

# 平成18年度自転車安全性向上研究開発 実施報告書

平成19年3月

財団法人 自転車産業振興協会



この事業は競輪の補助金を受けて実施したものです

<http://keirin.jp/>



## 目 次

A 経緯・目的 .....	1
B 高性能ブレーキ共同開発 .....	2
B-1 株式会社 吉川製作所 .....	3
B-2 株式会社 唐沢製作所 .....	4
B-3 株式会社 荒井製作所 .....	5
C 自転車のタイヤと路面との静摩擦係数の測定 .....	6
D レバー操作力負荷および注水装置の製作 .....	7

## はじめに

当協会では、平成18年度自転車産業活性化のための基盤強化等補助事業として、自転車総合安全対策の推進・自転車安全性向上研究開発事業を日本自転車振興会から競輪収益金の補助を受けて実施しました。

本事業では、自転車および自転車部品の安全性向上のため、各種ブレーキの制動性能等のデータを収集するとともに、雨天時の制動性能を高めた高性能ブレーキの共同開発を自転車部品メーカー3社と実施しました。併せて、ブレーキ開発に必要となる自転車のタイヤと路面との静摩擦係数の測定、レバー操作力負荷および注水装置の製作を行い、本報告書に取りまとめました。

本報告書が、自転車の安全性の向上にご活用いただき、製品づくりの参考となることを願うものであります。

## A 経緯・目的

自転車用ブレーキの種類には、リムブレーキ、キャリパブレーキ、バンドブレーキ、内拵ブレーキおよびディスクブレーキ等がある。この内、一般用自転車にはキャリパブレーキ、バンドブレーキが広く使われている。ところで、社団法人自転車協会の自転車安全基準（BAA）の制動性能の規定には、これらブレーキの性能評価試験の一つとして減速度の測定がある。これにより、一般用自転車の制動性能を評価したときに、キャリパブレーキの水ぬれ時の測定で、この規格値を満足しない場合がある。そこで、自転車走行の安全性をさらに向上させるために、キャリパブレーキをメーカーと共同開発することとした。

ブレーキの共同研究開発は、自転車製造業者の開発意欲を促進し、自転車および自転車部品の安全性向上のために、付加価値の高いブレーキを開発、実施する企業を公募・選考の上実施した。共同開発のテーマは、雨天時でも安全・円滑に制動でき、耐久性があり、雨天時と晴天時の制動力の差が少ないキャリパブレーキである。

ブレーキの共同開発を実施する企業の選定は、申請者からの申請書により、提案されたアイデアが実現可能で、商品化が望め、技術的に優れているか否かを当会技研の6名が客観的かつ公平に精査した結果3社を選考したが、1社はブレーキブロックのパターン形状の改善および材質改善により乾燥時と水ぬれ時の制動力の差が少ないブレーキブロックの開発に取り組んだ。もう1社は片効きのしにくいセンタープル構造を有するキャリパブレーキ本体の開発と、剛性の高いブレーキ本体という利点を生かした強力な制動力のあるブレーキブロックの開発に取り組んだ。最後の1社は、車輪径が20インチを越えるもの用とそれ以下のもの用の2種類の力率の高いブレーキ本体、そのブレーキ本体に適合する力率のブレーキレバーおよび油膜や水膜に対応できるブレーキブロックの開発に取り組んだ。

また、自転車で走行中に急ブレーキをかけると車輪がロックしスリップすることがあるが、この現象は急ブレーキによる制動力がタイヤの接地部分に働く摩擦力を越えるためである。雨天時や降雪時には、路面の摩擦力が晴天時よりも低下するために、さらに晴天時よりも小さなブレーキ操作力でも車輪がスリップする。このように自転車の制動性能と路面の摩擦力には密接なつながりがあるが、各種路面の摩擦係数を測定したデータは少ない。そこで今回、自転車の制動性能の基礎データ収集のため、CPSC自転車安全基準（アメリカの消費者製品安全委員会）の静摩擦測定方法に準じ、晴天時と雨天時において各種路面と自転車タイヤとの静摩擦係数を調べた。

さらに、レバー操作力負荷および注水装置の製作を行ったが、それらは、JIS D9201 自転車—制動試験方法、ISO 4210 自転車の安全要件、およびEN 14764 シティ車とトレッキング車の安全要件と試験方法に記載されている規格に準拠し、試験の正確性向上を目的としている。

