

이러한 문제는 건축물 안팎에서 바닥의 미끄럼에 의한 안전사고가 빈발함에 따라 보행자의 안전을 위한 법적, 제도적 대안을 마련하고자 해도 그 위해성에 관한 명확한 판단 근거를 찾지 못하는 원인이 되고 있다. 또한 보행 공간에서의 미끄럼 사고 예방을 위한 바닥재 선정이나 메인 터너스, 신제품 개발을 위한 목표 설정 등의 단계에서 지나친 낭비와 혼동을 초래하는 주된 요인으로도 작용하고 있다.

본 연구는 건축공학과 인간공학의 융복합 기술을 접목한 보다 고도화된 미끄럼 시험장치를 개발하기 위한 기초적 연구로서, 보행시 지면 마찰력(RCOF)과 바닥의 미끄럼 저항 특성¹⁾ 간의 연관성을 실험적으로 검토한 결과이다.

2. 보행 실험

2.1 실험계획

2.1.1 검사원

최근 1년간 하지에 상해를 입지 않고, 하지에 선천적인 기형, 정형 외과적 질환이나 변형이 없는 건강한 성인 남녀 각각 10명을 검사원으로 선정하였다. 검사원의 일반적 특징은 Table 1과 같다.

Table 1. Summary of panel for the gait analysis

(N=20)

Gender	Age	Height (cm)	Weight (kg)
Male	24.5±1.8	174.5±3.1	67.0±4.9
Female	22.9±2.0	163.0±3.1	51.2±4.6

2.1.2 바닥재 시료

바닥재 시료는 주로 표면 거칠기와 마찰저항에 차이가 있다고 판단되는 6종류의 시트 형상의 재료를 선정하였다. 시료의 개요는 Table 2와 같다.

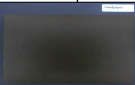
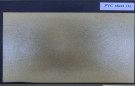
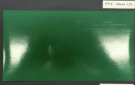


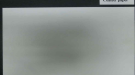
2.1.3 측정장치

보행 특성을 분석하기 위하여 3차원 동작 분석 시스템(3D motion analysis system)²⁾과 지면 반력기(force

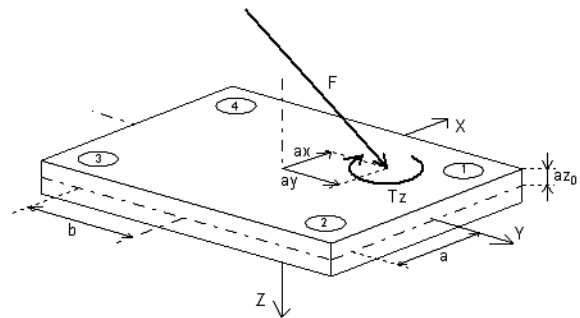
plate)³⁾를 이용하였다. 지면 반력기를 이용한 보행 하중 해석방법의 개요는 Figure 1과 같다. 동작 분석 시스템의 표본 추출률(sampling rate)은 120 Hz, 지면 반력기의 표본 추출률은 1,000 Hz로 각각 설정하였다.

적외선 카메라와 지면 반력 신호의 동조는 Vicon Motion Systems의 Data Station과 연결된 아날로그 신호제어 상자(analogue signal control box)를 통해 이루어진다. 보행 주기(gait cycle)와 마찰력에 대한 정규화(normalization)는 동작 분석 시스템에서 제공하는 polygon 프로그램을 이용하였다.

Table 2. Summary of the floor-covering specimens

Floor-covering samples			Notes
No.	Name	Shape	
1	Sandpaper		400 Grit
2	PVC ^a Sheet (1)		Interior Flooring
3	PVC Sheet (2)		Temporary Covering
4	PVC Sheet (3)		Windows Film
5	Rubber Sheet		Industrial Flooring
6	Coated Paper		Interior Film

^aPVC = Polyvinyl chloride.



- COFx = Fx/Fz : Coefficient of friction in x direction
- COFy = Fy/Fz : Coefficient of friction in y direction

Figure 1. Force plate and kinematic analysis

1) 표면 거칠기(Rz) 및 한국산업표준(KS)에 규정되어 있는 미끄럼 시험 방법에 의한 각종 물리량(C.S.R, BPN, SCOF)

2) Mx, Vicon Motion Systems Ltd., U.K.

3) Type 9286AA, Kistler Instrument AG, Winterthur, Switzerland.

2.2 실험방법

보행 실험에서는 6대의 적외선 카메라를 10m 길이의 보행로 앞쪽과 뒤쪽에 각각 3대씩 설치하였으며, 보행로 중앙부에 지면 반력기를 설치하고 그 위에 바닥재 시료를 양면테이프로 고정하여 실시하였다.

