Transactions of KSAE, Vol. 29, No. 1, pp.35-41 (January, 2021)

Check for updates

Copyright © 2021 KSAE / 182-05
pISSN 1225-6382 / eISSN 2234-0149
DOI http://dx.doi.org/10.7467/KSAE.2021.29.1.035

습식 클러치 시스템의 작동환경 조건별 드래그토크 특성 연구

오 영 택[1,2] · 장 시 열[*3]

국민대학교 자동차공학전문대학원[1] · 진명프리텍 소재개발팀[2] · 국민대학교 자동차공학과[3]

Study on the Drag Torque Characteristics Wet Clutch System Under the Operating Environment Conditions

Youngtaek Oh[1,2] · Siyoul Jang[*3]

[1]Graduate School, Department of Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 02707, Korea,
[2]Material Development Team, Jinmyung Frictech, 259 Namdongdong-ro, Namdong-gu, Incheon 21642, Korea
[3]Department of Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 02707, Korea
(Received 11 August 2020 / Revised 11 September 2020 / Accepted 14 September 2020)

Abstract : In general, the wet clutch system is used for automatic transmissions in automobiles. These wet clutch systems operate under the automatic transmission fluid(ATF) environment and their performance is greatly influenced by the ATF. Various conditions, such as oil flow rate, temperature, and clutch pad pattern, which are the main operating factors, have a significant effect on the power transmission performance by the friction mechanism either in engagement or in disengagement status. Drag torque is another factor that is greatly influenced by the ATF flow behaviors on automatic transmission efficiency, and it can be significantly reduced through a properly designed clutch pad pattern. In this study, the drag torques generated under various operating conditions of the ATF supply environment were measured in order to verify the differences of friction pad structures. Comparative experiments of various groove designs were conducted according to the SAE J2863 test modes with the SAE No #2 test machine. This study provides useful information of clutch pad design with respect to less drag torque.

Key words : Wet clutch(습식 클러치), SAE NO#2(습식 클러치 시험기), Friction plate(마찰판), Friction pad(마찰 패드), Core plate(코어 플레이트), Steel plate(스틸 플레이트) Friction coefficient(마찰계수), Drag torque(드래그토크), Oil groove(오일 홈), ATF(자동변속기 오일)

1. 서 론

자동차용 자동변속기에 사용되는 습식 클러치 시스템(Wet friction plate system)은 변속기 오일(ATF) 내에서 작동하며, 동력의 전달 및 차단을 담당하는 주요 핵심 부품이다. 습식 클러치 시스템은 마찰 패드(Friction pad)와 코어 플레이트(Core plate)로 구성된 마찰판(Friction plate)과 스틸 플레이트(Steel plate)로 구성되어, 마찰 패드의 마찰력을 통하여 동력을 전달함에 따라 마찰 패드의 내구, 내열성 등 다양한 마찰 성능들이 요구된다.[1-5] 습식 마찰 시스템에서 요구되는 여러 마찰 성능들 중에서 차량의 동력 전달 효율을 저하하는 요소로 꼽히는 비체결 상태에서의 드래그 토크(Drag torque) 저감 방법은 차량의 연비 향상 및 배기가스의 CO_2 배출량 감소를 위해 많은 연구가 진행되고 있다.[6] 습식 클러치 시스템에서의 드래그토크 발생 요소로는 마찰 패드 오일 홈의 형상, 습식 클러치 시스템으로 유입되는 유체(ATF)의 윤활 유량, 점도, 윤활 방식 등이 있으며 클러치 시스템 구성과 관련한 마찰판과 스틸 플레이트 사이의 간격 틈새(Clearance), 마찰판과 스틸 플레이트 조합 매수 등이 고려되고 있다.[3-7]

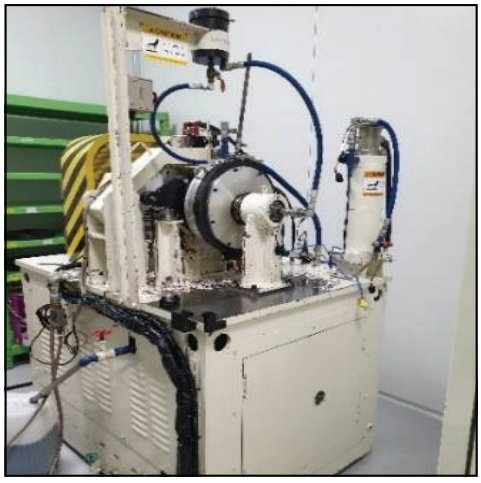
본 연구에서는 습식 클러치 마찰판과 스틸 플레이트

[*]A part of this paper was presented at the KSAE 2019 Fall Conference and Exhibition
[*]Corresponding author, E-mail: jangs@kookmin.ac.kr
[*]This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

