KOSHA GUIDE
M - 190 - 2015

연삭기 안전작업에 관한 기술지침

2015. 11

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 서울과학기술대학교 이근오 교수

o 제·개정 경과
- 2015년 11월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(제정)

o 관련규격 및 자료
- HSG 17 : Safety in the use of abrasive wheels
- 위험 기계·기구 자율안전확인 고시(고용노동부 고시 제2015-24호)
- Bench Grinder and Portable Grinder-IAPA

o 관련법규·규칙·고시 등
- 위험 기계·기구 자율안전확인 고시(고용노동부 고시 제2015-24호)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제 122조(연삭숫돌의 덮개 등)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제90조 (날아오는 가공물 등에 의한 위험의 방지)

o 기술지침 적용 및 문의
- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2015년 12월 7일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

KOSHA GUIDE
M - 190 - 2015

연삭기 안전작업에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 고용노동부 위험 기계·기구 자율안전확인 고시 및 산업안전보건기준에 관한 규칙 제122조(연삭숫돌의 덮개 등)의 규정에 의하여 연삭숫돌의 사용과 관련한 사고, 특히 숫돌의 파열 또는 회전하는 숫돌과의 접촉으로 인한 부상을 방지하기 위한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 휴대형 연삭기를 제외한 고정식 연삭기 사용 시에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “작업환경 (Work environment)”이라 함은 작업자의 작업 공간을 둘러싸고 있는 물리적, 화학적, 생물학적, 조직적, 사회적, 문화적 요인을 말한다.

(나) “방호조치(Safeguarding)”라 함은 가드, 관련장치 또는 안전작업절차 등을 이용하여 작업자를 보호하기 위한 제반조치를 말한다.

(다) “가드(Guard)”라 함은 기계의 일부로서 방호기능을 수행하는 물리적 방벽으로서 구조에 따라 케이싱, 덮개, 스크린, 문, 울타리(방호울)등으로 지칭되는 것을 말한다.

(2) 그밖에 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 방호조치

(1) 일반사항

(가) 본 지침의 목적은 연삭숫돌(Abrasive wheel) 사용과 관련한 사고, 특히 숫돌 파열 또는 회전하는 숫돌과의 접촉으로 인한 부상을 방지하기 위한 예방 조치에 조언을 제공하기 위한 것이다.

(나) 모든 연삭숫돌에는 파열의 위험이 내재되어 있다. 파열의 가능성을 낮게 유지하고자 할 경우 연삭숫돌 제조업체들이 일차적으로 설계, 제조 및 시험 등에 세심한 주의를 기울이는 한편, 사용자는 안전 조치를 취해야 한다.

(다) 연삭숫돌과 관련된 규정은 모든 기기가 원래 사용 목적에 부합하고, 적절하게 유지 보수되며, 연삭숫돌의 사용, 장착 및 운영을 관리하는 작업자들을 포함한 직원들은 안전한 사용에 대해 적절한 교육과 훈련을 통해 충분한 지식을 가져야 한다.

(라) 연삭숫돌을 사용하면서 발생할 수 있는 먼지, 소음 및 진동 등 다른 건강 관련 위험은 다루지 않는다. 이들 위험에 대한 연삭숫돌 사용자가 지켜야할 다른 규정들은 관련 산업안전보건 기준에 관한 규칙 등을 참조한다.

(2) 숫돌 보강법

(가) 강화 섬유: 이것은 일반적으로 수지로 코팅된 유리 섬유매트로 대형의 연삭 및 절단 작업을 위한 유기물 숫돌(Organic wheel)에 사용된다. 숫돌이 높은 압력에 견디고, 사용 중 숫돌이 파열될 경우 조각들이 멀리 튀지 않도록 해준다.

(나) 강철링(Steel ring) : 보어(Bore)에 가까운 숫돌에 설치되며, 숫돌이 폐기 사이즈 (Throwaway size) 근처에 이르게 되어 파열이 발생하면 숫돌 조각들이 밖으로 튀지 않도록 하기 위한 것이다. 이것은 또한 숫돌의 과도한 마모를 방지하는데 사용될 수 있다.

(다) 안전 보강물(Safety insert): 이것은 나사홈 너트(Threaded nut)로 잠금 톱니(Locking teeth)가 있으며, 휴대용 연삭에 사용되는 컵형 숫돌(Cupwheel)의 토대를 강화해주는 판재의 일부를 이룬다. 이것은 추가적인 방호장치로 가드를 대체할 수는 없다.

(라) 테이프 감기(Tape winding): 얇은 두께의 컵(Thin-walled cup) 또는 실린더 숫돌을 강화하기 위해서 접착 테이프, 유리 섬유, 또는 철제 와이어를 사용할 수 있다. 파열될 경우, 부서진 조각들이 튀지 않도록 해준다.

