

ICT を活用した災害メカニズムの可視化 木を見て森を見ず災害復旧からはじまる「建設 DX」

平井 良房¹

¹静岡県 交通基盤部 道路局 道路保全課 (〒420-8601 静岡県葵区追手町9番6号)

近年、異常気象等により全国各地で自然災害が頻発して甚大な被害が発生しており、災害復旧事業も数多く実施されている。一方で、災害復旧事業の実施にあたっては、災害査定における調査・測量・資料作成等に一定の労力と時間を費やしているのが現状であり、また、従来の人海戦術による調査、写真撮影・スケッチ等では、被災状況、被災メカニズムを十分把握できないという事案もある。

本稿では、2019年10月の台風19号により被災を受けた道路と河川の兼用護岸部について、作業の効率化・迅速化と、適確な被災原因（被災メカニズム）の究明を目指して、ICTを活用した災害復旧事業に取り組んだ事例を報告する。

キーワード ICT, DX, 災害査定

1. はじめに

(1) 被災概況

2019年10月12日、台風19号の豪雨による一級河川富士川の増水で、主要地方道富士川身延線（富士宮市内房橋上）の兼用護岸である大型ブロックが転倒し、法面崩壊が発生した。

当該被災箇所は、山と川が接する厳しい地形条件であり、2011年にも災害が発生した箇所であった。このため、河川管理者（国土交通省）及び地元自治会からは再発防止を求められていた。

(2) 災害採択要件

一級河川富士川は、長野県を起点に山梨県、静岡県の3県を流下し、駿河湾に到る広い流域を持つ大河川である。被災時の雨量は、最寄りの山梨県睦合観測所にて時間最大45mm、24時間連続雨量500mm超を記録しており、時間雨量20mm以上、最大24時間雨量80mm以上の道路災害採択要件を満たしている。



写真-1 被災状況(全体)

2. ICTを活用した災害査定

(1) 災害査定上の課題

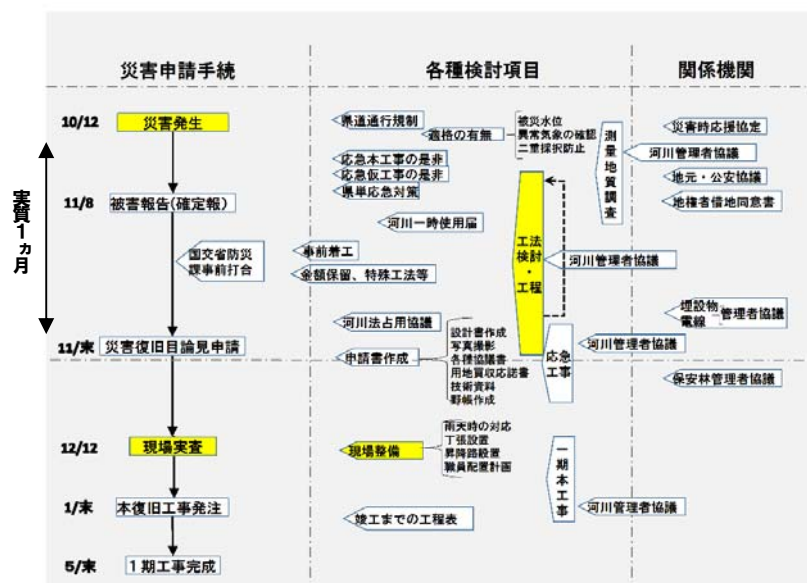
災害復旧事業として申請するにあたり当該被災箇所の特徴・特性から以下のような課題が生じた。

a) 被災箇所を含め周辺は「災害巣」

当該被災箇所は脆い土質の富士川断層の破碎帯で、過去にも法面崩壊、路肩決壊が発生していたことから被災原因を突き詰める必要があった。また、富士川は日本三大急流の一つであり、当該被災箇所では出水で数m規模の河床変動があることから被災原因は被災箇所を含め広域的に考察する必要があった。

