

第 13章 振動 監視 裝置

(Vibration Monitoring System)

1. 振動 監視 方法 (Vibration Monitoring Methods)

1.1 概要 (Introduction)

회전 기계 상태에 대한 감시는 기계류가 만들어졌을 때부터 시작되었다고 말할 수 있다. 기계의 상태 변화에 의한 손상 정도에 따라 유지 보수 비용과 기계 관리 분야에의 안전성 등에 영향을 받게 되며 이는 산업 현장에서 매우 중요한 이슈로 부각되고 있다. 이러한 손상을 사전에 방지하기 위해 기계의 상태를 감시하는 가장 주된 방법으로 진동의 변수들 (크기, 성분, 위치, 모습 등)을 감시하는 방법이 널리 적용되고 있다. 그 유형별로 온라인 연속 감시(On-line Continuous Monitoring), 온라인 주기 감시(On-line Periodic Monitoring), 오프라인 주기 감시(Off-line Periodic Monitoring with Portable)의 세 가지가 있다. 온라인 연속 감시 방식은 기계에 설치된 진동 변환기를 통해 수집된 진동 데이터를 각 설치 장소로부터 직접 연결 방식을 통해 24시간 연속적으로 감시하게 된다. 온라인 주기 감시 방식은 각 기계들에 설치된 변환기들을 하나의 신호 선으로 연결하여 경제적으로 설치 비용을 감소하면서, 직렬 연결 방식에 의해 주기적으로 각 변환기의 신호를 수집하여 감시하게 된다. 마지막으로 가장 전통적인 방법인 수 작업에 의한 주기적 감시 방법이 있다. 이는 휴대형 진동 수집 장치를 이용하여 일정한 간격으로 데이터를 수집하여 상태를 감시하는 방법이다.

1.2 週期監視 및 連續監視 長・短點 比較 (The Comparison of Periodic Monitoring with Continuous Monitoring)

1.2.1 오프라인 및 온라인 週期監視 (Off-line & On-line Periodic Monitoring)

가장 고전적인 방법으로 사람의 수 작업에 의존하는 방법과 1980년대부터 적용되기 시작한 온라인 주기 감시 방법은 초기 투자 비용이 매우 저렴하고, 어떤 기계에서나 데이터를 수집할 수 있으며, 관리하는 사람의 의지에 따라 좋은 효과를 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 수 작업에 의한 방법은 수집하는 방법의 개인차로

인한 일관성이 결여될 가능성이 크고, 데이터 수집 간격 사이에 문제 발생 시 취득이 불가능한 점, 대상 기계의 수에 따른 데이터 수집 간격이 너무 크다는 점, 빠르게 진행되는 기계 문제는 감지할 수 없고, 데이터를 수집하는 인력을 양성하는데 많은 비용이 소요된다는 점 등이 단점이다. 이를 대체하며 경제적으로 설치 비용을 줄이면서도 위의 수 작업에 의한 단점을 보완하기 위해 적용되기 시작한 방식이 온라인 주기 감시 방식으로서 일반적으로 기계의 중요도가 낮아 기계 문제가 공장의 가동에 큰 영향을 미치지 않는 구름 요소 베어링을 가지는 기계들의 감시에 적용된다. 현장에 영구적으로 설치된 변환기를 통해 주기적으로 데이터가 수집되어 분석에 이용되는 방식이므로 수 작업에 의존했던 기계류와 산업 설비 감시 방식을 효과적으로 대체하고 있다. 또한 이 방식은 소수의 인원이 다량의 기계를 감시하고자 할 때 저렴한 초기 투자 비용으로 최대의 효과를 얻기 위한 적합한 방식이다.

1.2.2 온라인 連續監視 (On-line Continuous Monitoring)

공장 가동에 매우 영향을 미칠 수 있는 중요 기계들은 현장에 영구적으로 설치된 변환기들로부터 데이터가 병렬 연결 방식에 의해 각 포인트에서 직접 연결되어 24시간 연속적으로 상태를 감시할 수 있어야 하며, 이때 적용하는 방법이 온라인 연속 감시이다. 지속적으로 기계의 상태를 감시함으로써 상태 변화를 감지하여 문제 발생 초기에 예지 보전이 가능한 데이터를 제공하며 기본적인 상태에 대한 경향 정보와 각종 기계 문제를 분석하기 위해 필요한 동적 진동 데이터의 제공 능력을 가지고 있으며 감시 장치에 추가적으로 데이터 처리 장비를 연결하거나 컴퓨터 시스템과 연계시 효과적으로 각종 분석 데이터를 이용하게 된다. 다른 방식에 비하여 초기 설비 투자 비용이 많아지게 되나 이는 기계의 중요도를 고려할 때 문제점이 될 만한 사항은 아니며, 각 변환기의 설치에 많은 비용이 소요되는 점이 있다.

1.3 連續 振動 監視 시스템의 構成 (The Construction of Continuous Vibration Monitoring System)

회전기계의 상태를 진동이라는 변수를 지속적으로 감시함으로써 예지 보전이 가능하게 되고, 기계적 손상을 예방할 뿐만 아니라 대형 사고를 미리 방지할 수 있다. 또 다른 측면으로는 설비 가동률 증가에 따른 생산성 제고는 물론 유지 보수 비용도 절감할 수 있다. 이러한 목적으로 사용되는 진동 감시 설비는 흔히 진동 변환기, 현장 배선, 영구적 감시계통의 세 부분으로 구성된다.

(1) 변환기는 하나의 에너지 형태를 다른 에너지 형태로 변환 시키는 것이며, 연

664 — 제1편 진동의 기본 기술

속 진동 감시에 사용하는 변환기로는 지진계식(Seismic)과 변위 측정식인 Proximity 장치가 있다. 지진계식 변환기는 접촉식으로서 하우징이나 케이싱의 절대 진동을 측정하며, Proximity 장치는 비 접촉식으로 하우징이나 케이싱을 통해 설치되어 관측 면인 축 진동 및 위치를 상대적으로 측정한다. 케이싱의 팽창이나 밸브의 위치 등을 측정하는 여러 가지 다른 종류의 변환기도 있다.

(2) 현장 배선은 변환기의 신호를 감시계통으로 전달하는 통로로, 전원이 필요한 신호 변환기에 전원 공급 역할도 수행한다.

(3) 감시계통은 변환기의 신호를 측정에 적합한 단위나 신호로 변환시킨다. 이 변환 동작에 따라 진동을 표현하는 단위가 달라지게 된다. 이러한 감시계통을 Rack이라 부르며 이 Rack은 전원 공급장치, 시스템 Monitor, Monitor의 세 가지 기본요소로 구성되어 있다.

① 전원 공급장치

전원 공급장치는 Monitor와 그에 연계된 신호변환기에 정류된 전원을 공급한다.

② 시스템 Monitor

시스템 Monitor는 Rack에 설치된 전 시스템의 동작상태를 감시하는데, 시스템의 정상 동작에 필수 요소인 공급 전압의 건전성을 감시하며, 시스템의 정상 여부도 판별한다. 즉, 해당 시스템의 변환기와 현장 배선에 대해 규제치 내에서의 정상 동작 여부를 감시하여 관련 정보를 제공한다. 또한 경보 기준 값을 설정할 수 있고, 시스템을 Reset시킬 수 있도록 되어 있다. 또한, 이 계통은 Monitor Rack과 전산기를 이용한 데이터 수집용 소프트웨어를 연결시 이러한 시스템 구성에 필요한 진동 정보들을 제공하는 역할도 담당한다. 반면, 이 계통은 회전 기계의 주 감시 경로에 직접적으로 관여하지 않으므로 시스템의 신뢰성에는 직접적인 영향을 미치지 않는다.

③ Monitor

Rack에 설치되는 Monitor에서 감시 중인 기계의 상태를 볼 수 있다. 이 Monitor들은 그 역할에 따라 진동, 위치, 온도, 위상 기준 신호 제공 등 다양한 종류로 구성되어 있으며 변환기 계통의 정상 동작 여부, 측정값의 크기 및 이의 설정 치와 비교한 적정성 여부를 나타낸다. 즉, "ALERT"와 "DANGER"로 기계의 정보상태까지 나타낸다.

1.4 Proximity 變換器 (Proximity Probe)

Proximity Probe 시스템은 비접촉식으로 변위를 측정하는 센서로서 Probe,

Proximator, Extension Cable의 세 가지 요소로 구성되어 진다. 기본적인 전원은 Monitor Rack으로 부터 Proximator로 공급되어 진다. 공급된 전원에 의해 변위 센서를 구동하는 신호가 Proximator에서 발생되어 지고, 이 구동 신호는 연장 케이블을 통해 Probe로 전달된다. Probe는 측정하고자 하는 기계 부위에 가장 근접하여 설치되며 Proximator에서 발생시킨 신호를 측정 면에 투사하고 이로 인해 형성된 와전류 (Eddy Current)에 의한 상대적인 신호 손실 분을 Proximator에서 감지하게 된다. 따라서 이를 변조하여 변위 신호를 전송하게 된다.

1.4.1 Probe

이 구성품은 기계에 설치되는 부분으로 끝 부분은 Polyphenylene Sulfide (PPS)라는 소재로 밀봉되어 있고 고정부는 나사가 쳐진 Stainless Steel로 되어 있다. 신호를 전달하는 케이블은 3중으로 구성되어 있는데 가장 가운데 신호선이 있고, 중간에는 Common 역할을 수행하는 선이 있으며, 가장 외곽에는 차폐 기능을 담당하는 선으로 구성되어 있다.

1.4.2 Extension Cable

Probe와 Proximator를 연결하는 역할을 하는 케이블로서 Probe에 연결되어 있는 케이블과 동일하다. 설치 후의 유지 보수와 현장 상황에 적절한 설치 환경을 제공하기 위해 이러한 케이블이 시스템의 한 부분으로서 사용되고 있다. Probe에서부터 Proximator까지의 전기적 전선의 길이는 연장 케이블에 의해 결정된다. 시스템의 한 부분으로서 정확한 규격과 동일 시스템에 부합하는 케이블이 사용되지 않는다면 Proximator에서 신호를 처리하는데 사용된 회로와 동일하지 않게 되어 잘못된 변위 측정 신호를 생성하게 된다. 연장 케이블은 Probe와 Proximator에서 규정한 것을 사용하여야 한다.

1.4.3 Proximator[®]

Proximator는 기본적으로 아래와 같은 두 가지 기본 기능을 갖는 일종의 전자 기기이다.

(1) 발진기 회로를 사용하여 라디오 주파수(Radio Frequency : RF)를 발생시킨다. 발진기에서 발생하는 RF 신호의 주파수 대역은 500 kHz~2.0 MHz이며, 이 주파수는 Probe Coil의 인덕턴스(L)와 Probe와 관련한 케이블의 캐패시턴스(C)의 크기에 의해 결정된다. 따라서, 연장 케이블의 길이가 너무 길거나 짧으면 RF 신호 주파수가 변하여 Probe의 출력도 변화하므로 부적합한 신호가 된다. 또한 Probe Tip으로부터

간극이 일정 거리(100 mils)이상 떨어지면 간극과 출력간의 선형성이 유지되지 않는다. RF가 존재하는 영역(RF Field)에 금속이 접근하면 그 금속 표면에 와전류가 흐르게 된다. 이 와전류란 전도성의 금속에 자속이 시간적으로 변화할 때 전자 유도에 의해 전계가 발생하며, 그로 인해 자속의 변화를 방해하는 방향으로 전류가 흐르게 되는데 이 전류를 일컫는다. 이 와전류의 침투 깊이는 금속의 전도율과 투자율에 따라 결정된다. 예를 들어, 4140 Steel은 약 3 mils 정도이다. 도금된 금속의 경우, 이 도금 두께는 최소한 와전류의 침투 깊이 이상이 되어야 한다. 이 조건이 충족되어야만 Probe의 출력이 선형성을 유지하도록 와전류가 도금 금속을 항상 투과하도록 할 수 있다.

(2) RF 신호에 의해 생성되는 금속 표면에서의 와전류 발생 정도를 감지하여 변조하고 이를 통해 변위 신호를 획득한다. 이를 위해서는 외부에서 전원을 공급받아야 한다 (-17.5~-26 Vdc). Probe를 전도성 금속에 근접시켜 와전류가 흐르도록 하면, Probe와 전도성 금속 사이의 거리가 최소일 때 RF 신호의 진폭이 최소가 되며, 최대의 와전류가 흐른다. 반대로, Probe와 전도성 금속 사이의 거리가 최대일 때 RF 신호의 진폭이 최대가 되며, 최소의 와전류가 흐른다. 따라서, 전도성 금속이 RF Field내에서 서서히 움직이면 RF 신호의 진폭이 서서히 증가하거나 감소하며 움직이는 속도가 빨라지면 RF 신호의 진폭도 빠르게 변화한다. 즉, RF 신호가 전도성 금속의 움직이는 속도에 따라 변조된다. 복조 회로는 위와 같이 변하는 RF 신호의 진폭을 감지하게 되고, 전도성의 금속이 서서히 움직이거나 움직이지 않으면 Probe의 출력은 부(負)의 직류 전압이 되며, 반대로 움직임이 빠르면 정현파의 전압이 출력으로 나타난다. 따라서 전도성 금속이 움직이면서 진동한다면 Probe의 출력은 직류와 교류 성분을 모두 갖게 되며, 이 때 나타나는 주파수 성분은 0 Hz~10 kHz이다.

1.4.5 Proximity Probe 用途 (Usage of Proximity Probe)

회전체 진동 감시 분야에서는 아래와 같은 세 가지 방식으로 적용되고 있으며 이들 각각은 진동 감시와 분석에서 매우 중요한 역할을 담당하게 된다.

- 진동 : 반경 방향 움직임 측정
- Thrust : 축 방향 움직임 측정
- Keyphasor : 위상 측정에 필요한 기준 신호를 제공하게 됨

1.4.6 Probe의 性能 確認 (Probe Performance Check)

Proximity Probe는 일정한 선형범위 내에서 주어진 간극에 대하여 일정 전압이 출력되도록 설계되었으며, 이러한 관계를 Scale Factor라 한다. Proximity Probe의

기준 Scale Factor는 200 mV/mil (또는 7.87 mV/um) 이며, Proximitor 명판에 Scale Factor가 표시되어 있다. 일반적으로 Tip의 지름이 크면 선형 특성 범위가 넓게 되며 상대적으로 용해도는 작게 된다. 평균 Scale Factor ASF = 간극 전압 변화의 크기 / 간극 변화의 크기가 된다.

그림 13-1과 같은 특성이 있는 경우라면 $ASF = \frac{(18-2) V}{80 \text{ mils}} = 200 \text{ mV/mil}$ 이며, 오차는 $\pm 11 \text{ mV}$ 가 된다. 즉, 189 mV/mil~211 mV/mil이 된다.

Probe의 성능을 확인해 보면 그림 13-1과 같은 특성을 얻을 수 있는데, 이 확인 과정에서 Probe와 Spindle Micrometer를 0에 설치한 후 5 mils 씩 증가시키면서 Probe의 출력 값을 측정한다.

* 초기 Probe Gain을 Monitor로 조정하고, 기록해 두는 것이 중요하다. 이렇게 확인한 결과, 성능곡선이 특정 범위를 벗어나는 경우는 다음 사항을 점검하여야 한다.

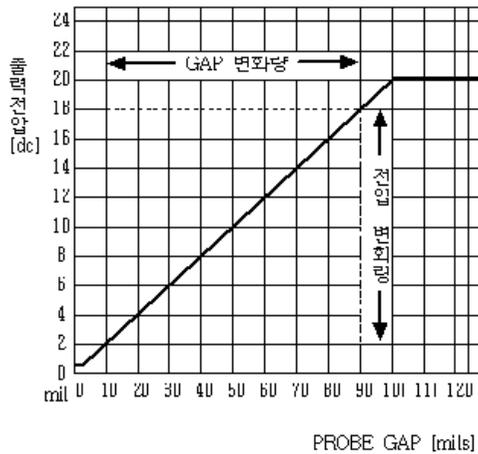


그림 13-1 간극에 대한 Probe의 출력 특성

- 공급 전압의 부적정

Proximitor의 전원 전압 범위는 -17.5~-26 Vdc이다. 만약 전원 전압이 -16 V였다면, Scale Factor는 영향을 받지 않으나 선형성 범위가 현저히 축소된다.

- 시스템 구성품의 부적합

Probe, 연장 케이블, Proximitor 등 계통 구성 요소 중 하나 이상이 맞지 않는 경우로 제반 특성이 현격히 변화된다. 즉, 측정값 자체가 의미가 없는 상황이 된다.

- Proximitor의 교정

Proximitor는 Target 재질에 따라서도 출력 특성이 많이 변화하므로 Target 재질

이 바뀌면 제품에 명기된 재질에 따라 다시 교정하여야 한다.

- 기타

상기 이외의 원인으로 계통이 동작하지 않는 경우에는 고장 중인 부분을 확인, 정상화시켜야 한다.

2. 振動 信號 變換器 (Vibration Signal Transducer)

2.1 振動 信號 變換器 選定 (Selection of Vibration Signal Transducer)

기계의 진동을 측정하기 위해 변환기의 종류를 선정할 때 다음과 같은 여러 요인들을 고려해야 한다.

- ① 기계 측정 대상 부분의 진동 특성 (베어링 타입, 기계 요소 타입)
- ② 적용 규격, 온도, 주파수 응답 등
- ③ 경제성 즉, 기계의 가격과 설치 비용에 대한 기대 이익

적용하기에 적합한 변환기에 대해 추천할 수 있는 사항은 대단히 광범위하다. 따라서 각 변환기 종류에 대한 장, 단점을 비교함으로써 실무에 있어 효과적인 평가를 할 수 있도록 하고자 한다.

2.2 振動 信號 變換器 種類 (Vibration Signal Transducer Type)

변환기란 하나의 에너지 형태를 다른 에너지 형태로 변환시키는 역할을 하는 기기를 말한다. 진동 신호 변환기의 종류는 대략 다음과 같은 5가지가 있으며, 그 중에는 구동전원을 필요로 하는 것과 필요로 하지 않는 것이 있다.

- Proximity Probe
- 속도 변환기(Velocity Transducer)
- 가속도계(Accelerometer)
- Shaft Rider
- Dual Probe Type

※ 각 종류의 장·단점은 제 3 장 7절 "진동 변환기의 비교"를 참조할 것

2.3 Shaft Rider와 Dual Probe 比較 (Comparison of Shaft Rider with Dual Probe)

회전 기계류에서 진동을 일으키는 근원은 회전하는 축(Rotor)에 기인하는 것이다. 그러나 축이 허공에서 회전하는 것이 아니고 베어링에 의해 지지되고 있으므로 기

계의 상태 감시는 축과 베어링간의 상대 진동을 감시함으로써 그 상태를 판단할 수 있다. 이를 위해서는 베어링에 Proximity Probe를 설치하고 여기서 측정된 변위 신호를 이용하여 감시나 분석 작업을 수행한다. 그러나 일부 제한적인 경우에 축 자체의 물리적 특성과 일부 진동 원인에 대한 분석을 위해 축의 절대 진동 측정이 요구될 때 이러한 신호를 제공할 수 있는 방법으로 다음과 같은 두 가지 유형의 변환기 및 방식이 사용된다. 즉 Shaft Rider와 Dual Probe 방식이다 (그림 13-2 참조).

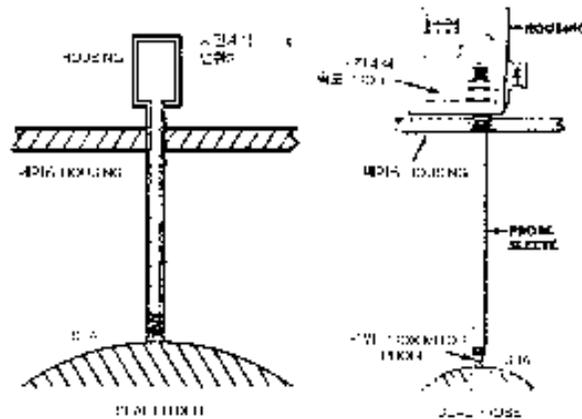


그림 13-2 Shaft Rider와 Dual Probe

Shaft Rider는 변위 측정 방식 변환기가 산업 설비 감시 분야에 적용되기 이전에 사용되던 고전적 방식으로서, 베어링 하우징을 관통하여 스프링에 의해 장착되는 기계 장치를 거쳐 축에 얹혀지는 측량 막대 집합체로 구성되어 있다. 베어링 하우징 외부에 있는 측량막대의 상단은 직접 지진계식 변환기에 접속되어 있으며 지진계식 변환기는 보통 속도 변환기이다. 측정 방식이 기계적 움직임인 진동을 기계적으로 측정하는 방식이므로 측정 가능한 주파수 범위가 매우 제한적이며 시간의 경과에 따라 측정 부위의 마모 등으로 인한 데이터 신뢰성이 부족하게 되는 방식으로 이해된다. Dual Probe 방식은 상대 변위 측정 방식과 지진계식 측정 방식을 조합하여 절대 진동을 측정하는 최신 기법이다. 베어링에 부착되어 축의 상대 진동을 변위로 측정하는 Proximity Probe와 베어링의 절대 진동을 측정하는 지진계식 속도 변환기의 조합으로 구성되어, Proximity Probe는 축과 베어링의 상대 진동을 측정하고, 속도 변환기는 베어링 하우징의 절대 진동을 측정한다. 이 후 속도 신호가 변위로 적분되고, 축의 상대적 변위 신호에 순시적으로 합산되는 신호 처리 과정을 거쳐 축의 절대 진동 값을 얻게 되며 동시에 축의 상대 진동과 케이싱의 절대 진동, 그리고 베어링 내의 축의 상대적인 위치

정보 등 분석과 감시에 매우 중요한 추가 정보들이 이용 가능하게 된다. Shaft Rider가 축의 절대적인 진동 값을 제공하는 반면, Dual Probe는 Shaft Rider보다 기계적인 상태에 관한 많은 정보를 제공하는 장점이 있다. 축 진동의 상대적 측정값 대 절대적인 측정값과 Dual Probe 대 Shaft Rider에 관한, 터빈 제작자가 작성한, 다음 사항을 참조하도록 한다.