보행 속도는 메트로놈을 사용하여 편안한 속도로 보행하도록 한 후에 20% 빠른 속도와 느린 속도를 계산하여 속도를 통제하였다. 검사원들은 실험을 위한 복장을 착용하였으며 같은 제품의 면양말을 신게 하였다.

3차원 데이터를 수집하기 위하여 Plugin Gait 마커세트를 이용하였으며, Figure 2와 같이 14mm 구형 반사 마커를 검사원의 인체 해부학적 경계점인 좌우 후상장골극의 중간지점, 좌우 전상장골극, 좌우 대전자와 외측 대퇴관절 융기의 중간지점, 좌우 대퇴관절 융기, 좌우 외측 대퇴관절 융기와 족관절 외과의 중간지점, 좌우 족관절 외과, 좌우 종골의 중심, 제2중족골두 상면에 각각 부착하였다.



Figure 2. Attachment of the reflective markers

관절 회전 중심의 좌표 값을 얻기 위하여 Figure 3과 같이 동작 분석 시스템에 입력되는 기본 인체 계측자료를 측정하였다. 측정결과로부터 얻을 수 있는 수직 지면 반발력(F_z) 및 전후 전단력(F_y) 곡선의 예를 Figure 4에 나타낸다.

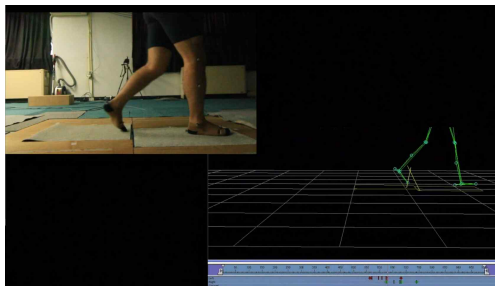


Figure 3. Scene of the gait analysis

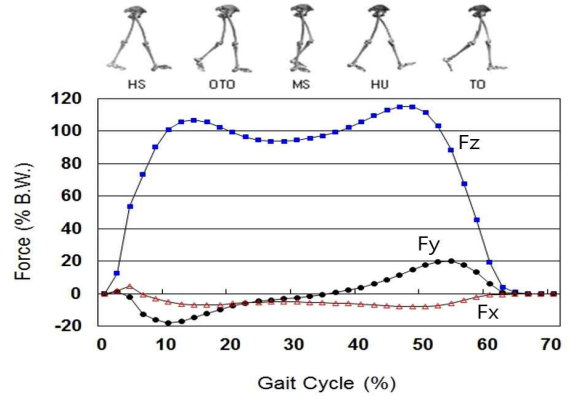


Figure 4. Ground reaction forces during stance phase of gait

검사원들에게는 간단한 준비운동을 한 후에 보행 연습을 충분히 하도록 한 다음, 바닥재 시료당 3회씩 보행하여 자료를 획득하였다.

2.3 실험결과

2.3.1 통계처리

자료의 통계처리를 위해 윈도우용 SPSS Ver. 20.0 프로그램을 사용하였다. 대상자의 통제된 보행 속도에 따른 각 시료의 지면 마찰력(RCOF; Required Coefficient of Friction)을 구하였다. 3가지 보행 속도에 따른 각 시료의 RCOF에 어떠한 차이가 있는지를 분석하기 위하여 반복 측정된 일요인 분산분석(one way repeated ANOVA)을 사용하였고, 조건 간의 차이를 알아보기 위하여 사후 분석으로 본페로니(Bonferroni) 분석을 사용하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 설정하였다.

2.3.2 보행 속도에 따른 시·공간적 보행 변수

대상자들은 각 시료가 설치된 보행로를 지나면서 적외선 카메라를 통하여 마커의 신호를 받아 각 보행 변수를 측정하였다. 메트로놈에 의해서 통제된 3가지 보행 속도별로 측정된 시·공간적 보행 변수는 분당 보행 수(cadence), 보폭(stride length), 보간 거리(step length), 보행 속도(walking speed)이다.

3가지 보행 속도에 따른 시·공간적 보행 변수를 Table 2에 나타낸다. 시료 종류에 관계없이 보행 속도가 증가함에 따라 보간 거리, 보폭, 분당 보행 수 모두 증가하였다.

