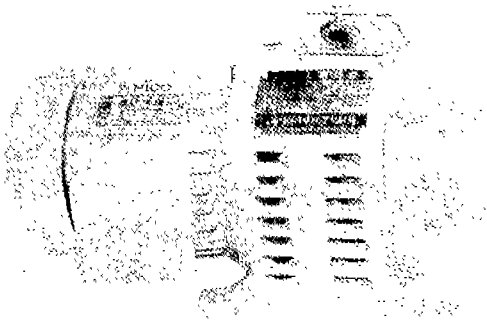


電動機의 點檢과 유지보수



(上)

손 근 식

한국산업서비스(주) 이사

I. 전동기 설치

1. Storage

Spare 전동기나 수입전동기 혹은 국내 제작된 전동기가 입고된 직후 일정기간 운전을 하지 않고 보관해야 할 경우가 많은 것으로 이때 유의할 점은 다음과 같다.

Shaft 및 부식이 용이한 부분에 방청처리를 해주어야 하며 절연저항 저하를 방지하기 위하여 Space Heater를 가동시켜야 한다. 또한 보관장소는 주위가 청결하고, 통풍이 잘되며, 온도변화가 적고 진동이 없는 장소가 적합하다. Oil 윤활방식의 전동기는 Oil Reservoir 내부에 High Grade의 산업용 윤활유를 정상 Level까지 주유시켜 두며 보관기간이 길 경우 Grease Lubricated Bearing인 경우는 60일마다 최소 1번씩 손으로 천천히 몇바퀴 회전시켜야 하며 (Bearing 내의 Grease를 균일하게 분산시키기 위함) Oil Lubricated Bearing은 30일 마다 최소 1번씩 손으로 천천히 몇 바퀴 회전시켜야 한다.

2. Foundation and Mounting

운전중 전동기를 지지하고 안정도를 높이기 위한 기초는 충분히 넓고 기계적으로 강하고 평탄한 곳이어야 하며, 유지보수도 용이한 곳이어야 한다. Concrete 기초의 Top은 Grout를 위해 Base의 바닥보다도 약 1 inch는 반드시 낮아야 하며 기초의 Top은 Grout의 훌륭한 고정을 위하여 Rough한 상태로 둔다. Base는 보조 지지장비 없이 Motor가 지지될 수 있도록 선정해야 한다. Motor는 장비의 진동이나 다른 장비로부터 전달되는 진동을 충분히 보호할 수 있도록 견고한 Bedplate나 Base 위에 단단히 고정되어야 한다.

3. External Wiring

전동기의 결선은 제작처의 지침에 의하여 올바르게 연결되어야 한다 (결선전 여자상태 반드시 확인). 보호장치, 접지공사 등도 규정에 준하여 처리하며 Space Heater 및 온도측정 소자도 적절하게 결선한다. 권선형 전동기의 2차

도 Control System에서 Brush Holder 장치로 결선을 시킨다. Slip Ring의 표면은 매끄러우며 친원이어야 하고 Brush는 Slip Ring 표면을 따라 원활한 접촉이 되어야 한다. Brush 교체시는 원형과 동일한 제품을 사용한다.

4. Alignment

가. 개 요

일반적인 현상으로 현장에서의 Alignment 적용에는 두가지 방식이 있다. 첫째는 둘 또는 그 이상의 기계가 공통 Bedplate에 안치되어 기계 제작자가 선정한 Coupling으로 연결한 것으로 공장에서 정확히 설치되어져 있다. 현장에서 Alignment를 수정해야 할 경우는 운송중에 생긴 변화와 기초 Bolt에 의한 변화를 들 수 있다

두번째 적용방식은 고객의 부하기계나 전원 기계에 단독의 Motor 또는 발전기를 연결한 것으로 공통의 Bedplate를 사용하는 경우도 있고 그렇지 않은 경우도 있다. 이 경우 현장에서 기계 장치를 적절히 Alignment하고 올바른 Coupling을 선정할 수 있어야 한다.