- **축의 절대적인 혹은 축의 상대적인 진동 측정값의 활용**

이는 특정한 단위 기계에 대한 베어링 하우징의 구조에 따라 결정된다. 대다수의 회전 기계에서 베어링 하우징은 임계 진동주파수에서 거의 움직이지 않는 무거운 구조물이다. 이와 같은 베어링에 대해서는 상대 진동 값을 취하는 것이 적합하다. 조립된 베어링 하우징이 있는 기계에서는 절대 진동 측정이 바람직하다. 이 절대 진동 측정 시스템에는 베어링의 움직임 및 관련된 축의 움직임 측정용 Sensor와 고정된 기준형틀에 대한 베어링의 움직임을 측정하기 위한 지진계식 Sensor가 포함된다.

- **Dual Probe와 Shaft Rider의 비교**

Proximity Sensor는 축 표면에 전혀 접촉되지 않으나 자계를 송수신하여 Gap의 거리에 비례하는 자계의 강도를 이용하여 표면으로부터 200 mV/mil 정도의 값을 얻는다. 따라서 Dual Probe 방식은 절대 진동 측정용 지진계식 변환기 이외에는 움직이는 부분이 없으며, 신뢰도도 높고, 마모가 없다. 정확도와 감도는 10,000 Hz 주파수까지 양호하다. Shaft Rider는 축에 직접 접촉되며, Shaft Rider Tip과 축에 마모를 일으킨다. Shaft Rider는 윤활이 되는 부분에 설치해야만 하고, 그러기 위해 베어링을 관통하여 설치한다. 따라서 "Oil Whip"에 취약하며, 주파수에 제한을 받는다 (통상 10~120 Hz 까지 양호함). 움직이는 부분과 직접 접촉으로 인한 고착, 미끄러짐, 휨, 이음 등의 발생으로 측정값에 오차가 발생한다. 이러한 요소들은 Shaft Rider 계통의 교정을 곤란하게 한다.

Probe는 설치할 기계 하우징의 베어링에 직접 취부되어 있어야 하나, 일부 부득이한 경우의 설치 사례에는 기계 구성품의 다른 요소에 설치된 것도 있다. 이때, Proximity Probe에 의해 측정된 평균 반경 방향 축 위치에 관한 정보가 베어링 내에서의 축 위치를 나타내는 측정값으로서는 무의미할 수도 있다. 또한 이러한 정보는 Proximity Probe 측정 위치에서의 안정상태의 변화에 의해서도 영향을 받을 수 있다. 그 예로서 Probe가 축으로부터 멀어지는 작용을 하는 열팽창이 발생한 베어링 하우징을 들 수 있다. 이런 경우 평균 반경 방향 위치 측정용 "Cold Probe Gap"의 원래 기준 점을 유지하기도 곤란하게 된다.

2.4 Proximity 變換器 設置 環境 條件 (Proximity Transducer Installation Requirements)

Probe는 대부분의 석유화학 제품에 견딜 수 있으며, pH 4~10을 갖는 화학제품에도 견딜 수 있다. 그러나, pH가 4이하인 강산과 pH가 10이상인 강염기와 일부 유기솔벤트(Dimethyl Formamide 같은)는 Probe를 손상시킬 수 있다. 온도가 높은 곳(176.7 °C)을 통과해야 하는 Probe 전선과 연장 케이블은 온도가 낮은 다른 곳(윤활유관 등)으로 우회시켜야 한다. 현재 가장 널리 사용되고 있는 Bently Nevada사의 제품의 경우 아래와 같다.

- 운전온도

Proximitior : -51~100 °C(-60 °F~212 °F)

Probe 및 연장 케이블 : -34 °C~177 °C(-30 °F~350 °F)

- 상대습도

1992년 1월 이전 생산품 - 95%로, 응축되지 않은 상태

1992년 1월 이후 생산품 - 100%로, 물에 잠기지 않은 응축상태

3. 3300/16 XY 振動 監視裝置 (3300/16 XY Gap Monitor)

3.1 Gap Alarm 機能을 가진 Dual Vibration Monitor (Dual Vibration Monitor with Gap Alarms)

(1) 유체 유막 베어링(Fluid Film Bearing)에서의 축 진동은 고체와 유체의 상호작용에 의한 진동 현상이 존재하게 되므로 일반적으로 단일 방향성이 아니며 복잡 다단한 양상을 보이게 된다. 따라서, 전체 회전 축의 움직임을 제대로 관측하기 위해서는 X, Y 방식으로 변환기를 90°분리시켜 2개의 Proximity Probe를 설치하여야 하고, 이 경우 신호를 합성하여 평면상에서 움직임 감시가 용이한 방식을 구현할 수 있다. 일반적으로 X, Y 위치 결정에 사용되고 있는 방법은 기계를 바라볼 때 구동축(Driver) 쪽에서 피 구동축(Driven)쪽으로 보는 방향이다. 예를 들면 증기터빈의 경우, 증기 터빈 앞에서 발전기를 바라보는 방향을 의미한다. 각도를 결정하는 경우에 0°는 기계의 수평면 위가 기준이 되며 이를 기점으로 오른쪽과 왼쪽 방향으로 측정한다. 관례적으로 45°오른쪽의 Probe를 "X" 혹은 수평 Probe라 부르고, 45°왼쪽 Probe를 "Y" 혹은 수직 Probe라 한다. 이러한 규약은 강제적인 사항은 아니나 전 세계적으로 관습적으로 채택하여 적용함으로써 모두 동일한 개념을 이용하게 되어 진동 감시 및 분석에 매우 편리하게 적용되고 있다.

672 — 제1편 진동의 기본 기술

(2) 베어링 간극내에서 축 반경 방향의 움직임에는 두 가지 성분이 있다.

- ① 첫째 성분은 변위 측정용 변환기에서 검출되는 DC성분으로 축 중심선의 반경 방향 평균 위치(Average Radial Position)를 나타내는 정보이다. 축 중심선 위치는 베어링의 안정도, 축 정렬과 축 상의 반경 방향에 가해지는 힘에 대한 유용한 정보를 제공한다. X/Y Gap Monitoring은 반경 방향 위치와 진동 측정값을 감시, 기록하며 설정 값을 능가시에 경보를 발생 시킨다. 동적인 움직임과 Gap를 측정하는 두 Proximity Probe가 Monitor에 정보를 제공한다.
- ② 둘째 성분은 AC성분으로서 축의 진동을 나타낸다. 감지할 수 있는 기계적인 조건은 회전축의 오정렬, 베어링의 마모, 축 균열과 마찰 등이다.

(3) 전면 패널

전면 패널에는 64개의 소자로 된 LCD가 있다. 전면 패널의 좌측이 수직 변환기 채널(Y)이고, 우측은 수평 변환기 채널(X)이다.

(4) Dip Switch에 의한 설정치 조정

DB(Danger Bypass)는 Monitor의 두 채널로부터 Danger Relay 기능을 제거한다. 하지만, 나머지 모든 감시 기능과 감시 능력은 유효한 상태를 유지한다. 이 스위치는 두 채널의 빨간색 Bypass LED를 점등시키게 되며 반면에 푸른색 OK LED는 계속 켜져 있다 (선택 가능한 Jumper를 조작하여 Enable시킨 후 DB를 조작하여야 작동된다).

BA(Bypass Channel A)는 계통으로부터 A 채널을 제거한다. Bypass된 채널은 기계 보호 기능을 제공하지 못한다. A 채널 밑에 Bypass라고 표시된 붉은 LED는 켜지고, 푸른색 OK LED는 꺼진다.

BB(Bypass Channel B)는 계통으로부터 B 채널을 제거한다 (상기 BA참조).

AA(Adjust Channel A)를 선택하면 왼쪽 채널은 조정 모드로 바꾸며 모든 LCD가 깜박거리며 조정 모드임을 나타낸다. A채널에는 4개의 설정 값이 있다. 즉 진동 경계 경고(Alert), 진동 위험 경고(Danger), Gap 상한치 경계 경고와 Gap 하한치 경계 경고이다. 이들은 "Alert", "Danger"나 "Alert"와 "Gap" 스위치 모두를 눌러서 설정 값을 지시하게 할 수 있다. System Monitor의 증, 감 화살표가 있는 스위치를 이용하여 설정 값을 조정하며, 해당 경고 스위치를 누르고 있는 동안에만 경고 값이 조정된다.

AB (Adjust Channel B)

B 채널에 대하여 AA와 동일 방법으로 설정 값을 조정한다.

O/U = Over/Under Gap Adjust (3300/16에만 있음)

AA나 AB가 선택되고 Gap 경보가 "Enable" 상태일 때, 이 스위치는 상, 하한 Gap 경보 제한치를 설정한다. Gap 경보 설정치를 확인하려면 "Gap"과 "Alert" 스위치를 둘 다 동시에 눌러야 한다.

3.2 각 채널의 個別 警報值 (Individual Alarms on Each Channel)

(1) 각 채널은 계속해서 감시되는 두 개의 정보치를 갖는다. 그 값들은 전체 측정 범위의 0%에서부터 전체 측정범위의 100%까지 임의의 값을 설정할 수 있다. 첫 번째가 경계 정보(Alert)이며 Alert 스위치를 누르면 두 채널에 대한 현재의 경계 정보 설정치를 동시에 표시한다. 위험정보(Danger)값을 점검하기 위해서는 Danger 스위치를 누르면 액정판에 두 채널에 대한 위험 정보 설정치를 동시에 보여준다.

(2) Gap 스위치와 Alert 스위치를 같이 누르면 Gap Level 정보 설정치를 보여준다. Gap 정보는 상한 치와 하한 치의 두 가지 설정 값이 있다. 허용되는 정상 Gap 영역은 상한 치와 하한 설정치 사이이다. Gap과 Gap/Alert 기능을 사용할 때, 중앙의 눈금 값을 이용하여 수치를 읽는다.

(3) 실제 Gap 전압이나 Gap Level을 점검하려면 Gap 스위치만 누르면 된다. 이것은 중앙 눈금 값을 이용하여 읽으며, 직류 전압으로 표시된다.

3.3 後面 패널의 Input Module (Rear Panel Input Module)

(1) 패널 뒷면에는 현장에서 온 케이블의 연결 단자대가 있다. Proximitor로부터의 출력신호가 모니터로 입력되며 여러 경로로 나누어지며 이 신호 모듈에서 다른 여러 기능들이 수행된다. 각 변환기("X"와 "Y")는 전원이 필요하며, 이 모듈이 변환기에 필요한 전원을 공급하는 곳이다. 각 채널에는 그 자체의 전원, Common 및 Input 단자가 있으며, 이 단자에 연결된 신호선들 중 한 선이 단락 혹은 단선되면 해당 채널은 "Not OK"가 되고, Bypass 상태로 바뀐다.

(2) 뒷면 쪽의 Buffered Output(BUF)은 앞면에서와 같은 정보를 제공한다. 이 Buffer는 외부 요인들로부터 Monitor가 영향을 받는 것을 방지해주는데 도움을 준다. 현장으로부터 직접 입력되는 데이터(Raw Data)를 관측할 필요가 있을 경우에는 BUF를 사용해야만 한다.

(3) Strip Chart Recorder와 같은 기기에 연결할 기록용 출력단자도 있다. 3300/16 X/Y Gap Monitor는 기록계용 출력으로 세 가지 옵션이 있다. 선택된 기록 선택사양은 두 채널 모두에 적용된다.

- ① +4 to +20 mA

- ② 0 to -10 Vdc
- ③ +1 to +5 Vdc

(4) 입력 모듈에는 계전기 (Relay)가 없을 수도 있으며 계전기와 입력 모듈은 별개의 기능을 수행한다. 입력 모듈과 계전기는 패널 뒷면의 공간을 이용하여 설치된다.

또한 감시기도 성능 검증이 필요하며, Bently Nevada는 이 성능 검증을 NIST (National Institute of Standards and Technology)의 관리기준에 의한 장비를 사용하여 임의의 값을 입력시켜 수행한다.

3.4 性能 檢證 (Performance Verification)

(1) 알려진 값을 사용하여 기계의 조건, Gap, 진동의 가상 신호를 인가하며 이를 토대로 출력 치의 확인 작업을 거쳐서 모든 조정을 수행할 수 있다. 먼저, 변환기 계통의 현장 결선은, 신호 발생기(Function Generator)와 직류 전원 공급장치로 대체하여 설치한다. 다음은 그 순서이다.

- ① Setup Diagram을 이용하여 현장 케이블을 분리하고, A 채널의 뒷면 패널을 다시 결선한다.
- ② B 채널을 Bypass시킨다.

$$\text{Full Scale RMS} = \frac{(MS)(SF)(0.707)}{2}$$

MS = Meter Full Scale [mil]

SF = System Scale Factor [mV/mil]

- ③ 상기의 공식을 이용하여 Full Scale 입력치를 계산한다.
- ④ Full Scale RMS 값을 입력시킨다.

$$\text{Full Scale RMS} = \frac{10 \times 200 \times 0.707}{2}$$

$$707 \text{ mVrms} = 0.707 \text{ Vrms}$$

위의 예는 10 mil의 Full Scale과 200 mV/mil의 SF를 갖는 변환기 계통을 사용한 것이다.

- ⑤ 전압계를 A채널의 시험 단자 TA와 COM 단자에 연결하고 적절한 Full Scale 전압을 얻기 위해 A채널의 이득 조정기 GA를 조정한다. 다음은 감시기의 옵션에 따른 적절한 전압이다.

No Trip Multiply = + 5.00 Vdc

2 × Trip Multiply = + 2.50 Vdc

3 × Trip Multiply = + 1.67 Vdc

⑥ B채널의 Bypass를 해제한다.

(2) ①에서 ⑥까지의 과정을 B채널에서 반복한다.

(3) 두 채널을 성능 검증한 다음에는 OK 제한치를 점검할 필요가 있다. 이는 직류전압만을 사용하여 수행한다. XY 진동 Monitor에 입력되는 신호는 직류성분에 교류성분이 중첩되어있다. 이 감시기의 OK 제한치는 직류 성분만을 입력으로 사용하는 감시기의 OK 제한치보다 좁다. 예를 들면, Thrust Monitor는 직류 성분만을 사용한다. OK 제한치는 직류 Gap에 중첩된 교류 성분의 증가가 선형구간 내에 있을 때에만 유효하게끔 한다. 3300/16 XY/Gap Monitor의 OK 제한치는 상한 치가 -15.8 Vdc ~ -16.8 Vdc이며, 하한 치는 -2.7 Vdc ~ -3.3 Vdc이다.

3.5 警報值 設定 (Setting Alarm Levels)

3.5.1 振動 警報 (Vibration Alarms)

(1) 전면 패널을 열고 오른쪽으로 밀어낸다. 스위치 4(AA)를 왼쪽(ON)으로 놓고, A채널의 경보 값을 조정한다. LCD상의 A채널 막대 그래프가 깜박거리야 한다.

(2) 패널 앞면에 있는 "ALERT" 스위치를 눌러서 경보 값을 조정한다. System Monitor의 ↑ ↓ 화살표를 사용하여 경계 경보 설정치를 Full Scale의 25%에 맞춘다.

(3) "DANGER" 스위치를 눌러 위험 경보 설정치를 조정한다. 위험 경보 설정치는 Full Scale의 50%에 설정한다.

(4) 아래 항목을 변경하고 위의 (1)부터 (3)까지의 단계를 반복하여 B채널을 조정한다.

- 스위치 4 대신 스위치 5
- B채널의 막대 그래프가 깜박임
- B채널의 경계 경보 (Alert) 설정치는 Full Scale의 33%
- B채널의 위험 경보 (Danger) 설정치는 Full Scale의 66%

3.5.2 Gap 警報值 設定 (Setting Gap Alarm Levels)

(1) 스위치 4를 왼쪽으로 (B채널은 AB) 선정한다.

- (2) 스위치 6은 오른쪽으로 선정한다.
- (3) A채널의 막대 그래프가 깜박인다.
- (4) Gap과 Alert 스위치를 모두 누른다.
- (5) System Monitor상의 Up, Down 화살표를 사용하여 하한치 (Under)값 설정을 할 수 있다. "Under"를 -5 Vdc에 설정한다.
- (6) 스위치 6을 왼쪽에 놓는다.
- (7) 같은 화살표 (↑↓)를 사용하여 상한 치 (Over) 값을 조정할 수 있다. "Over" 값을 -15 Vdc로 설정한다.
- (8) 스위치 4와 6을 오른쪽으로 되돌린다. LCD의 깜박임이 멈출 것이다.
- (9) B채널에 대해 "AB"를 사용하여 반복한다.

3.5.3 Gap Full Scale Range 選擇 仕様 (Gap Full Scale Range Option)

3300/16 XY/Gap Monitor에는 추가된 Gap Full Scale Range 선택사항이 있으며 이 기능 이용 시에는 영점 조정(Zero Position Adjustment)을 할 수 있다. 영점 조정은 Voltage(0~19 Vdc) Gap Full Scale Range Option을 선택한 경우에는 해당되지 않는다. 영점 조정은 단지 점퍼로 선택할 수 있는 공학적 단위[mils나 μm]와 같이 사용할 수는 있으며, 이 경우 지시판 눈금도 바뀌어야 한다. 이 지시판의 중앙눈금은 Thrust Monitor Scale과 유사한데, 이 눈금은 0을 기준으로 상하로 mil 단위의 값을 갖는다. Gap 스위치는 눌렀을 때 진압을 나타내지 않고 Thrust Monitor와 같이 0점으로부터 축 중심선 위치의 평균값을 mil로 나타낸다. Probe가 적당한 간격으로 조정되었을 때, 영점 조정 기능은 지시계 눈금상 0으로 Gap 진압이 고정되도록 한다. 영점 조정을 하기 위해서는 AA Dip 스위치를 왼쪽으로 옮기고 Gap 버튼을 누른 상태에서 자가 진단 핀을 단락 시킨다. 이렇게 하면 현재의 Gap값이 영점으로 조정된다. 이 값으로부터의 변이가 영점이나 중심 눈금으로부터의 움직임으로 지시된다. 이 과정이 완료되면 스위치 "AA"를 오른쪽으로 이동한다. 이렇게 하면 새로운 영점 값이 저장된다. 채널 B에 대해서는 "AB"로 대치하고 위의 절차를 반복한다. 예를 들어, Gap Full Scale Range Option을 15-0-15 mils로 선택한다. 이는 현장에서 프로그램 할 수 있는 옵션 사양이다(Jumper 사용). 이 옵션으로 한 번 선택되면 Gap Monitor는 영점 조정이 가능하다. "AA"스위치를 왼쪽으로 하고 Gap을 누른다. A채널의 LCD가 깜박일 것이다. 자가 진단 핀을 단락 시킨다. 이 상태에서는 Monitor가 자가 진단을 실행하지는 않으며 다만 핀이 단락 되었을 때 현재 측정된 값이 Gap Zero로 저장된다. Monitor를 취외하여 프로그램 할 수 있는 선택사항을 확인 및 기록하고 동시에 성능과

경보들을 점검한다. 성능 검증은 기록계 출력신호의 확인까지를 포함한다는 점을 잊지 말아야 한다.

3.6 시스템 檢證 (System Verification)

첫째 : 신호 발생기를 100 Hz 정현파로 조정하고, DC Bias 전압은 -10 Vdc로 조정한다. 진폭을 경보 설정값 이하로 조정한다.

둘째 : OK LED가 켜지고, Alert, Danger와 Bypass LED가 꺼졌는지 확인한다.

셋째 : 신호 발생기의 진폭이 가장 낮은 설정 값을 미세하게 초과하도록 조정한다. 가장 낮은 설정 값을 갖는 채널을 확인하고, 그 채널의 LED가 켜졌는지 여부와 지연 시간을 확인한다.

넷째 : 신호 발생기의 진폭을 Full Scale로 증가시켜 감시기의 Danger 설정 값을 초과하도록 하고 Danger LED가 켜졌는지 확인한다. 셋째 단계에서 수행했던 점검사항을 수행한다. 기록계로 연결되는 출력 값이 정확한지 확인한다.

다섯째 : 신호 발생기의 진폭을 Full Scale의 50%로 감소시켜 Monitor가 Danger 설정치 이하 값을 읽도록 하고, Alert와 Danger LED를 관찰한다. Latching 혹은 Non-Latching을 설정했는가를 확인한다. 계통 감시기의 "Reset"을 눌러 Latching 경보를 환원시킨다. 기록계 출력이 Full Scale의 50%에 있는지 점검한다.

여섯째 : 진폭을 가장 낮은 설정 치로 감소시키고 다섯째 단계를 반복한다. LED와 기록계의 출력이 정확한지 확인한다. 최종적으로 Gap 경보치가 -5 Vdc에서 -15 Vdc사이의 Setpoint Window를 갖는다. Gap(신호 발생기상의 Offset)을 -7.5 Vdc에 설정한다. Gap 스위치를 누르고 -7.5 Vdc를 지시하는지 확인한다. 신호 발생기상의 DC Offset을 천천히 변경하면서 Gap 스위치를 누른다. Gap이 최소 6초간 Setpoint Window를 초과할 때 Alert가 발생된다. 두 채널의 Setpoint Window의 상한치와 하한치를 확인한다.