(마) 연마제 센터(Fine grit center) 또는 유사 장치 : 보어 주변에 연마제 센터를 설치하여 비트리파이드(Vitrified) 연삭숫돌의 강도를 증가시킬 수 있다. 센터는 숫돌과 함께 성형된다. 보어 부분은 숫돌의 강도를 높이기 위해서 에폭시 수지에 담가놓을 수 있다. 이런 두 가지 강화 조치는 원주속도 63 m/s에서 125 m/s로 작동하는 숫돌에 사용된다.

(3) 위험요인

(가) 잘못된 보관

(나) 부적합한 숫돌의 선택

(다) 부적절한 장착

(라) 균형의 상실

(마) 과속

(바) 연삭 숫돌의 결함

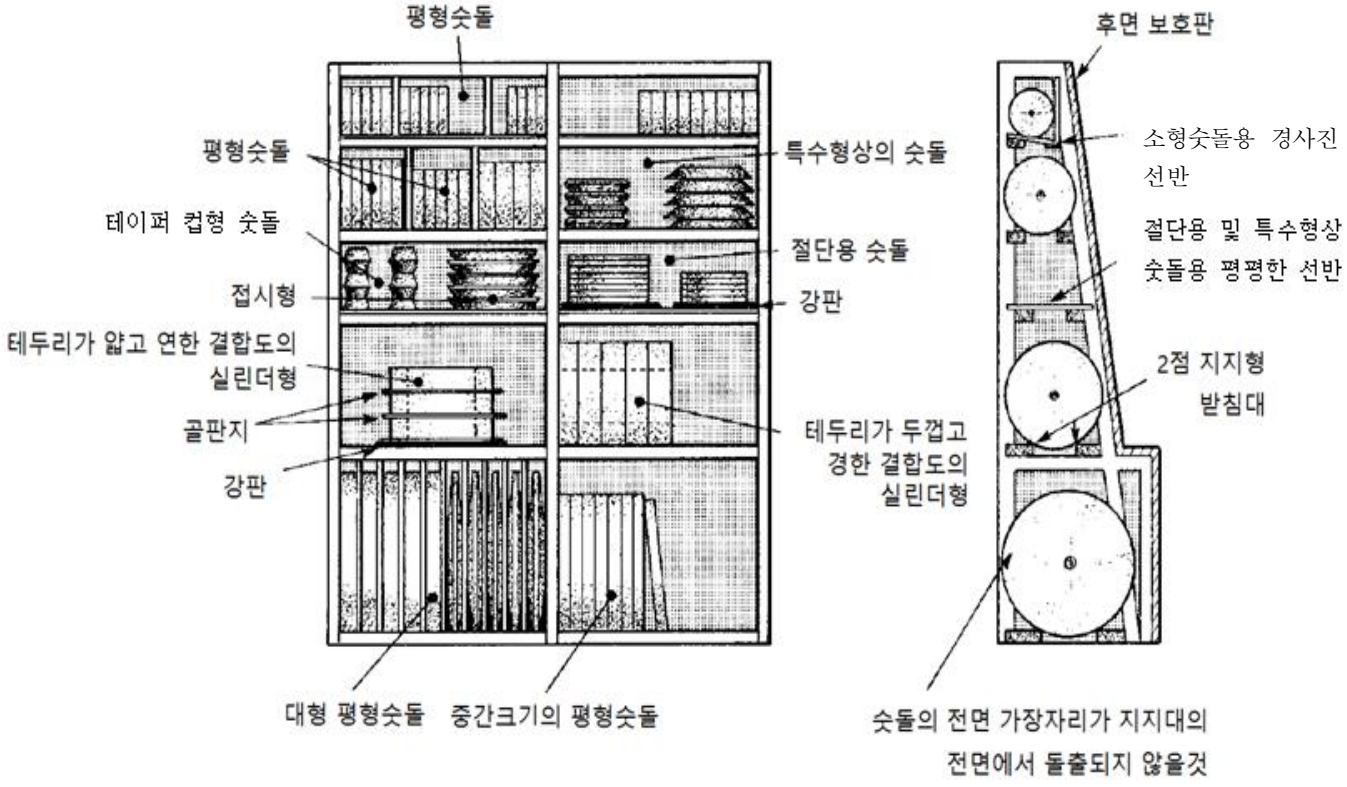
(사) 연삭기의 결함

(아) 잘못된 작업방법

(4) 보관

(가) 여러 형태의 숫돌을 굴러 떨어짐, 충돌로 인한 파손으로부터 안전하게 그리고 사용에 편리하도록 보관하기 위하여 적합한 선반, 상자, 또는 칸막이 있는 서랍을 이용한다.(<그림 1>참조)

(나) 품질저하를 최소화하기 위하여 숫돌은 건조하고 극한의 온도 영향을 받지 않는 실내에 보관하여야 한다. 제조자로부터 구입한 날짜를 숫돌에 표시하고 더 오래된 것부터 사용한다.



