

安全安心と生産性の向上を図るための データ取得と活用への取組みについて

山田 勝輝

近畿地方整備局 奈良国道事務所 計画課 (〒630-8115奈良県奈良市大宮町3-5-11)

近年、社会資本の老朽化への課題や災害の多発により、社会資本の維持管理や防災対策への関心が大きなものとなっている。また、少子高齢化や熟練工の減少などの影響もあり、建設技術を取り巻く環境は深刻な人材不足を抱えており、生産性の向上による環境改善は急務となっている。一方、近年では技術革新による画像認識技術や情報技術は特にめざましい発展がなされており、これらの技術の活用により建設技術の生産性向上を図ることが期待されている。

前述した課題への対応方策として、これまでに近畿地方整備局が蓄積してきた調査・点検・設計・工事の各事業より取得される生産性向上に資する記録やデータの保管・活用していく取組みについて紹介する。

キーワード 情報技術, 維持管理, 防災

1. はじめに

本取組は、近畿地方整備局における道路の維持管理およびトンネル改築事業におけるデータベースの作成及び運用を通じてその課題に対応した事例を紹介するものである。

近畿地方整備局は直轄国道24路線、約1,900kmの管理を行っており、2014年からの道路法および関係法令の改正により、定期点検が法定化された主な構造物は、橋梁4843橋・トンネル206箇所、道路付属物等1524箇所(2018年12月個別施設計画より)となっている。

これらの構造物は5年に1度の法定点検を実施しており、点検を実施した構造物においては、個別施設計画として、保全計画を立案し、構造物の長寿命化に向けた取組を実施している¹⁾(図-1)。

図-1：個別施設計画（近畿地整HPより）

これらの構造物を適切に保全するには、定期点検による構造物の現状把握に加え、建設時の施工状況や建設時

から現在までの点検履歴等を総合的に分析し、現状を評価する事により保全計画を立案していく必要がある。

しかしながら、それらの記録データ量は膨大であり、活用するためには、既存データの収集・整理から着手する必要があり、そのための時間と労力が大きな課題となっている。

現在では、少子高齢化や働き方改革そして熟練工の減少などの影響もあり、建設技術を取り巻く環境は深刻な人材不足を抱えており、生産性の向上による環境改善は急務となっている。一方、近年では技術革新による画像認識技術や情報技術は特にめざましい発展がなされており、これらの技術の活用により建設技術の生産性向上を図ることが期待されている。道路管理者としての管理の高度化に向けて、上記のデータ資産を適切に蓄積し、活用していく必要がある。

2. 取組みと課題

近畿技術事務所では近畿地方整備局道路部と連携し、得られたデータを有効に活用するための取組を実施している。

取組実施の内容は大きく2つに区分され、一方は「既存データの整理・活用」もう一方は「データ取得方法の改善」として執り行われている。

上記の実施状況についてそれぞれ以下に紹介する。

(1) 既存データの整理・活用の取組

a) 道路構造物保全データベースの構築

近畿地方整備局では2014年より実施している、重要構造物の法定点検について実施結果を整理し、簡易なデータベースを構築して点検調書の検索を可能とした²⁾。

また、点検状況等の分析に必要な項目はロングリスト上にてデータ整理可能となるようリスト化を行い、進捗等のグラフ作成を自動化している。

これにより、これまでに取得したデータの「見える化」を行い、実務者がよりデータにアクセスし、活用できる取組を実施している。

データベースは整備局内のイントラにポータルサイトとして点検に必要な基準・通達・研修資料を共に掲載し全職員からアクセス可能としている(図-2)。



図-2：データベース掲載ポータル画面

b) 管内路線3次元地形データの取得

管内においては、道路管理における防災対策の高度化を目的として、近畿地方整備局が管理する国道(約1,900km)周辺の3次元地形データをレーザプロファイラにより取得している³⁾。

レーザプロファイラにより取得した高精細の地形図を使用すれば、地形の形状が把握しやすくなり、要調査箇所判読が簡素化される事が期待される。

また、地形の特徴を解析することにより、転石などが存在する可能性のある箇所を表示することも可能となる。

近畿技術事務所では近畿地方整備局管内および自治体で実施されたレーザプロファイラの成果を収集し、未計測箇所を補完することで全線の地形空間情報を集約し、各事務所に提供している。(図-3)