## B 高性能ブレーキ共同開発

### 1. 事業内容

シティ車に広く使われているキャリパブレーキは、制動面が露出しているため、水ぬれ時(ウェット)には制動性能が低下する。そこで、雨天時でも安全・円滑に停止できるよう制動性能を高めたキャリパブレーキをブレーキメーカーと共同で研究開発を行い、もって自転車の品質の向上と消費者の安全性確保に資する。特にリムの材質や表面粗さに制動力が影響されない、耐久性がある、ウェットと乾燥時(ドライ)の制動力の差が少ない、あるいは小さなブレーキ操作力で制動できる等の方策を検討した。

### 2. 共同開発内容および成果

#### a) 国内で入手できるキャリパブレーキの試験

日本国内で使用されている代表的な4社のキャリパブレーキについて、社団法人自転車協会の自転車安全基準(以下BAAとする)に規定されている制動性能の減速度の測定を行った。アルミ製リム車輪の試験結果を図1に、ステンレス製リム車輪の試験結果を図2に示す。これによるとドライでは高い数値を示したが、ウェットではBAAの規格値をクリアしないものもあった。

#### b) 吉川製作所との共同開発

今回の開発は2ピボット方式のブレーキ本体とし、一般シティ車の24～27インチタイプ(以下24インチ以上とする)と、20インチ以下(アルミ製リム用)の小径車タイプの2モデルを開発した。また、これらに適合する力率のブレーキレバーも製作した。試作品の試験は、BAAに規定の制動性能の減速度測定により、組み合わせ試験を含む、延べ8種類のブレーキの性能評価を行った。24インチ以上タイプのブレーキの従来品と比較した減速度の測定結果を図3に、小径車タイプのブレーキの従来品と比較した減速度の測定結果を図4に示す。この結果より開発品は従来品よりもブレーキ性能がよくなったことがわかる。

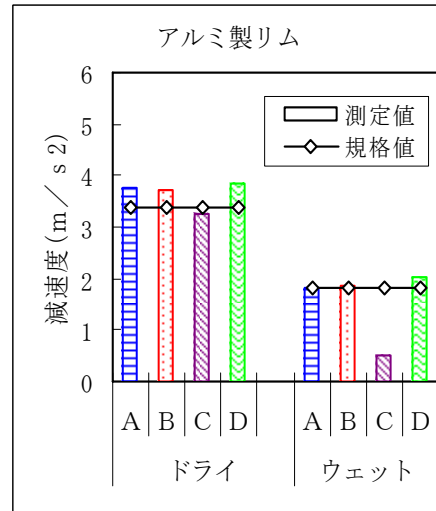


図1 アルミ製リムの測定結果

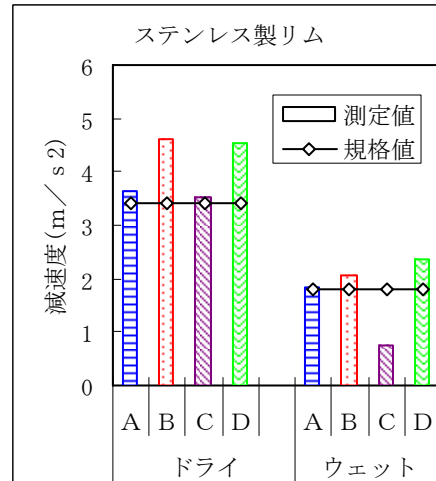


図2 ステンレス製リムの測定結果

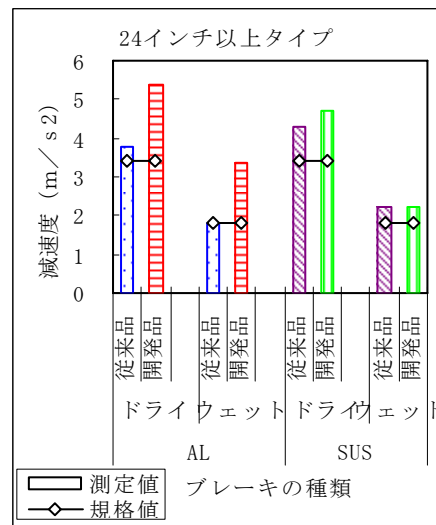


図3 24インチ以上タイプの試験結果

c) 唐沢製作所との共同開発

ブレーキ本体を3ピボット式とすることにより片効きを解消し、ブレーキブロックはゴム材質とブロックパターンの改良により雨天時の制動力を上げたキャリパブレーキを開発した。ブレーキブロックは延べ10種類の試作開発を行い、試作品の試験は、BAAに規定の制動性能の減速度測定により、組み合わせ試験を含む延べ12種類の試験によりそれぞれのブレーキの性能評価を行った。キャリパブレーキについては新規参入であるので従来品との比較はできないが、BAAの規格値と比較した試験結果を図5に示す。これによると新たに開発したブレーキはBAAの規格値がクリアできた。

