

## (23) 防護柵への車両衝突条件に関する日米欧比較

COMPARISON OF CRASH TEST CONDITIONS FOR TRAFFIC BARRIERS IN JAPAN, USA AND EUROPE

安藤和彦\*

Kazuhiko Ando

\* (財) 土木研究センター研究開発二部次長 技術研究所 (〒300-2624 茨城県つくば市西沢2-2)

キーワード: 防護柵, 衝突試験, 衝突条件  
(traffic barrier, crash test, test condition)

## 1. 日米欧の防護柵基準

ガードレール等の車両用防護柵の衝突条件は、日本、米国、欧州のそれぞれの国および地域において、防護柵に関する基準に示されている。

米国における防護柵の設計基準がいつ頃確立されたかは明確でないが、1960年には実車衝突試験方法に関する基準がHighway Research Boardから示されている。現在の基準としては、1993年にTransportation Research BoardからNational Cooperative Highway Research Report 350, 「Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features」<sup>2)</sup>が出されている。以下この基準をNCHRP Report 350 という。

欧州では、英国、フランス、ドイツ、イタリアなどがそれぞれの国の基準により設計を行っていた<sup>3)</sup>が、European Committee for Standardization (CEN) から、1998年に初めて欧州統一基準として「Road Restraint System -EN 1317-」<sup>4)</sup>が出された。以下この基準をCEN 1317 という。

日本では、1965年に初めて発出された「ガードフェンス設置要綱」から、2004年3月に発出された最も新しい基準である「防護柵の設置基準の改定について(国土交通省道路局長通達)」まで4回の改定が行われている。いずれの改定でも(社)日本道路協会より解説書が発刊されている。以下、2004年3月の解説書<sup>1)</sup>を「基準・解説」という。

ここでは、「基準・解説」、NCHRP Report 350, CEN 1317を基に、日本、米国および欧州の防護柵基準について比較を行う。

## 2. 防護柵の基本的性能

防護柵への車両衝突条件は、当然それぞれの国の道路構造、交通状況、道路の規格などによって異なってくる。

しかし、防護柵に求められる基本的な性能は共通であり、第1に車両搭乗者の被害を防止あるいは軽減することが挙げられる。さらに、後続車や対向車への影響が極力少なくなるような誘導が行えることが必要となる。これらの要件について整理したものが表-1である。

表-1 防護柵の基本的な性能

	機能	内容
①	乗員保護性能	乗員の傷害を最少限にとどめる
②	突破防止性能	車両が路外、対向車線または歩道等に逸脱するのを防ぐ
③	車両誘導性能	車両を正常な方向に復元させる このとき、併走車、対向車、後続車などに極力影響を与えない

表に示された性能は、車両衝突時に一連の機能として発揮されるべきものであるが、その特性に着目すると①では車両を柔らかく受け止める機能が重要であり、小型乗用車のような被害の大きくなりやすい車両が衝突しても、衝撃を小さく抑える緩衝性が求められる。②は①とは逆に、車両が衝突しても逸脱させない強度が求められ、例えば、米国や欧州では、特に高い強度の防護柵については満載状態のトレーラが衝突しても逸脱させない強度が要求される。

防護柵の性能としては、この①と②は必須条件であり、①と②を両立させる高い技術力が求められることが、防護柵開発時の特異性を示している。

③は、後続車への影響を少なく抑える性能について示しているものである。他交通への影響の面からは、衝突した車両を路外で安全に停止させた方がよい。米国や欧州の道路構造は、車両が安全に停止できるように、防護柵の設置が必要ないような広い路側帯を設けることを基本としている。しかし最近では、米国や欧州でも交通量の増加とともに、渋滞対策として車線数を増やすため路側帯や中央分離帯を縮小する傾向にあり、防護柵衝突時に

他の交通に影響を与えないことが重要になってきている。日本の場合道路は狭く、道路構造令に示されている標準的な路側幅員であっても欧米のように十分な幅とはなっていない。このため、衝突車両を本線上の他の交通に影響を及ぼすことなく停止させることは困難であり、従って他の交通に対して極力影響を少なく抑えることは、安全な交通流の確保の意味で重要である。

