

(GTR)の策定も盛んであり、ESC(車両の横滑り防止装置)はすでに制定されている(98年協定)。また、米国が先行する形で基準化が行われたTPMS(タイヤ空気圧検知システム)は、欧州でも検討が進んでおり、ECE基準の中に入れられることとなっている。今後の予防安全装置の基準化については、欧州では被害軽減ブレーキおよび車線逸脱警報システム(LDW)を取り上げることを示されており、これから検討が進められる。日本では、欧米に先行して大型貨物自動車の被害軽減ブレーキの基準策定をすでに検討しており、今後の国際的な基準化の作業に資するものと考えられる。

3. 被害軽減ブレーキの概要および技術基準(案)の概要

3. 1. 被害軽減ブレーキのシステム概要

図1にシステム構成の一例³⁾を示す。ミリ波レーダーにより前方の障害物を検知し、距離と相対速度を演算する。距離と相対速度から算出した衝突予測時間(TTC)をもとに、衝突の可能性があると装置が判断した場合には、音と表示または装置が発生する弱い制動力によって警報を行い、運転者にブレーキ操作を促す。衝突が避けられないと判断した場合には、衝突時の速度を低減させることを目的としたより強い制動力を発生させる。

交通政策審議会の報告書¹⁾では、大型貨物自動車に衝突被害軽減ブレーキを装備し、衝突速度を20km/h下げることにより、被追突車両の乗員の死亡件数を約9割減らすことが可能であるとの試算が示されている。

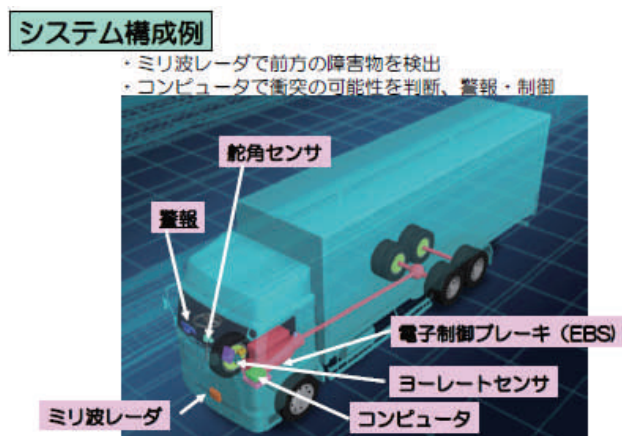


図1 システム構成の一例

3. 2. 技術基準(案)の概要(一般規定)

現在検討中の技術基準(案)は大きく分けて本装置の機能・性能や故障検知機能等について定めた一般規定の部分と、一般規定の内容を検証するための試験法の部分で構成されている。

一般規定については「前方障害物衝突被害軽減制動装置の技術指針」をベースとし、一部見直しを行った。試験方法については次の4項で説明することとし、本項では一般規定の概要について説明する。

3. 2. 1. 作動要件

(衝突判断ライン、衝突可能性判断ラインの考え方)

図2に衝突判断ラインと衝突可能性判断ラインの概念図を示す。操舵回避限界と制動回避限界から求めた衝突予測時間(TTC)のうち、TTCが小さい方を結んだラインを衝突判断ラインとし、衝突判断ラインよりもTTCが小さい領域において装置による制動制御を強制的に作動させる。

また、衝突判断ラインよりもTTCが大きい領域に、通常の運転時を想定した衝突回避のための操舵および制動操作開始タイミングの限界(最も遅いタイミング)をTTCで表し、操舵と制動のうちTTCが小さい方を結んだラインを衝突可能性判断ラインとして設定する。衝突可能性判断ラインから衝突判断ラインまでの間は任意で装置による制動制御を作動させることができる。

