

災害復旧工事におけるICT活用

下中信幸（山崎建設株式会社 建設事業本部 技術部長）

1. はじめに

当社は昭和23年の創業以来、建設機械を使った土木工事（機械土工）の専門工事業者（通称：サブコン）として発展してきました。機械土工を主体に、トンネル工事、都市型土木工事、構造物工事、海外工事、また災害復旧工事にも参画してきました。

当社の特徴は、国内トップクラスの建設機械保有台数と、多くのオペレーターを抱えていることです。（表-1）しかし、昨今の日本全体を取り巻く人手不足は、当社も例外ではありません。さらに、予知できない災害の発生時には、当初予定の人員配置計画の変更を余儀なくされることもあります。特に災害復旧工事は最優先工事として扱われる事で、人員の調整確保がさらに厳しいものになります。人手不足解消に向け、平成27年、国土交通省は「i-Construction」の導入を公表しました。土木工事にICTを活用することで生産性の向上や安全性の確保など、業界全体が大きく動き始めましたが、当社は国交省発表以前よりICTの可能性に着目し、様々なツールを駆使して現場の要望に応じてきました。

災害復旧工事でのICT活用事例の中から代表的なものをいくつか紹介させていただきます。今回の事例は狭義ではCIMになりますが、一般的に周知されたICTという言葉を使って紹介しています。

2. 活用事例

事例1 UAV写真測量と3次元解析

UAV写真測量は短時間で広域の地表面の高さ情報だけでなく、副産物として航空写真（オルソ画像）が得られることも利点です。

図-1-1と1-2は福島県での震災復興事業で実施したUAV写真測量から解析した着工前と完成形の3Dモデルです。

2つのデータを比較し、5mメッシュの柱状法による土量計算を行いました。図-1-3は切盛土量分布グラフをモデル上に表現したものです。

表-1 社員構成（令和元年6月末時点）

職種	人数(内、嘱託・契約)
工務	263(46)
事務	116(36)
オペ	278(131)
整備	46(15)
機械	14(5)
トンネル坑夫	94(94)
作業員	6(6)
合計	817(333)



図-1-1 着工前3Dモデル



図-1-2 完成形3Dモデル



図-1-3 5mメッシュ切盛土量分布グラフ

事例 2 施工ステップモデル

当社では、着工前や完成形のモデルだけでなく、施工途中の状況（ステップモデル）も3D化してきました。施工方法をわかりやすく説明し、各段階の数量、時期を把握し、無理な形状、危険箇所を事前に発見できます。これは、当社の得意とする『施工段取り』を視える化したものです。

図2-1は熊本地震の阿蘇大橋復旧工事、橋台基礎掘削平面図の一部です。90m下に幅4mでスイッチバックを繰り返して降りる道の造成で、掘削土は上部から場外へ搬出する工事でした。

図面を基に作成した3Dモデルが図2-2になります。これだけでは、具体的な施工方法を検討するには難しい場合があります。

そこで、施工の初期段階の形状を3次元化しました。（図2-3）。10tダンプトラックで離合可能な施工をする為、完成形とは違う工事用道路で施工を進めています。

図2-4は施工場所が狭くなるので、工事用道路の勾配をきつくし、アーティキュレートダンプで広い場所に仮置き、そこから10tダンプに積み替えての搬出を想定しています。

