

# A Study on Floor Slip Resistance Standard and Test Method for BF Certification

BF인증을 위한 바닥 마감재 미끄럼 성능기준 및 측정방법에 대한 연구

Shin, Dong-Hong\* 신동홍 | Seong, Ki-Chang\*\* 성기창 | Park, Kwang-Jae\*\*\* 박광재

## Abstract

**Purpose:** There are no clear criteria for slip performance in the BF certification process, so the evaluator relies on subjective judgments depending on the field situation. Physical criteria for determining the slip performance of various floor finishes are not clear. C.S.R., the only criterion currently being used to check slip performance, may raise questions about its coverage, feasibility and reliability. **Method:** For an analysis of domestic standards and status, KS L 1001, KS M 3510, and KS F 2375. External standards are analyzed for ADA Standard, ANSI Standard, and BS EN Standard. Analyze the test methods and evaluation criteria of O-Y-PSM, BPT, and the dynamic slip resistance test used in these criteria. It also presents an improvement plan for the rational presentation of standards. **Results:** To date, various kinds of test methods and measuring devices of the slip resistance coefficient have been developed, but there are not many ways to trust useful results related to user safety. Reliability and thoroughly verified test methods and criteria should be used to assess the slip performance of the floor. In order to improve the standard for the evaluation of slip performance in Korea, the existing standard should first be raised to the same level as the overseas standard, and the application of the discriminatory standard should be applied considering the characteristics and usage patterns of each space. **Implication:** Currently, Korean standards propose various test methods, but the proper use of test methods, scope and assessment criteria are not established, so improvement of the comprehensive standard is necessary.

**Keywords:** Floor Slip resistance Standard, C.S.R, BPN, DCOF, Barrier Free

**주 제 어:** 바닥 마감재 미끄럼 저항 기준, 미끄럼 저항계수, 영국식 미끄럼 저항, 동적 미끄럼 저항계수, 장애물 없는 생활환경

## 1. Introduction

### 1.1 Background and Purpose

우리나라는 건축물의 실내공간에서 발생하는 다양한 안전 사고 방지를 위해 2014년 “건축법”을 일부 개정하여 실내건축에 마감재에 대한 기준을 부령으로 정하도록 하였으며, 이에 대한 설치기준의 제시를 위해 2015년 “실내건축의 구조·

시공방법 등에 관한 기준”을 마련하였다. 이 기준에서는 건축물 진입부분, 공용복도 등의 바닥은 미끄럼을 방지할 수 있는 구조 및 재료로 마감하도록 규정하고 있다. 또한 화장실, 욕실, 샤워실, 조리실 등 물을 사용하는 공간의 바닥은 물에 젖어도 미끄럽지 않은 재질로 마감하고, 도자기 타일로 마감하는 경우에는 KS L 1001<sup>1)</sup>의 미끄럼 저항성 마찰기준에 적합한 제품을 사용하도록 하고 있다.

장애물 없는 생활환경(BF)과 관련해서는 “장애인·고령자 등 주거약자 지원에 관한 법률(국토교통부)”, “장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률(보건복지부)”, “교통약자의 이동편의 증진법(국토교통부)” 등에서 외부 보행로 및

\* Member, Lecturer, Dr.-Ing., Dept. of Universal Architecture, Korea National University of Welfare (Primary author: sdh1215@naver.com)

\*\* Vice President, Professor, Dr.-Ing., Dept. of Universal Architecture, Korea National University of Welfare (Corresponding author: sck@knuw.ac.kr)

\*\*\* Member, Professor, Ph.D., Dept. of Universal Architecture, Korea National University of Welfare

1) 국가기술표준원, 2018

건축물 내부의 주요 바닥재에 대해 미끄럽지 않은 재질로 마감하도록 규정하고 있다. 또한 “장애물 없는 생활환경(BF) 인증심사기준 및 수수료기준등<sup>2)</sup>”에서도 건축물의 접근로, 복도, 계단, 경사로, 위생시설 등에 대해 미끄럽지 않은 재질의 마감재를 사용하도록 인증지표 및 기준으로 다음 [Table 1]과 같이 명시하고 있다.

[Table 1] Evaluation Criteria of BF Certification

Category	Evaluation Criteria
Connection Facilities	• 미끄러질 염려가 없는 재질, 기준 없음
Interior Facilities	• 복도, 계단 : 미끄럽지 않은 재질, 기준 없음 • 경사로: 미끄럼 방지용 타일, 기준 없음
Sanitary Facilities	• 화장실, 욕실, 샤워실 : 물이 묻어도 미끄럽지 않은 타일 등, 기준 없음
Other Facilities	• 객실: 미끄럽지 않은 재질, 기준 없음

출처) 국토교통부, 2018

그러나 바닥 마감재의 미끄럼 성능을 규정하고 있는 모든 법률과 장애물 없는 생활환경(BF) 인증 기준은 “미끄럽지 않음”에 대한 명확한 기준을 제시하고 있지 못하고 있다. “실내건축의 구조·시공방법 등에 관한 기준”에서 제시하고 있는 KS L 1001, 그리고 “안전확인대상생활용품의 안전기준, 부속서 18 (미끄럼방지타일)”에서는 미끄럼방지타일 및 현장시공 바닥재 등의 정적미끄럼계수 또는 습윤상태의 동적미끄럼계수의 기준을 제시하고 있으나 관련 법규 또는 BF인증을 위한 기준으로는 사용되지 않고 있다.

