

事例集 ①

交通事故調査の基礎知識

旋回半径と内輪差

カーブ半径と限界速度との関係

操舵性の限界特性

旋回時の急制動における車両挙動

車両挙動モデル

衝突時の車両挙動事例

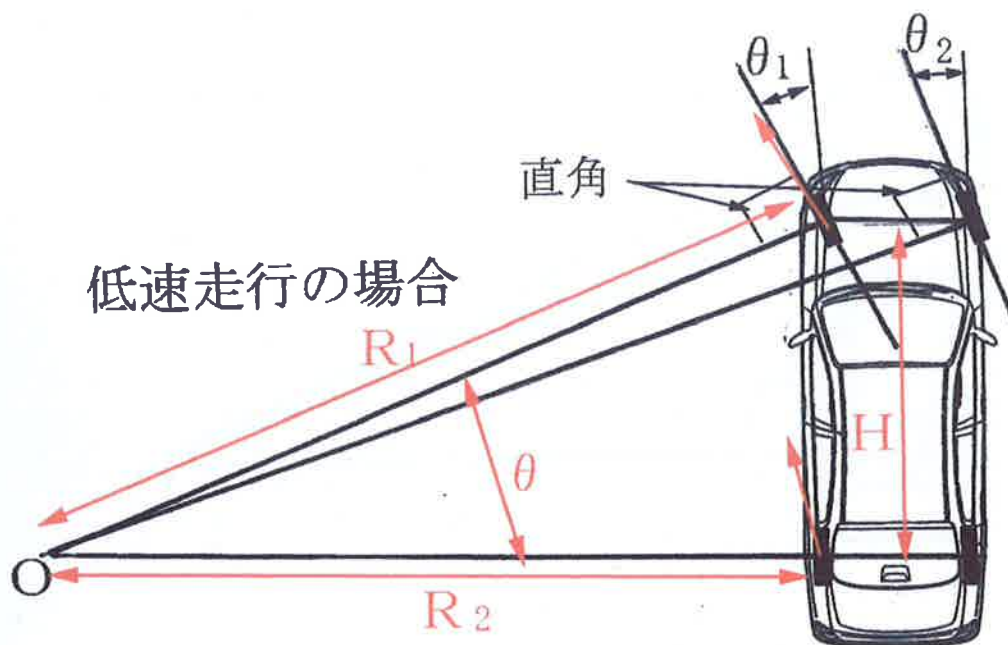
海中転落事例

車両火災事例

運転者の特定事例

里山鑑定調査事務所

交通事故調査の基礎知識



左旋回運動

左前輪タイヤの切れ角を θ_1 、右前輪タイヤの切れ角を θ_2

$\theta_1 > \theta_2$ の関係

ホイールベース長を H 、

左前輪タイヤの旋回半径 R_1 、左後輪タイヤの旋回半径 R_2

$$\text{内輪差} = R_1 - R_2 \quad \rightarrow \quad R_2 = R_1 - \text{内輪差}$$

$$\cos \theta = R_2 / R_1 \quad \rightarrow \quad R_2 = R_1 \cdot \cos \theta$$

$$\text{内輪差} = R_1 \times (1 - \cos \theta)$$

直角三角形の関係により、 $R_1^2 = R_2^2 + H^2$

内輪差を W とすると、 $R_2 = R_1 - \text{内輪差}$ であるから、

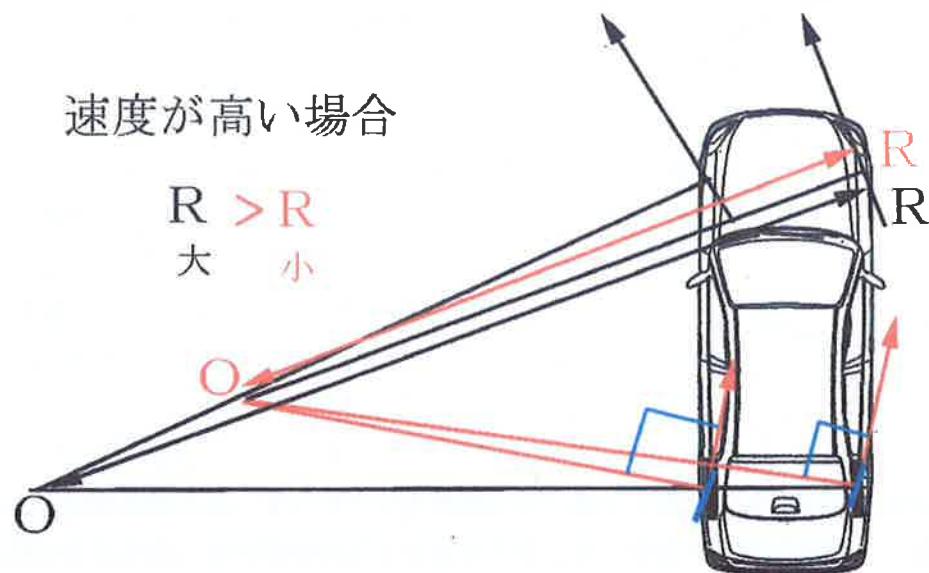
$$R_2 = R_1 - W$$

$R_1^2 = R_2^2 + H^2$ により、

$$R_1^2 = (R_1 - W)^2 + H^2 = R_1^2 - 2R_1 \cdot W + W^2 + H^2$$

$$\text{左前輪タイヤの旋回半径 } R_1 = (W^2 + H^2) / (2W)$$

メモ



前輪タイヤは、ハンドル操作によって“タイヤ向き”が発生しているので、タイヤ方向に回転しながら旋回する。

後輪タイヤには“向き”が生じていないので、横方向(円の外側方向)に“滑り”ながら旋回する。