これらの性能は、社会的な交通状況の変化に伴いその重要度が変化しており、例えば日本では、近年のように沿道に人家が密集し、あるいは鉄道や他の道路との立体交差構造が増える状況では、車両の防護柵突破による二次被害防止が防護柵の性能として重要視され、乗員保護性能よりも突破防止性能に重点を置いた高い強度の構造が開発されてきている。

### 3. 防護柵の性能評価

道路では多種多様な車両が走行している。防護柵はこれら全ての車両が衝突しても機能を発揮しなければならない。しかし、防護柵の性能評価の面から考えると、これら全ての車両を対象として防護柵性能を評価することは不可能である。従って代表的な車種を標準車として設定し、これらについて防護柵性能を評価することになる。

先に述べたように、どのような車種であれ乗員保護性能や突破防止性能を確認することが必要であるが、実際には、乗員保護のみれば防護柵衝突時に車両に発生する加速度が大きくなる小型乗用車を用いた乗員の安全性評価、防護柵を突破する危険性が高まる大型車による防護柵の強度評価など、評価項目により対象とする標準車が変わってくる。

#### 2.1 実験条件

##### (1) 乗員保護性能

車両衝突時に乗員に与える衝撃の程度を示す指標として、一般に車両に発生する加速度が用いられる。車両に発生する加速度の大きさは車両と防護柵の強度に関係するが、車種に着目すると、小型車の加速度は大型トラックより大きくなりやすい。表-2は、過去の実験結果をもとに、同一衝突速度、衝突角度における乗員に対する衝撃の大きさを表す指標として50ms間の移動平均加速度<sup>9)</sup>を、大型車と小型車で比較したものである。乗用車に発生する加速度は大型車のものより1.5倍程度大きくなっていることがわかる。小型車はコンパクトなモノコック構造であり、車両に発生した衝撃は直接運転者に伝わ

表-2 車種別の50ms移動平均加速度の比較

実験No.	大型車①	小型車②	比率(②/①)
1	32.3	72.5	2.2
2	44.1	67.6	1.5
3	57.8	66.6	1.2
4	41.2	61.7	1.5
5	45.1	62.7	1.4
平均	44.1	66.2	1.6

りやすいが、大型トラックは車体部と荷台部が分かれているため車両の衝撃が比較的運転者に伝わることは少ない。また、防護柵の高さとの関係で、大型車の場合車体下部は変形するものの車室は変形しにくいことなどから、乗員保護性能の評価は、運転者に対してより厳しい小型乗用車を用いて行なわれる。

乗員保護性能の評価に関する衝突条件は表-3に示すとおりである。

表-3 乗員保護性能評価の衝突条件(小型乗用車)

国・地域	実験レベル	車両質量 (t)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)	衝撃度 (kJ)
米国	S1-10°	0.7	50	20	8
	S2-10°		70		15
	S3-10°		100		32
	1-10	0.8	50		9
	2-10		70		18
	3-10		100		36
欧州	TB11	0.9	100	20	41
	TB31	1.5	80		43
	TB32		110		82
日本	C,B	1.0	60	20	16
	A,SC,SB,SA,SS		100		45

NCHRP Report 350では、標準的には0.8t車を用い、0.7t車は実際に使用されている台数が少ないことからオプション実験となっている。またCEN1317では0.9t車が標準的に用いられ、1.5t車は通常用いられる防護柵の中でも、多少強度を高める防護柵に適用される。日本の標準車両は、国内で最も利用されている1t車を標準車としている。欧米で1t未満の車両が標準車として設定されていることを考えると、軽乗用車の多い日本においても、より衝撃が大きくなりやすい軽量の標準車を設定することも考えられる。

衝突速度は、日本の場合一般道路の法定速度60km/hと高速道路の法定速度100km/hにあわせて衝突速度が設定されているが、米国でも同様の速度レベルになっている。米国でもローカルな道路に適用する防護柵は衝突速度が50km/hに低く抑えられている。これに対して欧州では、衝突速度は80km/h以上で、最も高い衝突レベルの110km/hも衝突条件に含まれている。アウトバーンのような高速走行が可能な道路もあるので高い衝突速度の設定も当然必要であろうが、都市内や地方の道路など、比較的速度が低くなる道路に対しては、衝突条件として、過大であるようにも思われる。