BF인증 과정에서는 미끄럼 성능에 관련된 명확한 기준이 없어 현장상황에 따라 평가자의 주관적 판단에 의존하고 있으며, 경우에 따라 KS M 3510 시험법에 의한 바닥 마감재의 C.S.R<sup>3)</sup> (미끄럼 저항 계수, Coefficient of slip resistance)을 요구하기도 한다. 그러나 다양한 바닥 마감재의 미끄럼 성능을 확인할 수 있는 물리적 기준이 명확하지 않고, 현재 미끄럼 성능 확인을 위해 사용하고 있는 유일한 기준인 C.S.R의 적용 범위와 타당성 및 신뢰성에 대한 문제가 제기될 수 있다.

본 연구에서는 건축물의 바닥 마감재 미끄럼 성능 관련 국내외 기준을 비교하여 관련 법규 및 장애물 없는 생활환경(BF)인증 기준으로 활용할 수 있는 바닥 마감재의 미끄럼 성능 기준의 개선 방안을 제시하고자 한다.

2) 장애물 없는 생활환경(BF) 인증심사기준 및 수수료기준등, [별표 5] 건축물 인증지표 및 기준(제2조 관련)

3) 국가기술표준원, 2010b

## 1.2 Methods of Research

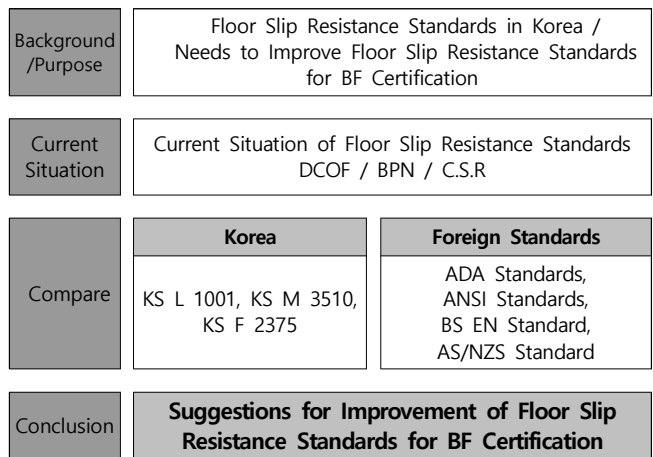
연구의 방법은 국내의 건축물 바닥 마감재 관련 시험방식과 기준을 검토하고 해외의 기준과 비교하여 합리적인 기준의 개선방안을 도출한다. 국제기준의 경우에는 미끄럼 저항 관련 기준이 건축물의 바닥 마감재가 아닌 작업환경 및 신발에 대한 기준이므로 본 연구의 분석대상에서는 제외시켰다.

기초적 조사를 위해서는 국내·외 미끄럼 저항계수 측정방법 및 기준의 현황분석을 통해 나타난 경사 인장식 바닥 미끄럼 시험(C.S.R), 영국식 미끄럼 저항 시험(BPN), 동적 미끄럼 저항 시험(DCOF), 대표적인 3가지의 측정방식의 장단점을 분석한다.

국내 및 해외에서 주로 사용되고 있는 미끄럼 저항계수 측정방법 및 기준의 비교 및 개선방안 도출을 위해서는 KS L 1001, KS M 3510, KS F 2375 등을 검토하고, 해외의 기준은 ADA Standard, ANSI Standard, BS EN Standard, AS/NZS Standard 등을 분석한다.

현황분석과 국내·외 기준의 비교·분석을 통해, BF인증시 적용 가능한 합리적 측정방법과 평가기준의 설정을 위한 개선 방안을 제시한다.

본 연구의 진행과정은 다음 [Figure 1]과 같다.



[Figure 1] Study Flowchart

## 2. Analysis of Current Situation

### 2.1 Status of relevant Raws and Standards

건축물 바닥 마감재의 미끄럼 방지 관련 내용을 제시하고 있는 현행 법규로는 [건축법], [실내건축의 구조·시공방법 등에 관한 기준], [안전확인대상생활용품의 안전기준], [장애인·고령자 등 주거약자 지원에 관한 법률], [장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률], [교통약자의 이동편의 증진법], [장애물 없는 생활환경 인증에 관한 규칙] 등이 있다.

[건축법]에서는 “제52조 건축물의 마감재료 ③ 욕실, 화장실, 목욕장 등의 바닥 마감재료는 미끄럼을 방지할 수 있도록 국토교통부령으로 정하는 기준에 적합하여야 한다.” 라고 밝히고 있으나, 이와 관련된 별도의 기준을 제시하고 있지는 않다.

[실내건축의 구조·시공방법 등에 관한 기준] 제5조에서는 바닥 마감재의 미끄럼 기준에 대해 미끄럼을 방지할 수 있는 구조 및 재료로 시공하도록 하고, KS L 1001에서 제시하고 있는 미끄럼 방지 타일을 사용하도록 하고 있다.

[안전확인대상생활용품의 안전기준]<sup>4)</sup>은 원칙적으로 욕실에 설치되는 미끄럼 방지 타일에 대한 미끄럼 성능 기준을 규정하고 있으며, 성능 실험 방법은 KS L 1001에 따르면 성능 기준은 습윤 상태에서의 동적 마찰계수로 표시하고 0.4 이상을 기준값으로 하고 있다. 또한 현재와 같이 바닥 마감재의 미끄럼 성능에 대한 명확한 기준이 없는 경우에는 참고적 자료로 활용하도록 하고 있다.

[장애인·고령자 등 주거약자 지원에 관한 법률], [장애인·노인·임상부 등의 편의증진 보장에 관한 법률], [교통약자의 이동편의 증진법], [장애물 없는 생활환경 인증에 관한 규칙] 등에서는 미끄럼 방지가 필요한 장소는 규정하고 있으나, 미끄럼 성능에 관련된 명확한 기준은 제시하지 못하고 “미끄럽지 않은 재질”, “물에 젖어도 미끄럽지 않은 재질”을 사용하도록 하고 있다.

