

KOSHA GUIDE

M - 31 - 2012

손과 팔의 진동 제어에 관한 기술지침

2012. 6.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한성대학교 최기홍
- 개정자 : 안전연구실

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

- 관련규격 및 자료
 - INDG-175 : Control the risks from hand-arm vibration

- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편 제4장 (소음 및 진동에 의한 건강장해의 예방)

- 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

손과 팔의 진동 제어에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제3편 제4장 (소음 및 진동에 의한 건강장해의 예방)에 의거 손과 팔에 진동이 오는 작업시 발생하는 위험상황 등에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 손과 팔에 진동이 오는 작업시에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

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

(나) “장비 (Equipment)”라 함은 조작을 하기 위해 사용되는 특정 장비, 장치, 공정 모듈을 말하며, ‘장비’라는 용어는 장비의 고장에 의해 손상된 제품(기관, 반도체 등)에는 적용되지 않는다.

(다) “유지보수 (Maintenance)”라 함은 장비의 양호한 작동 상태를 유지하기 위한 정기 또는 비정기적 행위 (서비스의 정의 참조)를 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. 손과 팔 진동의 정의

- (1) 손과 팔 진동은 작업 프로세스 수행으로 인해 작업자의 손과 팔에 전달되는 진동이다.
- (2) 이는 노면 파쇄기(Road breaker)와 같이 손에 드는 동력 공구 또는 동력식 잔디 깎기 기계와 같이 손으로 조종하는 장비 등을 작동하거나, 아니면 탁상용 연삭기(Pedestal grinder)와 같은 기계로 가공되는 자재를 손으로 들 때 발생할 수 있다.

5. 위험요인

5.1 위험한 경우

- (1) 손과 팔 진동에 주기적 및 자주 노출되면 건강에 영구적인 위험이 초래될 수 있다.
- (2) 진동을 발생하는 공구 또는 작업 공정과의 접촉이 업무의 일상적인 부분이면 특히 그러하다.
- (3) 간헐적인 노출은 건강 문제를 야기할 가능성이 낮다.

5.2 진동이 건강에 미치는 영향

손과 팔 진동은 손목골 증후군 같은 특정 질환뿐만 아니라 손과 팔 진동 증후군(HAVS)라 알려진 일련의 상태를 야기할 수 있다.

5.3 초기 증상

- (1) 초기 단기에 조짐과 증상을 파악하는 것이 중요하다. 이는 사업주로 하여금 작업자의 건강에 미치는 영향이 보다 심각해지기 전에 예방 조치를 취하는 것이 가능할 수 있도록 해준다.

(2) 증상은 다음 사항을 포함한다.

(가) 손가락이 따끔거리거나 마비증상이 있다.

(나) 물체를 제대로 느끼지 못한다.

(다) 손의 힘이 저하되었다.

(라) 손가락이 새파랗게 되며, 회복시 빨갛게 되며 고통을 느낀다(특히 겨울 및 젖었을 때. 처음에는 손가락 끝만 그럴 수 있다).

(3) 일부 작업자에게는 위험에 노출된 후 몇 달 안에 증상이 나타날 수 있지만, 또 다른 작업자에게는 수년이 걸릴 수 있다.

(4) 진동 위험에 계속 노출되면 악화될 가능성이 높으며, 영구적이 될 수 있다.

5.4 이런 증상들이 작업자에게 미치는 영향

(1) 작업자에게 다음과 같은 영향을 미친다.

(가) 고통, 수면 장애

(나) 정교한 작업 (예, 소형 부품 조립) 및 일상적 작업 (버튼 잠그기 등)의 어려움

(다) 손가락이 파랗게 되면서 통증을 야기하는 춥거나 습한 환경 (즉, 대부분의 야외 작업)에서 일하기 힘들

(라) 쥐는 힘이 줄어들어 안전한 작업에 영향을 미침

(2) 이런 영향은 증상을 나타내는 작업자가 할 수 있는 업무뿐만 아니라, 가족 및 사회적 활동을 상당히 제약한다.

5.5 위험을 야기하는 업무 및 공구

(1) 손과 팔 진동을 야기할 가능성이 높은 업무 및 업종

진동하는 공구 및 장비를 주기적으로 또는 자주 사용하거나 진동하는 자재를 다루는 업무는 다양한 산업에서 광범위하게 존재하며, 그 예는 다음과 같다.

