



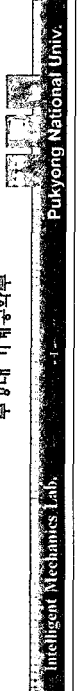
2005년도 유체기계공학회 연구개발 발표회  
 2005. 12. (목)~2(금)  
 창원대학교

## -ISO/CD 10816-7: 2005- Rotordynamic Pumps for Industrial Applications, including Measurements on Rotating Shafts

High? Low?  
 No problem?



양 보석 교수  
 부경대 기계공학부



Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.



## 진동 측정기준

- ♣ 진동 측정량
  - 비회전부(베어링 하우징) 측정 : 진동속도 실효치(rms, mm/s)
  - 운전속도가 600rpm 이하인 경우, 부가적으로 진동 범위(p-p μm) 측정 요구
- ♣ 진동 측정 절차 : ISO 10816-1에 따른
- ♣ 측정 주파수 범위 : 10 ~ 1,000Hz
  - 운전속도 600rpm 이하인 저속 기계의 경우 : 2 ~ 1,000Hz
- ♣ 1Hz 대역폭의 0.5x, 1x, 2x에서 필터링된 값을 평가에 사용 가능
- ♣ 매우 고속인 펌프, 진단 목적을 위해서는 블레이드 통과 주파수의 2.5배 이상의 폭넓은 주파수 범위의 장비 필요
- ♣ 다음 요인이 측정 장비에 영향을 미치지 않도록 주의 필요
  - 온도 변화, 자장, 음장, 동력변화, 변형기 캐머를 길이, 변형기 방향

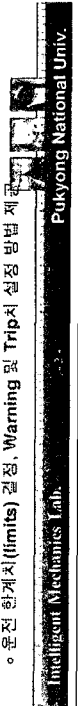


Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.



## 규격 적용 내용

- 1kW 이상의 산업용 원심펌프의 진동 평가 및 관리기준에 적용
- 규격 적용 제외 대상
  - 왕복 펌프, 용적식 펌프 및 구동기 제외
  - 동력 1MW 이상의 수력 발전 및 펌프장용 펌프 (ISO 7919-5, 10816-5 적용)
  - 외부 가진 원인으로 부터 펌프에 전달된 진동
  - 비틀림 진동
- 베어링 하우징 진동 및 회전축 진동 측정의 진동심각도 평가지침 제공
- 수평형 및 수직형 펌프의 영역별 진동 한계치 제공
- 펌프-진동기 임체형 또는 직결형은 전체 장치에 적용
- 운전 감시(monitoring), 현장 허용시험(acceptance test), 공장 시험에 적용
- 장기간 운전 동안의 진동 평가를 위한 관리 기준 제공
  - 관측된 진동 크기, 진동 크기의 변화
- 운전 한계치(limits) 결정, Warning 및 Trip치 설정 방법 제공

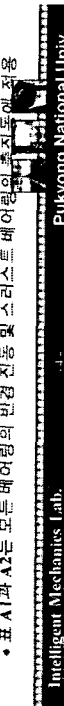


Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.



## 측정위치 및 방향

- ♣ 비경방향 측정
  - 동상 진동 측정 위치는 접근 가능한 기계의 노출 부분
  - 비회전부의 진동 : 펌프 베어링 하우징에서 측정
  - 국부 공진, 증폭 등의 영향이 없는 지를 확인 필요
  - 동적인 힘이 충분한 감도로 반영되도록 베어링 중심선에 가까운 위치
  - 각 베어링 하우징에서 2개의 직교 비경방향과 1개의 축방향 측정
- ♣ 특별한 측정 방향 측정
  - 연속 운전감시 동안, 일반적으로 비경 부하를 받는 메인 베어링의 축 방향 진동은 측정하지 않음
  - 추가적인 진동 조사 또는 진단 목적을 위해 주로 이용
  - 축방향 진동 기준은 현재 스티리스트 베어링에만 주어져 있음
  - 축방향 매동은 스티리스트 베어링의 축방향 부하작용면에 손상을 야기할 수 있음
  - 표 1과 A2는 모든 베어링의 비경 진동 및 스티리스트 베어링의 축방향 작용

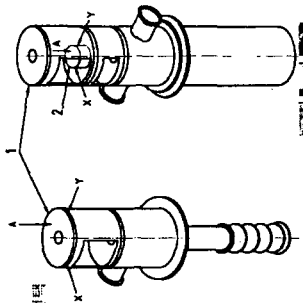


Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.