따라서, 현재 법률적으로 정하고 있는 건축물 바닥 마감재에 대한 기준은 욕실용 미끄럼 방지 타일에 대한 기준이 유일하며, 이를 참고로 하여 다른 바닥 마감재의 미끄럼 성능에 대한 평가는 가능한 것으로 분석된다.

한국공업표준규격(KS)에서는 실내·외용 바닥 마감재의 미끄럼 성능에 관련된 시험방법 및 기준을 제시하고 있다. 현재 이러한 기준 중에는 미끄럼 방지 타일의 성능 확인을 위한 KS L 1001만이 관련법에 의거하여 안전 기준으로 사용되고 있으며, 다른 기준은 업계 자율 인증 기준으로 사용되고 있다.

한국공업표준규격(KS)에서 규정하고 있는 바닥 마감재 관련 기준은 실내용, 실외용, 도자기 타일(미끄럼 방지) 등이 있다. 실내용의 경우에는 미끄럼 성능에 대한 시험방법 및 기준이 없거나, 시험방법만을 제시하고 기준값을 규정하지 않고 있다. [Table 2]는 바닥 마감재의 성능기준을 규정하고 있는 KS에서 언급된 미끄럼 성능 관련 항목이다. 비닐계 바닥재와 고분자계 바닥재의 성능 기준에서만 미끄럼 성능 측정방법에 대해서만 언급하고 있다.

실외용 및 도자기 타일의 경우에는 미끄럼 성능에 대한 시험방법 및 기준을 [Table 3]과 같이 제시하고 있으나 마감재

별로 다른 시험방법을 사용함으로써 미끄럼 성능의 비교 및 신뢰성 있는 평가는 어려운 실정이다.<sup>5)</sup>

현재 한국공업표준규격(KS)에서 규정하는 미끄럼 성능 확인을 위한 시험방법은 KS M 3510, KS F 2375, KS L 1001에서 사용하는 3가지로 구분된다. 이러한 시험방법들은 서로 다른 조건과 환경에서 미끄럼 성능이 측정됨으로써, 서로 연관성이 없어 제품간의 성능비교 및 확인이 불가능하다. 또한 시험방법에 따라 현장 시공된 마감재에 대한 성능확인이 어려운 경우가 있으며, 사용환경 및 재료의 형태에 따라 측정치에 대한 신뢰도의 문제가 발생하기도 한다.

[Table 2] Interior Floor Slip Resistance Standards

Category	KS No.	Products	Test Method	Standard
천연무늬목 치장 마루판	KS F 3111	천연무늬목 치장 마루판	-	-
치장 목질 마루판	KS F 3126	섬유판, 파티클보드, 합판 이용 치장목질 마루판	-	-
비닐계 바닥재	KS M 3802	비닐계 바닥재	KS M 3510 KS F 2602	-
고분자계 바닥재	KS M 3510	PVC계, 리놀륨계, 고무계, 올레핀계	KS M 3510	-

출처) 한국소비자원, 2012

[Table 3] Exterior Floor Slip Resistance Standardss

Category	KS No.	Products	Test Method	Standard
재활용 복합재	GR F 2016	외부조경데크 베란다 발코니 등의 실외 바닥재	KS F 2375 BPT TEST	≥ 20
목질계 플라스틱 복합재	KS F 3230	옥외용 목질계 플라스틱 복합재	KS M 3510	≥ 0.40
도자기 타일	KS L 1001	도자기 타일	KS L 1001	≥ 0.40

출처) 한국소비자원, 2012

## 2.2 Test Method of Floor Slip Resistance

미국 및 유럽 등에서는 각 국가별로 미끄럼 저항성 시험에 관한 표준이 있고, 이 표준에 의해 측정된 마찰계수(미끄럼 저항계수)에 따라 위험성 평가를 구분하고 있다.

4) 이전 명칭은 [자율안전확인대상공산품의 안전기준]이며 2017년 현재의 명칭으로 변경, 미끄럼 방지 기준은 2014년에 신설되었다.

5) 한국소비자원, 2012

각 표준에서 사용되고 있는 주요 미끄럼 시험방법 및 장치의 현황은 다음 [Table 4]와 같다. 이러한 미끄럼 시험방법은 다음과 같이 5가지로 구분할 수 있다.<sup>6)</sup>

- 1) 수평 인장형 : 미끄럼편을 수평방향으로 잡아당겼을 때의 인장력으로부터 미끄럼저항을 산출하는 방식
- 2) 경사 인장형 : 미끄럼편을 상향 경사방향으로 잡아당겼을 때의 인장력으로부터 미끄럼저항을 산출하는 방식
- 3) 관절형 : 시험체 바닥을 수평방향으로 움직였을 때 미끄럼편이 미끄러지기 시작한 시점에서의 각도로부터 미끄럼저항을 산출하는 방식
- 4) 진자형(흔들이식) : 진자의 끝에 부착한 미끄럼편을 바닥 위에서 미끄러지게 했을 때 손실되는 에너지로부터 미끄럼저항을 산출하는 방식
- 5) 회전형 : 미끄럼편을 바닥 위에서 회전시키는데 필요한 토크값으로부터 미끄럼저항을 산출하는 방식

[Table 4] Test Methods of Floor Slip Resistance

Standard No.	Test Method	Test Machine	Measured Value
ASTM F 609	수평 인장형	Horizontal Pull Slipmeter	SCOF
ASTM C 1028	수평 인장형	Horizontal Pull Dynamometer	SCOF
ANSI A137.1	수평 인장형	BOT-3000E	DCOF
JIS A 1454	경사 인장형	O-Y-PSM	C.S.R
ASTM D 2047	관절형	James Machine	COF
ASTM E 303	진자형	British Pendulum Tester	BPN
BS EN 13036-4	진자형	British Pendulum Tester	BPN
ASTM E 1911	회전형	D.F.Tester	COF

출처) 한국소비자원, 2012 / Choi, Soo-Kyung; Kim, Doo-Ho, 2004

현재 우리나라에서 사용되고 있는 미끄럼 저항 측정방법은 동적 미끄럼 저항계수 측정, 경사 인장형 미끄럼 저항 측정, 진자형 미끄럼 저항 측정, 세 가지로 구분된다. 각 측정방법은 계측과 해석이 매우 복잡하고 어려우므로, 미끄럼 저항값을 측정하는 장치를 개발하여 사용하고 있다. 일반적으로 동적 미끄럼 저항계수 측정에는 BOT-3000E, 경사 인장형 미끄럼 저항 측정에는 O-Y-PSM, 진자형 미끄럼 저항 측정에는 Sigler Pendulum Tester가 사용되고 있다.