4. 3300/20 二重 軸 位置 監視 裝置

(3300/20 Dual Thrust Position Monitor)

Thrust Position은 기계 내부의 축 방향 간극에 대한 회전 축의 축 방향 위치이다. 측정은 비접촉 변위 센서(Proximity Probe)를 이용하여 Thrust Collar나 축의 축 방향 표면사이의 간격을 측정하여 이루어진다. 주목적은 심한 축 방향의 마모와 기계의 파손을 방지하는 것이다. 기계를 감시하는 신뢰도를 최대화하기 위해 두 측정값을

이중화 시키는 방법으로 Probe 두 개를 설치하는 것이 좋다. 두 Probe는 축의 측정 값이 유효할 수 있는 표면을 관측해야 하며 이는 Thrust Collar를 직접 측정하거나 Thrust Collar의 12" 이내의 축 방향 표면을 측정함으로써 가능하다. 이 절에서는 Dual Thrust Position Monitor의 전면 패널 설비, Monitor의 성능 검증 및 정보와 OK 제한 치의 점검 방법에 대해 설명하기로 한다.

4.1 패널 前面 (The Front Panel)

(1) Dual Voting Thrust Monitor는 계속적으로 채널 A와 B에 대한 축 위치 (Thrust Position) 측정 값을 표시한다. 바깥쪽의 눈금은 정·역(Normal 및 Counter) 방향으로의 변화 변위를 지시한다.

- ① 정 방향은 Probe에 대한 축 움직임의 선택을 정(Up)방향으로 표시하도록 하는 선택 가능한 옵션이다.
- ② 채널 A와 B에 대한 정 방향의 결정은 독립적으로 Jumper를 이용하여 설정한다. 이 기능으로 서로 반대편에서 마주 보고 있는 Probe를 각 채널이 정 방향으로 지시토록 하는 것도 가능하다. 이와 같이 응용할 때는 열팽창 및 Thrust와 무관한 다른 변형에 의한 오차가 발생되지 않도록 주의해야 한다.

(2) Buffered Transducers

Buffered Transducers에는 외부 장비를 각 채널에 연결할 수 있게 한다.

(3) Gap 스위치를 누르고 누른 상태를 유지함으로써 중심눈금을 이용하여 각 Probe에 대한 Gap 전압을 읽을 수 있다. Alert나 Danger 스위치를 누르면 두 채널에 대한 정·역 방향의 경고 설정치를 읽을 수 있다.

(4) 각 채널에는 LCD와 함께 OK, Alert, Danger와 Bypass를 지시하는 4개의 LED가 있다. 각 LED의 지시내용은 다음과 같다.

OK LED가 켜지면, 두 변환기가 그들의 특정 정상 동작 범위 내에서 운전되고 있음을 의미한다. 한 채널의 OK LED가 꺼지면 변환기나 현장 케이블이 정상상태가 아니거나 채널이 Bypass된 상태를 나타낸다. Bypass 스위치는 전면 패널 뒤쪽에 있다. 전면 패널의 지지나사를 풀고 전면 뚜껑을 옆으로 민다. BA(Bypass A) 스위치를 왼쪽으로 놓는다. OK LED가 꺼지고 Bypass LED는 켜지면서, LCD는 0을 지시한다.

두개의 OK LED가 5 Hz로 깜박이면 정기 자가 진단 중 오류가 발견된 것이다. "User Invoked Self Test"를 사용하여 오차 내용을 읽고, Alert 단추를 눌러 Error Code를 점검한다.

4.2 警報 스위치, LED와 設定値 (ALARM Switch, LEDs & Setpoint)

Alert나 Danger LED가 켜져 있으면 두 채널은 Alert나 Danger 경보 설정치를 초과했음을 의미한다. Alert나 Danger LED가 깜박이면 이 경보가 Rack내에서 최초로 검출된 것임을 의미한다. 이 기능은 현장에서 프로그램 할 수 있다.

◁ 경보 설정치의 조정 ▷

채널 A의 경보 설정치를 조정하기 위해 전면 패널상의 지지용 나사를 풀고 덮개를 옆으로 민다. 이때 Monitor를 Rack에서 완전히 끌어내지 않도록 한다. 전면 패널이 옆으로 옮겨지면 그 뒤에 있는 Dip 스위치에 접근할 수 있다. "AA"라 표시된 스위치를 왼쪽으로 놓고 "ALERT" 스위치를 누른다. 채널 A 표시기가 깜박이면서 조정 Mode에 있음을 나타낸다. Alert 스위치를 누른 상태로 유지하고 System Monitor상의 Up↑이나 Down↓ 화살표를 눌러 경보 설정치를 조정한다. 지시기의 1/2만이 깜박일 것이다. N/C라 표시된 Dip 스위치는 정·역 방향 조절용이다. N/C스위치를 조절하고자 하는 위치에 놓는다. Danger 경보도 Danger 스위치를 누르고 ↑나 ↓화살표를 눌러서 조정한다. B 채널 경보 설정치를 조정할 때는 "AB"라 표시된 Dip 스위치를 "AA" 대신 사용하고, 위와 동일한 절차를 적용한다. Danger Relay Voting Logic은 AND와 OR가 있다. AND Voting Logic은 어느 채널이든 독립적으로 Alert 경보를 발생할 수는 있으나, Danger Relay가 동작되기 위해서는 두 채널 모두 Danger 경보조건을 감지해야만 한다. 이 기능은 현장에서 선택 가능한 옵션이다. 축 위치를 측정할 때, Probe 전압이 OK 범위 제한치를 벗어나게 되면 Danger 경보가 발생하게 된다. NOT OK 조건에서 Danger 경보는 반드시 발생되도록 해야한다.

4.3 Danger Bypass

두 Bypass LED가 켜지고 OK LED가 켜지면 Monitor는 Danger Bypass 상태임을 의미한다. Danger Bypass는 Jumper로 가능하게 설정되어 있는 상태에서 DB 스위치를 선택해야만 동작이 가능하다. 이 상태에서는 Danger LED는 작동 될 수 있지만, Relay의 상태는 바뀌지 않는다. Danger Bypass는 현장에서 선택이 가능한 옵션이다.

4.4 性能 檢證 (Performance Verification)

3300/20 Dual Thrust Monitor에는 여러 개의 Full Scale Range 선택사양이 있다. 사용되는 변환기 계통의 선형성 범위가 선택한 범위에 적합한지 확인해야만 한다. 기계에 Probe를 설치할 때, 회전 축의 위치를 알고 있어야 한다. 한 가지 방법은 Probe 설치 전에 회전 축에 힘을 가하여 Active Shoe에 반하여 놓아두는 것이다.

Thrust Position Monitor에서 0점 조정 범위는 매우 제한되어 있다. 만약 0점 위치에 해당하는 간격전압을 Proximitor 선형성 범위의 중심에서 너무 위나 아래에 존재하는 값을 사용한다면, 이 변환기 신호는 미리 정한 Danger 설정 치에 도달하지 못 할 수도 있다. 예를 들어, Thrust Monitor의 전체 눈금 범위로 40-0-40 mil이고, 선형 구간이 80 mil인 Proximitor를 사용했을 때, 0점 지시는 단지 변환기 선형 구간 범위의 중심에만 설정할 수 있다. 0점 조정은 Probe 간격을 바꿈으로써 수행될 수 있다. 따라서 이러한 경우에는 0점 조정 폭이 상당히 제한적이다.

- (1) 이 과정에서는 Alert와 Danger 경보가 발생될 것이다. Monitor가 기계를 정지시키는 기능을 갖는다면 부적절한 기계정지를 방지하기 위해 Danger Bypass를 사용하도록 한다.
- (2) 채널 A에 대한 입력모듈에서 현장 케이블을 분리한다.
- (3) 그림 13-3과 같이 전원 장치와 Digital Multi Meter (DMM)을 연결한다. 이 시험을 위해 직류전원을 -10.0 Vdc로 조정한다. 전원장치의 다른 출력단자를 채널 B에 연결한다.

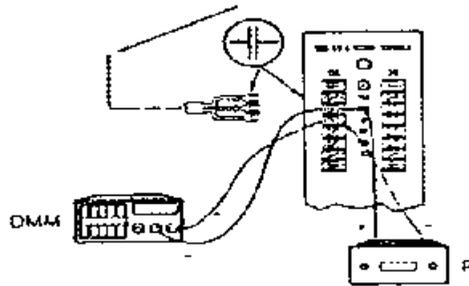


그림 13-3 성능 점검을 위한 계측기 연결

전면 패널을 오른쪽으로 밀고 DMM을 시험단자 BPPLA와 COMMON에 연결한다. BPPLA 단자전압이 DMM상에서 +2.5 Vdc가 되도록 "Zero" 조절기(ZA)를 조절한다. Monitor가 0 mils(중앙눈금)를 지시하는지 확인한다. 프로그램 할 수 있는 선택사양에 관한 작업과정에서 전체 눈금범위를 40-0-40 mils로 선택하여 설정할 경우 이 선택사양을 확인하기 위하여 요구되는 입력 값을 알아 보도록 한다. 전체 표시범위는 80 mils이다. Bently Nevada 3300 8 mm Proximitor는 mil당 200 mV(12 V/mil)가 발생하므로 80 mils 전체를 표시하기 위해 필요한 전압(Volts)을 산정 한다.

$$80 \text{ mils} \times 0.2 \text{ Vdc/mil} = 16 \text{ Vdc}$$

눈금이 최저에서 최상부 까지 움직이기 위해서는 16 Vdc가 필요하다. 그러나, 눈금의 지시는 전체 눈금범위의 절반인 0점부터 동작한다는 점을 기억해야 한다. 그러므로, 0눈금으로부터 전 눈금까지 지시하는 데는 16 Vdc의 절반인 8 Vdc만이 필요하며, 0눈금으로부터 +8 Vdc, -8 Vdc를 사용 할 수 있다. 표시눈금 범위가 선택된 범위에 가까우면 가까울수록 오차 폭이 더 좁아진다. 0점 눈금에 대하여 -10 Vdc를 선택한다. 0점 눈금이 -10 Vdc라면 0점 눈금에서 40 mil 위와 아래를 표시하기 위해서는 -8.0 Vdc를 가하거나 감해야 한다. "Normal Toward" Option의 선택은 목표물이 Probe쪽으로 움직이는 것을 정 방향으로 지시한다.

(4) 정방향은 Probe쪽을 향한 것이고, 전체 눈금 범위는 40 mils이다. DMM을 시험단자에서 분리하고 입력전압을 -2 Vdc로 조정한다. DMM은 (3)단계에서 기록된 전압(-10 Vdc)에서 40 mil 변위에 해당하는 전압을 보정한 값을 표시해야만 한다.

$$\text{전압변동} = 40 \text{ mils} \times 0.2 \text{ Vdc/mil} = 8 \text{ Vdc}$$

즉, DMM은 -2 Vdc를 표시해야 한다.

(5) 채널 시험단자 BPPLA에서 +5.0 Vdc가 되도록 조절기(GA)를 조절한다. 전면 패널의 LCD가 전체 눈금을 표시하는지를 확인하고 선택된 특정 사양에 대해 신호 입력 모듈에서 DMM을 사용하여 기록계용 출력을 확인한다.

(6) 전면 패널에서 "Buffered Transducer"에서의 신호를 측정하여 입력시킨 것과 동일한 직류 신호가 출력되는지 확인한다.

(7) 이상으로 채널 A의 조정이 완료된 상태이다.

(8) 채널 B에 대하여 1~ 7까지를 반복한다. ZB, GB와 BPPLB로 대체한다.

4.5 警報 試驗 (Test Alarms)

(1) 전원 공급장치를 조절하여 Monitor 표시에 0 mil이 지시되도록 한다.

(2) Reset 스위치를 누르고 OK LED가 켜지는지, Alert와 Danger LED는 꺼지는지 확인한다.

(3) "AA" 스위치를 왼쪽에 놓고 A 채널 Normal Alert(정방향 경계 경고)와 Counter Alert(역방향 경계 경고)를 10 mils로 조정한다. 채널 A Normal Danger (정방향 위험 경고)와 Counter Danger (역방향 경계 경고)를 20 mils에 설정한다. AA 스위치를 오른쪽으로 놓는다.

(4) "AB" 스위치를 왼쪽으로 놓고, 채널 B의 Normal Alert와 Counter Alert를 20 mils에 설정한다. 채널 B의 Normal Danger와 Counter Danger를 30 mils에 설정한다.

682 — 제1편 진동의 기본 기술

(5) A 채널의 전원공급장치를 Normal 방향으로 조절하여 경보 설정치를 초과하도록 하고 경보 지연시간이 경과한 후 Alert LED가 켜지고 First Out을 지시하는지 확인한다.

(6) 전원공급장치를 Normal 방향으로 조절, Danger 설정치를 초과하도록 하여 경보지연 시간이 경과한 후 Danger LED가 켜지고 First Out을 지시하는지 확인한다. 저항 측정 장치로 Danger 계전기 접점(NC와 Arm) 양단을 측정하여 AND Voting 기능을 확인한다. Danger 계전기의 상태가 변하지 않아야 한다.

(7) Reset 시키거나 채널 A 입력을 감소시키지 않도록 해야 한다.

(8) B채널에 대해 (5), (6)단계를 반복한다. 경보는 발생되지만 A 채널이 이미 First Out 지시를 하고 있으므로 채널 B는 안정한 상태로 있게 될 것이다. 채널 B의 Danger 설정치가 초과될 때 AND Voting 기능에 따라 Danger 계전기의 상태가 변화하게 된다. 저항 측정 장치로 NC와 Arm 접점 양단을 측정하여 계전기의 동작 상태가 변화하였음을 확인한다.

(9) 채널 B상의 변위를 0 mil까지 감소시킨다. Alert와 Danger LED가 켜진 상태로 있는지 관찰한다. Reset 스위치를 눌러 Latching 경보를 Reset시킨다. 채널 A 경보는 켜져 있으나 점멸은 멈추고 채널 B의 경보는 해제된다.

(10) B 채널의 값을 Alert 와 Danger 경보치 이상으로 증가시킨다. B 채널 경보가 First Out 기능을 표시할 것이다. Counter 방향에 대해서도 반복한다.

4.6 OK 制限値 試験 (Test The OK Limits)

(1) DMM을 신호 입력 모듈 A 채널의 Common과 Input 단자에 연결한다. 전원공급장치를 사용하여 Gap전압을 -10 Vdc로 설정한다. 이 전압은 OK 제한 치의 상한과 하한 범위의 중간 값이다.

(2) Reset 스위치를 누르고 두 개의 OK LED가 켜지는지 확인한다.

(3) Gap 전압을 OK LED가 꺼질 때까지 증가시킨다 (상한 제한치 표시).

(4) DMM상의 전압이 아래 표시한 전압이내로 떨어져야 한다. 전압값을 기록한다.

-18.60 Vdc ~ -18.90 Vdc

(5) Gap전압을 -10.0 Vdc까지 감소시킨다. Gap전압은 OK 제한 치의 상·하한 제한치 이내에 있다.

(6) OK LED가 꺼지는 점까지 Gap전압을 감소시킨다. 이 점은 하한 제한치를 나타내고 있다.

(7) DMM상의 Gap전압을 점검한다. 아래 표시한 전압 범위 이내로 떨어져야 한다. 이 전압을 기록한다.

-1.27 ~ -1.43 Vdc

(8) 이상으로 채널 A에 대한 절차를 완료한다. 채널 B에 대해 (1)에서 (7)의 단계를 반복한다.

(9) 이상이 전면 패널의 기능, 성능 검증 및 경보, OK Limit의 시험방법이다.

5. 3300 自體診斷 能力 (Self Test Capability)

5.1 3300 自體診斷 能力 (Self Test Capability)

(1) 기술의 진보로 3300과 같은 영구적인 감시설비가 계통 운전의 신뢰도를 더욱 증진시켰다. Microprocessor를 이용하여 적절한 계통운전을 계속적으로 자체 진단할 수 있도록 하는 자가 진단 과정이 3300 시스템에서 사용된다. 이와 같은 방법으로 3300은 감시상태를 확인하기 위한 자가 진단 능력을 갖고 있다. 정해진 제한 값을 벗어난 점검결과를 감지하고, Error Codes로 제시함으로써 계통의 신속한 정상화에 도움을 준다.

(2) 이 장에서는 3300 자체진단 능력에 대해 기술한다. 예시로 3300/16 Dual Vibration XY/Gap Monitor를 사용하게 되며 본 장을 통하여 3300/16 Error Codes를 명백히 이해할 수 있으며, 제거할 수 있다.

5.2 自體 診斷 形式 (Types of Self Tests)

(1) 3300/16 Monitor에는 세가지 형태의 자가 진단 기능이 있다. 주기적(Cyclic), 전원 인가시 (Power-up)과 사용자 시행 진단(User-Invoked Test)이 그것이다.

- 주기적 진단(Cyclic Test)은 Monitor 운전 중 계속 수행된다.
- 전원 인가시 진단은 Monitor에 초기 전원 인가시에만 수행 된다.
- 사용자 시행 진단은 사용자가 원할 경우에 한하여 수행된다.

(2) Monitor가 자체 주기 시험 중 결함을 감지하면 다음 현상들이 발생한다.

- 문제가 해결될 때까지 Monitor능은 정지된다.
- Error Code는 기억장치에 저장되고, LED 막대 그래프가 깜박인다.
- Bypass LED가 켜진다.
- OK LED가 5 Hz로 깜박거린다.

(3) Monitor가 전원을 인가할 때나 사용자가 시행하는 자체 시험 중 결함을 감지

하면 문제가 해결될 때까지 감지 기능을 정지한다.

(4) 결함이 간헐적으로 발생했다 소멸되면 다음 사항이 발생한다.

- Monitor능이 회복된다.
- OK LED는 결함코드가 Monitor에 저장되었음을 표시하기 위해 5 Hz로 깜박인다.

5.3 缺陷 코드 (Error Codes)

3300/16 자체 진단 과정은 많은 다른 요소들을 점검할 수 있다. 표시기 상의 깜박이는 부분의 숫자가 특정 결함을 나타낸다. 아래 표시가 결함 코드를 설명한다.

결함 코드(Error Code)의 정의(Description)

- 2★ ROM Check sum has failed
- 3★ EEPROM Failure No.1
- 4★★ EEPROM Failure No.2
Adjust Alarm Setpoints
- 5 +7.5 V/-VT Code Out of Tolerance
- 6 +VRH Code Out of Tolerance
- 7 +5 V Out of Tolerance
- 8 MVREF Out of Tolerance
- 9 +7.5 V Out of Tolerance
- 10 +VRL Out of Tolerance
- 11 -6.5 V MVREF Out of Tolerance
- 12 +5/-7.5 V
- 14★ RAM Failure
- 17★ COP Watchdog not Configured
- 18 +5/-5 V or 15 V node out of tolerance
- 22★★★ Incorrect Jumper Configuration

★ : 회복할 수 없는 Error로 가능한 한 신속히 기판을 교체하거나 수리할 것

★★ : Error 4는 경보 설정치 고장이고 Monitor내 모든 경보 설정치를 재수정하여 고칠 수 있음

★★★ : Error 22는 전원 인가 시에 검출되며 기억소자에 저장되지 않음

모든 다른 Error들은 간헐적이고 회복 가능함. 만약 회복 가능한 Error가 재 발생하면 이 조건을 문서화해야 하며, Monitor는 가능한 시점에서 교체하거나 수리되어야 함.

5.4 貯藏된 缺陷 코드 解消와 識別

(Clearing & Reading Stored Error Code)

사용자 시행 자가 진단에 의해 저장된 오류 코드를 다시 불러낼 수 있다.

(1) 두개의 자가 진단 핀(ST)을 드라이버로 단락시켜 ‘사용자 시행 자가 진단’ 기능을 기동시킨다. 전면 패널에 위치한 모든 LED가 켜지며 LCD는 Full Scale Range가 지시된다. 자가시험 끝 단계에서 Bypass LED가 켜지면 OK LED는 5 Hz 주기로 깜박인다. 또한 첫 번째 기록된 오류가 지시되며 막대 그래프의 한 줄에서 깜박이는 갯수로 유형이 표시된다.

(2) 기억장치에 저장된 다른 결함 코드를 읽기 위해서는 “ALERT” 스위치를 1초간 누르고 있어야 한다. 이렇게 누른 상태를 유지하면 모니터에 두 번째 저장된 오류가 표시되며, 코드의 식별법은 첫 번째 오류의 경우와 같다. 오류 코드 목록의 마지막 단계에 도달하면 LCD 막대 그래프는 전체 표시 범위가 모두 켜진다. “ALERT” 스위치를 계속 눌러 코드 목록을 다시 읽을 수 있다.

(3) 기억장치로부터 오류 코드를 해소시키기 위해서는 LCD 막대 그래프의 전체 표시 범위가 모두 켜진 상태에서 “DANGER” 스위치를 1초간 눌러야 한다. 결함 코드를 해소시킨 후에는 OK LED가 1 Hz 주기로 깜박이며 Monitor가 OK 상태가 아니었던 것을 나타낸다. System Monitor의 Reset 스위치를 누르면, 깜박거림이 멈추게 된다.

