

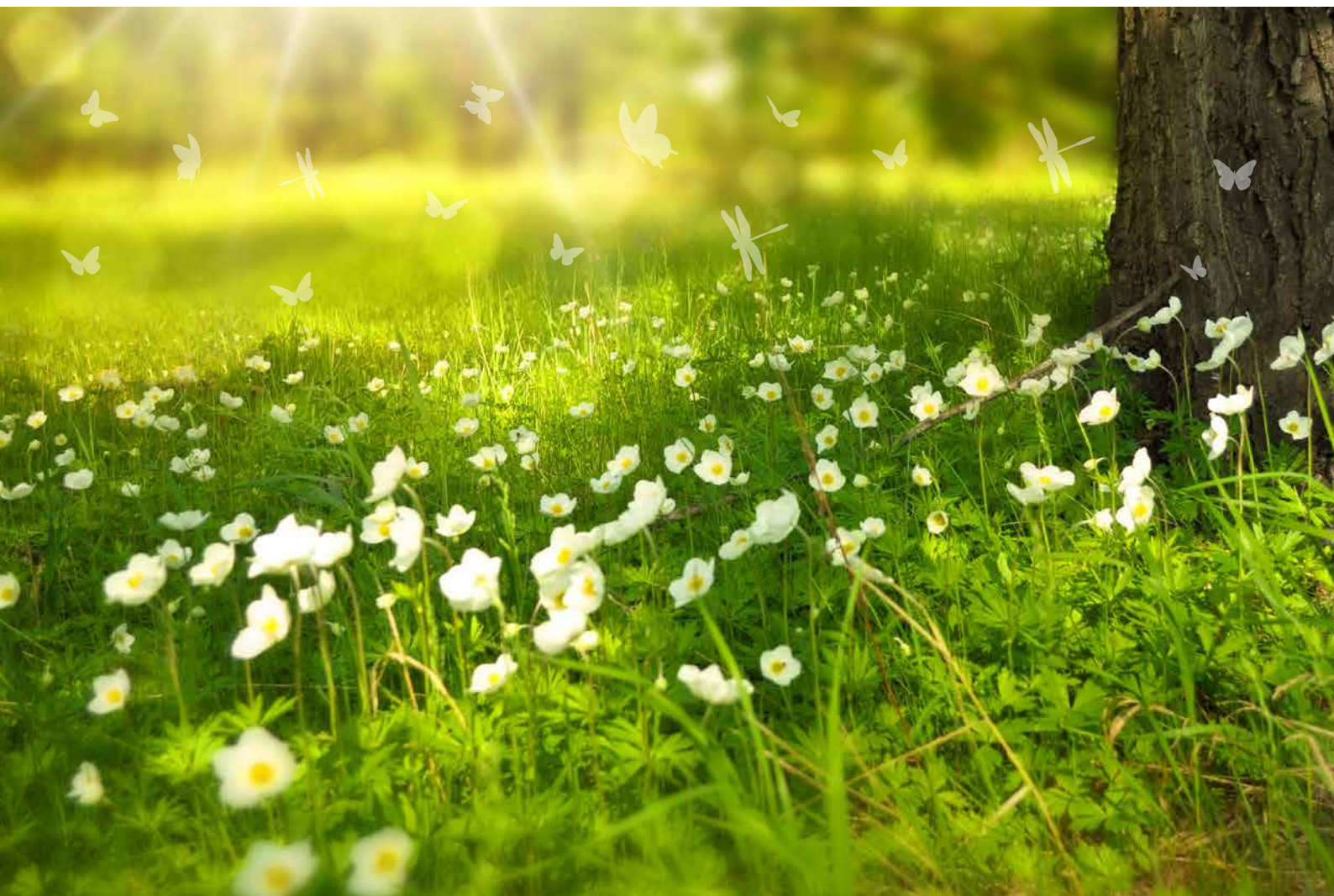


2018 技術レポート

— 2018 Technical Report —



技 和光技研株式会社



2018 技術レポート

— 2018 Technical Report —



目 次

contents

■ 巻頭言	01
常務取締役 技術本部本部長 坂井 敦行	
■ 技術レポート	
河道計画における ICT 技術の導入事例と今後の展望	02
技術第 1 部 河川砂防環境グループ 太田 真吾	
災害復旧設計における近年の傾向と対策	06
技術第 1 部 水工グループ 北村 明	
公共事業実施時の事業評価における費用対効果分析の役割と今後の展望	08
技術第 1 部 河川海岸グループ 藤平 雅之	
特別史跡五稜郭公園内の石垣修理に関する施工計画について	12
技術第 2 部 道路構造地質グループ 表 康則	
掘削発生土を築堤盛土材に流用する際の留意点	16
技術第 2 部 道路構造地質グループ 加藤 貴文 宿田 浩司	
■ 編集後記	18

巻 頭 言

f o r e w o r d

常務取締役 技術本部本部長

坂 井 敦 行

技術士
(総合技術監理部門、建設部門)
APEC エンジニア
MBA (経営管理修士)



平素より弊社に対するご指導ご厚意を賜り、皆様には心より感謝申し上げます。

弊社は、北海道に根ざした総合建設コンサルタントとして、昭和 39 年 (1964 年) の設立以来この半世紀以上、地域住民の安全で安心な暮らしを守るべく、建設に関わる技術の研鑽に努めて参りました。

私たちが暮らす北の大地は、その地名を「蝦夷地」から「北海道」と命名されてから、今年で 150 年を迎えます。日本の近代化に欠かせなかった石炭・木材等の資源開発を主な目的として始まった北海道開拓は、極寒豪雪な気候、広大な巨木の原生林、泥炭・重粘土・火山灰といった不良土等が難敵として大きく立ちはだかりました。これらの厳しい悪条件のなか、開拓移住者や屯田兵らの先人達は、都市開発、道路・港湾・鉄道の整備、鉱山開発等のインフラ整備に死力を尽くされました。150 年経った今、北海道は札幌市を中心として鉄道や道路網が整備され、2030 年には新幹線が札幌に到達するまでに発展しています。

2018 年 9 月 6 日の早朝に発生した、胆振地方中東部を震源とするマグニチュード 6.7 の地震は、死傷者 700 名以上、夥しい数の土砂崩れや家屋の倒壊という大惨事を引き起こしました。またその直後には、北海道全域が停電するという日本初のブラックアウトが発生し、道民の生活や経済活動に甚大な被害を及ぼしました。150 年を費やして築き上げてきた地域社会は、未だ自然災害の脅威に晒されていると言わざるを得ません。

これからも私たちは、自然災害との戦いに挑むべく「安全で安心な」地域社会を創造するために、北海道の豊かな自然環境に配慮した技術提案を継続していきたいと考えております。

この「技術レポート」は、年に 1 度社内において開催している技術発表会の内容を取りまとめたものであり、皆様に広くご報告したく平成 25 年度 (2013 年) から冊子にして配布させて頂いております。お手すきの際に、ご一読頂ければ幸いです。

これからも、末永くお客様に信頼される総合建設コンサルタントとして、技術力の向上に邁進していく所存です。関係各位におかれましては、今後ともご指導ご支援のほど何卒よろしくお願い申し上げます。

河道計画における ICT 技術の導入事例と今後の展望

REPORT：技術第1部 河川砂防環境グループ

太田 真吾 技術士(建設部門)



太田 真吾

概要

本稿は、河道計画業務へのICT技術の適用事例として、3D地形モデルの作成、設計図面の作成、土量計算までの手順を紹介するとともに、ICT技術の導入課題と弊社保有技術・機器を活用した今後の展望について紹介する。

キーワード ●中小河川 ●河道計画 ●i-Construction ●ICT ●UAV(ドローン)

1. はじめに

我が国では、人口減少および高齢化が進行しており、生産年齢人口は1995年をピークに、2065年には約4,529万人(ピーク時の52%)まで減少すると見込まれている。建設業においても、労働力の大幅な減少が避けられない状況にあり、生産性向上が喫緊の課題となっている。

調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる生産プロセスにおいて、抜本的に生産性を向上させる必要があり、これらに対する取り組みは、i-Constructionと呼ばれ、国土交通省の重要な施策の一つに位置付けられている。

i-Constructionでは、このような背景から、各種基準の策定・改定が進められており、建設現場においては情報化施工機械やUAV(=ドローン、以下UAVと称す)の導入、計画・設計においても3次元データを基本としたデータのやり取り等が求められている。

本稿は、河道計画業務へのICT技術の適用事例と、導入課題および今後の展望について紹介する。

2. ICT化の取り組み

(1) ICTとは(図-1)

「ICT」とは、Information and Communication Technologyの略である。従来の【IT(情報技術)】に【コミュニケーション】を加えた言葉であり、建設現場への導入例としては、情報化施工機械、UAVを用いた公共測量および起工・完了検査時の地形・出来形計測への活用などがあげられる。

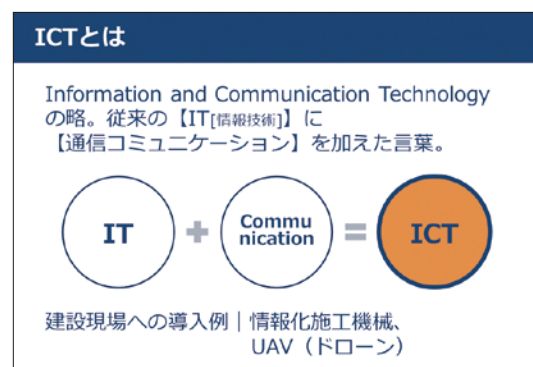


図-1 「ICT」とは

(2) 国土交通省の取組み(図-2)

