

SRV를 사용한 기어유의 윤활성 평가

윤혁채 · 이기현 · 이명구 · 조원오
장암엘에스(주) 기술연구소

Lubricity Evaluation of Gear Oil By SRV Tester

Hyukchae Yun, Kihun Lee, Myounggu Lee and Wonoh Cho
R & D Center, Chang Am LS Co., LTD

Abstract - The Four-Ball Tester has been widely used as a tool to characterize lubricity for long time. In order to understand more accurate properties of lubricants, more test methods have been developed. Among the test methods, SRV test method was compared to Four-Ball Tester in this paper.

1. 서 론

마찰은 상대운동이 일어날 때 운동을 방해하는 경향으로 발생하는 마찰력이라는 반작용 현상을 의미하며 물체의 수직하중과의 비를 마찰계수(C.O.F; Coefficient Of Friction)라고 부른다.¹⁾ 대부분의 기계, 장치등에서의 움직임은 부위에서는 마찰이 발생하고 그에 따른 마모도 동시에 일어나게 된다.²⁾ 이를 방지하기 위해서 윤활제를 사용하게 되는데, 윤활제 사용의 가장 궁극적인 목적은 마찰, 마모 방지이다. 윤활제의 내마모성능을 측정하는 방법은 여러 가지가 존재한다. 최근까지 윤활제의 윤활성능을 측정하는 방법은 여러 가지가 존재한다. 그 중에서 대표적인 실험장치는 Four-Ball Tester³⁾와 Falex Timken Tester⁴⁾이다. 최근의 윤활제에 요구되는 성능이 높아짐에 따라서, 그에 따른 측정시스

템도 다양화시켜 다각도로 평가를 해야한다. 최근에 독일 Optimol사에서 SRV Tester가 개발되어 윤활성 평가에 사용되기 시작하고 있다. 본 연구에서는 SRV Tester^{5),6)}를 사용하여 기어유⁷⁾의 윤활성을 평가하고 그 결과를 Four-Ball Tester와 비교하였다.

2. 시료 및 실험 방법

2-1 실험시료

실험시료는 자사에서 시판중인 ISO VG320

Test Item	기어유A	기어유B
Viscosity	40℃	346.7
	100℃	26.44
Viscosity Index	124	101
Specific Gravity	0.887	0.917
Pour Point(℃)	-22.5	-22.5
Flash Point(℃)	245	196

표-1. 기어유의 기본물성

점도등급인 2종류의 기어유를 사용하였으며 표-1에 기어유의 기본물성을 수록하였다.

2-2 실험장치 및 실험방법

1) Four-Ball Tester

Four-Ball Tester는 Extreme -Pressure (E.P) Test와 Anti-Wear Test인 여러가지 방법으로 사용된다.

Anti-Wear(내마모성) 시험방법은 ASTM D 2266에 명시되어 있으며, 시험에 사용할 AISI standard steel No. E-52100의 볼 4개를 용제로 깨끗이 세척하고, 그 중 3개의 볼을 시험장치 하단에 고정시키고 기어유를 채운다. 남은 하나의 볼을 시험장치 위의 chuck에 고정시킨후 기어유의 온도를 75℃로 승온하고 40kg 하중에서 1200rpm으로 1시간동안 회전시킨후 하단 3개의 볼에 발생한 마모면의 지름을 측정한다. 또한 Extreme-Pressure (극압성) 시험방법은 ASTM D 2596에 명시되어 있는데, 시험준비절차는 Anti-Wear 시험방법과 동일하다. 실험은 실온에서 1760rpm으로 단계에 따른 지정된 하중에서 상단의 볼을 10초간 회전시켜 용착(눌러붙음)이 일어나는 가장 낮은 단계의 하중을 kg 단위로 표시한다.

LWI(부하마모지수)는 주어진 하중에서의 윤활유에 의한 마모방지성능을 나타내는 지수로서, EP값을 기준으로 10단계에서 EP Test를 한 후 각 단계에서의 볼의 지름을 측정하여 계산한다.

