

長沼南幌道路改良工事での全体最適化の取組み

Overall Optimization Initiatives for the Naganuma Nanporo Road Improvement Project

(株)砂子組 ○正 員 大坂 昌輝 (Masaki Osaka)
(株)砂子組 正 員 幌村 瑛奈 (Ena Horomura)
(株)砂子組 非正員 川村 正之 (Masayuki Kawamura)
(株)砂子組 非正員 小竹 勇平 (Yuhei Kotake)

1. はじめに

社会資本整備を担う建設業界では、かねてより労働人口減少及びそれに伴う担い手不足の影響が深刻化している。こうした状況を踏まえ、国土交通省（以下国交省）では2016年よりICTを積極的に活用して建設現場の省人化・省力化・生産性向上を目指す「i-Construction（以下i-Con）」の取り組みを進めており、更にこれらの取り組みを深化させるべく「i-Construction2.0（以下i-Con2.0）」を掲げている。本取り組みは、このi-Con2.0の目標実現へ導く施工方法として、全体最適化を推進しており、現場全体で得られた各種施工データを可視化し、リアルタイムで分析する手法を用いた。このデータ分析によるトータルマネジメントを通じ、資機材の配置や作業工程を見直すことが可能であり、単一工種の効率化で終わらず、複数の現場を跨いだリソースの有効活用と全体効率化を目指した。本稿では、道央圏連絡道路長沼南幌道路の施工現場において試行した全体最適化の成果とその成果によって見出された課題について詳述するものである。

2. 工事概要

工事名：道央圏連絡道路長沼町南長沼ランプ改良工事
発注機関：北海道開発局 札幌開発建設部
工事場所：北海道夕張郡長沼町東(図-1工事箇所位置図参照)
工期：令和6年3月28日～令和7年2月27日
工事内容：工事延長 L= 980m
道路土工 掘削工 V= 26,700m³
路体盛土工 V= 17,890m³
路床盛土工 V= 18,300m³
法面整形工 A= 12,810m²
擁壁工 補強盛土工 N= 1式
排水構造物工 N= 1式
情報ボックス工 埋設管路 L= 805m
踏掛版工 踏掛版 V= 555m³
構造物撤去工 N= 1式
仮設工 N= 1式

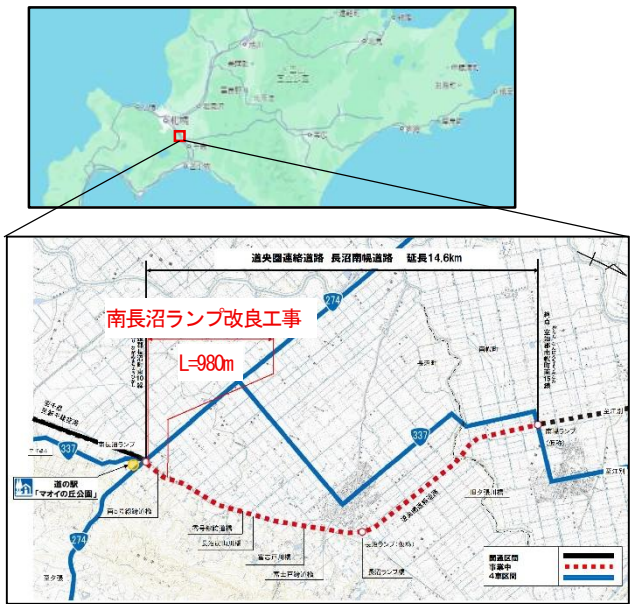


図-1 工事箇所位置図

3. 本工事の取り組み内容と効果

本工事は、道央圏連絡道路長沼南幌道路の一環として長沼町で実施される道路改良工事であり、主に土工を中心に場内での掘削土を活用した盛土や場外搬出を行う工事である。また、当社では、本工事以外にも近隣で3つの同様な工事を並行的に稼働させている。本取り組みでは、データ活用による現場マネジメントに関する実施要領（案）¹⁾に倣い、以下の5項目について試行した。

- (1) 施工段取りの最適化
- (2) ボトルネック把握・改善
- (3) 進捗状況等把握による予実管理
- (4) その他（注意喚起、教育等）
- (5) 上記以外（出来形データを用いた机上での段階確認・出来形検査）

本取り組みでは、当社が独自に開発した情報プラットフォーム「現場コンシェルジュ」を用い、これらの要件を満たすための統合的な情報管理を実現した。現場コンシェルジュはWebブラウザベースの統合情報システムであり、関係者が必要な情報に迅速かつ容易にアクセスできる仕組みを備えている(図-2)。

