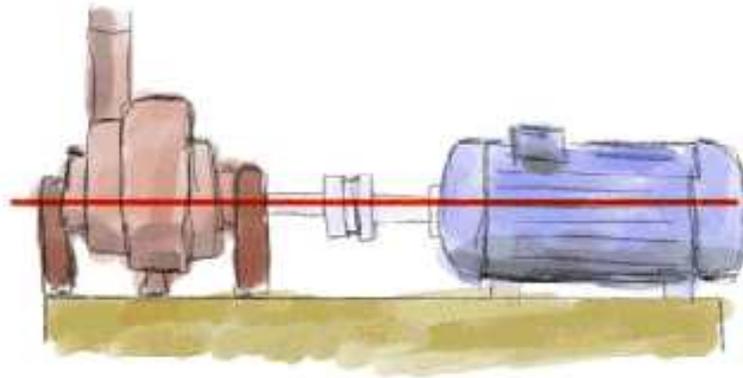




Since 1993 Kwang Ho Co., Ltd.

Shaft Alignment 이해



주식회사 광호

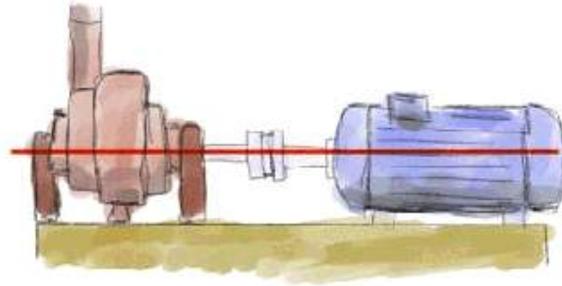


SKF 공식대리점



INA로타리 대리점

1. 축 정렬에 대한 소개



전문가들의 분석에 의하면 축의 오정렬(SHAFT MISALIGNMENT)이 회전기계 고장원인의 50% 이상을 차지하고 있습니다.

현대의 회전기계는, 보다 빠른 속도로 높은 부하를 감당하면서도 보다 경량화되고 쉬지않고 운전되고 있습니다. 따라서, 현대의 회전기계는 오정렬로 인해서 손상 받기 쉬우므로 보다 정확한 축정렬 작업이 요구됩니다.

기계고장의 원인

기타

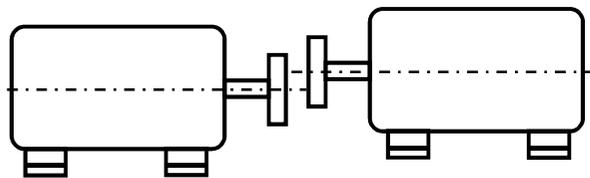
Misalignment
Unbalance



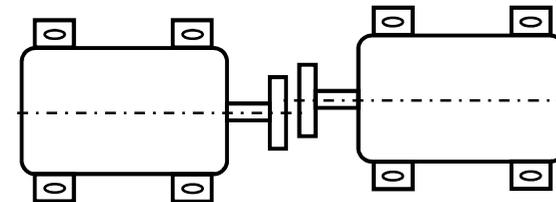
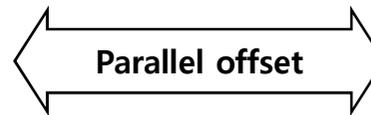
운할불량

2. 축정렬이란 (Shaft Alignment)

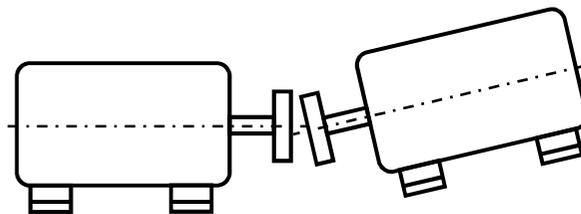
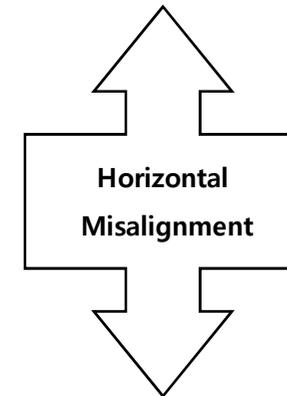
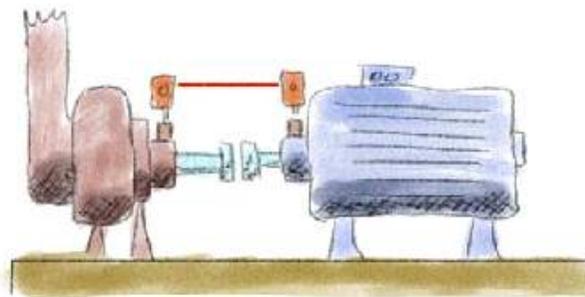
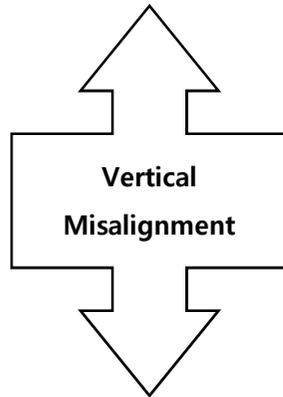
축정렬이란 두 기계 (예:모터와 펌프) 축의 회전중심을 기계가 정상 운전 상태일 때 일직선이 되도록 하는 것을 의미합니다.



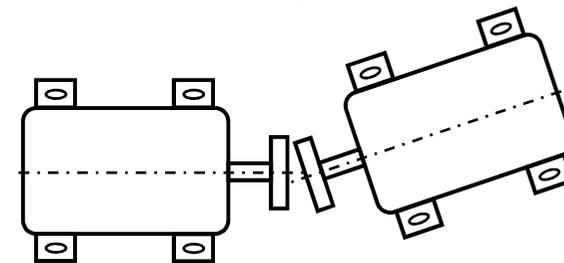
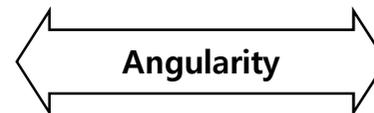
수직 OFFSET



수평 OFFSET



수직 Angularity



수평 Angularity

2. 축정렬이란 (Shaft Alignment)

두 기계가 이상적인 정렬 상태에서 벗어나 있는 상태(오정렬:MIS-ALIGNMENT)를 어떠한 경우라도 위의 네가지 변수로 정확히 표현할 수 있습니다.

< 수직 OFFSET, 수평 OFFSET , 수직 Angularity, 수평 Angularity >

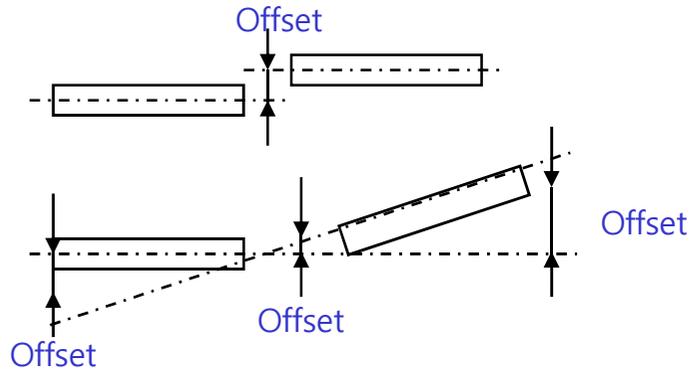
일반적으로 두 축이 오정렬된 경우 위의 네가지 변수가 결합된 상태로 나타납니다.

■ 정렬 작업 순서

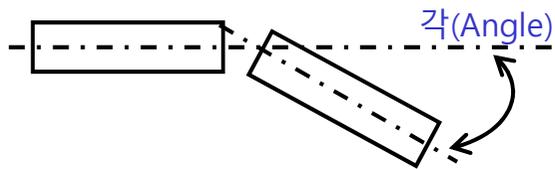
- 1) 수직상태(수직 율셀 및 수직 각편차)
- 2) 수평상태(수평 율셀 및 수평 각편차)

또한, 실제 작업에서는 기계의 기초상태, 소프트 풋(SOFT FOOT)의 유무, 열팽창의 영향 등 여러 가지 요소를 감안하여 작업해야 합니다.

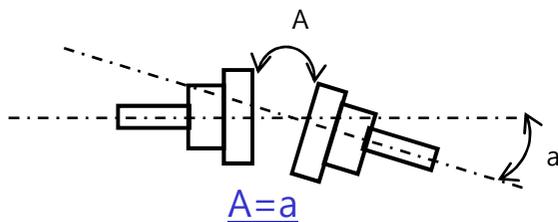
3. OFFSET과 ANGULARITY의 이해



OFFSET이란 어떤 지점에서 두 선간의 (직선) 거리를 의미합니다. 측정열에서 윗셀은 두 중심선 사이의 차이 또는 거리를 말하며, 옆의 그림에서 보듯이 어느 지점에서 측정하느냐에 따라 그 거리는 달라집니다. 일반적으로, 특별한 언급이 없는 경우 단일 커플링 (SHORT FLEXIBLE COUPLING)으로 연결된 기계의 윗셀은 커플링 중심에서 측정됩니다.