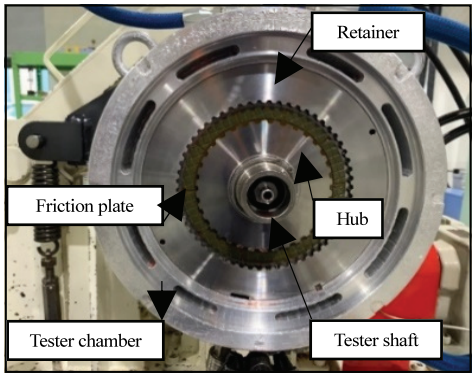
단품들의 조합에서 발생되는 드래그토크를 SAE No#2 습식 클러치 시험기기를 활용하여 측정하였다. 습식 클러치 시스템 작동 조건들 중 마찰판 회전속도가 일정하게 유지되는 동안의 속도별 드래그토크, 오일 홈 형상별 드래그토크, 윤활 유량 및 온도에 따른 드래그 토크 발생량을 측정하였다. 그리고 드래그 토크 발생량에 기인하는 습식 클러치 시스템의 요소에 대하여 오일 홈의 형상에 따라 상대적으로 규명하고, 비교 평가된 마찰판 마찰패드의 오일 홈 형상들 중에서 드래그토크 저감에 유의미한 효과를 보이는 오일 홈 형상을 파악하고 제시한다.

2. 습식 클러치 팩의 드래그 토크 측정 방법 및 조건

습식 클러치 시스템의 드래그토크는 자동 변속기의 입력축으로부터 습식 클러치 마찰판이 회전할 때 스틸 플레이트와의 작동 접촉이 없는 비체결 상태에서 마찰판과 스틸 플레이트 간극(0.4 mm)에 발생되는 변속기유의 전단 저항에 따라 무부하 상태의 접촉 등으로 발생되는 토크를 말한다. 이러한 자동 변속기의 습식 클러치 드래그토크 시스템 구성을 SAE No#2 습식 클러치 시험기(Photo. 1)로 설명하며, 이 시험기를 이용하여 클러치 시스템의 조건별로 발생되는 드래그 토크 발생량을 시험을 통하여 계측하였다.



(a) SAE No#2 friction test machine



(b) SAE No#2 tester chamber

Photo. 1 SAE No#2 friction test machine[12)]

2.1 드래그토크 측정 시험 장치 구성

SAE No#2 습식 클러치 시험기는 SAE(Society of automotive engineers, 자동차 기술자 협회)에서 제시하는 마찰 시험기 규격인 SAE J286에 따라 제작된 시험 장치이다.[7)] 일반적인 정적 및 동적(Static, Dynamic) 마찰 토크 계측이 가능한 1,000 Nm 용량의 로드셀(Load cell)뿐만 아니라 낮은 드래그토크를 계측할 수 있는 별도의 100 Nm 용량의 로드 셀을 장착하여, 스틸 플레이트가 고정된 리테이너(Retainer)와 시험기 챔버(Chamber)로 전달되는 발생된 토크를 계측한다.

드래그토크 측정 시험 중 윤활 조건은 실제 변속기 습식 클러치 시스템에서 사용되는 윤활 조건인 축심 강제 윤활(Forced flow) 방식을 채택하며, 마찰판이 조립되는 시험기의 허브(Hub)로부터 조정 가능한 일정량의 변속기유가 공급되도록 구성한다.[2,8,9)] 이때 변속기유의 온도 및 윤활 유량은 SAE No#2 습식 클러치 시험기로부터 제어가 가능하며, Fig. 1에 이를 설명하는 시험 구성도를 표시하였다. 마찰판이 조립된 허브는 회전속도 제어가 가능한 시험기 모터와 체결되어 회전하게 되고, 시험기 챔버내 적재된 마찰판과 스틸 플레이트의 무부하 접촉을 위해 시험기의 압력판(Piston)은 전진 작동하지 않는다. 마찰 패드와 스틸 플레이트 사이의 간격 틈새는 적재된 마찰판과 스틸 플레이트 모두를 시험기의 압력판 방향으로 밀착시킨 후 시험기 커버(Cover)와 최종 스틸 플레이트 사이의 접합면 간의 틈새 길이로 측정한다.

