

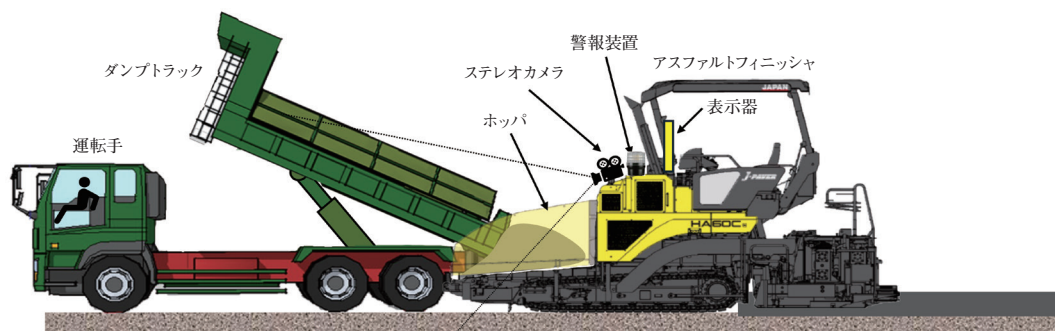
アスファルトフィニッシャのダンプトラック誘導自動化システム

Dump Truck Guidance Automation System for Asphalt Pavers

●小林 朋 弘* 寺 元 陶 太*

Tomohiro KOBAYASHI

Touta TERAMOTO



ダンプトラック誘導自動化システム
Dump truck guidance automation system



図1 現状のダンプトラック運転手への誘導指示
Current guidance instructions to dump truck drivers

1 はじめに

道路舗装施工では、現場から離れた合材プラントから現場までダンプトラックによってアスファルト合材が運搬される。アスファルトフィニッシャは、搬送された合材を受け取るべくダンプトラックを接車させる。その際、ダンプトラックの運転手に後退誘導やダンプトラック荷台の上げ下げなどの指示を出す必要がある。住友建機株式会社では、アスファルトフィニッシャの自動化機能を「ASTRA」と名付け、車両自体の自動化および施工時に車両の前後で稼働するダンプトラックや、ロードローラとの連携技術の開発を進めている。本報では、ASTRAの技術の一つであるダンプトラックの接車誘導システムについて紹介する。

2 現状と問題点

現状では、ダンプトラック運転手への指示はアスファルトフィニッシャのオペレータや誘導員が行うことが一般的であり、オペレータまたは誘導員がダンプトラックの運転手にハンドサインや声、ホーンなどの音声で指示を出している(図1)。

近年ではアスファルトフィニッシャに表示器を搭載し、誘導指示を表示させることでダンプトラックの運転手に指示を出す機能も出てきているが、その多くは表示の切り換えを手動で行う必要がある。また、日本国内ではダンプトラックの積載重量規制が厳しく、運搬が複数回にわたる場合、その都度ダンプトラックの運転手に対して指示を出さなければなら

ず、作業負荷が高くなっている。

アスファルトフィニッシャの自動化では、車体動作の自動化を進めても、ダンプトラックの運転手に誘導指示を出す作業は残る。オペレータや現場作業者の負担軽減、人員削減、さらには無人化といった課題を解決するには、誘導指示の自動化が必要となる。

3 ダンプトラック誘導自動化システム

3.1 システム構成

図2に、本システムの機器構成図を示す。本システムではステレオカメラを使用し、それによって得られた画像情報と深度情報をコントローラに送信する。

コントローラには画像処理部と制御部が実装されており、画像処理部では画像情報と深度情報から周囲状況や各機械の状態認識を行い、それらの情報から制御指令を決定し、各機器に指令を出力する。

ダンプトラック誘導指示表示器には、ダンプトラックの運転手に向けて運転動作を指示する画像が表示される。画像は、接車指示や荷台上げ指示など、従来は人が指示していた内容を図で表現したものである。警報装置は安全確保を目的として、機械が動作することを周囲の作業員に対してランプや音で知らせる。また、ホッパを開閉させるために油圧パルプに指令を出力する。

3.2 物体検知

本システムでは、アスファルトフィニッシャの周囲状況や各機械の状態を検知することが必要である。具体的には、ダンプトラックと人の認識、ダンプトラックとアスファルトフィニッシャの位置関係、ダンプトラックの荷台角度と荷台内の合材量、ホッパ開閉状態などで、その検出は前述したようにステレオカメラで行う。

ダンプトラックと人の認識には、一般に公開されている学習済み物体検出モデルを使用している(図3)。その他の位置関係やダンプトラック荷台角度、合材量、ホッパ開閉状態の検知には、ステレオカメラから得られる深度情報を用いる(図4)。