<그림 1> 모든 형태의 숫돌에 적합한 보관선반

(5) 타음 검사

(가) 숫돌을 조심스럽게 카트에서 내리고, 브러시로 깨끗이 닦으며 이동 중 손상되지 않았는지 시험한다.

(나) 숫돌을 꺼낼 때 부주의하게 공구를 사용하면 숫돌이 손상될 수 있다.

(다) 가벼운 비금속 도구를 사용하여 숫돌을 두드려 숫돌에 이상이 없는지를 체크할 수 있다. 이것은 타음검사(Ring test)라고 부른다. 타음검사를 위해서는 숫돌에 물기가 없어야 하며 이물질이 묻어있으면 안 된다. 그렇지 않을 경우, 두들겼을 때 제대로 소리가 나지 않을 수 있다. 유기결합 숫돌(Organic bonded wheel;수지, 셀락, 라버)은 무기결합 숫돌(Inorganic bonded wheel)처럼 맑은 금속음을 내지 않는다.

(라) 타음검사 시 무거운 숫돌은 깨끗하고 단단한 바닥에 놓고 실시하는 반면, 가벼운 숫돌은 손가락 또는 핀 등을 구멍에 끼워 매단 상태에서 실시한다. 예를 들면, 숫돌에 크랙이 있어서 숫돌에서 정상적인 소리가 나지 않는 경우에는 사용하여서는 안 된다.

(마) 사용하기 전에 동일한 로트(Lot) 및 사양을 갖는 다른 숫돌과 비교를 하여, 소리가 의심스러운 숫돌을 골라내어 인수를 거부할 수 있다. 의심스러운 케이스는 제조업체에 통보를 한다.

(바) 타음검사는 형태 또는 크기 때문에 다음과 같은 종류의 숫돌에는 적합하지 않으며, 따라서 외관검사 시 보다 더 주의를 기울여야 한다.

① 소형 숫돌 (지름 100 mm 이하)

② 콘(Cone)형 숫돌

③ 탑재된 숫돌 (Mounted wheel)

④ 세그먼트(Segment)형 숫돌

⑤ 판재에 탑재된 숫돌(plate-mounted wheel)

⑥ 너트 달린 디스크형(Inserted nut disc) 및 실린더형 숫돌

(6) 원주 속도 및 회전 속도

속도를 두 배로 늘리면 숫돌에 가해지는 응력(Stress)이 네 배로 늘어나며, 그만큼 숫돌 파열의 위험이 높아지게 된다는 사실이 중요하다.

(가) 모든 숫돌에 대해 최대 작동 속도는 두 가지 방식으로 표시된다.

① m/s로 표시되는 원주 속도

② rpm으로 표시되는 회전 속도

(나) 오래 사용하면 숫돌은 마모되기 때문에, 회전 속도가 일정히 유지된다면 원주 속도가 줄어들어, 연삭 효율의 감소를 가져올 수 있다. 이를 상쇄하기 위해서, 숫돌의 최대 원주 표면 속도를 초과하지 않는 정도에서 스핀들 속도를 증가시킬 수 있다. 새로운 숫돌을 장착하기 전에 반드시 스핀들 속도를 원래 수치로 줄이도록 한다.

(다) 새로운 연삭숫돌은 절대로 숫돌에 표시된 것보다 높은 회전속도(rpm)로 작동시키지 않는다. 과속은 숫돌 파열의 주요 원인이다. 35 m/s로 작동하는 숫돌이 파열되어 발생한 조각은 126 km/h의 속도로 움직이며, 125 m/s의 경우에는 450 km/h의 속도로 움직인다.

(라) 숫돌 지름 별로 회전속도를 원주속도(m/s)로 변환한 수치를 사용한다.

5. 가드(덮개)

(1) 목적

(가) 연삭숫돌 제조업체들이 숫돌의 설계, 제조, 시험 등에 많은 세심한 주의를 기울였음에도 불구하고 모든 연삭숫돌에서 파열 위험을 완전히 제거 할 수 없으며, 적절한 강도의 가드를 설치하여 파괴되어 비산하는 숫돌 조각에 의한 부상을 방지해야 한다.

