

長沼南幌道路でのICT施工Stage II の取り組み ～建設現場のデジタル化・見える化～

札幌開発建設部 札幌道路事務所 第1工務課 ○阿部 竜希
札幌開発建設部 札幌道路事務所 第1工務課 山田 毅
株式会社 砂子組 大坂 昌輝

省人化を目的とし、建設機械の位置情報や稼働状況、施工履歴などの様々なデジタル情報をリアルタイムに集約しトータルマネジメントを行うとともに、必要な資機材配置や作業工程などを見直すことで複数現場の全体最適を図る「ICT施工Stage II」の取り組みの普及促進のため、道央圏連絡道路長沼南幌道路の施工現場において得られた効果や課題についてとりまとめ、紹介する。

キーワード：ICT施工Stage II、省人化、トータルマネジメント

1. はじめに

社会資本整備を担う建設業界では、予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、2023年度における実施率は国交省直轄工事において87%と高い水準となっている。建設業界においてi-Conが着実に定着してゆく中で、国交省は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。i-Con2.0では、2040年までに建設現場のあらゆる生産性プロセスのオートメーション化を図り、①30%以上の省人化、②死亡事故の削減と働き方改革実現、③3Kからの脱却とリモート化・オフサイト化の3項目を推進することで全体の生産性を向上させることを目指している。i-Con2.0を実現するための施工部分の取組みとして、ICT施工の次なる段階である「ICT施工Stage II」が掲げられ国交省直轄12工事を対象として実施中である。本稿では、その中の一つである、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内容及び得られた知見をとりまとめ、その効果、有効性および見出された課題について詳述するものである。

2. ICT施工Stage IIについて

ICT施工Stage II（以下Stage II）は、Stage I（ICT施工）とStage III（オートメーション化）の間に位置付けられる概念（図-1）であり、IoTやデジタルツイン等を活用し、建設現場のリアルタイムな工程改善、作業と監督検査の効率化を図り、抜本的な生産性向上を実現するとされて

いる。具体的には、建設機械（以下建機）やドローン等、各ICT機器から得られる各種プローブデータ（施工データ）を見える化し、リアルタイム分析を行うことで全体効率化を図るものであり、現行の施工管理等のマネジメントを更に高度化・精緻化する為の取り組みである（図-2）。また、Stage IIの普及のためには、機器の導入推進とともに、マネジメントの考え及び手法の普及が重要となる。



図-1 ICT施工Stage II概念図

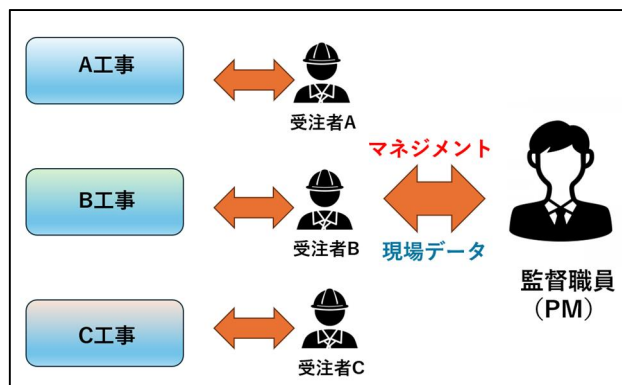


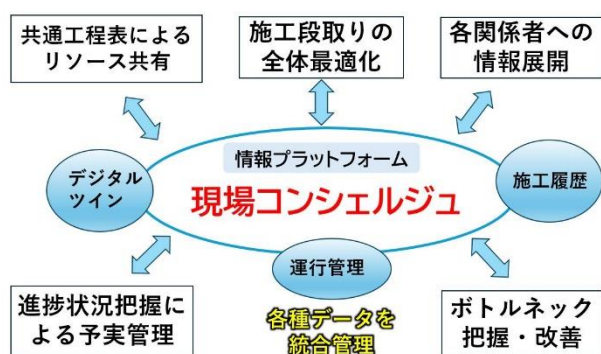
図-2 マネジメントの高度化・精緻化の流れ

3. 本工事の取り組みについて

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、主に土工事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、本工事の受注者は、本工事以外にも近隣で3つの同様な工事を並列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）

Stage II の試行においては、適切なリソースマネジメントおよび情報共有が成功の鍵となる要素として位置付けられる。本取り組みでは、受注者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。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。



現場コンシェルジュ模式図

以下に、各項目における取り組み内容について詳述する。

(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リソースの有効活用を実現することを目的とし、「CCPM (Critical Chain Project Management) 工

