

2020 年度自転車等研究開発普及事業
事業実施報告書

キャリパブレーキ用ブレーキブロックの 摩耗調査 [第 2 報]

2021 年 3 月

一般財団法人 自転車産業振興協会 技術研究所

目次

1. 事業実施の背景と目的.....	2
2. アルミリムでの試験結果概要（2019年度の実施内容）	3
3. 摩耗試験で使⽤したブロック、リムについて	4
3.1 ブロックについて	4
3.2 リムについて.....	4
3.2.1 リム制動面の粗さについて	4
3.2.2 リムのビッカース硬さについて.....	5
4 ステンレスリム用ブロックの試験結果	6
4.1 試験条件.....	6
4.2 リム、ブロックの外観変化.....	6
4.3 ブレーキレバー操作力、ブロック摩耗量推移	7
4.4 ステンレスリム、アルミリム用のブロック試験結果比較	8
5. アルミリム用ブロックの試験結果	9
5.1 試験条件.....	9
5.2 試験結果.....	9
5.2.1 ブレーキレバー操作力、ブロック摩耗量推移.....	9
5.2.2 リム制動面の摩耗推移	10
5.2.3 ブロック制動面の摩耗推移.....	14
5.3 アルミリム制動面の摩耗がブロック摩耗に与える影響について	18
6 ブロック摩耗が制動性能に与える影響調査.....	20
まとめ	22
参考文献	22

1. 事業実施の背景と目的

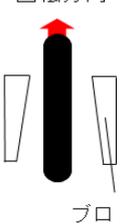
JIS D 9301:2019（一般用自転車）5.2.5 制動性能ではブレーキの制動性能については規定されている。しかし、ブレーキブロック（以下ブロックと呼ぶ）の耐久性に関する規定はなく、使用にともなうブロックやリムの摩耗と制動性能の変化についての調査も行われていない。そこで2019年度より、国内で広く普及しているシティ車用のキャリパブレーキ用ブロックの調査を実施している。第1報ではアルミリムでのブロック摩耗試験（以下摩耗試験と呼ぶ）を実施し、リム剥離片といったブロックとリム間の異物の有無がブロックの摩耗量に大きな影響を与えることが明らかになった。

今回は、リムの材質や硬さがブロック摩耗に与える影響を調査するためにステンレスリムにて摩耗試験を実施した。また、本年度新たに導入した3D形状測定装置を用いて、摩耗にともなうブロックとリムの制動面の形状変化を測定した。昨年度の概要と本年度の試験結果を以下に示す。なお、商品テストを目的としていないため、使用したリムおよびブロックに関する詳細は公表しない。

2. アルミリム用ブロックの摩耗試験結果概要（2019 年度の実施内容）

2019 年度に実施したアルミリムでの摩耗試験で使用したブロックの特徴と乾燥時の試験結果の概要を表 1 に示す。試験前後のブロックの質量差（以下ブロック摩耗量）が大きかった A、C のブロックはリム制動面の摩耗やブロックへのリム剥離片の埋め込みが確認できた。一方で、摩耗量が少なかった B のブロックではリム制動面の摩耗も少なく、リム剥離片の埋め込みは確認できなかった。リム摩耗や制動時のリムとブロック間のリム剥離片といった異物の有無が、ブロック摩耗量に大きな影響を与える傾向にあった。そこで、2020 年度はリムの材質や硬さ、制動面の摩耗状態に注目して摩耗試験を実施した。

表 1 アルミリムでの試験結果概要

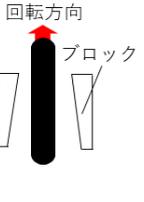
	A	B	C	
表面パターン	溝	平面	凹凸	
トー、キャンバーの有無	無	トーイン有 回転方向  ブロック	キャンバー有  リム ブロック	
ブロック制動面面積 (片側)	243 mm ²	316 mm ²	233 mm ²	
ブロック制動面面積比 (A を 1 とした場合)	1	1.30	0.96	
硬度	A/63/1	A/62/1	A/65/1	
リム制動面の摩耗	全面	内周側のみ	全面	
リム剥離片の有無	有	無	有	
ブロック 摩耗量 (3000 回累計)	減速度 1.8 m/s ²	1.70 g	0.24 g	1.00 g
	減速度 1.0 m/s ²	0.65 g	0.18 g	0.47 g

3. 摩耗試験で使したブロック、リムについて

3.1 ブロックについて

試験には 2019 年度と同じ 26 インチのシティ車を用いた。キャリパブレーキ用ブロックには様々な種類があるが、今回は一般的な 3 種類のステンレスリム用のブロック（以下では a、b、c と呼ぶ）と 1 種類のアルミリム用のブロック（以下では d と呼ぶ）を使用した。ブロックの特徴を表 2 に示す。a、c にはリム制動面の傾きを考慮したと思われるキャンバーが、b にはトーが設けられていた。ブロックの硬さはテックロック製 GS-751 TYPE C にて 5 か所測定した硬さの中央値である。

表 2 ブロックの特徴一覧

	ステンレスリム用			アルミリム用
	a	b	c	d
表面パターン	凹凸	平面	凹凸	凹凸
ブロック制動面 面積（片側）	199 [mm ²]	322 [mm ²]	253 [mm ²]	243 [mm ²]
制動面面積比* ¹	1	1.62	1.27	1.22
トー、キャン バーの 有無	キャンバー有 	トー有 回転方向 	キャンバー有 	無
硬さ	A/66/1	A/71/1	A/61/1	A/63/1

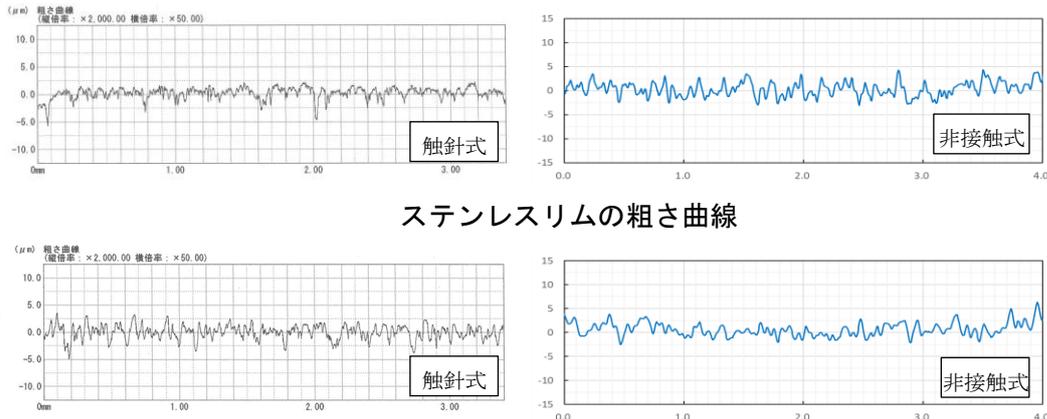
* 1 a を 1 とした場合のブロック制動面の面積比

3.2 リムについて

3.2.1 リム制動面の粗さについて

今回用いたリムの材質は、シティ車によく用いられているステンレスリムとアルミ合金製リム（以下アルミリムと呼ぶ）でスポーク数は 36 本である。リム制動面の粗さ（JIS B 0601 ; 2001）を知るために、試験後のリムを切り出し、触針式の粗さ計でリム制動面半径方向の粗さを測定した。比較のために非接触式の 3D 形状測定機でも同様に測定した。測定した粗さ曲線と代表的なパラメータを図 1 と表 3 に示す。図 1 の左が触針式、右が非接触式で測定した粗さ曲線である。なお、非接触式で測定した粗さ曲線には、高周波ノイズ成分が混入していたためローパスフィルターで補正している。