6) Choi, Soo-Kyung; Kim, Doo-Ho, 2004

### 1) Dynamic Coefficient of Friction

동적 미끄럼 저항계수 측정에 의한 미끄럼 성능의 검증은 “실내건축의 구조·시공방법 등에 관한 기준” 및 “안전확인대 상생활용품의 안전기준 부속서18 미끄럼 방지 타일”에서 규정하고 있으며, 시험방법 및 평가를 위한 기준은 KS L 1001의 내용을 따르도록 하고 있다.

일반적으로 정적 미끄럼 저항계수 측정장치는 소형으로 제작이 가능하고 조작이 간편하나, 측정기준 및 장치가 건조상태의 정적 미끄럼 저항계수<sup>7)</sup>만을 측정하도록 되어있었으며 실제 보행자가 느끼는 미끄러움의 정도와 달라 그 측정결과의 신뢰성에 문제가 있었다. 2012년 미국의 ANSI 기준은 습윤상태에서의 동적 미끄럼 저항계수<sup>8)</sup>를 측정하도록 개정하였으며, 우리나라의 KS L 1001도 동일한 측정방식을 사용하는 것으로 개정되었다. 또한 측정장치 역시 동적 미끄럼 저항계수를 측정할 수 있도록 개선되었다. 일반적으로 사용되는 측정장치는 “BOT-3000E”이며, DCOF 0.40 이상을 미끄럼 성능 기준으로 하고 있다.



<https://safetydirectamerica.com>

[Figure 2] BOT-3000E

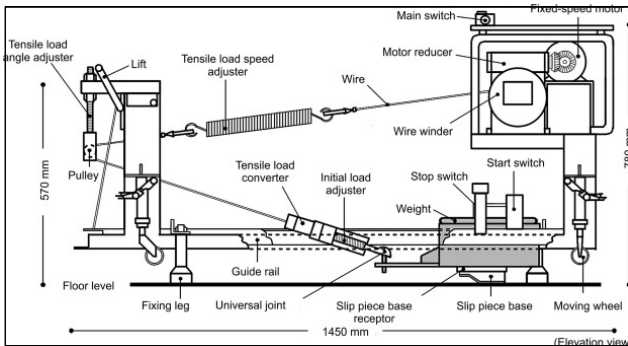
앞서 기술한 바와 같이 동적 마찰계수 측정방법은 미끄럼 방지 타일에 대한 시험이지만, 건축물 내부에 사용되는 모든 단단한 표면을 가지는 바닥 마감재에 대한 미끄럼 성능의 판단에 참고할 수 있다.

- 7) 정적 마찰계수(Static Coefficient of Friction)는 물체가 다른 물체의 표면과 접촉하여 움직이지 않고 있을 때, 두 물체 사이에 작용하고 있는 마찰력을 의미한다. 따라서 “보행”을 전제로 한 바닥 마감재의 미끄럼 성능을 측정하기에는 적절하지 않다.
- 8) 동적 마찰계수(Dynamic Coefficient of Friction)는 물체가 등속도로 운동하고 있는 상태에서, 두 물체 사이에 작용하는 마찰력을 의미한다. KS L 1001에서는 “동적 마찰계수(DCOF)는 물체가 움직이기 시작한 후 움직임을 방해하는 힘을 극복하기 위해 수평방향으로 가해지는 힘을 물체에 가해지는 수직방향 힘 또는 자중에 의해 나타나는 수직방향 힘으로 나눈 값”으로 정의하고 있다.

2) Coefficient of Slip Resistance

경사인장형 미끄럼 저항 측정방법은 "KS M 3510 고분자계 바닥재"의 기준에 명시되어 있다. 이 시험을 위해서는 O-Y-PSM 이라는 측정장치를 사용하며, 시험장치의 개요는 다음 [Figure 3]과 같다.<sup>9)</sup>

일반적 마찰계수는 접촉면에 수직으로 작용하는 힘과 정지 마찰력의 비를 의미한다. KS M 3510에서 정의하는 미끄럼 저항계수는 접촉면에 수직으로 작용하는 하중과 인장하중의 비를 의미하며 일반적인 마찰계수와 그 정의는 동일하다. 시험 조건의 동일성 확보를 위해 측정시에는 경사 상방향 18도로 당겨지는 경우의 인장에 대한 마찰력을 측정한다. 실험조건의 설정에 따라 신발을 착용한 경우(C.S.R, Coefficient of Slip Resistance)와 맨발의 경우(C.S.R.B, Coefficient of Slip Resistance Barefeet)의 미끄럼 저항계수를 측정할 수 있으며, 바닥조건을 건조와 습윤상태로 구분하여 측정할 수 있다.



