

電子牽引による後続無人隊列走行システム
基本設計書

令和元年 11 月

国土交通省自動車局
先進安全自動車推進検討会

履歴

年月日	履歴内容
平成 30 年 10 月 10 日	第一次案 策定
令和元年 11 月 20 日	改訂第 1 版 2.3.10 割り込み発生時の処置の改訂

目次

1.	はじめに	1
1.1	電子牽引による後続無人隊列走行システム.....	1
1.2	基本設計書の位置づけ.....	2
1.3	電子牽引による後続無人隊列走行システムの機能.....	2
1.4	適用範囲	2
1.5	用語の定義.....	3
2.	機能の概要.....	6
2.1	本システムの機能.....	6
2.1.1	システムの信頼性.....	6
2.2	隊列車群を形成する機能	7
2.2.1	隊列車群形成	7
2.2.2	走行準備	7
2.3	隊列車群で走行する機能	8
2.3.1	発進時の安全確認装置.....	8
2.3.2	牽引車と被牽引車間の情報通信	8
2.3.3	隊列車群の維持	9
2.3.4	車間距離の維持	9
2.3.5	被牽引車の横方向制御.....	10
2.3.6	灯火器の連動.....	11
2.3.7	サイバーセキュリティ.....	12
2.3.8	後側方視界.....	12
2.3.9	車線変更時の周辺監視（合流時を含む）	13
2.3.10	割り込み発生時の処置.....	13
2.3.11	システム作動限界時及びシステム故障時の処置（情報通信装置を除く）	14
2.3.12	被牽引車の故障及び異常発生時の処置.....	15
2.3.13	情報通信装置の故障時の処置.....	15
2.4	隊列車群を解除する機能	16
2.4.1	隊列車群解除	16
2.5	牽引車におけるヒューマン・マシン・インターフェース（HMI）	16
2.5.1	通常走行時の HMI	16
2.5.2	故障・異常発生時の HMI.....	17
2.5.3	ドライバーモニタリング機能.....	17
2.6	車外報知（周辺車両への HMI）	17

2.6.1	通常走行時の車外報知.....	17
2.6.2	緊急時の車外報知.....	18
3.	特記事項	19
3.1	インフラ側での対応	19
3.2	隊列走行の運転者への周知.....	19
3.3	割り込み防止の措置	19
3.4	社会的周知（キャンペーン等）	19
3.5	その他.....	19
3.5.1	事故時要因解析のための装置	19
3.5.2	運行管理	20

1. はじめに

1.1 電子牽引による後続無人隊列走行システム

物流サービス等における運転者不足は、今後物流量の飛躍的な増大が予測される中で、我が国経済にとって深刻な課題となりつつある。しかし自動運転車の実現により、運転者の負担を軽減したり、必要な運転者の数を減らしたりすることなどで、運転者不足の課題を解決することが期待できる。

大型トラックの領域では、複数の車両が隊列を形成して走行する「隊列走行」について検討が行われてきている。全ての車両に運転者が乗車することを前提とした有人隊列走行では運転者の負担の軽減が期待できる。一方先頭を走行する牽引車にのみ運転者が乗車し、後続の被牽引車を無人にする「後続無人隊列走行」では必要な運転者の数を減らすことにより運転者不足の課題を解決することが期待できる。

【本基本設計書における電子牽引による後続無人隊列走行システムの前提】

- ①電子牽引による後続無人隊列走行システム（以下本システムという）では、有人の牽引車の後方に1台または複数台の無人の被牽引車を電子的に連結して走行する。電子的な連結とは車両間を通信等により接続するもので、物理的な連結は存在しない。
- ②本システムは高速道路上での運用を想定する。すなわち、複数の車両が通常の運転により、高速道路と進入路・退出路と接続されたサービスエリアやパーキングエリアまたは専用の隊列形成エリア等まで走行し、隊列を形成するために用意される隊列形成エリアで車両間は牽引車の運転者の操作により電子的に結合され隊列車群を形成する。
- ③一旦隊列車群が形成されると、隊列車群が解除されるまで、被牽引車は牽引車と適切な車間距離、横方向位置を保ちながら走行する。
- ④本システムを構成する被牽引車は自動運転車ではない。
- ⑤隊列車群の安全運行は基本的に牽引車の運転者の責任による。
- ⑥隊列車群は流入路を走行して高速道路本線に流入する。（隊列走行の専用車線は想定していない）
- ⑦本線の車線数変動する場合や、登坂車線、分岐等、また障害物が存在する場合等においては牽引車の運転者の安全確認により車線変更を行う場合がある。
- ⑧電子牽引であるため、隊列車群の車両間に他の車両が侵入することは基本的に想定しない。
- ⑨目的地に到達したらサービスエリアやパーキングエリアまたは専用の隊列解除エリア等に退出路を経由して退出し、隊列を解除するために用意される隊列解除エリアに停止する。この状態で車両間は牽引車の運転者の操作により電子的な連結が解除され隊列車群を解除する。隊列車群を解除した車両は通