##### (2) 防護柵の強度

防護柵の強度を表す指標としては、衝撃度(IS)が使われる。

衝撃度は以下の式によって表され、便宜的に、車両が防護柵に持ち込む運動エネルギーの防護柵直角方向成分ととらえることができる。

$$IS = 1/2 \cdot M \cdot (V \cdot \sin \theta)^2 \quad (1)$$

ここで IS : 衝撃度 (kJ)

M : 車両の質量 (t)  
 V : 衝突速度 (m/s)  
 $\theta$  : 衝突角度 (度)

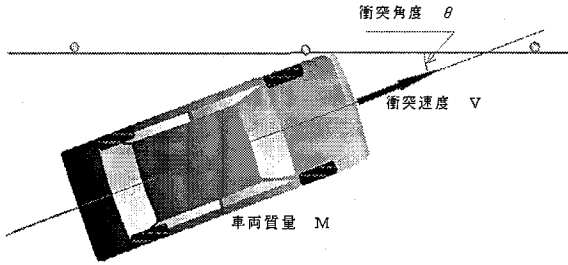


図-1 衝撃度算出の三要素

表-4 強度性能評価の衝突条件

国・地域	実験レベル	車両質量 (t)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)	衝撃度 (kJ)	車種
米国	1-11	2	50	25	34	ピックアップトラック
	2-11	2	70	25	68	
	3-11	2	100	25	138	
	4-12	8	80	15	132	トラック
	5-12	36	80	15	595	トレーラ
	6-12	36	80	15	595	タンクローリ
欧州	TB31	1.5	80	20	43	小型車
	TB32	1.5	110	20	82	
	TB42	10	70	15	127	トラック
	TB51	13	70	20	287	バス
	TB61	16	80	20	462	トラック
	TB71	30	65	20	572	
	TB81	38	65	20	725	
	日本	C	25	26	15	45
B		25	30	15	60	
A		25	45	15	130	
SC		25	50	15	160	
SB		25	65	15	280	
SA		25	80	15	420	
SS		25	100	15	650	

米国、欧州および日本の防護柵の強度に関する衝突条件は、表-4 のようになる。

防護柵の強度に関する衝突条件は、それぞれの道路で発生する恐れのある衝突状況のうち、衝突エネルギーが大きくなる状況を想定して設定されることになる。このため、その道路を通行する車両の中で、通常的に走行するであろう大型車両が標準車両として設定される場合が多い。一般にはバス、トラック、トレーラなどの車種が設定される。ただし道路の規格によって、主として小型車のみが通る道路に適用する防護柵に対しては、衝突エネルギーが大きくなる場合として、これらの小型車が高い速度で衝突する場合を想定している。米国では、比較的小型の車両として 2t クラスのピックアップトラックが多く使われていることから、都市内や規格の比較的低い道路に適用する防護柵については、ピックアップトラックを標準車としている。

欧州でも、主として小型車が通行する道路では、強度評価でも乗用車が標準車両として用いられている。欧州では米国のようにピックアップトラックは多用されてい

ないため、1.5t の乗用車になっている。また、大型車の通行が見込まれる道路では中型トラック、バス、大型トレーラまで多様な車両が使われている。CEN1317 は、欧州各国がもともと有していた独自の防護柵基準を準用するかたちで設定されているため、実験レベルも多様になったものと考えられる。

日本では、防護柵強度を設定する標準車として 25t 車が用いられ、道路規格や路外の危険度に応じて衝突速度を変えて設計される。強度の区分は表-4 に示す 7 種類がある。欧米とは異なり全ての実験レベルに対して大型車が標準車両とされている理由としては、欧米のような幹線道路と都市内街路の明確な使い分けが行われておらず、ほとんどの道路で大型車の通行が可能であることが反映されている。