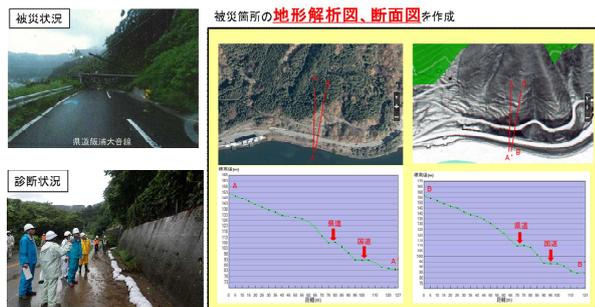


図-3：被災時における空間情報データ活用事例

(イントラネットにて全職員がビューワ閲覧が可能。)

(2) データ取得方法の改善への課題

建設工事にて得られたデータを画像認識技術等で有効活用する取組として、トンネル施工時に実施している岩判定および切羽観察に着目した。近畿地方整備局が施工するトンネル工事では、2006年に整備したトンネル地山等級判定マニュアル(試行案)により、岩判定(地山等級判定)を試行的に実施している⁴⁾。本マニュアルは近畿地方整備局管内の過去のトンネル工事から切羽評価点を整理・分析し、均一性の高いトンネル工事岩判定の実施にむけて作成されているものである。このマニュアルを用いた岩判定への適応性について検証した。

しかしながら、これまでの建設工事において、発注者が受注者への工事完成時に求めてきた成果は、施工時の“記録”としてのデータであり、紙ベースでの提出(現在はPDF等電子化されている。)となっていた。

上記の資料ではデータ分析や画像認識技術へ適応する場合には、一旦デジタルデータ化を実施する為の作業が必要となり、スムーズな活用が困難であることがわかった。

そこで近畿技術事務所においては、今後のデータ取得手法を改善することに着目し、以下の課題に対応することとした。

- 課題1：デジタルデータ量の不足
- 課題2：データの収集対象
- 課題3：データの品質確保

上記課題への対応については次章にて取組み事例を紹介するものとする。

3. 課題への対応

(1) デジタルデータ量の不足への対応

前述したトンネル施工時に実施している岩判定および切羽観察について現状を確認したところ、従来ではそれぞれのデータが担当者により別々の様式で作成されていたり、データ保存形式が指定されていないために、データ形式の統一が図られていない等の問題が生じていた。そこで、それらのデータをデジタルデータとして統一した形式で継続的に取得出来る仕組みを構築するものとした。

トンネルの岩判定においては、近畿地方整備局における『トンネル地山等級判定マニュアル(試行案)』に基づき、9項目4段階評価を実施している。上記のマニュアルで作成する様式およびデータ形式を統一化し、近畿技術事務所のホームページに掲載して配布した。

配布した『切羽判定集計システム(試行案)』は、これまでマニュアルに基づき作成してきた様式をベースに、

グラフ自動作成機能や写真保管方法を改善している⁵⁾。

本ツールを活用することにより、現場事務所にて作成していた集計作業やグラフ作成の手間が改善されることから、各現場にも受け入れられやすいものとなった。

上記の取組を実施したことにより、施工時において毎日取得される切羽観察データが蓄積される事となり、データ量の改善に繋がる(図4)。

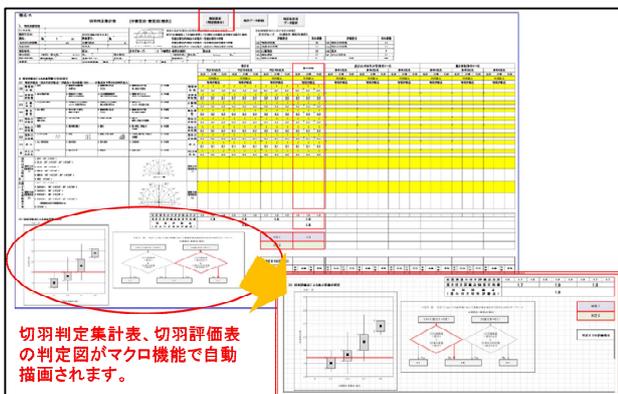


図4：切羽判定集計システム

本取組により、一定の保存形式に加工されたデータが継続的に入手できることとなり、データ量の課題に対して概ねの解決を図ることが出来た。

(2) データの収集対象の検討

データを収集するにあたり、活用するためのデータ項目をどのように設定するかを検討する必要が生じた。

闇雲なデータ取得は現場への負担に繋がることから、収集対象は『トンネル地山等級判定マニュアル(試行案)』に基づく、9項目4段階評価項目に加えて仕様書等により取得が義務づけられているデータ(内空変位や沈下量)そして「CIM 導入ガイドライン(案)第6編トンネル編」において属性情報とされている項目について収集対象としていくものとした⁶⁾。(図-5)