측정위치 및 방향

수직 펌프의 측정 위치

- 1: 구동기 설치 표시 표면/하부 진동기 베어링
- 2: 펌프 베어링 하우징
- 점근할 수 있다면, 피도록이벤 위치 2를 선택
- 그렇지 못한 경우에는 하부 진동기 베어링 1을 선택

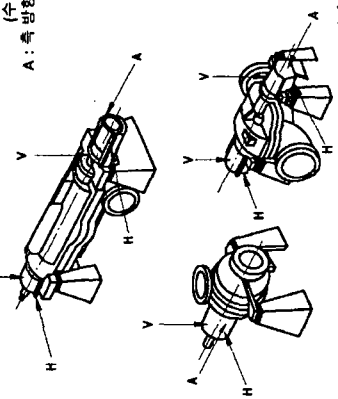


X, Y: 두 직교 반경 측정방향  
(수평, 수직방향)  
A: 축 방향 측정 위치

측정위치 및 방향

수평 펌프의 측정 위치

H, V: 두 직교 반경 측정방향  
(수평, 수직방향)  
A: 축 방향 측정 위치

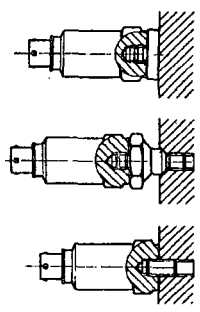


상태 감시

- 연속/비연속 상태감시(condition monitoring)
- 동상 대형 또는 핵심 기계에는 중요 측정 위치에 연속 on-line 진동 감시를 위한 장비가 설치되어 있음
- 대부분의 소형이나 소용량 펌프에서는 연속 진동 감시의 수행은 불필요
- 불평형, 베어링 성능, 정렬 등의 변화는 휴대용 장비를 이용한 주기적 진동 측정만으로도 충분히 신뢰도로 감지 가능
- 주기적 측정만으로는 자연발생적인 결함을 감지할 수 없음
- 특히 펌프의 안전성이 중요시 고려되는 경우: Permanent Monitoring 권장
- 진동상태감시의 절차 및 장비: ISO 13373-1 규격 참조

변환기 설치

- 진동변환기는 측정 장소에 영향을 미치지 않도록 정확하게 설치되어야 함
- ISO 5348: 기계적 설치 방법 규격 이용 가능
- 일반적으로 이 규격은 진동속도 변환기에도 적용 가능



진동변환기의 설치 방법에

### 설치 및 운전 조건

- 연결 배관계 및 기초에서 풍상 가진 주파수( $1\omega, 2\omega, N\omega$ )와의 공진 회피에 특별한 주의 필요. 공진은 과도한 진동과 피로 파괴를 야기
- 회전체와 메인 베어링이 정상 운전온도에 도달한 후 축정 수행
- 이를 범위는 사용자의 펌프 사양에 따라 제작자가 지정
- 펌프는 선호운전범위(preferred operating range)내의 특정 운전 조건 (유량, 토출 압력, 속도)에서 운전되어야 함
- 허용범위 외의 부분부하나 과부하 운전 동안에 발생하는 높은 동적인 힘에 의해 과도한 진동이 발생할 수 있음
- 이 조건에서는 다기간 운전에는 견딜 수 있으나, 연속 운전에는 손상이나 조기 마멸을 초래 가능
- 변동 운전조건(속도, 부하)에서는 특별한 주의가 필요하고, 예상되는 모든 조건에서 축압이 필요
- 이점 조건하의 축정치의 최대 값을 진동심각도의 대표 값으로 고려



