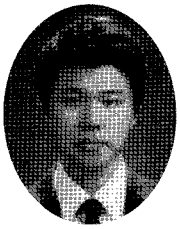
건물의 테러 위험도 평가를 위한 Rapid Visual Screening

Rapid Visual Screening of Buildings to Evaluate Terrorism Risks



지 정 환*
Ji, Jung-Hwan

송 진 영*
Song, Jin-Young

윤 성 원**
Yoon, Sung-Won

1. 서 론

국토해양부는 테러에 취약한 다중이용시설에 대한 테러예방 활동을 강화하기 위하여 "건축물 테러예방 설계가이드라인"을 2010년 4월 1일부터 시행한다고 밝혔다. [1] 이번 가이드라인은 건축물 설계단계에서부터 테러로 인한 피해를 예방하고 최소화 할 수 있는 건축물의 설계를 유도하기 위한 것이다. 2008년 11월에 발생한 인도 몸바이 시내 연쇄 폭탄테러와 같이 불특정 다수가 모이는 호텔, 역사 등 다중이용 건축물에서 발생하였다. 국내의 경우 2003년 대구지하철 사건과 같은 준 테러 범죄가 발생하고 있는 점을 감안하였다. 그 중 다중이용시설로서 초고층 건물이 증가하고 있는 추세이이며, 초고층 건물의 테러 발생 시 인명과 재산에 많은 피해가 우려 된다. 서울시에서는 2009년 8월부터 시 건축위원회 심의를 받는 50층 이상 또는 높이 200m이상 건축물에 '초고층 건축물 가이드라인'을 적용한다고 2009년 8월 26일 밝혔다. [2]

그러나 국내의 고층건물을 대상으로 한 위험도 평가에 대한 연구는 매우 미진한 실정이다. 따라서 FEMA-455의 Rapid Visual Screening의 평가항목과 평가방법을 소개하고 국내 고층건물 1개동을 대상으로 위험도 평가 및 분석을 실시하였다.[5]

2. Rapid Visual Screening[3]

Fema-455의 RVS(Rapid visual screening)은 도심과 부 도심의 일반적인 상업적인 빌딩에 대한 테러리스트의 공격의 위험을 평가하기 위해 개발되었다. RVS는 또한 전 지역의 모든 일반적인 빌딩 형식에 적용 할 수 있으며, 단일 빌딩에 대한 위험 수준과 추가적인 위험관리 활동에 대한 우선적인 방법으로서 건물 사이에 상대적인 테러 위험을 분석하기 위해 사용 할 수 있다.

분석을 통한 평가는 짧은 시간동안 가능하며, 건물의 최대이용 시간에 맞추어 위험도를 평가하여, 가장 높은 위험도 항목을 적용하여 평가에 대한 신뢰도를 높였다.

또한 테러가 발생할 지역과 원인에 시나리오를 적용하여 다양한 테러의 발생 원인에 따른 위험도 평가가 가능하다.

* 서울과학기술대학교 건축학과 석사과정
** 서울과학기술대학교 건축학과 교수, 공학박사

2.1. RVS 평가항목[3),4)]

RVS의 평가항목은 Consequences Rating, Threat Rating, 그리고 Vulnerability Rating으로 구성되어 있다. 각각 항목의 세부항목은 다음과 같다.

2.1.1. Consequences Rating

Consequences Rating은 테러가 발생 했을 때 건물운영의 중요관점에서 건축주와 주변지역에 미치는 위험도를 의미한다. 세부평가항목은 지역적 특색, 사용자의 수, 대체비용, 역사적 등록, 업무의 연속성, 물리적 손실 시 영향 등 6개의 세부항목으로 구성되었으며 〈표 1〉과 같다. 각각의 평가 항목에 대한 점수 합산을 통해 C(Consequences Rating) 값을 산정한다.

〈표 1〉 Consequences Rating 세부 평가항목

Consequences Rating	- Locality Type - Number of Occupants - Replacement Value - On Historic Registry - Business Continuity - Physical Loss Impact

2.1.2. Threat Rating

Threat Rating은 테러리스트가 평가대상 빌딩을 공격할 가능성을 의미한다. 세부평가항목은 사용용도, 사용자 수, 사용자 밀도, 가시성 그리고 상징성, 위험구역 밀도, 접근성, 잠재적인 목표물 연관성 등 7개의 세부항목으로 구성되어 있으며 〈표 2〉와 같다. 각각의 평가 항목에 대한 점수 합산을 통해 T(Threat Rating) 값을 산정한다.