(나) 가드는 다음과 같은 두 개의 주요 기능을 갖는다. 첫째는 파열이 있을 경우 숫돌 조각들이 비산하지 않도록 억제하는 것이며, 두 번째는 가능한 한 작업자가 숫돌과 접촉하는 것을 방지하는 것이다.

(2) 연삭기 종류별 요구사항

실제로 사용되는 부분을 제외한 위험부위를 최대한 방호할 수 있는 구조 일 것.

(가) 평면 및 절단용 연삭기

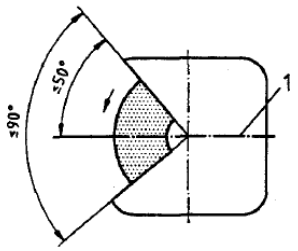
평면 및 절단용 연삭기는 개구부의 각도가 150°를 초과하지 않을 것(<그림 2>참조)



<그림 2> 평면 및 절단용 연삭기의 방호덮개

(나) 탁상용 연삭기

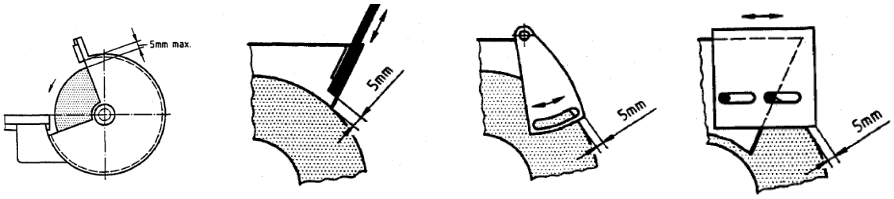
① 최대 원주속도가 초당 50 m 이하인 탁상용 연삭기의 방호덮개는 개구부의 각도가 90°를 초과하지 않고, X축 상부의 각도가 50°를 초과하지 않을 것(<그림 3>참조)



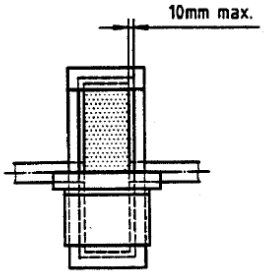
1: X축

<그림 3> 탁상용 연삭기의 덮개의 개구부

② 연삭숫돌의 외경이 125 mm 이상인 연삭기 또는 연마기는 연삭숫돌의 절단면과 가드 사이의 거리가 5 mm 이내이고 숫돌의 측면과의 간격이 10 mm 이내가 되도록 조정할 것(<그림 4, 5>참조).



<그림 4> 탁상용 연삭기의 방호덮개



<그림 5> 탁상용 연삭기의 방호덮개 측면거리

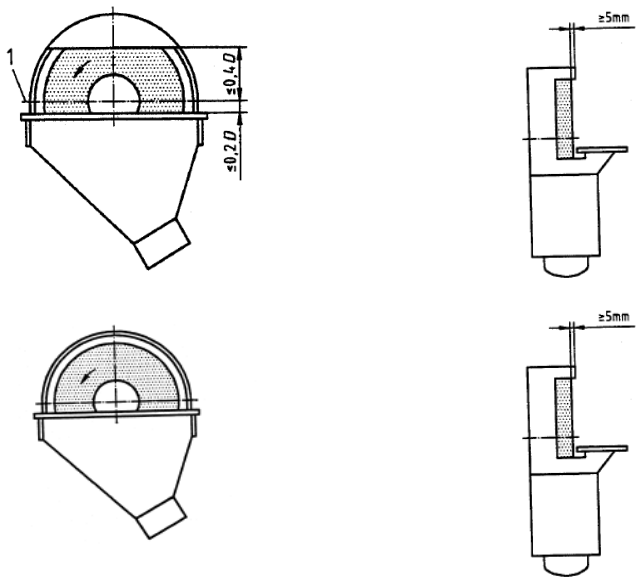
③ 조정편은 다음 각 항목에 적합하여야 한다.

- 조정편의 재료는 덮개 재료와 동일한 기계적 성질을 가지며 판상의 압연 강판이어야 한다.
- 판 두께는 고정측의 둘레판의 두께와 동등 이상의 값(최소 3 mm)이어야 한다.

- 유효 가로 단면적은 가로 단면적의 70% 이상, 유효 세로 단면적은 세로 단면적의 20% 이상이어야 한다.
- 부착 나사의 수는 2개 이상으로 하고, 크기는 조정편의 판 두께의 1.6배 이상(최소 5 mm)이어야 한다.

