그리스 윤활의 O X: 그리스 선정부터 적용까지

저자: Stephen Sumerlin, Noria Corporation, *Machinery Lubrication* (3/2010)

용도에 적합한 그리스를 선정하여 문제없이 사용하기까지 수많은 시행착오를 겪게 된다. 그리스윤활은 굳이 특별한 기술이나 전문적인 인력이 필요하지 않은 단순 업무라고 생각하는 이들이 많지만, 장비 가동을 극대화하기 위해서는 적절한 그리스윤활 프로그램을 운영해야 하기에 정확하고 과학적이어야 한다고 믿는 사람들도 있다.

실제 그리스윤활은 단순히 재급유량이나 급유주기의 계산을 위해 그리스 건 샷(shot)의 토출량의 무게를 재는 것 이상으로 훨씬 더 과학적이어야만 한다. 그리스윤활이 반드시 해야만 하는 전체 윤활프로그램 중의 한 부분이지만 적절한 교육이나 경험 및 도구 없이 오일 샘플링을 하는 것만큼 쉽지 않은 일이기에, 본 기고는 그리스 선정 절차부터 적용 과정까지 관련 주제를 하나씩 살펴봄으로써, "그리스 건의 샷 하나라도 놓치면 안될 만큼 그렇게 정밀해야 하고 별도의 전문적인 인력이 필요할까?"라고 생각하는 여러 독자들의 사고의 폭을 넓히는데 도움을 주고자 작성되었다.

그리스 선정(Grease Selection)

정확한 그리스윤활은 용도에 적합한 그리스의 선정부터 시작되는데, 선정 기준은 윤활유를 선정할 때와 같은 개념이긴 하나 몇 가지 변수를 더 고려해주어야 한다. 보통 가장 적절한 그리스를 선정하라 하면 여러 후보제품 중에서 가장 좋은 (BEST) 제품을 선택하게 되는데 이는 단순히 가장 가격이 비싼 제품이 "만능(DO ALL)" 이라고 생각하기 때문이다. 이와 같이 "비싼 고품질 제품이거나 모든 조건에 다 부합되는 만능제품이면 된다"는 접근법은 큰 폭의 구매 가격 상승뿐만 아니라 적합하지 않은 제품을 선정함으로써 장비 트러블을 초래할 위험이 높아 진다는 점에서 꽤 비싼 수업료를 낼 가능성이 크다. 즉, **"시장에서 최고인 제품이 우리 장비에 가장 적합한 제품을 의미하는 것은 아니다"**라는 것을 생각해야 한다. 다음은 그리스 선정 과정에 도움이 될 중요 포인트에 대한 가이드 라인을 정리한 것인데 특정설비의 운전조건에 따라 약간의 조정이 필요할 수 있으니 참고하기 바란다.

적절한 기유 점도의 결정 (Determine the proper base oil viscosity)

그리스 사용부의 운전조건이 요구하는 기유점도 조건을 결정하는 여러 방법 중의 하나는 NDm 또는 DN 과 같은 **회전속도요소** (Rotational Speed Factor: NDm = rpm x [(bearing bore + outside diameter) ÷ 2], DN [DN = (rpm) x (bearing bore)]와 최소 필요 점도를 도출하기 위한 **운전온도**를 이용하는 방법이 있다. 보편적으로 NDm 값은 DN 처럼 단순한 베어링 축 직경이 아닌 베어링 피치 직경에 좌우되므로 좀 더 정확하다. 아래 그림 1 을 보면 회전요소인 DN 값과 운전온도를 결정하면 그 운전온도에서의 최소 요구 점도를 구할 수 있다.

