

4. モニタリングシステム活用ガイドライン の概要

本報告会の講演内容はモニタリングシステム技術研究組合(RAIMS)が実施した研究であり、内閣府の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の一環として国土交通省が実施する「社会インフラへのモニタリング技術の活用推進に関する技術研究開発」の委託事業研究成果を含みます。

本書の一部または全部を許可なく複製・転載・引用することを禁じます。

モニタリングシステム 活用ガイドラインの概要

東日本高速道路（株）

本間 淳史

1

研究目的

モニタリング技術を維持管理業務で活用するためのガイドラインを作成する

- ✓ 橋梁などの構造物の老朽化等に対応するため、インフラ管理者にとって、センサなどによるモニタリング技術を維持管理業務に活用することは、大きな関心があり、期待されている。
- ✓ 一方で、モニタリング技術は、ICT 技術の発展とともに多種多様な技術が存在しているものの、インフラ管理者としては、どの場面でどのように採用してよいか判断が難しいため、結果的に採用を躊躇しているのが現状。



維持管理業務の実態を踏まえて、モニタリング技術の採用が効果的と考えられる場面(シナリオ)を想定し、それに見合うモニタリング技術の方法や留意事項などをガイドラインとしてまとめる



第1編 総則

第2編 RC床版のモニタリング

第3編 コンクリート桁のモニタリング

第4編 鋼桁のモニタリング

第5編 塩害環境下のコンクリート構造物のモニタリング

第6編 橋脚および基礎のモニタリング

第7編 のり面・斜面の安定性評価のモニタリング

第8編 モニタリングデータの伝送

第9編 データの保存・活用

ガイドライン 目次(案)

第1編 総則

1章 目的

2章 適用範囲

2.1 ガイドラインの位置付け

2.2 対象とする構造物

3章 モニタリングの意義

3.1 モニタリングの定義

3.2 モニタリングの位置付け

3.3 維持管理におけるモニタリングの活用

3.4 モニタリングの活用イメージ

3.5 モニタリングの実施

3.6 モニタリングデータの評価・判定の考え方

4章 モニタリングシステムの概要

4.1 モニタリングシステムのイメージ

4.2 対象構造物の考え方

4.3 対象変状によるセンサ選定の目安

4.4 セキュリティの考慮

(前略)

近年、インフラ構造物の維持管理業務の重要性が高まる一方で、ICT技術の発達に伴って、モニタリング技術の活用が注目されている。

このガイドラインは、構造物の維持管理業務における点検、診断、さらには補修・補強などの様々な場面で有効と思われるモニタリング技術を、構造物とその変状に応じて活用方法をまとめたものである。

なお、取りまとめにあたっては、地方公共団体の中堅技術者が業務に速やかに取り込めるように、分かりやすく編集するよう配慮している。

2.2 対象とする構造物（※床版モニタリング編の場合）

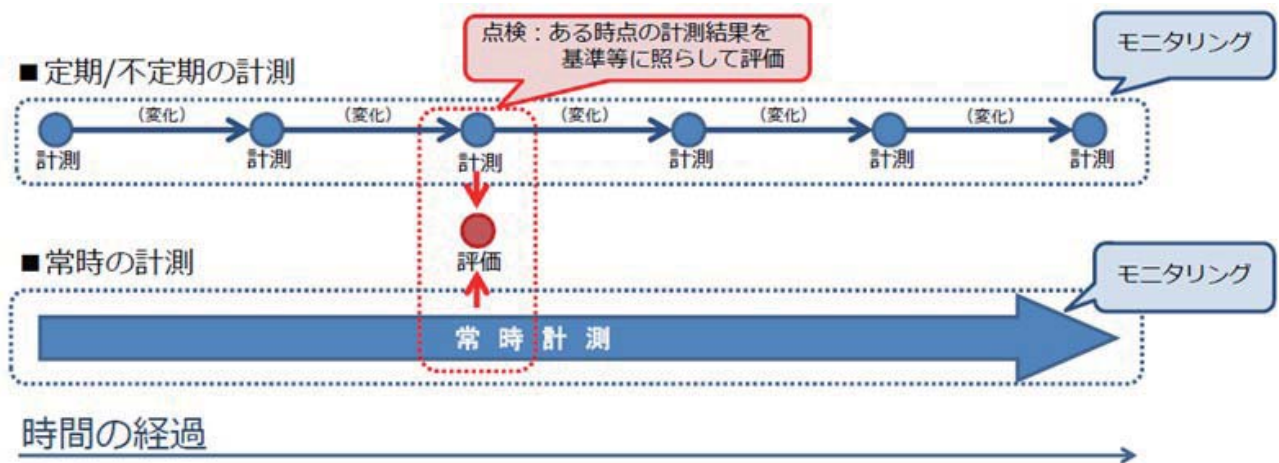
このガイドラインは、道路構造物のうち橋梁のRC床版の維持管理を対象として、【床版モニタリング編】としてまとめたものである。これはモニタリングシステム技術研究組合（略称RAIMS）の研究が道路構造物を対象として行われており、特に管理者ニーズが高いと想定される橋梁の床版に関する研究を先行して行い、それにより得られた知見や成果を反映していることによる。