さらに、本システムはユーザーの目的に応じてカスタマイズが容易であり、各現場の特性やプロジェクトのニーズに応じた柔軟な対応を可能とする。なお、各種データへのアクセス権限を設定することで、情報の適切な共有を担保しつつ、セキュリティ面の課題にも対応している。

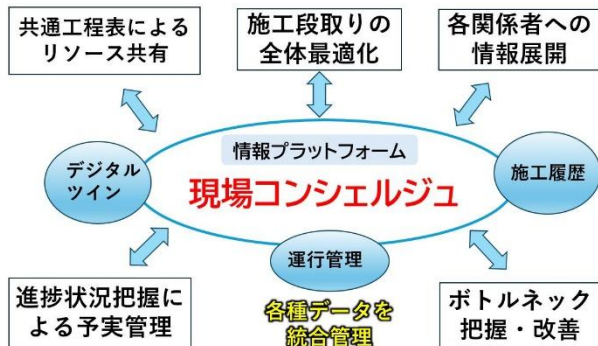


図-2 現場コンシェルジュ模式図

今回試行した5項目の結果を以下に記述する。

(1) 施工段取りの最適化

本取り組みでは、複数現場の統合管理を通じて、労働力および資機材等のリソースの有効活用を実現することを目的とし、全体の施工段取りを最適化するためのツールとして「CCPM (Critical Chain Project Management) 工程表」を活用した。本工事を含む近隣で稼働中の4つの現場の工程を統合し、統括マネージャーがリソース情報を一元的に管理することで、他現場のマイルストーンを指標としてリソース量を増やすことなく全体の工程を2日短縮した(図-3)。

また、別な工種では供給量を指標としてリソースのやり取りを行うことで、ICT建機の台数を3から2に削減し、工程を変えることなくリソースを削減した。この結果は、4つの現場間でのリソース共有の効率化を促進し、CCPM工程表を用いた複数現場の統合管理手法の有用性を示すものである。

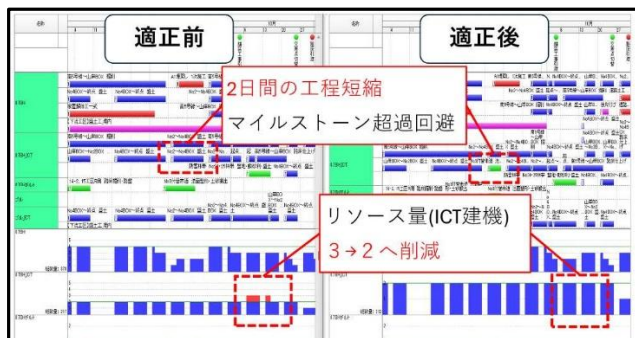


図-3 施工段取りの最適化結果

(2) ボトルネックの把握・改善

3次元データならびにデジタルツールを用いることで、熟練者の経験則に依存しない形で施工工程におけるボトルネックを把握することができ、施工着手までの期間を5日短縮した。また、ネットワークカメラ及び運行管理システムにより車両の滞留箇所を視覚的・定量的に評価することで、運搬サイクルタイムを短縮可能なことが判明した。全体で4日間の工程短縮に成功した(図-4)。これらの取り組みを通じて、施工全体の効率化が図られるだけでなく、熟練者の経験則に依存することなく客観的なデータに基づいた判断が可能となった。本取り組みの成果は、ボトルネック把握・改善におけるデジタルツイン技術の有用性を示すものであり、今後の施工管理におけるさらなる応用の可能性を示唆している。