6. 繼電器 (3300 Relays)

지속적인 감시계통에서 필수적으로 사용되는 계전기를 살펴보면, Alert나 Danger 설정치를 초과했을 때 이 Monitor와 연계된 계전기의 상태가 바뀌게 된다. 이러한 계전기들은 외부의 경보반, Panel Light, Bell이나 자동정지 장치와 같은 외부의 장치들을 작동시키는 데 사용된다. 단순한 개폐기로서의 계전기에 대한 개념을 확립하는 것은 쉬운 반면 여러 계전기를 조합하여 구성하는 경우는 보다 많은 생각이 필요하다. 계전기와 관련된 문제에 접근하는 가장 쉬운 방법은 목적을 명확히 하는 것이다.

6.1 SPDT (Single Pole, Double Throw)

SPDT 계전기에는 하나의 공통 단자와 NO, NC의 두 접점이 있다. 계전기의 상

태가 변할 때 공통 단자가 NO과 NC사이에서 절환된다. OK 계전기는 SPDT형태로 되어 있으며 OK회로가 Monitor나 계통의 이상을 감지하면 이 계전기의 상태가 바뀐다. OK계전기는 정상 상태에서 여자되는 계전기로, Rack내 모든 Monitor의 공통 설비이다. 이 계전기는 변환기의 이상뿐 아니라 전원의 상실까지도 감지한다. Bently Nevada사에서는 하나의 SPDT에 한 가지의 기능만을 지정하도록 권장하고 있다. 한 상황에 대해 하나 이상의 계전기가 요구되는 경우에는 다른 형태의 계전기를 고려해야만 한다.

* 계전기의 절연(Isolation) *

Arm, NO, NC 접점들은 감시 계통으로부터 전기적으로 절연된다. 다음 내용은 하나의 경보 사항에 대해 2가지 기능을 제어할 수 있는 새로운 형태에 관한 사항이다.

6.2 DPDT (Double Relay, Double Pole - Double Throw)

이 형식의 계전기에는 두 개의 공통 단자와 두 쌍의 접점이 있다. 계전기는 감시 계통을 충실하게 하는 데 중요한 역할을 한다. 이러한 계전기들은 외부의 경보 표시기나 자동 정지 장치의 입력을 제공한다. 또한 DPDT 계전기에 대해 정상 상태에서의 여자 혹은 소자 여부를 현장에서 프로그램 할 수도 있다. 하나의 Rack에 양 채널 Monitor로 Dual Relay Module을 사용할 경우, Alert와 Danger Relay가 각각 사용된다. DPDT 계전기에는 통상 계전기 Module의 후면에 계전기마다 두 쌍의 NO, NC 접점이 있다. 각 Monitor는 자체의 계전기가 있는 경우도 있다(프로그램이 가능한 선택사항).

6.3 Common Bus

Monitor들을 군으로 형성하거나 공동으로 사용하고자 하면 시간 개념이 발생한다. 어떤 Monitor들이 경보상태로 되는 경우, 그것이 모든 Monitor들에 공동으로 사용되는 한 계전기의 상태를 반전시키게 된다. 3300 감시계통에는 두 쌍의 Common Bus가 있다. 각각의 Bus에는 Alert와 Danger Bus가 각각 하나씩 있으며 이들은 동일 Rack내에서 별도의 계전기들을 사용하기도 한다. 모든 Monitor는 적용 내용과 무관하게 최소 1개의 경보 계전기 모듈을 갖게 된다. Bently Nevada사에서는 다음의 지침을 추천하고 있다. 계전기 모듈은

- Monitor당 개별로
- Rack당 하나의 Common을
- Monitor들의 다른 군에 대해 각각의 Common으로 Rack당 2개의 Common을

- 하나 이상의 개별 계전기 Module과 하나나 두 개의 Common 계전기 모듈을 조합하여 사용한다.

6.4 QUAD Relay

각 채널이 Alert와 Danger용으로 분리된 별도의 계전기를 필요로 할 때 양 채널 Monitor에 Quad Relay가 사용된다. Quad Relay는 공간의 제약 때문에 Dual Relay Module처럼 두 쌍의 접점을 제공할 수 없다. Quad Relay는 독립적으로만 사용이 가능하다. 기타 Monitor Relay의 기능은 Latching과 Non-Latching, Voting Logic과 한시 기능이다.

7. 設置前 準備事項 (Pre-installation Tasks)

7.1 計測制御部の 設置前 準備事項

(Instrument & Controls Department Pre-installation Tasks)

어떤 장비의 설치장소 및 방법에 대해 아는 사람이 없는 상황에서 업무를 수행해야 하는 경우, 우선 제작사로 문의하게 되는데, 어떠한 경우에도 대부분의 사전작업은 사용자측 직원이 수행해야 한다. 이러한 일은 여러 관련 부서 직원들이 협조를 해야한다. 그러므로, 이 일에 주요 책임을 갖는 3개 분야로 나눈다.

- 계측제어 분야
- 전기 분야
- 기계 분야

이 일은 제어 분야의 계획과 동참하는 다른 분야의 협조가 필요하다. 담당자가 해야 할 첫째 작업은 설치될 모든 장비를 사전에 확인하는 것이다.

7.1.1 財物調査 (Inventory)

제작사에서 온 Packing목록과 주문 서류의 목록을 비교하여 내용물에 대한 완벽한 재물조사를 실시하도록 한다. 손상되었거나 누락된 장비가 있을 경우, 즉시 제작사에 통보한다. 선적 손상이 확실한 경우에는 운송자에게 보상 청구서를 제출하고, 그 사본을 제작사로 송부한다. 장비와 함께 포장된 Manual에서 설치에 관한 부분을 읽어보고, Rack이 설치될 장소에 대한 점검을 하기 위한 표시를 한다. 이 표시를 일지에 기록한다. 그런 다음 Monitor에 관한 부분을 살펴본다. 이 부분은 Monitor의 감시 대상 및 변환기를 설치할 기계의 부위에 대한 일반적인 개념을 갖도록 할 것이다. 각 부분을 읽을 때, 이 계통을 종이 위에 결합해 본다. 마음속으로 그 계통을 설치하고

수행에 필요한 물품들을 찾아본다.

7.1.2 現場點檢 (Site Check)

재물목록과 서류상의 계획 초안을 가지고 현장으로 가서 목록을 들고 자재를 점검한다. 일반적으로 꼭 필요한 수량보다 많은 수량을 확인하게 되는데, 이 여분의 수량은 예비품이다. 예비품이 없는 경우에는 계약 내용 및 그와 관련한 사항에 대해 확인하는 것이 바람직하다. 대개 기계의 부품들은 이미 분리되어 있으며, 각각의 제품에 대하여 고유 번호(Part Number)를 가지고 있으므로 이를 재물 목록과 비교하여 확인한다. 필요에 따라 카메라를 준비하는 것도 좋은 방법이다. 다음에 예를 들어 TBN에 대한 진동 Probe를 설치할 경우, 두 개의 Probe를 설치할 수 있도록 측정하고 하고자 하는 각각의 Bearing 위치를 선정하고, 설치 방법을 결정한다. 선정된 기계 위치에 유동물질을 제거하고, 축의 표면이 Probe 설치에 적합한지를 관찰한다. 공작실(Machine Shop)에 설치공사에 필요한 Bracket 가공에 관한 사항을 기록해 둔다.

- 기계 관련 도면 또는 사진
- Target Area
- Bracket 가공

7.1.3 Rack 位置 (Rack Location)

이제 제어실에서 Monitor Rack을 설치할 위치를 결정할 필요가 있다. 지침서에서 설치에 관한 부분을 살펴본다. 이 지침서에는 Monitor Rack을 설치하는 데 필요한 공간이 명시되어 있다. 기존의 설비가 제거된 제어 패널 부분을 조사한다. 새로운 장비를 설치하기 전에 더 해야 할 일을 검토하고, 필요한 내용들에 대하여 정리하여 기록하는 것이 좋다. 다음으로 협조 부서 직원들과 연락을 취한다. 전기분야는 현장 케이블을 포설할 것이다. 이미 결정된 사항을 명확히 이해하고 계통이 설치될 장소를 알면 다음 단계에 도움이 된다. 적어도 위해 지역은 아닌지를 검토한다. 일은 함께 시작하고, 현장배선을 위한 계획을 수립한다. 기존에 사용되었던 전선의 재사용을 원치 않으면 새로운 전선의 포설이 필요하게 된다. 위치, 거리, 감시할 지점에 관해 기록해 둔다. Proximator 외함 설치와 관련한 사항을 기록한다.

7.1.4 豫備計劃 (Preliminary Plans)

해당계통에 관한 대강의 서류를 가지고 계획을 수립한다. 기계의 감지할 부분과 적합한 Monitor를 일치시킨다. 기기를 설치함으로써 활용코자 하는 정보에 대해

관련자 전원이 이해하도록 한다.

7.1.5 試驗裝備 (Test Equipment)

예비 계획까지 수립하고 나면 시간적 여유를 갖게 되며 Monitor와 함께 사용할 선택사양을 결정하게 된다. 공장에서 설치되어야 할 선택 사양을 점검한다. Trip Multiply가 이에 속한다. 해당 Monitor의 전체 눈금값(Full Scale Range)을 결정한다. 경험에 의한 대강의 기준은 축 직경 1인치에 대해 1½ ~ 2 mils의 진동이다. 여기까지의 검토가 완료된 시점이 기계 부분 담당 직원과 상의하고, 기계의 형식에 따라 예측되는 진동준위의 극한값(Extremes)을 찾기에 좋은 시점이다.

- 경보(Annunciator)
- 기록계
- 시험 및 동작 확인 장비
- 특성 곡선(Curves)

이제 장비가 작동중임을 확인했으면 이 특성 곡선들을 확인하고 기계의 각 부분을 해당 구역에 넣는다. 이 과정을 빨리 할수록 시간을 절약할 수 있다. 즉, 이렇게 함으로써 터빈 Deck에서 Curve가 운용되는 것을 점검할 필요가 없게 된다. 기계가 조립되는 동안 Probe를 설치, 간격을 조정하고 동시에 특성 곡선을 점검하고 모든 문서를 처리한다.

7.2 電氣部 (Electrical Department)

7.2.1 電氣的인 作業事項 (Electrical Work)

배선공정을 수립한다. 제작사에서 추천하는 구역 구분방식이 무난하다. 고온부는 고려해야 할 사항 중의 하나이다. 기기가 정지될 경우, 그 기기가 On-Line 상태에 있을 때 일어날 수 있는 일에 대해 고려해 보도록 한다. 배선이 노출된 부분은 보호가 필요하므로 목록에 Flexible과 Rigid Conduit를 나열하도록 한다. 설치하고자 하는 위치 주변에 증기관의 존재 유무, 움직이는 부분의 유무, 기계 외함을 통과해야만 하는 부위의 유무 등을 기록해 둔다. 마음속으로 가상하여 기계를 재조립해 보고 생각이 미치지 않은 부분이 있을 경우, 그것을 명확히 하도록 한다.

7.2.2 考慮項目 (Consideration List)

- 소요 전선량
- 고온 지역

- 움직이는 부분
- Flexible Conduit
- 강관 (Rigid Conduit)
- 배선용의 기계 관통부
- 부착 방법(Fittings)
- 기타

7.2.3 配線工程 (Wire Schedule)

모든 전선은 제작사에서 추천하는 규격을 기준으로 사용한다. 전기부 담당자에게 전선 목록을 보내주며 전기부에서는 그 사양을 기초로 하여 소요 전선량을 결정한다. 그리고 Rack의 설치 예정시기를 전기부에 알려줌으로써 적시에 해당설비에 전원을 공급할 수 있도록 한다. 각 구간별 점검을 실시하고, 동작상태를 확인해야 하고 기존의 기록계와 경보창 중에서 남아있는 Point의 양과 사용할 수 있는 양, 새로운 계통에 필요한 사항에 대해 점검용 기록을 하는 것이 좋다.

7.3 機械部 (Mechanical Department)

7.3.1 機械部 作業 協助事項 (Machine Shop & Mechanical Work)

기계작업에 관한 계획을 수립한다. 자체 수행여부(외주)를 결정한다. 그 일을 수행할 기술자가 있는지 확인한다. 또한 Bracket Configuration용 작업실 도면을 정밀 조사할 필요가 있다. 기존의 Bracket과 위치 중 다시 사용할 것이 있는가를 검토하고 배선공정을 수립하고 기계 외함 관통이 필요한 곳을 확인한다. 기계부와 협의하고, 기계부의 의견과 본인이 제시한 Probe의 위치에 맞춰본다. 기존의 위치를 이용하는 경우에는 기계부 담당자에게 알리고, 별도의 의견이 있는지 확인한다. X-Y Proximity Probe가 외함에 장착되는 속도 Sensor와 교체될 때는 위치를 완전히 변경해도 좋다. 또한 기계 전문가의 자문을 구하는 것이 좋다. Rack의 규격을 이용하여 Rack 설치용 패널의 단면도를 제공토록 한다. Rack이 설치될 지역을 조사한다.

7.3.2 機械 專門家の 參與 (Machinery Representative Involvement)

설치와 관련한 의도 및 기계 내부의 설치 장소 등 모든 사항을 기계부 직원에게 가르쳐준다. 기계부 직원은 그 기계와 관련한 특정 정보를 제공할 수 있고 목록을 면밀히 조사하고, 제작사 담당자와 확인토록 한다. 기계 전문가에게 작성한 목록을

검토하도록 하고, 의견을 반영토록 한다.

7.4 點檢目錄 (Checklist)

(1) Project Coordinator

- ① 작업부문 : 계측제어부, 전기부, 기계부(기계 전문가 포함)
- ② 작업진행 : 촬영, 문서처리

(2) 제어부 작업사항

- ① 재물조사 : 송장 확인, 손상 및 유실여부, 예비품
- ② 설치 : Rack과 Monitors, 변환기(내·외부 위치, 명명, Conventions), 외함, 증빙서류
- ③ 성능 확인 : Monitors, 변환기 특성곡선, 증빙서류
- ④ 기록계류
- ⑤ 경보기

(3) 전기부 작업사항

- ① 현장 배선 시공
- ② Conduit 시공 : Flexible, 비도전성, Rigid
- ③ 외부 설비와의 접속
- ④ 설비에의 전원 공급

(4) 기계부 작업사항

- ① Bracket 조립 / 패널 제작
- ② 용접
- ③ 정밀가공 (Drilling과 Tapping) : 베어링 덮개, 전선의 밀봉 구멍

(5) 기계 전문가

7.5 設置 (Installation)

(1) 진행사항 전달 등의 커뮤니케이션이 가장 중요한 사항이다.

모든 관계자가 진행상황을 파악하고, 잘못되었거나 부족한 부분에 대해서는 사전에 조치토록 한다. 공정계획을 따르지 못하는 경우에는 그러한 상황을 공개하도록 해야한다.

(2) 관리자와 상의하도록 한다.

다음의 진행을 위해 계획을 수립하도록 한다. 모든 관련자에게 수행코자 하는 내용과 작업에 필요한 장소를 알려준다. 설치 공정 중 발생할 수 있는 최악의 상황은 담당자가 자리를 비운 시기에 Probe 위치가 기계 내부에 함몰되어 있는 경우이다. 이러한 상황에 대해 미리 지침을 정해 두는 것이 좋다.

(3) 지속적으로 감독해야 한다.

여러 공사가 벌어지는 경우 계속 이동하면서 감독해야 한다. 한 기계의 Thrust Probe들을 보고 있는 동안 Keyphasor 위치는 다른 기계에서 묻혀지게 된다. 한 기계에 대해 작업을 하는 경우라도 주의를 기울여야 한다.

(4) 수정사항은 반드시 기록하도록 한다.

이러한 자료가 가치 있는 것이며, 본인은 물론, 일련의 작업을 수행해야 할 사람들에게 길잡이가 될 것이다. 현장기록은 무한한 가치가 있으며, 작업일지와 같은 것을 사용하는 것이 좋다. 작업이 끝난 후에는 처리한 일의 미세한 사항 전부를 기억하기는 매우 힘들기 때문이다.

8. 變換器 設置 (Installation of Transducer)

8.1 Probe 設置上의 問題點 (Considerations in Probe Installation)

일반 전자기기와 마찬가지로 Proximity 변환기도 제대로 설치되어야만 정확하게 동작된다. Probe 설치 상 발생하는 가장 공통적인 문제점은 다음과 같다.

8.1.1 混話 (Crosstalk)

두 Probe가 너무 근접하여 설치되면 RF(Radio Frequency)가 서로 간섭을 한다. Probe의 RF 신호는 동일하지 않으며, 서로 섞이면 다른 주파수가 발생된다. 이렇게 생성된 주파수는 보통 진동에 대한 주파수 범위내의 주파수이므로 정지한 피측정체(Target)가 진동하는 것과 같이 나타나게 된다. Probe간의 최소 이격 거리는 1.6인치이다.

8.1.2 側面 空間 (Side View)

Probe Tip 주위의 측면 공간이 충분하지 못하면 그 부분의 도전성 재질에서 와전류가 발생한다. 이 와전류는 Target에서 발생하는 것과 합쳐져 다른 결과를 가져온다. 최소한의 설치장소는 8 mm Probe에서 17.8 mm(0.7 inch)이어야 한다.

8.1.3 Target의 크기 (Target Size)

Target의 크기는 Probe 전면에서 방사되는 RF가 전부 접촉될 수 있도록 충

분해야 한다. 8 mm Probe에 대한 최소 감지 지름은 20 mm이다(Tip 직경의 2.5배 이상). Target 면적이 규정치 보다 적은 경우, 선형성과 RF에의 영향은 생성되는 와전류의 양에 따라 변한다.

8.2 變換器와 Probe 設置

(Installation of Transducer Hardware & Probe Installation)

Proximity Probe 설치장소는 해당 부위의 진동의 특성과 효과적인 기계 상태의 정보 전달 상태 등을 고려하여 신중히 선택하여야 한다.

8.2.1 一般的인 考慮事項 (General Considerations)

관측될 표면은 굽힌 자국, 녹, 부식, 비원형 쇠사슬 자국 등과 같은 불규칙한 부분이 없어야 한다. 불규칙한 부분은 축의 위치가 변하지 않아도 Probe 간극에 변동을 주어 신호에 오차를 발생시키고, 변환기의 정확도를 제한한다. 축 재질도 고려해야 한다. Proximity는 대부분 축의 Steel 합금에는 비슷한 반응을 갖는다. 그러나, 어떤 재질에는 고유저항 값이 다른 표면 부분이 있다. 이것 역시 Proximity 출력에 잡음을 유발시킨다. 크롬도금, Metalizing같은 금속 표면처리는 Probe의 와전류가 축의 모재(母材)까지 침투할 수 있을 만큼 얇기 때문에 축과 표면처리 사이의 거친 경계면은 물론 두 개의 다른 고유 저항의 영향에 유의하여야 한다. 따라서 축재질의 성질과 표면처리에 관한 자료는 잘 보관하고, 현장에서 Probe를 설치하기 전에 참고해야만 한다.

Probe Field가 회전 축의 움직임만을 관측하도록 하기 위해 충분한 공간을 갖도록 Probe Tip을 설치해야 한다. 적절한 측면 공간은 2×가 확보되어야 한다(7200 계열 5 mm Probe의 경우 3×). Probe는 Rotor, Fillets, Collars, Lathe Center(Axial Probe용)와 같은 곳에 있는 직격이 돌변하는 위치(Step부)는 피해야 한다. Probe는 회전 축의 축 방향이나 반경방향 위치 변화나 열팽창으로 인해 Probe가 불규칙한 표면을 관측하거나 측면 공극에 간섭을 일으키는 장소에는 설치하지 않도록 한다. Probe는 석유 화학제품 및 pH가 4~10까지의 물질에 견딜 수 있다. pH4 이하의 강산 pH10 이상의 염기와 일부 유기솔벤트는 Probe를 손상시킬 수 있다. 열악한 화학적 환경에서 동작하는 특수 Probe도 있다. Probe의 설치장소 주변이 고온인 기계에서는 Probe의 Lead선이나 연장케이블은 350 °F(176.7 °C)를 초과하지 않는 다른 지역이나 윤활유 배관 속으로 포설할 필요가 있으며 가스터빈의 배기단이 이러한 일반적인 경우에 해당한다. Probe 사이의 누화를 방지하기 위해서 서로 충분히 격리시켜야 한다 (그림 13-4 참조).

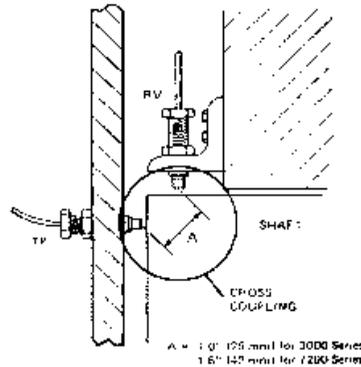


그림 13-4 누화방지를 위한 격리

3000 계열 Probe는 최소 1.0인치를 격리시켜야 하며, 7200 계열은 1.6인치를 격리시켜야 한다. BNC Probe는 1000/4000 계열 탄소강과 회전기계에서 일반적으로 사용되는 대부분의 자철(磁鐵)에 대해 동작되도록 설계되었다.

주 : Proximity 변환기는 도전성 금속에 대해 동작하도록 공급될 수 있다. 관측될 금속이 1000/4000 계열 탄소강이 아닌 경우, 변환기는 특별한 교정이 필요하므로 제작사(Bently Nevada)에 문의하도록 한다.

8.2.2 特定 考慮事項 (Specific Considerations)

아래 내용은 API 670을 기준으로 하였다.