しかしながら、鋼構造物やコンクリート構造物の劣化要因や変状は、他のインフラ構造物においても共通する部分が多いことから、モニタリング技術の基本的な部分は採用が可能であると考えられるので、ガイドラインの趣旨や注意事項をよく理解して活用するとよい。

第1編 3章 3.1 モニタリングの定義

本ガイドラインにおけるモニタリング技術の定義は、国土交通省の社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会における考え方を踏襲することとし、「構造物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、状態変化を客観的に把握する技術」とする（図3.1.1）。

また、この計測する技術に加えて、データを収集または伝送する技術、ならびにそのデータを保存・蓄積するとともに必要に応じて活用する技術を含めて、その総称を「モニタリングシステム」と呼ぶことにする。



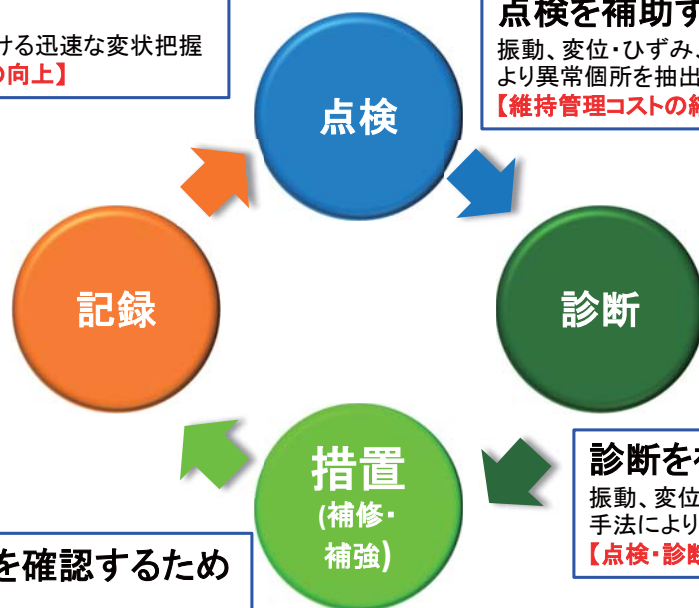
第1編 3章 3.2 モニタリングの位置づけ

緊急時の対応を補助するモニタリング

地震等の災害発生時における迅速な変状把握
【効率化・合理化・安全性の向上】

点検を補助するモニタリング

