

# 移動式防護柵「ロードジッパーシステム」

澤田石 貞 彦

高速道路上の工事に伴う車線規制において、規制内への一般車両の誤進入防止などの安全性および規制作業の効率性向上のため、新たな交通規制技術として高速道路リニューアルプロジェクト（大規模更新・修繕事業）などの交通規制および交通運用に移動可能な防護柵「ロードジッパーシステム（Road Zipper System）」（以下「本システム」）を活用している。本稿では、導入にあたっての効果検証から高速道路の車線規制および車線運用への活用に伴う安全性の向上と渋滞抑制の効果、並びに今後の展開等について報告する。

キーワード：高速道路，老朽化，リニューアル工事，防護柵，交通規制，移動式

## 1. はじめに

日本における高速道路インフラの整備が始まって約半世紀が経ち高速道路の老朽化が進むなか、各高速道路会社では安全・安心を次の世代に繋ぐために橋梁やトンネルなどの大規模更新・修繕事業を行う高速道路リニューアルプロジェクト（以下「リニューアル工事」）を順次実施している。リニューアル工事においては、通行止めによる工事実施も一部あるものの、多くは一般車両を通行させながら行うため、従来の「ラバーコーン」による規制では一般車両の規制内への誤進入を完全に防止することはできず作業員の危険性は高いものとなっている。

一方で「ラバーコーン」より硬固な「仮設カードレール」による規制においては、設置にクレーン等を使用するため作業に時間が掛かり渋滞発生の要因にもなっている。そのため、東日本高速道路株（以下「NEXCO 東日本」）では、走行車両の誤進入防止による安全性の向上とともに規制作業の効率化による渋滞抑制を図るため、新たな交通規制技術である専用の作業車両 Barrier Transfer Machine（以下「専用作業車」という）を用いた移動可能な防護柵（本システム）（写真—1）を導入・活用している。

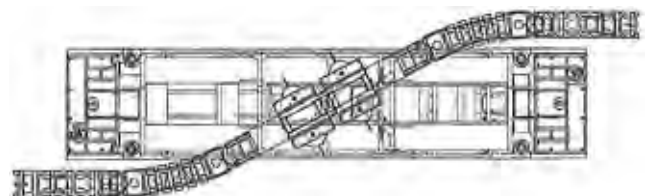
本システムは米国の Lindsay Transportation Solutions Sales & Service LLC（以下「LINDSAY 社」）が開発・製造・販売したシステムであり、NEXCO 東日本グループが LINDSAY 社と契約締結し、日本国内での販売・リース等を全て行っている。システムの概要は専用作



写真—1 専用作業車の作業状況（海外の事例）

業車の床下に曲線ガイドケーブルを装着したコンベアシステム（図—1、写真—2）により専用の防護柵ブロックの位置を車線横断方向に 3.0 m ～ 5.5 m の範囲で移動させるものである。

使用する防護柵ブロックは 3 種類あり、主に使用するのは鉄筋コンクリート製防護柵ブロック（写真—3）で高さ 810 mm，幅 460 mm，延長 1,000 mm，1 基当りの重量は約 680 kg あり、それ以外は道路線形や縦断勾配に追従するために一定間隔に配置する伸縮可能な鋼製エクステンション（写真—4）と、車両の衝突等を緩和するために規制端部に設置する緩衝用防護柵



図—1 専用作業車構造概念図



写真一 2 専用作業車およびコンベア部



写真一 5 緩衝用防護柵

(写真一 5) で構成される。



写真一 3 コンクリート製防護柵ブロック

## 2. 本システム導入にあたっての検証

NEXCO 東日本グループでは、本システムの日本への初導入にあたって有用性の確認検証のため実証実験(常磐自動車 2016.4～7)を実施(写真一 6)し、ラバーコーンによる従来規制方式と比較して本システムが走行車両(運転手)に与える安全性および走行信頼性の高いことを確認している。具体的には高速道路上でラバーコーンおよび本システムそれぞれの規制を同時に実施して、規制区間を走行する車両の挙動を跨道橋上に設置した固定カメラとラバーコーン設置車両および専用作業車の追従カメラを用いて撮影し、画像分析を行った。その結果、規制の設置・撤去作業時において、車両が避走挙動する割合はラバーコーン方式と比べ15%程度低下し(図一 2)、車線の規制時では、走行車両がブレーキを踏む挙動はラバーコーン方式と比べ減少した(図一 3)。