アルミリムの触針式と非接触式での粗さ測定結果はおおむね同じ傾向であった。一方で、ステンレスリムでは差が大きかった。リム表面の疵や光沢が影響していると思われる。



ステンレスリムの粗さ曲線

アルミリムの粗さ曲線

図1 リム制動面の粗さ曲線（半径方向）

表3 リム制動面の粗さ（半径方向）測定結果

[μm]

		算術平均粗さ (R _a)	十点平均粗さ (R _{t,jis})	最大高さ (R _z)	最大山高さ (R _o)	最大谷深さ (R _v)
ステンレ スリム	触針式	10.4	3.7	4.6	2.1	2.4
	非接触式	3.8	3.8	9.7	8.5	1.2
アルミ リム	触針式	2.3	4.6	6.2	2.5	3.7
	非接触式	1.3	4.1	6.7	2.8	3.9

3.2.2 リムのビッカース硬さについて

摩耗に影響を与える因子の一つが硬さといわれている。そこで、摩耗試験に用いたものと同じ種類のリムのビッカース硬さを測定した。シティ車用のリムとして流通量の多いアルミリムについて、製品による硬度差の有無を確認するために、市販のシティ車で使用されていた3種類のリムの硬さも測定した。測定結果を表4に示す。今回測定したアルミリムのビッカース硬さはいずれも100 HV5程度で、製品によって硬さに明確な差は確認できなかった。ステンレスリムの硬さはアルミリムの約2倍の220 HV5程度であった。

表4 リム制動面のビッカース硬さ測定結果

		アルミリム			ステンレスリム	
		市販品 1	市販品 2	市販品 3	試験品	
ビッカース 硬さ [HV5]	1	103	106	105	103	227
	2	105	92	102	100	208
	3	97	101	85	91	215
	平均	102	100	97	98	217

4 ステンレスリム用ブロックの摩耗試験結果

4.1 試験条件

摩耗試験には図 2 に示す制動試験機を用いた。本試験機は JIS D 9313-2:2019（自転車-第 2 部：制動装置の試験方法）4.6.5.4 試験機に準拠している。ブレーキ操作回数 500 回ごとにリムの外観確認、ブロック摩耗量を測定し、ブレーキ操作回数が 3000 回に達するまで試験を実施した。試験中は目標減速度を維持するようにブレーキレバーの操作力を制御し、レバー操作力と減速度を記録した。

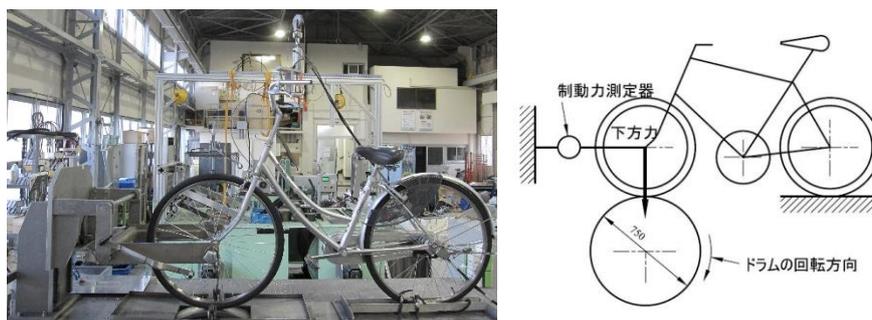


図 2 制動試験機概略

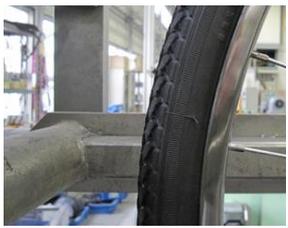
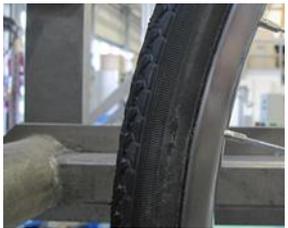
今回は、表 2 に示した特徴を持つ 3 種類のステンレスリム用ブロックの摩耗試験を実施した。JIS D 9313-2:2019（自転車-第 2 部：制動装置の試験方法）4.6.5 試験機による試験方法に従い、ブレーキレバーの操作時間は 2.5 s、操作間隔は 60 s とした。また、目標減速度を 1.8 m/s^2 、試験速度を 16 km/h とした。初期条件をそろえるため、ブロックごとに前輪のリム、タイヤ、ブレーキワイヤを新しいものに交換し、試験前と 500 回ごとの摩耗量測定後にブロックとリムの間隔が 1 mm となるように調整を行った。ブレーキアームは全試験を通して同じものを用いた。

4.2 リム、ブロックの外観変化

表 5 に摩耗試験前後のリム制動面外観の変化を示す。試験前と比較して試験後のリム制動面の光沢感が増加している。また、アルミリムでの摩耗試験で生じたリム剥離片や制動面の激しい摩耗は確認できなかった。

試験に用いた 3 種類のブロックは摩耗による形状変化がほとんどなく、ブロックの制動面が変色した程度であった。

表 5 ステンレスリム外観変化

	ブロック a	ブロック b	ブロック c
試験前			
3000 回 試験後			

4.3 ブレーキレバー操作力、ブロック摩耗量推移

図 3 に摩耗試験時のブレーキ操作力と 500 回ごとのブロック摩耗量の推移を示す。各ブロックで試験開始直後は操作力が大きい傾向にあるが、操作回数が増加し、なじみが出たことにより操作力は 80 N 程度で安定している。なお、500 回ごとに質量測定のためにブロックを取り外しているため、試験再開直後に操作力が変動している。

試験に用いた 3 種類のブロックは試験終了まで目標減速度を維持し、500 回ごとの摩耗量はほぼ一定であった。目標減速度 1.8 m/s^2 でのブロック摩耗量が少なかったため、アルミリムで実施した目標減速度 1.0 m/s^2 (実走行時の平均減速度) での摩耗試験は実施していない。

