

潤滑研究



증기터빈用 難燃油

高麗大學校 材料工學科
教授 文 卓 珍

工業用 油壓장치등에 難燃油를 사용하고 있음은 오래된 일이지만 증기터빈에도 이러한 潤滑油를 사용하게 된 것은 터빈의 高速化, 高荷重化에 의한 電動制御의 必然性에 의한 것이라 하겠다. 특히 高壓을 요하는 시스템과 高温을 요하는 증기源의 必然性은 포장材料, 실(Seal) 材料, 가스켓(gasket), 페인트의 선택에도 制限이 따르게 되어 難燃油의 사용은 이들 材料와의 物性과도 크게 영향을 받게 되었다. 操業조건에 따라 인산에스텔이나 염화탄화수소계의 潤滑油를

쓰는데 이들 難燃油는 熱傳達, 酸化 및 熱安定性, 발포성, 毒性, 潤滑性등을 고려할 때 적합한 것으로 발표되어 있다. (1, 2, 3, 4) 증기 터빈에 사용하려면 低溫度-粘性이 좋아야 하고 防鏽性이 좋아야 하는데 캐스터빈이나 보일러注入펌프등에도 사용된다고 한다. (5, 6) 여기서는 인산에스텔과 염화탄화수소계의 難燃油를 쓸때 일어나는 몇가지 문제점들을 小考해 보기로 한다.

이를 이해하려면 먼저 油壓裝置에 관한 것을 살펴 볼 필요가 있다. 그림 1 과 같이 油貯藏장

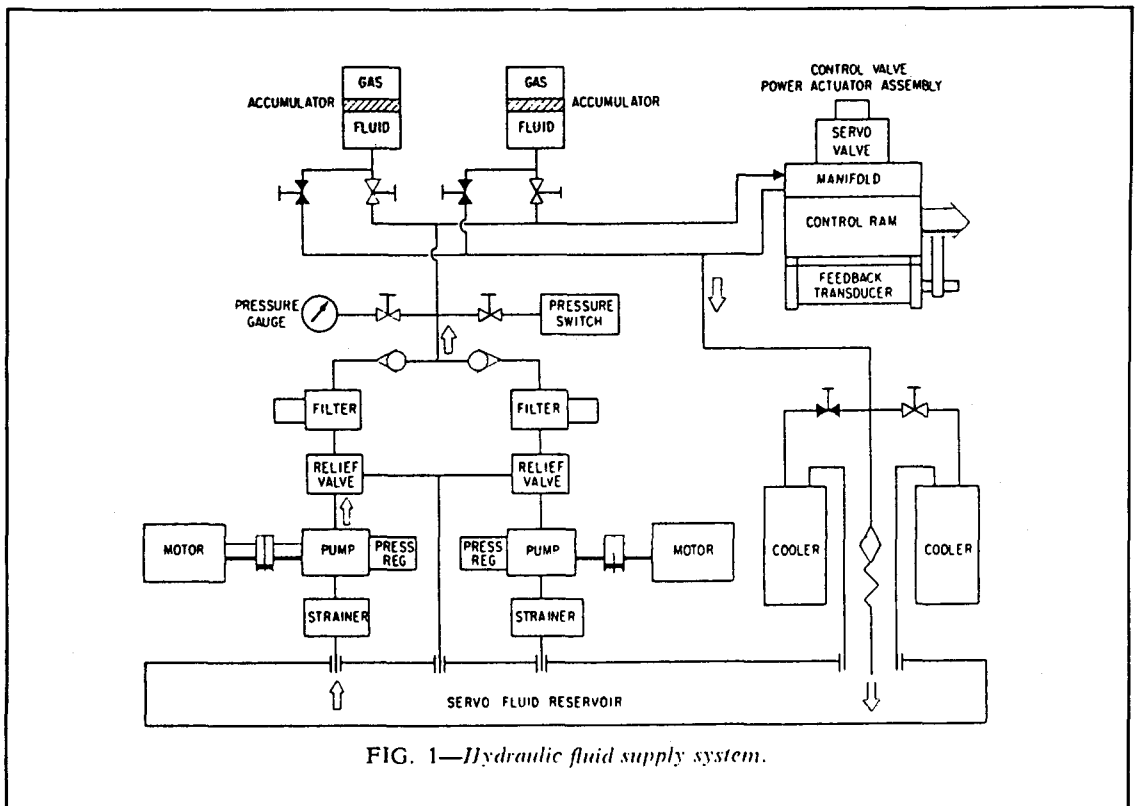


FIG. 1—Hydraulic fluid supply system.

