

# Rapid Visual Screening 통한 건물 높이별 테러위험도 비교 분석

## A Comparative Analysis of Terrorism Threat Level of Domestic Tall Buildings and General Buildings through Rapid Visual Screening

송진영\*  
Song, Jin-Young

윤성원\*\*  
Yoon, Sung-Won

### 요약

최근 테러의 대상 범위는 보다 광범위해 지고 있으며, 국내의 테러발생위험이 지속적으로 증가하고 있는 가운데 테러의 형태는 국가의 중요시설과 같은 경성표적(Hard Target)에서 초고층건물과 같은 다중이용시설의 연성표적(Soft Target)으로 변화하고 있다. 따라서 본 논문에서는 Fema 455 - Rapid Visual Screening을 통해 국내의 초고층건물과 고층건물의 테러위험도 평가결과를 국내의 저층건물의 테러위험도 평가결과와 비교하여 초고층건물의 테러위험도를 분석하였다. 그 결과 초고층건물 및 고층건물은 저층건물에 비해 Consequences, Vulnerability Rating보다 Threat Rating 항목이 상대적으로 높았으며, 이는 초고층건물의 거주인원 및 국가적 또는 지역적인 상징성 및 가시성 부분에서 테러위험도가 높은 것이 주요 원인으로 분석되었다.

### Abstract

As the scope of the target of terrorism is recently extending, the danger of domestic terroristic attacks is increasing constantly, and the form of terrorism is changing from hard targets such as significant facilities of the country into soft target of multi-complex buildings such as skyscrapers. Accordingly this study analyzes the terrorism threat level on skyscrapers by comparing the assessment results of the terrorism threat level on skyscrapers and high-rise buildings with the assessment results of the terrorism threat level on low-rise buildings through fema 455 - Rapid Visual Screening. As a result, skyscrapers and high-rise buildings are relatively higher threat rating than consequences and vulnerability rating. This is caused by the fact that the terrorism threat level on skyscrapers is high due to their residents and their national or regional symbolism and visibility.

**키워드 :** 초고층건물, 건물테러, 테러위험도, Rapid Visual Screening

**Keywords :** Skyscraper, Building Terror, Terror Risk, Rapid Visual Screening

## 1. 서론

### 1.1 연구배경 및 목적

최근 들어 테러의 대상 범위는 보다 광범위해 지고 있으며, 국내의 테러발생위험이 지속적으로 증가하고

있는 가운데 테러의 형태가 변화하고 있다. 과거의 테러는 항공기 납치 및 폭파, 요인암살 등 과 같은 전통적인 테러 형태였으나, 2001년 9·11테러사건 이후 테러는 다양한 동기를 가지고 목표 달성을 위해 국가중요 시설과 같은 경성표적(Hard Target)에서 연성표적(Soft Target)인 지하철, 백화점, 관광호텔, 고층빌딩 등 다중이용 시설에 대한 테러공격이 급증하고 있다. 또한 불특정 다수의 일반인들을 대상으로 무차별적인 동시다발 테러양상을 보이고 있다.<sup>1)</sup> 국외 통계자료를

\* 정희원, 서울과학기술대학교 건축학과 석사과정

\*\* 교신저자, 서울과학기술대학교 건축학부 교수, 공학박사

Tel: 02-970-6587

E-mail : swyoon@seoultech.ac.kr

중심으로 2009년 10월 30일부터 2010년 4월30일까지 분석결과 전체테러 1,263건 중 군·경 관련시설이 589건으로 46.6%, 민간시설을 포함한 다중이용시설이 53.4%로 테러의 비중이 높음을 알 수 있다.<sup>2)</sup> 다른 시설유형에 비해 민간시설을 포함한 초고층건물과 같은 다중이용시설의 피해가 크게 증가하는 것은 테러의 목적상 불특정 다수의 인명을 살상할 수 있기 때문이기도 하지만, 초고층과 같은 다중이용시설이 테러 등을 대비한 예방 설계가 전혀 이루어지지 않았다는 것이다.<sup>1)</sup>