나. Solid Coupling

Solid Coupling이란 그 Coupling이 제대로 기계 가공되어 설치되면 각각의 Shaft가 1개의 진 Shaft와 동일하게 된다. 이렇게 되기 위해서는 모든 Bearing이 같은 중심선상에 정렬되어야 한다. 만약 모든 Shaft와 Bearing은 완벽하게 정렬되어 있어도 Coupling의 Face와 Bore가 직각이 아니거나 어떤 장애가 있어도 Bolt를 체결했을 때 Coupling Halves가 제자리를 잡지 못하는 때의 Coupling은 Shaft를 직선상에서 벗어나게 한다. Shaft는 Bearing에 의하여 일직선을 유지하고 있으므로 직선상을 벗어나게 하는 이 힘은 Shaft를 휘게 하며 또 그 변형이 아주 크면 회전시 발생하는 역방향의 Stress 때문에 Shaft가 절단될 수도 있다.

Shaft에 가해지는 Stress가 충분히 크지 않

는 경우에도 Shaft는 진동을 야기시키며 Bearing에 지나친 부하를 받게 하여 만족할만한 운전할 수 없게 된다.

Solid Coupling은 M-G Set에 널리 사용되고 있는 바, 한 기계에만 두 Bearing이 갖추어져 있고 나머지 모든 기계들의 Rotor는 한개의 Bearing과 Solid Coupling으로 지지되고 있는 것이다. 이와 같은 배치는 기계간의 간격을 좁게 할 수 있으므로 제작 및 운전이 경제적이다. Frame과 완전히 분리된 Pedestal Bearing을 갖춘 것도 유사한 배치로 제작할 수 있다. 기본 원칙은 총 기계 대수보다도 Bearing이 한개 더 많고 한 Shaft이외의 나머지 모든 기계의 Shaft는 Bearing 1개와 Coupling 1개씩으로만 지지되는 것이다. Coupling Half들 간 측면 방향의 연결을 확실하게 하여 Coupling으로 지지되는 무거운 중량의 Rotor가 상대편 Coupling Half의 Face에서 미끄러지지 않도록 하기 위해서 Coupling은 그 정면이 Male Fit와 Female Fit로 각각 구성되어 있다. 이와 같은 Spigot 끼워맞춤은 Shaft Bore와 동심원으로 되어 있어서 Shaft를 Alignment하는 데 큰 도움이 된다.

다. Flexible Coupling

Flexible Coupling은 설계상 Shaft에 Bending Stress를 가하거나 Bearing에 지나친 Load가 걸리지 않도록 한다. 그러나 Alignment 되지 않는 두 Shaft를 연결 사용하면 기계의 진동이 야기되고 Coupling 자체의 내부 마모를 일으켜 파손이나 운전중단을 유발한다. 즉, Coupling을 해야하는 Shaft는 사용하는 Coupling의 Type에 관계없이 높은 정밀도로 Line Up해야 한다. 열팽창, 기초 침하, 마모, 분진의 누적, 부식, 기타의 요인으로 대부분의 설비가 운전중에 어떤 변화를 일으키나 Coupling에서의 가요성은 비록 시간에 따라 악조건이 진전되더라도 제대로 Line-Up하여 설치하면 계속해서 만족하게 운전할 수 있다는 보장이 된다. Flexible Coupling은 Torque의 전달이 엄격히 제한되므로 Solid

Coupling과 같이 Coupling이 Rotor의 일단만을 지지하는 때는 결코 사용해서는 안된다. Flexible Coupling은 그 설계에 따라 다음의 두가지로 분류할 수 있다.

1) 탄성체를 사용하여 가용성을 얻도록 한 것으로 Shaft Hub 또는 Rigid Flange에 서로 교대로 Bolt 체결된 Disc 집합체일 수도 있으며 한쪽 Coupling의 Driving Pin과 다른 쪽 Coupling의 Hole 사이에 탄성체 Liner인 고무 Bushing일 수도 있다.

2) Rigid부 간에 미끄럼 운동을 하도록 하여 가요성을 갖게 하는 Spline 또는 Gear Coupling

라. Solid Coupling으로 된 기계의 Line-Up

다수의 Unit를 갖는 Solid Coupling을 채용한 M-G Set에서는 보통 Motor가 가장 큰 기계이며 Bearing이 2개 있고 다른 모든 기계들은 Bearing을 각각 1개씩 갖도록 제작되어 있다.