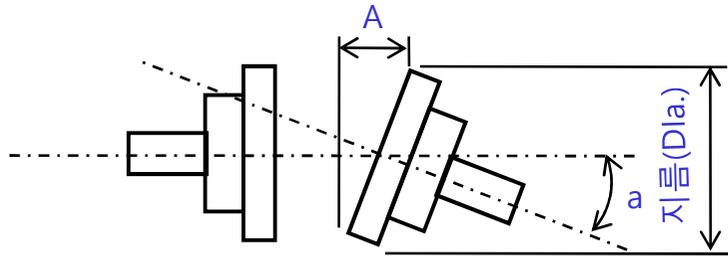


각편차(ANGULARITY)란 두 기계중심선 사이의 각을 의미합니다. 일반적으로, 왼쪽의 기계를 수평(기준)으로 하고 이에 대해 오른쪽 기계(교정할 기계)의 각을 표시합니다.



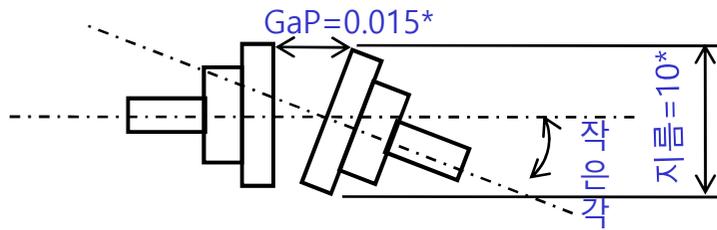
두 중심선 사이의 각은 커플링 면 사이에서 측정한 각과 동일합니다.

3. OFFSET과 ANGULARITY의 이해



각편차는 일반적으로 **갭/지름(=기울기)**의 형태로 표시됩니다.

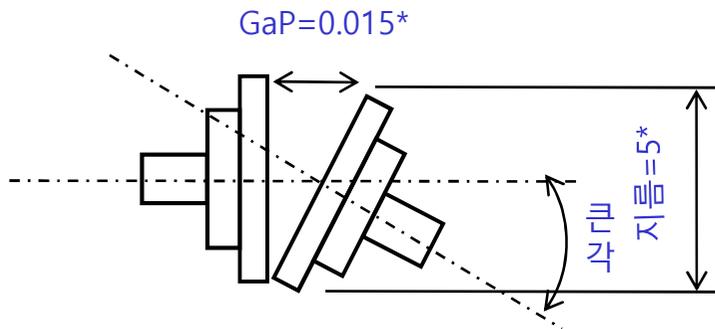
(갭:상하단 갭의 실제차이, 지름: 갭이 측정되는 두 지점 사이의 거리)



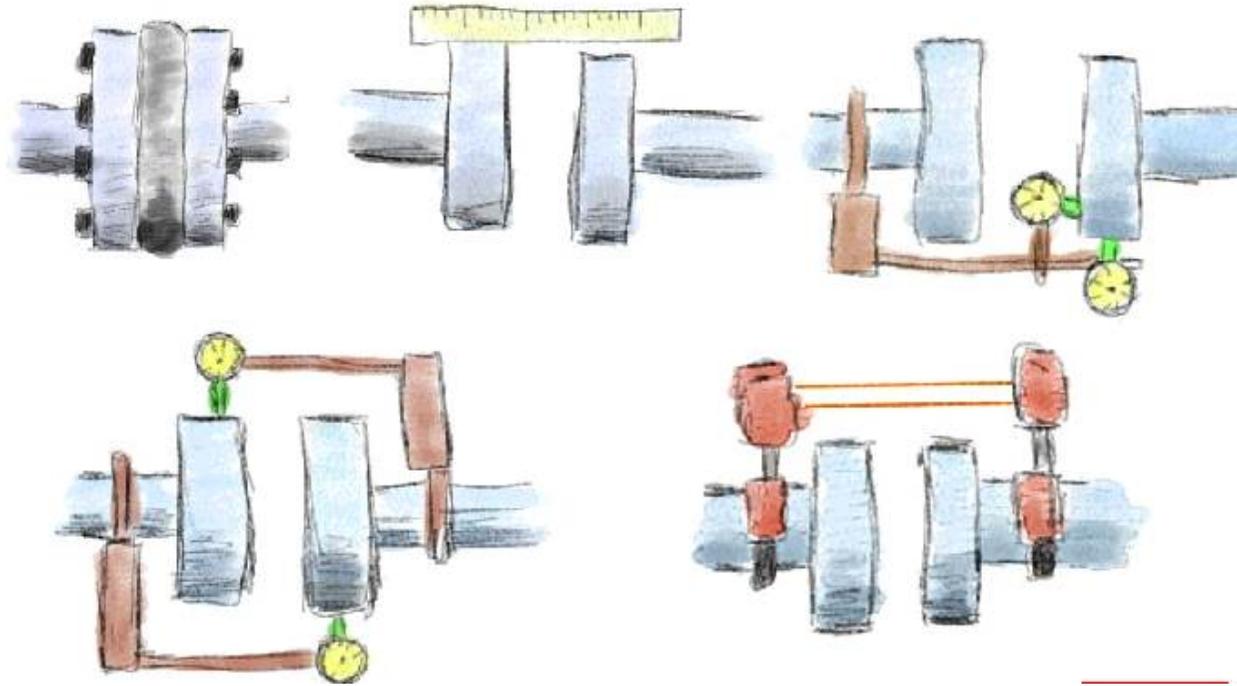
위에서 말한 것처럼 실제 갭 자체의 크기는 의미가 없으며,

측정지름과의 관계로 표시되어야만 의미가 있습니다.

옆의 그림을 보면 갭의 크기가 같더라도 지름에 따라 중심선들이 이루는 각의 크기가 달라지는 것을 이해할 수 있습니다.



4. 축정렬 상태 측정방법



Alignment Methods

다이얼 게이지를 이용한 축정렬 방법으로는 RIM & FACE METHOD 와 REVERSE INDICATOR METHOD가 가장 많이 사용됩니다.

5. 축정렬 측정방법 --- RIM & FACE METHOD

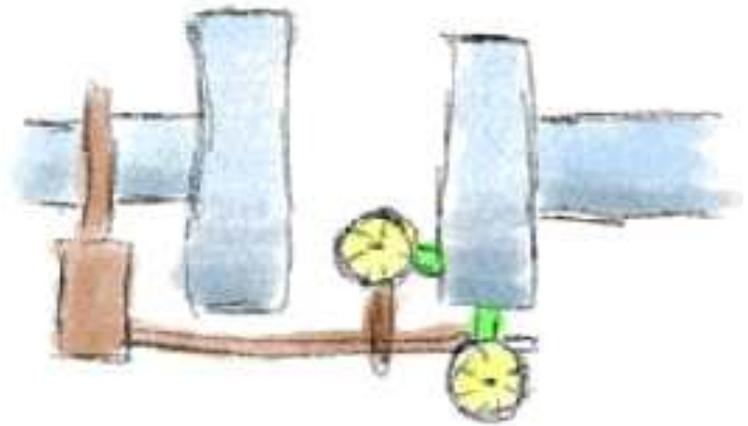
◆ Rim & Face Method

<장점>

- 가장 널리 쓰이는 방법으로 편리하고 이해가 쉽다.
- 한쪽축이 회전되지 않는 경우에도 사용이 가능하다.
- 커플링 지름이 크고 측정거리가 짧을 때 적당한 방법이다.

<단점>

- 축방향 움직임이 있는 경우 부적당하다.
- FACE 측정면을 얻기 어려운 경우가 많다.
- 하나의 봉에 두 개의 게이지를 고정하므로 자중에 의한 처짐(SAG)이 크다.



