

# 정확한 구름베어링의 그리스윤활

저자 Mark Barnes, Vice President of Equipment Reliability Services, Des-Case Corporation

구름베어링의 그리스 윤활은 일반적인 보전 업무 중의 하나이지만 가장 영성하고 허술하게 처리되기 쉬운 일이기도 하다. 상대적으로 단순한 구조인 저널베어링(부싱)에 널리 쓰이는 방법인 ‘부싱 외부로 밀려나오는 그리스를 육안으로 확인할 때까지 그리스를 주입할 것’을 구름베어링에 그대로 적용해버리면 - 특히 전기모터나 팬의 고속 베어링이라면 - 베어링 수명의 70 - 90%를 떨어뜨리는 결과를 초래하게 된다.

사실, 고속베어링의 경우 윤활부족보다 과급유로 인한 트러블이 훨씬 많으며, “베어링에 그리스는 많으면 많을수록 좋다(?)”는 격언은 매우 터무니 없는 이야기이다. 하지만 구름베어링의 그리스윤활은 약간의 관심과 주의만 기울이면 생각보다 그리 어렵지 않게 정확하게 해나갈 수 있다. 정확한 구름베어링 그리스윤활을 수행하기 위하여 반드시 숙지해야 할 세가지 중요한 포인트는 다음과 같다.

**첫째, 어떤 그리스를 사용할 것인가? 둘째, 얼마나 많은 양의 그리스를 주입해야 하는가? 마지막으로, 얼마나 자주 그리스를 주입해야 하는가?**  
이제 각 포인트를 개별적으로 자세히 살펴보자.



그림 1. 윤활부족보다 과도한 그리스 주입으로 인한 베어링 파손이 훨씬 많다.

## 어떤 그리스를 사용할 것인가?

윤활유를 선택할 때와 마찬가지로 그리스 선정의 출발점은 바로 **기유점도**이며 그리스 사용부위가 견뎌내야만 하는 하중과 회전속도를 기준으로 기유의 점도를 선택하여야 한다. 일반적으로 고속부위가 낮은 기유점도를 필요로 하는 반면 고하중을 받는 부위는 높은 기유점도를 사용하여야 한다. 아마 그리스 선정 시 흔히 행하는 가장 흔한 실수는 기유점도와 그리스 주도를 같거나 비슷하다고 판단하는 경우인데, 그리스 주도는 그리스가 얼마나 굳은가 (또는 걸쭉한가)를 일컫는 것으로 그리스 제조 시의 증주제 농도 (증주제 성분이 얼마나 많이 사용되었는가)에 따라 결정된다. 그리스 주도는 000 번부터 6 번까지의 NLGI #로 표시되며 그리스의 흐름성과 펌핑성에 지대한 영향을 미치는 물성이지만 그리스의 기유점도에 전적으로 의존하는 유막 두께나 강도에 미치는 영향은 미미하다.

전기모터나 팬과 같은 고속운전부에 80 ~ 120 cSt (@40°C) 수준의 기유점도가 일반적으로 사용되지만, 저속, 고하중 운전조건인 경우 600 ~ 1000 cSt (@40°C) 수준의 기유점도는 드물지 않으며, 대다수의 다목적용(MP: Multi-Purpose) 그리스의 기유점도는 220 ~ 460 cSt (@40°C) 수준으로 대부분의 고속조건에는 적합하지 않음을 기억해야 한다.

## 얼마나 많은 양의 그리스를 주입해야 하는가?

구름베어링에 필요한 그리스 정량을 결정하는 것은 베어링 규격(치수)의 문제인데, 간단히 말하면, “베어링이 클수록 필요한 그리스의 양도 많아진다”이다. 아래 그림을 보면 재급유 할 때 필요한 그리스 양을 산출하는 방법에 대해 알기 쉽게 예시하고 있다. 즉, 베어링 외경 (아래

그림의 D)과 두께 (그림의 B)를 기준으로 각각 온스(인치)와 그램(mm)으로 재급유량을 계산하는 방법이다. 혹시 정확한 베어링 치수를 당장 알 수 없는 유닛 베어링의 경우에는 같은 계산식에서 베어링과 하우징의 외경과 두께를 대입한 후 그 결과에 1/3 을 곱하여 보정한다. 물론 이 방법은 아주 정밀하진 않지만 베어링과 하우징 부피에 대한 감을 제공하며 또 아주 급하거나 긴급한 경우에 아주 유용하다.

