

# 据置型車両用防護柵の大型車誘導性能の確認試験

安藤和彦・染谷 修・武藤克実・松本和也

## 1. まえがき

道路工事区間や暫定的な車線等を区分する施設として仮設型の柵がある。一般には、仮設型の柵はガードレール等のように基部を固定する常設型の防護柵（以下「常設型」という。）と異なり、舗装等の上に据え置かれ分割可搬できる構造になっている。仮設型の柵を設置目的から分類すると、主として道路区画等の区分を明示することなどを目的とした簡易な柵と、車両衝突時の路外方向等への突破の防止及び元の車線への車両の誘導を目的とする高い強度の柵がある。以下では、これら柵のうち車両の突破防止及び誘導機能を有するものを据置型車両用防護柵という。

据置型車両用防護柵の性能評価は、米国や欧州では、常設型と同様に、実車衝突試験による評価基準<sup>2),3)</sup>に基づき行われている。一方我が国では、これまで据置型車両用防護柵が常設型と同等の位置づけで利用されることはなく、実車衝突試験による性能確認はほとんど行われていない。

本文は、防護柵の設置基準・同解説（公益社団法人日本道路協会、平成28年12月）（以下「防護柵基準」という。）に基づき、(株)ネクスコ東日本エンジニアリングが試験計画の立案および供試体の設置を行い（一財）土木研究センターが実車衝突試験を行った据置型車両用防護柵の大型車誘導性能等の試験評価結果について、概要を報告するものである。

## 2. 据置型車両用防護柵の構造と挙動

据置型車両用防護柵の設置事例を写真-1に、代表的構造例を図-1に示す。

据置型車両用防護柵は、重量のあるブロックを相互に連結した柵の自重抵抗により車両を誘導する構造形式となっており、①ブロック構造、②ブロック重量、③ブロック間の接続部構造、④ブロックと路面間の摩擦抵抗力、⑤防護柵長さなど



写真-1 据置型車両用防護柵の設置事例

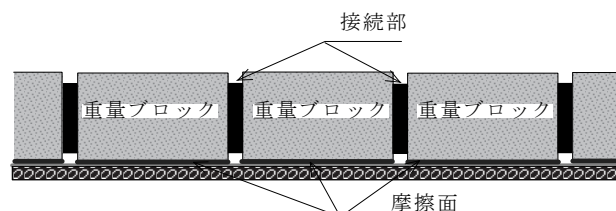


図-1 据置型防護柵の代表的構造例

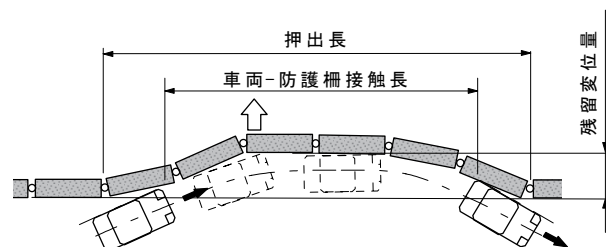


図-2 車両衝突時の防護柵の移動と車両挙動

が、防護柵の機能を発揮する際に主要な因子として密接に関連している。このとき、防護柵が設置位置から直角方向（路外方向）に押し出された幅（以下「残留変位量」という。）や押し出された柵の区間長（以下「押出長」という。）は、車両の衝突エネルギーの大きさや、防護柵の構造形式等によって異なってくる（図-2参照）。

## 3. 実車衝突試験による性能確認

### 3.1 試験目的

米国や欧州では、据置型車両用防護柵の性能評価に主として乗用車類が用いられているが、今回の実車衝突試験では、防護柵基準において大型車を用いた強度性能、車両誘導性能等の評価条件として設定されている衝突条件Aに基づき、防護柵

強度や車両誘導性等に着目した試験を行った。また、車両の軌跡やブロックの移動状況から、構造的特徴を把握するものとした。

### 3.2 試験方法

茨城県つくば市にある国土技術政策総合研究所の衝突実験施設において試験を行った。当該実験施設は、国内で唯一車両用防護柵を中心とした道路施設等の衝突試験に用いられている施設である。

#### (1) 供試体

試験に用いた供試体の寸法及び仕様は、表-1のとおりである。防護柵延長は、衝突試験施設の敷地面積等の範囲内で、極力長さを確保するものとし、100mの設置延長を確保した。