6. 측정렬 측정방법 --- REVERSE & INDICATOR METHOD

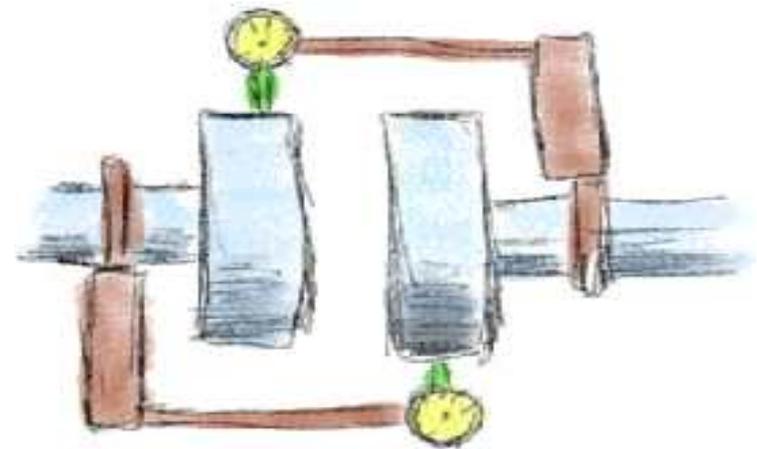
◆ Reverse & Indicator Method

<장점>

- 축방향 움직임이 있는 경우 적당한 방법이다.
- 두 게이지 사이의 측정 거리가 멀 때 적당한 방법이다.

<단점>

- 측정을 위해 두축이 모두 회전되어야 사용 가능하다.



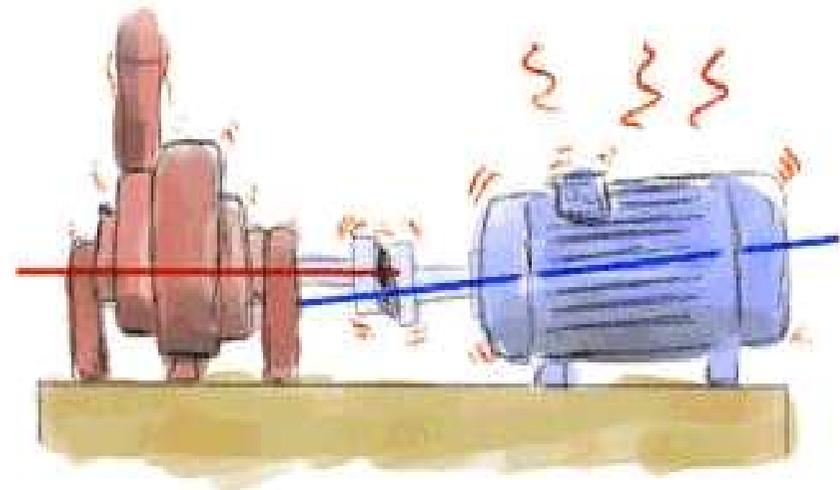
7. 미스얼라이먼트(Misalignment)

미스얼라이먼트(Misalignment)

Misalignment란 축중심이 평행하지 않고 가로질러서 있는 두 기계가 연결되어 있는 상태나, 하나 또는 그 이상의 Bearing의 축중심이 맞지 않거나 비뚤어지게 조립되어 있는 상태를 말한다.

Misalignment 원인

- 부적절한 조립과 설치
- 근본적인 파손(Foundation failure)
- 열적 증가(Thermal growth)
- 구속된 Coupling(Locked coupling)



8. 미스얼라인먼트(Misalignment)

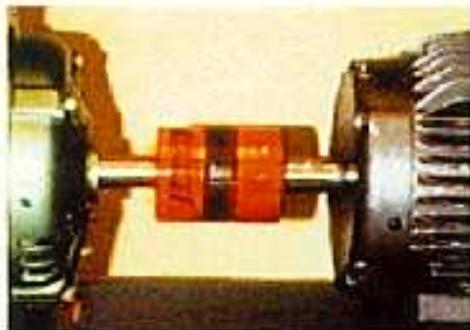
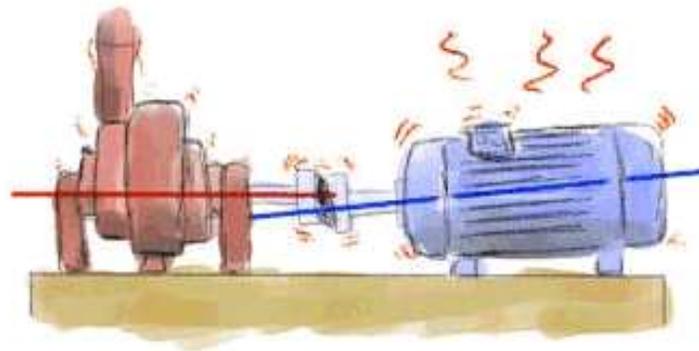
축 어긋남 즉, 미스얼라인먼트에는 다음 3가지 유형이 있다.

- 1) 오프셋 미스얼라인먼트(Offset Misalignment)
- 2) 각도성 미스얼라인먼트(Angular Misalignment)
- 3) 베어링 미스얼라인먼트(Bearing Misalignment)

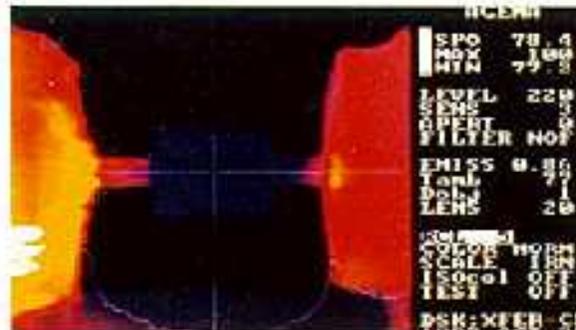
미스얼라인먼트의 특성은 다음과 같다.

- 축방향 또는 반경 방향에서의 180°위상변화
- 회전 당 1 또는 2개의 선명한 피크를 가지는 반복적인 주기 시간파형
- 베어링의 과도한 온도
- 베어링의 조기결함
- 커플링의 결함(커플링 볼트파손이나 풀림)
- 밀봉장치 누설증가
- 축의 파손
- 커플링 커버상의 과도한 양의 그리스
- 전력소비 증가
- 기초볼트 풀림

