

KOSHA GUIDE

M - 27 - 2012

4면 목재성형기의 안전작업에 관한 기술지침

2012. 6.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한성대학교 최 기홍
- 개정자 : 안전연구실

- 제 · 개정경과
 - 2010년 10월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
 - 2012년 4월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(개정)

- 관련규격 및 자료
 - WIS-40 : Safe use of four-sided moulding machines

- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제92조 (정비 등의 작업 시의 운전정지 등)

- 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

4면 목재성형기의 안전작업에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제92조 (정비 등의 작업 시의 운전정지 등)에 의거 4면 목재성형기에 끼이거나 투입구 혹은 공작물과의 접촉으로부터 발생하는 위험상황 등에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 4면 목재성형기의 사용 시에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “방호(Safeguarding)” 라 함은 설계에 의해 적절히 제거되지 않거나 효과적으로 제한할 수 없는 위험요소로부터 작업자를 보호하기 위해 특정한 기계적인 방법을 이용한 안전조치를 말한다.

(나) “비상정지(Emergency stop)” 라 함은 위험한 공정 또는 동작을 정지하기 위해 장치의 부분 위험전원을 차단하기 위한 비상조작을 말한다.

(다) “가동유지(Hold to run)” 라 함은 수동으로 버튼을 누를 때에만 기계가 작동되고 버튼을 놓으면 자동으로 정지하는 제어방식을 말한다.

(라) “인터록 (Interlock)” 이라 함은 기계식, 전기식 또는 다른 방식의 장치나 시스템으로 특정 기계 구성요소 작동을 특정 조건에서 방지 또는 중단하는 것을 목적으로 하는 것을 말한다.

(마) “고정식 가드(Fixed guard)”라 함은 가드가 특정위치에 용접 등으로 영구적으로 고정되거나 고정장치 (스크류, 너트 등)로 부착된 구조로서, 공구를 사용하지 아니하고는 가드의 제거 또는 개방이 불가능한 구조의 가드를 말한다.

(바) “작업장(Work place)”이라 함은 주어진 작업자에 대하여 작업 환경으로 둘러싸인 작업공간내의 작업장비들의 조합을 말한다.

(사) “런다운(Rundown)”이라 함은 스위치를 끈 후 정지까지의 과정을 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. 위험요인

4.1 사고 이력

(1) 본 기계와 관련한 사고의 대부분은 절단 부상이다. 다른 유형의 사고로는 기계에 끼이거나, 투입구 또는 공작물과 접촉에 의한 것이다.

(2) 작업자가 위험부분에 접근하기 전에 기계가 멈추었다면 대부분의 사고는 방지될 수 있다. 최근 영국에서 발생한 125건의 사고를 분석해 보면 기계가 작동중인 상태에서 절단날(Cutter)에 대한 접근이 불가피했던 것은 17건에 불과했다. 절단날을 보다 효과적으로 방호하였다면 이들 사고의 일부는 방지되었을 것이다.

(3) <표 1> 및 <표 2>는 본 기계에 의한 사고 당시 부상자가 무엇을 하고 있었는지 및 주요 사고 원인을 분류하였다.

<표 1> 사고 당시 행동

조정/셋팅	34%
걸린 것 빼내기	33%
기계 청소	13%
조사	10%
기타	10%

<표 2> 주요 사고원인

기계의 스위치를 끄지 않음	27%
런다운(Rundown)시 접근	24%
불충분한 방호	23%
안전하지 않은 작업 관행	12%
‘작동 중’ 접근 필요	14%

4.2 사고의 예방

- (1) 본 기계를 사용하는 모든 작업자들은 충분한 교육을 받고 적절한 능력을 갖추도록 한다.
- (2) 스피들(Spindle)에 제동장치를 설치하고 사용한다.
- (3) 방음벽(Noise enclosure)의 진입 도어에 연동장치(Interlock)를 설치한다.
- (4) 절단날 부근에 추가적인 방호장치를 설치하고 사용한다.
- (5) 막힌 것을 제거하고 설치(Setting) 하기 위한 안전한 작업시스템을 수립한다.

