

諸外国の防護柵の基準について

防護柵の機能

国・地域	種類	機能	記述内容
米国	防護柵 ^{a)}	車両通行不可の物理的区分	車両が通常は通過できない物理的制限の提供装置
		車両の逸脱防止と誘導	逸脱車両の制御と誘導に用いられる
		歩行者等の保護	歩行者や見物人を交通から保護する
	歩行者/自転車用柵 ^{b)}	歩行者/自転車の転落防止	歩行者/自転車の転落を極力減少させるための物理的誘導施設
欧州 ^{c)}	車両用防護柵	逸脱車両の抑制	逸脱車両の制御のために用いられる保護施設 路側や中央分離帯に設置される
	歩行者用柵	歩行者の保護と誘導	歩行者の保護と誘導のために用いられる施設
日本 ^{d)}	車両用防護柵	車両の逸脱防止と誘導	進行方向を誤った車両が路外、対向車線または歩道等に逸脱するのを防ぐ 車両を正常な進行方向に復元させる
		乗員・車両の被害・破損を軽減	車両乗員の傷害および車両の破損を最小限にとどめる
	歩行者自転車用柵	歩行者・自転車の転落防止/横断抑止	歩行者および自転車の転落またはみだりな横断を抑制する

車両用防護柵の設計条件

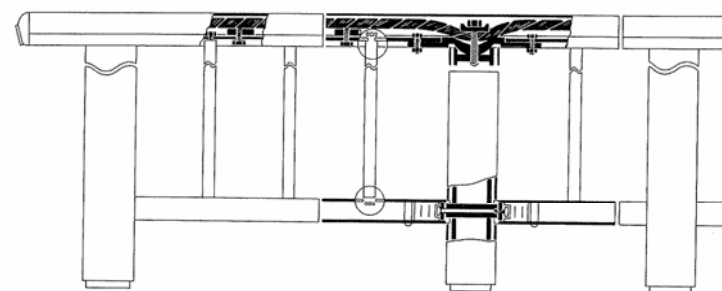
国 地域	防護 柵 レベル	強度評価					乗員安全評価(小型乗用車)							適用	
		評価項目 衝撃度 (kJ)	衝突条件				車種	評価項目				衝突条件			
			車両質量 (ton)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)	車種		加速度(m/s ²)		車両質量 (ton)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)			
								10ms移動平均値 推奨値	限界値				50ms移動平均値 推奨値		限界値
米国 ^{e)}	1	34	2	50	25	ピックアップ トラック	147	196	/	/	0.82	50	20	農道・地方道・ 都市内道路	
	2	68	2	70	25		147	196			0.82	70	20		
	3	138	2	100	25		147	196			0.82	100	20		
	4	132	8	80	15	トラック	147	196			0.82	100	20		二次被害防止箇所
	5	595	36	80	15	トレーラ	147	196			0.82	100	20		
	6	595	36	80	15	タンクローリ	147	196			0.82	100	20		
欧州 ^{c)}	N1	25	1.5	80	15	小型乗用車	/	196	176	245	1.5	80	15	一般道路	
	N2	82	1.5	110	20			196	176	245	0.9	100	20		
	H1	127	10	70	15	トラック		196	176	245	0.9	100	20	二次被害防止箇所	
	H2	287	13	70	20	バス		196	176	245	0.9	100	20		
	H3	462	16	80	20	トラック		196	176	245	0.9	100	20		
	H4a	572	30	65	20	トラック		196	176	245	0.9	100	20		
	H4b	725	38	65	20	トレーラ		196	176	245	0.9	100	20		
日本 ^{d)}	C	44	25	26	15	トラック	/	90~120*	/	/	1	60	20	一般道路	
	B	58	25	30	15			90~120*			1	60	20	国道・主要地方道	
	A	131	25	45	15			150~180*			1	100	20	高速道路・国道	
	SC	162	25	50	15			180~200*			1	100	20	二次被害防止箇所	
	SB	273	25	65	15			180~200*			1	100	20		
	SA	414	25	80	15			180~200*			1	100	20		
	SS	646	25	100	15			180~200*			1	100	20		

