

# 建設コンサルタント業務におけるDX推進の事例と今後の課題

○洲鎌実吉<sup>1</sup>・○幸地玲央<sup>1</sup>・○賀数博一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(株)沖縄建設技研(沖縄県浦添市字前田1124番地)

キーワード: Digital Transformation、i-Construction、BIM/CIM、3次元モデル

## 1. はじめに

沖縄県の離島港湾において、令和2年の台風10号によって写真-1に示す臨港道路が被災した。当報文では、災害復旧事業における測量、設計業務の事例で、DX(Digital Transformation)の観点から業務を進めた事例を報告し、今後の課題について考察した。



写真-1 被災した臨港道路

## 2. 社会背景

DXとは「デジタルを活用して会社やビジネス、製品やサービス、業務プロセス、組織・制度、企業文化を変革し企業の競争力をつけること」である。

2018年に経済産業省は「デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン」を策定し、具体的なアクションプランを提示し、経営者・担当者がDXを推進しやすくなる方法を解説している。

これは、日本企業において多くの経営者がDXの必要性を認識し、DXを進める取組がされているものの、実際のビジネス変革には繋がっていないという状況が多く、企業に見られるといった社会背景が存在し、我が国の社会経済活動において重要な課題となっている。

## 3. 業務の背景および課題

### 3.1 被災した臨港道路の経緯

対象港湾は、沖縄本島の東方海上約360kmに位置し、図-1に示すとおり島の周囲には厚さが数百~1,000mにもなる石灰岩がせり上がった地形をしている。そのため、島のすぐ沖合で1,000m以上もの水深となり、急な海底勾配の影響で沖合の波が増大して襲来するという特徴がある。

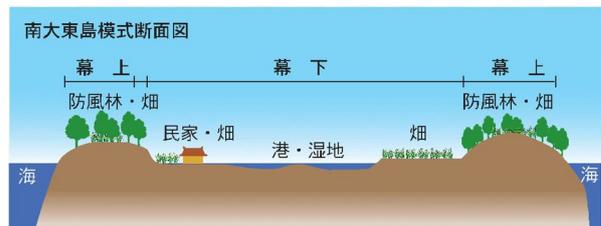


図-1 島の形状

対象の臨港道路は、写真-2に示すとおり2009年にも同様の被災が生じている。今回の台風による被災箇所、被災範囲も概ね同程度となっているおり、復旧後わずか10年で再被災した状況にあるため、再被災を防止することが課題であった。



