

作業用モノレールの分岐器に関する安全性について — PLC 制御装置を用いた検討 —

星田貢輝^{*}, 松本尚樹^{*}, 中西晴紀^{*}, 近藤将好^{*}, 井口望^{**}, 室巻孝郎^{***}, 須田敦

Study on Safety of Work Monorail Turnouts and Crossings - Proposal Using PLC Controller -

Mitsuki HOSHIDA^{*}, Naoki MATSUMOTO^{*}, Haruki NAKANISHI^{*}, Masayoshi KONDO^{*},
Nozomi IGUCHI^{**}, Takao MUROMAKI^{***}, Atsushi SUDA

* : 機械工学科 2 年, ** : シャープ株式会社 (元舞鶴高専学生), *** : 舞鶴高専機械工学科

本校機械工学科科内広報担当教員が主導する正課外活動組織 MeCafe (Mechanical + Cafe の造語, メカフェ) を活動母体として, オムロン株式会社と独立行政法人国立高等専門学校機構の共同教育プロジェクト「第 4 回 PLC 制御コンテスト～身近な“困った”を自動制御で解決～」に出展するための装置を開発した. 林業に用いる作業用モノレールの分岐器に着目し模型にて再現し, PLC やセンサなどを組み合わせて安全性を確認した. 簡単な構成ではあるが従来の分岐器と比べ安全性が向上していることを評価され, コンテストでは 4 位の成績を取めた. なお, 本取組は舞鶴高専と共同で進め, 打合せや検討会は Skype や Slack などの web サービスを活用し実施した.

1. はじめに

日本国内のプログラマブルロジックコントローラ (PLC) メーカーにおける PLC 年間出荷台数は約数百万台であり, 多くの生産現場で使われている⁽¹⁾. このため, 産業界からは PLC を含めた制御機器の技術を持った人材が必要とされている. 近年では, 海外に進出する製造業が多いことから, 海外製の制御機器を使うことも多くなり, 国際標準化された制御機器を扱える人材育成が急務である.

このような状況下において, 高専における生産システム制御に関する技術教育を充実させることは, 高専の今後の発展のために必須であると考えられる. 本稿では, このような産業界のニーズに応えるべく高専の学生の制御技術教育に関するスキルアップを目指したコンテストに参加したので報告する. コンテストは PLC を中心とした生産技術の習得を目指すものである.

2. 作業用モノレールとは

作業用モノレールは木材などを運ぶ軌道系交通機関である. 図 1 に示しているのが作業用モノレールである. 行動目的が旅客用モノレールと違うため, 見た目も旅客用と

は大きく異なる.



図 1 作業用モノレール

図 2 は一般的な電車の分岐器の模式図で, 図 3 は現在の作業用モノレールの分岐器の模式図である. 電車の分岐器は 1 本のレールが動くのに対して, 作業用モノレールは分岐点自体が動く仕組みになっている.