3. 2. 2. 警報・報知要件

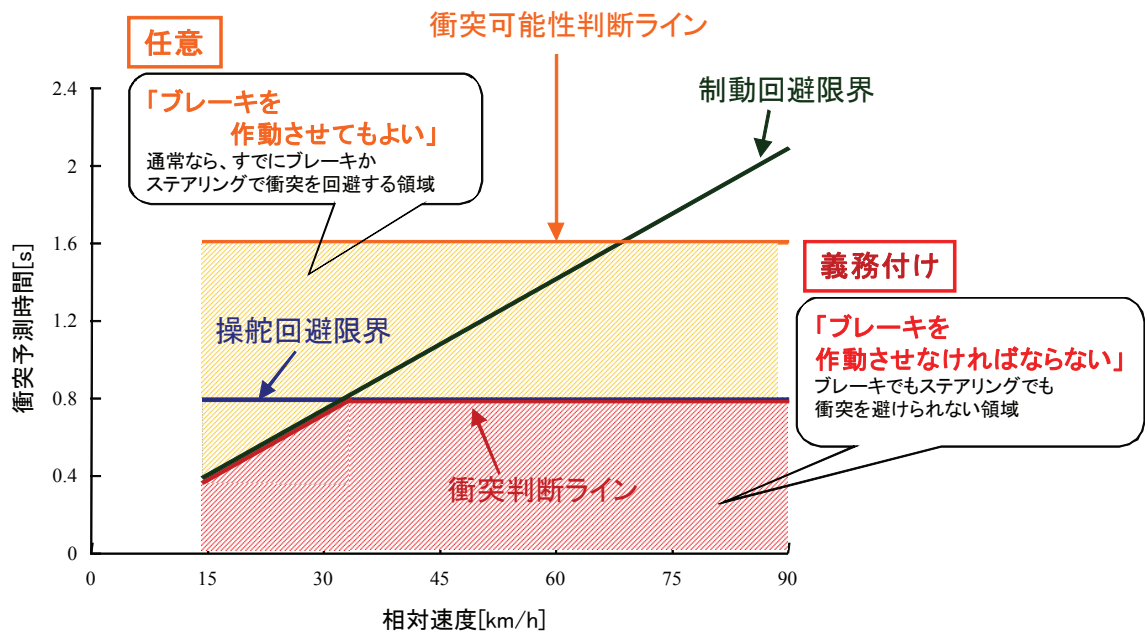
(警報および報知を出すための要件)

ASV基本理念における運転支援の原則に基づき、制動制御の前段階として運転者への警報機能あるいは報知機能を備えることとしている。

報知機能の作動タイミングは、衝突判断ラインに「報知に対するドライバーの反応時間(0.8s)」を上乗せした値を最遅タイミングとし、これより早いタイミングを許容する。

警報機能の作動タイミングは、衝突可能性判断ラインから衝突判断ラインまでの間で制動制御を開始するタイミングに「警報に対するドライバーの反応時間(0.8s)」を上乗せした値を最遅タイミングとし、これより早いタイミングでも許容される。

技術指針では警報・報知の具体的な方法については定められていないが、使用者の混乱を避けるため、技術基準(案)では音および表示で警報・報知



衝突予測時間(TTC:Time To Collision): 前方車両に衝突するまでの時間
相対速度: 前方車両と自車両の速度差, 前方車両が停止している場合は自車両の速度

図2 衝突判断ラインと衝突可能性判断ラインの概念図

することに統一した。

3. 2. 3. 減速度の要件

(要求される減速度と速度低減効果)

衝突判断ライン以降において装置による制動制御開始後の減速度を規定している。

大型貨物自動車に関してはブレーキ試験法（道路運送車両の保安基準に係る技術基準 別添10 トラックおよびバスの制動装置の技術基準）に規定され

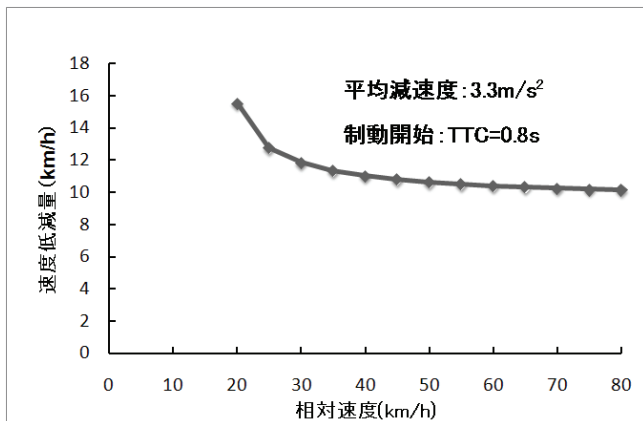


図3 速度低減効果の計算例

た制動距離による判定基準（常温時高速制動試験 - 原動機接続状態）に基づいて算出される平均減速度である 3.3m/s^2 を用いる。

衝突判断ライン以降に平均減速度 3.3m/s^2 で減速した場合の速度低減効果の計算例を図3に示す。

技術指針では装置により発生させる減速度の値を定めているが、ピーク値または平均値のいずれかについては規定していない。速度低減効果のばらつきを抑制するため、技術基準（案）では平均減速度とした。