출처) Choi, Soo-Kyung et al., 2015

[Figure 3] O-Y-PSM

신발을 신은 상태에서의 일반적인 건축물을 이용하는 경우에 대한 미끄럼 저항계수 C.S.R은 미끄럼편 받침대(Slip Piece Base)에 미끄럼편을 부착하고, 785N의 수직하중을 가한 상태에서 785 N/s의 인장하중속도, 상향 18도 각도로 잡아당겼을 때 측정되는 최대인장하중을 다음 [Formula 1]에 대입하여 산출한다.

$$C.S.R = \frac{P_{max}}{W} \quad \text{[Formula 1]}$$

C.S.R : 미끄럼 저항계수  
 P<sub>MAX</sub> : 최대인장하중 (N)  
 W : 수직하중 785N

욕실, 샤워실 등 주로 맨발로 이용하는 공간의 바닥 마감재 미끄럼 저항계수(C.S.R.B)는 일반건축물 바닥의 경우와 동일

한 방법으로 시험하여 인장하중 · 시간곡선을 도출하고, 이를 이용하여 최대인장하중(P<sub>MAX</sub>) 및 최소인장 하중(P<sub>MIN</sub>)을 구하여 다음[Formula 2]와 같이 산출한다.

$$C.S.R.B = \frac{P_{max}}{W} + \frac{P_{min}}{W} \quad \text{[Formula 2]}$$

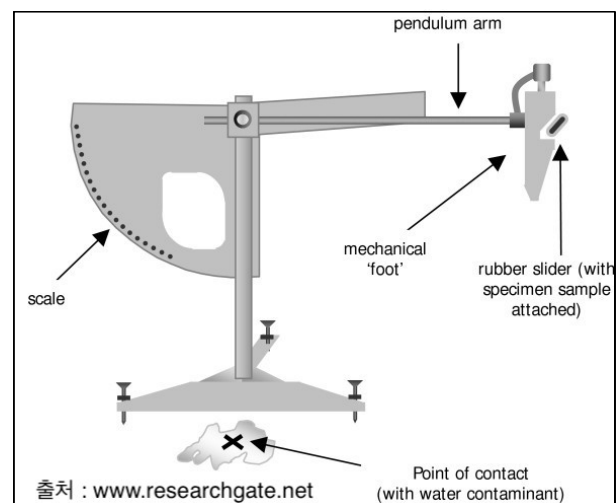
C.S.R.B : 미끄럼 저항계수  
 P<sub>MAX</sub> : 최대인장하중 (N)  
 P<sub>MIN</sub> : 최소인장하중 (N)  
 W : 수직하중 785N

경사 인장형 미끄럼 저항 측정방법의 경우에는 신발 또는 양말을 신은 경우, 맨발 그리고 건조, 습윤상태 등의 다양한 조건을 설정할 수 있으며, 거의 모든 건축물 바닥 마감재에 적용하여 참고할 수 있는 장점이 있다. 그러나 실험실내에서 측정이 이루어져야하는 단점이 있다. 이를 보완하고자 최근에는 현장 측정용 소형 측정기가 개발되어 있으나, 실험실에서 측정된 값과 차이를 보이고 있어 실질적인 사용에는 어려움이 있다.

또한, 평가를 위한 바닥재별 명확한 기준은 없으나 옥외 바닥마감재의 기준(KS F 3230) 또는 ANSI 및 JIS의 기준인 C.S.R 0.4 이상을 통상적인 기준으로 사용하고 있다.

3) British Pendulum Number

KS F 2375 노면의 미끄럼 저항성 시험방법(BPT)은 주 시험 목적이 보도 · 도로 · 활주로 등의 노면에 대한 미끄럼 저항계수를 측정하는 것에 있으며, 영국식 진자형 미끄럼 저항 시험 장치(British Pendulum Tester)를 이용하여 저항계수 BPN (British Pendulum Number)을 측정한다.



[Figure 4] British Pendulum Tester

9) Choi, Soo-Kyung et al., 2015

BPT(British Pendulum Tester) 역시 이동이 어렵고 실험실에서만 측정이 가능하므로 이동식 미끄럼 저항계수 측정기(Portable Skid Resistance Tester)를 개발하여 사용 중이며, 실험실의 측정결과와 유사한 측정치를 나타냄으로써 실질적인 현장 사용이 가능하다.

측정방법은 측정장치를 측정 대상위에 거치시키고 노면에 물을 뿌린 후, 1.5kg의 추(Mechanical Foot)를 낙하시킨다. 진자운동을 하는 Mechanical Foot이 접촉점을 통과하면서 속도가 감소하게 된다. 이때 시험편 표면의 접지길이는 124mm ~ 127mm 의 범위에 있어야 한다. Mechanical Foot이 접촉점을 통과한 후 반대편에 표시된 저항계수에 닿는 점의 수치를 측정한다.

이렇게 1차적으로 측정한 저항계수에 측정시 시험편의 표면온도를 측정하고, 이를 20°C 온도 기준으로 보정함으로써 BPN의 값을 구하게 된다(Formula 3).

**[Formula 3]**

$$C_{20} = 0.0074 \cdot t^2 + 0.052 \cdot t - 3.064 + C_t$$

C20 : 20°C 온도 기준으로 보정된 BPN

Ct : 표면온도 t°C 의 BPN

t : 시험편의 표면온도

미끄럼 저항계수 BPN의 경우에는 주로 외부에 설치되는 바닥재 및 도로에 관련된 사항이므로 건축물의 바닥 마감재에 적용하기는 한계가 있으며, 접근로 및 넓은 공간의 마감재에 대한 기준으로 사용이 가능하다. 우리나라의 경우 GR F 2610 재활용 복합재 바닥판 기준에서 미끄럼 기준으로 사용하고 있으나, 기준값을 20 이상으로 규정하고 있어 실효성에 대한 문제를 가지고 있다. 또한 보행로에 대한 미끄럼 성능기준은 서울시에서만 유일하게 규정하고 있는 것으로 조사되었으며, 그 기준은 다음 [Table 5]와 같다. 서울시에서는 보행로를 기울기에 따라 총 3개의 경우로 나누어서, 경사도에 따른 미끄럼 저항계수를 BPN 값으로 제시하고 있다.