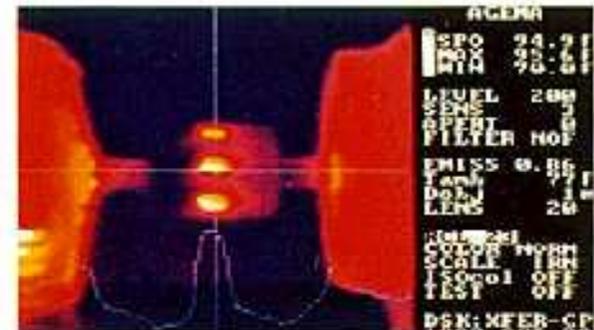
9. Misalignment 로 인한 Coupling의 열적 변화



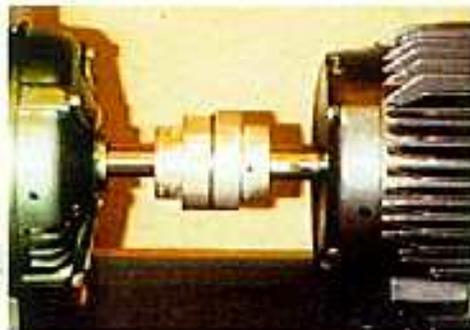
Lovejoy



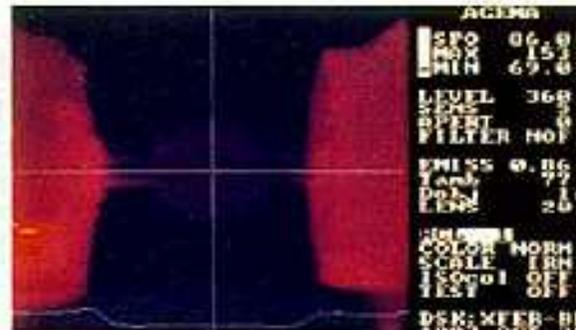
Aligned



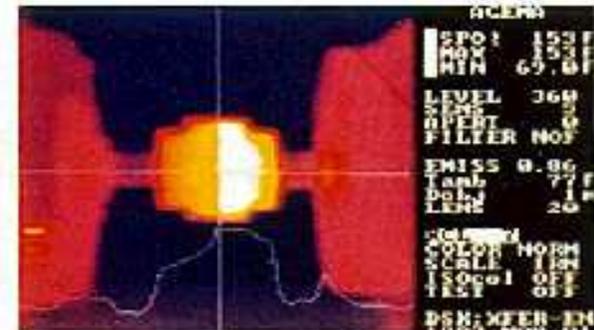
Misaligned



Magnaloy



Aligned



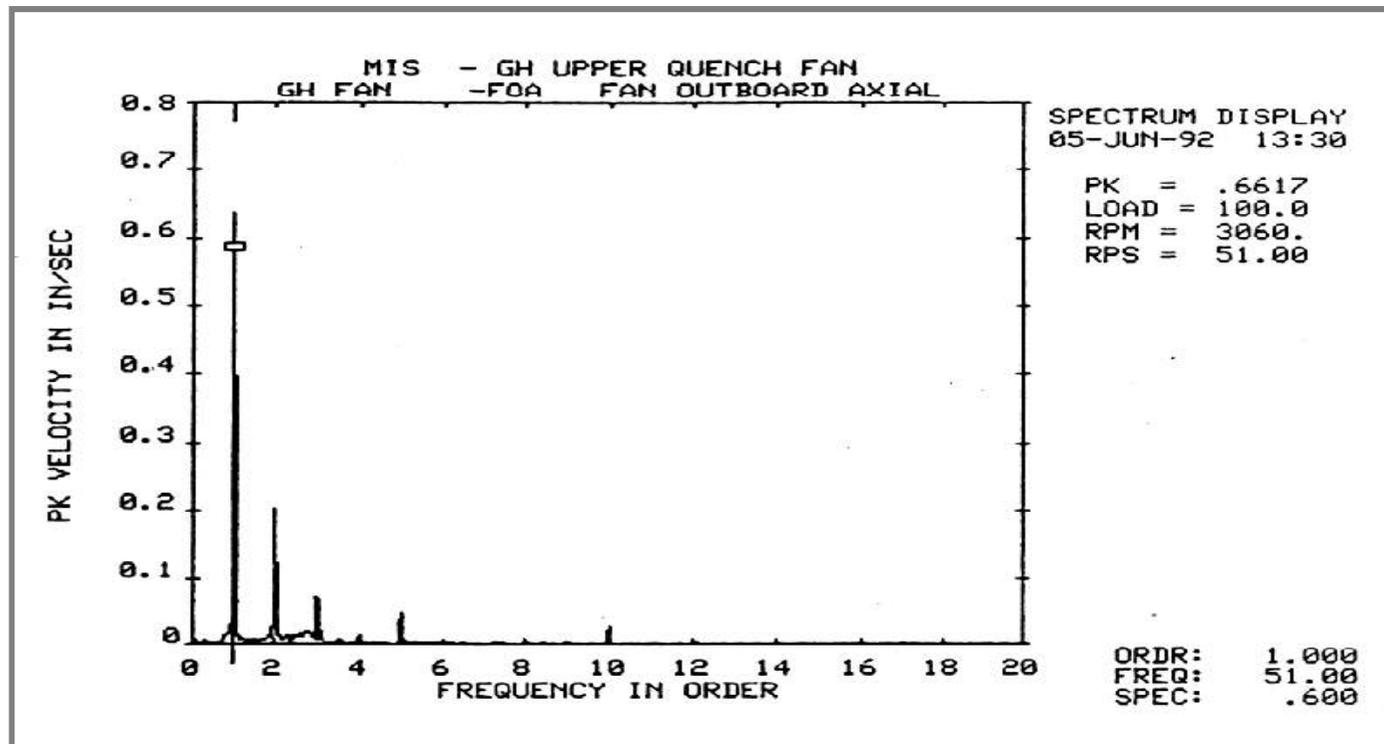
Misaligned

10. Angular Misalignment 의 진동특성

Angular Misalignment의 특징은 1x 및 2x RPM 모두에서 높은 축 방향진동을 가지며 위상은 Coupling을 지나면서 180도 역상이다.

그러나 1X, 2X 및 3X RPM 중 어느 것이든지 우월한 것은 통상 있는 일이다.

이러한 징조는 Coupling에 문제점이 있다는 것을 잘 나타내는 것이다.

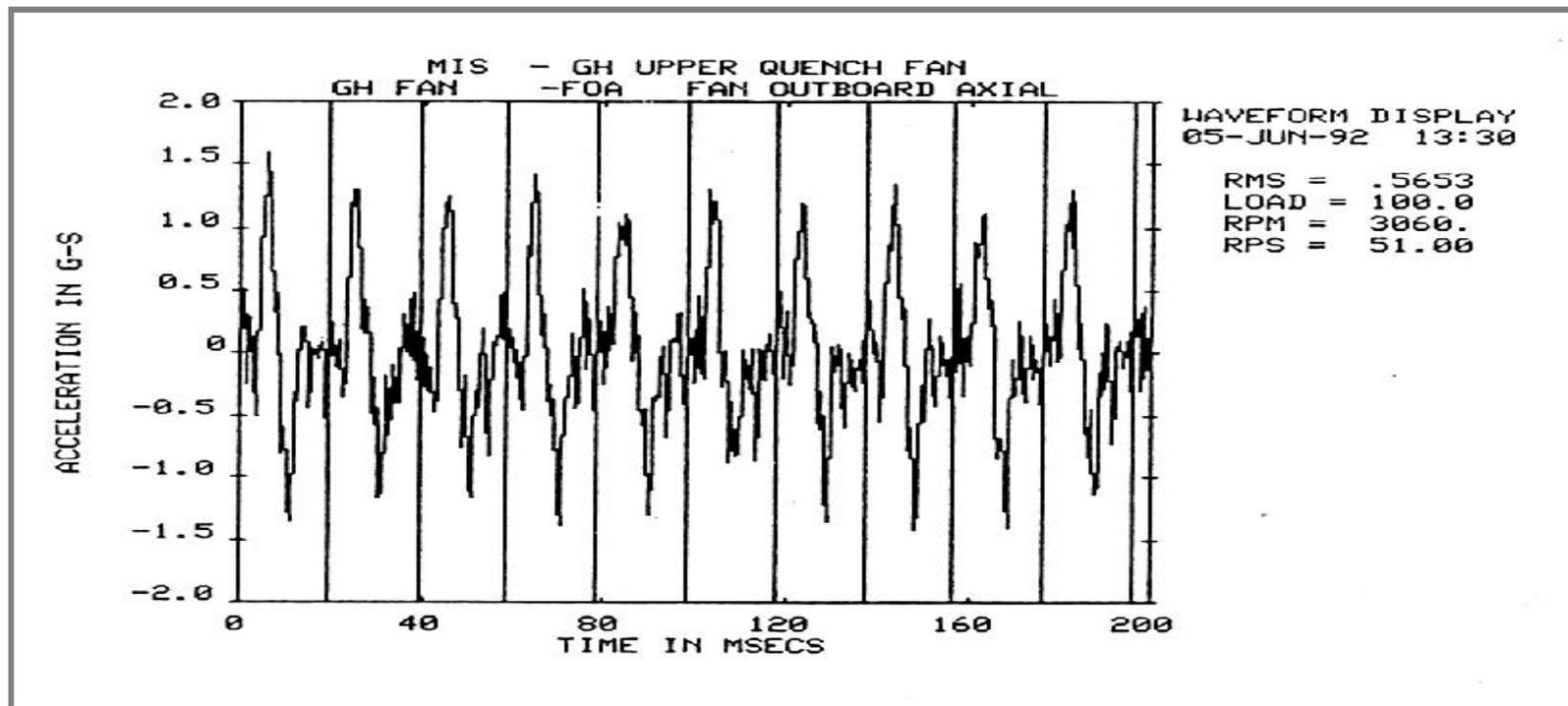


11. Angular Misalignment 의 진동특성

Time 파형은 회전당 한, 두번의 선명한 사이클을 갖는 **특징적인 사인파 형태**를 보인다.

