

초청강연

特殊潤滑劑의 現況과 展望

TAKAMASA SUGAZAWA 代表理事

(日本 STT 株式會社)

1.서론

20여년전 본인은 당시 한국 16곳의 화력발전소 전부에 특수윤활제를 홍보할 목적으로 2주간의 순회강연을 한 경험이 있습니다. 당시는 계엄령 하에 공업이 급신장하기 시작하던 시기로서 전력이 아무리 있어도 부족해서 등화규제까지도 시행되고 있었습니다. 16곳 모두의 발전소가 완전 가동상태로써 정지되는 것은 절대로 발생해서는 안 될 일이었습니다. 그러한 이유로 거기에 특수윤활제를 사용함으로써 기기 부품의 수명연장을 꾀할 수 있지 않을까 하는 생각이 홍보를 추진하게된 이유였습니다.

강연은 오전 한 곳, 오후 한 곳을 할 수 있을 정도로 그 사이 이동거리가 짧은 곳도 두 곳 정도 있었습니다. 그렇지만 발전소기 때문에 대부분 수백 km정도 떨어져 있어 도중에 동행한 홍콩담당자(당시 본인이 근무하고 있던 회사는 한국담당 홍콩사무소였다.)가 『헬리콥터를 준비 하십시오』라고 하던 것도 지금은 아름다운 추억입니다. 당시는 일본인이 가장 열심히 일 하던 시기로서 한국도 일본을 따라가기 위해 열심히 일할 때 였습니다. 그 당시 본인 또한 조금도 싫어하지 않고 열심히 일해왔습니다.

당시 발전소는 장치도 오래된 것이 많고, 본래 수리하거나 부품을 새것으로 교환하지 않으면 안 되는 것도 많았지만 발전소를 세워두는 것이 어려운 상태였습니다. 거기에 이황화 물리브덴계 paste나 grease가 절대적인 효과를 발휘하였습니다. 이러한 것들을 사용함으로써 조금 무리는 갈지라도 가동시킬 수가 있었습니다. 당시 함께 순회했던 우리들의 대리점이었던 회사가 그 후 매상이 급격히 증가해서 대발전의 기초를 구축하게 되는 데는 수년이 걸렸습니다. 또 최근 자동차가 기간산업이 된 것은 일본도 마찬가지지만 자동차 메이커뿐만 아니라 부품 메이커도 1차, 2차, 3차 하청으로 일본의 구조와 유사하지만 기술적 향상은 눈부실 정도입니다. 자동차 메이커를 포함해 이들 각 회사의 홍보강연이나 방문도 이미 수 십회에 이릅니다.

2. 특수윤활제의 종류

20세기 윤활의 주역은 광유, 그리고 광유를 베이스로 하는 각종 그리스인 것은 만인이 인정하는 것입니다. 가격, 안정된 공급, 윤활특성, 독성이 작아지는 등을 고려하면 21세기에도 석유가 고갈 될 때까지 주역으로 이어지리라고 생각합니다.

그러나 최근 광유계 윤활제가 사용되지 못하는 사용환경조건이 증가해서 특수윤활제의 수요는 계속 늘어나고 있는 추세입니다.

특수윤활제는 광유계윤활제로서는 대신 할 수 있는 것이 없습니다. 어디까지나 광유계윤활제가 여러 가지 조건때문에 사용될 수 없을 때에 대신 사용될 수밖에 없는 윤활제로 자리매김하고 있습니다. 그리고 그 수요는 계속 성장해오고 있습니다.

- | | |
|-----------|-----------------|
| (OVERHEAD | ①특수윤활제의 적용례 |
| 2-1-1 | ②Stribeck-Curve |
| | ③특수윤활제의 주원료) |

