

國產 GREASE 의 極壓性과 耐摩耗性

韓國科學技術研究所 潤滑劑研究室

文卓珍 · 宋興遠 · 權五寬

(1970. 3. 12 접수)

EP AND WEAR OF SOME KOREAN GREASES

by

Moon, Tak Jin · Song, Heung Won · Kwon, Oh Kwan,

*Korea Institute of Science and Technology,
Lubricants Research, Seoul, Korea*

(Received May 12, 1970)

ABSTRACT

Four-ball EP and wear testers were used to study the effects of thickeners and additives on the EP and wear properties of some Korean greases.

The EP property improved in the order of $Li < Al < Ca$, and the concentration of thickener did not affect the property when the same base oil and additives were used. The anti-wear property was improved in general when the additives were used.

序 論

Grease 의 性能시험이라 하면 稠度(혹은 針入度), 걸보기 粘度, oil 分離 등과 같은 物理的 性質⁽¹⁾을 조사하는 것이 보통이며, 우리나라에서도 이들 性質을 흔히 測定하여 grease 의 性能을 記述하고 있다. 그러나, 실제 grease 들 사용할 때 이런 性質보다도 酸化安定性과 같은 化學的 性質⁽²⁾과 더불어 極壓性, 耐摩耗性의 測定이 더 중요하며 실제 bearing 시험을 못하는 우리나라에

서는 極壓性과 耐摩耗性의 測定은 grease 의 質을 向上하는데 필요한 시험資料를 주는 基礎가 된다.

實 驗

(1) Grease 試料

市販하고 있는 國產 grease 中에서 Li-soap, Al-soap, Ca-soap, 및 asphalt 를 濃稠劑로 各各 使用한 試料(天美產業製品)를 사용하였으며 이들의 基油는 paraffin 油로서 各試料의 特性은

Table 1과 같다.

TABLE 1. Characteristics of Grease Samples

Grease	Base Oil Visc., SUS		Thickener Type	Thickener %	Penetration, Strokes		Drop. pt. °C	Additive
	100° F	210° F			60	100,000		
A-1	905	81	Li	8.0	312	323	186	C, D
A-2	905	81	Li	9.6	274	293	191	C, D
A-3	905	81	Li	12.0	235	262	194	C, D
A-4	905	81	Li	9.6	278	302	190	C, D*
A-5	905	81	Li	9.6	274	293	191	A, C, D
A-6	905	81	Li	9.6	274	293	191	B, C
A-7	905	81	Li	9.6	274	293	191	A, C
A-8	580	65	Li	8.8	275	326	190	None
A-9	580	65	Li	8.8	274	293	191	C
A-10	841	75	Li	9.0	280	318	189	None
B	905	81	Al	11.1	287	317	253	None
C	841	75	Ca	38.9	248		300+	None
D	191	45	Asphalt	56.5			220**	None
F-1	475	58	Li	8-10	275	295	182	***
F-2	530	64	Microgel	5			260+	***
F-3	1100	83	Li	7	289		193	***
F-4***								

* Larger amount of additive than A-5

** Freezing Point

*** Unknown

여기서 사용한 添加劑는 (A) zinc dialkyl dithiophosphate, (B) chloronaphtha xanthate (以上 美國 Monsanto 會社製品) (C) lead naphthenate (美國 Tenneco Chemical 會社製品) (D) chlorinated paraffin (日本 旭電化工業株式會社製品) 들이며 참고 試料로 外國產 grease (F-1 에서 F-4) 도 채택하였고, 특히 F-4 는 소위 美軍用 이라 하는 出處不明의 grease 이며 이들의 性能 도 같이 시험, 비교하였다.

(2) 極壓試驗⁽³⁾

Shell-Four Ball Tester 를 사용하였으며 이의 原理는 Fig 1 과 같이 세 개의 固定球에 한 개

의 回轉球를 올려 놓고 一定한 荷重과 速度로 위의 回轉球를 돌리며 10sec 간격으로 荷重을 증가시켜 세 개의 點接觸部가 高荷重, 高速에 의한 高熱로 鎔接이 될 때까지 증가시킨다. 이 때의 接觸部의 壓力分布는 Fig 2 와 같으며 全荷重을 L , 接觸面에 걸리는 수직荷重을 w , 彈性變型을 考慮한 接觸面의 直徑을 d , 接觸面의 最大壓力를 p_{max} , 單位球當 摩擦力을 f , 마찰계수를 μ 라 하면 다음 관계를 얻는다.

