

1612 軌陸車載線位置決めシステムの開発

○内川 伸 北山 一雄 (東日本電気エンジニアリング株式会社)

Development of deduce system for position by which the driver car set the Road-Rail Vehicle on track

Shin UCHIKAWA, Kazuo KITAYAMA

Total Electric Management Service Co.Ltd. 2-26-6, Higashinohonbashi, Chuo City

It took us much time to deduce position on a track where we could set the Road-Rail Vehicle. Because, the driver of the Road-Rail Vehicle, he can not see track and Turntable. So, he must drive it using signal from a watchman.

That was way we developed the deduce system for position by which we can set the Road-Rail Vehicle on track.

This system is based on geometrical algorithm. And we use only CCD camera and monitor. So it is very simple system.

We report on this system in this papers.

Keywords : technology of maintenance, Road-Rail Vehicle, deduce system for position

1. はじめに

軌陸車の載線にあたっては、レール位置確認者が転車台中心と軌間中央が一致することを車外から見て、運転者に合図を送り誘導することにより行っている。

この方法では何度も軌陸車の前後位置を動かさなければならぬので時間がかかり、限られた作業時間を無駄に消費してしまうものであった。

そこで、簡単な幾何学的アルゴリズムを適用してCCDカメラとその画像を映すモニタの組合せにより、軌陸車の運転手が載線位置を決めることができるシステムを開発したので、ここにその成果を報告する。

2. 現状の問題点

軌陸車の載線作業は、踏切で軌陸車転車台中心と軌間中央を合わせたうえで、転車台を降ろして軌陸車の方向を軌道に合わせるものである。

このとき、軌陸車の運転手からはレールと転車台の位置関係が見えないため、レール位置確認者が転車台中心と軌間中央が一致することを車外から見て、運転者に合図を送り誘導している。

この方法では何度も軌陸車の前後位置を動かさなければならず時間がかかり、限られた作業時間を無駄に消費してしまうものであった。

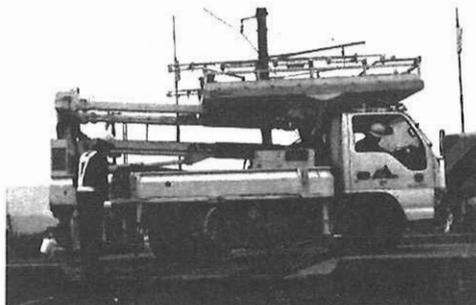


図1 現状の軌陸車の載線位置決め作業
Fig.1 The operation of set the Road-Rail Vehicle on track

この作業については、以前から軌陸車車外にカメラを取付け、運転手がモニタを見ながら転車台中心を軌間中央に合わせるという方法が提案されてきたが、どれもカメラをレール位置確認者の代わりにしようというものであり、実際の載線にあたっては運転手の「カン」にたよる要素があった。

3. 開発の概要

これまでのレール位置確認者による誘導や、単に軌陸車にカメラを取付ける方法とは基本的に異なる幾何学的アルゴリズムに基づき、CCDカメラとその画像を映すモニタの組合せで、軌陸車の運転手が載線位置を決めることができるシステムを開発した。