b) 災害査定に向け作業期間は実質1ヵ月

当該被災箇所は、出水すると長期間にわたり河川水位が高く、平水位に戻るまでの間、被災状況の把握ができない状態が続いた。一方、被災から災害査定までの期間が2ヶ月しかなく、加えて国への申請、大規模工事の場合は事前相談等多くの関係者との調整を考慮すると実質1ヶ月間で設計までを行わなければならない状況であった（図-1）。



c) 困難を極める大河川内の作業

通常、調査・測量作業は河川内に進入し、人力にて調査・測量作業を実施するが、河川内には多くの転石があり、作業の効率が著しく劣り、また、転倒等のリスクがあった。

(2) 目標「災害査定に対する従前の方法を変える」

上記の災害査定上の課題解決に向けて、今回、以下のような目標設定を行った。

- a) 再び被災しない施設をつくる（被災原因の究明）
- b) 災害査定に係る作業を軽減させ、迅速化させる
- c) 危険な作業を極力少なくする（現場作業時、測量調査時、災害査定時）

(3) 復旧工法決定までのプロセス

今回の災害査定の目標達成に向けて以下のように検討を進めた。

a)被災メカニズムの可視化による被災原因究明

被災メカニズムの究明にあたり、人力に比べ広範囲を容易にしかも多面的に地形情報を入手することができるUAV（※unmanned aerial vehicle = ドローン）により被災箇所の撮影を実施した。多面的に撮影した被災箇所の構造物の破損状況、倒壊状況、ブロック意匠、水抜位置、天端コンクリート位置などを網羅的に撮影した画像（写真-2～写真-7）を基に、被災メカニズムを推測した。

また、2011年の復旧工事の施工図、UAVで撮影した高画質画像から3Dでモデル化し、災害メカニズムの可視化を行い（図-2）、これを用いて推測した（図-3）。



写真-2 被災状況(起点部)



写真-3 被災状況(中間部)



写真-4 被災状況(終点部)



写真-5 被災状況(終点部拡大)



写真-6 大型ブロック倒壊状況

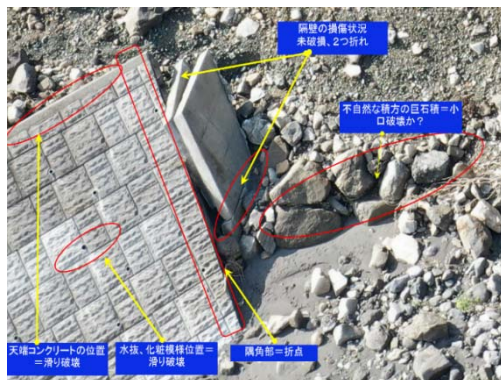


写真-7 大型ブロック倒壊状況

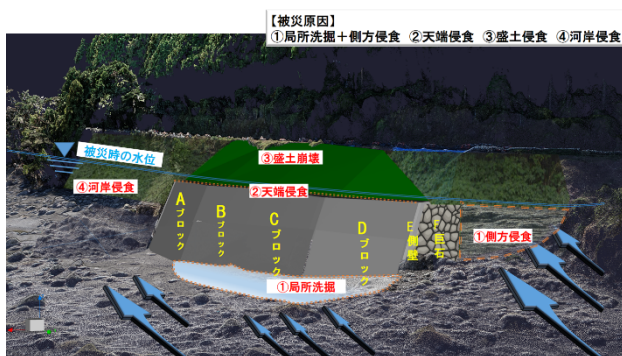


図-2 3Dモデル 被災メカニズム (被災原因)

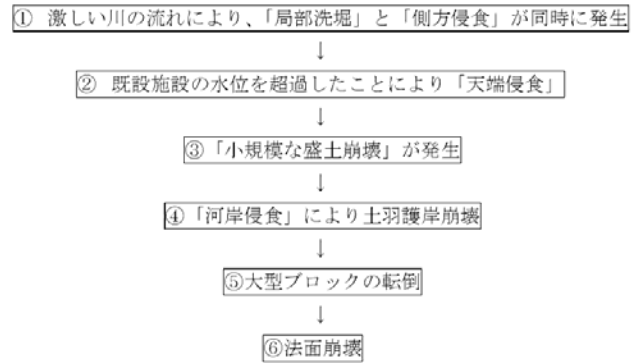


図-3 推測される被災メカニズム

推測したメカニズムは、「局部洗堀」については河川横断面（国交省が定期的に測量）、地質調査結果から、「側方侵食」については2011年災の施工写真、被災状況から、「天端部侵食」については水位痕跡、法面侵食状況を用いて、それぞれの被災要因毎にチェックし、妥当性を検証した（図-4）。

