

# 道路用ボラード（杭）の種類と 車両激突対応型ボラードの性能評価

安藤和彦

## 1. まえがき

道路に設置されるボラードは、歩道や建物の出入り口などに、車両の進入抑止や交通流の整流化などの目的で設置される杭である。道路の中央線上に、車線分離を明示するためなどに設置されているものもボラードの一種である。

これら一般的に用いられているボラードの強度について、国内のみならず欧米でも特に定められた要求性能はないが、欧米ではテロ対策などのため車両が境界内への侵入を図ったときに、それを阻止するボラードについては対車両衝突性能を定めている。

国内の社会的状況や交通事故状況を考えると、今後日本においても、車両の侵入を阻止する強度を持ったボラードが必要とされる場合も出てくる事が予想される。

そのため以下では、現在道路用として利用されているボラードの種類や設置状況について紹介するとともに、欧米で基準化されている車両衝突後に停止させるボラードについて、どの程度の強度性能が要求されているか、また性能評価がどのように行われているか、評価を最も積極的に行い実績のある米国の基準をもとに紹介する。

## 2. ボラードの種類と設置箇所の概要

### 2.1 ボラードの種類

ボラードはもともと民地境界などにおいて、境界区分を明示するために用いられてきたものであり、都市の景観などに配慮し様々な径、寸法、デザインのもが用いられている。ボラードの材料も、金属材、樹脂材、ゴム材、石材、コンクリート材、木材など様々なものがある。

これらボラードについて、車両衝突時の強度に着目して区分すると、大きく以下の3種類に分けることができる。

①車両激突時に車両を停止させる強度を持つもの

②車両運転者に対し視覚的な進入抑止効果や視線誘導効果を持ち、かつ微速衝突程度の車両を停止、誘導させる強度を持つもの

③車両運転者に対し視覚的な進入抑止効果や視線誘導を持つが、車両接触時にはたわむことで車両に損傷を与えないもの

以下では便宜的に、①を車両激突対応型ボラード、②をハードボラード、③をソフトボラードと称し区分する。

また、ボラードの設置形態についてみると、

- ・ 基礎に固定する固定式
- ・ 時間帯により、あるいは許可車両のみを通過させるため状況に応じて路面上の杭部分を路面下に収納できる上下式や着脱式

の2種類がある。上下式は、ライジングボラードと称され、近年国内で脚光を浴びている。

ボラードは歩道内に設置される場合が多いので、歩行者や自転車利用者が接触、衝突しても被害を及ぼさない配慮として、ソフトボラードやハードボラードの表面をゴムなどで覆ったものも多く利用されている。

### 2.2 ボラードの設置箇所

ここでは、特に道路管理者が設置するボラードについて整理する。ボラードの設置位置としては、歩道端や路側では、

- ・ 歩道への車両乗り上げ、駐車、進入を抑止するため歩道内の車道に沿った部分に設置
- ・ 車両通行帯の物理的な車道区分として、区画線上、あるいはゼブラゾーン上に設置
- ・ 車両の速度を抑制するために車線境界に設置
- ・ 標識柱や照明柱等の明示や保護のため、これら道路施設の前後に設置

また、中央帯などでは

- ・ 対向車線への逸脱を抑止するため2車線の高規格幹線道路の中央線上に設置
  - ・ 車両のUターンや車両の対向車線側への進入を抑止するために設置
- などがある。



a.ハードボラード（やや太い径のもの）



b.ハードボラード（細い径のもの）



c.ハードボラード（着脱式、面型タイプ）



d.ハードボラード（ゴム製カバーで覆った例）



e.ハードボラード（車輪誘導タイプ）



f.ソフトボラード



g.車両激突対応型ボラード  
（ガードレールのビームを付加している例）



h.車両激突対応型ボラード（ライジングタイプ）

写真-1 ボラードの設置事例

### 3. 車両激突対応型ボラード

#### 3.1 車両激突対応型ボラードとは

車両激突対応型ボラードは、車両の衝突を想定した強度を有するボラードであるが、ここでは特にテロ対策として、主要公共施設等に爆薬などを積載した車両が侵入し、施設破壊を試みることを防ぐ目的で設置されるものをいう。米国では 30 年以上前（1985 年）に、米国国務省外交安全局（the U.S. Department of State, Bureau of Diplomatic Security）より、SD-STD—02.01 境界防護バリア及びゲートの車両衝突試験方法（Test Method for Vehicle Crash Testing of Perimeter Barriers and Gates）として策定された。この基準では、ボラードの他、溝、土堤、保安ゲート、コンクリート壁など、車両の侵入を防止する目的で設置する施設全般（以下防護施設という。）を対象としている<sup>1)</sup>。

