

사용실태조사를 통해서 본 탁상연삭작업의 안전문제

A Study Investigation on the Grinding Safety of Bench Grinder

이 윤 호* · 이 중 찬**
Youn-Ho Lee · Jong-Chan Lee

ABSTRACT

In this paper the safety problems of bench grinder have been reported. The safety status of bench grinders in 169 companies in Kyungbuk province was investigated. It was found that the two most important safety problems are the improper installations of workrests and the use of side (instead of front) of the grinding wheels.

1. 서 론

탁상연삭기는 주물제품 제조, 단조품 제조, 기계기구 제조 등의 사업장에서 기계부품의 후가공 공정에 사용되고 있다. 또한 탁상연삭기는 가격이 저렴하고 설치가 간편하므로 산업현장의 각종 공정에서 많이 사용되고 있다. 탁상연삭기에서 수행되는 주요작업은 개인 수공구의 연삭작업, 선반 등 공작기계가 설치되지 않는 회사에서 기계수리 부품의 간단한 가공, 공구류의 재연삭작업 등이다.

Fig. 1은 경상북도 북부지역의 420개 중소기업의 사업장에서 산업안전보건법 제33조에 규정된

유해위험 기계기구를 사용하고 있는 현황이다. 이와 같이 경상북도 북부지역의 420개 중소기업의 사업장중 약 75%인 313개 사업장에 연삭기가 사용되고 있으며 유해위험 기계기구중 연삭기가 가장 널리 사용되고 있는 기계임을 알 수 있다. 또한 연삭기를 사용하고 있는 313개 사업장중 기계식연삭기는 소수의 조립금속 및 기계기구 제조회사에서 사용하고 있고 일부회사에서는 핸드그라인더와 회전절단기를 사용하고 있으며 그의 95%의 사업장은 탁상연삭기를 사용하고 있다.

연삭작업은 고속회전하는 연삭숫돌로 공작물의 표면을 절삭함으로써 공작물의 표면을 가공하는 작업이다. 연삭숫돌의 구조적 특성상 숫돌내부에

* 금오공과대학교 산업대학원

** 금오공과대학교 기계설계공학과

| No | Types of Injurious machines | Work sites | Percentages (%) |
|-----|-----------------------------|------------|-----------------|
| (a) | Press, Shear | 80사 | 19.1 |
| (b) | Acetylene, Gas welder | 67사 | 16.0 |
| (c) | AC arc welder | 267사 | 63.6 |
| (d) | Crane | 133사 | 31.7 |
| (e) | Freight elevator | 52사 | 12.4 |
| (f) | Lift | 23사 | 5.5 |
| (g) | Pressure vessels | 274사 | 65.2 |
| (h) | Boiler | 125사 | 29.8 |
| (i) | Roller | 10사 | 2.4 |
| (j) | Grinder | 313사 | 74.5 |
| (k) | Wood saw | 26사 | 6.2 |
| (l) | Wood planer | 3사 | 0.7 |
| (m) | Industrial robot | 7사 | 1.7 |

