

河川堤防分野の公募要件等について

公募方法①

テーマ① 堤体等の外観の変状の把握に係るモニタリングシステムの現場実証

堤体等の外観の変状を把握するために必要なデータを取得、収集・伝送、分析するモニタリングシステムの現場実証

【目的等】

堤体等の外観の変状は、出水期前、台風期、出水後に徒歩を基本とする目視点検で確認している。

徒歩による目視点検では、調査に時間や労力がかかってしまうため、長大な延長を有する河道・堤防等の変状を迅速に把握することが困難である。また、経年的かつ広範囲にわたる堤体の沈下など、目視では把握が困難な変状も存在する。加えて、徒歩による目視点検は調査者の主観に頼る部分が多く、堤体等の変状（外観）の把握を客観的に評価することが難しい。更に、状況変化の把握は、調査結果の記録、前回結果との比較等に基づき実施するため、調査者の経験・能力に依存する。

モバイルマッピングシステム（MMS）等を用いて堤体等の変状に係る調査を実施している場合もあるが、目視点検と同様に堤防の除草が行われていないと変状の把握が難しく、またモグラ穴等、確認が難しい変状も存在する。また、調査にかかる費用も目視点検に比べて高額である。

そのため、現状では“劣化損傷の原因となる事象の監視”、“詳細点検が必要なインフラや箇所抽出・絞り込み”、“発見・特定した劣化損傷の進行状況の監視”、更には“地震等の災害発生時における迅速な変状把握”が課題となっている。

そこで、堤体等の変状を常時もしくは複数回（常時/定期/不定期、最低 2 時点）で計測し、状態の変化を広範囲かつ客観的に把握する技術を公募する。

【基本要件】

モニタリング技術の基本的な要件として、以下の内容を満足するものとする。

① 土堤におけるのり面、堤防護岸、小段、天端、裏法尻部、低脚水路、低水護岸等の外観の変化を長期的・広範囲（※）に把握できること（下記[1]～[5]のいずれか又は複数把握できること）。

[1] 亀裂の変化（長さ、幅、位置の全て）を把握できること。

[2] 陥没の規模（面積、深さ、位置の全て）の変化を把握できること。

[3] 沈下（面積、沈下量、位置の全て）の変化を把握できること。

[4] のり崩れ（面積、位置の全て）の変化を把握できること。

[5] 小動物の穴の有無（規模、位置の全て）を把握できること。

※長期的：最低2年を想定している。

広範囲：今回の公募においては1 km 程度の区間を想定している。技術の実用化にあたっては管理区間の堤防全範囲をカバーできるものを期待する。

【公募技術に期待する項目】

モニタリング技術に期待される項目を以下に示す。これらの項目を満足する場合は審査にあたって優位に評価する。

- ② 維持管理に係る作業の安全性の向上や時間的な制約の回避が図られること。
- ③ モニタリングで取得したデータと既存の点検結果の関連性を容易に把握できること。
- ④ 地震時の災害発生時において迅速に変状を把握できること。
- ⑤ 維持管理の費用削減や省力化につながること。
- ⑥ 多くの現場で汎用的に効果を発揮するものであること。
- ⑦ 装置のメンテナンスが容易又はメンテナンスの費用や労力が少ないこと。（例：耐用年数10年以上）
- ⑧ 測定装置は設置や撤去が容易であること。
- ⑨ 雨天等の悪天候及び季節（気温）の影響を受けず安定的に機能が発揮できること。

【現場条件】

⑩ 実証現場の条件は次のとおり。具体的な現場は、応募者からの提案を踏まえ、提案技術ごとに決定する。

- ・取得したデータと河川管理者が実施している目視点検の結果を比較できる。
- ・取得したデータとMMSの試行結果を比較できる。

※各地方1箇所程度、候補地を選定している。

【参考情報：現場写真および土堤の外観変状に係る写真等】

- 亀裂の事例

| | |
|----|--|
| 写真 |  <p>頂部亀裂状況</p> |
| 備考 | |

- 陥没の事例

| | |
|----|---|
| 写真 |  |
| 備考 | |

• 沈下の事例

| | |
|----|---|
| 写真 |  <p>手前が沈下</p> |
| 備考 | |

• のり崩れの事例

| | |
|----|---|
| 写真 |  |
| 備考 | |

- 小動物の穴の事例（モグラ塚と巣の様子）

| | |
|----|--|
| 写真 |  |
| 備考 | |

【参考情報：現状の点検手法】

- 徒歩による目視点検
- 写真撮影 等

【参考情報：既存の計測技術等】

- 護岸ブロックの流出検知による河川護岸監視（1-1）

※ （）内の番号は、第1回社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会の参考資料3（<http://www.mlit.go.jp/common/001016268.pdf>）に記載されているモニタリング技術の事例の番号を示している。

