

タイヤ痕跡、ペーパーロック、フィラメント、布目痕跡

一方、**ABSの採用**により、全力制動を行う急制動時においても車輪がロック状態で滑走することがなくなったため、必然的に、黒い鮮明なタイヤ痕跡が路面に印されることはなくなった。つまり、これまでの交通事故調査において貴重な情報源だった路面のタイヤ痕跡を、**制動初速度算出のために使うことはできなくなった**。技術の進歩が交通事故調査における災いとなる、典型的な例と言える。

・・・

このため、ABS装着車による薄いタイヤ痕跡そのもの、さらに制動初速度算出のためのその種の痕跡の長さなどの測定値を、交通事故調査に使うことは適切でないと考えた。

薄いタイヤ痕跡について、上述の (a)・(b) の考察結果を実際の道路上で確認するため、H社の当時最新のABS装着車を使って制動実験を行った。やはり、その種の**薄いタイヤ痕跡を事故調査に使うのは適切でないとの結論に至った**。

・・・

この種の極めて薄いタイヤ痕跡をもとにして求められた車の速度値は、極めて不確実なものであると言わなければならない。こうした痕跡の曖昧さを自覚せず、さらにその**測定方法を疑わない測定者**、またその不確実な測定値からの速度算出を行った事故解析者らの無責任さを、強く感じたものだった。

ここまで、路面に印されたタイヤ痕跡に関する調査事例を幾つか述べてきた。一昔前のように黒く鮮明なタイヤ痕跡が印されなくなったことで、タイヤ痕跡に基づく制動初速度の算出ができなくなったことも述べた。

ただし、**制動初速度の算出については**、最近の多くの調査研究により、**車の損傷を示す凹損などをもとにした解析手法が著しく進歩し**、これまで以上に正確に算出することが可能になった。さらに、制動過程にない車の衝突速度も算出可能となった。このため、ABSの普及が交通事故調査に与える負の影響は、現在はほとんどないと言えるかもしれない。

しかし、その図 21 に見るように、この種の事故は、これまで「七曲がり」の途中では発生していない。事故は、「七曲がり」に続く勾配の緩やかな上り・下り、または平坦な道路上、さらにそれに続く市街地に入ってから発生している。

「七曲がり」通過後の緩やかな上り・下り、または平坦な道路では、ドライバーがブレーキペダルを踏む回数は極端に少なくなり、また一度ペダルを踏んでから次に踏むまでの時間的間隔は長くなる。このペダルを踏む間隔の長くなるのが、ベーパーロックの発生に大きく関係しているようだ。