2.1 원재료

오일	광유	식물류	
	합성유	실리콘	폴리알킬렌글리콜
	α -올레핀	에스테르유	
	PTFE	PFPE 등	

2-1-2 고체윤활제

a) 층상격자구조물질

- | | | |
|-------------|-------------------------------------|---|
| 1) 황화물(유화물) | <u>MoS₂</u> | <u>WS₂</u> (IV족~VII족) |
| 2) 세렌화물 | 테루루화물 | WSe MoSe ₂ NbSe ₂ 등 |
| 3) 불화물 | <u>(CF_x)_n</u> | |
| 4) 할로겐화물 | Cd Cl ₂ | |
| 5) 단체 | <u>흑연</u> | |
| 6) 붕화물 | <u>BN</u> | |
| 7) 산화물 | <u>윤모</u> | <u>Sb₂O₃</u> |
| 8) 유기물 | 프탈로시아닌 | |

b) 비층상무기물

- | | |
|--------------|--|
| c) 금속박막 | Au, Ag, <u>Cu</u> , <u>Pb</u> , Zn, <u>Ni</u> , Ti |
| d) 플라스틱 | <u>PTFE</u> , 고분자 폴리에틸렌 |
| e) 화성피막, 화합물 | <u>인화합물</u> , <u>유기몰리브덴</u> , 지방산, 왁스 |

2-2 제품형태 (④ 특수윤활제의 제품형태)

2-2-1 Paste

2-2-2 Dry-Coat

2-2-3 Grease

2-2-4 Oil(Dispersion)

Paste와 Dry-Coat는 주윤활을 고체윤활로서 행하므로 고체윤활제의 함유량이 많은 제품으로 되어 있습니다. 한편 Grease와 Oil의 주윤활은 어디까지나 오일으로써 고체윤활제는 오일을 보강하는 목적으로 쓰여지고 있으며 고체윤활제의 함유량이 작은 것이 특징입니다.

3. 특수윤활제의 응용(Application)

옛날부터 특수윤활제는 불황에 강하다고 일컬어져 오고 있습니다. 범용윤활제에 비해서 5배에서 15배정도 가격이 높아서 반드시 사용되어야 할 곳에만 사용되기 때문에 불황이라도 사용될 수밖에 없는 것이 그 요인이 아닌가 하고 생각됩니다. 그러나 오늘날의 일본은 불황으로 긴 신화가 깨지고 일제히 내려가고 있는 것이 현실입니다. 한가지, Dry-Coat만은 제외됩니다. Dry-Coat는 20년간 세계에서 공통되게 성장해 오고 있습니다. 그것은 신규용도개발이 효과를 발휘한 것으로 생각됩니다. 따라서 이제는 가능하면 드라이코트 응용에 대해 시간을 쓰고자 합니다.

3-1. Paste(Paste, Grease, Oil의 응용(Application))

Paste는 조립용, 초기길들이기용, 또 Maintenance용으로 옛날에는 철강, 조선, 섬유, 철도,

최근에는 자동차용으로 사용되어 오고 있습니다. 특히 자동차 전동기는 저속고하중(低速高荷重)이 걸리는 곳으로 거기에 Paste의 위력이 발휘되고 있습니다. 또, 토지정비용 삭암기(削岩機)용으로도 많이 사용되고 있습니다. Maintenance용이 가장 많이 쓰이고 있지만 이미 그 증가량은 바람직하지 않게도 답보상태에 이르렀습니다.

3-2 Grease

광유베이스에 고체윤활제를 포함하는 Grease는 대형 그리스 메이커가 전 제품 중에 포함되어 있습니다. 그리고 이미 특수한 것이 아닌 상황이지만 고무, 플라스틱용 합성유 베이스의 그리스는 차장 경기가 좋아지면 계속 증가할 것으로 생각됩니다. 특수윤활제 그리스로서는 실리콘 그리스가 가장 많지만, 이미 답보상태입니다. PFPE그리스는 현재 세계에서 가장 고가인 그리스이지만 성장을 계속 하고 있기 때문에, 이후에도 계속해서 증가할 것으로 생각됩니다.

3-3 Oil(Dispersion)

소성가공(열간, 냉간단조)에 있어서 Graphite dispersion이 가장 많이 사용되고 있지만, 색이 검어서 공장이 시커멓게 더러워지는 것으로 효율은 20%정도 떨어지므로 백색계통의 것이 좋다고 하여 유럽에서는 백색계로 바뀌어질 것 같습니다. MoS₂계통의 dispersion은 광유계 기어유에 10%정도 첨가하여 Pitting방지용으로서 시멘트, 제지kiln등에 사용되고 있습니다. 한 때, 자동차 엔진오일 첨가제로서 STP(점도지수향제)가 사용되어 왔으나 현재는 자동차 애호가들만이 STP를 사용하고 있는 실정입니다.