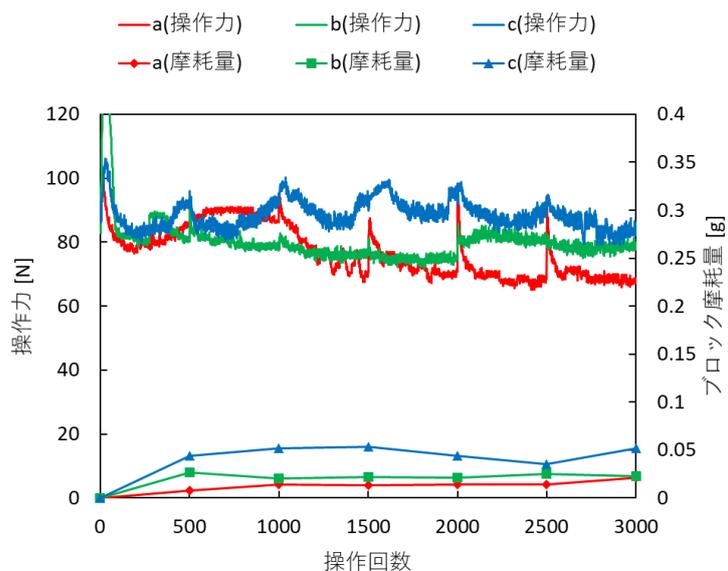


図 3 ブレーキ操作力、ブロック摩耗量推移

4.4 ステンレスリム、アルミリム用のブロック摩耗試験結果比較

ステンレスリムと 2019 年度に実施したアルミリムの摩耗試験結果¹⁾の概要を表 6 に示す。リム制動面の剥離や摩耗痕が確認できたブロックの摩耗量が他と比較して多いことが分かる。ステンレスリムでは試験を通してリム制動面の激しい摩耗は確認できず、ブロック摩耗量はアルミリムで最も摩耗量の大きかった A と比較して 5~16%と少なかった。表 4 に示すようにステンレスリムのビッカース硬さはアルミリムの約 2 倍であり、ブロックに対してリムの硬度が大きい場合にリム制動面の摩耗が少なく、摩耗粉の発生が抑制されたことでブロック摩耗量も少なくなったと考えられる。

一方で、摩耗量の大きいアルミリム用の A、C のブロックは図 4 に示すように操作回数が 1500 回を超えると、摩耗量が増加する傾向にあった。同じタイミングで、摩耗によってリム制動面外観も大きく変化しており、リム制動面の摩耗がブロック摩耗に大きな影響を与えらると思われる。そこで次章では、本年度新たに導入した 3D 形状測定機を用いて、摩耗にともなうリム制動面とブロックの形状変化を測定した。

表 6 摩耗試験結果比較 (目標減速度 1.8 m/s²)

ブロックの種類		ステンレスリム			アルミリム		
		a	b	c	A	B	C
ブロック	摩耗量 [g] (3000 回合計)	0.08	0.14	0.28	1.70	0.24	0.99
	トー・キャン バーの有無	キャンバー	トーイン	キャンバー	無	トーイン	キャンバー
リム 制動面	剥離片の有無	無			有	無	有
	外観	光沢感が増加			摩耗痕有	変色	摩耗痕有

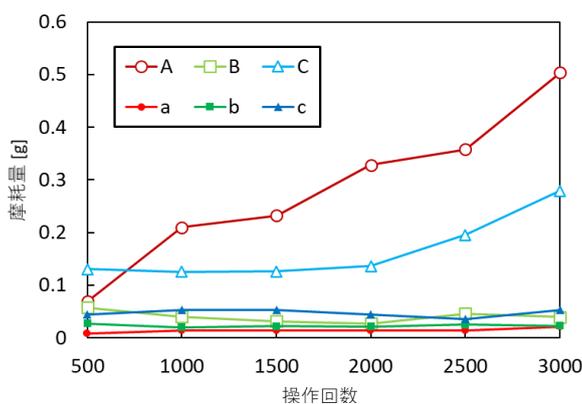


図 4 500 回ごとのブロック摩耗量比較

5. アルミリム用ブロックの摩耗試験結果

5.1 試験条件

3D形状測定機を用いて摩耗にともなうリムとブロックの制動面の形状変化を測定した。また、接触圧力の変化を感圧紙で測定した。測定項目と方法を表7に示す。試験には表2に示したアルミリム用のブロックdを用いた。目標減速度として2019年度に測定した実走行時の最大減速度であった 1.8 m/s^2 とは別に、摩耗による変化を大きくするために、厳しい試験条件として目標減速度 3.4 m/s^2 （JIS D9301:2019 一般自転車 表2-制動性能の前ブレーキのみの制動性能値）での試験を実施した。他の条件については4.1に示したステンレスリムでの試験条件と同様である。

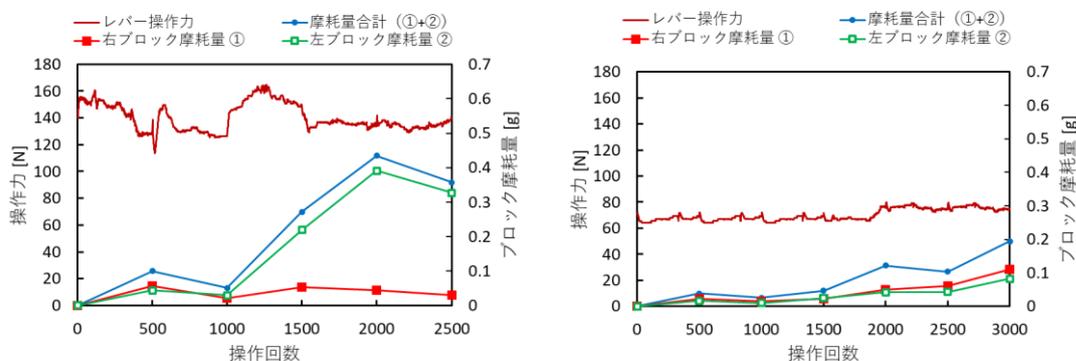
表7 測定項目一覧

	測定項目	測定方法
ブロック	摩耗量	電子天秤
	外観・形状変化	3D形状測定機
	接触圧力	感圧紙
リム	制動面外観	3D形状測定機
	断面曲線測定	

5.2 試験結果

5.2.1 ブレーキレバー操作力、ブロック摩耗量推移

図5に各減速度でのブレーキ操作力と、500回ごとのブロック摩耗量の推移を示す。いずれの条件でも最後まで目標減速度を維持した。減速度 3.4 m/s^2 では、1000～1500回で操作力が大きく変動している。これはブロックの摩耗量が急激に増加し接触状態が変化したためと思われる。また、左ブロックが摩耗しているにも関わらず、右ブロックの摩耗量に変化がないことから片当たり状態であったと考えられる。2500回終了時点で左ブロックの溝がほとんどなくなったため試験を中止している。減速度 1.8 m/s^2 では左右のブロック摩耗量は同程度で、1500回以降に増加する傾向が確認できた。