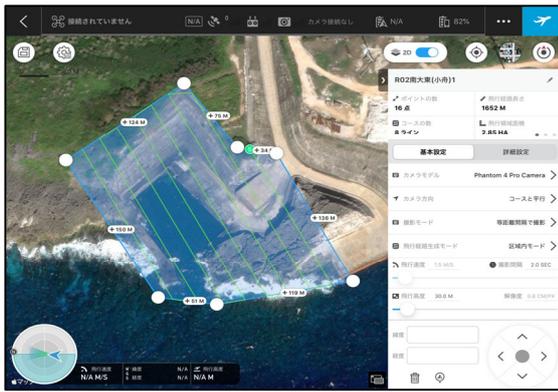


図-4 UAV 写真測量飛行計画図

### 4.3 具体的な実施事項

UAV 写真測量およびマルチビーム深淺測量を実施し、解析結果の3次元点群データを基に平面図および縦横断図を作成した。

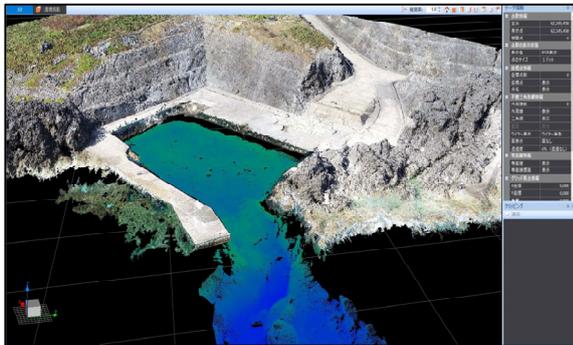


図-5 3次元点群データ

本業務は、BIM/CIM を活用した業務ではなかったため、3DCAD の3Dモデルから2次元平面図への編集が必要となった。

3Dモデル(3次元点群データ)では、構造物等の変化点がわかりづらいため、構造物等の変化点を補足測量として現地測量を実施した。

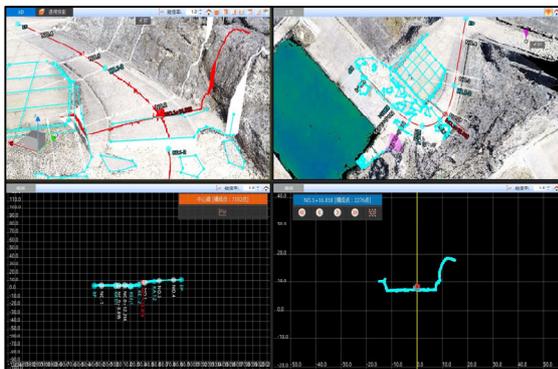


図-6 3DCAD (TREND-POINT)

### 4.4 効果および考察

UAV 写真測量およびマルチビーム深淺測量の現地作業から TREND-POINT (3次元点群データ) を活用して平面図および縦横断図を作成するまで約1週間で成果を設計へ提出することができた。

従来の測量と比較した結果を次に示す。

表-1 作業数量比較表

2009年度業務		
作業内容	作業日数	作業人数
現地測量	2日	5人
線形検討(作業準備)	18日	2人
路線測量、現地測量	4日	5人
図面作成	3日	1人
合計	<b>27日</b>	<b>合計13人</b>

2020年度業務		
作業内容	作業日数	作業人数
UAV写真測量	2日	3人
マルチビーム深淺測量	1日	3人
図面作成	3日	1人
合計	<b>6日</b>	<b>合計7人</b>

作業日数を21日短縮し、現場作業人数2人分のコスト縮減することができた。

今後、業務の作業内容によっては、現場作業の効率化を考慮して発注者へ UAV 写真測量およびマルチビーム深淺測量を計画し提案する必要がある。

## 5. 設計業務における DX の推進

### 5.1 現状と問題および課題

前述のとおり、対象の臨港道路は図-7に示す構造で約10年前に復旧したが、再被災している状況にある。

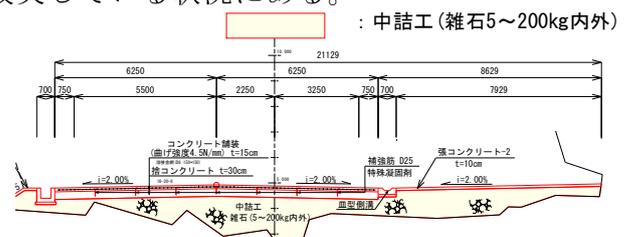


図-7 被災前の臨港道路の標準図

また、写真-4 に示す被災状況から、波浪等によってコンクリート舗装が破壊され、中詰した石材が流出していることが推定され、中詰工の改良が必要と考えた。



写真-4 被災状況

しかし、災害復旧の原則は原形復旧であることから、今回も過去と同様の構造で復旧した場合は、将来的に再々被災するリスクを有することが問題点であった。

## 5.2 課題解決の方針

写真-5 に示すとおり、他事業での経験から、対象港湾では中詰材をコンクリートと石材で混合し、強固な構造に改良することが有効な方法となっている。

しかし、離島のためコンクリートは47千円/m<sup>3</sup>と高額であり、原形復旧に比べて約23,000千円/式と割高で、中詰工を改良する必要性を定量的に評価することが求められた。

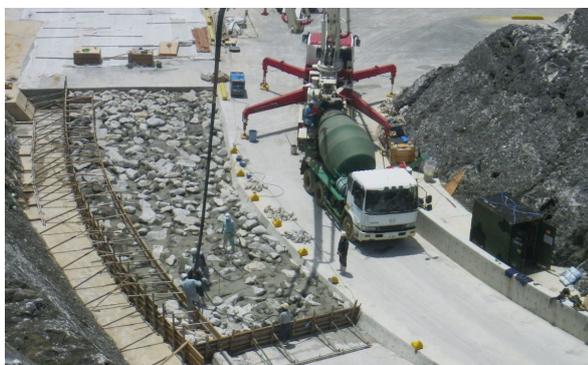


写真-5 他事業における中詰工の改良状況  
一方で、対象港は特殊な環境であるた

め、強い外力が複雑に作用し、これまでは被災メカニズムを定量的に示すことが課題であった。

そこで、当該業務においては測量成果であるの3次元点群データ、台風時の動画データ等を用いて被災状況を分析した。

また、分析結果から被災メカニズムに近い照査式を準用し、定量的に評価することとした。

## 5.3 具体的な実施事項

写真-6 に示すようにスマートフォンの普及により、地元住民が台風時の動画を撮影していた。

また、YouTubeのような動画共有プラットフォームが普及した効果により、マスメディアが撮影した動画の情報を容易に収集することが可能であった。



写真-6 台風時の現地状況 (地元住民)

