

二輪自動車用 ABS の効果について（第 2 報） － 旋回制動試験 －

交通安全部

※松島 和男 豊福 芳典 水野 幸治 入江 泰彦 米澤 英樹

1. まえがき

二輪自動車の事故回避対策装備の一手法として、二輪自動車用アンチ・ロック・ブレーキ・システム（以下「ABS」という。）を装着することが有効であると考えられる。

そこで、我々は二輪自動車用 ABS の適切な評価方法のための資料を得ることを目的として、試験研究を行うこととした。

前回¹⁾、その第一段階として ABS を装着した二輪自動車を 2 台（エンジン総排気量 1200cc 及び 400cc）用意し、熟練ライダーと非熟練ライダーによる直線急制動試験の結果を報告した。

今回は、引続き前年と同様の条件で旋回制動試験を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験車及び実験方法

2. 1 ABS 装着二輪自動車の概要

今回使用した ABS 装着二輪自動車の主な諸元を表 1 に示す。なお、実験車は写真 1 に示すような転倒防止用のアウトリガーを取付け、さらに車速及び制動距離測定用の第 3 輪を牽引している。

ブレーキ系統は前後輪独立 2 系統で、ABS は各輪独立に制御が行われる電子制御方式のものである。ABS の構成は、図 1 に示す通りであり、油圧制御ユニット、電子制御ユニット（以下「ECU」という。）及び車輪速度センサー（44 歯／周）等から構成されている。

さらに、ABS 作動／不作動を外部から前後輪独立に切り替えられるようにした。以下、前後輪の ABS を不動作として標準車両の状態にしたものを「ABS-OFF」と、前後輪の ABS を作動状態にしたものを「ABS-ON」という。

また、ABS の制御の深さを 3 段階に変えた ECU を用意した。以下、この 3 段階による制御結果として得られるスリップ率に着目し、その値が小さいものから

順に「過小、適正、過大」という。なお、図 2 に各制御の実測波形の例を示す。

表 1 試験車の主要諸元

実験車	A 車	B 車
エンジン総排気量 (cc)	1 1 8 8	3 9 9
重量 (kgf)	前輪	1 6 5
	後輪	2 3 0
	第 3 輪	1 0
	合計	4 0 5
ホイールベース (mm)	1 5 0 0	1 3 6 5
キャスター角 (°)	2 7. 5	2 4. 0
トレール (mm)	1 1 2	9 2
タイヤ	前輪	120/70-17 58H
	後輪	150/80-16 71H
ブレーキ形式	前輪	DUAL DISC
	後輪	SINGLE DISC



写真 1 実験車 (A 車)