(a) 目標減速度 3.4 m/s^2

(b) 目標減速度 1.8 m/s^2

図5 ブレーキレバー操作力・ブロック摩耗量推移

5.2.2 リム制動面の摩耗推移

図 6 に本報告書に示すブロック画像と、ブロック摩耗試験時の取付方向との対応関係を示す。前後左右は自転車の進行方向を基準として定義した。

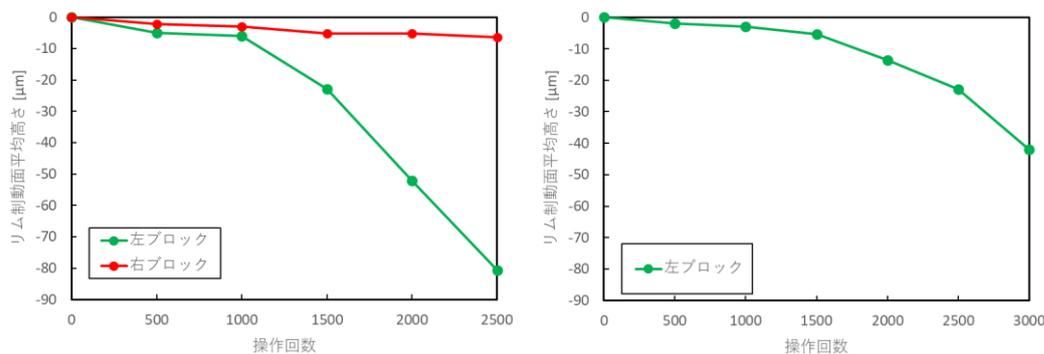


図 6 ブロック画像と取り付け時の方向との対応関係

表 8~10 に 500 回ごとのブロックとリムの制動面外観と、リム制動面の半径方向の高さ変化（以下制動面プロファイルと呼ぶ）を示す。制動面プロファイルはリム制動面が平面となるように傾き補正を行っている。また、ブロックとの接触がなかった面を基準として各データの長さ方向の位置を合わせている。リム制動面プロファイルから計算したリム制動面平均高さ（両端のエッジドロップ部は計算範囲から除外した）の推移を図 7 に示す。

減速度 3.4 m/s^2 では 1000 回まで表 8 に示した各項目の変化は少なかった。1000 回以降のリム左側の制動面は全面が摩耗し、リム制動面平均高さが大きく減少している。一方でリム右側の制動面は外周側がわずかに摩耗した程度で、内周側の高さ方向の変化はほとんど確認できなかった。

減速度 1.8 m/s^2 では、左右ともに制動面外周側からブロックと接触して摩耗し、回数の増加に伴って徐々に内周側も摩耗する傾向が確認できた。リムの制動面平均高さの変化が大きい 1500 回以降に図 5 (b) に示すようにブロック摩耗量も増加している。なお左右ブロックの摩耗量が同程度であったため、リム制動面右側の高さ変化は測定していない。



* 初期状態のリム制動面平均高さを 0 に換算して表示している。

(a) 目標減速度 3.4 m/s^2

(b) 目標減速度 1.8 m/s^2

図 7 リム制動面平均高さの推移

表 8 ブロック、リム外観、制動面プロファイル推移 (目標減速度 3.4 m/s² 左側)

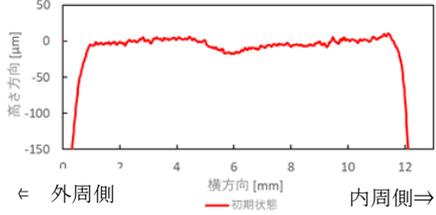
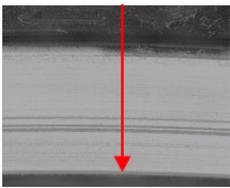
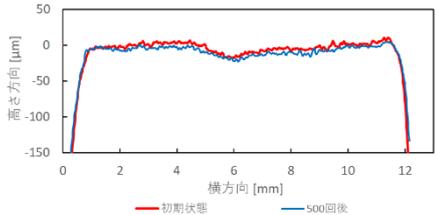
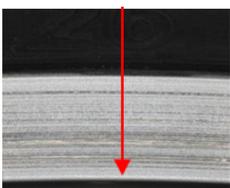
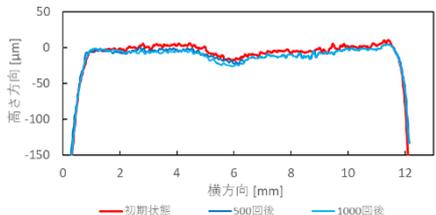
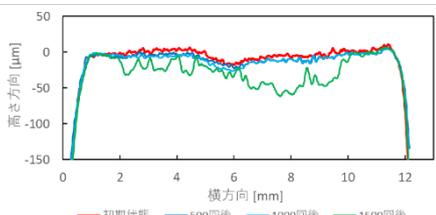
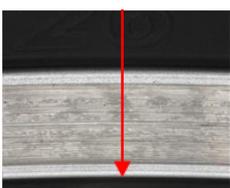
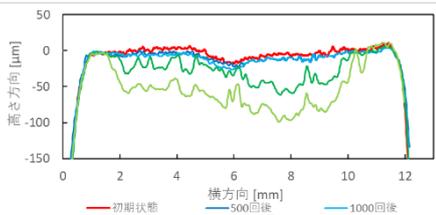
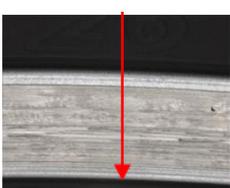
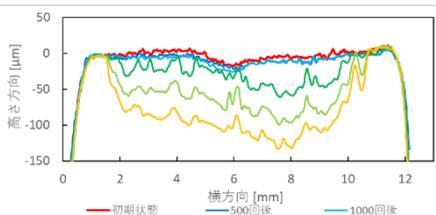
	ブロック外観	リム外観	リム制動面プロファイル
初期	↑ リム外周側  ↓ リム内周側	制動面プロファイル の測定方向 	 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] ← 外周側 初期状態 内周側 →</p>
500 回			 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] — 初期状態 — 500回後</p>
1000 回			 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] — 初期状態 — 500回後 — 1000回後</p>
1500 回			 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] — 初期状態 — 500回後 — 1000回後 — 1500回後</p>
2000 回			 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] — 初期状態 — 500回後 — 1000回後 — 1500回後 — 2000回後</p>
2500 回			 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] — 初期状態 — 500回後 — 1000回後 — 1500回後 — 2000回後 — 2500回後</p>

表9 ブロック、リム外観、制動面プロファイル推移 (目標減速度 3.4 m/s² 右側)

