

## 縁石による車両誘導機能の検証実験結果（参考資料）

参考資料1：車両諸元及びタイヤ諸元

参考資料2：縁石高さと進入角度の比較写真

参考資料3：走行車線からの車両の進入限界

参考資料4：SUVのタイヤ種類、駆動方式等の比較

参考資料5：SUVにおける衝撃度と縁石の誘導機能

参考資料6：乗用車における衝撃度と縁石の誘導機能

参考資料7：縁石による速度低減量






参考資料8：車両諸元、ステアリング特性等の車種別比較

## 参考資料 1 : 車両諸元及びタイヤ諸元

### 1. 実験に使用した車両諸元(一例)







	車両諸元										
	車種	年式	重量(kg)				寸法(cm)			総排気量(L)	
			車両重量	車両総重量	前軸重	後軸重	長さ	幅	高さ		
乗用車		日産サニー	H9	1030	1305	670	360	429	169	138	1.49
SUV車		日産テラノ	H5	1860	2135	990	870	457	179	169	2.96

### 2. 実験に使用したタイヤ諸元(一例)

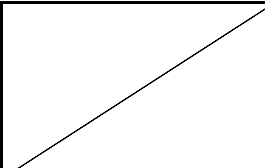




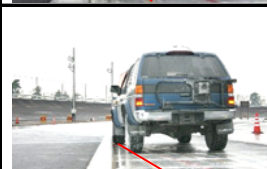

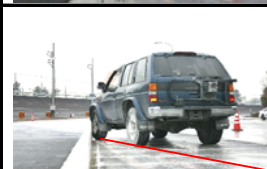
	タイヤ諸元					
	製品名	サイズ		外径(mm)		
①タイヤ幅(mm)		②タイヤ外径(インチ)	③扁平率(%)		④断面幅(インチ)	⑤タイヤ構造記号
乗用車		ブリヂストン Bstyle (ONロード用タイヤ)	175 / 70 R 13	① ③ ⑤ ⑥	577	
SUV車		ブリヂストン DUELER A/T (ON-OFFロード用タイヤ)	265 / 70 R 15	① ③ ⑤ ⑥	753	
タイヤの違いによる比較のため使用		ブリヂストン DUELER H/L (ONロード用タイヤ)	265 / 70 R 15	① ③ ⑤ ⑥	753	
		ブリヂストン DUELER M/T (OFFロード用タイヤ)	30×9.50 R 15 LT	② ④ ⑤ ⑥ ⑦	756	
		ブリヂストン DUELER A/T (ON-OFFロード用タイヤ)	31×10.50 R 15 LT	② ④ ⑤ ⑥ ⑦	775	

参考資料2：縁石高さとの進入角度の比較写真

1. タイヤと縁石との高さ比較

	縁石高さ			車両 最低 地上高 (mm)	タイヤ					
	15cm	20cm	25cm		外径 (mm)	断面高 (mm)	タイヤ幅 (mm)	扁平率 (%)	溝 (mm)	空気圧 (kg/cm <sup>2</sup> )
乗用車 (ONロード タイヤ装着)				150	577	123	175	70	5	前輪 2.2
SUV車 (ON-OFFロード タイヤ装着)				210	753	186	265	70	9	前輪 1.8

2. 進入角度の比較

	進入角度			
	2.5度	5度	10度	15度
乗用車				
SUV車				
走行車線からの進入を想定した時のハンドル角 (乗用車)	7度	13度	41度	131度