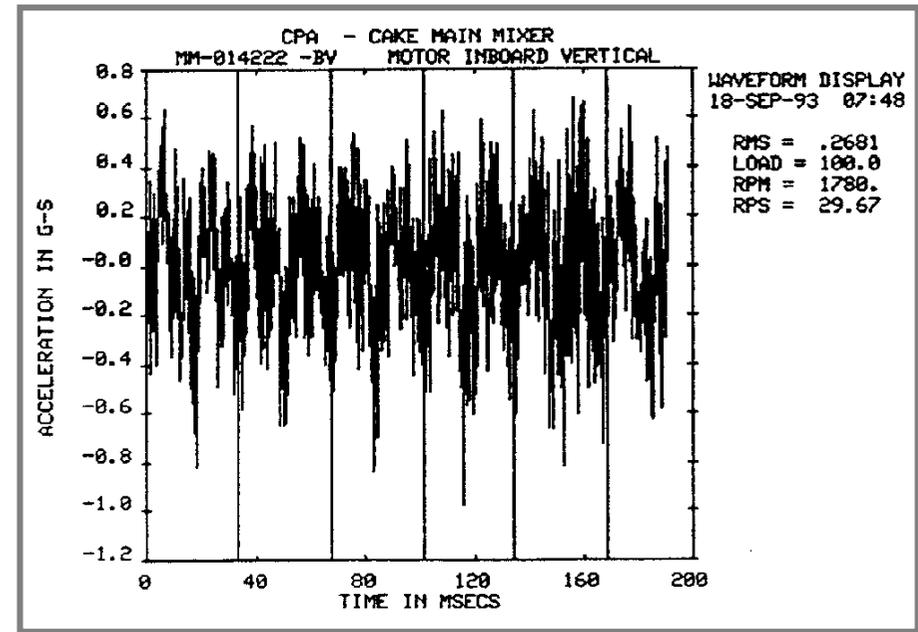
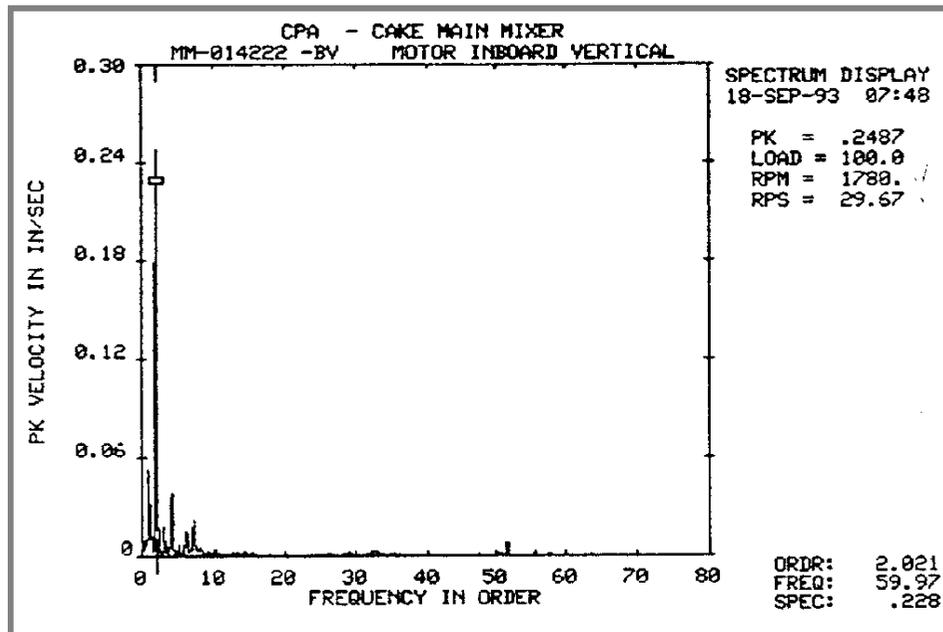
G단위에서 파형 진폭은 낮다. (가속도 값이 낮다)

그리고 많은 양의 충격(Impacting) 파형을 보이지는 않는다.

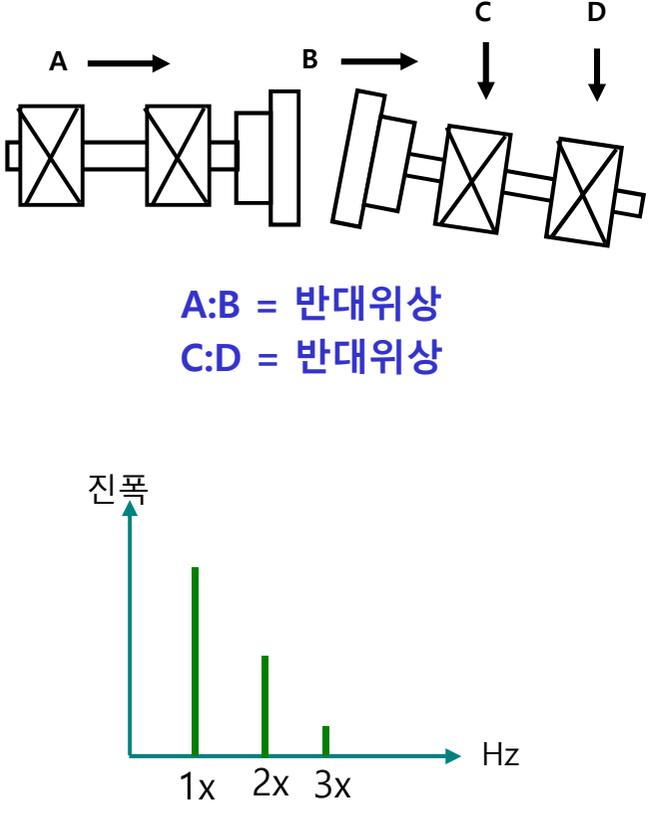


12. Offset Misalignment 의 특성

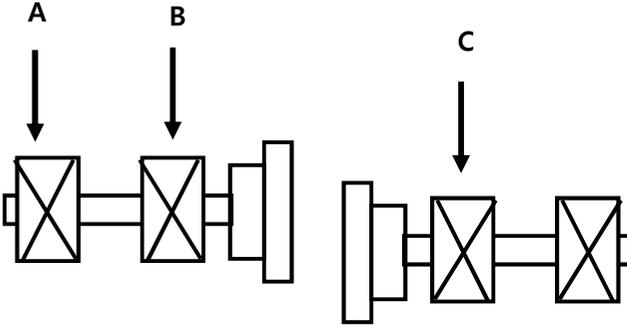
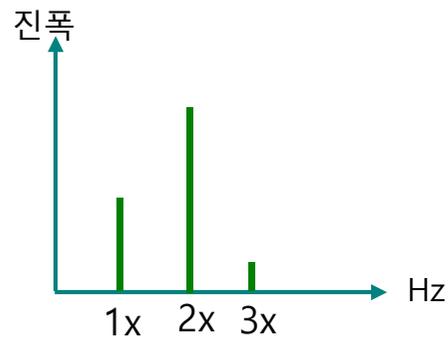
Offset 축 어긋남을 지닌 축은 평행하지만, 서로의 중심선이 벗어난 상태에 있다. 축은 수평 또는 수직면에서 Offset이 될 수 있다. 스펙트럼은 반경 반향에서 높은 2x TS의 피크를 보인다. 최고 높은 진동은 대체로 Offset의 방향으로 발생한다. 즉 Offset이 수직방향에서 발생하면 가장 높은 진동 또한 수직방향에서 나타난다. 커플링은 2개의 Offset 된 축이 중심에서 만나도록 구속하므로 각도성 축 어긋남(Angular Misalignment) 생긴다. 이것은 2x TS의 피크를 증가하는 1x TS 의 피크가 반경과 축방향에서도 나타나도록 하는 원인이 된다



13. Misalignment 의 특징(위상,방향,성분)

특성	성분	방향	위 상	특 징
<p>Angular Misalignment</p>	<p>1X</p>	<p>Axial</p>	 <p>A: B = 반대위상 C: D = 반대위상</p> <p>진폭</p> <p>1x 2x 3x Hz</p>	<ul style="list-style-type: none"> .Harmonics가 거의 없다. .Axial 방향의 진동이 높다. .Time waveform은 Sine파형 .Synchronous성분이다

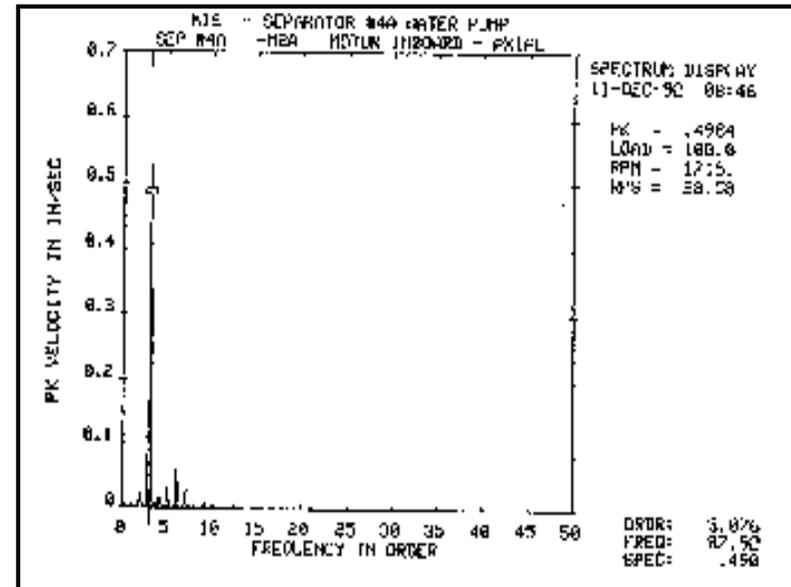
14. Misalignment 의 특징(위상,방향,성분)

특성	성분	방향	위 상	특 징
Parallel Misalignment	2X~3X	Radial	 <p>A: B = 동일위상 B: C = 반대위상</p> 	<ul style="list-style-type: none"> .Time waveform은 Sine파형 .Harmonics가 거의 없다. .Synchronous성분이다

15. 축 요소의 어긋남 (Shaft Component Misalignment)

축 어긋남을 일으키는 요소들을 아래에 나열하였다.