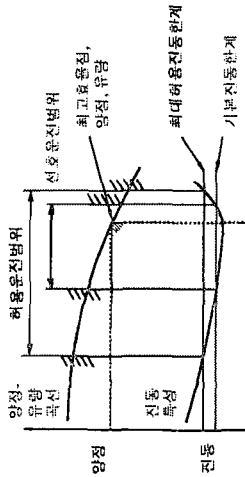
### 진동 평가

- **일반 사항**
  - 종류의 평가기준 제곱 : 광대역 진동 크기, 크기의 변화
  - 기준은 장속도와 부하에서 정상운전조건에 대해 제시
  - 기동, 정지의 과도상태, 공진속도영역 통과 시 적용 불가 → 대체 기준 필요
  - 과도운전 시는 회전체가 베어링이나 실과 접촉(rubbing)되지 않도록 진동값이 제한되어야 함
  - 과도운전 동안 베어링 진동속도는 영역 C의 상한 이하가 되어야 함
- **베어링 하우징 진동의 평가 - 기준 1: 진동 크기**
- 각 영역의 허용한계치는 국제적 경험을 바탕으로 설정
- 각 베어링에서 측정된 최대진동 크기는 표 A1, A2의 평가 영역에 대해 평가



### 설치 및 운전조건

- **원인 범위의 운전 범위**
- 최고효율점(BEP: Best Efficiency Point)
- 선호운전범위(preferred operating range) : BEP의 70% ~ 120%
- 허용운전범위(allowable operating range) : 최대 허용진동한계 이내 유량범위



### 베어링 하우징 진동 평가 - 기준 2: 진동 크기의 변화

- 이는 시전에 설정된 기준치(reference value)로부터 진동크기 변화를 평가
- 광대역 진동 크기의 중대한 변화는 표 A1, A2에 주어인 영역 C 한계에 도달하지 않더라도 어떤 조치가 요구됨
- 이 변화는 순간적이거나 시간과 함께 진행될 수 있고, 초기 손상이나 어떤 다른 비정상상을 나타낼 수 있음
- 기준 2는 정상상태 운전조건에서 발생하는 광대역 진동 크기의 변화에 기초
- 정상상태 운전조건은 동력이나 운전조건에서 표준적인 시험 공차 범위내의 변화를 포함하도록 표시되어야 함
- 이 기준 적용 시, 비교를 위한 진동 측정은 같은 변환기 위치와 방향, 대략적으로 같은 기계 운전조건에서 취득해야 함
- 정상진동 크기의 명백한 변화는 그 총 크기에 관계없이 위험한 상황을 회피할 수 있도록 조사되어야 함
- 진동 크기의 증가나 감소가 표 A1, A2의 영역 B 상한 값의 25%를 초과할 때, 특히 변화가 급격하다면 중요하게 고려되어야 함
- 변화의 이유를 광학, 캐비테이션, 구름베어링 손상 등을 확인하고, 추가 조치가 타당할지를 결정하기 위해 FFT 스펙트럼을 이용한 진단 조사가 시작되어야 함





### 베어링 마우징 진동 평가: 진동데이터 정보에 기초한 평가

- 이 구역에서 고려하는 평가는 위상 기준이 없는 광대역 진동으로 제한
- 대부분의 경우, 허용 시험이나 운전 감시 목적에는 적절
- 그러나 시간상대 감시 및 진단 목적에는 진동데이터 정보의 사용이 필요의 동적 상태 변화를 검출하고 정의하는데 특히 유용
- 어떤 경우 이를 변화는 광대역 진동 측정만을 사용할 때는 금지되지 않음. 상세한 내용은 ISO 10816-1:1995, 부속서 D를 참조 바람
- 위상 및 주파수 관련 진동 정보는 상태 감시 및 진단 목적에 점점 더 사용되고 있는 추세임



Pukyong National Univ.

Intelligent Mechanics Lab.



