

大型ダンプの走行データを活用した運搬最適シミュレータの開発

東急建設(株) 正会員 ○ 高倉 望

東急建設(株) 正会員 柴野 一則

(株)ベクトル総研 疋田 篤史

(株)ベクトル総研 山田 武志

1. はじめに

建設現場への ICT の普及により、現場で取得されているデジタルデータの種類や量が増加している。そのような状況を踏まえ、建設業界においても ICT で取得した膨大なデータを業務の効率化、安全性や生産性の向上、今後の施工計画の改善等に活用することが期待されている。

そこで、当社がシステムを開発した建設機械ナビシステム（以下、KenkiNavi¹⁾と呼ぶ）から 3 秒間隔で得られる工事用車両の走行データを用いて、最適な運搬台数や運搬回数、最適ルートの選定、公道や現場内での待機台数の減少などを定量的に算出できる運搬作業の最適シミュレータ（以下、運搬最適シミュレータと呼ぶ）の PoC を試みた。その結果、運搬最適シミュレータで実際の運搬作業の再現性を確認できたことからモデル現場における最適運搬台数を算定した。

2. 運搬最適シミュレータの概要

今回開発した運搬最適シミュレータは、生産・物流プロセスシミュレーションソフトウェアを土砂や生コンの運搬作業を検証できるシステムに応用したもので、処理プロセスの再現とボトルネック抽出に強みを持つ。

図 1 に運搬最適シミュレータの活用フローを示す。図 1 に示すとおり工事用車両の運搬作業でインプットデータとなる「基本データ」と「KenkiNavi を活用した走行データ」を入力する。

後者の走行データのなかで、平均速度は 1 ルートで最大 5 区間毎、1 日の時間帯を最大 3 分割して入力できる。また、現場/捨場の滞在時間は、取得データを整理／分析して入力する。さらに休憩時間、現場/捨場内での土砂積みや積降しもモデル化できる。以上から、より現場の状況に近いモデルでシミュレートすることで再現性の精度が期待できる。

3. 再現性の検証

3.1 モデル現場の概要

今回の PoC に用いたモデル現場は、現場から別々のルートで 2 ヲ所の捨場に土砂を運搬する工事である（図 2 参照）。実際の現場における標準的な 1 台あたりの運搬回数は、捨場 A が 4 回/日、捨場 B が 3 回/日である。片道の走行距離は、A ルートで約 16 km、B ルートで約 30 km である。また、捨場の受入最終時刻を加味し運搬可能時間を 8:30～16:00 とした。本論文では、再現性の検証として 2019/5/8～12/26 の間で運搬した A ルートでのシミュレート結果について報告する。

3.2 INPUT データ

再現性の検証に用いた入力情報は、図 2 に示す A ルートの基本データ（図 1 参照）と KenkiNavi の走行速度と現場/捨場の滞在時間である。走行速度は、図 3 に示すように走行ルートを 3 分割して求めた区間毎平均速度とした。現場/捨場の滞在時間は、図 4 に示す現場と捨場①の滞在時間を度数分布で整理した結果を用いた。

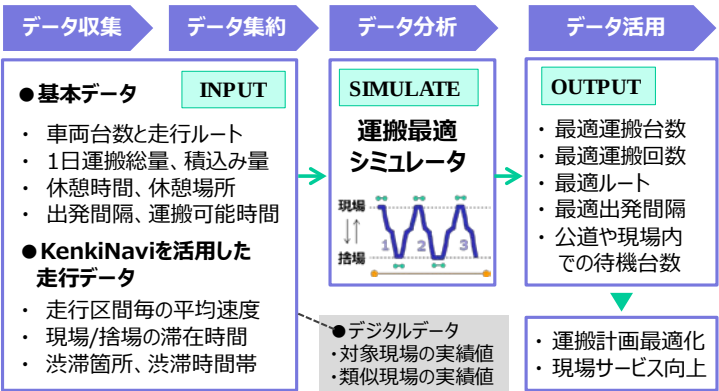


図 1 運搬最適シミュレータの活用フロー

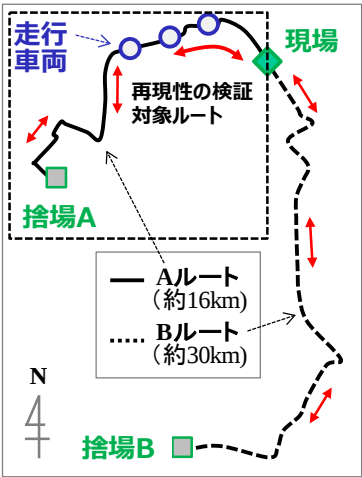


図 2 モデル現場の走行ルート

3.3 再現性の検証

再現性の検証に用いた日は、降雨の影響を除くため晴天の2019/10/10（木）とした。図5に実際の稼働状況とシミュレーション結果を経時変化図で示す。ここで、縦軸は大型ダンプが東西に走行しているため経度で整理した。図では、実際の走行軌跡を実線、現場/捨場に到着・出発する時刻のシミュレーション結果を到着は▲、出発は■で示す。