5. 제동

- (1) 4면 목재성형기와 관련한 사고의 약 절반은 기계가 정상작동(Full power) 시 또는 런다운 시 절단날에 접근해서 발생한다.
- (2) 구형 기계의 경우, 공구 스핀들의 정지 시간은 30 초에서 5 분 사이이다. 특히 기계를 잠시 작동하는 경우, 작업자가 절단날을 멈추지 않거나, 절단날이 정지할 때까지 기다리지 않는 경우가 종종 발생한다.
- (3) 목공 기계에 제동장치를 새로 장착(Retrofitting)하는 것이 필요한지의 여부를 판단하기 위해 위험 요소들의 평가가 필요할 수 있다. 만약 필요하다는 판단이 내려지면, 가능한 한 빨리 제동 장치를 설치해야 한다.
- (4) 제동 장치를 새로 장착하기 전에 기계 제조업체와 상담을 한다. 예를 들면, 기계를 너무 빨리 멈추는 것이 기계를 손상시키는지의 여부 등 잠재적인 문제들을 고려해야 한다.

6. 방호조치

6.1 일반사항

- (1) 절단날 주위에 있는 조정 가능한 방호 장치는 새로 기계를 들여왔을 때에는 모든 성형기(Molder) 주변에 설치한다.
- (2) 시간이 지나면서 특히 방음벽이 추가된 경우에는 이런 방호장치가 종종 철거된다. 그러나 방호장치는 절단날과 접촉할 위험을 줄인다는 측면에서 작업자의 안전에 중요하다.
- (3) 방호 장치는 견고하고 단단하며, 절단 슬롯트 전체 폭/길이를 커버할 수 있도록 조정가능하며, 적절히 유지, 보수되어야 한다.
- (4) 모든 전송 기계, 즉, 벨트, 풀리, 체인, 스프로킷, 기어 및 회전축 등은 고정

식 가드에 의해 둘러싸여야 한다.

- (5) 이들 부품들에 자주 접근 (1 교대 또는 하루 1회 이상) 해야 한다면 도어에 연동장치를 한다.

6.2 방출(Ejection)

- (1) 분리(Splitting) 절단날 또는 톱을 사용하는 경우 공작물이 방출될 위험이 있다.
- (2) 경우에 따라서는 동력식 이송롤러(Feed roller)가 공작물의 안전한 통과를 제어하지 못할 수 있으며, 리빙날(Riving knife) 또는 추가 이송롤러의 설치 등 다른 예방 조치가 필요할 수 있다.

6.3 기계 제어

- (1) 기계 제어 장치는 각각 어떤 기능인지가 명확히 표시되어야 하며, 작업 위치에서 쉽게 닿을 수 있는 거리에 위치하여야 한다.
- (2) 투입구 쪽에 1개 이상의 비상 정지장치가 있어야 하며, 방음벽(Enclosure) 내, 또는 긴 베드를 갖는 기계의 배출구 쪽에도 필요할 수 있다.
- (3) 모든 기계 제어장치를 주기적으로 시험하고 적절히 유지, 보수해야 한다.

6.4 안전한 작업 시스템

- (1) 기계가 작동하고 있는 상태에서 손으로 방호 장치를 조정하거나 막힌 것을 제거하는 안전하지 못한 작업 관행은 종종 교육이나 감독, 지시가 불충분해서 발생한다.
- (2) 기계의 작동구역에 접근해야 하는 예외적인 경우, 위험을 최소화하기 위해서는 엄격한 검토를 거친 작업 시스템이 필요하다.

(3) 형틀(Template) 및 간단한 설치 보조기구 등 설치시간을 최소화하고 기계 작동 전에 설치가 제대로 이루어졌는지 확인하는데 도움이 된다.

(4) 절단날이 작동하고 있을 때에는 방호장치를 조정하지 않는다.

6.5 4면 목재성형기에서 발생하는 소음

(1) 산업안전보건기준에 관한 규칙에 의한 작업 시 소음 제어 규정은 소음에 의한 위험을 제거하되, 제거가 불가능할 경우 소음을 최대한 낮은 수준으로 줄일 것으로 요구한다.

(2) 일반적으로 2개의 적용 가능한 소음수준을 정의할 수 있다 (데시벨(dB)로 측정). 하위 노출 수치인 80 dB와 상위 노출 수치인 85 dB가 있으며 일일 개인별 소음 노출치가 80 dB이상이면 청력 손상의 위험이 있다.

(3) 4면 목재성형기는 매우 큰 소음을 발생시킬 수 있다. 소음 레벨은 일반적으로 85 dB를 넘어서며, 투입구에서는 105 dB에 이르기도 한다. 소음의 주요 원인은 다음과 같다.