3. 2. 4. 運転者の過信防止に対する配慮

技術指針では「衝突可能性判断に基づく制動制御機能を作動させる場合に運転者の過信を招かないよう配慮すること」としているが、技術基準（案）では過信防止の方法についての具体例として、「前方障害物が急加速する場合等を除き、装置による制動制御機能のみでは衝突を回避させないこととする」を明記した。

4. 性能評価のための試験方法（案）の考え方

自動車の型式指定の審査時に実施される試験を想定し、装置の機能・性能、不要作動防止、および失陥検知機能について、表2に示す試験方法（案）を検討した。

「機能・性能」は、前方停止車両を想定した停止障害物衝突作動試験と、前方低速走行車両を想定した移動障害物衝突作動試験の2種類の試験によって確認することとした。試験時の車速は、高速道路と一般道の両方を想定するとともに、操舵回避限界<制動回避限界となる領域と、操舵回避限界>制動回避限界となる領域の両方について確認できるように設定した。また試験車両の積載条件は、定積載/非積載のいずれか制動減速度に対し不利な条件で行う必要がある。大型貨物自動車の場合、一概に定積載状態の方が不利であるとは断定できないため、最短制動距離が長い方の積載条件で行うこととした。

「機能・性能」では、運転者の過信防止に対する確認として、模擬障害物へ衝突すること、または衝突とみなせる状態となることについても確認する。

不要作動防止は、自車レーン外側の車両または道路標識等を検知し装置が作動してしまうことが無いこと（警報制動については許容）を、自車レーンの左右外側に模擬障害物を設置した状態で自車レーンを走行することにより確認することとした。

前方障害物の検知性能については、検知性能のみを確認する試験としては設定せず、機能・性能確認試験にて警報・報知のタイミング、および衝突判断に基づく制動制御作動時の平均減速度が判定基準を

満足することを確認することによって、対象物を検知可能であることを担保する。

5. 性能評価の検証

表3に測定項目と測定方法について示す。また移動障害物作動試験の場合を例として図4にデータ計測方法の概念図を、図5に試験風景を示す。

従来の制動装置の試験と比較し、本装置の作動する時間が短いことから、僅かな計測誤差が判定値に影響する可能性が高く、車両運動の物理量（距離、速度、減速度）や衝突点（TTC=0に相当）をより正確に計測するために、測定精度の高い各種センサーを用いた。中でもトラクター車のピッチングによる前後方向姿勢変化が測定値へ及ぼす影響を除去するため、減速度の測定についてはピッチ角をキャンセルできる慣性計測装置を用いた。

警報・報知のタイミングをより正確に測定するため、車両運動の物理量と音圧および表示灯のVTR画像を同期させた計測が可能なデータロガーを使用した。

移動障害物試験において、試験車両と移動障害物に搭載した各データロガー間は、簡便な電気信号トリガーを用い、同期が取れるようにした。

減速度は、加速度計を用いて計測を行った。加速度計の計測については、車両の微振動などによるノイズ成分も計測してしまうために、ノイズ成分を除去するフィルタを用いる必要がある。フィルタは、デジタルフィルタであるバターワース（4次）フィルタを用いた。フィルタは、ノイズ成分の除去に

