

KOSHA GUIDE

M - 148 - 2012

기어 및 감속기의 유지보수에
관한 기술지침

2012. 6.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 이 광 길
- 개정자 : 안전연구실
- 제 · 개정경과
 - 1998년 7월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
 - 1998년 9월 총괄기준제정위원회 심의
 - 2004년 4월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
 - 2004년 5월 총괄기준제정위원회 심의
 - 2012년 4월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(개정)
- 관련규격 및 자료
 - 국제보험협회 위험관리기준(Industrial Risk Insurers' Information : Gears and Enclosed Gear Sets)
 - Philadelphia Gear사의 운전 및 정비 지침서(High Capacity Enclosed Drives Operation and Maintenance Instructions)
- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제2편 제1장 제1절 제88조(기계의 동력차단장치)
- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 6 월 20 일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

기어 및 감속기의 유지보수에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제1장 제1절 제88조(기계의 동력차단장치)의 규정에 따라 기어 및 감속기의 손상을 방지하고 원활한 운전을 기하기 위하여 기어 및 감속기의 유지보수에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 왕복동식 압축기, 압출기, 파쇄기, 철강 및 알루미늄 압연기, 대형믹서, 킬른(Kiln), 원심식, 로타리 펌프, 압축기, 제지기계, 카렌더(Calendars), 발전기, 팬 등에 사용되는 기어 및 기어를 부품으로 하는 감속기 등의 유지보수에 적용한다.

3. 용어의 정의

그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 고용노동부 고시에서 정하는 바에 의한다.

4. 기어의 안전한 사용

- (1) 설계 허용치 보다 높은 하중이나 빠른 속도에서 사용하여서는 아니된다.
- (2) 기어의 정격 동력을 초과하는 구동설비를 사용하여서는 아니된다.
- (3) 여러대의 감속기로 설비를 구동하는 경우 각 감속기는 예상되는 최대전달 하중의 110%이상을 전달할 수 있는 정격 능력을 갖도록 설계되어야 한다.

4. 기어의 손상과 손상방지

4.1 손상방지 주요 요건

- (1) 과부하나 피로에 의한 손상을 방지할 수 있는 강도를 유지하여야 한다. 이를 위하여 용도에 따라 <표 1>의 “하중계수(Service factor)”를 설계에 반영 한다.
- (2) 피팅(Pitting), 박리, 마멸 등을 방지할 수 있는 면압강도를 유지하여야 한다.
- (3) 과열 등에 의한 손상 및 열에 의한 직·간접적인 영향을 방지하기 위하여 적절한 열방산 또는 냉각 등을 유지하여야 한다.

< 표 1 > 하중계수

부하의 종류	용 도	하 중 계 수	
		전동기 구동	터빈 또는 엔진구동
정속 운전	발전기, 팬 등	1.25	1.5
중간정도의 충격	원심식·로타리 펌프 및 압축기, 제지기계, 카렌더 등	1.5	1.75
심한 충격	왕복동식 압축기, 압출기, 파쇄기, 압연기, 대형믹서, 킬른 등	2.0	2.25

4.2 손상의 종류와 손상방지

4.2.1 마멸(Wear)

- (1) 마찰면이 닳아 없어지는 현상으로 연마마멸, 굽기마멸, 과부하마멸 및 부식마멸등이 있다.
- (2) 연마마멸은 윤활유에 섞여 있거나 치면에 박혀있는 미세한 입자에 의해 기어표면에 흠집이 나는 현상이며, 굽기마멸은 연마마멸과 유사하나 비교적 큰 입자에 의해 기어 표면에 흠집이 나는 현상이며, 과부하마멸은 저속으로 과하중을 받았을 때 금속이 점차 얇은 층상 또는 판상으로 벗겨지는 현상이고, 부식마멸은 윤활유에 습기, 물, 산, 알칼리 등이 혼입되어 피치선에 평행

하게 부식이 발생되어 움푹 패이는 현상이다

- (3) 마멸을 방지하기 위해서는 감속기 내부를 세정하고 필터 및 윤활유 등을 교체한다.