〈표 2〉 Threat Rating 세부 평가항목

Threat Rating	- Occupancy Use - Number of Occupants - Site Population Density - Visibility/Symbolic Value - Target Density - Overall Site Accessibility - Target Potential

2.1.3. Vulnerability Rating

Vulnerability Rating은 건축적, 구조적으로 테러에 대한 취약성의 평가를 의미한다. 세부평가항목은 대지,

〈표 3〉 Vulnerability Rating 세부 평가항목

Vulnerability Rating	O Site - Distance to Unsecured Vehicles - Perimeter Boundary - Unobstructed View - Unsecured Underground Access - Storage of Hazardous Materials - Collateral Underground/Adjacent Structures O Architecture - Building Height - Ratio of Total Area / Footprint Area - Building Configuration - Overhang - Lobby/Retail Location - Loading Dock/Mail Screening Location - Vehicular Penetration of Exterior Envelope - Garage Location O Building Envelope - Window Support Type - Window Bite Depth - Total % Window Area - Glass Type - Wall Type - Windborne Debris Impact - Protection O Structural Components and Systems - Structural System - Number of Bays in the Short - Building Direction - Column Spacing - Column Height - Publicly Accessible Column - Transfer Girder Conditions - Structural Enhancements and - Weaknesses O MEP Systems - Primary External Air-Intake - Conditions - Return Air-Intake System - Internal Air Distribution System - Critical Utilities Located Close to High Risk Areas O Security - Internal Threat Intrusion Explosion CBR - External Threat (Zone 1) Intrusion CBR

건축적 요소, 건물외피, 구조적 요소 및 시스템, 설비 기계시스템, 보안 등 6개 소 항목으로 구성되어 있으며, 각각의 소 항목은 다시 6~8개의 세부항목으로 분류되며 〈표 3〉과 같다. 각각의 평가 항목에 대한 점수 합산을 통해 V(Vulnerability Rating) 값을 산정한다.

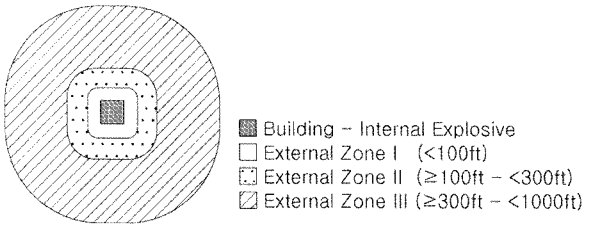
2.2 Scenario 항목

Fema-455의 RVS는 테러에 주된 발생 원인을 Internal, Explosive, CBR (Chemical, Biological, Radiological) 등 3개의 시나리오로 분류되며, 각각의 시나리오는 3개의 소 항목으로 구성되어 있다. 시나리오 항목은 〈표 4〉와 같이 9개의 항목에 의해 평가 되어 진다.

〈표 4〉 시나리오 항목

Scenario	
Internal	Intrusion
	Explosive
	CBR
Explosive	Zone I
	Zone II
	Zone III
CBR	Zone I
	Zone II
	Zone III

Internal은 건물 내부의 테러에 대한 원인으로서 내부 침입(Internal-Intrusion)과 내부 폭발(Internal-Explosive) 그리고 건물 내부의 화학적, 생물학적, 핵이 원인이 되는 Internal-CBR로 분류된다.



〈그림 1〉 시나리오에 따른 구역의 정의

Explosive와 CBR은 건물로부터의 거리에 따라 Zone I, Zone II, Zone III의 3개이 구역으로 나누며 〈그림 1〉의 시나리오에 따른 구역의 정의에서 Zone I은 건물 외피로부터 100ft미만의 구역, Zone II는 100ft이상 300ft미만의 구역, Zone III는 300ft이상 1000ft미만의 구역으로 분류된다.

2.3 RVS 평가방법

R(Total Risk Rating)은 9개의 시나리오에 대한 세 가지 요소(C, T, V)의 결과의 함수로 정의한다.

$$R = 7.227\sqrt[10]{\sum_{n=1}^{9}(C_i \times T_i \times V_i)^{10}} \qquad (1)$$

$C_i = Consequences\ rating$ for $scenario\ i$

$T_i = Threat\ rating$ for $scenario\ i$

$V_i = Vulnerability\ rating$ for $scenario\ i$

식 (1)을 통하여 산정된 R값은 $9 < R \leq 9000$의 범위를 가지고 있다. 또한 R값을 기준으로 Fema 455에서는 빌딩이 가지는 위험도 단계를 〈표 5〉와 같이 $9 < R \leq 3006$의 범위를 저 위험도, $3006 < R \leq 6003$의 범위를 중 위험도, 그리고 $6003 < R \leq 9000$의 범위를 고 위험도의 3가지로 분류하고 있다.