Bearing 1개인 기계의 Rotor는 조립중 Stator Bore가 지지해 주므로 Line-Up을 쉽게 하는 동시에 Bearing과 Rotor Core를 보호하기 위하여 Fiber 판이나 Press Board를 하중이 실리는 Air Gap 부위에 삽입하여 Air Gap을 균일하게 맞추어 주며 또한 모든 Brush는 들어 올려 파손되지 않도록 하여야 한다. Solid Coupling은 정확히 기계가공되어 True(직각도 및 동심도가 정확한 상태)이어야 하며 True의 여부는 Shaft 위에 Dial Indicator를 놓고 Check하여야 하는 바 Coupling Face와 Spigot Fit의 동심도 둘 다를 Check하여야 한다. Two-Bearing 기계의 축에 취부된 Coupling Half는 Bearing 위에서 Shaft를 돌려 Indicator로 측정을 할 수 있으나 Bearing 1개뿐인 경우 Coupling Half는 선반 위에 올려 놓고 Check해야 한다. 검사결과 Coupling의 원주방향에서는 Indicator의 지침이 조금이라도 변동이 있어서는 아니되며 Face에서의 1/1,000 또는 2/1,000 Inch의 Run-Out(편심) 조차도 정삭하여야 한다.

물론 Spigot Fit가 True는 아니라도 끼워맞춤은 되나 Spigot의 편심이 상당히 클 때 그 Coupling은 폐기하여야 한다. Coupling Halves가 True이면 Shaft간의 Angular Alignment는 Feeler Gauge를 써서 Coupling Face 간에서 체크한다. Spigot Fit는 기계적으로 중심이 맞으므로 Offset에 대한 체크는 필요치 않다.

Bedplate에 Two-Bearing 기계를 먼저 Bolt로 팍 조인다. 다음번 기계를 대강의 위치에 갖다두고 Spigot Fit를 일부 결합한다. Coupling Halves간의 Gap과 Single-Bearing 기계의 개방측에서의 Air Gap 양자가 균일한가를 예비 점검하면 Stator의 적정 높이와 정확한 위치를 잡도록 하기 위한 Shim을 선정하는 데 도움이 된다.

Shim을 조정하여 기계가 정확한 위치에 놓이게 되면 Rotor를 Coupling에서 분리하고 기계 다리의 Base Bolt를 단단히 조인다. 이제 Coupling의 Spigot Fit는 쉽게 결합이 될 것이나 만약 그렇지 못하면 다시 Shim으로 높이를 조정하거나 힘을 가해 측면을 조정하여 아무런 간섭없이 Spigot Fit가 원활하게 끼워 맞추어 지도록 해야 한다.

처음에 대각선으로 2개의 Bolt만 Coupling에 채우되 팍 조이지는 말고 Coupling Face 간에 약 10/1,000 또는 20/1,000 inch 정도의 간격을 둔다. 이 간격은 상·하 및 좌·우 대칭으로 Feeler Gauge로 Check한다. 만족할만한 Line-Up은 양대칭점에서 그 간격의 차가 2/1,000inch 이하라야 한다. One-Bearing 기계의 Bearing 축을 높이거나 낮추거나 또는 그쪽 측면에 힘을 가하여 조정을 한다. Alignment가 바람직하게 되면 Coupling의 모든 Bolt를 단단히 체결한다. 다음으로 Single-Bearing 기계의 개방측 Stator와 Rotor간의 Airgap이 균등한가를 체크한다.

교류기가 직류기보다 Air Gap이 더 적고 또, Air Gap의 변동은 직류기가 교류기보다 더 크다. 교류기는 $\pm 9/1,000$ inch 편차까지 허용이

되나 직류기는 최소 Air Gap치가 정상 Air Gap의 70% 이상이어야 한다. 대형교류기에서는 Air Gap이 평균 Air Gap의 $\pm 5\%$ 범위 이내에 있어야 한다.

마. Flexible Coupling을 사용하는 기계의 Line-Up

전술한 바와 같이 각 Shaft가 두 Bearing으로 지지되는 방식에는 제대로 된 Flexible Coupling을 사용해야 한다. 실제 적용에서 각 Unit와 관련하여 정확히 간격을 갖도록 해야하며 Thrust가 발생해도 Thrust를 감당할 수 있는 Bearing이 Thrust를 받도록 해야 한다. 또한 각 Shaft는 온도변화에 따라 자유로이 팽창할 수 있도록 해야 한다. 올바른 위치 잡기는 다음의 요소에 좌우되는 바 End Play, Bearing Type, Coupling Type 때로는 Shaft 팽창과 관계가 있다. 관례적으로 가장 큰 기계(축높이가 가장 큰 기계)가 Line-Up의 기준이 된다.