常の車両として運転者により運転される。

1.2 基本設計書の位置づけ

本基本設計書は、電子牽引による後続無人隊列走行システムの設計を行う際に必要な技術的要件や配慮すべき事項等をまとめたものである。

1.3 電子牽引による後続無人隊列走行システムの機能

隊列走行とは、車両を電子連結技術により一体に制御し、複数台のトラックが隊列車群を構成して走行するものをいう。このうち電子牽引による後続無人隊列走行システムは、運転者が乗車する牽引車の後方に 1 台または複数台の無人の車両が、あたかも牽引されているように追従し、隊列として走行する。牽引車の発進、停止や車線変更等の操作時も分離することなく隊列として走行する。被牽引車は隊列車群を構成中は個々の自律運転機能を有さない。

【解説】

本システムは、運送事業における運転者不足を背景に複数台のトラックを一人の運転者が運行し、高効率の運行を実現することを目指している。牽引車は運転者が運転するが、様々な運転支援技術の適用は許容される。無人の被牽引車は、常時牽引車に追従するようにコントロールされる。隊列走行の安全運行については基本的に牽引車の運転者が全ての責任を有する。すなわち、発進時の安全確認や車線変更時の周辺安全確認についても牽引車の運転者の責任となる。

1.4 適用範囲

① 車両

GVW12 トン超の貨物車に適用する。

【解説】

本システムは、大型トラックまたは大型セミトレーラへの適用を想定する。

② 道路

高速自動車国道に適用する。

【解説】

本システムは、当面外乱の少ない高速道路内（いわゆる高規格の高速道路。都市高速は除く）での運用を想定する。技術が進化し、適用範囲が一般道に拡張されることを制限するものではない。

1.5 用語の定義

(1) 電子連結

物理的な連結の代わりとして、電子制御により車両間を一定の距離に保つ技術。例えば牽引車の車速や加減速度、位置情報を無線通信で送受信し、被牽引車が電子制御によって牽引車へ追従する技術。

(2) 電子牽引

電子連結のうち、隊列車群の後続車両が、自律走行を行わずに牽引車に追従して走行する技術。

(3) 牽引車

隊列車群の先頭を走行する車両で、運転者により運転される車両。高度運転支援機能が適用される場合がある。

(4) 被牽引車

牽引車の後方を走行する車両。被牽引車は自動運転車ではない。

(5) 後続無人隊列

有人の牽引車と、電子牽引される 1 台または複数台の無人の被牽引車から構成される隊列車群。

(6) 隊列車群

電子連結により結合された牽引車と 1 台または複数台の被牽引車から構成される隊列。

(7) 隊列車群形成

高速道路のサービスエリアやパーキングエリアまたは専用の隊列車群形成エリア等の隊列車群形成場所において、停止状態の複数車両が電子連結により隊列車群を形成する。

(8) 本線合流

隊列車群が隊列形成場所から発進し、共用または専用のランプ（進入路）を経て高速本線に進入すること。

(9) 本線走行

高速本線に進入した隊列車群が本線を走行すること。同一車線内の走行に加え、道路仕様や交通状況、障害物や危険回避のための車線変更を含む。

(10) 割り込み

本線走行する隊列車群の車両間に隊列車群を構成する以外の車両が進入すること。

(11) MRM (Minimal Risk Maneuver)

隊列維持が困難な場合に、自動で隊列車群を停止させ、最小リスク状態を達成するための機能。MRM が一旦作動した場合には、再び縮退運転や通常運転に移行しない。

【解説】

MRM には、例えば、車線維持停止型や路肩退避型等が考えられる。円滑な交通流の確保や安全の確保の観点から路肩退避型が望ましい。

(12) 縮退運転

MRM を即座に作動させることが円滑な交通流の確保または安全の確保の観点から望ましくない場合、一部機能や速度等を制限しながら隊列走行を維持すること。縮退運転から通常運転への復帰は可能。

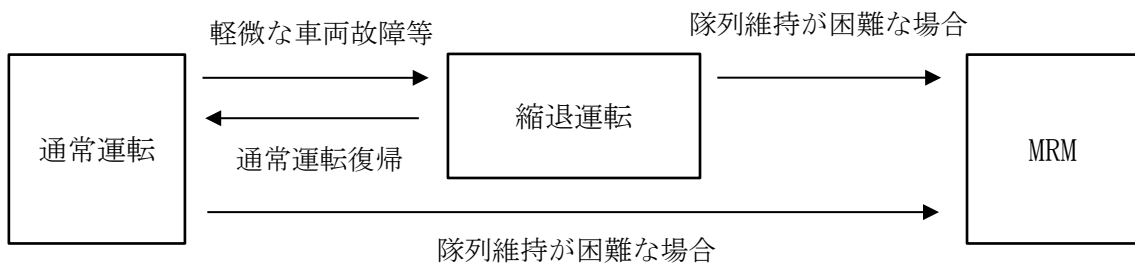


図1 縮退運転

(13) 本線退出

本線走行している隊列車群が、サービスエリアやパーキングエリアまたは隊列解除エリアに向けて本線と接続された共用または専用のランプ（退出路）に退出すること。

(14) 隊列車群解除

高速道路のサービスエリアやパーキングエリアまたは隊列解除エリア等の隊列解除場所において、停止した隊列車群を構成する車両が電子連結を解除し、個々の車両として走行できる状態になること。