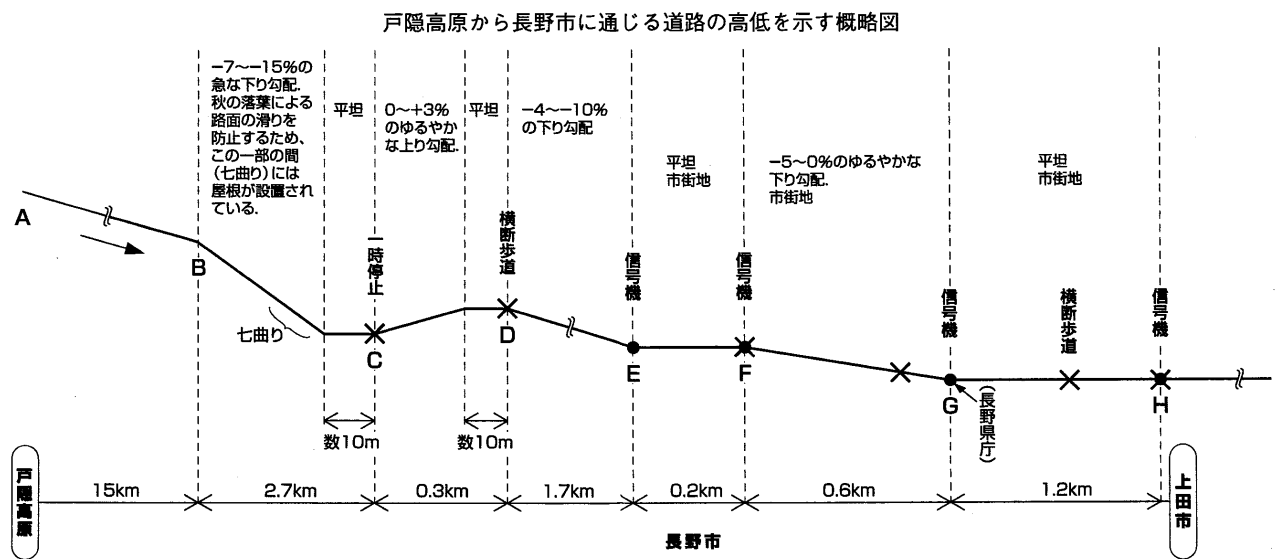


図21：〔事例4〕における「七曲がり」通過後のベーパーロックの発生地点（×点）

...

しかし、1988年に発生したこの事故のバスは、新車で購入後の数十万キロメートルの走行における整備の際、ブレーキ液は交換されることなく、いわゆる「注ぎ足し」であった。本来このブレーキ液は、定期的な整備のたびに、その全量が交換されなければならないのである。

5. ベーパーロック発生メカニズムとは？

従来は、制動装置におけるベーパーロックの発生メカニズムは、次のように考えられていた。

- ①下りの山道でブレーキペダルが頻繁に踏まれて制動装置が多く使われると、装置が加熱され、ブレーキ液の温度が上がる。使用状況によっては液温がさらに上昇し、使われているブレーキ液の沸点を超え、沸騰状態になる場合がある。
- ②ブレーキ液が沸騰すると、多くの気泡が連続的に制動装置内に発生し、生じた気泡全体の体積がマスターシリンダー（制動装置のブレーキペダルで作動させる油圧発生用のポンプ）の吐出容積を超えるほどになる。

③この状態でブレーキペダルが踏み込まれると、そのペダルはト
ーパン（床板）に付くまで深く入り込むが、単に気泡がつぶされ
るだけでペダル踏力が油圧にならないため、制動力が得られず、
ベーパーロックとなる。

しかし、ベーパーロックは、自動車の種類、使用時のブレーキ液の沸
点、さらには気象条件にも関係なく発生している。ただし、**ブレーキ液
が新品で沸点が高い場合には、ベーパーロックが発生しにくくなる。**

ベーパーロックに関して最も注目すべき点は、この現象がそれぞれの道
路において、**ほぼ特定の場所で発生することだ。**

...

大手S運送会社に依頼して、**百数十台の小型トラックの制動装置のデ
ィスクキャリバ内のブレーキ液に含まれる水分量を測定した。**その結
果、測定した多くの車は、その2~3カ月の間にいずれも10,000km前後
の距離を走行し、ブレーキ液中の水分が体積で1~2%増加しているこ
とが確認された。なかには約3%も増えている車もあった。

このことから、**制動装置内のブレーキ液の含水率は、梅雨の季節を挟
んで明らかに増えることが確認された。**たとえ密閉されている構造であ
っても、**制動装置内に水分の入る現象を確認することができた。**雨が降
れば多くの水が車の車輪に降りかかることからして、これはごく自然なこ
とと言える。また、水分量の増え方が車によって異なることも分かっ
た。一方、ブレーキ液内の水分量は、梅雨の時期が終わって気温の上がる
真夏になると、その水分量が減少することも確認された。

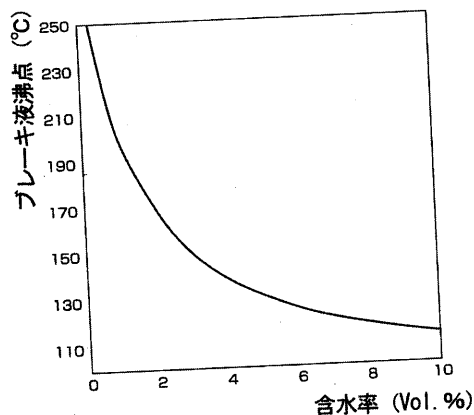


図22：ブレーキ液中の
水分量と沸点の関係

...

