

KOSHA GUIDE

M - 60 - 2012

간이 측정법을 이용한 작업장의
미끄러짐 측정방법에 관한 기술지침

2012. 6.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 김정수
- 개정자 : 안전연구실 김정수

- 제 · 개정경과
 - 2011년 6월 기계안전분야 제정위원회 심의
 - 2012년 4월 기계안전분야 제정위원회 심의(개정)

- 관련규격 및 자료
 - 연구원 2008-149-1492 : 전도재해 정밀분석 및 예방기법 연구
 - ANSI/NFSI B101.1-2009 : Test method for measuring wet SCOF of common hard-surface floor materials
 - VOSI V41.21-98 : Universal specification/test method for slip resistant walkways, in the field & laboratory as measured by a drag type friction tester
 - VOSI V41-22 : Universal specification/test method for slip resistant footwear, in the field & laboratory as measured by a drag type friction tester
 - 연구원 2010-157-1065 : 안전화 미끄럼도 측정기준 및 장비개발

- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3조(전도의 방지)
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제22조(통로의 설치)

- 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

간이 측정법을 이용한 작업장 미끄러짐 측정방법에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제3조 (전도의 방지)와 제22조(통로의 설치) 의거 간이 측정기를 이용하여 작업장의 미끄러짐 재해를 예방하기 위한 미끄러짐 측정방법에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 물을 다량으로 사용하고 표면이 단단한 바닥재를 사용하는 작업장의 미끄러짐 위험성 평가 및 재해예방 활동 시에 적용한다. 단, 표면을 매끈하게 연마한 경우나 표면 요철이 심한 바닥재의 경우는 제외된다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “간이 측정법”이란 표준 무게추(4.5 kg)와 인장력을 측정할 수 있는 측정기(200 N까지 가능한 휴대용 측정기) 및 고무센서(네오라이트)로 구성되어 인력 또는 동력을 이용하여 수평방향으로 끌어 센서와 바닥면 사이의 마찰력을 측정하여 바닥면의 미끄러짐 위험성 정도를 판단하는 측정법을 말한다.

(나) “마찰력”이란 인접한 다른 표면 위에서 특정 물질의 표면이 미끄러질 때 또는 미끄러지려고 할 때 발생하는 저항하는 힘이다.

(다) “정지마찰계수(SCOF ; Static coefficient of friction)”란 저항을 극복하고

움직이기 시작할 때, 물체와 바닥사이에 발생하는 수직력과 수평력의 비로서 정마찰계수라고도 한다. 단, 센서(고무)와 바닥면 사이의 접촉시간이 3초를 초과할 경우 정지마찰계수로 인정되지 않는다.

(라) “동마찰계수(DCOF ; Dynamic coefficient of friction)”란 두 가지의 물체 사이에 거시적인 상대운동이 있을 때의 마찰계수이다.

(마) “미끄러짐 저항성 보행로”란 정상보행 시 신발걸창에 발생하는 압력(173 ~ 346 kPa)과 동일하게 센서에 압력을 가했을 때, 센서와 물로 젖은 수평면 사이의 평균 정지마찰계수가 0.45 이상인 보행로 표면을 말한다. 또한 젖은 상태에서 동마찰계수는 이동속도가 0.05 m/s에서 최소 0.30 이어야 하며 젖은 정지마찰계수에 대한 건조 정지마찰계수의 비가 최대 1.50 이어야 한다.

(바) “미끄러짐 저항성 신발”이란 정상보행 시 신발걸창에 발생하는 압력(173 ~ 346 kPa)과 동일하게 매끈한 신발걸창 시편과 표준바닥재(쿼리타일)사이에 압력을 가한 상태에서 간이측정법으로 측정하였을 때 최소 0.45 이상의 정지마찰계수를 나타내는 신발을 말한다. 또한 젖은 상태에서 동마찰계수는 0.05 m/s에서 최소 0.30 이어야 한다.

(사) “센서”란 건조 및 젖은 상태의 시험에 사용되는 표준고무(네오라이트)를 말한다.