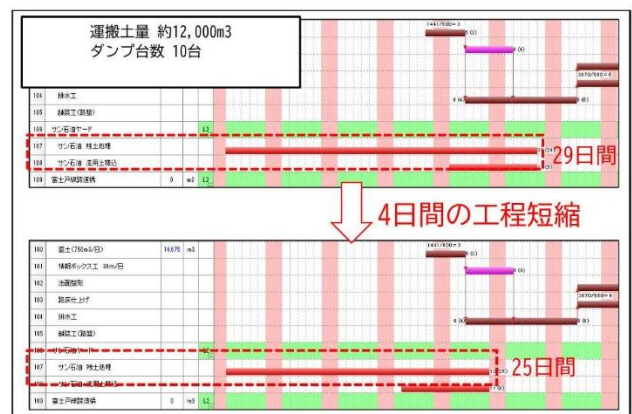


図-4 ボトルネックの改善結果

(3) 進捗状況把握による予実管理

現場条件、ダンプ台数、稼働率、運行速度などの仮想データを活用した事前施工シミュレーションとリアルタイムに取得される各種データを集約・比較することで、建機および運搬車両の稼働率を最大化した。運行シミュレーションによる運搬ルートの再計画やダンプトラックの待機時間を削減するためにバックホウの施工能力を向上させたことで、全体の稼働率が10%向上し、4日間の工程短縮が実現した(図-5)。これらの取り組みを通じて、建機および運搬車両の稼働率が最大化され、全体として施工の進捗管理が高度化された。結果として、効率的な予実管理が可能となり、施工中の不確定要素を最小化するための具体的な手法が示された。

(4) その他

運行管理システムを活用した運搬車両のGNSS位置情報および走行速度をリアルタイムに把握することで、現場特性と車両ごとの特定の傾向を把握した危険予知マップを作成し、それぞれに応じた安全教育を行った(図-6)。本取り組みは、施工現場における運行管理の緻密化を実現するとともに、安全性向上への具体的なアプローチを提示するものである。リアルタイムデータの活用による

状況把握と柔軟な対応が、施工現場におけるリスク低減と効率化に寄与することが確認された。

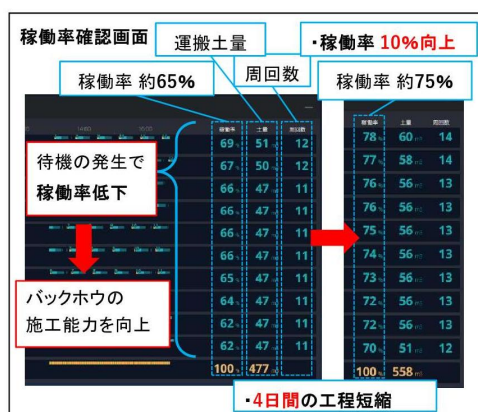


図-5 進捗状況把握による予実管理の結果

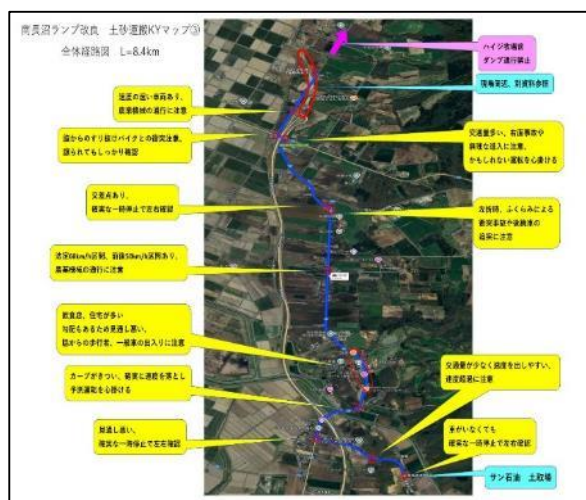


図-6 危険予知マップの作成

(5) 上記以外

完成形状のデジタルツインによる非臨場現場検査(図-7)を行うことで、検査効率の向上、移動時間の短縮が図られた。これらの成果は、非臨場による現場検査の実用性と効果を示すものであり、今後の施工管理における標準化に向けた重要なステップとなる。デジタルデータを用いることで、従来の臨場検査に比べて検査の精度が向上し、移動時間の削減や検査効率の向上に寄与する。

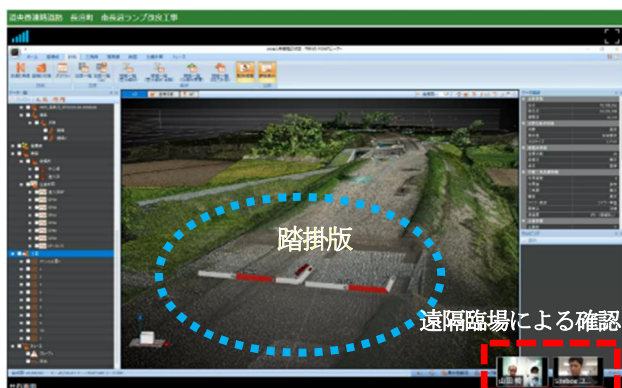


図-7 デジタルツインによる非遠隔臨場検査

4. 課題の抽出と期待される効果

試行した5項目の取り組みについては、これまで述べた通り、全ての項目においてその有効性が確認されたが、同時に幾つかの課題も見出されたため、以下に挙げる。

課題1. 情報集約方法

本取り組みにおいては、独自開発された「現場コンシェルジュ」は一般に流通しているシステムではなく、普及性の観点から課題が残る。

建設業界全体で情報集約の標準化を進めるためには、業界全体で広く採用可能な汎用的なプラットフォームの構築が求められる。これらの課題を解決するためには、「現場コンシェルジュ」のようなカスタマイズが容易なシステムを他の一般的なプラットフォームにも展開する仕組みや、相互運用性を確保するためのデータ標準化が必要である。また、官民一体となった取り組みを通じて、広く適用可能な情報集約手法の検討が進められることが期待される。