表2 試験方法（案）

評価の目的	試験方法	試験条件			試験回数	評価のポイント
		速度	試験車両の状態	障害物		
機能・性能の確認	停止障害物衝突時作動試験	20, 40, 80km/hの3条件	・積載または非積載のうち、最短制動距離が長い状態。 ・トラクタは非連結状態。	模擬障害物(前方に設置) (三角コーナーリフレクタを使用) 注3)	各3回まで	・警報・報知の作動タイミング ・平均減速度(制動制御) ・警報制動作動時の減速度および持続時間 ・模擬障害物への衝突、または模擬障害物へ衝突したとみなせること。
	移動障害物衝突時作動試験	<試験車両> 30, 50km/hの2条件 <移動障害物> 10km/一定				
不要作動防止の確認	走行路外側の障害物に対する作動確認試験	40km/h	規定無し	模擬障害物(左右外側に設置) (三角コーナーリフレクタ使用) 注3)	3回	・走行路外側の障害物に対し、装置が作動しないこと。
失陥検知機能の確認	装置故障時の警報装置の作動確認試験	停止	制御装置および前方障害物検知器を失陥状態とする。	-	各1回	・警報装置(表示)の作動

注3) 三角コーナーリフレクタの仕様(RCS、個数、配置等)については検討中。

表3 測定項目一覧

判定に必要な指標		測定項目	測定方法	計測精度を向上させるための手法
機能・性能	警報・報知の作動タイミング	TTC	①試験車両と模擬障害物の間の距離をGPSセンサーにより計測する。	<ul style="list-style-type: none"> ・GPSセンサーの使用(速度・距離) ・レーザーセンサーの使用(衝突点)
			②試験車両と模擬障害物の速度をGPSセンサーにより測定し、相対速度を算出する。	
			③レーザーセンサーにより衝突タイミング(TTC=0)を記録する。	
		①～③の測定値を用いてTTCを算出する。		
		音圧	騒音計により音圧レベルを計測する。	
	画像	VTRにより表示灯の点灯状態を記録する。		
	平均減速度(制動制御)	減速度	加速度計により計測する。	<ul style="list-style-type: none"> ・慣性計測装置の使用 ・フィルタ処理の適正化
	減速度および持続時間(警報制動)	減速度		
	衝突または衝突したとみなせること	衝突点(TTC=0)	上記③参照。	
不要作動防止	装置の不要作動	減速度	加速度計により計測する。	
失陥検知機能	警報装置の作動	-	警報装置の作動を目視確認する。	

は効果的であるが、データの位相遅れが問題となり、本試験では短時間での計測が要求されることから位相遅れの影響が大きくなる。そこで、フィルタ処理による位相遅れをカットオフ周波数の値から計算で求め、計測したデータを時間軸上で補正できる

ようにした。カットオフ周波数は、本試験で車両に発生する減速度変化の周波数が約2Hz以下であることから、0～2Hzまでの間をゲインの低下無く計測できるよう、5Hzに設定した。

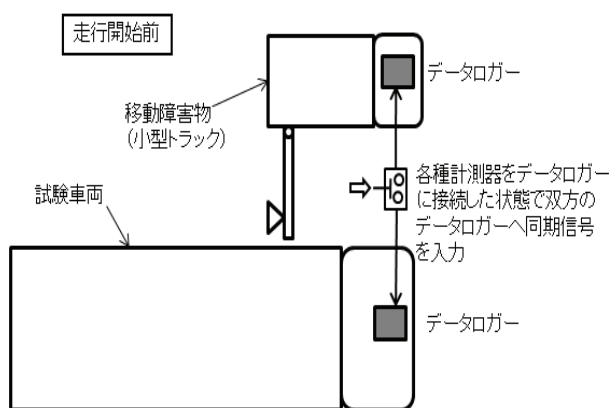


図5 試験風景 (移動障害物作動確認試験)

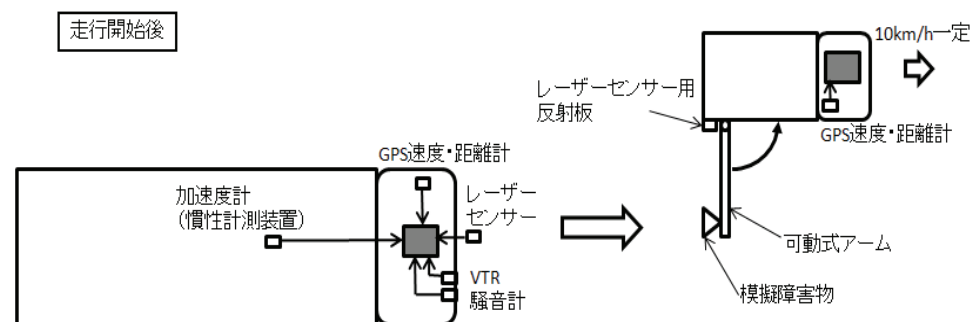


図4 データ計測方法の概念図 (移動障害物作動確認試験)