国土交通省では、経済成長を持続するため、生産性向上を目指し「i-Construction」を本格的に推進しており、ICTを全ての建設現場で活用することで、情報化施工の普及を目指し、施工の合理化を図るものである。



図-2 国土交通省の取組み

(3) 北海道の取組み(図-3)

北海道においても、建設業の持続的な発展に向け、ICTに精通した技術者・技能労働者の不足やICT建機の普及が不十分といった課題を解消し、建設現場の生産性・

安全性の向上を図るため、建設現場のICT活用に関する基本的な取り組みの方向性が定められている。

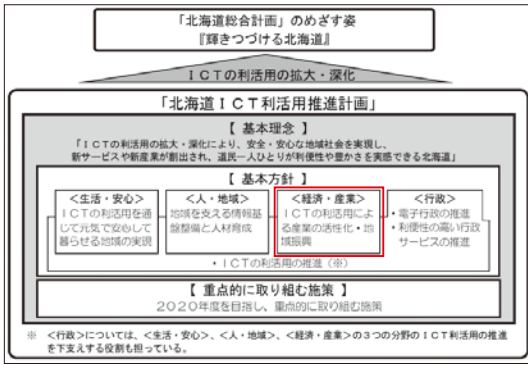


図-3 北海道の取組み

出典:「北海道ICT活用推進計画」の概要より抜粋

(4) 弊社のICT化の取組み状況(図-4)

これらの動向を踏まえ、弊社ではCivil3D(3次元CAD)、3Dプリンター、UAV等を導入し、調査・計画・設計の各分野で活用を進めているところである。

本稿では、これらの活用事例のうち、中小河川の河道計画においてCivil3D(3次元CAD)を用いた事例を紹介する。

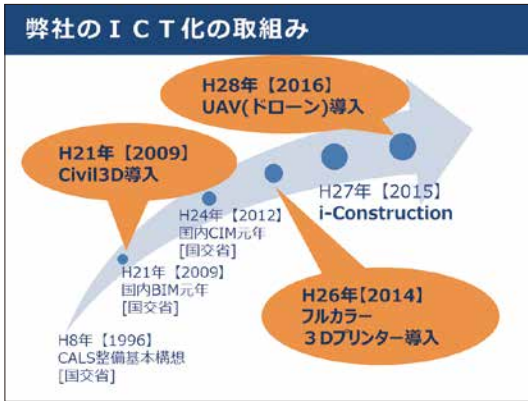


図-4 弊社のICT化の取組み

3. 河道計画への導入事例

(1) 河道計画の現状と課題

現在の河道計画は、測量調査により作成された図面類をもとに、2次元CADを使用して平面図、縦断面図、横断面図等にそれぞれ計画ラインを作図していく方法が主流である。これら作業は、各図面に対し個別に作図を行うため、手間がかかるだけでなく、図面間の整合にミスが生じやすい。また、2次元CAD図面を見慣れていない一般住民は、完成形をイメージしにくいという欠点もある。

そこで本事例では、ICT技術を活用し図面を3次元で作成することで、作業効率の向上、ミス防止、さらに完成形をイメージしやすくなるビジュアルの向上の効果を期待し実施した(図-5)。

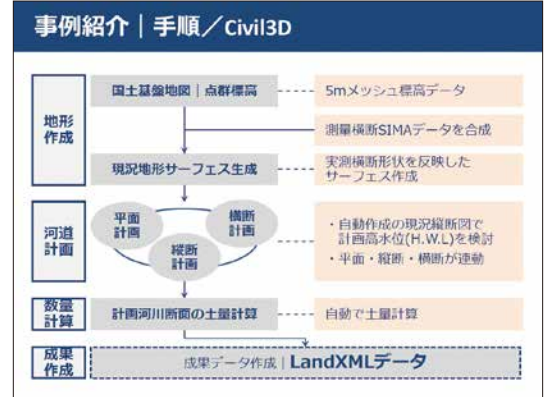


図-5 3次元CADの導入による検討手順

(2) 対象河川の状況

導入事例の対象河川は、道北地方の農地を流れる、流路延長16km、流域面積75km²の中小河川で、片岸が山付きの河床幅7m程度の現況河道を、12mに拡幅する計画となっている(写真-1)。



写真-1 現況河道状況

(3) 地形モデルの作成(図-6)

計画立案するための地形モデルは、基盤地図情報(5mメッシュ等)をベースとして、これにUAVで撮影した空中写真を用いて点群データ(XYZ座標)を補足した。

UAVを使用した地形モデルの作成は、従来の測量調査と比較すると、現地作業を大幅に縮減することができる。本事例では、トータルステーション等を使用した従来の測量調査と比較して、現地作業に要した日数を半分程度に短縮できた。



図-6 地形モデルの作成

(4) 平面形状の設定

平面形状の検討においては、従来の河道計画と同様に、地形モデル上に設計センターを設定した(図-7)。

3次元の地形モデルを使用することで、設定した設計センターに対する縦断面図の作成が容易であり、平面線形を変更した場合には縦断面図・横断面図に自動で反映されるため、比較検討案の検討に要する時間が飛躍的に短縮できる。

また、図-8のように鳥瞰図としても利用できるため、完成形をイメージしやすいというメリットがある。



図-7 平面形状の設定



図-8 鳥瞰図の利用

(5) 縦断面形状の設定

縦断面形状の検討においては、設定した設計センターで現況縦断面図が作成できる(図-9)。また、設計センターの変更に合わせて縦断面図が自動的に更新される。

現況縦断面図をもとに、測点の標高や縦断勾配を指定して、計画縦断面図を設定した。なお、計画縦断面図の設定については、任意点を指定するだけであり、計画高の標高表示なども自動で反映されるため、縦断検討に要する時間が大幅に短縮できる。



図-9 縦断面図の設定

(6) 横断面形状の設定

横断面計画では、必要箇所の横断面図を自由に作成でき、また、自動で複数の断面に計画断面の型入れが可能である(図-10)。縦断面計画で設定した高さを自動で反映できるため、効率化が図れるとともに図面間の整合性が確保でき、ミス防止に効果がある。

任意箇所の横断面図を作成できることから、用地条件の厳しい位置などで、横断的なチェックが可能となる(図-11)。

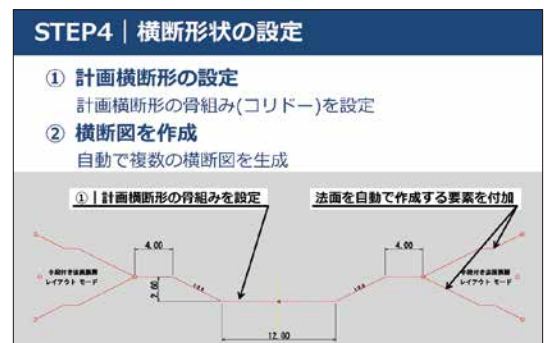


図-10 横断面形状の設定



図-11 作成された横断面

(7) 土量計算

土量計算においては、Civil3Dの土工算出機能を使用することにより、現況地形と計画地形の差から、切土量と盛土量の計算が可能である(図-12)。土量計算の自動化により、複数案の概略コスト比較なども容易に可能となる。



図-12 土量計算

(8) Land XMLへの対応

国土交通省 国土技術政策総合研究所では、円滑にデータ交換を行うため、3次元データの標準フォーマット(Land XML)を規定している。Civil3Dには、Land XMLへの書き出し機能が装備されており、この機能を使うことによりスムーズなデータ交換が可能となる。

4. 今後の課題

本事例では3次元データの活用について述べたが、中小河川での適用についてはまだ課題が残る。

(1) 地形モデル作成上の課題(図-13)

UAV写真測量は、水中の地形を取得することができないことや、草木などで覆われている場合も正確な地形を再現することができないため、補足調査が必要となる。これらに対応するためには、水中を透過して河床の地形を計測可能なグリーンレーザーや、地上レーザー計測機器などを併用・導入する必要がある。

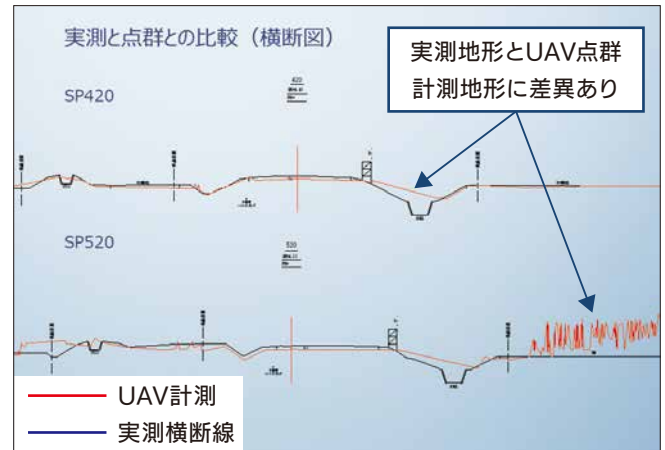


図-13 地形モデル作成上の課題

(2) 横断形状の設定における課題(図-14)

