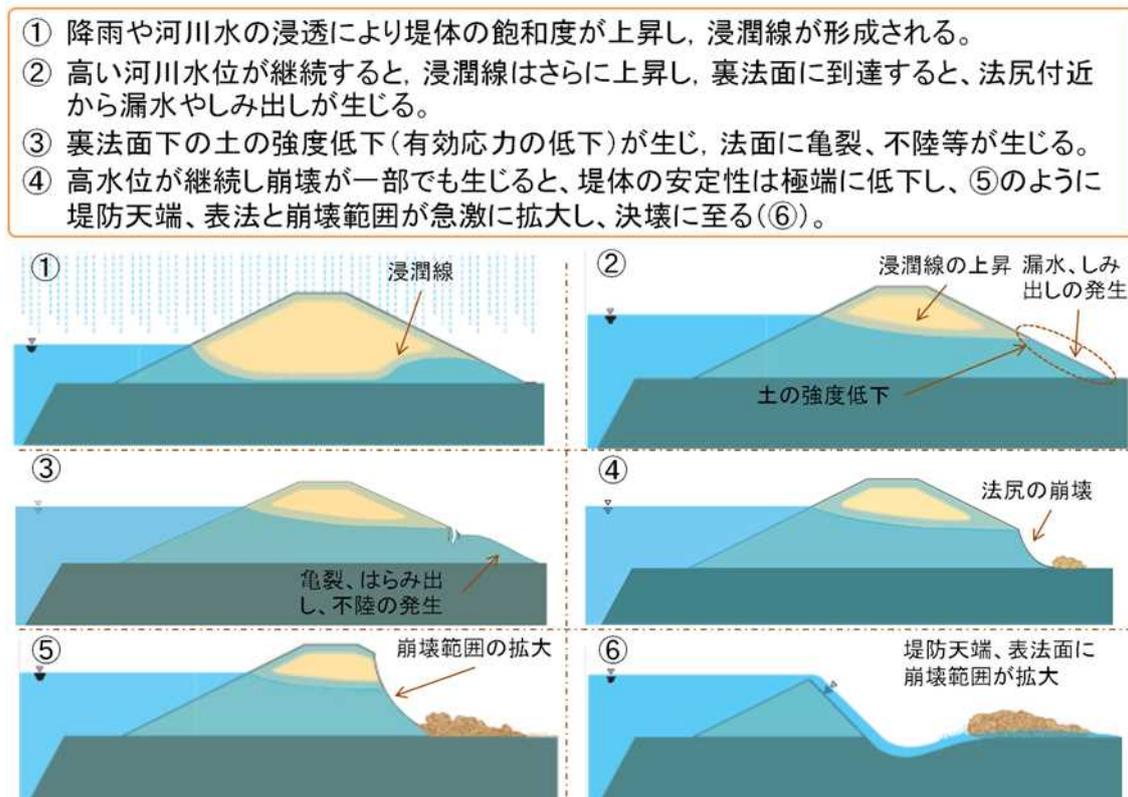


図 - 7 すべり破壊のメカニズム

(2) すべり破壊に伴う変状の特徴

図-8には、すべり破壊によって堤防表面に現れる変状の一例を示す。すべり破壊は、すべり面に沿って生じることから、すべり面の上部に亀裂や段差が見られ、下部では隆起や陥没が見られることが多い。

降雨が原因の場合は、浅いすべりや法面のみに変状が限られる傾向がある。河川水位がすべり範囲の下端よりも相当程度高い状態が継続していない場合には、降雨によるすべりであると推定できる。

以下に監視時の留意点を列挙する。

- すべりは亀裂や小さな変形の段階では水防活動によって抑えることができるが、一度すべりはじめるとその進行を抑制することは困難である。そのため、重点監視による早期発見が重要である。
- 法尻部の浸透水の圧力は、河川水位の変化から遅れて変化するため、河川水位がピークを過ぎてから圧力のピークを迎える。
- 堤防の法尻部に発生するすべりは、連鎖的に複数のすべりの発生につながり、天端に至る大規模なすべりに短時間のうちに進行するおそれがあるため、特に注意が必要である。
- 堤脚水路や法尻近傍の用排水路などのコンクリートの目地のズレや開きなどにより法尻部のすべりを発見できる場合がある。
- 張芝や天端舗装工事が行われた場合には、堤防表面を流れる雨水の流れが変わり、法面の表層部分のすべりが発生しやすくなるため、注意して監視する必要がある。

○すべり破壊は、すべり面に沿って生じることから、すべり面の上部では段差が見られ、下部では隆起や陥没が見られることが多い。

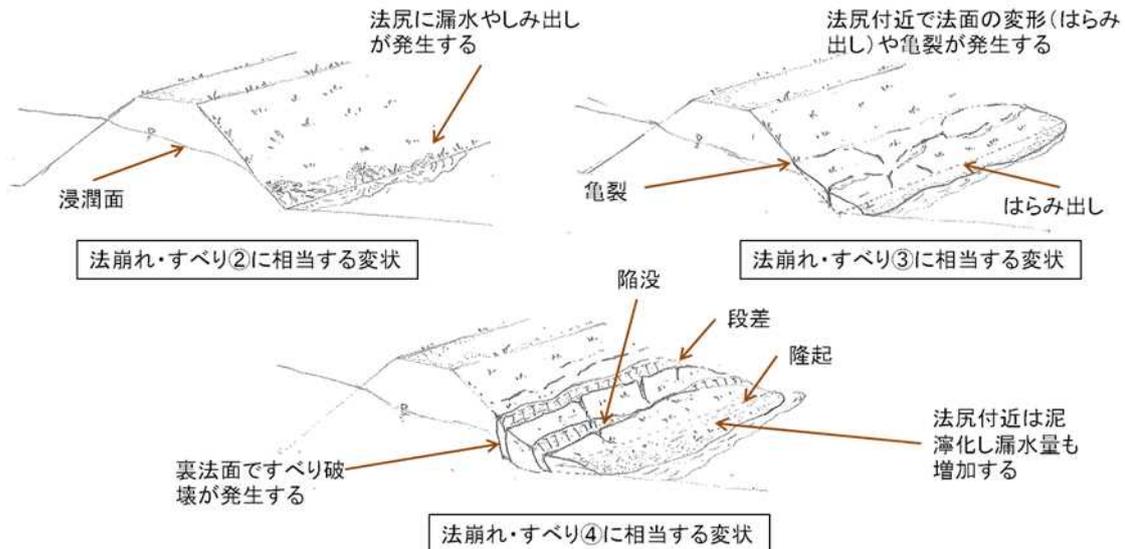


図-8 すべり破壊によって堤防表面に現れる変状の特徴 (丸囲み数字は図-7に対応)