**[Table 5]** Standard of Slip Resistance for Pedestrian

Category	Rate of longitudinal and transverse slope (%)	BPN
flat Pedestrian	≤ 0 ~ 2%	≥ 40
gentle Slope	> 2%, ≤ 10%	≥ 45
steep Slope	> 10%	≥ 50

출처) 서울특별시, <https://opengov.seoul.go.kr>

### 3. Comparative Analysis

#### 3.1 BN EN 13036-4 etc.

BN EN 13036-4는 영국 및 유럽의 기준으로써 미끄럼 저항의 측정에는 British Pendulum Test가 사용된다. 미국의 ASTM<sup>10)</sup> E 303-93, 호주 및 뉴질랜드의 AS<sup>11)</sup> 4586에서도 동일한 측정방법을 사용하고 있다. 현재 약 50여개국에서 사용하고 있으며, 세계적으로 가장 많이 사용되고 있는 보행자 미끄럼 저항계수 측정방법이다. ADA Standards<sup>12)</sup>에서도 바닥 마감재의 미끄럼 성능에 대해서는 ASTM의 기준을 참고하도록 하고 있다.

동일한 측정방법을 사용하고 있으나, 각 국의 기준에 따라 규정하고 있는 BPN 값은 차이가 있다. [Table 6]에서는 일본, 유럽, 영국, 호주 및 뉴질랜드에서 규정하고 있는 미끄럼 성능의 평가기준을 보여주고 있다. 일본 및 유럽의 기준은 마감재의 종류 및 설치장소에 따라 구분하지 않고 BPN 40 이상으로 규정하고 있다. 영국의 경우에는 미끄러짐의 확률을 통해 3가지 경우의 미끄럼 저항계수를 규정하고 있다. 현재, 호주 및 뉴질랜드의 규정이 외부램프 54, 보행자 횡단보도 54, 쇼핑센터 푸드코트 35, 엘리베이터 전면 25 등 가장 광범위하고 엄격한 기준을 가지고 있다.

**[Table 6]** Foreign Standard of BPN

Nation	BPN Standards	
Japan	≥ 40	
Europe	≥ 40	
England	Zone 3	≥ 35
	Zone 2	≥ 25, < 35
	Zone 1	< 25
Australia New Zealand	Zone (P5)	≥ 54
	Zone (P4)	≥ 45, < 54
	Zone (P3)	≥ 35, < 45
	Zone (P2)	≥ 25, < 35
	Zone (P1)	< 25

주) 영국, 호주 및 뉴질랜드 기준에서는 각 Zone에 속하는 공간의 종류를 기준에 명시하고 있음  
출처) 한국소비자원, 2012 / BN EN 13036-4 / AS/NZS 4586

#### 3.2 ANSI Standards

ANSI는 미국표준연구소(American National Standards Institute)에서 제정하고 있는 표준이며, 미끄럼 저항계수의 측정과 기준에 관련된 가장 최근에 개정된 표준은 ANSI A 137.1 이다. 기준에 측정하였던 정적 미끄럼 저항계수(SCOF)

10) American Society for Testing and Materials

11) Australian Standards

12) Americans with Disabilities Acts

의 신뢰성 문제로 동적 미끄럼 저항계수(DCOF)를 측정기준으로 개정되었다. 이 기준은 2012년 국제 건축 법류의 참고자료로 통합되어 있으며, 우리나라의 KS L 1001의 내용과 동일하다. 다만, 미끄럼 저항계수의 최소기준을 우리나라의 0.4보다 약간 높은 0.42로 규정하고 있다.

현재 동적 미끄럼 저항계수 측정장치인 BOT-3000E는 British Pendulum Tester와 함께 국제적으로 공인된 시험기이며, 이 측정장치로 측정된 저항계수는 ASTM, ANSI 및 호주, 영국 등에서 요구하는 성능의 공식적인 확인이 가능하다.

ANSI A 137.1의 경우에는 주 목적이 세라믹 타일의 미끄럼 성능 확인에 있지만, 연마된 콘크리트, 천연석, 테라조 등의 바닥 마감재의 성능확인에도 사용이 가능한 것으로 명시되어 있다.

#### 4. Improvement of Floor Slip Resistance Standard

현재까지 다양한 종류의 미끄럼 저항계수의 측정방법과 측정장치가 개발되었으나, 사용자의 안전과 관련된 유용한 결과를 신뢰할 수 있는 방법은 많지 않다. 바닥의 미끄러짐 성능의 평가를 위해서는 신뢰성이 확보되고 철저하게 검증된 측정방법과 기준이 사용되어야 한다.

본 연구에서 조사한 측정방법 중 KS M 3510의 경사 인장형 측정방법과 C.S.R은 주로 우리나라와 일본, 대만 등에서 사용되는 기준이다. 따라서 범용성의 문제가 제기될 수 있으며, 현장의 측정시 어려운 단점을 지니고 있다. 그러나 다른 측정방법과는 다르게 신발 또는 양말을 신은 상태를 맨발 등의 조건을 변경하여 측정할 수 있어, 우리나라의 주거용 건축물의 내부 바닥 마감재 등의 미끄럼 성능 검증에는 큰 장점이 될 수 있다.

일본의 경우에는 [Table 7]과 같이 실제적으로 신발, 양말, 맨발로 구분되는 미끄럼 성능 기준을 제시함으로써 다양한 조건에서의 C.S.R을 이용한 미끄럼 성능의 검증 가능성을 보여주고 있다.