4.2.2 소성항복(Plastic deformation)

- (1) 소성항복은 과하중으로 생기는 치면의 영구변형으로 이 끝 또는 이의 표면이 거칠게 변하는 현상으로 압연항복, 피이닝(Peening), 파상항복 등이 있다.
- (2) 압연항복은 균일한 접촉하중과 미끄럼에 의해 발생되고, 피이닝은 국부적인 충격 또는 불규칙한 접촉하중에 의해 발생되며, 파상항복은 큰 미끄럼 하중에 의해 발생되며 치면 전역에 비늘모양의 무늬가 생긴다.
- (3) 소성항복을 방지하기 위해서는 기어에 걸리는 부하나 충격을 줄여 주어야 되므로 근본적인 검토가 필요하다.

4.2.3 스코어링(Scoring)

- (1) 스코어링은 높은 압력, 과도한 미끄럼, 온도 상승 등으로 인하여 유막이 파괴되어 금속면끼리 접촉되어 기어 표면에 찢어진 듯한 굵힌 자국이 나타나는 현상이다.
- (2) 가벼운 스코어링은 미끄럼 방향으로 약간 찢어진 듯한 굵힌 자국이 나타나는 형상이며, 심한 스코어링은 굵힌 자국이 깊게 나타나는 현상이다.
- (3) 용착을 방지하기 위해서는 높은 면압에도 견딜 수 있는 윤활유를 사용한다.

4.2.4 표면피로(Surface fatigue)

- (1) 표면피로는 치면에 국부적인 높은 압축응력이 가해져 움푹 패이는 현상으로 피팅 등이 있다.
- (2) 초기 피팅은 사용 초기에 피치선을 따라 작은 구멍이 발생하는 현상으로

국부적으로 돌출된 부분이 점차 없어지면서 진행이 멈추게 된다. 심한 피팅은 진행이 멈추지 않고 계속되어 치면의 중앙 부분에 상당히 큰 구멍들이 생기며 급속한 파괴를 일으키기도 한다. 피로가 더욱 심해지면 넓은 부분에서 크고 작은 박리현상이 나타난다.

- (3) 표면피로를 방지하기 위해서는 치면에 국부적으로 높은 압축응력이 발생되지 않도록 하여야 됨으로 과부하를 피하고 적정 윤활 등의 조치가 수반되어야 한다.

4.2.5 버어닝(Burning)

- (1) 버어닝은 과하중, 과속도, 백래시 부적합 및 윤활불량 등이 원인이 되어 마찰열 등에 의하여 기어 표면이 변색되고 경도가 저하되는 현상이다. 점도가 높은 윤활유를 사용하는 경우에도 발생한다.
- (2) 버어닝을 방지하기 위해서는 윤활유의 적정 점도가 유지되고 윤활이 원활하여야 한다.

4.2.6 간섭(Interference)

- (1) 간섭은 국부적으로 매우 높은 하중이 기어에 가해지는 현상이다.
- (2) 부적정한 설계 및 제작, 조립시 기어 중심거리 부족, 이 끝의 여유가 충분하지 않은 경우 등에 발생된다.
- (3) 간섭을 방지하기 위해서는 설계·제작·조립 시 기어의 적정 중심거리 유지 및 이 끝과 이의 뿌리 사이의 적정 간격을 유지하여야 한다.

4.2.7 절손(Breakage of tooth)

- (1) 절손은 기어의 이가 부러지는 현상으로 과부하에 의한 절손과 피로에 의한 절손 등이 있다.
- (2) 과부하에 의한 절손은 기어 사이에 이물질이 끼어 움직이지 않게 되는 등 뜻하지 않은 충격하중으로 파손되며, 파단면이 주철과 비슷한 결정상을 나

타낸다. 피로에 의한 절손은 반복하중으로 인하여 작은 균열로 시작하여 이의 일부 또는 전부가 부러지는 현상으로 파단면의 변색, 마멸 등이 관찰된다.

- (3) 절손을 방지하기 위해서는 기어의 이 사이에 이물질이 끼어들지 못하도록 하고, 과부하를 방지하여야 한다.

4.2.8 균열(Crack)

- (1) 균열은 이의 중심부가 연하거나 부적정한 열처리로 인해 잔류응력이 발생되어 이가 조각이 나거나 얇게 벗겨지는 현상이다.
- (2) 균열을 방지하기 위해서는 열처리 사양에 맞추어 기어의 이 부분을 열처리하여야 하며, 열처리 후 잔류 응력을 완전히 제거하여야 한다.