## 4.2 侵食による堤防の破壊過程と変状

## (1) 破壊過程

侵食による堤防の破壊は、河川水位の上昇に伴い、堤防の表法尻付近に作用する掃流力が増大し、表法尻付近が侵食されることで生じる（図 - 9②）。水面下で生じる法尻付近の変状を確認することは困難であり、次の段階に破壊過程が進行してから変状の確認に至る場合が多い。表法尻が侵食されることで表法面の安定性が低下し、表法面に欠損が生じる（図 - 9③）。この侵食範囲は天端へと拡大し（図 - 9④）、高水位が継続すると裏法面まで侵食範囲が拡大し（図 - 9⑤）、堤防高が低くなる。堤防高が低くなると越流が始まり、川側からだけでなく裏法面も越流水によって侵食される。なお、図 - 9 には単断面河道に関する侵食過程を示したが、複断面河道では低水路河岸や高水敷天端から侵食から始まり、高水敷が侵食された後で図 - 9②の状態となる。

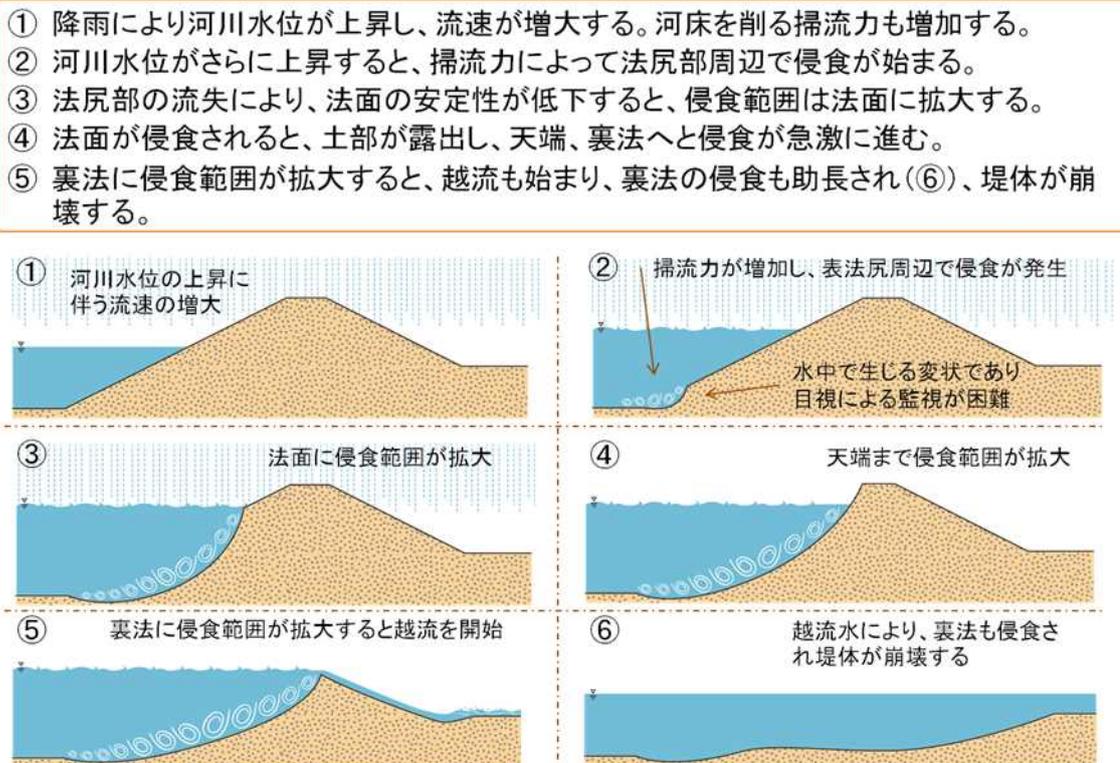


図 - 9 侵食破壊のメカニズム

(2) 侵食破壊に伴う変状の特徴

図 - 10 には、侵食破壊によって堤防表面に現れる変状の一例を示す。侵食破壊は、護岸基礎の洗掘から進行することが多く、水面下で侵食が進み、法面にその変状が現れた時には、堤体の安定性に影響を及ぼす程度まで破壊が進行していることが多い。したがって、侵食破壊の監視においては、洪水流の流況に着目することが重要である。特に、湾曲部外岸や発達した砂州（樹木群を伴う場合もある）の対岸などでは、水衝部となることから注意する。

- 侵食破壊は、護岸基礎の洗掘から進行することが多く、水面下で侵食が進み、法面にその変状が現れた時には、堤防が危険な状況まで破壊の程度が進行していることが多い。
- したがって、侵食破壊の監視においては、洪水流の流況にも着目することが重要である。