(다) 측면 연삭기

측면 연삭기의 연삭숫돌 가드 개구부는 X축을 기준으로 상부는 연삭숫돌 직경(D)의 0.4 배, 하부는 0.2 배를 초과하지 않을 것(<그림 6>참조). 다만, 연삭숫돌의 외경이 200 mm 이하이고 연삭숫돌 주변부가 표면보다 5 mm 이상 확장되어 있다면, X축을 기준으로 상부에 연삭숫돌 측면 덮개부를 구비하지 아니할 수 있다.

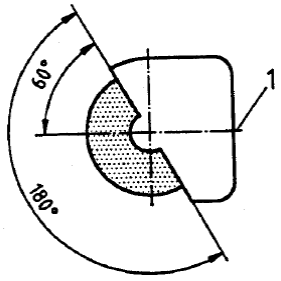


1: X축

<그림 6> 측면연삭기의 방호덮개

(라) 원통 외면 연삭기

원통 외면연삭기 및 센터리스 연삭기의 방호덮개는 개구부의 총 각도가 180°를 초과하지 않고, X축 상부의 개구부가 60°를 초과하지 않고 연삭숫돌의 지름이 250 mm 이상인 경우에는 숫돌과 방호덮개 사이의 간격을 5 mm 이내로 조정할 수 있는 구조일 것(<그림 7>참조)



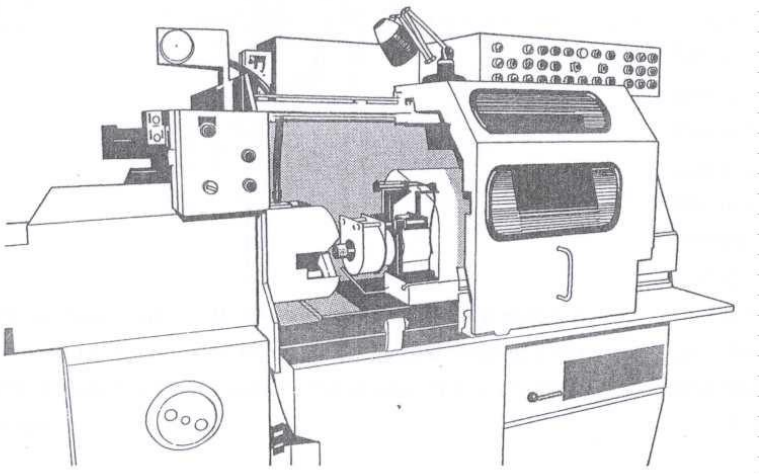
1: X축

<그림 7> 원통 외면연삭기 및 센터리스 연삭기 방호가드

(마) 원통 내면 연삭기

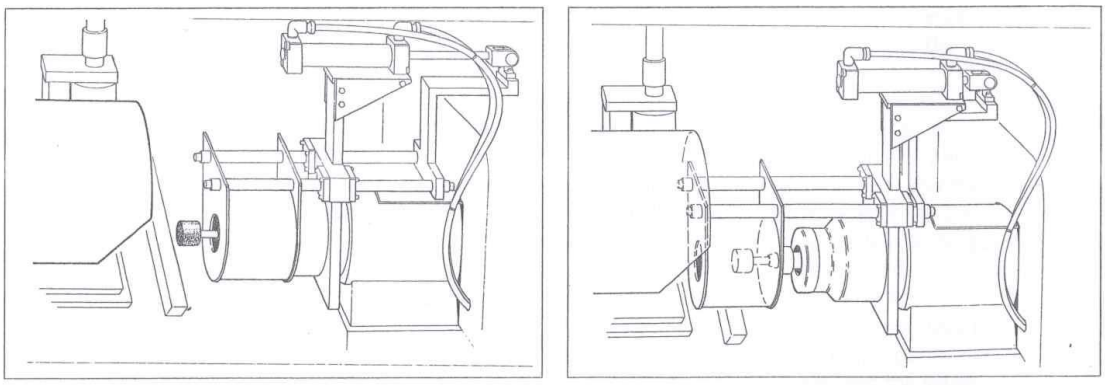
① 원통내면 연삭기의 연삭숫돌은 작동하는 동안 공작물에 의해 보호된다. 그러나 <그림 8>과 같이 움직이는 숫돌이 작업을 그만 둘 때 가드가 자동적으로 제 위치에 놓이도록 하는 장치를 고정된 내부 연삭숫돌에 설치할 수도 있다.

② <그림 8a>의 원통내면연삭기는 소음, 증기 및 비산을 통제하려고 덮개가 씌워져 있다. 슬라이딩 도어는 연동되어 있어 회전이 멈추기 전에는 공작물에 대한 접근이 불가능하도록 되어 있다.