(1) 반경 방향의 진동 (Radial Vibration)

기계열에서 각 면에서 측정된 측정값의 비교를 간단히 하고 Single Plane 움직임으로부터 보호를 강화하기 위해 동일한 반경 방향위치에 X-Y Probe를 반경 방향으로 설치하는 것이 좋다. 그림 13-5와 같이 축의 진동이 나타나지 않는 마디점(Nodal Point)에서 진동이 없거나 또는 매우 작은 부분, Nodal Point, 통상 2점)을 피하여 Radial 베어링 근처에 설치한다(Bearing 끝에서 6인치 이내). 완전 정상인 기계는 Mode Shape 때문에 베어링으로부터 일정 거리를 두고 측정할 때 높은 진동을 나타낼 수도 있다.

주의 : 기계 로터의 운전 수명 기간 중 마디점의 위치가 변하기도 한다. 시간이 경과되면서 진동 준위가 감소한다면 마디점이 Probe가 있는 방향으로 움직였을 가능성이 있다. 마디점의 위치를 확인하고, 이에 따라 Probe 위치의 재 설정을 고려해야만 한다. 일반적으로 마디점은 진동을 증가시키면 밖으로 이동한다. 베어링으로부터 떨어져

설치한 다른 Probe가 있다면 이는 순간적인 최대 움직임을 나타내는 회전 축의 Mode Shape에 대한 정보를 제공한다.

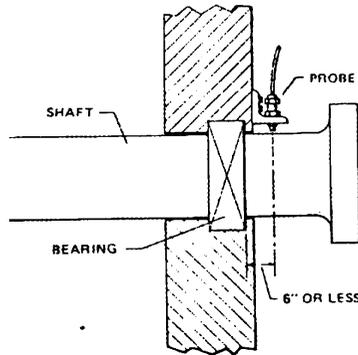


그림 13-5 Proximity Probe의 설치

(2) 축 방향 위치[Axial(Thrust) Position]

Axial Probe는 그림 13-6과 같이 Thrust 베어링으로부터 12인치 이내에 설치한다. Probe를 이보다 더 이격 시켜 설치하면 Thrust 보호와 무관한 열팽창이나 그 밖의 변동이 축의 위치 상태에 관한 그릇된 정보를 줄 수도 있다. 이중 선택 배열(Dual Voting)로 두 개의 Axial Probe가 사용될 때, 적어도 하나는 일체로 제작된 부분인 표면을 측정해야 한다. 운전 시 움직임을 없는 기계 하부(Pedestal)에 별개로 제작한 Bracket을 설치하여 이 각각의 Bracket에 Probe를 설치하는 것이 Bracket의 문제로 인한 잘못된 기계 Trip을 방지할 수 있다. Thrust Collar가 로터에서 이완된 경우, 그 Collar를 측정하는 Axial Probe는 더 이상 로터의 실제 움직임을 측정치 못한다. 대부분의 터빈은 Probe가 증기입력부 축 끝에, Thrust Collar의 안쪽이나 바깥쪽에 설치할 것을 요구한다.

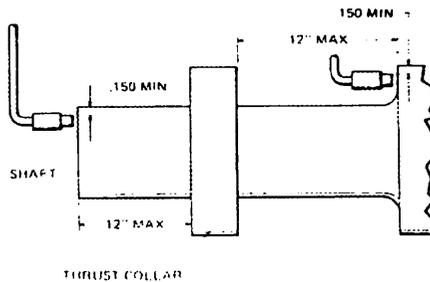


그림 13-6 Axial Probe의 설치

(3) Keyphasor

Keyphasor Probe는 축 방향이 아닌, 반경방향으로 설치한다. 그러나 때로는 축 방향의 움직임(열에 의한 축 팽창)으로 인하여 Probe가 바라보는 홈이나 돌출 부분을 벗어나 Proximitor 출력에 적절한 Keyphasor 펄스의 진폭이 발생되지 않는 결과를 가져오기도 한다. Probe는 큰 전압펄스를 생성하기 위하여 충분한 크기의 Notch나 Projection을 관측한다. Bently Nevada는 Proximity Probe가 4140 재질의 Notch와 Projection(길이는 두 Probe Tip의 직경 이상, 깊이는 0.06인치 이상, 폭은 Probe Tip 직경의 1.5배 이상)을 관측하도록 권장한다. 이 때 Pulse는 최소 5 VP-P이어야 한다. Keyphasor Probe는 일반적으로 기계열의 구동부(Driver)에 설치하는데 구동부가 부하에 연결되지 않은 상태에서도 구동될 수 있도록 한다. 감속기가 있는 기계의 경우 각 부분별로 동일 속도를 가진 축에 하나씩의 Keyphasor를 설치한다. 한 예로 속도를 증가시키거나 감소시키는 기어가 사용될 경우에는 기어 Box 1차축과 2차축에 각각 하나씩 모두 두 개의 Keyphasor를 설치한다.

(4) 편심 위치 (Eccentricity Position)

반경방향 베어링에 설치된 원주방향 진동측정 Probe는 진동 데이터 수집과 동시에 편심 위치(Radial 베어링내에서의 축의 평균위치)에 대한 정보를 취득할 수 있다. Probe가 반경방향 베어링으로부터 떨어져 설치될 경우의 결과는 다소 정확치 않은 편심 정보일 수 있으므로 주의해야 하는데, 이는 열팽창과 축 Mode Shape에 의해 영향을 받을 수 있다.

(5) Eccentricity Slowroll (Shaft Bow Measurement-축 휨 측정)

베어링으로부터 이격 시켜 설치한 한 개의 Probe로 편심의 Peak-to-Peak Slowroll 측정(Shaft Thermal or Permanent Bow)을 위한 보다 큰 휨을 관측하도록 권장한다. 반경 방향 진동 Probe가 축의 휨에 의해 생성되는 마디점 근처에 있지 않고, 휨의 충분한 크기의 진폭이 기계열을 따라 옆면에서 관측될 수 있다면 축의 상대적인 원주방향 진동 Probe를 활용함으로써 휨에 대해 나타낼 수 있다.

8.3 設置上 考慮事項과 慣例

(Installation Considerations & Practices)

Probe는 기계적인 신호를 전기적인 신호로 변환해 주는 도구로서, 이들을 취급하거나 설치할 때 상당한 주의가 필요하다. 이 장에서 요약한 설치 시 고려되어야 할

사항들은 반경방향과 축 방향으로 설치된 Probe에 적용된다. 이 사항은 수 년 동안 Probe를 설치하면서 얻은 경험을 기초로 제안한 것이다. Probe를 설치하기 전에 나사산을 파 놓은 구멍의 이물질 유무, 나사산의 청결 상태 및 양호한 상태를 확인토록 한다. 의혹이 생기는 경우, 적절한 Tap을 사용하여 나사산을 청소한다. Probe를 나사산을 따라 설치대에 장착할 때 Lead선이 Probe와 외함 사이에서 꼬이는 것을 방지하기 위해 풀린 상태에서 설치해야 한다. Probe가 거의 선형성 범위에 도달할 때까지 연장 케이블에 연결(전압 측정을 위해)할 필요가 없도록 Probe 나사산에 표시를 해야 한다. Probe가 측면도 감시하기 때문에 측정되는 표면을 제외하고 Probe 정면 Tip 직경의 약 1/2(7200 계열 5 mm Probe경우는 1배)거리 내에는 금속체가 없어야 한다. Probe Tip에 대한 적절한 측면 공간을 확보하기 위해 Counterboring, 경사면으로 모서리를 깎는(Chamfering) 등의 방법이 필요할 것이다. Probe와 관측될 표면사이에 요구되는 간극이 얻어질 때까지 Probe를 해당 설치대 안으로 끼워 넣는다. 그 간극은 기계적으로 Feeler Gauge를 사용하여 측정된다. 간극은 Probe를 연장 케이블과 Proximator에 연결하고 지시되는 변환기 출력 전압을 관찰하면 전기적으로 더 정확히 측정할 수 있다. 이 전압을 Probe 교정 곡선에 서로 대조하여 간극이 결정된다. 간극을 물리적으로 측정할 수 없는 경우에는 간극을 측정하기 위해 전기적인 측정 기술이 사용될 수 있다.

주의 : Probe Tip을 끼워 넣을 때, Probe Tip이 주위의 나사산이 있는 설치대를 감지하는 동안에는 변환기의 출력 전압이 낮게 유지된다. Probe Tip이 나사산이 있는 설치대를 지나고 나면 변환기의 출력 전압은 보다 큰 값으로 증가할 것이다. 그러나 Tip이 더 들어가 관측할 표면에 접근하면 변환기의 출력은 교정 곡선상에 보여준 것과 같이 감소하게 된다. 3000 계열 Probe는 축 표면에 접촉하기 전에 10~30 mils(0.25~0.8 mm)에서 0 V이고, 7200 계열 Probe는 10 mils(0.25 mm)이하에서 1 V가 나타난다.

주의 : Probe Tip의 손상 방지를 위해 회전하는 축에 직접 닿지 않도록 해야 한다. Probe Tip이 축에 접촉되면 적절한 Probe 간극 전압이 나올 때까지 빼낸다. Probe를 고정용 너트나 동일 기능의 기구로 정 위치 시키며 4~28 나사산에 대해서는 6 ft-1b, 3/8~24 나사산에는 25 ft-1b이상의 힘을 가하지 않도록 한다.

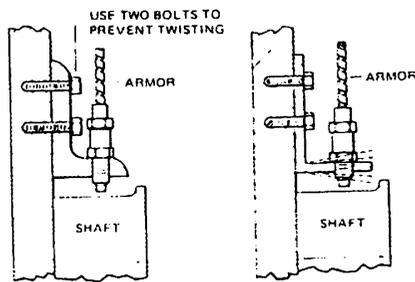
주의 : 이 절차서는 Keyphasor Probe가 아닌 진동 Probe에 대한 권고 사항이다. Keyphasor Probe를 설치하기 위해서는 먼저 기계 축을 정지하고, Probe가 바라보는 축 표면이 Notch나 Projection에 위치하지 않도록 하여야 한다. Thrust Probe를 설치할 경우는 먼저 Thrust Bearing 내의 간극을 알고, 기계가 운전되지 않는 상태에서 축

의 위치를 확인한 후 Probe의 설치(Gap set-up)가 이루어져야 한다.

8.4 特別한 考慮事項 (Special Considerations)

8.4.1 外部 Probe 裝着 (External Probe Mounting)

기계에 적용되는 기본 Probe 장착장치를 사용하여 Probe를 기계 외함이나 베어링 덮개를 관통해서 장착하는 것이 대체로 유리하다. 이러한 장착형식의 이점은 기계를 분해하지 않고, 기계가 운전중인 상태에서 Probe를 제거, 교체, 간극의 재조정이 가능하다는 것이다. 기계의 내부에는 연결부나 Lead선이 없다. 표준 Probe와 연장 케이블을 갖춘 영구히 설치된 슬리브는 설치 위치에 따라 요구되는 Probe의 길이 문제를 해결하는데 도움을 준다. 외함이나 하우징을 관통하여 Probe를 설치하는 것이 불가능하거나 바람직하지 않을 때는 기계 내부에 Probe를 장착하는 것이 바람직하며 이런 경우 필요한 Bracket을 설계하여야 한다. Bracket은 진동이 발생되지 않을 정도로 충분히 견고해야 하며 일반적으로 짧고 두껍게 제작한다. Bracket이 베어링 구조물에 단단히 장착하도록 설계할 수 없을 때 해당 Bracket의 공진 주파수와 진폭에 대해 현장에서 점검하여야만 한다. 설치대내의 Bracket을 가볍게 두드리고 Proximitor 주파수 출력을 오실로스코프로 관찰한다. Bracket의 공진 주파수는 적어도 관측되는 기계의 회전수의 10배가 되어야만 한다. 이 자료는 영구 설치 자료철에 포함시킨다. 그림 13-7은 Bracket의 정상 설치와 비정상 설치형태를 보여준다.



정상적인 설치 비정상적인 설치

그림 13-7 Bracket의 설치

주의 : 강대(Armoring) 케이블이 Probe의 Lead 선과 연장 케이블로 사용 가능하다. 모든 노출된 케이블과 Lead 선은 강대 케이블이거나 Conduit로 보호되어야 한다. 강대를 사용하면 물, 기름이나 가스를 차단하지는 못하지만, 케이블의 물리적인 손상 방지

에는 효과가 크다. 강대 케이블을 사용할 경우, 강대는 단자함에서 연결하고, 풀 때 여유를 주기 위해서 케이블보다 짧아야 한다. 위에서 설명한 바와 같이 기계 외함을 관통하거나 견고한 Bracket에 Probe를 설치하는 것이 항상 유리하다. 그러나 기계 내부에 Probe를 설치해야 한다면 Probe를 견고하게 장착하고, 간극을 설정하는 데 주의 기울여야 한다. 다만 Probe를 기계 내부에 설치한 경우, 기계를 분리하지 않고 조정하기가 곤란하다. Probe Lead선은 기계 내부에서의 연결부위가 없이 기계 외함 외부의 단자함에 도달할 수 있도록 충분히 길어야 한다. 이렇게 함으로써 연장 케이블을 설치하기 쉽고, 계통 정비 시 시험장비의 연결점을 마련해 준다. 내부에 설치된 Probe는 Lead 선을 위해 기계 외함을 관통하는 출구가 필요하다. 이 출구를 통한 누유를 막아야 한다. Probe에서 Proximito 사이의 연장 케이블이 1000psi의 차압이 있는 기계 외함을 관통해야 할 경우에는 고압 Feedthrough를 사용해야만 한다.

주 : 케이블 밀봉과 고압 Feedthrough는 다르다. 케이블 밀봉은 압력등급이 없다. 그림 13-8은 케이블 연결 보호용 단자함과 이중 95 ohm 고압 Feedthroughs를 사용하여 설치된 내부 Probe의 예를 보여준다. 이러한 고압 Feedthroughs는 Bently Nevada에서 공급할 수 있다.

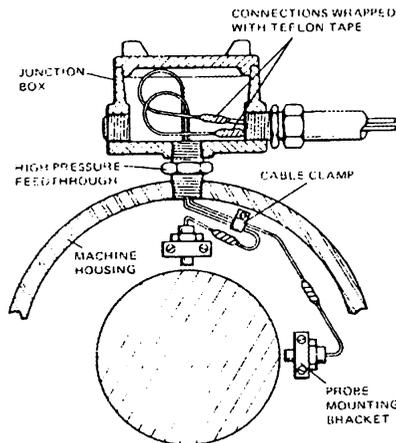


그림 13-8 Feedthrough를 사용한 내부 Probe 설치의 예

변환기 케이블을 베어링 덮개를 관통하여 경로를 취할 때는 커플링의 아래쪽 부분을 통과하도록 해야한다. 이렇게 함으로써 뚜껑을 열 때 케이블의 손상을 피할 수 있다. 케이블은 잔여 유면보다 높은 곳에 있어야 한다.

주의 : Probe Lead 선은 Probe와 연장 케이블의 연결이 기계 외함 밖에서 이루어지

700 — 제1편 진동의 기본 기술

도록 충분히 길어야 한다. 또한, 연결부에 대한 보호가 필요하다. 연결부는 방수가 되지 않으므로 오염이나 나사의 이완에 대한 보완이 필요하다. Probe Lead 선이 연장 케이블에 연결된 후 연결부는 테프론 테이프로 감고 열수축 튜브로 덮거나, RTV나 초산염이 없는 밀봉제로 피막을 성형한다. 가끔 인입 전선 도관이나 기계로부터 누출에 의한 기름이나 가스를 방지하기 위해 Probe나 연장 케이블 주위를 밀봉할 필요가 있다. 케이블이 일부 Gland Seal로부터 가해지는 고압에 견디지 못하고 Cold Flow 및 테프론 재질로 절연이 되어 있기 때문에 이 밀봉은 특수한 문제이다. 만약 밀봉부분의 차압이 대기압 이하면 Bently Nevada 케이블 씰이나 Duct Seal Putty를 사용할 수 있다. 만약 차압이 대기압보다 높으면 특수 Probe나 연장 케이블을 사용해야 한다. 기계 내부에서 Probe Lead 선은 반풍(伴風)과 기체역학이나 유체 역학적 힘으로 인해 주위에 감기는 것을 방지하기 위해 단단히 묶어 놓아야 한다. 기계 외함의 끝이나 옆에 Lead선을 고정시키는 케이블 Bracket이 필요하다. 그림 13-9와 같이 Lead선 주위를 직경 2.05 mm의 피복선으로 Loop를 만들고 터미널에 눌러 고정시킨 환형 고리(Ring Tongue)를 이용함으로써 Lead선을 완전하게 설치할 수 있다. 그 다음 단자귀(Terminal Lug)는 나사와 Lock Washer로 케이스에 장착할 수 있다.

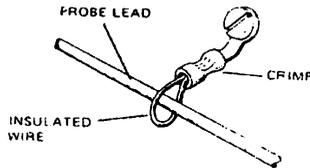


그림 13-9 Probe Lead선 고정

8.5 一般的인 Probe 設置上의 誤謬 (Common Probe Installation Errors)

(1) Probe 설치를 위해 측정된 여러 정보들을 가지고 있다는 것만으로는 설치를 정확히 할 수 있다고 보장하기에는 불충분하다.

(2) 케이스의 구멍이 Probe 전면을 축 중심선의 한쪽에서 너무 떨어지게 하는 각도로 뚫려 고정되지 않은 경우에는 비정상적인 낮은 Peak-to-Peak 값이 검출될 수 있다. 이러한 경우에는 Probe와 설치대를 재 설계, 또는 재 설치해야 한다.

(3) Probe가 크롬도금, 커플링 Hub나 Shrunk-on Collar 위에 설치되면 불규칙한 값을 나타낸다.

(4) 축 방향 위치 Probe가 Thrust 베어링에 대해 회전 축의 반대쪽에 설치될 때 Thrust 베어링의 상태와 관계없는 매우 높은 Thrust Position 변동이 일어난다.

(5) Probe가 Bracket이나 하우징에 설치되고 구멍을 통하여 연장되지 않을 때 비정상적인 "OK"를 지시한다. 이는 Probe가 축을 관측하지 않는 상태에서도 관측하고 있는 것으로 나타내므로 매우 위험한 상황이다.

(6) Probe를 설치한 Bracket이 충분히 견고하지 않으면 감시하고자 하는 주파수 범위에서 공진과 높은 진폭을 나타낸다. 측정된 진동 값이 보호용으로 사용하기에는 의미가 없다. 실제 축 진동은 지시치 보다 높거나 낮을 것이다.

(7) 작은 Probe 몸체에 붙인 전선관은 Probe에 과도한 응력 변형을 준다. 이로 인해 Lead 선이나 Probe가 파손된다.

(8) "선형성 범위가 80 mils"이기 때문에 Probe 간극을 50 mils로 한다. 이 선형성 범위는 0으로부터 시작하지 않고, 실제로는 10~20mils에서 시작하며 이점부터 80mils의 선형성 범위가 추가되는 것이다. 이는 3300 계열 Probe의 예이다.

(9) Probe Lead선과 연장 케이블에 대한 기계적인 보호가 미흡하면 기계주위에서 정상 작업중 이들의 손상을 초래한다.

(10) Probe 케이블 Conduit의 기름에 대한 밀봉상태가 미흡하면 Proximitor 하우징에 윤활유가 유입된다.

(11) Lead 선이 있는 Probe를 나사못으로 조이면 리드선이 파손될 수 있다. Probe는 항구적으로 연장 케이블에 연결되어 있어 출력전압을 지침으로 사용하여 간극을 설정할 수 있지만, 케이블이 꼬이는 부담을 주기도 하고, 전선의 파손을 일으키기도 한다. 케이블 접속기는 주기적으로 분리하여 케이블의 꼬인 힘을 풀어 주어야 한다.

주의 : 접속기는 오염 상태를 점검하여 순수한 솔벤트로 닦고 압축공기로 말려서 접속시켜야 한다.

(12) 특정형식의 Proximitor나 특정 Probe Lead 길이에 대해 Probe 연장 케이블의 길이가 부적합하면 측정값이 항상 부정확하게 나타난다.

(13) 많은 Probe 케이블이 색인 없이 공통 Conduit에 수용되면 Probe와 Proximitor가 서로 바뀔 수 있다.

(14) 내부 Probe의 Lead 선이 묶여있지 않으면 공기역학적 힘에 의해 Lead선이 손상될 수 있다.

8.6 信號 케이블 (Signal Cable)

현장 케이블이란 Probe와 Proximitor간의 연장 케이블(Extension Cable)과

Proximitor와 Monitor간의 신호 케이블(차폐 케이블)을 말한다.

8.6.1 延長 케이블 (Extension Cable)

주문 양식에서 변환기에 연결된 변환기 케이블 길이에 관한 정보를 얻을 수 있다. 변환기에 케이블이 접속되어 있으므로 이 케이블 길이가 Proximitor에 도달되고 연결이 가능하면 연장 케이블은 불필요하다. 그러나, 변환기 케이블이 짧으면 연장 케이블이 필요하다. Proximity 변환기의 동작원리에서 설명한 바와 같이 Proximitor에서 RF 신호를 발생하는데, 그 주파수가 Proximitor로부터 변환기까지의 거리에 의해 결정되므로 Proximitor의 종류에 따라 케이블의 길이가 결정된다.