계산식은  $G = 0.114 \times D \times B$ , G: 재급유 양(온스), D: 베어링 외경(인치), B: 베어링 총 두께(인치) 이며 단위를 환산하면  $G(\text{gram}) = 0.005 \times D(\text{mm}) \times B(\text{mm})$  가 된다.

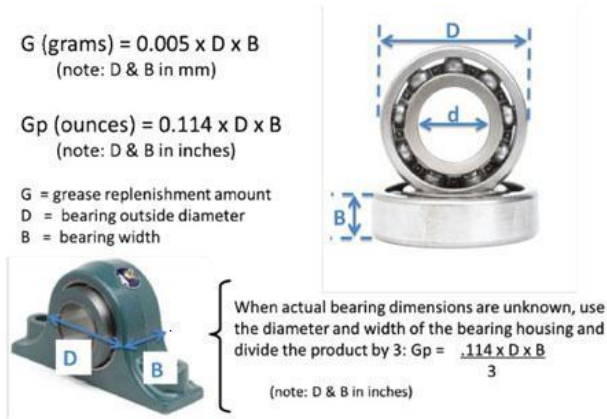
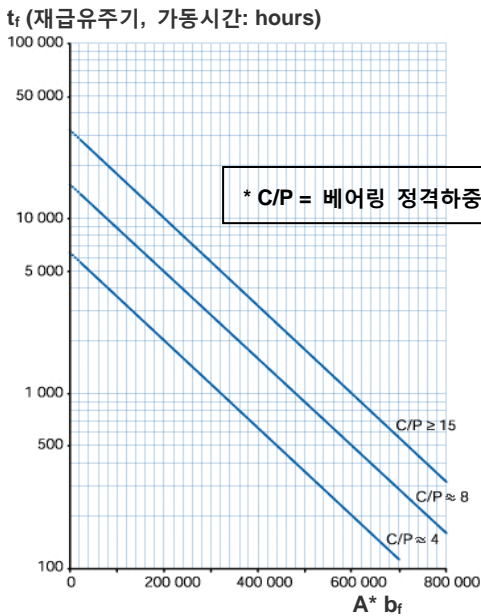


그림 2: 그리스 재급유량 계산법

### 얼마나 자주 그리스를 주입해야 하는가?

그리스 정량을 구했다면 최종 단계는 재급유 주기, 즉 얼마나 자주 그리스를 주입해야 하는 지를 결정해야 한다. 다시 한번 이야기하지만 정확한 정보가 있다면 그리 복잡하지 않은 아주 간결한 과정이 된다. 재급유주기는 다음의 4 대 기본요소로 결정되는데, 베어링의 크기 및 종류, 하중과 회전속도이다. 여러 재급유주기 산출법 중 아래 그림 3 에 표시한 SKF 가 제시하는 방법이 가장 신뢰도가 높은 것 같다. 이 방법에서 베어링 회전속도요소 A (베어링 평균직경인 Dm [(베어링 축 직경 + 외경) ÷ 2]과 회전속도인 N(rpm)의 곱인 NDm)에 베어링 종류 별 보정상수  $b_f$  를 곱한 값을 x 축, 재급유주기  $t_f$  를 가동시간(hour) 기준으로 y 축에 표시하였고, 운전 조건에 따라 경하중 (C/P ≈ 4), 보통하중 (C/P ≈ 8) 및 고하중 (C/P ≥ 15)으로 구분하여 해당되는 운전조건에서 재급유주기 값을 찾아내는 방법이다. (\* C/P = 베어링 정격하중/실하중)



베어링 종류	베어링 종류 별 보정상수 ( $b_f$ )
깊은 홈 볼베어링	1
앵글러 콘택트 볼베어링	1
자동조심형 볼베어링	1
원통형 롤러베어링	1.5 ~ 2
축방향 하중 상시 존재 시	4
니들 롤러베어링	3
테이퍼 롤러베어링	2
스페리컬 롤러베어링	2
트러스트 볼베어링	2
트러스트 롤러베어링	10
트러스트 니들 롤러베어링	10
트러스트 스페리컬 롤러베어링	4