データ分類		取得データ
計測A	坑内観察調査	設計時弾性波速度
		9項目4段階評価
		測点No
		発破量
		T.D.(坑口からの距離)
		地表面地形
		湧水量
		土被り
		地質
		地質年代
		岩石グループ
		既施工区間の観察
		坑外(地表面)の観察
		切羽写真
測定データ	内空変位	
	天端・脚部沈下量	
	地表面沈下量	
	ポイントロード試験※1	
	シュミットハンマー試験※1	

凡例
 切羽評価結果集計システム取得データ
 仕様書等で取得が義務づけられているデータ(様式等が存在しない)
 必要に応じて取得されるデータ

注釈
 ※1 各試験項目は、必要に応じて実施する内容とされている。

図5：取得を推奨するデータ項目の例

なお、上記については学識経験者から、取得データには事象や時間情報との紐付けが重要であるとの意見を得ており、これらを踏まえたデータ取得項目について収集していくものとした。

(3) データの品質確保への対応

トンネルの施工におけるデータ取得において、施工記録としての側面および画像認識等の教師データ活用としての側面の双方において、取得されるデータの品質確保は重要である。

そこで、近畿地方整備局管内の2箇所のトンネルにおいて、切羽評価集計システムにて収集された切羽観察データ191切羽分を利用し、必要な品質の評価を実施した。

トンネルの切羽観察時における割れ目の評価は重要項目であり、データ分析にあたり写真より割れ目情報が読み取れることが求められる。一般的に写真撮影時における『手ブレ』『ピンぼけ』といった事象により写真が不鮮明になることが考えられる。また、事後の分析時に支障を来すことがない品質が求められるが、撮影データの品質評価は技術者個人の感覚に委ねられる部分が多い。

上記への対応として、不鮮明写真の特徴である『ボヤけた状況』を輪郭が不明瞭な写真と解釈し輪郭量を求めることで写真の品質について定量化を試みた。

上記の分析手法として画像処理プログラムによる、写真データ内における隣接ピクセル間の輝度勾配(ラプラスアン)の総和を算出し、鮮明度との関係性について分析を行った。(図-6)

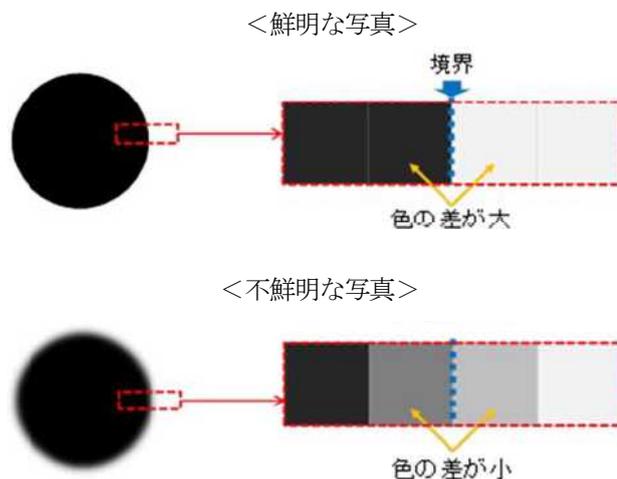


図-6：鮮明度の評価手法

結果、191枚のデータのラプラスアンに関するデータの分布は、切羽の割れ目状態により最大で576、中央値で137程度となり、最低値は14となった(図-7)。

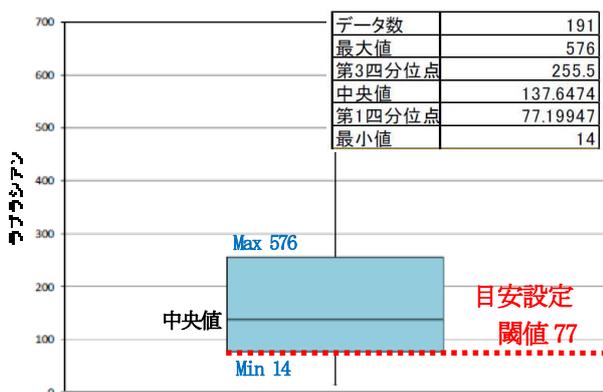


図-7：ラプラシアン分布の分布状況

不明瞭な写真の目安として、第1四分位点（箱ひげグラフの箱の最下部）である77を目安として、実際の画像を目視で確認した。事例としてラプラシアン100程度との比較写真を示す（写真-1）。