### 평가영역 및 조건

- **평가영역의 종류**
- 영역 A (Zone A): 신규 운전 기계의 진동이 통상 이 영역에 포함
- 영역 B (Zone B): 이 영역내의 진동을 갖는 기계는 통상 제한 없이 장기간 운전이 허용될 수 있는 것으로 고려
- 영역 C (Zone C): 이 영역내의 진동을 갖는 기계는 통상 장기간 연속운전을 만족할 수 없는 것으로 고려된다. 일반적으로 기계는 보수조치를 위한 적절한 기회가 생길 때까지 이 조건에서 제한된 기간 동안 운전 가능
- 영역 B (Zone D): 이 영역내의 진동치는 통상 기계에 손상을 야기하도록 충분히 심각한 것으로 고려
- **평가영역 한계치**
- 영역 경계 값은 광대역 최대 속도값(표 A1)과 저속기계를 위한 필터링 된(0.5s, 1s, 2s) 범위(표 A2)가 주어짐. 범위는 두 지표범위의 변환기간이 이용하여 측정 하며, 높은 쪽의 값을 사용
- 속도, 범위 모두 터짐하고, 이들의 최대 측정값이 표 내의 대응하는 값과 비교 하였을 때, 가장 엄한 평가 영역을 적용



Pukyong National Univ.

Intelligent Mechanics Lab.



### 평가영역 및 조건

- **허용시험과 현장 운전을 위한 평가영역과 조건**
- 주어진 기계 진동의 정량적 평가와, 가능한 조치에 대한 지침을 제공하기 위해 다음과 같은 2개의 평가 범주(category)와 4개의 평가영역이 정의됨
- 표 A1, A2에 주어진 수치는 전체적인 불완전이나 비현실적인 요구사항을 피하도록 모호하는 지침을 제공
- **Category I:** 이송도, 개발 또는 인진상의 이유로 매우 높은 레벨의 신뢰도가 요구되는 펌프 (오일, 가스 또는 특수 화학 응용 등에 사용되는 유류, 위험한 액체, 위험한 적용 펌프)
- **Category II:** 높은 수준의 신뢰도가 요구되는 펌프 (통상의 위험하지 않은 액체용 펌프)



Pukyong National Univ.

Intelligent Mechanics Lab.



### 평가영역 및 조건

- **현장 운전을 위한 조건**
- 현장 운전을 위한 통상 조건: 정격속도의 부하에서 원천하게 설치된 기계의 정상상태 운전
- **공정 허용시험을 위한 조건**
- 공정허용시험: 시험베드에 설치된 신규 기계의 진동은 정상적으로 전체 허용 운전범위 내에서 영역 B 이내에 들어야 함
- 시험실비에서 값이 이 요구사항을 달성하지 못하면, 편차의 이유를 명백하게 설명하기 위해 제작자에 의한 추가적인 측정(FFT 분석)이 필요
- 높은 이유는 통상 스톱/벨트/가 펌프에 너무 근접하는 것으로, 이는 배관, 한계치를 초과하면, 제작자는 이를 값의 근본 원인이 임시 고정(지지)에 기인 한다는 부가적인 측정으로 설명할 수 있음
- **현장 허용시험을 위한 조건**
- 실패운전범위 내에서 운전시 현장 허용시험을 위한 한계치는 통상 영역 A와 B 의 경계선. 전체 허용운전범위의 경우, 높은 진동이 기대되고, 영역 B 이내



Pukyong National Univ.

Intelligent Mechanics Lab.

## 기준 I : 진동 크기

※ 표 A1 비회전부 진동의 영역함계 (1kW 이상, 회전수  $\geq 3000$ 인 임펠러)

영역	설명	진동 제한치 (rms mm/s)	
		Category I	Category II
A	신호유전범위 내에서 신규 설치 기계	$\leq 3.0$	$\leq 3.7$
B	허용유전범위 내에서 제한 없이 장기간 운전	$\leq 4.5$	$\leq 5.6$
C	제한된 운전	$\leq 7.1$	$\leq 9$
D	순상 범위	$> 7.1$	$> 9$
	최대 경고(alarm) 설정(영역 B 상한의 1.25배) <sup>a)</sup>	5.6	7
	최대 금정지(trip) 설정(영역 C 상한의 1.25배) <sup>b)</sup>	9	11
	신호유전범위 내 모든 허용시정, 회전주파수와 BPF를 필터링한 값	$\leq 2$	$\leq 3$
	현장 허용시정	신호유전범위	$\leq 3.0$
	공정 허용시정	허용유전범위	$\leq 3.9$
	공장 허용시정	신호유전범위	$\leq 3.8$
	(Factory acceptance test)	허용유전범위	$\leq 4.5$
			$\leq 5.6$