課題2. 複数現場のリソース共有

本取り組みでは、同一業者が受注する4つの現場を対象とし、統一的な意思決定のもとでリソース共有を行った結果、高い最適化効果が実現された。しかし、実際の運用では、異なる目的や行動原理を持つ複数の業者間で調整を行う必要があり、その統一的な意思統一が課題となる。各業者間での協力関係を構築することは、プロジェクト全体の最適化を進める上で不可欠であるが、その過程では現場単位での「しわ寄せ」問題が発生する可能性がある。具体的に言うと、プロジェクト全体の最適化を追求する過程で、特定の現場における工程遅延やリース代の増加など、局所的な負担が発生する場合等である。これらの問題を克服するには、プロジェクト全体を統括する強力なリーダーシップと連携した考え方が必要となる。特に、リソース配分の優先順位や負担の均衡を図るためには、調整役が客観的なデータに基づき、公正かつ透明性のある意思決定を行うことが求められる。現場間でのリソース共有を円滑に進めるための基盤として、AIによる最適化支援の導入等が有効であると考えられる。

課題3. 専門技術を持つ人材の確保

全体最適化の核心は、現場から収集される膨大なデータを分析し、施工計画をリアルタイムに見直す点にある。これを実行するには、デジタルスキルと建設プロセスに関する知識を併せ持つ人材が必要である。現状では、ボトルネックの発見や運搬ルート最適化といった重要な意思決定を下せるデータ分析技術と、現場の経験則を融合できる人材が極めて少ない。結果として膨大な集約データを効果的に活用しきれず、単なる可視化に留まってしまうケースが考えられる。一方で、既存の現場技術者が新しいICT機器の操作やシステムの運用に習熟するた

めには、集中的な教育と訓練が求められ、これを通常の業務と並行して行うことは、現場の業務負担を大幅に増加させる要因となる。今後は、AIなどの技術を活用し、専門的な判断の一部を支援することで、現場技術者の負担を軽減する仕組みの導入が望まれる。

課題4. 予実管理

本取り組みでは、現場単位で運搬ルートを検討や台数調整を行ったが、事業全体の最適化を目指す、運搬ルートがさらに複雑化するうえ、関係業者が増えることから責任の所在、施工体制や契約の課題、金銭面の問題も絡み合い複雑化する。そのため、それぞれの受発注者担当者が運搬ルートを検討や台数調整の段階で、全体最適化を考慮しながら協力しあうことが求められる。一方で、ダンプトラック台数の調整によりCO2排出量の削減が図られるという効果も期待できる。

5. まとめ

データ活用による現場マネジメントに関する実施要領（案）¹⁾に示された五つの項目を試行した結果、全ての項目で有効性が確認された。特に、各項目は独立して機能するだけでなく、相互に連携し、現場全体の最適化を促進することが示唆された。本取り組みの成果は、個々

の技術やシステムの導入にとどまらず、これらが有機的に連携し、施工管理やリソースマネジメントの高度化を実現した点にある。独自に開発した情報プラットフォーム「現場コンシェルジュ」を基盤とし、複数現場のリソース共有（工程短縮や建機の削減）や、データに基づくボトルネックの改善を実現した。この成果は、i-Con2.0が掲げる目標達成に向けた重要な知見となることに期待する。

一方で、全体最適化の実現へと向けて克服すべき課題も抽出された。これは、我々受注者が単独で解決し得ない部分が大きく、受発注者一体となった継続的な取り組みが不可欠である。

今後は、全国的な展開へ向けた運用モデルの構築や、より具体的な現場適用の指針づくりを推奨するとともに、この全体最適化の普及と発展を通じ、建設業界全体の生産性と安全性の向上に貢献していくことを目指していく。

最後に本論文の執筆にあたり、ご尽力をいただいた北海道開発局札幌開発建設部の皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1)国土交通省（2024年）：データ活用による現場マネジメントに関する実施要領（案）