

工程進捗データ標準案の検討に向けた施工シミュレータ機能要件整理に関する研究

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 ○大槻 崇
先端建設技術センター 正会員 緒方 正剛
先端建設技術センター 正会員 石田 聡史
先端建設技術センター 正会員 茂木 正晴
日本建設機械施工協会 正会員 椎葉 祐士

1. はじめに

国土交通省では、建設工事における ICT の全面的な活用等を行う i-Construction を推進し、その一環として、建設現場における更なる生産性向上のツールとして、建設機械が自動的に施工を行う自律施工の実現が期待されているところである。今後、この自律施工実現のためには、施工段取り支援 AI 開発の促進を進める必要があり、その AI 開発のための学習用データとして、施工現場の工程進捗に従って変化する、地形、地盤の土質、投入される資機材や天候等のデータ（以後、「工程進捗データ」）を効率的に記録し、広く活用可能な形で提供するためのデータ項目、データ形式、データ取得頻度・密度・精度、それらの属性の記録方法の標準化（工程進捗データ標準）の整備に向けた検討が必要となる。一方で、施工段取り支援 AI の動作基盤として、施工シミュレータも並行して実現される必要があるが、精度の高いシミュレータの実現に向けては、そのシミュレータの動作において必要となる入力データや中間生成データも、工程進捗データとして集積される必要があるが、そこで必要となるデータは、施工シミュレータのプロotypingによって抽出していくことが有効であり、まずその機能要件の整理を進めることが有効である。本報告では、当該検討と施工シミュレータの機能要件の整理について報告する。

2. 研究概要

2. 1 研究の目的

本研究は、自律施工の実現に向けてその可能性が最も高い、ICT 建設機械による施工が進んでいる土工を対象に、施工シミュレータの実現に向け、機能要件（施工段取りに必要となる情報）の整理を進めた。なお、当該シミュレータは、施工段取り支援 AI の動作基盤となることを想定しているが、当面は、現在の施工現場における人による施工段取り作成の支援に使われることを想定しなければならぬとの前提に立ち、当該観点からの施工シミュレータの機能要件整理を行った。

2. 2 研究の流れ

施工段取りにあたる工程計画の検討過程について、道路土工要綱に基づく工事管理計画の検討手順を参考に基本的な施工段取りプロセスを把握し、各検討作業において利用される可能性のあるシミュレータの機能の洗い出しを行った。更に当該整理の結果を元に、それらが、誰の、そして、どのような局面で利用されるシステムなのか等について、土工現場スタッフ若しくは現場経験者の知見（暗黙知）の観点から、ヒアリングを通じて、施工段取りに必要な因子を抽出整理した。図-1 に当該検討のフローを示す。

3. 施工現場の工程進捗データ活用方法の検討

3. 1 施工段取りプロセスの把握

土工工事において設計者は、①土量の配分計画、②工種毎の施工方法、必要な建設機械の使用計画、施工速度及び所要期間、③工種毎の施工順序、施工時期、全体工程計画、④労務計画及び資

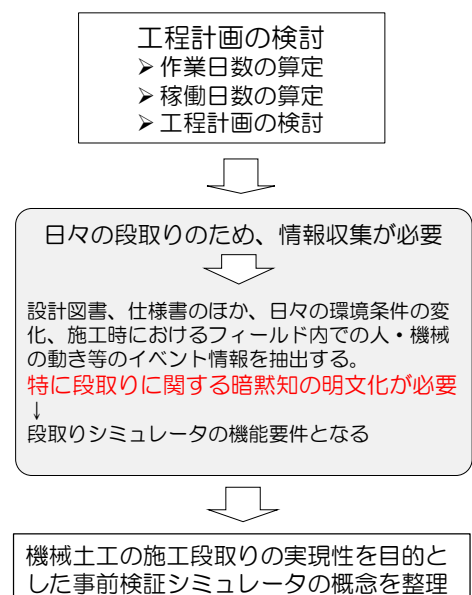


図-1 施工段取りのための検討フロー

材計画，⑤現場施工体制及び仮設計画，⑥工用道路その他準備工の計画，⑦事故防止並びに安全衛生に関する計画，⑧周辺環境の保全計画といった項目を把握した上で工事管理計画を策定している．この施工段取りプロセスによって基本的な工程を示すことができる．

