

387-20115125 低速度バンパバリアテストにおけるアンダライド挙動*

- 衝突時の車両の沈み込みとバンパレインホースメントの損傷状況の分析 -

草野 久¹⁾An Under-riding Motion in the Low Speed Bumper Barrier Tests
-A Study on Vehicle's Down Motion and a Bumper Reinforcement's Damage Status -

Hisashi Kusano

It is said that an occurrence of vehicle's under-riding motion in the car to car collision affects damage repair costs. However it has not been given clear standard concerning this motion in the damageability evaluation of the low speed collision so far. This report shows a result of analysis based on a dynamic bumper reinforcement location that is estimated from a vehicle's down motion and its bumper reinforcement's damage status in the low speed collision.

KEY WORDS: (Standardized) vehicle dynamics, chassis/component, evaluation technology (Free) Dynamic Engagement [B1]

1. 緒言

物損事故における 2007 年度日本損害保険協会の国内自動車保険の支払い保険金の統計によると、車両同士の事故における保険金支払い件数では追突が約 36%を占め、約 4,500 億円の保険金が支払われている (図 1)。

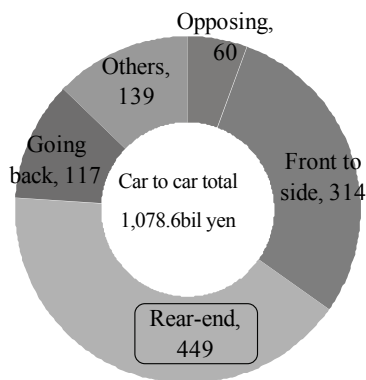


Fig. 1 Insurance Payments Data in FY2007 (bil. Yen)⁽¹⁾

世界の自動車保険のリーサーチセンターで構成される国際団体、RCAR (Research Council for Automobile Repairs 自動車修理研究国際会議) では、車両の耐損傷性および修理性を評価するための 15km/h のオフセット衝突テストを実施している。このテストは、損傷修理費低減のため、市場で損傷頻度の高い車両の前および後端部に位置する部品や車体骨格構造に関して評価を行い、自動車メーカーに耐損傷性や修理性の改善を促すことを目的としている。欧州 (ドイツやイギリス) では、このテストの評価結果が保険料率の決定プロセスに組み込ま

れている。2007 年、これまでの 15km/h の衝突テストに加え、事故頻度の高い低速度の追突事故を想定した RCAR バンパテストと呼ばれる衝突テストが世界共通の衝突基準として導入され、当社を含む各国の加盟リーサーチセンターでこのテストが実施されている。衝突車両が被衝突車両のリアバンパの下にもぐり込む場合、衝突車両の損傷が深く、大きくなる傾向がある。このような挙動は一般にアンダライドと呼ばれ、この挙動の発生はバンパの性能に大きく左右されることが一般に言われている。この挙動は、車両の損傷範囲と修理費に影響するゆえ、この衝突テストにおける車両の評価対象となっている。しかしながら、各国ともこの挙動について明確な判断がなされていない。損傷修理費低減のため、アンダライド挙動を起こしにくいバンパ構造を開発することを自動車メーカーに促すためにも、アンダライド発生有無の判断基準を提供することは重要なことである。

2. 目的

本報では、RCAR バンパテストを実施した各車両の結果に基づき、バンパレインホースメント (または、バンパレインホースメント、バンパビームともいう) の高さ、衝突時の車両の挙動、バンパレインホースメントの損傷状況からアンダライド挙動の発生有無を見出すことを目的とする。

3. RCAR バンパテスト結果の分析

3.1. RCAR バンパテスト条件

RCAR バンパテストに使用されるバリアは、被衝突車両のバンパおよびバンパレインホースメントを模したもので、バンパバリアと呼ばれる。このバリアは、米国 IIHS (Insurance

*2011 年 5 月 20 日自動車技術会春季学術講演会において発表。

1) (株) 自研センター (272-0001 千葉県市川市二俣 678-28)