$$w = L / \sqrt{16}, \quad d = 0.0135 \sqrt[3]{w}$$

$$p_{max} = 105 \sqrt[3]{w}, \quad \mu = f/w$$

荷重에 의한 固定球의 接觸部에 생기는 磨損

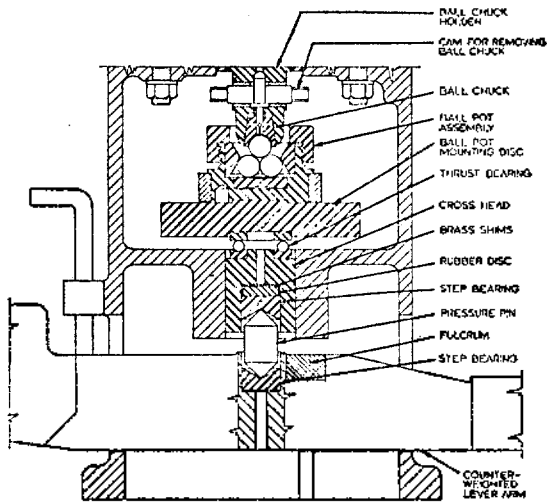


Fig. 1. Sectional View of Four-Ball EP Tester

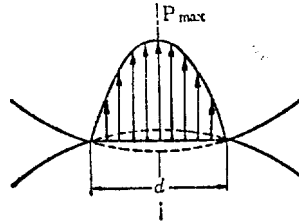


Fig. 2. Pressure Distribution of Ball Contact

(wear scar)의 크기를 현미경으로 測定하여 grease의 極壓性を 決定하였다.

(3) 摩耗試驗⁽⁴⁾

原理는 四球極壓試驗과 꼭 같은 Four-Ball Wear Tester를 사용하였으며 40kg의 荷重 및 1200RPM의 速度로 1時間 시험을 행하고 이때 發生하는 摩損의 크기를 현미경으로 測定하였다.

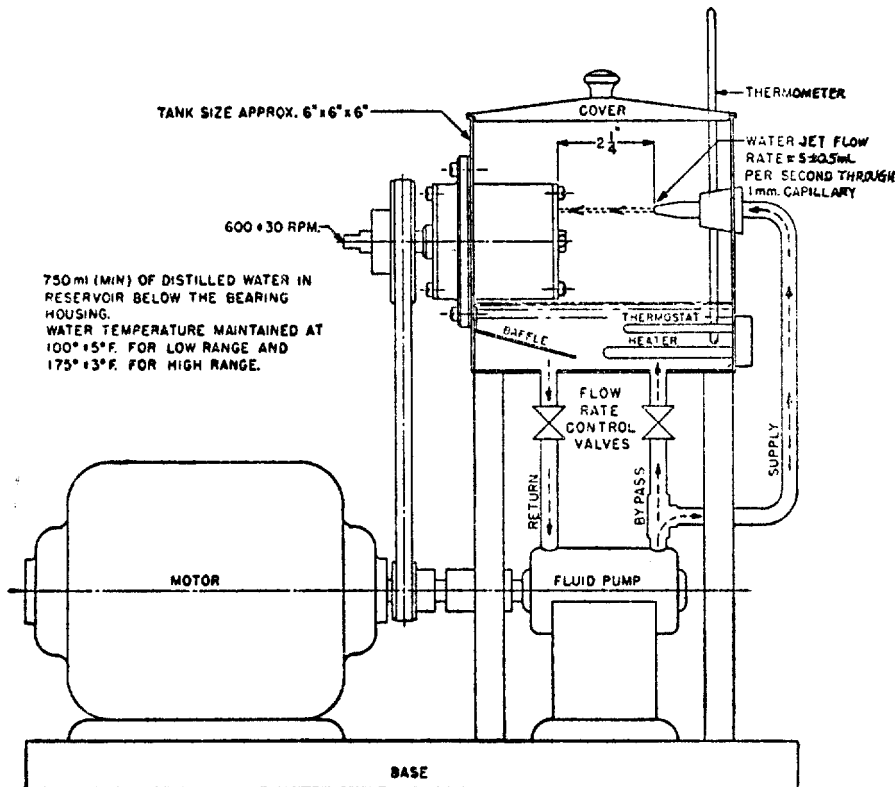


Fig. 3. Water Washout Characteristics of Lubricating Grease Apparatus

사용한 球의 材質은 AISI-C 52100(AFBMA Grade 25)이다.

(4) 其他試驗

여러가지 可能한 試驗中에서도 grease의 耐水試驗⁶⁾을 선택하였고 시험기기는 Fig 3과 같이 試料 grease를 No. 204K Conrad type 8-ball bearing에 充填시킨 후 100°F, 600RPM으로 回轉시키고 물을 1時間 동안 5±0.5ml/sec의 速度로 bearing에 뿌려 준다. 이것이 끝나면 bearing을 꺼내고 170°F에서 16時間 건조시킨 후 grease

의 減量을 測定한다. 여기서는 단 몇 가지의 grease에 대해서만 耐水試驗을 하였고, 酸化安定에 관한 試驗⁶⁾도 참고로 시행하였다.