〈표 5〉 위험도 분류

	위험도 범위
저 위험도	$9 < R \leq 3006$
중 위험도	$3006 < R \leq 6003$
고 위험도	$6003 < R \leq 9000$

Fema-455의 RVS는 미국 기준으로 만들어 졌기 때문에 국내 고층 건물에 적용하기 위해서 Consequences Rating의 항목 중 역사적 등록(On Historic Registry)을 국내 문화재 지정 유·무로 평가하였으며, Threat Rating의 잠재적인 목표물(Target Potential)의 경우 해외에서 테러가 발생한 건물의 용도를 기준으로 평가하였다. Vulnerability Rating의 항목 중 건물 외피

(Building Envelope)의 세부 항목인 Windborne Debris Impact는 국내 건물은 미국의 Windborne Debris 충격 기준이 적용된 사례가 없어 "기타 건물"로 평가를 진행하였다.

3. RVS를 통한 건물 예제 평가[4]

국내에 완공된 고층빌딩을 대상으로 RVS 평가를 통한 분석 및 평가를 하였다. 평가대상 건물의 일반사항은 표 6과 같다.

〈표 6〉 평가대상 건물의 일반사항

건물	위치	구조	용도
A	도심	RC 구조	사무소

〈표 7〉 RVS평가

ScenarioInternal			Ci	Ti	Vi	Risk	Risk %
건물 A	Internal	Intrusion	5.9	9.4	6.1	337.1	34%
		Explosive	8.0	9.4	5.7	426.1	43%
		CBR	7.1	9.4	7.6	504.1	50%
	Explosive	Zone I	8.0	9.3	4.9	366.6	37%
		Zone II	8.0	9.3	4.3	319.8	32%
		Zone III	8.0	9.4	5.1	381.8	38%
	CBR	Zone I	7.1	9.3	7.8	513.3	51%
		Zone II	7.1	9.3	8.4	551.3	55%
		Zone III	7.1	9.4	8.4	555.1	56%

고층건물 A 건물을 대상으로 한 RVS평가 결과는 〈표 7〉과 같다. A 건물은 시나리오에 따라 9개의 Risk 값을 가지며, 각각의 건물이 가지는 Ci, Ti, Vi 값과 Ci, Ti, Vi 값을 곱하여 산정된 Risk Rating값을 산정하였다. 〈표 8〉은 평가 결과를 식 (1)에 대입하여 Total Risk를 산정한 값이다. 평가 결과 Risk Score는 중 위험도 범위에 있음을 알 수 있다.

〈표 8〉 평가대상 건물의 Total risk

건물	Total risk	Total risk %	Risk Score 분류
건물 A	4461	50%	medium

4. 결 론

Fema-455의 Rapid Visual Screening의 평가항목을 적용하여 국내 고층건물을 대상으로 테러 위험도 평가를 수행한 결과 평가 결과 테러 중 위험도 범위에 있음을 알 수 있다. 또한 테러 시나리오 중에서 CBR의 위험도가 가장 큰 것을 알 수 있었다. 다음으로 내부폭발, 외부폭발의 위험도를 알 수 있었다.

-감사의 글-

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 초고층 복합빌딩연구개발사업(VC-10)으로 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다. 과제번호: 09첨단도시 A01에 의해 수행되었습니다.

-참고문헌-

1. 국토해양부 "www.mltm.go.kr"

2. 남호철, "서울시, 초고층건물 테러예방 계획 의무화", 국민일보, 2009.08.26

3.FEMA, FEMA 455-Handbook for Rapid Visual Screening of Buildings to Evaluate Terrorism Risks, 2009

4. 지정환, 윤성원, 김지현, "Rapid visual screening을 통한 초고층건물의 폭발물테러에 대한 취약성분석" 대한건축학회 학술발표 제30권 1호(통권 제54집), 2010, p. 75~76

5. 지정환, 윤성원 "Rapid Visual Screening을 통한 국내 고층건물의 테러 위험도 분석" 한국공간구조학회지(심사중)