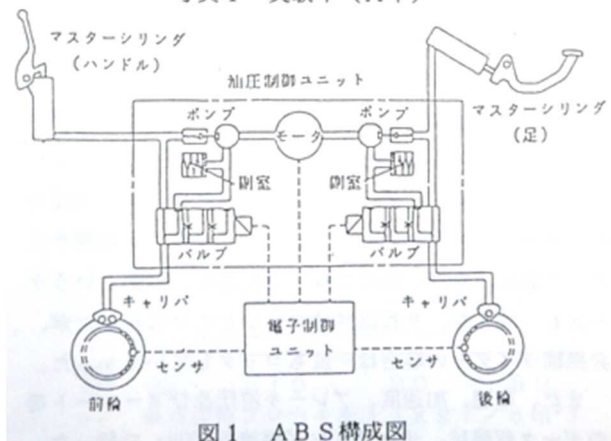


図 1 ABS 構成図

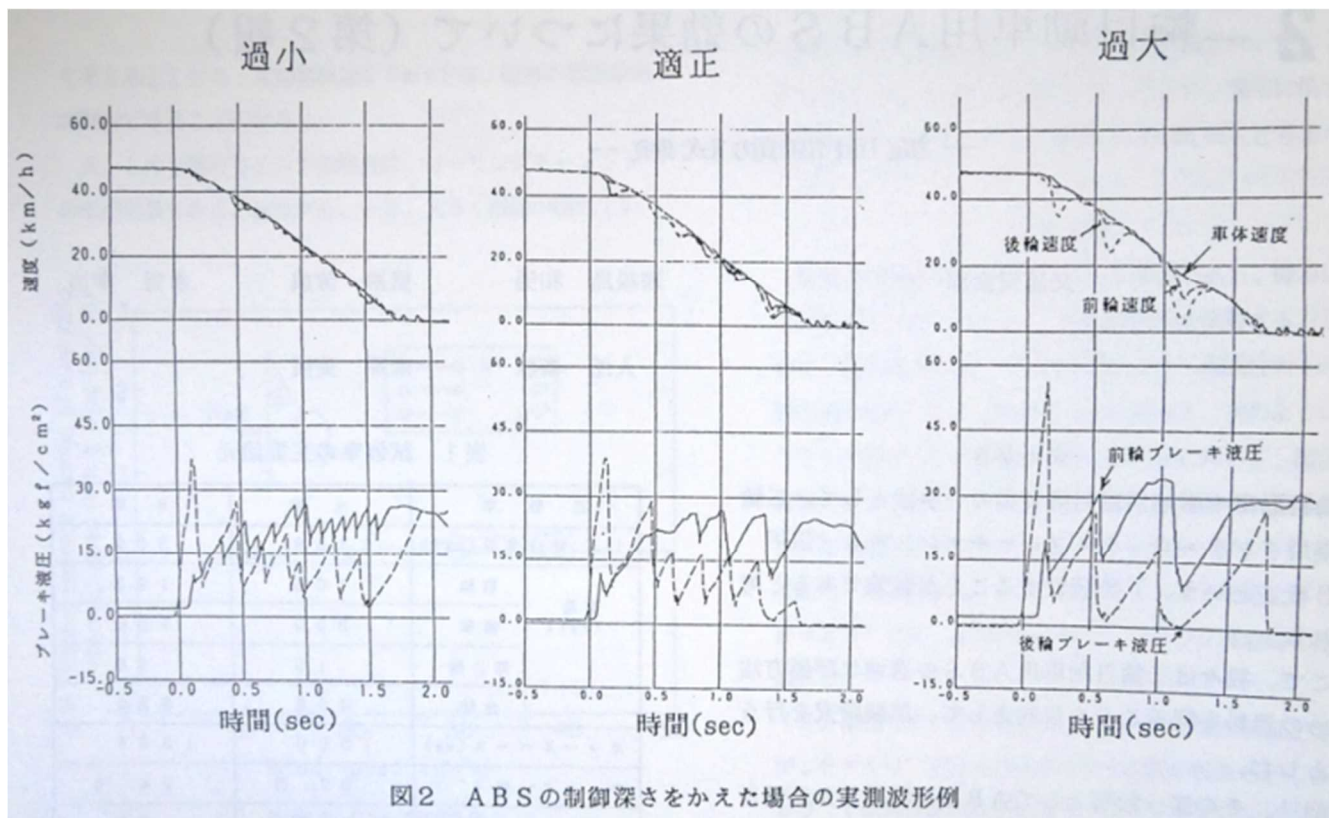


図2 ABSの制御深さをかえた場合の実測波形例

2.2 実験方法

半径 50m の旋回コース上に制動開始位置を白線とパイロンで示し、それ以降に白線で幅 1m の制動コースを設け、熟練者（39 歳で、過去に二輪メーカーのテストライダー及び国内二輪レース出場の経験がある者。）と非熟練者（21 歳、原付免許歴 5 年、中型二輪免許歴 2 年で週 2～3 回原付 1 種に乗っている者。）各 1 名のライダーにより、A 車、B 車それぞれについて、表 2 に示す試験条件の組合せで 3 回旋回制動試験を行った。