Institute for Highway Safety) で採用しているものを基本設計として、RCAR で詳細仕様が決定的された。現在 RCAR 基準での衝突テストのひとつとして採用されている。

衝突テストは、フルラップ、10km/h で実施され、衝突車両のバンパおよびバンパレインホースメントの性能を評価することを目的とする。図 2 は、RCAR バンパテストで使用されるバンパバリアである。バリア本体にエネルギーアブソーバーとカバーが取り付けられ、さらに上部はバックストップと呼ばれる構造部材が載せられる。バンパバリア本体の上下幅は 100mm、バックストップの高さが 200mm で、このバリアをフロントテストの場合、図 3 のように床面から 455mm の高さに設置する。

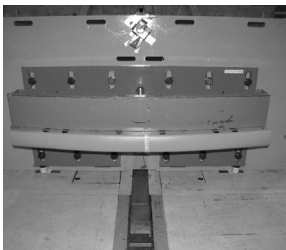


Fig. 2 RCAR Bumper Barrier

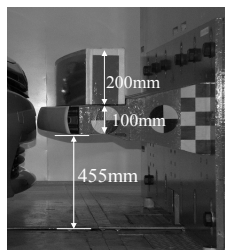


Fig. 3 Position and Dimension of RCAR Bumper Barrier

3.2. バンパレインホースメントの静的噛合量

静的な状態で、テスト車両のバンパレインホースメントがバンパバリアに対し上下方向でどの程度重なっているかを計測した値をバンパレインホースメントの静的噛合量と呼ぶ(図 4)。

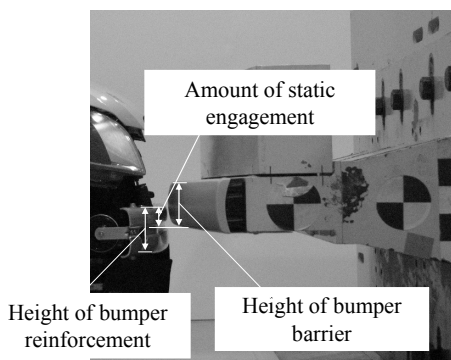


Fig. 4 Measurement the Static Engagement of Bumper Reinforcement with Bumper Barrier

図 5 は当センターで 2004 年から 2010 年にバンパテストを実施した 22 車種について、バンパバリアとの位置関係と各車両のバンパレインホースメントの上下幅を示したグラフである。左端の縦棒がバンパバリアの上下幅と地面からの高さを示し、以降右側の縦棒が各車両のバンパレインホースメントの上下幅と地面からの高さを示す。これらバンパバリアとバンパレインホースメントとの重なりが静的噛合量となる。

RCAR 基準における要件⁽²⁾によると、静的噛合量 75mm 以上を良好な車両と定めており、約半数の車種が 75mm 以上であった。また、静的な状態でバンパバリアとの重なり(噛合い)が小

さいものと大きいものとの間に大きな差があった。

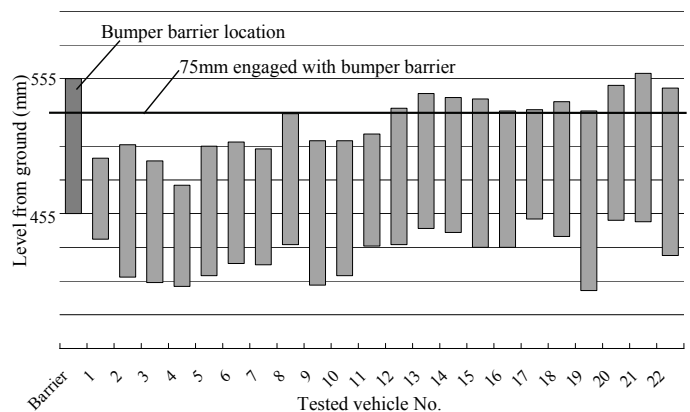


Fig. 5 Static Vertical Location of Each Vehicle's Bumper Reinforcement with Bumper Barrier