横断形状の設定においては、計画断面の一部で現況をいかず形状とした場合、自動認識することができず、手作業にて修正が必要となる。

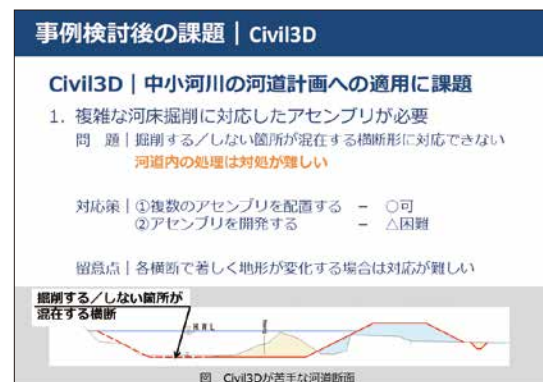


図-14 横断形状の設定上の課題

5. おわりに

3次元設計は、国土交通省で基準の整理が進んでおり、道路や河川で適用されているが、今後は他工種にも展開されていく見込みである。また、北海道では「北海道ICT利活用推進計画」(2018.3月)が策定され、2018(平成30)~2021(平成33)年度の4年間で利活用推進が示されている。

これらの状況を鑑み、今後もICT技術を積極的に取り入れ、作業効率の向上とミス防止に努めていきたい。

災害復旧設計における近年の傾向と対策

REPORT：技術第1部 水工グループ

北村 明 技術士(総合技術監理部門/建設部門)



北村 明

概要

災害発生の早期段階で航空写真を取得できるのは、一部の専門会社に限られていた。航空写真の有無には大差があり、一番は初期対応に奔走している中、関係者間の共通認識が形成しやすいという事に尽きる。UAVが普及し、航空写真・動画の取得が誰にでも容易になったことで、現場認識は机上でも高い精度で行え、申請可否等の決断のスピードアップに一役買っている。本稿では、近年の災害対応技術の進歩と筆者が経験した査定の傾向と対策について述べる。

キーワード ●UAV ●被災メカニズム ●多様化 ●二次災害 ●災害アドバイザー制度 ●簡素化

1. 初動調査の変遷

(1) UAVによる低高度航空写真の取得

水位上昇中で対岸に渡れない場合や障害物で良い写真が撮れない場合でも、UAVを飛ばすことで良質な空中写真を安全かつ迅速に撮影できるようになった。

また、地上からの写真では判別が難しい氾濫方向や範囲が一目瞭然に分かることで、多くの場面で説明に役立った(図-1参照：S川の被災後UAV写真)。



図-1 S川の被災後UAV写真



図-3(上) O川の被災後写真



図-4(下) O川の被災前写真

(2) GoogleMap写真との連動

図-3はO川の被災直後のUAV写真であるが、公開されているGoogleMap写真(図-4)と比較することで、氾濫で分からなくなってしまった耕作道や田畑の面数などが確認でき、精度の高い被害報告が出来る。

一方で、洪水による河岸欠壊だと思っていたものが、経年変化だと判明する場合もあるので、事前にGoogleMap写真を確認・準備しておくことが望ましい。

2. 被災メカニズム究明の多角化

被災原因の代表的な例として、洪水流による土砂埋塞(河積阻害)により水位上昇が生じ、護岸の損壊を招いたと言うような場合がある(図-5)。

一般的な復旧方針としては、①埋塞土砂を除去し、②護岸を復旧する、ことが考えられ、従前の査定設計では①を以って被災原因の除去とすることが通例であったと思われる。

昨今の災害査定の傾向としては、一次的原因の除去のみならず、原因が生まれた抜本的理由の把握と対応方針が問われる場面が多くなった。この例の場合、土砂の発生源と次期土砂流出の可能性について、説明を行った。

その時の対応としては、被災箇所の上流域までUAVを飛ばし、土砂流出発生源(側方浸食)を概定し、次期土

砂流出の可能性が高いことを示唆し、床止め工や導流堤の設置といった、砂防事業の立案必要性についても言及した。

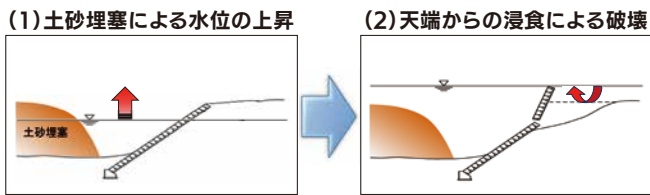


図-5 被災メカニズム説明図(土砂埋塞)

3. 災害設計の位置付けの変化

(1) 二次災害回避の視点

図-6に示すような、前面が洗掘した根固めブロックが可とうしている状態を「不安定」と見なされる査定結果が増えている。この場合、図-7のように根固めブロックを置いた上で、最深河床評価高からの根入れも確保する復旧方法が推奨されている。

これは図-6の状態を「一時的に安定」と見ることが出来ても、根固めを外した瞬間に護岸の倒壊を招く恐れがあることから、将来の維持管理や護岸補修の作業時に、二次災害を引き起こす可能性が有ることで危険視される場合がある。

(2) 増破の回避の視点

図-6に例として挙げた工法は、根固めブロックの評価により積ブロックの根入れを低減した「複合護岸」と見られることも出来る。複合護岸は一方が欠けると全体の安全性を損なう割りに、被災要素(構造の数や面積)が大きく、ある部位の被災が他の部位に伝搬したり、時間差で被災が発生(増破)するケースに注目が集まりやすい社会情勢になっている。

二次災害回避の視点と合わせて、安全性のシンプルな担保がトレンド化していると感じられる

4. 災害アドバイザー

(1) 災害アドバイザー登録制度

平成28年の台風被害を踏まえ、北海道と一般社団法人北海道建設技術センターの協定により、「公共土木施設災害復旧事業支援アドバイザー登録制度」が制定されている。災害復旧に関するアドバイザーを被災地に派遣し、北海道または市町村が行う公共土木施設の被災状況調査や災害復旧工法に関する技術的助言を行う、という支援活動である。

(2) 災害査定申請の円滑化

29年度以降、初動調査の現場や、申請可否を判断する本部協議の場、積算対応や査定当日対応まで、数々の場面で災害アドバイザーの助言を頂いている。災害アドバイザーは、経験豊富な元北海道職員であり、査定官の視点を持っているため、積極的に協力を依頼することで査定に向けた設計業務円滑化のポイントとなっている。

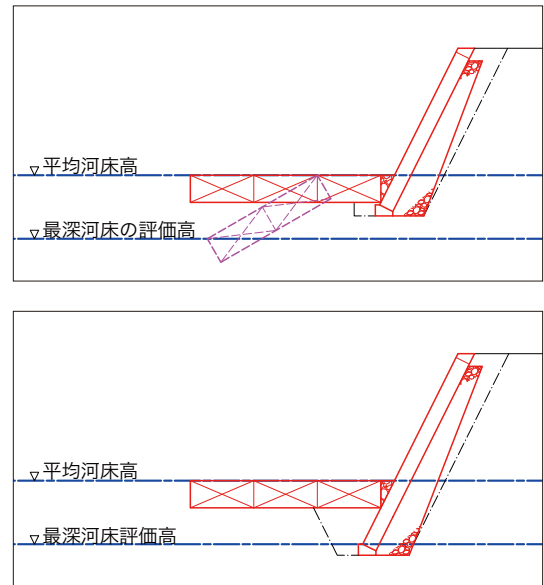


図-6(上) 従来の根入れ長の考え方の例

図-7(下) 昨今の根入れ長の考え方の例

5. まとめ

本稿では、災害対応技術の進歩や査定における視点の変化について述べたが、近年の大災害の頻発に応じて、総体的に査定申請は、簡素化や対応者の負担軽減を指向していると感じる。平成29年11月8日に「災害査定設計業務の改善について」というタイトルの事務連絡が通達された事もその一環と思われる。この通達を受発注者間の相互協力をベースに、昨今の査定の傾向と対策が読み取れるテキストとなっている。

これからの災害対応(業務)としては、歩掛改定の動きも進んでいるが、技術の進歩と相まって、若い世代にとっても、歓迎すべき、受け入れやすい動きであると言える。

<謝辞>

本稿は筆者がこれまでに担当した災害設計業務の成果の一部を引用しています。写真等の掲載を御了承頂きました、室蘭建設管理部 登別出張所様、ならびに旭川建設管理部事業課様に御礼申し上げます。

公共事業実施時の事業評価における費用対効果分析の役割と今後の展望

REPORT：技術第1部 河川海岸グループ

藤平 雅之 技術士(建設部門)



藤平 雅之

概要

近年、財政健全化を目指し公共事業費の削減が進められており、事業の継続について、費用対効果分析を含む事業の妥当性評価が定期的実施されてきた。

一方で、近年の地球温暖化に伴う気候変動により激甚災害が増加し、既に改修を終えた河川や未改修河川においても新規事業の立案を行う事例が増えている。このような状況から今後も事業評価における費用対効果分析の重要性は高いと考えられる。

本レポートでは、事業実施における事業評価および費用対効果分析の概要といくつかの課題に対する検証と考察、今後の展望等について述べる。

キーワード ●事業評価 ●費用対効果分析 ●B/C

1. はじめに

我が国ではこれまで国や地方自治体が主体となり、様々な公共事業による社会資本整備が進められ、自然災害による被害の減少、生活環境の向上、産業の発展など、多大な効果が発揮されている。また、近年では自然環境の保全や復元も進められている。