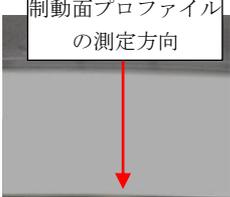
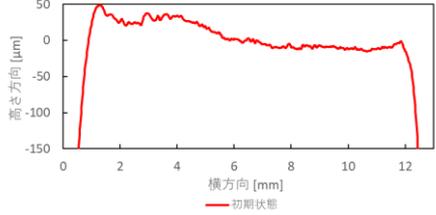
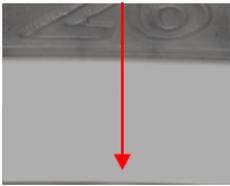
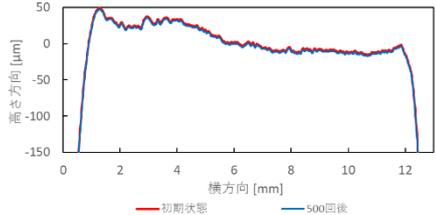
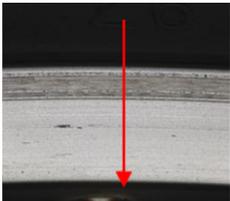
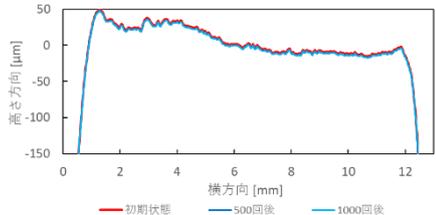
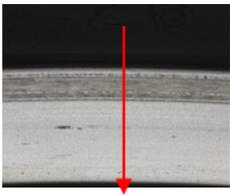
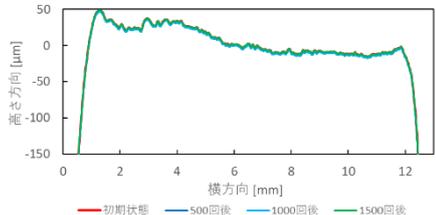
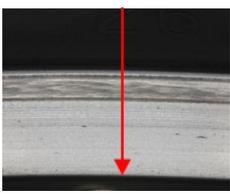
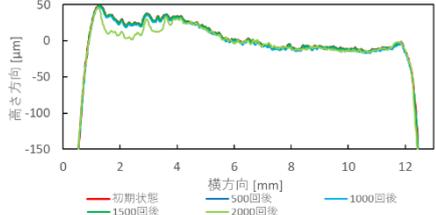
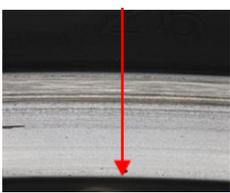
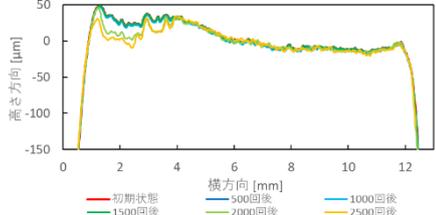
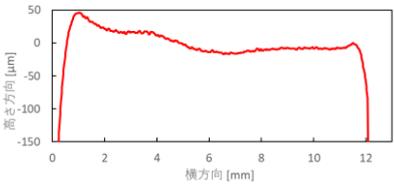
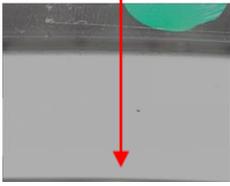
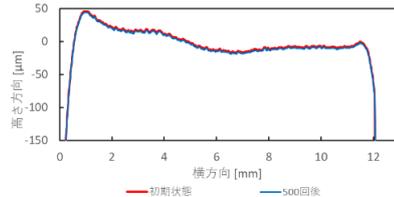
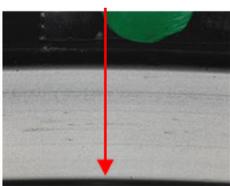
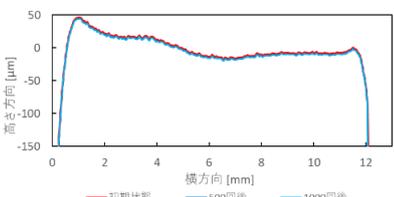
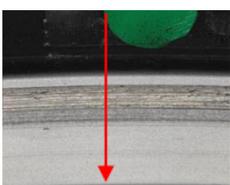
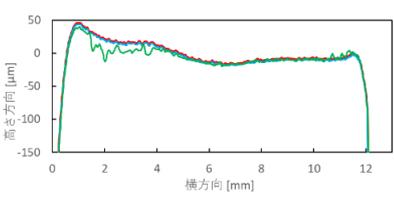
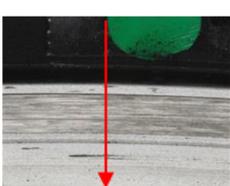
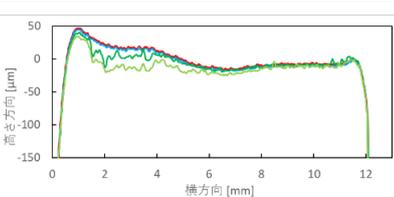
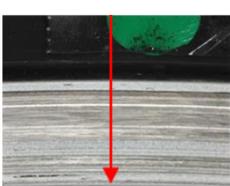
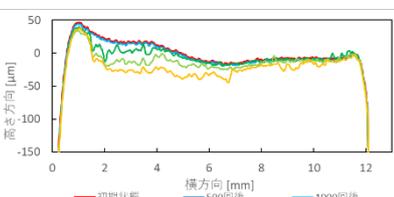
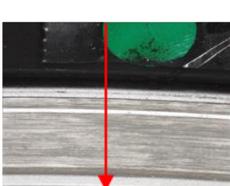
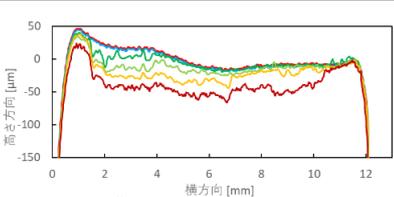
	ブロック外観	リム外観	リム制動面プロファイル
初期		 <p>制動面プロファイル の測定方向</p>	 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] — 初期状態</p>
500 回			 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] — 初期状態 — 500回後</p>
1000 回			 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] — 初期状態 — 500回後 — 1000回後</p>
1500 回			 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] — 初期状態 — 500回後 — 1000回後 — 1500回後</p>
2000 回			 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] — 初期状態 — 500回後 — 1000回後 — 1500回後 — 2000回後</p>
2500 回			 <p>高さ方向 [μm] 横方向 [mm] — 初期状態 — 500回後 — 1000回後 — 1500回後 — 2000回後 — 2500回後</p>

表 10 ブロック、リム外観、制動面プロファイル推移 (目標減速度 1.8 m/s² 左側)

	ブロック外観	リム外観	リム制動面プロファイル
初期		 <p>制動面プロファイル の測定方向</p>	
500 回			 <p>— 初期状態 — 500回後</p>
1000 回			 <p>— 初期状態 — 500回後 — 1000回後</p>
1500 回			 <p>— 初期状態 — 500回後 — 1000回後 — 1500回後</p>
2000 回			 <p>— 初期状態 — 500回後 — 1000回後 — 1500回後 — 2000回後</p>
2500 回			 <p>— 初期状態 — 500回後 — 1000回後 — 1500回後 — 2000回後 — 2500回後</p>
3000 回			 <p>— 初期状態 — 500回後 — 1000回後 — 1500回後 — 2000回後 — 2500回後 — 3000回後</p>

5.2.3 ブロック制動面の摩耗推移

表 11、表 12 に摩耗によるブロックの制動面の高さ変化と、感圧紙で測定した接触圧力の推移を示す。表 13、表 14 に図 8 に示したブロック制動面の 3 か所の制動面プロファイルを示す。また、図 9 にブロック制動面の接触範囲の推移を示す。初期の制動面高さから変化のあった領域を接触範囲とみなして計算している。