ドライバーがブレーキペダルを踏み込むと、成長した気泡の一部は簡
単に押し潰されて消えるが、ブレーキペダルから足を離すと、気泡はす
ぐに発生し、成長する。このように、いったんこの現象が発生すると、
気泡の成長・消滅の繰り返しがディスクキャリバまたはドラムブレーキ
装置のシリンダー内において繰り返される。

この成長した気体の空間を走行中に無くすためには、ブレーキペダル
のストロークを大きく、かつ短時間内に何回も踏み込むことが必要にな
る。気泡が成長する速さよりも大きな速さで、リザーブタンク内のブレ
ーキ液をディスクキャリバまたはシリンダー内に送り込むことで、制動

装置内に発生し成長した気泡の空間がブレーキ液で満たされ、再び油圧が発生する状態になるのである。

ドライバーがこのことを理解していれば、山道を走行中のベーパーロック発生時における対応は、次のようにすればよいということになる。

前述の通り、ブレーキペダルを踏み込む際のストロークが大きくなり、いわゆるブレーキに「甘さ」が感じられたならば、ブレーキペダルのストロークを大きくポンピングする行動を取らなければならない。そして、油圧の発生が確認されたあとは、軽くブレーキペダルを1回踏み、すぐに足をペダルから離す動作を頻繁に行う。これは制動のためではなく、ブレーキ液をディスクキャリバ内に送り込み、成長した気泡を押し潰すために行うのである。

1. 〔事例 7〕 夜間暴走行為で岩へ激突、警察官証言の信ぴょう性

・・・

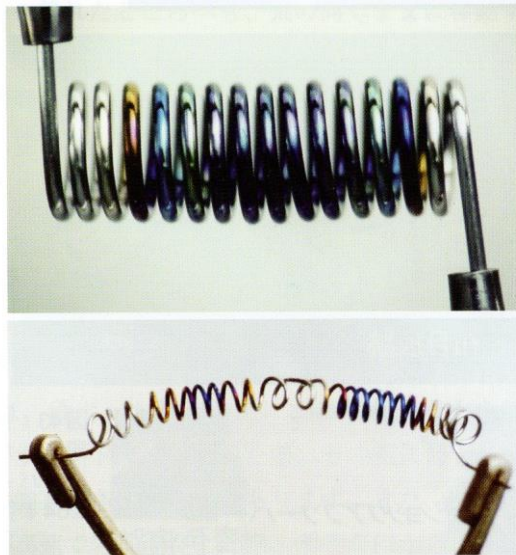
さらに、この前照灯用電球の破壊実験と並行して、自動車の制動灯、方向指示灯、尾灯などに使われる各種の電球についても、同じ条件で破壊実験を行った。特に前照灯と制動灯については、合わせて**数百個**の電球を破壊して実験を行った。

その結果、前述の設定時間によって、フィラメントの表面はさまざまな色に変色し、その変色状況と設定時間には一定の関係のあることが分かった。なかには、図 27 に示すように神秘的な色が表れるフィラメントもあった。

今回の一連の電球破壊実験によって、本件事故車両の前照灯は、道路脇の岩への衝突によって前照灯とその電球が破壊する 2 秒以上前に、消されていたことが分かった。言い換えれば、およそ 2 秒間、この乗用車は前照灯が消えた状態で走行したことになる。つまり、亡くなったドライバーの若者が、走行中に前照灯のスイッチを切り、前方確認の困難な状態で道路脇の岩に激突した可能性が考えられた。ともあれ、電球破壊実験に基づく検討によって、**パトカーに追跡された乗用車は、前照灯の点滅を繰り返しながら走行していた可能性の高いことが証明されたのである。**

