

KOSHA GUIDE

M - 54 - 2012

분쇄기의 안전작업에 관한 기술지침

2012. 6.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 서울과학기술대학교 이근오
- 개정자 : 안전연구실

- 제 · 개정경과
 - 2010년 11월 기계안전분야 제정위원회 심의
 - 2012년 4월 기계안전분야 제정위원회 심의(개정)

- 관련규격 및 자료
 - KOSHA CODE M-08-2002 「회전기계의 안전덮개에 관한 기술기준」
 - PPS-10 : Safety at granulators

- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제87조(원동기·회전축 등의 위험 방지)

- 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자 : 2012년 6 월 20 일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

분쇄기의 안전작업에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제87조 원동기·회전축 등의 위험 방지에 의거 분쇄기의 사고원인과 세부적인 안전방호의 기준, 안전점검과 공급 작업시 및 절단 챔버 내로 접근시 필요한 안전 조치에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 플라스틱 산업에서 사용되는 분쇄기의 작업시 및 점검시에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “가동유지 제어장치(Hold to run)”란 수동으로 버튼을 누를 때에만 기계가 작동되고 버튼을 놓으면 자동으로 정지하는 제어방식을 말한다.

(나) “말림(Nip)”이란 두 개의 로울러 사이에 말려드는(Intake) 것을 말한다. 이동말림(Running nip)은 자재와 로울러, 릴, 맨드렐(Mandrel) 또는 코어사이에 만들어진 협착(Trap)을 말한다.

(다) “위험요인(Hazard)”이라 함은 신체의 손상이나 상해를 초래할 수 있는 근원을 말한다.

(라) “가드”라 함은 기계의 일부로서 방호기능을 수행하는 물리적 방벽이며 케이싱, 덮개, 스크린, 문, 울타리(방호울) 등을 말한다.

(마) “고정식 가드(Fixed guard)”라 함은 가드가 특정위치에 용접 등으로 영구

적으로 고정되거나 고정 장치 (스크류, 너트 등)로 부착된 구조로서, 공구를 사용하지 아니하고는 가드의 제거 또는 개방이 불가능한 구조의 가드를 말한다.

(바) “연동식 가드(Interlocking guard)”라 함은 기계의 위험한 부분이 가드로 방호되어 가드가 닫혀야 만 작동될 수 있고 가드가 열리면 정지명령이 주어지는 연동장치와 조합된 가드를 말한다. 단, 가드가 닫혔을 때 기계의 작동이 초기화되는 방식을 의미하는 것은 아니다.

(사) “연동장치(Interlocking device, 또는 interlock)”라 함은 기계, 전기 또는 기타 여러 작동방식으로 정해진 조건(일반적으로 가드가 닫혀있지 아니한 상태)에서 기계의 작동을 방지하기 위한 장치를 말한다.

(2) 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 따른다.

4. 사고 원인

(1) 1990년대 영국에서 발생한 분쇄기 사고발생 건수를 <표 1>에 나타내고 있으며 매년 작업자들이 아주 비슷한 수로 부상을 당한다는 것을 보여준다. <표 2>는 분쇄기 사고의 관련된 부분 및 사고 원인을 나타낸 것이다.