程表」を活用した。CCPM工程表は、全体の施工段取りを最適化するためのツールとして機能し、本工事を含む近隣で稼働中の4つの現場の工程を集約することで、各現場の重要なイベントやマイルストーンを可視化した。この情報に基づき、統括マネージャーは各現場間でリソースを調整する際の指標を得ることが可能となる。さらに、CCPM工程表のタスクベースおよびリソースベースの切り替えを行うことで、施工段取りの統合的な最適化が可能となる。リソース情報の一元管理により、4現場全体における最適なりソース配分の把握が容易となる。

(2) ボトルネック把握・改善

デジタルツイン技術および3次元設計データを活用することで、施工工程におけるボトルネックを早期に発見・改善する取り組みを実施。これにより、事前に想定される課題を設計段階で特定し、効率的な対策を講じることが可能となる。また、施工中においては、ネットワークカメラおよび運行管理システムを活用し、リアルタイムで稼働状況を監視した。このシステムにより、現場の進捗状況や車両・建機の稼働データが集約され、日々変化する施工状況に対して迅速な問題発見と対応が可能となった。特に、車両の滞留箇所や運搬ルート上のボトルネックを視覚的および定量的に把握することで、運搬サイクルタイムを最適化するための具体的な改善案を見出すことができる。

(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を実施することで、最適な運行計画の策定を行い、施工中に蓄積されるICT建機の履歴データや運行管理システムから得られるプローブデータとの比較により、計画と実績のズレをいち早く把握し、事前施工シミュレーションにフィードバックする。このアプローチを繰り返すことで、必要に応じた施工計画の見直しおよび再構築が可能となる。

(4) その他

運行管理システムを活用し、各車両の位置情報および走行速度がリアルタイムで取得され、デジタルマップ上に表示されるGUIを活用した。このシステムにより、現場の状況に応じた指示や注意喚起を的確に行うことが可能となる。さらに、運行管理システムを用いることで、渋滞の発生状況や不安全行動が発生した位置を特定し、それらを記録することが可能となるため、各車両の運行特性を詳細に把握することができ、状況に応じ、車両搭載端末への注意喚起及び指示を行う。また安全教育の実施や、危険箇所の特定と改善策の検討につなげることができる。

(5) 上記以外

出来形形状のデジタルデータを活用し、構造物の出来形確認や土量の確認を行う取り組みを実施。このデジタルデータに基づく確認作業により、現場条件や天候などの外的要因に左右されることなく、非臨場での現場検査や各種確認行為が可能となる。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。

4. 試行結果および評価

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

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他現場の工程を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。

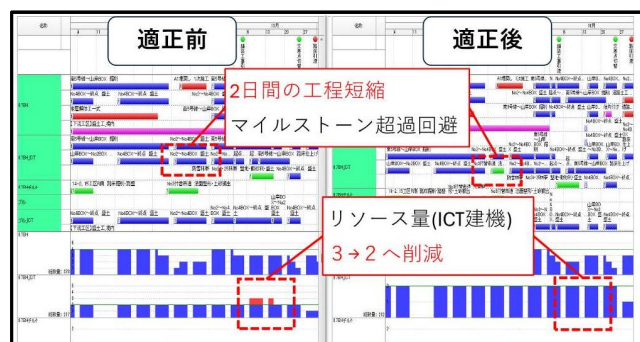


図-3 施工段取りの最適化結果

(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、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。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。

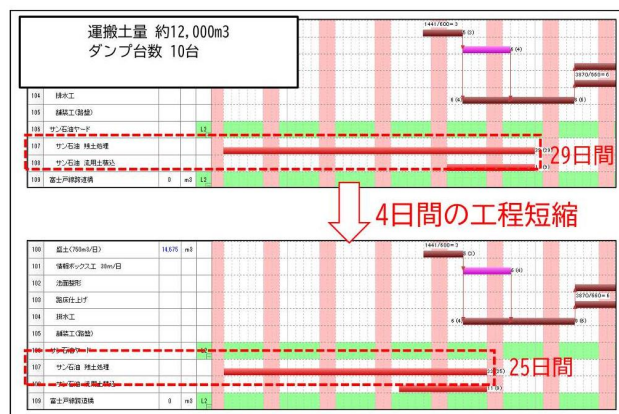


図-4 ボトルネックの改善結果

(3) 進捗状況把握による予実管理

事前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。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精緻化された。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。本取り組みの成果は、Stage IIにおけるデータ駆動型マネジメントの有効性を示すものであり、特に進捗状況の把握と迅速な計画調整の重要性を強調するものである。