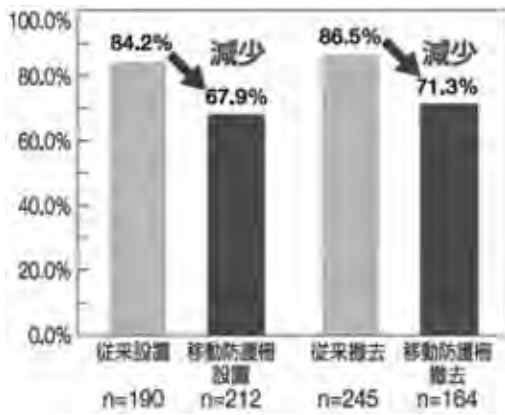


写真一 4 鋼製エクステンション

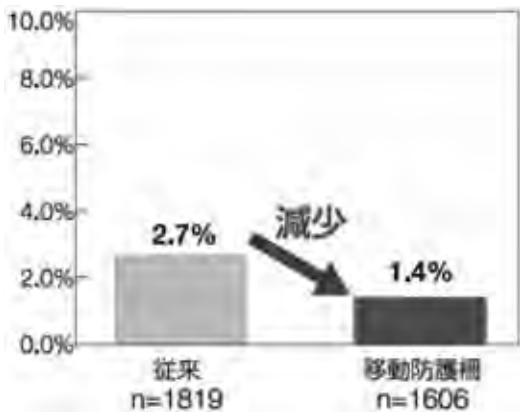
その後、東京外かく環状道路の建設工事や関越自動車道の付加車線設置工事の規制への活用を進め、本システムの特長である規制材の迅速かつ効率的な設置・撤去および安全の確保等を確認し、本格的にリニューアル工事での活用を進めており、その具体的な事例・取組みを以下に紹介する。



写真一 6 常磐自動車道での実証実験(規制比較)



図一 2 車両の挙動比較 (避走挙動)



図一 3 車両の挙動比較 (ブレーキ挙動)

### 3. 本システムの本格導入・活用

#### (1) 道央自動車道 島松川橋リニューアル工事

道央自動車道 (以下「道央道」) のうち、供用から約 49 年が経過し雪氷対策作業による凍結防止剤等の影響を受けて老朽化が顕著な島松川橋の床版取替工事の実施にあたり、渋滞抑制等への対応として車線運用・交通規制に本システムを活用した。

##### (a) 区間の概要

本システムを活用した島松川橋は、北海道の玄関口の新千歳空港と主要都市の札幌を結ぶ北海道内の高速道路のうちでも重要な路線および区間である道央道恵庭 IC ~ 北広島 IC 間に位置し日断面交通量は約 40,000 台が通行する上下線各 2 車線の区間である。

##### (b) 交通規制の検討

本工事は上下線のうち上り線側の橋梁床版を取替る工事であるが、先の記載のとおり重要路線かつ区間であることから長期間にわたって上り線を通行止めすることは困難であるため、下り線を規制して対面で通行させる交通規制の検討を行った。一方、当該区間の交通特性として新千歳空港を利用するお客さまや札幌を中心とした物流・営業車などの影響により月曜日～土

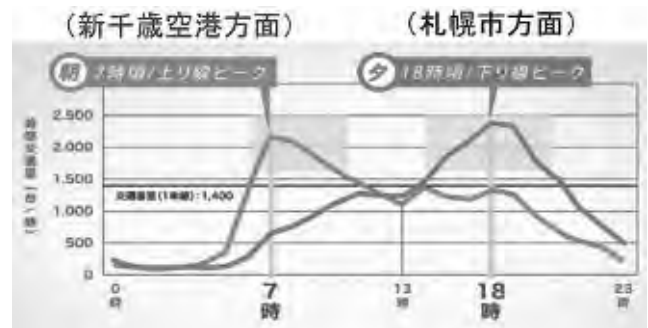
曜日の利用交通量は、午前は上り線 (札幌⇒新千歳空港) が多く午前 7 時頃がピーク、午後は下り線 (新千歳空港⇒札幌) が多く 18 時頃がピークとなっており、上下線の時間帯交通量の差が顕著でそれぞれのピーク時の時間交通量は共に 1 車線の交通容量 (1,400 台/h) を超える交通量であることから対面での通行規制では日々渋滞が発生すると予測された (図一 4)。