(아) “쿼리 타일(Quarry tile)”이란 도기타일의 일종으로 점토를 정제하여 금속형판으로 압축성형하고 적절한 크기로 절단한 후 고온에서 구운 무유타일을 말한다. 제작방법으로 인하여 크기가 제한적이고 압축으로 인해 다공성이 2%~5%정도로 나타난다.

(자) “무유타일”이란 재벌구이에서 유약을 바르지 않고 구워 표면에 광택이 없고 어느 정도 다공성인 타일을 말한다.

(차) “세제수용액”이란 황산라우릴나트륨(SLS ; Sodium lauryl sulfate)를 중량비로 0.5% 함유한 증류수로 젖은 바닥의 시험에 사용되는 표준 오염물

질을 말한다.

(카) “네오라이트(Neolite™)”란 일반적으로 신발의 겔창물질로 사용되는 고무 소재로, ASTM D297에 의해 측정될 경우 평균 비중이 1.27 ± 0.02 이고 ASTM D2240 시험법에 의해 측정될 경우 쇼어 스케일 A경도 평균값이 93~96을 갖는 실험실 등급의 표준 측정 물질을 말한다. 네오라이트 센서는 시험 시작 전에 적어도 5분 이상 증류수나 탈이온수에 담가 두어야 한다.

(타) “그라우트(Grout)”란 2개 이상의 타일 연결부로 회반죽으로 채워져 있거나 비어 있는 줄눈을 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. 측정기법

이 측정법은 예상된 사용 환경 아래 바닥 또는 보행로 표면의 젖은 정지마찰 계수를 측정하도록 설계된 어떠한 알려진 혹은 직접 구성한 측정기를 이용하여 수행될 수 있다. 보행로 표면으로 사용될 것으로 예상되지 않는 재질들이 이 시험법에서 제외된다. 그 예는 모래 또는 자갈 판, 바위, 거친 아스팔트, 임의 의류 및 천 재질 등이다.

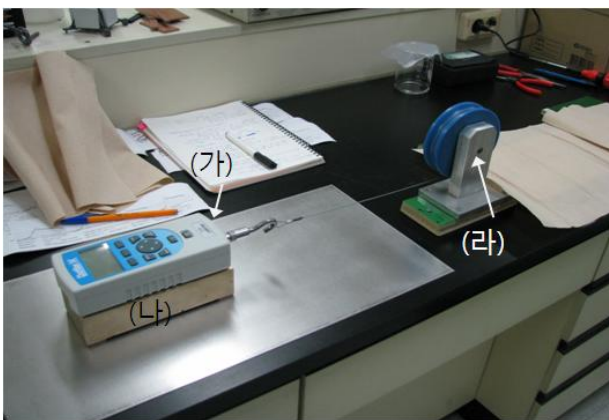
4.1 측정장비

(1) 간이 미끄러짐 측정장치는 <그림 1>과 같이 (가) 하중 게이지 또는 로드셀/끌개 조합, (나) 표준 무게추, (다) 접촉부에 부착된 고무센서, (라) 시험될 면을 따라 장치를 끌 수 있는 수단으로 구성되어 있다. 수평방향으로 끄는 동력원은 전동모터이거나 인력으로 구성된다.

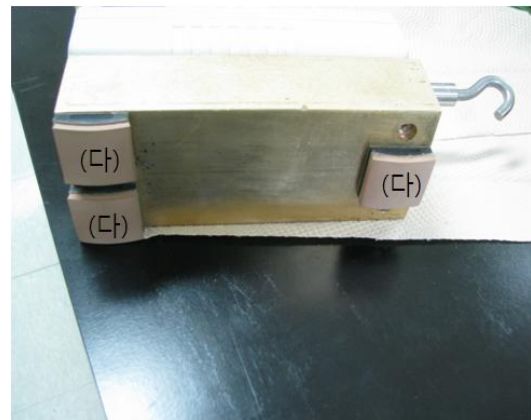
(2) 수직하중은 접촉압력이 173 kPa보다는 크고 346 kPa보다 작도록 하여야하며

표준 보정 하중추는 미끄럼판 조합(하중게이지+표준 무게추= 4.5 ± 0.018 kg)의 절반 무게와 같다(2.25 ± 0.009 kg). 센서재질은 네오라이트를 사용하여야 한다.

