

落石対策工の調査設計と CIM を活用した施工計画事例

(株)新日本技術コンサルタント 正会員 ○西内浩二
同上 非会員 小幡福德・杉野貴洋・小倉直之・禧久伸男

1. はじめに

道路災害防除対策を事前に実施することは災害による地域の人的・経済的な影響を軽減するためにより重要となっている。本報告は、鹿児島県島しょ部における落石対策工の設計・施工計画を立案するうえで、対象地形の複雑さや、安全な施工、施工時の交通の安全性確保などに留意する必要があることから、調査・設計成果を基本として3次元形状計測にもとづく CIM (Construction Information Modeling) の手法を活用した施工計画の事例を紹介するものである。

2. 計画対象道路の状況と設計上の課題

写真1は大島郡徳之島町内沿岸部の道路において落石対策が必要となっている計画対象路線の状況である。この路線では図1に示すように高さ30m～50mの海蝕段丘崖（標高45～60m）の地形を形成しており、崖面はオーバーハング部やガリー侵食が発達している。地質は琉球層群亀津層であり、当地区では非石灰質の砂岩～シルト岩の上位に比較的硬質な大小の空隙・空洞が不規則に分布する石灰岩が分布している。

平成25年度に対象路線約1kmにおいて崖面登上・ロー



写真1 落石対策が必要とされる路線の概況

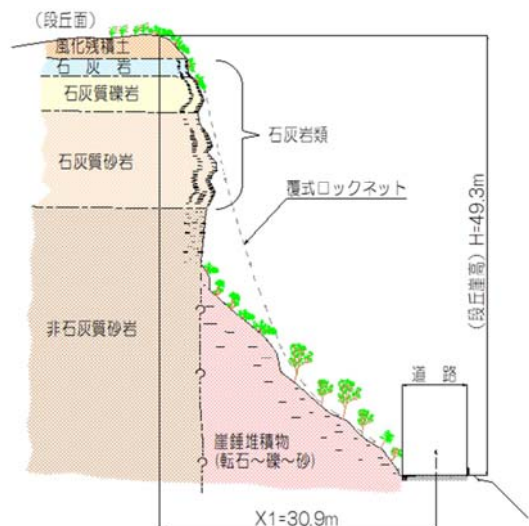


図1 代表的な地形と地質構成

ブ降下近接目視調査、断面凹凸の簡易計測、並びにドローンによる全体把握を行い、①変状の危険度、②オーバーハングの不安程度、③岩盤崩壊・落石・崩壊安定度評価表¹⁾、④想定崩壊規模に対する既設対策工の防災効果、⑤落石・崩壊時の道路への影響の5項目を総合評価して不安定箇所とした10ブロックのうち対策工実施箇所の優先箇所3ブロックを抽出した(図2)。平成30年度のドローン調査では、一部変状が進行していることが把握され、対策の必要性が再確認された。

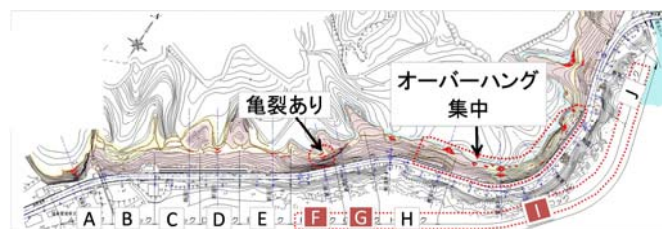


図2 対策優先箇所の抽出

対策工の設計は、①亀裂崩壊危険状態の規模の個別対応、②用地制約による現道範囲内に収める(切土工除外)、③施工時の現道交通確保を基本事項とし、加えて①風葬跡地の歴史由来に配慮した地形改変の縮小、②道路隣接による施工時安全性、③塩害、④景観配慮、⑤台風常襲地における風対策を配慮条件とした。

3. 対策設計の考え方

崩壊形態は直崖表面の風化崩落状況、オーバーハング形状を勘案して剥離(抜け出し)落石とした。また、崩壊規模は既往の崩壊履歴や直崖形状を考慮して、2m×2m×2m(断面積4m²)とし、斜面形状より図3の解析モデルを用いて落石エネルギーは5000kJ程度と推算した²⁾。



図3 剥離型落石のエネルギー推算モデル

落石対策工としては①落石予防工（抑止・補強型）、②落石防護工（道路際などで待受け型）を比較した。図4は工法比較の代表例であるが、評価項目として、複雑地形、石灰岩中の潜在的で不連続的な空洞・亀裂の存在など不確定要素を勘案し、作業の安全性をふまえ落石防護工を採用することとした。