テーマ② 漏水、侵食等の出水時における変状発生の把握に係るモニタリングシステムの
現場実証

漏水、侵食等の出水時における変状発生を把握するために必要なデータを取得、収集・
伝送、分析するモニタリングシステムの現場実証

【目的等】

平成24年7月の九州北部豪雨に伴う矢部川の決壊は漏水が原因で発生していることから、浸透・侵食に関する監視の強化を進めているところである。しかし、堤防は歴史的に築造されてきた経緯から、その構成材料は多様であり、基礎となる地盤の地質は場所ごとに異なる。このため、洪水という外力を受けたときに生じる漏水や侵食といった現象も箇所ごとに異なることから、その箇所に応じた監視が必要である。

また、漏水、侵食等の監視が求められるのは主に洪水時であるが、降雨中や夜間では変状を常時把握することは難しい。そのため、現状では浸透・侵食等が発生する危険のある箇所などの“詳細点検が必要なインフラや箇所の抽出・絞り込み”、浸透・侵食等の常時監視などの“発見・特定した劣化損傷の進行状況の監視”、更には“洪水等の災害発生時における迅速な変状把握”が課題となっている。

そこで、堤内地を含む堤防および堤防敷周辺の漏水、侵食等の状況を常時もしくは複数回（常時/定期/不定期、最低2時点）で計測し、状態の変化を客観的に把握する技術を公募する。

【基本要件】

モニタリング技術の基本的な要件として、以下の内容を満足するものとする。

① 堤内地を含む堤防および堤防敷周辺（のり面、小段、堤脚付近等）の浸透、侵食等の状態の変化を一定範囲（※）で迅速に把握できること（下記[1]～[4]のいずれか又は複数が把握できること）。

[1] 堤体の滞水（区間又は箇所、地下水位の全て）の変化を把握できること（平常時及び出水時）。

[2] 堤体の漏水（区間又は箇所、漏水の有無、堤体内水位の全て）の変化を把握できること（出水時及び出水後）。

[3] 堤防基盤の漏水（区間、漏水の有無の全て）の変化を把握できること（出水時及び出水後）。

[4] 堤防の侵食（位置、幅、奥行き、高さの全て）の変化を把握できること（出水時及び出水後）。

※一定範囲：漏水等の実績がある箇所を想定している。

【公募技術に期待する項目】

モニタリング技術に期待される項目を以下に示す。これらの項目を満足する場合は審査にあたって優位に評価する。

- ② 漏水跡等の調査にかかる時間的な制約を解消できること。
- ③ 維持管理の費用削減や省力化につながること。
- ④ 堤体の滞水状況を広範囲に迅速に把握できること。
- ⑤ 漏水の発生箇所や経路を推定できること。
- ⑥ 維持管理に係る作業の安全性の向上や時間的な制約の回避が図られること。
- ⑦ モニタリングで取得したデータと既存の点検結果の関連性を容易に把握できること。
- ⑧ 多くの現場で汎用的に効果を発揮するものであること。
- ⑨ 装置のメンテナンスが容易又はメンテナンスの費用や労力が少ないこと。(例：耐用年数 10 年以上)
- ⑩ 測定装置は設置や撤去が容易であること。
- ⑪ 雨天等の悪天候及び季節（気温）の影響を受けず安定的に機能が発揮できること。
- ⑫ 洪水時の災害発生時において迅速に変状を把握できること。