このステップモデルを用い、具体的な施工計画を立て、関係者間でイメージ共有することで円滑な施工が可能になりました。

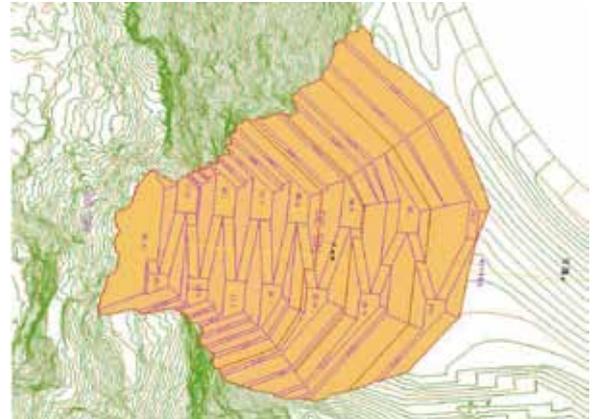


図 2-1 基礎掘削平面図



図 2-2 完成 3D モデル

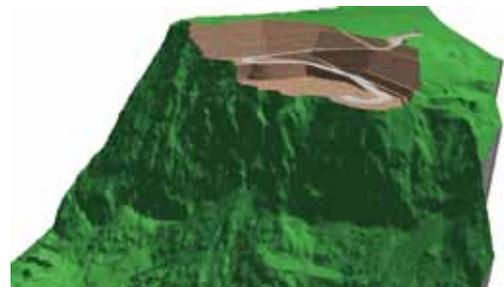


図 2-3 ステップモデル_1

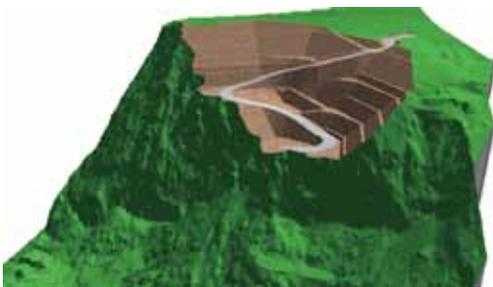


図 2-4 ステップモデル_2



写真-1 完成写真

事例3 最適土量配分計画

最適土量配分計画は、切土と盛土をどう運搬すれば、最も効率よく施工できるかを求めるものです。

3Dモデルからメッシュ土量を算出し、あらゆる運搬ルートの中から、総仕事量（土量×距離）が最小になる土量の配分を最適化計算します。

陸前高田震災復興事業で検討した結果が図3-1です。

同図は20m×20mのメッシュで算出した土量から、メッシュ3×3（60m×60m）を1ブロックにまとめ、運搬に適さない（不可能な）部分には通行禁止エリアを設置し、実施工に近い形で土量の配分を最適化しました。

距離区分毎に土量を集計できるので、建設機械の配置計画を具体的に検討することが可能になりました。

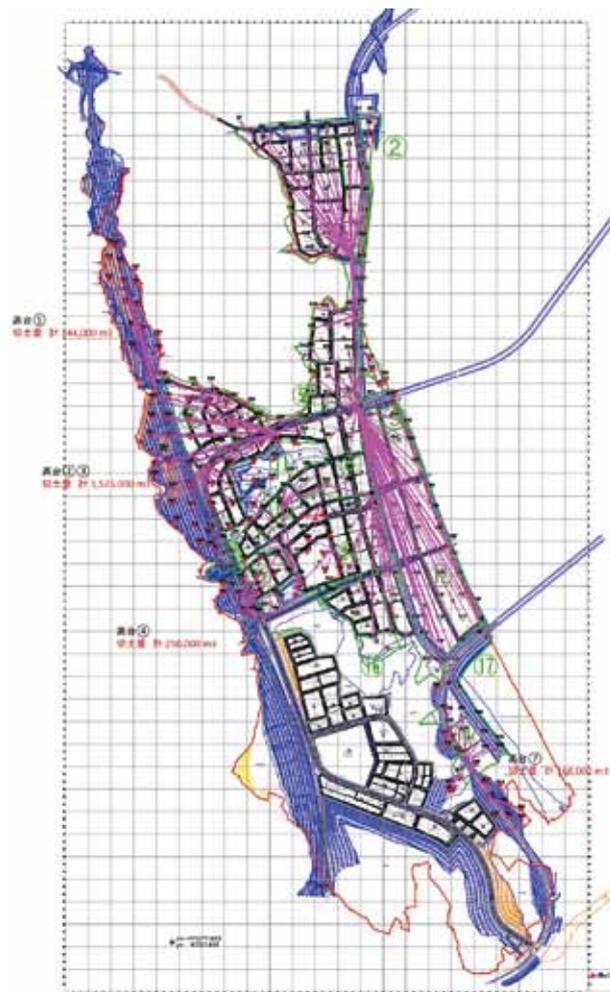


図3-1 最適運土矢線図

事例4 運行シミュレーション

運行シミュレーションは、単純サイクルとは異なるダンプの運行状況や結果をアニメーションにより表現する事ができる技術です。

離合待ちや信号待ち等、数式だけでは困難な計算も、運行シミュレーションモデルを作成し、離合条件や信号モデルを加える事で、瞬時に運搬の回数が分かるだけでなく、アニメーション表現によって運行におけるボトルネックを発見し、事前にその対策を取ることが可能です。