日米欧の防護柵について、衝撃度を比較したものが図-2 である。

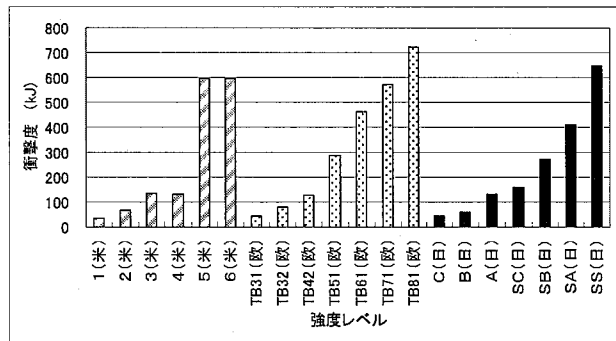


図-2 強度設定における衝撃の日米欧比較

日米欧では標準車や衝突条件が異なるものの、一般的に用いられる防護柵の強度は、米国の実験レベル 1,2、欧州の TB31、日本の C,B など規格の低い道路に適用する防護柵については 30kJ~60kJ 程度、規格の高い道路では 130kJ 程度までの衝撃度になっている。また、それを超えるような高い強度の防護柵は、大型車の交通量が多い区間での大型車の保護のみならず、それら車両の路外転落による二次被害防止を目的に利用される場合が多いことも共通している。これらの防護柵は、衝撃度でみると 600kJ~700kJ の衝突条件が設定されている。

## 2.2 評価項目

防護柵の機能を具体的に性能として評価するために、評価すべき項目と目標値が設定される。以下に、欧米および日本の評価項目を述べる。

### (1) 米国

NCHRP Report 350 では、以下のように評価項目および評価内容を設定している。

#### ① 防護柵の強度

防護柵は車両衝突時の衝撃を、構造の変形によって吸収するが、構造変形の程度が想定した範囲内であることや、車両の保持が的確に行われているかどうか、評価内容となっている。従って、構造開発にあたっては、どのような変形状態となるか事前に予測しておくことが必

表-5 評価項目および内容 (NCHRP 350)

防護柵の強度	供試体は車両を円滑に誘導できること；供試体が抑制された状態で側方に変形してもよいが、車両が防護柵を突破したり、下に潜り込んだり、乗り上げたりしてはならない。
乗員の危険度	供試体から脱落した部品、断片等が車室に貫通する危険性がないこと。他の交通、歩行者、作業現場での作業員に対し著しい危険物とならないこと。乗員に重傷を負わせる可能性のある車室の変形、車室への侵入は許されない。
	軽度のローリング、ピッチング、ヨーイングは容認される。ただし、衝突中および衝突後は車両は正しい姿勢を維持しなければならない。
	乗員衝突速度は表-6の基準を満たすこと。 乗員のライドダウン加速度は表-7の基準を満たすこと。
車両挙動	衝突後の車両挙動は、車両が隣接車線に侵入しないことが望ましい。
	実験体からの離脱角度は、実験衝突角度の60%以下であることが望ましい。離脱角度は、実験体から車両離脱する時に計測する。

表-6 乗員衝突速度 (m/s)

車室	推奨値	限界値
縦方向と横方向の速度方向：	9	12
縦方向の速度：	3	5

表-7 乗員ライドダウン加速度 (G)

車室	推奨値	限界値
縦方向と横方向の加速度：	15	20

要になる。ただし、変形量などは防護柵によって異なるため、定性的に行われるている。

①乗員の安全性

防護柵のビームなどの部材が衝突時に支柱から離脱し、車室に侵入する事故などが発生する場合があります、このような事故が発生しないこと、また運転者の生存空間が脅かされるような大きな変形が生じないことが求められる。ただし、これらの評価は定性的に行われる。また車両の挙動についても、運転者が車室で大きく移動する可能性のある車両挙動が生じないことが求められる。なお、運転者はシートベルトを装着していない状態を対象としている。

定量的な評価としては、運転者の車室に衝突する速度(乗員衝突速度)、および運転者に作用する加速度(ライドダウン加速度)が許容値を超えないことが求められる。

・乗員衝突速度の算出方法

車室は、図-3に示す仮想頭部が車室内でフロント部から0.6m、サイド部から0.3mの位置に存在するものとし、この仮想頭部が車両衝突時の急激な方向転換にも係わらず衝突前の慣性運動を持続するとしたときに、フロント部またはサイド部に衝突する速度を車両重心加速度から算出する。

ア) x方向

$$V_x = \int_0^{t_1} a_x dt \quad (2)$$

$$D_x = 0.6m = \int_0^{t_1} \int_0^{t_1} a_x dt \quad (3)$$

ここで  $V_x$  : x方向の車室衝突速度 (m/s)

$a_x$  : x方向の車両重心加速度 ( $m/s^2$ )