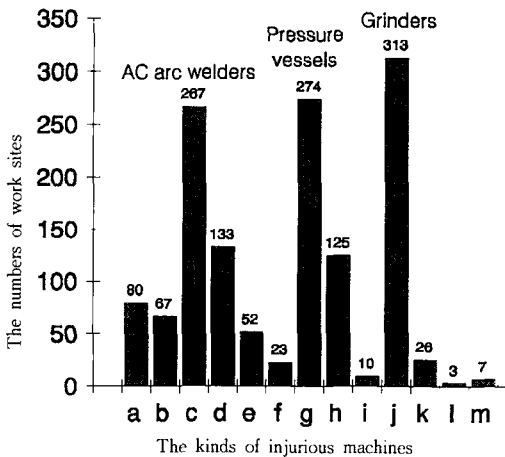


Fig. 1 The kinds of injurious machines

기공이 필요하고 이 기공은 연삭입자와 결합체간의 결합력을 저하시키게 된다. 연삭숫돌의 주종을 이루는 비트리파이드 숫돌의 경우 강철에 비해 인장강도가 1/50정도이며 취성이 크다¹⁾. 이와 같은 연삭숫돌 및 연삭작업의 특성으로 인하여 숫돌 파손의 위험성이 크며, 숫돌이 고속회전중 파손되면 숫돌의 파편이 머리, 안면 등 인체를 강타하여 사망이나 분쇄골절 등의 중대재해가 발생된다. 그러므로 연삭작업중 산업재해 예방을 위해 관계법령²⁾ 개정 및 안전수칙 제정도 중요하지만 이에 대한 준수실태 및 문제점을 파악하여 기계개선, 작업방법 개선 등이 병행되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 유해위험 기계기구중 산업현장에 가장 많이 설치되어 사용중인 탁상연삭기에 대한 산업현장의 설치 및 사용 현황을 경상북

도 북부지역 169개 중소기업에서 현장 조사하고 문제점 및 대책을 제시하였다.

2. 탁상연삭기 설치실태

먼저 연삭작업중 재해위험을 유발할 수 있는 탁상연삭기의 설치높이, 고정상태, 진동상태, 안전방호장치인 가공물지지대 및 숫돌방호덮개의 설치실태를 조사하였다.

Fig. 2는 탁상연삭기의 설치상태를 나타낸다. 탁상연삭기 설치높이는 그림과 같이 지면에서 연삭기 밑바닥 사이의 거리(H)와 연삭기 밑면에서 숫돌작업면까지(약 15~20cm) 높이(h)를 더한 거리이다. 일반적으로 설치높이는 작업자의 앉은 자세의 작업 높이 75cm를 최소높이로 볼 때 H는 최소 60cm이상 되어야 한다. 그러나 설치실태 조사 결과 Fig. 3과 같이 지면으로부터 20cm미만에 설치된 것이 32%(54대)였고, 지면으로부터 20~40cm미만 높이로 설치된 것이 23.7%(40대)이었다. 연삭기의 설치높이가 위의 두 경우처럼 지면으로부터 40cm미만으로 작업대 높이가 낮으면 작업자가 조그려 앉아서 5~10분 연삭작업을 한 후 일어설 때 넘어져 공회전(스위치를 끈 후 2~7분간 공회전)중인 연삭숫돌에 무릎 등 인체가 접촉되어 재해가 발생할 위험이 크다. 또한 작업장 운반구 등과 충돌에 의하여 숫돌에 균열이 발생할 위험도 있다. 그러므로 탁상연삭기 설치는 지면으로부터 60cm이상 작업대 위에 설치하여 작업의자를 이용하거나 서서 작업을 하여야 한다.

