

KOSHA GUIDE

M - 102 - 2012

회전기계의 안전덮개에 관한 기술기준

2012. 6.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 한국산업안전보건공단 김 건 남

○ 개정자 : 안전연구실

○ 제 · 개정경과

- 1994년 6월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
- 1994년 7월 총괄기준제정위원회 심의
- 1995년 9월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
- 1996년 4월 총괄기준제정위원회 심의
- 2002년 2월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
- 2002년 3월 총괄기준제정위원회 심의
- 2012년 4월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- ISO 7475 : Balancing machines-Enclosures and other safety measures

○ 관련 법규 · 규칙 · 고시 등

- 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제2편 제1장 제6절 제114조(회전시험 중의 위험방지)

○ 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

회전기계의 안전덮개에 관한 기술기준

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제1장 제6절 제114조(회전시험 중의 위험방지)의 규정에 따라 회전기계의 덮개나 기타 안전장치 등에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 기준은 회전체에서의 접촉, 가공물 등의 절단, 절삭편 등의 비래, 원료의 비산, 회전체 자체의 파괴 등으로 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 회전기계에 대하여 적용한다.

3. 용어의 정의

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

4. 회전기계의 위험발생

회전기계를 사용할 때에는 다음과 같은 위험발생의 우려가 있는지 확인한다.

- (1) 회전기계에 연결되어 있는 조인트나 커플링 등이 풀리면서 주위로 튀어 오른다.
- (2) 벨트 구동부위에 근로자가 말려 들어간다.
- (3) 비스듬하게 지지되었거나 유격이 있는 회전체에 과도한 축방향 힘으로 축이 이탈된다.

- (4) 개방베어링으로 지지된 회전체가 과도한 내부의 불균형 또는 회전 중 큰 질량의 분리 혹은 이동으로 인하여 튀어 오른다.
- (5) 회전날이나 돌출부분 등이 있는 회전부위에 근로자가 접촉된다.
- (6) 작은 회전부분이나 회전체부품 등이 회전 중에 회전체로부터 이탈된다.
- (7) 회전체 혹은 주요부분이 고속회전이나 과속시험 중에 파손된다.
- (8) 가공물, 절삭편, 회전체 내부의 원료 등이 비산된다.

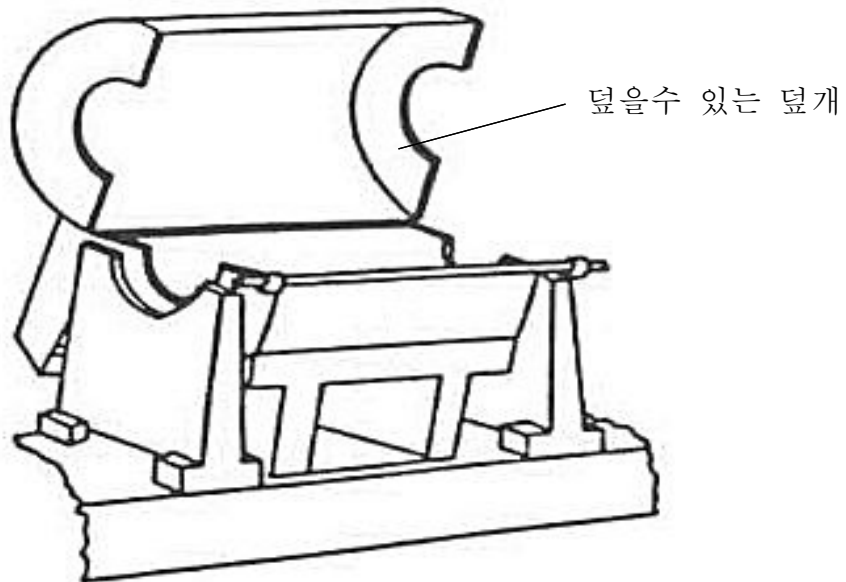
5. 예방조치

회전기계에 위험발생의 우려가 있는 때에는 다음과 같은 예방조치를 하여야 한다.