$D_x$  : x方向の乗員頭部とフロントの距離 (m)

$t_1$  : 加速度の2回積分で0.6m進行したときの時間 (s)

$t_0$  : 衝突開始時間 (s)

イ) y方向

$$V_y = \int_0^{t_1} a_y dt \quad (4)$$

$$D_y = 0.3m = \int_0^{t_1} \int_0^{t_1} a_y dt \quad (5)$$

ここで  $V_y$  : y方向の乗員衝突速度 (m/s)

$a_y$  : y方向の車両重心加速度 ( $m/s^2$ )

$D_y$  : y方向の乗員頭部とサイドの距離 (m)

$t_1$  : 加速度の2回積分で0.3m進行したときの時間 (s)

$t_0$  : 衝突開始時間 (s)

・ライドダウン加速度

乗員に生理的な衝撃を与える瞬間的な加速度として、10msの平均加速度を、車両重心加速度から算出する。

$$a_{(10)xy} = \frac{1}{0.01} \int_{t_1}^{t_2} a_{x,y} dt \quad (6)$$

ここで、 $a_{(10)xy}$  : x, y方向の10ms平均加速度 ( $m/s^2$ )

$a_{x,y}$  : x, y方向の車両重心加速度 ( $m/s^2$ )

$t_1$  : 任意の時間 (s)

$t_2$  :  $t_1 + 0.01$  (s)

② 車両挙動

米国では多車線道路が一般的であり、衝突車両が防護柵衝突後跳ね返って併走する車両に影響を及ぼさないように、隣接車線への侵入がないことを奨めている。このとき、徐々に隣接車線に接近させるため、離脱角度が衝突角度の6割以下となることが望ましいとしている。離脱角度が具体的な角度で示されないのは、衝突角度(入射角)が大きくなると離脱角度(反射角)も大きくなりやすい物理的な性質に配慮したものである。

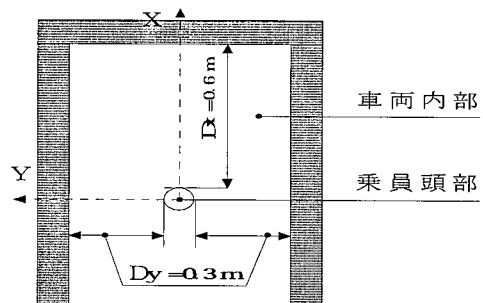


図-3 仮想頭部の位置

## (2) CEN1317

CEN1317では、以下のように評価項目および評価内容を設定している。

### ① 防護柵挙動

車両衝突時、衝突後の防護柵の挙動（変形状態）について示しており、車両を円滑に誘導すること、構成部材が離脱し、周囲の第三者に被害を及ぼさないこと、構成部材が車室内に侵入し乗員に被害を及ぼさないこと、車室空間が確保されることなどの考え方は NCHRP Report 350 と同様である。加えて、衝突時に変形しない端部などの固定部について安全性に配慮すべきことを記述している点は CEN1317 の特徴といえる。

### ② 車両挙動

車両が供試体を乗り越えたり潜り込んだりしないことは、車両の円滑な誘導の面からも防護柵の挙動と表裏一体の評価である。衝突後に運転者が車室で大きく移動する可能性のある車両挙動が生じないことが求められる点についても、NCHRP Report 350 と同様である。また、欧州でも多車線道路が一般的であることから、衝突車両が防護柵衝突後跳ね返って併走する車両に影響を及ぼさないように、隣接車線への侵入がないこととしているが、NCHRP 350 が推奨であるのに対して CEN1317 では併行車線に侵入しないことを義務化している。

### ③ 乗員の安全性

乗員の安全性は、車両加速度から算出して評価を行う点は NCHRP Report 350 と同様であるが、評価方法は CEN1317 を制定する前に各国で用いられていたフランスの ASI、イギリスの THIV、PHD 等を満足することが必要となっている<sup>3)</sup>。

#### ・ ASI (Acceleration Severity Index)

ASIは、3次元方向に計測した加速度と、各方向の加速度限界値を用いて計算される。

$$ASI = \sqrt{\left(\frac{\bar{a}_x}{\hat{a}_x}\right)^2 + \left(\frac{\bar{a}_y}{\hat{a}_y}\right)^2 + \left(\frac{\bar{a}_z}{\hat{a}_z}\right)^2} \quad (7)$$