表-1 供試体諸元

| 項目     | 寸法、仕様            | 概観状況   |
|--------|------------------|--|
| ブロック高さ | 822mm            |  |
| ブロック幅  | 457mm/個          |  |
| ブロック長さ | 1,000mm/個        |  |
| ブロック質量 | 680kg/個          |  |
| 防護柵延長  | 100m             |  |
| 底面処理   | 底板にゴムを設置し摩擦抵抗を増加 |  |

#### (2) 衝突条件

高速道路、一般道路の一般区間等の中央分離帯に設置される種別として定められているAm種車両用防護柵としての性能を確認するものとした。衝突条件は、防護柵基準に定められた衝突条件に試験誤差等を勘案し、表-2のとおり設定した。表-2の、各欄下段の( )内の数値は防護柵基準による基本条件である。

表-2 設定した衝突条件

| 防護柵種別 | 車種  | 衝突質量<br>m<br>(t) | 衝突速度<br>V<br>(km/h) | 衝突角度<br>θ<br>(度) | 衝撃度<br>Is<br>(kJ) |
|-------|-----|------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| Am    | 大型車 | 25               | 47<br>(45)          | 15<br>(15)       | 143<br>(130以上)    |

表-3 強度性能の評価項目 (防護柵基準)

| 性能項目        |           | 評価規定                |
|-------------|-----------|---------------------|
| 車両の逸脱防止性能   | 強度性能      | 防護柵が突破されない強度を有しているか |
|             | 変形性能      | 最大進入行程(図-4)が1.5m以下か |
| 車両の誘導性能     | 車両の挙動     | 衝突後に横転など生じないか       |
|             | 離脱速度(図-3) | 衝突速度の6割以上か          |
|             | 離脱角度(図-3) | 衝突角度の6割以下か          |
| 構成部材の飛散防止性能 | 部材の飛散     | 構成部材が大きく飛散しないか      |

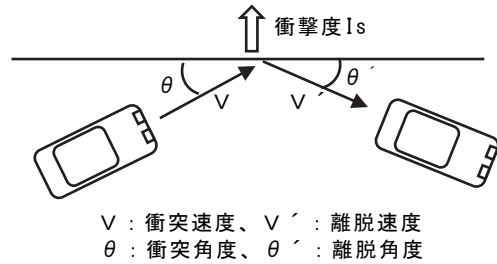


図-3 車両の衝突、離脱挙動

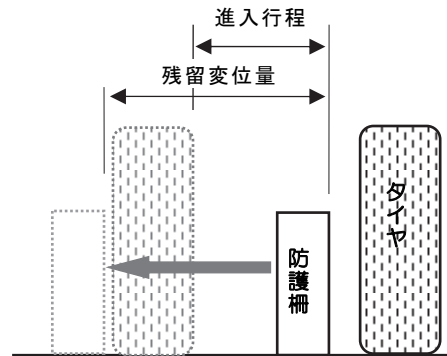


図-4 進入行程と残留変位の関係

なお、表内の衝撃度Is (kJ)は、車両衝突時の衝撃の大きさを表す指標であり(図-3参照)、

$$Is = 1/2 \cdot m \cdot (V/3.6 \cdot \sin \theta)^2$$

で求められる。衝撃度は、便宜的に車両衝突時の防護柵直角方向の運動エネルギー相当量として考えることができ、防護柵基準では種別の強度区分に用いられている。

#### (3) 測定項目および評価項目

試験では、表-3の性能項目に基づき測定、評価を行った。このとき同表の進入行程は、防護柵基準では図-4のように定義されており、タイヤの内側面が防護柵前面から路肩側あるいは対向車線側にはみ出す距離である。評価は進入行程の最大値(最大進入行程)で評価される。

## 4. 試験結果

### 4.1 試験結果および性能評価

衝突結果は表-4のとおりである。防護柵基準ではAm種の衝撃度130kJ以上を必須条件としており、試験結果は152kJであったことから、防護柵基準の試験条件を満足している。

表-4 試験結果一覧

| 衝突質量      | 衝突速度       | 衝突角度    | 衝撃度    |
|-----------|------------|---------|--------|
| 25.3ton   | 47.3km/h   | 15.3度   | 152kJ  |
| 車両-防護柵接触長 | 押出長(図-2参照) | 残留変位最大値 | 最大進入行程 |
| 23m       | 31m        | 1.1m    | 0.9m   |