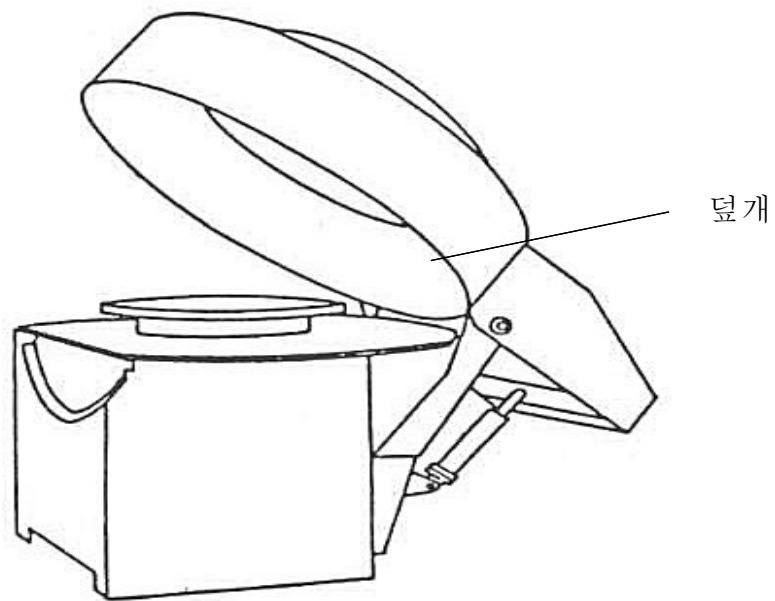
- (1) 4항 (1)호의 경우에는 조인트나 커플링 주위에 덮개를 설치한다.
- (2) 4항 (2)호의 경우에는 벨트폴리 위에 벨트덮개를 설치하거나 기계전체에 덮개를 설치한다.
- (3) 4항 (3)호의 경우에는 축밀림방지장치를 설치한다.
- (4) 4항 (4)호의 경우에는 비개방베어링을 사용하거나 회전체지지대에 안전잠금장치를 설치한다.
- (5) 4항 (5)호의 경우에는 해당부위에 가드레일, 울, 덮개 등을 설치한다.
- (6) 4항 (6)호 및 4항 (8)호의 경우에는 덮개를 설치한다. 다만, 작은 물체일 때에는 근로자에게 보안경이나 보안면을 착용하게 할 수 있다.
- (7) 4항 (7)호의 경우에는 파손을 방호할 수 있는 견고한 덮개를 설치하거나 피

트나 벙커 등 견고한 시설의 내부 혹은 견고한 장벽으로 격리된 장소에 회전체를 설치한다.

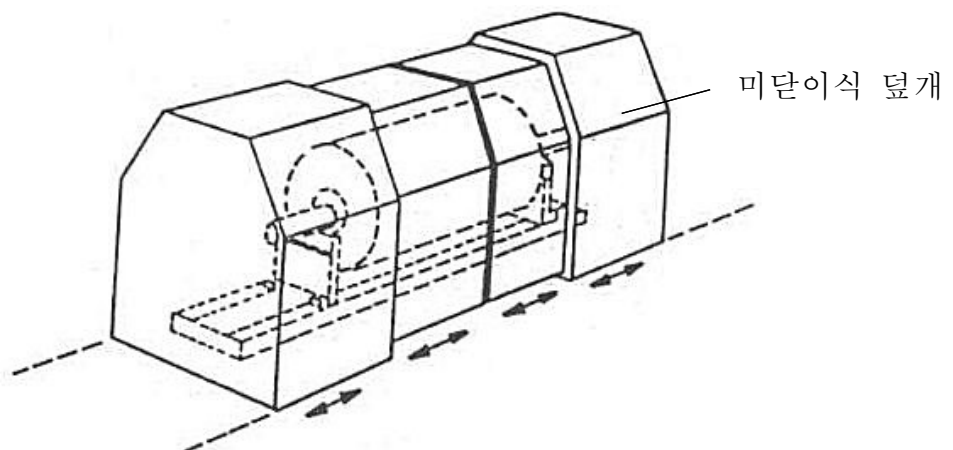
- (8) 회전기계 전체에 설치하는 덮개는 <그림 1> 내지 <그림 5>의 설치예를 참고하여 설치한다.