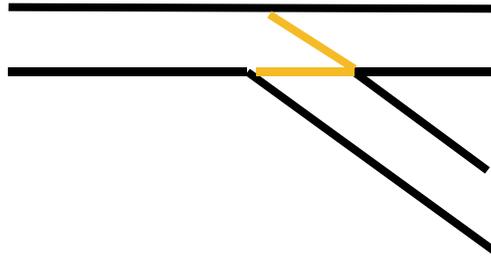


図2 電車分岐器の模式図

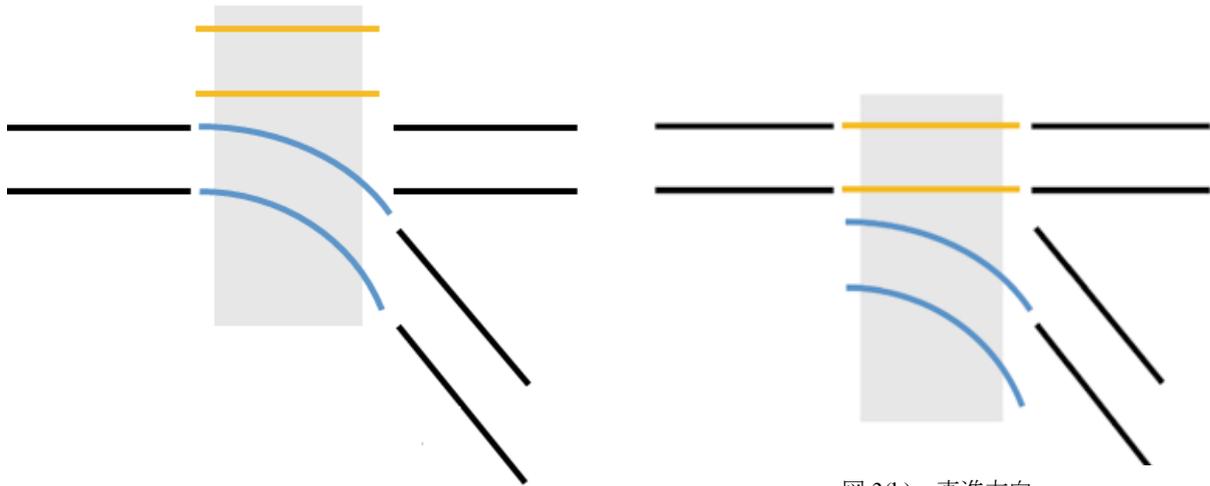


図3(a) 斜め方向

図3(b) 直進方向

図3 モノレール分岐器の模式図

3. 問題点

作業用モノレールによる資材運搬時に発生する問題点は、大別すると2点ある。1点目は分岐点を人力で動かしている点で、2点目は作業用モノレールがレール上で行きと帰りの方向転換不可能な点である。

1点目の問題点、分岐点を人力で動かしている点について説明する。実際の作業用モノレールの分岐点を図4に示す。分岐点の動作は、1：車両が分岐点に差し掛かり運転手が一度車両から降りる、2：運転手自ら分岐点を動かす、3：運転手が車両に乗り再び走行する、という流れである。そのため、図5のように分岐点のずれや分岐点変更の忘れによりモノレールが脱線するといった事故が発生している。

2点目の問題点、方向転換不可能な点について説明する。作業用モノレールは旅客用モノレールと同じく、レール上で行きと帰りの方向転換が不可能である。そのため、作業用モノレールは後進の際、図6で示すように後ろに荷物や資材などを積んでいるため後方の視界が遮られ、運転手は安全に後方を確認することが困難であるのが現状である。

4. 解決方法

PLC（プログラマブルロジックコントローラ、Programmable Logic Controller）やセンサを用いて、以下3種類の解決方法を提案する。



図4 実際の分岐点

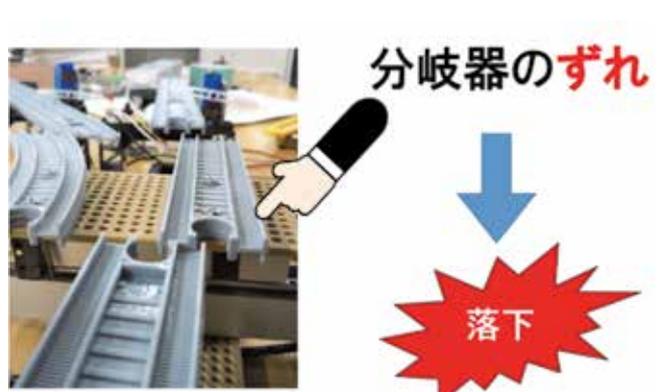


図5 分岐点のずれイメージ



図6 実際の後方確認

4.1 分岐器の制御

運転手がボタンで車両が進む方向を選択することで分岐点が自動で移動するようにする。図7のように分岐点の側面にマイクロスイッチ、図8のように下部に突起物を設置し、運転手の操作により分岐点がモータによって移動し、突起物によってマイクロスイッチが押され分岐器が停止する仕組みである。運転手の操作は分岐点近くに設置するボタン制御器によって行う。

4.2 遮断機の設置

図9のように遮断機を設置することによりモノレールの落下防止を狙う。遮断機設置は視覚的にも訴えることを狙いとしている。仕組みは分岐点が移動しマイクロスイッチが押されることにより遮断機のモータが作動する。その後、遮断機が上がることによりモノレールが通ることが可能になり、レールの奥側に設置している光電センサの光を車両が遮ることでモータが再度作動し、遮断機が下がる仕組みとなっている。