### 参考資料3：走行車線からの車両の進入限界

遠心力による横すべりに対して、車両が安定であるための速度、曲線半径、片勾配及び横すべり摩擦係数の関係式は以下ようになる。（「道路構造令の解説と運用」より）

$$R \geq v^2 / (g \cdot (f + i)) \dots\dots\text{式1}$$

ここで、 $R$ ：曲線半径（ $m$ ）

$v$ ：自動車の速度（ $m/s$ ）

$g$ ：重力加速度（ $9.8m/s^2$ ）

$f$ ：横すべりに対する路面とタイヤの摩擦係数（横すべり摩擦係数）

$i$ ：路面の片勾配

式1をもとにして、車両が走行車線から縁石に進入する際に安定であるための最大の進入角度 $\theta$ を速度毎に算出する。

$$R = v^2 / (g \cdot f) \dots\dots\text{式2}$$

※ $i$ （路面の片勾配）は0とした

左図より、

$$\cos \theta = (R - W) / R \dots\dots\text{式3}$$

式3の $R$ に式2を代入すると、

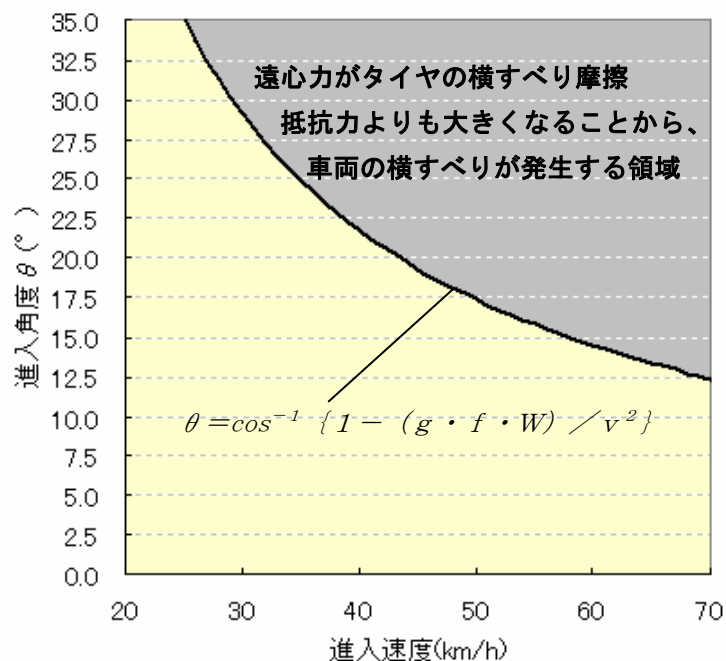
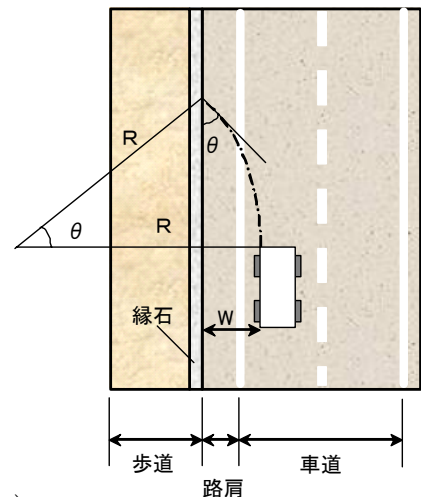
$$\theta = \cos^{-1} \{ 1 - (g \cdot f \cdot W) / v^2 \} \dots\dots\text{式4}$$