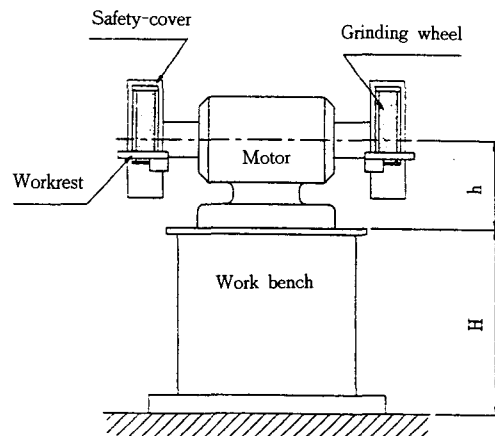


Fig. 2 Illustration of bench grinder

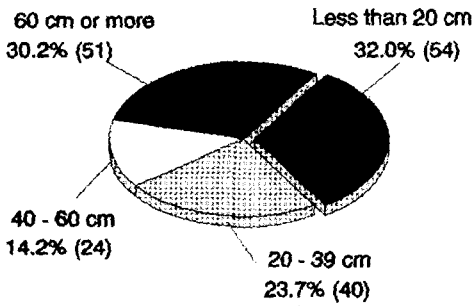


Fig. 3 Installation height of bench grinders

Fig. 4는 탁상연삭기의 고정상태 조사결과를 나타낸다. 연삭기의 정상적인 고정은 연삭기의 밑바닥 네 부위 모서리가 작업대에 볼트로 고정되어야 한다. 이로서 연삭작업중 연삭숫돌의 회전에 의한 진동이 생기지 않는다. 그러나 Fig. 4에서 보는 바와 같이 23.7%(40대)가 볼트가 없거나 풀려진 상태의 불량한 고정상태였다. 고정상태가 불량한 상태로 연삭작업을 하면 진동등에 의한 연삭기의 움직임으로 연삭숫돌에 이상충격이 발생하여 숫돌이 파손되거나 약화되어 재해발생 위험이 크다. 그러므로 탁상연삭기는 작업대에 고정볼트 등을 사용하여 단단히 고정한 후 사용하여야 한다.

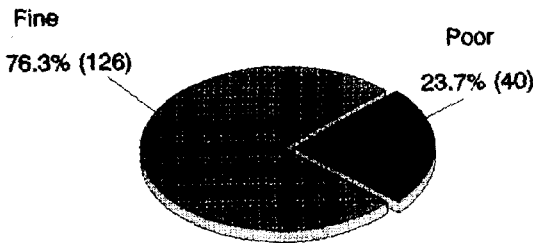


Fig. 4 Fixing state of bench grinder

Fig. 5는 탁상연삭기 가공물지지대(workrest) 조정기준을 나타낸다. 가공물지지대는 반드시 설치하여야 하며 또한 그림과 같이 연삭숫돌과 가공물지지대 사이는 숫돌이 마모되더라도 3mm이내로 조정하여 사용하는 것이 안전하다³⁾.

Fig. 6은 탁상연삭기 가공물지지대 설치실태 조사결과를 보여준다. 그림에서 가공물지지대 미설치가 38.5%(65대)이며 설치는 되어 있으나 조정

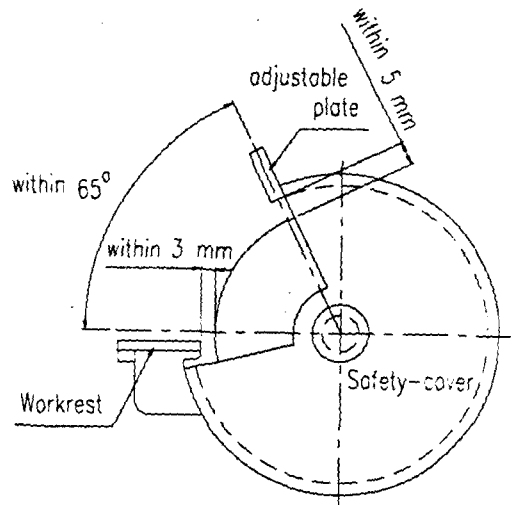


Fig. 5 Installation standard of bench grinder

상태가 불량한 연삭기는 49.1%(83대)였다. 가공물지지대가 미설치된 상태로 연삭작업을 하면 연삭작업중 가공물이 작업자 손에서 이탈하여 숫돌과 덮개 사이에 끼어 숫돌을 파손시키거나, 가공물이 비산하여 인체를 손상시킬 위험이 크다. 가공물지지대가 설치불량한 상태(숫돌과의 간격이 3mm이상 크게 벌어져 있을 때)로 연삭작업을 하면 가공물이 작업자 손에서 이탈하여 숫돌과 가공물지지대 사이에 끼인다. 이때 고속회전 숫돌이 가공물에 부딪쳐 이상하중을 받아 파손위험이 커진다. 그러므로 가공물지지대는 숫돌의 마모에 따

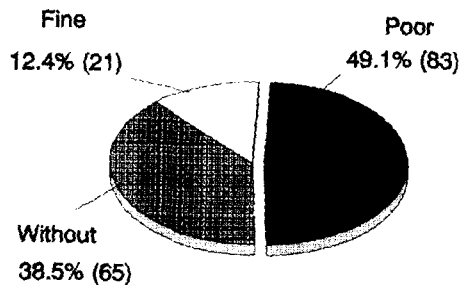


Fig. 6 Status of workrest installation

라 3mm이내로 조정설치하여 틈새에 가공물이 끼지 않도록 하여야 한다.