*防護柵形式、基礎条件により変わる

歩行者等用柵の設計条件

国	作用方向	荷重 ^{*)} (N)	高さ (mm)	適用
米国 ^{f)}	垂直方向	2350	1060 ~ 1370	歩道/自転車道付き橋梁
	水平方向	2350		
イギリス ^{g)}	路外方向	最大5600	1150 ~ 1500	歩行者/自転車専用道路
	軸方向	最大1400		
ドイツ ^{h)}	小型車衝突荷重程度 ^{**)}	-	-	歩道/自転車道付き橋梁
	歩行者荷重	-	-	歩行者/自転車専用道路
フランス ⁱ⁾	垂直方向	980	1000	幅員1m以下歩道付き橋梁
	水平方向	1960		
	垂直方向	980	1000	幅員1m越える歩道付き橋梁
	水平方向	4900		
日本 ^{d)}	垂直方向	1960	1100	歩道/自転車道付き橋梁
	水平方向	5000		

*)2mスパン



^{**)}ケーブル内装型歩行者用柵(高欄) ドイツⁱ⁾
小型車の転落防止程度の強度を有すると想定される。

基準等における設置目的

国・地域	設置目的	記述内容	備考
米国	乗員の人的被害の防止 ^{a)}	車両が道路から逸脱したり、防護柵よりも危険度の高い固定物体や地面に衝突することを回避する	基本は防護柵の必要ない路側余裕幅や中央分離帯幅の設置。これらの幅に障害物などがある場合に防護柵を設置。
	第三者の人的被害の防止 ^{a)}	低速の街路では、縁石は普通の車両交通と歩行者等を分離するのに十分である。しかし、速度40マイル(64km/h)以上で走っている車両は比較的小さいアプローチ角度で縁石に乗り上げてしまうであろう。よって、歩道や自転車道が高速の道路に近接している場合、歩行者や自転車の安全のための取り決めをつくるべきである。	
	歩行者等の転落防止 ^{b)}	歩行者/自転車の転落を極力減少させるための物理的誘導施設	
イギリス	乗員の人的被害の防止 ^{j)}	幹線道路における防護柵とコンクリートバリアの設置目的は、車両が車道を逸脱し危険な部分に進入することを減少させることである	防護柵の設置は路外の危険度などを評価して設置 基本的に50mph以上での道路について適用 ^{h)} 50mph以下では橋梁部についてのみ記述 ^{k)}
	第三者の人的被害の防止 ^{k)}	橋梁用車両防護柵は、逸脱車両や車両乗員、歩行者や他の道路利用者の安全性確保や、高速鉄道が幹線道路に隣接する場合の甚大事故を防ぐため等の多様な目的を持つ	
	歩行者等の転落・車道横断防止 ^{l)}	歩行者用高欄; 車両交通がなく歩行者、騎乗者、自転車利用者の利用に供する橋梁、擁壁や他の構造物に設置される 歩行者用ガードレール; 車道や危険箇所への進入や横断の抑制するため歩道端に設置される	
ドイツ ⁿ⁾	乗員の人的被害の防止	車道脇の障害物により車両が転倒したり、あるいは衝突したりすることが防護柵への衝突よりも重大な結果を招く場合に、これらの転倒や衝突の前に乗員を保護する	路外の危険度や交通流の速度などに応じて設置 防護柵設置以前に、危険箇所の構造的変更や障害物の除去を検討
	第三者の被害の防止	人間や車道脇の防護に値する施設を防護する	
フランス ^{o)}	乗員の人的被害の防止	道路交通における防護柵は第1当事者に対しても通常の保護を保証	道路交通状況や路外の危険度等に応じて設置 防護柵設置以前に障害物の除去・移動を検討、二輪車に配慮
	第三者の被害の防止	周辺道路交通(車両、交通、自転車、歩行者等)への配慮 道路交通状況(隣接車線、居住地区、集水池等)に対応	
日本 ^{d)}	乗員の人的被害の防止	車両の路外への逸脱による乗員の人的被害の防止を目的として路側に車両用防護柵を設置する	路外の危険度や交通流の速度などに応じて設置
	第三者の人的被害の防止	車両への路外などへの逸脱による第三者への人的被害の防止を目的として車両用防護柵を設置する	
	歩行者等の転落・車道横断防止	歩行者等の転落・車道横断防止を目的として路側または歩車道境界に歩行者自転車用柵を設置する	