또한 초고층건물과 같은 다중이용시설에서 테러의 빈도가 높은 이유는 일반인의 진입이 전혀 통제되지 않고 밀도가 높기 때문인 것으로 판단된다.<sup>2)</sup> 특히 도심지역에 인구밀도가 높고 고층건물이 많으며 지하상가가 많은 한국의 경우 어떠한 형태의 테러이든 초고층과 같은 다중이용시설의 테러공격 자체가 미칠 피해와 파장은 매우 심각할 것이다.<sup>3)</sup> 초고층과 같은 다중이용시설에 대한 테러의 경우 테러공격수단이 폭발물 테러, 생화학테러, 방사능테러, 방화에 의한 테러 등으로 나눌 수 있으나 해외의 테러사례를 분석한 보고에 따르면 초고층과 같은 다중이용시설에 대한 테러의 90% 이상이 폭발물테러에 의한 것으로 나타나고 있다.<sup>3)</sup> 그 중 초고층건물에서 발생하는 폭발물 테러에 대한 위험도가 높게 나타나고 있다. 국가의 경제적, 사회적 상징인 초고층건물을 대상으로 폭발물 테러가 발생할 경우에 인명피해, 경제적 손실, 사회적 공포감 조성, 국가위상 실추 등의 피해가 다른 유형의 건축물에 비해 매우 심각하다고 할 수 있어, 초고층건물이 주요 테러 대상으로 부각되고 있다.<sup>4)</sup>

그러나 국내의 초고층건물 및 고층건물에 대한 테러위험도 평가에 대한 연구의 경우 2011년 2월 지정환의 석사학위 논문<sup>5)</sup>과 2011년 6월 지정환, 윤성원의 논문<sup>6)</sup>에서 FEMA 455 - Handbook for Rapid Visual Screening of Buildings to Evaluate Terrorism Risks를 이용한 국내 초고층건물 및 고층건물에 대한 테러위험도 평가에 대한 연구가 있다. 그 결과 초고층건물과 고층건물의 경우 지역적 특성과 환경적 요인이

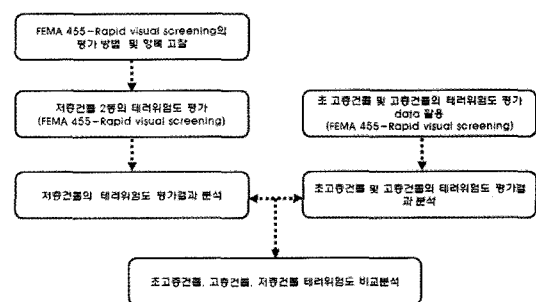
주된 평가 항목으로 작용하는 Consequences와 Threat Rating보다 건축적 구조적인 요소가 평가요소로 작용하는 Vulnerability Rating에 의해 위험도의 차이가 발생하는 것으로 확인되었다.<sup>5),6)</sup>

따라서 본 연구에서는 국내의 초고층건물과 고층건물의 테러위험도 분석을 통한 결과<sup>5),6)</sup>를 국내의 저층건물의 FEMA 455를 통한 테러위험도와 비교 분석을 통하여 초고층건물의 테러위험요소를 파악하여, 대테러 위험도를 감소하기 위한 설계에 활용하고자 하였다.

### 1.2 연구 방법 및 범위

국내의 초고층건물의 테러위험도를 분석하기 위하여, 2011년 2월 지정환의 석사학위 논문<sup>5)</sup>과 2011년 6월 지정환, 윤성원의 논문<sup>6)</sup>에서 국내 도심의 초고층건물(높이 200m 이상 또는 50층 이상) 2동 및 고층건물(29층 ~ 35층) 2동의 테러위험도의 평가결과를 이용하였으며, 동일한 환경적 요소를 적용하기 위해서 국내 도심에 위치하며, 유사한 용도로 사용되는 저층건물(10층 ~ 15층) 2동을 추가로 선정하여 FEMA 455를 통하여 테러위험도를 평가하였다.

초고층건물과 고층건물의 테러위험도 평가결과<sup>5),6)</sup>를 저층건물의 테러위험도 평가결과와 비교분석하기 위해서 초고층건물 및 고층건물의 평가 방법과 동일하게 Consequences, Threat Rating, Vulnerability Rating의 세 가지 항목의 평가와 위험도를 분석하였으며, Internal, Explosive, CBR(Chemical, Biological, Radiological)과 연관된 시나리오를 9개로 분류하여 비교 분석하였다.



