

# 豪雨災害におけるBIM/CIMモデルを活用した 道路災害復旧支援

おちあい しょうご おおつばらい しげき こんどう としみつ  
落合 祥吾<sup>1</sup>・大粒来 茂樹<sup>1</sup>・近藤 敏光<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国際航業株式会社 東北事業所（〒984-0051 宮城県仙台市若林区新寺1-3-45）

東北地方整備局山形河川国道事務所が管轄する国道113号では、令和4年8月3日の豪雨により道路盛土の崩壊、道路脇自然斜面の表層崩壊等が同時多発的に発生し、8月3日（水）～8月5日（金）の間、一部区間で全面通行止めとなった。その後、8月5日（金）からは片側交互通行での交通解放に移行したものの、当該路線は新潟県と山形県を結ぶ重要物流道路であり、例年12月頃には降雪が始まる豪雪地帯であるため、迅速な復旧計画（交通帯2車線確保）および施工計画の立案が求められた。本稿ではBIM/CIMモデルを活用した道路災害復旧支援の成果と今後の展望について紹介する。

**Key Words**：豪雨災害，緊急点検，被災状況把握，応急復旧対策，BIM/CIM，施工計画

## 1. はじめに

災害発生時の気象状況は、令和4年8月3日に低気圧が東北地方を通過後、それに伴い前線が8月4日にかけて北陸地方へ南下して停滞し、東北地方と北陸地方を中心に断続的に猛烈な雨が降り、記録的な大雨となった。

山形河川国道事務所が管轄する国道113号では、新潟県と山形県の県境付近である小国町、飯豊町で盛土法面の崩壊や自然斜面の表層崩壊等の豪雨災害が同時多発的に発生した。

## 2. 道路災害概要

### (1) 被災区間の概要と並行路線等の被災状況

災害復旧支援の対象となったのは、国道113号の75.1kp（山形県西置賜郡小国町）から103.5kp（山形県西置賜郡飯豊町）のL=28.4km区間で確認された全7箇所の大規模被災箇所である。（図-1）

国道113号は交通量約6,000台/日（第3種第3級，大型車混入率23.7%）の新潟県と山形県を結ぶ重要物流道路であるが、災害発生時は迂回できる県道も同様に被災し、国道の迂回路となる路線は他にはない状況となった。

対象区間は、道路と並行する鉄道（JR米坂線）と河川（一級河川荒川水系荒川，一級河川最上川水系宇津川）が隣接しているが、鉄道橋の崩落や河川護岸の倒壊等が発生しており、道路と同様に豪雨災害の影響が大きかったことが伺える。

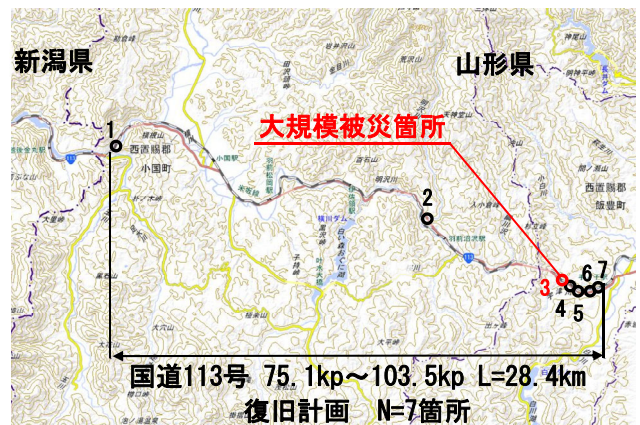


図-1 災害復旧支援業務 国道113号対象位置図  
出展：地理院地図（電子国道WEB）に加筆

### (2) 災害前異常気象時の交通規制状況

当該路線近傍に位置する飯豊観測局の気象データを確認すると、8月3日から8月4日にかけての24時間雨量が436mm/24h，時間当たりの最大雨量57mm/hを記録した。24時間雨量については、観測史上最大となる記録的大雨であった。

道路管理者である山形河川国道事務所は、8月3日19時から国道の通行止めを実施し、8月4日未明に国道隣接斜面や道路盛土の崩壊を確認した。

その後、道路維持業者による応急対応が施され、8月5日には交通解放が行われたが、一部区間については車道半車線が消失した状態であり、片側交互通行を余儀なくされた。

### (3) 被災状況と応急対応

多数被災した中で最も大規模な被災箇所となったのは、沢埋め盛土のような地形を示す箇所(写真-1)で発生した道路盛土の崩壊である。

当該区間の盛土法面は、法枠および地山補強鉄筋等で法面对策が施された状態であったが、災害発生時は、国道センターラインから盛土脚部に位置する河川護岸を巻き込む形で崩壊が発生し、上り線側が完全に消失した状態となった。(写真-2)