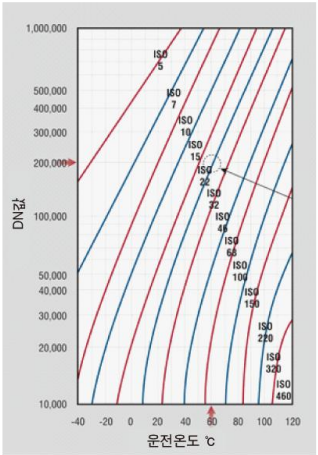

그림 1. DN 값 vs. 운전 온도 (ExxonMobil 제공)

● **적절한 그리스 증주제와 주도의 결정 (Determine the proper grease thickener type and consistency)**

그리스 증주제는 선택 가능한 증주제의 종류가 늘어남에 따라 그리스 선정에 있어 아주 중요한 기준이 되고 있다. 증주제 타입은 적용조건과 밀접한 관계를 가지고 있는데 대부분의 범용 그리스는 리튬이나 리튬복합(콤플렉스)계 증주제를 사용하고 있는 반면, 고온용의 경우 고온이유도가 안정적인 벤톤이나 클레이 계통의 증주제가 많이 사용되고 있다. 또 과도한 수분에 노출되는 경우, 수세안정도가 높은 알루미늄 콤플렉스계 증주제가 선호되고 있다. 그리스를 변경할 때는 모든 증주제끼리 서로 호환성이 있는 것이 아니므로 반드시 해당 제품들 간에 상용성이 있는지 사전에 확인하여야 한다. 그리스의 주도는 증주제 타입, 농도(그리스 중 증주제가 차지하는 비율) 및 기유 점도에 의해 결정되는데 기억해야 할 점은 기유 점도가 높다고 해서 반드시 주도가 높다고 할 수 없으며 그 반대 경우도 마찬가지란 점이다.

NLGI(National Lubrication Grease Institute)는 그리스 주도를 반 액체 상태인 000 번부터 블록형태의 6 번까지 구분할 수 있는 기준인 NLGI #을 제정했는데, 가장 보편적인 그리스의 주도는 NLGI #2 이다. 아래 그림 2 는 그리스 주도와 기유점도, 속도와 하중간의 상관관계를 예시한 것이다.

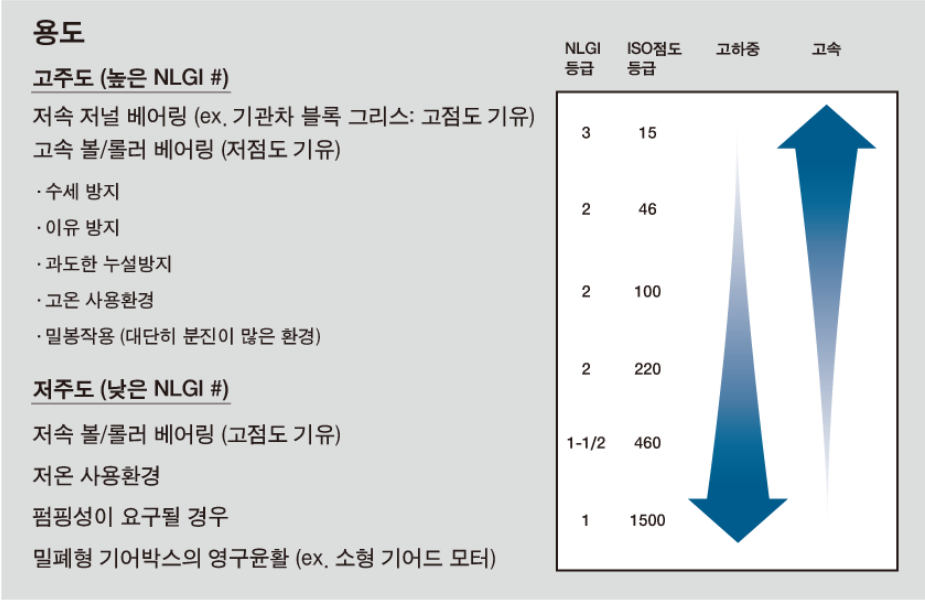

그림 2. 그리스 주도의 상관관계(ExxonMobil 제공)

그리스를 주입 하는 장치(공구)나, 적용되는 장비의 조건에 따라서 약간의 차이가 있다. 예를 들면, 자동 그리스 주유기에서는 주도 1,2 이 적합하고, 모터베어링의 경우 수동으로 급지할때는 3 번이 적합하고, 중앙집중식 윤활 장치에는 0,1 번이 효율적이며, 온도가 높은 경우에는 주도가 높은 그리스를 추천하는 것이 일반적이다.