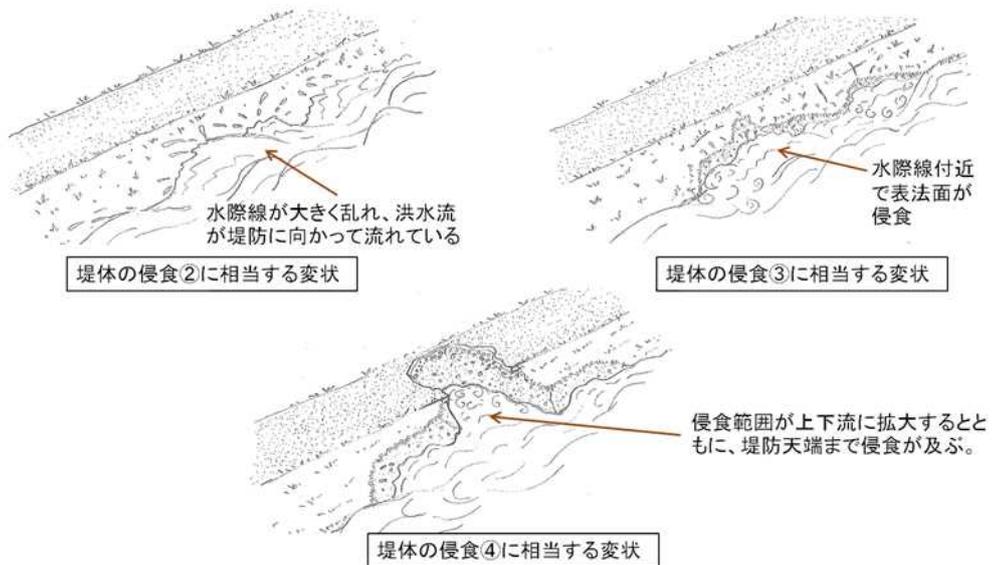


図 - 10 侵食破壊によって堤防表面に現れる変状の特徴（丸囲み数字は図 - 9 に対応）

## 5. 監視のポイント

## 5.1 監視項目

監視項目について、「表法面、堤防護岸」、「天端」、「裏法面」、「裏小段、裏法尻部、法尻周辺の堤内地」、「樋門等構造物接合部」の部位ごとに表 - 1 に示す。また、対象となる現象を侵食、法崩れ・すべり、基盤漏水に分けて示した。

表 - 1 浸透・侵食に伴う変状を発見するための監視のポイント

部位	監視項目	対象となる現象		
		侵食	法崩れ・すべり	基盤漏水
表法面、堤防護岸	表法面の侵食はないか？	○		
	高水護岸や堤防護岸の破損はないか？	○		
	掘込河道における民地に達する侵食はないか？	○		
天端	堤防天端に亀裂、陥没等の変状はないか？		○	
裏法面	法面に変形はないか？		○	○
	法面に亀裂はないか？		○	○
裏小段、裏法尻、裏法尻周辺の堤内地	法尻周辺が泥濘化していないか？		○	
	小段、法尻、法尻近傍の堤内地に漏水、噴砂はないか？		○	○
	明らかに噴き上がる漏水はないか？			○
樋門等構造物接合部	堤体と構造物との境界から漏水、噴砂は生じていないか。			○

※ ある部位で変状を確認した場合には、他の部位を再度確認すること。

## 5.2 監視にあたっての留意点

### 5.2.1 表法面、堤防護岸

表法面の侵食、高水護岸や堤防護岸の破損、堀込河道における民地に達する侵食等がないか？

#### 【留意点】

堤防護岸の法覆工あるいは基礎工部分に破損等の変状が発生すると、そこから流水等によって護岸裏の土砂が吸い出され、進行すると護岸全体の破壊、堤防の侵食につながる。表法面がわずかでも侵食されると、そこから一気に侵食が進み、決壊に至る場合があるので留意する。水面下で生じる変状の発見につなげるためにも、水面上に残る堤防護岸の法覆工の変形、破損の有無に留意して監視する。

### 5.2.2 天端

堤防天端に亀裂、陥没等の変状はないか。

#### 【留意点】

堤防の天端に亀裂が生じた場合には、浸透により堤防が緩み、堤体内にすべり面を生じている可能性がある。

また、法肩のような形状の急変部では、法面の初期的なすべり等の変形に伴って亀裂、陥没等が発生しやすい。こうした天端や法肩の変状に留意して監視する。

### 5.2.3 裏法面

法面の変形、亀裂はないか。

#### 【留意点】

裏法面に亀裂が生じた場合、特に上部に生じた亀裂の場合には、浸透により堤防が緩み、堤体内にすべり面を生じている可能性がある。

また、小段のような形状の急変部では、法面の初期的なすべり等の変形に伴って亀裂が発生しやすいので、特に注意が必要である。

パイピング破壊が進行すると、法面に陥没を生じることがあるので、陥没を確認した場合には、法尻や法尻近傍の堤内地での噴砂の有無を確認する。

### 5.2.4 裏小段、裏法尻、裏法尻近傍の堤内地

法尻周辺が泥濘化していないか。

#### 【留意点】

法尻周辺が泥濘化している箇所（目安としては長靴の半分がズブズブと沈む程度、もしくは周辺に比べて極端に柔らかい箇所）では堤体土が弱体化しており、法面の大きな変形等につながる可能性があるため留意する。したがって、泥濘化が確認された箇所の周辺では、その他の変状に留意して監視する。

小段、法尻、法尻近傍の堤内地に漏水、噴砂はないか。

【留意点】

小段、法尻、法尻近傍の堤内地において、漏水、噴砂が発生している場合には、堤体漏水や基盤漏水の発生が懸念される。

パイピングは、基盤漏水に伴う浸透流によって堤体基礎地盤内の土砂が侵食・運搬されることで生じ、パイピングの拡大によって堤体あるいは基礎地盤が陥没し、堤防の決壊に至るおそれがある。

また、法尻から離れた場所に噴砂を生じることがある。噴砂の量が多い場合や、付近に複数の噴砂孔を生じている場合は危険な場合もあるので留意して監視する。

明らかに噴き上がる漏水はないか。

【留意点】

水勢の強い漏水、例えば高さが 30cm にもなる漏水では、漏水が生じる孔を通過する水の流速が 2.5m/s 程度になっていることが想定される。こうした水勢の強い漏水を確認した場合には、堤体基礎地盤内の土砂が急激に侵食・運搬されることが生じ、パイピングの拡大によって堤体あるいは基礎地盤が陥没し、短時間で堤防決壊に至る可能性がある。