減速度 3.4 m/s^2 の左ブロックは摩耗量が増加した 1500 回以降、形状や接触範囲が大きく変化している。一方で摩耗量が少ない右ブロックではブロック下側の形状や接触範囲に大きな変化がなかった。表 9 に示したリム制動面プロファイルでもリム内周側の変化が少なく、ブロック下側はリムとあまり接触しなかったため、摩耗量も少なくなったと考える。

減速度 1.8 m/s^2 では左右ブロックともに、初期状態ではブロック上側の接触圧力が高い傾向にあった。操作回数が増加すると、接触圧力の高い箇所とその周辺からブロックが摩耗した。接触範囲は左ブロックでは進行方向前から後ろに、右ブロックでは進行方向後から前に広がる傾向にあった。接触範囲は増加するものの、図 5 (b) に示したように、目標減速度を維持するためのレバー操作力に変化が見られなかった。リム、ブロックが摩耗することでみかけの接触範囲は増加したが、表 11~12 に示したように、制動時の接触圧力の高い範囲に大きな変化がないためと思われる。

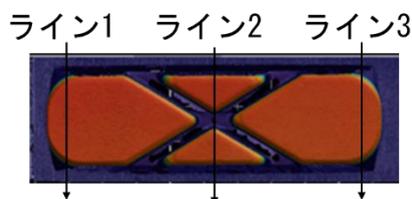
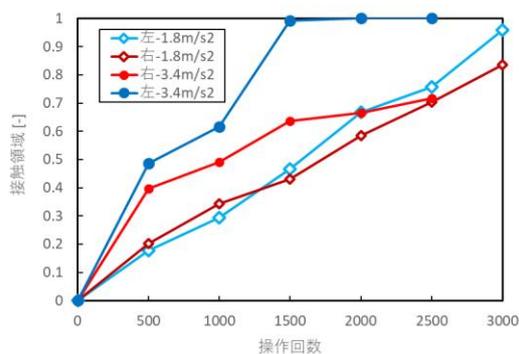


図 8 ブロック断面プロファイル測定箇所



		減速度 $1.8 \text{ [m/s}^2]$	
		左ブロック	右ブロック
500			
1500			
2500			

図 9 ブロック制動面の接触範囲の推移

表 11 ブロック制動面高さ、接触圧力推移（減速度 3.4 m/s²）

	左ブロック		右ブロック	
	形状変化	接触圧力	形状変化	接触圧力
初期				
500 回				
1000 回				
1500 回				
2000 回				
2500 回				

* 形状変化：測定に使用した治具の高さを基準としたブロック制動面の高さ変化であり、色が赤、緑、青の順に低い（摩耗している）ことを示している。

* 接触状態：色が濃い箇所ほど接触圧力が高い。白色箇所は接触圧力が感圧紙の測定圧力下限の 0.5 MPa 以下である。

* 左ブロックが急激に摩耗した 2000 回以降、表示高さ範囲の下限を 14 mm から 12 mm に変更している。

表 12 ブロック制動面高さ、接触圧力推移 (減速度 1.8 m/s²)

	左ブロック		右ブロック	
	形状変化	接触圧力	形状変化	接触圧力
初期				
500 回				
1000 回				
1500 回				
2000 回				
2500 回				
3000 回				

表 13 ブロック制動面プロファイル (減速度 3.4 m/s²)

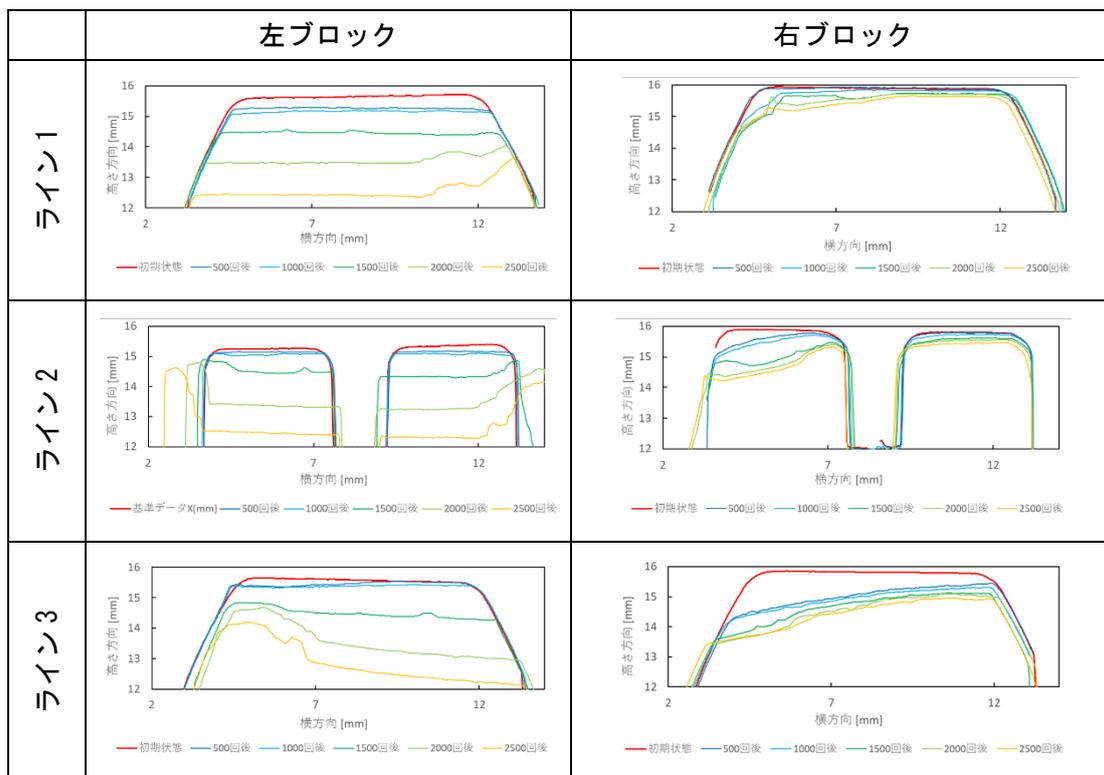


表 14 ブロック制動面プロファイル (減速度 1.8 m/s²)

