

モニタリング技術も含めた定期点検の
支援技術の使用について

(参考資料)

令和2年6月

国土交通省 道路局 国道・技術課

目 次

1. はじめに.....	1
2. 用語の定義.....	2
3. センシング技術、モニタリング、非破壊検査技術等の特徴.....	2
4. モニタリング技術も含めた点検支援技術の活用の留意点.....	3

1. はじめに

「道路トンネル定期点検要領」や「道路橋定期点検要領」等（いずれも平成31年2月 国土交通省道路局）では、健全性の診断の根拠となる状態の把握は、近接目視により行うことを基本とされている。これについて法令運用上の留意事項では、定期点検を行う者は、自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法でも、健全性の診断をする対象構造物の現在の状態を把握することができることになっている。また、付録にて、機器等を用いて状態を把握する場合について、用いる機器等の選定は、定期点検を行う者がその特性や結果の利用方法を検討し、適切に行うものであるという留意点が記載されている。

モニタリング技術についても、点検に関する「新技術利用のガイドライン（案）（平成31年2月国土交通省）」（以下「ガイドライン」という。）などを参考にその特徴を踏まえた活用方法について適切に計画することで、その他の点検支援技術と同様に定期点検においても適宜活用することができる。そこで、本資料は、モニタリング技術も含めた点検支援技術の特徴や利用にあたっての留意点について、ガイドラインの記述を補うことを意図してまとめたものである。

なお、ガイドラインや本資料の他、国土交通省が過去に設置した「社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会」にて検討した成果の一つとして、「土木構造物のためのモニタリングシステム活用ガイドライン（案）（令和元年12月モニタリングシステム技術研究組合（RAIMS）」がまとめられていたり、学会等でも様々な図書がまとめられている。いずれも、本資料の主旨も踏まえて参考にできる点は適宜に参考にするとよい。

なお、道路トンネル定期点検要領や道路橋定期点検要領等の付録1の2（9）では、監視において、各種のモニタリング技術の活用も検討するのがよいことが助言されている。これについては、今般、別途「監視計画の策定とモニタリング技術の活用について（参考資料）（令和2年6月国土交通省道路局国道・技術課）」を作成しているので、そちらを参考にされたい。

2. 用語の定義

本資料、「点検支援技術性能カタログ（案）（令和2年6月国土交通省）」（以下「性能カタログ」という。）及び「監視計画の策定とモニタリング技術の活用について（参考資料）（令和2年6月国土交通省道路局国道・技術課）」では、センシング、モニタリング及び非破壊検査という用語を必ずしも厳密に定義しているわけではないが、道路トンネル定期点検要領や道路橋定期点検要領等の付録1にある用語の定義との関係性も考慮し、それぞれ概ね以下のような意味合いで用いている。

■ センシング

構造の位置や応答等を、精度を明らかにしたうえで、センサを利用し計測する行為

■ モニタリング

構造の位置や応答等の対象とする計測項目について精度・頻度等を明らかにしたうえで、時間的に連続的または離散的に計測し続ける行為

■ 非破壊検査

- 1) 構造の外部から計測を行い、その結果から、破壊調査・試験で得られる物理量を推定する行為
- 2) 構造の外部から計測を行い、その結果から、構造又はその一部を破壊せずに構造の内部の変状の位置や分布を推定する行為

3. センシング、モニタリング、非破壊検査技術等の特徴

いずれの技術も、診断に資する情報として、状態の把握を行うことを支援するものである。これらの技術の特徴として、目視、打音・触診では情報に占める定性的な部分の割合が多いことに比べ、センシング技術、モニタリング技術、非破壊検査技術はいずれも構造物の応答や挙動を表す物理量を、精度・頻度等を明らかにしたうえで、計測できるという特徴がある。具体的には以下の特徴が挙げられる。