写真-1 被災前現地状況 (山形河川国道事務所提供資料)



写真-2 被災状況 (山形河川国道事務所提供資料)

崩壊発生後は、下り線側への崩壊拡大を防止し、国道の通行止めを解除(片側交互通行規制への移行)するために、応急対応として崩壊面に耐候性大型土のう設置が行われた。しかし、法面の脚部は被災の影響でスペースが狭く、急勾配斜面上に耐候性大型土のうを設置する必要があるため、早急な復旧計画立案および施工が必要な状況下にあった。(写真-3, 4)



写真-3 応急復旧側面写真



写真-4 応急復旧路面写真

### 3. 災害復旧

#### (1) 災害復旧の制約条件

当該区間は例年12月には降雪が観測される地域であり、2m以上の積雪が観測<sup>1)</sup>される豪雪地帯である。(写真-5)

現状は耐候性大型土のうで応急対応を行ったものの、片側交互通行で交通解放した状態であるため、「迅速な復旧計画の立案および降雪前の交通帯2車線解放」が求められた。



写真-5 国道113号 冬季積雪状況

実質的な施工期間は3ヵ月程度しかない状況であったため、施工性を最優先し対策工法は資機材の入手可否を確認のうえ、鋼矢板土留め工を採用(応急復旧対策)した。しかし、ここで課題となったのは施工条件であった「交通帯1車線確保での施工」である。当該区間は山側に鉄道(JR米坂線)、法尻に河川があり、交通帯となる道路を一時的にシフトすることが困難な状況下であり、限られたスペースでの施工計画検討が必要となった。(図-2)

また、当該区間には架線、耐候性大型土のう、被災した法面に残存するコンクリート殻など複数の工事支障物があった。このほかにも路面内には過年度に路面沈下対策として施工された改良体が埋設されており、法面内には法面補強対策である地山補強鉄筋が埋設されていた。鋼矢板の配置計画および施工計画時は、これらの支障物を考慮した計画検討が必要であった。

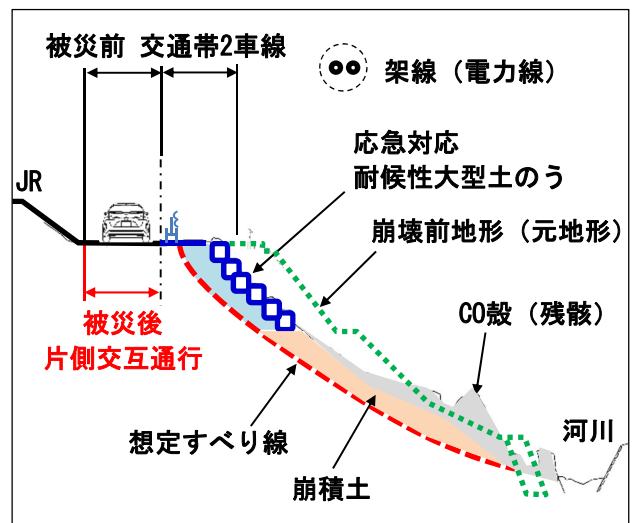


図-2 国道113号 被災状況横断図

## (2) 制約条件への対応

当該区間の復旧は、迅速な計画立案だけでなく、複数の支障物に囲まれた状態かつ制約された施工スペースでの計画立案が求められた。

時間的有余も限られ、支障物は上下左右に位置する状況であるため、従来の手法である2次元図面での計画検討に加え、3次的に可視化することが有効であると考え、本業務でBIM/CIMモデル（3Dモデル）の作成および計画検討を実施した。

当該区間の設計基図作成に向けた測量作業は、時間の短縮および作業時の安全面を配慮し、自律飛行によるUAVでのレーザ測量および写真測量を実施した。ここで得られた被災箇所の詳細な地形情報（オルソ画像、点群データ等）を用いてBIM/CIMモデルの作成と施工計画検討を行った。（図-3）