(15) システム作動限界

システムは正常に作動しているが、環境等の影響で十分な性能が発揮できない状況のこと。

(16) システム故障

システムが機能しない状況のこと。

2. 機能の概要

2.1 本システムの機能

システムは表 1 に示す機能を有するものとする。

表 1 電子牽引による後続無人隊列走行システムが有する機能(○ 適用車)

	牽引車	被牽引車
隊列車群を形成する機能		
隊列車群形成	○	○
走行準備	○	○
隊列車群で走行する機能		
発進時の安全確認装置	○	○
牽引車と被牽引車間の情報通信	○	○
隊列車群の維持	○	○
車間距離の維持	—	○
被牽引車の横方向制御	—	○
灯火器の連動	○	○
サイバーセキュリティ	○	○
後側方視界	○	○
車線変更時の周辺監視	○	○
割り込み発生時の処置	○	○
システム作動限界時及びシステム故障時の処置	○	○
被牽引車の故障及び異常発生時の処置	—	○
情報通信装置の故障時の処置	○	○
隊列車群を解除する機能		
隊列車群解除	○	○
牽引車におけるヒューマン・マシン・インターフェース(HMI)		
通常走行時の HMI	○	—
故障・異常発生時の HMI	○	—
ドライバーモニタリング機能	○	—
車外報知		
通常走行時の車外報知	○	○
緊急時の車外報知	○	○

2.1.1 システムの信頼性

本システムの主要要素である隊列システムコンピュータ、情報通信装置、操舵アクチュエータ、主制動装置は多重系とするなど冗長性を有すること。なお、前述の冗長性を有する主制動装置に加え、当該装置が全て失陥した際に作動する保安制動装置を有すること。

【解説】

本システムは走行時の安全性を維持するためにシステムを構成する主要要素について多重系とするなど冗長性を持たせる必要がある。また、最終的な安全装置として車両を停止するため、制動装置については主制動装置が全て失陥しても車両を停止させる機能を維持するために保安制動装置も備える必要がある。

2.2 隊列車群を形成する機能

2.2.1 隊列車群形成

牽引車及び被牽引車は、本システムを作動させることができる主スイッチを有すること。

牽引車は、隊列形成場所に配置した1台または複数台の被牽引車（停車状態）を検出し、個々の被牽引車の車両識別情報を集約して、形成しようとする隊列車群に関連付ける機能を有すること。

関連付けられた隊列車群において、車両の位置関係が、隊列走行を適切に開始できるものでない場合は、隊列を形成できないものであること。

隊列車群は隊列解除機能により解除されるまで維持すること。

【解説】

- ①被牽引車両が無人であることから、隊列車群形成は必ず停車状態で行う。
- ②例えば通信やQRコード等を用いて隊列車群を形成する被牽引車を特定する。
- ③隊列車群が一行に並んでいない（横並び、著しい横位置ズレ）、被牽引車の後方に牽引車が並びといった順番違い等の場合は、隊列を形成できないものとする。
- ④牽引車にも被牽引車にもなりうる車両で運用する等の場合には、主スイッチとして、マニュアル⇄牽引車⇄被牽引車のモード切替スイッチを装備することが考えられる。

2.2.2 走行準備

- (1) 牽引車及び被牽引車は、隊列走行システムの起動時に、システムに故障・異常がないか診断する機能を有すること。
- (2) 牽引車は、隊列を形成する全ての被牽引車の状態を認識できるシステムを有すること。
- (3) 牽引車の運転席において、隊列を形成する全ての被牽引車のエンジン始動・停止、トランスミッションギアポジションチェンジ、パーキングブレ

- 一キの作動・解除を、遠隔により操作できる機能を有すること。
- (4) 牽引車の運転席において、パーキングブレーキを解除するだけで、被牽引車両が動き出さないこと。

【解説】

隊列の走行準備は次の手順で行うことを想定する。

- 1) 牽引車および被牽引車はマニュアル走行で一列に整列し、被牽引車の運転者はシテム主スイッチで隊列モードに切り替えエンジンを停止して降車する。
- 2) 牽引車の運転者は被牽引車のエンジンを始動し、トランスミッションギアポジションをドライブモードにし、パーキングブレーキを解除して走行準備を終了する。