가장 큰 기계는 End Play 또한 가장 큰 것으로 요점은 가장 작은 기계의 Bearing을 가장 큰 기계에서 연유하는 Thrust로부터 어떻게 보호할 것인가 하는 것이다. 이는 가장 큰 기계와 두번째로 큰 기계의 조합 End Play가 가장 작은 기계의 End Play보다 작게 되도록 두 기계간의 거리를 조정하여 달성할 수 있으며 중심내기는 Solid Coupling과 동일하다.

바. Alignment 사전준비사항

(1) 안전확인

기계의 동력이 차단되어 있는지 확인하고 Alignment 동안에 부주의로 기계가 가동되지 않도록 조작계통을 Lock한다.

(2) Misalignment Check

대강의 측정장치 즉 Straight Edge와 Feeler Gauge를 사용하여 기계를 대강 Alignment 한다.

(3) 기계설치 및 Base 점검

Soft-Foot는 기계의 4다리 전부가 기계하중을 지탱하지 않는 상태를 말하는 일반적인 용어이다. Alignment 작업을 시작하기전에 반드시 Soft-Foot를 체크해서 교정을 하여야 한다. Soft-Foot를 체크하고 교정하는 방법은 다음과 같다.

가) 기계를 제자리에 안치하기 전에 기계다리의 밑바닥, 사용할 Shim Base(기계다리가 안치될 부분) 등에 있는 먼지, 녹 및 Burr를 철저히 제거한다.

나) 기계를 제자리에 안치한다. 단 Base Bolt는 조이지 말 것.

다) 4다리 각각에 얇은 Feeler Gauge(또는 Shim Stock)를 찢어 본다. Base와 밀착되지 않는 다리는 Soft-Foot이다(Feeler Gauge의 대부분은 통과하나, 점접촉이 되거나 선접촉이 되어도 Soft-Foot이다). Feeler Gauge가 기계다리 밑을 통과하는 경우 정확히 Gap를 측정한다. 이것이 최초의 Soft-Foot 교정량이 된다. Soft-Foot 교정은 다음과 같다.

a. 기계의 Base Bolt를 완전히 조인다.

b. 기계의 Base위에 Dial Indicator의 Holder를 장치하고(Magnetic Base Indicator가 적합함) Indicator를 "0"에 맞춘다. 그 다리의 Base Bolt를 완전히 풀고 다리가 움직이는가를 Indicator로 관찰한다.

c. Base Bolt를 풀 때 기계다리가 Base로부터 올라가면 Indicator의 변동량만큼 Shim Stock을 다리 밑에 끼운다.

d. Base Bolt를 다시 조이고 상기의 과정을 다리가 움직이지 않을 때까지 반복한다.

e. Dial Indicator를 다음번 다리로 옮긴다. 그 다리가 Soft-Foot 인지를 체크하는 동안 다른 모든 다리의 Base Bolt는 전부 확실히 죄어져 있어야 한다.

f. 상기 과정을 각 다리마다 반복한다.

(4) Dial Indicator의 Sag(처짐) 확인

편각 및 편심 체크를 하기 위하여 Dial Indi-

cator를 상부위치(12시방향)로부터 회전시킬 때 Dial Indicator의 장착 Hardware의 만곡으로부터(특히 Span이 긴 경우 처짐이 아주 큼) Indicator 지시치에 상당한 오차를 주게 되는데 이를 미리 체크하는 가장 좋은 방법은 1개의 Pipe 위에 실제사용과 같은 상태로(Span이 정확해야 함) 올려 놓고 Indicator를 상부(12시방향)에서 "0"으로 맞춘 다음 Pipe를 180° 회전시켰을 때(Indicator가 6시방향에 있을 때) 지시치를 읽는 것이다.