ここで、

$f$ （横すべり摩擦係数）：0.7【Dry】（「路面のすべり」より）

$W$ ：1.28m（車幅：1.69m、車線幅員：3.25m、路肩幅員：0.5m）

として、進入角度 $\theta$ を求めると以下ようになる。



参考資料4：SUVのタイヤ種類、駆動方式等の比較

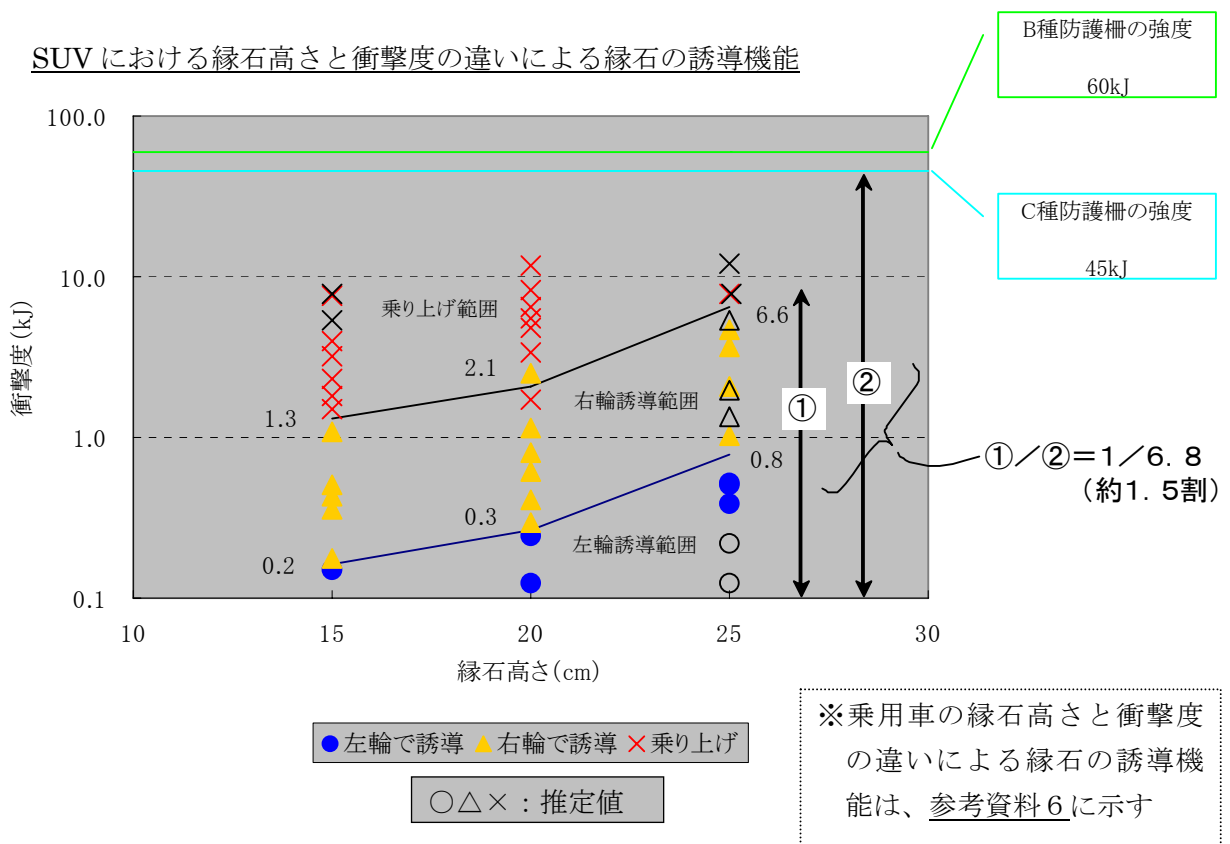
SUVのタイヤ種類、駆動方式等の比較		
<p>縁石高さ 25cm</p> <p>進入速度 30km/h</p>	<p>●<b>タイヤ種類比較</b></p>	<p>・ON-OFFロードタイヤの特性は、ONロードとOFFロードの中間に位置すると想定されたが、明確な差はみられなかった。</p>
<p>駆動方式:四輪駆動   タイヤ外径:753mm</p>		
<p>縁石高さ 25cm</p> <p>進入速度 30km/h</p>	<p>●<b>タイヤサイズ比較</b></p>	<p>・外径の小さいタイヤ(75mm)の方が、やや誘導されやすい結果となった。</p>
<p>駆動方式:四輪駆動   タイヤ種類:ON-OFF</p>		
<p>縁石高さ 25cm</p> <p>進入速度 30km/h</p>	<p>●<b>駆動方式比較</b></p>	<p>・駆動力が前後に分配されている四輪駆動の方が、やや誘導されやすい結果となった。</p>
<p>タイヤ種類:ON-OFF   タイヤ外径:753mm</p>		
<p>凡例等</p>	<p>● : 左輪で誘導    ▲ : 右輪で誘導    × : 乗り上げ</p>	