牽引車の運転者がパーキングブレーキを解除することにより、被牽引車両が(クリープ現象等で)動き出すことなく、被牽引車両は先行車両との車間を維持する。

被牽引車の盗難を防止する観点から、被牽引車の鍵(エンジンスタートキー)、ドアロックの運用等についても配慮することが必要である。

2.3 隊列車群で走行する機能

2.3.1 発進時の安全確認装置

発進時において牽引車と被牽引車、被牽引車と被牽引車との間の空間の安全確認のために、車両、障害物等を検知する機能を有すること。

【解説】

- ①本機能は、サービスエリア、パーキングエリアで隊列形成後の発進時において、隊列車両間の障害物等を検知する機能と、本線上の渋滞時の発進において、隊列車両間の二輪自動車、車両等を検知する機能である。
- ②隊列車群形成後の発進にあたっては、牽引車の運転者が隊列車両周囲の目視確認を行うことが前提である。

2.3.2 牽引車と被牽引車間の情報通信

- (1) 牽引車又は被牽引車のエンジンが停止されていても、本システムが作動している間は通信できる機能を有すること。
- (2) 牽引車は、被牽引車に以下の情報を通信できる機能を有していること。
 - ①車両識別情報
 - ②運転操作に関する情報(エンジン始動・停止、パーキングブレーキ、シフト操作、方向指示器及び灯火器類及び、アクセル、ブレーキ操作等)
 - ③車両制御情報(速度、加速度、減速度、操舵情報等)
 - ④位置情報
- (3) 被牽引車は、牽引車に以下の情報を通信できる機能を有していること。

- ①車両識別情報
- ②車両状態（燃料残量、水温、油温、故障情報等）
- ③先行車との車間距離
- ④位置情報（牽引車両との車幅方向のズレ量を含む）
- ⑤隊列車両間の割り込み車両等の検知情報
- ⑥側方、後側方の周辺車両情報

【解説】

- ①牽引車は、被牽引車を電子的に牽引する情報を送信する機能を有する。
- ②被牽引車は、牽引車の運転者が自らの車両の状態をメータで確認できる情報と同様な情報を牽引車に送信する機能を有すること。
- ③隊列走行時の車間距離、割り込み車両の情報、及び、車線変更が必要になった時の被牽引車の後側方車両情報を牽引車両へ送信する機能を有すること。

2.3.3 隊列車群の維持

- (1) 車車間通信は、天候状態、隊列の停止状態、走行状態にかかわらず堅牢で運行に十分耐えるものであること。
- (2) 他の通信と混信しないように配慮されていること。

【解説】

- ①車車間通信は、隊列形成後の車群維持のため、隊列の解除が行なわれるまで、堅牢で運行に十分耐えうる通信システムとする。堅牢で運行に十分耐えうる通信システムとは、通信途絶を回避するため、例えば、多重通信系を有した通信システムのことである。
- ②常に隊列車群を認識し、走行中に他の隊列車群と遭遇しても混信しないように配慮すること。また、外部からの不正アクセス等による悪意の行為防止に配慮すること。

2.3.4 車間距離の維持¹

- (1) 牽引車と被牽引車及び被牽引車間の車間距離を保つ機能を有すること。
- (2) 車間距離は上限を10mとする。
- (3) 車間距離の変動は最小限であること。
- (4) 急制動時を除き、隊列形成中の車間距離は下記の範囲内であること。

¹：急制動時に前走車と衝突しないための最小車間距離及び他の車両から隊列車間に割り込まれないための最大車間距離を定める必要があるが、これらの車間距離に関するデータが限られているため、実証実験での割り込み事例やブレーキ作動遅れ等を踏まえ、暫定的に数値を定めている。今後の実証実験の結果等を踏まえ、随時見直しを実施していく。

- 1) 牽引車の速度が 70km/h 以下の場合
 車間距離の上限 : $D=10$
 車間距離の下限 : $D=0.1 \cdot V_t + 1$
 ここで、 D は車間距離 (m)、 V_t は牽引車の速度 (km/h) とする。
- 2) 牽引車の速度が 70km/h を越える場合
 車間距離の上限 : $D=10$
 車間距離の下限 : $D=8$
 ここで、 D は車間距離 (m) とする。

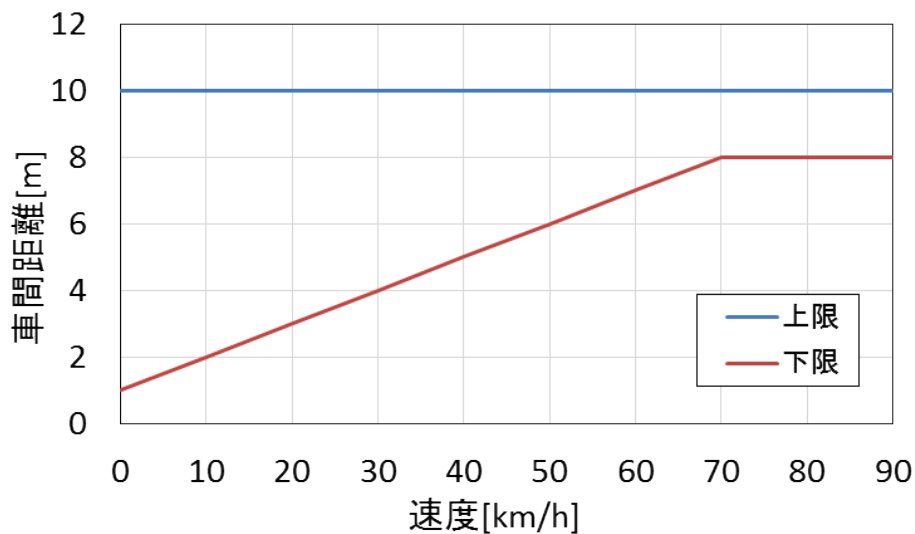


図2 速度における車間距離の範囲 (例)