なお、ハンドル位置固定（逆ハンドル等のテクニックを使わない場合を想定して、ブレーキ操作直前の状態でハンドルを保持した場合。）の旋回制動試験については、事故防止等の観点から、熟練ライダーにより、B 車のみ実施した。

また、ライダーへの指示は単に「概ね制動開始位置から、前後輪同時にブレーキをかけ、可能な限り最短距離で止まること」とだけにした。その結果として ABS-OFF の場合のブレーキ操作状況は、後輪では、熟練ライダーの場合には制動区間全体にわたってロックしていたが、非熟練ライダーの場合にはロックさせるのに必要なブレーキ操作が熟練ライダーに比べて遅いため、制動区間の後半部分でロックしていた。しかし、前輪では熟練ライダーの場合でも、一時的に

ロック後直ちに解除というケースも一部あり、それ以外はロックしていなかったが、非熟練ライダーの場合は一度もロックしていなかった。

また、車速、加速度、ブレーキ液圧及びヨーレート等のデータ収録は、サンプリング周波数 200Hz で行った。制動距離は、サンプルトリガー（ストップランプ点灯用ブレーキ信号を用いた。）が、ON になってから二輪自動車が停止するまでの第 3 輪からの入力パルス数をカウントして距離に換算して求めた。ブレーキディスク温度については、各試験前に測定して、100℃以下であることを確認した。

表2 試験条件

試験 番号	制動初速度 (km/h)	ライダー	ハンドル	ABS 制御状態	
				前 輪	後 輪
1	50	熟練 / 非熟練	操作 / 固定	OFF	OFF
2	〃	〃	〃	適正	OFF
3	〃	〃	〃	OFF	適正
4	〃	〃	〃	適正	適正
5	〃	〃	〃	過大	過大
6	〃	〃	〃	過小	過小

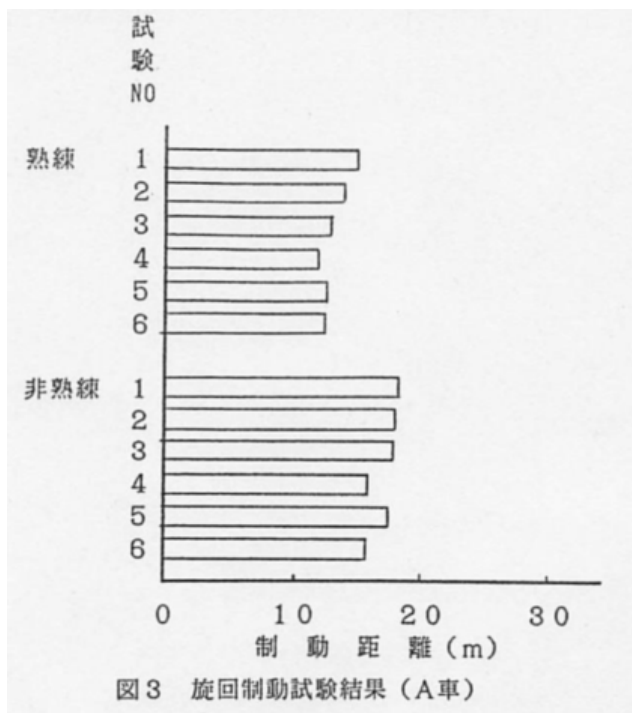


図3 旋回制動試験結果 (A車)

3. 実験結果及び考察

3. 1 制動距離

指示速度と制動初速度の比の2乗で補正した制動距離を各試験条件毎に3回の平均値でまとめたものを図3及び図4にそれぞれ示す。

これらの結果、熟練ライダー・非熟練ライダーいずれの場合もABSの効果によって制動距離が短縮しており、前後輪ABS-OFFを基準にとり、平均制動距離を比較すると、前後輪ABS-ONの平均制動距離の短縮率は、熟練ライダーの場合、A車19%・B車5%で、非熟練ライダーの場合はA車12%・B車25%であった。