振動、変位・ひずみ、内部応力の変化等客観的な手法により異常箇所を抽出
【維持管理コストの縮減】



補修・補強の効果を確認するためのモニタリング

振動、変位・ひずみ、内部応力の変化等客観的な手法により対策の効果や地震時の応答などを評価
【安全性の評価】

診断を補助するモニタリング

振動、変位・ひずみ、内部応力の変化等客観的な手法により健全性を評価
【点検・診断の信頼性向上】

3.4.1 変状を確認したら行うモニタリング

- (1) 変状の進行監視
- (2) 健全度を評価するための情報収集

3.4.2 変状の早期発見のために行うモニタリング

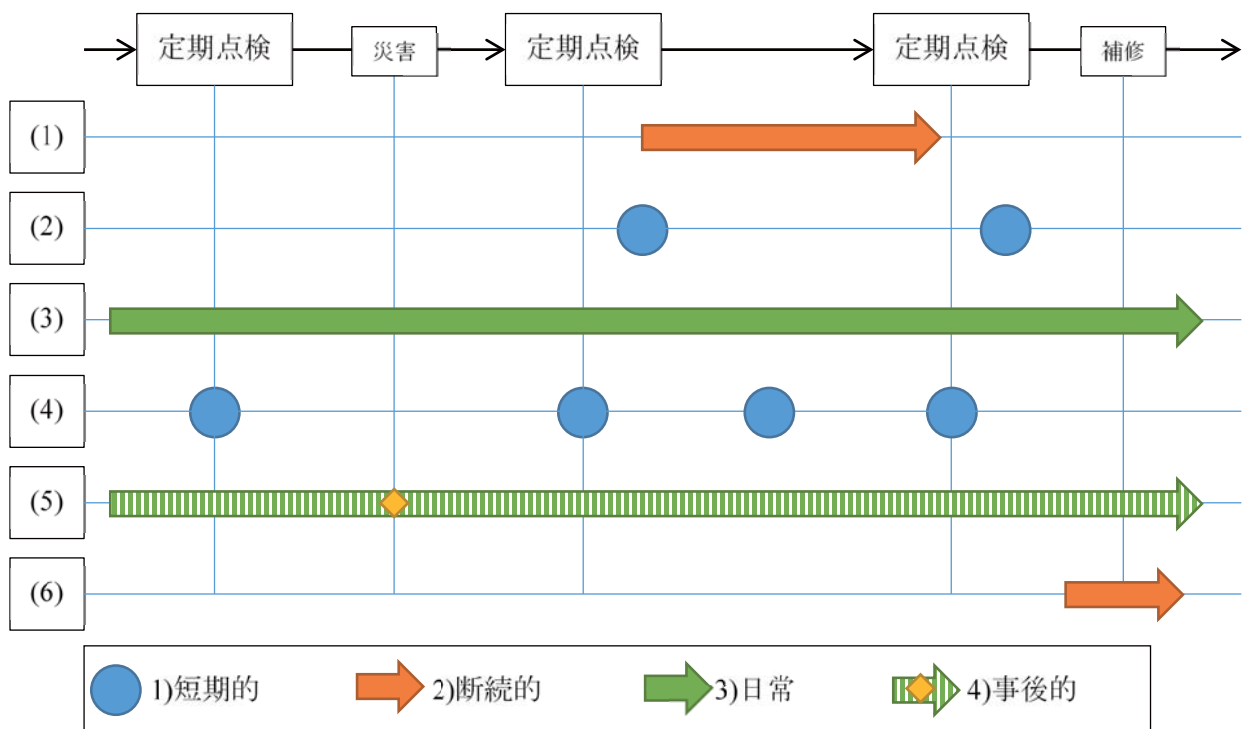
- (3) データの継続確認による異常発見
- (4) 近接目視困難箇所の確認
- (5) 災害時の変状箇所の早期把握

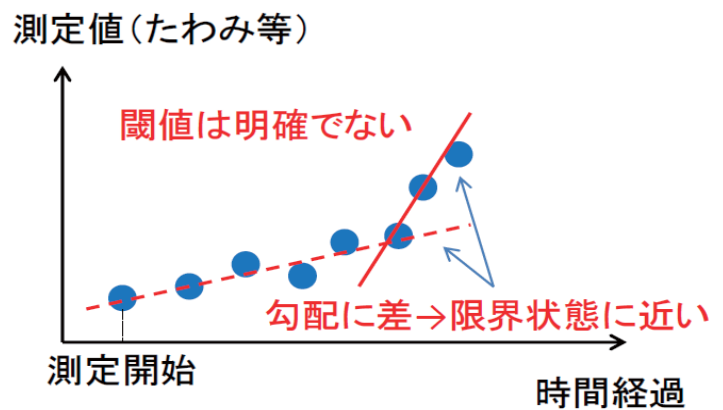
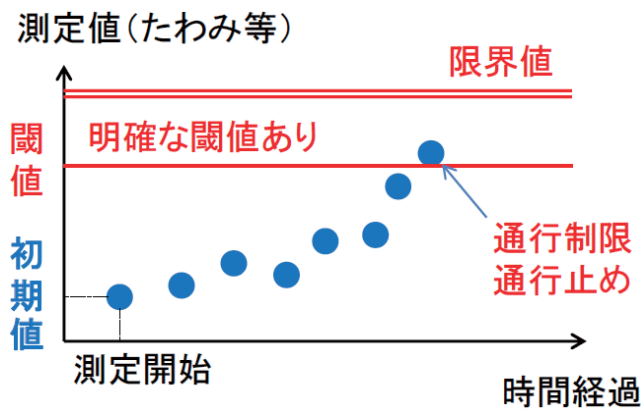
3.4.3 補修・補強の効果を確認するために行うモニタリング

- (6) 補修・補強前後の効果確認

第1編 3章 3.5 モニタリングの実施

モニタリングの実施に関する概要図(実施パターンのイメージ)