【解説】

- ①電子牽引であるので、割り込まれないこと、かつ、牽引車が急制動をかけた場合又は牽引車の衝突被害軽減ブレーキが作動した場合でも安全に停止できる車間距離が必要である。
- ②車間距離は、図2の範囲内にあることとするが、渋滞停止時、低速走行時に割り込まれない距離とすることが必要である。

2.3.5 被牽引車の横方向制御

- (1) 隊列車群の被牽引車は牽引車の横方向の動きを追従する機能を有すること。
- (2) 被牽引車は、牽引車の横方向の動きを認知できる機能を有すること。
- (3) 牽引車の軌跡に対する被牽引車の横方向の誤差は $\pm 50\text{cm}$ 以内でなければならない。(本線合流時及び本線退出時における右左折を除く)

【解説】

- ①被牽引車が牽引車の横方向位置を検出する手段はレーダやカメラ等のセンサにより検出できるものが望ましい。
- ②GPS 精度の向上により、2.3.5(3)に規定する誤差範囲で検出可能な場合は情報通信により位置情報から検出する手段を有することや、併用することもできる。この場合、牽引車ならびに被牽引車も同等の機能を有するシステムを装着する必要がある。
- ③牽引車の走行軌跡は、運転者が判断した走行軌跡であり、被牽引車も同じ軌跡を辿るため、横方向の制御誤差の基準は、牽引車の走行軌跡とするのが適当である。
- ④白線を認識して横方向の制御を行い、走行車線の中心を走行する方法も考えられるが、車間を詰めた場合には、先行車が視界の障害となるため、自車直近の白線を認識するための専用のカメラ等が必要となることに加え、車線変更時や牽引車が道路上の障害物等を避けた場合等には、牽引車に追従する方式への切り替えが必要であるため、牽引車の横方向の動きを追従する機能を有することと規定した。
但し、走行車線の中心を走行する方法や、牽引車に追従する方式との併用を否定するものではない。
- ⑤高速道路の車線幅が3.5m～3.75m程度であること、大型トラックの全幅が2.5m程度であることから、牽引車が車線中心を走行した場合に、被牽引車が車線をはみ出さないため、横方向の誤差としては±50cmが一つの基準になると考えた。
- ⑥直前の車の軌跡をトラッキングするような制御を除外するものではないが、牽引車の走行軌跡との誤差が要件を満たす必要がある。

2.3.6 灯火器の連動

被牽引車は、下記灯火器類について、牽引車の運転者の操作に連動して速やかに作動させる機能を有すること。被牽引車の灯火類は取付位置、取付方法、灯光の色、明るさ等に関し道路運送車両の保安基準に適合するものでなければならない。

- ・方向指示器（非常点滅表示灯を含む）
- ・車幅灯
- ・前照灯
- ・側方照射灯
- ・側方灯
- ・番号灯
- ・尾灯
- ・後部霧灯

制動灯ならびに緊急制動表示灯は各車両の制動灯点灯条件に準ずるものとする。

【解説】

被牽引車は牽引車の運転者の操作により作動させる灯火器類を速やかに作動しなければならない。

方向指示器の点滅は同期させなくてもよい。

2.3.7 サイバーセキュリティ

サイバーセキュリティに関する国連（WP29）等の最新の要件を踏まえ、サイバー攻撃に対するセキュリティ対策を講じること。

2.3.8 後側方視界

牽引車の運転席において、図3に示す範囲を確認できる装置を装着すること。

上記を実現するにあたって、被牽引車の側方及び後方の視界を支援する機能としてカメラを搭載する場合、下記の要件を満たすこと。

- (1) 牽引車の運転者に提供される画像の解像度や最大遅延時間等は、電子ミラーの基準に準ずるものとする。
- (2) 被牽引車で撮影された映像は、2.3.2に規定された情報通信機能により牽引車に送信するものとする。
- (3) 牽引車は、被牽引車から送られた側方・後方映像を運転者に表示する画像表示装置（モニター）を装着すること。
- (4) 牽引車のモニターは、隊列形成から隊列解除まで常時作動すること。
- (5) 被牽引車に装着されるカメラ毎にモニターを装備すること。ただし、モニターは運転者が容易に認知できれば複数のカメラ映像を集約し表示することもできる。