치를 비롯하여 각각 독립적이면서도 平行인 펌핑시스템이 2개 있고, 濾過장치 緩衝장치, 冷却장치등으로 구성된 것이 보편적이다. 컴퓨터의 電氣시그널에 의해 油壓램(ram)에서 부터 또는 油壓램으로 油壓油를 조절하는 補助밸브(Servovalve)에 油壓油를 보내게 한다. 램은 터빈조절밸브를 조작하게 되는 것이다.

油壓油는 먼저 吸引濾過器를 통하여 펌프에 들어오고 변칙피스톤의 압력으로 開放밸브에 보내진 다음 병렬로 연결된 2개의 濾過器에 보내진다. 調査밸브를 거친 다음 多岐管을 통하여 터빈의 油壓 장치에 들어오게 된다. 油壓油는 冷

却장치를 거쳐 貯藏장치로 되 돌아간다.

염화탄화수소계 難燃油의 문제점

보편적으로 쓰이는 難燃油壓油들의 물리적 성질은 표1 과 같고 油壓裝置가 탄소강으로 되어 있을 때 이것이 염화탄화수소계의 油壓油와 반응하여 담갈색의 Stain 이 생길 수 있으나 큰 문제는 되지 않는다. 장치가 野外에 설치되었을 때는 온도강하에 의한 流体의 점성도증가로 補助밸브의 반응이 나빠지는 경향이 있으나 이러한 문제는 送油管등을 保温시키므로서 쉽게 해결할 수 있는 것이다. 溫度조절이 잘 안되었을 때 그

TABLE 1--Physical properties of fire resistant fluids evaluated.

Property	Petroleum Turbine Oil	Chlorinated Hydrocarbon Type	Phosphate Ester Type
Specific gravity 60/60 F.....	0.880	1.40	1.14
Viscosity, SUS			
@ 40 F.....	1 150	14 800	4 000
@ 100 F.....	155	159	220
@ 210 F.....	42.0	36.6	42.0
Flash point, deg F.....	425	400	455
Fire point, deg F.....	440	660	665
Auto-ignition, deg F.....	700	>1 250	>1 200
Neutralization number, mg KOH/g.....	0.10	0.05	0.05
Rust and oxidation inhibitors..	yes	no	no
Water, volume %.....	nil	0.03 to 0.05	0.03 to 0.05

리고 나쁜 가스켓素材를 사용했을 때 스러지나 不純物의 粒子들이 생겨 날 수 있고 補助밸브에서 스푼(Spool) 과 브러싱(brushing) 사이가 좁아 이들 不純物에 의해 막히는 경우가 생긴다.

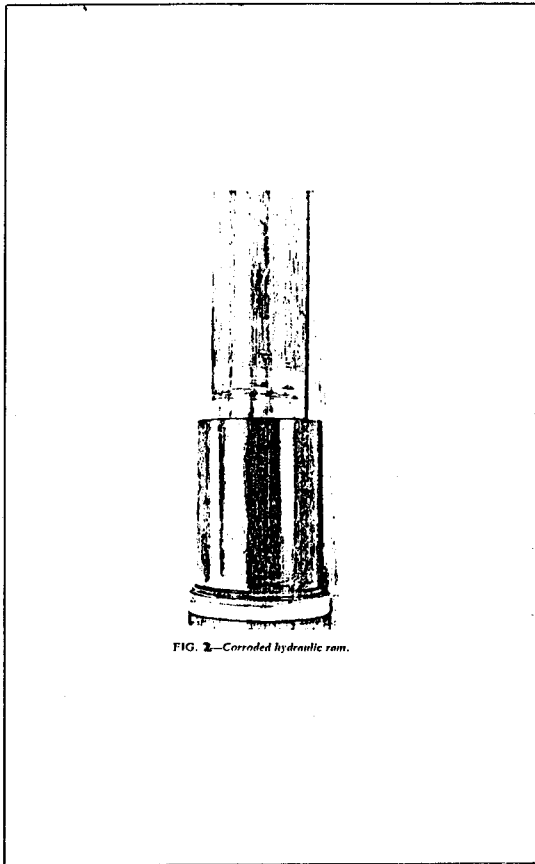
처음 사용할 때의 油壓油의 純度도 매우 중요하다. 일반적으로 허용되는 粒子의 分布는 다음과 같다. (표 2)