宮城県南三陸町の復興まちづくり事業において、土砂運搬の設計ルートは、約3.3kmの一般道を往復するものでした。（図4-1）

この設計を基に、様々な必要要素を加えて作成した運行シミュレーションモデルが図4-2です。これにVE案

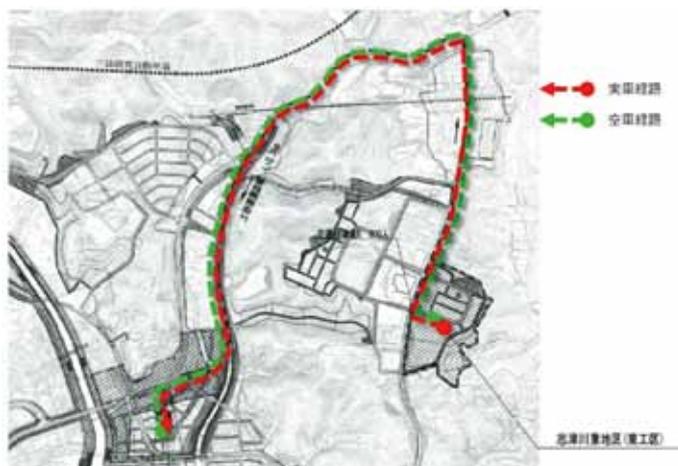


図4-1 運行ルート図（設計）

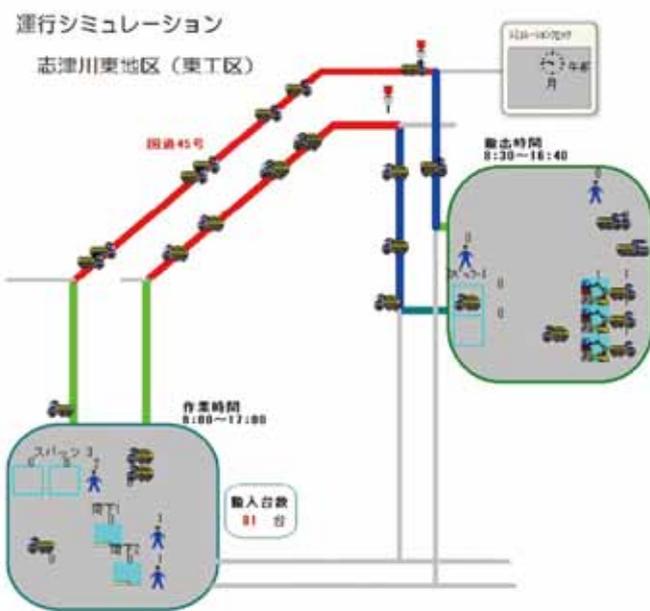


図4-2 運行シミュレーションモデル（設計）

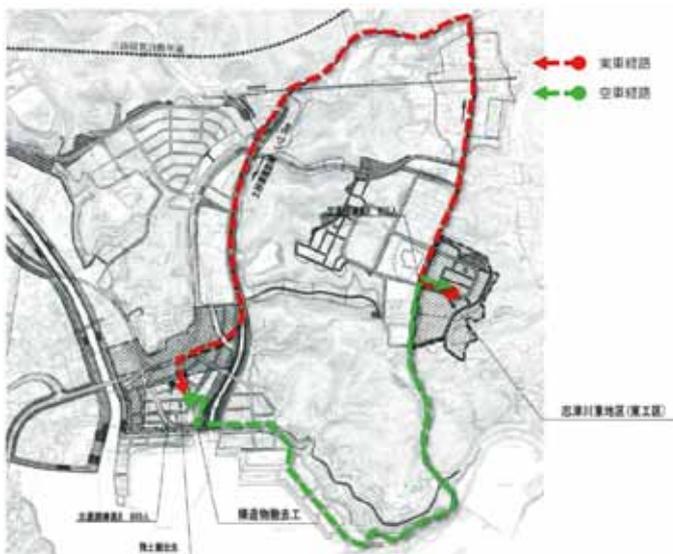


図 4-3 運行ルート図 (VE 案)

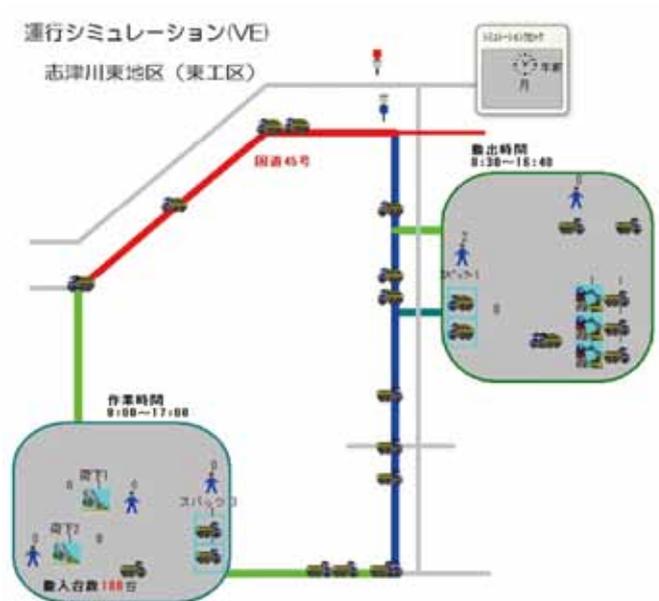


図 4-4 運行シミュレーションモデル (VE 案)

として提案した運行ルート図が図 4-3、作成した運行シミュレーションモデルが図 4-4 となります。

運行ルートを循環型にしたことで、一般道を左回りに運行し、一般車両とダンプトラックの交差が低減され、それによる事故の可能性を軽減できます。また、右折時の対向車待ちが少なくなることで、渋滞も低減されます。さらに運搬距離が短くなり、少ないダンプ台数で設計と同等の運搬量を確保できることが分かりました。

運行シミュレーションの内訳、結果を具体的な数値と共に VE 提案しました。

3. おわりに

今回紹介させていただいた事例はどれも、今までに蓄積した経験や技能を災害復旧工事に活かしたもので、災害復旧の為の技術でも、特化した技術でもありません。また、必ずしも全ての提案が採用に至ったわけでもありません。

ICT が日進月歩で進んでいく中、現在取り組んでいる技術も、新しい技術の台頭により、わずか数年で新しい技術に移行する可能性もあります。

しかしながら、新しい技術を貪欲に取り入れ、作業性、安全性の向上を図って行くなかで、蓄積した技能や失敗も含めた経験が、また今後の工事、災害復旧に活かされるでしょう。

この循環が、我々の社会貢献であると信じ邁進します。