Table 2. Gait variables according to walking speed

Gait variables	Walking speed		
	Fast	Comfortable	Slow
Cadence (step/min)	132.16±5.18	111.99±5.38	91.46±6.62
Gtride length (m)	1.37±0.08	1.35±0.28	1.34±0.12
Step length (m)	0.70±0.09	0.69±0.29	0.68±0.08
Walking speed (m/s)	1.50±0.07	1.26±0.11	1.02±0.09

2.3.3 보행 속도와 RCOF의 관계

3가지 보행 속도로 보행했을 때 발생하는 각 시료의 RCOF를 Table 3 및 Figure 5에 나타낸다. F 검정 결과 모든 시료의 경우에서 보행 속도별 RCOF는 유의하게 증가하였다 ($p < .05$). 사후검정 결과는 느린 속도와 보통 속도 사이에는 유의한 차이가 없었고, 느린 속도와 빠른 속도 및 보통 속도와 빠른 속도 사이에서는 RCOF가 유의하게 증가하였다 ($p < .05$). 즉 보행 속도가 정상보다 빨라질수록 RCOF 값이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.

Table 3. Relationship between walking speed and RCOF

Sample No.	Walking speed			F	p
	Fast	Comfortable	Slow		
1	.36±0.10	.33±0.08	.30±0.08	16.470	.00
2	.33±0.08	.30±0.05	.28±0.06	20.644	.00
3	.33±0.06	.31±0.06	.30±0.07	16.115	.00
4	.28±0.05	.27±0.06	.25±0.06	12.455	.00
5	.37±0.09	.33±0.08	.31±0.08	19.266	.00
6	.30±0.08	.27±0.07	.25±0.08	19.243	.00

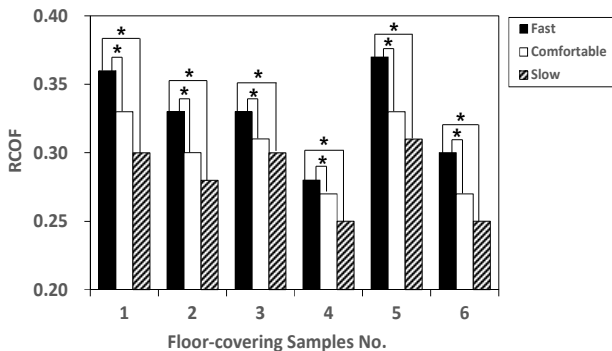


Figure 5. RCOF values according to walking speeds

3. 미끄럼 실험

3.1 실험계획

3.1.1 시료의 표면상태

미끄럼 실험을 위한 시료의 표면상태는 건조(dry) 및 습윤(wet)의 2가지 조건으로 설정하였다.

건조상태는 시료 표면을 깨끗한 물에 적신 수건으로 닦고 마른 수건으로 물기를 완전히 제거한 후에 표준상태 (23 ± 2) °C, 상대습도 (50 ± 10) %에서 24시간 건조시킨 상태로 하였다.

습윤상태의 경우는 시험방법⁴⁾에 따라 표면매개물(오염 물질)이 제각기 다른 점을 감안하여, 본 연구에서는 시험 조건의 일관성을 위해 BS EN 13287⁵⁾에 규정한 질량비 0.5 %의 세제 수용액을 약 400 g/m² 비율로 시료 표면에 산포한 상태로 하였다.

3.1.2 미끄럼편

시료 표면과 접촉하여 마찰 저항을 발생시키는 미끄럼편은 대개 고무시트를 소정의 크기로 절취하여 사용하고 있으며, 시험방법에 따라 고무 재질을 달리 규정하고 있다.

KS M 3510:2010(고분자재 바닥재 시험방법)의 “경사 인장식 바닥 미끄럼 시험방법”에서는 “Shore A 75~80, 두께 3~6mm, 크기 70×80mm의 합성고무”를 사용한다.

KS F 2375:2001(노면의 미끄럼 저항성 시험방법 (BPT))의 경우는 시험 목적이 (도로·활주로 등의) 노면에 대한 미끄럼 저항성을 측정하기 위한 것이며, 미끄럼편(slides)으로서 “크기 6×25×76mm의 고무 조각⁶⁾”을 사용하도록 규정되어 있다. 동일한 시험장치를 보행 바닥의 미끄럼 저항 측정에도 많이 이용하고 있으며 이 경우에는 통상 영국 HSE(Health and Safety Executive)에

- 4) 본 연구에서는 경사 인장식 바닥 미끄럼 시험(KS M 3510:2010), 영국식 흔들이식 미끄럼 저항성 시험(KS F 2375:2001), 정적 미끄럼 저항성 시험(KS L 1001:2010, ※2013.10.26.부로 개정되면서 동적 미끄럼 저항성 시험방법으로 대체됨)의 3가지 시험방법을 적용하였다.
- 5) BS EN 13287:2004 (Personal protective equipment - Footwear - Test method for slip resistance)
- 6) KS F 2375:2001에서는 고무 재질을 별도로 명시하지 않고 있으나, 포장도로의 타이어 미끄럼에 대해서는 TRRL Rubber(IRHD 55)를 사용한다.