<그림 8a> 소음, 증기 및 비산을 통제하기 위한 덮개(연동식 슬라이딩 도어)가 설치된 내면연삭기

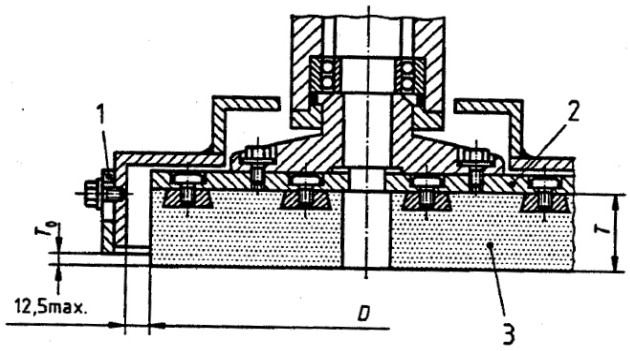
③ <그림 8b> 및 <그림 8c>는 별도로 숫돌에 설치된 텔레스코픽 가드로서 <그림 8b>는 가드가 접혀져 숫돌이 노출되는 경우를 보여주며, <그림 8c>는 가드가 완전히 확장되어 숫돌을 커버하는 경우를 보여준다.



<그림 8b>텔레스코픽가드가 접혀진 상태 <그림 8c>텔레스코픽가드가 확장된 상태

(바) 측면사용 평면 연삭기

숫돌의 측면을 사용하는 평면 연삭기의 조절식 방호덮개의 경우 연삭숫돌의 원주면과 덮개 사이의 간격이 12.5 mm를 초과하지 않을 것(<그림 9>참조).



1: 조절식 연삭숫돌 가드
2: 교환 가능한 철재 디스크
3: 연삭숫돌

<그림 9> 조절식 방호덮개

(3) 가드(덮개)의 구조

방호덮개의 구조는 다음 사항에 적합하게 제작되어야 한다.

(가) 연결부는 연삭숫돌 파편에 의해 분리되지 않을 정도의 충분한 강성을 가질 것

(나) 용접부에는 균열, 용입부족, 언더컷 등의 결함이 없을 것

(다) 연삭숫돌이 파손되더라도 각 부분이 느슨해지거나 움직이지 않도록 연삭기에 고정될 것

(라) 최대원주속도의 130%에서 연삭숫돌 파손 시 파편이 갖는 최대 에너지에 견딜 수 있을 것

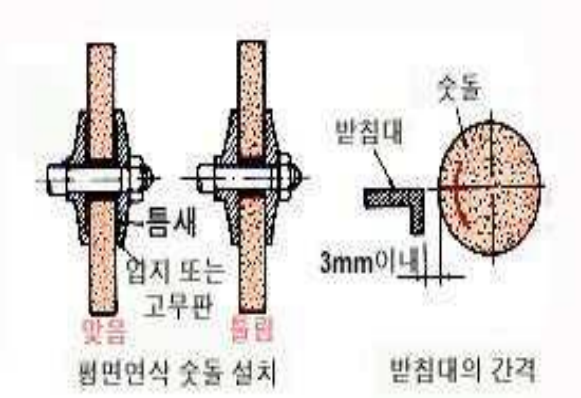
6. 탁상용 연삭기의 숫돌 설치 순서

(1) 숫돌바퀴 구멍은 축 지름 보다 0.1 mm정도 큰 것을 선정하여 설치한다.

(2) 설치 전에는 육안 및 목재 해머로 숫돌의 흠, 균열을 점검한 후 설치한다. (탁음이 발생하는 경우 원인을 조사하여 조치한다.)

(3) 축의 턱에 내측 플랜지, 압지 또는 고무판, 숫돌 순으로 끼운 후 외측에 압지 또는 고무판, 플랜지, 너트 순으로 조인다.

(4) 가공물 받침대는 <그림 10>과 같이 숫돌 외주면과의 간격을 3 mm 이내로 하고 숫돌의 중심에 맞추어 연삭기에 견고히 고정한다.



<그림 10> 연삭숫돌 설치 방법

(5) 숫돌과 조정편 사이의 간격이 10 mm 이하가 되도록 조정편을 조정한다.

(6) 설치 후 3분 정도 공회전을 실시하여 뚜렷한 진동이나 이상음이 없고 위험 발생이 없는지 확인 후 사용한다.

7. 작업안전

(1) 작업 시작 전

(가) 가공물의 종류에 따른 연삭작업 방법, 사용할 연삭기 등을 결정한다.

(나) 연삭기의 안전덮개와 비산방지판의 부착상태를 확인한다.

(다) 작업통로에 전선통과 시 절연피복이 손상되지 않도록 덮개 등으로 전선을 보호한다.

(라) 연삭기의 외함 접지 및 접지선 상태를 점검한다.