Maximum Number of Particles Allowed Per 100 ml of Fluid

1 to 5 μm.....	200 000
6 to 20 μm.....	7 000
21 to 60 μm.....	1 000
+60 μm.....	250

TABLE2--The size distribution of contamination particles in field fluid samples

다음에 심각한 문제로는 補助밸브가 부식에 의해 붙어버린다는 문제이다. 그 단계의 스플이피스톤에서 油壓으로도 움직이지 않게 된다. 따라서 터빈을 조정할 수 없게 된다. 녹이 쓰는 곳은 補助밸브뿐만 아니라 炭素鋼의 油槽와 기타 여러 部品에서도 일어난다. 램과 펌프의 部品도 부식을 한다. 그림 2는 부식된 램의 사진이다. 최근에는 炭素鋼을 쓰지 않고 AISI 304 Stainless 鋼을 사용하고 있다.



補助밸브내부쪽에 생기는 비교적 均一한 갈색 코팅은 水和酸化鐵($\beta\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)이며 이로 인하여 밸브의 붙어버림이 생기는 것이다. 油壓油로 사용하는 동안 暗色으로 변하나 油壓油의 化學組成이나 物性이 크게 변하는 것은 아니고 아주 微細한 粒子들이 생기기 때문이다. 濾過장치로는 이들을 깨끗히 除去할 수는 없으며 X-線回折分析에 의하면 이들 粒子들도 酸化鐵임을 알 수 있다. 이 문제를 해결하려면 첫째 濾過機

의 濾過紙를 金屬濾過膜으로 바꾸어야 하고 둘째 油壓油槽에 공기전전기를 설치해야 한다. 공장에서 생길 수 있는 酸性깨스나 습기를 흡수하기 때문이다.

염화탄화수소계 難燃油는 염소가 함유되고 있기 때문에 화학반응성이 생각보다 크며 부식이나 밸브가 붙어 버리는 결과의 원인은 염소에 있다고 볼 수 있다.⁽⁷⁾ 油壓장치를 가동하면 기계적 전단작용, 혹은 部分的인 高温發生등에 의해 염소가 반응하여 鹽化鐵이 생기고 이것이 加水分解하여 酸化鐵이 생기므로 酸化鐵뿐만 아니라 鹽化鐵도 부식을 加速시키는 媒介체가 될 수 있는 것이다.

인산에스텔 難燃油의 문제점

염화탄화수소계의 油壓油보다는 인산에스텔油 壓油가 安定(化學反應성을 볼 때)하다. 실제로 triaryl인산의 油壓油를 꼭 같은 조업조건에서 사용하면 염화탄화수소계의 油壓油를 사용할 때 생기는 부식, Staining, 밸브의 붙어버림등의 문제는 일어나지 않는다. 또 粒子生成범위도 훨씬 良好한 범위내에 있게 된다. 그러나 이것을 오래동안 사용하면 補助밸브가 침식(erosion)되어 油壓油가 새 나오는 문제가 발생될 수 있다. 實例로 補助밸브의 침식현상을 보인 것이 그림 3이다. 펌프能率을 시간에 대해 그려본 것인데 약 8주간의 誘發기간(A) 후에 油壓油의 새어남이 증가(B)함을 볼 수 있고, 13일후에는 펌프能率이 최대가 된다. 새로히 補助밸브를 설치(C. E. I)하여도 곧 침식(D. F. J)됨을 볼 수 있다. 油壓油를 새로 充塡(G)시키면 침식이 머슴(H)을 볼 수 있다. 침식현상을 방지하는 방법은 여과 장치에서 소위 "fullers earth" 라는 物質을 사용하여 여과를 여러번 시도하면 된다. 그림에서 이 物質을 여러번 사용하면(K) 침식이 멎고 새어 나오는 속도가 일정하게 됨(L)을 볼 수 있다. 이 物質을 제거하면(M) 다시 침식이 생긴다(N), 이 物質을 다시 쓰면(O) 침식이 없어지고 油壓油의 새어남도 일정하게 줄어든다(P)