그림 3: 구름베어링의 그리스 재급유주기 결정 (SKF 제공 자료)

**보다 정확한 그리스윤활 방법 - 참고!!**

최근 추세를 보면 정확한 그리스 윤활을 위하여 앞다투어 초음파를 이용하고 있는데, 이미 다른 예방정비 활동에 사용되고 있는 초음파 모니터링은 그리스 윤활관리에도 그 효과가 역시 확인되고 있음을 수 많은 보고서나 문건으로 잘 알 수 있다. 기본 개념은 마찰에 의해서 발생하는 고주파 소음을 측정함으로써 베어링 운전상태를 진단할 수 있는 원리를 베어링 그리스 윤활과 접목시킨 것으로서 윤활부족인 상태와 과급유 상태인 베어링을 동시에 감지할 수 있다. 윤활부족상태에서는 베어링 내부 각 회전요소 간의 직접마찰을 유발하여 높은 주파수의 소음이 발생하며 과급유 상태에서는 과다 주입된 그리스 내부 마찰과 베어링 회전요소들의 휘저음 현상으로 인한 소음이 역시 발생하며, 특히 고속베어링의 과급유 상태가 되면 초음파수준의 고주파소음이 발생한다. 그러므로 고주파 소음을 측정하면서 시간에 대한 에너지 변화량( $E \propto A^2 \cdot f^2$ , E: 파동에너지, A: 진폭, f: 진동수)을 추적해 나가면 최저 소음치와 안정된 에너지 변화량을 얻을 수 있는 적정 주입량을 찾을 수 있다. 아래 그림 4-a 와 4-b 는 윤활부족 상태와 적정 급유된 상태의 베어링의 에너지 변화량을 표시한 것이다.

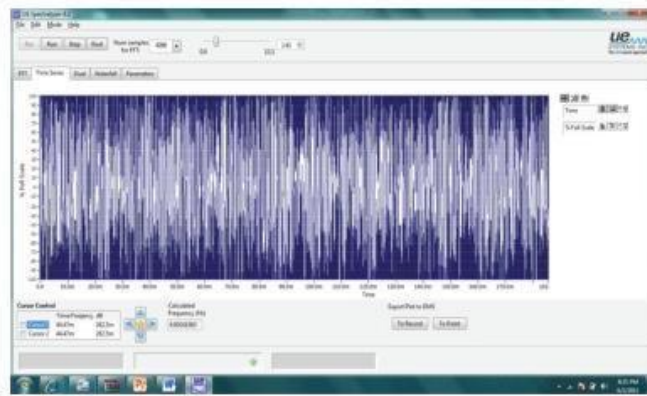


그림 4a: 윤활부족 상태의 에너지변화 (UE Systems, Inc. 제공)

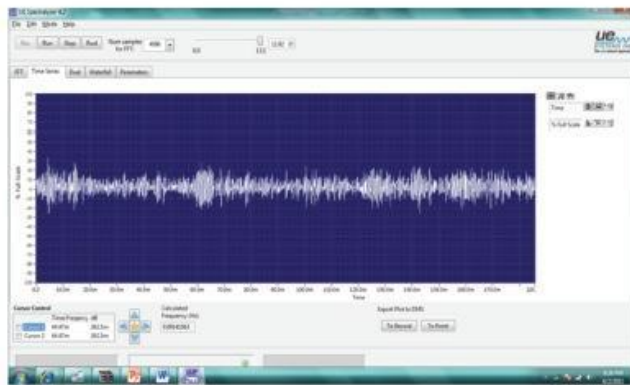


그림 4b: 적정 윤활상태의 에너지변화 (UE Systems, Inc. 제공)

지난 수년간 위와 같이 초음파를 이용하는 방법에 대하여 많은 질문이 있었고 필자의 대답은 한결 같다. “**몇 가지 예방조치만 준비하고 있다면 완벽하게 베어링 윤활관리를 해 낼 수 있다**”고. 그럼 그 예방조치란 무엇일까?