一方で、1997年度に北海道から始まった時のアセスメントを発祥として、1998年度より国土交通省(旧建設省)が事業の進捗における無駄や進捗しない事業の見直しを行うようになった。その事業評価の経済的評価を行うことを目的として費用対効果分析が用いられている。

ここでは事業評価における費用対効果分析について、河川・海岸事業を題材としてその役割、事業費増加や事業期間の延伸が費用対効果B/Cに与える影響とその変化に対する考察、今後の展望について述べる。

※参考「時のアセスメント」とは

公共事業に「時間のものさし」をあて、事業遂行の妥当性を再評価すること。北海道知事が行政改革の一環として1997年度から導入した。

以下の3要件のうちいずれかに該当する事業を対象として検討した。

- ①計画策定後10年程度停滞している事業
 - ②時間の経過に伴う経済・社会的状況の変化により、事業の価値や効果が低下している事業
 - ③反対運動などにより今後も進展しないおそれのある事業
- 検討の結果、6事業の中止、継続見直しが決った。

2. 事業評価および費用対効果の役割について

2.1 事業評価と費用対効果分析

事業評価とは、事業の各段階において事業実施の妥当性について検討を行うものであり、以下に示す様々な評価項目により総合的に判断される。費用対効果分析はその評価項目の一つである経済的妥当性を判断するために用いられる。

- ・経済的妥当性(費用対効果分析)
 - ・地域特性や社会経済情勢
 - ・環境への影響
 - ・コスト縮減への取り組み
 - ・事業の進捗予定や進捗状況
- など

2.2 事業評価(費用対効果分析)の実施時期

事業評価(費用対効果分析)を行う時期は、事業の新規採択時から完了後までと長期に及んでいる(表-1、図-1)。

新規採択時評価や再評価時は事業実施・継続の妥当性について、事業の効率性及び透明性の向上を目的として、事業の進捗状況(再評価時のみ)や進捗の見込み、コスト縮減や経済的評価などを検討するものである。

事後評価は事業完了後、改善措置の必要性や同種事業の計画・調査のあり方、事業評価手法の見直しの必要性などを判断することを目的として行うもので、補助事業については現段階では実施が望ましいとされている(北海道では一部事業で実施済みである)。

表-1 事業評価の実施時期とその内容

実施時期	対象事業	内容(補助事業の場合)
①新規採択時	対象事業	事業を実施することの妥当性を評価する
②再評価時 ・事業完了 まで5年毎	着手後一定の期間を 経過した事業	事業継続の妥当性を 評価する
③事後評価時	完了後一定の期間を 経過した事業	事業を実施したこと の妥当性を評価する

※補助事業の場合、一定期間は概ね5年を示す。

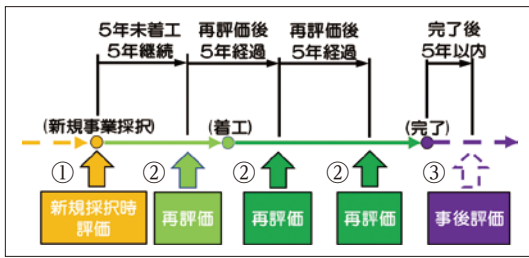


図-1 事業評価の流れ(補助事業の場合)

2.3 費用対効果分析とは

公共事業における費用対効果分析とは、総費用と総便益をすべて「貨幣換算価値」で計測し、事業採択時や事業再評価時に「経済的妥当性」を判断するものである。

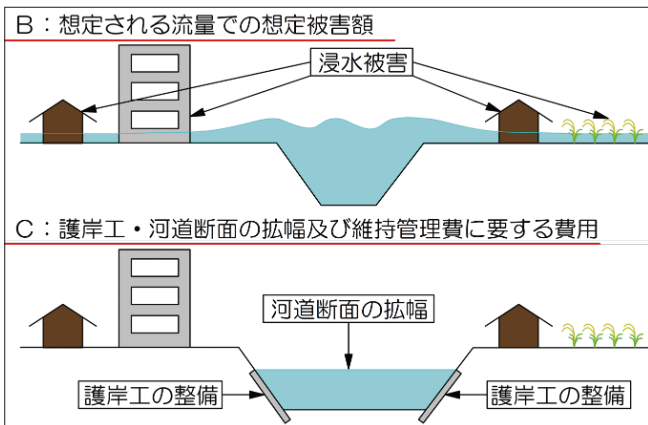


図-2 費用(C)と便益(B)のイメージ図

なお、河川・砂防・海岸事業においては、便益としては主に以下の3つが上げられる。

- ①被害防護便益: 浸水・侵食・土砂の堆積などによる被害から資産を防護するもの
- ②環境保全(整備)便益: 自然環境を保全(整備)する事により自然環境や生活環境の保全、向上することにより生じる便益
- ③利用便益: レクリエーションや漁業などでその施設の利用が促進される事により生じる便益



写真-1 便益に計上される資産(浸水した家屋)

3. 検証

3.1 検証の目的

再評価を行う際には事業開始から年数が経っており、物価の上昇や社会経済情勢等の変化、また、当初想定されなかった環境的悪影響など様々な問題が生じる場合がある。その結果、当初予定していなかった事業費の増額や事業期間の延伸などが必要となる。では、事業費の増額や事業期間の延伸を行った際、B/Cはどのように変化するか。

また、今後、降雨量の増加により、同じ流量でも確率規模が低下することが予想される。確率規模が低下した場合B/Cはどう変化するか。

ここでは、これらの問題に対してモデルケースにより検証した。なお、検証結果は今回の条件に対する検討であり、他の条件(事業途中での評価など)では検討結果(傾向)は大きく異なるものである。

3.2 モデルケースI 河川事業の場合

本ケースは確率規模1/50年、事業期間10年、事業費50億円の新規河川事業で被害資産400億円の被害軽減を図る場合で、B/Cは13.4(基準値)である。条件及び結果を表-2に示す。

①は事業費を2倍の100億円と増額した場合で、費用の増加に伴いB/Cは減少し、概ね半分の6.8に減少した。

②は事業費を変更せずに事業期間を10年伸ばし20年とした場合で、B/Cは13.6と殆ど変わらなかった。

③は事業費、事業内容は変更せず、確率規模のみ1/50年から1/30年に変更した場合であり、B/Cは22.3と大幅に増加した。

表-2 モデルケースI 河川事業の場合

総事業費:50億円		被害資産:400億円		
事業年数:10年(H30~H39)新規事業				
確率規模:N=1/50年確率				
	基準値	①	②	③
		総事業費増額	事業期間延伸	確率規模変更
総事業費	50億円	100億円	50億円	50億円
事業期間	10年	10年	20年	10年
確率規模	1/50	1/50	1/50	1/30
経済効果	便益:B	572億円	491億円	951億円
	費用:C	43億円	36億円	43億円
	B/C	13.4	6.8	22.3

※③について被害資産(前提となる計画流量)は変更しない

3.3 モデルケースII 海岸事業の場合

本ケースは確率規模1/30年、事業期間10年、事業費50億円の新規海岸事業で被害資産30億円の被害軽減を図る場合で、B/Cは7.7(基準値)である。条件及び結果を表-3に示す。

①は事業費を2倍の100億円と増額した場合で、費用の増加に伴いB/Cは概ね半分の3.8と減少した。

②は事業費を変更せずに事業期間を10年伸ばし20年とした場合で、B/Cは6.3と減少した。

表-3 モデルケースII 海岸事業の場合

総事業費:50億円		被害資産:30億円	
事業年数:10年(H30~H39)新規事業			
確率規模:N=1/30年確率			
	基準値	①	②
		総事業費増額	事業期間延伸
総事業費	50億円	100億円	50億円
事業期間	10年	10年	20年
確率規模	1/30	1/30	1/30
経済効果	便益:B	324億円	219億円
	費用:C	42億円	35億円
	B/C	7.7	6.3

3.4 検討結果

結果のまとめを表-4に示す。

モデルケースではどちらも総事業費が増加すると費用Cが大きくなることから、B/Cは減少した(①)。事業期間を延伸した場合にはモデルケースI(河川事業)ではB/Cはほとんど変化しなかった(②)。一方モデルケースII(海岸事業)ではB/Cは減少した(②)。モデルケースI(河川事業)において確率規模を低下するとB/Cは増加した(③)。

表-4 検討結果一覧

	B/Cの変化	
	モデルケースI 河川事業	モデルケースII 海岸事業
①総事業費 ↑(増)	↓(減)	↓(減)
②事業期間 ↑(増)	→(増減なし)	↓(減)
③確率規模 ↓(低下)	↑(増)	-

次節からは②、③の場合について考察を行った。

3.5 検証結果の考察(1)事業期間を延伸した場合

図-3、図-4のグラフは期間と便益の関係を示したグラフで、黄色が発生する便益、緑色が発生した便益を現在の価値に変換したものである。時期が遅く(グラフ右)なるほど、現在価値による便益の目減りが大きくなる。費用も同様に時期が遅くなるほど、現在価値による目減りが大きくなる。

事業期間を延伸した場合に2つのモデルケースでB/Cの傾向が異なる理由は以下の通りである。

モデルケースII(海岸事業)では施設の効果は整備完了後から発揮されるとしているため、整備期間が伸びることは効果の発現(便益計上)時期が遅くなる。時期が遅くなるほど現在価値化による便益が減少するため、各年の便益が大きく減少することになる。このため、総費用Cに比べ総便益Bの減少が大きくなることからB/Cは減少することになる。