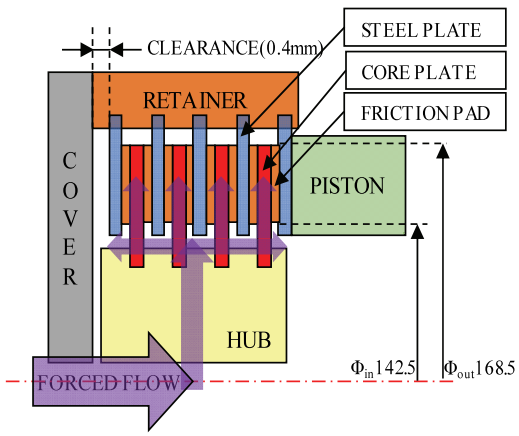


Fig. 1 Test schematic diagram[12)]

2.2 드래그토크 측정 시험 조건

마찰 패드의 오일 홈 형상별 드래그토크 비교를 위하여, 패턴이 없는 경우와 기본적인 Waffle 패턴과 이를 기본으로 성능 개선을 위한 패턴을 변형한 형상들이다(Fig. 2).[6]

마찰판의 마찰 패드는 코어 플레이트를 중심으로 양면에 접착되었다.

(a) Steel plate: 두께 1.0 mm의 탄소강(S45C)으로 제작.

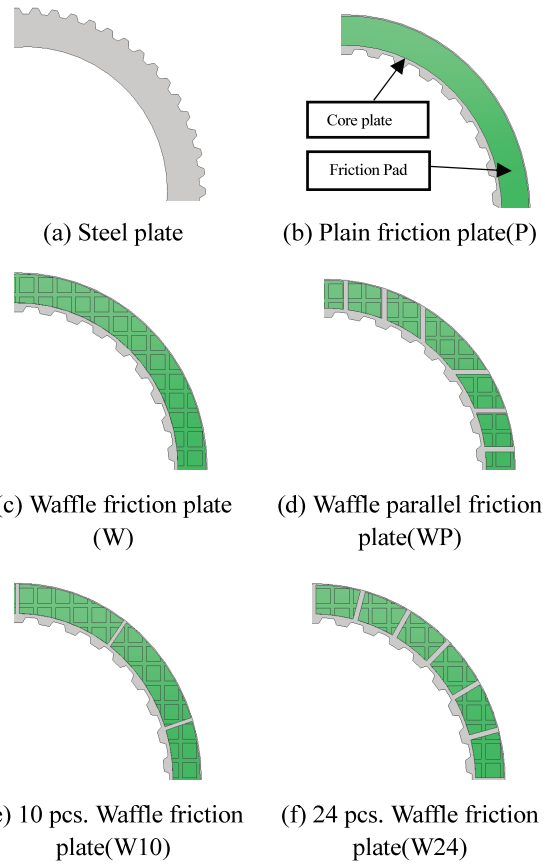
(b) Plain friction plate**(P)**: 접착 두께 0.85 mm인 마찰 패드 표면에 오일 홈이 없는 상태로 코어 플레이트 양면에 마찰 패드를 접착하여 제작.

(c) Waffle friction plate**(W)**: 접착 두께 0.85 mm인 마찰 패드에 깊이 0.4 mm, 1.8 mm 폭의 방사형 오일 홈을 성형하여 코어 플레이트 양면에 마찰 패드를 접착하여 제작.

(d) Waffle parallel friction plate**(WP)**: 홈 폭 2.2 mm, 17.2 mm 간격으로 가로, 세로 방향의 각각 6개의 홈을 형성하도록 조각으로 나뉘어 접착된 마찰 패드에 (W)와 동일 사양의 방사형 오일 홈을 성형하여 제작. 마찰 패드 조각들의 사이의 홈 깊이는 마찰 패드 접착 두께인 0.85 mm로 코어 플레이트 양면에 접착하여 제작.

(e) 10 pcs. Waffle friction plate**(W10)**: 10조각으로 나뉘어 접착된 마찰 패드에 (c)와 동일 사양의 방사형 오일 홈을 성형하여 오일 홈을 제작. 마찰 패드 조각들 사이의 홈 폭은 1.6 mm, 홈 깊이는 마찰 패드 접착 두께인 0.85 mm로 코어 플레이트 양면에 접착하여 제작.