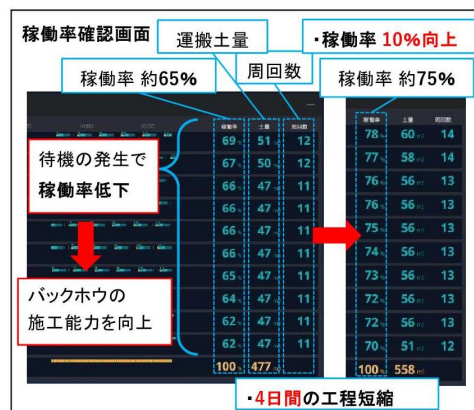


図-5 進捗状況把握による予実管理の結果

(4) その他

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、それぞれに応じた安全教育を行った。本取り組みは、施工現場における運行管理の精緻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。

(5) 上記以外

デジタルツインによる非臨場現場検査を行うことで、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。本取り組みの成果は、デジタルツイン技術の活用による効率化と品質向上の可能性を示唆している。

5項目の試行結果を以下の表-1に要約する。これらの成果は、ICT施工StageⅡの実効性を示すものであり、現場管理の効率化およびリソースの最適活用に寄与することが確認された。

表-1 試行結果

項目	有効性	実施効果
施工段取りの最適化	リソースの一元管理、供給量削減	全体最適化による工程短縮（2日間）
		リソース削減（ICT建機の供給量3台→2台）
ボトルネックの把握・改善	3次元データで滞留箇所の把握改善	サイクルタイム改善、4日間の工程短縮 視覚的・定量的根拠を基にボトルネック改善
進捗状況の把握	予実管理による最適化された 運行管理	稼働率10%向上、4日間の工程短縮 管理データの見える化によるリアルタイム分析
その他（安全教育）	リアルタイム位置情報、 速度データ活用による安全性の向上	現場特性および車両ごとの特定の傾向把握
		データ連携による安全教育の質向上
上記以外（非臨場検査）	デジタルツインで検査効率向上	移動時間を削減、環境に依存しない検査の実施
		検査準備の削減により業務効率向上

5. 課題の抽出

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、以下に列挙する。

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」を使用することで、現場から得られるすべての情報をシームレスに集約し、活用することが可能となった。このシステムは、複数のデータソースを統合的に管理する機能を備え、情報の即時共有や意思決定の迅速化に大きく寄与した。しかしながら、この「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、理想的な最適化が実現された。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、その統括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調整に伴う積算体系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。また、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. PMの役割と負担

監督職員（PM: Project Manager）は、複数の受注者から集約される膨大な現場データを基に、多岐にわたる高度な判断を行う責務を負う。その際、膨大なデータの整理と意思決定に必要な情報の取捨選択に伴う負担は少なくない。特に、StageⅡのようなデータ駆動型のアプローチでは、データの洪水ともいえる状況に直面し、これを効率的かつ適切に処理するための体制が求められる。

このような状況に対応するためには、大規模AIを用いた情報整理や最適化の導入が重要な検討課題となる。また、現行の発注体系においては、各現場に個別の監督員が配置されているが、これらを統括的に管理する上位のメタマネジメント層が必要となる可能性もある。こうした新たな役割の構築は、課題2で述べたリソース共有および全体最適化の実現にも深く関連している。

今後、PMの役割を誰が担い、どのような判断基準に基づいて意思決定を行うかを明確にすることが必要と考えられる。そのためには、現場データの統合的管理手法の開発や意思決定プロセスの標準化を進めるとともに、PMの業務負担を軽減するためのAI技術の積極的活用が求められる。

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すと、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、それぞれの監督員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積極的に関与することが求められる。

6. まとめ

本報告では、ICT施工StageⅡにおける取り組み内容、その結果として得られた成果、および抽出された課題について検討した。特に、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5つの項目を試行した結果、それぞれの項目が独立して作用するだけでなく、相互に横断的・相補的に影響し合いながら、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、個別の技術やシステムの導入にとどまらず、そ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する点にある。各項目の相互作用は、現場全体の効率化を進展させるものであり、今後のStageⅡのさらなる普及と発展に向けた重要な知見を提供するものとする。

一方で、リソース共有に伴う現場単位での課題や、情報共有の円滑化を図る基盤整備、さらにはAI技術の導入を含む意思決定プロセスの強化といった課題が残されている。これらの課題を克服するためには、官民一体となった取り組みの継続が不可欠である。

今後は、これらの成果を基に、全国的な展開に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を示すことで、建設業界全体の生産性向上と安全性向上に貢献していくことが期待される。

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）