**첫째, 초음파의 이용은 고속베어링에 가장 효과적이며** 베어링의 회전 속도는 **최소 200~300 rpm 이상**이어야 한다. 다만 초음파 모니터링으로 저속에서 막 시작된 베어링 문제를 잡아내지 못한다는 이야기가 아니고(실제 대부분 감지 해 낼 수 있다) 단지 그리스 정량을 찾아내는 방법으로 사용할 수 없다는 이야기이니 오해 없기 바란다. (현실적으로 200rpm 이 최소 수준이라는 것은 여러 전문가들도 동의하고 있다.)

**둘째, 초음파 모니터링을 너무 과신하지는 말아야 한다.** 필자의 경험 상 맹목적으로 계측기 수치(dB 값)만 살펴보면서 소음이 떨어질 때까지 무작정 그리스를 주입하다가 결국 과급유 상태를 만드는 경우를 너무 많이 보아 왔다. 반대로 마지막으로 측정된 소음값에서 아무 변화가 없다는

이유만으로 그리스를 하나도 주입하지 않는 경우도 왕왕 있는데, 이는 검출 레벨 이하로 발생한 베어링 하중 지지부의 실제 초음파 값이 측정치를 희석시키는 감쇠효과로 실제로 측정되지 않는 상황일 수 있으니 주의하여야 한다.

그럼 어떻게 해야 정확하게 베어링 그리스유회를 정확하게 관리할 수 있을까? 아래 그림 5 에 초음파를 이용한 고속베어링의 그리스 재급유에 필요한 절차를 **혼용법(Hybrid)**이라 이름 붙여 정리하였으니 참고하기 바란다. 앞서 그림 2 와 3 의 재급유량 계산법과 초음파를 이용한 적정량 추적법을 병용시켜 정확성을 기하였는데, 핵심은 “**계산된 재급유량과 급유주기가 과연 정확한지를 확인하는 도구로서 초음파를 활용한다**”는 것을 잊지 말기 바란다.

그림 5: 고속 베어링의 그리스 재급유 절차 (혼용법: Hybrid 법)

### 초음파를 이용한 고속베어링 그리스 재급유 절차

1. 그리스 니플에 초음파 검출단을 부착하고 소음 기본값(dB)을 먼저 기록한다.
2. 배출구 플러그를 열고 오염물과 잔류 그리스 존재 여부를 확인한다.
3. 그리스 니플 주변을 깨끗이 한 후 그리스 건으로 그리스를 주입하기 시작한다. 이때 서서히 그리스 건 스트로크의 1/2씩 나누어 주입하면서 소음량의 변화(dB)를 확인한다.
4. 소음값이 상승했다가 약 30초 후 기본값으로 다시 떨어지면 그리스 주입을 즉시 중지한다. (거의 과급유 상태에 도달하였음)
5. 만약 소음값이 상승한 후 계속 유지된다면 다시 서서히 그리스 건 스트로크의 1/2씩 주입하면서 음량의 변화(dB)를 계속 확인한다.
6. 아래의 경우 그리스 주입을 즉시 중지한다.
  - A. 그리스 주입 중 첫 1/2 스트로크 주입 후 음량이 상승하고 계속 높게 유지될 때.
  - B. 계산된 최대 그리스 양을 주입하였을 때. 주의) 최대 계산값 이상 주입하지 말 것!
7. 마지막으로 측정된 소음값(dB)을 기록한다.
8. 새로 주입된 그리스가 베어링과 하우징 내부에 고루 퍼지도록 10-15분 경과 후 배출구의 포트를 닫아 준다.

따라서, 전기모터나 팬 고속베어링의 그리스유회를 좀 더 정확하고 능률적으로 해 나가길 원한다면 초음파 모니터링은 매우 효율적이고 짝짤한 투자로서 손색이 없으며, 이제 이론적 계산 값을 첨단 초음파장비를 이용하여 실제 검증하고 수정해 나가면서 귀하의 그리스 유회관리를 톱 클래스로 만들 수 있기를 바라며 이 글을 마무리 한다.