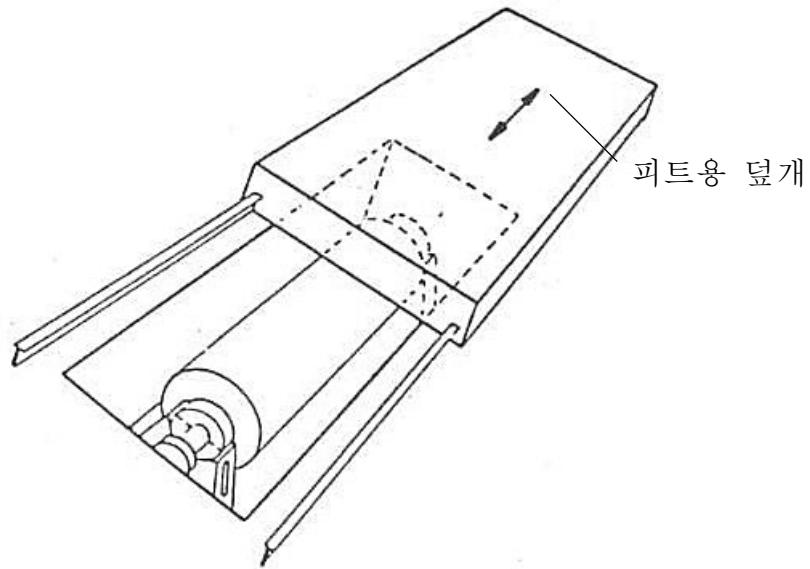
<그림 1> 수평회전기계용 덮개



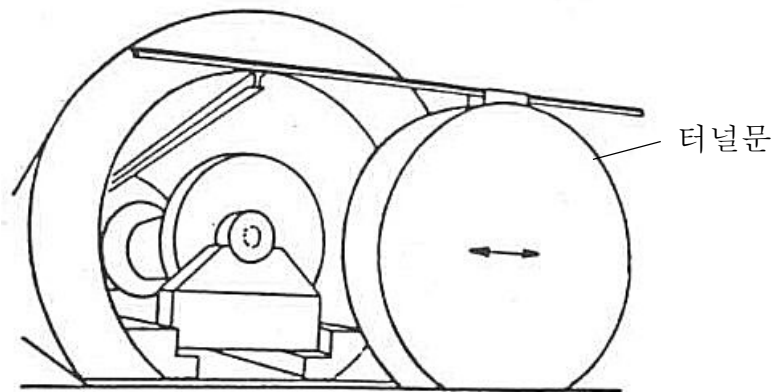
<그림 2> 수직회전기계용 덮개



<그림 3> 벨트용 회전기계용 미닫이식 덮개



<그림 4> 회전체 파손방호를 위한 피트 위의 덮개



<그림 5> 회전체 파손방호를 위한 터널 및 문
(회전기계는 터널에 레일을 설치하여 운반할 수 있게 한다.)

6. 방호등급

회전체의 질량, 회전속도, 비산물의 종류 등을 고려하여 방호등급을 선택하고 필요한 조치를 한다.

6.1 방호등급 O

(1) 다음 사항을 만족하면 방호등급 O으로 본다.

- (가) 회전체의 표면은 접촉하여도 위험하지 않도록 매끄러울 것.
- (나) 분리되어 비산되는 파편이 없는 구조일 것.
- (다) 최대회전속도에서도 주요회전체의 파손이 없을 것.
- (라) 회전체는 지지되어 있는 베어링에서 튀어나올 수 없는 구조이거나 최대 회전속도로 회전할 때에도 회전체의 회전에너지가 회전체를 튀어나오게 하기에는 충분히 작을 것.

(2) 방호등급 O의 기계를 사용할 때에는 다음 사항을 준수한다.

- (가) 비산 또는 접촉이외에 작업자에게 위험을 미칠 우려가 있는 회전부위에는 덮개, 울 등을 설치할 것.
- (나) 회전체의 균형을 잡기 위한 방법으로 재료를 추가하는 방법보다 재료를 제거하는 방법을 사용할 것.

6.2 방호등급 A

(1) 다음 사항을 만족하면 방호등급 A로 본다.