(가) 도로 및 철길 건설 및 유지보수

(나) 건설

(다) 토지 관리 (대지, 공원, 수로, 도로 및 철길변 유지보수 등)

(라) 산림

(마) 주물공장

(바) 중공업

(사) 콘크리트 제품 제조

(아) 광산 및 채석장

(자) 자동차 제조 및 수리

(차) 공공사업 (수도, 가스 전기 통신 등)

(카) 선박 건조 및 수리

(2) 진동과 관련하여 건강 문제를 야기하는 공구와 장비

진동으로 인한 건강 문제를 야기할 수 있는 휴대용 동력 공구 및 장비는

수 백 종류가 있으며 그 중 가장 일반적인 것은 다음과 같다.

(가) 체인톱

(나) 콘크리트 파쇄기(Concrete breaker), 노면 파쇄기

(다) 절단톱(Cut-off saw)

(라) 햄머드릴(Hammer drill)

(마) 휴대용 연삭기

(바) 충격렌치(Impact wrench)

(사) 실톱(Jigsaw)

(아) 눈금저울(Needle scaler)

(자) 탁상용연삭기

(차) 광택기구 (Polisher)

(카) 동력 망치 및 끌

(타) 동력식 잔디 깎는 기계

(파) 전기 사포(Powered sander)

(하) 돌깎는 기계 (Scabbler), 휴대용 제초기 (Strimmer/brush cutter)

5.6 노출 권장값 (EAV) 및 노출 한계값(ELV)

(1) 노출 권장값(Exposure action value)

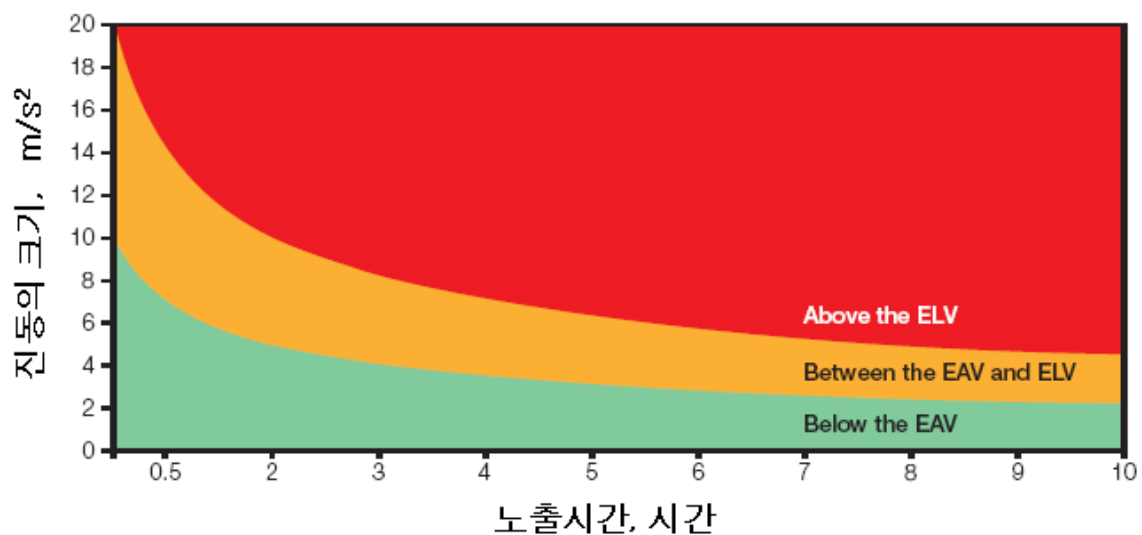
(가) 노출 권장값 (EAV)은 일일 진동노출량으로 이 수치를 초과하면 사업주는 노출을 제어하기 위한 조치를 취하도록 요구된다.

(나) 노출 정도가 높을수록, 위험이 높아지며 사업주는 위험을 줄이기 위해 더 많은 조치를 취해야 한다. 손과 팔 진동의 경우, 노출 권장값은 일일 8시간 기준 2.5m/s^2 이내로 유지하는 것이 권장된다.

(2) 노출 한계값(Exposure limit value)

(가) 노출 한계값 (ELV)은 하루 작업자가 노출될 수 있는 최대 진동값이다. 손과 팔 진동의 경우, 노출 한계값은 일일 8시간 기준 5m/s^2 이내로 유지하는 것이 권장된다.

(나) 이 값은 높은 위험을 나타내는 것으로 이 이상의 위험에 작업자들이 노출되어서는 안 됨을 나타낸다.



[그림 1] 일일 노출시간과 진동의 크기간의 관계

6. 위험의 평가

6.1 평가의 시작

손과 팔 진동으로 인한 상당한 위험이 존재하는지를 파악해야 한다. 이를 위해 다음이 필요하다.