その後輪タイヤの横滑り方向を「赤矢印」方向とすると、旋回円の中心は、この赤矢印に対して直角方向に位置する。 — 図中の赤色「O」

すなわち、低速旋回では、右前輪タイヤの旋回半径を黒色「R」とすると、

高速旋回における右前輪タイヤの旋回半径は、赤色「 $\bar{R}$ 」となる。

この「R」と「 $\bar{R}$ 」を比較すると、Rの法が大きく、 $\bar{R}$ が小さい値となる。

その結果、同じカーブを走行する場合、低速走行では、ハンドルを大きく切るが、高速走行では、ハンドルを少しだけ切ることになる。

さらに高速になると、後輪タイヤの横滑り量が大きくなり、これが過大になると、車両はバランスを失い、路外に逸脱することになる。

カーブでの限界速度

●アンダステア(U S)

一定の操舵角で走行する時、速度の2乗に比例して、旋回円が増加する。

【旋回走行している時、その速度が増加すると、円の外側に膨れてくる】

●オーバーステア(O S)

一定の操舵角で走行する時、速度の2乗に比例して、旋回円が減少する。

【旋回走行している時、その速度が増加すると、円の内側に切れ込む】

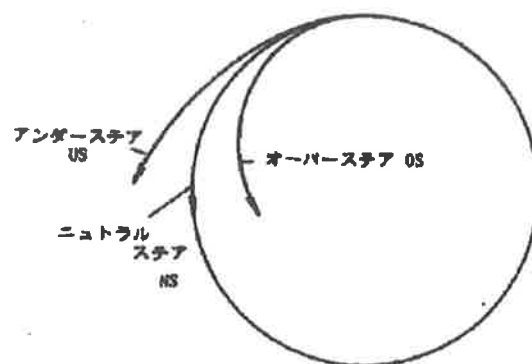
●ニュートラルステア(NS)

旋回半径は、速度に関係なく一定である。

アンダステアの特徴は、オーバーステアと比較しているため、安定性に優れている。

従って、一般の車両では、アンダステアに設定されている。

レース用車両でも、ニュートラルステアに近い弱めのアンダステアとしている。



カーブを走行中の車両には、そのカーブの外側に押し出そうとする遠心力が発生している。

この遠心力の大きさは、次の関係式により表示できるが、速度の二乗に比例し、旋回半径に反比例する。

$$F = M \cdot V^2 / R \quad (F ; \text{遠心力}, M ; \text{重量}, V ; \text{速度}, R ; \text{半径})$$