3-4 드라이코트의 응용

3-4-1 드라이코트의 종류와 사용방법

드라이코트는 여러 가지 특수조건하에서 사용 되어야 할 조합으로 되어 있기 때문에 사용범위가 좁습니다. 따라서, 사용목적에 맞게 최적의 제품을 최적의 방법으로 코팅하지 않으면 안됩니다.

① 드라이 코트 선정의 요점이 되는 시점(視點)(⑥오버헤드 ⑥-1, -2, -3, 막압, 면조도, 하중과 수명)

a. 드라이 코트의 구성물

- * 바인더의 종류
- * 고체윤활제와 바인더의 구성 비율
- * 페인트 막의 두께

b. 드라이코트가 도포된 표면의 기본적인 성상

- * 면조도
- * 표면경도
- * 표면의 청정도

c. 드라이코트의 사용조건

- * 하중
- * 온도
- * 기압(상압, 진공, 가압 등)
- * 환경
- * 섭동(攝動)(일방향, 왕복동 등)

* 기타 (그리스와 기름과의 병용, 방청성 등)

선정자가 건성피막윤활제에 사용되고 있는 바인더와 고체윤활제의 성상을 알고 있다면 선택은 보다 정확하게 될 것입니다. 그러나, 사용자가 ①에 대하여 알고 있는 것은 노하우의 부분도 있기 때문에 다소 제한될 수 있을지도 모릅니다

② 드라이코트의 처리순서(오버헤드⑦)

일반적으로 도장의 일종이며 피도포물의 표면에 기름 등이 부착되어 있으면 밀착성의 저하 등을 일으키기 때문에 코팅하기 전의 전처리는 드라이 코트가 가진 특성을 충분히 발휘시키는 것에 덧붙여 대단히 중요한 포인트가 됩니다. 또한 코팅막이 얇기 때문에 녹 등도 큰 영향을 미칩니다. 특히, 금속에 있어서는 화성처리나 산화처리를 하면 밀착성, 내구수명 등이 늘어나기 때문에 비용이 허용된 범위에서 행해질 수 있습니다. 더욱이 부품에 따라서는 담금질, 뜨임 등의 문제로부터 가열경화 타입까지 180℃ 이상으로 올리지 않는다거나 화성처리는 수소 취성의 문제를 고려한다거나 하는 부대조건에 주의할 필요가 있습니다.

3-4-2 응용

① 이음(異音)방지

- * 자동차용 glass guide
- * 자동차용 door의 결합부품(나일론)
- * 자동차용 3각창, hinge link pin

② 고 마이크로 드라이코트

드라이코트의 용도 개발은 지금까지는 마찰은 낮고, 마모도 낮은 방향으로 행해져 왔습니다. 그러나 마모는 있어서는 안 되지만 마찰은 어느 정도 있는 편이 좋고 또 비상시에는 높은 것이 좋은 사용환경이 늘어나고 있습니다.

- * 자동차용 LSD(Limited Slip Differential)
- * 나사(자동차용 엔진헤드볼트)

③ 방청과 윤활

- * 시트벨트 부품

④ 고무용

- * 벨로 후랍
- * Wind Regulator용 모터 댐퍼

4. 특수윤활제의 장래

특수윤활제는 범용윤활제에 비해 가혹한 조건하에서 사용되기 때문에 원재료나 첨가물중에 생물이나 환경에 좋지 못한 것이 있습니다. 게다가 앞으로 유익하지 않을 것 같은 물질이 사용되고 있는 제품도 있습니다. 제품의 특징을 현재와 동등하게 유지하면서 사람과 지구환경에 좋은 물질을 선정하는 것은 현재로서는 대단히 어려운 것이라고 생각합니다.