収集した台風時の動画や、写真-7 に示す被災範囲、コンクリート殻等の集積状況から、臨港道路側の地山を大きく越流した状況に着目した。

また「港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成30年版)」から、図-8 に示す津波越流に対する安定照査方法を用いることで、被災メカニズムを定量的に評価することが可能ではないかと考えた。



写真-7 現地状況から推計した被災メカニズム

(1) 安定性照査式の検討

被覆材の安定性照査方法の検討にあたり、Hudson (1959) による風波に対する被覆材の所要質量算定式 (式 (1)) を参考にした。

$$\frac{H}{(S_r - 1)D_n} = N_s \dots\dots\dots (1)$$

ここに、H：波高、 $S_r$ ：コンクリートの海水に対する比重、 $N_s$ ：安定数である。式 (1) は被覆材単体に作用する力のつりあいから導出された式である。この式からの類推で波高Hを津波の越流水深 $h_1$ に置き換えた式 (2) を津波越流に対する安定性照査の基本式とした。

$$\frac{h_1}{(S_r - 1)D_n} = N_{s1} = f\left(\frac{B}{L}, \frac{d_2}{d_1}\right) \dots\dots\dots (2)$$

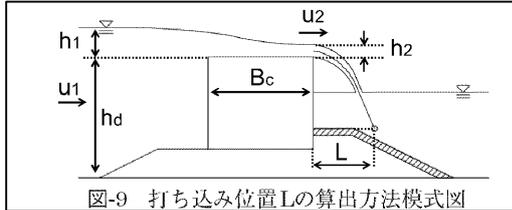


図-9 打ち込み位置Lの算出方法模式図

図-8 津波越流に対する安定照査方法

以上から、当災害が発生したメカニズムとして、図-9 に示すように台風時の越流や漂流物の影響でコンクリート舗装が破損、中詰め材が流出したため、被災範囲が拡大していったものと推定した。

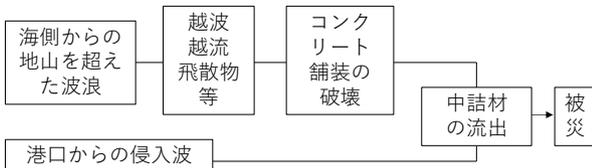


図-9(1) 被災メカニズム

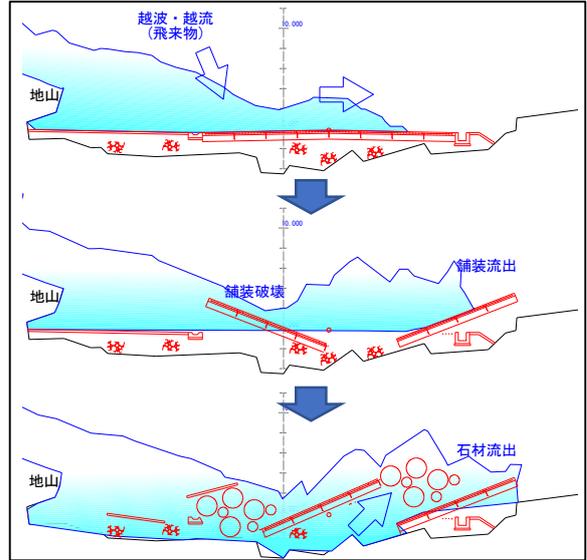


図-9(2) 被災メカニズム

また、津波越流に対する安定照査式を用いるため、波浪変形計算を実施のうえ到達した波高を算定し、写真-8 および図-10 に示す越流の状況を再現した。



写真-8 越流状況を示す断面の位置

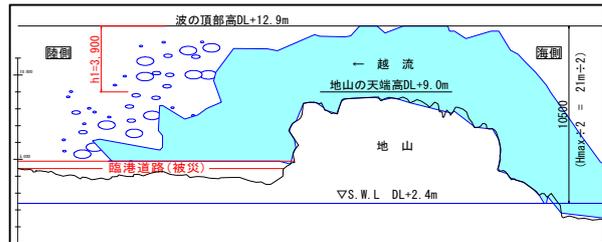


図-10 台風時の越流状況の再現図(A-A)

