

# 大型 LED パネルと FM ラジオ音声の同期制御による運搬車両誘導システム

福田道路㈱ 機械センター ○羽田 誠治

吉田 公一

(株)ソーキ 関東機材・技術センター 千葉 周

## 1. はじめに

舗装工事は都市部や住宅密集地における施工も多く、特に都市部では交通量の少ない夜間に工事が行われることから、周辺環境へ配慮した施工が求められる。

一般的に、アスファルト舗装工事では、合材を運搬して来たダンプトラックをアスファルトフィニッシャへ接続させて合材の受入れを行うが、アスファルトフィニッシャの構造上、ダンプトラックは後進により接続する必要がある（写真－1）。また接続後においても、合材量を調整するための荷台操作や前後進について細かな指示が行われる。



写真－1 合材受入れ状況

そのため、通常は誘導員のホイッスルやアスファルトフィニッシャのホーンを利用して合図しているが、施工に起因する騒音の多い工事現場でも確実にダンプトラックの運転者へ音が聞こえるよう、ホイッスルやホーンはかなりの音量となり、騒音源になっている場合がある。

このような背景から、我々は、舗装工事の運搬車両誘導時における誘導員のホイッスル音、重機のホーン音などに起因する騒音（以下、誘導騒音）を目的として、LED 表示パネルと FM 音声ガイダンスを同期制御する運搬車両誘導システム（以下、本誘導システム）の開発を行なった。

## 2. 本誘導システムの開発コンセプト

運搬車両の誘導システムとしてはこれまでも電光表示を使用するシステムがいくつか運用されている。しかしながら、①電光表示が小さい、暗いなどで見えにくい、②信号や記号を用いて指示をするが、それら信号や記号の意味を運搬車両の運転手が覚えなければならない、③電光表示の機材は固定ジグや電源コードが必要で、取り付け可能な重機に限られる、などの課題が挙げられている。

以上を踏まえ、本誘導システムでは、次のようなコンセプトをもとに開発を行った。

- ① 誘導騒音の抑制
- ② 運転手が理解しやすいシステム
- ③ 様々な工種に適用可能な汎用性

## 3. 誘導騒音の抑制効果

表示による誘導は運転手が誘導する側を注視していなければならないため、誘導を開始する際には誘導員のホイッスルやアスファルトフィニッシャのホーンなどの音による合図は重要となる。

そこで、本誘導システムでは FM トランスミッタを用いて、運搬車両の FM ラジオから音声ガイダンスを流す方法を検討した。

写真－2は、ホイッスルと本誘導システムの音声ガイダンスにおける、騒音値の計測状況である。本誘導システムの FM トランスミッタは、無線局としての免許を不要とするため、発信する電波を微弱電

波としたことから、FM ラジオによる音声ガイダンスの聴取可能距離は 30～50m となっている。したがって、騒音測定位置は音源から 30m 以内とした。

バックグラウンドの騒音値 24 dB に対して、ホイッスルから 30m の距離における騒音値は 74 dB であり、運転席の FM ラジオから 30m の距離における騒音値は 24 dB であった。環境基本法に基づく騒音に係る環境基準について、「道路に面する地域」における夜間の基準値は 60 dB 以下とされていることから、ホイッスルの場合、30m 程度までの範囲は基準値を超えることとなる。一方、本誘導システムの騒音値はバックグラウンドと同じ 24 dB であり、騒音抑制効果が非常に高いといえることができる。

なお、FM 電波の周波数は、現地 FM 局等で使用している周波数を避け、76.1～89.9 MHz で任意に設定することができる。



写真-2 騒音測定状況

#### 4. 運転手が理解しやすいシステム

##### 4-1 高輝度 LED 大型パネル

これまでの電光表示で課題となっていた日中の見えにくさに対応するため、高輝度かつ大型の LED パネルを検討した。

光源として、一般的な LED よりも明るいフルカラー SMD (チップ型の LED 発光素子) を用い、パネルのサイズは縦 480mm×横 320mm とした。写真-3 は視認距離を確認した例であるが、日中、100m 離れた距離でもはっきりと LED パネルの緑色の表示を確認することができた。



写真-3 視認距離確認状況

##### 4-2 アニメーション表示

これまでの電光表示では、運転手が信号や記号の意味をその都度覚える必要があったことから、本誘導システムでは運転手が表示内容を直感的に理解できるようコンピュータ制御のアニメーションを表示する方式とした。図-1 にアニメーションの一例を示す。

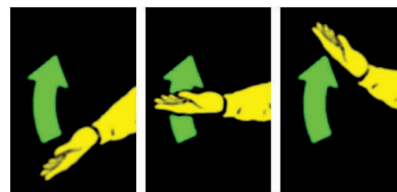


図-1 アニメーションの例

また、文字や数字は正視、鏡越しのどちらでも確認できるように、通常の文字と鏡文字を 1 秒ごとに交互に表示する方式とした。図-2 に交互表示の一例を示す。

##### 4-3 音声ガイダンスとアニメーション表示の同期制御

誘導員のホイッスルやアスファルトフィニッシャのホーンは、警笛により誘導の開始や終了などの合図を送るだけで、誘導する側の意図は運転手が判断しなければならないため、勘違いが起きやすい。