프레온을 사용 금지할 때는 냉동, 공조기재의 윤활이 문제가 되었지만 납화합물, 소계윤활에는 대체하기가 어렵게 되었습니다. 2001년에는 6가 크롬의 규제로서 방청윤활이 문제가 될 것입니다. 또 드라이 코트에서는 결국 용제의 규제로 수용성 드라이 코트가 주목을 받게 될 것입니다. 현재로서는 20~30%의 특성이 하락하는데, 미국에서는 그래도 좋다고 말하지만 일본에서는 아직 좋다고 말하지 않습니다. 그러저럭 당분간은 인간과 지구에 용이한 윤활제의 개발에 노력을 경주하게 될 것 같습니다.

결론

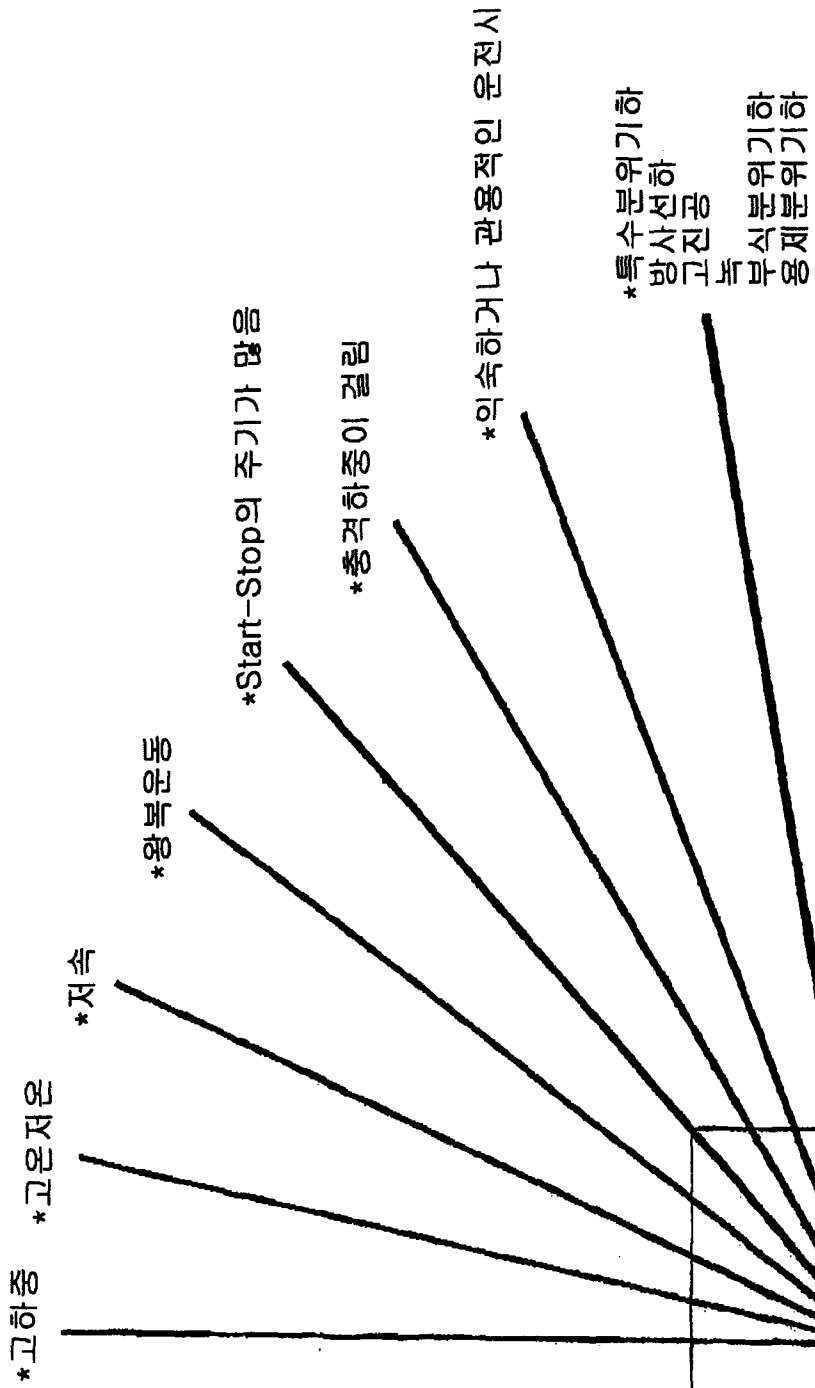
서론에서 말씀 드린 바와 같이 지난 10년 동안 수십 회에 걸쳐 여러 회사를 방문하여 인사 하였습니다. 이러한 방문에서 언제나 강하게 느끼는 것은 일본의 응용 예와 사용법에 지나치게 신경을 쓰고 있는 것 같습니다. 기분은 잘 이해합니다만, 특수윤활제, 특히 고체윤활제는 잘 아시는 바와 같이 사용범위가 좁고, 금속, 고무, 플라스틱 등에 사용되고 있으므로 그 재질, 표면경도, 조도, 하중, 미끄럼속도, 환경조건 등이 조금만 달라도 결과가 좋지 않은 경우가 있습니다.