4.3 信号機の設置

図10のように信号を設置することにより電車の踏切のような役割を果たす。主な役割は、分岐点が正常な位置にあるか否かの確認であり、基本的な動きは遮断機が完全に上がったときは青色、それ以外の場合は赤色に光るようになっている。

次に信号が変わる仕組みを説明する。遮断機が上がりきった時、モータ上部に設置しているマイクロスイッチが押されそれによりモータが止まり、信号が青色に変わる。赤色に変わる場合は、モータが逆転し遮断機がマイクロスイッチから離れることで切り替わる。

4.4 PLC ラダー図

上記の動きを実現するためのラダー図 (PLC のプログラム) を図11に、PLC への信号の入出力を示す IO マップを図12に示す。

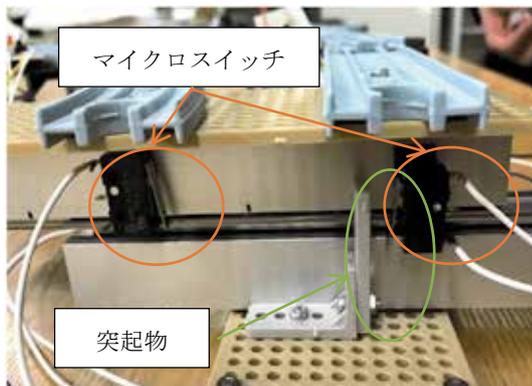


図7 マイクロスイッチおよび突起物設置場所

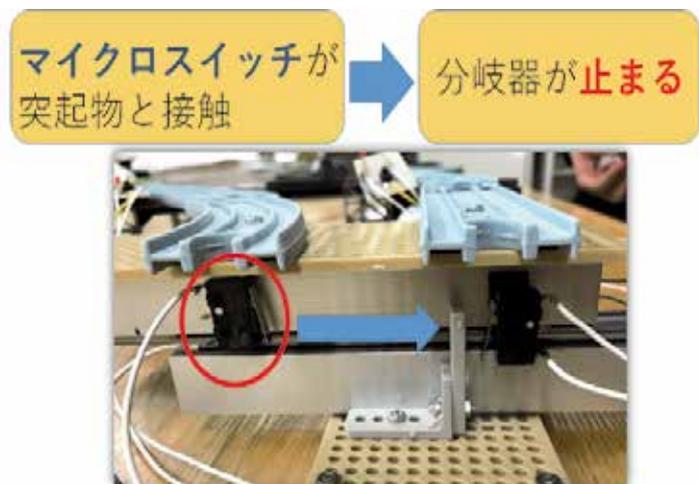


図8 分岐点動作のイメージ

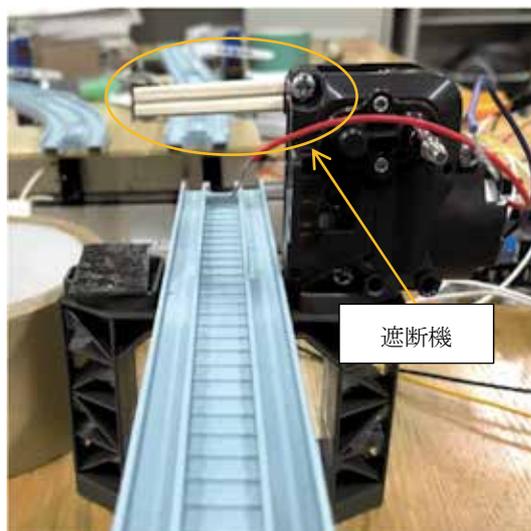


図 9 遮断機設置場所

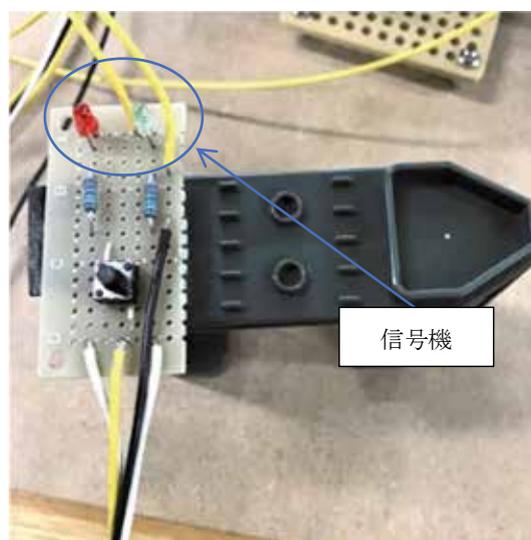


図 10 信号機

5 おわりに

コンテストの成果発表会は、2018年12月26日にオムロン株式会社東京事業所において実施された。簡単な構成ではあるが従来の分岐器と比べ安全性が向上していることを評価され、コンテストでは4位の成績を収めた。また、本取組は舞鶴高専と共同で進め、打合せや検討会を Skype や Slack などの web サービスを活用したことも注目を集めた。