사. Alignment 등급

(1) Alignment Class 1

기계최초 설치시 및 어떤 기계를 더욱 정확히 Alignment할 필요가 있을 때 적용함

R P M	Offset (1/100mm)	Angularity (1/100mm PERmm)
3600	5	0.02
1800~1200	8	0.05
900이하	8	0.07

(2) Alignment Class 2

중요도가 낮은 기계에 적용

R P M	Offset (1/100mm)	Angularity (1/100mm PERmm)
3600	10	0.05
1800~1200	13	0.10
900이하	13	0.13

(3) Alignment Class 3

예방보수시 허용치

허용치는 Alignment Class 2와 동일함

아. Alignment 작업공구의 기본형(표 1 참조)

5. Vibration

가. 정 의

진동의 대상으로는 범위가 현저히 다종 다양하므로 진동을 정의하는 데는 곤란하지만 일반

〈표 1〉 Alignment 작업공구의 기본형

No.	방향	정 도	방 법	공법의 특징 및 문제점
1	상 하 이 동	10mm 이상 대폭적이동	양화기공구(체인 블록크레인 +라이너)	최초의 중심잡거나 대폭적인 삼하작업은 양화공구(포크 끝)
		1/10 레벨	썰기, 마이크로 유압잭	테이퍼라이너, 나사잭을 사용 않을 때는 썰기를 박아 넣는다(임시 센터링)
		1/100레벨	나사잭, 블록, 테이퍼 라이너	미조정할 수 있다. 설비에 부속시킬 수 있다. 공법도 수월함.
		1/100이하	끼워맞추기공구	나사잭 등으로 받을 수 없는 부분 등의 정밀한 들이맞기와 위치를 필요로 할 때
2	수 평 방 향 이 동	대폭이동	체인블록 유압실린더	큰 것은 유압실린더, 중량에 따라 물러 등을 사용한다.
		5 ^{mm}	해머 등으로 타격 바아	받침판을 대고 타격한다. 체인블록 등과 병용
		1 ^{mm}	유압실린더, 썰기	썰기받이, 또는 실린더받이를 만든다. 이 것을 여하히 만드는가가 포인트
		1/100mm	누름나사, 뺨나사	기계에 세트 또는 장착식으로 한다.

적으로 진동은 어떤 물리량이 시간의 경과에 따라 어느 표준치로부터 정·부(+, -)의 편차로 반복하여 변화하는 현상을 말한다.

나. 종류

(1) 강제진동

물체에 외력이 가해지거나 혹은 주기적으로 외력이 작용하면 그 물체는 시간의 경과에 따른 고유진동이 없을 때 외력과 같은 주기로 진동을 일으킨다. 이것을 강제진동이라 하며 그 진폭은 외력의 주기 및 그 물체 주기와외 관계에 따라 상이하다.

가) 외력의 주기가 고유주기보다 클 경우 합성진폭은 최대가 되지 않으나 외력과 같은 방향으로 진동한다.

나) 외력의 주기가 고유주기와 같을 경우는 진폭은 최대가 된다. 이것을 공진이라 한다.

다) 외력의 주기가 고유주기보다 작을 경우는 외력의 방향과 반대로 진동한다. 그러므로 상기와 같이 진동적인 외력이 작용할 때는 그 대책으로 그 외력을 적게 하고 공진을 내리게 하면 감쇠력을 크게 하는 것이 필요하다.

(2) 충격진동

충격의 대표적인 진동은 어떤 힘의 작용이 어느 시간에 급히 가하여져서 그후 계속 진폭이 크게 되는 경우는 없고 그 시간만 진폭이 크게 된다.

(3) 자유진동

충격을 가하면 진동이 유발되고 충격이 없이도 주기적인 외력이 작용하면 자유진동이 유발된다. 즉, 자유진동은 초기 충격을 가하고 그후에는 외력을 완전히 제거했을 때 생기는 진동을 말한다.

(4) 맥동진동

맥동진동의 현상은 감속기 등에 있어서 2개의 진동체가 다른 주기를 가지고 회전할 때 진동 또는 소음이 크게 나거나 작게 나거나 하는 것을 말한다. 그림 1 과 같이 진동주기가 다른 a, b의 진동 Vector가 있다. 이것이 합성되어 (1)(2)(3)과 같은 합성치가 C_1, C_2, C_3 로 변화되어 맥동진동 파형으로 나타난다(그림 2).

다. 진동의 허용범위

진동의 허용범위는 회전체 용량에 따라 구분되는 것도 있으나 기계의 수명연장은 진동주파수와 관련이 크므로 진동과 주파수에 대한 곡선을 사용하였다(참조 Vibration Severity Chart).