서 제안한 같은 크기의 4S 고무(IRHD 96)를 사용한다. KS L 1001:2010(도자기질 타일)의 “정적 미끄럼 저항성 시험방법”에서는 “IRHD (96±2), 두께 3mm, 크기 75×75mm의 4S 고무”를 사용한다.

한편 2013년에 개정된 KS L 1001:2013에서는 “동적 마찰계수 시험장치(BOT-3000E)”의 미끄럼편에 대하여, “타일과 접촉되는 부위의 고무 재질은 IRHD 90 이상을 만족하는 SBR, 4S 고무판 또는 neolite 고무판으로 한다.”라고 규정하고 있다. 또한 KS M ISO 7619-1(가황 고무 및 열가소성 고무 - 압입경도 측정방법 - 제1부: 듀로미터법(쇼어 경도))의 부속서 A 등에서는 Shore A와 IRHD 값이 거의 1:1로 대응하는 것으로 명시하고 있다.

따라서 본 연구에서는 미끄럼편으로 사용하는 고무의 경도가 동등할 경우 재질은 크게 중요하지 않다고 판단하여, 미끄럼편의 재질을 합성고무(SBR) 1종류로 하고 경도는 Shore 75 및 Shore 95의 2종류로 하였다.

3.2 실험방법

각 시료의 미끄럼 저항 특성을 파악하기 위하여 한국산업표준(KS) 등에서 규정하고 있는 3가지 시험방법, 즉 경사 인장식 바닥 미끄럼 시험(KS M 3510:2010), 영국식 미끄럼 저항 시험(KS F 2375:2001), 정적 미끄럼 저항성 시험(KS L 1001:2010)을 적용하였다. 또한 이들 시험에 의한 측정값과의 비교를 위해 표면 거칠기를 함께 측정하였다. 시험방법별 실험 전경을 Figure 6에 나타낸다.

3.2.1 경사 인장식 바닥 미끄럼 시험

경사 인장식 미끄럼 시험장치(O-Y·PSM; O-Y Pull Slip Metr)를 이용하여, 측정개소가 겹치지 않는 위치에서 총 3회 미끄럼저항계수(C.S.R; Coefficient of Slip Resistance)를 측정하여 평균값을 산출하였다.

3.2.2 영국식 미끄럼 저항 시험

영국식 미끄럼 저항 시험장치(BPT; British Pendulum Tester)를 이용하여, 측정개소가 겹치지 않는 위치에서 총 5회 동적 마찰계수(BPN; British Pendulum Number)를 측정하여 평균값을 산출하였다.

3.2.3 정적 미끄럼 저항성 시험

정적 마찰계수 시험장치(DPM; Dynamometer Pull

Meter)를 이용하여, 3개의 시료에 대해 총 12회 정적 마찰계수(SCOF; Static Coefficient of Friction)를 측정하여 평균값을 산출하였다.

3.2.4 표면 거칠기 측정

휴대용 표면조도 측정기(Surtronic Duo)를 이용하여, 시료의 중앙부 1개소와 가장자리 2개소에서 총 15회 10 점 평균 거칠기(Rz)를 측정하여 평균값을 산출하였다.

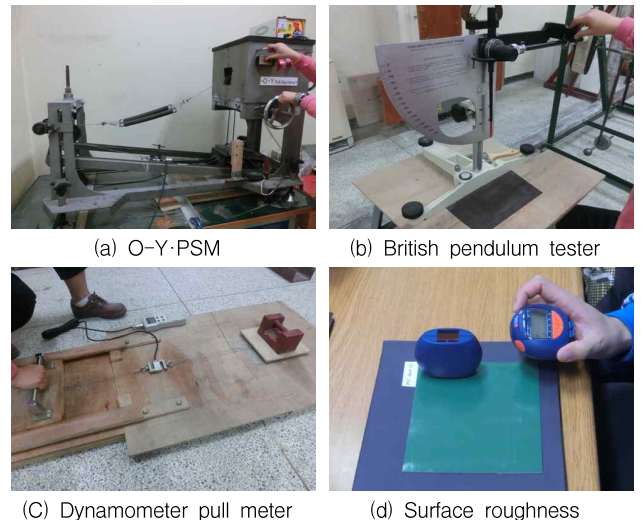


Figure 6. Slip resistance testing

3.3 실험결과

3.3.1 미끄럼저항계수(C.S.R)

O-Y·PSM으로 측정한 표면상태별 C.S.R을 Table 4 및 Figure 7에 나타낸다. 국가표준에서 경사 인장식 바닥 미끄럼 시험방법을 채용하고 있는 한국(KS M 3510), 일본(JIS A 1454), 대만(CNS 3299-12) 등에서 적용하고 있는 C.S.R의 평가기준은 Table 5와 같다[7].