図5から現場の到着/出発時刻は概ね再現できたものの、捨場の到着/出発時刻にずれが生じる結果となった。この要因はINPUT条件を、往路/復路とも同じ平均速度で走行する条件としたためであると判断した。具体的には、実際の走行では、交通量などの影響で往路と復路の走行速度が違うものの、今回の検証においてはINPUT条件では同一と設定したためであると判断している。

4. 最適運搬台数の検証

図2に示すモデル現場に対して、2つのルートを同時に運搬した場合の最適運搬台数の検証を試みた。ここで、朝一の出発時刻はAルートが8:30、Bルートが9:10とした。出発間隔は10分、休憩時間は60分とした。区間毎の平均速度と現場/捨場の滞在時間は、走行データから得られた平均値を用いた。変数は車両台数とした。ここで、A及びBルートの計画車両台数は、それぞれ4台/日である。

シミュレーション結果を図6

に示す。図6から1台あたりの日運搬回数は、Aルートが4台/日を超えると減少する結果が得られた。一方、Bルートでは、5台/日に増加しても影響ない結果が得られた。この結果から運搬効率性を考慮すると、Aルートでは、計画している4台/日が最適であるが、Bルートでは、5台/日に増加が可能であると判断された。

5. おわりに

建設現場では、ICTの普及に伴い膨大なデジタルデータが日々蓄積されている。しかし、多くの現場では、ICTで得られるデータを用いた重機稼働のコントロールやBIM/CIMへの反映、さらに安全管理のための警報発信する事例は多いが、取得したデータを整理/分析して現場のサービス向上に活用している事例は少ない。そこで、大型ダンプの走行データを基に今回開発した運搬最適シミュレータを用いて今後予定している運搬台数の最適性について検証した。その結果、当初の計画より1日の運搬台数の増加が可能と判断できた。今後は、本システムによるシミュレーション事例を増やし、現場で取得されるデジタルデータの有益な活用事例の一つとして展開していく。

参考文献：1) 高倉望：IoT技術で取得した建設機械稼働データの利活用，建設機械，pp.67-71，2017.12

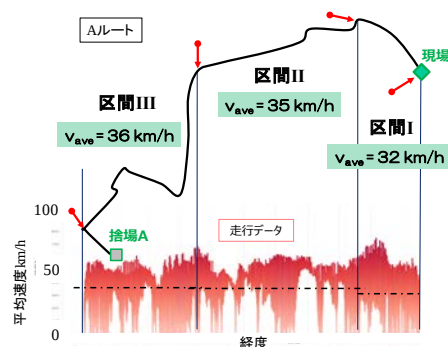


図3 Aルートにおける区間毎の走行速度

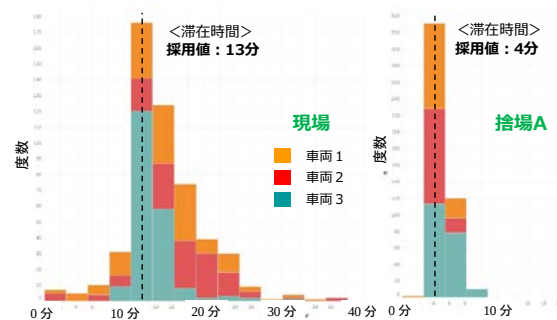


図4 Aルートにおける現場/捨場の滞在時間

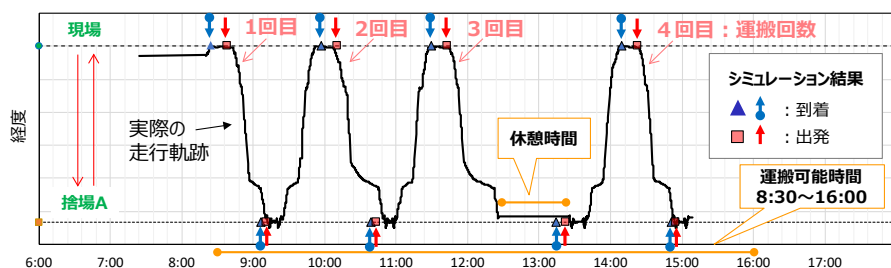


図5 運搬最適シミュレータの再現性の検証結果（2019/10/10）

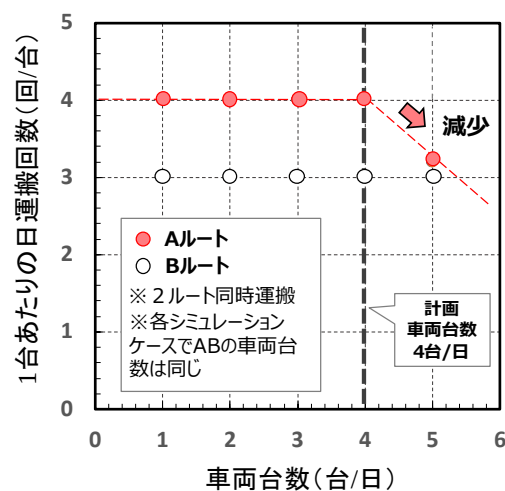


図6 最適運搬台数の検証