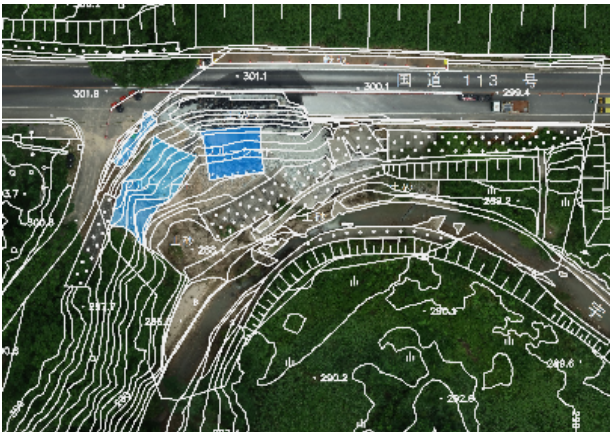


図-3 測量図およびオルソ画像

## 4. BIM/CIMモデルを活用した復旧計画及び施工計画検討

### (1) BIM/CIMモデルでの支障物把握

対策工の詳細検討を行うにあたり、埋設物や支障物等の3Dモデルを作成し、測量時に取得した点群データ上に配置したBIM/CIMモデルを作成した。（図-4）これにより、全体を立体的に把握することが可能となり、位置関係や干渉等を視覚的に確認しながら計画検討を行った。

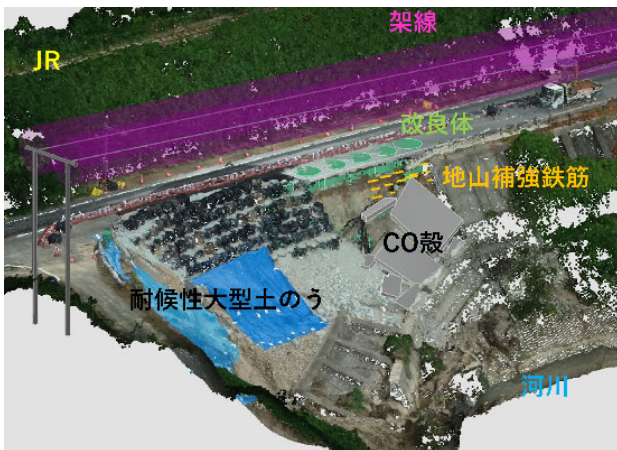


図-4 点群データ+支障物モデル

### (2) BIM/CIMモデルを活用した施工計画検討

応急対応として設置した耐候性大型土のうの撤去を鋼矢板打設時に行うと一般車両交通帯へ影響が及ぶことが懸念された。そのため、施工方法については安全性と施工スピードを両立させるため、国内二例目となる大型土のうを貫いて鋼矢板を打設する工法（NETIS登録番号：CB-980118-V 硬質クリアパイル工法<sup>2)</sup>）を採用した。

この工法は、圧入機械を鋼矢板上に設置し自走する工法のため、圧入機械へのクレーンを用いた鋼矢板供給方法の検討が必要となった。

施工は、鋼矢板打設時のクレーン段取り替えと施工効率を上げるために150tクレーンを縦向きに配置し、クレーン旋回範囲が最小限となるよう計画を立案した。

このクレーン配置計画および施工計画は、BIM/CIMモデルを活用することにより、従来の平面的な作業半径のチェック以外にも、クレーン旋回時における架線等の支障物や一般車両交通帯への影響を3次的に把握することができ、より実状に近い形での検討が可能となった。（図-5、写真-6）

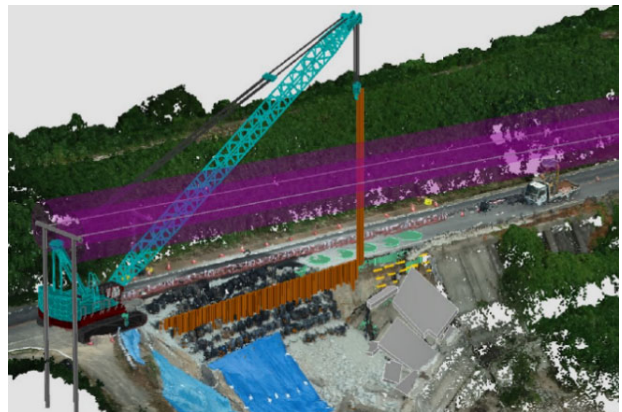


図-5 クレーン配置モデル

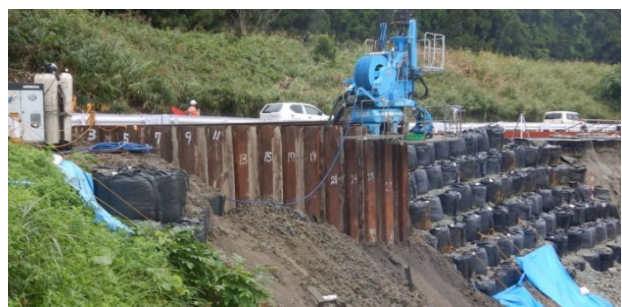


写真-6 実際の復旧施工状況

### (3) BIM/CIMモデルでの現地状況共有および端部復旧計画の立案

復旧計画の立案にあたり、当該区間は発注者である道路管理者以外にも河川管理者との設計協議が必要であった。また、復旧計画が多工種に渡るため、業務担当者以外の技術者にも意見聴取を行いながら計画立案を行った。