[Table 7] Standard of C.S.R (Tokyo, Japan)

Category	C.S.R
Walking Areas in Shoes	0.40 ~ 0.90
Walking Areas in Socks	0.35 ~ 0.90
Barefoot Walking Areas	0.45 ~ 0.90
Slope	0.50 ~ 0.90

출처) 한국소비자원, 2012

BPT 또는 동적 미끄럼 저항계수 측정방법은 국제적으로 공인된 시험기를 사용하고 있어, 그 결과에 신뢰성을 확보할 수 있으며 많은 국가에서 사용하고 있으므로 건축물 바닥 마감재의 미끄럼 성능에 대한 상호비교가 가능하다. 또한 동적 미끄럼 저항계수 측정기기의 경우에는 이동성이 확보되고 다른 측정장치들에 비해 간단한 조작법으로 현장에서의 활용도가 높다는 장점을 가지고 있다.

장애물 없는 생활환경(BF) 인증과정에서는 현장시공 바닥재를 포함한 다양한 바닥 마감재의 현장 확인이 가능하여야 하고, 주로 복도, 계단, 화장실 등 공용부분에 대한 평가가 이루어져야 한다. 이러한 점을 고려할 때 경사 인장형 측정방법보다는 BPT 또는 동적 미끄럼 저항계수의 측정방법이 활용도가 높다.

또한 동적 미끄럼 저항계수 측정기기의 경우에는 BPT의 온도보정 과정 및 계산과정이 불필요함으로써 현장 활용적인 측면에서 좀 더 쉽게 사용할 수 있는 장점이 있다.

따라서, BF인증 과정에서 활용성을 고려하면 동적 미끄럼 저항계수 측정은 다음과 같은 장점이 있다.

첫 번째, 국제적으로 통용되는 기준을 사용함으로써 미끄럼 성능에 대한 신뢰성을 확보할 수 있으며, 다양한 바닥 마감재 상호간의 성능 비교가 가능하다.

두 번째, 거의 모든 바닥 마감재에 적용이 가능함으로써 건축물 부위별 성능 비교를 통한 보장이 가능하다.

세 번째, 이동성이 확보됨으로써 현장에서 바로 미끄럼 성능을 확인할 수 있다.

네 번째, 사용방법과 성능확인 방법이 단순하여 비전문가도 쉽게 미끄럼 성능을 확인할 수 있다.

다른 측정방법들과의 장단점을 비교하면 다음 [Table 8]과 같다.

[Table 8] Advantages and Disadvantage of Test Methods

Test Methods	Advantages	Disadvantages	Standards KS, Foreign
O-Y-PSM 경사인장형	<ul style="list-style-type: none"> <li>신발, 양말, 맨발 등의 다양한 사용 조건 부여</li> <li>대부분 바닥재에 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동성이 떨어짐</li> <li>사용하는 나라가 우리나라, 일본, 대만 등으로 제한</li> </ul>	KS M 3510 JIS A 1454
BPT 영국식 진자형	<ul style="list-style-type: none"> <li>가장 많이 사용되는 방법</li> <li>국제적으로 통용</li> <li>대부분 바닥재에 사용</li> <li>이동성 양호</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>측정후 보정과정 필요</li> <li>신발을 신은 상태 측정</li> </ul>	KS F 2375 BN EN 13036-4 AS/NZS 4586
DCOF-Test 동적 미끄럼 저항계수	<ul style="list-style-type: none"> <li>국제적으로 통용</li> <li>대부분 바닥재에 사용</li> <li>이동성이 좋음</li> <li>사용방법 간단함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신발을 신은 상태 측정</li> </ul>	KS L 1001 ANSI A 137.1

[Table 9] Standards of AS/NZS 4586

Pendulum Classification	BPN Range		Location Example for P5 to P0 classifications according to HB198:2014
	Slider 96	TRL	
AS/NZS 4586			
P5	> 54	>44	External ramps steeper than 1:14 Loading docks Commercial kitchens Swimming pool ramps and stairs
P4	45-54	40-44	External colonnade and walkway Pedestrian crossings, driveways Verandahs, Balconies Serving areas behind bars, cold stores Swimming pool surrounds Communal shower rooms
P3	35-44	35-39	Shopping centre – food court, fresh food areas Entries & access areas - public buildings - WET Undercover concourse of sports stadiums Bathrooms in hospitals and aged care facilities Toilet facilities in public buildings
P2	25-34	20-34	Entries & access areas - public buildings - TRANSITIONAL Hotel bathrooms, ensuites and toilets Hotel kitchens and laundries Wards and Corridors in hospitals & aged care facilities
P1	< 25	<20*	Entries & access areas - public buildings - DRY Supermarket aisles (except fresh food)
P0	<12	-	-

출처) AS/NZS 4586

장애물 없는 생활환경(BF) 인증 및 건축물의 안전성 평가를 위해서는 적절한 측정방법을 사용하는 것이 중요하다. 그러나 이에 못지않게 중요한 것은 명확한 평가기준의 제시이다. 현재 우리나라에서는 모든 기준에서 측정방법은 제시하고 있으나, 측정 후 미끄럼 성능의 평가를 위한 기준은 제시하지 못하고 있다.

C.S.R의 기준은 KS F 3230의 옥외 바닥 마감재의 기준을 모든 바닥 마감재에 적용하여 사용하고 있으며, BPN의 경우에는 GR F 2610의 기준값 20 또는 서울시의 보도기준이 전부이

다. 동적 미끄럼 저항계수의 경우에는 KS L 1001에서 제시하고 있는 0.4 이외에는 어떠한 기준도 찾아볼 수 없다.

호주 및 뉴질랜드의 기준의 경우 BPN을 사용하여 미끄럼 저항계수를 측정하고, 이 값을 평가하기 위해 공간의 특성을 고려하여 총 6개의 구역으로 구분하고 있다. 또한 각 구역에 속하는 공간을 기준으로 명시하여 공간별로 적절한 미끄럼 성능을 갖추도록 하고 있다. 영국 역시도 [Table 6]에서 기술한 바와 같이 3개의 구역으로 구분되어 적용하고 있는 공간별 미끄럼 성능기준을 제시하고 있다.