- Pulleys
- Gears
- Couplings
- Bearings



커플링 어긋남 (Coupling Misalignment)

커플링 어긋남은 2개의 축이 어긋났을 때, 커플링이 닳았을 때, 또는 커플링이 부적절하게 설치되었을 때 발생한다. 커플링은 수직 또는 수평적으로 어긋날 수 있다.

스펙트럼은 사용된 커플링 종류에 따라서 축과 반경 방향 양쪽에서 1x TS에서 6x TS까지의 배수와 조화파들을 갖는다.

가장 높은 진동은 보편적으로 결함의 방향으로 발생한다.

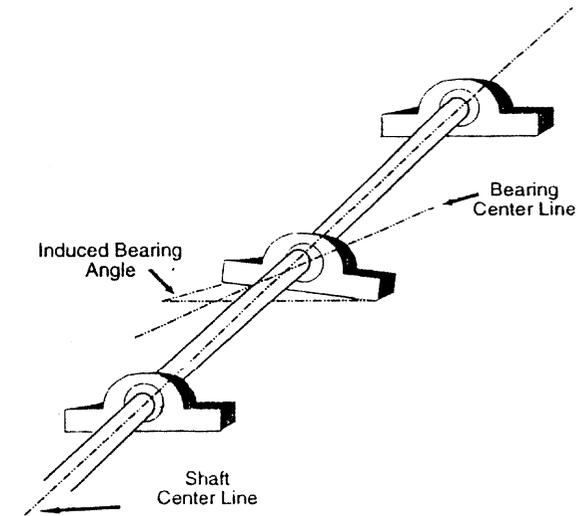
파형의 외형은 결함 유형과 커플링 종류에 따라서 변화한다. 그것은 매우 주기적이면서 사인 곡선적 형태로부터 충격 성분을 갖고 상당히 불규칙적인 형태까지 여러 종류로 나타난다.

16. 축 요소의 어긋남

베어링 어긋남(Bearing Misalignment)

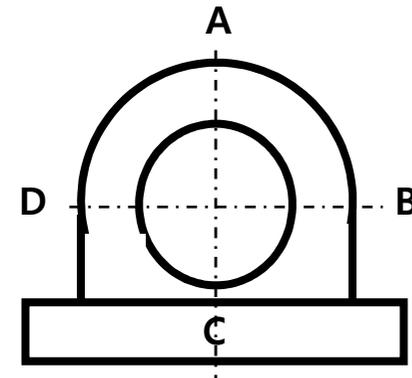
베어링 어긋남은 베어링이 동일 평면상에 설치되어 있지 않을 때 발생한다. 베어링은 열적 성장이나 Soft foot 으로 인한 기계의 비틀림이 생기면 축에 관하여 각도를 갖고 어긋나게 된다. 스펙트럼은 보통 $1x TS$, $2x TS$ 또는 축방향에서 로울러의 수 xTS 에서 가장 높게 피크를 갖는다.

파형은 가끔 마찰(Rub)을 나타내는 절단형 또는 평탄형의 양상을 보이며, 또한 저진폭을 보이면서 주기적이고 사인 곡선적으로 나타낸다.



베어링 어긋남의 전형적인 위상관계는 다음과 같다.

- A와 C의 축방향 위상관계는 $180^\circ \pm 20^\circ$
- B와 D의 축방향 위상관계는 $180^\circ \pm 20^\circ$





SKF 공식대리
점

Belt Align



INA로타리 대리
점

**벨트구동장비의 무결점운전
(Trouble-Free operation)을 보장합니다.**

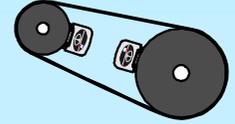


Belt alignment tool, TMEB2



주식회사 광호

Belt Alignment - 벨트와 풀리



• 벨트의 형태

- V-belts (70%)
- Timing/Synchronous belts (25%)
- Multi-ribbed belt (5%)

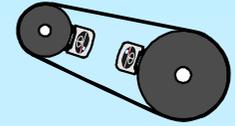
• 풀리/시브

- 풀리의 종류에 따라 상이한 특성을 가짐

• 제조업체

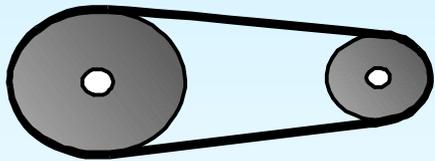
- SKF, Gates, Optibelt, GoodYear, Dunlop, Contitech,
Hutchinson, Colmant Cuvelier

Belt Alignment - 벨트조기파손의 원인

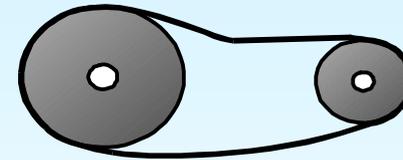


▣ 부적절한 벨트의 장력(Incorrect tension)

•장력의 과다(too tight)

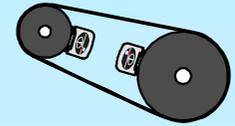


•장력의 과다(too tight)



▣ 부정확한 조심(Incorrect alignment)

Belt Alignment - 장력



- 항상 공급자가 추천한 대로 벨트의 장력을 유지
- 올바른 장비를 사용
- 벨트/풀리 제작업체가 이러한 기구들을 공급

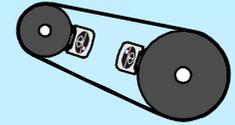
SKF 벨트 텐션메타

(SKF Belt Frequency Meter)

PHL FM10/400

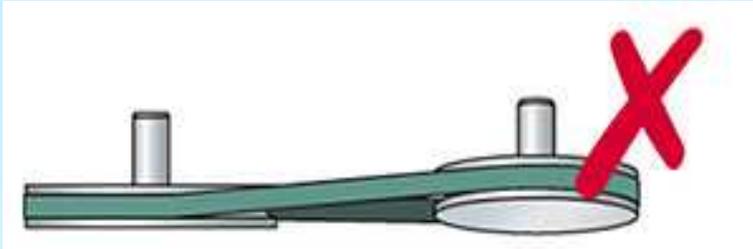
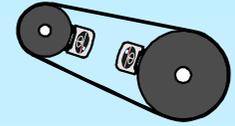


Belt Alignment - 벨트의 조심

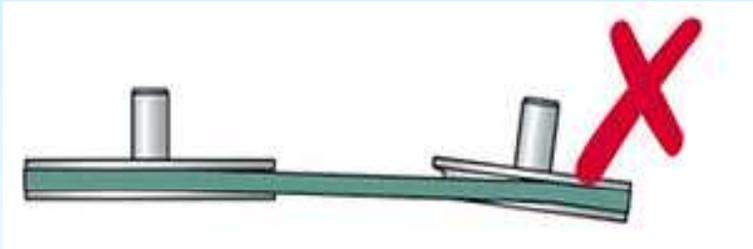


- 공급자가 추천하는 공차범위 내에서 정확한 조심.
 - 비조심 공차
 - V-belts: 0.5°
 - Timing/synchronous: 0.25°
 - Multi-ribbed: 0.25°
- 벨트/풀리 제조업체는 이러한 장비를 공급하지 않음.

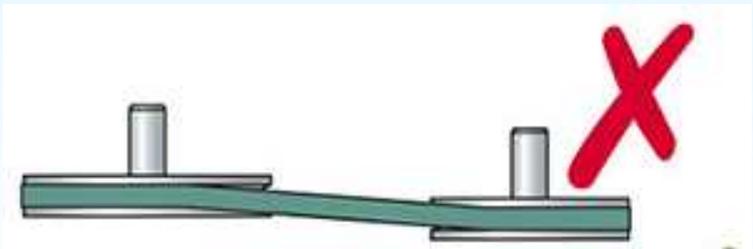
Belt Alignment - 비조심 형태



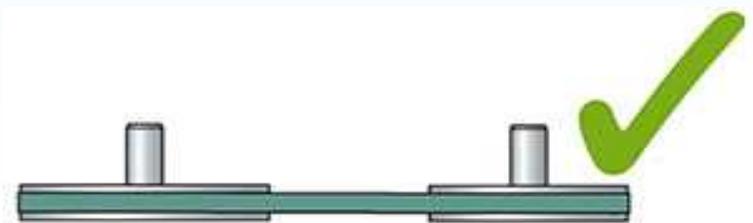
- Vertical angle misalignment
(수직각 비조심)



- Horizontal angle misalignment
(수평각 비조심)

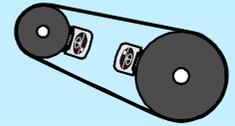


- Parallel misalignment
(평행각 비조심)