d) 荒井製作所との共同開発

ブレーキブロックのゴム材質の改良や防水堰をつける等のブロックパターンの試作等延べ26種類のブレーキブロックを試みた。最終的には技研より提案した水きりパターンで、材質改善したものが良い結果となった。BAAに規定の制動性能の減速度測定により行った減速度の測定結果を図6に示す。これによると従来品よりも高性能なブレーキゴムが開発できた。

3. まとめ

今回、メーカー3社とキャリパブレーキの共同開発を行った。メーカーにおいてはこれまでの経験、ノウハウ、BAA制度への対応もあり、キャリパブレーキはかなり成熟した、完成度の高い部品である。しかしながら、8ヶ月ほどの間に、デザイン、設計、試作を繰り返し、BAAの規格値を越える、あるいは従来品よりも高性能なものという最終段階までこぎつけることは大変な作業となったが、共同開発のそれぞれの得意分野を生かして、今まで以上の高性能ブレーキを共同開発することができた。B-1、B-2、B-3に共同開発メーカーより提出された「報告書」を添付する。

キャリパブレーキとリムとの組み合わせは、まだ未解明な部分が多く、今後も技術協力を図っていきたい。

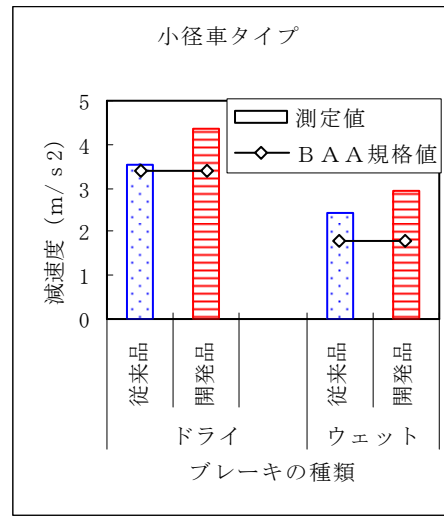


図4 小径車タイプ試験結果

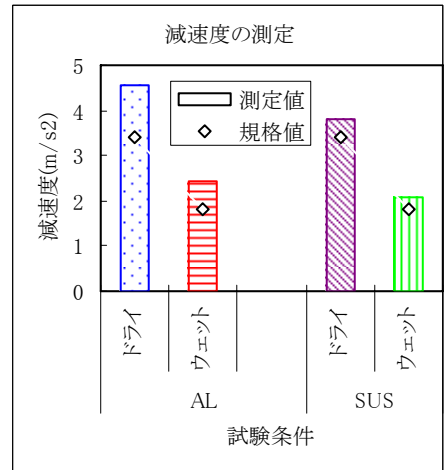


図5 減速度測定結果

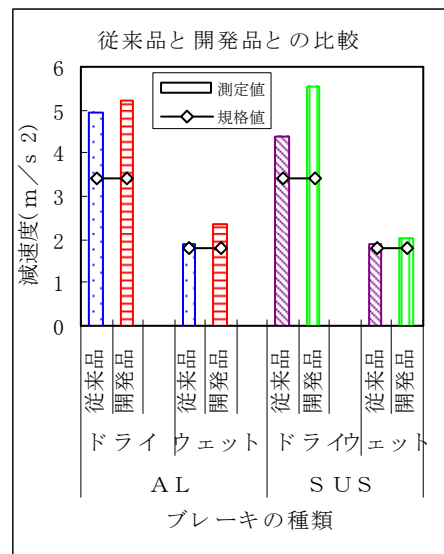


図6 減速度測定結果

## B-1 高性能ブレーキ共同開発

株式会社 吉川製作所

### 1. 事業内容

#### (1) 研究開発のコンセプト

自転車のリムは成型加工やさびの防止等で、表面に油が残ったものがある。こういった状況でも制動力が落ちないゴム素材の分析、配合テストを行い、油膜、水膜に対応できるブレーキブロックの開発を行う。