ラプラシアン77



ラプラシアン98

写真-1：ラプラシアン77および98画像の比較

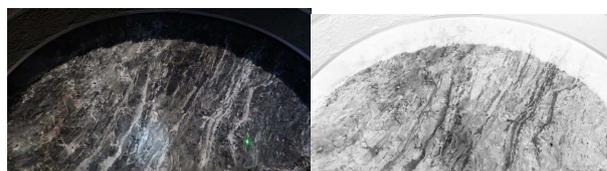
上記の写真を評価する上で、ラプラシアン77の写真は一般的な手ブレ状態である事が確認でき、ラプラシアン98写真は白飛び現象＝明部の階調が失われている（露出バランスで補正可能）が確認できるが『手ブレ』『ピンぼけ』に該当しないと考えられる。これらの分析結果より、今回の分析に用いる不明瞭な写真の除外の閾値の目安を『77』と設定した。

前述した画像処理技術によって一定の品質を持つ写真から輪郭（エッジ）情報の抽出可能性を見出す取組を実施した。

岩盤の割れ目をエッジの集合体と捉えることで、画像分析により割れ目評価の実現可能性の検討を行った。なお、分析にあたってはラプラシアン77を下回る写真を除外したデータを活用した。

画像ピクセル間の輝度勾配から境界を認識したものの

うち『連続している境界＝割れ目』と定義し、画像内に含まれる線分情報（一定長以上の長さを有する線の数量）を検出し、割れ目量/100として指数化を図り（以下「線分量」と表記）、切羽観察時の（E）割れ目の頻度【割れ目間隔】の結果と比較を行った（写真-2）。