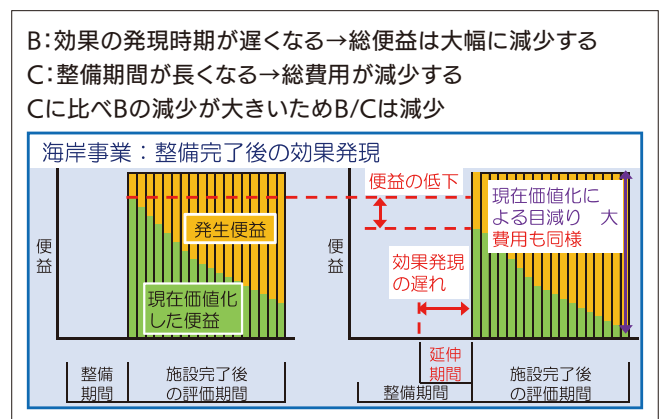


図-3 海岸事業(ケースII)の期間延伸によるB/Cの変化

一方、モデルケースI(河川事業)では整備開始から少しずつ施設の効果が発揮されるため、整備期間が伸びることは効果の発現(便益計上)期間も延びることになり、各年の便益は大幅に減少するが、総便益の減少幅が抑えられる。このため、総費用Cと総便益Bの減少割合がほぼ同じとなり、B/Cはほぼ変わらない結果になったと考えられる。

- B: 効果の発現時期が長くなる→総便益の減少は小さい
- C: 整備期間が長くなる→総費用が減少する
- CとBの減少割合が同程度のため、B/Cは変わらない

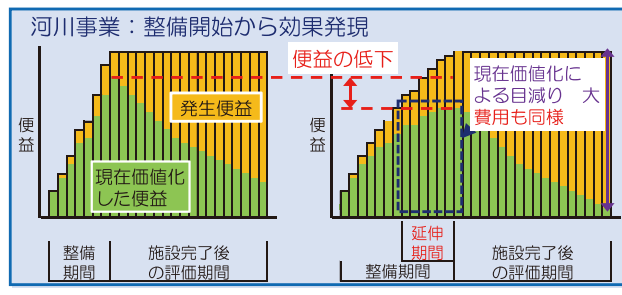


図-4 河川事業(ケース1)の期間延伸によるB/Cの変化

3.6 検証結果の考察(2)確率規模を低下した場合

モデルケース1(河川事業)において、50年に1回の確率で発生する被害の場合、整備期間10年に評価期間50年を加えた60年で1.2回の被害発生が想定される。一方、30年に1回の確率で発生する被害の場合、60年で2回の被害発生が想定される。このため、確率規模を低下した場合、同じ被害額の被害を軽減する回数が増えることとなるためB/Cが増加すると考えられる。

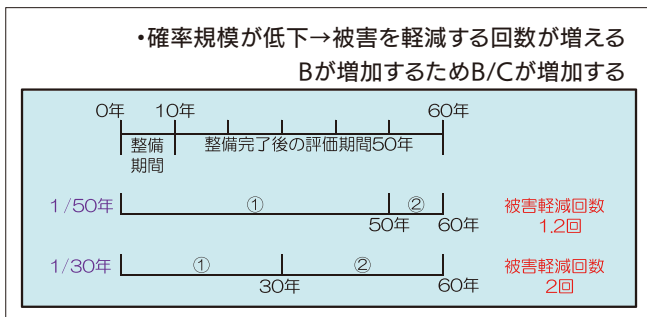


図-5 河川事業の確率年の変化によるB/Cの変化

4. 今後の課題

4.1 被害資産の価値評価の精度向上

現在計上している便益は、治水事業の様々な効果のうち貨幣換算が可能な項目を被害軽減額として算出したものであり、治水事業の効果の一部の計上に留まっている(表-5)。近年の水災害の激甚化の状況を踏まえ、今後も増加することが予想される治水事業を適切に評価するためには、貨幣換算が可能な項目だけを事業評価の対象とするのではなく、貨幣換算の困難さなどから、現時点で便益への計上を行っていない評価項目についても、定量的に推計することが求められている。現在、国土交通省では「水害の被害指標分析の手引き(H25 試行版)」を策定し、これをベースとして「河川事業の評価

手法に関する研究会」を実施するなど今後の運用について協議を進めている。今後はこれらの動向をみて対応を行っていく必要がある。

表-5 資産評価の項目

直接被害	被資産	一般資産被害	家屋/家庭用品、事務所・農漁家償却資産/在庫資産
	被害的	人的被害	害災害時要援護者数、死者数、孤立者数、避難者数等
間接被害	被稼働	営業停止被害	事業所/公共・公益サービス
	低下社会機能被害	応急対策費用	家計/事業所
		医療施設、社会福祉施設等の機能低下による被害	
	波及被害	役所、警察、消防等の防災拠点施設の機能低下による被害	
		交通途絶	道路、鉄道、空港、港湾等
		ライフラインの停止	電力、水道、ガス、通信
その他	経済被害の域内/域外への波及被害		
	地下空間の被害	地下鉄、地下街等への浸水被害、都市機能の麻痺など	
	文化施設等の被害		
	水害廃棄物の発生	水害廃棄物の仮置き・処分場の不足や衛生環境上の問題	
	水害により異地域の社会経済構造が変化する被害		
			青: 今後評価していく項目 赤: 既に評価している項目

4.2 今後の水災害の激甚化に向けて

近年、国内及び北海道内では環境の変化とともに、これまでに例のない水災害が頻発している。今後、降雨量が増加し、水災害の激甚化が一層進む可能性があり、これまでと同程度の降雨量、流量でも確率規模が低下すると考えられる。このようなケースでは、整備水準(計画確率規模)をそのままに、降雨量や流量の増加に対応した改修計画の見直しを行うことが望ましいが、様々な制約条件や費用対効果の面から対応できない場合も少なくない。その場合は、継続中の改修事業とあわせてソフト対策についても推進していくことが重要である。

5. おわりに

事業評価実施時には、これまでの事業の経緯や全体計画、今後の事業の進め方を把握した上で、事業の妥当性を検討している。今後は事業の妥当性評価を行うのみではなく、将来を見据え、確率規模の見直しや今後の事業の進め方など、事業の全体計画の見直しを行う機会としていく必要がある。

参考文献

- 1)国土交通省 河川局:治水経済調査マニュアル(案),平成17年4月
- 2)国土交通省 水管理・国土保全局:水害の被害指標分析の手引(H25 試行版),平成25年7月

特別史跡五稜郭公園内の石垣修理に関する 施工計画について

REPORT：技術第2部 道路構造地質グループ

表 康則 RCCM（鋼構造及びコンクリート）
RCCM（土質及び基礎）
コンクリート診断士
コンクリート構造診断士



表 康則

概要

国の特別史跡に指定され、函館市内に位置する五稜郭跡では、1864年の築造から150年以上が経過し、その石垣の一部で劣化・損傷が確認されていたことから、石垣の保存修理工事を行う必要がある。本稿は、石垣修理工事に必要となる止水対策工法や重機の搬入ルートを選定を行うとともに、確実に手戻りの無い施工方法を計画した事例紹介である。

キーワード ●石垣保存修理 ●仮設構造物 ●分解組立 ●止水対策 ●施工計画

1. はじめに

特別史跡五稜郭跡の石垣は、1864年の築造から150年以上が経過し、一部で孕みや滑り出しなどの破損が確認されている。函館市では、石垣の診断調査や定点調査などにより、破損の程度やその進行状況の把握に努めてきた。その中でも観光客が特に多い公園正面入り口の堀内周南西側の石垣について、孕みや緩みなどの破損の程度が特に著しく、優先的に解体および積み直しの工事が必要となった(写真-1、写真-2)。

本稿では、現場における制約が多い中、水面下にある石垣の保存修理工事で必要な資材や施工重機の搬入ルートを選定や、確実な施工計画の立案事例を報告する。



写真-1 石垣保存修理箇所

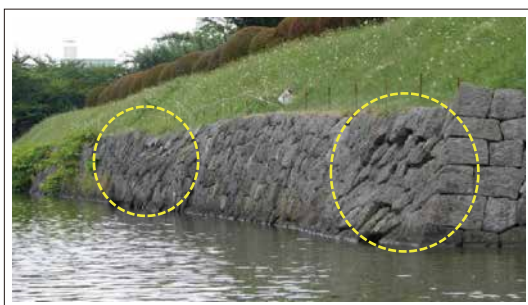


写真-2 石垣破損状況(孕み、緩み、飛び出し)

2. 止水対策工法の選定

石垣保存修理概念図を図-1に示す。修理面積は約200㎡で、水面下の施工となることから、止水壁を設置して壁内の堀水をポンプ排水した後、根石などの調査を行って修理範囲を特定する。そのことから、約2年程度の期間、止水壁が供用されることとなるため、止水壁は確実な止水が期待できる鋼矢板とし、打設は石垣に新たな破損が生じない様、無振動である油圧式杭圧入引抜機による圧入工法を採用した。鋼矢板の圧入状況を写真-3に示す。