3.3. 高速度画像からみた衝突時の車両の挙動

次に、衝突時の車両挙動を見ていく。画像解析ソフトを使用し側面視の高速度画像の車両側面フロントフェンダ上(車軸中心)に貼られたターゲット(図 6)を追跡し、作成されたトレースグラフから車両の挙動を見る。



Fig. 6 Trace the Target on the Front Fender by Motion picture Analyzer

図 7 は、トレースグラフの例である。縦軸は車両の上下挙動、横軸は前後方向の変位量、変位 0mm が衝突開始点をそれぞれ示す。グラフを見ると車両が最も押し込まれた点(以下、最大変位点)で車両が大きく沈み込んでいるのがわかる。

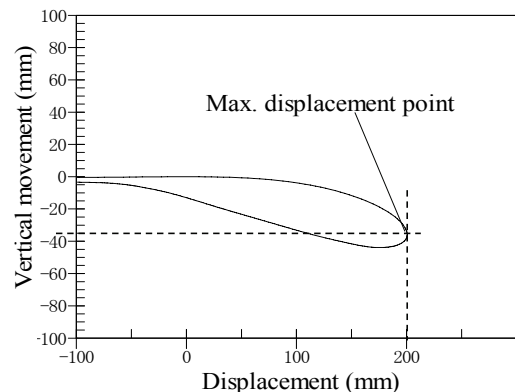


Fig. 7 Vehicle Movement at the Target on the Front Fender

ほぼすべての車両で、このように最大変位点で沈み込んでおり、衝突時における最大変位点でのバンパレインホースメントとバンパバリアとの噛合量は、3.2 項の静的噛合量より明らかに低くなる。極端な場合、バンパレインホースメントが噛合っていない場合が考えられる。

3.4. バンパレインホースメントの動的噛合量の推定

そこで、衝突における最大変位点で車両のバンパレインホ

ースメントがバンパバリアと噛合っていたかどうかを見ていく。しかし、衝突によりバンパ周辺は損傷するため実際の衝突時のバンパレインホースメントの位置を画像から読み取るのは困難である。そこで、車両上の2つのターゲットの最大変位点での沈み込み量から車両の先端部に延長した位置での沈み込み量を求め、最大変位点でのバンパレインホースメントの上下位置の推定を試みた。図8は、バンパバリアと車両の静的な位置を示す画像である。ターゲットP0はフロントホイールセンタの位置で、ターゲットP1が基準点となる。静的な状態でP0とP1は水平な位置関係にある(図中点線)。画像よりP0およびP1の沈み込み量を求め、ターゲット間距離およびホイールセンタからバンパレインホースまでの静的な距離(P0-Px)との間の関係からレインホースの最大変位点での沈み込み量を推定する。図9に衝突車両の各点の衝突前後での位置関係を示した。図中a, bがそれぞれP1, P0の沈み込み量を示す。zがターゲットP0とP1の距離、yがホイールセンタからバンパレインホースまでの静的な距離である。Pxの沈み込み量、すなわちバンパレインホースメントの位置での沈み込み量xを求める。ここで求めたxを3.2項で求めた静的噛合量から差し引いた値をバンパレインホースメントの位置とし、各車両のバンパレインホースメントとバンパバリアとの重なりを動的噛合量とする。

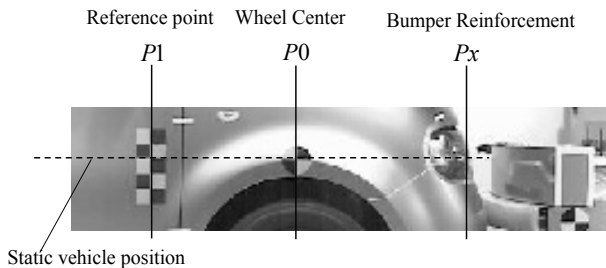
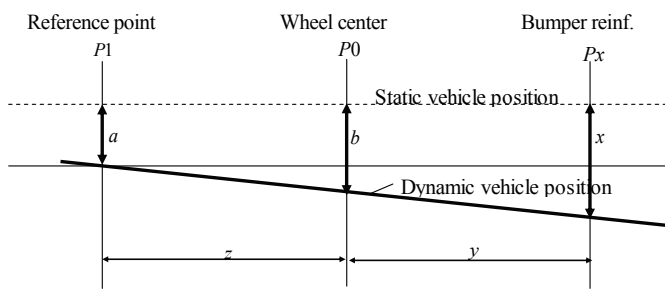