4.2.9 소입균열(Crack by quenching)

- (1) 소입균열은 열처리의 부적정, 날카로운 모서리, 절삭자국 등이 원인이 되어 발생되며 이뿌리 또는 이 끝에서 시작되어 검은 균열 자국이 나타난다.
- (2) 소입균열을 방지하기 위해서는 소입 시방서에 따라 적정 열처리를 하여야 하며, 날카로운 모서리·절삭자국 등을 제거하여야 한다.

5. 기어의 윤활

- (1) 윤활은 기어의 성능유지에 지대한 영향을 미치므로 적합한 윤활방식을 채택하고 수시로 윤활유 레벨 및 윤활유 상태를 점검하여 주기적으로 교체하여야 한다.
- (2) 개방기어는 일반적으로 점도가 높은 기름이나 그리스를 윤활제로 사용한다.
- (3) 감속기 내의 윤활은 일반적으로 윤활유에 잠겨있는 기어가 회전하면서 윤활유를 분산시켜 윤활하는 방법을 이용한다.

- (4) 고마력, 고속의 기어는 분사 노즐을 부착하여 펌프로 윤활유를 압송하는 순환급유시스템을 이용한다. 각 감속기마다 펌프를 설치하여 개별적으로 급유하는 개별급유방법과 중앙에 펌프와 윤활유 탱크를 두고 여러 기어장치에 윤활유를 보내는 중앙공급방식이 있다.
- (5) 베어링의 발열 등 윤활에 문제가 발생되면 경고 및 운전의 정지가 이루어지는 안전장치의 설치가 바람직하다.

6. 가동중 점검

해당 감속기의 취급설명서에 따라 점검하는 것을 원칙으로 하되, 취급설명서가 없는 경우에는 아래 각 항의 내용 및 <부록 1>의 점검표에 따라 사업장 실정에 맞게 실시한다.

6.1 점검사항

- (1) 기어와 피니언이 원활하게 운전되고 있는지 점검한다.
- (2) 감속기 케이스가 변형되거나 비틀어짐이 없는지 점검한다.
- (3) 기초의 상태 및 변형, 볼트의 풀림 등을 점검한다.
- (4) 윤활이 적절히 이루어지고 있는지 점검한다.
- (5) 개방기어는 마멸, 벗겨짐, 부식, 파손, 갈라짐, 이물질의 끼임 등이 없는 지 점검한다.
- (6) 진동을 측정한다. 자세한 내용은 KOSHA CODE M-18-1997 “회전기계의 진동감시 기술기준”을 준용한다.
- (7) 소음을 측정하여 변화여부를 점검한다.
- (8) 윤활유 내의 마멸된 입자 분석을 실시한다. 자세한 내용은 KOSHA CODE M-22-2003 “윤활유 분석에 의한 고장진단 기술기준”을 준용한다.

6.2 감시 및 기록유지 사항

고마력 또는 중요도가 높은 감속기는 윤활유의 온도, 흐름 등의 상태감시 및 기록을 유지하여 경향관리를 실시한다.

6.2.1 윤활유 공급압력

윤활유 공급압력은 온도, 하중, 필터의 청결 상태 등에 따라 적정한 수준을 유지하여야 한다. 베어링의 마멸 또는 손상, 윤활 스프레이 노즐의 파손, 윤활 배관의 누출 등이 발생되면 윤활유 공급압력이 변화될 수 있다.

6.2.2 윤활유 온도와 레벨

- (1) 윤활유의 온도가 10℃ 이상 증가되면 심각한 고장의 징후를 나타내는 신호임으로 즉시 정밀검사를 실시한다.
- (2) 윤활유 레벨이 낮아지면 누유 등을 검사하고 보충한다.

6.2.3 베어링 온도

- (1) 운전조건이 일정함에도 베어링의 온도가 증가되면 전체적인 열부하가 증가된 것으로서 정밀검사를 실시한다.
- (2) 과부하, 변형, 축의 정렬 불량 등이 베어링의 열부하를 증가시키는 원인이 된다.

