

踏切の定時間警報制御に関する基礎検討 列車の位置検知間隔による踏切警報時間の短縮効果

Basic study into Warning Time Optimum Control for Level Crossing The shortening effect of the cycle duration by train position detection interval

○松村太陽¹, 田上貴之², 中島隆³, 小野隆¹*Taiyo Matsumura¹, Takayuki Tanoue¹, Takashi Nakajima², Takashi Ono²

Abstract: On railways in urban areas, the warning time of level crossing gets longer during rush hour, which frequently causes reckless crossings leading to serious injuries or deaths. As a measure against the long closing of level crossings, the authors here intend to improve the start time of the railroad crossing warning adapted to the train velocity. As a result, there is a relationship between the electronic train detectors spacing and warning control start pattern, as well as the reduction of the level crossing warning time in the assumed linear.

1. はじめに

都市部の鉄道では、開かずの踏切が問題となっている^[1]。これは踏切待ち渋滞による経済的損失や踏切内外での事故の誘発、自動車のアイドリングによる環境問題の悪化などを引き起こし、社会的な問題の要因ともなっている。そこで筆者らは、踏切の警報時間の短縮化を目的として、踏切の定時間警報制御について検討している^{[2][3]}。今回は、列車の位置検知間隔と警報制御開始パターンとの関係を示し、想定した線形に於ける踏切警報時間の短縮効果を示した。

2. システム構成

定時間警報制御に関する列車の位置検知方法には、踏切制御子や車輪検出器を用いたものがあるが、ここでは走行中に情報伝送が行える交差誘導線を用いた。

Figure 1 は、本システムの構成である。信号波を送受信する列車が交差誘導線上へ進入すると、車上アンテナと交差誘導線が結合し、車上装置—地上装置間の情報伝送が行える。地上装置は、ねん架による受信レベルの落ち込みを検出し、ねん架間隔に応じた列車の位置と速度を得る。

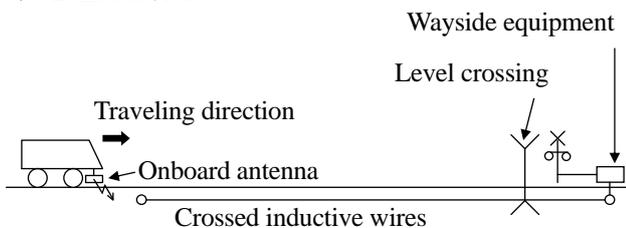


Figure 1. System composition

3. 警報制御開始パターンの算出

定時間警報制御は、検出された列車の位置と速度が、

事前に記憶させた列車の位置と速度のパターンを超えると警報を開始するものとする。このパターンとして、警報開始パターンと警報制御開始パターンを設定した。警報開始パターンは、安全性を考慮し、列車が最大加速度で走行しているものとして、踏切警報時間を確保するために必要な踏切からの距離と速度を示したパターンである。警報制御開始パターンは、列車位置検知の検出値として得られる列車の位置及び速度が、検出間隔や応答時間を考慮し、警報開始パターンを越える前に必ず警報を開始させることができるようにするパターンである。警報は、検出された列車の位置及び速度が警報制御開始パターンを越えた際に開始させる。

Figure 2 は、距離 0 m に踏切が設置されているときの警報制御開始パターンと、警報開始パターンを算出したものである。想定した線区は平坦で、区間最高速度は 100 km/h、警報を開始してから列車が踏切へ進入するまでの最小時間は 40 s、定時間警報制御装置の応答時間は 50 ms、列車の加速を抑止する制御は行わないものとした。警報開始パターンは、踏切外方-1112 m から -400 m までの間に連続的に算出される。ねん架間隔は、走行中に情報伝送が行える最小の長さを超えれば自由に設定できるが、長くなるにつれ敷設費用及び保守費用も増加するので、得策ではない。そこでねん架間隔は、警報開始パターンが始まる-1112 m から 50 m 毎、100 m 毎、200 m 毎の 3 種類として検討した。警報制御開始パターンは、ねん架毎に階段状の離散値となり、各距離に於いて警報開始パターンより速度が遅くなる。これより検出間隔が 50 m のときは、検出間隔が短いため警報制御開始パターンは警報開始パターンに近い傾向が現れているが、検出間隔が大きくなると警報制御