## 参考資料5：SUVにおける衝撃度と縁石の誘導機能

車両用防護柵の強度性能は、車両が防護柵に衝突する際の運動エネルギー（衝撃度）をもとに設定されていることから、縁石の誘導性能についても運動エネルギー（衝撃度）による整理を行った。

$$Is = 0.5 \times m \times (V \times \sin \theta)^2$$

ここで、 $Is$  : 衝撃度 (kJ)  
 $m$  : 車両質量 (t)  
 $V$  : 衝突速度 (m/s)  
 $\theta$  : 衝突角度 (度)



### 考 察

- SUV の誘導機能は、縁石高さ毎に概ね以下のように整理できる。

	縁石高さ 15cm	縁石高さ 20cm	縁石高さ 25cm
乗り上げる範囲	1.3kJ 以上	2.1kJ 以上	6.6kJ 以上
右輪で誘導できる範囲	0.2～1.3kJ	0.3～2.1kJ	0.8～6.6kJ
左輪で誘導できる範囲	0.2kJ 以下	0.3kJ 以下	0.8kJ 以下

- 25cm の縁石の車両誘導効果を衝撃度で評価すると約 6.6kJ (①) であり、最も一般的な C 種の防護柵の強度性能 45kJ (②) の約 1.5 割となる。