現段階で生じている問題点としては、光電センサの対象物による問題点である。解決案のモデルとして製作した分岐点の光電センサは、遮った物体の区別が不可能である。そのため、産業用モノレールが主に使用される森林で災害が発生した場合、倒木などが光電センサを遮るといった誤りが生じ、遮断機が下りた状態が続くといった問題が発生する。今後の課題としては、このような問題点を踏まえて解決案を模索していく必要がある。

参考文献

- (1) 平成30年度 PLC 制御コンテスト募集要項, 国立高等専門学校機構・共同教育プロジェクト事務局.

謝辞

本取り組みは、株式会社内田産業との共同研究成果の一部です。また、本校機械工学科科内広報担当教員が主導する正課外活動組織 MeCafe の援助を受けたものです。

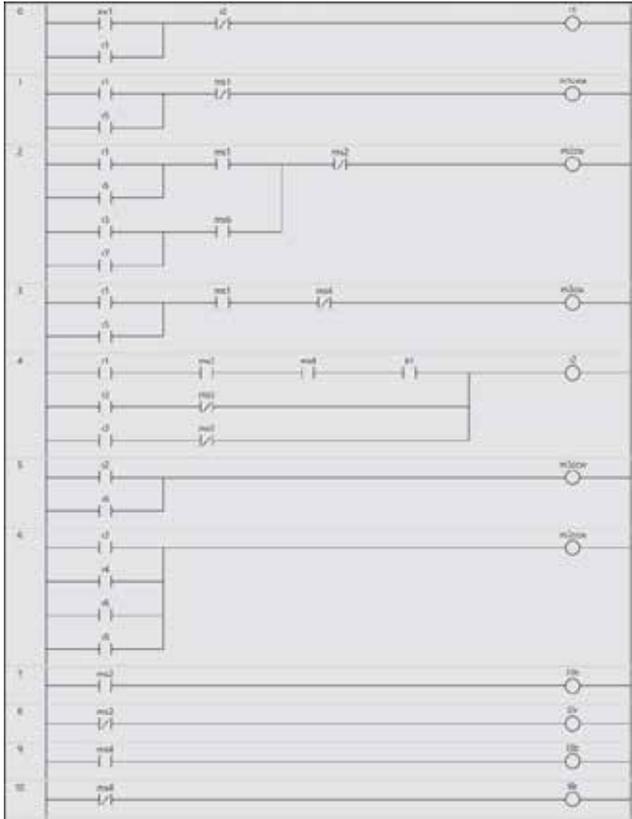


図 11(a) 前半部分

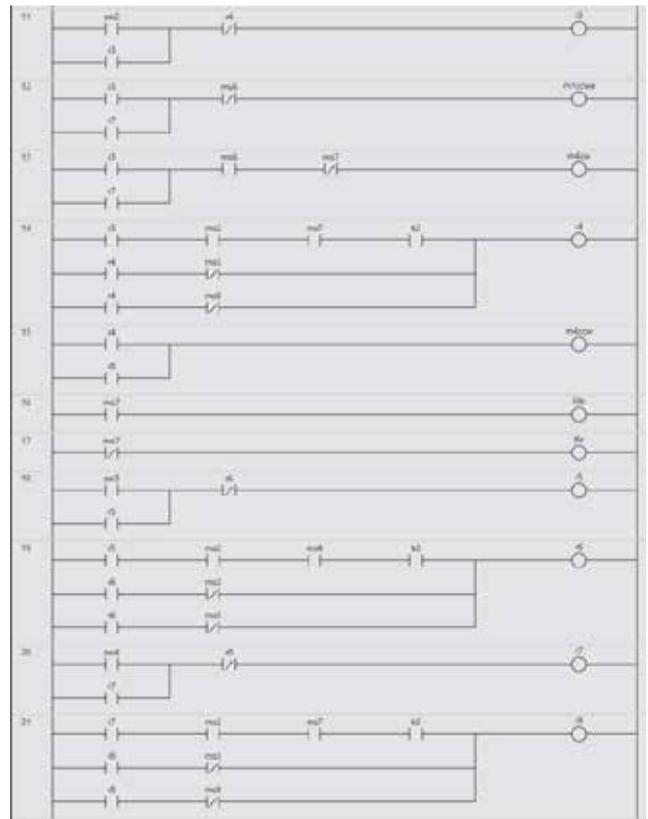


図 11(b) 後半部分

図 11 制御用ラダー図

位置	ポート	説明	R/W	データ型	変数	変数コメント	変数種別
	EtherCATネットワークコンフィギュレーション						
	CPU: 増設ラック						
Built-in	内蔵I/O設定						
	Input Bit 00	入力接点00	R	BOOL			
	Input Bit 01	入力接点01	R	BOOL	sw1		Program0 内部変数
	Input Bit 02	入力接点02	R	BOOL	sw2		Program0 内部変数
	Input Bit 03	入力接点03	R	BOOL	sw3		Program0 内部変数
	Input Bit 04	入力接点04	R	BOOL	sw4		Program0 内部変数
	Input Bit 05	入力接点05	R	BOOL	ms1		Program0 内部変数
	Input Bit 06	入力接点06	R	BOOL	ms2		Program0 内部変数
	Input Bit 07	入力接点07	R	BOOL	ms3		Program0 内部変数
	Input Bit 08	入力接点08	R	BOOL	ms4		Program0 内部変数
	Input Bit 09	入力接点09	R	BOOL	ms5		Program0 内部変数
	Input Bit 10	入力接点10	R	BOOL	ms6		Program0 内部変数
	Input Bit 11	入力接点11	R	BOOL	ms7		Program0 内部変数
	Input Bit 12	入力接点12	R	BOOL	ms8		Program0 内部変数
