

비산물에 대한 건축용 유리의 내충격 성능에 관한 연구

A Study on The Impact Resistant Performance of Building Glass to Windborne Debris

○정 다 와* 남 병 희** 백 선 영** 유 기 표*** 유 장 열****
Jeong, Da-Wa Nam, Byung-Hee Paek, Sun-Young You, Ki-Pyo You, Jang-Youl

Abstract

This paper presents the results of impact resistance test on residential building glass. the test was conducted on tempered glass and pair glass. the missile used in experiment was B-Type with the least momentum. as a result of the test, in tempered glass, complete destruction occurred, and in the case of pair glass, penetration of more than 450 mm occurred.

키워드 : 비산물, 내충격 시험, 유리

Keywords : Windborne debris, Missile impact resistant test, glass

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

국민재난안전포털의 자료에 따르면 최근 10년간 우리나라에 가장 많은 재산 피해를 발생시킨 자연재난은 집중호우와 태풍으로 나타났다. 태풍은 간판 추락 및 창문과 지붕의 파손, 가로수 피해 등을 발생시키며 그 피해의 규모와 정도가 심각하다. 이러한 파손에 의해 발생한 파편과 부스러기가 건축물을 가격하여 발생할 수 있는 외장재의 천공은 건물 내·외부의 압력을 급격히 변화시켜 구조체의 2차 파괴를 야기할 수 있다. 따라서 허리케인, 태풍과 같은 강풍에 의한 피해가 발생하는 미국 ASTM(American Society for Testing and Materials)(2009), 일본 JIS(Japanese Industrial Standards)(2018)에서는 유리를 대상으로 외장재에 대한 내충격 시험 방법과 평가가 제시되어 있다. 국내에서는 해당 기준을 참고하여 지붕 강판에 대한 시험 결과를 정리하였다. (You, 2024). 따라서 본 연구에서는 건축물의 외장재로 많이 사용되는 강화유리와 복층 유리를 대상으로 해외 기준에 준하여 내충격 시험을 진행하고자 한다.

* 전북대학교 대학원 건축공학과 박사과정

** 전북대학교 대학원 건축공학과 박사수료

*** 전북대학교 건축공학과 교수, 공학박사

**** 송원대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Songwon University, you1877@songwon.ac.kr)

이 연구는 2023년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:NRF-2022R1A2C1010865

1.2 시험 방법

외장재 충격 시험은 미국재료시험학회 ASTM과 일본공업표준 JIS을 참고하여 진행하였다. 해당 표준은 허리케인 또는 태풍 시 발생하는 비산물에 대한 건축용 유리의 내충격 시험 방법에 관한 기준이다. 시험 방법은 내충격 시험 장치(Air Cannon)를 이용하여 가격체를 장전 후 시험체에 직접 타격을 하여 시험체의 파괴 양상을 확인하는 것이다. 가격체는 2X4 (38mm*89mm)의 구조용 목재를 사용하였으며, ASTM과 JIS에서 제시한 가격체의 종류는 아래의 표 1과 같다. 이 중 강구(Steel ball)를 제외하고 가장 작은 운동량을 가진 B-Type을 대상으로 시험을 진행하였다. 속도 측정은 고속카메라(Miro 110, phantom)를 사용하였다.

표 1. 가격체의 종류 (ASTM E 1996과 JIS R 3109)

가격체 종류	ASTM E 1996		JIS R 3109	
	질량 (재질)	속도 (m/s)	질량 (재질)	속도 (m/s)
A	2g±5% (강구)	39.62	2g±0.1g (강구)	39.7
B	0.91kg±0.1kg (목재)	15.25	1kg±0.1kg (목재)	15.3
C	2.05kg±0.1kg (목재)	12.19	2.05kg±0.1kg (목재)	12.2
JD	-	-	3kg±0.1kg (목재)	15.3
D	4.1kg±0.1kg (목재)	15.25	4.1kg±0.1kg (목재)	15.3
E	4.1kg±0.1kg (목재)	24.38	4.1kg±0.1kg (목재)	24.4