原画像

中間処理画像



写真-2：割れ目認識状況

なお、対象となるデータの判定評価時の点数を平均化した結果については、区分1.0～3.0とその中間値で構成される4区分として分類した。（図-8）

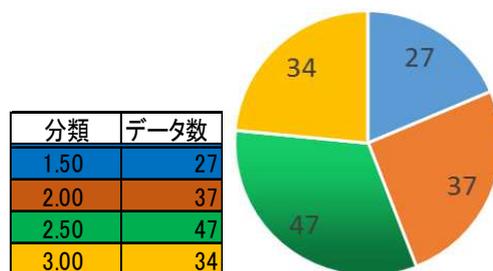


図-8：割れ目評価区分の各データ数

上記の分類区分と線分量との関係を分析したところ、割れ目頻度と線分量の間には概ね相関が確認できた（図-9a、図-9b）。

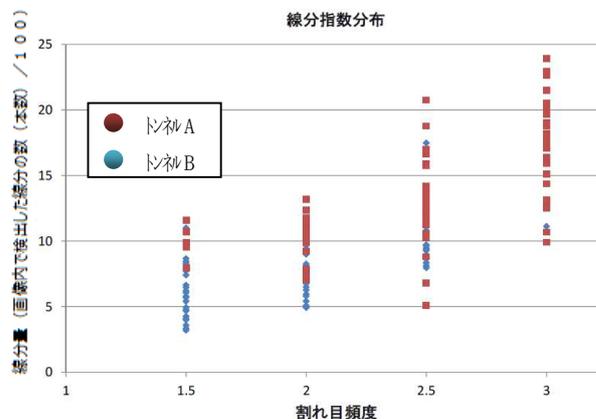


図-9-a：割れ目頻度と線分量の分布状況

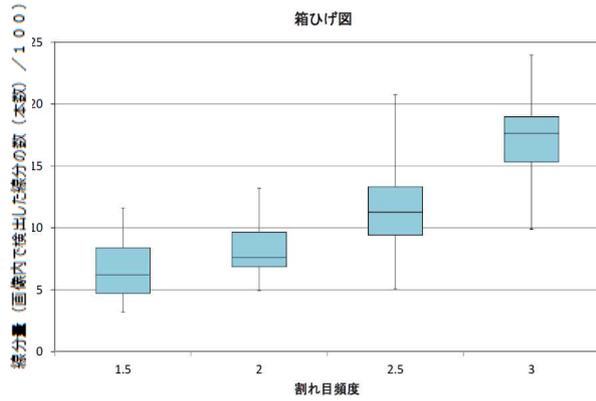


図-9b：割れ目頻度と線分量の関係（箱ひげ図）

上記で算出された不鮮明写真を除外する手法を写真判定プログラムとし、現在活用されている切羽評価集計システムと連携することで、データ蓄積前に高品質な写真の選別を図る事が出来るようシステムに判定ボタンを配置することで、画像を選択画面の起動とともに、ラプリアンが計算され不適切な場合は注意メッセージを表示するよう促す仕組みを考案した（図-10）。

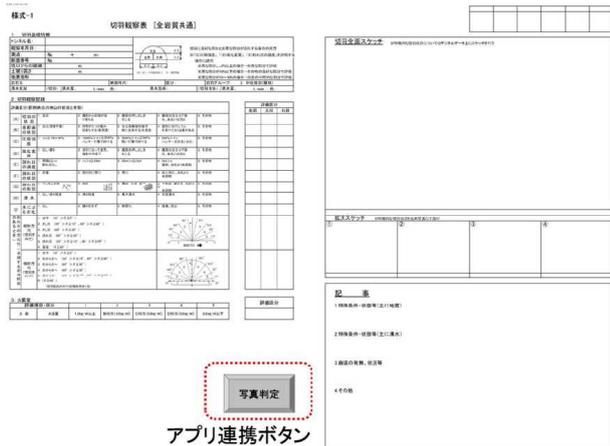


図-10：画像品質判定機能の追加イメージ

今後は上記で実施した分析において、実際の割れ目と輝度勾配の関係について整合性をさらに分析し、実用可能性を検証していく必要がある。

本取組をうまく活用することで、高い品質のデータが蓄積されることが期待される。

4. 今後の課題と対応

(1) 得られたデータの検証および実装化

今回の取組により得られたデータについては、今後も画像分析により適切な結果が得られるかの検証を継続的に実施していく必要がある。

また上記の結果を基に、必要に応じて取得データの精度向上にむけた取組を実施する必要がある。

写真データにおいては撮影方法や照度等の関係により大きく品質が左右されることから、適切な方法について定義し、マニュアル化等の取組が必要となる（写真-3）。



写真-3：写真撮影環境による品質への影響

なお、実装化に向けては、その体制およびプログラムの使用にあたっての条件や、評価方法の分析・改善等様々な課題をクリアしていく必要がある。

(2) データ取得効率化の向上

今回データの取得改善においては、ホームページに掲載したシステムを用いたが、より効率化を図るため、タブレット活用によるデータ収集の取組を試行する。

タブレットの活用により、現地でのデータ入力をより改善するほか、データの反映・集計状況等も簡易に把握が出来るよう取組が可能である。

今後はこれらを実装化することでより効率的にデータ取得を図っていく。（写真-4）

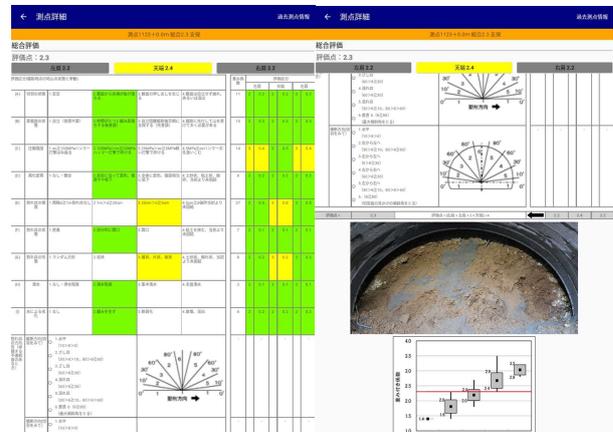


写真-4：タブレットの画面

(3) 維持管理に向けた情報集約・保管方法

今回取得されたデータは、適切に維持管理へ引継ぐ必要がある。これまで調査設計・施工・維持管理と個別に管理・収集されてきた情報を一元管理していく仕組みを構築する必要がある（図-11）。