従来であれば、現地状況の共有の際は現地踏査写真や2次元図面等を用いていたが、今回作成したBIM/CIMモデルを活用することで、現地を直接確認していない関係者にも状況説明が容易かつ的確に認識してもらうことが可能となった。また、3次元モデルとすることで、設計上見落としがちな計画端部の復旧計画立案にも効果的であった。通常は現地合わせとなるような計画も3次元モデル上で摺り付け計画を行い、実際の施工により近い設計計画が可能となった。(図-6)

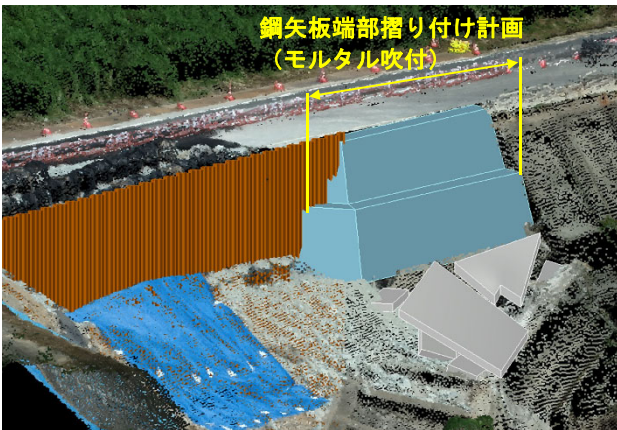


図-6 鋼矢板端部現況摺り付け計画 (3Dモデル)

## 5. おわりに

### (1) 降雪前の応急対策完了

復旧計画立案後、9月上旬から対策工事に着手し、降雪前の12月上旬に無事施工(交通帯2車線解放)が完了した。(写真-7)

今年度は12月中旬に2mを超える降雪が観測されており、迅速な復旧計画の立案により目的を達成することができた。



写真-7 対策工事 施工完了

### (2) 本復旧の施工

応急復旧の計画後は、その後の本復旧計画「盛土再構築+河川護岸シフト」についても検討を行った。本復旧計画時についても3次元モデルを作成し(図-7)、完成形をイメージしながら設計検討及び関係機関協議を行った。

本復旧工事は令和5年4月から着手された。工事が完了するまで今後の動向に注視していきたい。

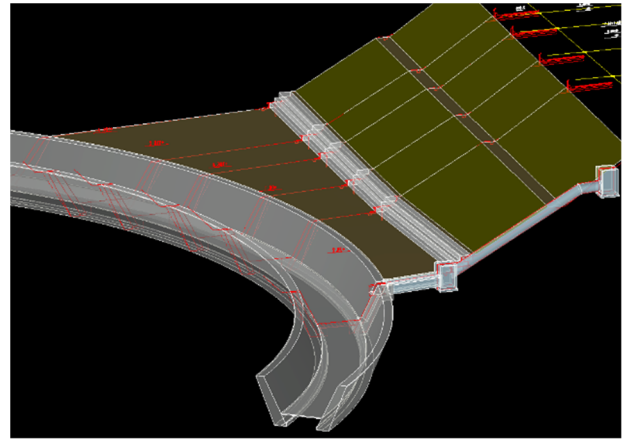


図-7 本復旧計画 (3Dモデル)

### (3) 今後のBIM/CIMの展望

国土交通省から発表された2023年4月以降のBIM/CIM原則適用に関する具体的な方針内容では、通常の詳細設計業務および工事は対象となるものの、災害復旧工事は対象外<sup>3)</sup>となっている。しかし、災害発生時に被災状況の把握および復旧計画、施工計画の立案に3次元モデルを活用することは、全体イメージの確認のほか作業上の安全面や工期短縮においても非常に効果的である。

近年、異常気象に伴う災害発生が増加傾向にある。BIM/CIMモデルを活用した机上での設計検討は、実状と相違ない計画検討が可能であり、今回のような災害復旧計画に効果的であった。今後もBIM/CIMの高度化を推進し、良質な社会資本整備に貢献していきたい。

**謝辞：**本稿の執筆に当たり、多大なるご協力をいただきました東北地方整備局 山形河川国道事務所の皆様、また、関係各位に深く感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 気象庁HP：過去の気象データ検索  
(<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>)
- 2) 全国圧入協会：工法冊子「硬質地盤クリア工法」, 2023.
- 3) 国土交通省：令和5年度BIM/CIM原則適用について, 2023.