【ケースA】
 閾値を管理基準として、供用制限などの措置判断を行う

【ケースB】
 異常値や急激な増減が確認された場合に、詳細調査の実施や供用制限などの必要な措置を行う

ガイドライン 目次(案)

第2編 RC床版のモニタリング

1章 RC床版のモニタリングの位置付けと種類

1.1 モニタリングの位置づけ

1.2 モニタリングの種類と役割

2章 画像によるひび割れのモニタリング

2.1 技術の概要

2.2 モニタリングの方法

2.3 結果の評価

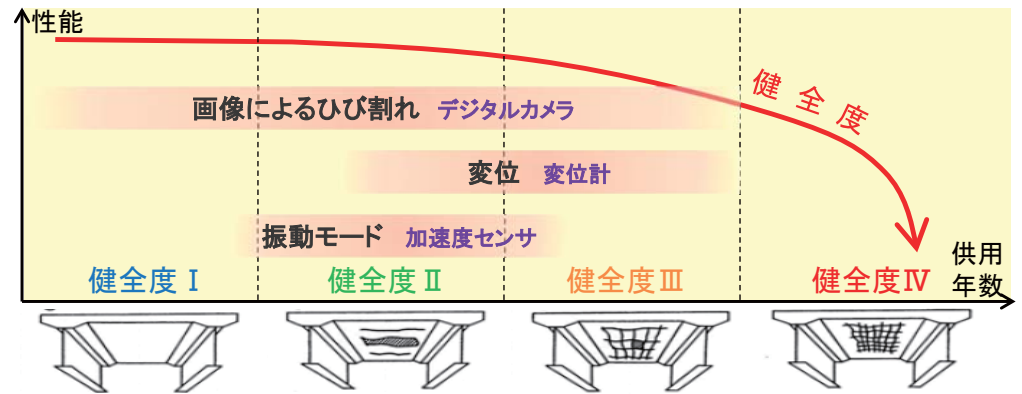
2.4 保守

3章 光ファイバによるひび割れのモニタリング

4章 光ファイバによるプレキャスト床版接合部のモニタリング

5章 変位計によるモニタリング

6章 振動モード法を用いたモニタリング



【現状の点検を補助】 ・記録保存の合理化 ・安全性確保	画像によるひび割れ(定期的) デジタルカメラ		
【診断を補助】 ・高度な評価		変位のモニタリング(常時) ロッド式変位計	
【補修・補強効果の確認】※ ・対策の効果・持続性		振動のモニタリング(定期的) 加速度センサ	