また、ABSの制御深さを過小・適正・過大にかえた時における制動距離の短縮効果としては熟練ライダーの場合には、いずれの制御深さでも同程度の効果で、明らかな差は見られなかったが、非熟練ライダーの場合には、過小・適正による制御深さで、その効果が大きかったものの、過大による制御深さではその効果が小さかった。なお、両ライダーのフィーリングとしては、ABS作動によるショックが少ない過小による制御深さが良かったと言うことであった。

次に、ハンドル固定の旋回制御試験を熟練ライダーによりB車でを行った結果では、ハンドルを操作した場合に比べて、平均制動距離は2~15%長くなり、制動中の車両安定性もやや悪くなる傾向があった。しかし、前後輪ABS-ONの場合は、ハンドルを固定して

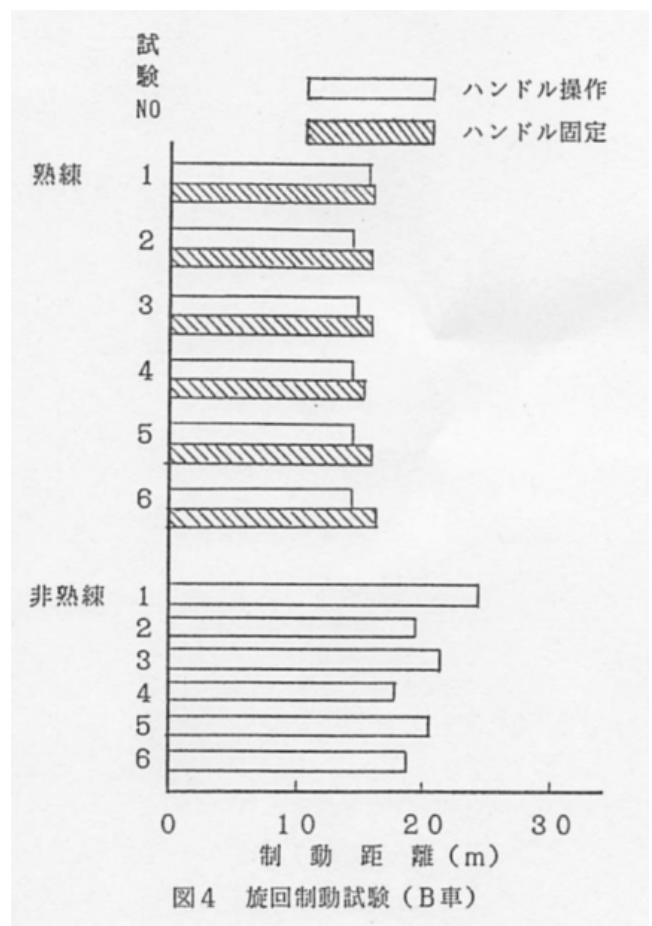


図4 旋回制動試験 (B車)