直径およそ 0.2mm、重さ数 mg の 1 本のフィラメントがもたらす情報の大きいことに驚かされた。この種の色に関する情報が交通事故調査に使われたことは、他国においても、それまでなかったようだ。

図 27：電球破壊実験によるフィラメントの変色例（本文 p.47 参照）



・・・

ちなみに、前照灯の電球が点灯している時、フィラメントの表面温度は 3,000°C を超える。制動灯のようにワット数の小さなものでも、点灯時には二千数百°C まで上昇する。

実験では、点灯した状態で、コイル状に巻かれたフィラメントの両端を秒速約 5m の速さで約 1cm だけ引っ張り、その時に要する力を測定し

た。その結果、点灯していない場合（電流を流したことの無いフィラメント）のおよそ十数分の一の力で、破断することなく大きく伸ばすことができた。

・・・

2. [事例 8] 小型トラックの大型トラックへの追突時の運転状況

夜間、濃霧に覆われた高速道路で、小型トラックが大型トラック後部に追突し、小型トラックの運転手が死亡する事故が発生した。この事故の原因は、警察の調査により、追突した小型トラックの運転手のいわゆる「居眠り運転」の可能性が大きいとされた。

・・・

このことは、前照灯用電球のハイビームとロービームの 2 種類のフィラメントが、一瞬の間といえどもほぼ同時に通電されていたことを意味する。しかし、夜間走行時の前照灯は、ロービームとハイビームのいずれか一方のフィラメントのみが通電状態になるのが普通であり、両方とも同時に点灯されることはあり得ない。もし、あるとすれば、次の 2 つの場合に限られる。

- (a) 追突して衝撃を受けるのとほぼ同時またはその直前に、ロービームからハイビームに切り換える。
- (b) ロービームの状態で行中、追突する直前に前方確認の目的でハイビームを一瞬点灯させる、いわゆるパッシングライトを行う。

これら 2 つのいずれの場合においても、当然ながら前照灯のスイッチが操作されなければならない。というわけで、本件事故は、**居眠り運転中のものでないことが明らかになった**。亡くなった運転手の遺族の方々にとっては、居眠り状態での追突と、濃霧により前方確認が困難な状態での追突とでは、精神的には大きく違ったことだろう。

1. [事例 16] 布目痕跡から分かる事故時の運転者

男女 2 人の乗った小型乗用車（軽四輪）が電柱に激しく衝突し、女性が亡くなった。事故当時の状況について、助かった男性が「事故時に運転していたのは私ではなく、（亡くなった）女性です」と頑なに主張したことから、事故時の運転者を特定するのに法廷で十数年間も議論された。

この間、4 人の事故調査の専門家が、衝突後の乗員の動きの力学的な解明を試みてその結果を鑑定書として提出し、いずれの鑑定人も「事故時のドライバーは、助かった男性である」と主張した。しかし、そのいずれの主張も裁判では受け入れられず、事故時に運転していたのは男性側の弁護人の主張する「亡くなった女性である」との結果になり、検察側の主張は認められなかった。それでも、検察側が妥協することなく控訴し続けたため、**十数年もの長い間、法廷で争われた**のである。

事故時の其の運転者を明確にするために再調査を行うことになったため、従来の検討の着眼点を変え、乗員の着衣によって印される布目痕跡に着目した。

...