※検証は未実施だが、モニタリング技術の効果が期待できる

モニタリング技術ごとの基本的な目次構成

第2編 RC床版のモニタリング

2章 画像によるひび割れのモニタリング

2.1 技術の概要

2.1.1 目的

2.1.2 画像によるモニタリング手法

2.1.3 正規化処理の原理

2.2 モニタリングの方法

2.2.1 モニタリングの手順

2.2.2 計画

2.2.3 機器の選定

2.2.4 撮影

2.2.5 正規化処理

2.2.6 ひび割れの判読

2.2.7 分布図の作成

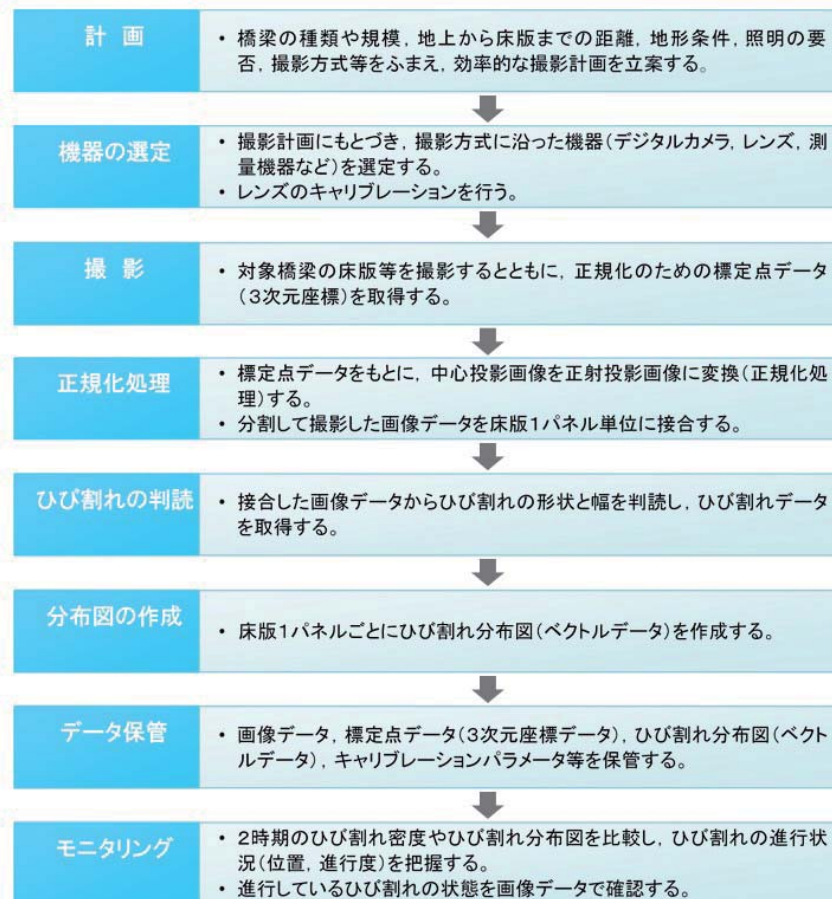
2.2.8 データの保管

2.2.9 費用の目安

2.3 結果の評価

2.4 保守

画像による 床版のモニタリングの手順



ガイドライン 目次(案)

第3編 コンクリート桁のモニタリング

- 1章 コンクリート桁のモニタリングの位置づけと種類
- 2章 加速度センサによる振動のモニタリング
- 3章 振動モード法を用いたモニタリング
- 4章 画像によるひび割れのモニタリング
- 5章 画像処理によるコンクリートの浮きのモニタリング

第4編 鋼桁のモニタリング

- 1章 鋼桁のモニタリングの位置づけと種類
- 2章 加速度センサによる変位のモニタリング
- 3章 サンプリングモアレ法による変位のモニタリング
- 4章 画像処理による変位のモニタリング
- 5章 光ファイバによる変位のモニタリング
- 6章 ピエゾ歪みセンサによる剛性のモニタリング
- 7章 伸縮による遊間のモニタリング
- 8章 画像処理による塗装のモニタリング

第5編 塩害環境下のコンクリート構造物のモニタリング

- 1章 塩害環境下のモニタリングの位置づけと種類
- 2章 模擬鉄筋によるかぶりコンクリートでの塩害劣化のモニタリング
- 3章 電気化学的手法による鉄筋腐食のモニタリング
- 4章 電気化学的手法による補修効果の確認
- 5章 モニタリングと対策の考え方

第6編 橋脚および基礎のモニタリング

- 1章 橋脚および基礎のモニタリングの位置づけと種類
- 2章 ALB(航空レーザ測深)による洗掘状況の把握
- 3章 振動計測による橋脚および基礎の洗掘状況のモニタリング
- 4章 地震後の橋脚および基礎のモニタリング

第7編 のり面・斜面の安定性評価のモニタリング

- 1章 のり面・斜面の安定性評価モニタリングの位置づけと種類
- 2章 傾斜センサと無線ネットワークによるモニタリング
- 3章 多点傾斜変位と土壌水分の常時監視によるモニタリング
- 4章 次世代衛星測位システムによるモニタリング
- 5章 マルチGNSSによるモニタリング
- 6章 落石振動調査法による浮石のモニタリング
- 7章 多点傾斜変位の常時監視による落石のモニタリング

第8編 モニタリングデータの伝送

- 1章 伝送の概要
- 2章 ケーススタディ
- 3章 汎用伝送シナリオ
- 4章 ネットワーク技術の選定

第9編 データの保存・活用

- 1章 概要
- 2章 保存活用システム
- 3章 システム
- 4章 データ保存
- 5章 分析

(付属資料)

- ・ 用語集
- ・ モニタリング適用事例
- ・ 機器の対環境性能

他の国交省SIP公募研究機関との連携

(1) 橋梁分野

1) 公募方法①

テーマ①:下部工基礎の洗掘状況把握のためのモニタリングシステムの現場実証

テーマ③:コンクリート橋における支承部および桁端部等の劣化状況把握のためのモニタリングシステムの現場実証

テーマ④:床版ひびわれの劣化状況把握のためのモニタリングシステムの現場実証

2) 公募方法②

テーマ⑤: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

(2) のり面・斜面分野

1) 公募方法①

テーマ①:のり面・斜面の安定性評価に係るモニタリングシステムの現場実証

RAIMS