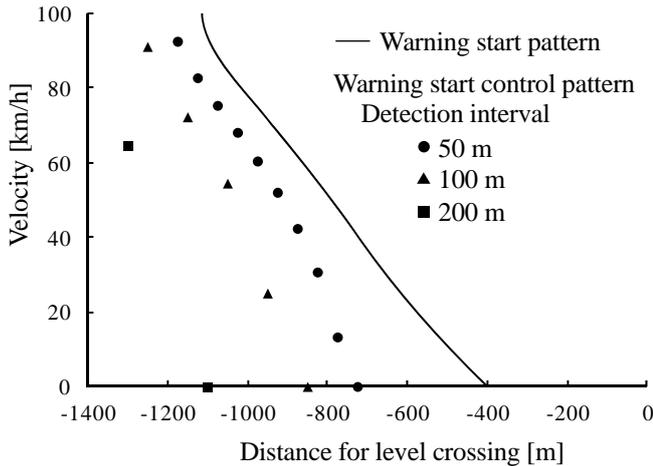


Figure 2. Patterns of warning

開始パターンは踏切と警報開始パターンから遠ざかることになる。

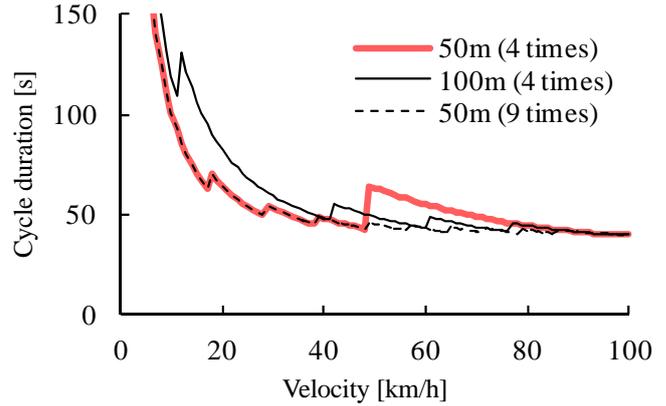
4. 位置検知間隔と踏切警報時間の関係

算出した警報制御開始パターンを基に、列車の位置検知間隔による踏切警報時間の短縮効果を検討した。

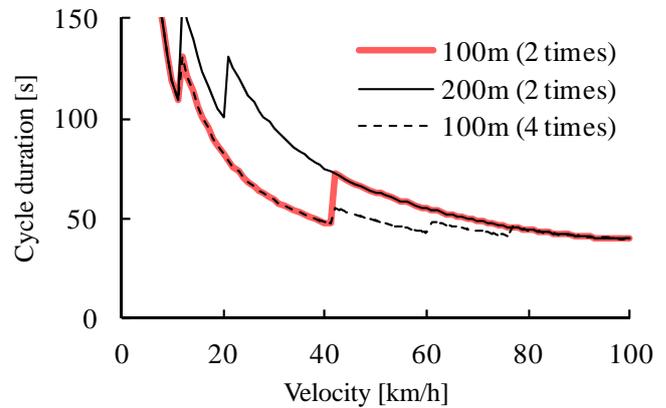
Figure 3 は、列車が一定速度で走行したときの踏切警報時間で、ねん架間隔が(1)は 50 m と 100 m, (2)は 100 m と 200 m である。例えば、ねん架間隔が 200 m, 50 km/h で走行したとき、踏切警報時間は 63.3 s となり、前述した最小時間 40 s に対し踏切警報時間の増加分は 23.3 s となった。同図(1)に於いて、50 m 毎にねん架を行うと、ねん架は 9 箇所となり、踏切警報時間の増加分の合計は 3314 s, 100 m 毎では 4 箇所, 4283 s となった。ここで 50 m 毎のねん架であっても、ねん架位置を -812 m, -762 m, -712 m, -662 m の 4 箇所として踏切に近づけた場合、踏切警報時間の増加分は 3472 s となった。これより、ねん架を行う回数を同一の 4 回であっても、ねん架位置は踏切に近づけた方が踏切警報時間の増加分は 18.9 % 減少した。これは、速度が低いほど踏切警報時間の長大化に与える影響が大きいためである。同図(2)は同様の検討を行った結果で、ねん架間隔が 200 m 毎の場合、ねん架は 2 箇所、踏切警報時間の増加分の合計は 5609 s となった。また、100 m 毎のねん架であっても、ねん架位置を -812 m, -712 m の 2 箇所とした場合、踏切警報時間は 4639 s となり、200 m 毎の 2 箇所と比較し、17.3 % の短縮効果が得られた。

5. まとめ

列車の位置検知間隔と警報制御開始パターンの関係を示し、想定した線形に於ける踏切警報時間の短縮効果を示した。本手法を用いることで、システムを構築



(1) Comparison of 50 m and 100 m



(2) Comparison of 100 m and 200 m

Figure 3. The relation of the Cycle duration to change of turning interval

する際に設ける踏切警報時間を短縮する目標値から、位置検知間隔を決定することができる。また、一般的な区間では位置検知間隔を長くすることとして、端末駅や連動駅などに多く見られる、ラッシュ時に列車が低速で走行する頻度が高い区間に於いては、その箇所のみ間隔を短くするといった活用方法を見いだすことも可能である。

以上、本方式が、開かずの踏切の対策の一つである踏切警報時間の短縮に対し有効であることを明らかにした。

6. 参考文献

- [1] 国土交通省：「踏切交通実態総点検結果」, 2007
- [2] 松村太陽, 小野隆：「交差誘導線を用いた連続的な列車位置検知方式による踏切警報定間制御に関する研究」, 電気学会論文誌A,基礎・材料・共通部門誌, Vol.129, No.8, pp.500-506, 2009
- [3] 松村太陽・小泉健太郎・中島隆・小野隆：「踏切の定時間警報制御に於ける列車の検出間隔と警報時間の短縮効果」, 平成 24 年電気学会全国大会, 5-066, 2012