今回の事故では、図 44 のシフルバー外枠の運転席側の A、B の 2 箇所、**青色系の擦過状の痕跡が見つかった**。この擦過状の痕跡の位置から、これは運転席に座る乗員のズボンによって印されたと考えるのがごく自然であった。またこの事故当時、乗員 2 人のズボンが黒色と青色のジーンズであったことから、**運転者を容易に特定することができた**。

...

d) 布目痕跡が印象されるためには熱源が必要で、布片と痕跡の印象される物体が激しく擦り合い、その時の**摩擦熱**によって柔らかくなるなど、物体の材質が変化する必要がある。さらに、布片の織目模様が現れる布目痕跡の場合には、摩擦熱を得た布片はたとえ一瞬であっても**静止**する必要があり、同時にある程度の力で被印象物に**押し付けられる**必要がある。

(e) (d) 項の「摩擦」と「押し付け」が同時に起きるためには、着衣した人体の骨の出っ張った箇所など、比較的固い部分と被印象物との接触が必要である。このため、必然的に肘や膝さらに脚の脛などに近い箇所の着衣の布片によって、布目痕跡の印される場合が多い。

フライングストーン

積載量がおおよそ2トン以上のトラックの後輪は、多くの場合、俗に「ダブルタイヤ」と称されるように2本のタイヤが並べて装着されている。この2本のタイヤの間に、人の拳から頭くらいの大きさの比較的大きな石が挟まることは珍しくない。そして、挟まった石が車の走行中に外れて「フライングストーン」となり、対向車や後続車に激突貫入したり、歩行者に直接当たったりと、想像を超える悲惨な現象を引き起こすことも多い。

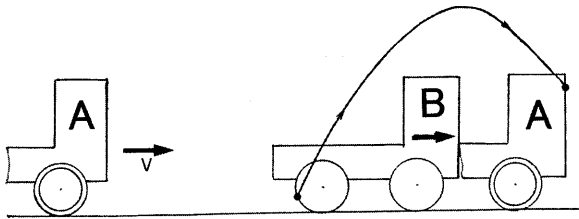


図52：B車後輪から外れた石がフライングストーンになり後続のA車に当たる

この事故が発生した当時、この地域の市街地には除雪後の大量の雪が至るところに積み上げられ、それを河原に捨てるため**多くの大型ダンプカーが、市街地と河原を頻繁に往復**していた。

以上の考察結果から、本件事故はダンプカーが雪の捨て場となった河原で今回の石を後輪に挟み込み、市街地を走行中にその石が外れてフライングストーンとなり、後続の大型トラックに当たって貫入した可能性の大きいことが考えられた。

2. その他のフライングストーンによる交通事故

〔事例 21〕〔事例 20〕の発生した市街地で、フライングストーンによる新たな事故が発生した。今回はそのフライングストーンを発生させた大型トラックを特定することができたため、〔事例 20〕よりも事故の状況が詳しく判明した。

この事故では、走行中の大型ダンプカーの後輪タイヤ間に挟まっていた石が外れ、対向車線に飛び出した。外れた石は、対向車線を走行するボンネット型のライトバンに激突し、運転席側の A ピラー（フロントウインドウの上下方向の運転席側の窓枠）に当たったのち**車内に飛び込んでドライバーの頭部に当たり**、この場合も**ドライバーは亡くなってしまった**。この大型ダンプカーも市街地に積み上げられた雪を河原に捨てるため、頻繁に河原と市街地を往復していた。

・ フライングストーンの特徴

(1) ダブルタイヤに挟まる右の形状の特徴

私はこれまで、フライングストーンになった石を **200 個**ほど収集した。それら石のほとんどが、曲線道路の道路脇で拾ったもので、その近くには必ずと言ってよいほど建設工事現場や採石場があった。稀に市街地でも収集した。また、雨降りの日に多く収集したようにも思う。それらフライングストーンの代表的な形状は、「三角形」。一部には「平板」という形の特徴もある。そして、左右反対側の 2 箇所に後輪に挟まって走行した際のタイヤとの擦過によってできた、やや大きめの黒色の痕跡があり、その黒色の擦過痕のほぼ中央部に、車輪が回転するたびに路面との擦過によって削られた平らな楕円状の跡が必ずあった（図 51、図 56）。