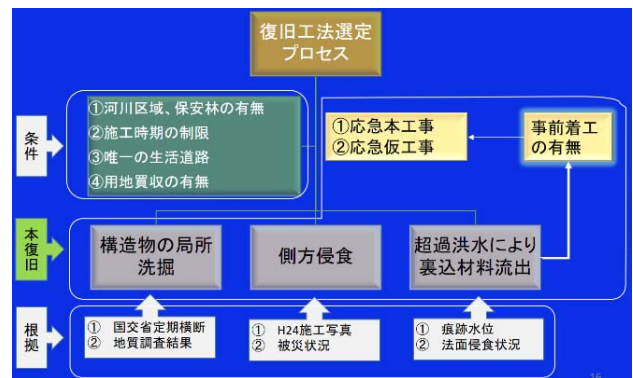


図-4 復旧工法選定プロセス

本復旧工法の検討にあたり、被災原因を耐える工法とするか、回避する工法とするか、大きく2つの選択肢を考えた。原型復旧という災害復旧事業の基本方針を念頭に、再び被災することのないよう推測した被災メカニズムを基に、多角的に検討した。復旧工法として、原位置で大型ブロックを設置し復旧する案（原型復旧）や、もたれ式擁壁又は、補強土壁を設置する案、加えて、道路を山側へシフト（回避）する案も検討した。シフトする案では、大型ブロック、もたれ式擁壁のほか、栈道橋や、トンネルを採用する案も比較検討した。

最終的には、再度の被災防止は元より、建設費、維持管理費、管理のし易さ、復旧までの期間、通行止めの可否をトータルで検討し、原位置で大型ブロックを設置し復旧する案を採用工法（図-5,6）とした。

なお、被災メカニズムから採用した工法に対し、以下の対策を施すこととしている。

- ・「局部洗堀対策」として安定河床まで根入を確保、屈撓性のある袋詰玉石の設置。
- ・「側方浸食対策」として屈撓性の高い多段式袋詰玉石の設置、小口止壁厚を30cmから60cmに強化。
- ・「天端浸食対策」として改良土による浸食防止層を設置。

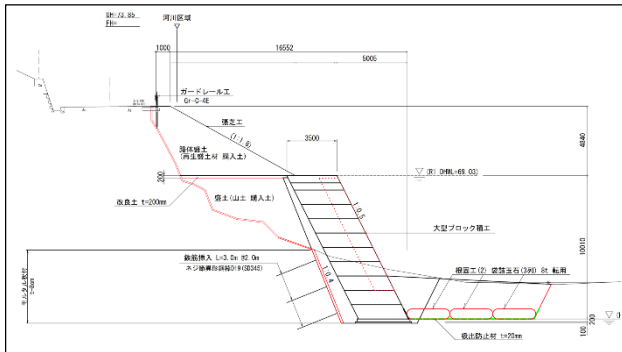


図-5 復旧工法図（標準断面図）

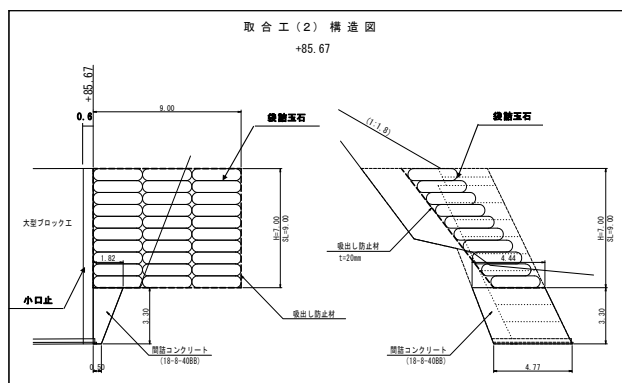


図-6 復旧工法図（取合部）

b) 作業の軽減と迅速化と安全

UAVで調査、測量することにより、河川内における人力による調査・測量が不要となり、測量・調査時間（外業）の大幅な時間短縮と作業の効率化、作業時のリスク軽減につなげることができた。（調査時間は延べ40時間が24時間に、測量時間は延べ152時間が65時間に短縮できた。）