● **적절한 기유 타입의 결정 (Determine the proper base oil type)**

어떤 타입의 기유를 선택할 것인가는 늘 논란의 대상이 되고 있는데, 혹자는 광유가 바람직한 선택이라 하고 그렇지 않은 이들은 합성유의 사용을 지지하고 있다. 사실 이 문제는 운전조건에 따라 결정되는 또 하나의 변수이기 때문에 어떤 조건이 주어지느냐에 따라 한쪽이 맞을 수도 있고 틀릴 수도 있는 문제이다. 통상의 운전조건이라면 광유로 충분할 것이지만 극한 운전조건의 경우, 예를 들어 아주 낮은 또는 높은 운전온도일 경우에는 망설임 없이 합성기유를 선택하여야 할 것이다. 마찬가지로 긴 사용수명이 필수적으로 요구되는 경우에도 값비싼 합성기유의 사용이 전체 비용을 고려해 보면 합당한 선택이 될 것이다.

- **적합한 그리스 특성(첨가제군)의 결정 (Determine the proper additive package)**

위의 기유타입의 결정과 마찬가지로 그리스의 특성을 결정짓는 첨가제군의 선택 또한 장비의 운전조건을 고려하여 결정될 사항이다. 내마모성(AW: Anti-Wear), 극압성(EP: Extreme Pressure), 방청 및 산화 방지성 (R & O: Rust & Oxidation Inhibitors) 등등 통상적인 윤활유 제품에 포함되는 대부분의 첨가제군이 당연히 그리스에 포함된다. 다시 한번 강조하지만 첨가제군은 **전적으로** 설비의 운전조건이 요구하는 특성을 충족시키기 위하여 선택된다. 예를 들어, 저속의 일반 온도 조건에서 가동되는 컨베이어 베어링이라면 내마모성(AW)과 극압(EP) 첨가제를 동시에 필요로 하지만, 고온운전조건의 전기모터라면 내마모성(AW)만 필요할 뿐 고온에서 화학적 부식성을 가지는 극압성(EP) 첨가제는 사용하지 않는다. 이러한 연유로 적절한 첨가제군의 결정은 증주제 타입, 기유 타입/점도의 결정과 함께 그리스 선정에 매우 중요한 변수가 된다. 올바르게 선택하면 그리스의 성능과 장기사용성에 큰 도움을 주지만 설비의 운전조건이 요구하는 물성이 아닌 첨가제군을 포함한 그리스를 선택할 경우 그 결과는 전혀 엉뚱하게 나타나게 된다.

- **필요한 그리스 성능의 결정 (Determine the required performance properties)**

윤활유와 같이 그리스에도 적점, 기계적 안정성, 수세내수도, 이유도, 펌핑성 등 성능을 나타내는 고유 시험항목과 기준이 있으며 이에 따라 선택될 그리스는 가혹한 운전조건에서 필요한 성능을 발휘할 수 있는지를 시험결과에 근거하여 검증받아야 한다. 예를 들어, 저속, 고하중의 운전조건에서 사용할 제품이라면 하중관련 성능시험을 해야 하지만 극한 운전조건이 없는 보통의 조건이라면 다른 선정과정 상에 하자가 없는 한 일반용(GP: General Purpose) 제품이라도 충분할 것이다.

재급유량(Relubrication Volume)

적합한 그리스를 결정했다면 이제 적절한 재급유량을 결정해야 한다. 재급유량을 산출하는 방법은 일반적인 계산법부터 초음파 시그널을 이용하는 기술적인 방법까지 다양한데, 체계적인 수준급 윤활프로그램을 구축하려면 (비단 그리스 윤활만이 아닌) 가능한 모든 변수들을 고려한 다양한 기술적인 원칙을 사용하여야 한다. 그리스를 사용하는 베어링의 재급유량을 결정하는 대표적인 두 가지 방법인 계산법과 초음파를 이용한 방법을 아래에 소개한다.