현재는 모든 부품을 봐도 일본과 동등하게 되고 있다고 생각합니다. 부품에 따라서는 세계 최고의 것도 수 없이 많고, 따라서 특수윤활제의 사용은 완전히 동일하게 양호한 경우가 많을지도 모르겠습니다만, 다른 타입을 사용하는 편이 좋은 결과를 가져오는 경우도 있을 것으로 생각합니다. 저는 여러분들과의 만남이 처음이지만 매우 열심히 연구하시는 분이 많은 것 같습니다. 일본을 추월한다고 하는 강한 의지가 보입니다만 일본과 같은 길을 걷는 것은 쉽습니다. '쉬우면 고생이 있다'라는 말도 있습니다. 특수윤활제에도 여러 가지 타입이 있으므로 그 사용 방법에 대한 연구를 미리미리 하고 약간의 시도를 해봄으로써 좋은 시기를 맞이하지 않을까 생각합니다.

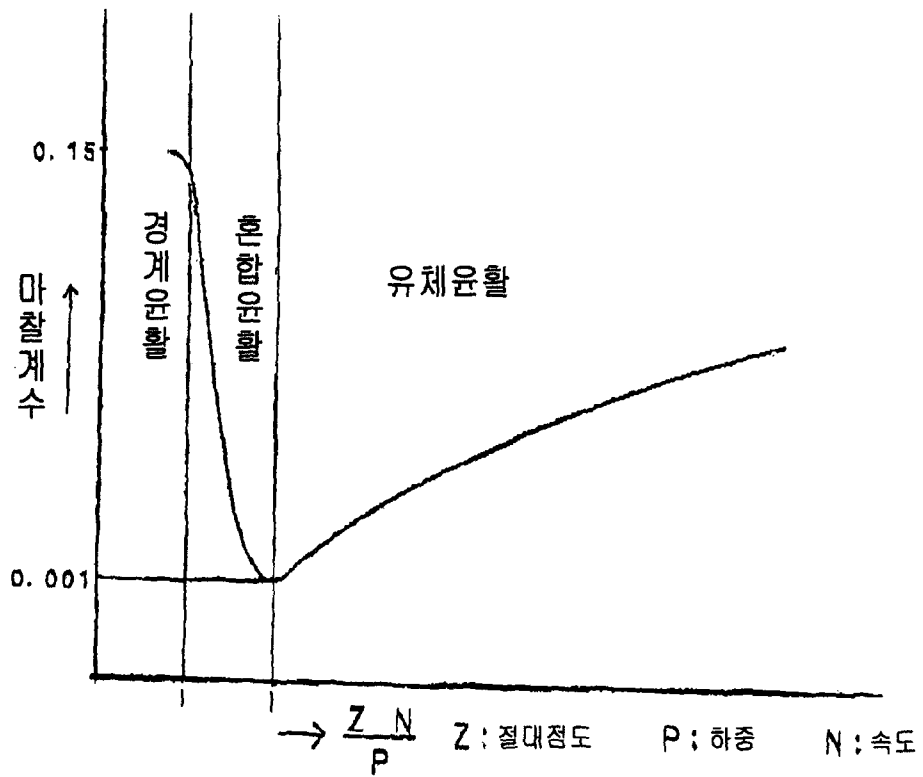
결국 한국에서의 수요는 지금부터 더욱 대폭적으로 성장할 것을 저는 확신합니다. 금일 본인에게 발표의 기회를 주신 학회에 감사를 드리며 이만 마칠까 합니다. 감사합니다.

