

ICタグを利用したトンネル坑外軌条バッテリーロコ安全運行支援システムの開発

戸田建設株式会社 ○正会員 伊藤耕一 山口輝彦 中川三津雄 高木稔

1. はじめに

IC タグは IC チップに格納した情報を無線通信を利用して非接触で認識を行なう電子媒体であり、物流業界、運輸、公的証明などに利用され始めている。最近では 0.4mm 角のミューチップが開発され、商品への埋め込みによる新しい利用方法の実現が近い。建設業界でもインテリジェント基準点、ミキサ車配車、コンクリート落下検出他で既に実用化されている。本稿では並列同時施工の山岳トンネル工事において、坑外軌条内でのバッテリーロコ安全運行のニーズに対して開発した支援システムについて述べる。

2. バッテリーロコの輻輳運行

山岳トンネル工事の掘削、吹き付け、ズリ運搬等の方法にはタイヤ方式と軌条方式がある。軌条方式ではバッテリーロコを牽引車としてズリ鋼車、ジャンボ、吹き付け台車を運搬する。特に複数トンネルを同時に施工する場合には、坑外設備への車輛運行が輻輳すること及び車輛同士の見通しが利かない位置があることなどの要因により、車輛間の安全確認が困難となる問題がある。本システムは坑外軌条を走行する各車輛の相互の位置を検出し、進行方向の安全確認とそれによるサイクルタイムの向上を目的としている。システムではバッテリーロコの位置をレール側方に埋め込んだ IC タグとバッテリーロコのアンテナにより検出し、無線 LAN を通信手段として各バッテリーロコの運転席に各車輛位置を表示する。さらに、車輛の運行に連動して他のバッテリーロコの運転席に車輛接近注意や警報を表示し、追突、接触事故を防止する。

工事の与条件

- ・工法：NATM 工法（発破）、ショートベンチ
- ・トンネル延長：700m 2 坑（平行、同時掘削）
- ・バッテリーロコ編成：3 編成×2=6 編成
- ・ズリピット：1 箇所
- ・掘削サイクル：2 トンネル同時施工
- ・坑外軌条設備：2 トンネル共用

図-1 に示すように、坑口からズリピットやバッチャープラント、資材置場の見通しが利かず、入坑、出坑の際に見張り員をおくか、信号を設置するなどの措置を講ずる必要があった。

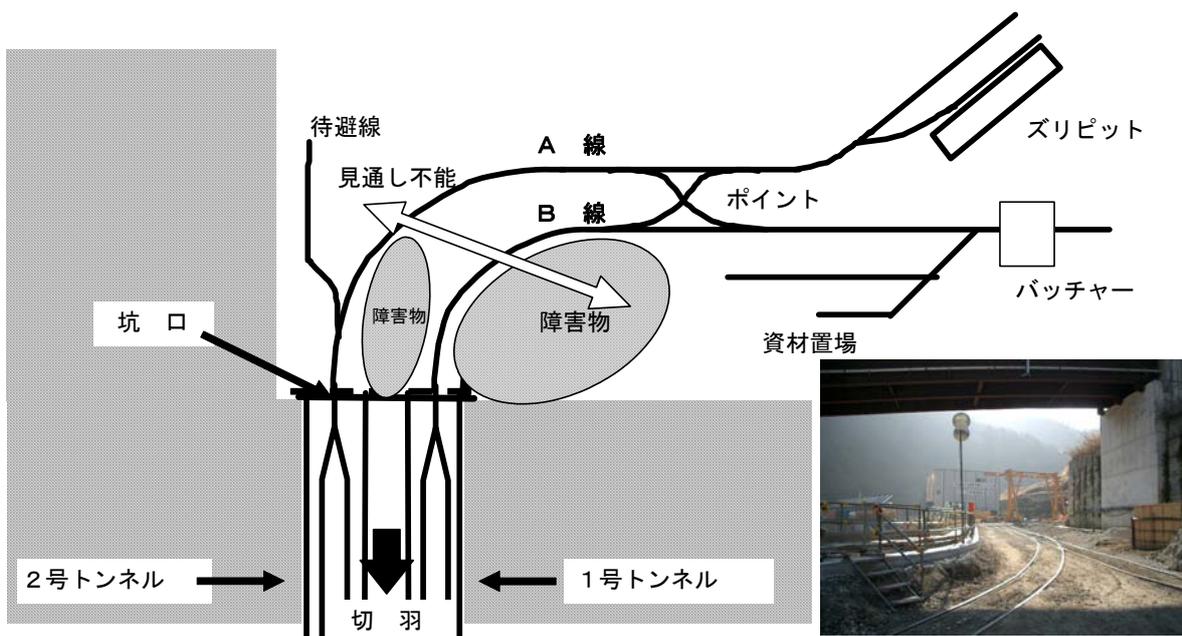


図-1 坑外の軌条平面図

3. 無線 LAN を用いたバッテリーロコ安全運行支援システム

(1) システムの機能

- ・バッテリーロコの位置を検知する
- ・バッテリーロコの位置情報を送信、受信する
- ・バッテリーロコの運転情報を検知する
- ・各バッテリーロコの移動先を他のロコに送信する
- ・接近注意や逆方向進入時にアラームを発する