さらに、表-2 の上段に示すとおり、コンクリート舗装が目地部を境界に破損している状況から被覆ブロックとして仮定した場合、必要重量は大幅に不足したと判定した。

復旧方法は、図-11 に示すとおり、既往の知見を参考に中詰工には、石材 50%、コンクリート 50%を用いて改良することとした。

また、表-2 下段に必要重量の算定結果を示すとおり、再々被災を防止するための必要最小限の改良であることを提示した。

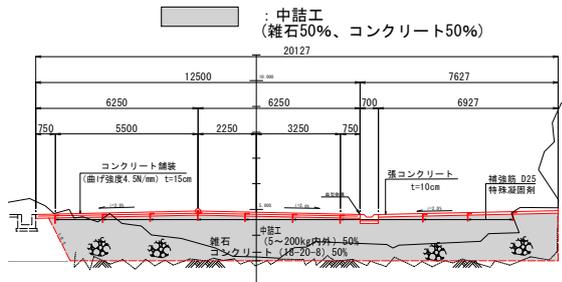


図-11 復旧方法の標準図

表-2 必要重量の算定結果の比較

対象	必要重量	Co 舗装重量	評価
被災時	437 t	39t/枚 (t=0.45m)	重量不足
復旧後 (改良後)	437 t	492t (平均 t=1.35m)	重量満足

#### 5.4 効果および今後の課題

台風時の動画によって、波浪の状況を目視把握できた。これにより、津波越流の安定照査方法を準用することができ、被災メカニズムと中詰工の改良の効果を定量的に説明することができた。

また、査定官との事前の打合せにおいては、動画、空中写真、点群データ提供することで、査定官が現地状況を詳細に把握することが可能となり、設計の意図を説明しやすく、合意形成が図りやすくなった。

以上から、設計業務における DX 化の効果としては、これまでは解明することが困難であった被災メカニズムの定量的評価、関係者との情報の共有化による業務効率の向上であったと考える。

一方、測量業務の成果である三次元点群データは十分に活用できておらず、例えば、図-12 のような復旧後の三次元データの作成によって、比較的単純な道路設計の効率化、二次元図面や数量計算書の作成の自動化、完成イメージの共有化が進むと考えられるため、BIM/CIM の促進が課題と考える。さらに今後は、RPA (Robotic Process Automation) 等の技術を用いて、簡単な比較検討等のルーチン化された定型業務を自動化していくことも課題であると考えられる。

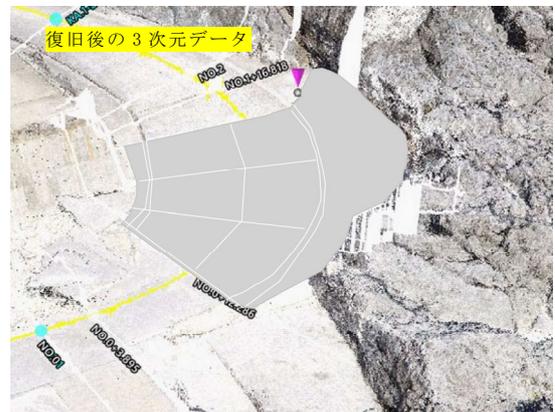


図-12 三次元データの作成イメージ

## 6. 災害査定における DX の推進

### 6.1 現状と問題および課題

通常、災害発生から 2~3 ヶ月以内に現地にて災害査定を行わなければならない。しかし、新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言 (以下、緊急事態宣言) が発出されたことにより査定官の行動が制限され、現

地への移動ができなくなったことが問題となった。

査定日を緊急事態宣言解除後まで延期する場合、①緊急事態宣言の解除時期が不透明であること、②災害復旧事業における災害査定後の工程を圧迫することが考えられる。よって、査定日を緊急事態宣言解除後まで延期することなく災害査定を実施することが課題となった。