##### ① 時間帯別車線運用計画の検討

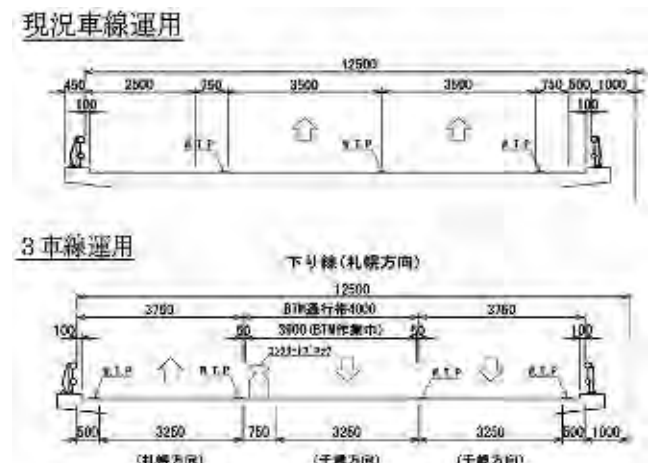
そのため渋滞抑制対策として、路肩および車線の幅員をそれぞれ 1.25 m → 0.50 m, 3.50 m → 3.25 m に可能な範囲で縮小し、下り線において 3 車線分を確保し「上り 2 車線・下り 1 車線」⇔「上り 1 車線・下り 2 車線」と月曜日～土曜日の交通特性に合わせて時間帯による車線切替えを計画した (図一 5)。なお、日曜日の利用交通量は午後もし上り線は 1 車線交通容量を下回らないことから、新千歳空港へのアクセスの定時性を確保するため、終日上り線は 2 車線運用とした。

##### ② 交通規制・運用計画の検討

日々の対面通行の車線切替に関して、日本で対面通行規制に使用実績のある簡易中分 (ポストコーン) での規制では、交通管理者から「重交通区間では正面衝突等の重大事故の発生リスクが高い」との意見があったことや、通行止めを伴わずに車線切替を行うこ



図一 4 上下線別時間交通量図



図一 5 車線運用図

とは不可能であることから、通行車両の安全性の確保および規制材設置作業の効率化が図られ、欧米で車線切替の実績のある本システムの活用検討を進め、交通管理者と「防護柵ブロックによる仮設中央分離帯の構築、時間帯に応じた中央分離帯の切替による車線数の変更計画」の協議を行い、その結果、日本国内で初めてとなる高速道路本線上での2車線⇔1車線への車線切替、交通規制を本システムにより実施した。

### (c) 交通規制の実施

実際の交通規制は、2018年5月末から7月中旬（日曜日を除く）まで、毎日昼12時～13時および深夜0時～翌1時の時間帯で本システムでの仮設中央分離帯の移動による上下線の車線数の切替を実施した（図-6、写真-7）。

### (d) 本システムの導入効果

今回、本システムによる交通規制を実施した結果は、各1車線での対面通行規制を通常どおり実施した場合、平日（月曜日～土曜日）での渋滞日数および最大渋滞長の予測は上り線で37日・18km、下り線で27日・18kmに対して実際の渋滞発生は上り線で0日・

0km、下り線で6日・3.4kmとなり、休日では渋滞日数・最大渋滞長の予測は上り線で5日・14km、下り線で6日・8kmに対して実際の渋滞発生は上り線で0日・0km、下り線で6日・5.1kmと、予測に対して渋滞は軽減され、平日・休日とも渋滞抑制効果が得られた。また大きな事故もなく、防護柵ブロックによる中央分離帯突破の回避などお客さまの安全にも寄与したものと考えられる。

### (2) 北陸自動車道 高瀬橋リニューアル工事

北陸自動車道（以下「北陸道」）のうち、供用から約42年が経過し老朽化・劣化が顕著である高瀬橋の上り線（長岡方面）の床版取替工事において渋滞抑制等への対応として交通規制に本システムを活用した。

#### (a) 区間の概要

本システムにより交通規制を実施した高瀬橋は、北陸道 長岡JCT～中之島見附IC間の長岡JCTの分岐手前に位置し、長岡JCTの北陸道（富山方面）への分岐ランプ（変速車線部）を含んでおりJCTのランプ車線を含めると3車線分の幅員が確保されている。

#### (b) 車線運用・交通規制の検討概要

当該区間の交通量は、日断面交通量 約32,000台と比較的多く、通常、床版取替工事を行う際の交通規制は、上り線の工事の場合、上り線を通行止めして下り線の2車線を活用してそれぞれ1車線に絞って対面通行により交通を確保するが、今回、通行車両を1車線に絞った場合には、上下線ともそれぞれ大きな渋滞の発生が予測され大規模な交通規制が必要となる。そのため、当該橋梁の幅員が3車線分ある特色を活かし、更に通常の1車線3.5mの幅員を3.25mに縮小して床版取替の施工範囲を幅員方向に3分割し、通行可能車線を2車線確保しながら1車線ずつ床版を取替る施工方法と交通規制検討を進めることとした。