車両用防護柵設置個所

適用範囲 国	橋梁区間	盛土区間	河川水路等	第三者被害			線形厳しい	分離帯	その他
				路側構造物	交差鉄道・道路等	人身防護			
米国 ^{a)}		・路側勾配が急な区間					・設計速度60km/hの高速道路 ・設計速度80km/hの一般道路	・交通量と分離帯で必要性を判断	
イギリス ^{j)}	・速度低い、交通量少ない場合等で、車両用が必要ない場合を除く	・盛土高さが6m以上 ・盛土高さ3～6mで曲線半径850m以下	・河川湖沼、地下道出入口に隣接する盛土			・幹線道路のサービスエリア等で歩行者横断の可能性有り	・盛土高さ3～6mで曲線半径850m以下	・分離帯10m以下 ・分離帯内に障害物	
ドイツ ^{h)}	・農林道、都市内道路を除く	・所定以上の法定速度区間 一般部：70km/h以上 ・勾配が急な区間	・水質保全区域					・法定速度70km/h以上	
フランス ⁿ⁾	・危険度が低い場合を除く	・急激な高低差や急斜面	・側溝、排水溝			・沿道に居住地域		・分離帯12m以下の道路	
日本 ^{d)}	・必要な区間	・必要な区間	・海、湖、川、沼地、水路が近接し必要な区間	・必要な区間	・進入の恐れのある区間	・走行速度が高い区間で沿道人家などで必要な区間 ・走行速度が高い区間で歩行者の保護が必要な区間	・走行速度が高く、必要な区間	・高速道路、自動車専用道路	・事故が多発する、多発するおそれのある区間で防護柵の効果が認められる区間 ・幅員・線形、交通状況などにより必要な区間 ・気象条件により必要な区間

歩道等のある橋梁部における設置の考え方

国・地域	防護柵種類	適用	記述内容	
米国	防護柵		全ての構造物には、なにがしかの防護柵が必要である。	
	a) 車両用防護柵 (歩車道境界)	歩道分離	歩行者などが通る場合は、車両交通と歩行者等を分離する防護柵を設置する	
	b) 車両用防護柵 (歩車道境界)	速度の高い幹線道路	速度の高い幹線道路では、歩行者自転車道は、歩道端に歩行者自転車用柵、歩車道境界に高欄兼用車両防護柵を用いる	
	高欄兼用車両用防護柵	速度の低い幹線道路	低い速度の幹線道路でのみ、縁石付き歩道と高欄兼用車両防護柵が用いられる	
イギリス	車両用防護柵/ 高欄兼用車両用防護柵	基本構造	図示 ^{k)} (歩行者の通行がある橋梁では、棧の追加などにより対応。鉄道上では高欄兼用は1.5mとする)	
	歩行者等用柵	歩行者等専用橋梁	歩行者用高欄は、車両交通がなく歩行者、騎乗者、自転車利用者の利用に供する橋梁、擁壁や他の構造物に設置される ^{l)}	
ドイツ ^{h)}	車両用防護柵 (歩車道境界)	人家密集地域で法定速度 50km/h以上(新設橋)	人家密集地域の外側車線で法定速度が50km/hより高い道路の場合、歩車道境界に片面ブロックアウト型ガードレールを設置しなければならない	
	高欄兼用車両用防護柵	市町村道、農道等を除く道路 (既設橋)	橋梁や擁壁上の路側は、ワイヤーロープによって補強された高欄に接合した片面ブロックアウト型ガードレールにより防護柵されなければならない	
	歩行者等用柵	市町村道、農道等(新設橋)	農林道やその他の軽荷重の道路が通る新しい橋梁に対しては0.15から0.2mの高さの歩道で十分である。この場合は、歩行者用柵の中に各支柱に固定された亜鉛メッキのケーブルを配置しなければならない	
フランス ^{o)}	車両用防護柵/ 歩行者自転車用柵	路外状況に応じて使い分け	橋梁部は、幅員減少や交通流への構造的な影響、気象の影響、水没の危険性、脇見などがあり、防護柵を設置する	
日本 ^{d)}	基準	車両用防護柵	盛土、崖、擁壁、橋梁、高架などの区間で路外の危険度が高く必要と認められる区間	
		歩行者等用柵	路外の危険度が高い区間 歩道等、……の路外が危険な区間などで歩行者などの転落を防止するために必要と認められる区間	
	解説	車両用防護柵 (歩車道境界)	二次被害の恐れ	転落車両による第三者の二次被害が発生するおそれのある場合
			曲線部	線形が視認されにくい曲線部など、車両の路外逸脱が生じやすい場合
			路面凍結箇所	地域の気象特性などによって路面凍結が生じやすくスリップ事故が多発している場合
高欄兼用車両用防護柵	上記、で歩道幅員が狭い場合	既設の橋梁、高架などで、歩道等の幅員が狭く、歩車道境界に車両用防護柵を設置すると歩行者等の通行を妨げるその場合には、歩道等と接する地覆に転落防止機能を有する歩行者自転車用柵を兼用した車両用防護柵を設置するものとする		
歩行者等用柵	歩道等に接する地覆	歩道等に接する地覆には、歩行者自転車用柵を設置し、歩行者等の橋梁、高架外への転落を防止するものとする		