(2) IC タグと無線 LAN



図-2 バッテリーロコ位置表示画面

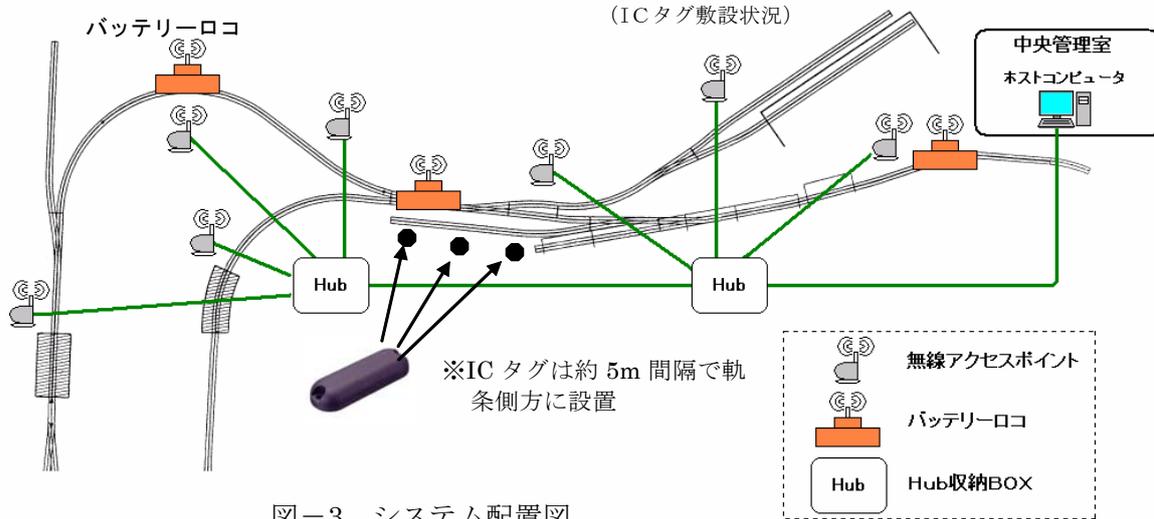


図-3 システム配置図

(3) 注意喚起ルール

本システムでは同一路線内にバッテリーロコが進入することを防止するために、ポイント間で区分した隣接ブロックに車両が進入した場合と同一路線へ進入した場合に警告或いはアラームを発信し、注意を促す。そのルールの一例を図-4 に示す。

(4) システムの課題と対処

- ・位置表示の応答性の改善: バッテリーロコとサーバーとの通信は無線 LAN 方式とし、前回開発 PHS 方式と比較してレスポンスを向上させた。PHS では約 20sec のタイムラグがあったが、無線では 1sec 程度に改善された。
- ・IC タグの読取: トンネル坑外エリアは工事用車両の通行や坑口付近では小型重機の通過がある。このため地上に設置した IC タグがしばしば破損する事態が生じた。この問題に対しては、穴あきブロックの空洞部にモルタルを充填させて IC タグを固定し保護した。IC タグ情報はブロックの厚さ 30mm と土砂 20mm を介して受信できた。
- ・IC タグの検出アンテナ: 坑内と坑外の不陸がある軌条を走行する際に障害物に接触し、アンテナの向きが変わってしまうことや脱落するケースがあった。アンテナの取付け方法を再検討し、位置を変更した。

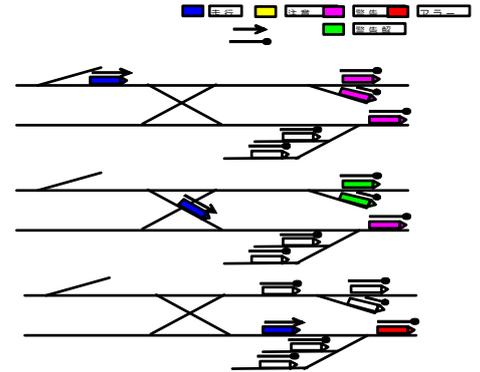


図-4 注意喚起ルール

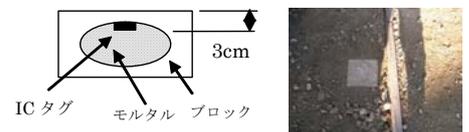


図-5 ブロック内の IC タグ

4. おわりに

今回開発したシステムは、国土交通省九州地方整備局大分川ダム仮排水路トンネル工事で適用されている。これまで本システムのベースとなった運行管理システムが既にシールド工事（距離 3,685m）と TBM 工事（距離 5,316m）で使用されている。今後は前システムを無線 LAN 方式にバージョンアップする予定である。