しかし，この段階では，環境要因等の日々変動する因子が加味されておらず，単にシミュレーションを実施した場合，実現場工程と乖離してしまうことが想定される．実現場での施工段取りプロセスは，現場代理人・職長・建設機械オペレータ等の土工現場スタッフにより，現場状況を把握し，日々の段取りの補正により再設定した適切な工程管理を行っている．

3. 2 ヒアリング

現場で把握している段取りを決定する因子には，①労働力，②建設機械，③工用資材，④季節と気象，⑤作業の順序，⑥工事の準備・後片付け期間，⑦工事余裕期間といった現場にいなければ把握することのできない暗黙知が存在している．そこで，施工プロセスに係わる知識や経験をヒアリング等により情報収集し，それらの結果を整理した．ヒアリングについては，(株)西山工務店・(株)明興建設・(有)伸光建設の現場代理人・職長・建設機械オペレータ等に対して確認した．ヒアリングにおいて施工段取りに大きな影響を及ぼす共通した見解を抽出・整理した．以下に主な因子を3つ示す．

- ・ 気象状況
- ・ 作業員の技量
- ・ 土質条件の把握・管理

4. 結果とまとめ

土工現場スタッフ及び現場経験者施工プロセスからプロセスの把握・土工事において，気象条件が一番重要と考えられる．重機足元の確保，ダンプ走路の確保に加え，搬出車両による道路の汚れ防止等の第三者に対する配慮が必要となり，工程計画を策定するうえで重要となる所用時間の把握が可能となる．

作業員の技量に関しては，能力を把握している作業員を固定し，能力に応じた適材適所による作業配置にすることによって安定した工程管理が可能となる．しかし，必ずしも安定した人員配置ができない場合や日々の体調等によって安定したパフォーマンスが確保できないケースもあることから，余裕を持った工程管理が必要となることが思慮される．

土質条件の把握・管理に関しては，現場での発生土やストックヤードから搬送される再生土の土質を予め想定することが難しく，現地での確認によって改良等によって対応するケースが多い．

5. おわりに

今後，図-2 のフローに示すように概念検証(POC)へと進めていくことが有益と考えている．また，本研究において整理した施工段取りに影響を及ぼす因子について，実現場環境条件等を想定したパラメータ設定のためのデータ収集が必要となる．

6. 謝辞

本研究を進めるうえで，円山川鶴岡地区河道掘削工事(株)西山工務店様，及び立野ダム貯水池斜面对策工事(株)明興建設・(有)伸光建設様の施工管理職員の方々に，お忙しい中，ヒアリングによる機能要件確認・因子抽出に協力頂いた．ここに記して，感謝の意を示します．

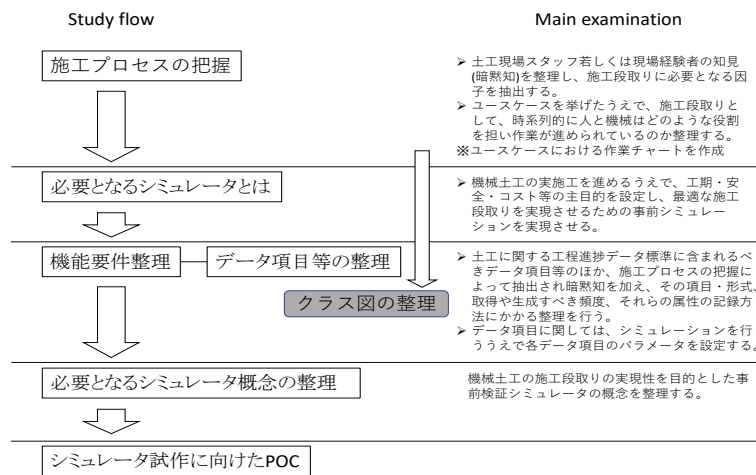


図-2 機械土工の施工段取りの実現性等を検討可能な機能を持つ施工シミュレータの開発

キーワード 工程進捗データ，シミュレータ，施工，土工，学習用データ，人工知能

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 国土交通省 国土技術政策総合研究所 社会資本施工高度化研究室 TEL029-864-7327