a) 및 수가 1개 및 2개인 펌프는 Category II의 값을 적용 가능, Chigless 또는 유사한 2상류 혼합유  
 Category II 이상 2mm/s의 높은 진동이 기대 가능  
 b) 공장지, 진동전폭은 alarm 또는 trip의 외시스인 alarm과 허용을 피하도록 약 10초 동안 이를 제한치 이상이어야 함.

Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.

## 기준 I : 진동 크기

- ※ 표 A1, A2의 진동 한계치의 적용 범위:
  - 모든 베어링, 베어링 지지대(pedestal), 기계 하우징의 변경 방향 진동 측정
  - 스러스트 베어링의 축 방향 진동 측정
  - 장력 속도, 정시 상태 운전 조건, 특정 속도 범위
  - 지지 유연성(support flexibility)의 실제 방향 불문
  - 과도상태 조건 (속도, 부하 변동) 적용 불가
  - 에비 펌프 (standby pump) 적용 불가; 이 규격은 운전중인 펌프에만 적용
  - 에비 펌프의 한계치는 훨씬 낮아야 함. 에비 펌프는 인접하여 설치된 운전 펌프의 영향을 받아 특히 구름 베어링의 손상을 야기할 수 있음



Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.

## 기준 I : 진동 크기

※ 표 A2 비회전부 진동의 영역함계에 대한 부가적 기준  
 (600 rpm 이하, 0.5x, 1x 및 2x 필터링됨 없)

영역	설명	진동 범위 (p-p $\mu\text{m}$ )
A	신호유전범위 내에서 신규 설치 기계	$\leq 50$
B	허용유전범위 내에서 제한 없이 장기간 운전	$\leq 80$
C	제한된 운전	$\leq 130$
D	순상 범위	$> 130$
	최대 경고(alarm) <sup>a)</sup>	100
	최대 금정지(trip) <sup>b)</sup>	160
	현장 허용시정	신호유전범위
	(In-site acceptance test)	허용유전범위
	공정 허용시정	신호유전범위
	(Factory acceptance test)	허용유전범위
		$\leq 65$
		$\leq 80$

a) 공장지, 진동전폭은 alarm 또는 trip의 외시스인 alarm과 trip을 피하도록  
 b) 공장지, 진동전폭은 alarm 또는 trip의 외시스인 alarm과 trip을 피하도록

표 A1과 A2는 모든 베어링의 변경 방향 진동과 스러스트 베어링의

Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.

## 상대 축 진동의 평가기준

### 슬리브 베어링 지지 펌프의 상대 축 진동의 평가기준

- ※ 축 진동 (shaft vibration) 측정
  - 상대 축 진동 측정: 회전부와 고정부 사이의 접촉(rubbing) 감지에 유용
  - 일반적 측정 질서: ISO 7919-1
  - 축 진동 측정은 베어링 하우징 진동 측정과 상호보완적 관계
  - 측정주파수 범위: 10 ~ 1000 Hz
  - 측정량: 피팅되지 않은 진동 범위(peak-peak,  $\mu\text{m}$ )
  - 공정 축 runout(총 전기 밀 기계적 runout): 허용 진동 범위의 25% 또는 6 $\mu\text{m}$  이하
  - 측정 센서: 축 중심선에 수직인 동일 반경 평면에서 서로 수직( $90^\circ \pm 5^\circ$ )으로 2개의 비접촉 변형기 설치
  - 와진 유형 프로브 사용 시는 변형기 설치 공간에 주의할 요함
  - 측정 위치: 베어링 내측 또는 베어링에 근접(베어링에 대한 축의 상대 진동)



Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.