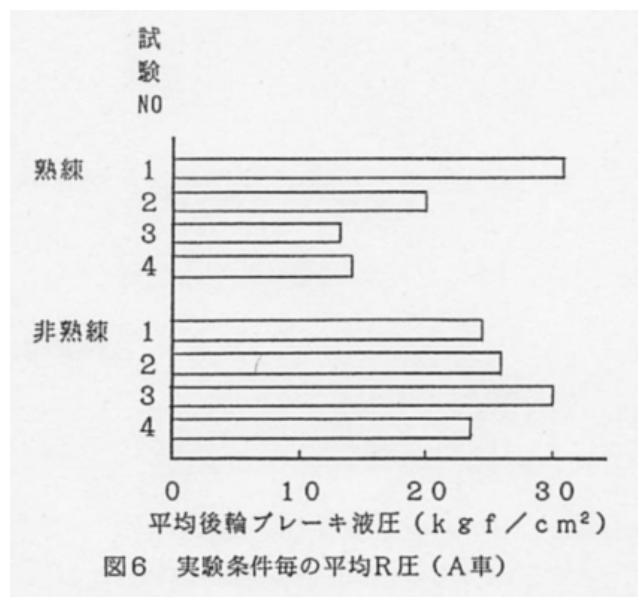
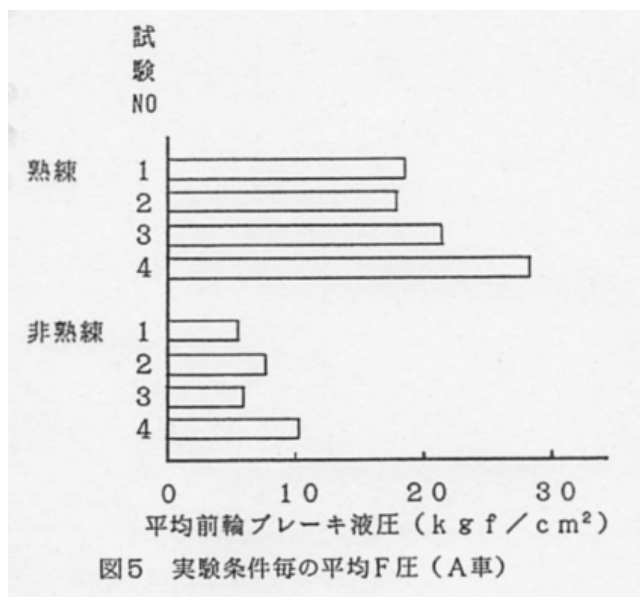
も停止姿勢は安定しており、設定された制動コースをはみ出すことはなかった。

3. 2 ブレーキ液圧

制動初速度の90%相当速度から10%相当速度の間の前輪ブレーキ液圧（以下「F圧」という。）及び後輪ブレーキ液圧（以下「R圧」という。）の各試験条件における平均値をA車につき図5及び図6にそれぞれ示す。これらの結果は、B車についてもほぼ同様の傾向を示している。F圧については、その絶対レベルは、熟練ライダーと非熟練ライダーとでかなり違うものの、ABS-ON時ではいずれもABS-OFF時よりも明らかに高いことが分かる。

後輪については、ABS-OFFの場合には制動初期段階からロックしており、R圧は、十分な高さに上昇している。

これらのことから、通常では不十分なF圧も、ABS-ONによって心理的な安心感があるため、F圧は素早く、十分な高さに上昇させることができ、これが制動距離の差となって表れているものと考えられる。



3. 3 安定性

制動中の車両安定性について、停止姿勢では ABS-OFF の場合には、後輪ロックなどにより、設定された制動コースをはみ出すケース（前輪がロックした場合には大きくはみ出す。）があり、やや不安定であったが、ABS-ON の場合にはコースを逸脱するなどの問題となる挙動はなく良好であった。さらに、制動中のヨーレート・ロールレート・ピッチレートの各実効値の試験条件毎における平均値を A 車について図 7 に示す。なお、B 車についても A 車とほぼ同様の傾向を示していた。