- (1) 작업자 및 감독관으로부터 어떤 공정이 진동에 대한 주기적인 노출을 포함하는지를 파악한다(예를 들면, “5.5 위험을 야기하는 업무 및 공구”에 열거된 공구 및 기타 진동하는 장비를 사용하는 공정).
- (2) 공구와 장비 핸드북(제조사, 모델, 동력, 진동 위험, 진동 정보 등)에 진동 위험에 대한 경고가 있는지 살핀다.
- (3) 작업자들에게 이 지침에 기술된 손과 팔 진동 증후군 증상이 있는지, 그리고 사용되는 장비가 심한 진동 또는 손과 팔에 불편한 압박을 가하는지를 물어본다.

6.2 상담

- (1) 이런 과정에서 관리감독자, 작업자 및 노조의 안전 담당자 또는 작업자 대표와 손과 팔 진동에 대해 논의하는 것이 중요하다.
- (2) 고용 안정에 대해 작업자들을 안심시켜줄 수 있는 진동 위험 관리 정책을 수립하고 합의하는 것이 필요하며, 이는 위험 제어 조치 및 건강 감독 프로그램에 협력하는 것이 작업자들의 이익을 보호하기 위한 것임을 설명해야 할 필요하다.

6.3 작업자의 위험 노출 평가

- (1) 위험이 있다면, 누가 어느 정도의 위험에 노출되어 있는지를 평가해야 한다.

- (2) 위험 평가는 직원들의 위험 노출 정도가 노출 권장값 또는 노출 한계값 이상인지 파악하고, 어떤 작업 활동을 제어할지 파악하도록 해준다.
- (3) 업체는 위험 평가를 자체적으로 하거나, 전문 인력을 사용한다.
- (4) 위험평가를 하는 인력은 본 자료를 읽어보고 이해했어야 하며, 업체에서 사용하는 작업 프로세스에 대해 충분한 지식을 갖고 있으며 관련 정보를 수집하고 이해할 수 있어야 한다.
- (5) 이들은 조사 내용을 토대로 조치계획을 수립하고, 이것이 업체에 효과적으로 실행될 수 있도록 해야 한다.
- (가) 진동을 야기할 수 있는 장비 및 어떤 작업에 사용되는지를 기술한 리스트를 작성한다.
- (나) 장비 핸드북으로부터 장비에 대한 정보를 수집한다.
- (다) 진동 장비를 사용하는 작업자 및 이들이 어떤 업무를 하는지를 기술한 리스트를 작성한다.
- (라) 작업자들의 손이 진동하는 장비와 얼마동안 접촉하였는지 가능한 한 자세히 기술한다. 일부 경우, 이와 같은 “위험 유발시간(Trigger time)”이 장비를 갖고 작업하는 수 시간 중 몇 분에 지나지 않을 수 있다.
- (마) 작업자들에게 어떤 장비의 진동이 심한지, 그리고 장비 사용으로 인해 또 다른 문제, 예를 들면 무게, 불편한 자세, 작동의 어려움 등이 있는지 질문한다.
- (바) 수집한 관련 정보 및 누가 위험에 노출될 위험이 큰지에 대한 평가를 기록한다.

6.4 정보의 사용방법

업무 활동을 위험의 고, 중, 저를 기준으로 분류한다. 우선 가장 큰 위험에 노출된 작업자들을 위한 위험 제어 계획을 수립한다. 일차적인 분류는 다음을 토대로 한다.

(1) 고위험 (노출 한계값 이상)

(가) 다음과 같은 장비를 정기적으로 사용하는 작업자

① 하루 1시간 이상 타격공구(Hammer action tool)를 사용하는 작업자

② 하루 4시간 이상 회전 및 기타 작업공구를 사용하는 작업자

(나) 이 그룹의 작업자들은 규정에 정한 노출 제한치를 넘어설 가능성이 높다. 일부 사례에서는, 특히 해당 공구가 작업에서 일반적으로 쓰이지 않는 경우 단시간 동안 제한치를 초과하는 경우가 발생할 수 있다.

(2) 중위험 (노출 권장값 이상)

(가) 다음과 같은 장비를 정기적으로 사용하는 작업자

① 하루 15분 이상 타격공구를 사용하는 작업자

② 하루 1시간 이상 회전 및 기타 작업공구를 사용하는 작업자

(나) 이 그룹의 작업자들은 규정에 정한 노출 권장값을 넘어설 가능성이 높다.

6.5 작업자들의 진동 노출치 측정

(1) 위에 기술한 개략적 분류는 기본적인 위험 분석을 하기에 충분할 정도여야 한다.

(2) 이런 분석 결과를 바탕으로 노출 권장값 및 노출 한계값을 초과하는지를 판단하고 효과적으로 제어 계획을 수립하고 우선순위를 설정할 수 있다.