## 상대 측 진동의 평가기준

- 측정 방법
  - 진동 크기는 서로 직각인 두 방향에서 측정된 변위 값의 보다 큰 값을 이용
  - 제시된 권장치는 허용은전이 기대될 수 있는 이 유형의 기계에 대한 경험치
  - 측정대 측정과 상대 측정의 차이는 베어링의 하우징 진동에 관계되고, 위상각의 차이 때문에 수치적으로 같지 않을 수 있음
  - 이 기준을 비회전부(베어링 하우징 및 회전축의 펌프 진동 평가에 적용할 때는 축과 베어링 하우징 진동축삭이 독립적으로 이루어져야 함)
  - 다른 기준의 적용은 진동 심각도의 다른 평가를 고려하므로 더욱 제한적으로 적용
  - 저널 베어링의 안전 운전용 허용 기준 기정은 축과 베어링 사이의 접촉이 매제될 수 있는 범위 내에서 범위되어야 함
- 축 진동한계치는 신규 펌프의 공칭 베어링 직경 클래스의 함수로서 표시
- 이 한계치는 스퍼스 톱 베어링의 축방향 진동에 적용 불가
- 측정 위치가 베어링에 가깝기 때문에, 높은 축 진동 범위가 다른 위치에서 검출될 수 있고, 이를 위치(seal)부에서 검출이 발생하지 않도록 주의할 요함
- 과도상태 조건외 최대 한계는 동상 영역 C의 상한

Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.

## 안전 한계 설정

- 안전 한계치
  - 장기간 운전의 경우, 운전 진동 한계치의 설정은 중심적인 관례
  - 한계치의 종류 : 경보(alarm), 위험(warning), 정지(stop)
  - 검토 :
    - 복구 조치가 필요할 수 있는 정도의 진동 치에 도달하였거나, 중대한 변화가 발생했다는 경보를 제공
    - 일반적으로 검토 상황이 발생하면, 진동 변화의 이유를 확인하고 어떤 수복 조치란 정의하기 위해 수행하는 조사 동안 운전은 계속될 수 있음
  - 위험 :
    - 더 이상의 기계 운전은 손상을 일으킬 수 있는 진동의 크기를 지정
    - 위험치를 초과하면, 진동을 저감하기 위한 즉각적인 조치가 취해져거나, 기계를 정지해야 함
  - 동적 부하와 지지 강성의 차이를 반영하여 다른 운전한계치가 다른 측정 위치 및 방향에 대해 지정될 수 있음

Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.

## 상대 측 진동의 평가기준

표 B1 축의 최대 상대변위의 권장치 (동인 베어링, 공칭 직경클래스의 함수)

영역	설명	동인 베어링의 총 클래스에 대한 p-p 축 진동 제한치 <sup>a, b</sup>
A	신호온전범위 내에서 신규 설치 기계	$\leq 0.33 \times$ 신규 상태의 베어링 클래스
B	허용운전범위 내에서 제한 없이 장기간 운전	$\leq 0.5 \times$ 신규 상태의 베어링 클래스
C	제한된 운전	$\leq 0.7 \times$ 신규 상태의 베어링 클래스
D	손상 위험	$> 0.7 \times$ 신규 상태의 베어링 클래스

최대 경보(alarm) 설정(영역 B 상한의 1.25배)<sup>a</sup>  
 최대 공진치(trip) 설정(영역 C 상한의 1.25배)<sup>b</sup>

허용 허용시험 (In-site acceptance test)	신호온전범위	신호온전범위
공칭 허용시험 (Factory acceptance test)	$\leq 0.33 \times$ 신규 상태의 베어링 클래스	$\leq 0.33 \times$ 신규 상태의 베어링 클래스
	허용운전범위	허용운전범위
	$\leq 0.5 \times$ 신규 상태의 베어링 클래스	$\leq 0.5 \times$ 신규 상태의 베어링 클래스
	제한된 운전	제한된 운전
	$\leq 0.7 \times$ 신규 상태의 베어링 클래스	$\leq 0.7 \times$ 신규 상태의 베어링 클래스

a) 펌프 제작사는 동인 베어링 클래스의 공칭 값을 명시해야 함.  
 b) 속 runout은 영의 A 값의 0.25배를 초과하지 않고, 6um p-p보다 작지 않아야 함.  
 이 권장치, 허용운전 또는 alarm 또는 trip의 외침스텝 alarm과 trip을 피하도록 약 40초 동안 이를 제한치 이상이어야 함.

Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.

## 안전 한계 설정

- 검토치의 설정
  - 검토치는 대상 기계에 따라 상하로 상당히 변경될 수도 있음
  - 선정된 값은 동상 측정 기계의 측정 위치나 방향에 대해 경험으로부터 정해진 기준치(reference value)에 관해 설정
  - 검토치는 영역 B 상한의 25%의 값은 양으로 기준치보다 높게 설정하도록 권장
  - 기준치가 낮으면, 검토치는 영역 C 이하
  - 신규 기계의 같이 설정된 기준치가 없으면, 다른 유사 기계의 경험이나 합의된 허용치에 비례하여 초기 검토치를 설정. 일정 시간 후 정상상태 기준치가 설정될 수 있고, 검토 설정은 그에 상응하여 조정
  - 검토치는 동상 영역 B 상한의 1.25배를 초과하지 않도록 권장
  - Overhaul 등으로 정상상태의 기준이 변하면, 검토 설정은 그에 상응하여 수정

Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.

## 윤전 한계 설정

- **위험계의 설정**
  - Trip치는 일반적으로 기계의 기계적 보전(integrity)에 관계하며, 비정상적인 동적 힘에 견디도록 기계용 작동하도록 도입된 특정 설계 특징에 의존
  - 일반적으로 유사 설계의 모든 기계는 동일한 값을 적용
  - 이 값은 통상적으로 경보치 설정에 사용된 정상상태 기준치와는 무관
  - 설계가 다른 기계에서는 차이가 있고, 절대적인 Trip치를 위한 명확한 지침을 제공할 수 없음
  - 일반적으로 Trip치는 영역 C 나 D 이내에 있어야 하며, 영역 C 상한의 1.25배를 초과하지 않도록 권장



Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.

## 윤전 한계 설정 예

- **경보치 설정 예**
  - 다른 베어링의 특정 정상상태 실효치(rms)가 4.3 mm/s 이라면, 신규 경보 설정치는  $4.3 \text{ mm/s} + 0.25 \times 5.6 \text{ mm/s} = 5.7 \text{ mm/s}$  : 영역 B 초과, 최대 경보치 이내
  - 초기 경보치(6 mm/s)와 5.7 mm/s의 차이는 미미함으로 변경 없이 사용 가능
- **위험계의 설정 예**
  - 펌프의 어느 베어링의 경우도 기계의 trip치는 동일
  - 기준에 대응하여 9mm/s rms 값을 유지
  - Trip치는 최대 진동에 대응하는 고정된 값



Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.

## 윤전 한계 설정 예

- **경보치 설정 예**
  - Category II 펌프 : 원심 펌프 (1500rpm)
  - 통상 베어링 진동의 사전 지식이 없는 신규 기계의 윤전 경보는 영역 C 이내로 설정
  - 이 목적 값은 통상 제작자와 사용자 사이의 상호 동의에 의해 설정
  - 권장 경보치는 각 베어링에 대해 영역 경계 B/C 부근의 값인 6mm/s rms가 초기 설정되었다고 가정 (표 A1에서 이 유형은 최대 권장 경고치는 7mm/s)
  - 권장 위험치는 9mm/s rms (Category II의 최대 권장 trip치는 11mm/s)로 가정
  - 임정 기간 윤전 후, 사용자는 각 베어링에서 진동의 특정 정상상태 기준치를 반영하기 위해 원래 경보치 설정을 유지할지 또는 변경할지를 선택
  - 앞에서 설명한 "경보치의 설정" 절차를 이용하면, 각 베어링의 경보는 특정 기계의 경험으로부터 얻어진 정상상태 값과 영역 B 상한 값(5.6mm/s)의 25%의 합과 같게 설정
  - 한 베어링의 특정 정상상태 실효치(rms)가 2.5 mm/s 이라면, 신규 경보 설정치는  $2.5 \text{ mm/s} + 0.25 \times 5.6 \text{ mm/s} = 3.9 \text{ mm/s}$  : 영역 B 이내



Intelligent Mechanics Lab. Pukyong National Univ.