図-1 石垣保存修理 概念図



写真-3 鋼矢板による止水・施工状況

3. 重機搬入ルートのご検討およびご検討条件

石垣修理の工事には、鋼矢板などの資材や油圧式杭圧入引抜機のご設置撤去の作業を行うラフテレーンクレーン(50t吊り)が必要になる。そのため、搬入ルートを検討したが、いかに観光客や桜木への影響を小さくするかが課題であった。既設ルートとして、公園入り口である正面門は観光客が多く景観的な配慮から難しく、裏門は搬入路の延長が約400mで、花見の名所として名高い桜木の伐採が多くなることから断念した。そのことから、施工現場に近い南西部に仮橋(橋長=43m)を架設して、別途新設ルートを設けることとした。架設に必要なクレーン設置ヤードは函館市五稜郭観光駐車場(以下、観光駐車場)を利用し、花見や盆時期の繁忙期には工事を休止して、観光客への安全配慮や観光駐車場を全面

使用できるようにした。写真-4に重機搬入ルート、写真-5に仮橋の架設状況、写真-6に仮橋設置状況を示す。

4. 施工計画立案の課題

堀を横過する仮橋は単純桁で、架設クレーンは、作業半径50m、ブーム長80m程度と大型で、クレーン本体を分割搬入して組立てる工程が生じた。その工程を観光駐車場内を作業ヤードとすることで、公園内の作業工程を減らし、桜木の伐開や枝払いを回避した。表-1に示す通り、観光駐車場内で分割組立や架設作業が可能で、道内保有のあるオールテレーンクレーン550t吊を採用した。しかしながら、函館市を代表する観光名所において、施工の手戻りによってわずかな工期延長が発生した場合でも周囲に与える影響が大きいことから、施工計画のより一層の確実性の向上が課題であった。

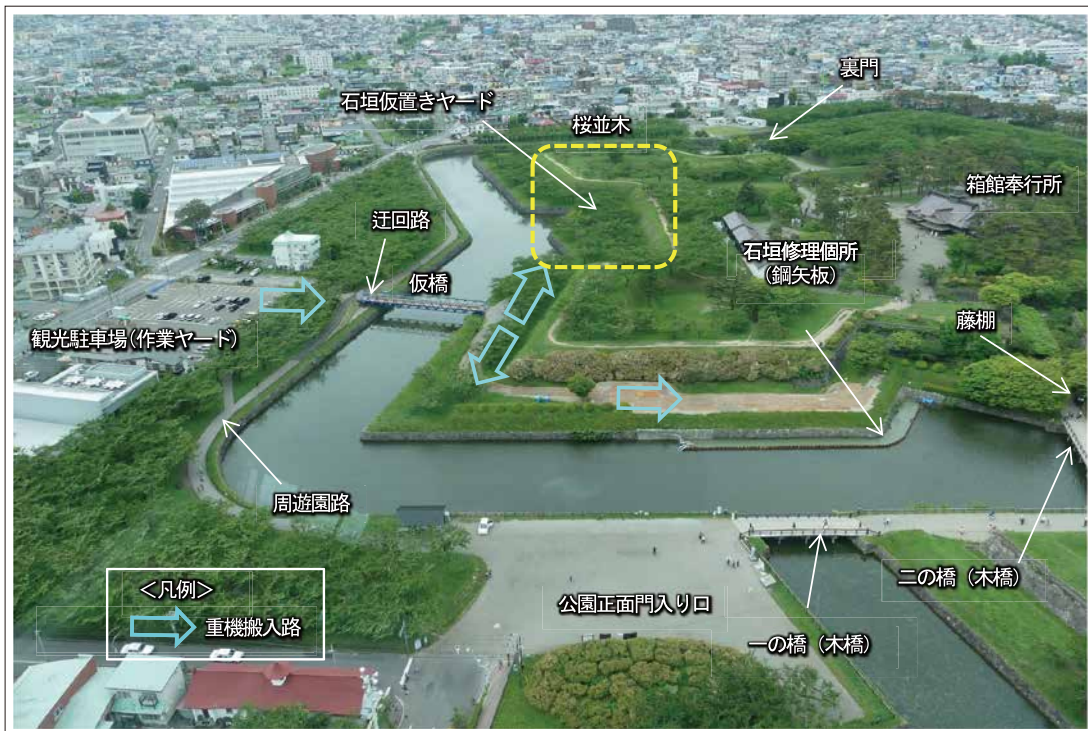


写真-4 重機搬入路(五稜郭タワー展望台より)

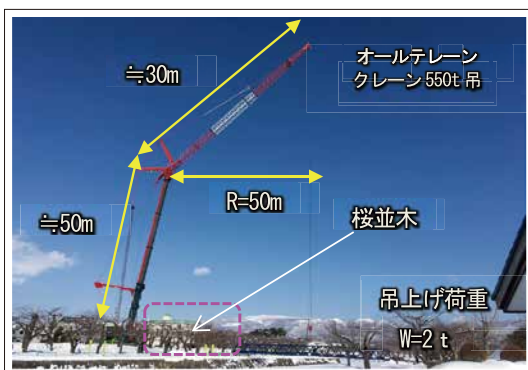


写真-5 桜並木を跨いだ仮橋の架設状況



写真-6 仮橋設置状況

表-1 クレーン仕様選定一覧表

組立(分解) 平面計画図	概要	判定
	<p><使用クレーン> クローラークレーン 350t吊 (機械式)</p> <p><分解組立回送費> 3,100千円 (比率: 1.00) ※国交省積算歩掛による</p> <p><特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ・経済性に優れる。 ・クレーン規格は道内で保有が確認される。 ・必要な作業ヤードが観光駐車場内に収まらず桜木の枝払いが発生する。 <p><クレーン全景></p>	<p>×</p>
	<p><使用クレーン> オールテレーンクレーン 550t吊 (油圧式)</p> <p><分解組立回送費> 10,000千円 (比率: 3.23) ※国交省積算歩掛による</p> <p><特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ・クローラークレーンより経済性が劣る。 ・クレーン規格は道内で保有が確認される。 ・ブームの伸縮が可能な油圧式のため、作業ヤードを抑えることが可能で、観光駐車場内での作業が可能である。 <p><クレーン全景></p>	<p>○</p>



写真-7 クレーン組立(分解)状況



写真-8 ジブ組立(分解)状況

5. 確実な施工計画の立案

五稜郭公園の観光は、花見時期から最盛期を迎えるが、仮橋架設のための主たる作業ヤードが観光駐車場であり、定期的に観光への影響は許容されない。そのことから、いかに手戻りなく確実に花見時期までに仮橋の架設を終了させるかが課題であった。課題について、施工時に手戻りが生じない様、地質調査を提案し、仮橋設置に伴う増加荷重による石垣の安全性を円弧すべりや支持力照査により確認して、より一層の施工の確実性を向上させた(図-2)。さらに、函館市およびクレーン保有業者を含めた三者検討会の現場開催を提案し、架設クレーン搬入や架設時に支障となる照明などの移設の必要性を確認し、施工計画に反映させた(写真-9)

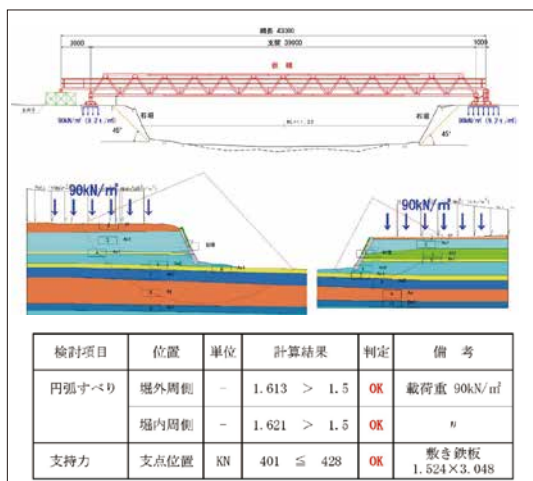


図-2 円弧すべり、支持力照査による石垣の安全性確認

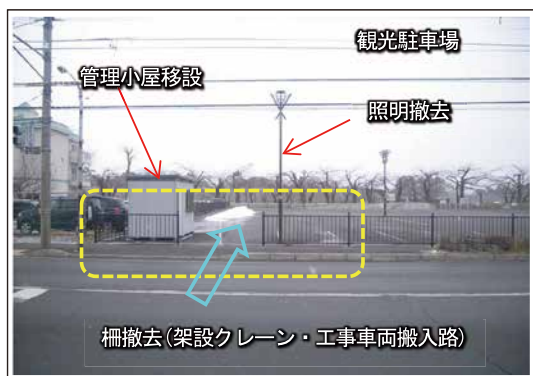


写真-9 支障物件(三者検討会で確認)

6. 結果と考察

仮橋の架設および鋼矢板の施工は、繁忙期となる花見時期の前に無事に完了し(写真-10)、観光駐車場の解放や五稜郭公園内の工事を休工することができた。これは、地質調査を提案・実施して円弧すべりおよび支持力

照査による安定性の確認を追加したこと、クレーン保有業者を含めた三者検討会を提案・実施したことで、より確実な施工計画をもとに工事を実施できたことが大きな要因である。



写真-10 桜並木と仮橋設置状況(5月)

7. まとめ

本稿で紹介した事例のように、現場における制約が多い場合、精度の高い施工計画が要求される。そのためには、設計段階で考えられる限りの調査の追加や構造物等の安全性の定量化を図ることを提案したり、発注者や施工業者との綿密な検討を行うことで、計画の妥当性、施工手順など、重複したチェック体制を構築して、より一層の施工の確実性を増加させることが必要である。