土研センター

表-5 防護柵基準による評価結果(衝突条件A)

| 性能項目        | 評価規定                | 試験結果  | 適否 |
|-------------|---------------------|---|----|
| 強度性能        | 防護柵が突破されない強度を有しているか | 車両の突破なし                                     | 適  |
| 変形性能        | 進入行程の最大値が1.5m以下か    | 0.9m<1.5m                                   | 適  |
| 車両の挙動       | 衝突後に横転など生じないか       | 安定した挙動で誘導                                   | 適  |
| 離脱速度        | 衝突速度の6割以上か          | 83.7%>60%<br>衝突速度:47.3km/h<br>離脱速度:39.6km/h | 適  |
| 離脱角度        | 衝突角度の6割以下か          | 55.6%<60%<br>衝突角度:15.3度<br>離脱角度:8.5度        | 適  |
| 構成部材の飛散防止性能 | 構成部材が大きく飛散しないか      | 構成部材の大きな飛散なし                                | 適  |

また試験結果について防護柵基準に基づき評価を行った結果、表-5に示すとおり全ての項目でAm種車両用防護柵における衝突条件Aの性能を満足することを確認した。

4.2 衝突状況

大型車は、まず車体前部左側が防護柵に衝突し、衝突後に防護柵を押し出しながら壁面に沿って移動した。その後、車体は防護柵に押し戻される状態で防護柵から離れ、車両全体が離脱方向に進行した。車両の側部、後部は、左後輪がわずかに防護



写真-2 車両の衝突状況



写真-3 衝突後の防護柵の状況

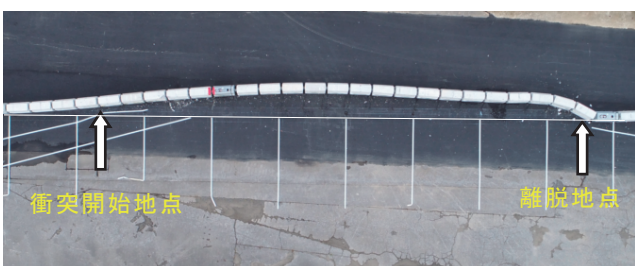


写真-4 衝突後の防護柵の移動状況

柵に接触する程度であった。離脱後の車両の挙動は、一定の連続した軌跡を描き、横転等もなく安定していた。

車両衝突時および離脱時の状況を写真-2に、車両衝突後の防護柵の状況を写真-3に示す。また防護柵の一連の移動状態を写真-4に示す。写真-4から、衝突開始個所付近では移動は滑らかに行われているが、離脱個所では急激に車両進行方向が変化していることがわかる。

5. 試験結果からみた据置型防護柵の特徴

5.1 車両誘導性と衝突挙動の時系列変化

車両衝突時の据置型車両用防護柵の特徴を挙げると以下のとおりである。

- ① 防護柵が車両を押し戻す反発力が小さく、車両は滑らかに誘導されている
- ② 車両が接触する個所（以下「接触個所」という。）以外の前後ブロックは、接触個所へ引き寄せられる方向に軸移動している
- ③ 衝突エネルギーの吸収は、接触個所における路外方向へのブロック移動の他、接触個所前後の防護柵の軸方向移動により行われている
- ④ 車両の離脱は、2ブロック程度の範囲で急激に行われている

また衝突現象を時系列変化として整理すると、車両が防護柵に衝突を開始した時点の初期衝突、衝突後車両が防護柵を押しながら防護柵に沿って平行方向に走行する平行移動、離脱側に向かう際の二次衝突に分けて考えることができるものと思われる（図-5）。

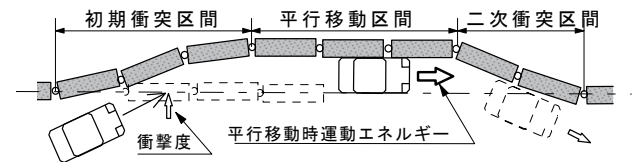


図-5 据置型防護柵への車両衝突現象

5.2 既往の性能試験結果等との比較

米国連邦道路庁（Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation）では、乗用車やピックアップトラックを使った実車衝突試験で合格した製品の試験結果を公表している<sup>4)</sup>。これらの試験結果に今回試験を行った大型車の試験結果を加えて、衝突時の衝撃の大きさを表す衝撃度と残留変位量の最大値および押出長と

の関係を整理したものが図-6、図-7である。ここで押出長は、試験結果には数値として示されていないため、写真またはスケッチ図から推定した。

図-6から、残留変位量は衝撃度が大きくなるほど大きくなる傾向がみられる。一方、図-7からは衝撃度と押出長との関係は明らかでない。そこで、押出長と平行移動時運動エネルギー（図-5参照）との関係を示したものが図-8である。なお、平行移動時運動エネルギー $E_m$  (kJ)は、

$$E_m = 1/2 \cdot m \cdot v_m^2$$

より求めるものとした。ここで $v_m$  (m/s)は平行移動時の平均的な走行速度であり、衝突速度と離脱速度の平均値を用いた。図-8から、平行移動時の運動エネルギーが大きくなるほど押出長が長くな