結果와 考察

添加劑를 加하지 않고 濃稠劑의 種類에 따른 極壓性의 變化는 Table 2와 같으며 濃稠劑가 Li(A-10), Al(B), Ca(C), Asphalt(D)의 順으로 Mean Hertz Load(Corrected Load와 同一)가 增

TABLE 2. Experimental EP Data for Few Greases

L	LDh	Grease A-10		Grease B		Grease C		Grease D	
		X	LDh/X	X	LDh/X	X	LDh/X	X	LDh/X
13	2.67			0.288	9.3				
16	3.52	0.344	10.2	0.308	11.4				
20	4.74	0.372	12.7	0.332	14.3	0.288	16.4		
24	6.05	0.388	15.6	0.376	16.1	0.312	19.4	0.340	17.8
32	8.87	0.432	20.5	0.416	21.3	0.348	25.5	0.432	20.6
40	11.96	0.492	24.3	0.444	27.0	0.380	31.4	0.472	25.4
50	16.10	0.676	23.8	0.464	34.7	0.424	38.0	0.512	31.4
63	21.86	0.840	26.1	0.512	42.6	0.452	48.4	0.584	37.4
80	30.08	2.724	11.1	2.096	14.7	0.532	57.9	0.764	39.4
100	40.50	3.048	13.5	3.108	13.0	0.708	57.2	—	—
126	55.20	3.604	15.3	Weld		0.944	58.6	0.964	57.4
160	75.80	Weld				3.008	25.2	1.960	38.6
200	102.20					Weld		3.336	30.8
250								Weld	
Ave.			17.3		20.5		37.8		33.5

L=Applied Load, Kg

Dh=Hertz Scar Diameter, mm

X=Ave. Scar Diameter, mm

LDh/X=Corrected Load, Kg

加한다. 이것은 滴點의 順序와도 同一한 것이며 Li-grease의 鎔接荷重이 Al-grease보다는 크고 Ca-grease와 비슷한 결과는 Li-grease가 shear에 安定하며 溫度變化에 棼 敏感하기 때문이다⁶⁾. 특히 Asphalt가 含有된 grease의 極壓性이 좋은 것은 이중에 殘留硫黃分이나 炭素分이 있기 때

문이라 생각된다.

일반적으로 oil의 極壓性 등은 粘度의 증가에 따라 증가하지만⁷⁾ 本試驗에서는 濃稠劑 및 添加劑의 含量이 一定치 않아 基油의 影響은 조사하지 못하였다. 同一한 基油 및 添加劑를 갖는 Li-grease는 Table 3에서와 같이 濃稠劑의

濃度는 極壓性 및 耐摩耗性에 큰 영향을 주지 않는다. 결국 同一量의 添加劑가 들어 있기 때문에 基油 혹은 濃稠劑의 영향보다는 添加劑의 영향이 더 큼을 볼 수 있다.

TABLE 3. EP & Wear Properties of Li-Greases

Sample	Thicker %	Welding Load, Kg	Mean Hertz Load, Kg	Ave. Wear Scar Dia., mm
A-1	8.0	160	24.0	0.804
A-2	9.6	126	23.6	0.701
A-3	12.0	160	23.3	0.755

사용한 添加劑의 영향을 비교 실험한 결과는 Table 4와 같다. 試料 grease는 모두 Li-base며 試料 A-2와 A-4를 비교해 보면 極壓添加劑가 多量存在할 때보다 좋은 極壓性を 나타내며 耐摩耗性도 向上됨을 볼 수 있다. 鹽素化 paraffin(D)은 極壓向上劑로 쓰이며 paraffin 直鎖의 가리는 極壓性에 큰 영향을 주지 않으나⁽⁸⁾ 多量存在할 때는 鹽化鐵을 主成分으로 하는 變形力이 약한 얇은 膜을 形成⁽⁹⁾ 함으로 마찰이 적어진다. 그러나 一定量의 lead naphethenate(C)를 加하고 나머지 添加劑의 영향을 알기 위해 試料 A-2, A-6 및 A-7을 각각 비교해 보면 鹽素化 paraffin(D)보다는 chloronaphtha xanthate (B)나 zine dialkyldithiophosphate(A)의 添加

TABLE 4. Effects of Additives

Sample	Additive Type	%	Welding Load, Kg	Mean Hertz Load, Kg	Ave. Wear Scar Dia., mm
A-2	C, D	0.4, 3.0	126	23.6	0.701
A-4	C, D	0.4, 6.0	200	27.4	0.671
A-5	A, C, D	3.0, 0.4, 3.0	250	38.5	—
A-6	B, C	3.0, 0.4	200	30.9	—
A-7	A, C	3.0, 0.4	200	33.0	—

劑가 더 効果의임을 볼 수 있다.