ところで、回転するタイヤには、コーナリングフォース(横滑り抵抗)が発生しており、重心高やタイヤ種別及び車両特性や道路状況によっても異なるが、一般的な標準ラジアルタイヤを装着した乗用車が旋回する場合の限界速度 V は、次の式で表示できる。

$$V^2 = \mu \cdot G \cdot R \quad (\mu ; \text{抵抗係数}, G ; \text{重力加速度}, R ; \text{旋回半径})$$

● 平坦な乾燥アスファルト路面 ——— $\mu = 0.6$

半径	臨界速度	半径	臨界速度
30 m	47 km/時	100 m	87 km/時
40 m	55 km/時	110 m	92 km/時
50 m	62 km/時	120 m	96 km/時
60 m	68 km/時	130 m	99 km/時
70 m	73 km/時	140 m	103 km/時
80 m	78 km/時	150 m	107 km/時
90 m	83 km/時	160 m	110 km/時

● 平坦な湿潤アスファルト路面 ——— $\mu = 0.3$

半径	臨界速度	半径	臨界速度
30 m	34 km/時	100 m	62 km/時
40 m	39 km/時	110 m	65 km/時
50 m	44 km/時	120 m	68 km/時
60 m	48 km/時	130 m	70 km/時
70 m	52 km/時	140 m	73 km/時
80 m	55 km/時	150 m	76 km/時
90 m	59 km/時	160 m	78 km/時

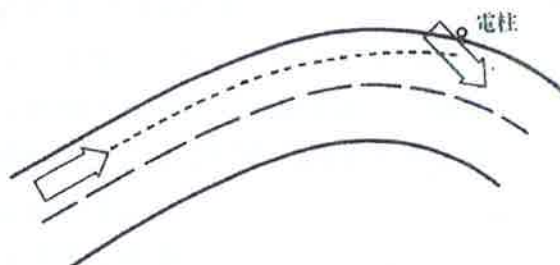
● 国土交通省の基準 ——— $\mu = 0.1$

半径	臨界速度	半径	臨界速度
30 m	20 km/時	100 m	36 km/時
40 m	23 km/時	110 m	37 km/時
50 m	25 km/時	120 m	39 km/時
60 m	28 km/時	130 m	41 km/時
70 m	30 km/時	140 m	42 km/時
80 m	32 km/時	150 m	44 km/時
90 m	34 km/時	160 m	45 km/時

操舵性の限界特性

- (1) 限界速度を超えてカーブに進入した場合、適応した速度ではないことに気付いてハンドル操作を行うことになるが、この時、前後輪とも限界のスリップ角を超え、車両全体が大きな横滑りを起こして、その側面を電柱等に衝突させる。

このような横滑りを発生すると事故を回避する方法は皆無であり、カーブでの運転としては、スローイン・ファーストアウトが鉄則である。



- (2) 高速度で追い越した場合、対向車がいると急激なハンドル操作を行って自車線に戻ろうとし、曲率半径が極端に小さくなるため、遠心力が急に増大する。

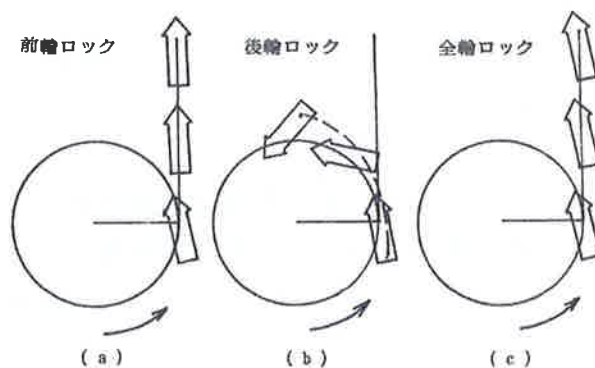
この時、その追い越し速度が限界速度を超えている場合、横滑りを起こして対向車線に飛び出し、右側面を対向車に衝突させることになる。