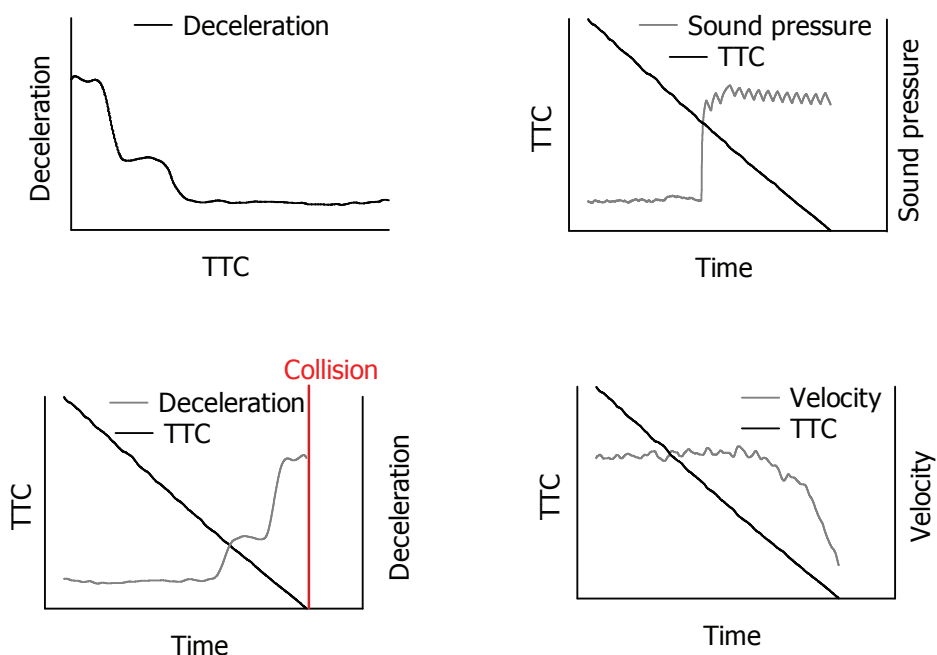


図6 測定方法検証実験データの例（停止障害物作動確認試験）

表3に示す測定方法を確認するために実車走行実験において採取したデータの一部を図6に示す。本実験により、性能評価に必要な各種データが計測可能であることが確認できた。

本実験には模擬障害物として反射断面積（RCS）が15dBsm相当の三角コーナーリフレクタ1個を用いたが、複数のメーカーの試験車両を用いて実験を試行した結果、ミリ波レーダーが模擬障害物を一旦検知した後、衝突するまでの間に消失したと判断してしまうことによる、制動制御の作動ばらつき（不作動、作動開始遅れ等）が見られた。これはリフレクタから反射したミリ波の受信電力が路面反射によるマルチパスの影響を受け、局所的に低下したことが原因と推定される。

6. まとめ

大型車貨物自動車の被害軽減ブレーキに関する技術基準の策定に向け、機能・性能、不要作動、および失陥検出機能を評価するための試験方法（案）について検討した。本試験方法（案）を用いて装置の適否判定に必要な各種のデータを計測可能であることを実験により検証した。また、一般規定についても内容を検討し、上記試験方法と合わせ技術基準（案）としてまとめた。

今後は、マルチパスの影響をより受けにくく、審査時の試験に運用可能な模擬障害物の仕様について調査を行う予定である。また、実際の審査を運用する上で残された試験実施上の課題（例：データ計測および処理の合理化等）についても検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 交通政策審議会陸上交通分科会自動車交通部会、「交通事故のない社会を目指した今後の車両安全対策のあり方について」報告書，2006.6
- 2) 国土交通省自動車交通局 ASV推進検討会事務局，「第4期ASV推進計画パンフレット」，2007.3
- 3) 榎本，「被害軽減ブレーキと大型車への適用」第8回自動車安全シンポジウム（国土交通省自動車交通局），2007.10