- ※ 변환기에 연결된 케이블로 Proximitor에 연결하는 것이 바람직하므로 변환기를 선정할 때 Proximitor에서 요구되는 전기적 길이를 충족하도록 해야한다.
- ※ Proximitor 발진기에서 발생하는 RF 신호는 변환기 코일의 L값과 케이블의 C값에 의하여 결정되므로, 현장 케이블이 여유가 있어 Proximitor Box내에서 감아들 경우 C값 변화하여 RF 주파수에 영향을 줌으로써 변환기 성능에 지장을 초래한다. 이 경우 Proximitor Box의 위치를 변경시켜주어야 한다.

8.6.2 現場 케이블 (Field Cable)

Proximitor로부터 Monitor간의 신호 케이블은 3 Wire 차폐 케이블로서 Drain Wire가 있는 100% Aluminium Mylar 차폐선이고, 심선은 1.024 mm~0.643 mm(18~22 Gage)의 Twist선이어야 한다.

8.6.3 現場 케이블의 遮蔽線 接地 [Guidelines for Grounding(Earth)]

(1) 一般 基準 (General Review)

과거에는 계통 접지를 각 Proximitor에서 취하는 것이 기본 관례였다. Proximitor 외함이 내부에서 Common단자에 연결되었고, 장착용 Plate가 전기적으로 하우징과 연결되어 있으며, 이 하우징은 대개 대지에 접지되어 있었기 때문에 특별히 규정짓지 않으면 Proximitor는 자동적으로 주 접지망에 접속된다. 지주에 설치되었거나 현장에 Monitor를 장착한 일체형의 기계열 같은 소규모의 계통이나 유효 전위 균등화 케이블이 사용된 공장에서는 대체로 Proximitor에 접지시키는 것으로 충분하다. 그러나, 감시되는 기계사이의 거리가 먼 대규모의 감시계통에서는 Ground Loop 문제가 발생될 수 있다.

회로상으로 멀리 떨어져 있는 두 점에서 서로 다른 접지점에 연결될 때, 이들 사

이에 Ground Loop가 발생되어 두 지점간에 전위차가 생기면 이 Loop에 전류가 흐르게 된다. 서로 다른 기계에서 접지간에 상당한 전위차가 존재하는 경우가 많으며 이러한 경우, 계통의 Common인 도체가 전위를 동일하게 하는 역할을 한다. 즉, Equalizing 전류가 흐르게 된다. 이 Common 도체의 저항을 통하여 흐르는 Equalizing 전류는 신호전압에 부가되어 Monitor에서 잡음으로 나타나는 전압을 유기시킨다. 그림 13-10은 Ground Loop의 일례와 등가회로이며, 발생하는 잡음을 나타내는 방정식도 표시되어 있다. 예를 들어, 접지간 전위차가 2 VP-P(0.7 V RMS)이고 Proximitor와 Monitor사이의 케이블 길이가 각 채널에 대해 동일한 경우 200 mV/mil 입력의 진동 Monitor에서 순수하게 Ground Loop로 인해 발생하는 신호는 5 mil P-P이다. 또 다른 전위상의 문제는 Monitor Signal Common Test Point가 패널이나 제어실 접지 전위에 비해 높은 경우이다. 이러한 전위차는 접지된 시험장비를 사용할 경우 심각한 전기적인 문제를 야기시킨다. Monitor나 절연시킨 별도의 접지막대(Safety Barrier Earth Ground Bus Bar)에서의 일점 접지가 일반적으로 이러한 문제점을 제거해 준다. 그림 13-11은 이러한 문제점이 제거되는 원리를 보여주는 등가회로이다.

주의 : Monitoring 계통을 접지시키지 않고 "Float" 상태로 두면 전기 충격의 위험이 있으므로 계통을 접지시키는 것이 좋다.

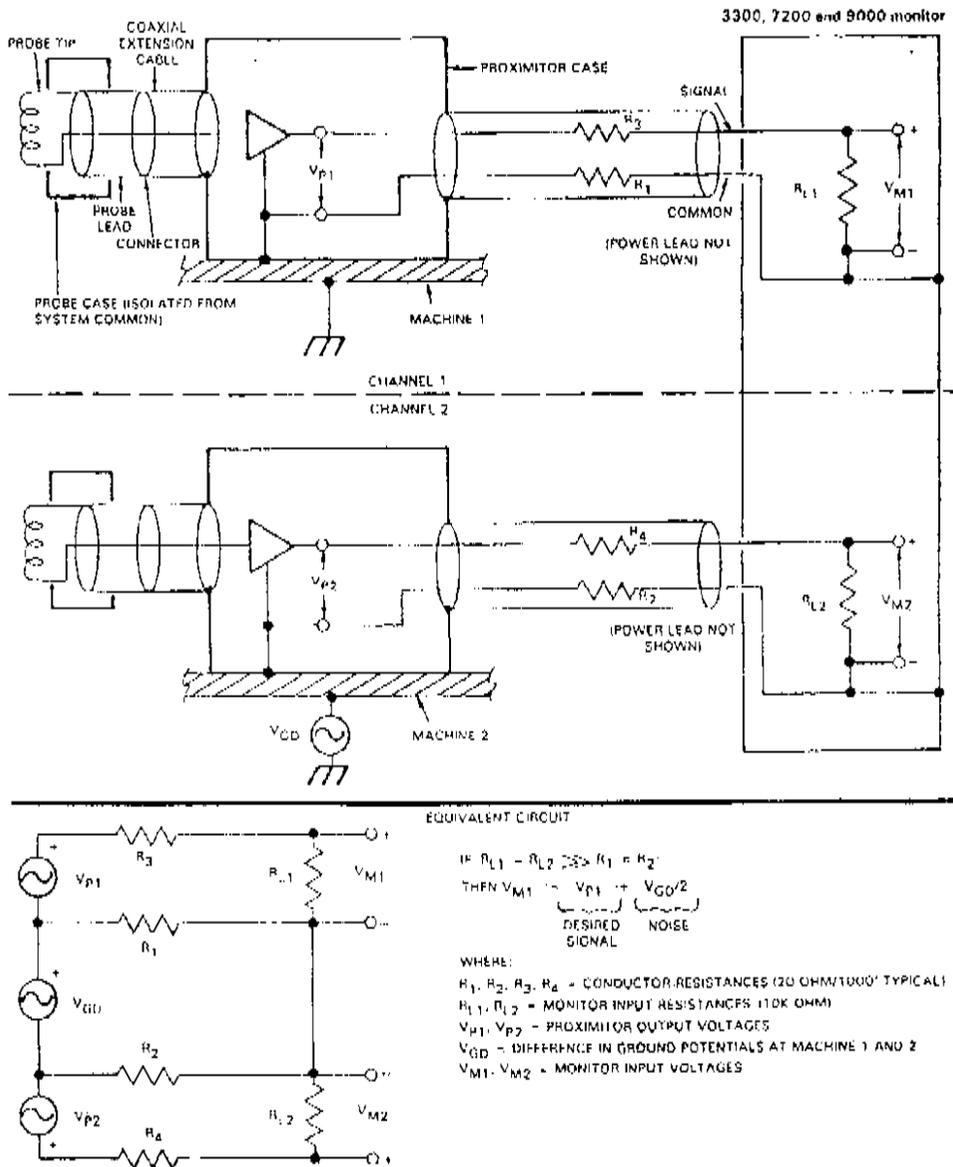


그림 13-10 Ground Loop의 예

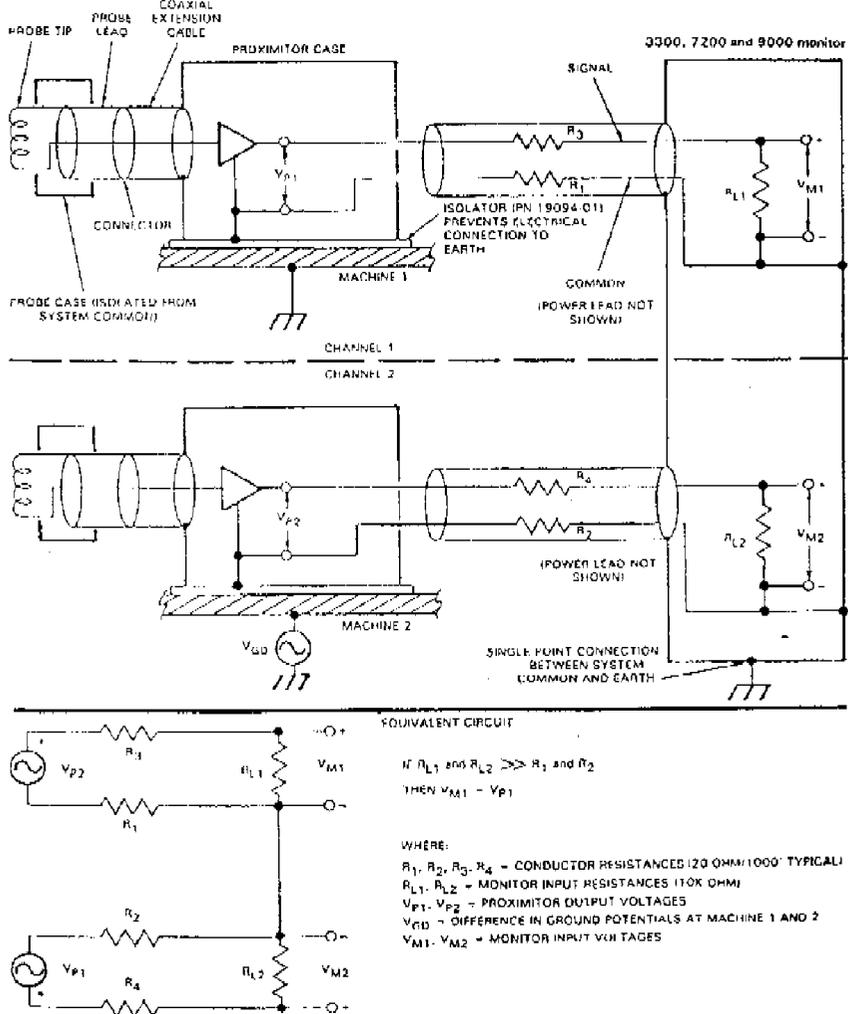


그림 13-11 일점 접지에 의한 Ground LO Loop 제거

(2) 施工 (Implementation)

(가) Proximity Probes

일점 접지를 쉽게 하기 위하여 Bently Nevada의 모든 표준형 전천후, 방폭형 Proximator 하우징은 Proximator와 절연되어 있다. Proximator를 접지 할 경우에는 Proximator에서 Phenolic Isolating Washer를 제거한다. 하우징과 같이 공급된 Proximator Isolation Kit만 필요할 때는 Catalog No. 19094-01로 분리해서 공급할 수 있다. 그림 13-12에 3300, 7200과 9000 계열 Monitor에 대하여 일점 접지와 최대 잡음

내성을 갖는 데 필요한 현장 결선방법을 도시했다.

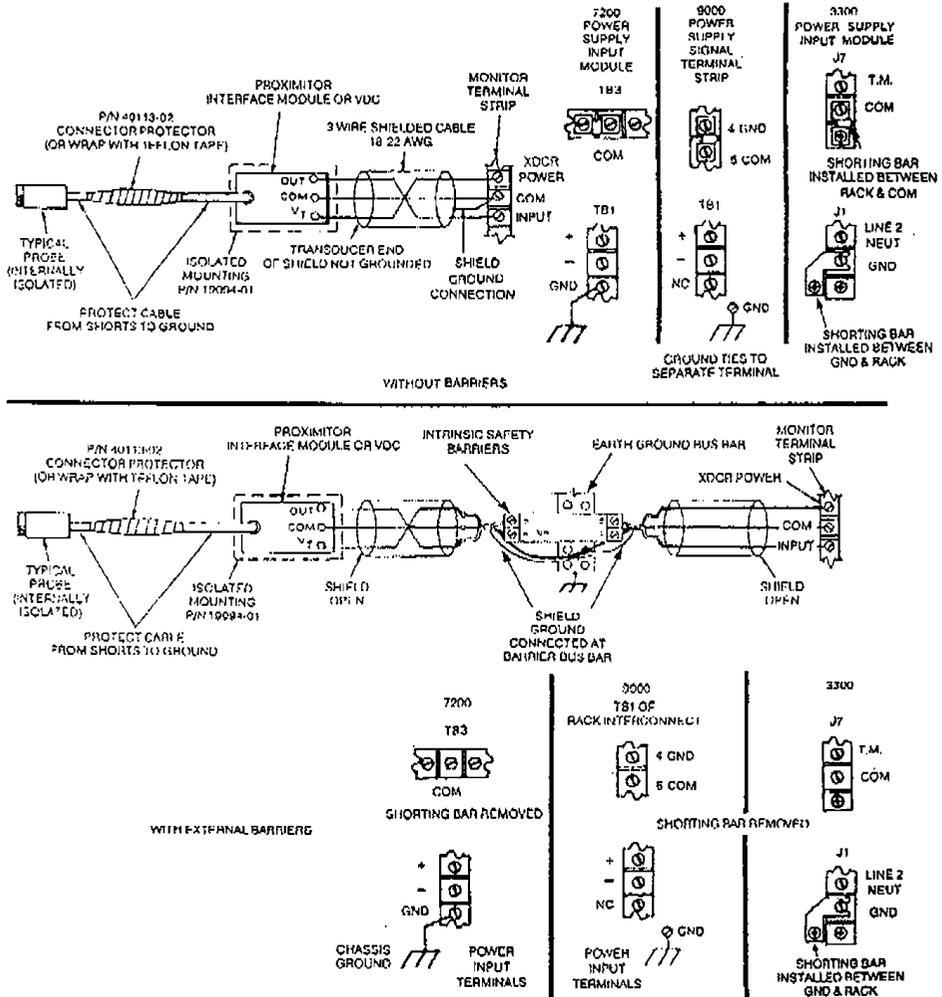


그림 13-12 일반적인 접지 시공

그림에 도시한 바와 같이 동축 케이블 접속기는 접지(Probe 하우스, Conduit, 기계 Case 등)와 전기적으로 절연되어야 하고 케이블 외피에 구멍이 없음을 확인해야 한다. 왜냐하면, 접속기와 차폐층은 계통의 공통 전위이고, 접지에 접촉되면 다중 접지가 되기 때문이다. 케이블 차폐층은 Common이 접지에 연결된 동일 단자에 연결되어야 하며, 반대측 단말은 Floating시켜야 한다. Monitor와 변환기 사이에는 각 변환기마다 하나의 차폐 케이블이 필요하다. 구형의 선택적인 절연기술을 개선하여 새롭게 마련된 Proximator를 절연하는 방법은 한 가지 부가적 이점이 있다. 각각의 절연판이 원래의

안전 계통에서의 전위가 비정상적으로 달라질 수 있는 조건을 배제시킨다. 예전의 절연 설계는 각 Proximator간이나 하우징내의 Interface Module간의 전도성 경로를 제거하지 않았다. 이러한 경우, 배선 결함(예를 들어, 6개 신호의 공통점 중 5개가 연결되지 않은 상태)이 나머지 도체에 과도한 전력 회송 전류를 유발시켰다. 새로운 설계에서는 이러한 가능성을 배제시켰다. 일점 접지계통에서 그림 13-10의 전압 준위가 여전히 존재함을 주지해야 한다. 그러나 이제 이 전위차는 Proximator Common(내부적으로 Case와 연결되어 있음)과 Proximator 하우징(Proximator Common은 현재 계측기 Rack의 접지 전위와 같음)사이에 존재한다. 이는 본래의 안전계통에서는 허용될 수 없는 것이다. 이 문제는 기계들과 주 접지(Central Ground)사이의 전위 균등화 케이블에 의해 제거된다.

(나) 열전대

Bently Nevada의 감시계통에는 비접지형 열전대를 사용하는 것이 바람직하다. Bently Nevada의 7200과 9000 계열의 열전대 Monitor는 High Common Mode Rejection 기능을 갖춘 차동입력(差動入力)으로 되어 있지만, 계측기 Rack의 접지와 접지된 열전대의 Tip간에 10 VP-P 이상의 Common Mode 전압이 존재하면 입력 회로가 과부하 상태가 된다. 3300 열전대 Monitor는 Common Mode의 큰 Ripple이나 잡음의 영향을 확실히 배제하기 위해 250 Vdc까지 전기적으로 절연(Galvanic Isolation)되어 있다. 그림 13-13에 접지형, 비접지형 열전대 계통에 대한 전형적인 현장 결선 방법을 도시하였다.

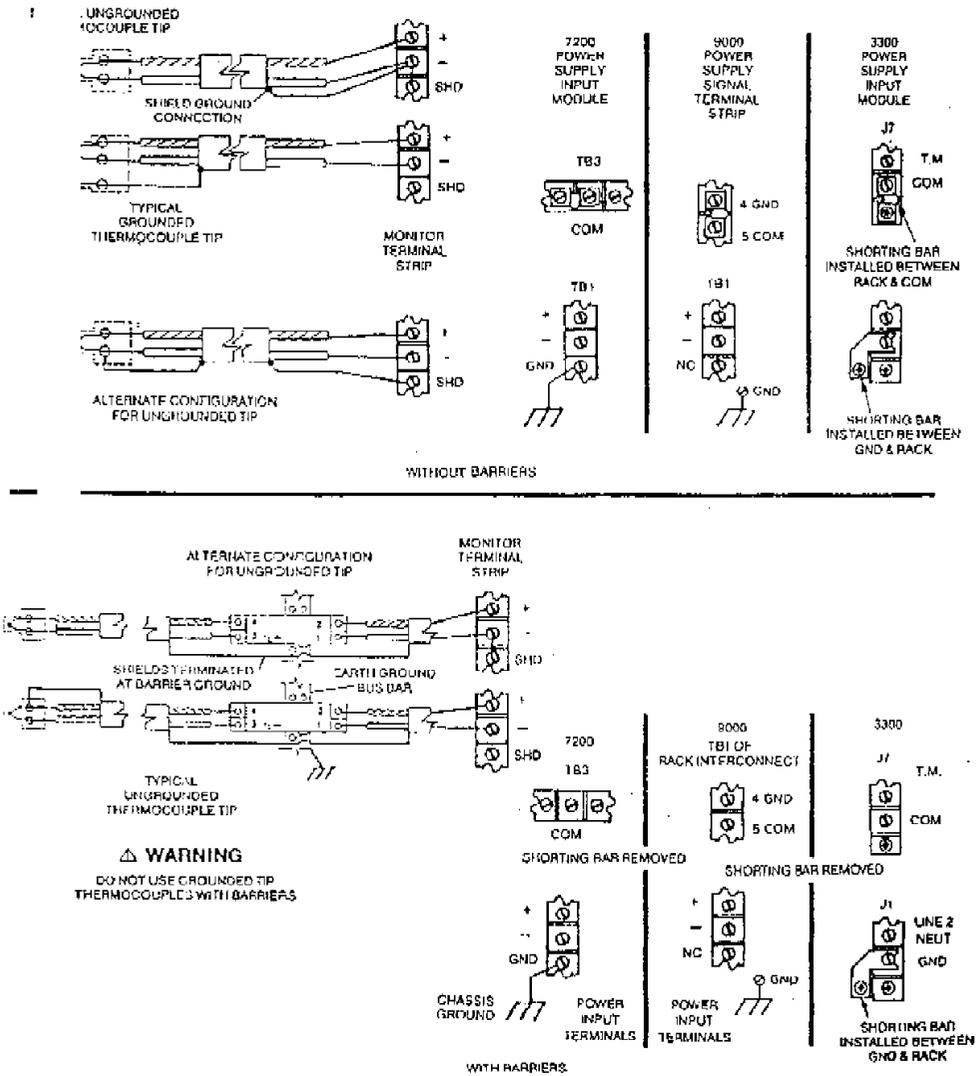


그림 13-13 열전대 입력에 대한 접지 시공

(다) 속도 변환기

그림 13-14는 속도 Probe에 대한 전형적인 현장 결선 배열을 보여주고 있다. Monitor단에서만 케이블의 차폐층을 접지시켜 일점 접지한다. 속도/변위 변환기 (Velocity-to-Displacement Converter ; VDC)나 Velocity Interface Module을 사용할 경우의 일점 접지는 그림 13-12와 같이 시행한다.