(“7. 위험 제어” 참조)

(3) 아니면 위험이 고, 중 저 어디에 속하는지를 보다 확실히 알기 위해서 이용 가능한 진동 데이터를 사용하거나, 노출 수준을 추산하기 위해 측정을 할 수 있다. 보다 세부적인 노출 평가는 다음에 도움이 된다.

(가) 진동 노출을 줄이기 위해 어떤 제어 조치가 보다 효과적인지 판단한다.

(나) 노출 정도가 노출 권장값 또는 노출 한계값을 넘어설 것인지를 보다 확실히 파악할 수 있다.

(다) 제어 조치가 효과적인지를 점검한다.

6.6 노출 수준의 추정

(1) 장비 핸드북 또는 장비 공급업체로부터 적절한 진동 데이터를 얻을 수 있다. <표 1>은 사용 중인 장비에 대해 측정한 진동 레벨의 예를 보여준다.

<표 1> 일반적인 공구의 진동 레벨

공구 종류	최 저 (m/s ²)	보 통 (m/s ²)	최 고 (m/s ²)
노면 파쇄기(Road breaker)	5	12	20
햄머(Demolition hammer)	8	15	25
햄머드릴/콤비햄머(Hammer drill/Combi hammer)	6	9	25
눈금저울(Needle scaler)	5	-	18
돌깎는 기계(Scabbler)	-	-	40
모서리 연삭기	4	-	8
칩핑햄머(Chipping hammer, 금속)	-	18	-
석재용 햄머	10	-	30
체인톱	-	6	-
휴대용 잔디깎는 기계	2	4	-
전기 사포(Random orbital)	-	7 ~ 10	-

(2) <표 2>의 “노출 점수” 시스템을 사용하여 일일 노출량을 추산할 수 있다.

<표 2> 간단한 “노출 점수” 시스템

공구 진동 (m/s^2)	3	4	5	6	7	10	12	15
시간당 포인트 (개략치)	20	30	50	70	100	200	300	450

(3) 공구 진동에 주어진 포인트에 일일 “위험 유발시간(Trigger time)”을 곱한 후, 총 수치를 노출 권장값 및 노출 한계값 수치와 비교한다.

① 일일 100 포인트 = 노출 권장값

② 일일 400 포인트 = 노출 한계값

7. 위험의 제어

7.1 손과 팔 진동에 의한 위험의 제어

(1) 위험에 노출된 작업자를 파악한 후에는 어떻게 위험을 줄일 것인지를 결정해야 한다.

(2) 위험을 줄이기 위해서는 합당하다고 판단되는 모든 조치를 취해야 한다.

(3) 우선 고위험 작업에 대한 조치 계획을 세운다. 그런 후 중위험 및 저위험 활동에 대처한다.

(4) 위험 제어는 다음 사항을 포함한다.

(가) 기존의 작업 방식과는 다른 대안

① 진동 노출을 제거하거나 줄일 수 있는 다른 작업 방식을 찾는다. 협회나

장비 공급업체, 업계 저널 및 기타 전문 인력이 업계 내 우수 관행을 파악하는데 도움이 될 수 있다.

- ② 업무를 기계화 또는 자동화한다.
- ③ 예를 들면, 콘크리트 파쇄시 휴대용 파쇄기(Breaker)대신 부착형 파쇄기(Breaker attachment)를 굴삭기에 부착하여 사용한다.

(나) 장비 선정

- ① 선정된 또는 할당된 장비가 작업에 적합하며 작업을 효율적으로 할 수 있는지를 확인한다. 적합하지 않거나, 너무 작고, 또는 파워가 부족한 장비는 작업을 끝내는데 더 많은 시간을 요하며, 작업자가 필요 이상으로 진동에 노출되도록 한다.
- ② 적합하며 일을 효율적으로 할 수 있는 저진동 공구를 선정한다.
- ③ 가능하면 고진동 공구의 사용을 제한한다.
- ④ 예를 들면, 벽돌에 큰 구멍을 뚫기 위해서는 회전 및 타격(Hammer) 작업을 요하며 텅스텐 팁(Tip) 구멍가공 드릴(Hole-cutting drill)보다는 회전 작동을 하는 다이아몬드 팁 드릴을 사용한다.

(다) 낡은 장비 및 공구 교체에 대한 구매 정책

작업 장비는 시간이 지나면 노후화되어 교체할 필요가 생기며, 교체 시 가능한 한 작업에 적합하며, 효율적이고 진동이 적은 것을 구매하는 것이 중요하다.