OVERHEAD①

특수요활제의 사용예



STRIBECK CURVE



OVERHEAD③

특수윤활제의 주요 원료

오일	광유	식물류	
	합성유	실리콘	폴리알킬렌글리콜
	α -올레핀	에스테르유	
	PTFE	PFPE 등	

2-1-2 고체윤활제

a) 층상격자구조물질

- | | | |
|-------------|-------------------------------------|---|
| 1) 황화물(유화물) | <u>MoS₂</u> | <u>WS₂</u> (IV족~VII족) |
| 2) 세렌화물 | 테루루화물 | WSe MoSe ₂ NbSe ₂ 등 |
| 3) 불화물 | <u>(CF_x)_n</u> | |
| 4) 할로젠화물 | Cd Cl ₂ | |
| 5) 단체 | <u>흑연</u> | |
| 6) 붕화물 | <u>BN</u> | |
| 7) 산화물 | <u>윤모</u> | <u>Sb₂O₃</u> |
| 8) 유기물 | 프탈로시아닌 | |

b) 비층상무기물

c) 금속박막 Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Ni, Ti

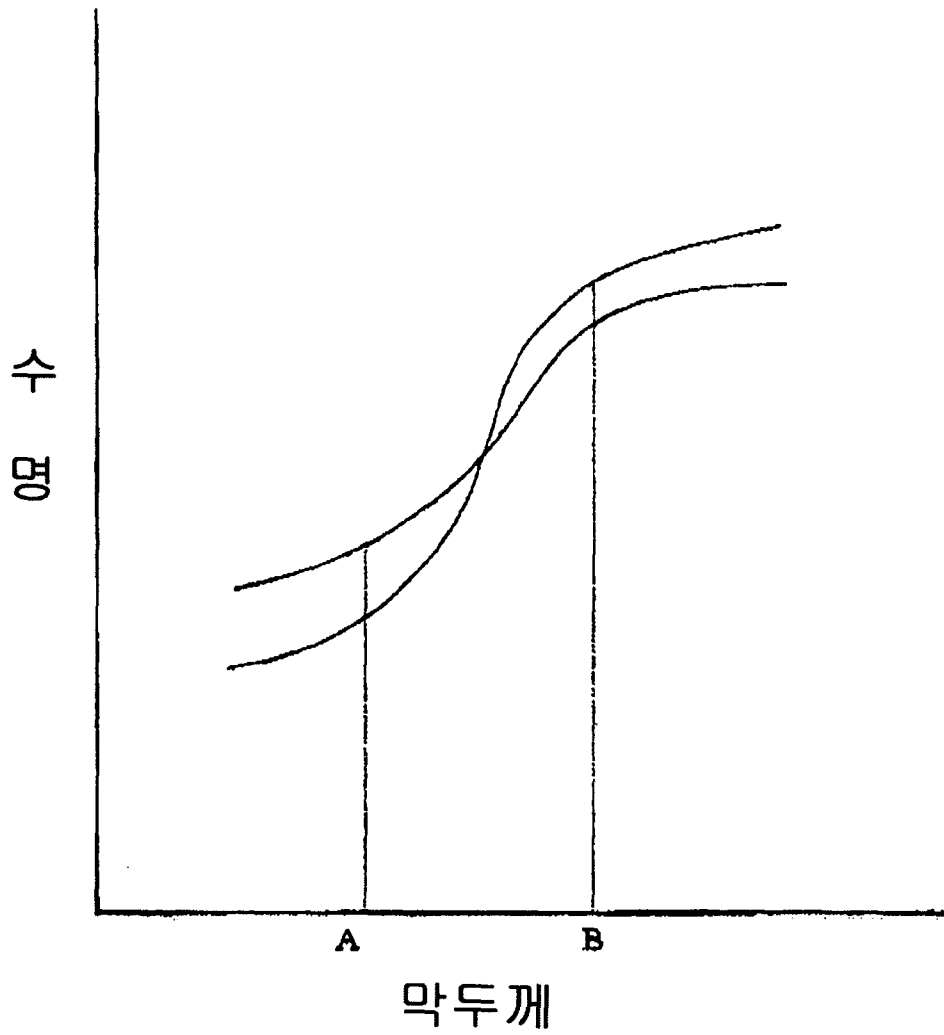
d) 플라스틱 PTFE, 고분자 폴리에틸렌

e) 화성피막, 화합물 인산화합물, 유기물리브덴, 지방산, 왁스

고체윤활제의 Type

<u>POWDER</u>	<u>PASTE</u>	<u>DRYCOAT</u>	<u>GREASE</u>	<u>DISPERSION</u>
Solid Lub. 100%	SL 多 +	SL 多 +	OIL +	OIL +
MoS2	OIL 광유	바인더 솔벤트	증조제 +	SL 少
GRAPHITE	합성유 SL	바인더	SL 少 증조제	주)안정성
MoS2				
GRAPHITE	금속 금속산화물 인산화합물 유기물리브덴 etc.	유기-상온건조형 열경화형 무기-상온건조형 열경화형	유기석 벤톤	