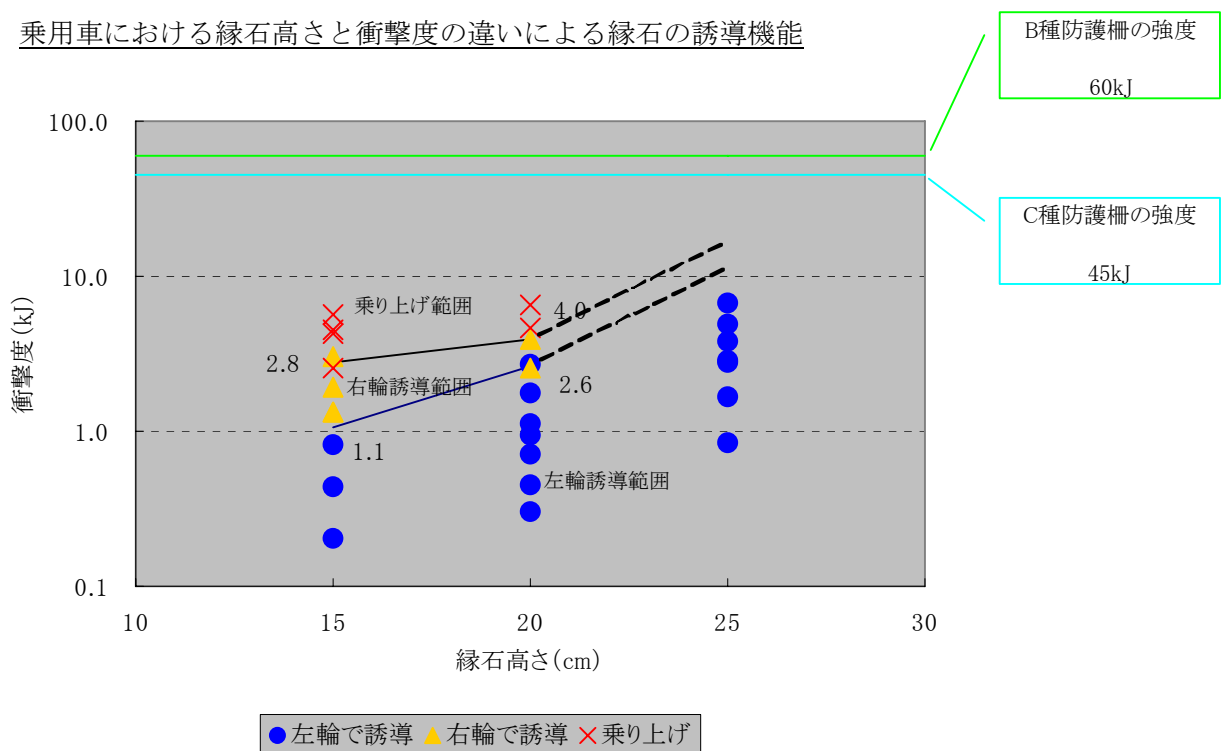
## 参考資料6：乗用車における衝撃度と縁石の誘導機能

SUVと同様に、乗用車が縁石に進入する際の運動エネルギー（衝撃度）を参考までに整理した。

$$I_s = 0.5 \times m \times (V \times \sin \theta)^2$$

ここで、 $I_s$  : 衝撃度(kJ)  
 $m$  : 車両質量(t)  
 $V$  : 衝突速度(m/s)  
 $\theta$  : 衝突角度(度)

乗用車における縁石高さとの衝撃度の違いによる縁石の誘導機能

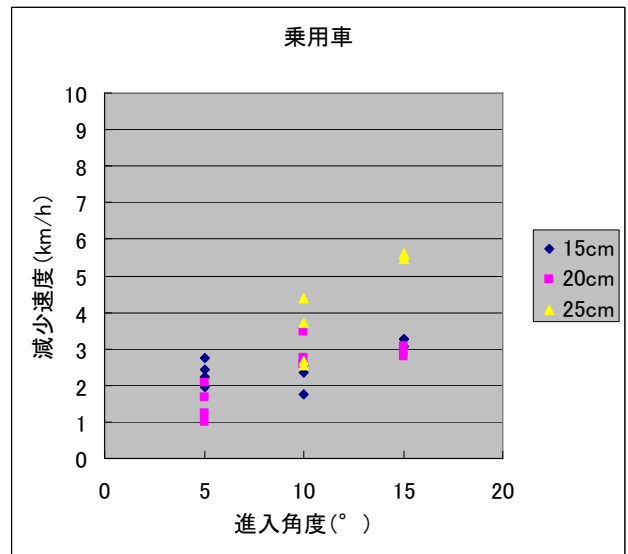
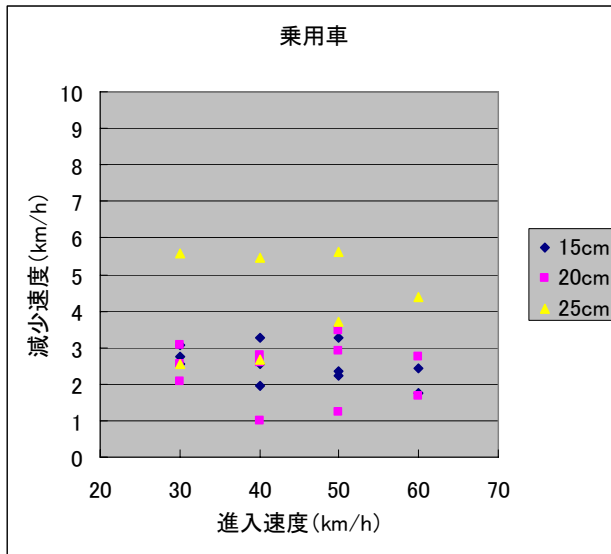