c) 検討にあたっての工夫（リモート打合せの導入）

災害復旧工法の設計時作業において、リモートで打合せを行うことで、移動時間を省くなど「発注者と受注者」双方で時間有効に使うことができた。

また、リモート打合せの導入メリットとして、対面協議を行う時間がない中、詳細な内容の議論にも有効だったことがある。例えば、復旧範囲をUAV高画質写真により決定するにあたり、設計コンサルタントとの音声通話のやり取りのみでは正確な情報として伝わらなかった部

分があったが、画像を基に相互に議論しあうことで、対面協議と同等の理解度を得て議論が進められた。結果として、発注者・受注者双方にメリットがあったと考える。

(4) 3Dモデルを活用した災害査定（実査とあわせた「ハイブリッド災害査定」）

a) 3Dモデルを活用した災害査定

検討にあたって3Dモデルを作成するなどICT技術を活用してきたことから、災害査定時にもこれを活かし、査定官等によりわかりやすく視覚的に説明できるよう、実査においてディスプレイを用いた、いわば「ハイブリッド災害査定」を実施した（写真-8）。

具体的には、実査を補完するため、ディスプレイに3Dモデル化した被災メカニズム（図-2）、復旧イメージ（図-7）を示しながら視覚的に説明を行った。

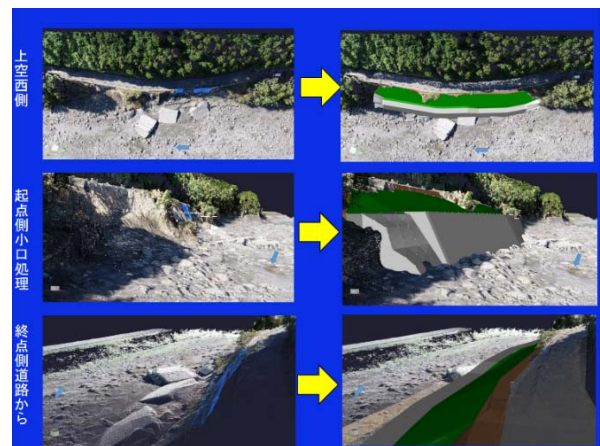


図-7 3Dモデル復旧イメージ



写真-8 ディスプレイを用いた実査の状況



写真-9 実査の状況

ハイブリッド災害査定の実施により、申請者及び査定者両方に表-1のようなメリットがあったと考えている。

表-1 災害査定メリット

項目	概要
申請者側	・実査における事前準備の軽減（昇降階段や通路等の安全対策、照明灯準備、丁張設置作業の軽減） ・査定時間の軽減・技術力向上・移動時間の軽減 ・土木事務所若手職員の研修機会として災害査定に臨場（OJTの一貫）
査定者側	・UAV 画像をディスプレイ上で確認することでより正確に被災状況を把握 ・直高 8m 超の大型構造物の復旧イメージを視覚的に把握 ・起終点の決定根拠、復旧後の小口止め、すり付け処理状況を容易に把握 ・現場内の移動が少なくなり、転石などでの転倒、つまずき等による怪我のリスク軽減

b) 災害査定結果

こうして、従来の災害査定に比べて、より「安全・わかりやすい・効率的」な災害査定を実施することができた。査定官にも”わかりやすい説明であった”との評価をいただくことができた。

3. 災害復旧からはじまる「建設DX」近未来予想

今後、さらに ICT が普及し、ICT を活用して生産効率を上げるいわゆる「建設 DX（デジタル・トランスフォーメーション）」を災害査定にも導入するといったことも想定される。今後の「建設 DX」の展開について、思い浮かぶ内容を以下に記す。

(1) 多彩なデバイス

次世代通信システム 5G, 6G の活用で、高解像度 3D 画像に触覚情報などが加われば、より感覚の質を上げたり、動作性が分かりやすくなったり等の効果が期待されている。そのためにも、基盤となる 3D 点群データ取得を推進し、また確実に蓄積していくことが不可欠となってくる。