限界速度よりも僅かに低速の場合、自車線に戻ることが可能であるが、ハンドル操作の所要時間が長くなり、車両正面等を道路左側の電柱やガードレールに衝突させる。

それよりも低速度の場合、さらにハンドルを右方向に操作できるが、蛇行運転となる危険性がある。

旋回時に急制動した時の車両挙動

- ①；前輪のみがロックした場合、そのロック時点における接線方向に直進する。
- ②；後輪のみがロックした場合、前輪にはコーナリングフォースが発生しているので、前輪は旋回運動をするが、後輪は接線方向に進もうとする。
このため、車両全体は旋回を伴った横滑りを起こす。
この現象は、スキッド現象と呼ばれる。
- ③；前後輪がロックすると、車体に横滑り角が付いた状態で、接線方向に平行移動する。



【車両挙動モデル】

(1) 正面衝突について

右図1は、赤車と黒車の正面部の半分ずつが衝突した図である。

この様に、正面の1/2が衝突する事故形態を1/2オフセット衝突という。

この衝突状態で衝突力が及ぼす“力”の関係を考えると、次のとおりとなる。

- ①；衝突した時の力は、運動量「重量×速度」に比例する。

この力によって、赤色車両の重心には、回転力「M」が発生し、黒色車両にも同様に「M」が発生する。——この「M」及び「M」を【モーメント】という。

- ②；衝突した車両には、その衝突部分に「凹損」が生じる。

この凹損は衝突中に発生するが、衝突の現象は、次のとおりである。

『衝突の開始』→『衝突中』→『衝突の完了』→『衝突後の移動』

すなわち、『衝突の開始』から『衝突の完了』までの間に凹損が生じることになり、この間に「運動量の交換」が行われる。

「運動量の交換」が大きい程、凹損量も大きくなる。

【例】双方とも時速40kmで、まともに正面衝突した場合、その正面部分は大きく凹損する。

しかし、時速70kmと時速80kmで、互いに接触したのみでは、凹損が小さい。

これは「運動量の交換」が小さいからである。

ところで、上図1のように、まともな衝突が発生した場合、十分な運動量の交換が行われる。

この時、赤色車両の「F」と黒色車両の「F」とを比較して、「F」<「F」であれば、『衝突後の移動』において、

赤色車両は後退し、黒色車両は前進することになる。

——右図2を参照

【例】赤色車両＝重量700kg，
時速60km

黒色車両＝重量1000kg，時速50kmとすると、

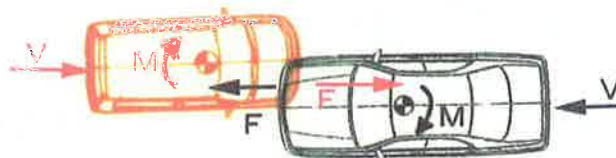
$700 \times 60 = 42000$ で、 $1000 \times 50 = 50000$ であるから、黒色車両の方が大きい。

そのため、赤色車両は後退し、黒色車両は前進する。

すなわち、『衝突後の移動』は、衝突速度が大きいから前進するのではなく、運動量大きい方が前進する。

図1

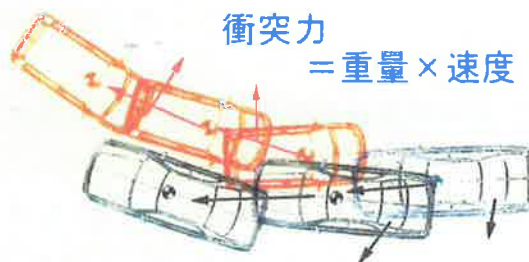
1/2 オフセット衝突



P —— 赤色車両の衝突力

F —— 黒色車両の衝突力

図2



(2) 斜め衝突について

右図3は、黒色車両が中央線を越えて衝突した事故形態を示す。

実際の事故では、両方の当事車両が衝突地点に停車していればよいが、当該車両は、それぞれの停車地点に至っていたり、あるいは道路上から移動(排除)している。

そのため、正直な当事者の供述や正確な目撃事実が判明すればよいが、供述のみから、どちらの車両が中央線を越えたか判別困難な場合がある。

また、路面を削り取った痕跡(ガウジ痕)があっても、その痕跡が衝突の瞬間に印象されたか否かの判断は、痕跡を十分に判別する知識と技術を必要とし、簡単に判定できないことがある。