표면이 건조상태인 경우에는 모든 시료의 C.S.R이 0.4 이상으로서 안전하지만, 습윤상태에서는 시료 No. 3(PVC 시트(2))과 No. 4(PVC 시트(3))의 C.S.R이 각각 0.31, 0.32로 저하되어 보행시 미끄러지기 쉬운 상태가 되는 것으로 나타났다. 그 외 시료의 경우는 습윤상태에서도 미끄럼에 대해 안전한 상태를 유지하고 있다.

Table 4. Slip test results using O-Y-PSM

Sample No.	C.S.R			
	Dry		Wet	
	Mean	SD	Mean	SD
1	0.93	0.01	0.94	0.01
2	0.79	0.01	0.58	0.02
3	0.74	0.02	0.31	0.01
4	0.68	0.01	0.32	0.01
5	0.54	0.01	0.62	0.01
6	0.61	0.01	0.65	0.02

Table 6. Slip test results using BPT

Sample No.	BPN			
	Dry		Wet	
	Mean	SD	Mean	SD
1	105	2.07	100	2.49
2	86	1.64	26	1.73
3	106	0.84	21	1.34
4	117	1.64	13	0.55
5	110	1.87	20	0.89
6	90	2.88	24	1.73

Table 5. Evaluation criteria of C.S.R

Types of floors	Criteria
Horizontal surface	C.S.R \geq 0.4
Ramps (Angle of inclination: θ)	CSR - $\sin\theta \geq$ 0.4

Table 7. Slip potential classification (PTV)

PTV ^a	Slip risk potential
0 - 24	High
25 - 35	Moderate
36 +	Low

^aPTV(Pendulum Test Values) = BPN(British Pendulum Number).

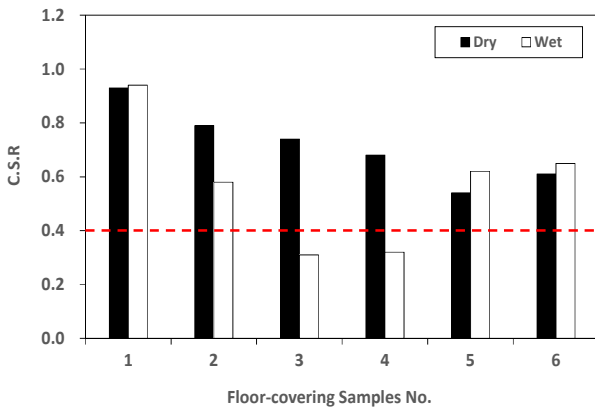


Figure 7. Test results of C.S.R

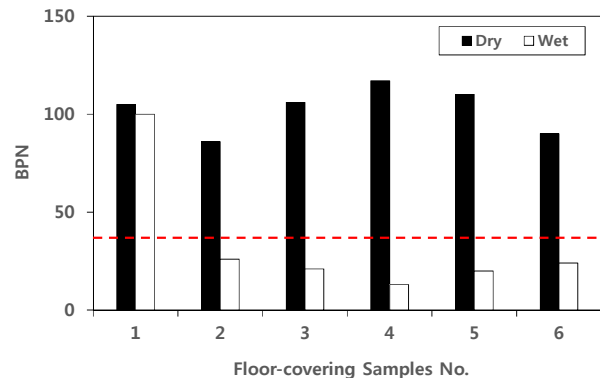


Figure 8. Test results of BPN

3.3.2 동적 마찰계수(BPN)

BPT로 측정된 표면상태별 BPN을 Table 6 및 Figure 8에 나타낸다. 영국 UKSRG(UK Slip Resistance Group) 가이드라인(2005)에서는 BPN의 평가기준을 Table 7과 같이 제시하고 있다.

표면이 건조상태인 경우에는 모든 시료의 BPN이 36을 훨씬 초과하여 미끄러질 염려가 없지만, 습윤상태에서는 시료 No. 1(Sandpaper)을 제외한 나머지 시료의 BPN이 13~26으로 급격히 저하되어 보행시 미끄러질 위험성이 상당한 것으로 나타났다.