### 考 察

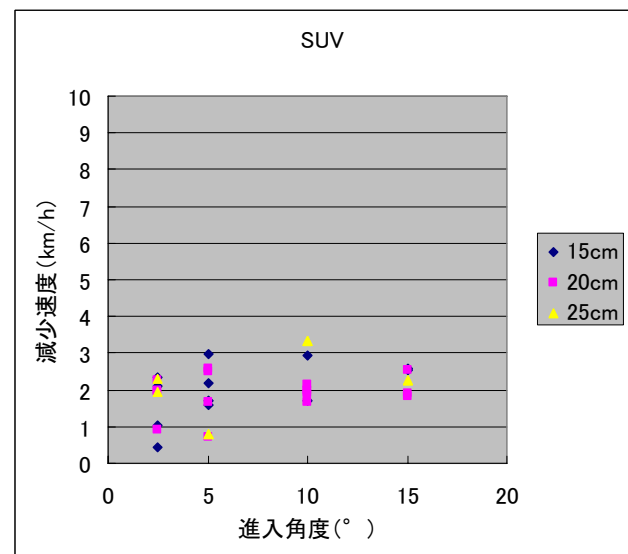
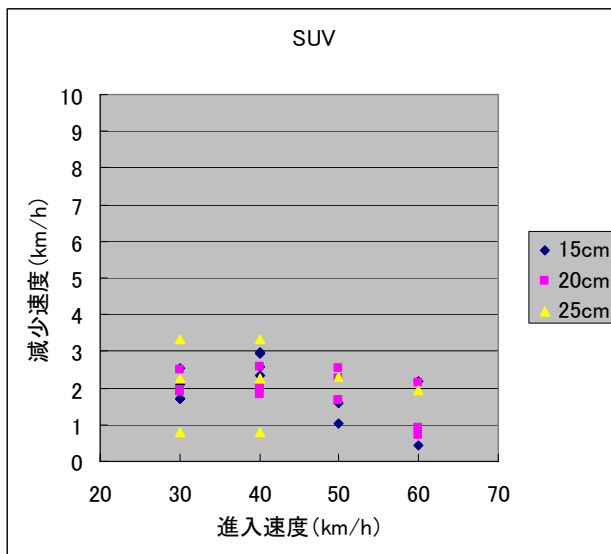
・参考までに、乗用車の誘導機能を縁石高さ毎に整理すると以下のようになる。

	縁石高さ 15cm	縁石高さ 20cm	縁石高さ 25cm
乗り上げる範囲	2.8kJ 以上	4.0kJ 以上	—
右輪で誘導できる範囲	1.1～2.8kJ	2.6～4.0kJ	—
左輪で誘導できる範囲	1.1kJ 以下	2.6kJ 以下	—

参考資料 7 : 縁石による速度低減量



- 乗用車の縁石による速度低減は、縁石高さ 25 cm の場合 2 ~ 6 km/h 程度。縁石高さ 15 cm 及び 20 cm の場合 1 ~ 4 km/h 程度。



- SUV の縁石による速度低減は、0.5 ~ 3 km/h 程度。



参考資料 8 : 車両諸元、ステアリング特性等の車種別比較

車種		乗用車(日産サニー)	SUV(日産テラノ)	大型車(日野セレガ)
車両諸元	重量(総重量)	1.305t	2.135t	16.395t
	全長	4.29m	4.57m	11.99m
	全幅	1.69m	1.79m	2.49m
	ホイールベース	2.535m	2.65m	6.2m
	重心高さ	—	—	1.3m
	最低地上高	0.15m	0.21m	0.19m
	駆動方式	前輪駆動	四輪駆動(パートタイム)	後輪駆動
タイヤ諸元	タイヤの標示 ①タイヤ幅(mm) ②扁平率(%) ③タイヤ構造記号(R:ラジアル) ④リム径(インチ)	175 / 70 R 13 ① ② ③ ④	265 / 70 R 15 ① ② ③ ④	295 / 80 R 22.5 ① ② ③ ④
	外径	577mm	753mm	1048mm
	断面高(①×②/100)	123mm	186mm	238mm
ハンドルを90° 操作した時に 車両が縁石に進入する角度(θ)		14°	13°	5°
				
運転免許の種類		普通自動車免許	普通自動車免許	大型自動車免許