### 5.2.5 樋門等横断構造物接合部

堤体と構造物との境界から漏水、噴砂は生じていないか。

【留意点】

堤体と構造物の接合部では、材料が異なる構造境界面を通して漏水が発生する可能性がある。その進行は通常の堤防断面で生じるパイピング破壊よりも速いことが想定されることから、にがりのない漏水についても留意して監視する。

## 6. 変状の確認とその対応

ガイドラインにおいて、表 - 2 の通り避難勧告等の判断基準の設定例が示されているが、ここでは次のような考え方で確認した変状と判断基準の関係を整理する。

- 水防活動が必要と判断される変状が発見された場合は、避難準備情報の判断基準に相当する。
- 水防活動ができない、もしくは水防活動を実施しているにもかかわらず変状が拡大した場合は、避難勧告の判断基準に相当する。
- 水防活動によっても決壊の回避が困難となるような変状が発生した場合は、避難指示の判断基準に相当する。

これをもとにして、パイピング破壊、すべり破壊、樋門接合部の浸透破壊、及び侵食破壊について、目視等で確認できる主な変状による判断基準を表 - 3 のように整理した。これは標準的な判断基準とその対応であり、変状の報告を受けた事務所では、降雨（累積降雨量など）や水位（洪水継続時間、水位予測など）の状況、変状の進行状況などを総合的に勘案して、市町村へ情報提供する。

また、夜間、豪雨時、内水氾濫時などで現地における浸透による変状が報告されない場合においても、避難判断水位を超過する洪水継続時間が既往最大を超えた場合などの洪水継続時間が長時間に及ぶ場合には、堤防は弱体化している恐れが大きく、特に注意を要する。

表 - 2 避難勧告等の判断基準（ガイドライン）

避難準備 情報※	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 避難判断水位に到達し、さらに水位上昇が見込まれる場合</li> <li>• 漏水等が発見された場合</li> <li>• 侵食が発見された場合</li> </ul>
避難勧告	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 氾濫危険水位に到達した場合</li> <li>• 異常な漏水等が発見された場合</li> <li>• 異常な侵食が発見された場合</li> </ul>
避難指示	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水位が堤防天端高に到達するおそれが高い場合（越水・溢水のおそれのある場合）</li> <li>• 異常な漏水の進行や亀裂・すべり等により決壊のおそれが高まった場合</li> <li>• 異常な侵食の進行により決壊のおそれが高まった場合</li> </ul>

※避難準備情報

台風の接近に伴い暴風警報や暴風特別警報が発表されるおそれがある場合、立ち退き避難が必要な住民等は、避難準備情報が発令された段階で各人が判断して早めに立ち退き避難を行う必要がある。

表 - 3 ガイドラインの判断基準に相当する主な変状

判断基準	破壊過程等に応じた主な変状			
	基盤漏水	法崩れ・すべり※3	樋門接合部の漏水	侵食
避難準備情報の目安	<ul style="list-style-type: none"> <li>法尻もしくは法尻近傍の堤内地からの漏水</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>法面、小段もしくは法尻からの漏水</li> <li>亀裂を伴わない法面の変形</li> <li>泥濁化※1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤体と構造物の境界からの漏水</li> </ul>	※2
避難勧告の目安	(水防活動実施にも関わらず、) <ul style="list-style-type: none"> <li>噴砂を伴う漏水</li> <li>明らかに噴き上がるような漏水</li> <li>法面の亀裂</li> <li>堤体の陥没もしくはすべりの発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>法面の亀裂</li> <li>堤体のすべりの発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤体と構造物との境界からの噴砂を伴う漏水</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>表法面の侵食</li> <li>高水護岸、堤防護岸の破損</li> <li>掘込河道における民地に達する侵食</li> <li>(水防活動実施にも関わらず)侵食の拡大</li> </ul>
避難指示の目安	<ul style="list-style-type: none"> <li>天端に達する堤体の陥没もしくはすべりの発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>天端に達する堤体の陥没もしくはすべりの発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構造物周辺における堤体の陥没もしくはすべりの発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>天端に達する法面の侵食の発生</li> </ul>

※1：泥濁化については、重点監視区間周辺を縦断方向に歩き、踏みしめた時の感覚の違いで判断すると良い。例えば、膿んでいた箇所では上下流に比べて長靴の沈み具合が異なり、長靴の半分程度まで沈む場合がある。

※2：堤防際までの高水敷の侵食、堤防に向かう流れや水際線の異常等が相当するが、水位が高い場合における現地確認や判断が困難であることから、空欄としている。

※3：洪水が極めて長時間にわたり継続している場合は、避難準備情報は避難勧告、避難勧告は避難指示に読み替える。

### 6.1 避難準備情報の目安となる判断基準に相当する変状

避難準備情報の判断基準は、ガイドラインにおいて、浸透破壊については「漏水等が発見された場合」、侵食破壊については「侵食が発見された場合」と例示されている。

写真 - 1 は、にごりのない漏水が生じている状況であり、噴砂を確認することはできない。写真 - 1 (b) は、水の勢いはやや強いものの、にごりがなく、基礎地盤は礫質土が卓越していることから、ただちにパイピング破壊が生じるおそれは低い。

写真 - 2 は、法尻から漏水が生じている状況である。これらは、パイピングの避難準備情報に相当する事例である。



(a) 砂質土の場合



(b) 礫質土の場合

写真 - 1 法尻もしくは法尻近傍の堤内地からの漏水の事例



写真 - 2 法尻からの漏水の事例

## 6.2 避難勧告の目安となる判断基準に相当する変状

避難勧告の判断基準は、浸透破壊については「異常な漏水等が発見された場合」と例示されている。

写真 - 3 は、出水後に確認された噴砂の跡であるが、噴砂を伴う漏水であることから出水中に確認した場合には避難勧告に相当する。堤体や基礎地盤内の土砂が浸透水によって侵食・運搬されている可能性があり、危険性が高い漏水である。