재급유량 계산법

계산식은 **Gv = 0.114 x D x B,** Gv: **재급유 양**(온스), D: 베어링 외경(인치), B: 베어링 총 두께(인치) 이며 단위를 환산하면 **Gv (cc) = 73.548 x D(mm) x B(mm) 가 된다.**

이 방법은 각각 사용해도 정확하지만 두 가지 방법을 결합하여 사용할 경우 그 정확성은 매우 높아진다. 아래 그림 3 은 초음파 시그널을 활용하여 재급유량을 조정하는 방법을 예시한 것으로 계산법에 의해 산출된 이론적인 재급유량이 초음파 시그널의 변화에 따라 증가하거나 감소하는 것을 알 수 있다.

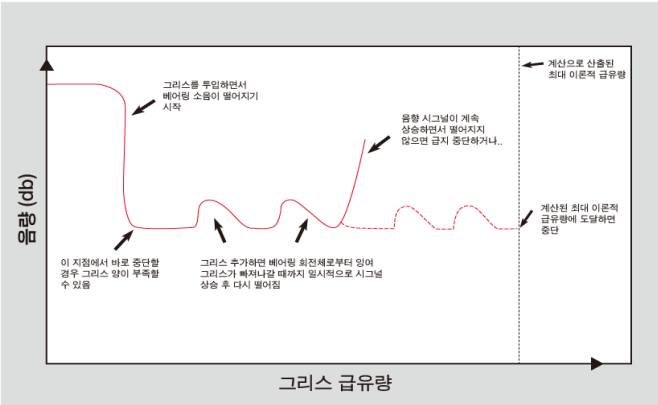

그림 3. 그리스 건과 초음파 시그널을 이용한 재급유량의 결정

재급유 주기(Relubrication Frequency)

재급유량을 산출한 것처럼 적절한 재급유 주기를 산출하는 방법도 다양한데, 이 경우 오염 정도, 가동시간, 운전온도와 같은 외부 요건이 주요 변수로 고려되어야 한다. 일관성을 유지하기 위해서 위에 언급한 계산법과 초음파 시그널 활용법에 대하여 이야기 하겠다. 외부 조건에 대한 보정상수를 사용하기 때문에 가장 정확한 반면에 가장 주관적인 방법이 계산법임을 미리 알려둔다.

재급유 주기 계산법

$$\mathbf{T = K \times \left[\left(\frac{14,000,000}{n \times \sqrt{d}}\right) - (4 \times d)\right]}$$

T: 시간(hours), 보정 상수, n: 회전수(rpm), d: 축 직경(인치) 이며 축 직경을 mm 로 환산하면 아래와 같다.

$$\mathbf{T = K \times \left[\left(\frac{277,865}{n \times \sqrt{d}}\right) - (101.6 \times d)\right]}$$

이제 초음파 시그널을 사용하여 가장 정확한 재급유주기를 얻을 수 있는 방법을 설명하려 한다. 물론 다소 시간이 소요되긴 하나 올바르게 적용한다면 인력과 비용 절감에 큰 도움이 되는데 아래 그림 4 에 계산법에 의한 재급유주기와 초음파 시그널과의 상관관계를 예시하였다. 그림에서 알 수 있듯이 재급유주기는 계산된 재급유주기 또는 초음파 시그널의 상한값과 연동하여 결정되므로 과급유 또는 윤활부족 상태를 최소화 할 수 있다.