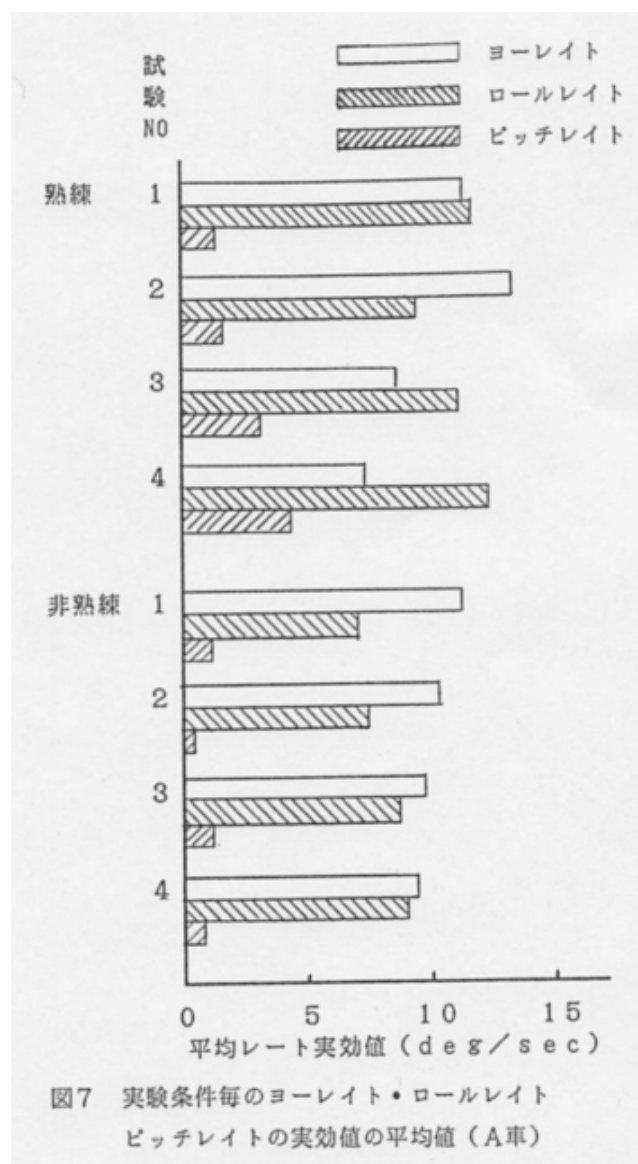
これらの結果をみると、車両安定性を表わす指標としてのヨーレートの実効値では ABS-ON 時は ABS-OFF 時よりも低い値を示していた。

これらのことから、平均的には ABS-ON により操縦性が確保されるため制動中の車両の安定性が向上する傾向が認められた。

4. まとめ

ABS 装着のエンジン総排気量 1200cc 及び 400cc の二輪自動車で、熟練ライダー及び非熟練ライダーにより旋回制動試験を行い、その結果 ABS の効果に関し以下の結論を得た。

- (1) 旋回制動では、熟練ライダーと非熟練ライダーとで F 圧のレベルに大きな差があった。
- (2) いずれのライダーにおいても、ABS-ON の場合には、各試験条件において、ABS-OFF の場合に比べて F 圧を上昇させることができることから制



動距離は大きく短縮することができた。この場合において、特に、非熟練ライダーにおいては、制動距離短縮率は12~25%とかなり大きな効果があった。

(3) 旋回制動においては、ABS-OFF の場合には、前輪ロック時はもちろん、後輪ロック時においてもコース逸脱等の制動中の車両安定性低下が観察された。しかし、ABS-ON の場合では車輪ロックを防止できるため、このような不安定挙動は観察されなかった。また、車両安定性をヨーレートの変動により詳細にみても、熟練ライダー・非熟練ライダーを問わず、ABS の作動によって車両安定性が向上する傾向が認められた。

(4) ハンドルを固定しての旋回制動試験ではハンドル操作時に比べて制動中の車両安定性はやや低下するものの、ABS-ON の場合停止姿勢は良好であった。

なお、今後引き続き、障害物回避制動、低 μ 路での制動試験等において ABS の作動による車両安定性及び制動距離の短縮等の効果やその適切な評価方法の検討等をさらに、進めていくこととしている。

参考文献

- 1) 松島他：二輪自動車用 ABS の効果について
(第1報) 平成3年度交通安全公害研究所発表会
講演概要 1991年11月
- 2) 豊福他：二輪自動車の制動操作に関するライダー技量の定量化について (第1報) 平成3年度交通安全公害研究所発表会講演概要 1991年11月