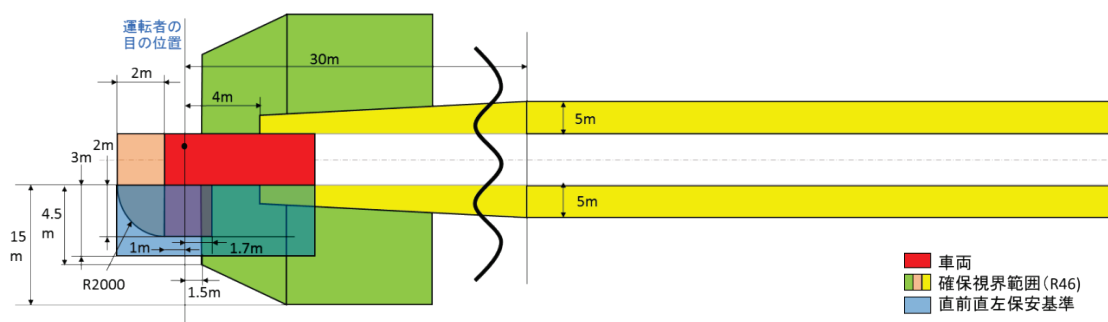


図3 後側方の視界範囲

【解説】

①牽引車の運転者は、隊列車群を牽引する責任があるので、隊列車群を一車両と見なし後側方の視界を確保しなければならない。

②牽引車の運転者は、図3に示す後側方の視界範囲を確認できる手段により後側方の確認

を行う。

- ③国内高速道路の最小曲率半径 R200m(中国自動車道皆部トンネル付近) 走行時及びパーキングエリア等での走行時における後側方視界を確保するためには、牽引車のみによる被牽引車後側方の視界を確保することは困難なため、被牽引車からの視界を確認できる手段を補う必要があり、通信等の手段により牽引車へ表示することで運転者の後側方視界を確保できること。
- ④図3は保安基準第44条と「間接視界に関する協定規則(第46号)」に定める車両総重量8t超の貨物自動車の視界の範囲を規定したものである。

2.3.9 車線変更時の周辺監視(合流時を含む)

- (1) 牽引車及び被牽引車は、車線変更時において周辺車両、障害物等を検知するため、レーダやカメラ等のセンサにより、協定規則²第79号(同規則第3次改訂版の規則5.及び6.に限る。)のうち自動車線変更機能に係る技術的要件に規定された範囲を検知できる機能を有すること。
- (2) 被牽引車は、2.3.2に規定された情報通信機能により周辺監視情報を牽引車へ送信するものとする。
- (3) 牽引車は、車線変更時に運転者が運転席において隊列車群の周辺車両情報を認識できるモニターなどの装置を有すること。
- (4) 牽引車は、隊列車群の周辺における車両、障害物等の検知情報や自車速度などから、安全に車線変更できるかどうかを判断する機能を有すること。

【解説】

- ①牽引車は自動車線変更機能を有するシステムを装着してもよい。
- ②周辺に車両や障害物を検知していない場合であっても、後方から高速で急接近してくる自動車との衝突を回避できるように、車線変更する際には一定以上の速度で走行する必要がある。このため、「安全に車線変更できると判断できない場合」にも牽引車の運転者へ警報することを規定した。

2.3.10 割り込み発生時の処置

- (1) 牽引車及び被牽引車は、牽引車と被牽引車、被牽引車と被牽引車の間への他の車両の割り込みを検知する機能を有していること。
- (2) 被牽引車は、2.3.2に規定された情報通信機能により割り込み情報を牽引車へ送信するものとする。
- (3) 牽引車は、割り込みが発生した場合に、警報などにより牽引車の運転者が

²: 協定規則とは、「車両並びに車両への取付け又は車両における使用が可能な装置及び部品に係る統一的な技術上の要件の採択並びにこれらの要件に基づいて行われる認定の相互承認のための条件に関する協定」(平成10年条約第12号)に付属する規則をいう。

一定の速度以下に制限するなどの縮退運転を促すための機能を有していること。

(4) 牽引車及び被牽引車は、割り込み車両の安全な離脱を促すような機能を有していること。

(5) 割り込み車両が離脱した後は、通常運転に復帰させること。

【解説】

- ① 本システムでは、隊列車群の車両間に他の車両が侵入することは基本的に想定していないが、万が一割り込みが発生し、隊列維持が困難になる場合を考慮した規定である。割り込み発生時、被牽引車のMRMを即作動させ、停止させることは、円滑な交通流の確保また安全の確保の観点からも必ずしも好ましいとはいえないことから、事故防止等のため即座にMRM作動すべき場合を除き、まずは縮退運転を行い、割り込み車両の離脱を促すこととする。なお、割り込み車両に離脱を十分促した後であっても、当該車両が離脱しない場合には、十分な安全を確保した上でMRMを作動させることが適当であると考えられる。
- ② 縮退運転は、原則、自動的に車速を一定の速度以下にすることが望ましいと考えられるが、自動的に車速を落とすことにより、割り込み車両と牽引車が接近しすぎる場合もありうるので、運転者が状況を確認しつつ対応できるよう2.3.10(3)に規定する機能を有することとした。なお、本システムを用いた牽引車及び被牽引車の衝突被害軽減ブレーキが個別に作動することを妨げるものではない。