ここで、 $\bar{a}_x, \bar{a}_y, \bar{a}_z$  : 50ms平均加速度(G)

$\hat{a}_x, \hat{a}_y, \hat{a}_z$  : 加速度限界値(G)

$\hat{a}_x = 12$  (G) ,  $\hat{a}_y = 9$  (G) ,  $\hat{a}_z = 10$  (G)

#### ・ THIV (Theoretical Head Impact Velocity)

基本的な考え方は、米国の乗員衝突速度と同じであるが、角速度を加味している点と、x方向とy方向の合成速度について評価する点が異なる。

#### ・ PHD (Post-impact Head Deceleration)

基本的な考え方は、米国のライドダウン加速度と同じであるが、PHDは10Hzのローパスフィルタで処理された加速度で評価する。

表-8 評価項目および内容 (CEN1317)

防護柵挙動	供試体はビームの破断なく車両を円滑に誘導できること 供試体の主要部分が他の交通、歩行者、工事での作業員の障害となるような離脱がないこと 供試体の部材が車室内に侵入しないこと；乗員の傷害を招く車室空間の変形や車室への侵入は許されないアンカー部や固定部の安全性が配慮されていること
車両挙動	車両が供試体を乗り越え、潜り込むことがないこと ローリング、ピッチングおよびヨーイングは許されるが、車両の姿勢が衝突中、衝突後に保たれること 車両は、衝突後衝突地点から10m進行する以内に、供試体と直角方向に2.2m+車両幅員の距離にある供試体との平行線を侵さないこと
乗員の危険度	車両加速度から算出される、ASI、THIVおよびPHDの各指数が表-9下記の許容値をいずれも満足すること
車両変形	車両の変形量は所定のフォームによって計測され評価される
防護柵変形量	車両の侵入距離（供試体の変形量）が計測され表-10に沿って評価される

表-9 乗員危険度の評価レベル

指標	推奨値	限界値
ASI	1.0以下	1.4以下
THIV	9	
PHD	20g以下	

表-10 防護柵の変形レベル

変形レベル	侵入距離 (m)
W1	0.6以下
W2	0.8以下
W3	1.0以下
W4	1.3以下
W5	1.7以下
W6	2.1以下
W7	2.5以下
W8	3.5以下

### ④ 車室変形

車室変形は、前面、側面、背面の変形量が定量的に計測される。評価はなく、統一的なフォームでのデータ蓄積を目的として行われる。

### ⑤ 防護柵変形量

防護柵背後の設置余裕との関係から防護柵の構造を選定する参考となる変形レベルを計測しておくことが求められる。なお、侵入距離は図-4に示すとおりであり、防護柵の路外側面がどの程度路外方向に変形したかを示すものである。

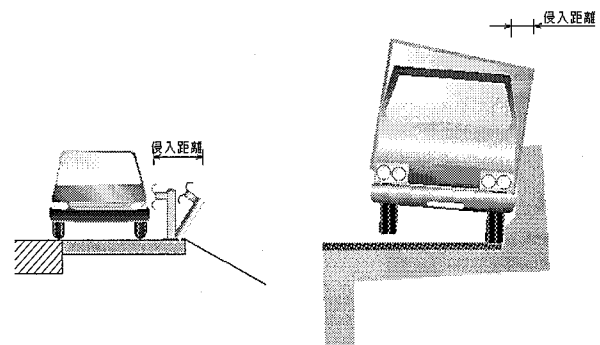


図-4 侵入距離(CEN1317)

### (3) 日本における評価

「基準・解説」では、防護柵に求める性能の評価として、以下のような評価基準を設定している。

#### ① 車両の逸脱防止性能

車両が防護柵を突破しないこと、また車両衝突時に変形することが前提となるたわみ性防護柵に対しては、車両の車輪が路外に侵入する距離（これを最大進入行程という。）を規定している。

この規定値は、支柱を土中に設置する場合とコンクリート構造物上に設置する場合で変わる。CEN1317では、防護柵の変形レベルは各防護柵が有する固有の特性として把握されるのみであるが、「基準・解説」では最大値を示し、これを超えないことが求められている。我が国の狭隘な道路構造を反映したものといえる。また、路側、分離帯、歩車道境界でこの目標値を変えているのも特徴となっている。