우리나라의 미끄럼 성능 평가를 위한 기준의 개선을 위해서는 먼저 기존의 기준은 국외의 기준과 동일한 수준으로 상향조정하고, 각 공간의 특성과 이용형태를 고려하여 차별적 기준의 적용이 필요하다. 또한 관련 법률 및 장애물 없는 생활환경(BF) 인증기준에서 명시하고 있는 “미끄럽지 않은”, “물에 젖어도 미끄럽지 않은”의 정량적 평가기준이 제시되어야 한다.

일반적으로 KS L 1001 또는 ANSI 기준에서 제시하고 있는 DCOF 0.40, 0.42는 약 BPN 40 정도에 해당하는 값으로써 건축물 로비 등의 공용공간을 기준으로 하고 있다. 그러나 화장실, 부엌 등 물의 사용이 잦은 곳에서는 좀 더 높은 기준을 적용하는 것이 합리적이다. BF인증 과정에서 활용을 위해서는 BN EN 13036-4 또는 AS/NZS 4586과 같이 건축물의 공간적 특성을 고려하여 부위별 상세성능기준을 제시 할 필요가 있다.

또한, 모든 미끄럼 저항계수 측정방법 및 기준이 절대적인 미끄러움의 정도를 나타내는 것은 아니므로, BPN과 같이 장기적인 측정 데이터의 누적을 통한 기준의 제시가 필요하다.

## 5. Conclusion

본 연구에서는 우리나라 및 국외의 미끄럼 계수 측정방법 및 평가기준의 비교·분석을 통해 BF 미끄럼 성능 평가의 개선점을 도출하였으며, 주요 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 현재 통상적으로 사용되고 있는 C.S.R을 이용한 바닥 마감재의 성능평가는 적용범위 및 평가기준의 재검토가 필요하다. C.S.R은 다양한 사용조건과 바닥 마감재에 적용할 수 있는 장점에도 불구하고, 평가를 위한 명확한 기준이 없으며 현장에서의 활용상에 문제점을 가지고 있다.

둘째, BF인증 및 공신력있는 평가의 자료로 활용하기 위해서는 미끄럼 방지 평가방법 및 기준이 국제적으로 공인되어야 하고, 바닥 마감재간의 성능평가와 비교가 가능하여야 한다. 또한 BF인증시의 활용을 위해 이동성과 간편성이 고려되어야 하며, 이러한 조건에 근접한 방법은 동적 미끄럼 저항계수 측정방법이다.



셋째, 신뢰성있는 미끄럼 저항계수 측정을 위해서는 평가 목적에 적합한 방법을 사용하는 것이 중요하며, 이에 못지않게 중요한 것은 명확한 평가기준의 설정이다. 우리나라의 경우에는 모든 기준에서 명확한 평가기준을 제시하지 못하고 있다.

본 연구에서는 국내 및 국외기준을 분석하여 BF인증을 위한 미끄럼 저항계수 측정방법과 기준의 개선점을 제시하였다. 현재 우리나라의 기준에서는 다양한 측정방법은 제시하고 있으나 측정방법에 대한 적절한 사용과 적용범위 그리고 평가기준이 확립되지 않고 있어, 종합적인 기준의 개선이 필요하다.

접수 : 2019년 07월 15일  
 1차 심사완료 : 2019년 08월 08일  
 게재확정일자 : 2019년 09월 03일  
 3인 익명 심사 필

### References

- 2010 ADA Standards for Accessible Design, 2010, Department of Justice.
- AS 4586:2013, 2013, Slip resistance classification of new pedestrian surface materials, Standards Australia
- ASTM E 303-93, 2018, Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester, American Society for Testing and Materials
- ANSI A137.1, 2017, American National Standards Specifications for Ceramic Tile Revised, American National Standards Institute
- BN EN 13036-4:2011, 2011, Road and airfield surface characteristics. Test methods. Method for measurement of slip/skid resistance of a surface: The pendulum test, British Standards Institution
- Choi, Soo-Kyung et al., 2015, "A comparative evaluation of floor slip resistance test methods", Construction and Building Materials.
- Choi, Soo-Kyung; Kim, Doo-Ho, 2004, "Testing and Evaluation of Slipperiness of the Ceramic Tile and Stone for Floors", The Architectural Institute of Korea.
- 국가기술표준원, 2010, KS F 2375:2010, 노면의 미끄럼 저항성 시험방법(BPT).
- 국가기술표준원, 2010b, KS M 3510:2010, 고분자계 바닥재 시험방법.
- 국가기술표준원, 2018, KS L 1001:2018, 도자기타일.
- 국가기술표준원, 2019, 안전확인대상생활용품의 안전기준, 부속서 18 (미끄럼방지타일).
- 국토교통부, 2012, 교통약자의 이동편의 증진법 시행규칙 - [별표1] 이동편의시설의 구조·재질 등에 관한 세부기준 (제2조 제1항 관련).
- 국토교통부, 2016, 실내건축의 구조·시공방법 등에 관한 기준.
- 국토교통부, 2018, 장애인·고령자 등 주거약자 지원에 관한 법률 시행령 - [별표 1] 주거약자용 주택의 편의시설 설치기준.
- 국토교통부, 2019, 건축법
- 국토교통부; 보건복지부, 2018, (국토교통부) 장애물 없는 생활환경(BF) 인증심사기준 및 수수료기준 등.
- 보건복지부, 2018, 장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 시행규칙 - [별표1] 편의시설의 구조·재질등에 관한 세부기준.
- 한국소비자원, 2012, 가정내 바닥재 안전실태 조사