

자전거 디스크 브레이크 패드용 소결 마찰재의 개발

A Development of Sintered Friction Material for The Disk Brake Pad of Bicycle

최미영¹, *#이재우²

M. Y. Choi¹, *#J. W. Lee(e@doowon.ac.kr)²

¹삼성기술연구소, ²두원공과대학

Key words : Bicycle, Disk, Brake, Pad, Sintered friction material

1. 서론

2010년도에 경찰청에 신고된 심각한 자전거 사고가 28,000건이었으며, 이 중에서 자전거의 탑승객의 사망 인원수는 9,880명에 이르는 것으로 보고되어 있다. 또한, 28,000건에 이르는 자전거 사고 중에서 약 1/10인 3,200건이 자전거 브레이크의 작동 불량에 원인이 된 것으로 파악되어 있고, 이러한 브레이크의 문제로 인하여 사망한 인원수는 1,100명에 달하는 것으로 조사되어 있다.

디스크 브레이크는, 지금까지 자전거에 사용되어 왔던 다른 종류의 브레이크보다 강력한 제동력을 얻을 수 있다. 선진 외국의 디스크용 마찰 패드로는, 현재 메탈계, 레진계 및 메탈/레진 복합계 패드 중에서 선택적으로 이용되고 있다. 독일에서는 자전거의 제동 상태가 불량인 상태로 자전거를 운전하는 경우에 50,000원 이하의 벌금형을 받도록 법에 규정되어 있다. 한국에서도 인건비의 급상승으로 인하여 최근에 자전거의 부품 교환 비용이 매우 높아져서 자전거 수리점에서 적기에 브레이크 패드 부품을 교체하지 않고서, 브레이크 성능에 문제가 있는 상태에서 운전을 하고 경우가 매우 많다. 이런 관점에서 내마모성이 탁월한 소결 메탈계 패드의 유용성은 상당히 크다고 할 수 있으나, 국내에서는 주로 수입에 의존하고 있어, 소결 메탈계 패드의 개발이 시급하다.

본 연구에서는, 소결 메탈계 패드의 특성에 미치는 성분 조성 등의 제조 조건의 영향을 검토하였다.

2. 시험 방법

Table 1은 브레이크 패드의 화학 조성을 보인다. 800°C에서 1시간 소결을 행하였고, 항절력, 마찰계수, 인장강도, 마찰계수, 소결재 마모량, 상대재 마모량, 소음 발생률, 패드 수명을 측정하였다.

Table 1 Chemical composition of sintered brake pad

No.	Chemical composition (wt%)								
	Sn	Al	B	Cr	Cu	Mn	Ni	Mo	Fe
1	3	0.2	0.3	3	2	0.5	-	-	bal.
2	3	0.2	0.3	3	2	0.5	1.2	-	bal.
3	3	0.2	0.3	3	2	0.5	3.2	-	bal.
4	3	0.05	0.3	3	2	0.5	4.8	-	bal.
5	3	1	0.3	3	2	0.5	-	0.058	bal.
6	3	0.2	0.05	3	2	0.5	-	0.55	bal.
7	3	0.2	1	3	2	0.5	-	0.92	bal.
8	4	0.2	0.3	0.6	2	0.6	-	1.2	bal.
9	4	0.2	0.3	5	2	0.4	-	2.1	bal.
10	4	0.2	0.3	3	0.6	0.6	-	1.3	bal.
11	4	0.2	0.3	3	4	0.4	-	1.7	bal.
12	4	0.2	0.3	3	2	0.2	-	0.29	bal.
13	5	0.2	0.3	3	2	0.9	-	-	bal.
14	5	0.2	0.3	3	2	0.6	-	-	bal.
15	5	0.2	0.3	3	2	0.6	-	-	bal.
16	5	0.2	0.3	3	2	0.6	-	-	bal.
17	5	0.2	0.3	3	2	0.6	-	0.058	bal.
18	5	0.2	0.3	3	2	0.6	-	0.55	bal.
19	6	0.2	0.3	3	2	0.6	-	0.92	bal.
20	6	0.2	0.3	3	2	0.6	-	1.4	bal.
21	6	0.2	0.3	3	2	0.6	-	2.3	bal.
22	6	0.2	0.3	3	2	0.6	1.1	1.5	bal.
23	6	0.2	0.3	3	2	0.6	2.2	1.3	bal.
24	6	0.2	0.3	3	2	0.6	1.3	0.29	bal.
25	6	0.2	0.3	-	2	-	2	-	bal.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 시편 1번의 소결 브레이크 패드의 마멸면의 마크로 사진을 보이고, Fig. 2는 시편 1번의 소결 브레이크 패드의 마멸면의 확대 사진을 나타내며, Fig. 3은 시편 5번의 소결 브레이크 패드의 마멸면의 확대 사진을 보인다.