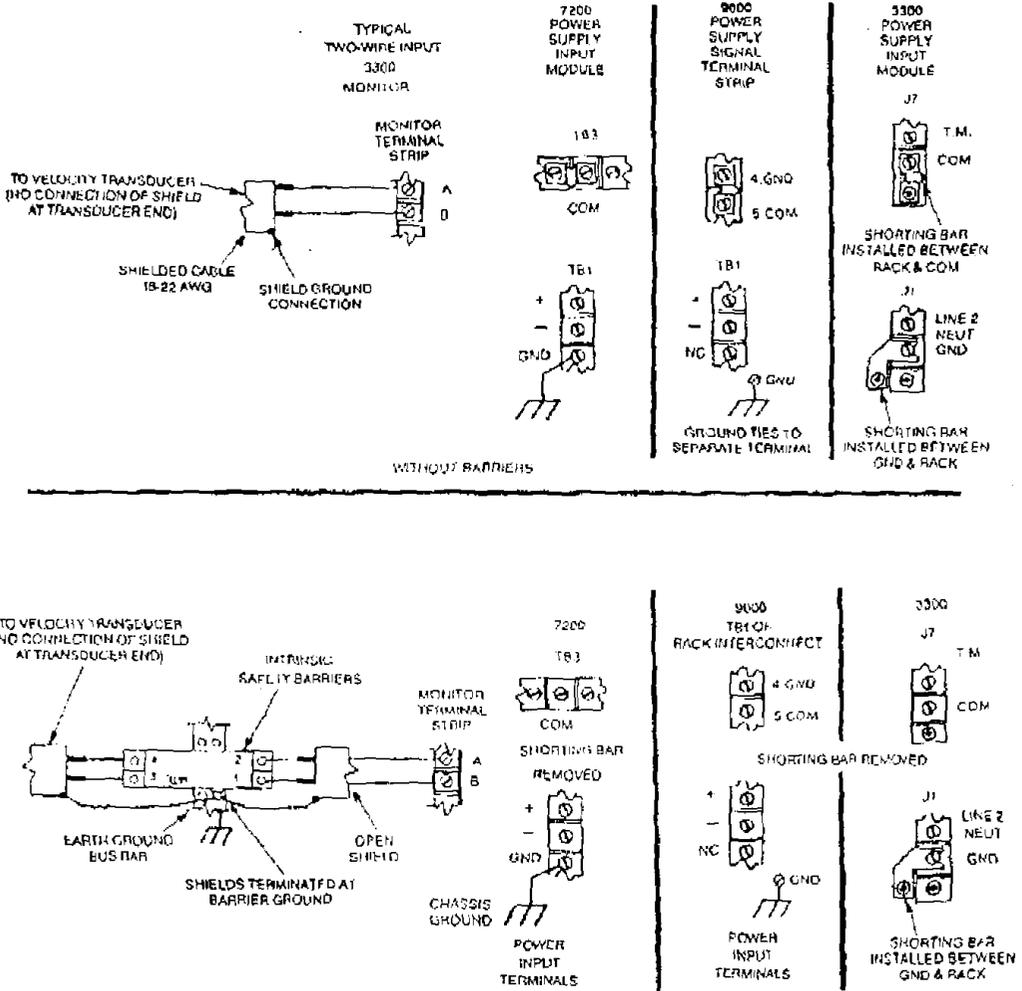


그림 13-14 속도변환기 입력에 대한 접지 시공

(라) 가속도계(Accelerometer)

가속도계에 기초한 Monitor 계통의 일점 접지는 그림 13-12와 같은 방법으로 구성된다. Accelerometer Interface Module은 19094-01 절연 기구(Isolation Kit)나 이와 유사한 것을 사용하여 접지와 절연시킨다.

8.6.4 RTD

RTD를 사용한 일점 접지계통은 그림 13-15와 같이 연결하여 구성한다.

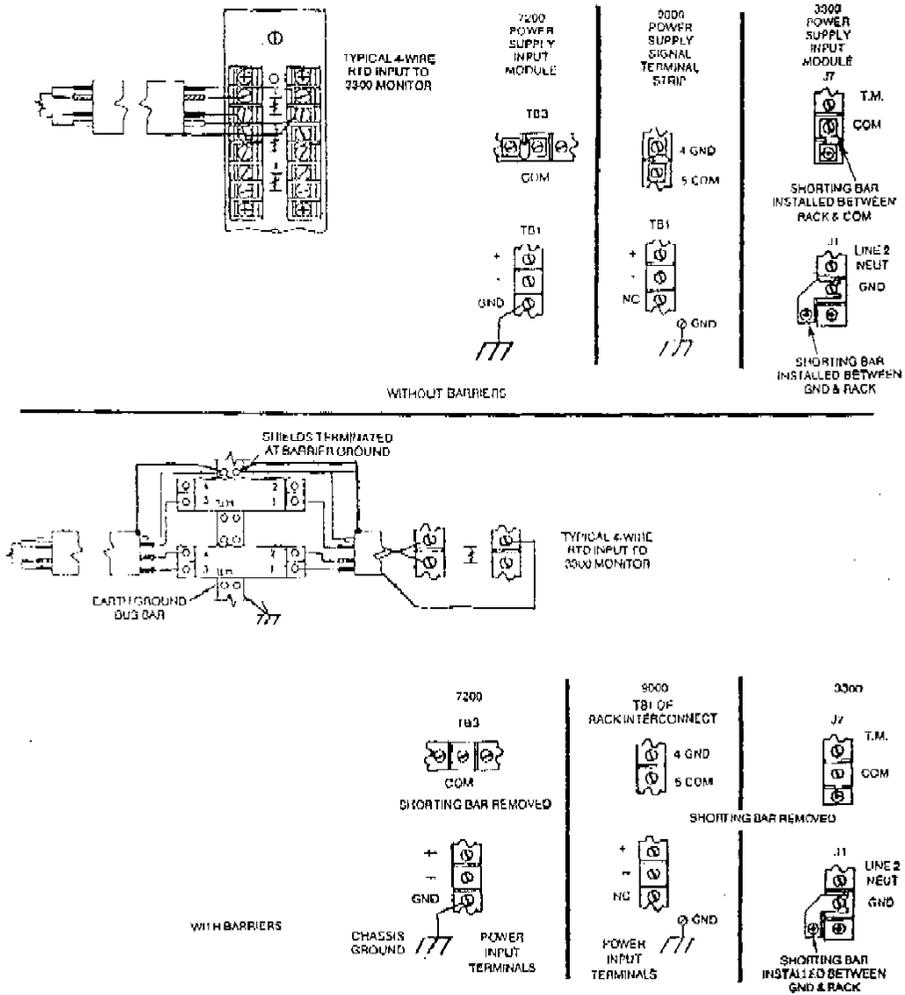


그림 13-15 RTD 입력에 대한 접지 시공

8.6.5 Connector의 設置 (Installation of Connectors) - 50/95Ω 케이블용

(1) 필요한 길이만큼 정확하게 절단한다. 기존 케이블의 접속기만 교체하는 경우에는 기존 케이블의 길이 변동이 최소가 되도록 해야한다.

(2) 케이블의 Plug(수놈 접속기)의 경우, Retaining Nut와 Ferrule을 케이블 끝에 끼워 넣는다. 이 때 조립 순서에 주의해야 한다 (그림 13-16 참조). 수신부(암놈 접속기)의 경우 - Ferrule만 케이블 끝에 끼워 넣는다.

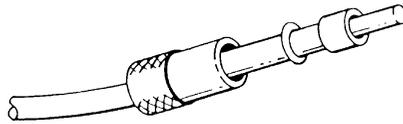


그림 13-16 Ferrule 조립 순서

(3) 주의 : 케이블 외피를 벗길 때 편조된 차폐선이나 중심도체의 심선을 절단하거나 손상을 입히지 않도록 한다. 50Ω과 95Ω 케이블에 대해서는 그림 13-17(a)와 (b)에 보인 것과 같은 규격으로 케이블 끝을 벗긴다.

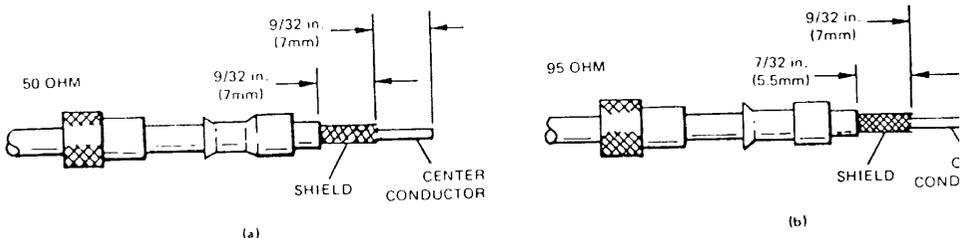


그림 13-17 케이블 외피 제거 기준

(4) 차폐층의 편조형태를 손상시키지 않고 약 45°각도로 차폐선을 나팔꽃 형태로 만든다. 이렇게 만드는 작업은 내부 절연체를 제거하기 전에 해야한다.

(5) 다음 단계에서 설치될 슬리브가 차폐선에 걸리지 않고 나팔꽃 모양속으로 들어갈 것인가를 확인하기 위해 나팔꽃 모양으로 된 차폐선을 검사한다. 심선을 끝이 단단하도록 꼬아 준다. 심선이나 차폐층의 손상 여부를 확인하기 위해 케이블을 검사한다.

(6) 케이블의 절연체 위로 Plug나 접속기를 밀어 넣는다. 모든 심선을 플러그나 접속기 안으로 삽입시키기 위해 이들을 살며시 돌려준다. 모든 차폐선은 슬리브 외부에 있어야 한다. 슬리브를 케이블 절연체 너머로 충분히 밀어낸다. 여분의 차폐선들은 슬리브 너머로 나팔꽃 모양으로 될 것이다.

(7) Ferrule을 망 구조의 차폐선과 접속기 Plug 너머로 밀어넣어 Ferrule이 여분의 차폐선을 슬리브 끝에서 단단히 누르도록 한다.

(8) Crimping 하기전에 (7)의 단계에서 Ferrule과 슬리브가 정확하게 조립되었는가 확인한다. Crimping 공구의 Die에 접속기 몸체를 놓는다. 정렬이 잘 되도록 부품을 조심스럽게 놓고 Die를 닫을 동안 제자리에서 움직이지 않도록 한다. Crimping Die의 윗부분 중앙접점이 Die가 닫길 때 윗 부분 Crimping 구멍으로 들어가는지 확인

한다.

(9) Plug나 Receptacle을 지지하고, Ferrule 외경 둘레의 여분의 차폐선들은 조심스럽게 제거한다. 빠져나온 선들이 접속기 나사에 끼어있을 것이다.

(10) Crimping 구멍에 Dow-Corning 3140 RTV Sealant를 약간 넣는다. 여분의 Sealant를 닦아낸다. 여분의 RTV가 연결기로 들어가지 않았는지 확인한다. 이는 접속불량을 유발한다.

9. 系統 故障 原因 解決 技法 (System Troubleshooting)

9.1 概要 (Introduction)

(1) 전자장비에 내부 고장이 발생했을 때에는 고장부위를 찾아 신속히 정상화시켜 그 부위를 계통에 복귀시켜 놓아야 한다. 장비가 기계감시 계통으로 사용될 경우에는 이러한 조치가 더욱 중요하다.

(2) 이 고장수리 절차는 3300 기계 감시계통을 3개 기본부분 즉 Rack, 현장 배선과 Proximitor, 연장케이블과 Probe로 나눈다.

(3) 전원공급 장치를 제외하고 3300 계열 Rack에 설치된 모든 모듈에는 LED가 있다. 대부분의 계통고장은 이 LED의 점등상태를 바꾸어 표시한다.

9.2 缺陷 標示 (Rack Indications of a Problem)

(1) 계통감시 LED 상태 - 계통감시의 기능 중 하나는 파란색 "SUPPLIES OK (전원 정상)" LED가 꺼짐으로써 전원공급상의 문제점을 표시한다.

① "SUPPLIES OK" LED가 꺼지면 7개의 붉은색 2차 공급전압 LED가 모두 켜져 있는지 점검한다. 이 LED들은 계통 Monitor(System Monitor) 전면 패널의 지지용 나사를 풀고 전면 패널을 오른쪽으로 밀면 볼 수 있다.

② 2차 전압 LED가 모두 꺼져 있으면 일차공급 전압과 휴즈가 Power Input Module에서 보여준 제한치 이내인지 점검한다. 이것들은 Rack의 뒷면에 있다.

③ 2차 공급전압 LED중 하나 이상이 꺼져 있으면

a. 전원과 계통 Monitor를 제외하고 각 Monitor 전면의 나사를 풀고 LED가 꺼질 때까지 Monitor를 앞으로 뽑아낸다.

b. "SUPPLIES OK"와 2차측 공급전압 LED가 모두 켜진다면, 문제는 Monitor에 있을 가능성이 커지게 된다.

- c. 고장이 해결되지 않으면 계통 Monitor Test Point에서 직류전압을 측정한다.
- d. 어떤 Test Point의 전압이 허용범위를 벗어났으면 전원 공급장치를 교체한다.
- e. 그러면 계통Monitor LED들이 켜진다. 켜지지 않으면 계통Monitor를 교체해야 한다.

주의 : 두 종류의 전원공급장치가 있다. 3300/10과 3300/12는 서로 교체할 수 없다. 계통Monitor도 바꿀 수 있는 것과 없는 것이 있으며 만일 교체할 때는 동일한 것으로 해야 한다.

(2) 한 번에 하나의 Monitor를 삽입하도록 한다. 그리고 각 Monitor에 대하여 이 절차를 완료한다. OK와 Bypass LED의 상태를 살펴본다.

주의 : 전자회로의 손상을 방지하기 위해서 Monitor를 재 삽입할 때는 장비의 전원을 끄는 것이 좋다. OK LED는 변환기와 현장 신호선 결선상태를 각각의 Monitor에 의해 설정된 상한과 하한 입력 전압 제한치(OK Limts)를 검출하면서 계속 감시한다. 이 제한치 중 하나라도 초과하면, OK LED는 꺼지고 Bypass LED가 켜지며 Monitor는 30초 동안 자체 시험을 수행한다. 자체 시험이 완료되면 LED 상태는 4 가지 조건이 존재할 수 있다.

- ① OK LED 상태 : On - 1 Hz 주기로 깜박임, Bypass LED 상태 : Off

이 조건에서 "Reset" 스위치를 누르면 Monitor가 On-Line 상태로 된다. 이 시점에서는 Monitor 고장은 없다.

- ② OK LED 상태 : On - 5 Hz로 깜박임, Bypass LED 상태 : Off

이 조건에서 Monitor는 사용하기 전에 해결해야 할 "결함 코드(Error Code)"를 검출하고 저장한다.

- ③ OK LED 상태 : Off, Bypass LED 상태 : Off

이 조건은 Monitor에 회복할 수 없는 결함이 발생한 상태이며, 교체해야만 한다.

- ④ OK LED 상태 : Off, Bypass LED 상태 : On

이 조건에서는 Monitor는 OK 전압이 제한치를 벗어난 것을 감지하고 있다. Monitor의 GAP 스위치를 누르고 지시기의 전압을 관찰하면서 확인한다.

(3) 각 Monitor의 Rack 뒤쪽에 위치한 Signal Input Relay 모듈상의 "PWR"와 "COM" 단자사이의 Proximitor 공급전압(-VT)을 측정한다. Proximitor 공급전압

714 — 제1편 진동의 기본 기술

(-VT)는 23.7 ± 0.5 Vdc 이어야 한다. -VT가 허용치를 벗어난 경우에는 현장케이블을 "PWR" 단자로부터 분리하고 "PWR"과 "COM" 단자사이의 전압을 측정한다. 만약 -VT가 허용치를 벗어나면 고장은 Monitor나 SIRM에 있을 것이다. 왜냐하면 VT의 전압정류가 이 두 기기에서 이루어지기 때문이다. Monitor를 교환 가능한 것으로 교체 후 "PWR"과 "COM" 단자간의 전압을 측정한다. 만약 -VT가 계속 허용범위를 벗어나면 SIRM을 교체한다. 현장 케이블을 분리하고 패널의 두 나사를 풀고 Unit를 끌어낸다. SIRM PWR 단자의 현장 케이블을 교체한다. 이 절차의 다음 단계를 위해, 이전의 단계에서 고장이 정상화되지 못했고, Monitor는 현장으로부터 정확한 OK 전압 제한치를 감지하지 못하지만 다음과 같은 LED 조건을 보여준다고 가정하자.

OK LED 상태 : OFF

Bypass LED 상태 : ON

9.3 Proximator와 現場 配線 (Proximator & Field Wiring)

(1) 의심되는 Proximator 계통을 선정하고 "-VT"와 "COM"사이의 전압을 측정한다.

(2) -VT가 -23.7 ± 0.5 Vdc이면 (4)단계를 수행한다. -VT가 허용범위를 벗어난 경우에는 Proximator의 -VT 단자의 현장 케이블을 분리하고 케이블 끝에서 전압을 측정한다.

(3) -VT는 -23.7 ± 0.5 Vdc이어야 하므로 -VT가 이 허용범위를 벗어난 경우에는 현장 케이블상의 결함을 찾아 정상화시켜야 한다. -VT 전압이 허용범위 이내로 정상이면 고장난 Proximator를 교체한다.

주의 : 변환기 계통의 부품을 교체할 때는 동일한 부품으로 교체한다. 그렇지 않으면 기계와 관련한 자료를 잃게 된다.

(4) Proximator의 "OUT" 단자에서 현장케이블 심선을 분리하고, "OUT"과 "COM" 단자간의 OK 전압 제한치를 측정한다.

(5) 이 때, 전압은 OK 제한치 이내에 있어야 한다. OK 전압이 제한치를 벗어나면 다음 절을 참조한다. OK 전압이 제한치 이내이면 Proximator의 "OUT" 단자에 현장케이블 심선을 재 결선한다. 그리고 Rack의 SIRM의 IN 단자에서 현장케이블 심선을 분리하고 분리된 심선과 SIRM의 "COM" 단자간의 OK 전압 제한치를 측정한다.

(6) OK 전압은 제한치 내에 있어야만 한다. OK 전압이 제한치를 벗어나면 현장케이블에서 고장점을 찾아 정상화시킨다. OK 전압이 제한치 이내라면 SIRM의 IN 단자에 케이블심선을 다시 연결하고 Monitor를 교체한다. 자체시험을 완료한 후 계통

Monitor의 "Reset" 스위치를 누르면 OK 조건으로 돌아온다.

9.4 Probe와 延長 케이블 (Probe & Extension Cable)

(1) 현장 케이블 심선을 Proximator의 "OUT" 단자에 다시 연결하고 Proximator로부터 연장용 동축 케이블 접속기를 분리한다. Proximator와 연장 케이블 접속부의 청결 상태를 점검한다. 연장 케이블의 외부도체와 내부도체 사이의 직류저항을 측정한다. 정상적인 저항 값은 계통의 길이에 따라 7~11Ω이다.

(2) 저항 값이 제한치를 벗어난 경우에는 Probe와 연장 케이블 사이의 동축 연결에 결함이 있는 것이다. Proximator와 연장 케이블 연결부의 청결 상태를 점검한다. Probe의 외부도체와 내부도체 사이의 직류저항을 측정하여 정상 여부를 확인한다.

(3) 저항 값이 제한치를 벗어나면 Probe를 교체한다. 저항 값이 제한치 이내이면 연장 케이블을 교체한다.

< 구성 요소의 부적합 (Component Mismatch) >

- Probe 고정체의 진동
- 고정용 너트의 이완
- 케이블 자체의 흔들림 (고정 필요함)
- 로터에 크롬 도금(Scale Factor가 변함) : 교정 가능
접촉면이 균일하지 않은 경우도 Noise 발생 (두께에 따라 SF 확인)
- 축의 흠에 의한 Noise
- 케이블 길이가 길면 전자 잡음이 유입되어 고주파 성분이 줄어 듦.
- 일점 접지가 되어야 함. (Ground Loop가 발생하여 순환전류가 생기지 않도록 한다. 7200 Probe는 전기적 절연이 안됨)
- 400 V 고압선까지는 Lead가 있어도 되지만 그 이상에서는 전자 잡음이 유입됨.

10. 整備 (System Maintenance)

10.1 書類 作成 (Documentation)

모든 내용을 서류로 작성해 두면 예비품 주문 시, 문제 해결 시, 보증 요구 시, 계통을 현대화하거나 재 설치 시에 유용하다.

10.1.1 시스템 Hardware 記録 (System Hardware Record)

- (1) Part Number (P/N) - Catalog와 선택사양 Code 설명

716 — 제1편 진동의 기본 기술

(2) Serial Number (S/N) - 제작 년도와 발송월을 표시

예) RH 628118 "R" = 1991 "H" = August.

APRS 416567 "S" = 1992 "APR" = April

(3) 개조 번호(MOD No.) - Bently Nevada에 의해 수행되고 문서화된 개조에 대한 전체설명과 관련된 번호

(4) 기관 번호(PWA) - 개조 시 교체된 회로기관의 개정을 포함한다.

예) PWA 88219 - 01 C C는 Revision 표시

Rack Numbering 위치 - System #, S/N과 MOD No.는 패널 뒷면 옆쪽에 있음

주의 : System Number (#) - 제작 후 완제품으로서 Rack과 모듈 시험을 확인한다. PWR Number는 사용하지 않는다. Part Number는 Rack을 구매한 후에는 확장될 수 없으므로 생산 Catalog에만 주어진다.

예) - 3300/05-23-00-00에서 23은 8-Position Rack을 뜻한다.

- Power Supply Numbering Location - P/N, S/N과 MOD No.는 전면 패널의 뒷쪽에 있다. 기관 번호(PWA No.)는 회로기관 상에 있다.

- System Monitor Numbering 위치 - P/N, S/N과 MOD No.는 Monitor Instruction Label에 있으며 측면 명판 상에 위치한다. PWA No.는 회로기관 상에 있다.

- Monitor Numbering 위치 - P/N, S/N과 MOD NO는 Side Plate에 위치한 Monitor Instruction Label내 있다. PWA No.는 회로기관에 있다.

- Transducer System Numbering - P/N과 S/N만이 표시된다.

주의 : 연장 케이블이 40 ft 보다 짧으면 S/N는 없다. S/N으로부터 년-월 Code를 정하는 방법에는 두 가지가 있다. 다음 표는 이 두 방법을 자세히 설명한다.

System Hardware 기록 중에서 각 현장 변환기 계통은 그것의 Monitor 채널을 추적할 수 있어야만 한다.

월	3 글자	1 글자
1	JAN	A
2	FEB	B
3	MAR	C
4	APR	D
5	MAY	E
6	JUN	F
7	JUL	G
8	AUG	H
9	SEP	I
10	OCT	J
11	NOV	K
12	DEC	L

년도	글자	년도	글자
1981	A	1990	P
1982	B	1991	R
1983	C	1992	S
1984	D	1993	T
1985	E	1994	U
1986	H	1995	W
1987	J	1996	X
1988	K	1997	Y
1989	M	1998	Z

10.1.2 시스템 運轉 資料 (System Operating Data)

(1) GAP 전압 - 변환기와 연관된 축의 위치 표시이다. Gap 전압은 Monitor 전면 패널 지시기에 표시될 수 있다. 보다 정확히 측정하기 위해서는 Buffer Output에 Digital Volt Meter (DVM)을 연결하여 사용한다. 최소 Gap 전압은 기계의 운전상태에 대해 기록해야 한다.