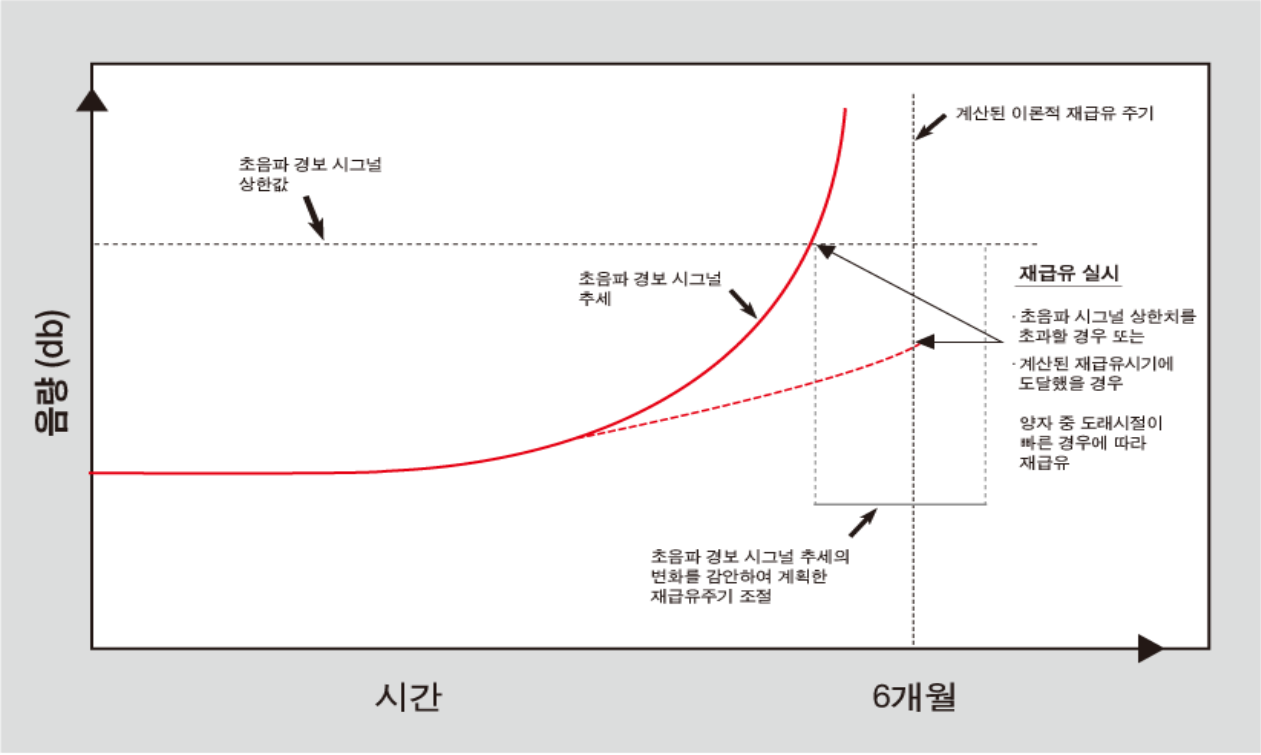

그림 4. 재급유주기의 산출 (초음파 경보 시그널 이용)

재급유 방법 (Relube Application Method)

그리스를 재급유할 때 적용처의 환경, 인력활용 여부 및 가용예산에 따라 여러 방법을 선택할 수 있다. 가장 대표적인 방법은 수동 그리스 건을 사용하거나 중앙집중식 윤활시스템 또는 독립형 윤활장치(SPL: Single Point Lubricator)를 활용하는 것인데 각 방법은 다음과 같이 장단점이 있다.

수동식 그리스 건

장점: **윤활담당자가 직접 장비 상태를 확인 할 수 있으며 필요 시 적절한 사전 보전조치를 취하여 파국적인 결과를 예방할 수 있다.**

단점: **많은 인력이 지속적으로 소요되며 담당자의 지식이나 경험에 의존하므로 정확성이 떨어진다.**

중앙집중식 시스템 또는 독립형 자동 윤활장치

장점: **인력 소모를 줄일 수 있으며 간편하고 안전하게 원격지에 대한 윤활관리가 가능하다.**

단점: **시스템 또는 윤활장치의 용량이 상대적으로 크고 교체주기가 길어 윤활담당자가 장비 운전상태를 파악하기 곤란하며 필요한 사전 보전조치를 취하기 쉽지 않다.**

윤활 시스템이나 장치의 용량 검증이 부정확할 경우 과급유 또는 윤활 부족 상태가 초래되기 쉽다.

수동식 그리스 건을 사용할 경우 윤활담당자는 전자저울 등을 이용하여 그리스 건 샷 당 무게를 파악하고 있어야 한다.

마무리 (Summary)

과학적인 그리스윤활에 필요한 여러 제반 요소에 대한 지식을 쌓아가다 보면 왜 잘못된 결정을 하거나 부정확한 결과를 얻기 쉬운지를 쉽게 파악할 수 있다. 과학적이고 체계적인 그리스 윤활 프로그램은 윤활담당자가 적절한 교육을 통해 관련 지식을 구비하고, 윤활기본 이론에 충실한 방법론과 초음파 활용기법 같은 신기술을 전략적으로 활용함으로써 구축될 수 있다.