이러한 변화를 볼 때 무언가 화학적으로 활성이 있는 물질이 생기기 때문에 침식, 부식등이

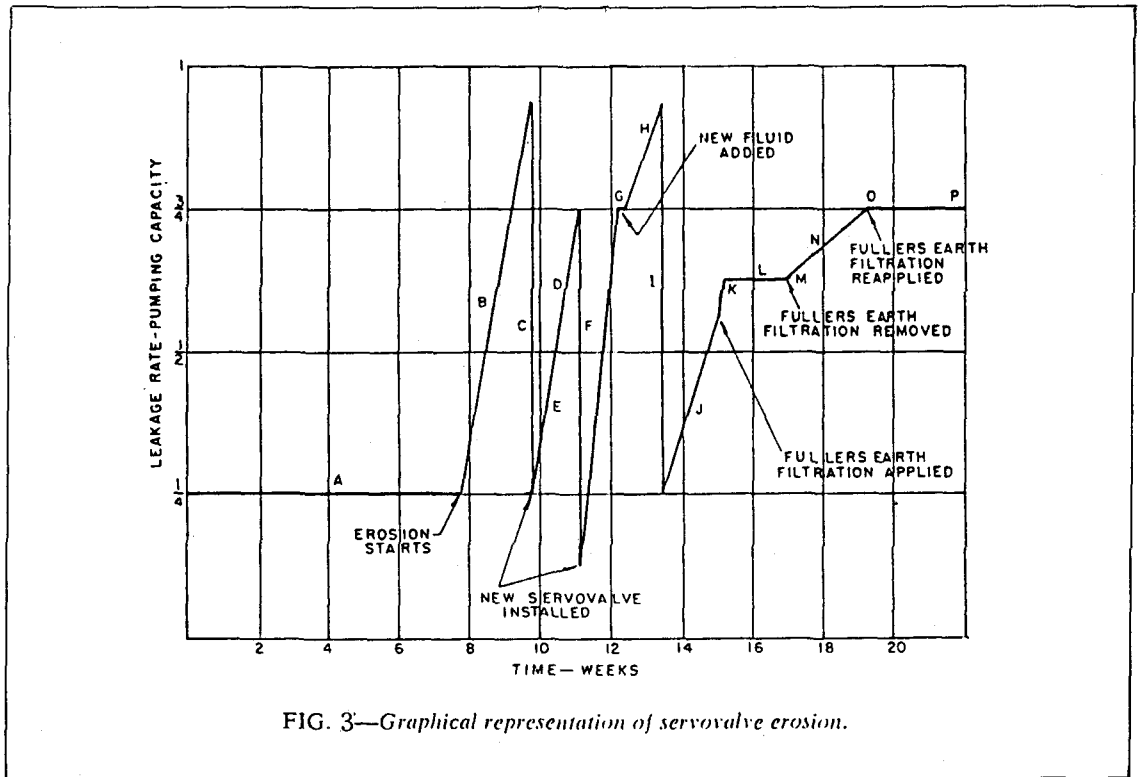
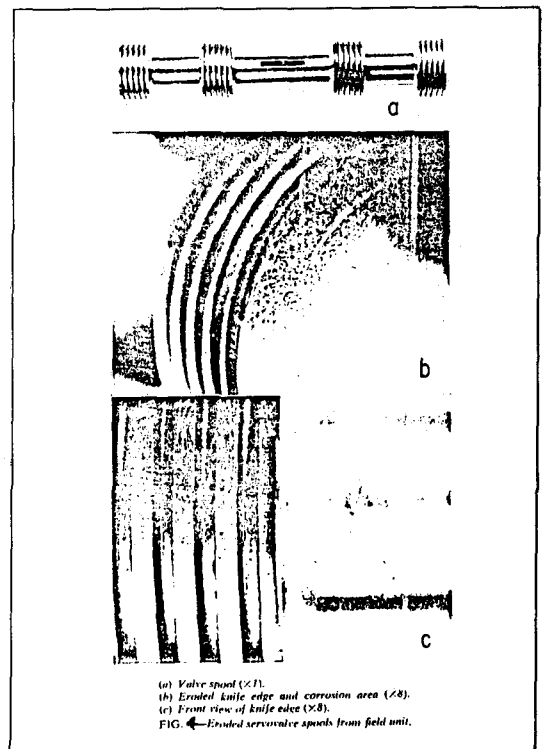