これにより、いずれかの車線を施工する際でも通行可能車線を2車線確保することができ、広い施工ヤードを必要とするラフタークレーンの作業では交通量の少ない時間帯に通行可能車線を1車線に絞って作業ヤードを2車線分確保して、日々、時間帯によって規制車線の切替を行うこととした（図-7）。

#### (c) 本システムの導入効果

2018年8月下旬～11月中旬での交通規制の実施にあたっては、平日（月曜日～土曜日）の時間交通量が多い7時～12時の間は通行可能車線を2車線確保し、それ以外の12時～翌7時は2車線を規制して通行可能車線は1車線に設定して規制した2車線で工事を実施した。また休日は7時～20時の間、2車線の通行

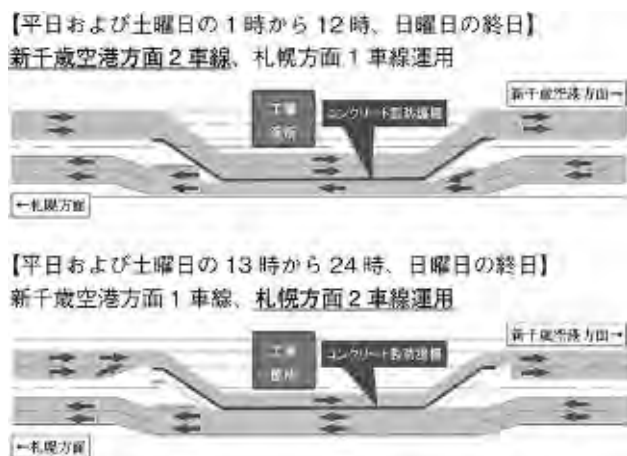
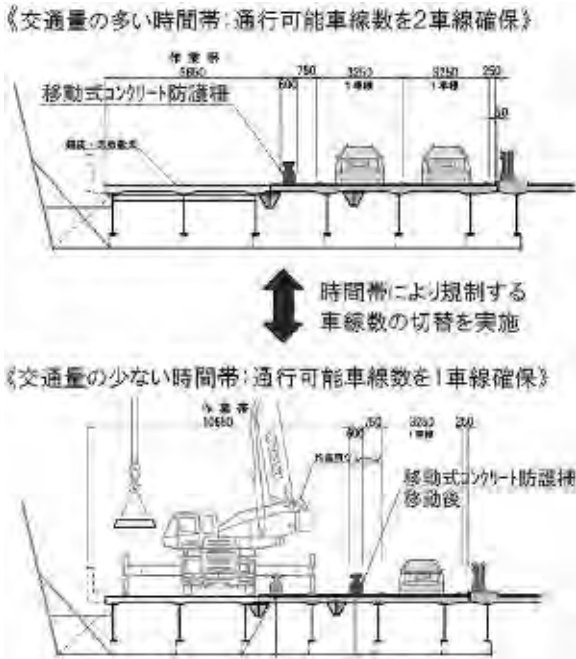


図-6 交通規制図（道央道）



写真-7 交通規制状況（道央道）



図一七 施工時の幅員構成図（北陸道）



写真一八 交通規制状況（北陸道）

可能車線を確保し、それ以外の20時～翌7時は通行可能車線を1車線として防護柵ブロックの切替を本システムにより実施した（写真一八）。

なお、工事実施期間は雨天日が多く、床版取替に付随する工事が降雨の影響を受けて作業の工程管理に苦慮されたものの予定期間内で床版取替を完了することができた。その間、工事による渋滞は最大3.0kmの渋滞が30分程度、最大1.7kmの渋滞が2時間程度と2回発生したものの、いずれも比較的小規模であり、工事規制による渋滞の観点からはお客さまへの影響は最低限に抑えられ、防護柵ブロックによる中央分離帯突破の回避、大きな事故も無くお客さま並びに作業員の安全の確保にも寄与したものと考えている。

(3) 他的高速道路会社による活用事例

本システムはNEXCO 東日本が日本で初めて導入したものの、当社以外にもNEXCO 中日本の東名高速道路リニューアル工事の交通規制に本システムが活

用されており、下記の工事においては対面通行規制の仮設中央分離帯に防護柵ブロックを設置し、車両の中央分離帯突破による重大事故の防止および仮設中央分離帯の設置・撤去に要する期間の短縮を図るために本システムが活用された。

- ・2017年度 東名リニューアル工事（東名高速道路 沼津IC～富士IC間）  
規制種別：昼夜連続・対面通行規制  
工事内容：赤渕川橋（下り線）床版取替
- ・2018年度 東名リニューアル工事（東名高速道路 裾野IC～富士IC間）  
規制種別：昼夜連続・対面通行規制  
工事内容：下長窪橋（上り線）および愛鷹橋（上り線）床版取替