また、キャリパブレーキおよびブレーキレバーの力率テストを行い、新規に適正の力率のブレーキ本体およびブレーキレバーの開発を行う。

さらに、ブレーキブロックの形状テストにより、雨天時によく効くブレーキゴムの形状を模索する。

#### (2) 研究開発内容および成果



写真1 開発したブレーキ本体



写真2 開発したブレーキレバー

#### a) ゴムの分析

他業界で使用されているエラストマーに着目して、2種類の材料の分析を行った。材料分析の結果、天然ゴムの成分が多いものとウレタン系のものと判明したが、これらのものは制動時に発熱し、また経験的に耐磨耗性に問題がある。したがってキャリパブレーキの制動部材として使用するには適さないと考え、今回、開発テーマから除外することとした。

#### b) キャリパブレーキ本体の製作

今回のブレーキ製作においては、制動力を上げるために力率の高い2ピボット方式を採用し、従来のブレーキとの制動力の差を確認することとした。製作モデルは一般シティ車、軽快車の24～27インチタイプと、20インチ以下の小径車タイプの2モデルとし、幅広い市販車に対応するため、デザインよりも取り付け形状を優先して設計した。2種類の開発したブレーキ本体を写真1に示す。

#### c) ブレーキレバーの製作

従来のBAA対応のブレーキレバーは標準キャリパブレーキを対象としているため、レバー自体の力率を高く設定しており、今回製作したキャリパブレーキとセットした場合、乾燥時での制動が強すぎる危険性がある。したがって前述した2ピボット方式のキャリパブレーキ本体に合わせ、これらに適合する力率のブレーキレバーを製作した。製作したブレーキレバーを写真2に示す。

#### d) 自社での制動試験

従来のブレーキ本体、ブレーキレバーおよびブレーキブロックと開発したブレーキおよびブレーキレバーとの組み合わせによりその成果を確認した。確認方法はBAA規格の制動性能に準じ、実走行による制動距離を測定する試験である。前ブレーキのみの制動距離を測定した試験結果を表1に示す。試験結果より、開発したブレーキおよびブレーキレバーの組み合わせの方が、今までの当社製品の組み合わせよりも安定して高い制動力を持ち、またロック状態のようなブレーキの効きすぎもない安全なブレーキに仕上がった。

なお、Y810ADのキャリパブレーキの試験に供した自転車の車輪径は26インチ、Y1000ADのキャリパブレーキの試験に供した自転車の車輪径は20インチである。

データとして記載しないが、当初意図していた油膜付リムでの水ぬれ時における制動については、従来品よりも改善されたものの、BAAの基準である7m以内の停止には及ばず今後の課題として残った。

表1 制動距離を測定した試験結果

(単位：m)

ブレーキの組み合わせ	アルミリム		SUSリム	
	水ぬれ時	乾燥時	水ぬれ時	乾燥時
レバー：BL611，本体：Y810AD	2.59	5.18	3.76	5.29
BAA対応従来品	3.44	5.73	4.28	6.20
レバー：BL21C，本体：Y1000AD	3.88	6.36	—	—
BAA対応従来品	5.03	6.72	—	—

## 2. 業界等において今後期待される効果

平成18年秋の東京サイクルショーにおいて展示したところ、数社より採用決定をいただき、平成19年春の需要の新車に間に合うべく量産を開始した。

今回の開発品は、従来のBAA対応品に比べ、自転車メーカー各社が使用されているリムメーカー各社の表面仕上げに左右されず、安定した制動力を保持できることが評価されたと思う。また、20インチ以下の小径車においても確実に制動力が上がったため、最近需要が多くなってきている折りたたみ車等への採用が期待される。



## B-2 高性能ブレーキ「TXブレーキ」の研究開発

株式会社 唐沢製作所

### 1. 事業内容

本研究開発の基本となる考えは現在、最も求められているブレーキの制動時における“安全性”と“確実性”の向上に置いている。

現在一般的に流通する軽快車の前ブレーキにはサイドプル式のキャリパーブレーキが装着されている。このブレーキには以前からいわれている欠点として片側のアームを引くことによる片効き、制動時のアームのたわみによる制動力の減少と2点がある。

このふたつの欠点を解消したブレーキとしてセンタープル式ブレーキがあるが、装着時の部品点数（ブラケット、吊り金具等）が多く、それによるコスト高、生産効率が悪いことで現在はほとんど使用されていない。