(a) 直径 3m 程度の噴砂跡



(b) 法尻付近で発見された噴砂を伴う漏水



(c) 噴砂を伴う漏水の状況



(d) 堤脚水路脇で生じた噴砂

写真 - 3 噴砂を伴う漏水の事例

## 6. 変状の確認とその対応

写真 - 4 は、法尻付近の堤内地から漏水が噴き上がっている状況である。噴き上がる高さが徐々に高くなる、もしくは水防活動の実施にも関わらず噴き上がる状況が改善されない場合には、避難勧告に相当する事例である。



写真 - 4 法尻付近の堤内地から噴き上がる漏水

写真 - 5 (a) は、裏法面が大きくすべっており、避難勧告に相当する変状である。写真 - 5 (b) は、(a) の堤内地から撮影したものであり、上端部で段差が生じる程の大きなすべりを生じていることを確認できる。写真 - 6 は、法面に生じた亀裂の事例である。これらは、避難勧告に相当する事例である。



(a) すべりによる堤防の破壊事例



(b) (a) のすべり面上端部の状況

写真 - 5 法肩付近まで達するすべりの事例



(a) 法面表層のすべり



(b) 小段法肩付近からのすべり

写真 - 6 すべりによって発生した亀裂の事例

写真 - 7 は、水衝部の河床洗掘が出水中に進行し、護岸の破損、表法面の侵食に至った状況であり、避難勧告に相当する事例である。



写真 - 7 表法面の侵食が発生した事例

写真 - 8 は、排水樋管の堤内地側から翼壁脇の漏水状況であり、避難勧告に相当する事例である。



写真 - 8 排水樋管川裏翼壁脇からの漏水

### 6.3 避難指示の目安となる判断基準に相当する変状

避難指示の判断基準は、浸透破壊については「異常な漏水の進行や亀裂・すべり等により決壊のおそれが高まった場合」と例示されている。

写真 - 9 は、裏法尻付近から噴砂を伴い漏水が激しく噴き上がっており、パイピング破壊の進行に伴い天端や法面が陥没した状況である。これは、避難指示に相当する事例である。



写真 - 9 激しく噴き上がる漏水によって天端や法面が陥没した事例

写真 - 10 は、越水を防止するために天端には土嚢袋が積まれていたが、裏法がすべり、天端が陥没し、越流が生じている状況である。今後、越流箇所（決壊口）の拡大が想定される。天端に達するすべりが生じていることから、これは避難指示に相当する事例である。



写真 - 10 堤防天端に達するすべりが発生した事例

写真 - 11 は、天端まで侵食が進行した状況であり、避難指示に相当する事例である。



写真 - 11 天端まで侵食が進行した事例

## 7. 出水後の調査

出水後の現地調査は、被災要因を分析し、浸透及び侵食に関する知見を蓄積する上で、出水時の監視記録とともに重要である。出水後の調査結果は被災箇所の対策工法を検討するために活用する。また、図-1に示したように、重点監視区間を見直す上でも必要である。

表-4は、出水後の調査で確認すべき主な調査項目を示す。これらの調査結果を記録・蓄積・共有していくことが重要であり、8.2節の様式2を用いて調査結果を記録する。記録にあたっては、出水時の監視結果(8.1節の様式1)も合わせて記入する。なお、対策工法の検討にあたって、被災要因等を確認するために追加的な調査を行う場合には、国土技術政策総合研究所河川研究部河川研究室、国立研究開発法人土木研究所地質・地盤研究グループ土質・振動チーム等の河川関係の専門家に相談する。

表-4 被災状況調査の主な項目(浸透被災)

種別	項目
基本的な諸元	発生年月日、水系名、河川名、左右岸の別、距離標、現況天端高、計画高水位、発見時水位(目測でもよい)、位置図(平面図、横断図)、現場写真(近景、遠景)
漏水	漏水開始日時、漏水発見日時、位置区分、詳細位置、堤内地の土地利用、噴砂の有無、漏水・噴砂の箇所数(複数の場合)、水のにごりの有無、噴砂孔の直径、法尻・堤内地での変状の有無、変状高さ等規模、内水氾濫の有無、排水路水位の有無、水防団活動の有無等
すべり・亀裂等変状	変状の有無、縦断方向延長、横断方向延長、方向(亀裂の場合)、亀裂幅(亀裂の場合)、深さ(亀裂の場合)、段差高さ(段差の場合)等
外力	最高水位、最高水位記録位置、最高水位記録日時、累積降雨量、降雨量観測位置、雨量類型区間、ハイドログラフ(既往代表洪水と重ねて書くとよい)、ハイトグラフ

## 8. 様式集

## 8.1 様式1 (監視結果報告表)

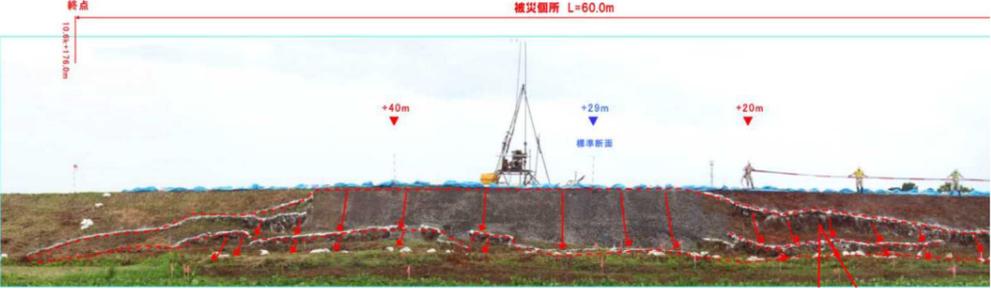
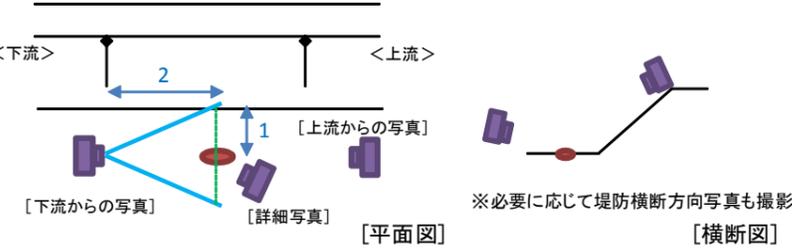
※下線部分は選択のこと