(f) 24 pcs. Waffle friction plate**(W24)**: 24조각으로 나뉘어 접착된 마찰 패드에 (W)사양의 방사형 오일 홈을 성형하여 제작. 마찰 패드 조각들 사이의 홈 폭은 2.2 mm, 홈 깊이는 마찰 패드 접착 두께인 0.85 mm로 코어 플레이트 양면에 접착하여 제작.



(a) Steel plate (b) Plain friction plate(P)

(c) Waffle friction plate (W) (d) Waffle parallel friction plate(WP)

(e) 10 pcs. Waffle friction plate(W10) (f) 24 pcs. Waffle friction plate(W24)

Fig. 2 Friction plates & Steel plate test samples (Quarter view, ϕ_{in}=142.5 mm, ϕ_{out}=168.5 mm)

마찰 패드의 오일 홈 형상과 더불어 드래그토크 확인을 위하여 시험기에서 모사된 습식 클러치 시스템의 환경적 변수로는 변속기유의 공급 유량과 온도를 변수로 하였으며, Table 2에서 표시한 조건별로 시험을 실시하였다.[12]

마찰판의 회전은 시험기의 전기 모터로 제어된다. 이때의 회전 속도는 500~3,000 rpm까지 100 rpm 간격으로 증속하며, 각 회전수마다 15초간 회전수를 유지하여 발생되는 드래그토크를 계측 후 토크 데이터를 저장하였다. 각 조건의 시험은 5회씩 반복 실시하였으며, 5회 마

Table 1 Friction plate dimensions

Item		Conditions
Friction pad	Outer diameter (mm)	168.5
	Inner diameter (mm)	142.5
	Surface number (ea)	8
Friction surface area	Plain friction plate (P)	60.87 ㎠
	Waffle friction plate (W)	37.42 ㎠
	Waffle parallel friction plate (WP)	34.44 ㎠
	10 pcs. Waffle friction plate (W10)	36.36 ㎠
	24 pcs. Waffle friction plate (W24)	33.16 ㎠
Clearance (All test samples)		0.4 mm

Table 2 Test oil conditions

Item		Conditions
Oil	Temperature (°C)	50, 100
	Flow rat (ℓ/min)	0.5, 1.0, 1.5
	Density (@15 °C, kg/㎥)	0.85
	Viscosity (@40 °C, ㎟/s)	28.1

다 계측된 드래그토크 값의 산술 평균 값으로 조건별 드래그토크를 기록하여 비교하였다.

3. 습식 클러치 형상에 따른 드래그토크 측정 데이터 분석

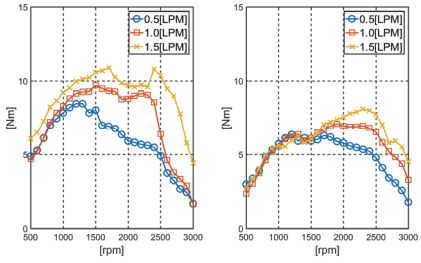
SAE No#2 습식 클러치 시험기를 활용하여 습식 클러치 시험품들에 대하여 변속기유 윤활유 공급유량 및 온도, 마찰 패드 오일 홈 형상별, 마찰판의 회전속도별에 대한 습식 클러치의 드래그 토크 측정 결과를 확인하였다.