3.3.3 정적 마찰계수(SCOF)

DPM으로 측정된 표면상태별 SCOF를 Table 8 및 Figure 9에 나타낸다. KS L 1001:2010 및 미국 OSHA (Occupational Safety and Health Administration)에서는 SCOF의 최소기준으로 0.5 이상, ADA(Americans with Disabilities Act)에서는 0.6 이상(경사로는 0.8 이상)을 요구하고 있다. 또한 ANSI/NFSI B101.1-2009⁷⁾에서는 젖은 상태의 바닥에 대한 SCOF의 평가기준을 Table 9와 같이 제시하고 있다.

7) ANSI/NFSI B101.1-2009 (Test Method for Measuring Wet SCOF of Common Hard-Surface Floor Materials)

표면이 건조상태인 경우에는 모든 시료의 SCOF가 0.48~1.17로서 비교적 안전한 것으로 나타났다. 그러나 습윤상태에서는 건조상태에 비해 SCOF가 오히려 증가하는 현상을 보이고 있다. 이는 젖은 바닥 표면과 미끄럼편 사이에서 발생하는 고착(sticktion)⁸⁾때문인 것으로 판단된다.

Table 8. Slip test results using DPM

Sample No.	SCOF			
	Dry		Wet	
	Mean	SD	Mean	SD
1	1.17	0.13	1.25	0.13
2	0.55	0.06	0.88	0.08
3	0.56	0.05	0.63	0.04
4	0.48	0.05	0.50	0.04
5	0.60	0.06	1.05	0.13
6	0.54	0.03	0.77	0.07

Table 9. Three traction ranges according to the measured SCOF

Wet SCOF value (μ)	Available traction
$\mu \geq 0.60$	High traction - Lower probability of slipping
$0.40 \leq \mu < 0.60$	Moderate traction - Increased probability of slipping
$\mu < 0.40$	Minimal available traction - Higher probability of slipping

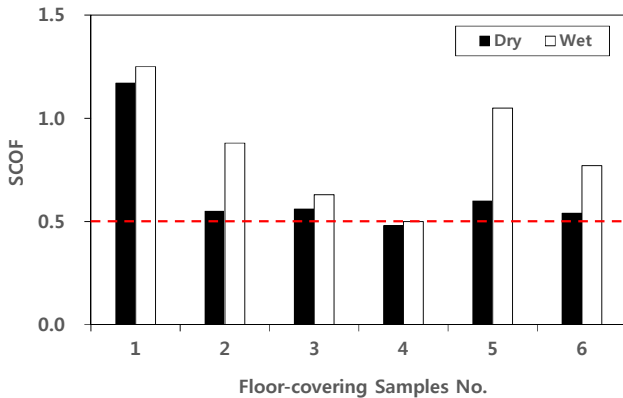


Figure 9. Test results of SCOF

3.3.4 표면 거칠기

각 시료의 표면 거칠기(Rz)를 측정된 결과를 Table 10

8) 수평 인장형 미끄럼 시험장치로 젖은 바닥의 미끄럼을 측정할 때 바닥과 미끄럼편 간에 일시적 접착력이 생겨 비현실적으로 높은 미끄럼 저항을 일으키는 현상을 말한다.

에 나타난다. 영국 UKSRG 가이드라인(2005)에서는 물에 젖은 보행로 바닥(Water-wet Pedestrian Areas)의 미끄럼 위험성 평가를 위한 참고값으로서 Rz의 등급을 Table 11과 같이 제시하고 있다.

시료 No. 1(Sandpaper), No. 4(Rubber Sheet), No. 6(Coated paper)의 경우는 Rz가 각각 66.2 μm , 13.6 μm , 28.0 μm 로서 미끄러질 개연성이 크지 않으나, 표면이 평활하고 매끈한 시료 No. 2(PVC 시트(1)), No. 3(PVC 시트(2)), No. 4(PVC 시트(3))의 경우는 Rz가 2.2~7.9 μm 로서 보행시 미끄러질 위험성이 큰 것으로 나타났다.