(2) リモート災害査定

査定官・立会官が実査のために来訪せずに、遠隔から被災箇所と次世代通信システム 5G 高速通信でつなぎ、VR「Virtual Reality（仮想現実空間）」技術を活用することで実査しているのと同じ目線で災害査定を行う時代が来るかもしれない（図-8）。

申請者・査定官・立会官の出張、宿泊、被災箇所内の移動、箇所間の車移動など時間と労力の低減につながると思う。



図-8 リモート災害査定概要図

(3) リモート技術支援体制

近年全国各地で発生している豪雨災害発生時に被災地へ全国の自治体から応援のため技術派遣されている実態がある。ICT を活用すれば未被災地などの遠隔地から仮想被災地空間上で技術支援が可能となる。



図-9 リモート技術支援体制概要図

(4) 危険な測量・調査の軽減化

測量・調査に UAV を活用することにより、2 次災害防止のうえ、危険な箇所の情報を遠隔で取得できる。また UAV 写真を 3 次元処理することで、高精度測量図化、平面図、土量計算等に活用することができる。



写真-10 UAV 遠隔確認イメージ

(5) UAV 操作、3D 処理技術者養成

県職員を対象に UAV 操縦研修を実施し、だれでも容易に UAV 操作ができるようにすることで、3D 点群データの取得、画像を活用した行政運営、災害時の被害把握、構造物の点検、検査等で活用できる。また、これらが効率的に運用できる体制づくりが今後重要となるだろう。

4. おわりに

災害復旧事業において、適切な災害復旧工法選定のためには、現地調査を十分に行い、災害復旧箇所での河川特性把握および被災メカニズム（被災原因究明）が必要である。

今回は、災害復旧調査・測量に UAV を活用することで作業の効率化、測量精度向上、2 次被害リスク低減を図ることができた。また、被災状況を俯瞰的に観ることができることから、従前に比べより適切な被災原因の究明も実現できたと考えている。

昨今、長時間労働の常態化やそれに起因する、過労死など働き方の問題に伴う弊害が至る所で浮き彫りとなっており、早急な対応が求められている。国民、県民の安全・安心を 1 日も早く届けるため、災害発生時等では、緊急時の対応を含めたスピード感、限られた時間内での作業等が伴う状況のなか、従前の方法にとらわれない考え方、手法を導入していくことで、「働き方改革」に取り組んでいく必要がある。

災害査定で、ICT を活用して生産効率を上げるいわゆる DX（デジタル・トランスフォーメーション）を積極的に導入することで、災害査定に関わる作業軽減、迅速化等「働き方改革」推進につながると考える。

一方 DX が普及するために必要なのが「コーポレート・トランスフォーメーション：CX^{*}」であり、様々な技術が普及したとしてもそれらの技術を運用する我々の管理体制、運用方法を改善しないと宝の持ち腐れとなる。DX と CX を一対で進めていくことが必要と考える。

「木を見て森を見ず・森を見て木を見ず」。災害査定には俯瞰的と仰望的なモノの見方が必要であり、技術革新が目覚ましい現在、様々な可能性を試みる姿勢が大切である。

「技術革新は建設業を変える」。今回の災害復旧事例が今後のさらなる「技術革新」、「働き方改革」の推進となり、「建設業を変える」一歩につながることを期待する。

（*corporate transformation = 組織改革）

参考文献

- 1) 一般社団法人全日本建設技術協会：令和元年災害手帳
- 2) 公益社団法人全国防災協会：美しい山河を守る災害復旧基本方針, 平成 30 年 7 月
- 3) 公益社団法人全国防災協会：災害査定の手引き, 平成 30 年 10 月
- 4) 公益社団法人日本道路協会：道路土工 擁壁工指針, 平成 24 年 7 月
- 5) 公益社団法人日本道路協会：道路土工 盛土工指針, 平成 22 年 4 月
- 6) 公益社団法人日本道路協会：道路土工 切土工・斜面安定工指針, 平成 21 年 6 月