(2) 작업 중

(가) 안전모, 안전화, 보안경, 귀마개, 가죽장갑 등의 개인보호구를 반드시 착용하고 작업을 실시해야 한다.

(나) 가공물 등이 절단되거나 절삭편이 날아오는 등 근로자가 위험해질 우려가 있는 기계에는 덮개 또는 울 등을 설치해야 한다.

(다) 연삭작업을 하는 연삭기와 같은 고정형, 이동형 또는 휴대형 전동 기계·기구의 노출된 비충전 금속체에는 접지를 실시해야 한다.

(라) 회전 중인 연삭숫돌이 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 경우에 그 부위에 덮개를 설치해야 한다.

(마) 연삭숫돌을 사용하는 작업의 경우에는 작업을 시작하기 전에는 1분 이상, 연삭숫돌을 교체한 후에는 3분 이상 시험운전을 하고 해당 기계에 이상이 있는지를 확인해야 한다.

(바) 연삭숫돌은 지정장소에 보관하고 운반이나 교체 시 충격이 가지 않도록 유의한다.

(사) 연삭숫돌은 작업시작 전에 결함이 있는지를 확인한 후 사용해야 한다.

(아) 연삭숫돌의 최고 사용 회전속도를 초과하여 사용하도록 해서는 아니 된다.

(자) 연삭작업 시 안전모, 보안경, 가죽장갑, 귀마개 등 개인보호구를 반드시 착용한다.

(차) 연삭숫돌은 규격에 맞는 것을 사용하며 절단속도 이내에서 작업한다.

(카) 인화성 물질 주변에서의 연삭작업은 금지한다.

(타) 작업 장소 주위에는 타작업자가 접근하지 못하도록 통제한다.

(파) 작업을 중지하거나 종료 시에는 전원스위치를 끄고 연삭숫돌이 정지되지 않은 상태에서는 접촉을 금지한다.

8. 작업자의 교육 및 확인사항

(1) 교육사항

(가) 연삭숫돌 사용으로 인해 발생하는 위험 및 준수해야할 예방 조치

(나) 연삭숫돌의 보관, 처리 및 운동방법

(다) 연삭숫돌의 손상 여부 검사방법

(라) 균형을 확보하고 사용하기 적합하도록 연삭기를 조립하는 방법

(마) 적절한 개인보호구 사용

(2) 확인사항

(가) 접지 및 전선 절연피복 손상상태 확인

(나) 휴대형 연삭기 작업개소에 불티 비산방지판 또는 방지포, 소화기 비치 여부 확인

(다) 주변의 인화성 물질 유무 확인

9. 탁상용 연삭기의 위험 요인 및 사고예방대책

위험요인	위험요소	사고예방대책
기계적 위험요인	열화의 의한 숫돌의 파괴	연삭숫돌은 시원하고 습하지 않은 선반 위에 저장할 것. 충격으로부터 보호할 것
		유통기한이 없는 비트리파이드 연삭숫돌을 제외하고 연삭숫돌이 언제 제조되었는지 확인할 것. 2년 이상 된 연삭숫돌은 폐기할 것
		사용 전 연삭숫돌의 상태를 점검할 것. 손상되었거나 떨어트렸던 것은 절대 사용금지
		지름 10 cm 이상의 모든 연삭숫돌은 사용하기 전에 타음검사(Ring test)를 할 것 - 연삭숫돌의 중심부분을 잡는다. - 비금속 물체로 4곳의 반대 측 가장부분을 가볍게 두드려 본다. - 청량한 소리면 정상, 둔탁한 소리면 손상
	품질저하로 인한 숫돌의 파괴	연삭이 완료되면 냉각제를 끄고 공회전 시켜서 연삭 숫돌을 건조시킬 것
	부적절한 조립에 의한 숫돌의 파괴	제조업체의 조립지침을 따를 것
		연삭숫돌이 축에서 잘 돌수 있도록 하고 너무 조이거나 느슨하게 하지 않을 것
		패드(압지)를 플렌지와 숫돌 사이에 끼울 것. 패드는 플렌지의 지름과 같거나 클 것. 또 패드가 연삭 숫돌에 붙어있지 않은 경우에는 제조업체에서 제공하는 패드를 사용할 것
		원래의 플렌지를 사용하며 깨끗하고 고정축과 이동축의 플렌지 크기가 같을 것(변형된 연삭숫돌은 제외) 플렌지의 지름은 숫돌 지름의 1/3이상이어야 하며, 절단용 숫돌은 숫돌 지름의 1/4 정도 플렌지에 의해서 덮혀져 있을 것
		지름이 큰 연삭숫돌 고정나사는 토크렌치를 사용하여 십자형 패턴으로 조일 것