3.1 윤활 유량 및 온도별 비교 결과

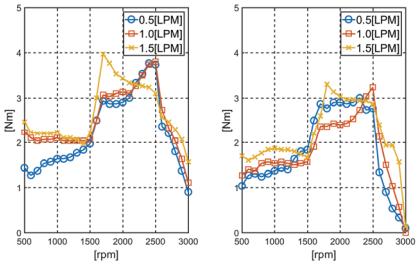
윤활 유량 및 온도별 드래그토크 측정 결과는 마찰 패드의 오일 홈이 전혀 없는 (P) 시험품의 결과를 기준으로 드래그토크 측정치를 비교한다. (P) 마찰판의 드래그 토크는 윤활유 공급량이 증가함에 따라 계측된 드래그토크의 크기는 증가한다. 반면 윤활유의 온도가 증가함에 따라 계측된 드래그토크의 크기는 감소하는 양상을 확인할 수 있었다. 윤활 유량의 증가는 마찰판, 스틸 플레이트 사이로 유입되는 유체의 양이 증가함에 따라 마찰판과 변속기유와의 전단력 역시 증가함으로써, 마찰판의 회전을 방해하는 요소로서 드래그 토크양도 증가되는 것으로 판단된다. 변속기유의 온도 증가에 대한 드래그토크 차이는 변속기유의 온도가 증가함에 따라 낮아지는 점도 변화로부터, 드래그토크 역시 낮아지는 경향을 확인할 수 있었다.[2,11] 드래그토크 측정 결과 가장 큰 드래그토크가 확인된 시험품은 Table 3과 같이 마찰 패드의 오일 홈이 없는 (P)이다. 변속기유의 온도 및 유량 조건별 측정된 드래그토크는 변속기유 온도 50 ℃, 변속기유 윤활량 1.5 ℓ/min 조건에서 최대 10.90 Nm로 확인하였다. 반대로 측정된 시험품들의 드래그토크의 최대 크기가 가장 작은 시험품은 (W24)이다. 변속기유의 온도 및 유량 조건별 측정된 드래그토크는 변속기유 온도 50, 100 ℃, 변속기유 윤활량 0.5, 1.0 ℓ/min 각각의 조건에서 2.30 Nm로 확인되었다. 이는 틈새(0.4 mm)에서 패턴 그루부 형상으로 더 많은 변속기유가 유출되는 것으로 판단된다.[1)]

3.2 마찰 패드 오일 홈 형상별 드래그 토크 비교 결과

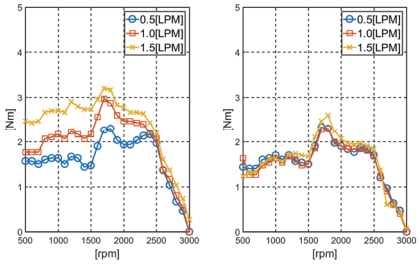
Fig. 3과 같이 시험품별 드래그토크 측정 결과는 마찰판의 오일 홈 형상 유무와 형상에 따라 드래그토크 차이가 있다. 마찰 패드의 오일 홈은 (P)와 (WP)의 경우 마찰 패드를 코어 플레이트 중심으로 양면에 링(Ring) 형태로 단면의 마찰 패드를 양쪽에 접착하여 제작하였다. (WP), (W10), (W24)의 경우 마찰 패드를 각각 Parallel 형태와



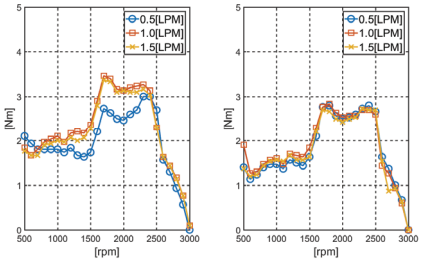
(a) Plain (P) friction plate's drag torque (left 50 ℃, right 100 ℃)



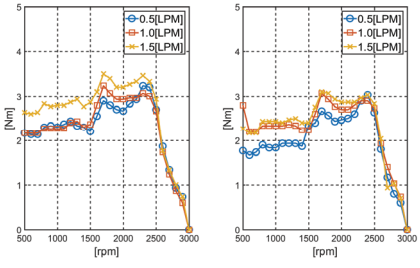
(b) Waffle (W) plate drag torque (left 50 ℃, right 100 ℃)



(c) Waffle parallel (WP) plate drag torque (left 50 ℃, right 100 ℃)



(d) 10 pcs Waffle (W10) plate drag torque (left 50 ℃, right 100 ℃)



(e) 24 pcs Waffle (W24) plate drag torque (left 50 ℃, right 100 ℃)

Fig. 3 Drag torque measurement graph

10개, 24개의 마찰 패드 조각으로 분할하여 접착하였다. 분할하여 접착한 마찰 패드 조각 사이에는 마찰 패드의 조각과 조각 사이의 추가적인 오일 홈이 형성되었다. (P) 시험품을 제외한 나머지 시험품들은 모두 동일한 Waffle 형태의 오일 홈을 공유하며 (WP), (W10), (W24)의 경우 Waffle 형태의 오일 홈뿐만 아니라 마찰 패드 조각들 사이의 분할로 인한 홈들을 통하여 추가적인 오일 홈 효과를 기대할 수 있었다.