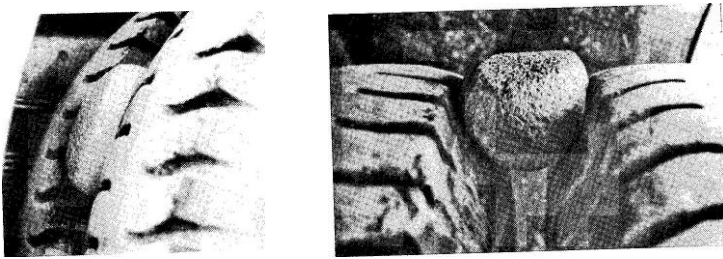


図56：後輪ダブルタイヤに石（フライングストーン）の挟まった状態

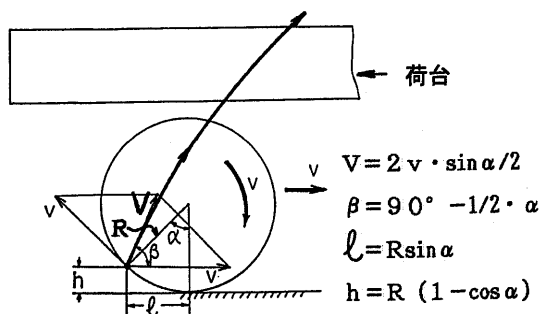


図58：後輪から外れる石の運動（ α ：石の、タイヤから離れた際の鉛直線となす角度、 V ：石の飛び出す速度、 v ：車両および車輪の速度）

このため、地面から最も離れるタイヤの最上端で石が飛び出したとすると、飛び出す速さは近似的にその車の速さのほぼ 2 倍になる。

...

逆に、車輪の最下端（時計文字盤の 6 時の位置で地面に接する位置）で外れると、石は車輪から飛び出すことなく、地面に置かれたままに近い状態で、車だけが走り去ることになる。

...

これまでに述べたように、トラック後輪のタイヤ間にいったん挟まった石は、大変危険なものになるため、フライングストーンとなる前に取り除かなければならない。しかし、車輪を外さないで簡単に石を取り除く方法は特にはない。このため、運転手の多くは人通りのない道路上で、蛇行運転をしながら高速で車を走行させて外しているようだ。

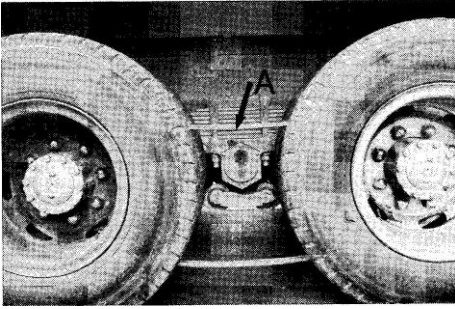


図60：大型ダンプトラック（後輪2軸）におけるVベルトの装着例

おわりに

・・・

一方、収穫されたリンゴは、木製の箱に靱殻を使って詰め、出荷所に運ばれ、トラックに積み込まれた。当時のトラックには木炭自動車もあり、私にとっては自宅の消毒用ポンプの発動機とともに特別なものとなっていた。その中に「日産ディーゼル」の会社を象徴する、赤色の地に白色のUDの文字の円形のマークのついていたトラックがあり、当時のこの情景が、私が最初に就職した会社が日産ディーゼルであったことに多少なりとも影響していたと思う。

日産ディーゼルの退職した私は、車への思いから離れることができず、長野県警科学捜査研究所の交通事故調査を主とする係として働くことになったが、私の事故調査のための知識は皆無で、事故現場に出向いても何もできなかった。入所1カ月ほどして、路上に印されるタイヤ痕跡の持つ情報を正確に知ろうと思ったが、必然的に先人の助言を受けなければならない状態に陥った。

そこで私は、知人を通して、信州大学の篠原昭先生を訪ねることになった。篠原昭先生は何のためらいもなく、無知な私を快く受け入れてくださった。先生とお会いできたことが、私の三十数年におよぶ事故工学に関する研究の始まりとなった。