- 変位、ひずみ、加速度等について、定量的な情報の取得が可能であること。

- 同じ条件、環境下であれば、一定の誤差等の範囲で再現性が得られると期待されること。
- 点検支援技術を遠隔操作することで、現地に必ずしも人が滞在する必要がない技術もあること。

そこで、たとえば、部材の有効断面やそこに含まれる材料の物理的・機械的性質の推定には、それを目的にしたサンプリング（破壊）検査、非破壊検査等を用いることがより直接的である。また、診断や措置においても設計基準に則して部材等の限界状態（強度や破壊形態）の評価、又は、強度の評価を行うためには、部材等の有効断面やそこに含まれる材料の物理的・機械的性質を把握する必要があるので、それを目的にしたサンプリング（破壊）検査、非破壊検査等を行うことがより直接的である。また、構造物や周辺地盤等の安定の観点から、沈下、傾斜、移動等が既に発生しているかどうかを捉えたい場合には、測量やセンシング機器等による計測を用いることがより直接的である。また、モニタリング技術は、技術の特徴によっては、いずれの目的でも用いることができる可能性があるし、時間的に継続して計測し続けられる。

4. モニタリング技術も含めた点検支援技術の活用の留意点

点検支援技術は、その利用目的や対象とする部材等の破壊が構造物の安全性等に与える影響などに応じて、また、対象物の形状や機器等の使用環境、代替手段の有無などに応じて求められる機能や精度は変わるものである。そこで、これらを踏まえて、求められる機能や精度そのものを案件ごとに検討する必要があるし、代替手段との比較検討も必要になる。そこで、国土交通省では、定期点検を行う者が機器の利用を検討するにあたって、機器等の特性を比較整理することを支援するため、ガイドラインや画像計測技術及び非破壊検査技術についての性能カタログを整備してきた。また、令和元年には、これらの技術の他、モニタリング技術等についても、道路構造物の定期点検を支援する技術を対象に公募を行い、令和2年6月に性能カタログを更新するに至った。なお、技術のグループ分けについては、センシング技術とモニタリング技術については技術として重複していることもあり、計測・モニタリング技術としてまとめてグループ分けをしている。

機器等の側が有する計測の誤差等は、機器等の使用の計画でも考慮することが原則である。そこで、性能カタログに記載のある技術では、計測や導出の原理、適用条件、誤差特性については、統一的な表記項目と表示方法について、今回、公募した技術の開発者と共同で整理がされた。そのうえで、性能カタログに記載の機器については、開発者が機器等の設計値としている動作条件や誤差特性、開発者が保証する適用条件や誤差特性等を記載している。記載のない機器についても、同様の情報を開発者に求めることで比較検討すればよい。ただし、開発者が全てを事前に想定できるものではないので、各機器の原理等も参考に、実際の適用や結果の解釈は、利用者が判断することになる。

たとえば、それぞれの機器等が対象とする物理量、計測原理、及び、原理上やむを得ない理論的な誤差特性、過去の室内試験や現地の計測などで把握された誤差特性を知ったうえで、それらを受け入れて用いることができるように使用の計画を立てるのがよい。また、現地計測での結果の解釈にあたっては、温度変化の影響、構造物の左右上下の温度差など構造物を取り巻く状況は一日の中でも常に変化し、また、構造物は常に応答しつづけていることに注意する必要がある。そのため、複数箇所の計測を同時に行うことも計画時点から想定することも求められる場合がある。計画策定の際には、これらの計画策定にあたっての背景も、計測結果の利用や計画の見直しを行うときに第三者が遡って参照できるように記録しておくとい。

なお、機器等によっては、特定の部位・事象に着目し、独自の着眼点で健全性を評価するなど、いわゆる診断の部分についても自動化を目指すものもある。本資料における点検支援技術の概念を超えているが、それらの情報の利活用自体は否定されるものではない。ただし、利活用するとしても、知識と技能を有する者が、構造物ごとに、その解釈と活用方法について適切に位置付けたうえで用いることが肝要である。