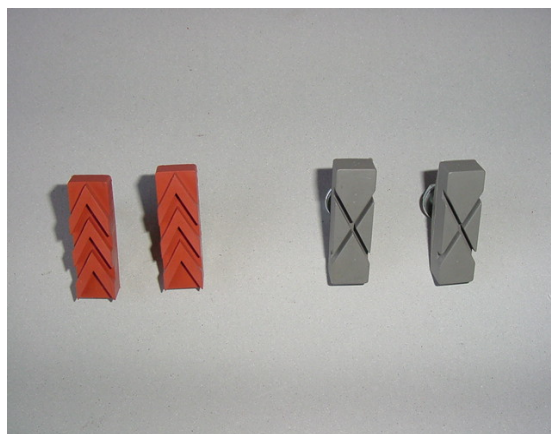
今回はこれらのブレーキの欠点を解消するように2点の改良を加えて「TXブレーキ」を考案した。

ひとつはサイドプル式に片側で直接にワイヤーを引くが、軸に固定したプレートを支点に左右アームがスライドする構造でセンタープル式のような効果を生み、片効きがなく、アームのたわみも少なくなる。（写真①）

ふたつ目はアームのたわみの少ない構造を持つ利点を応用して、強力な制動力のあるブレーキブロックを開発した。（写真②）



（写真①）



（写真②）

## 2. 成果

前述の片効きのない、アームのたわみのない構造に、強力な制動力のあるブレーキブロックを使用することにより、晴天時ばかりでなく雨天時でも十分な制動力を持つ前ブレーキを開発することができた。

市場のニーズであるサイドプルブレーキの欠点を解消し、センタープルブレーキより装着が簡単な、効率のよいブレーキにすることができた。(写真③)

安全、確実を求められるブレーキとして「TXブレーキ」が、今後評価されることを期待する。



(写真③)

## 3. 業界等において今後予想される効果

BAA等の安全面が重視される市場の中で、従来よりも安全、確実なブレーキの開発は完成車メーカーにとって待望されるもので、今後の自転車販売の上でも大きな意義を持つものと思われるし、また自転車業界の発展のためにも十分に貢献出来るものと思う。

# B-3 「高性能ブレーキの共同開発」報告書

株式会社 荒井製作所

## 1. 目的

キャリパブレーキの制動性能に関し、現行のブレーキについて、乾燥時はバラツキが少なくJIS規格及びBAA規格とも満足している。しかし、水濡れ時にはリムの材質や表面粗さ等により制動性能が影響されBAA規格で満足できない状況も発生する。そこで、乾燥時と水濡れ時の制動力の差が少なく、又、リムの表面粗さに影響されにくいキャリパブレーキの開発をテーマとし、大幅なコストアップにならないブレーキブロック接触面形状の改善及び材質改善に取り組み、安全性の高いブレーキを開発する。

## 2. 内容および成果

### 1) ブレーキブロック材質の改善

①制動性能をよくすると、時として制動時に異音が発生する場合があります。異音の有無確認試験とBAA規格に基づく実走行の制動試験にて評価を行った。

②材質改善品については、実走行試験にて評価した物の中から8種類選択し、減速度試験を実施したがいずれも水濡れ時においてBAA規格を満足する事はできなかった。

\* 実走行試験においては、制動距離により評価しており、乾燥時及び水濡れ時とも満足しても減速度試験における水濡れ時の減速度を満足できない状況から、水濡れ時の対策を重点的に進める事とした。










写真 実走行による制動試験実施状況

### 2) 水濡れ対策: ブレーキブロック接触面形状の改善

(減速度の規格: 乾燥時3.4~5.88m/s<sup>2</sup>、水濡れ時1.8~5.88m/s<sup>2</sup>)

(単位m/s<sup>2</sup>)

接触面改善内容	材質	減速度試験結果			
		乾燥時		水濡れ時	
		アルミリム	ステンリム	アルミリム	ステンリム
①縦溝付ブレーキブロック 〔水切り対策〕 	ST材	4.56	5.34	1.56	1.10
②防水壁付ブレーキブロック 〔水切り対策〕 防水壁 	ST材	4.51	4.75	1.18	1.42
③高さを1mm高くしたブレーキブロック 〔接触面对策〕 1mm高く 	ST材	4.66	4.73	1.48	1.87
④高さを2mm高くしたブレーキブロック 〔接触面对策〕 2mm高く 	ST材	4.67	4.47	1.39	1.84
	112材	5.52	5.92	1.87	1.61
⑤斜め溝2ヶ付ブレーキブロック 〔水切り対策〕 	112材	5.69	6.00	1.75	1.59
⑥斜め溝3ヶ付ブレーキブロック 〔水切り対策〕 	112材	4.76	5.51	1.67	1.58
⑦水切り溝付ブレーキブロック 〔水切り対策〕 	112材	5.20	5.56	2.37	2.01
			6.25		