- (가) 회전되는 회전체에 근로자가 접촉됨으로써 발생하는 위험이 무시할 수 있는 정도일 것.
- (나) 분리되어 비산되는 파편의 충격에너지가 작기 때문에 보안경이나 보안면으로도 충분히 근로자를 방호할 수 있는 상태이며 파편의 충격에너지가 다음 식을 만족할 것.

$$\frac{K \cdot m \cdot V^2}{2} < 0.56(N \cdot m)$$

여기에서 K : 파편형상지수 <별표 1>참조

m : 파편의 질량(kg)

V : 파편의 속도(m/s)

(다) 6.1항 (1)호의 (다) 및 6.1항 (1)호의 (라)에 적합할 것.

(2) 방호등급 A의 기계를 사용할 때에는 다음 사항을 준수한다.

(가) 회전체에 접근하는 근로자에게는 보안경이나 보안면을 착용하게 할 것.

(나) 6.1항 (2)호의 (가) 및 6.1항 (2)호의 (나)를 준수할 것.

6.3 방호등급 B

(1) 다음 사항을 만족하면 방호등급 B로 본다.

(가) 회전되는 회전체에 근로자가 부주의하여 접촉되면 위험이 발생할 수 있는 것.

(나) 6.1항 (1)호의 (다), 6.1항 (1)호의 (라) 및 6.2항 (1)호의 (나)에 적합할 것.

(2) 방호등급 B의 기계를 사용할 때에는 다음 사항을 준수한다.

(가) 근로자의 접촉에 의한 위험을 방호하기 위한 울 등을 설치할 것.

(나) 울 등은 닫혀있지 않으면 회전체가 회전할 수 없도록 구동장치와 연동되어 있을 것.

(다) 회전체가 회전날 등을 가지고 있어 접촉되면 심각한 위험이 발생할 경우에는 회전체가 거의 정지할 때까지 울 등이 열리지 않도록 연동되어 있을 것.

(라) 6.1항 (2)호의 (가), 6.1항 (2)호의 (나) 및 6.2항 (2)호의 (가)를 준수할 것.

6.4 방호등급 C

(1) 다음 사항을 만족하면 방호등급 C로 본다.

- (가) 회전체의 부품 등 작은 부분이 회전시 분리되어 비산될 수 있는 것.
- (나) 비산되는 파편의 충격에너지가 다음 식을 만족할 것.

$$\frac{K \cdot m \cdot V^2}{2} > 0.56(N \cdot m)$$

- (다) 6.1항 (1)호의 (다) 및 6.1항 (1)호의 (라)에 적합할 것.

(2) 방호등급 C의 기계를 사용할 때에는 다음 사항을 준수한다.

- (가) 회전체로부터 분리되는 파편이 가장 큰 것에서부터 가장 작은 것까지 관통되는 것을 방지할 수 있는 파편방지 덮개를 공작물 주변이나 회전기계 전체에 설치할 것.
- (나) 울 등을 설치할 경우에는 가장 큰 관통에너지를 가진 파편의 관통을 방호할 수 있는 충분한 높이를 가져야 하며 구멍이 있는 재료로 울을 사용할 경우에는 가장 작은 파편도 관통하지 못하도록 할 것.
- (다) 6.3항 (2)호의 (나) 및 6.3항 (2)호의 (다)를 준수할 것.
- (라) 비산된 파편에 의해 충격을 받은 덮개나 울 등은 전부 또는 일부분을 수리하거나 재배치 할 때까지는 회전기계를 재가동시키지 말 것.

6.5 방호등급 D

(1) 방호등급 D는 회전 중에 회전체의 중대한 파손을 배제할 수 없어 방호등급 O, A, B, C로는 충분한 방호가 되지 않는 모든 회전체에 적용된다.

(2) 방호등급 D의 기계를 사용할 때에는 다음 사항을 준수한다.

- (가) 회전체가 완전히 파괴되고 주요부분이 비산되어 관통되는 것을 방지할 수 있는 파손방호 덮개를 공작물주변이나 회전기계 전체에 설치할 것.

- (나) 파손방호 덮개는 회전체 전체질량의 1/3이 충격을 주는 것 같은 파편에 견딜 수 있도록 설치할 것.
- (다) 6.3항 (2)호의 (나), 6.3항 (2)호의 (다) 및 6.4항 (2)호의 (라)를 준수할 것.
- (라) 파손방호 덮개의 설치가 불가능할 경우에는 위험이 미칠 수 있는 회전기계주변을 비우는 등의 적절한 방호조치를 강구할 수 있다.