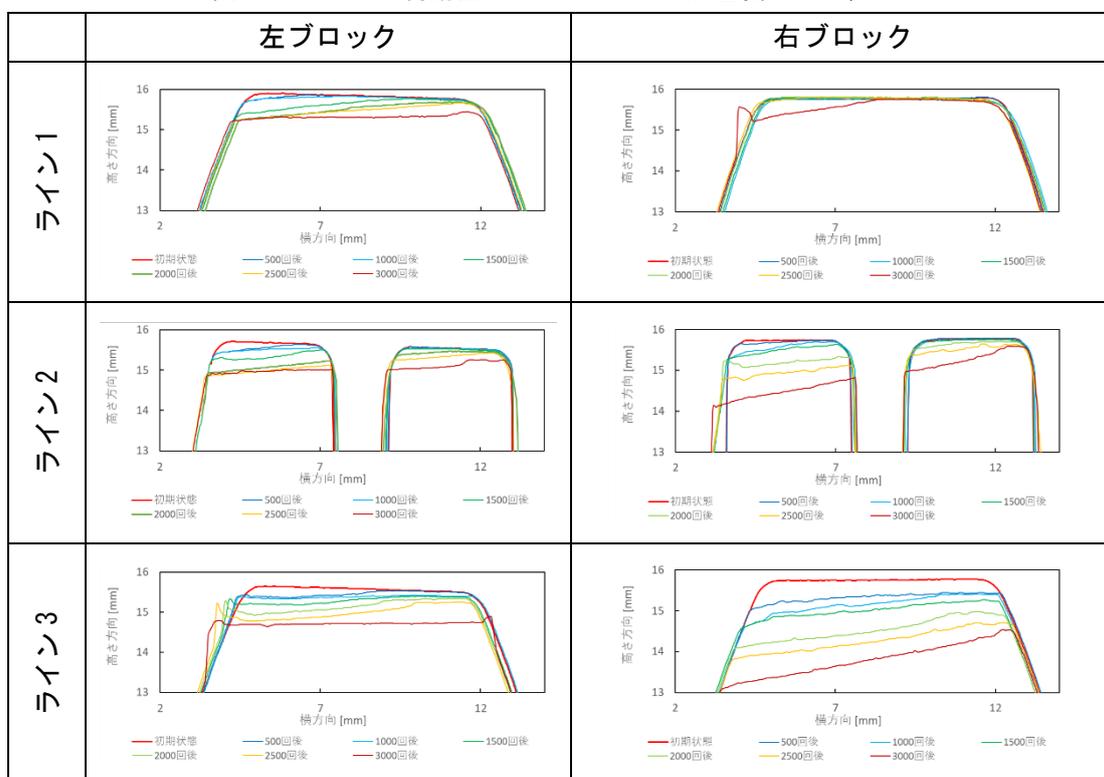


表 15 はリム摩耗高さが 10 μm 未満と、アルミ素地が露出した 10 μm 以上でのブロック摩耗量の平均値を比較したものである。今回の試験で使用したブロックとリムの組み合わせにおいて、制動面のアルミ素地が露出すると、ブロックの摩耗量は減速度 3.4 m/s^2 で約 8.4 倍、減速度 1.8 m/s^2 で約 3.6 倍増加した。

表 15 リム摩耗高さ-ブロック摩耗量比較

	リム摩耗高さ		増加率 (②/①)
	①10 μm 未満	②10 μm 以上	
減速度 3.4 m/s^2	37.0 mg	312.3 mg	8.4
減速度 1.8 m/s^2	17.3 mg	63.0 mg	3.6

6 ブロック摩耗が制動性能に与える影響調査

ブロック摩耗が制動性能に与える影響を調査するために、2019 年度に実施したアルミリム用ブロックの摩耗試験で用いた 3 種類のブロックを用いて JIS D9313-2 4.6 制動性能試験に従い、乾燥時の制動性能試験を実施した。測定結果を図 12～図 14 に示す。ただし、摩耗試験後のブロックに関しては制動面のならしを実施していない。試験は以下の手順で測定した。

- ① 未使用のブロック-リムの間隔を 1 mm に調整し制動性能試験を実施。
- ② ①の状態をブロックを摩耗試験後のブロックに交換し試験を実施
(摩耗試験でのブロック摩耗量だけブロックとリム間の間隔が増加する)
- ③ ②の摩耗試験後のブロック-リムの間隔を 1 mm に調整し実施。

摩耗試験後のブロックでリム-ブロックの間隔を調整しない場合、ブロックの摩耗量（高さ）だけブレーキの引き代が増加するため、操作力が 100 N を超えると未使用のブロックと比較して制動力が減少する傾向にあった。特に摩耗量が多かった A のブロックに関しては操作力が 100 N を超えても制動力はほとんど増加せず、操作力が 140 N でブレーキレバーがハンドルバーに接触した。調整後の各操作力での制動力は未使用のブロックと同程度であることから、ブロック摩耗やブレーキワイヤの伸び等、各部の変化に合わせてブロックとリムの間隔を適切に保つことが重要であると言える。