(가) 절단날 헤드에서 발생하는 무부하운전 소음(Idling noise)

(나) 칼이 목재에 닿는 충격에서 발생하는 절단 소음

(다) 목재의 진동

(라) 목재 조각 추출 시스템의 부실한 설계

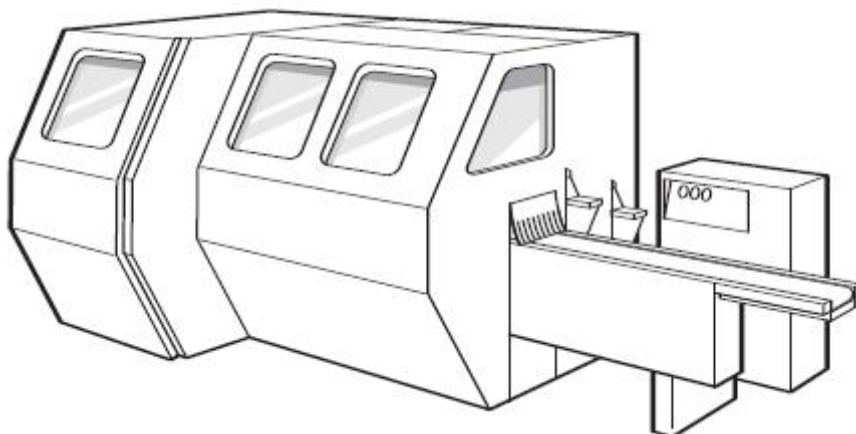
6.6 소음 감소 방법

(1) 가장 좋은 방법은 진원지에서 기계 소음을 줄이는 것이다. 즉, 방음벽을 제공하고, 위험에 노출된 작업자 수를 줄이는 방식으로 작업장을 구성하는 것이다.

- (2) 제한된 절단날 블록(Cutter-projection block)을 사용함으로써 소음을 10 dB 줄일 수 있으며, 슬롯(Slot) 또는 구멍이 뚫린 작업대는 무부하운전 소음을 5 dB 줄일 수 있다.
- (3) 나선형으로 날이 있는 절단날 블록을 사용하는 곳에서는 소음을 상당히 줄일 수 있으며, 일반적으로 쉽게 구할 수 있는 조립형(Segmented) 블록을 하단 첫 번째 헤드에 사용한다면 소음을 5 dB 줄일 수 있다.
- (4) 절단날 회전 속도를 줄이고 칼의 개수를 늘린다면 마감 작업의 질을 저하시키지 않고도 소음을 줄일 수 있다.

6.7 소음 감소 후드(Hood)

- (1) 통합형 후드(Integral hood) 또는 부분 방음벽 (Part enclosure)은 짧은 길이의 목재를 처리할 때 발생하는 절단 소음 및 무부하운전 소음을 줄일 수 있다.
- (2) 그러나 길거나 폭이 넓은 자재를 처리할 때에는 효율적이지 않으며, 이 경우에는 소음을 85 dB 아래로 줄이지 못할 수 있다.



[그림 1] 방음벽

6.8 전체 방음벽 (Full noise enclosure)

(1) 전체 방음벽은 절단 소음과 무부하운전 소음을 90 dB 이하로 줄이는데 효과적인 유일한 방법이다. 그러나 다음의 권장 사항을 준수할 때만 가능하다.

(가) [그림 1]과 같이 투입구가 가능한 한 작고, 조정 가능해야 하며 기계가 처리할 수 있는 최대 횡단면보다 커서는 안 된다.

(나) [그림 1]과 같이 기계 제어장치는 방음벽 밖에 있어야 한다.

(다) [그림 2] 또는 [그림 3]과 같이 길거나 폭이 넓은 공작물을 처리할 때에는 방음벽 밖으로 소음이 퍼질 수 있는데, 보다 큰 방음벽을 사용하거나 투입구에 소음을 흡수하는 터널을 사용한다. 이는 개방형 구조 (Open-fronted)를 갖더라도 효과적이다.