	Input Bit 13	入力接点13	R	BOOL	k1		Program0 内部変数
	Input Bit 14	入力接点14	R	BOOL	k2		Program0 内部変数
	Input Bit 15	入力接点15	R	BOOL	k3		Program0 内部変数
	Input Bit 16	入力接点16	R	BOOL			
	Input Bit 17	入力接点17	R	BOOL			
	Input Bit 18	入力接点18	R	BOOL			
	Input Bit 19	入力接点19	R	BOOL			
	Input Bit 20	入力接点20	R	BOOL			
	Input Bit 21	入力接点21	R	BOOL			
	Input Bit 22	入力接点22	R	BOOL			
	Input Bit 23	入力接点23	R	BOOL			
	Output Bit 00	出力接点00	RW	BOOL	11b		Program0 内部変数
	Output Bit 01	出力接点01	RW	BOOL	m1cwa		Program0 内部変数
	Output Bit 02	出力接点02	RW	BOOL	m1ccwa		Program0 内部変数
	Output Bit 03	出力接点03	RW	BOOL			
	Output Bit 04	出力接点04	RW	BOOL	m2ccw		Program0 内部変数
	Output Bit 05	出力接点05	RW	BOOL	m3cw		Program0 内部変数
	Output Bit 06	出力接点06	RW	BOOL	m3ccw		Program0 内部変数
	Output Bit 07	出力接点07	RW	BOOL	m4cw		Program0 内部変数
	Output Bit 08	出力接点08	RW	BOOL	m4ccw		Program0 内部変数
	Output Bit 09	出力接点09	RW	BOOL			
	Output Bit 10	出力接点10	RW	BOOL	12r		Program0 内部変数
	Output Bit 11	出力接点11	RW	BOOL	13b		Program0 内部変数
	Output Bit 12	出力接点12	RW	BOOL	14r		Program0 内部変数
	Output Bit 13	出力接点13	RW	BOOL	15b		Program0 内部変数
	Output Bit 14	出力接点14	RW	BOOL	16r		Program0 内部変数
	Output Bit 15	出力接点15	RW	BOOL	m2cw		Program0 内部変数

図 12 IO マップ