\* 6.00 はNG

\* 自転車産業振興協会には共同開発の作業分担として、接触面对策品及び材質改善品も含め26種類の試験をして頂きましたが、データには抜粋した物を取り上げております。

- ①縦溝付ブレーキブロック:乾燥時は問題ないが、水濡れ時は不合格となり、アルミリムよりステンリムの方が低い減速度となった。
- ②防水壁付ブレーキブロック:乾燥時は問題なく、水濡れ時に防水壁の効果を期待したがアルミリム及びステンリムとも低い減速度となった。防水壁の目的が逆に水を溜める状況になった。
- ③高さを1mm高くしたブレーキブロック:乾燥時は問題なく、水濡れ時にアルミリムの場合は不合格となったがステンリムの場合はBAA規格を満足する事ができた。
- ④高さを2mm高くしたブレーキブロック:ST材においては、ステンリムの場合は乾燥時及び水濡れ時ともBAA規格を満足する事ができた。新規材質改善品の112材においても、アルミリムの場合に乾燥時及び水濡れ時ともBAA規格を満足する事ができた。
- ⑤斜め溝2ヶ付ブレーキブロック:ステンリムの場合は乾燥時に減速度がオーバーし、不合格となり水濡れ時は下回る状況で不合格となった。又、アルミリムの場合は乾燥時、BAA規格上限ギリギリで合格したが、水濡れ時は不合格となった。
- ⑥斜め溝3ヶ付ブレーキブロック:乾燥時はアルミリム及びステンリムとも合格であったが、水濡れ時は両方とも不合格となった。
- ⑦水切り溝付ブレーキブロック:アルミリムにおいて乾燥時は問題なく、水濡れ時はよりレベルアップした減速度でBAA規格を満足する事ができた。
- ⑧当初は、アルミリムとステンリムの両方とも一種類のブレーキブロックでBAA規格を満足できるよう、進めてきたが結果としては、ステンリムの乾燥時に減速度の高い物が発生し、今回の開発段階においては満足できなかった。しかし、新規材質改善品と水切り溝付ブレーキブロックの組み合わせにより水濡れ時(アルミリム)において、よりレベルアップしたブレーキブロックが開発できた。

### 3. 業界等において今後予想される効果

機構的な改善は大幅な設備投資費用及びコストアップ要素が考えられるため、今回の共同開発では接触面形状の改善及び材質改善を主に進めてきた。その結果、大幅なコストアップがない状況にて生産可能な為、当社ではより安全又、安心なキャリパブレーキを幅広く供給できるようになったと考えている。

## C 自転車のタイヤと路面との静摩擦係数の測定

### 1. はじめに

自転車で走行中に急ブレーキをかけると車輪がロックしスリップすることがあるが、この現象は急ブレーキによる制動力がタイヤの接地部分に働く摩擦力を越えるためである。雨天時や降雪時には、路面の摩擦力が晴天時よりも低下するために、さらに晴天時よりも小さなブレーキ操作力でも車輪がスリップする。このように自転車の制動性能と路面の摩擦力には密接なつながりがあるが、各種路面の摩擦係数を測定したデータは少ない。そこで今回、自転車の制動性能の基礎データ収集のため、C P S C 自転車安全基準（アメリカの消費者製品安全委員会）の静摩擦測定方法に準じ、晴天時と雨天時において各種路面と自転車タイヤとの静摩擦係数を調べた。

### 2. 測定方法

はじめに、自転車のサドル上に質量70kgの帯状のおもりを取り付け、この状態の前後車輪の分担荷重を測定する。次に、前車輪は自由に回転する状態で、後車輪は回転しないようにブレーキがかかった状態にし、写真1のように後車輪の接地部近辺のスポーク下側にロープを取り付ける。