7. 파편방지 덮개 등의 확인 시험

회전체로부터 분리되는 파편을 방지하기 위한 파편방지 덮개나 울을 설치할 때에는 다음 사항에 따라서 적합성을 확인 시험할 수 있다.

- (1) 파편방지 덮개나 울의 샘플을 만들고 <별표 2>의 표준발사시편을 사용하여 수직으로 충격을 가한다.
- (2) 샘플의 길이와 폭은 표준발사시편 직경의 10배 이상이어야 하며, 실제 덮개나 울과 같은 조건으로 고정되어야 한다.
- (3) 표준발사시편이 20m/s의 속도로 운동하여 덮개나 울에 완전히 관통되지 않으면 적합한 것으로 판정할 수 있다.
- (4) 표준발사시편의 속도가 20m/s가 아닌 값을 사용하여 시험할 경우에는 충격 에너지를 계산하여 적합한 표준발사시편을 선정하여 시험할 수 있다. 다만, 속도는 10~30m/s 범위이어야 한다.

<별표 1>

파편형상지수 K의 선정

적절한 파편형상지수 K는 파편의 재질, 경도, 형상, 충격지역 등을 고려하여 선정한다.

선정기준은 다음과 같다.

1. 낮은 파편형상지수 : $K = 0.3$

낮은 파편형상지수를 갖는 파편은 구형의 강철 또는 어떤 형상을 갖는 부드러운 재질의 물체들이다.

그러한 것으로는 알루미늄, 구리, 납 또는 플라스틱 등이다.

2. 표준 파편형상지수 : $K = 1$

표준 파편형상지수를 갖는 파편은 <별표 2>에 있는 표준발사시편 형상의 경도 HRC 40~50를 갖는 강철로 만든 것이 이에 속한다. 볼트, 너트, 와셔 등이 전형적인 파편이다.

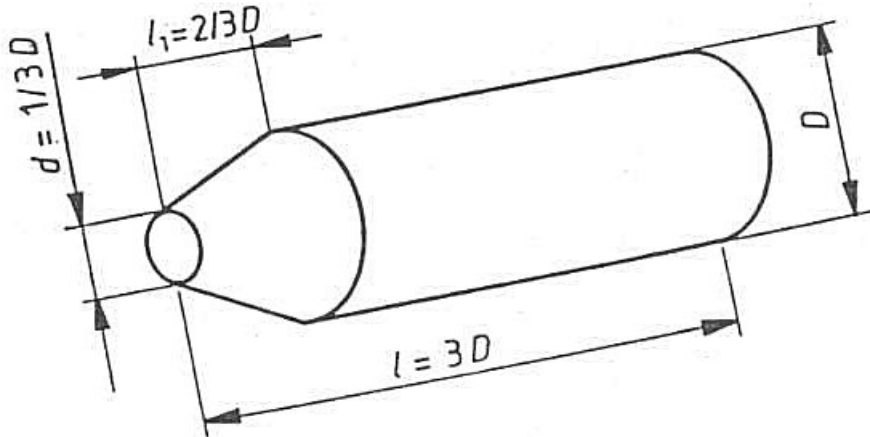
3. 높은 파편형상지수 : $K = 10$

높은 파편형상지수를 갖는 파편은 날카로운 모서리를 가지며 방호덮개의 접촉하는 곳에 커다란 집중힘을 작용시키는 파편이다

<별표 2>

표준발사시편

재질 : 경도 HRC 40~50의 강철



속 도 V(m/s)	표준발사시편 체원(K=1)				충격에너지 $\frac{K \cdot m \cdot V^2}{2} (\text{N} \cdot \text{m})$
	질량 m(kg)	D(mm)	ℓ (mm)	d(mm)	
20	0.01	8.6	25.8	2.9	2
20	0.03	12.5	37.5	4.2	6
20	0.1	18.6	55.8	6.2	20
20	0.3	26.8	80.4	8.9	60
20	1	40.1	120.3	13.4	200
20	3	57.8	173.4	19.3	600
20	10	86.4	259.2	28.8	2000