ここでは、観光地内の施工事例について報告したが、本稿が今後、クレーン選定時の注意すべき点など、施工計画の立案に役立てば幸いである。

最後に、本稿を作成するにあたり、弊社技術レポートの主旨にご理解いただき、多大なるご指導をいただきました函館市様に深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 文化庁文化財部記念物課 監修:石垣整備のてびき 平成24年3月
- 2) 函館市:特別史跡五稜郭跡石垣診断調査委託 整備指針報告書 平成18年3月
- 3) 函館市教育委員会:特別史跡五稜郭跡 復元整備事業報告書(本編・図版編) 2011年3月
- 4) (社団法人)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 平成24年3月
- 5) (社団法人)日本道路協会:道路土工・仮設構造物工指針 平成11年3月
- 6) (社団法人)日本建設情報総合センター:土木工事 仮設計画ガイドブック 平成23年

掘削発生土を築堤盛土材に流用する際の留意点

REPORT：技術第2部 道路構造地質グループ

加藤 貴文 RCCM(土質及び基礎)
宿田 浩司 技術士(総合技術監理部門/建設部門/応用理学部門)



加藤 貴文 宿田 浩司

洪水時に河川断面が不足している河川では、流下能力確保を目的とした河道掘削と堤防高上が行われる。このとき掘削発生土が築堤盛土材料に流用可能か判定するためには、各種土質試験等を行い基準値を満足する材料であるかを確認する必要がある。

また、調査で流用可能と判定された掘削発生土が、実際の工事で流用不可となった場合、スケジュールに大きな遅れが生じる。これを避けるためには、調査段階で流用不可の土を適正に見極める必要があり、そのためには調査地点を増やさなければならず、全ての地点で必要試験項目を実施するのは、コストや時間の面からも効率的とは言えない。

本報告では、河道の掘削発生土を築堤盛土材として流用する計画である河川で、過去に実施した500試料以上の土質試験結果から、掘削対象土の性状を整理した上で、盛土材料として流用不可とされる材料を土質と含水比で整理した。

概要

キーワード ●築堤盛土 ●流用 ●土質試験 ●締固め度 ●土質区分判定の基準

1. 現状の技術と問題点

(1) 築堤盛土材として流用可能な土の条件

堤体材料として望ましい土は、表-1に示すように、「土質」、「現場密度」、「コーン指数」に関する条件を満足しなければならない。特に現場密度は、平成25年度に規格値が、平均締固め度 $D_c=85\%$ 以上→ 90% 以上に変更され、流用不可と判定されるケースが増えた。

表-1 築堤盛土材料の規格値¹⁾

品質規格	規格値・管理値	備考
(1) 土質	泥炭を除く細粒分含有率が F_c=15%以上の土 GF、SF、M、Cに相当	<ul style="list-style-type: none"> 不透水性を有すること 締固めが容易であること クラックなどが生じにくいこと
(2) 現場密度	最大乾燥密度(ρ_{dmax})の90% 以上(締固め度 $D_c=90\%$ 以上)	H25に $D_c=85\%$ から改訂
(3) コーン指数	qc=400kN/m²以上	トラフィカビリティの確保 必要トラフィカビリティは 普通ブル(15t) : 500kN/m ² 湿地ブル : 300kN/m ²

※ GF(細粒分質礫), SF(細粒分質砂), M(シルト), C(粘土)
なお、表-1を用いた判定を行うためには、表-2の試験を行う必要がある。

表-2 流用土判定を行うために必要な土質試験

試験項目	単位	1試料当り 単価	土質試験費用		必要土量
			①土質判定 ②コーン指数 ③締固め特性		
土粒子の密度試験	試料	5,900	97,640		0.5kg程度 (φ66ボーリング0.2m分)
土の含水比試験	試料	1,510			
土の粒度試験 沈降分析	試料	13,000			
土の液性限界試験	試料	7,570			
土の塑性限界試験	試料	3,660			
力学試験					
締固めた土のコーン指数試験	試料	23,000			3.0kg程度 (φ66ボーリングで0.9m分)
突き詰めによる土の締固め試験(非乾燥法)	試料	43,000			25.0kg程度 (φ66ボーリングで7.4m分)
モールド径10cm ランマー2.5kg	試料				

一般に沖積低地を流下する河川の掘削発生土は、粘性土であることが多く、このような土を自然状態で築堤盛土材として流用しようとした場合、「現場密度」もしくは「コーン指数」により、適用不可と判定される可能性が高い。

(2) 土の判定に関する問題点

このような流用不可と判定される可能性が高い材料に対して、所定の頻度(一般に掘削延長200mに1箇所以上)で必要試験項目全てを実施することは、コストや時間の面からも非効率的である。

また、既往調査では各調査地点に対して、表-2に示す土質試験は行われていたが、調査全域を評価する全体的なとりまとめは十分に行われておらず、掘削土の性状の傾向を把握しきれていない事が問題であった。

2. 対策と技術的提案

これらの問題を解決するため、過去に行われた土質試験結果から、土質毎にグループ分けし、コーン指数 $qc \geq 400kN/m^2$ と締固め度 $D_c \geq 90\%$ に対応する含水比等を算出・整理した。

(1) 土質毎のグループ分け

過去に行われた土質試験結果から、調査地に分布する土質について、表-3のようにグループ分けを行った。

表-3 土質毎のグループ分け(n:サンプル数)

グループ (地層名)	土質区分		特徴
	土質記号	土質分類名	
Ap 泥炭 (n=37)	Pt	泥炭	高有機質土
Apc 有機質粘土 (n=49)	OH	有機質粘土	有機質土が多く混入 含水比200%以下
	OH-S	砂混じり有機質粘土	
	OHS	砂質有機質粘土	
Ac 砂混じり粘土 (n=220)	MH	シルト	粘性土主体で 若干の砂分
	MH-S	砂混じりシルト	
	CH	粘土	
	CH-S	砂混じり粘土	
	CH-SG	砂礫混じり粘土	
	CHS	砂質粘土	
Asc 砂質粘土～ 粘性土質砂 (n=197)	CLS	砂質粘土	粘性土と砂分 が混在
	CLS-G	礫混じり砂質粘土	
	Scs	粘性土質砂	
As 砂質土 (n=107)	S-Cs	粘性土混じり砂	砂分主体で粘 性土混じる

表-4 目標含水比wtgの算定

グループ (地層名)	目標含水比の算定						備考
	サンプル 数 n	最小値 (%)	平均値 μ (%)	標準偏差 σ	$\mu - \sigma$	目標 含水比 wtg (%)	
Ap 泥炭	37	—	—	—	—	—	—
Apc 有機質粘土	49	55.5	70.63	17.61	53.0	55	最小値
Ac 砂混じり粘土	220	27.2	40.52	6.83	33.7	33	—
Asc 砂質粘土 粘性土質砂	197	21.8	29.73	3.18	26.6	26	—
As 砂質土	107	11.3	19.38	4.50	14.9	—	Fc<25

3. 目標含水比wtgと自然含水比wnの関係の分析

対策を行わない自然状態で流用可能な土質を把握するため、目標含水比wtgと調査地全域で確認している地山の自然含水比wn(Apを除く全573試料)を対比した結果を図-2に示す。

これによると、ほぼすべての試料の自然含水比wnは、目標含水比wtgよりも大きく、自然状態で流用可能な土はほぼ存在しないことが明らかになった。

(2) $qc \geq 400 \text{ kN/m}^2$ と $D_c \geq 90\%$ を満足する含水比

図-1は、ある土質の締固め試験(上グラフ)、コーン指数試験(下グラフ)を示したものである。

このグラフから、 $qc = 400 \text{ kN/m}^2$ に対応する含水比(44.3%)と $D_c = 90\%$ に対応する含水比(40.5%)の読み取りを行う。この作業を全ての試料に対して実施し、両方の規格値(管理値)を満足する含水比(より小さい含水比 $\rightarrow 40.5\%$)を決定した。