드래그토크 측정시험에 따라 오일 홈의 형상 및 종류에 따라서 발생되는 드래그토크의 크기 및 형태에 있어서 큰 차이가 있는 것이 확인되며, 오일 홈 형상으로 인한 마찰 패드 마찰면의 유효 면적 차이에 의한 경향도 확인된다. Fig. 3의 측정 결과와 같이 마찰 패드의 오일 홈이 없는 (P) 마찰면의 유효 면적은 60.87㎠로 시험품들 중 가장 넓었으며, 측정된 드래그토크의 크기가 가장 크다. (P) 이외의 시험품들은 모두 마찰 패드에 Waffle 형태의 오일 홈 형상을 공유하고 있으며, (P) 마찰 패드 마찰면의 유호 면적과는 평균적으로 약 42 %의 차이를 갖는다.

오일 홈은 변속기유가 빠르게 대량으로 유출될 수 있는 역할을 하는 것으로 판단된다. 이러한 마찰 패드의 유효 면적은 시험 조건인 자동변속기유 윤활 유량, 온도 및 마찰판의 회전속도의 조건과 더불어 측정된 드래그토크에 영향을 나타내었으며, 각 조건에 따라 의미 있는 결과 형태를 보여 준다. (P)의 조건별 드래그토크는 변속기유 윤활 유량 및 온도에 따라 상대적으로 큰 산포의 측정 결과를 나타내었으며, 마찰판 회전속도에 따른 측정 결과 또한 상대적으로 큰 폭의 측정 결과 차이를 나타낸다.

이와는 반대로 Waffle 형태의 오일 홈 형상을 공유하고 있는 이외의 샘플은 드래그토크 측정 결과는 변속기유 윤활 유량, 온도 및 마찰판의 회전 속도에 따라 (P) 시험품의 드래그토크 측정 결과와 다르게 상대적으로 작은 드래그토크 차이들을 나타낸다.

최대 드래그토크가 측정된 (P) 시험품의 변속기유 온도 및 유량 조건별 최대, 최소 드래그토크의 차이는 약 4.57 Nm이었으며, 최소 드래그토크가 측정된 (W24)의 변속기유 온도 및 유량 조건별 최대, 최소 드래그토크 차이는 약 0.9 Nm로 마찰 패드의 오일 홈 유무에 따라 드래그토크의 발생 산포 차이 또한 확인할 수 있었다. 클러치 드래그토크 발생에 대해서 마찰 패드의 오일 홈 형상이 변속기유의 유량, 온도 및 마찰판의 회전속도에 의한 반응을 감소시키는 영향을 미치는 것으로 확인된다. 따라서 마찰 패드 마찰판의 오일 홈 형상은 마찰 패드의 유효 면적 및 구조적 차이에 직접적인 영향과 더불어, 드래그토크의 크기 및 양상에도 큰 영향을 미치는 것을 확인하였다.

3.3 마찰판 회전 속도별 드래그 토크 비교 결과

Fig. 3 및 Table 3에 나타낸 것과 같이 여러 가지 클러치 패드 오일 홈 형상에 따른 시험 결과, 시험품별 드래그토크 측정 결과는 마찰판의 회전 속도에 따라 그 크기의 변화 형태에 차이가 있다.

(P) 시험품의 드래그토크는 마찰판의 회전수 1,500~2,000 rpm까지 변속기유의 유량 및 온도 조건에 따라 드래그토크가 상승하는 추세를 나타낸다. 이후 마찰판의 회전수가 3,000 rpm까지 증가하는 동안 측정된 드래그토크는 점차 낮아지는 양상이다.