3-1 幾何学的アルゴリズムの概要

図2に軌陸車が載線位置にあるとき、すなわち転車台中心が軌間中央にあるときの側面略図を示す。

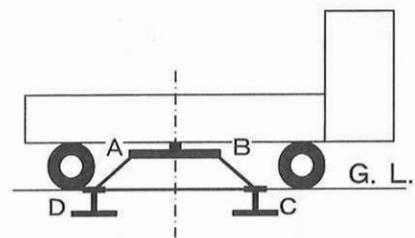


図2 軌陸車側面略図
Fig.2 Side view of the Road-Rail Vehicle

このとき、軌陸車の転車台と左右のレールを仮に補助線で結ぶと、転車台・レールおよび補助線は台形を形成し、その台形ABCDは等脚台形となる。

ここで、便宜的に台形の点Cに位置するレールを前レール、点Dに位置するレールを後レールという。

図3に台形部分の拡大図を示す。転車台の両端点A、点Bにカメラを取り付け、カメラの中心線を辺ADおよび

び辺BCに合わせると、レールがモニタの中心に映ることになる。

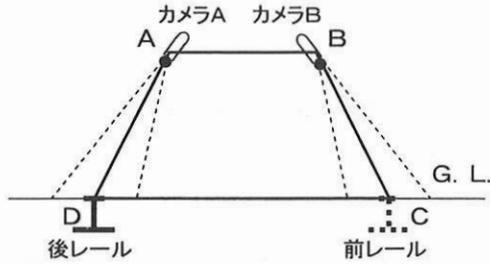


図3 転車台部分拡大図

Fig.3 An enlargement of turntable

これを図4に示すような画面分割した1つのモニタに映せば、前レールと後レールがモニタ上で一直線になり、軌陸車運転手は軌陸車が載線位置にあることが分る。

このアルゴリズムを元に、実際に運転手が見やすく、確実に軌陸車を載線位置に止められるように、さまざまな工夫を施して、軌陸車載線位置決めシステムを完成させた。

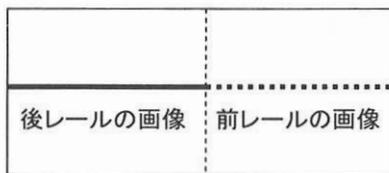
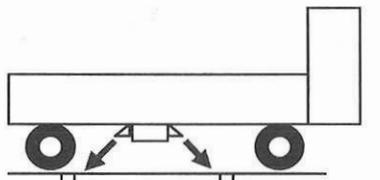


図4 モニタ画面

Fig.4 The monitor screen

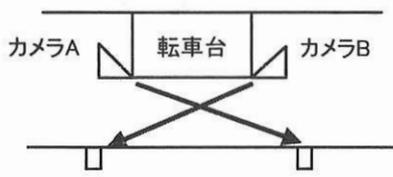
3-2 実際のCCDカメラの取付

(1) カメラの撮影対象



(a) 初期の被写体

(a) The first subject for photography



(b) 被写体入替

(b) Switch subject for photography

図5 撮影対象の入替

Fig.5 Switch subject for photography

図5 (a) に示すように図2～4の基本アルゴリズムを満たすよう、転車台の両端にCCDカメラを取り付けたところ、レールとカメラの位置関係が近いため、軌陸

車の踏切への進入速度を落としてもモニタ上を動くレールの画像が早すぎて、運転手が見にくいものとなってしまった。

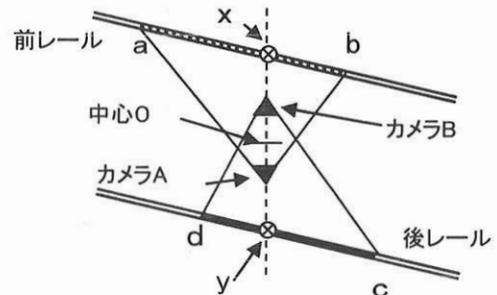
そこで図5 (b) に示すようにカメラAが前レールをカメラBが後レールを写すように被写体レールを入れ替え、カメラとレールの位置関係を離し、モニタ画面上でのレールの動きを遅くして、運転手が見やすいものとした。

(2) 水平方向の撮影範囲と鏡像カメラの採用

図6 (a) にカメラ中心線を軌陸車前後方向の中心線に合わせた場合の撮影範囲を示す。この場合カメラの撮影範囲は前レールでは $a \sim b$ 、後レールでは $c \sim d$ となる。

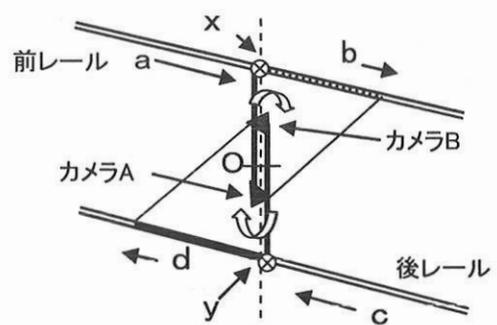
このように撮影範囲を設定すると、線路に対して軌陸車が直角に進入した場合には、モニタ上で図4に示すように前レール、後レールが一直線となり、転車台が軌間中央にあることが分るが、図6のように斜めに進入した場合には中央合わせをするレール上の点は x 、 y であり、軌陸車運転手が認識しにくいものになる。