【現場条件】

⑬ 実証現場の条件は次のとおり。具体的な現場は、応募者からの提案を踏まえ、提案技術ごとに決定する。

- ・ 平常時の帯水状況について、取得したデータと間隙水圧等の観測データ・調査データを比較できる。

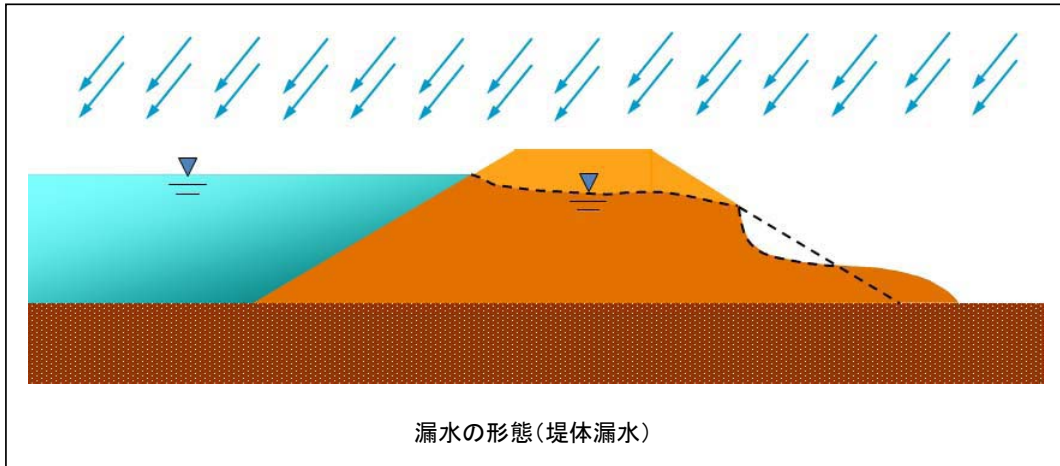
※各地方 1 箇所程度、候補地を選定している。

【参考情報：現場写真および堤内地を含む堤防や堤防敷周辺の変状に係る写真等】

- ・ 滞水の事例

| | |
|----|--|
| 写真 |  |
| 備考 | |

- ・ 堤体漏水のしくみ



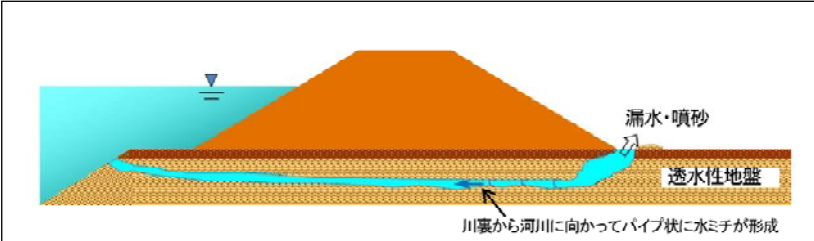
漏水の形態(堤体漏水)

- ・ 土構造物である河川堤防は、雨水や河川水などの浸透によって破堤に至る場合がある。
- ・ 雨水や河川水などが堤体に浸透して漏水が始まる。
雨水や河川水などが堤体に浸透して飽和領域が拡大し、それが裏法尻に達すると漏水が始まる（堤体漏水）。飽和領域ではせん断抵抗が小さくなるため法面が不安定になり、法すべりを発生させる。いったん法すべりを起こすと残された堤体が不安定になって法すべりを繰り返して破堤に至る。
- ・ 降雨量が多いほど、さらに洪水の継続時間が長いほど危険性が高まる。


- 基盤漏水の事例


| | |
|----|--|
| 写真 |  |
| 備考 | |

- 基盤漏水のしくみ



基盤漏水の形態






漏水の状況

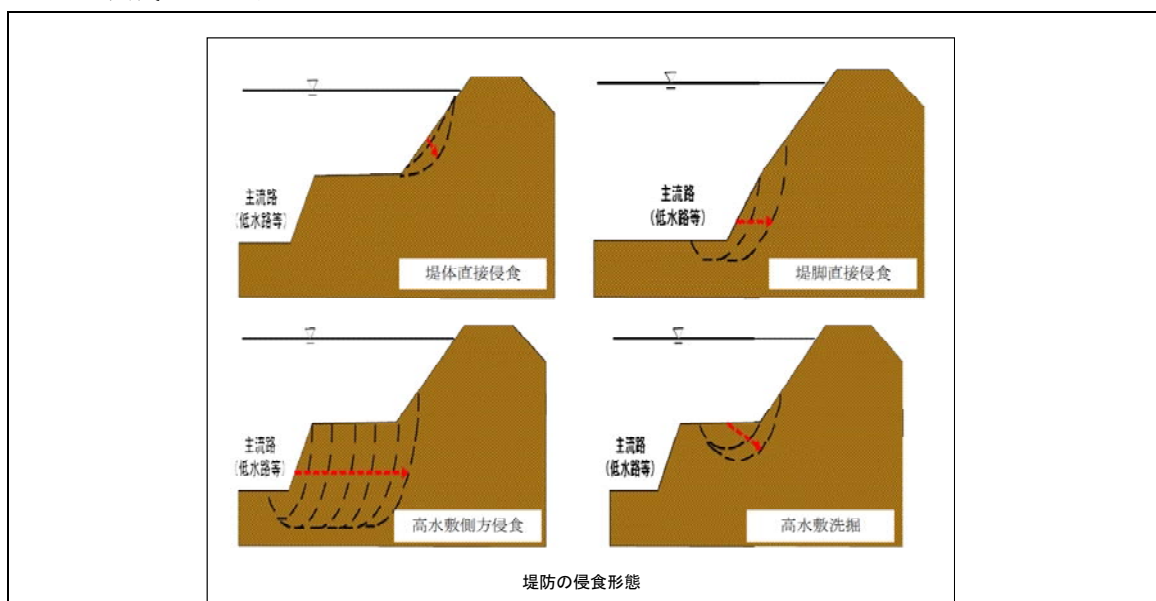
- 川の水位が上昇し堤内水位との水位差が大きくなるにつれて発生しやすくなる。
川の水位が上昇し堤内水位との水位差が大きくなるにつれて、基礎地盤の透水層を流れる浸透流の流速が速くなる。この流速が一定値を越えると細粒分の土粒子から移動し始め、移動した土砂は基礎地盤の外に流出しない限り、流速が一定値を下回る空隙まで移動して留まる。洪水のたびにこの現象が繰り返されると細粒分が少なく透水係数が大きい“水みち”が発達することになる。川の水位が上昇すると“水みち”の水圧が上昇するが、この水圧が透水層上部の土層の重量を上回ると、土層が破壊されて土砂と水を噴出する基盤漏水を起こす。
- 基盤漏水が発生しても、水が澄んでいる場合は安全な場合が多い。
基盤漏水が発生しても、透水層の土粒子が移動せずパイピングが拡大しなければ