- (3) 접촉부의 센서 부착방법은 <그림 2>와 같이 3개소에 부착하되 직경이 3.68 ~ 5.2 mm인 원형으로 부착하거나 <그림 2>와 같이 사각형으로 부착하되 전체 접촉면의 면적이 127~255 mm²가 되도록 할 하여야 한다.



<그림 1> 간이 미끄럼 측정 장치



<그림 2> 센서 부착 위치

4.2 측정방법

4.2.1 측정준비

(1) 센서표면의 다듬질

(가) 균일한 표면을 얻기 위해 건조한 60번 연마지로 고무표면의 광택이 없어질 때까지 연마를 하고 400번 연마지로 15회 추가적으로 연마한다.

(나) 종이타올을 이용하여 센서로부터 외부물질과 고무 찌꺼기를 털어낸다.

(2) 탈이온수나 증류수로 센서표면을 세척

(가) 화학약품으로 처리되지 않은 종이타올이나 보푸라기가 없는 천으로 건조하게 닦는다. 지문, 화학물질, 먼지 등에 의해 시험면이 오염되지 않도록

주의하여야 한다.

(나) 보푸라기가 없는 또는 조금 있을 수 있는 타올이라도 정지마찰계수의 결과에 영향을 줄 수 있는 화학물질이 포함될 수 있는 경우라면 사용하지 말아야 한다.

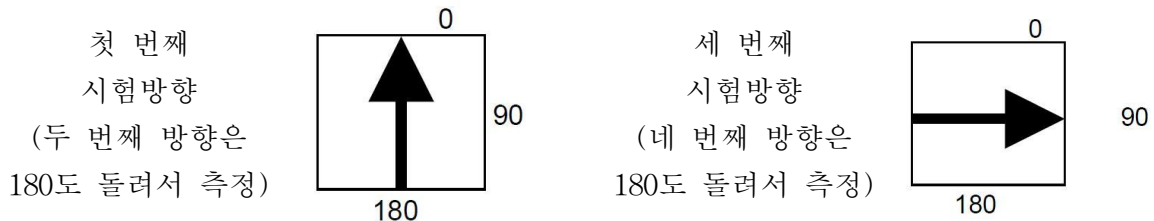
(3) 세제수용액으로 시험면을 적심

(가) 센서 표면은 정지마찰계수에 영향을 줄 수 있는 오염물질의 축적을 막을 수 있도록 유지하여야 한다.

(나) 네오라이트 시험 재질은 시험과정이 시작되기 전 최소 5분 이상 증류수 또는 탈이온수 속에 담가 두어야 한다.

4.2.2 실험실 측정

(1) 측정장치를 측정해야할 바닥재 위에 올려놓고 <그림 3>과 같이 한 방향으로 측정을 수행하고 측정값을 기록한다.



<그림 3> 바닥면 측정방향

(2) 측정장치를 (1)에서 수행한 방향과 180도 돌려서 두 번째 방향으로 시험을 수행하고 정지마찰계수를 기록한다.

(3) 시험면을 90도 돌려서 측정기를 표면에 놓고 세 번째 방향으로 시험을 수행하고, 측정값을 기록한다.

(4) 다시 180도 돌려서 네 번째 방향으로 시험을 수행한다. 측정값을 기록한다. 만일 필요하다면 시험 중 표면에 추가적으로 세제수용액을 공급할 수 있다.

- (5) 위와 같은 첫 번째에서 네 번째까지 측정을 하고 동일한 방법으로 한번 더 각 방향에 대하여 측정을 하여 평균값을 기록한다. 단, 첫 2번째 방향까지 측정값이 나머지 측정값과 0.05 이상 편차가 발생할 경우, 첫 2번째 방향은 다시 측정한다.
- (6) 한 종류의 바닥재에 대해서 평가하기 위해서는 3개의 개별 타일이나 4개소 이상의 상이한 측정영역에서 측정하여야 한다.
- (7) 3개의 개별타일 또는 4개소 이상의 상이한 측정영역에서의 평균값을 다시 평균함으로서 한 종류의 바닥재에 대한 최종 정지마찰계수 값을 결정한다.