そこで、カメラの撮影範囲を図6 (b) のように、時計回りにずらし、撮影範囲の左端が軌陸車中心線と合うように設定し、 x と a 点、 y と c 点が一致するようにした。



(a) カメラと軌陸車の中心線が一致

(a) Center line of camera agree with center line of body



(b) カメラの左端が軌陸車中心線と一致

(b) The left end of view angle agree with center line of body

図6 カメラの水平方向取付角度

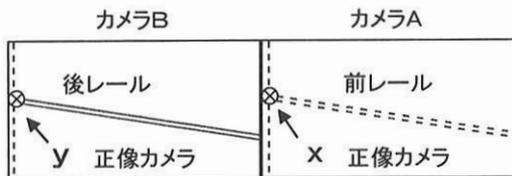
Fig.6 horizontal angle that fixed camera

これにより、モニタ上には図7 (a) のように分割したモニタ画面の左端に x 、 y 点が映ることになりなり、軌陸車運転手が載線位置にあることが認識しやすくなった。

さらにカメラBに鏡像カメラを採用してモニタの画

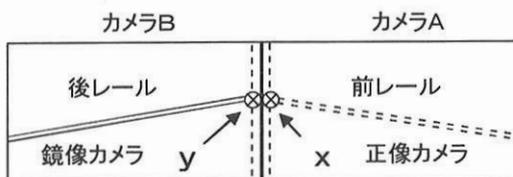
面分割した境界線上に y 点が映るようにし、転車台が軌間中央にあるとき、図 7(b)に示すように画面の境界線上で x、y 点が一致するようにしたことで、軌陸車運転手に軌陸車が載線位置にあることを確実に認識させることができるようになった。

図 8 に軌陸車が載線位置にあるとき、すなわち転車台が軌間中央にあるときのモニタ画面の写真を示す。



(a) 正像カメラの組合せ

(a) The monitor screen that a pair of normally image camera



(b) 正像カメラと鏡像カメラの組合せ

(b) The monitor screen that combination of normally image camera and mirror image camera

図 7 分割モニタ画面でのレールの映り方

Fig.7 Picture of rail at the monitor screen that was divided

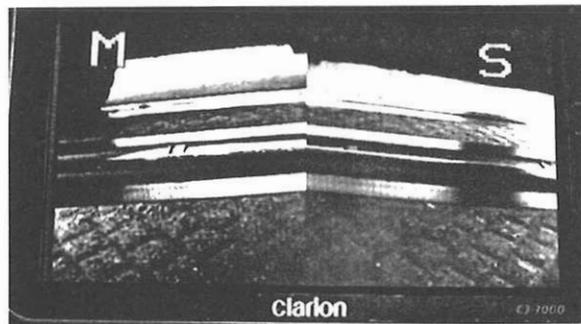


図 8 実際のモニタ画面
Fig.8 Real monitor screen

(3) カメラの取り付け箇所

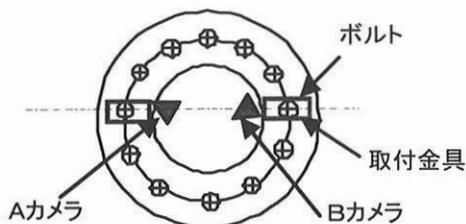


図 9 転車台のカメラ取り付け位置

Fig.9 The position that fixed camera at turntable

カメラ取付けは軌陸車転車台を加工することなく、既存のボルト穴を活用する方針で進め、転車台の前後ボルトを利用してカメラ金具を取付けることとした。

また、カメラ取付高さについても試行錯誤を繰り返し、図 10 に示すように最適な高さを決定した。

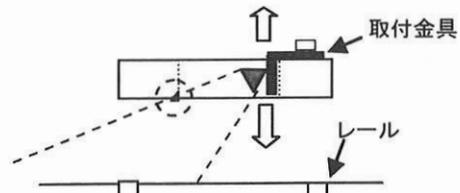


図 10 カメラ取付け高さ

Fig.10 The height that fixed camera

(4) 画面構成の工夫

図 10 の破線の円で示すように、転車台の一部をモニタに写し、その写る部分にマーキングを施すことにより、モニタ上にマーキングを常時並んで映すことができる。

このようにカメラの取付け角度を調整することにより、万一カメラが所定方向から動いた場合、モニタ上でマーキングがずれるので、運転手にカメラが動いていることを知らせることができるようになった。