6.2.4 오일필터의 압력차

- (1) 오일필터 전 후에 압력차가 큰 경우에는 오일필터를 점검하여 교체 등의 조치를 취하여야 한다.
- (2) 필터의 고장 원인은 필터부품이 변형되었거나, 윤활유가 오염되어 필터를 막은 경우 등이다.

6.2.5 진동

- (1) 진동이 기준치를 초과하거나 심하게 변하는 경우에는 주파수 분석을 시행한다.
- (2) 기어는 기어간의 접촉으로 인하여 각 축의 운전속도에 대응하는 진동보다 높은 주파수의 진동이 발생된다.
- (3) 주파수 분석을 통하여 진동의 원인이 된 기어를 찾아 정밀검사를 실시한다.

7. 분해검사

해당 감속기의 취급설명서에 따라 분해검사를 실시하는 것을 원칙으로 하되, 취급 설명서가 없는 경우에는 아래 각 항의 내용 및 <부록 1>의 점검표에 따라 사업장 실정에 맞게 실시한다.

7.1 분해검사 시기

- (1) 개방기어는 연 1회 이상의 분해검사를 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 심한 충격하중이 가해지는 감속기의 경우, 치면의 마멸형태가 안정화될 때까지는 분기별로 분해검사를 실시하고, 안정화되고 나면 1년 주기로 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- (3) 중간 및 가벼운 충격하중이 가해지는 감속기는 운전시간이 17,000시간에 도달하거나 가동 후 3년 시점 중 먼저 도래하는 때에 분해검사를 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- (4) 모든 기어의 분해검사 주기는 최대 3년을 초과하지 않는 것을 원칙으로 한다.
- (5) 가동중 육안검사, 마멸된 입자의 검사, 진동, 윤활유 온도 및 압력 등에서 이상징후가 발견되면 분해검사를 실시한다.

7.2 분해검사 상태기록

- (1) 분해검사시의 상태를 기록해 놓으면 이전의 상태와 현재의 상태를 비교해

볼 수 있어 이상상태를 용이하게 발견할 수 있다.

- (2) 사진을 촬영해 두는 것은 기어상태를 기록하는 좋은 방법중의 하나이나 치면이 반사되어 희게 나타나는 등의 문제가 발생할 수 있으므로 조명과 사진기술에 유의하여야 한다.
- (3) 표면복제(Replica) 방법 등을 이용하여 치면의 피팅이나 절손 등의 상태를 정확히 기록할 수 있으며 금속현미경 등으로 조직을 관찰할 수 있다.
- (4) 현상에 대한 스케치 또는 기록은 가장 간단히 할 수 있는 방법이나 정확도와 신뢰성이 떨어짐으로 주의하여야 한다.

7.3 분해검사 사항

- (1) 부품들을 깨끗이 청소하고 치면, 용접부위, 키홈, 충격부위 및 응력이 집중될 수 있는 부위 등을 선정하여 액체침투탐상시험, 자분탐상시험 등으로 균열 등이 발생하였는지를 검사한다.
- (2) 기어 백래시 및 접합상태를 검사하고 변색부위가 발견되면 과열이 의심됨으로 충분한 넓이에 걸쳐 경도시험을 한다.
- (3) 베어링과 스페이서 등의 설치 상태를 검사하여 손상여부를 판단하고 필요시 베어링을 교체한다.
- (4) 윤활 시스템과 기타 보조설비들을 점검하고 청소한다.

8. 보수시 유의사항

- (1) 과부하 등의 문제가 발생되면 부하에 견딜 수 있는 기어로 교체하거나 부하를 줄여 주어야 한다.
- (2) 감속기의 용량과 각 부품에 미칠 수 있는 영향을 고려하지 않고 기어 재료를 변경하게 되면 기어에 전달되는 부하의 분배가 변경될 수 있으므로, 임의로 기어 재료를 변경하거나 추가하지 아니한다.