この基準は、2001 年 9 月 11 日の米国同時多発テロ後基準の見直しが行われて 2003 年に改定され、さらに 2007 年、米国材料試験協会（ASTM; American Society for Testing & Materials）より ASTM F2656-07 として統一基準化され発出された。

車両激突対応ボラードは、歩道内などの設置スペースが制限される中で、車両の運動エネルギーをほとんど吸収させることが求められ、構造物の設計が比較的難しい。特に、コンパクトで高い強度の得られる基礎の設計が、最も重要な因子となっている。

車両激突対応型ボラードは、国内での設置事例は少ないが、国会議事堂正門や幾つかの大使館周辺で見ることができる（写真-1 g,h）。ただし、これらの施設の対衝突性能がどの程度かは、不明である。

#### 3.2 車両激突対応型ボラードの性能評価<sup>2)</sup>

##### 3.2.1 衝突条件

車両の衝突条件を表-1 に示す。

設計するボラードの衝突性能は、保護対象施設と周辺道路状況等との関係から、車種や物理的に到達可能な速度などを想定して表-1 内から選定することとなる。

##### (1) 衝突車両

テロ等による意図的な車両衝突を想定しているが、保護すべき公共施設などは都市内にあることがほとんどであり、都市内で違和感なく利用されている車両として、小型車、ピックアップトラック、中型トラック、大型トラックの 4 種類が想定されている。

##### (2) 衝突速度

衝突速度は、小型車及びピックアップトラックは 65km/h～100km/h、中型トラック及び大型トラックでは 50km/h～80km/h としており、車両の加速性能を見込んだ条件設定がされている。

##### (3) 積載物

車両激突対応型ボラードの衝突条件として特徴的な点は、テロなどでの爆発物を搭載した車両の衝突を想定していることである。そのため、車両

表-1 指定衝突実験

区分	試験車両 最小慣性質量	公称最低衝突速度	速度許容範囲	運動エネルギー
	kg (lbm)	km/h (mph)	km/h (mph)	kJ (ft-kips)
C40	小型車(C) 1100 (2430)	65 (40)	60.1-75.0 (38.0- 46.9)	179 ( 131)
C50		80 (50)	75.1-90.0 (47.0- 56.9)	271 ( 205)
C60		100 (60)	90.1以上 (57.0以上)	424 ( 295)
PU40	ピックアップトラック(P) 2300 (5070)	65 (40)	60.1-75.0 (38.0- 46.9)	375 ( 273)
PU50		80 (50)	75.1-90.0 (47.0- 56.9)	568 ( 426)
PU60		100 (60)	90.1以上 (57.0以上)	887 ( 613)
M30	中型トラック(M) 6800 (15,000)	50 (30)	45.0-60.0 (28.0- 37.9)	656 ( 451)
M40		65 (40)	60.1-75.0 (38.0- 46.9)	1110 ( 802)
M50		80 (50)	75.1以上 (47.0以上)	1680 (1250)
H30	大型トラック(H) 29,500 (65,000)	50 (30)	45.0-60.0 (28.0- 37.9)	2850 (1950)
H40		65 (40)	60.1-75.0 (38.0- 46.9)	4810 (3740)
H50		80 (50)	75.1以上 (47.0以上)	7280 (5430)

への爆発物の搭載位置として、乗用車では助手席、トラックでは荷台最前部に爆発物を搭載した状態を想定し、爆発物がどの程度境界内に侵入するかが重要視される。

### 3.2.2 性能評価

車両激突対応型ボラードの性能評価は、衝突車両の侵入距離（図-1）によって評価する。車両の侵入位置は、図-2に示す各車両の照合ポイントが防護施設の最背面からどの程度侵入しているかによって、表-2により評価区分される。