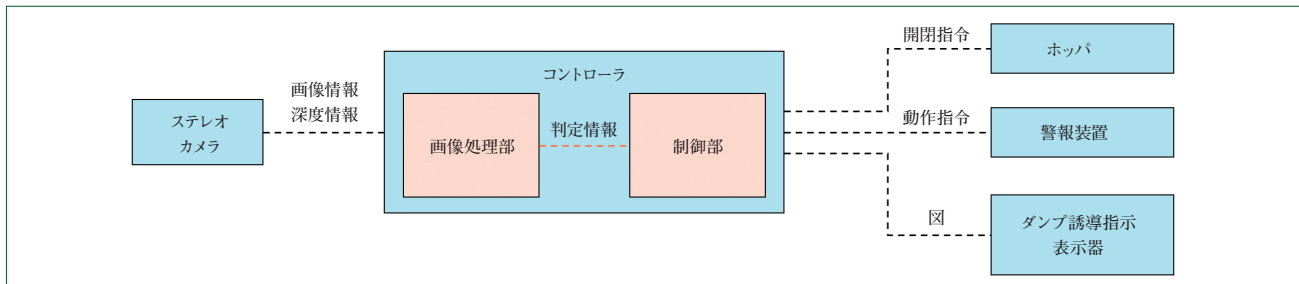


図2 機器構成図
Equipment configuration diagram

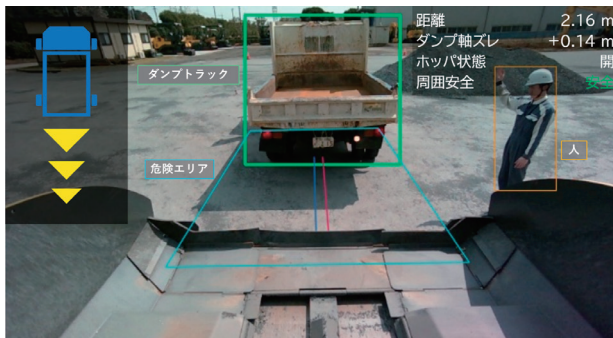


図3 物体検出
Object detection

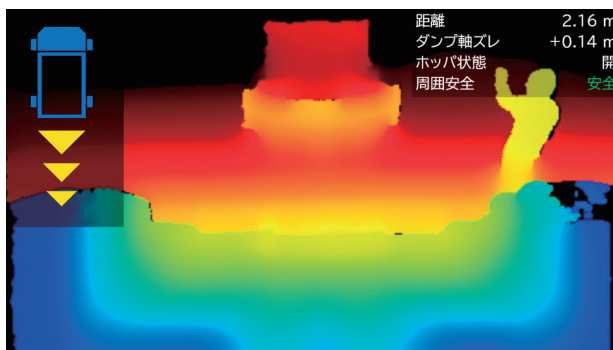


図4 深度情報
Depth information

3.3 ダンプトラック誘導自動化システム動作フロー

ダンプトラック誘導自動化の一連の流れを説明する。

まず、アスファルトフィニッシャの前方にダンプトラックが待機しているか否かを検出する。検出したダンプトラックとアスファルトフィニッシャ間の距離を推定し、接車されるまで後進指示を表示させる。後進指示の表示中に、ダンプトラックとアスファルトフィニッシャの間で任意に設定した危険エリアに作業者がいないかを確認する。作業者が危険エリア内で検出された場合には、ダンプトラックの運転手に向けて停止指示を表示し、警報装置からランプと音で警報を出力し、危険状態であることを周囲に知らせる。作業者が危険エリアから退避し、安全が確認された後に再度後退の表示が出力される。

ダンプトラックがアスファルトフィニッシャに近づき、接車されたと判定したら後進停止指示を表示する。その後、ダンプトラックの荷台を上げてアスファルト合材を供給する指示を表示する。荷台角度や荷台内合材量の推定値から荷台上げの停止タイミングを判定し、荷台上げ停止指示を表示する。合材供給が完了した後、荷台下げ指示を表示し、荷台角度が所定の角度以下になると、前進指示表示に切り替わりダンプ

トラックを離車させる。

ダンプトラックが離車して安全な距離まで離れるとホッパを閉じ、新たに搬送してきたダンプトラックがアスファルトフィニッシャの前方に待機していると判定すると、ホッパを開き、合材の受け取りが可能な状態となる。ホッパを開閉する際には、ホッパ周囲の安全が確認された状態で、ホッパが動作することを警報装置で知らせ、開閉指示を出力する。

以上が一連の流れである。本システムが実現するとダンプトラックの誘導を自動で行うことが可能となり、作業者の負荷軽減や誘導員の人員削減が期待できる。

4 今後の課題

本システムを実現するに当たり、課題となっているのがダンプトラック荷台内の合材量推定方法の確立であり、現在検証を進めている。また実際の施工現場では、さまざまなサイズ・形状のダンプトラックによって合材供給が行われることから、多種多様なダンプトラックに対応できる検出ロジックを確立する必要がある。しかし、現状では2種類のみの検証にとどまっていることから、今後さまざまな種類で検証を実施し、あらゆるダンプトラックに対応できるシステムを構築する必要がある。

舗装工事は夜間に実施されることも多い。これまでの経験から、作業現場では作業灯や対向車線を走行する自動車のヘッドライトなどによる光の映り込みが検出精度に影響を及ぼすことが想定されるが、そのような状況でも精度を確保することが必要となる。

これらの課題を解決すべく、試験場や施工現場でのデータを収集し検証を進めていく。

5 おわりに

- (1) アスファルトフィニッシャによる道路舗装施工では、搬送されたアスファルト合材を受け取る際に、合材を搬入してきたダンプトラックに対して誘導などの指示が必要である。その作業の多くは自動化されておらず、誘導員の人的負荷を軽減することが課題となっている。
- (2) アスファルトフィニッシャによる施工現場での省力・省人化を推進するには、車両の前後で稼働するダンプトラックやロードローラとの連携が不可欠であり、ダンプトラックの誘導も自動化する必要がある。
- (3) ダンプトラックの誘導自動化に必要とされる要素技術および開発を進めている誘導自動化のシステム構成、動作フロー、今後の課題について説明した。

※「ASTRA」は、住友建機株式会社の登録商標です。