Table 10. Measuring results of roughness

Sample No.	Roughness Rz (μm)		
	Mean	SD	Range
1	66.2	5.45	59.3 - 74.5
2	7.9	1.31	6.2 - 11.9
3	2.2	0.57	1.6 - 3.7
4	2.2	0.52	1.2 - 3.0
5	13.6	2.08	11.1 - 16.5
6	28.0	2.26	25.2 - 33.3

Table 11. Slip potential classification (Rz values)

Rz Surface Roughness	Slip Potential
Below 10 μm	High
10 - 20 μm	Moderate
20 + μm	Low

3.3.5 미끄럼 저항에 관한 물리량 간의 연관성

각 미끄럼 시험장치로 측정된 물리량(C.S.R, BPN, SCOF)과 표면 거칠기(Rz) 및 RCOF 사이의 연관성을 검토해보기 하였다. 각 인자 간의 상관관계를 Table 12에 나타낸다. 통계학적 유의수준은 .05로 설정하였다. 3가지 보행 속도에서의 RCOF 간에는 상관계수가 크고 유의하기 때문에 보통 속도를 대푯값으로 하였다.

지면 반발력으로 산출한 RCOF와 각 미끄럼 시험장치로 측정된 물리량 간에는 어떠한 상관성도 인정되지 않았다. RCOF의 경우 실험조건에 따른 값의 변동이 심하고 미끄럼 특성으로서의 해석도 연구자마다 천차만별인 점 [8], 각종 미끄럼 시험장치는 당초 보행 분석 결과에 기초하여 개발되고 이후 장기간의 경험을 토대로 개량되어 왔

다는 점 등을 감안하면, RCOF 자체만으로는 바닥의 미끄럼 특성을 정확하게 평가할 수 없을 것으로 판단된다.

Rz의 경우는 특히 C.S.R (W), BPN (W), SCOF (D)와의 상관계수가 크고 유의하여, 상대적으로 바닥 표면의 미끄럼 저항이 작은 경우에 미끄럼 시험장치로 측정된 물리량과의 상관성이 큰 것으로 나타났다.

C.S.R의 경우는 건조상태와 습윤상태의 측정값에 유의한 상관성이 없어, 시험조건으로서 표면상태(표면매개물)⁹⁾가 대단히 중요한 요인이라는 것을 알 수 있다. C.S.R (D)는 다른 시험장치에 의한 물리량과 유의한 관계를 보이지 않지만, C.S.R (W)는 BPN (W), SCOF (D), SCOF (W)와 유의한 상관성을 나타내었다.

Table 12. Pairwise correlation matrix for slip propensity parameters

RCOF (C) ^a	0.39	0.30	0.47	0.17	0.53	0.62	0.77
—	Rz	0.56	0.91*	-0.10	0.94*	0.93*	0.78
—	—	C.S.R (D)^b	0.40	-0.14	0.78	0.72	0.36
—	—	—	C.S.R (W)^c	-0.31	0.82*	0.81*	0.92*
—	—	—	—	BPN (D)	-0.02	0.08	-0.17
—	—	—	—	—	BPN (W)	0.99*	0.77
—	—	—	—	—	—	SCOF (D)	0.80
—	—	—	—	—	—	—	SCOF (W)

* denotes statistical significance.

^a(C) = Comfortable walking, ^b(D) = Dry, ^c(W) = Wet.

BPN의 경우에도 건조상태와 습윤상태에서의 측정값은 전혀 관계가 없는 것으로 나타났다. KS F 2375:2001의 시험방법에서는 바닥의 표면상태와 관련하여 “공시체 표면에 완전하게 충분히 물을 적신다.”라고만 규정되어 있다. 이는 이 시험장치의 원래 목적인 도로나 활주로 등의 미끄럼 방지성(Anti-skid) 시험을 위한 것으로, 향후 실제 보행 환경과 부합하는 시험조건으로의 개정이 필요할 것으로 판단된다. BPN (D)는 다른 시험장치에 의한 물리

9) KS M 3510:2010에서는 “시험편의 표면 상태”에 대하여 6가지의 표면상태(건조, 분체, 수돗물, 분체 현탁액, 식용유, 기타) 중에서 목적(실제 사용조건)에 따라 선택하도록 규정하고 있다.

량과 연관성이 없지만, BPN (W)는 C.S.R (W), SCOF (D)와 유의한 상관성을 나타내었다.

SCOF의 경우는 건조상태와 습윤상태의 측정값 간에 상관계수는 큰 편이지만 유의하지는 않다. KS L 1001:2010의 시험방법에서는 표면상태를 “건조”와 “습윤”으로 구분하고, “습윤”의 경우는 “시험편 표면에 물과 습윤제(증류수 250 ml 에 습윤제 3방울) 용액으로 흠뻑 젖게” 하여 시험하도록 규정하고 있다. 이러한 시험조건과 시험방법은 예컨대 바닥재 제조사의 품질시험실에서 품질관리를 위해 시료 표면의 마찰력을 상대평가 하는 것 외에는 의미를 찾기 힘들다.