4. 今後の展開について

(1) 更なる本システムの活用

令和2年現在、NEXCO 東日本およびNEXCO 中日本のリニューアル工事を中心に多くの工事で本システムの活用が進められる中、新たにNEXCO 西日本においても中国自動車道リニューアル工事で本システムによる工事規制・車線運用が計画され、日本各地の高速道路工事において本システムの活用が進められてきている。

(2) 更なる効率化に向けて

高速道路工事で本システムが多く活用される一方で、本システムの活用における課題もあり、米国を含め海外で多く使用されているものの、専用作業車の形状等は車線数も多く広い海外の道路に適合した大型となっており、その数値は表一1のとおりとなっている。

現在、専用作業車の輸送は、日本の大型特殊車両形状の一般制限値を超え各種規定値に適合していないためコンベアを取外した上で低床トレーラーに積載しての運搬となり、かなりの時間・労力・費用を要している。

また、工事規制用の専用作業車（図一8）の他に車線運用に使用する専用作業車（図一9）があり、車線運用の専用作業車は日本の1車線内に収まるが車両重

表一1 専用作業車形状数値

工事規制用専用作業車 ( ) コンベア外し数値	
幅	4.32 m (2.54 m)
車両長	14.8 m (12.8 m)
重量	22 t (20 t)

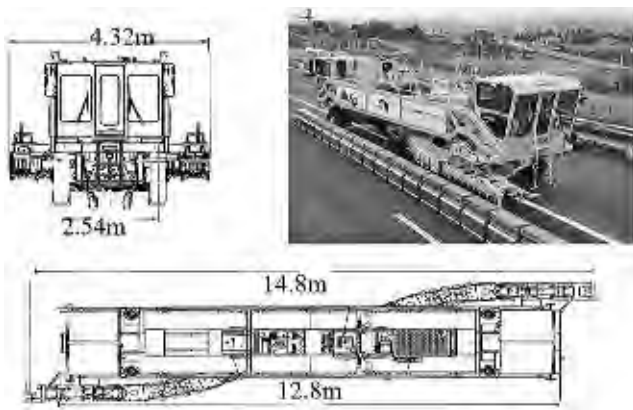


図-8 工事規制用専用作業車

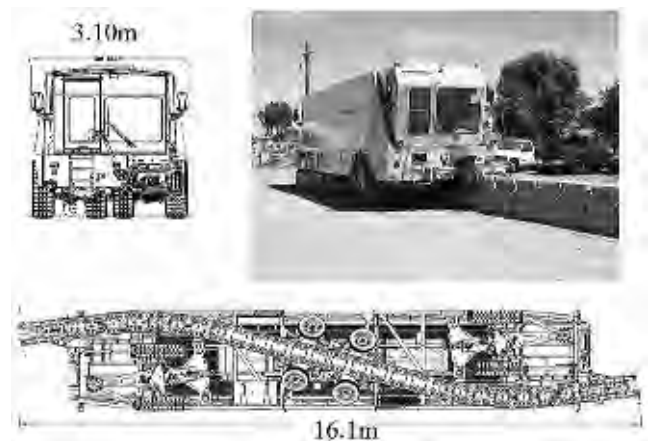


図-9 車線運用専用作業車

量が25t以上で橋梁等を通行するには過重関係の確認が必要で、いずれの専用作業車においても移動に際してかなりの時間と労力が掛かるものとなっている。

このためNEXCO東日本グループでは、より安全に効率的に本システムを活用するために専用作業車のコンベア部を外さずに工事規制内(1車線内)での走行が可能で、特別な低床トレーラーではなく通常のトレーラーで運搬可能な車両のサイズなど、日本の仕様検討とともに専用作業車の小型化の開発をLINDSAY社とともに進めている。

## 5. おわりに

高速道路を末永く安全にご利用頂くため、今後、高速道路リニューアル工事は更に増える見込みであり、一方で高速道路上における工事の交通規制への一般車

両の誤進入による事故対策や、重交通量かつ長期間となる交通規制内作業の安全性確保が課題となっている。また、併せて夜間等の限られた時間帯で交通規制内作業を効率良く行う必要があり、これらの工事規制の安全性・効率性の向上に本システムが寄与するとともに工事の渋滞対策として多くの機関に活用されることを望んでいる。

JCMA

### [筆者紹介]

澤田石 貞彦 (さわたいし さだひこ)  
東日本高速道路(株) 技術本部 事業創造部  
事業創造部長