報告者	所属			
	氏名		連絡先	
確認時刻	年 月 日 午前・午後 時 分			
確認箇所	河川名等	水系	川 左・右岸、	kp+・- m、 地先
	目標物等	橋から km上・下流、施設名( )の上・下流・近傍		
地名・住所	市・区・町・村			
河川の状況	水位	天端下がり m/堤内地盤高よりも高い・低い・同程度		
	水位変化※ <sup>1</sup>	上昇中・変化なし・下降中		
	流況	異常あり・なし→ありの場合は具体的な状況を記述 ( )		
堤防等の変状	確認した変状にチェックし、該当する変状の規模や発生位置を記入のこと			
		確認した変状※ <sup>2</sup>	変状の規模、発生位置等	
基盤漏水	<input type="checkbox"/> 法尻もしくは法尻近傍の堤内地からの漏水 (水防活動実施にも関わらず、)		確認した変状について、該当事項を記入のこと 水勢(水面が揺らぐ程度・水面が多少盛り上がる程度・ m程度の噴き上がる状態) ・法尻からの距離: m ・変状の規模(縦: m、横(延長): m、 深さ: m)	
	<input type="checkbox"/> 噴砂を伴う漏水			
	<input type="checkbox"/> 明らかに噴き上がる漏水			
	<input type="checkbox"/> 法面の亀裂			
	<input type="checkbox"/> 堤体の陥没もしくはすべりの発生			
法崩れ・すべり	<input type="checkbox"/> 天端に達する堤体の陥没もしくはすべりの発生		確認した変状について、該当事項を記入のこと ・水勢(しみ出す程度・ m程度の噴き出す状態) ・変状の規模(縦: m、横(延長): m、 深さ: m) ・泥濁化の状況 ( )	
	<input type="checkbox"/> 法面、小段もしくは法尻からの漏水			
	<input type="checkbox"/> 亀裂を伴わない法面の変形			
	<input type="checkbox"/> 泥濁化			
樋門接合部の漏水	<input type="checkbox"/> 法面の亀裂		確認した変状について、該当事項を記入のこと ・水勢(しみ出す程度・ m程度の噴き出す状態) ・発生部位(床版周辺・翼壁周辺・その他 ( )) ・変状の規模(縦: m、横(延長): m、 深さ: m)	
	<input type="checkbox"/> 堤体のすべりの発生			
	<input type="checkbox"/> 天端に達する堤体の陥没もしくはすべりの発生			
侵食	<input type="checkbox"/> 堤体と構造物の境界からの漏水		確認した変状について、該当事項を記入のこと ・規模(長さ)(縦断方向: m、横断方向: m) ・変化(規模が拡大・安定・不明)	
	<input type="checkbox"/> 堤体と構造物の境界からの噴砂を伴う漏水			
	<input type="checkbox"/> 堤体の陥没もしくはすべりの発生			
	<input type="checkbox"/> 表法面の侵食			
その他	<input type="checkbox"/> 高水護岸、堤防護岸の破損		確認した変状について、該当事項を記入のこと	
	<input type="checkbox"/> 掘込河道における民地に達する侵食			
	<input type="checkbox"/> (水防活動の実施にも関わらず) 侵食の拡大を抑制できない状況			
<input type="checkbox"/> 天端に達する法面の侵食の発生		その他、気付いた変状を右に記入のこと		
その他	水防活動の状況:			
	堤内地の状況等:			

※1: 水位変化については、水際線の変化を観察し判断すること。

※2: 被災要因、特に基盤漏水と法崩れ・すべりが不明な場合には、「被災要因不明」とその他、気付いた変状の欄に記載した上で、確認した変状について記載のこと。

8.2 様式2 (河川堤防被災記録様式、エクセルファイルあり)