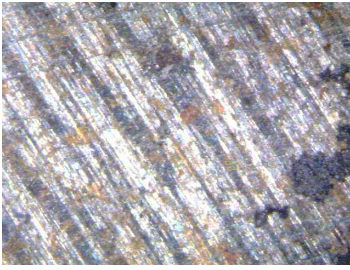


Fig. 1 Photograph of worn surface of No.1 sintered brake pad



Fig. 2 Magnified photograph of worn surface of No.1 sintered brake pad

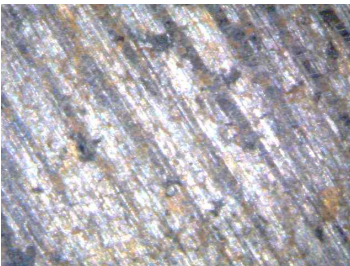


Fig. 3 Photograph of worn surface of No.5 sintered brake pad

Table 2 Pearlite rate in matrix and wear thickness

No.	Matrix(area %)		Friction coefficient	Wear(μ m)	
	Pearlite rate in matrix(area %)	Area rate of pore (free graphite)		max.	min.
1	90	10	0.39	23	17
2	91	9	0.39	16	9
3	92	8	0.39	20	14
4	91	9	0.39	28	21
5	88	12	0.40	23	18
6	89	9	0.39	24	16
7	91	9	0.41	15	12
8	90	10	0.39	32	25
9	92	8	0.39	18	16
10	94	6	0.39	15	8
11	94	6	0.30	8	6
12	95	5	0.30	8	4
13	93	7	0.42	20	14
14	93	7	0.42	19	13

15	94	6	0.42	19	15
16	89	11	0.43	15	13
17	91	9	0.43	19	12
18	88	12	0.43	23	14
19	88	12	0.43	24	19
20	89	11	0.43	24	16
21	90	10	0.35	13	8
22	91	9	0.43	20	15
23	92	8	0.37	12	8
24	91	9	0.36	17	12
25	89	pore : 5 free graphite : 6	0.42	85	73

Table 2에서, 본 개발 브레이크 패드 1~24는, 기지 조직이 Cr 고용에 의해 강화된 펄라이트로 이루어지며, 기지 조직에는 유리 흑연이 존재하지 않고, 기공 내에 유리 흑연이 석출하여 성장한 조직을 가지는 흑연 석출 소결체로 구성되어 있으므로, 브레이크 패드 내면에 있어서의 최대 마멸량과 최소 마멸량의 값이 상대적으로 작고, 그 차이도 극히 작으며, 균등한 마멸을 보이고, 뛰어난 내마멸성을 발휘한다. 한편 기존의 브레이크 패드 25는, 기지 조직은 실질적으로 펄라이트로 되지만, 유리 흑연은, 기공내에는 존재하지 않고, 기지 조직 안에 석출하여 성장한 조직을 가지는 흑연 석출 소결 재료이므로, 브레이크 패드로서의 사용하에서의 마멸 조건에서는 석출 유리 흑연에 의한 기지 조직의 강도 저하가 원인으로 국부적으로 마멸에 불균형이 발생할 뿐만이 아니고, 마멸 진행이 극히 빠르게 된다.

결론

항질력 350MPa(스팬 20mm, 5×5×50mm), 마찰계수(10사이클, 레버입력2kg/cm², 마모시험기 사용, 상온30분간 연속, 속도 20km/hr) 0.38, 마찰계수(10000사이클, 레버입력2kg/cm², 디스크식마찰시험기 사용, 상온30분간 연속, 속도 20km/hr) 0.40, 인장강도 500MPa, 마찰계수(레버입력3 ~ 10kg/cm², 10 ~ 1000사이클, 상온30분간 연속, 속도 20km/hr) 0.41, 마찰계수(온도 60 ~ 300℃, 상온30분간 연속, 속도 20km/hr) 0.42, 소결체 마모량(상대재 STS 413, 가압력 30kg/cm², 속도 2m/sec, 마찰시간 30분, 링형상 ϕ 60× ϕ 50×5mm) 15mg, 상대재 마모량(상온, ϕ 80×5mm원판) 15mg, 소음 발생률(브레이크에서 1m 거리에서, db측정기 사용) 3%, 패드 수명 (속도 20km/hr, 레버입력2kg/cm²) 20hr, 누적 10개 형상을 달성하였다.