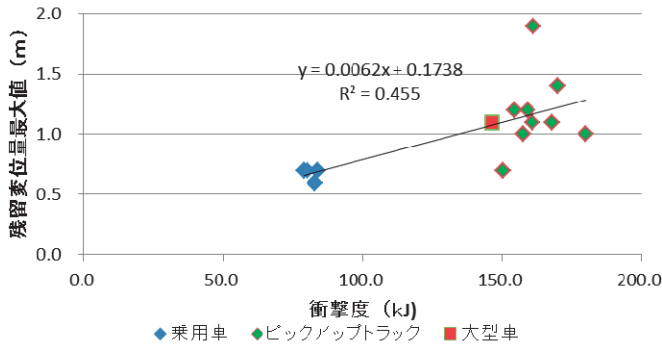


図-6 衝撃度と残留変位量の最大値との関係

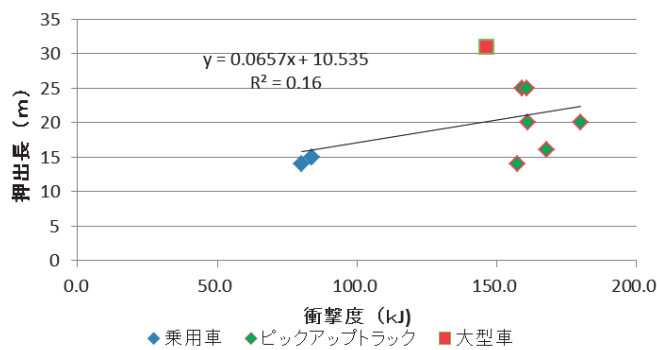


図-7 衝撃度と押出長との関係

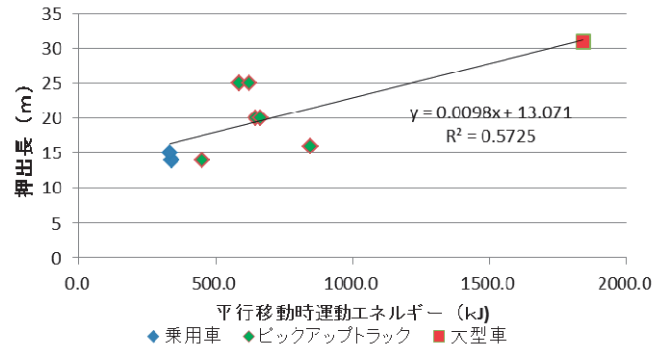


図-8 平行移動時運動エネルギーと押出長との関係

る傾向が伺える。

これらから、据置型防護柵への車両衝突現象を図-5のような時系列毎に区分し、各区分での車両運動時の諸量、防護柵条件、車両損傷程度等を把握、整理することで、衝突条件に応じた必要防護柵長等の防護柵設計に反映させることも可能になるものと考えられる。

## 6. あとがき

今回試験を行った据置型車両用防護柵は、防護柵基準に基づく実車衝突試験により、Am種としての強度性能を有することが確認された。今後、今回性能が確認された据置型防護柵が広く用いられ、交通安全に寄与することを期待したい。

## 参考文献

- 1) 安藤和彦：道路規制箇所等に用いられる仮設柵類の種類と性能、土木技術資料、第54巻、第4号、pp.62～65、2012
- 2) AASHTO ; Manual for Assessing Safety Hardware,2009
- 3) European Committee for Standardization; Road restraint system –Part1: Terminology and General Criteria for test methods, EN1317-1, 1998.4
- 4) [https://safety.fhwa.dot.gov/roadway\\_dept/countermeasures/reduce\\_crash\\_severity/listing.cfm?code=long](https://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/countermeasures/reduce_crash_severity/listing.cfm?code=long)

安藤和彦



(一財)土木研究センター  
技術研究所道路研究部長  
Kazuhiko ANDO

染谷 修



(一財)土木研究センター  
技術研究所道路研究部  
主任研究員  
Osamu SOMEYA

武藤克実



元 (株)ネクソコ東日本  
エンジニアリング交通  
調査部長  
Katsumi MUTO

松本和也



(株)ネクソコ東日本エンジ  
アリング交通調査部  
Kazuya MATSUMOTO