項目	細目	入力方法	内容	現場写真撮影について
諸元	整理番号	記入	地整番号-水系番号-年度(和暦)-通し番号で記入	<p><b>全景</b></p> <p>○起終点の入った写真(災害申請の様式に準拠)とする</p>  <p><b>全景写真例</b> (現場は右岸側堤内側(川裏側)が被災)</p> <p>・堤内側もしくは堤外側から被災箇所を見渡して撮影できない場合は、起終点の分かるようにポール等を入れて、上下流から撮影する</p>
	年月日	記入	被災年月日を記入	
	水系名	記入	水系名を記入	
	河川名	記入	河川名を記入	
	左右岸	プルダウン	左右岸どちらかを選択	
	距離標(下流端)	記入	被災区間下流端の距離標を記入	
	距離標(上流端)	記入	被災区間上流端の距離標を記入	
	現況天端高(m)	記入	被災箇所の現況天端高を記入	
	計画高水位(m)	記入	被災箇所の計画高水位を記入	
	堤内地盤高(m)	記入	被災箇所の堤内地盤高を記入	
発見時推定水位(m)	記入	発見時の推定河川水位を記入(推定・痕跡・実測等確認方法も記載)		
漏水	漏水開始日時	記入	漏水発生日時がわかる場合は記入(聞き取り等の場合は明記)	<p><b>近景</b></p> <p>○被災状況がわかる写真(下図参照)とする</p> <p>●上下流からの写真…法尻等からの横断距離:変状から縦断距離=1:2 の位置から撮影を基本とする</p>  <p>※必要に応じて堤防横断方向写真も撮影</p>  <p><b>近景写真例</b> (右岸側堤内側(川裏側)が被災、上流側からの撮影例)</p>
	漏水発見日時	記入	漏水を発見した日時を記入	
	位置区分	プルダウン	漏水発生位置が堤体部か基盤かを選択	
	詳細位置	プルダウン	漏水発生箇所の詳細位置を選択	
	堤内地の土地利用	プルダウン	漏水発生箇所が堤内地の場合、土地利用を選択	
	(その他の場合自由記入)	記入	上記細目で、その他を選択した場合、土地利用について記入	
	噴砂の有無	プルダウン	漏水に伴う噴砂の有無・複数を選択	
	漏水・噴砂箇所数(複数の場合)	記入	漏水・噴砂箇所が複数の場合、箇所数を記入	
	水のにごりの有無	プルダウン	漏水のにごりの有無・不明を選択	
	噴砂孔の最大の直径(m)	記入	漏水箇所の中で最大のガマの直径を記入	
	法尻・堤内地変状の有無	プルダウン	漏水発生箇所、法尻や堤内地での変状の有無を選択	
	変状高さ等規模(m)	記入	上記箇所に変状がある場合の規模を記入	
	内水氾濫の有無	プルダウン	内水氾濫の有無を選択	
	排水路水位の有無	プルダウン	排水路内水位の状況(水位の有無、排水路なし)を選択	
水防団活動の有無	プルダウン	水防団活動の有無を選択		
その他自由記入	記入	上記項目以外での漏水状況等の説明を記入		
すべり・亀裂等変状	変状の有無	プルダウン	すべり、亀裂、段差等の変状の有無について選択	<p>●詳細写真…特徴的な箇所を撮影、基本は上流側から撮影する</p> <p>噴砂: ・位置、箇所数(密度)、噴砂量が分かる写真を撮影する ・噴出した土質材料が分かる写真を別途撮影する</p>  <p>できれば規模が分かるようにポール等を入れる</p> <p><b>噴砂状況写真例</b></p>  <p>※てのひらに噴出した砂を載せて撮影する、白い紙に砂を載せ、ペンや硬貨等の比較対象物を入れて撮影する等、土粒子の大きさや色がわかる写真とする</p>
	縦断方向延長(m)	記入	変状がある場合、縦断方向の延長を記入	
	横断方向延長(m)	記入	変状がある場合、横断方向の延長を記入	
	方向(亀裂の場合)	プルダウン	亀裂が発生している場合、方向を選択	
	亀裂幅(亀裂の場合)(m)	記入	亀裂が発生している場合、亀裂の開口幅を記入	
	深さ(亀裂の場合)(m)	記入	亀裂が発生している場合、亀裂深さを記入	
	段差高さ(段差の場合)(m)	記入	段差が発生している場合、段差高さを記入	
	ポール等貫入量(cm)	記入	ポール等の貫入量及び貫入位置について記入	
	その他自由記入	記入	上記項目以外で変状状況の説明を記入	
外力	最高水位(m)	記入	被災時の出水期間中の最高水位を記入	
	最高水位記録位置	記入	最高水位を確認した水位観測所名を記入	
	最高水位記録日時	記入	最高水位を確認した日時を記入	
	洪水継続時間(h)	記入	氾濫危険水位を超えた時間を記入	
	累積降雨量(mm)	記入	被災時の出水期間中の累積降雨量を記入	
	降雨量観測位置	記入	累積降雨量を確認した箇所を記入	
雨量累積期間	記入	累積降雨量を算出した累積期間、日雨量、○時間雨量等を記入		
貼り付け	位置図	平面図	貼り付け 被災状況がわかるように平面図に記入、スケールを入れる	
		横断面図	貼り付け 被災状況がわかるように横断面図に記入、スケールを入れる	
	現場写真	全景	貼り付け 起終点の入った写真(災害申請の様式に準拠)を貼り付け	
		近景	貼り付け 被災状況がわかる写真を貼り付け(左図参照)	
外力	貼り付け	被災時の河川水位グラフ、降雨量のグラフを貼り付け		
深刻度	(A~Dから選択)	A	プルダウン 漏水は確認されたものの、軽微な変状の場合	
		B	プルダウン 噴砂を伴うような漏水であるが、変状が局所的な場合	
		C	プルダウン 漏水に伴い、一部堤防に変状をきたす場合	
		D	プルダウン 漏水を発端に堤防全体に変状が波及し、堤防の決壊等を招いた場合	
国総研・土研等による所見	記入	被災状況に対する所見を記入	<p>●亀裂(開口): ・位置、開口幅、段差量、延長が分かる写真を撮影する ・規模が小さいものは、起終点の分かる写真を撮影する</p> <p>●その他変状: ・水平変位ある場合、位置、水平変位量等規模が分かる写真を撮影する ・はらみだしがある場合、位置、勾配の変化等規模が分かる写真を撮影する</p>	

## 9. 参考資料

### 9.1 パイピング破壊における平均動水勾配の閾値の設定根拠

地方整備局等から収集した被災実績について、横軸に被災時水位に対応する堤防の敷幅  $D$ 、縦軸に被災時水位差  $H$  をとりプロットした。

平均動水勾配が小さい場合にも噴砂を伴う漏水を確認した事例もあるが、平均動水勾配が 0.2 を超えた場合には、噴砂を伴う漏水事例のみとなっていることから、閾値を設定するための標準値としては、0.2 を用いることとしている。平均動水勾配 0.2 未満でも噴砂を伴う漏水が生じる場合があることから、当該河川の被災実績を踏まえ閾値を設定することが重要である。