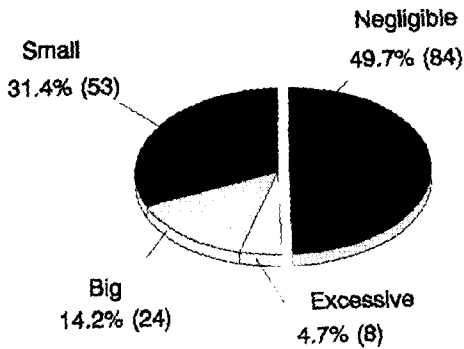


Fig. 7 Vibration status of bench grinders

Fig. 7은 탁상연삭기 진동상태 조사결과를 나타낸다. 탁상연삭기 무부하시 진동상태의 판정은 연삭기 전체가 떨리는 것을 진동이 큰 것으로 판정하고, 방호덮개 떨림의 크고 작음에 따라 진동작용과 미세진동으로 판정하였다. 연삭기 진동상태 조사결과 Fig. 7과 같이 50.3%(85대)가 진동이 발생하고 있었으며, 연삭기에 진동이 발생하면 숫돌에 떨림 등 비정상 충격을 일으켜 크랙 발생 등으로 숫돌 파손 위험이 있다. 그러므로 진동방지를 위해 플랜지, 고정볼트, 베어링 등 원인을 규명하여 진동을 방지해야 한다. (스위치를 켜후 정상회전도달시까지 무부하 가동시간내의 진동발생을 확인 후 개선해야 함.)

탁상연삭기의 숫돌방호덮개는 산업안전보건법에 정해진 안전방호장치이며 숫돌파손시 재해예방의 중요한 안전방호 수단이다. 방호덮개의 숫돌노출각도는 90°이내이고 중심선 상부 노출각도를 65°이하로 설치하여야 한다⁴⁾. 그러나 산업현장에서는 숫돌의 측면을 사용하여 연삭작업을 하기 위해 방호덮개 측면을 해제하고 사용하는 회사가 많다. 규모가 작은 회사일수록, 안전관리상태가 미흡한 회사일수록 특히 숫돌방호덮개 부착 관리상태가 불량하였다. Fig. 8은 탁상연삭기 숫돌방호덮개 부착실태 조사결과를 나타낸다. 그림과 같이 66.3%(112대)의 탁상연삭기에는 방호덮개가 양호하

게 설치되어 있었으나 방호덮개측판을 떼어 낸 연삭기가 26.6%(45대) 있었고, 방호덮개가 전혀 없는 연삭기도 7.1%(12대)나 되었다. 연삭기 방호덮개를 부착하지 않고 연삭작업을 하면 회전 숫돌에 인체가 접촉될 위험이 크며, 숫돌파손시 파편이 사방으로 비산되어 주위의 많은 작업자가 재해를 당할 위험이 있고 주위 설비가 파손될 수도 있다. 그러므로 연삭작업속도, 사용숫돌 등에 적합한 적정규격과 강도를 지닌 숫돌방호덮개의 설치 및 사용이 필요하다. 특히 숫돌교체 후에는 반드시 방호덮개 측면을 부착한 후 사용하여야 한다.