#### ② 乗員の安全性能

乗員の安全性を評価する加速度は、米国のライドダウン加速度に準拠している。ただし、評価値自体は、C、B種では90～120m/s<sup>2</sup>が目標値となっており、欧米に比べてかなり厳しい条件が設定されている。また欧米では、防護柵の構造や設置条件によらず、推奨値と限界値を提示しているが、「基準・解説」ではたわみ性防護柵、剛性防護柵という防護柵の変形特性に応じて適用する目標値も変わっている。

なお車室の変形については評価項目がなく、車室空間の確保は基準上考慮されていない。

#### ③ 車両の誘導性能

車両の誘導性は、衝突後の車両姿勢が正しいこと、また離脱速度が衝突速度の6割以上、離脱角度が衝突角度の6割以下になることなど、対向車線への跳ね返り、追従車両への影響などの他交通への影響が少なくなるように具体的目標数値が設定されている。離脱速度について具体的数値目標が定められているのは「基準・解説」のみである。

#### ④ 構成部材の飛散防止性能

車両衝突により構成部材が離脱、飛散して当事者や第三者に被害を及ぼさないことを求めている。

### 4. あとがき

車両用防護柵は交通事故が発生したときに人命を護る役割が期待され、またその機会が多い構造物であることから、防護柵性能評価のための衝突実験は各国とも必須になっている。このとき確保すべき防護柵の強度は、各国の道路交通事情を反映した衝突条件が設定されているにもかかわらず、結果としてほぼ同様の強度設定がなされていた。これは、実際に発生している交通事故が、各国とも似たような状況になっていることが背景にあるものと予想される。また、路外の第三者を保護するための

表-11 評価項目および内容（基準・解説）

車両の逸脱防止性能	強度性能	大型貨物車の衝突に対して、防護柵は突破されない強度を有すること
	変形性能	大型貨物車の衝突に対して、防護柵の最大進入行程が表-12の値以下であること
乗員の安全性能		乗用車の衝突に対して、車両の受ける加速度が種別および種類に応じて表-13の値以下であること
車両の誘導性能		乗用車および大型貨物車の衝突に対して、以下の条件を満足すること ①車両は、防護柵衝突後に横転などを生じないこと ②防護柵衝突後の離脱速度は、衝突速度の6割以上であること ③防護柵衝突後の離脱角度は、衝突角度の6割以下であること
構成部材の飛散防止性能		乗用車および大型貨物車の衝突に対して、車両衝突時に構成部材が大きく飛散しないこと

表-12 防護柵の最大進入行程 (m)

設置箇所	種別	支柱を土中に埋め込む場合	支柱をコンクリートに埋め込む場合
路側用	C, B, A, SC, SB, SA, SS	1.1m以下	0.3m以下
分離帯用	Cm, Bm	1.1m以下	0.3m以下
	Am, SCm, SBm, Sam, SSm	1.5m以下	0.5m以下
歩車道境界用	Cp, Bp, Ap, SCp, SBp	0.5m以下	0.3m以下

表-13 車両の受ける加速度 (m/s<sup>2</sup>)

種別	たわみ性防護柵		剛性防護柵
	支柱を土中に埋め込む場合	支柱をコンクリートに埋め込む場合	
C, B	90未満	120未満	120未満
A	150未満	180未満	180未満
SC, S B, SA, SS	180未満	200未満	200未満

高い強度の防護柵が用意されていることも共通している。

防護柵の性能を評価する衝突試験は、各国とも比較的大がかりな試験と捉えられているが、精度の高いシミュレーション技術などが開発されるまでは、当面現行の方法が用いられていくものと考えられる。

#### 参考文献

- (社)日本道路協会：“防護柵の設置基準・同解説”，2004
- H.E.Ross, JR et al.：“Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features”，NCHRP Report 350, Transportation Research Board, 1993
- (社)鋼材倶楽部：“欧米道路安全施設調査報告書”，平成5年1月
- European Committee for Standardization：“Road Restraint System Part2”，BS EN 1317-2, 1998
- 建設省土木研究所道路部交通安全研究室：“防護柵衝突実験結果報告書”，土木研究所資料第3108号，1992