本誘導システムでは、運搬車両の FM ラジオから具体的な指示を音声ガイダンスとして流す方式とした。これにより、指示内容を具体的に言葉で運転手に伝えることができ、勘違いの抑制が期待できる。



図-2 交互表示の例

なお、違和感がなく聞き取りやすいことを重視し、騒音下で声の通りが最も良かった HOYA 製音声合成ソフトの合成声 (RISA) を選択した。

ダンプトラックの運転手は日々異なる現場に配置されることから、安全・確実な誘導を可能とするた

めに、初めてのダンプトラックの運転手でも理解しやすいシステムの構築が必要である。そこで、本誘導システムでは、上記の FM ラジオの音声ガイダンスと LED パネルのアニメーション表示をボタン一つで同時に制御する方式（同期制御）とした。同期制御のイメージを図-3に示す。

目と耳の両方からの情報で、誘導する側の指示をより確実に伝えることができるコミュニケーションツールとして非常に期待できることから、現在特許申請中である。



図-3 音声ガイダンスとパネル表示の同期制御のイメージ

## 5. 様々な工種に使用可能な汎用性

### 5-1 取付用ジグ

LED パネルの装着は、専用の取付用ジグを使用する。写真-4に取り付け状況を示す。取付用ジグは、一般的な手すりに使用される 25A パイプに工具なしで取り付けすることができる。

### 5-2 電源ケーブル

LED パネルを装着する工事機械を限定しないよう、電源ケーブルは 12V、24V 兼用とし、電源はバッテリー、シガーソケット、センサプラグの 3 箇所から選択することができる。

### 5-3 音声ガイダンスとパネル表示の切り替え

FM ラジオの音声ガイダンスと LED パネルのアニメーション表示を制御している小型マイコンボードは、パネル表示や FM 音声の新規作成や操作ボタンの割り振り変更も簡単にできるため、アスファルト舗装工以外の用途へも適用可能である。

アスファルト舗装現場でのダンプトラック誘導とコンクリート舗装現場でのアジテータトラック誘導を切り替えた時の操作ボタンと音声ガイダンスおよびパネル表示の組合せの例を表-1に示す。



写真-4 LED パネル設置状況

表-1 音声ガイダンスとパネル表示の組合せの例

操作ボタン	適用箇所	音声ガイダンス	パネル表示
	ダンプトラック誘導時	『ダンプアップしてください。』	
	アジテータトラック誘導時	『ミキサの回転を速くしてください。』	



## 6. 実証試験

### 6-1 試験概要

システムの現場適用性を確認することを目的として、実際にアスファルト舗装工の現場において本誘導システムの実証試験を実施した(写真-5)。また、実証試験で実際に本誘導システムを使用した工事関係者に対してヒアリング調査を行った。



### 6-2 試験結果

実証試験において本誘導システムを使用したアスファルトフィニッシャのオペレータおよびダンプトラックの運転手に対して、ヒアリング調査を行った結果を次に示す。

写真-5 実証実験状況

#### (1) アスファルトフィニッシャのオペレータ

- FM 音声があるおかげで、ダンプ運転手への指示が明確で、間違いのない確実な誘導が可能であり、とても良いものだと思う。
- ダンプ運転手も高齢化が進み、誘導案内が音と誘導棒だけでは理解できず、予期せぬ動きをするがあり、このシステムを利用すれば解消されるので、是非今後も利用したい。
- 初めてシステムを利用するので、最初はかなり不安があったが、1時間も使えば、ほぼ無意識にボタンを押して利用できており、誰でも使える道具的なシステムで使い易い。
- 明らかに誘導勘違いも減り、ダンプ運転手とのコミュニケーションがスムーズになった。

#### (2) ダンプトラックの運転手

- FM 音声があるおかげで、オペさんが何を求めているのかが明確に解るので、ダンプ操作の間違いが起きず、とても良いものを作ったと思う。
- ロボット音声と聞いたので、正直正確に聞き取れるか不安であったが、人間っぽい発生で聞き取り易く、技術の進歩にびっくりした。3回目くらいからは音声だけでも全く誘導には問題ないと感じた。
- 耳があまり良くないので、表示をメインで運転を行った。他のシステムや手信号と違い、大型で明るい LED パネルにより、昼間でもとても理解しやすかった。

ダンプトラックの運転手からは初めてでもわかりやすいと高い評価が得られた。アスファルトフィニッシャのオペレータも使い勝手に戸惑いはないとの評価であり、実際に比較的短時間で使いこなしていることを確認することができた。

また、実証実験は 2016 年 12 月から 2018 年 2 月までの長期稼働であったが、特に不具合はなく、機械的な不具合の少ない安定した稼働が可能であると考えられる。

## 7. まとめ

FM ラジオの音声ガイダンスと LED パネルのアニメーション表示を同期制御することにより、誘導騒音を抑制することができ、誘導される側に指示内容が伝わりやすく、汎用性の高い誘導システムを開発した。この誘導システムは、目と耳の両方からの情報で、誘導する側の指示をより確実に車両運転手に伝えることができるコミュニケーションツールとして非常に期待される。引き続き、トンネル工(NATM)や道路除雪工などにおける誘導システムとしても検討中であり、今後も幅広い現場において、安全で確実な誘導に貢献できるよう機能向上に努めていきたい。