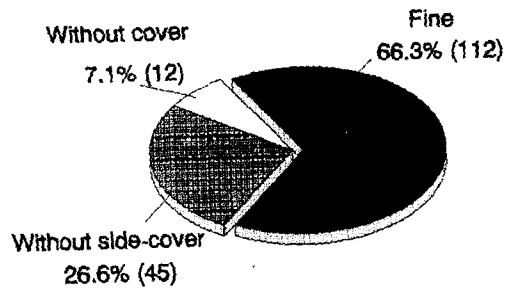


Fig. 8 Status of safety-cover installation of bench grinder

3. 탁상연삭기 사용실태

다음으로 경상북도 북부지역 169개 중소기업에서 사용하고 있는 탁상연삭기의 사용실태를 조사하여 그 현황 및 문제점을 파악하고 재해예방을 위한 대책을 수립하였다. 조사는 주요 연삭작업 가공물, 숫돌측면의 사용실태, 측면의 마모형상, 숫돌두께의 마모율, 숫돌측면 사용원인 등 연삭숫돌측면의 사용 및 마모실태를 중심으로 조사하였다.

Fig. 9는 탁상연삭기에서 작업하는 연삭가공물을 조사한 결과이다. 그림과 같이 수공구류가 42.6%(72대), 기계부품이 39.6%(67대)였다. 대부분 연삭작업은 미숙련 작업자가 개인 수공구를 직접 연삭작업(탁상연삭기 작동이 간편하므로)함으로써 연삭작업중 재해발생 위험이 크다. 그러므로 탁상연삭기 작업안전수칙을 부착하여 작업자 안전

의식을 높이고, 보호구(보안경, 방진마스크 등)의 비치 및 착용으로 연삭작업중 재해예방이 필요하다.

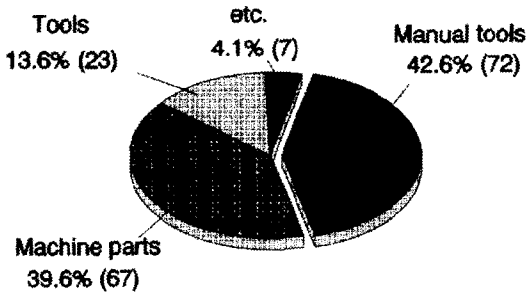


Fig. 9 Types of ground parts with bench grinders

Fig. 10은 탁상연삭기의 측면사용 실태를 조사한 결과이다. 그림과 같이 92.3%(156대)의 대부분 사업장에서 안전수칙을 어기고 슯들의 측면을 사용하고 있다. 현장에서 주로 사용되고 있는 비트리파이드 연삭스틀은 인장강도가 0.24kg/mm²~1.60kg/mm² 정도로 약하고 특히 측면하중(전단강도는 일반적으로 인장강도의 1/2)에 약하다¹⁾. 슯들 측면 사용이 계속되면 슯들두께가 감소되어 두께 감소율이 증가하고 슯들 파손위험이 증가한다. 그

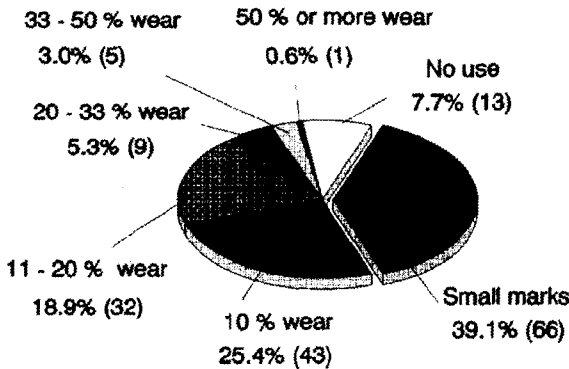


Fig. 10 Status of the use of the lateral part of grinding wheel

러므로 탁상연삭 작업장에 안전수칙 부착 및 교육 등으로 측면사용을 금지하여야 한다.