- (3) 용접이나 그라인딩 등 열이 가해지는 보수작업은 기어재료에 영향을 주어 성능이 저하될 수 있으므로 주의하여야 한다.
- (4) 윤활유의 성분을 조정하거나 첨가제를 넣어 피팅, 용착, 부식현상 등을 개선할 수 있으나, 베어링과 분사 노즐 등에서의 원활한 흐름을 저해할 수도 있으므로 종합적으로 검토한 후 조치하여야 한다.
- (5) 국부적인 과부하를 해소하기 위한 치면 연마는 피이닝, 용착, 피팅, 균열 등의 문제를 해결할 수는 있으나, 치면 형상의 변경으로 인하여 예기치 않은 부위에 과부하를 유발시킬 수도 있으므로 충분한 검토가 필요하다.
- (6) 잔류응력 제거나 재료의 성질 개선을 위한 열처리 시에는 뒤틀림이 발생되지 않도록 주의하여야 한다.
- (7) 기어의 기하학적 형상과 작은 틈새로 인하여 기어에 손상이 발생되면 손상이 빠른 속도로 확산될 수 있으므로 엄격한 검사와 유지보수가 필요하다.
- (8) 대형 기어의 경우 조달하는 데 많은 시간이 소요되므로 일정한 주기마다 철저한 점검을 필요로 한다.
- (9) 한 쌍의 기어중에서 한 쪽이 손상되었을 경우 치합 등을 고려하여 양 기어를 동시에 교체하는 것이 바람직하다.

<부 록 1> 점 검 표

문 제 점	원 인	조 치 사 항
과 열	1. 과부하	· 부하를 줄이거나 충분한 용량의 기어로 교체
	2. 정격속도 초과	· 운전속도를 낮춘다
	3. 윤활유 과다 또는 과소	· 오일레벨을 확인한 다음 윤활유 량을 줄이거나 보충
	4. 통기구(Breather) 막힘	· 이물질 제거
	5. 윤활유 냉각기의 결함	· 냉매 및 윤활유의 흐름상태 점검 · 시스템내의 공기제거 · 냉각수에 의한 퇴적물 점검 및 제거
	6. 부적합한 윤활유 사용	· 기존의 윤활유 제거 후 적합한 윤활유 충전, 필터세정 또는 교체
	7. 윤활유의 산화 또는 이물질 혼입	· 기존의 윤활유 제거후 새 윤활유 충전, 필터세정 또는 교체
	8. 윤활시스템 결함	· 펌프 및 배관 등을 점검하고 압력조절기, 노즐, 필터 등이 막히지 않았는지 확인
	9. 커플링 정렬 불량	· 커플링 해체 및 재정렬
	10. 오일실(Oil seal) 또는 팩킹 이상	· 오일실 또는 팩킹 검사 및 교체
	11. 베어링 조정 불량	· 베어링이 너무 죄어져 회전에 문제가 있는지 확인 · 베어링의 축방향 유격이 적정한지 확인 및 조정
축 불량	1. 축단하중 과다	· 축단하중을 경감
	2. 기어열(Gear train)에 과부하	· 부하를 줄여준다
	3. 과도하고 반복적인 충격	· 충격흡수가 가능한 커플링 사용
	4. 커플링의 정렬불량	· 커플링 해체 및 재정렬 · 축방향의 유동이 적정한지 확인 및 조정
	5. 부적합한 커플링 사용	· 기존의 커플링 제거후 적정 형상과 규격의 커플링으로 교체
	6. 돌출 베어링의 정렬 불량	· 돌출 베어링의 재정렬
	7. 직경 및 축방향의 진동	· 축 위험속도의 75%이하의 속도로 운전 · 커플링 무게 조정 · 축의 길이, 직경 등을 조정