<표 1> 분쇄기에 의한 사고발생 건수

년도	1992/1993	1993/1994	1994/1995	1995/1996
전체재해자수	27	35	42	30
중대재해자수	3	8	4	3

<표 2> 분쇄기 사고 원인

부상의 원인 부분		건수	사고원인	건수
날	동력회전	10	<ul style="list-style-type: none"> • 청소/막힘 제거를 위해 날에 접근. 호퍼가 제거. 기계 전원을 차단하지 않고, 록아웃 하지 않았으며 제 3자가 기동. • 작업자가 막힘을 제거하기 위해 부착된 가드를 제거 • 연동장치 고장 • 정지 장치(Rundown device)의 오작동/결함 • 기계의 운전상태에서 막힘을 제거하기 위해 송급 호퍼를 통하여 날에 접근 	3 2 2 2 1
	무동력(관성)회전	13	• 날의 관성 운동시 막힘 제거	13
	정지상태의 날	2	• 정지상태인 날의 날카로운 끝부분에 접근	2
공급 재료		4	• 긴 재료를 분쇄기로 공급시 얽힘 또는 진동	4
송급롤		4	<ul style="list-style-type: none"> • 송급 개구부에 연동식 플랩 도어가 없음 • 송급롤에 가드가 없고 트립 와이어만 있음 	3 1
호퍼		2	<ul style="list-style-type: none"> • 정지된 기계에서 호퍼로 추락 • 동력 개폐식 호퍼 리드에 협착 	1 1
배출 재료		1	• 배출 억제 장치가 없음	1
모터 냉각 팬		1	• 진동에 의한 가드의 이완 및 탈락	1
동력 전달 기계		1	• 동력 전달 기계에 안전한 울타리가 없음	1

(2) 보다 세부적인 분석에 따르면 대부분의 사고는 다음에 의해 발생하였다.

(가) 절단 챔버로 접근시 및 재료 공급시 불안정한 작업 시스템

(나) 부적절한 방호 장치 설치

(다) 안전장치가 제거되었거나 파손됨

5. 방호조치

분쇄기의 주요 위험요인에 대한 방호조치는 <표 3>과 같다.

<표 3> 분쇄기의 방호조치

위험 요인	방호 조치
로터 회전시 또는 정지 날에 접근	<p>(1) 송급 개구부와 호퍼를 통한 접근</p> <p>상부 작업 위치에서 작업자가 날에 접근하는 것을 막기 위해 호퍼의 송급 개구부 크기와 그 위치를 설계.</p> <p>(2) 호퍼를 제거한 절단 챔버에 접근</p> <p>정지상태가 끝나기 전에 호퍼를 제거할 수 있거나 정해진 위치를 벗어날 수 있을 때, 위험부가 안전해질 때까지 접근을 방지할 수 있는 시간지연 연동장치를 설치.</p> <p>(3) 송급 호퍼의 기타 개구부(예, 검사용 덮개)를 통한 접근</p> <p>(가) 안전거리를 확보한 고정식 가드의 설치.</p> <p>(나) 시간지연 연동장치</p> <p>(4) 배출 구역을 통한 도달</p>

	<p>(가) 안전거리를 준수한 위치에 설치된 고정식 메쉬가드를 제거할 때마다 작업의 안전 시스템과 함께 결합하여 이용함.</p> <p>(나) 시간지연 연동장치를 가진 가동식 메쉬가드.</p>
날의 관성회전	필요한 곳에 회전 구속을 포함한 작업의 안전 시스템
다음으로부터 공정재료나 기계부품의 배출 (1) 송급 호퍼 개구부 (2) 챔버	<p>(1) 구속형판, 송급 호퍼의 설계. 또는 송급호퍼에 방호용 플랩.</p> <p>(2) 회전하는 동안 날의 파손에 의한 충격에 견디는 고강도의 챔버.</p>
유연한 송급재료에 얽힘	<p>(1) 기계적인 송급 장치의 사용.</p> <p>(2) 미리 잘라서 조각을 내거나 이상적으로는 불과 같은 형태로 공급하는 것이 좋으며, 재료를 최대 길이 1.5 m 이하로 미리 잘라서 송급.</p>
송급 호퍼 개구부를 통한 추락	만약 송급 개구부가 몸 전체가 들어갈 정도로 충분히 크다면 호퍼 개구부는 작업대 위로 적어도 1.2 m 이상 되어야 한다.
송급 호퍼, 스크린 형판 크래들 또는 다른 밀폐된 장치와 같은 동력작동식 장치의 동작	<p>회전운동과 송급물의 모든 움직임이 멈출 때까지 그런 장치들의 동작을 방지하기 위한 시간지연 연동장치.</p> <p>만약 그런 장치의 움직임 자체의 위험이 있다면 다음 중 하나를 이용할 것.</p> <p>(1) 양수조작장치.</p> <p>(2) 가동유지장치.</p>

송급롤의 물림	작업자가 위험 구역에 도달하는 것을 방지하기 위하여 안전 거리를 계산하여 고정식 가드 설치
V벨트와 폴리 사이의 물림	작업자가 위험 구역에 도달하는 것을 방지하기 위하여 안전 거리를 계산하여 고정식 가드 설치
무동력 송급 호퍼의 중력에 의한 낙하	(1) 회전축지점을 넘어 완전히 열린 상태에 있는 중력의 중심. (2) 기계적 구속 장치에 의한 열림 상태의 유지.