- ① 여러 공급업체들과 장비 요건을 논의한다.
- ② 장비가 작업에 적합하고 효과적인지를 공급업체에 확인하며, 여러 브랜드/모델의 진동 배출 정보를 비교하며, 업체가 계획하는 사용 방식에 부

합하는 진동 정보를 구하며, 안전한 사용을 위해 교육 훈련 요건에 대한 정보를 구한다.

- ③ 작업자들이 여러 모델 및 브랜드를 시범적으로 사용하도록 하며, 이들의 의견을 반영하여 구매 결정을 한다.
- ④ 장비의 진동 감소 특징이 있는지를 파악하며, 이런 특징을 효과적으로 유지하기 위해 어떻게 사용하고 유지보수를 하는지를 검토한다.
- ⑤ 적절한 장비 구매, 진동 배출, 효율 및 요건의 반영과 관련하여 회사가 올바른 정책을 갖추고 있도록 한다.
- ⑥ 진동과 관련한 이슈에 대해 구매 작업자들을 교육시켜서 장비 업체들을 효과적으로 다룰 수 있도록 한다.
- ⑦ 예를 들면, 파쇄기(Breaker)가 진동-절연 손잡이를 갖추고 있다면, 사용 시 진동 감소를 달성하기 위해서는 어떻게 기계를 작동해야 하는지를 점검하고 작업자에게 필요한 교육 및 훈련을 제공한다.

(라) 작업대 설계

- ① 작업대의 설계를 개선하여 잘못된 자세로 인해 손, 손목 및 팔에 가해지는 부담을 최소화한다.
- ② 지그(Jig) 및 현가시스템(Suspension) 등을 사용하여 무거운 공구를 견고하게 잡아야 할 필요를 줄인다.
- ③ 예를 들면, 반복적 작업을 하기 위해 워크스테이션에 무거운 연삭기를 사용하는 경우, 카운터 밸런스(Counter balance) 시스템을 사용하여 이를 매달아 작업자에 미치는 부담 및 꺾어야 하는 필요성을 줄인다.

(마) 유지보수

- ① 적절한 유지보수 프로그램을 도입하여 진동의 불필요한 증가를 방지한다. (제조업체의 권고사항을 준수하면서)
- ② 마모되거나 파손된 콘크리트 파쇄기 및 칩핑햄머 칠폰 (Chipping hammer chisel)을 사용하지 않으며, 연삭기 휠과 같이 소모형 품목은 교체함으로써 장비의 효율성을 유지하고 위험에 대한 노출을 가능한 한 줄인다.
- ③ 예를 들면, (제조업체의 권고 사항을 따라) 톱의 날을 정기적으로 갈아서, 장비의 효율을 유지하고 작업 완료에 필요한 시간을 줄인다.

(바) 작업 스케줄

- ① 작업자가 진동에 노출되는 시간을 제한한다.
- ② 작업자들이 장시간, 지속적으로 진동에 노출되는 것을 피하도록 작업 계획을 세운다. 단시간 여러 번 노출되는 것이 더 유리하다.
- ③ 공구를 지속적으로 또는 자주 사용해야 한다면, 순번을 정해 작업하여 노출 시간을 제한한다. (고위험 그룹에 속하기에 충분할 정도로 장시간 노출되지 않도록 한다. “고위험 (노출 한계값 초과)” 참조)
- ④ 예: 작업자들을 팀단위로 일하도록 조직하며, 팀 내에서 작업을 바꿔가면서 일하게 하여 진동에 불필요하게 과도하게 노출되지 않도록 한다.

(사) 의복

- ① 작업자들에게 필요한 경우 보호 의류를 제공하여 따뜻하고 건조한 상태를 유지하도록 한다. 이는 혈액 순환을 좋게 유지하도록 하여, 진동으로 인해 손가락이 새파랗게 되는 증상으로부터 보호하는데 도움이 된다.
- ② 손을 따뜻하게 보호하기 위해 장갑을 사용할 수 있으나, 진동으로부터의 보호 조치로는 충분하지 않다.

7.2 위험을 제어하기 위해 취한 조치들의 효과 점검

- ① 도입한 제어 프로그램이 관리자 및 작업자들에 의해 수행되는지 정기적으로 점검한다.
- ② 관리자, 감독관, 작업자들, 노조 안전 담당자, 작업자 대표등과 정기적인 대화를 하여 장비 자체, 또는 사용 방식으로 인해 진동 문제가 있는지 파악한다.
- ③ 건강 검진 결과를 체크하고 제어 조치가 효과적인지 아니면 개선할 필요가 있는지의 여부를 의료 서비스 기관과 논의한다.