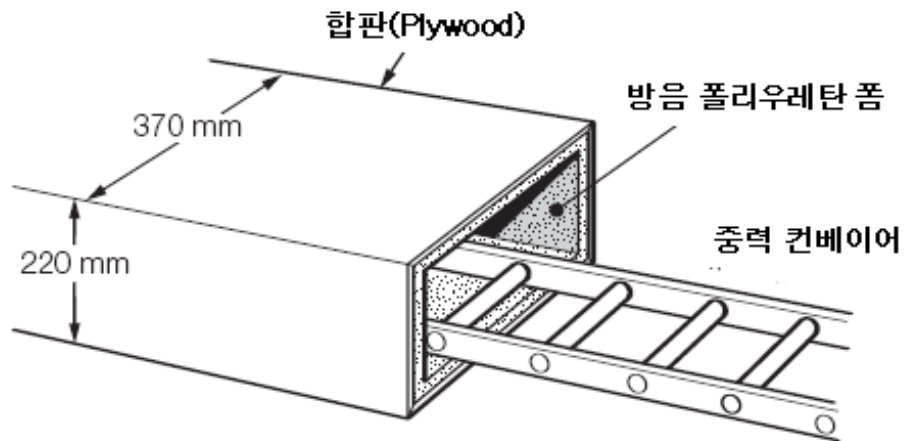
(라) 투입 및 배출 컨베이어가 기계 베드에 연결되어서는 안 된다.

(마) 진동을 줄이기 위해서 가능한 곳에 감쇠(Damping) 기술을 사용한다. 이 송용 부착물 (Feed attachment)은 투입 소음을 5 dB 줄일 수 있다.

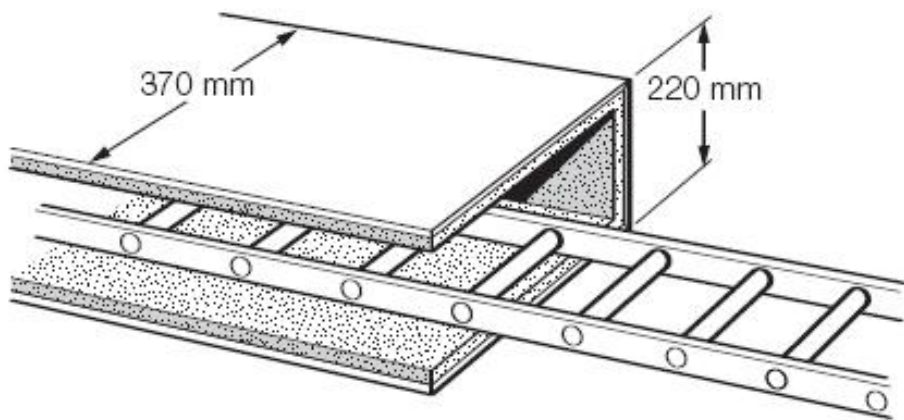
(바) 방음벽에 설치된 구멍 등은 가능한 한 작아야 하며 소음 방출을 막기 위해 음향처리 구조이어야 한다.

(2) 전체 방음벽이 사용된 곳에서, 때때로 절단날이 작동되고 있는 상태에서 방음벽 안으로 들어가야 할 필요가 있을 수 있다. 예를 들면, 압력을 미세 조정한다거나 이음작업(Jointing) 등의 경우이다. 이때 가능하다면 기계를 가동유지 (Hold to run) 제어상태로 놓고, 설정/조정 모드에서 이런 작업을 수행하는 것이 바람직하다.

(3) 다른 사람이 실수로 기계를 기동(Start-up)하는 것을 방지하기 위해서, 설정 모드와 정상 작동 모드간 선택하는 스위치는 잠금이 가능해야 한다.



[그림 2] 전체방음 터널



[그림 3] 부분방음 터널

7. 작업장 안전

- (1) 기계 주변의 구역에 목재 조각이 떨어져있지 않도록 정리, 정돈한다.
- (2) 부스러기 및 먼지가 안전하게 제거되도록 한다.

- (3) 가능할 경우, 먼지 추출 시스템(Dust extraction system)이 유연한 호스를 갖추어서 기계의 청소가 가능하도록 한다.
- (4) 조명이 충분하도록 하며, 필요하다면 절단 구역을 밝히기 위해 추가적인 국부 조명을 제공한다.
- (5) 작업하지 않은 자재와 작업을 마친 자재들을 쌓아서 편리한 장소에 두고, 기계에 안전하고 쉽게 투입할 수 있도록 한다.
- (6) 필요할 경우, 적절한 공작물 지지 도구를 사용하고, 통상적인 일괄처리 규모(Batch size)를 유지하도록 한다.

8. 교육, 훈련 및 감독

- (1) 본 기기를 사용하는 작업자는 적절한 교육 및 훈련을 받아 작업에 필요한 역량을 갖추어야 하며, 작업허가서를 받은 사람에게만 사용을 허가하는 것이 바람직하다.
- (2) 목공 기계를 사용하는 작업자들을 관리하거나 감독하는 사람들은 작업 방식, 위험 및 예방조치 등을 포함한 관련 건강 및 안전 교육 및 훈련을 받아야 한다.