Fig. 8 Static Vehicle Position with the Bumper Barrier



- a : Amount of movement downward of P1 at max. displacement point
- b : Amount of movement downward of P0 at max. displacement point
- x : Amount of movement downward of Px at max. displacement point
- y : Static distance from the wheel center to the tip of bumper reinforcement
- z : Distance between both targets

Fig. 9 Estimating Method of the Bumper Reinforcement Movement at Maximum Displacement Point

以上の結果をもとにバンパバリアと各車両のバンパレインホースメントとの最大変位点での動的な位置関係を図5と同様に図10に示す。レインホースメントがバンパバリアと噛合っている車両と、明らかにバンパバリアの下端の高さを下回っている車両が見られた。

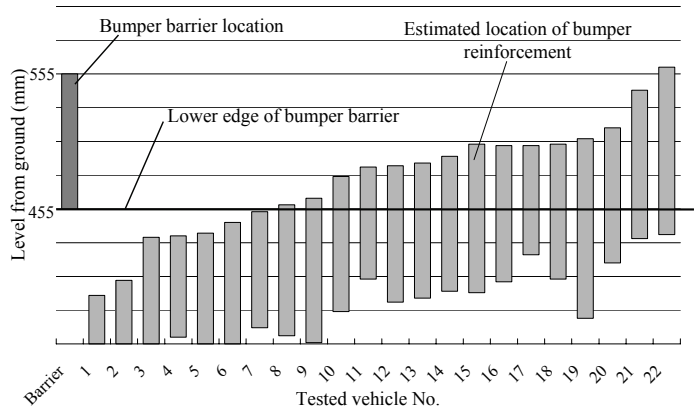


Fig. 10 Estimated Dynamic Vertical Location of Each Vehicle's Bumper Reinforcement with Bumper Barrier at Maximum Displacement Point

3.5. バンパレインホースメントの損傷状況

次に、各衝突車両のバンパレインホースメントの損傷状況を見る。バンパレインホースメントの損傷状況から以下の表1のように4つの傾向にパターン分けを行った。表中のHdは、バンパバリアと噛合わずにレインホースに変形がほとんどなかったもの、Udは、上部が変形し、さらに後方にねじれを生じたもの、Ubは、上部中央に折れもしくは変形が生じているが、ねじれを生じていないもの、Mbは、中央部が上下ほぼ均等に折れもしくは変形が生じているものをそれぞれ表す。図11は、これら損傷パターンを示した車両ごとの、変位量に対する減速度のグラフ(以下G-S波形)の一例である。

Table 1 Classification of the Bumper Reinforcement Damage

Bumper reinforcement damage pattern	Symbol
Hardly deformed	Hd
Distorted backward in the upper part	Ud
Broken or bent in the upper middle part	Ub
Broken or bent in the middle upper and lower alike	Mb

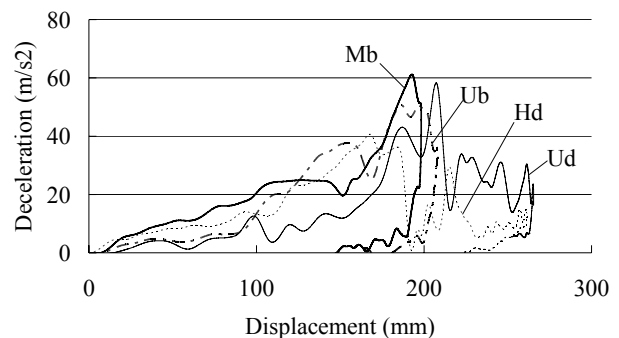


Fig. 11 Example of Deceleration-Displacement Curve by Each Damage Pattern

Hd および Ud では、最大減速度が発生した後、さらに車両が前方に変位し、衝突後半、最大変位点に向かって減速度が減衰傾向にある。一方で Ub および Mb では、最大変位点付近で最大減速度を示している。このことから、前者 Hd および Ud の損傷パターンでは、衝突後半、最大変位点でバンパレインホースメントの機能が不十分であったと推察される。