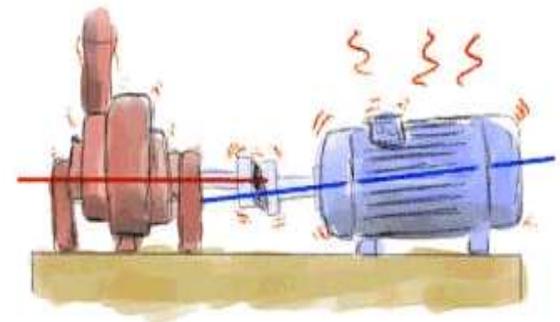
- Correct alignment
(올바른 정렬)

Belt Alignment - 비조심 결과

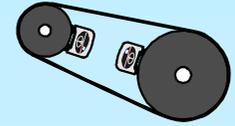


- 벨트와 풀리의 과다마모
- 동력의 과소비
- 진동
- 소음
- 베어링의 조기파손

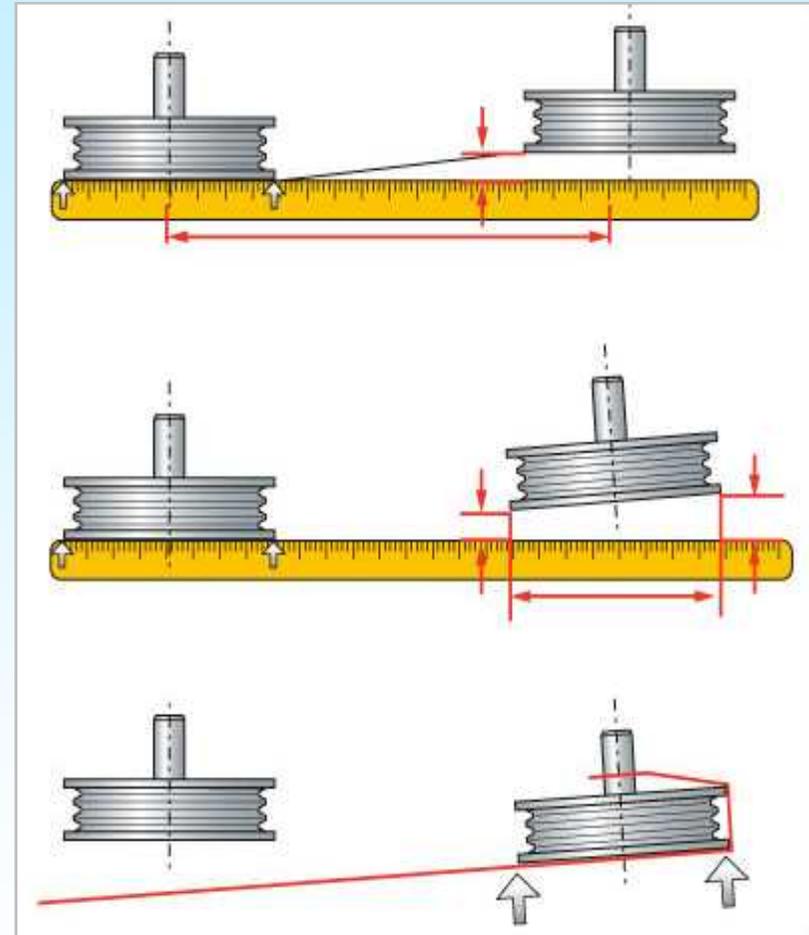
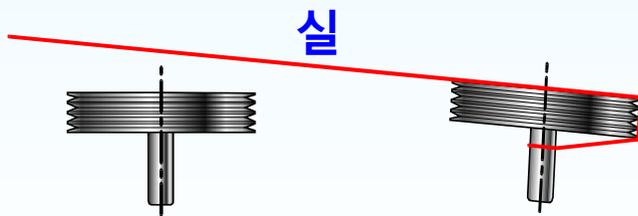
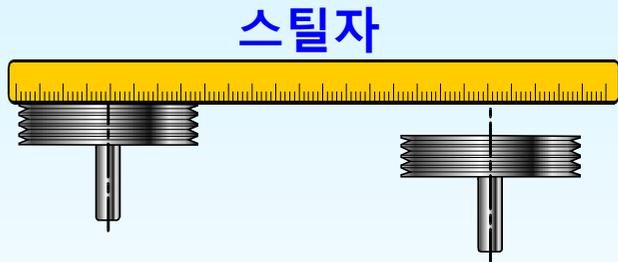
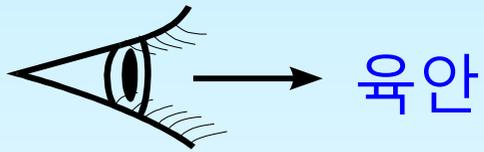
➡ 예기치 않은 기계의 작동중단



Belt Alignment - 측정과 비조심 방법



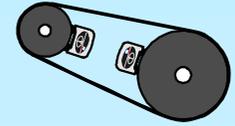
• 전통적인 방법



※ 실과 스틸자로 정렬 작업 시 Parallel and Angular

Misalignment 우려가 높음

Belt Alignment - 측정과 정렬 방법



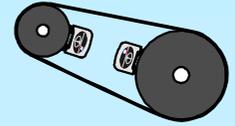
- 풀리의 정면을 이용한 방법



- 풀리의 홈을 이용한 방법



Belt Alignment -Belt Align 장점



- 사용자편의위주로 고안되어 작동 시 교육이 불필요, 신속하고 용이한 장치의 부착 (강력한 자석을 이용)
- 폴리의 정면이 아닌 홈의 조심
- 레이저의 위치가 비조심의 형태를 나타냄으로 여러번의 시행착오를 필요치 않음.
- 긴 작동거리 (6M)

▣ 측정렬 용어 (1/3)

다음에 나오는 단어들은 이 책이나 일반적인 측정렬 관련 서적에서 접할수 있는 단어들입니다.

Alignment (정렬)

2대 또는 그 이상의 기계에 대해서 운전중에 회전 중심축이 서로 일치하도록 위치를 조정하는 작업을 말합니다.

Angularity (각 편차)

두 기계의 축 중심선간의 각도를 말합니다.

Anti-torsion bridges (비틀림 방지기)

브라켓에 긴(200mm 이상의) 지지대를 사용하면 축을 회전시킬때 지지대가 비틀리게 됩니다. 이런경우 Anti-torsion bridge(ALI 2.176) 를 설치하면 이를 방지할수 있습니다.

Axial play (축방향 놀음)

저널 베어링이나 슬리브 베어링을 사용할 경우 생기는 축방향의 움직임을 말합니다.

Gap difference

커플링의 한쪽의 틈새에서 반대편 틈새를 뺀 값. 측정 할 때는 동일한 반경에서 해야 합니다.

Jack bolt (jackscrew)

기계를 정확히 수평이동 시키기 위해서 기계발 위치의 베이스에 설치한 볼트

Machine dimension (기계치수)

기계발이나 커플링에서의 측정렬 교정 값을 계산하는데 사용되는 기계 각부분간의 거리.

Offset (평행편차)

주어진 어떤 포인트에서의 회전 중심선간의 거리차, 일반적으로는 커플링의 중심에서 측정합니다.
Spacer 커플링의 경우는 flex면에서 측정합니다.

▣ 축정렬 용어 (2/3)

Radial play (원주방향 놀음)

매번 회전 시마다 나타나는 축의 원주방향(축에 직각인 방향)의 위치 변화로 Bearing play라고도 하며 축정의 정도를 떨어뜨리는 원인이 됩니다.

Resolution (분해능)

측정 시스템이 감지할 수 있는 가장 작은 수치.

Sag (처짐)

다이얼 게이지의 연결 브라켓과 같은 곳에서 중력의 작용으로 인해 일어나는 처짐 현상.

Shim Plate(금속판)

기계의 수직 위치 교정을 위해서 기계의 발밑에 삽입하는 여러가지 두께의 금속판.

Soft foot

만약 기계발의 볼트가 느슨해 지거나 딱 조여질때 기계 프레임이 비틀린다면 Soft foot이 있는 것입니다.

Soft foot은 축 정렬 작업 전에 반드시 교정하여야 합니다.

- Parallel soft foot

기계발과 이를 지지하는 표면과의 평행 gap 지시된 수치만큼 심을 삽입하여 교정합니다.

- Angular soft foot

기계발과 지지표면과의 각이진 gap Parallel soft foot 보다 교정이 어렵고 feeler gauge등을 사용하여 추가적인 측정을

하여야 합니다.

- Induced soft foot

외부적인 연결부위(piping 또는 coupling 등과 같은)가 기계에 힘을 미칠때 발생 합니다.

이것은 축을 정렬하는동안 응력을 줄임으로써 피할수 있습니다.