破堤には至らない。昔から澄んだ水の漏水はあまり心配がないといっているのはこのためである。

・ 侵食の事例

| | |
|----|--|
| 写真 |  |
| 備考 | |

・ 侵食のしくみ



- ・ 土構造物である河川堤防は、流水によって侵食されて破堤に至る場合がある。
 侵食による破堤には、堤体が直接侵食されて破堤に至る場合（堤体直接侵食）と、堤脚が侵食されて破堤に至る場合がある。さらに後者には、堤脚が直接侵食される場合（堤脚直接侵食）以外に、堤脚を保護している高水敷が側方侵食によって失われて堤脚まで侵食が進む場合（高水敷側方侵食）や、高水敷が洗掘されて堤脚が侵食される場合（高水敷洗掘）がある。
- ・ 階段や護岸等と土堤との境目は要注意箇所である。

護岸が張られていない堤防で流速が速い場所では、表法面の不陸によって洗掘が起き、堤体直接侵食に至る可能性があるので注意する必要がある。特に、階段や護岸等と土堤との境目は要注意箇所である。

【参考情報：現状の点検手法】

- 徒歩による目視点検
- 写真撮影 等

公募方法②

テーマ③ 維持管理の高度化・効率化に係るモニタリングシステムの現場実証

【目的等】

現状では、施設管理者は、定期点検要領等、要領類に定められた内容に基づき点検等の維持管理を実施している。堤防、河道の点検等の目的は、堤防の決壊等を未然に防止するため、河道等が所要の機能を確保しているか把握することである。

特に、堤防等の状態を効果的・効率的に把握するためには、事前に危険箇所等を把握し、重点的にモニタリングを行う必要がある。

一方、堤防は延長が極めて長く、また、過去幾度にもわたって築造・補修され、構成する材料が不均一であるという性格を有しているため、出水時における堤防の挙動や漏水、浸透破壊の程度の把握が難しく、危険箇所を適確に把握することについて、技術的な発展の余地を残している。

このため、堤防、河道等の危険箇所を事前に把握するモニタリング技術やその基礎的な情報となる出水時における堤防等の挙動を把握するモニタリング技術の開発が期待されている。

このように、維持管理の現場では、更なる“維持管理の高度化による安全性・信頼性の向上”、“維持管理の効率化によるコストの縮減・平準化”のニーズがあるが、財政面、体制面等の理由から、十分に実施できていないことがある。

そこで、河川堤防等の状況の変化をモニタリング技術によって定量的に把握することにより、現状において十分な対応ができていないが、維持管理をより高度化・効率化することが期待されていることを実現することを目的とする。なお、具体的な達成事項等は、応募者が提案するものとする。

【基本要件】

モニタリング技術の基本的な要件として、以下の内容を満足するものとする。

① 現状において十分な対応ができていないが、維持管理をより高度化・効率化することが期待されている事項を実証（検証）できること（達成事項の設定における参考情報を以下に示す）。

- [1] 平常時の調査により広範囲から、危険箇所を絞り込むことができること。
- [2] 出水時の危険箇所における浸透、侵食、越流等の発生状況をリアルタイムに把握できること。
- [3] 出水時における堤防の状況（変形、土質定数の変化等）を把握できること。

- [4] 外観の変状から内部で発生している変状を推測できること（漏水の発生箇所から経路を予測し、空洞を発見するなど）。
- [5] 堤体内部の状態の変化を定量的に把握できること（亀裂の深さを定量的に把握するなど）。
- [6] その他

【公募技術に期待する項目】

- 公募技術により実現できる内容は応募者側で設定すること。

【現場条件】

- ② 具体的な現場は、応募者からの提案を踏まえ、提案技術ごとに決定する。