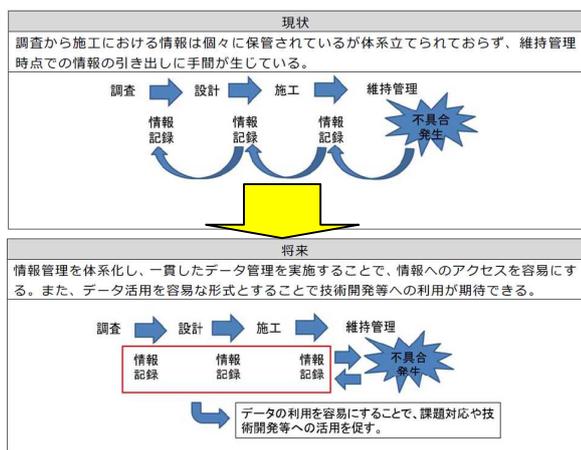


図-11：保存情報の改善イメージ

近畿技術事務所ではBIM/CIM適用の展開にむけて、トンネルデータの取得・保存すべきデータ項目について検討している。BIM/CIMの要素情報に前述したデータを保存し、維持管理に引継ぎ事により、維持管理を高度化していくツールとして活用していく。(図-12)



図-12：トンネルデータ構成 (案) イメージ

維持管理にて必要となる要素情報は、施工時に取得する際に必要となる項目を指定しておく必要があり、それらの必要となる情報を施工者に明示すべく整理・検討していく必要がある。

(4) 情報の連携と活用への「見える化」

冒頭で紹介した点検に関するデータベースおよび、近畿地方整備局管内路線の3次元地形空間データについては、位置情報での紐付けが可能である。

これらの空間情報と前述の取組で得られたデータを紐付けし、要素情報として補完していくことで多くの情報を端末上で閲覧・把握することが可能となる(図-13)。

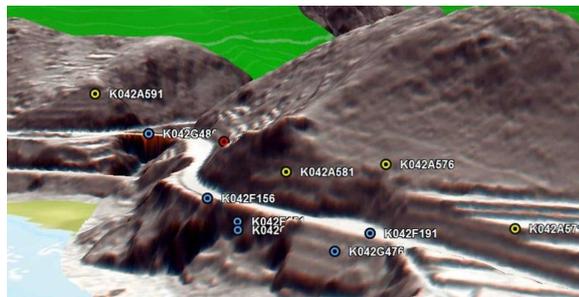


図-13：地形空間情報との連携事例

また、2019年度より実施している被災情報データベースの取組や道路防災対策点検カルテのデジタルデータ化の取組との連携を図り、位置情報および時間情報との紐付けによる情報を活用しつつ、データ蓄積・活用の仕組みを構築してデータの「見える化」を促進した現場へのフィードバックを図り、より高度化した道路管理による生産性の向上を実践していく必要がある。

5. おわりに

本稿で紹介したデータ取得の取り組み事例は、データ取得・活用への取組の第一歩であり、我々道路管理者は今後更なる良質データの確保に取組む必要がある。これらの貴重な情報資源を用いて適切な維持管理を実施していくために、より一層の情報技術への理解と検討を重ね、生産性を向上させる取り組みに努めていく事が望まれる。

本稿でとりまとめた各取り組みは近畿地方整備局において学識経験者と連携・協力してデータという貴重な財産を次世代へつなぐ取組みを実践した事例であり、これらが今後課題となる他事案への参考事例として活用され、国民の安全安心に寄与できれば幸いである。

謝辞：本論文にて紹介したデータ取得に関する各取り組みに際し、貴重なご意見を頂いた大西有三京都大学名誉教授、芥川真一神戸大学教授、小山倫史関西大学准教授、土木研究所トンネルチームの皆様、ならびに資料提供にご協力いただいた関係者の皆様へ、ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 近畿地方整備局道路部道路管理課：近畿地方整備局個別施設計画〔2018年12月〕
- 2) 近畿地方整備局近畿技術事務所：道路防災対策データベース作成業務報告書〔2019年3月〕
- 3) 近畿地方整備局近畿技術事務所：近畿地方整備局中部他航空レーザ測量業務報告書〔2018年5月〕
- 4) 近畿地方整備局近畿技術事務所：トンネル岩判定資料とりまとめ業務報告書〔2019年3月〕
- 5) 近畿地方整備局道路部道路工事課：トンネル地山等級判定マニュアル(試行案)〔2015年7月〕
- 6) 国土交通省CIM導入推進委員会：CIM導入ガイドライン(案)第6編トンネル編〔2017年3月〕