LNSL(Last Non-Seizure Load)은 LWI를 측정하는 과정중에서 Seizure(마모지름의 이상증가)가 나타나지 않는 단계중 가장 큰 값으로 나타낸다.

2) Falex Timken Tester

Timken Test는 ASTM D 2509에 명시되어

있으며 25℃에서 800rpm으로 10min동안 실험한다. 이때 Step에 따라 하중을 높여가며 고정된 Block위에 Ring을 조건에 따라 회전을 시켰을 때 Scoring이 발생하지 않는 가장 높은 단계의 하중을 OK Value(lbs)로서 얻게된다.

3) Optimol Test Method

SRV Tester는 ball-on-disk, pin-on-disk, disk-on-disk등 여러가지 형태의 실험 mode가 가능하지만 본 실험에서는 ball-on-disk의 방식을 적용하였다. SRV Test는 steel ball과 disk를 초음파세척기로 세척한 후 disk위에 기어유를 도포하고 steel ball과 함께 설치하여 장비를 작동시킨다. 실험 조건은 Frequency 50Hz, Stroke 1,000 μ m으로 한다. 이 실험은 ASTM D 5706에 명시되어있다. 온도는 Four-Ball Test와 동일하게 하기 위해서 75℃와 120℃에서 실시하였다. 이 실험은 단계에 따라 하중을 높여서 Seizure(friction의 이상증가)가 발생하지 않는 최고 단계의 하중을 결과값으로 한다.

3. 시험결과 및 고찰

Four-Ball Tester와 Timken Tester 및 SRV Tester를 사용하여 2종류의 ISO VG 320인 기어유에 대한 윤활성을 시험하였으며 그 결과를 고찰하였다.

3-1 Four-Ball EP Test

Test Item	기어유A	기어유B
E.P(kg)	315	315
LWI	68.46	71.90
LNSL(kg)	126	126

표-2 기어유의 극압성 시험결과

기어유 2종을 Four-Ball Tester로 극압성을 시험하였다. 그 결과 표-2에서 보는 바와 같이 기어유 A, B 모두 극압성이 315kg로 동일한 극압성을 보여주었으며 부하마모지수(LWI)의 경우 기어유A는 68.46, 기어유B는 71.90으로써 기어유B가 기어유A에 비해 부하마모지수가 우수하였다. 또한 LNSL의 경우에는 다음 그림-1에서와 같이 기어유A, B 모두 126kg으로 동일한 결과를 나타내었다.

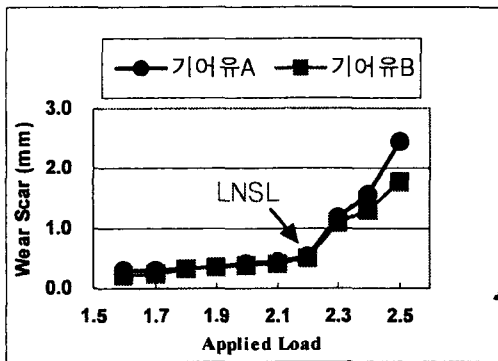


그림-1. A graph of LWI(Load Wear Index)

3-2 Four-Ball Wear Test

기어유 2종을 Four-Ball Tester로 내마모성을 시험하였다. 그 결과 표-3에서 보는 바와 같이 기어유A는 0.41, 기어유B는 0.40으로 유사한 내마모성을 나타내었다.

	기어유A	기어유B
Wear Test(mm)	0.41	0.40

표-3 기어유의 내마모성 시험결과

3-3 Timken Test

기어유 2종을 Timken Tester로 실험한 결과 표-4에서 보는 바와 같이 기어유A는 45lbs, 기어유B는 40lbs로 기어유A가 기어유

B에 비해서 다소 우수한 것으로 나타났다.