	잘못사용으로 인한 숫돌의 파괴	두께가 연삭 숫돌 지름의 1/10 미만인 경우는 연삭 숫돌의 측면을 사용하지 말 것
		연삭 숫돌에 열이 점진적 가해지고 충격이 가해지지 않도록 연삭 숫돌에 가해지는 압력을 서서히 증가시킬 것
		연삭 숫돌의 rpm은 정격 rpm 이하로 사용할것
		연삭 숫돌을 주기적으로 드레싱 할 것
	숫돌 또는 공작물 파편의 파괴 또는 비산	가드를 설치하여 연삭 숫돌을 최대한 많이 커버할 것
		연삭기로부터 발생할 수 있는 비산물의 통로상에 사람이 없는지를 확인한 후 연삭기를 기동시키고 적어도 1분 정도 공회전 시킬 것. 이상한 소리나 비정상적인 진동이 느껴지면 연삭기를 정지시킬 것
		연삭하는 주변에 있을 때 보안경을 착용할 것
		연삭작업 시에는 아래 개인보호구를 착용할 것 - 보안면 - 보안경 - 안전복 - 장갑
		연삭 숫돌과 스파크실드(spark shield) 사이에 간극을 6 mm 이하로 유지할 것
		투명가드 설치
		연삭 숫돌과 작업대 사이의 간극을 3 mm 이하로 유지할 것
	회전하는 숫돌 또는 축의 접촉	잘 안맞는 장갑이나 옷 착용 금지
		긴 머리는 묶고 모자를 쓸 것
		연삭작업이 끝나면 즉시 전원을 끌 것
		연삭숫돌을 설치하거나 교체하기 전에 전선이나 압축공기호스는 뽑아 놓을 것
		호스는 뽑아 놓을 것
		축과 숫돌의 3/4 이상을 덮는 가드(덮개)를 설치할 것
		공작물을 잡기 위한 도구(플라이어 등)를 사용할 것.
	날카로운 조각	절단보호용 장갑을 착용할 것
	추락, 미끄러짐	불꽃 비산을 최소화하기 위하여 냉각유체의 양을 조절할 것
		수리 및 청소; 고르지 못한 표면, 구멍, 미끄러운 바닥 등등
	재료의 낙하	안전인증을 받은 발등 안전화를 착용할 것

열에 의한 위험요인	먼지나 기타 가연성 물질의 발화에 의한 화재나 폭발	연삭하는 주변에 가연성 제품이나 축적된 먼지가 없는지를 확인할 것
		연삭하는 주변에 스크린을 설치할 것
		가능하다면 먼지를 건물 밖으로 배출하는 시스템을 설치할 것
		규정에 따라 먼지 배출 시스템 내에 폭발밴트를 설치할 것
		먼지 배출 시스템에 안전장치를 설치할 것 (세틀링챔버, 스크린, 화염체크밸브 등)
화학 및 생물학적 위험요인	먼지에 노출	절단하는 공작물 내에 유해물질이 없는지 확인할 것 (베릴륨, 코발트, 망간, 납 등)
		호흡구역에 먼지가 도달하기 전에 먼지를 포획하기 위한 진공먼지 배출시스템을 설치할 것
		인증 받은 호흡기 보호구를 착용할 것
	냉각유체에 노출	물질안전보건자료(MSDS)를 참조할 것
		건강에 가장 해가 적은 냉각유체를 선택할 것
		박테리아 번식을 막기 위해 주기적으로 냉각유체를 교체하고 관을 청소할 것
물리적 위험요인	시끄러운 작업장 환경	공진효과를 줄이기 위해 두꺼운 작업대를 사용할 것
		귀마개나 귀덮개를 착용할 것
인간공학적 위험요인	무겁고 부피가 큰 공작물의 취급	공작물 무게와 치수에 알맞은 기계적 취급장치를 제공할 것
	작업 위치와 반복적인 움직임의 긴장	등과 어깨의 피로를 덜어주기 위해 작업의 높이를 조절할 것 예) 높낮이 조절이 가능한 테이블
		공작물에 접근이 쉽도록 상승 플렛폼, 틸팅 바스켓 또는 기타 용기를 제공할 것
		목과 등을 구부리지 않기 위해 작업공간을 환하게 비출 수 있는 충분한 조명을 설치할 것
	정적 서서하는 작업	그러한 작업에 적합하다면 적절한 의자를 사용할 것
전기적 위험요인	통전부와의 접촉	전원코드의 절연 및 연삭기의 접지회로를 확인할 것
		연삭기의 정비 및 수리시 전원코드를 분리하거나 스위치를 잠글 것