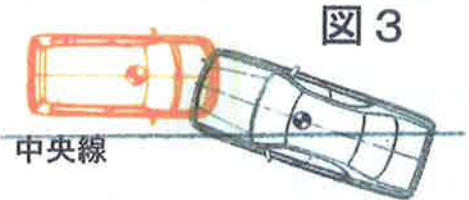


図3

そこで、車両の変形状態から判別する方法について述べる。

まず、赤色車両は、その右斜め前方から衝突を受けているため、右図4に示すように、右前部が車体内側方向に凹損する。

また、右側からの衝突力の影響で、左前輪のフェンダは、右図4の矢印①で指示するように外側に膨らむ。

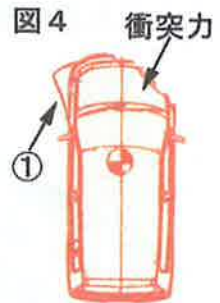


図4 衝突力

一方、黒色車両の衝突部位に作用する衝突力は、右図5に示すように、左斜め前方からの作用力となる。

この衝突力の影響により、黒色車両は、右図5の矢印②で指示するように、右側の前輪フェンダが外側に膨らむ。

この矢印①及び②を「鼻曲がり現象」という。

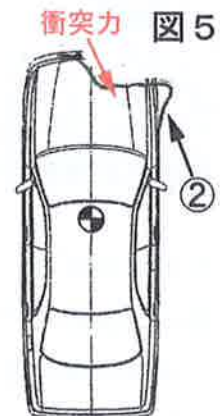


図5 衝突力

さて、実際に見分する場合は、衝突力の作用方向が判明していない。

この作用方向を判断する目的により、上記の原理を用いる。

その手順として、以下のとおりに行うことになる。

I ; 車両の変形状況を観察する。

特に、図4の矢印①及び図5の矢印②で指示するような変形が生じていないかを観察すること。

II ; 図4及び図5に示す衝突力の方向(図中の赤矢印及び黒矢印)が判断できた場合(その方向は、おおよそでよい)、これを図6のように記入して突き合わせを行う。

この時、赤矢印が赤色車両の進行方向であり、黒矢印が黒色車両の進行方向である。

従って、実際に突き合わせを行う場合、図4の

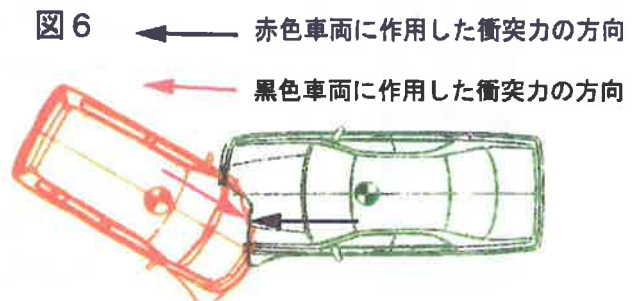


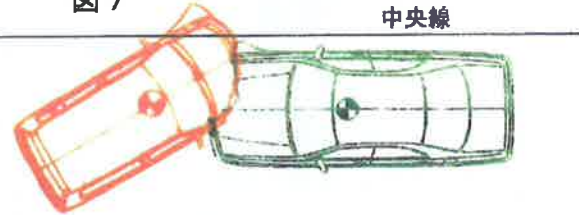
図6

黒矢印に沿って黒色車両を位置させ、図5の赤矢印に沿って赤色車両を位置させることになる。

Ⅲ；上記Ⅱにより、衝突形態の判定が可能となった場合、その状態を道路図中に記入することになる。

まず、黒色車両が自車線を直進していたと仮定すると、衝突時点における位置関係は、右図7に示す状態となる。

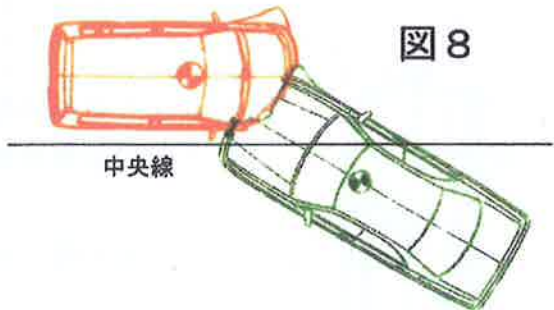
図7



この衝突状態では、赤色車両は自車線を走行していたのではなく、黒色車両の車線左側、すなわち道路外から侵入してきたことになる。