라. 진동의 측정요령

설치된 전동기에서 규정 이상의 진동이 발생한다면 먼저 부하에서의 진동인지 전동기에서의 진동인지를 먼저 확인하여야 하는 바 전동기에서의 올바른 진동 측정법을 살펴 본다 <NEMA

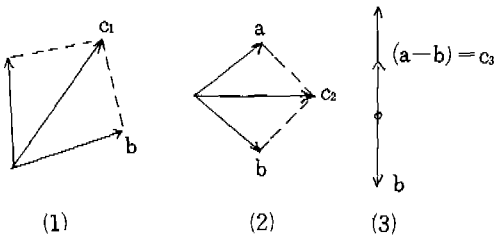
尖端技術用語

●FA (Factory Automation)

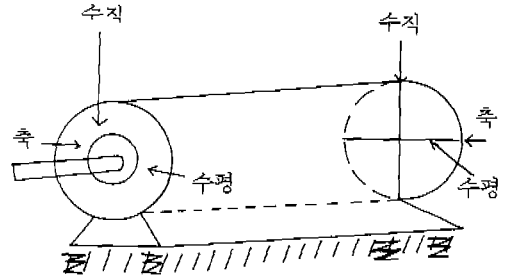
FA(Factory Automation)을 직역하면 공장의 자동화가 된다. 지금까지의, 생산공정의 부분적인 오토메이션화에 대해 공장전체를 오토메이션화하자는 발상에서 비롯된 것이다. FA를 실현하려면, 제조 라인을 형성하는 기계자체부터 자동화하지 않으면 안된다. FA는 일반적으로 로봇, FMS(플렉시블 매니팩처링 시스템), CAD, CAM 등에 의해 구성되고 있다.

●자동창고(自動倉庫)

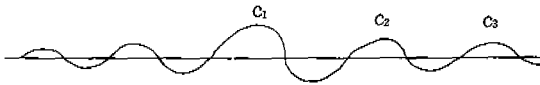
컴퓨터를 사용하여 입출고업무를 오토메이선화시킨 창고라는 뜻이다. 창고 안은 입체적 레크(선반)로 짜여져, 각 선반마다 넘버링이 되어 있다. 말하자면, 어떤 상품이 입고되었을 경우, 먼저 출고, 입고의 빈도, 빈 선반의 상황, 특수지정구역 등의 조건에 비추어 컴퓨터가 레크를 선정, 반송(搬送)로봇이나 오토스타크 크레인이라는 하역기계를 통해 격납시킨다.



〈그림 1〉 진동 Vector 합성



〈그림 3〉



〈그림 2〉 맥동진동파형

1-12. 06).

가) 전동기를 부하에서 분리하여 전동기 운전 속도의 최소 1/4보다 낮게 상하의 고유 진동주파수와 비례하는 탄력성이 있는 받침대에 설치하는데, 이 탄성 받침대의 변형 정도는 다음식과 같다.

변형정도 (inch) $\geq 1/2 \frac{386}{(RPS)^2}$ 로서 다음표를 기준한다.

R P M	Compression Inches
900	1
1800	1 / 4
3600	1 / 16
7200	1 / 64

단 원래두께보다 Compression 되는 Size가 1/2 이상이어야 한다.

나) Shaft는 Half Key를 부착하여 회전중 이탈하지 않도록 단단히 고정한다.

다) 신뢰할 수 있는 정밀한 계기로 측정한다.

라) 진동의 크기는 Bearing Housing을 중심으로 그림3과 같이 측정한다.

마) 만일 진동치가 규정을 초과하면 진동의

원인을 분석할 필요가 있다.

마. 진동의 원인분석

진동을 대별하면 원인에 의한 분류, 발생상황에 의한 분류, 진동수에 의한 분류 등으로서 그 내용은 다음과 같다.

(1) 원인별 분류

가) 전기적인 진동

- Air Gap 불평형에 의한 진동
- 고정자 및 회전자 Impedance 불평형
- 전압의 불평형
- 기 타

나) 기계적인 진동

- 회전자의 중량 불평형
- 기초 Bolt의 헐거움
- Frame의 공진
- 부품의 불량
- 기 타

(2) 발생상황에 의한 진동

- 상시 일정한 진동
- 시간적으로 변화하는 진동

(3) 진동수에 의한 분류

- 회전수와 같은 주파수의 진동
- 2배 또는 더 높은 배수비 주파수의 진동
- 낮은 주파수의 진동

〈다음호에 계속〉