특히 (B)는 鹽素와 硫黃분이 동시에 들어 있는 添加劑로서 鹽化鐵의 被膜뿐만 아니라 黃化鐵의 被膜도 形成되므로 極壓性이 높아진다. xanthate 中の S=C-S는 一般 二黃化物의 -S-S- 혹은 allylic 二黃化物의 -C=C-C-S₂-⁽¹⁰⁾와 거의 같은 機構를 가지고 金屬表面과 作用한다고 생각된다. 한편 (A)는 極壓向上劑보다는 酸化防止劑로서 많이 쓰이는 添加劑이며, 磷酸이 함유되어 있기 때문에 極壓性を 向上시키며 化合物中の 硫黃分도 또한 極壓性を 向上시키는데 도움을 준다. 試料 A-7에서 Hertz 荷重이 높은 것은 이 이유 때문이다. 이 物質은 酸化防止劑로서도 쓰이기⁽¹¹⁾ 때문에 多目的用으로 좋은 添加劑가 된다. 특히 試料 A-5는 (A), (C), (D)의 세 가지 添加劑가 모두 加해졌기 때문에 極壓性

이 가장 높음을 볼 수 있다. 그러나, 鎔接荷重이 150kg 이상이 되면 必要 이상의 添加劑의 사용은 무의미하다.

試料 F-1, F-2, 및 F-3은 外國產 grease로서 이와 비등한 國產 grease는 試料 A-2이다. 모두가 다 Li-base이며 NLGI#2에 해당하는 稠度를 갖는다. (但 試料 F-2는 microgel이 濃度劑로 쓰임) 이들 grease의 極壓性과 耐摩耗性を 비교해 보면 Table 5와 같다. 여기서 試料 F-4는 소위 美軍用이라는 出處不明의 試料이며 極壓性, 耐摩耗性이 좋지 않음과 동시에 耐水性도 좋지 않다. (Table 6 참조) 外國產 grease와 國產 grease의 耐摩耗성은 거의 비등한 값을 주며 極壓성은 國產 grease의 Hertz 荷重이 더 큼을 볼 수 있다. 耐水性은 Table 6에서 보는 바와 같이 國產 grease보다는 外國產 grease가 더 좋

TABLE 5. Comparison of A-2 and Foreign Products

Sample	Welding Load, Kg	Mean Hertz Load, Kg	Ave Wear Scar Dia., mm
A-2	126	23.6	0.701
F-1	160	18.6	0.763
F-2	160	23.3	1.032
F-3	126	13.8	0.700
F-4	126	13.8	0.964

TABLE 6. Water-Washout Test of A-2 and Foreign Products

Sample	Wt. % Loss
A-2	4.8
F-1	1.0
F-2	1.5
F-3	2.5
F-4	6.8

고雨天에도 잘 씻기지 않으므로 國產보다는 外國產 grease를 더 찾게 된다.

結 論

國產 grease의 極壓성과 耐摩耗성은 濃稠劑의 種

類와 이의 濃度에 약간 關係되나 주로 사용한 添加劑의 種類와 量에 關係된다. 특히, 酸化防止와 極壓向上의 二重目的을 갖는 zinc dialkyldithiophosphate는 널리 쓰여지는 添加劑의 하나다. 이들 性能을 外國產 grease와 비교할 때 크게 差異나는 것이 없고 다만 耐水性이 劣等하다는 短點이 있으나 그리 큰 문제는 아니라고 생각된다.

參 考 文 獻

- 1) ASTM D 217, 566, 972, 1092, 1264, 1742
- 2) *ibid.* D 942, 1743
- 3) *ibid.* D 2596
- 4) *ibid.* D 2266
- 5) *ibid.* D 1264
- 6) T. A. Maxwell, *Inst. Spokesman*, 6, 8 (1942)
- 7) G. S. Bright and J. H. Greene, *NLGI Spokesman*, 26, 294 (1962)
- 8) G. Spengler and K. A. Schmid, *Schmieretechnik*, 2, 5 (1955)
- 9) J. J. McKetta, *Advances in Petroleum Chemistry and Refining*, vol. VII, Chapter 1, Interscience, New York, 1963
- 10) K. G. Allum and J. F. Ford, *J. Inst. Petrol.*, 51, 145 (1965)
- 11) J. F. Ford, *ibid.*, 54, 199 (1968)