6. 안전 점검

분쇄기에서 사고의 약 60 %가 재료를 공급하는 동안 또는 절단 챔버로 접근 중 작업의 불안전 시스템 때문에 발생한다. 나머지는 방호조치가 부적합하거나 고장에 의한 것이다. 안전이 유지되는 것을 확인하기 위해 최소한 다음의 점검을 실시해야 한다.

6.1 운영 관련 점검 (권장 주기 : 매일)

- (1) 모든 고정식 가드와 연동식 가드가 제 위치에 있으며 안전한지 여부
- (2) 송급호퍼에 있는 방호용 플랩 또는 제한용 판이 손상되거나 파손되지 않았는지 여부 또는 송급장치에 설치된 디플렉팅 스크린(Deflecting screen)은 손상되거나 파손되지 않았는지 여부
- (3) 회전 구속 장치가 있는 경우 즉시 이용할 수 있는지 여부

6.2 유지보수 점검 (권장 주기 : 매월)

- (1) 공구를 사용해야만 해체할 수 있는 고정식 가드가 잘 설치되어 있는지 여부

- (2) 연동장치가 정확하게 연결되고, 가드에 안전하게 부착되었는지의 여부
- (3) 연동장치와 시간지연 배열은 올바르게 작동하는지 여부
- (4) 비상정지장치의 작동은 기계의 모든 동력을 차단하는지 여부
- (5) 비상정지장치의 동작 후 기계가 리셋되기 전에 위험한 움직임이 가능한지 여부
- (6) 제어 유닛 덮개는 덮여있고 잠겨 있으며 열쇠는 제거했는지 여부
- (7) 회전 구속 장치는 올바르게 사용되고 양호하게 작동하는지 여부
- (8) 호퍼, 스크린 플레이트 크래들과 같은 동력으로 작동되는 장비에 대한 안전 제어장치(양수조작, 가동유지장치)는 올바르게 작동하는지 여부
- (9) 호퍼의 피벗지점(Pivot point)을 넘어 되돌아가는 힌지 또는 기계적인 구속 장치에 의해 열림을 유지하는 경우 이들 장치가 양호하며 올바르게 작동하는지 여부
- (10) 송급호퍼에 있는 방호용 플랩 또는 제한용 판은 손상되거나 파손되지 않았는지 여부 또는 송급장치에 설치된 디플렉팅 스크린(Deflecting screen)은 손상되거나 파손되지 않았는지 여부

7. 유지보수시 작업안전 시스템

유지보수시 보수자는 절단 챔버에 접근해야 할 필요성이 있으므로 작업안전 시스템이 지켜지지 않아 종종 사고가 발생한다. 이러한 환경 하에서 안전을 확보하기 위해서는 록아웃(Lock-out) 절차가 작업안전시스템에 포함되어야 한다. 록아웃 절차는 보통 다음을 포함한다.

- (1) 동력을 록오프하여 기계의 주전원 공급을 차단

- (2) 하나의 키를 갖는 패드록(Padlock)사용
- (3) 여러 사람이 작업하는 경우는 복수의 걸쇠가 있는 패드록 사용. 따라서 각자 그들 자신의 록(lock)을 설치할 수 있음
- (4) 동력차단부의 경고표시 부착

이러한 절차를 실시한 후 절단 챔버에 접근하기 전에 기계의 동작이 정지되었는지 눈으로 보고 소리를 들어 확인해야 한다. 날을 취급할 때는 적절한 장갑을 착용하여 부상을 방지해야 한다.