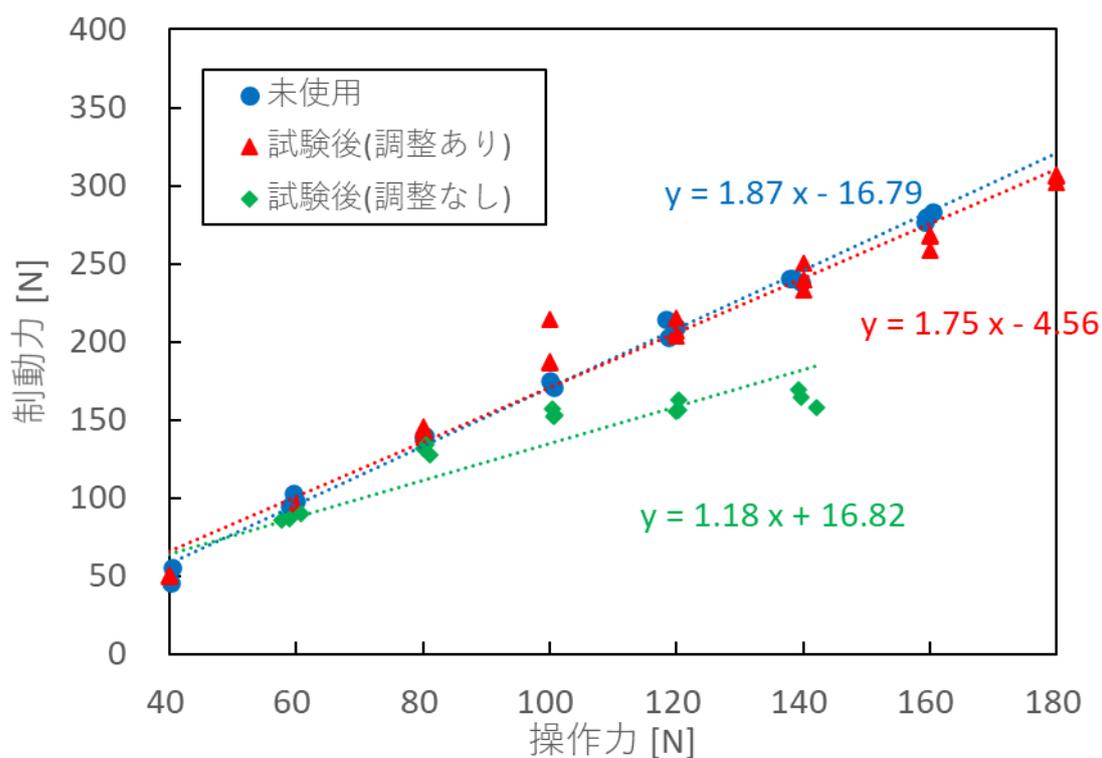


図 12 ブロック A 制動性能測定結果

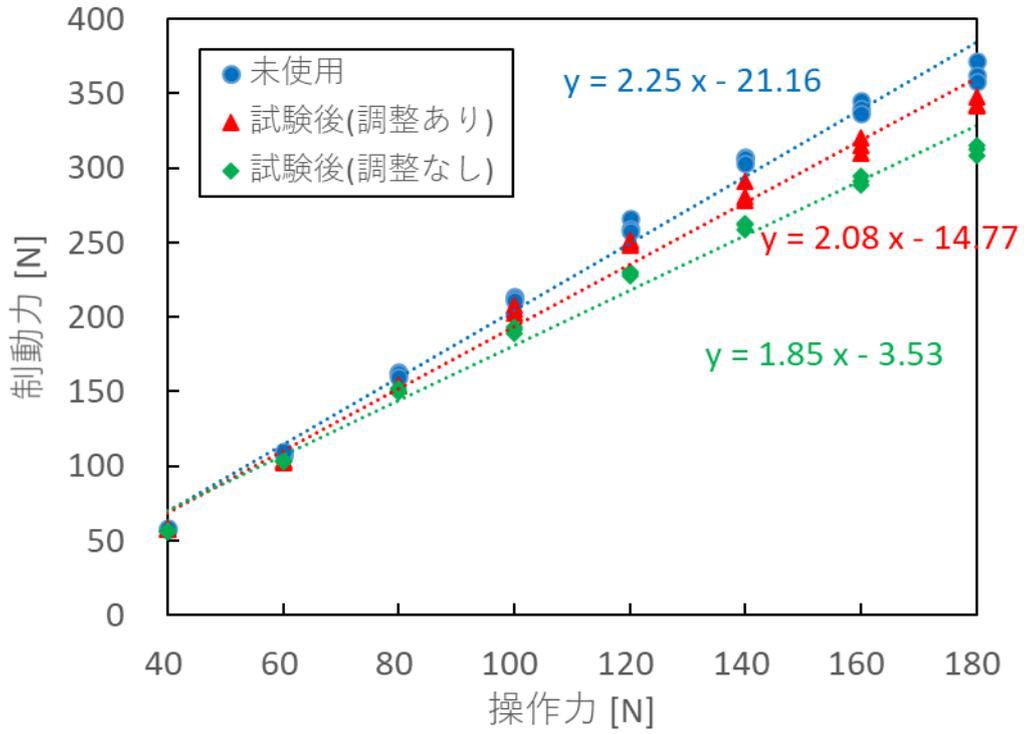


図 13 ブロック B 制動性能測定結果

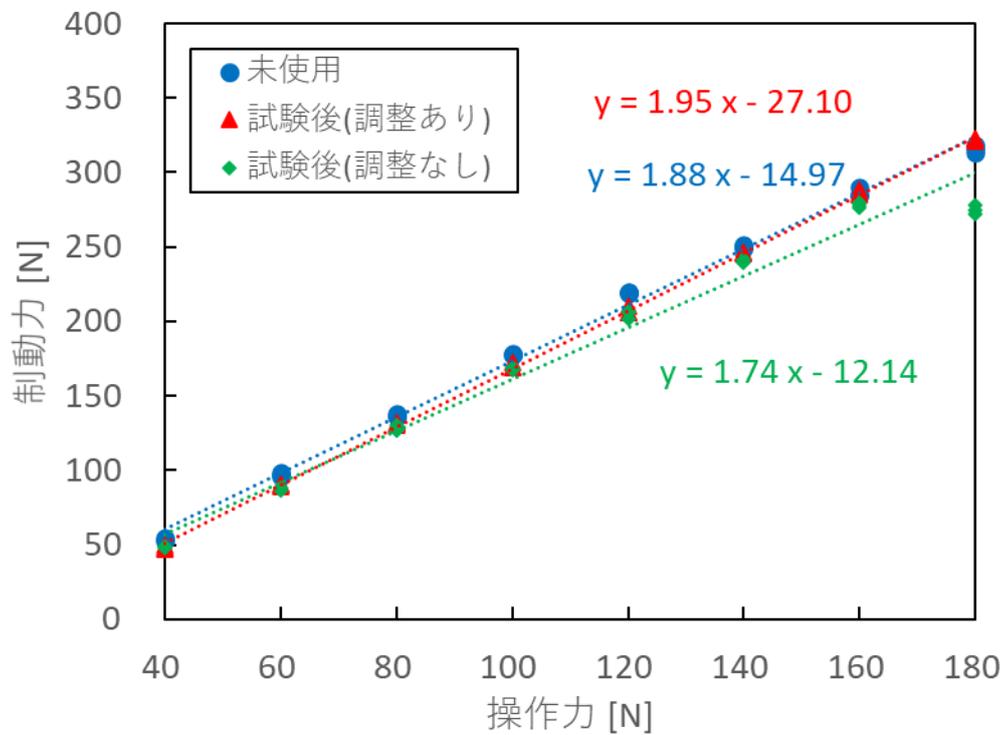


図 14 ブロック C 制動性能測定結果

まとめ

キャリパブレーキに使用されるブロックの摩耗試験を実施し、リムの材質や硬さがブロックの摩耗に与える影響を調査した。またブロック摩耗が制動性能に与える影響について調査した。まとめを以下に示す。

- ・ステンレスリムや陽極酸化被膜のあるアルミリム等、リム制動面の硬さが大きい場合、リムの摩耗量が少なく、摩耗粉の発生が抑制された事でブロック摩耗量も減少した。
- ・今回試験に用いたアルミリム用のブロックではリム制動面の陽極酸化被膜が摩耗し、アルミ素地が露出すると、ブロック摩耗量は約 3.6~8.4 倍増加した。
- ・ブロック、リムの摩耗に伴いブロック制動面とリムの接触範囲は増加したが、目標減速度を維持するための操作力や、接触圧力が高い範囲に大きな変化は見られなかった。
- ・ブロック摩耗量が増加するとブレーキの引き代が増加することで、操作力が 100 N を超えたあたりから未使用のブロックと比較して制動力が低下した。

以上の結果から、リムの硬さや被膜の有無といったリム制動面の状態がブロックの摩耗に大きな影響を与えることが分かった。今後はブロックの種類やトーイン、キャンバーといったブロックとリムの接触状態の変化がブロックの摩耗に与える影響について調査予定である。

参考文献

- (1) (一財) 自転車産業振興協会 キャリパブレーキ用ブレーキブロックの摩耗調査 [第1報] (2019年3月)
- (2) (一財) 自転車産業振興協会 技術研究所報告 No.9 (1978年) p63-117
内外自転車部品の品質、性能[1]車輪関連部品；ハブ、スポーク、リム
- (3) 金属表面技術 36 巻 (1985) 8 号 p. 335-339 アルミニウム陽極酸化皮膜の限界膜厚