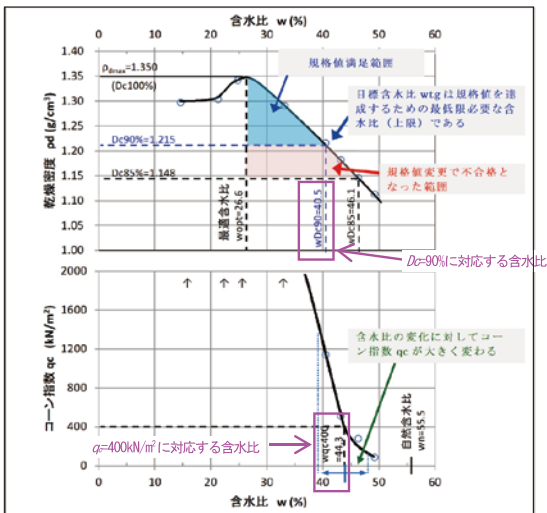


図-1 コーン試験と締固め試験と含水比の説明

表-4は、図-1から読み取ったコーン指数 qc 、締固め度 D_c の両方を満足する含水比を土質グループ毎に整理し、目標含水比を算定した結果を示したものである。

なお、目標含水比は、データのばらつきを統計処理し、標準偏差を用いて平均値を補正する次の手法²⁾で設定した。

$$\text{目標含水比wtg} = \text{平均値}\mu - \text{標準偏差}\sigma$$

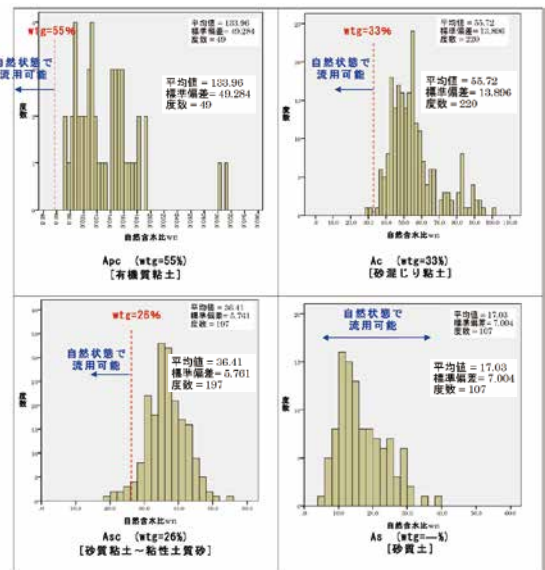


図-2 目標含水比wtgと自然含水比wnの分布図

4. おわりに

今回の検証はある程度のデータ数を基に行ったものであることから、明らかに流用不可となる土に関しては、特定できるものと考えられる。

今後は、流用の可否判定の精度を高めたり、異なる河川での流用土判定も視野に入れ、データを蓄積するとともに、より精度の高い統計手法の確立に努めたい。

参考文献

- 1)財団法人国土研究センター:河川土工マニュアル,p74,平成21年4月
- 2)社団法人土質工学会:土質データのばらつきと設計,p2,昭和63年9月

編集後記

editorial note

今年は例年に増して自然災害が多い年で、日本漢字能力検定協会が2018年の世相を表す漢字として選んだのは「災」でした。

6月18日に発生し最大震度6弱を記録した「大阪北部地震」、6月28日から7月8日にかけて、西日本を中心に北海道や中部地方など広い範囲で発生した台風7号および梅雨前線等の影響による集中豪雨。そして、9月6日北海道厚真町を中心に道内過去最大震度となる震度7を記録した「北海道胆振東部地震」でした。さらに、その地震の18分後に全道で大規模停電（ブラックアウト）が発生し、復帰までに2日間を要しました。

あらためて、被害にあわれた方々には心よりお見舞い申し上げます。

弊社においても、ブラックアウトの影響を受けて9月6日、7日の2日間が自宅待機となりましたが、橋梁や急傾斜地の緊急点検の要請があり、自力で出社できる職員で何とか対応することができました。

また、厚真町の土砂災害対応も現在進行中で、私自身も微力ながら現地に行って調査を手伝ってきましたが、被災前との風景の変わりように、あらためて自然エネルギーの恐ろしさを感じたところです。

災害対応につきものなのが、長時間の時間外労働ですが、「働き方改革」として2019年4月（弊社は2020年4月）から労働基準法が改正されます。臨時的な特別な事情がある場合でも、年720時間以下、単月100時間未満、複数月平均80時間以下を限度とし、犯した場合には罰則も付くようです。

社内外ともに従来の仕組みでは、この時間内で対応することは困難と思われるので、人員の確保、作業の効率化、通常災害での「災害査定の簡素化」などを対応していくことが今後の課題と思います。

話は変わりますが、2025年に大阪で万国博覧会が55年ぶりに開催されることが決定しました。55年前の大阪万博は、「人類の進歩と調和」をテーマに開催されたようですが、私が知っているのは岡本太郎デザインの「太陽の塔」くらいのものです。

2025年万博のテーマは「いのち輝く未来社会のデザイン」で人工知能（AI）や仮想現実（VR）などを用いながら様々な最先端技術が披露されるようです。

数十年後にはAI技術の進歩によって、長時間の時間外労働がなくなっているかもしれません。

最後に、とりまとめにあたりまして、発注関係者の皆様のご了解をいただいたうえで、一部業務成果を活用させていただきました。ここに感謝の意を表します。

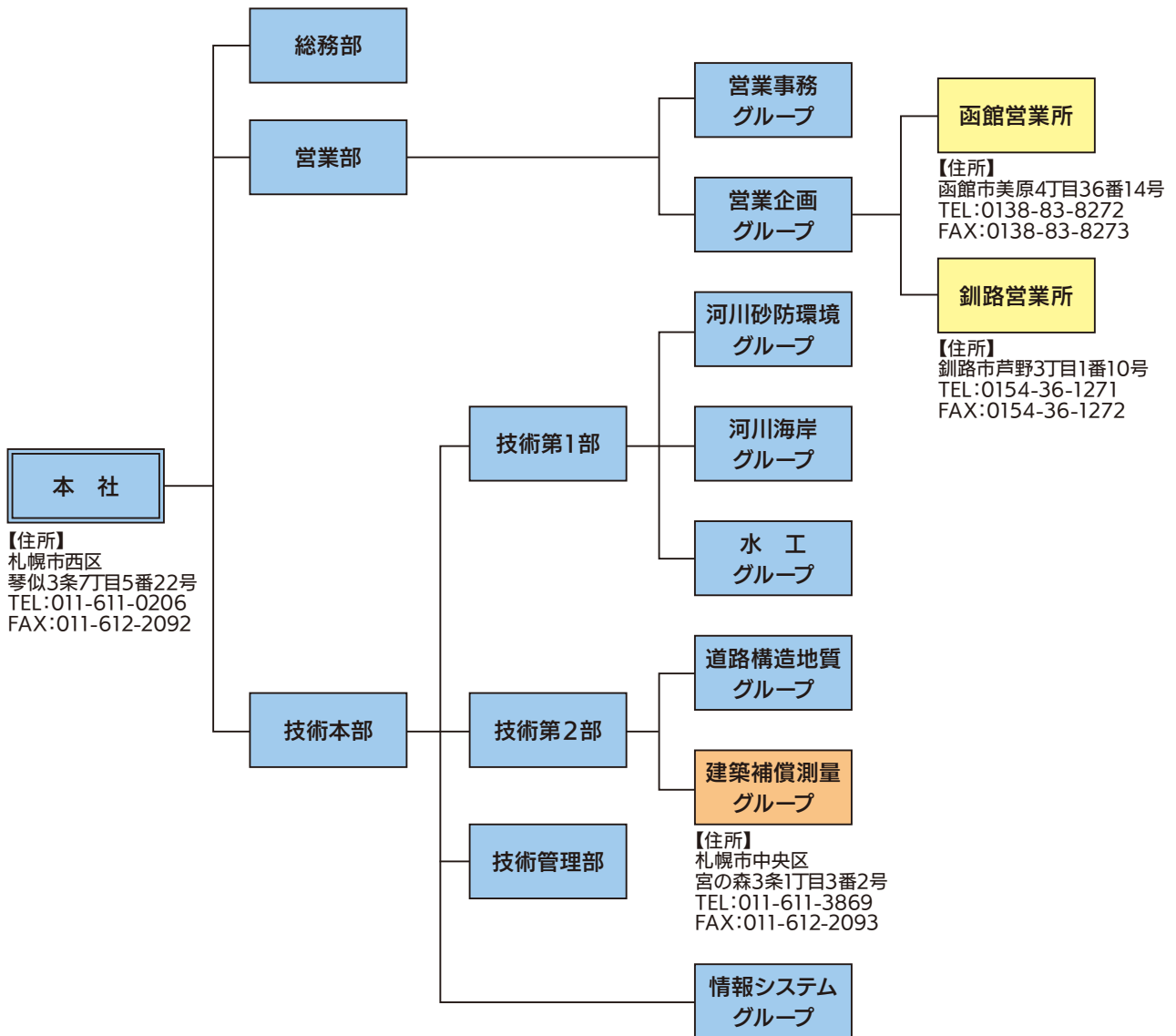
（文責 柏倉 秀二）

編集担当

取締役技術第2部部長 中原 修

執行役員技術第1部部長 柏倉 秀二

組 織 図



登 録 資 格

- 建設コンサルタント業 建26第386号
- 測量業 第(14)-1057号
- 地質調査業 質30第550号
- 補償コンサルタント 補26第1580号
- 一級建築士事務所(石) 3653号
- 土壤汚染対策法指定番号 環2003-1-1007

有 資 格 者 数

技術士(総合技術監理部門) ————	9名	一級土木施工管理技士 ————	25名
技術士(建設部門) ————	17名	コンクリート診断士 ————	5名
技術士(応用理学部門) ————	1名	河川維持管理技術者 ————	1名
技術士(上下水道部門) ————	1名	河川点検士 ————	8名
RCCM ————	17名	道路橋点検士 ————	3名
一級建築士 ————	2名	土壤汚染調査技術管理者 ————	1名
測量士 ————	23名	地質調査技士 ————	5名
補償業務管理士 ————	6名		

2018 技術レポート



和光技研株式会社

【概要】

商号 和光技研株式会社
創立 昭和39年7月18日
資本金 4,000万円

【事業所】

本社 〒063-8507 札幌市西区琴似3条7丁目5番22号
TEL：011-611-0206（代） FAX：011-612-2092

宮の森分室 〒064-0953 札幌市中央区宮の森3条1丁目3番2号
TEL：011-611-7676（代） FAX：011-611-7707

函館営業所 〒041-0806 函館市美原4丁目36番14号
TEL：0138-83-8272 FAX：0138-83-8273

釧路営業所 〒085-0061 釧路市芦野3丁目1番10号
TEL：0154-36-1271 FAX：0154-36-1272

ホームページ <https://www.wako-giken.co.jp>