2.3.11 システム作動限界時及びシステム故障時の処置（情報通信装置を除く）

- (1) 本システムは、当該システムの作動状況を監視する機能を有し、当該機能によりシステムの作動限界の検知及び故障検知を行うものであること。
- (2) 本システムの作動限界及び故障が発生した場合にも、車両として本来の機能（まがる、とまる、はしる）に影響を及ぼさないように配慮すること。
- (3) 被牽引車は、本システムが作動限界を超えた場合又は故障し隊列維持が困難である場合に作動するMRMを有していること。
- (4) 牽引車は、システム作動限界及び故障が発生した場合に、自動的に車速を一定の速度以下に制限するなどの縮退運転を行う機能を有していることが望ましい。

【解説】

- ①システムが作動限界を超えた場合でも、安全を担保する機能を有することが必要である（MRM）。
- ②深刻なシステム故障により、全ての機能が失陥した場合でも、安全を担保する機能を有することが必要である（MRM）。

- ③システム作動限界時及び故障時は、牽引車の運転者の操作により隊列の安全を確保することが基本である。そのため、2.1.1により、本システムの一部が故障しても隊列を維持できるようなシステム構成とする必要があり、且つ、運転者が本システムの状態を正確に把握できる必要がある。
- ④本システムが作動限界を超えた場合又は故障した際に、他の装置（制動装置、操舵装置など）に影響を与え本来の車両としての機能を損なわないように規定した。
- ⑤縮退運転は、牽引車の運転者が車速を落とすことでも同様の対応が可能であるが、安全確保の観点から、牽引車に当該機能を有することが望ましいとした
- ⑥システム作動限界とは、システムは正常に作動しているが、環境等の影響で十分な性能が発揮できない状況を指す。

2.3.12 被牽引車の故障及び異常発生時の処置

被牽引車は、隊列維持が困難になるような故障及び異常が発生した場合に作動する MRM を有していること。

【解説】

- ①被牽引車が、本システム以外の車両としての機能（まがる、とまる）が故障した場合や異常（タイヤのパンク、車両火災等）を検出した場合の処置について規定した。
- ②被牽引車の故障時及び異常時も、運転者の操作により隊列の安全を確保することが基本である。そのため、被牽引車の故障及び異常時でも可能な限り隊列を維持できるようなシステム構成とする必要がある。

2.3.13 情報通信装置の故障時の処置

- (1) 本システムは、システムの通信状況を監視する機能を有し、当該機能により通信装置の故障を検知できること。
- (2) 一部の通信手段のみに故障が発生した場合には、故障がない通信手段を用いて、当該システムの機能を継続させること。
- (3) 被牽引車は、全通信手段の遮断等、隊列維持が困難になるような故障が発生した場合に作動する MRM を有していること。

【解説】

- ①牽引車と被牽引車との通信について規定した。
- ②全ての通信が失陥した場合でも、安全を担保する機能を有することが必要である (MRM)。
- ③通信失陥時は、運転者の操作により隊列の安全を確保することが基本である。そのため、2.3.3 により、通信失陥時でも隊列を維持できるようなシステム構成とする必要があり、且つ、運転者が通信の状態を正確に把握できる必要がある。

2.4 隊列車群を解除する機能

2.4.1 隊列車群解除

- (1) 牽引車は、隊列車群を解除する機能を有していること。
- (2) 隊列車群を解除する機能は、隊列車群の全ての車両がパーキングブレーキが作動している時のみ作動すること。
- (3) 隊列車群を解除した場合には、2.6.1 に規定した車外報知機能が解除されること。
- (4) 被牽引車は、隊列車群を解除された後も、運転者が操作するまで、停止状態を維持する機能を有すること。

【解説】

- ①牽引車の運転者のみが、隊列車群を解除できる。
- ②隊列車群を解除しても、各車両が停車状態を維持できるように、全ての車両のパーキングブレーキが作動しているときのみ、解除できることとした。
- ③牽引車の運転者は、隊列車群を解除するまで、隊列車群の安全を確保する責任がある。
- ④隊列車群が解除された後、被牽引車は独自の機能により、安全を確保しなければならない。

2.5 牽引車におけるヒューマン・マシン・インターフェース (HMI)

2.5.1 通常走行時の HMI

牽引車は、運転席において、通常走行時の以下の事項を確認できる機能を有していること。

- (1) 隊列形成・維持・解除の状況（視覚による報知を必須とする）
- (2) 隊列を形成する全ての被牽引車の油温、燃料残量など法規で定められたもの
- (3) 隊列を形成する全ての被牽引車のエンジン始動・停止、トランスミッションギアポジション、パーキングブレーキの作動状況
- (4) 2.3.9 に基づく判断結果（ただし、安全に車線変更できると判断できない場合は、視覚による報知を必須とし、安全に車線変更できると判断できない状態で運転者が方向指示器を操作した場合は、視覚による報知に加え、聴覚又は触覚のうち少なくとも1つ以上の方法により警報すること）