VI. 수명과 막두께



OVERHEAD⑥

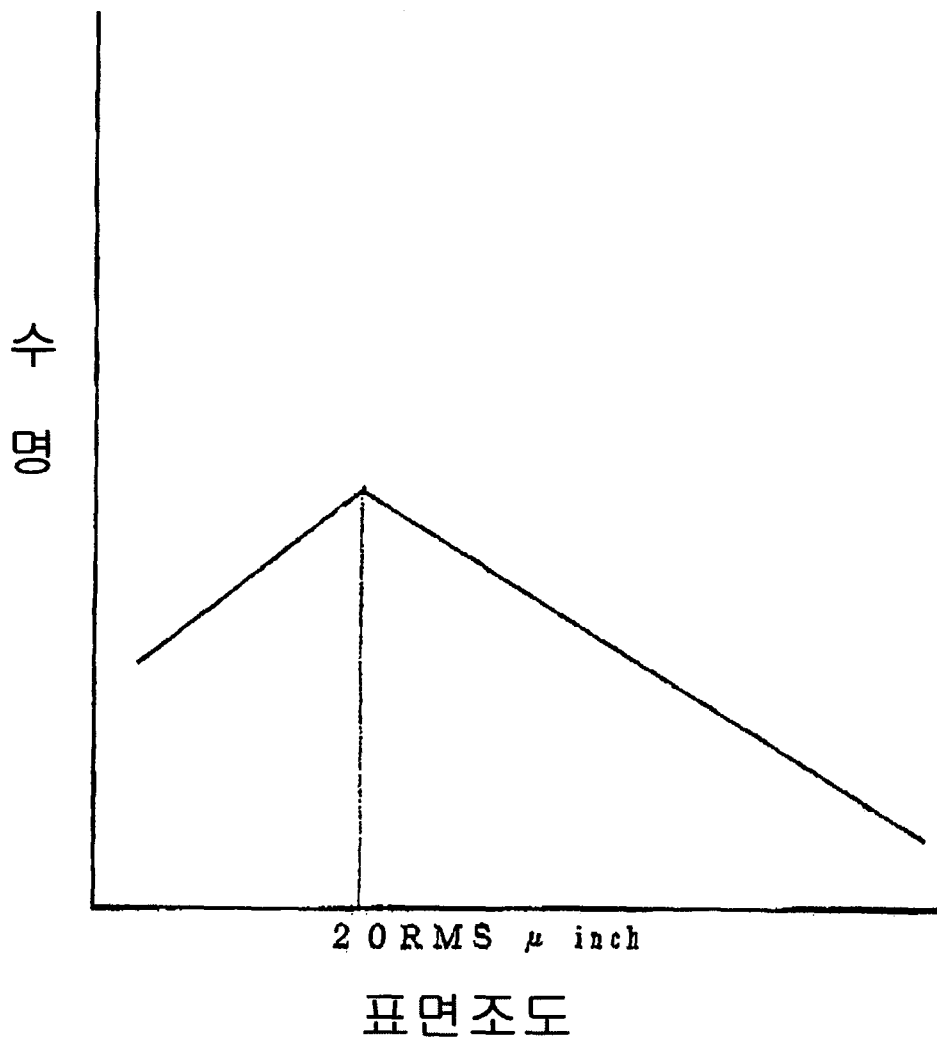
I. 드라이코트의 선정기준

- ① 드라이코트의 구성물
 - a. 바인더의 종류
 - b. 고체윤활제와 바인더의 구성 비율
 - c. 도막의 두께

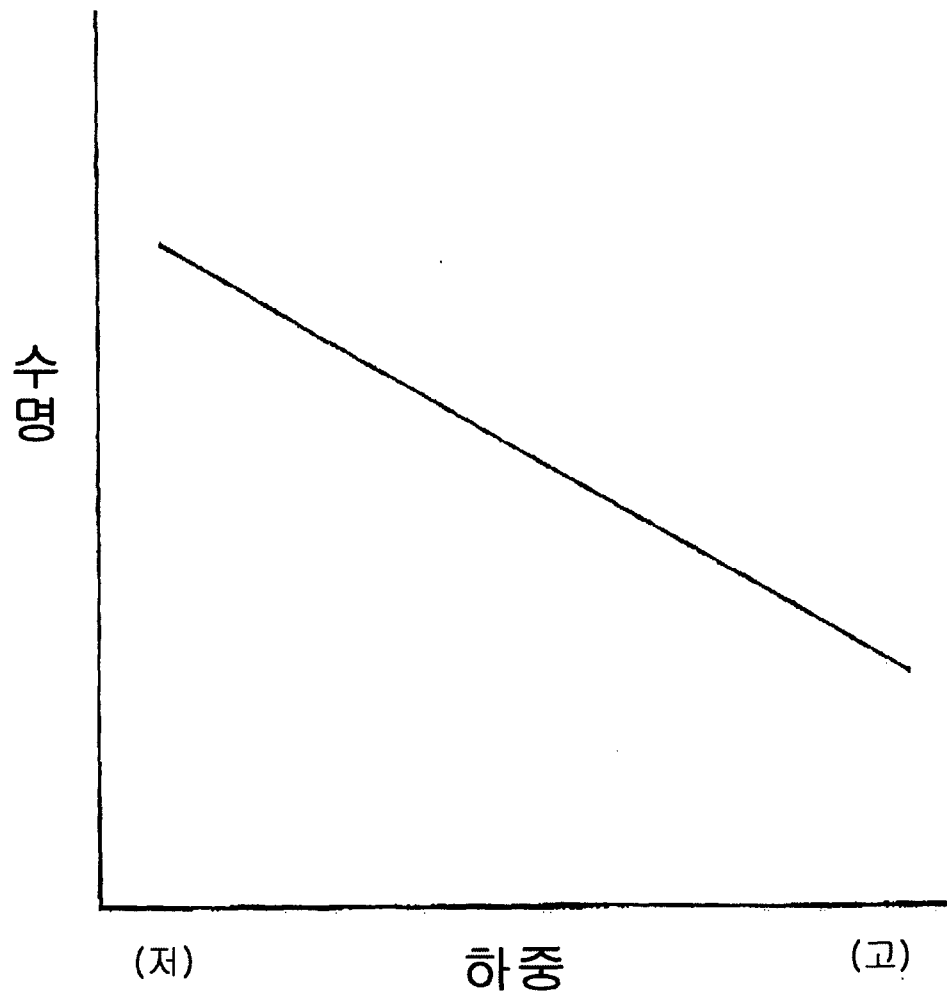
- ② 드라이코트가 도포되는 표면의 기본적 성상
 - a. 면조도
 - b. 표면경도
 - c. 표면의 청정도

- ③ 드라이코트의 사용조건
 - a. 하중
 - b. 온도
 - c. 기압(상압, 진공, 가압 등)
 - d. 환경
 - e. 섭동(일방향, 왕복동 등)
 - f. 기타 (그리스와 기름과의 병용, 방청성 등)

V. 수명과 표면조도



VII. 수명과 하중



IV. 드라이코트의 처리순서