Stopped (정지시) : 온도는 실내온도, 축은 정지위치에서 중력에 의한 부하만 걸리고, 속도는 0.

Running (운전시) : 온도는 운전온도와 같고, 축은 베어링의 운전위치에서 정상부하시 운전속도.

718 — 제1편 진동의 기본 기술

다른 기계 조건에 대해 기록, 관리하면 장래에 유용하게 활용할 수 있다.

예) 온도, 압력과 부하

부하측정 단위는 기계의 종류에 따라 정해진다.

터빈 - 유효 전력(MW),

전동기 - 전류(Amperes),

Compressor - 유량(Volume/Time),

펌프 - 유량(Volume/Time)

경우에 따라 기계 부하는 공학적 단위 대신 %로 감시될 수 있다.

(2) 경보 설정 - Alert 조건으로의 변동이나 Danger 조건으로 극도의 변화에 대한 조기 경보를 제공한다. 기계에 대한 경보 준위 설정에 대하여는 기계 제작자에게 문의하도록 한다.

10.1.3 試驗 및 動作 確認 記錄 (Test & Performance Verification Record)

모니터링 시스템에 대한 성능 입증 절차는 두 부분으로 분리할 수 있다.

(1) Proximity Probe 변환기 성능 검증 - 교정된 마이크로 미터(Bently Nevada TK-3이나 이와 유사한 것)를 사용한다.

※ Proximity Probe 검증절차는 Proximity Transducer System Operation Topic을 참고할 것.

(2) 계통시험과 성능검증(All Monitor) - 신호발생기와 전원공급장치를 사용한다.

※ Thrust Monitor 모니터 성능 입증절차는 Position Monitor Check Out Topic을 참고할 것.

생산 제품에 대해 높은 품질을 충족시키려면 계측기 교정을 국가 기준에 따라 하는 것이 중요하다. 이는 계측기 성능입증 중 사용되는 시험장비의 세부 사양을 문서화함으로써 수행된다. 시험장비의 이력관리는 그 장비 자체의 교정에 대한 세부사항을 포함해야 한다.

10.1.4 機械 關聯 記錄 (Machinery Record)

모니터 계통과 관련한 유용한 기계적인 정보는 Machine Train Diagram을 제작함으로써 쉽게 문서화할 수 있다. 이 종류의 Diagram은 변환기를 기계에서 분리하거나 교체할 때 항상 필요한 변환기의 위치와 관련 세부사항을 포함한다. System Hardware 기록, 시스템 운전 자료, 동작 확인 기록과 기계 관련 기록들은 API 670

(American Petroleum Institute)의 요구를 충족한 최소한의 정보를 포함해야 한다. 이 정보들은 모니터 사용자를 위해서, 또는 사용자에게 의해서 문서화되어야 한다. 특히 계장 공급자는 다음과 같은 경우에는 세부적인 보고서에 이 정보들을 포함시켜야 한다.

(1) 새로운 계통을 설계하고 설치할 경우, Bently Nevada가 설계 시공한다면 모든 정보가 더욱 편리한 설계 문서 Package로 준비될 수 있다.

(2) 기존계통의 검수나 재가동이 수행되는 경우.

10.1.5 指針書 (System Manuals)

지침서는 각 3300 모니터링 시스템 구입 시 제공된다. 각 지침서는 계통내의 각 부품의 운전과 정비에 관한 부분이 포함된다(성능 검증과 회로 Diagram이 포함됨). 대표적인 지침서는 아래 사항이 포함된다.

- 개요(Overview)
- 설치(Installation)
- 정비 지침(Troubleshooting)
- System Monitor
- 전원공급장치(Power Supply)
- 변환기(Transducer)
- Monitors

10.2 事後 管理 (Servicing)

대부분의 산업체 적용에서 기계가 다음과 같은 상황인 경우에 감시 계측설비에 대한 사후 관리를 진행한다.

- 고장수리를 위한 정지시 정지시간이 최단 기간인 경우
- 사소한 정비를 위한 정지시 정지시간이 일주일 전후인 경우
- 중요한 정비를 위한 정지시 정지시간이 4~12주 정도인 경우

계측설비를 정비할 수 있는 시기는 대부분 계획정비 기간이다. 이 계획정비는 그 주기가 매우 길다. 비록 Error나 고장이 의심되지 않더라도 지속적인 확신을 위해서는 기계가 계획정비 기간 중(Outage) 전체적인 정비를 수행하는 것이 현명하다. 이 계획정비는 다음과 같이 구성된다.

- 변환기와 관련된 모든 케이블을 기계를 분해하기 전에 기계로부터 분리하고 꼬리표를 붙인다.
- 변환기와 관련된 모든 케이블의 손상여부를 점검한다. (예비품의 확보여

720 — 제1편 진동의 기본 기술

부 확인)

- 계통의 모든 변환기와 Monitor의 성능을 검증한다. 고장난 것이 발견되면 교체한다.
- 계통에 대한 것을 이전에 설명한 것과 같이 문서화한다.
- 기계 조립계획 기간 내에 계통이 동작하도록 재 설치한다.

회로 기관의 고밀도와 정밀 추적은 3300계통에서는 현장 부품교체에 제한을 받는다. 그러므로 계통의 품질과 신뢰도를 유지하기 위해서는 아래 부품에 대해서만 현장에서 교체하도록 한다.

전원장치, System Monitor, 기타 Monitor, SIRM, 변환기 계통의 부품.

상기의 각 부품에 대해서는 하나 이상의 예비품을 확보해야 한다. 계통에 사용되는 Monitor 종류에 따라 정해진다.

10.3 事後 管理 計劃 (Service Plan)

정기적인 유지 보수 이외에 제품 자체의 하자 보증에 대한 내용을 파악한다. 현재 Bently Nevada사의 경우 제품 구매 후 선적일을 기준으로 3년의 제품 보증 기간을 적용하고 있다. 따라서 취급 부주의가 아닌 제품 자체의 결함에 의한 문제 발생 시에 전 세계 어느 곳에서 구입된 제품이건 각 나라의 Bently Nevada 자회사에서 제품에 대해 보증 업무를 진행할 것이다. 문제의 제품을 사무소로 반환하거나 사후 관리 대리인을 현장에 방문토록 하고 단지 여행경비와 일당만을 부담하는 방법을 취할 수 있다. 선적일을 기준으로 3년이 적용되므로 중간 Vendor를 통해 구입한 경우 이 기간의 적용 여부를 미리 점검하는 것이 바람직하다.

11. 共通的인 選擇斜陽과 機能 (Common Options and Features)

11.1 Programmable Options

7200 시스템과 같이 배선에 의한 접속과는 달리 3300 계열의 Monitor들은 Microprocessor의 프로그램을 Jumper 삽입으로 변경할 수 있어 전선의 납땜을 제거하지 않아도 되므로 제 작업에 따른 기관의 손상을 감소시키고 신뢰도를 유지할 수 있다.

11.2 警報 時間 遲延 (Alarm Time Delays)

Alert와 Danger Alarm의 지연 시간을 선택할 수 있으며, 지연시간은 0.1, 1.0,

3.0, 6.0초다. 시간지연 회로는 기계적이거나 전기적인 과도 현상(Transient)에 의한 오경보를 방지한다. 3초간의 지연시간을 설정하면 측정된 값이 경보치 이상으로 3초 이상 유지해야만 경보가 발생한다. 3초간의 시간 지연은 일반적으로 발생하는 과도 진동이나 전기적인 잡음원으로부터 오경보를 최소화할 수 있음이 Bently Nevada의 연구와 현장 경험으로 증명되었다. 3초 이내의 급속한 고장이 발생하는 기계에서는 지연시간을 짧게 할 필요가 있으며, 이러한 경우 기계 제작자와 협의해야 한다. Thrust 측정에서는 1초의 시간지연이 Thrust 베어링 고장에 의한 손상을 최소화할 수 있다. 3300/20은 공장에서 1초가 지연되도록 설정되어 있다.

11.3 Latching/Non-latching

Latching 정보는 전면 패널의 LED와 이와 관련된 계전기를 원상 복귀시키기 위해서는 운전원이 수동으로 조작해야 한다. 측정된 변수의 값이 경보치 이하로 감소되어 정상 상태로 복귀되어 있더라도 수동으로 복귀시켜야 한다. 즉, 경보가 발생되었다가 복귀되면 경보 LED는 수동 복귀 조작이 이루어질 때까지 점멸을 계속한다. 이와 같은 상황은 비록 현재의 상태가 정상으로 보이는 경우라도 감시하는 진동 값이 경보치를 초과했었음을 알 수 있도록 하기 때문에 가치가 있다. Nonlatching 정보는 측정값이 경보치 이하로 감소되면 자동으로 복귀된다. 즉, 감시 값이 OK범위를 벗어나면 OK LED는 꺼지게 되며, 감시 값이 OK조건으로 환원되면 Monitor는 OK LED를 점등하기 위해 수동으로 복귀시킬 필요가 없다. Thrust 베어링의 고장은 그 특성상 급작스럽게 발생할 수 있다. Monitor On-Line을 가능한 한 오래 유지하는 것이 중요하다. 3300/16과 3300/20은 Latching Alarm으로, 3300/20은 Non-Latching OK로 공장에서 출고된다.

11.4 最初 發生 警報 (First Out)

이 선택사항은 "First Out"이 설치된 Rack에서 "ALERT"나 "DANGER" 경보가 최초로 발생한 채널을 검출한다. 이 채널은 그 경보조건을 패널 전면의 경보 LED를 깜박임으로써 알려준다. 만약 수동 복귀에 의해 최초의 경보가 해소되기 전에 이 Rack의 다른 채널에서 경보가 발생하면 Monitor상의 LED는 계속 점등되어 있게 된다 (깜빡이지 않음). 따라서 짧은 시간에 여러 채널에서 경보가 발생했을 때, 이 기능으로 최초로 경보가 발생한 채널을 확인할 수 있다. 이 정보는 문제가 발생된 위치를 결정할 때 매우 유용하다. 그 진동이 다른 베어링 위치에서 경보를 발생시킬 수도 있다. 이 선택사항은 Alert와 Danger 경보회로에 대해서 각각 적용할 수 있다.

11.5 Danger Relay Voting Logic

(1) 이중 채널 Monitor의 경우, AND Danger Voting Logic에서는 Alert 정보가 두 채널에서 독립적으로 발생될 수 있다. 그러나 Danger Relay를 구동하기 위해서는 두 개의 채널이 동시에 Danger 경보조건을 측정해야 한다.

(2) AND Voting Logic은 두 채널이 같은 측정변수를 나타낼 때(Transducer Redundancy) 적합하지만, 변환기의 고장에 의한 경보가 발생하는 경우에도 필요하다. AND Voting은 기계의 자동정지계통의 입력으로 모니터링 시스템의 정보를 사용하는 곳에서 특히 유익하다. AND Voting은 두 개의 다른 측정변수를 위해 사용할 수 없다. 또한, 변환기가 고장난 상태에서도 오 경보가 발생되지 않는 경우에도 역시 적합하다. OR Voting은 둘로 분리된 기계나 축에 대한 측정용으로 사용된다.

(3) OR Voting Logic을 가진 이중 채널 Thrust Position 모니터에서 단일 변환기의 고장은 보통 Monitor 경보에 "Vote"로 표시된다. 이 문제의 해결책은 AND Voting Logic을 갖춘 변환기의 이중화이다. 여유를 두고 잘못된 경보에 대한 안전도를 높이기 위해 Bently Nevada 공장에서는 3300/20 Monitor를 Danger AND Voting Logic Jumper를 설치하여 출고한다.

(4) XY 적용(베어링당 두 개의 직각 Probe)에서 변환기는 이중 보호의 개념으로 생각할 수 없는데 이유는 같은 변수를 측정하지 않기 때문이다. 축의 반경 방향 진동은 두 측정 방향에 따라서 거의 같지 않다. 이제까지의 연구와 현장경험을 통해서 한 Plane의 진동은 경보 설정치 이하에 존재하지만 다른 한 Plane에서의 과도한 진동에 의해서 기계가 손상될 수도 있다는 것을 알고 있다. 그러므로 AND Voting Logic은 전기적, 기계적인 관점에서 적합치 못하다. 게다가 변환기의 고장은 반경 방향 진동 모니터상의 고장 채널에 대해 "Vote"와 동일한 결과를 가져오지 않는다. 3300/16은 OR Voting Logic으로 Jumper를 잡아 출고한다.

11.6 記錄計用 出力 (Recorder Output)

이 선택 사양은 기록계, 원격 계측기, 컴퓨터나 다른 기기에 연결하기 위한 Analog 출력을 제공한다. 출력 값으로는 0-10 Vdc, 1-5 Vdc 또는 4-20 mA를 사용할 수 있으며 이 선택 사양은 추후에 여러 가지 계측기를 연결하여 사용할 수 있으므로 편리하다.

11.7 Full Scale Ranges

(1) 특정한 Monitor에 대한 측정범위의 선택은 측정요소의 예상되는 최대 값에

따라 결정된다. 반경 방향의 진동 모니터에 대한 측정범위는 운전경험을 기초로 한다. 또한 기계 제작자의 추천 사항도 고려되어야 한다.

(2) 위치 모니터(33008/20)에 대해서는 측정범위는 Thrust 베어링의 유효한 여유도(저온과 고온 운전조건 여유도 고려)에 근거를 두고 선택한다. 또한 기동 시 회전축/Stator 여유도나 측정요소의 예기되는 최대돌격이 사용된다. 3300 모니터링 시스템은 주문시에 측정범위를 선택하여야 하지만 현장에서도 쉽게 바꿀 수 있다. 그리고 현장에서 측정 범위를 변경하고 난 후에는 모니터링 시스템에 대한 재 성능 검증이 필요하다. Full Scale은 정상 준위의 3배 정도이다.

11.8 Transducer Input Option

성능검증을 올바르게 하기 위하여 모니터와 사용될 변환기의 종류를 명시할 필요가 있다. 변환기는 2가지를 표준으로 할 수 있다. 감도가 100 mV/mil(4 V/mm)와 200 mV/mil(7.87 V/mm)이다. 이 선택 사양은 모니터링 시스템을 주문할 때 결정해야 하지만, 현장에서도 바꿀 수 있다. 현장에서 바꿀 경우에는 재 성능 검증이 필요하다.

11.9 GAP Alarms

3300/16 Monitor는 Gap 전압 범위를 6초 이상 벗어나면 Gap Alarm을 제공한다. 이 정보는 기계 운전원이 축 위치를 변경시키도록 경고한다. 이러한 변경이 진동 진폭을 증가시킬 수도 있다. 이 Gap을 나타내는 수치와 경보 설정치는 Volts나 공학적 단위(mil, μm)일 수 있다. 허용 Gap 변동은 기계에 따라 다르다. 적절한 Gap 경보 설정을 위해서는 원래의 장비 제작자나 공인된 기계전문가와 협의해야 한다. 3300/16은 Gap Alarm을 작동하지 않는(Disabled) 상태로 출고한다. Gap의 Full Scale Option은 0~19 V DC로 설정됐다.

11.10 Trip Multiply

이 기능은 진동 모니터에만 해당되는 기능으로서, 이 기능이 동작되면 선택된 모니터의 경보 설정치가 2배 또는 3배로 배가(倍加)된다. Bently Nevada에서는 이 Trip Multiply를 "Normal" 진동 정보가 일정 기간동안 경보 설정치를 초과하여 증가될 것이 예측될 경우에 한하여 사용토록 한다. 이러한 상황은 기계를 기동할 때에 예상된다. Trip Multiply는 각 Monitor내의 경보 설정치 배가 회로, 뒷면의 외부 접속 단자, 외부 스위치에 의해 동작되도록 권장하고 있다. 이것의 의미는 Spring Loaded 스위치가 Trip Multiply 기능이 동작되는 동안에 물리적으로 유지되어야 한다는 것이다.

724 — 제1편 진동의 기본 기술

3300/16에 대해서는 주문할 때에 선택하는 사양으로 현장에서는 프로그램 할 수 없다.

11.11 周波數 應答 選擇 仕様 (Frequency Response Option)

주파수 응답 선택 사양은 관심이 있는 예상된 진동 주파수를 기초로 선택되어야만 한다. 이 선택 사양은 Monitor의 운전 "Window"를 설치할 것이다. 이는 중요한 고려 사항이며, 원래의 기기 제작자나 기계 전문가와 협의해야 한다. 1~600 Hz(60~36000 cpm) 선택 사양은 가속/감속이 초당 1,000 rpm을 초과하는 급속한 기동과 Coastdown Rate를 갖는 기계에는 선택하지 않는 것이 좋다. 운전 속도가 1,000 rpm 미만인 경우에만 선택하는 것이 좋다. 60 cpm까지의 연장 저주파수 범위 때문에 모니터 회로는 빠른 기동 중 보통 나타나는 과도 진동을 유지할 것이다. 이는 비록 실제 진동이 Danger 경보 설정치 이하로 감소되었더라도 내부적인 시간지연이 경과한 후에 Danger Relay를 구동시키는 결과를 가져올 수도 있다. 3300/16은 240~240,000 cpm 주파수 응답 선택사양으로 선적된다.

11.12 Normal Thrust Direction

이 선택 사양은 축의 위치를 측정하는 모니터에서 사용된다. "Toward Probe"나 "Away from Probe" 선택사양은 3300/20 모니터로 하여금 축이 주로 움직이는 방향이 Probe를 향한 방향인지 Probe와 반대 방향인지를 정확히 판독하도록 한다. 모니터 메타에는 "Normal"과 "Counter"로 표시되어 있으며 이는 기계에서 "Active and Inactive" 축방향과 대응된다. 이 선택사양은 축이 정상적인 방향으로 움직이는 것으로 생각되는 축 움직임에 대응하는 Analog 미터의 방향을 정한다. 이것도 중요한 고려 사항이다. 적절한 선택을 위해서는 기계 제작자나 기계 전문가와 협의해야 한다. 3300/20을 "Toward Probe" 선택사양으로 Bently Nevada 공장에서 선적된다.

11.13 Standard Features

7200 모니터링 시스템은 여러 해 동안 산업계의 표준 설비였었다. 보다 유용한 선택 사양으로 인해 3300 모니터링 시스템이 표준설비로 바뀌었다.

11.14 Danger Bypass/Channel Bypass

(1) Danger Bypass 기능은 Danger 계전기를 무효화시킨다. 이러한 조건이 되면 패널 전면의 붉은색 Bypass LED가 점등되고, 해당 채널에 대한 OK LED는 켜진 상태로 유지된다. 모니터 회로기판의 Jumper가 Danger Bypass 스위치를 무효화시킬 수 있다. 이것은 Danger Bypass 기능의 부적합한 사용을 방지한다. 이 기능은 일반적

으로 이용되지 않는데 그 이유는 Danger Relay가 무효화되면 기계적인 보호를 상실하기 때문이다. 3300/16과 3300/20은 Danger Bypass 스위치가 동작하지 않는 상태로 공장에서 출고된다.

(2) Channel Bypass는 변환기 회로에 이상이 발생한 경우, 단일 채널 입력을 Bypass 시킬 수 있다. 이 기능이 발효되면 채널의 LCD, 기록계 출력 및 계전기 동작은 Bypass 된다. 채널이 이 조건에 있을 때는 항상 붉은색 Bypass LED가 켜지며, OK LED는 켜지지 않는다. 이 기능은 주의해서 사용해야만 한다. 한 채널이 부적합하게 Bypass 상태로 남을 수도 있다. 이는 구형 모니터링 시스템에서는 선택 사양이었으나 3300/16과 3300/20에서는 기본 사양이다.

11.15 電源 投入 禁止 (Power-up Inhibit)

Power-up Inhibit는 전원 Surge, 상실 및 재투입에 의한 그릇된 경보를 최소화한다. 이 기능은 전원이 단전된 후 2초 동안 경보가 발생되지 못하도록 한다. 그 후 Trimmed OK-Channel Defeat가 다시 작동한다. 이는 구형 모니터링 시스템에서는 선택 사양이었으나 3300/16과 3300/20에서는 기본 사양이다.

11.16 Timed OK/Channel Defeat

Timed OK/Channel Defeat는 그릇된 경보발생 가능성을 최소화한다. 이러한 그릇된 경보는 변환기나 이와 관련된 연결선, 변환기 전원의 고장에 의해 발생한 것이다. OK 제한치가 초과되면 그 채널은 Bypass되고 OK LED가 꺼진다. 채널이 bypass될 때, 그 채널은 기계적인 보호기능을 상실한다. 그러면 모니터의 마이크로 프로세서는 재 설정할 적절한 변환기를 점검한다. 고장이 해소되면 그 채널은 정상운전 상태로 돌아간다(대개 30초 지연 후). 전면 패널의 청색 LED는 사용자가 복귀시킬 때까지 깜박인다. 변환기의 비정상 상태가 지속되면 문제를 일으킨 감시 채널은 내부 Channel Bypass 스위치에 의해 동작되지 않게 된다. 전면 패널의 붉은 LED가 Bypass 조건을 나타낸다. 이는 구형 모니터링 시스템에서는 선택 사양이었으나, 3300/16에서는 기본사양이며 프로그램을 할 수는 없다.