次に、赤色車両が自車線を直進していたとすると、衝突地点における位置関係は、右図8に示す状態となる。

図8



この衝突状態では、赤色車両と黒色車両は、それぞれの車線を対向直進中であつたことになり、この時に黒色車両が中央線を越えて正面衝突したことになる。

交通事故は偶発的に発生することが多く、衝突前の位置関係を明確に記憶していないことがある。

両方の当事者の二人とも互いに「自車線を直進中に、相手車両が中央線を越えて衝突した」旨の供述をしたり、あるいは片方の供述しか得られない場合、このような説明を行って理解させることも必要である。

(3) 側面衝突での車両挙動について

側面衝突では、衝突力が作用した位置によって異なる。

右図9は、赤色車両の右側面部に黒色車両の正面が衝突した図を示す。

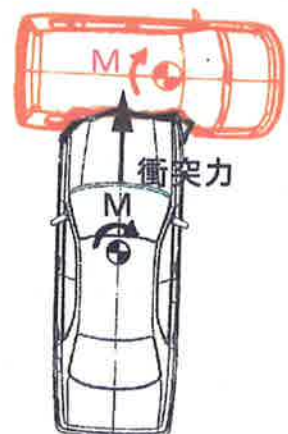
この衝突では、黒色車両の衝突力は、赤色車両の重心位置に対し、その後方に作用している。

この衝突では、赤色車両の重心周りには、図中の赤色Mで表示する方向にモーメントが発生する。

一方、黒色車両の重心には、赤色車両が進行中であれば、黒色Mのモーメントが発生する。

赤色車両が停車状態であれば、黒色Mは、ほとんど「0」に近似する。

図9



この状態で衝突した場合、両方の衝突後における車両挙動は、図10に示すとおりとなる。

赤色車両及び黒色車両とも、前後輪が大きく損壊していない限り、ハンドル操作による進行方向の変化がなければ、矢印で示すように、衝突後の重心の移動方向は直線状になる。

また、衝突速度は、この重心の移動方向を基準にして求めることができる。

図10

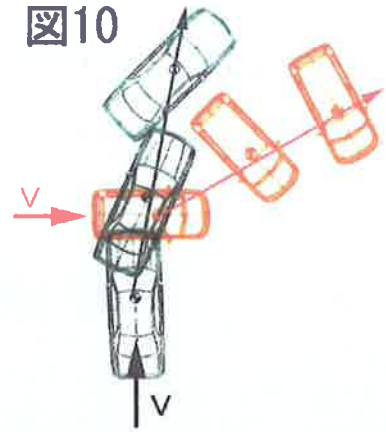


図11は、黒色車両の衝突力が赤色車両の重心よりも前方に作用した状態を示すが、赤色車両の重心には、反時計回り方向のモーメントMが発生する。

一方、黒色車両の重心には、赤色車両の進行方向に伴った時計回り方向のモーメントMが発生する。

そのため、衝突後における車両挙動は、図12に示すとおりとなる。

なお、上記同様に、重心の移動方向を基準にして求めることができる。

図11

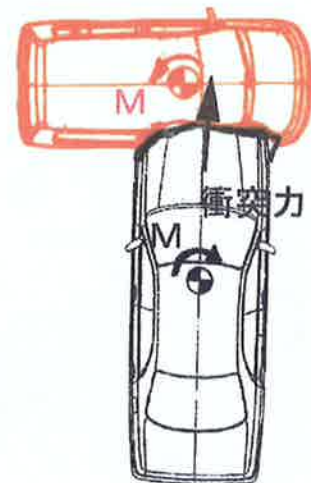


図12