문제점	원 인	조 치 사 항
베어링 불량	1. 과부하	· 부하를 줄이거나 충분한 용량의 기어로 교체
	2. 축단하중 과다	· 축단하중을 경감
	3. 베어링 속도 과다	· 속도 감속
	4. 커플링의 정렬 불량	· 커플링 해체 및 재정렬 · 축방향의 유격이 적정한지 확인 및 조정
	5. 베어링 조정 불량	· 베어링이 너무 죄어져 회전에 문제가 있는지 확인 · 베어링의 축방향 유격이 적정한지 확인 및 조정
	6. 윤활 불량	· 냉각수 및 윤활유의 흐름상태 점검 · 윤활유 레벨게이지를 확인하여 윤활유를 보충하거나 초과 윤활유를 제거하여 적정량 확보 · 윤활유 펌프 점검 · 밸브가 열려있는지 확인 · 노즐, 필터 등이 막혀 있지는 않은지 점검
	7. 물, 습기 등의 유입으로 인한 녹 발생	· 가스킷 등의 점검 및 교체 · 윤활유에 방청성분이 적정량 함유되어 있는지 확인 · 베어링에 윤활이 적절하게 되고 있는지 확인 · 장기간 정지시에는 자주 가동시켜 줄 것
	8. 베어링이 마멸된 입자 등에 노출	· 가스킷 등의 점검 및 교체 · 기존의 윤활유를 제거하고 감속기 내부를 세정한 후 새 윤활유 충전 · 베어링을 검사하고 필요시 교체
	9. 장기간 가동중지로 인하여 기어가 부적절하게 방치되 었거나 손상됨	· 기어를 분해하여 검사 · 녹 제거 및 청소 · 녹슨 베어링 등의 부품 교체
누유	1. 윤활유 적정수준 초과	· 오일레벨 게이지 확인 및 초과 윤활유 제거
	2. 통기구가 먼지 등에 의해 막힘	· 통기구 청소 및 이물질 제거 · 통기구는 유기용제 등으로 세척
	3. 윤활유 배출구 막힘	· 윤활유 배출구에 먼지 등의 이물질이 끼어있지 않는지, 잘 흘러내리는지 점검

문제점	원 인	조 치 사 항
누유	4. 오일실 손상	<ul style="list-style-type: none"> • 오일실 교체 • 오일실 접촉부의 축 검사 및 필요시 폴리싱
	5. 스테핑 박스 이상 (Stuffing box)	<ul style="list-style-type: none"> • 패킹 조정 또는 손상된 패킹 교체 • 패킹 교체후 점검시 점차적으로 조여주어 유격 조정 • 패킹이 접촉되는 축 표면의 검사 및 필요시 폴리싱
	6. 베어링에 과도한 강제 윤활	<ul style="list-style-type: none"> • 오리피스 등을 조절하여 유량 조정
	7. 드레인, 플러그, 피팅류, 접속부 등에서 누유	<ul style="list-style-type: none"> • 분해하여 밀봉제(Sealant) 등을 바르고 죄어줌
	8. 압축형 피팅 (Compressive fitting) 파손	<ul style="list-style-type: none"> • 죄어주거나 분해하여 칼라(Collar)가 튜브를 적절하게 죄어주고 있는지 점검
	9. 하우징, 캡 등의 누유	<ul style="list-style-type: none"> • 볼트 등을 죄어줌 • 덮개, 캡 등을 열고 이들과 접합되는 부위의 표면을 청소 • 접합부에 밀봉 콤파운드를 바르고 조립
치면 마멸	1. 과부하	<ul style="list-style-type: none"> • 부하를 줄여준다
	2. 축단하중 과다	<ul style="list-style-type: none"> • 축단하중 경감
	3. 기어의 선속도 과다	<ul style="list-style-type: none"> • 선속도를 줄여준다
	4. 하우징의 뒤틀림 또는 변형	<ul style="list-style-type: none"> • 기초의 점검 • shim(Shims)의 점검
	5. 오일레벨 불량	<ul style="list-style-type: none"> • 오일레벨 점검 • 오일의 보충 또는 제거
	6. 부적합한 윤활유 사용	<ul style="list-style-type: none"> • 기존의 윤활유 제거 후 적합한 윤활유 충전
	7. 윤활유 산화	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 윤활유 제거, 내부청소, 새 윤활유 충전 • 필터 청소 또는 교체
	8. 윤활시스템의 결함	<ul style="list-style-type: none"> • 윤활유 펌프가 정상적으로 작동되는지 점검 • 유로가 열려있는지 확인 • 조절기(압력, 유량), 노즐, 필터 등이 막히지 않았는지 점검