4. 결 론

본 연구에서는 새롭게 미끄럼 시험장치를 개발하기 위한 기초적 자료를 확보하기 위하여, 보행시 지면 마찰력(RCOF)과 표면 거칠기(Rz) 및 KS에 규정되어 있는 3가지 미끄럼 시험장치로 측정된 물리량(C.S.R, BPN, SCOF) 간의 연관성을 실험적으로 분석하였다. 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) 바닥의 미끄럼 정도에 관계없이 보행 속도가 증가할수록 보간 거리, 보폭, 분당 보행 수 모두 증가하였다.
- 2) 보행 속도가 정상보다 빨라질수록 RCOF 값이 유하게 증가하였다.
- 3) RCOF와 미끄럼 시험장치에 의한 물리량 간에는 상관성이 거의 없으며, RCOF 값만으로는 바닥의 미끄럼 특성을 정확하게 평가하기 힘들다.
- 4) Rz는 바닥 표면의 미끄럼 저항이 작은 경우에 미끄럼 시험장치에 의한 물리량과 상관성이 높게 나타났다.
- 5) KS M 3510:2010의 경사 인장식 바닥 미끄럼 시험에 의해 산출되는 C.S.R은 표면상태(표면매개물)가 대단히 중요한 비중을 차지하였다.
- 6) KS F 2375:2001의 영국식 미끄럼 저항 시험은 포장도로에서 타이어의 미끄럼 방지성(Anti-skid) 평가를 목적으로 하는 것이므로, 보행용 바닥의 미끄럼 저항성 평가에 BPN을 적용하기 위해서는 시험조건을 보완할 필요가 있을 것으로 판단된다.
- 7) KS L 1001:2010의 정적 미끄럼 저항성 시험에 의한 SCOF는 일정한 시험조건 하에서의 마찰력 상대

평가 외에는 큰 의미가 없으므로 적용에 제한이 따를 것으로 판단된다.

요 약

바닥의 미끄럼 저항은 보행자 안전을 위해 반드시 필요한 성능이다. 본 연구는 실제 인간의 미끄럼과 잘 대응하는 미끄럼 시험장치를 개발하기 위한 기초적 연구로서, 지면 마찰력(RCOF)과 표면 거칠기(Rz) 및 3가지 미끄럼 저항계수(C.S.R, BPN, SCOF) 간의 상관성을 분석하였다. 보행 속도가 증가할수록 보간 거리, 보폭, 분당 보행 수 모두 증가하며, 보행 속도와 RCOF 간에는 유의한 상관성이 있었다. 그러나 RCOF와 각 미끄럼 저항계수 간에는 상관성이 거의 없기 때문에 RCOF만으로는 바닥의 미끄럼 저항 특성을 파악하기 힘들다.

키워드 : 보행자 안전, 바닥 미끄럼, 시험장치, 지면 마찰력, 미끄럼 저항계수

Acknowledgement

This study was supported by the 2012 Research Grant of Hanseo University.

References

1. Kim JS, Comparison of three different slip meters under various contaminated conditions, *Saf Health Work*, 2012 Mar;3(1): 22-30.
2. Grönqvist R, Hirvonen M, Toiv A, Evaluation of three portable floor slipperiness testers, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2000 Jan;25(1):85-95.
3. Shin YH, Choi SK, Development of calibration equation of portable slip meter(ONO · PPSM) through comparative test of O-Y · PSM and ONO · PPSM, *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, 2009 Oct;9(5):157-63.
4. Andres R, Chaffin D, Ergonomic analysis of slip-resistance measurement devices, *Ergonomics*, 1985 Jul;28(7):1065-79.
5. Ono H, Kawata A, Miyaki M, Kawamura S, Konishi T, Mikami T, Hashida H, Yoshioka M, Study on the slipperiness of building floors and it' s method of evaluation: Part 3 Design and development of a new slipperiness tester, *Transactions of the Architectural Institute of Japan*, 1984 Dec;(346):1-8.
6. Choi SK, Kim DH, Testing and evaluation of slipperiness of the ceramic tile and stone for floors, *Journal of the architectural institute of Korea Structure & Construction*, 2004 Jul;20(7):101-10.
7. Ono H, Sudoh T, Takeda K, Study on the slipperiness of building floors and it' s method of evaluation: Part 4 Evaluating method of the slipperiness of building floors, *Journal of structural and construction engineering*, 1985 Oct;(356):1-8.
8. Miller J, "Slippery" work surfaces: Towards a performance definition and quantitative coefficient of friction criteria, *Journal of Safety Research*, 1983 Winter;14(4):145-58.