4.2.3 작업장 측정방법

(1) 주의사항

- (가) 시험되어야 할 바닥/보행로 표면은 어떠한 제한도 없이 측정장치의 정상 작동을 완전히 보장할 수 있도록 충분히 공간이 있어야 한다.
- (나) 최소한 두 방향(90도)으로 각 표본 영역이 시험될 수 있도록 하여야 한다. 만일 가능하다면 하나의 측정방향은 정상 보행자의 보행방향과 동일한 방향에서 수행되어야 한다. X-Y 양방향으로 시험이 이루어지기가 불가능한 경우(계단과 같이 한쪽방향으로만 측정이 가능한 경우), 최종 시험결과 보고서에는 제한된 시험영역임을 나타내어야 한다.
- (다) 어떠한 경우에도 어려운 상황을 보정하기 위하여 측정장비를 변경하거나 수동으로 조작되어서는 안 된다. 이들 금지조항에는 밀기, 끌기, 들어올리기, 기울이기 또는 다른 교묘한 처리방법들이 포함된다. 물론 금지조항이 이러한 조작에만 제한되는 것은 아니다.
- (라) 타일 바닥재에 대해 측정이 이루어질 때, 가능하다면 그라우트 연결부를 직접 시험하는 것은 최대한 피하도록 하여야 한다.
- (마) 센서표면은 정지마찰계수 시험결과에 영향을 줄 수 있는 오염물질의 축

적을 방지할 수 있도록 관리되어야 하며 시험 시작 전 최소 5분 동안 증류수나 탈이온수속에 담가 두어야 한다.

(2) 측정순서

(가) 센서의 준비는 4.2.1과 동일하게 한다.

(나) 측정 대상 구역을 충분한 길이와 폭으로 세제수용액으로 적신다.

(다) 바닥 표면 위에 측정장치를 올려놓고 한쪽 방향으로 2회 측정을 수행한다. 평균 정지마찰계수를 기록한다.

(라) 측정 후 측정면은 보푸라기가 발생하지 않는 건조한 천으로 수분을 제거하고, 측정면 조건이 오염되지 않도록 주의해야 한다.

(마) 각각의 측정 후 센서 표면이 오염이나 변형되지 않았는지 점검하고 필요하다면 4.2.1에 해당하는 과정을 반복한다.

(바) 원래의 측정방향과 90도로 돌려가며 위의 측정순서를 반복한다.

(사) 측정되는 각각의 구역에 대해 양쪽 방향으로 측정을 반복한다.

(아) 만일 측정면이 방향에 따른 명확한 편향이나 결(나무 바닥재와 같이)을 보인다면 측정은 90도씩 따로 4방향에 대하여 수행하고 각 방향에 대하여 측정값을 기록한다.

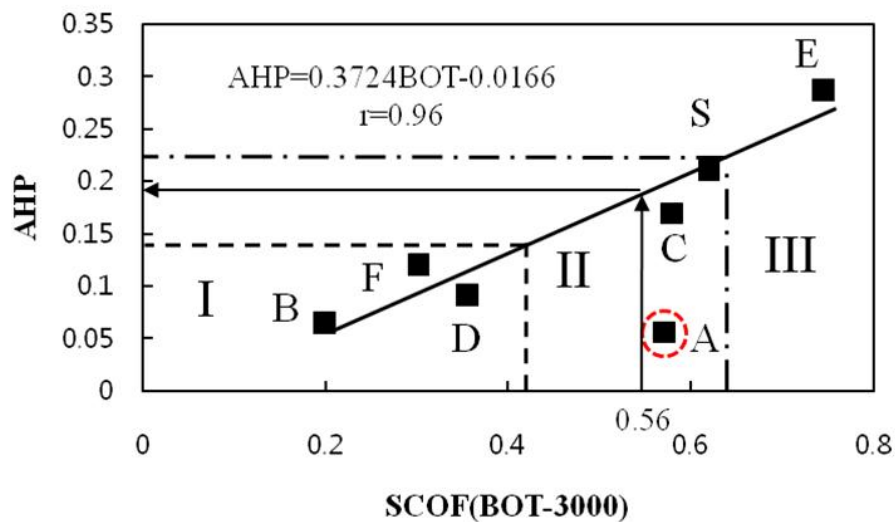
5 측정결과의 분석

(1) 측정된 각각의 결과 값에 대해, 0.01에 근접하게 정지마찰계수를 기록하고 평균 정지마찰계수를 계산한다.