## 6.2 課題解決の方針

新型コロナウイルス感染症の影響により、新たな働き方としてテレワーク、リモートワークが浸透してきた背景もあり、写真-9 および写真-10 のように Web 会議システム（Skype や Zoom 等）を用いたリモートによる災害査定を行うこととした。

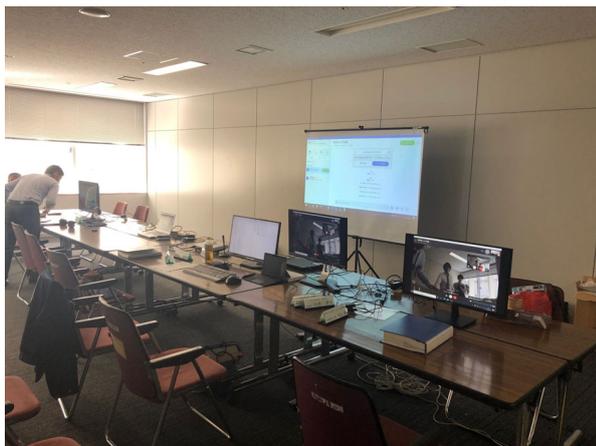


写真-9 リモートによる災害査定

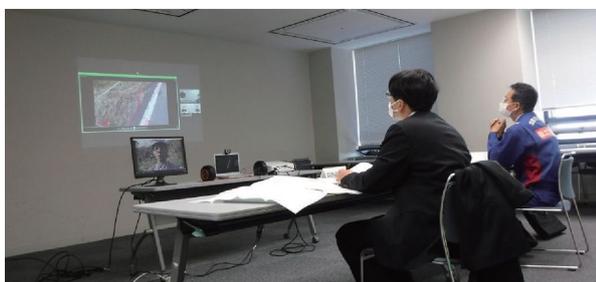


写真-10 リモートによる災害査定（他県の事例）

## 6.3 具体的な実施事項

リモートによる災害査定では、査定官が現場状況を把握できなければ理解が得られ

にくくなる可能性がある。そのため、現場踏査や UAV 写真測量にて撮影した動画、空中写真を提示した。

また、災害査定当日に数人を現場に配置し、写真-11 のように通常の災害査定と同様の準備を行い、査定中いつでも現場状況の中継できるような体制をとった。



写真-11 災害査定の現場対応状況

## 6.4 効果および今後の課題

リモートによる災害査定によって現場に行く必要がなくなり、当初 1 泊 2 日の日程の予定が、3 時間程度まで災害査定時間を短縮することができた。また、設計担当者が事務所で災害査定の対応ができるため、災害査定後の図面、数量修正作業に取り掛かりやすくなるという効果が得られた。

以上から、災害査定における DX 化の効果としては、日程の短縮や移動費等のコスト縮減、さらには災害査定後の迅速な対応による業務効率の向上であったと考える。

一方、災害査定会場のセッティングに時間を要したこと、また、災害査定中のハウリングや同時発言による会話のずれや中断が度々あったことから、Web 会議システムへの対応が課題であると考えられる。

## 7. 今後の課題

今後の課題として、以下の点が考えられる。

- ①測量業務においては、UAV 写真測量およびマルチビーム深淺測量を計画し、有効性を説明し発注者の理解を得る。
- ②設計業務においては、BIM/CIM を推進し、点群データを活用した図面・数量計算の自動化、業務の効率化に取り組む。また、RPA 等の技術による定型業務の自動化に取り組む。
- ③災害査定や打合せにおいて Web 会議システムを積極的に活用し、業務プロセスの向上を図るとともに、Web 会議システムの高度化を推進する。

## 8. おわりに

当報文では、災害復旧業務を題材として DX の推進の観点から、業務のプロセスを改善していけるかを考察した。

今後の課題において示したとおり、改善が必要な項目も多数考えられるため、日頃から継続的に取り組むことが重要だと考える。

また、今後は社会全般が DX 化に向けて取り組むことが想定されるため、異業種との交流・提携を加えながら、建設コンサルタントにおける更なるイノベーションを推進する必要があると考える。

---

### 参考文献

- 1) 港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成 30 年版)
- 2) デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン (DX 推進ガイドライン)  
Ver. 1.0 (平成 30 年 12 月)