【解説】

電子牽引による隊列走行の安全責任は牽引車の運転者にあるため、被牽引車の車両状態を牽引車の運転者に常時提供する必要がある。報知の手段（音、表示、体感）は通常車両の保安基準に準ずる。

2.5.2 故障・異常発生時の HMI

牽引車は、運転席において、故障・異常発生時の以下の事項について、視覚による報知を必須とし、聴覚又は触覚のうち少なくとも1つ以上の方法により警報する機能を有していること。また、隊列維持が継続可能かどうかを運転者が判断できるように配慮すること。

- ①発進時及び走行時における割り込み車両、障害物等の発生
- ②システム（情報通信装置を含む）の故障情報
- ③隊列を形成する全ての被牽引車の故障情報
- ④システム作動限界

【解説】

システムの一部が故障し、隊列の維持は可能であるが、冗長性を保つことが困難な場合は、黄色での表示を行い、運転者が隊列の速度を落とすなどの縮退運転を行うように促したり、隊列維持が困難な故障が発生した場合は、赤色での表示を行い、MRM が作動することを運転者が認識できるようにすること。

システムが自身の作動限界を検出することが困難な場合があるため、予め想定されるシステム作動限界については、取扱説明書やコーションラベル等により、使用者に適切に周知することが望ましい。

2.5.3 ドライバーモニタリング機能

- ①牽引車は運転者の状態を監視する機能を有することが望ましい。
- ②牽引車の運転者に異常が検知された場合に動作する、ドライバー異常時対応システム（EDSS）を装備することが望ましい。

【解説】

電子牽引による隊列走行の安全責任は牽引車の運転者にあるため、牽引車の運転者に異常がないか、監視することが望ましい。

2.6 車外報知（周辺車両への HMI）

2.6.1 通常走行時の車外報知

隊列車群は周辺車両に対して以下の事項がわかる表示をすること。

- ①隊列車群であること。
- ②隊列形成した車群の最大全長
- ③隊列車間への割り込み禁止

【解説】

隊列車群は周辺車両に対して電子連結の車群であることを周知し、車群の最大全長も掲

示しなければならない。

2.6.2 緊急時の車外報知

- ①MRM やドライバー異常時対応システムが作動したときに、周辺車両に報知する機能を有すること。
- ②割り込み車両に対し、離脱するように促すことを報知する機能を有すること。

3. 特記事項

3.1 インフラ側での対応

道路に設置される設備や通信等のインフラ（路車協調を含む）において、以下の所要の処置を講ずることにより、電子牽引による後続車無人隊列走行の安全を補完することが期待される。

インターチェンジ及びサービスエリア・パーキングエリアからの本線合流時において

- (1) 隊列車群からの情報によって作動する注意喚起装置など、隊列車群通過のタイミングで一般車が本線へ合流することを抑制する対策
- (2) 隊列車群からの情報によって作動する本線走行中の一般車への注意喚起装置など、隊列車群が本線に合流する際の安全対策

3.2 隊列走行の運転者への周知

電子牽引による後続車無人隊列走行車群を走行させる牽引車は、単独車両を運転している場合と比較し挙動やリスクが大幅に異なることから、運転に従事せしめる者は、運転者に対し正しい理解を得られるように努めると共に、その技能を見極める必要がある。

3.3 割り込み防止の措置

電子牽引による後続無人隊列走行においては、隊列が解除されるまで、被牽引車は牽引車と一定の距離を保ちながら走行する必要（上限 10m）がある。割り込み発生時には、隊列を維持したまま割り込み車両と被牽引車との間に十分な車間距離を確保することが困難であるため、割り込みを発生させないことが重要であり、容易に割り込まれないような措置を講ずることが望ましい。

3.4 社会的周知（キャンペーン等）

電子牽引による後続車無人隊列走行車両の挙動やリスクについて事業者が正しく理解をし、誤った使用方法を防止する観点から、自動車製作者等やシステム提供者など販売者は、過大な期待・誤解を招かない宣伝・広告表現に心がけるとともに、契約時に事業者に対し正しい製品説明を行うことが重要である。

3.5 その他

3.5.1 事故時要因解析のための装置

電子牽引による後続車無人隊列走行車両による事故発生時は、責任の所在と同種の事故発生防止の観点から、牽引車運転者に起因するものかシステムに起因するものかを明確にするために、事故発生時及びその前後の牽引車運転者の運転挙動あるいはシステムの作動状況を記録する装置を備えることが重要であ

る。

3.5.2 運行管理

電子牽引による後続車無人隊列走行の運用に当たっては、隊列車群の故障或いは事故発生時の対応など、運送事業者の運行管理のあり方について検討を行うことが重要である。

以上