(2) 측정은 10회 실시하며 첫 2회는 평균값 계산에서 제외시킨다. 단, 8회 측정값 중 평균값에서 0.05 이상 편차가 발생한 데이터는 추가로 제외시키고 제

외된 회수만큼 다시 측정한다.

- (3) <그림 4>는 수평 끌기형 마찰계수 측정기로 측정한 정지마찰계수와 인지적 판정기준(AHP ; Analytic hierarchy process)으로 측정한 위험영역 결과를 나타낸 그림이다. 판정영역은 3가지 영역으로 구분되며 기존의 연구결과와 유사한 범주를 나타낸다.(ANSI/NFSI B101.1보다 0.2~0.3 정도 높게 나타남)
- (4) <표 1>은 측정된 각 범위에 대한 위험성 정도와 대책방안을 ANSI/NFSI B101.1에 준하는 방식으로 나타낸 표이다.
- (5) 간이 측정기를 이용한 방법도 기본적으로 끌기형 마찰 측정기이므로 동일한 판정기준을 이용할 수 있다.
- (6) 단, 연마된 매끈한 타일, 대리석 및 요철이 있는 타일은 이러한 간이 측정 방식으로 정확하게 위험성을 판정할 수 없으므로 주의가 필요하다.



<그림 4> 수평끌기형 마찰 측정기의 정지마찰계수와 인지적 판정기준 비교

<표 1> 정지마찰계수로 분류한 위험성 정도 및 대책방안

정지마찰계수(μ)	위험성 정도	대책방안
$\text{SCOF} \geq 0.63$	낮은 미끄러짐 위험성	주기적으로 정지마찰계수를 감시하고 청결하게 유지할 것
$0.42 \leq \text{SCOF} < 0.63$	허용 가능한 미끄러짐 위험성	주기적으로 정지마찰계수를 감시하고 청결하게 유지하고, 접지력을 향상시킨 제품과 기술을 이용할 것
$\text{SCOF} < 0.42$	높은 미끄러짐 위험성	전문가의 자문을 받아야 하며 높은 접지력을 가진 제품으로 바닥을 교체할 것

6 측정결과 기록

측정결과 보고서는 최소한 다음과 같은 내용을 포함하여야 한다.

- (1) 시험된 보행로 및 표면 물질의 형태
- (2) 측정 지역 및 장소의 위치
- (3) 시험된 각 지역의 평균값
- (4) 시험된 장소의 설명(예, 그리스, 항상 젖음, 먼지, 손상된 타일 등)
- (5) 측정 장소의 온도 및 습도
- (6) 시험결과의 출력물
- (7) 검사자/기술자의 확인

7 측정 시 고려사항

7.1 측정장소 주변의 잠재적 위험성

- (1) 측정된 지역에 측정 시 사용한 물통, 종이타올 및 기타 측정에 사용된 물품을 남겨두지 말아야 한다. 측정 장소에 남겨진 물체에 걸려 사람들이 넘어질 수 있다.
- (2) 만일 다른 곳에서 시험을 빨리 마치고 되돌아올 예정이더라도 각각의 시험 후 바닥이나 보행로의 잔류물(물 등)을 닦아 내야 한다.
- (3) 현재 상황에 대해 사람들에게 위험을 알릴 수 있도록 안전콘, 방책 및 표지판을 설치하여야 한다.

7.2 측정 환경

- (1) 장비를 보관하거나 조작하기에 적합한 온도와 습도는 제조사의 설명서나 절차서에 나타나 있는 대로 따라야 한다. 부득이하게 직접 제작하여 사용한 경우에는 온도는 25 ± 2 °C, 습도는 50 ± 5 %(상대습도)가 되게 하는 것이 바람직하다.
- (2) 시험구역에서 정상상태로 고려되는 환경조건에서 정지마찰계수 측정이 수행되어야 하나 현장의 조건이 수시로 바뀔 수 있으므로 측정 시의 온도, 습도를 기록하고 실험실에서 측정 시와 동일조건으로 실험하여 보정토록 한다.