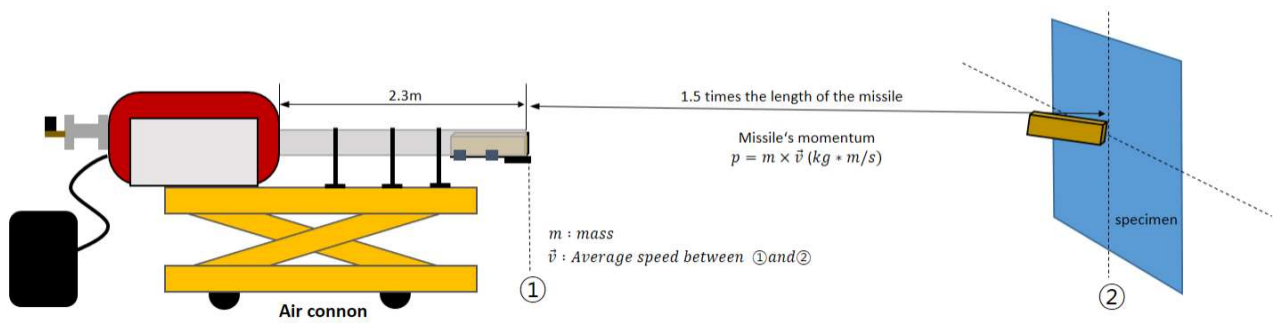


그림 1. 내충격 시험의 개념도 (가격체의 운동량)



그림 2. 내충격 시험 과정 (복층유리 24mm)

시험체는 앞서 서술한 바와 같이 건축용 유리에 대해서 시험하였으며, 시험체 종류는 아래 표 2와 같다.

표 2. 시험체 종류

번호	종류	크기 (가로*세로,mm)	두께 (mm)
1	강화유리	890*1090	8
2			12
3	복층유리		24

*㈜한남 유리 제작

2. 시험 결과

내충격 시험 및 평가 방법에 대한 해외 기준은 JIS가 ASTM을 기초로 하여 제시되었기에 대체로 유사하며, 시험 결과 판정 또한 같다. 가격 후 시험체에 손상이 없으면 합격, 기준 이상의 손상이나 가격체가 관통하는 경우 불합격이 된다. 기준 이상의 손상은 76mm이상의 개구 또는 125mm 이상의 균열이다. 따라서 본 연구에서도 이와 같은 판정 기준을 적용하였다.

표 2의 1번과 2번의 강화유리에 대한 시험 결과, 시험체 전체가 완파되었으며 3번 복층유리의 경우 일부 파편이 시험체에 붙어있으나, 최대 직경 450mm 이상의 큰 개구가 발생하였다. 이러한 시험 결과는 강화유리와 복층유리에 사용된 배강도 유리의 파괴 특성이 다르기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 전체적으로 손상의 정도가 덜해 보이는 복층유리가 강화유리보다 가격체에 대한 내충격 성능이 더 유리하다고 볼 수는 없다.

하지만 모든 시험체는 기준 이상의 손상이 발생하였으므로 불합격으로 판단하였다. 내충격 시험에 대한 가격체의 운동량(충격량)에 대한 개념을 그림 1에 나타내었고, 복층유리에 대한 시험 과정을 그림 2에 나타냈다.

3. 결론

현재 국내 건축물에서 많이 사용하고 있는 강화유리와 복층유리에 대한 내충격 성능을 알아보기 위하여 미국 ASTM, 일본 JIS 기준을 참고하여 시험을 진행하였다. 시험 결과 강화유리와 복층유리 모두 각재를 이용한 평가기준 중에 가장 낮은 기준인 B-Type에서 손상이 발생하고 있었다. 현재 국내의 비산물에 의한 건축물의 외장재 중 유리에 대한 기준 정립이 필요한 상태이다.

참고문헌

1. ASTM, E 1996, (2009). Standard Specification for Performance of Exterior Windows, Curtain Walls, Doors, and Impact Protective Systems Impacted by Windborne Debris in Hurricanes. *American Society for Testing and Materials*.
2. JIS, R 3109, (2018). Glass in building-Destructive-winds storm-resistant security glazing-Test method. *Japanese Industrial Standard*.
3. You, J. Y., Jeong, D. W., & You, K. P. (2024) Assessing the Impact Resistance of Roof Steel Plates to Windborne Debris. *Journal of the Architectural Institute of Korea*. 40(1), pp245-254