そのロープに定格容量1000Nのロードセルを介し引き手を取り付け、ロープと路面とが平行になるように静かに引っ張り、ロードセルに接続したデジタル表示のアンプの最大値を読み取る。なお、今回使用した自転車は、タイヤサイズ26インチ、1・3/8WO、フレームがWループのシティ車である。おもりを取り付けた状態の自転車の前後車輪の分担荷重を表1に示す。



写真1 タイヤと路面との静摩擦係数の測定状況

表1 前後車輪の分担荷重

	全体	分担荷重	
		前車輪	後車輪
自転車の質量	199.1 N	82.9 N	116.2 N
おもり	685.7 N	144.2 N	541.5 N
合計	884.8 N	227.1 N	657.7 N

測定路面は技術研究所周辺（大阪府堺市堺区内）の11箇所とし、晴天時（乾燥時）に1路面あたり5回（同一場所の測定ではタイヤがスリップしたときにカスが発生し、次回の測定時

に滑りやすくなるために、10cm ほど移動して測定した) 測定し、平均値を算出した。また、雨天時の模擬として、タイヤと路面に散水し同様に測定した。なお、測定方向が傾斜している場合は、傾斜が影響しないように傾斜と垂直方向に測定した。測定した路面を写真2～10に、測定場所の地図を図1に、雨天時の一例として白線の水ぬれ状況を写真11に示す。なお、地図中丸囲みの番号は写真および後述する図2の路面の番号を示す。また、同じ材質の路面の場合、表面の状態により荒目と細目に区別した。



図1 測定場所

静摩擦係数  $\mu$  は次式で求めた。

$$\mu = F / W$$

F : 自転車の後車輪を引いたときの引き力の平均値 (N)

W : 自転車の後車輪の分担荷重 (N)



写真2 ①白線と②アスファルト



写真3 ③点字ブロック



写真4④歩道 (コンクリートブロック荒目) 写真5⑤歩道 (コンクリートブロック細目)



写真6 ⑥アスファルトと⑦コンクリート細目



写真7 ⑧歩道 (石ブロック)



写真8 ⑨マンホール (鉄製)



写真9 ⑩歩道 (コンクリートブロック細目)



写真10 ⑪側溝の鉄板



写真11 ①白線の水ぬれ状況

### 3. 測定結果

測定結果を図2に示す。乾燥時では、全ての路面の静摩擦係数が0.7～0.9であった。一方、水ぬれ時では0.5～0.85と乾燥時よりも5～25%低かった。点字ブロック、コンクリートブロック、石ブロック、マンホールおよび側溝の鉄板は雨天時に静摩擦係数が小さく、自転車で走行中、気をつけなければいけないことが数値で明らかになった。特に水ぬれ時のマンホールと側溝の鉄板は、静摩擦係数が0.6以下であり、滑りやすくなっている。