	기어유A(lbs)	기어유B(lbs)
Timken Test	45	40

표-4 기어유의 Timken 시험결과

3-4 SRV Test

기어유 2종을 SRV Tester로 실험한 결과 다음 표-5에서와 같이 기어유A는 1000N, 기어유B는 1400N으로 기어유A에 비해서 기어유B가 우수한 것으로 나타났다.

	기어유A	기어유B
SRV Test(N)	1000	1400

표-5 기어유의 SRV 시험결과

다음 그림-3은 SRV Test할 때의 Friction의 변화를 도식적으로 나타낸 것이다.

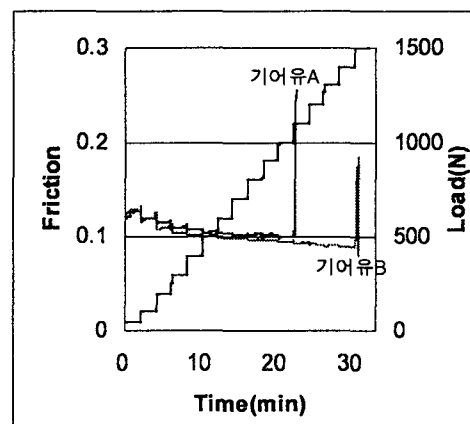


그림-2. A graph of friction during SRV testing

3-5 고찰

기어유 2종의 윤활성을 Four-Ball Tester, Timken Tester, SRV Tester로 시험한 결과를 다음 표-6에 종합적으로 수록하였다

윤활성 실험 결과 Four-Ball Test, Timken Test와 같이 접촉지점의 운동이 Rotation 형태인 실험에서는 두가지 기어유의 윤활성능이 유사한 것으로 보인다. 그러나 접촉지점에서의 운동이 Oscillation(진동) 형태인 SRV Test에서는 기어유A는 1,000N, 기어유B는 1400N으로 윤활성능이 기어유A보다 기어유B가 우수하다는 것이 확연히 구분된다

Test Item		기어유A	기어유B
Four-Ball E.P	EP(kg)	315	315
	LWI	68.46	71.90
	LNSL(kg)	126	126
Four-Ball Wear(mm)		0.41	0.40
Timken(lbs)		45	40
SRV Test EP(N)		1000	1400

표-6 기어유의 윤활성 시험결과 종합

4. 결론

본 실험을 통해서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) Four-Ball E.P값은 거의 유사하나 LWI측면에서는 기어유B가 기어유A에 비해 다소 우수한 것으로 나타나지만 그 차이는 매우 근소하다.
- 2) Timken OK값은 기어유A가 기어유B에 비해 다소 우수한 것으로 측정되지만 그 차이는 매우 근소하다.
- 3) Four-Ball Wear 값은 두 기어유 모두 매우 유사하다.
- 4) SRV Test 결과 기어유B가 기어유A에 비해 우수한 결과를 나타내고 그 차이가 명

확하다.

5) 이상의 결론으로 기어유의 윤활성을 평가하기 위해서는 Four-Ball Tester, Timken Tester만으로는 정확한 평가가 이루어질수가 없고 SRV Tester를 같이 병행해서 사용해야 보다 더 자세하게 윤활성을 측정할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) 한국석유품질검사소, "윤활기술 총론"
- 2) 한국기기유화시험연구원, "윤활관리 핸드북"
- 3) Joseph M.Perez, "Evaluation of Greases Using a Micr-Four-Ball Test" NLGI May. 1999
- 4) Falex Corporation, "Tribology and Petroleum Test Equipment for Over 70 years"
- 5) Mark Alan Adams, "Developing a New Generation of Low Friction Greases with Optial's SRV Test System", NLGI Oct. 2000
- 6) James R. Dickey, "New ASTM and DIN Methods for Measuring Tribological Properties Using the SRV Test Instrument", NLGI
- 7) Wilfried J. Bartz, "Gear Lubricants as Design Elements -A Tool for Gear Designers" NLGI