문제점	원 인	조 치 사 항
치면 마멸	9. 커플링 정렬불량	<ul style="list-style-type: none"> • 커플링 해체 및 재정렬 • 축방향의 유격이 적절한지 확인 및 조정
	10. 기어 정렬 불량	<ul style="list-style-type: none"> • 기어의 면접촉 상태를 조사
	11. 베어링 조정 불량	<ul style="list-style-type: none"> • 베어링이 너무 죄어져 회전에 문제가 있는지 확인 • 베어링의 축방향 유격이 적절한지 확인 및 조정
	12. 기어가 마멸된 입자 등에 노출	<ul style="list-style-type: none"> • 가스킷 등의 점검 및 교체 • 기존의 윤활유를 제거하고 감속기 내부를 세척한 후 새 윤활유 충전 • 베어링을 검사하고 필요시 교체
	13. 치면 마모 및 파손	<ul style="list-style-type: none"> • 제조사 등과 협의
	14. 물·습기 등의 유입으로 인한 녹 발생	<ul style="list-style-type: none"> • 가스킷 등의 점검 및 교체 • 윤활유에 방청성분이 적정량 함유되어 있는지 확인 • 베어링에 윤활이 적절하게 되고 있는지 확인 • 장기간 정지시에는 자주 구동시켜 줄 것
	15. 직경 및 축방향의 진동	<ul style="list-style-type: none"> • 축의 위험속의 75%이하의 속도로 운전 • 커플링 무게 조정 • 축의 길이, 직경 등을 조정
소음·진동이 비정상적이거나 점차 증가	1. 과부하	<ul style="list-style-type: none"> • 부하를 줄여준다
	2. 축단하중 과다	<ul style="list-style-type: none"> • 축단하중 경감
	3. 기어의 선속도 과다	<ul style="list-style-type: none"> • 선속도를 줄여준다
	4. 하우징의 뒤틀림 또는 변형	<ul style="list-style-type: none"> • 기초의 점검 • 심(Shims)의 점검
	5. 오일레벨 불량	<ul style="list-style-type: none"> • 오일레벨 점검, 오일의 보충 또는 제거
	6. 부적합한 윤활유 사용	<ul style="list-style-type: none"> • 기존의 윤활유 제거후 적합한 윤활유 충전
	7. 윤활유 산화	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 윤활유 제거, 내부청소, 새 윤활유 충전 • 필터 청소 또는 교체

문제점	원 인	조 치 사 항
소음·진동이 비정상적 이거나 점차 증가	8. 윤활시스템의 결함	<ul style="list-style-type: none"> · 윤활유 펌프가 정상적으로 작동되는지 점검 · 유로가 열려있는지 확인 · 조절기(압력, 유량), 노즐, 필터 등이 막히지 않았는지 점검
	9. 커플링 정렬 불량	<ul style="list-style-type: none"> · 커플링 해체 및 재정렬 · 축방향의 유격이 적절한지 확인 및 조정
	10. 기어 정렬 불량	<ul style="list-style-type: none"> · 기어의 면접촉 상태를 조사
	11. 베어링 조정 불량	<ul style="list-style-type: none"> · 베어링이 너무 죄어져 회전에 문제가 있는지 확인 · 베어링의 축방향 유격이 적절한지 확인 및 조정
	12. 축의 불균형	<ul style="list-style-type: none"> · 커플링 및 키의 균형 점검 · 추가된 회전부의 균형 점검 · 부하를 제거하면 축이 원활하게 도는지 확인
	13. 베어링이 마멸된 입자 등 에 노출	<ul style="list-style-type: none"> · 가스킷 등의 확인 및 교체 · 기존의 윤활유를 제거하고 감속기 내부를 세척한 후 새 윤활유 충전 · 베어링을 검사하고 필요시 교체
	14. 기어가 마멸된 입자 등에 노출	<ul style="list-style-type: none"> · 가스킷 등의 확인 및 교체 · 기존의 윤활유를 제거하고 감속기 내부를 세척한 후 새 윤활유 충전 · 베어링을 검사하고 필요시 교체
	15. 치면 마모 및 파손	<ul style="list-style-type: none"> · 제조사 등과 협의
	16. 물·습기 등의 유입으로 인 한 녹 발생	<ul style="list-style-type: none"> · 가스킷 등의 점검 및 교체 · 윤활유에 방청성분이 적정량 함유되어 있는지 확인 · 베어링에 윤활이 적절하게 되고 있는지 확인 · 장기간 정지시에는 자주 구동시켜 줄 것
	17. 직경 및 축방향의 진동	<ul style="list-style-type: none"> · 축 위험속도의 75%이하의 속도로 운전 · 커플링 무게 조정 · 축의 길이, 직경 등을 조정