注) 高欄兼用車両用防護柵: 歩行者等の転落防止の高さを強度を有する車両用防護柵

歩道等のある橋梁部における具体的使い分け

国	防護柵設置形式			
	歩道端	歩行者用防護柵	高欄兼用車両用防護柵	歩行者用柵
	歩車道境界	無し	無し	車両用防護柵
米国 ^{b)}	交通量が少い・車線が狭い・路外逸脱による乗員の危険性が少ない橋梁で歩行者の転落を防止する場合 危険度を総合的に評価して設置		幹線道路で車両が低速で走行する場合	幹線道路で、車両が高速走行する場合
イギリス ^{k)}			通常の設置形式	
ドイツ ^{h)}	市町村道、農林道	車道幅が狭い場合	通常の設置形式	
フランス ^{o)} *	危険度指数が低い場合	危険度指数が高い場合		
日本 ^{d)}	歩道等に接する地覆には、歩行者自転車用柵を設置し、歩行者等の橋梁、高架外への転落を防止する	既設橋等で右記条件に該当するが、歩道幅員が狭く歩行者などの通行の妨げになる場合は、高欄兼用車両防護柵を設置する	橋梁、高架区間の歩車道境界には、以下のような場合に、必要に応じて、車両用防護柵を設置する ・転落車両による二次被害の恐れ ・曲線部で車両が逸脱しやすい ・路面がスリップしやすい	

* フランスの危険度指数の求め方 : 危険度指数 $ID = \max(ID1+ID2; ID1+ID3)$

危険度指数の種類	構成要因	
ID1: 道路交通条件	・交通量(2~15点) ・大型トラック交通(0~3点) ・勾配(0~2点)	・道路規格(-1~1点) ・わだち(0~4点) ・曲率(0,1点)
ID2: 乗員保護	・落下高さ(0~5点)	・水深(0,5点)
ID3: 第三者被害	・交差道路交通(0~5点) ・沿道居住(0,5点)	・鉄道交差 ・交差点(0,2点)