一方、駐車場や歩道にある荒目のアスファルトは乾燥時の静摩擦係数が大きかった。また、水ぬれ時でも排水性が良いためか、乾燥時の静摩擦係数の約5%減と差は小さかった。

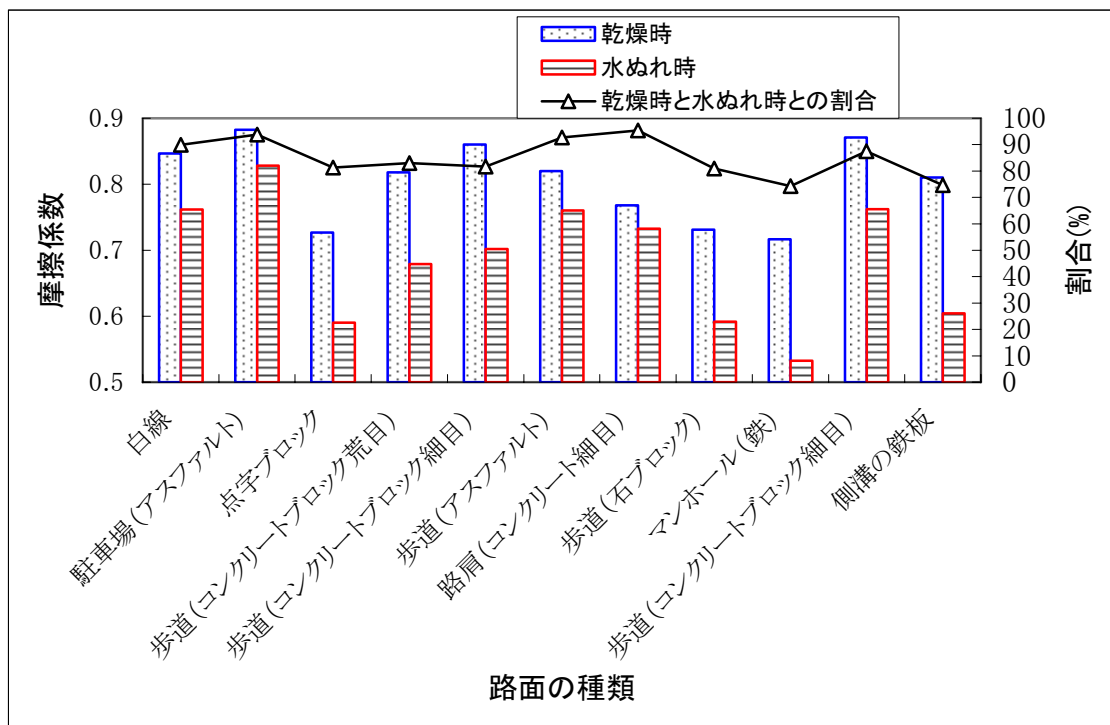


図2 静摩擦係数測定結果

#### 4. まとめ

各種路面の乾燥時、水ぬれ時の静摩擦係数を測定し、基礎データを得られた。今回はタイヤと路面間の静摩擦係数を測定したが、実際の自転車での走行では車輪がロックすることもあり、この場合はすべり摩擦（動摩擦）が生じている。一般的には同じ条件の下では静摩擦係数より動摩擦係数の方が少し小さい。一部に、このようにロックされ、タイヤが路面に擦られて進む状態の方がブレーキの効きが良いとされている。しかし、実際はロックする少し手前のブレーキ操作が一番有効である。そのために自動車ではアンチロックブレーキシステムを取り入れている。

制動性能と摩擦の関係はまだわからないことが多く、今後の研究により新しいブレーキやタイヤが開発されることが期待される。



## D ブレーキ操作力負荷および注水装置の製作

### 1. 概要

本事業に付随してブレーキ操作力負荷および注水装置の製作を行ったが、これは J I S D 9 2 0 1 自転車—制動試験方法、I S O 4 2 1 0 自転車の安全要件、E N 1 4 7 6 4 シティ車とトレッキング車の安全要件と試験方法に記載されているもので、自転車の制動距離を正確に測定する装置類として必要とされるものである。今回、製作を行った装置類は、それらの規格に準拠し、供試車に容易に積載できる装置とした。

### 2. 仕様

供試車への取付金具、注水タンク内の水を含めた下記の装置類の総重量は 15 k g 以下とする。

#### ① レバー操作力負荷装置(1セット)

テストライダーの技量によるばらつきをなくするため、左右のブレーキレバーを機械的に操作する装置で、規定操作力の 63% に達するまで 0.2 秒を越えるように調整することが要求される。

最大操作力：250 N

取付け方法：供試車のハンドルバーに取付け、ブレーキレバー端から 25mm の位置に操作力を負荷

動力源：エアーコンプレッサーにより充填されたエアタンクの圧縮空気によりブレーキレバーに装着したエアシリンダを駆動。空気充填後、連続 5 回以上の負荷が可能。

#### ② 注水装置(2セット)

水ぬれ時の制動試験において使用するもので、タンク、ポンプ、注水ノズルを配管接続し、前後車輪の制動部に各 1 対設置された各ノズルから毎秒 4m l 以上の放水が同時に行えるものとする。

タンク容量：1 L 以上

取付け方法：供試車のハンドルバーに取付け

動力源：鉛バッテリーを動力源とし、小型ポンプを駆動

注水量の調整：流量可変バルブの操作による

#### ③ マーカーガン(1セット)

乗員又はレバー操作力負荷装置による左右それぞれのブレーキレバーの操作と同時に作動し、試験路面に制動開始位置をマーキングする。

取付位置：前ハブ軸部に取付け

駆動方法：コンプレッサーにより充填されたエアタンクの圧縮空気により、吹き矢状の弾を地面に衝突

安全装置：意図しない弾の発射を防止する安全装置を装備

3. 製作した装置類を写真1および2に、自転車への取付け状況を写真3に示す。



写真1 レバー操作力負荷装置およびマーカージェン



写真2 注水装置



写真3 自転車への取付け状況