なお、基礎地盤が礫質土の場合の噴砂については、ただちに堤防決壊に至るおそれが高いことから、下図へのプロットの対象とはしていない。

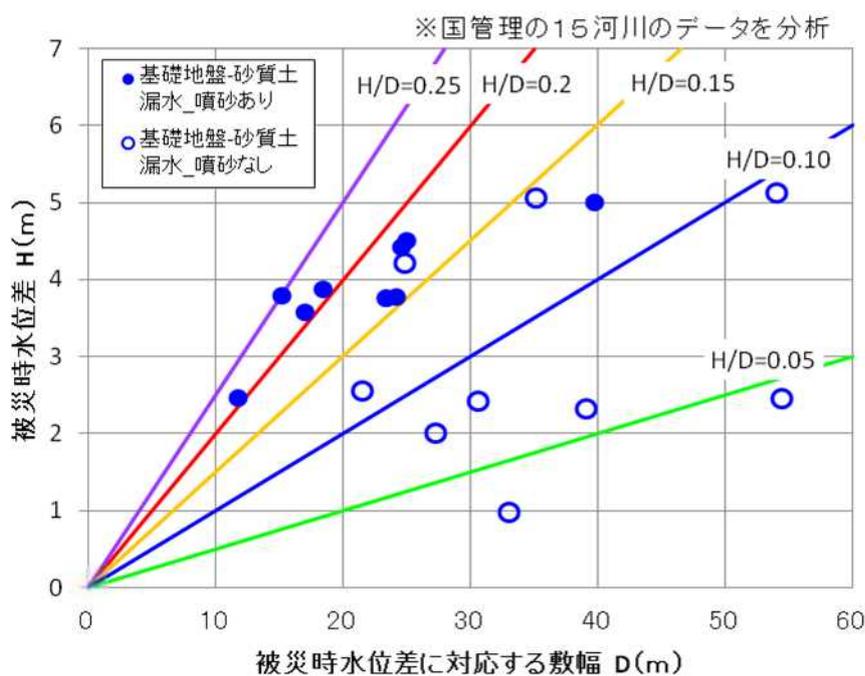


図 - 11 パイピング被災実績を対象とした被災時水位差と堤防敷幅との関係

## 9.2 すべり破壊における裏法勾配の閾値の設定根拠

地方整備局等から収集した被災実績について、横軸に裏法勾配、縦軸に被災時水位差をとりプロットしたところ、裏法勾配が2.5割よりも急な区間で、法崩れ（すべり）が発生することを確認した。そこで、すべり破壊に関する重点監視区間の設定にあたっては、裏法勾配2.5割を閾値（標準値）として用いることとしている。

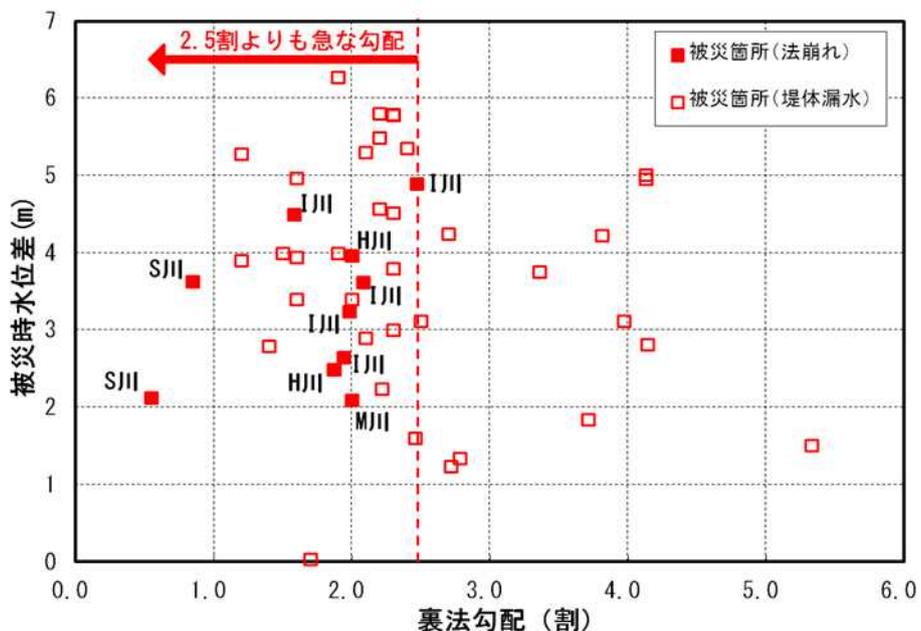


図 - 12 すべり被災実績を対象とした被災時水位差と裏法勾配との関係

## おわりに

本手引きの作成にあたっては、堤防技術研究委員会の下に、以下のメンバーで構成される漏水等管理技術検討ワーキンググループを設置し、重点監視区間の設定方法、監視のポイント、危険性の判断方法等について検討した。本手引きは、この検討結果をとりまとめたものである。

また、北海道開発局及び各地方整備局の担当者からは手引きに関するご意見をいただくとともに、矢部川・円山川・五十嵐川の河川管理者、水防団、巡視員の皆様には水防活動の現状と課題についてご意見をいただいた。ここに記して、謝意を表すものである。

漏水管理技術検討ワーキンググループメンバー（所属・役職名は平成28年2月23日時点）

### 座長

青山 俊行 公益財団法人 日本河川協会 専務理事

### 委員

前田 健一 名古屋工業大学 都市社会工学科・高度防災工学センター 教授

小俣 篤 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課長

五十嵐 崇博 前 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課長

若林 伸幸 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 河川保全企画室長

岩田 美幸 前 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 河川保全企画室長

中込 淳 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 水防企画室長

朝堀 泰明 前 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 水防企画室長

高橋 裕輔 国土交通省 水管理・国土保全局 治水課 技術調整官

宮本 健也 国土交通省 九州地方整備局 河川部 河川調査官

森 啓年 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究室 主任研究官

石原 雅規 独立行政法人 土木研究所地質・地盤研究グループ 主任研究員

佐古 俊介 一般財団法人 国土技術研究センター 首席研究員