米国内の各州における使い分け

州名	内容	歩行者用/車両用使い分け			出典
		地覆	歩車道境界	適用	
AASHTO 合衆国規格	歩道は隣接する道路と車両用防護柵または高欄兼用車両防護柵によって分離されることが望ましい。このとき地覆には歩行者用高欄を設置する。	歩行者用柵	車両用防護柵または高欄兼用車両防護柵		Guide Specifications for Bridge Railings 1989
	高欄兼用車両防護柵は、速度が低い幹線道路でマウントアップされた歩道がある場合に適用される。速度の高い幹線道路では、歩車道境界に高欄兼用車両防護柵、地覆に歩行者用を適用する。さらに、歩行者交通量や他のリスクを考慮して、歩道の分離を考える。	高欄兼用車両防護柵		速度が低い場合	AASHTO LRFD Bridge Design Speticication Third Edition 2004
		歩行者用柵	高欄兼用車両防護柵	速度が高い場合	
FHWA 連邦道路庁規格	歩行者用柵は、歩道橋の地覆か車両用防護柵で分離されている歩道付き橋梁の地覆に設置される。	歩行者用柵	車両用防護柵		Load and Resistance Factore Design for Highway Brides
ニューヨーク州	歩道のある橋梁では、地覆部に1.06m高のコンクリート高欄や4本レールタイプ防護柵を設置する。歩車道境界に車両用防護柵が設置されている場合は、地覆に1.06m高の歩行者用柵を設置する。	コンクリート高欄または4本レール防護柵			Bridge Manual 4th Edition, April 2006 http://www.dot.state.ny.us/structures/manuals/brman_4th_edition/bridge_manual_4th_ed.html
		歩行者用柵	車両用防護柵		
カリフォルニア州	AASHTOによる	歩行者用柵	車両用防護柵または高欄兼用車両防護柵		WWW.bridgerailing.org/Greenwood/Greenwood_testimony.htm
アラバマ州	AASHTOによる	歩行者用柵	車両用防護柵または高欄兼用車両防護柵		Bridge Bureau Strcutres Design and Detail Manual
ワシントン州	AASHTOによる	歩行者用柵	車両用防護柵または高欄兼用車両防護柵		Bridge Design Manual LRFD August 2006
テキサス州	歩車道境界に車両用防護柵を設置した場合の歩行者用柵の構造、および高欄兼用車両防護柵を標準仕様とする(図示)	歩行者用柵	高欄兼用車両防護柵		Bridge Riling Manual May 2006
ニュージャージー州	AASHTOによる	歩行者用柵	車両用防護柵または高欄兼用車両防護柵		Bridge & structures Design Manual
フロリダ州	AASHTOによる	歩行者用柵	車両用防護柵または高欄兼用車両防護柵		Strcutres Design Guidelines
オレゴン州	歩行者・自転車用の橋梁地覆に使われる。車両用防護柵によって歩行者・自転車交通が分離されている橋梁の地覆に使われる。	歩行者用柵	車両用防護柵		Bridge Design and Drafting Manual 2004

注)FHWAヒアリング結果

連邦補助金が適用される道路事業にあたっては、設計等にあたり、AASHTOやTRB(Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features)の適用が義務付けられている。連邦補助対象外の道路については、こうした義務付けはないが、ほとんど全ての州及び地方政府において、AASHTOの基準なり、TRB(Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features)の基準なりに準拠しているのが実態である(例外は聞いたことがない)。理由としては、これらの基準類は専門家によって最新の知見の集約がなされた文献として全国的に認知されており、いわば設計のバイブルとして認知されているので、州や地方政府が自ら管理する道路で管理瑕疵を問われ裁判となった場合にこれら以外の基準を設計等の根拠としても裁判で負ける可能性が高いためである。

参考文献

- a) AASHTO, Roadside Design Guide, 1989
- b) American Association of State Highway and Transportation Officials; AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 2004
- c) European Committee for Standardization; Road Restraint systems Part1/Part2, EN 1317-1/ EN 1317-2, 1998
- d) (社)日本道路協会; 防護柵の設置基準・同解説 平成16年3月
- e) Transportation Research Board; Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program Report 350, 1993
- f) AASHTO; Guide Specifications for Bridge Railings, 1989
- g) British Standard, Specification for pedestrian restraint systems in metal, BS7818, 1995
- h) Bundesanstalt für Strassenwesen; Richtlinien für passive Schutzzeinrichtungen an Strassen, Ausgabe 1989
- i) (社)軽金属協会; 欧州土木資材年開発調査団報告書、昭和60年3月 フランス規格
- j) The Highway Agency; Safety Fences and Barriers, TD 19/85, 1986
- k) British Standard; Highway parapets for bridges and other structures
- l) British Standard, Specification for pedestrian restraint systems in metal, BS7818, 1995
- m) The Highway Agency; the Design Manual for Roads and Bridges
- n) (社)鋼材倶楽部; 欧米道路安全施設調査報告書, 1993 ドイツ規格 フランス規格
- o) PFE flash- Les DR sur ponts routiers, 2006