FIG. 3—Graphical representation of servovalve erosion.

일어난다고 생각할 수 있고 이의 메카니즘을 究明할 필요가 있을 것이다. 현재 생각할 수 있는 原因으로는 (1) 화학침식, 부식외에도 (2) cavitation (펌프나 추진기같은 기기의 후방에 생겨나는 진공을 말함), (3)靜電氣效果, (4)粒子침식 (5)박테리아效果등을 들 수 있다. 밸브末端에 있는 流体孔洞 또는 空洞이 충격파에 의해 붕괴되면 침식이 생길 수 있다. 이러한 空洞은 流体의 微細蒸氣泡 또는 공기포에 의한 것으로 해석된다. 流体 내에서 靜電氣가 쌓였다가 流体가 計器末端에 흘러 갈 때 放電되면 금속의 침식을 이룰 수 있다. 그리고 流体 내에 항상 존재하는 微粒子로 인해 計器末端이 침식되기도 하며 流体 내의 박테리아가 부식성 物質을 형성하므로써 밸브末端을 침식시키기도 한다. 이러한 몇가지 現象은 流体의 화학적 변화와 관계되는 것이며, 화학변화에 의한 物質 변화 메카니즘을 究明해야 할 것이다. 한가지 예를 든다면 流体의 화학변화에 의해 流体의 表面張力이 달라지고 부식에 의한 不純物生成이 空洞生成의 核이 되어지는 과정을 쉽게



助長한다는 것이다. 그리고 界面効果에 의해 空洞이나 기포의 分解速度에 영향을 주는 것이다.

現場에서 가져온 補助밸브部品이 부식되고 침식된 것을 다음 그림 4에서 볼 수 있다. pitting 되고 rusting 된 상태도 아울러 볼 수 있다.

이상과 같이 亞火炭화수소계의 油壓油를 쓰는 인산에스텔油壓油를 쓰는 부식 침식등의 문제는 항상 일어나는 것이며 現場에서는 이러한 문제를 최소한으로 줄이는 방법을 강구하여 증기터빈의 사용수명을 연장하는 데 최선의 노력을 기울여야 할 것을 添言한다.

참 고 문 헌

1. Brown, C.L. and Halliwell, H., "Fire Resistant Fluid Development," Naval Eng. J., 543, Aug. 1963.
2. Yeaple, F., "Modern Fluids for Power and Control," Product Eng., 56, Jan. 1960.
3. Snyder, G. H. S. Manley, L. W., and Messina, N. V., "Laboratory Evaluation of Fire Resistant Turbine Fluids," ASTM STP211 (1956).
4. King, H. F. and Coil, J. A., "Hydraulic Fluids for Use in High Pressure Shipboard Equip.," ASTM STP267 (1960)
5. Fletcher, O. M., Lub. Eng., 18, 111 (1962)
6. Ritcey, D. R., ASME Paper 64-WA/GTP-5, ASME. 1964.
7. Cappell, R. J., "Failure from Corrosion of Hydraulic Actuators," Materials Protection, 30, Dec, 1962.

좋은 윤활유는

가계·기업·국가경제를 운택하게 합니다.