Fig. 11의 탁상연삭스틀의 측면사용 원인을 조사한 결과이다. 대부분 사업장에서 슯들측면사용을 금지하고 있으나 작업의 편리성(112대; 66.3%) 및 평면작업(41대; 24.3%) 등의 원인으로 슯들측면을 사용하고 있었다. 일부사업장에서는 측면사용금지 표시판이 연삭기 위에 크게 부착된 상태에서도 측면사용이 계속되고 있었다. 이는 대부분 연삭기 사용 작업자가 미숙련 상태이므로 회전하고 있는 연삭스틀의 좁은 정면으로는 가공물을 원하는 형상으로 연삭이 힘들므로 넓고 평평한 측면을 사용하여 빠른시간에 많은 연삭작업을 하려고 하기 때문이다. 측면사용금지를 위해서는 슯들정면을 사용하여 작업을 할 수 있는 숙련작업자 외에는 연삭작업을 금지하여야 한다. (스위치 박스에 시근장치 등 설치)

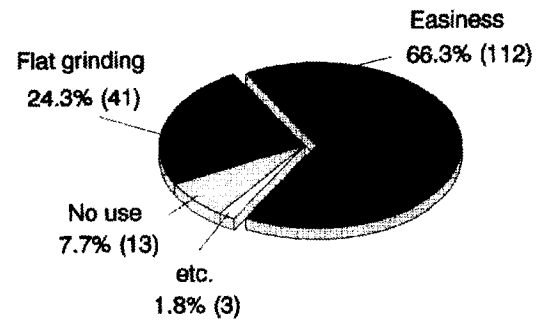


Fig. 11 Reasons of uses of lateral part of grinding wheel

Fig. 12는 연삭스틀의 측면마모형태 조사결과를 보여주고 있다. 그림과 같이 각종 형상중에서 홈형태의 마모(95대; 60.9%)가 가장 많았다. 이는 송곳, 칼, 가위 등 수공구의 끝부위를 주로 연삭하기 때문이다. 이와같이 파인 홈은 응력집중을 유발하여 슯들이 인장강도를 크게 떨어뜨린다. 또한 예리한 송곳 등 수공구의 연삭작업시 슯들과 접촉부위에 하중이 집중되어 슯들의 일부가 파손되어 파편이 비산할 위험도 있다. 현장조사결과 슯스틀의 일부가 떨어져 나간 슯들도 발견이 5다.

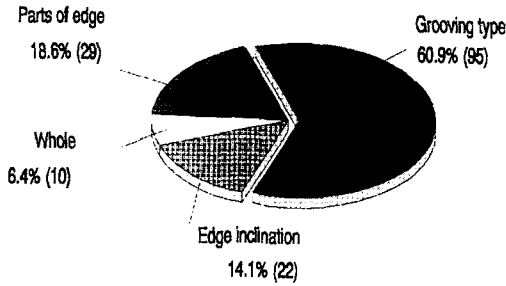


Fig. 12 Wear shape of the side of grinding wheel

Fig. 13은 최근 1년간 169개 연삭기 사용회사의 연삭작업중 발생된 재해를 조사한 결과이다. 그림과 같이 연삭작업중 아차사고(재해가 일어날 위험이 있는 경우)가 29건(17.2%)이었으며, 경상재해(경미한 재해)가 12건 발생되었고, 산업재해로 처리된 경우가 2건이 있었다. 조사한 연삭기 169대의 총작업시간은 총 19,200시간으로 이는 작업자 8명이 1일 8시간씩 1년간 작업한 시간과 같다. 이때 재해율은 25%(2건/8명)로써 프레스 등 다른 유해 위험 기계기구발생 재해율에 비해 상당히 높은 것이다. 이 연삭작업의 재해율은 우리나라 전산업의 94년 평균재해율 1.18%의 21배이며, 일반제조업체 94년 재해율 1.30% 대비 19배로서 크게 높은 수준이다⁵⁾.