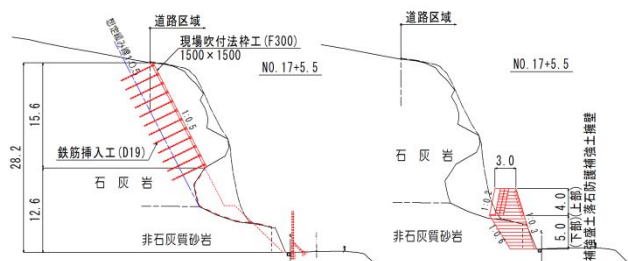


図4 比較した落石防護工と落石予防工の代表断面

なお、落石防護工の設計は、補強盛土による抵抗体（ジオロックウォール）に対する落石の衝撃作用と抵抗体の自重に関する簡易すべり解析によって断面を決定する。その際、落石の衝撃を受ける受撃体と伝達体によって分散された衝撃力を抵抗体で防護する。また、抵抗体の下部に設置した補強盛土の安定検討を行い、必要断面を満足するように検討する³⁾。

4. CIMの手法と適用結果

当該計画路線は複雑な凹凸を有する直崖地形であることから、代表断面の対策工法を決定し、これを実際に展開するうえで現況への理解や災害防除施設整備の設計・施工に対する理解を深める必要があったため、CIM-3次元モデルの取組みを実施した。作業の流れは図5に示すようにドローンによる点群データの取得・処理を行い、設計断面を元に作成したサーフェスを合成した。

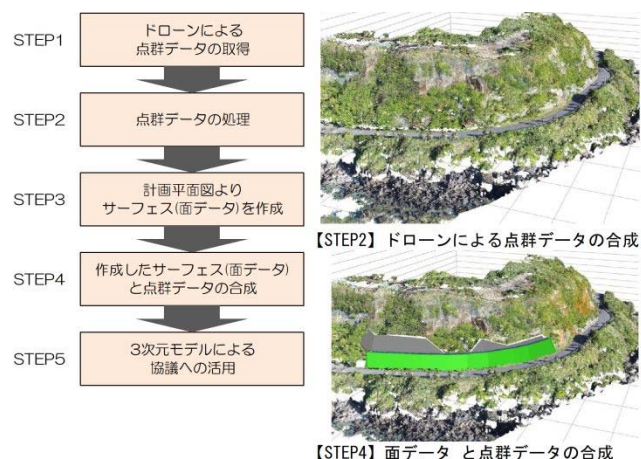


図5 CIM-3次元モデルの作業の流れと表示例

以上の3次元処理によって、落石防護工設置位置と切土地山との整合性の確認、施工中の片側交通規制確保の確認を行うことができた。あわせて、一連の施工プロセスを図6に示すように動画シミュレーションすることによって、設計施工の理解の共有を図ることができた。

5. あとがき

CIMの基本は土木分野の調査・設計・施工・維持管理と

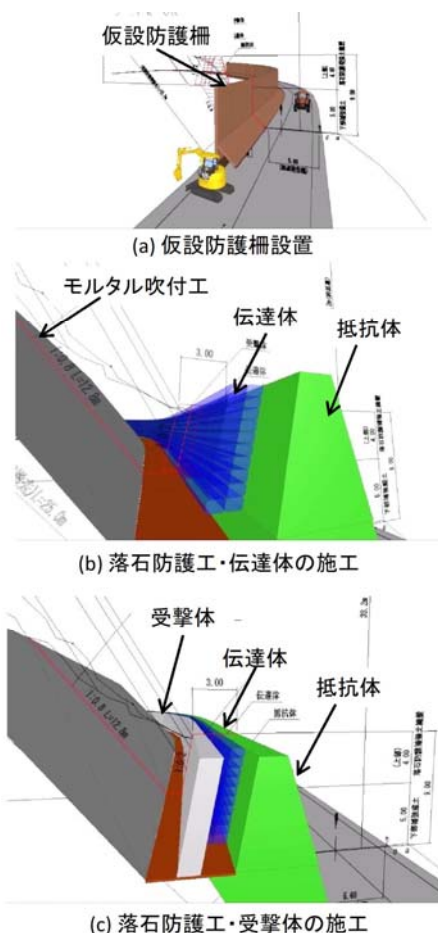


図6 CIM-3次元モデルによる施工プロセスの表示

いう流れを、3次元モデルを中心とした情報をもとに視覚的・直感的にわかりやすい情報の共有と施工の効率化を図る総合的なサイクルのマネジメント手法とされている。

今回、複雑な地形地質条件における道路落石対策工の設計・施工計画を検討するうえで、設計上の種々の制約条件への対策について2次元断面での設計しこれを3次元モデルにおいて視覚化することで設計成果の相互理解と品質向上に寄与できたと考える。また、当該地の景観への影響を最小限にできたことも意義があった。なお、当事例では別の工区で実施した落石防護網は触れていない。

謝辞

本事例をまとめるにあたり鹿児島県大島支庁徳之島事務所からのご協力、また、(株)新日本技術コンサルタント技術顧問福田直三氏のアドバイスに対し、記して謝意を表する次第である。

参考文献

- (1) (社)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
- (2) (社)日本道路協会：落石対策便覧，平成12年6月
- (3) 補強土防護擁壁・ジオロックウォール工法協会：ジオロックウォール設計・施工要領