Table 3 Drag torque measurement results

Test samples	Oil Temperature (°C)	Oil Flow (ℓ/min)	Torque (Nm) Min.	Max.	Ave.
Plain friction plate (P)	50	0.5	1.67	8.47	5.87
		1	1.67	9.70	7.21
		1.5	4.40	10.90	8.95
	100	0.5	1.77	6.33	4.87
		1	2.33	7.10	5.61
		1.5	2.77	8.10	6.12
Waffle friction plate (W)	50	0.5	0.90	3.77	2.21
		1	1.10	3.80	2.49
		1.5	1.57	3.97	2.63
	100	0.5	0.10	3.00	1.78
		1	0.00	3.23	1.81
		1.5	0.13	3.30	2.16
Waffle parallel friction plate (WP)	50	0.5	0.00	3.23	2.23
		1	0.00	3.23	2.25
		1.5	0.00	3.50	2.60
	100	0.5	0.00	3.03	1.96
		1	0.00	3.07	2.25
		1.5	0.00	3.10	2.29
10 pcs. Waffle friction plate (W10)	50	0.5	0.00	3.00	1.94
		1	0.10	3.47	2.23
		1.5	0.10	3.37	2.16
	100	0.5	0.00	2.80	1.77
		1	0.00	2.83	1.82
		1.5	0.00	2.73	1.75
24 pcs. Waffle friction plate (W24)	50	0.5	0.00	2.30	1.58
		1	0.00	2.97	1.95
		1.5	0.27	3.20	2.35
	100	0.5	0.00	2.33	1.51
		1	0.00	2.30	1.49
		1.5	0.07	2.60	1.56

그러나 (P) 시험품을 제외한 마찰 패드의 오일 홈이 있는 이외의 다른 시험품들의 마찰판 회전수에 대한 드래그토크 측정값은 마찰판의 회전수 1,500 rpm까지 구간에서는 대부분 드래그토크의 증감보다는 유지되는 추이를 나타낸다. 그리고 측정값은 1,500 rpm 이후 구간에서 드래그토크 측정 결과가 다소 상승 양상을 나타낸 후에 2,500 rpm부터 점차 감소하는 추이를 나타낸다. 마찰 패드의 유효 면적이 가장 작은 (W24)의 측정값은 1,800 rpm 부근까지 드래그토크 측정 결과가 소폭 상승하는 양상 이후 점차 낮아지는 특징을 나타낸다. 이는 클러치 드래그토크 발생에 대해서 마찰 패드의 오일 홈 유무에 따라 특정 회전속도 구간에서 드래그토크 증감 추이 또한 다르게 나타남을 확인하였다.

모든 시험품의 드래그토크 추이 결과, 2,500 rpm 구간 이후로는 드래그토크가 감소하는 추이를 나타냄에 따라 마찰판의 회전 속도가 일정 속도를 초과하면 드래그토크 또한 감소하는 것을 알 수 있었다. 이는 마찰판의 회전속도가 증가하며 발생되는 원심력으로 인한 변속기유의 유막층 미형성 때문으로 판단된다. 속도가 높아짐에 따라 원심력으로 인하여 변속기유는 마찰판의 외경방향으로 대부분 유출되고 클러치 틈새에는 공동(Cavitation)이 형성되어 드래그토크의 감소가 나타나는 것으로 판단된다.[1,2,10] 습식 클러치 시험기는 변속기유가 시험기 챔버 내에 머무르지 않고 챔버 외부의 오일 저장탱크로 강제 순환된다.

4. 결 론

본 연구에서는 마찰판의 오일 홈 형태에 따라 습식 클러치 시스템에서 발생할 수 있는 드래그토크를 SAE No#2 습식 클러치 시험기를 활용하여 측정하였다. 드래그토크 발생에 관여할 수 있을 것으로 예측되는 여러 가지 조건에 따라 발생된 드래그 토크 성향을 비교 및 분석하였다. 이를 통하여 드래그토크로 인하여 습식 클러치 시스템에서 발생될 수 있는 효율 손실을 유발할 수 있는 설계 변수 및 운전 조건들과 이를 저감하기 위한 방법에 대한 유용한 정보를 제공할 수 있다.