(예를들면, rigid 커플링의 볼트를 느슨하게 하면 응력을 받지않고 축을 같은 각도로 함께 회전 시킬수 있습니다.)

▣ 축정렬 용어 (3/3)

Spacer

베어링이나 다른 지지물없이 연결축 (spacer shaft)으로 분리된 두개의 Flex면을 갖고 있는 커플링 총칭.

Stationary machine (고정기계)

축 정렬 작업시 움직일(교정할) 기계에 대해서 기준으로 설정되는 기계 OPTALIGN/TURBALIGN 1.5를 사용할때는 어느 기계든지 임의로 고정 기계로 선택할수 있습니다.

Support posts (지지대)

트랜스듀서를 설치하기 위해서 브라켓에 삽입하는 스테인리스 봉.

Thermal growth (열성장)

기계 운전시 온도변화 또는 동응력의 효과에 의해서 기계의 회전축이 이동하는 현상.

Tolerance Values (허용 오차)

이상적인 축정렬 위치(목표위치)와의 허용가능한 최대 편차값을 말하며, 오정렬의 평행편차와 각도편차 한계 값으로 표시됩니다.

Torsion play

양 커플링간의 원주 방향놀음(한 축을 회전 시킬때 다른 축은 정확하게 같은 각도로 회전하지 않는현상)으로 측정 오차를 막기 위해서 사전에 방지 되어야 합니다.

Working diameter

Gap의 차이(각 편차)가 측정되는 위치의 커플링 직경.

폴리 정열 장비

- 품명: Belt alignment tool
- Model: TMEB2



벨트 텐션 장비

- 품명: Belt Frequency Meter
- Model: HL FM10/400



© SKF is a registered trademark of the SKF Group.

© SKF Group 2010

The contents of this publication are the copyright of the publisher and may not be reproduced (even extracts) unless prior written permission is granted. Every care has been taken to ensure the accuracy of the information contained in this publication but no liability can be accepted for any loss or damage whether direct, indirect or consequential arising out of the use of the information contained herein.

PUB M/P8 11301 EN · January 2011

SHAFT ALIGNMENT – E420

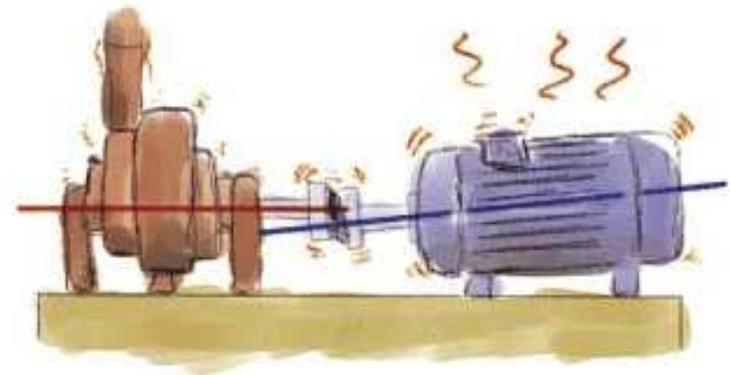
특징: 무선 측정가능! 운용프로그램 한글지원!



EASY LASER 이용하면...

- 축정렬 작업 단축
- 초보자 이용가능
- 정비품질 향상

오정렬 방지!!



SHAFT ALIGNMENT – E540

특징: 무선 측정가능! 운용프로그램 한글지원!



EXPANDABLE



QUICK START



40° MIN. ROTATION



BUILT-IN WIRELESS UNITS



 HORIZONTAL MACHINES

 VERTICAL/FLANGE-MOUNT MACHINES

 MACHINE TRAINS(3-MACHINES)

 VIBRATION MEASUREMENT

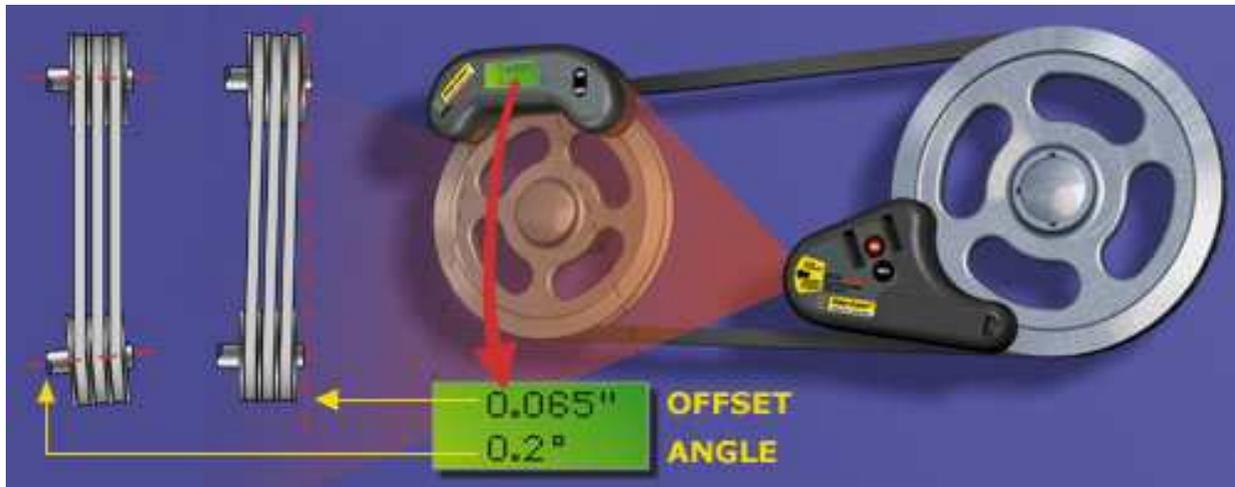
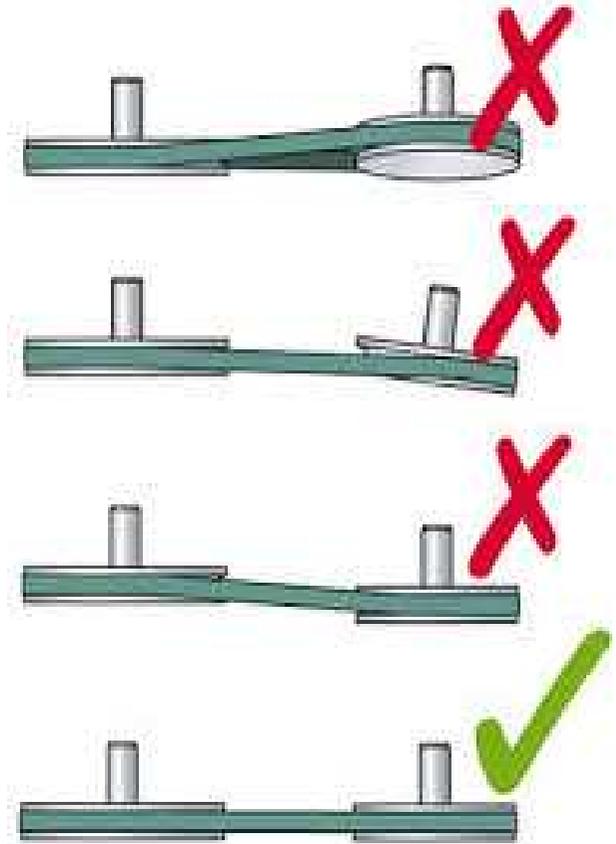
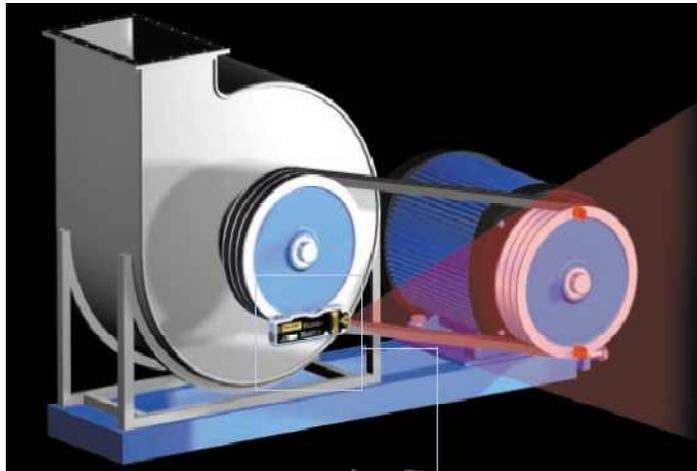
 VALUES-DIGITAL DIAL INDICATOR

 SOFT FOOT CHECK

V-풀리 정렬 장비

Sheave / Pulley alignment

풀리 오정렬 제거! 작업시간 단축!





 주식회사 광호
감사합니다