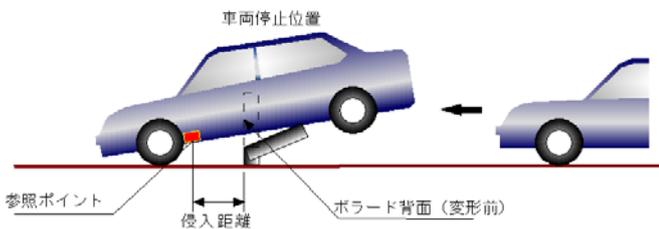


図-1 侵入距離

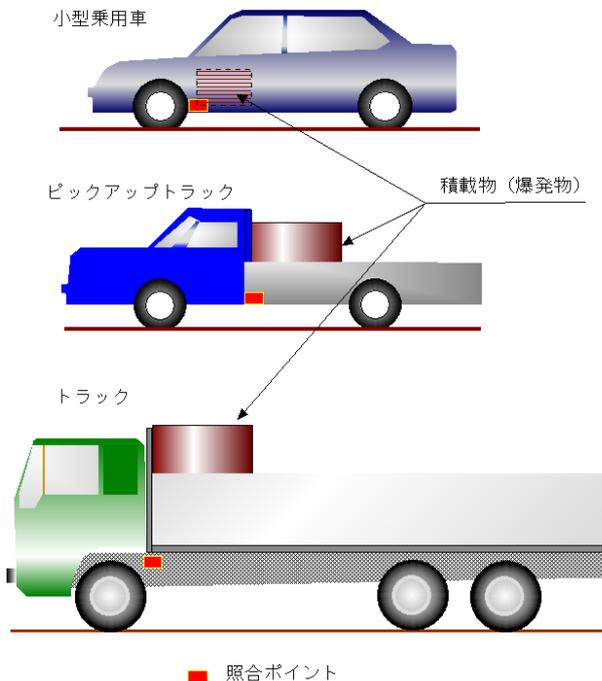


図-2 各車両の侵入距離照合ポイント

表-2 侵入距離水準

区分	動的侵入距離水準
P1	≤ 1m (3.3ft)
P2	1.01 ~ 7m (3.31 ~ 23.0 ft)
P3	7.01 ~ 30 m (23.1 ~ 98.4 ft)
P4	30m(98ft) 以上

なお、これらの距離の設定根拠としては、防護施設の 30m 後方に保護対象の施設（ビル等）がある場合、侵入距離が 1m であれば爆発物の爆発による保護対象施設への影響は 9%程度であるのに対して、3m 侵入すると 33%に増加し、6m では 80%と急激に増加する。6m を越えると実用レベルでは無くなる<sup>1)</sup>。そのため、性能評価としては P1 から P4 まで 4 段階に区分されるものの、基本的には P1 レベルの性能が要求される。

実際の防護施設は、新たに防護施設を設置する場合は保護対象施設から30m以上前方に設置されなければならない。既設の保護対象施設で30mの距離が確保出来ない場合は、保護対象施設自体に防曝性能を持たせることが要求されている<sup>3)</sup>。

## 4. あとがき

国内では、ボラードに求められる強度性能に関する基準はない。欧米では、車両激突型ボラードについて、車両による意図的で具体的な侵入条件を想定した性能照査が行われている。車両激突対応型ボラードを我が国に導入する場合、欧米基準のようにテロまでを想定するかどうかは検討する必要があるが、例えば歩行者専用道路の入り口等、車両の進入を物理的に防止すべき箇所は多々ある。本資料が、これらの箇所に高い強度のあるボラードを設置する場合に、どの程度の条件設定を行えばよいか検討する際の参考となれば幸いである。

### 参考文献

- 1) Department of State, Diplomatic Security; Test Method for Vehicle Crash Testing of Perimeter Barriers and Gates, AD-STD-02.01, Revision A, 2003
- 2) American Society of Test & Materials; Standard Test Method for Vehicle Crash Testing of Perimeter Barriers, ASTM F2656-07, 2007
- 3) Department of Defense; Selection and Application of Vehicle Barriers, UFC 4-022-02, 2010

安藤和彦



(一財)土研センター技術研究所  
道路研究部長  
Kazuhiko ANDO