さらに、カメラの脇に LED ランプを取付け、夜間作業時でも、モニタには鮮明な画像が映るようになっていく。

(転車台側面)

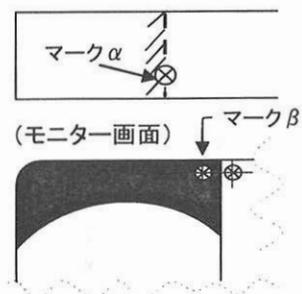


図 11 転車台マークとモニタ画面

Fig.11 Mark at turntable and image of monitor screen



図 12 LED ランプ取り付け位置

Fig.12 The position that fixed LED light

4. システムの特徴と導入の効果

これまで述べたとおり、軌陸車の載線にあたり、軌陸車運転手自らがモニタ画面を見ながら載線位置に軌陸車を止めることができるシステムを開発した。このシステムの特徴は以下の通りである。

- (1) 材料として汎用のCCDカメラとモニタの画面分割機能を使用しただけで、簡単な幾何学的アルゴリズムにより成立している。
- (2) 画像処理等のソフトは使用していないので、不具合が発生するファクタはカメラの位置ずれ等の機械的なものだけであり、不具合が発生したとしても原因がすぐに分るというメリットがある。

また導入の効果は以下の通りである。

- (1) これまで軌陸車の載線時間に約5分かかっていたものが、約1分で載線できるようになり、大幅な時間短縮が実現した。
- (2) 中型免許取得後間もない運転手とベテラン運転手との間の載線位置決め時間に差がなくなった。
- (3) 都市部では誘導員からの合図が不要なので夜間作業の際に付近住民からの苦情もなくなる。

開発にあたっては基本アルゴリズムの実現方法や軌陸車運転手の見易さの向上などについて、何度も試行錯誤を繰り返し、完成させ、特許を出願することができた。

今回の取り組みでは既存の軌陸車に後付けするのに便利な工具等も工夫しており、軌陸車の整備工場であればどこでも取付けることができる。

また、降雪時に転車台を降ろしてもカメラに影響のないように取付金具を工夫した。

これらの工夫の結果、どのような場所でも使用することができるものとなった。

図13にこのシステムを用いての載線位置決めの様子を示す。

運転手が通常の自動車のバックミラーの位置に設置されたモニタを見ながら運転している。

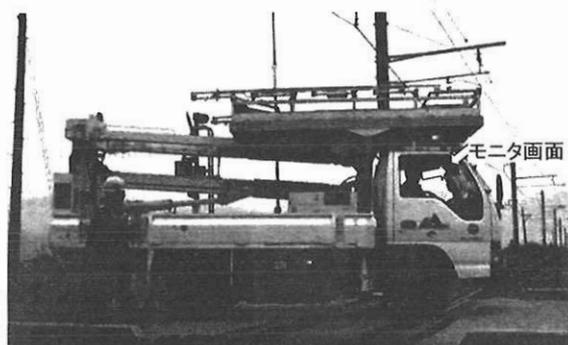


図13 システムを使った載線位置決め作業

Fig.13 Operation by deduce system

5. 今後の展開

当社内では水平展開していく方針である。

そのため、軌陸車メーカーと実施契約を締結し、メーカーを通して、メーカー指定工場などでも取り付けられるようにしていく方針である。

また、新車導入の際にはあらかじめ取り付けられたものを納入することとしている。

6. おわりに

これまで述べたように、既存のCCDカメラとモニタの画面分割機能を使い、幾何学的アルゴリズムに則り「軌陸車載線位置決めシステム」を完成することができた。

完成したものは実用上有効に使えるものになったと自負している。

このシステムが水平展開されて、より効率的かつ安全に電車線作業ができるようになれば幸いである。