1) 습식 클러치 시스템에서 작용하는 변속기유의 점도 특성은 드래그토크 발생에 지배적 영향을 미치는 주요한 요소임을 확인할 수 있다.
2) 변속기유의 점도 특성과 관련한 변속기유의 온도 차이에 대한 드래그토크 결과는 오일 홈이 없는 (P)마찰판 드래그토크와 같이 높은 온도(100 ℃)의 윤활조건에서 발생된 드래그 토크의 평균값이 낮은 온도(50 ℃)의 평균값보다 낮은 것으로 알 수 있다.
3) 마찰판의 오일 홈별 드래그토크 차이는 오일 홈이 없는 (P) 마찰판의 최대 드래그토크가 10.90 Nm로 가장 높았으며, 마찰 패드의 면적이 가장 작은 (W24) 마찰판의 최대 드래그토크가 2.30 Nm로 가장 낮은 것으로 확인되었다. 이에 따라 마찰 패드와 스틸 플레이트 사이의 접촉면의 면적 차이로 인한 변속기유의 유동성 차이 또한 드래그토크에 영향을 미치는 요소인 것으로 판단된다.
4) 오일 홈이 없는 (P) 마찰판의 시험 결과로부터 변속기유의 공급 유량이 증가함에 따라 드래그토크가 증가하는 것을 확인할 수 있다. 그러나 오일 홈 패턴이 있는 다른 시험편들의 드래그 토크는 변속기유의 공급 유량이 증가하여도 드래그토크가 비례적으로 증가하지 않는 결과를 확인함으로써, 오일 홈의 기하학적 형상 차이가 드래그토크 발생에 영향을 미치는 요소로 판단된다.
5) 본 연구의 시험 결과는 마찰판의 일정 회전 속도를 유지하는 동안 발생된 드래그토크를 계측하여 산술 평균 낸 결과를 기록하였다. 모든 마찰판의 드래그토크는 2,500 rpm을 초과하는 회전 속도로부터 급속도로 낮아지는 것을 확인할 수 있다.
6) 본 연구의 결과를 통하여 습식 클러치 시스템의 드래그토크에 영향을 미치는 요소로는 변속기유의 점도, 공급 유량, 마찰 패드의 오일 홈 유무 및 기하학적 형상이 주요한 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

후 기

이 연구의 드래그토크 측정 실험은 ㈜진명프리텍 소재개발팀의 SAE No#2 습식 클러치 시험 설비를 활용하여 측정하였으며, 한국연구재단 지원과제임(2018R1D1A1B07043950).

References

1) H. Y. Kim, S. Jang, W. Kim and S. C. Shin, “Analysis of Dynamic Vehaviors of Transmission Fluid Film in Wet Clutch Pad according to Patterned Grooves,” Journal of the Korean Society of Tribologists & Lubrication Engineers, Vol.30, No.2, pp.92-98, 2014.
2) H. Kim and K. H. Chung, “Experimental Assessment of Drag Torque of Wet Clutch,” Journal of the Korean Society of Tribologists & Lubrication Engineers, Vol. 33, No.6, pp.269-274, 2017.
3) J. C. Cho, S. Y. Jang and W. J. Kim, “Experimental Research on Drag Torque for Wet Clutch at the Rotational Speed and Separate Clearance,” Korean

Society of Tribologists and Lubrication Engineers, Annual Conference Proceedings, pp.67-68, 2015.
4) J. Cho, Y. Lee, W. Kim and S. Jang, “Wet Single Clutch Engagement Behaviors in the Dual-Clutch Transmission System,” Int. J. Automotive Technology, Vol.19, No.3, pp.463-472, 2018.
5) J. Kong and S. Jang, “Temperature Analysis of Wet Clutch Surfaces During Clutch Engagement Processes Based on Friction Pad Patterns,” Int. J. Automotive Technology, Vol.21, No.4, pp.813-822, 2020.
6) J. W. Kim and M. G. Park, “A Study of Drag Torque Characteristics in Wet Friction facing according to Groove shape,” KSAE Fall Conference Proceedings, pp.55-62, 2019.
7) SAE No.2 Clutch Friction Test Machine Guidelines, SAE K286_2012.
8) S. Iqbal, F. Al-Bender, B. Pluymers and W. Desmet, “Experimental Characterization of Drag Torque in Open Multi-Disks Wet Clutches,” SAE International Journal of Fuels and Lubricants, Vol.6. No.3, pp.894-906, 2013.
9) S. Iqbal, F. Al-Bender, B. Pluymers and W. Desmet, “Model for Predicting Drag Torque in Open Multi-Disks Wet Clutches,” Journal of Fluids Engineering, Vol.136, No.2, Article ID 021103, 2014.
10) S. Kim, “Drag Torque and Heat transfer models of Multi-plate Wet Clutch,” The Korea Fluid Power Systems Society Journal of Drive and Control, Vol. 17, No.1, pp.76-80, 2020.
11) T. Neupert, E. Benke and D. Bartel, “Parameter Study on the Influence of a Radial Groove Design on the Drag Torque of Wet Clutch Discs in Comparison with Analytical Models,” Tribology International, Vol.119, pp.809-821, 2018.
12) Y. T. Oh and S. Y. Jang, “Study on the Drag Torgue Characteristics by Wet Clutch Oil Groove Patterns,” KSAE Fall Conference Proceedings, pp.135-136, 2019.