4. まとめ

これまでの静的および動的噛合量の計測結果および 3.5 で分類した損傷パターンを動的噛合量の順に表 2 にまとめた。

動的噛合量が 0mm であった車両の損傷パターンは、すべて Hd または Ud であった。先に示したように、これら損傷パターンの G-S 波形は衝突後半で減衰傾向であることから、バンパレインホースメントが衝突後半でバンパバリアとうまく噛合わず、車両がバンパバリア下部に侵入していると推察される。一方、動的噛合量が 0mm を超えた車両の損傷パターンは、Ub もしくは Mb であった。これら車両の G-S 波形の傾向は、最大変位点付近で最大減速度が発生しており、衝突後半でバンパレインホースメントとバンパバリアとの噛合いが保たれ、バンパバリアへの強い押し込みが抑えられたと考えられる。

以上のことから、動的噛合量が 0mm で、損傷パターンが Hd または Ud であった車両は、衝突後半にアンダライド挙動が発生したと判断できる。

Table 2 Relation among the Damage Pattern and the Dynamic and Static Engagement with Barrier

Vehicle No.	Damage status	Engagement with barrier (mm)	
		Dynamic	Static
1	Hd	0(-62)	41
2	Hd	0(-53)	51
3	Hd	0(-21)	39
4	Hd	0(-20)	21
5	Ud	0(-18)	50
6	Ud	0(-10)	53
7	Ud	0(-2)	48
8	Mb	4	74
9	Ub	7	54
10	Ub	24	54
11	Ub	31	59
12	Mb	32	86
13	Mb	35	78
14	Mb	39	89
15	Mb	46	83
16	Mb	47	76
17	Mb	47	77
18	Mb	48	85
19	Mb	52	76
20	Mb	60	95
21	Mb	88	100
22	Mb	100	93

5. 結 言

今回の分析の結果から、以下の 2 点が明らかになった。

- RCAR バンパテストにおけるバンパレインホースメントの損傷状態は 4 つのパターンに分類可能であることが明らかとなった。
- 車両の挙動（画像解析から求めたバンパレインホースメントの動的噛合量および G-S 波形の傾向）と上記損傷パターンからアンダライド挙動の発生有無を明確にすることができた。

今回の分析結果では、静的噛合量が 50mm 前後の車両は、衝突後半にアンダライド挙動が発生した車両と動的に噛合った車両の双方が見られた。これらアンダライド挙動が発生した中には、バンパレインホースメントがねじれた事例やバンパレインホースメントの前につけられた歩行者脚部保護 EA 材の形状が車両の沈み込みを誘発したと思われる事例も見られた。

一方で静的噛合量が RCAR 基準 75mm を満たした車両では、アンダライド挙動の発生は見られなかった。しかし、これら基準を満たした車両の一部にはバンパレインホースメントの折れが大きく、その結果後方に位置するクーラーコンデンサなどの部品へ損傷が波及している車両や、バンパレインホースメント後部や周辺に位置する部品による誘発損傷により損傷範囲が広がった車両が見られた。

今後、アンダライド挙動の発生を抑制し損傷拡大を防ぐために、バンパレインホースメントに十分な噛合量を持たせることに加え、バンパレインホースメントの強度や形状、部品レイアウトなどの検討が待たれる。

参 考 文 献

- (1) 日本損害保険協会：事故類型別の損害物数・物的損失額と平均物的損失額，自動車保険データにみる交通事故の実態 2007 年 4 月～2008 年 3 月 (2009)，p. 24
- (2) RCAR (Research Council for Automobile Repairs) : The Procedure for the RCAR bumper test, issue 2.0 (2010)
<http://www.rcar.org/Papers/Procedures/BumperTestProcedure.pdf>
 (参照 2010-7-13)