탁상연삭기 월 평균 작업시간은 Fig. 14와 같이

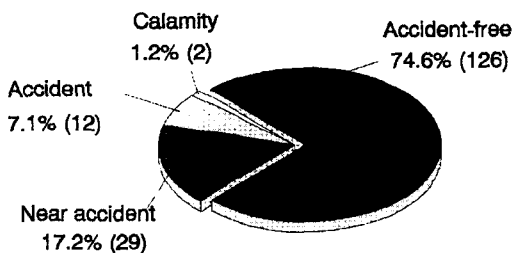


Fig. 13 Accidents on grinding machines

92.3%(156대)의 대부분 탁상연삭기는 월 8시간 미만 사용으로 1개월 총 작업시간이 다른 기계 하루 가동시간보다 오히려 적다. 월 8시간 미만 사용하는 92.3%의 탁상연삭기의 2년간 총작업시간(192시간)은 하루 8시간 작업하는 프레스의 1개월 작업시간(월 25일 기준 200시간)과 비슷하다. 즉 조사한 탁상연삭기중 월 8시간 미만 사용하는 156대의 월 평균 총 가동시간은 388시간으로써 1일 8시간 작업하는 프레스 2대의 가동시간과 비슷하다. 그러므로 재해발생 빈도수는 낮지만 작업시간에 비교하면 재해발생율은 다른 어느 기계보다 높다.

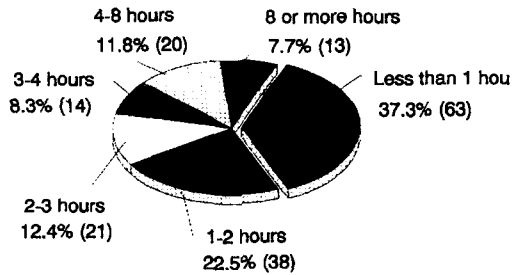


Fig. 14 Working hours of bench grinder(per month)

4. 결 론

탁상연삭기의 안전문제를 진단하기 위하여 경상북도 북부지역의 169개 중소기업체를 대상으로 현장조사를 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 탁상연삭기의 설치상태가 매우 불량하여 이로 인한 재해발생 위험이 컸다. 설치상태 불량 내용은 다음과 같다.
 - 가. 작업대 높이 불량 69.8%(118대)
 - 나. 고정상태 불량 23.7%(40대)
 - 다. 가공물지지대 불량 50.9%(86대)
 - 라. 진동상태 불량 50.3%(85대)
 - 마. 슛돌 방호덮개 불량 33.7%(57대)
- 2) 탁상연삭기의 사용실태 조사결과는 연삭작업 시간에 대하여 재해발생율이 매우 높았으며 특

히 슛돌측면 사용으로 인한 재해발생 위험이 매우 컸다.

가. 탁상연삭작업의 작업시간대비 재해발생율 25%(2건/8명)

나. 일년간 발생재해 : 산업재해 2건, 공상재해 12건

다. 슛돌측면 사용 92.3%(156대)

라. 슛돌측면 사용원인 : 작업의 편리성 66.3% (112대), 평면부품 작업 24.3%(41대)

마. 슛돌측면 홈형태 마모 60.9%(95대)

- 3) 이상과 같은 조사결과를 볼 때 탁상연삭작업 안전을 위해 연삭기의 양호한 설치와 슛돌측면 사용금지를 위한 강력한 관리적인 대책이 필요하다. 기술적인 대책으로는 유리섬유망 보강 등에 의한 전단강도 강화스�돌 개발, 방호덮개 측면의 고정방법 개선, 측면을 안전하게 사용

할 수 있는 측면전용 탁상연삭기의 개발, 두께 마모에 따른 연삭스�돌의 교체기준 설정 등이 필요하다.

참 고 문 헌

- 1) 최구연외, 정밀공작법, 5판, 대광서림, pp. 172~173, 1980.
- 2) 노동부, 산업안전보건법령집, 대한산업안전협회, 유해위험 기계기구편, 1994.
- 3) 대한산업안전협회, 표준안전작업방법, pp. 31~35, 1992.
- 4) 최정영외, 기계안전공학, 신광문화사, pp. 355~395, 1993.
- 5) 노동부, 94년 산업재해 통계, 1994.