〈그림 1〉 연구범위 개요도

## 2. Rapid Visual Screening

### 2.1 평가결과 활용<sup>7)</sup>

FEMA 455 - Handbook for Rapid Visual Screening of Buildings to Evaluate Terrorism Risks는 도심 및 부도심의 일반적인 상업건물에 대한 테러공격의 위험도를 평가하기 위해서 개발되었으며, 전 지역의 모든 건물의 유형에 적용이 가능하다. 또한 단일 건물에 대한 테러위험도를 평가를 할 수 있으며, 평가대상건물의 상대적인 테러위험도를 비교분석하기 위해 사용 할 수 있다.

테러위험도 평가를 통한 분석은 짧은 시간동안 가능하며, 평가대상건물의 최대이용 시간(Peak Time)에 맞추어 테러위험도를 평가하고, 가장 높은 위험도 항목의 수치(Score)를 적용한다.

### 2.2 Rapid Visual Screening 평가항목

FEMA 455 - Handbook for Rapid Visual Screening of Buildings to Evaluate Terrorism Risks의 평가항목은 Consequences, Threat Rating 그리고 Vulnerability로 구성되어 있으며, 각각의 세부항목은 다음과 같다.

#### 1) Consequences<sup>7),8)</sup>

Consequences는 "테러가 발생 했을 때 건물 운영의 중요관점에서 건축주와 주변지역에 미치는 위험도를 의미" 한다. 평가항목은 건물 주변 지역의 인구밀도와 토지이용, 건물내부의 거주인원, 테러발생 시 건물의 대체비용, 역사적 가치 및 문화재 등록 유무, 테러발생 후 업무의 연속성, 인명피해 및 건물의 붕괴로 인한 경제적 영향 등 6개의 항목으로 구성되어 있으며 <표 1>과 같다. 각각의 평가항목에 대한 점수를 합산하여 Ci(Consequences Rating)의 수치를 산정한다.

<표 1> Consequences Rating 평가항목

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

#### 2) Threat Rating<sup>7),8)</sup>

Threat Rating은 "테러리스트가 대상건물을 공격할 가능성을 의미" 한다. 평가항목은 사용 용도에 따른 건물의 분류, 건물내부의 거주인원, Peak Time시 건물 주변의 인구밀도, 국가적 또는 지역적인 상징성 및 가시성 정도, 건물 주변지역의 테러목표의 잠재성을 가지고 있는 대상의 수, 건물주변 및 건물의 접근 가능성, 테러목표 대상이 될 수 있는 잠재성 등 7개의 세부항목으로 구성되어 있으며 <표 2>와 같다. 각각의 평가항목에 대한 점수를 합산하여 Ti(Threat Rating)의 수치를 산정한다.

<표 2> Threat Rating 평가항목

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

#### 3) Vulnerability Rating<sup>7),8)</sup>

Vulnerability Rating은 "건축적, 구조적으로 테러에 대한 취약성의 평가를 의미" 한다. 평가항목은 대지의 특성, 건축적 특징, 건물의 외피, 구조적 구성 및 방식, 기계·전기·배관시스템, 보안시스템 등 6개의 소 항목으로 구성되어 있다. 또한 각각의 소 항목은 6~8개의 세부항목으로 분류되며 <표 3>과 같다. 각각의 세부항목에 대한 점수를 합산하여 Vi(Vulnerability Rating)의 수치를 산정한다.

〈표 3〉 Vulnerability Rating 평가항목

Vulnerability Rating	
- Site Characteristics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distance to Unsecured Vehicles</li> <li>• Perimeter Boundary</li> <li>• Unobstructed View</li> <li>• Unsecured Underground Access</li> <li>• Storage of Hazardous Materials</li> <li>• Collateral Underground / Adjacent Structures</li> </ul>
- Architecture Characteristics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Building Height</li> <li>• Ratio of Total Area / Footprint Area</li> <li>• Building Configuration</li> <li>• Overhang</li> <li>• Lobby / Retail Location</li> <li>• Loading Dock / Mail Screening Location</li> <li>• Vehicular Penetration of Exterior Envelope</li> <li>• Garage Location</li> </ul>
- Building Envelope	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Window Support Type</li> <li>• Window Bite Depth</li> <li>• Total Percent Window Area</li> <li>• Glass Type</li> <li>• Wall Type</li> <li>• Windborne Debris Impact Protection</li> </ul>
- Structural Components and Systems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structural System</li> <li>• Number of Bays in the Short Building Direction</li> <li>• Column Spacing</li> <li>• Column Height</li> <li>• Publicly Accessible Column</li> <li>• Transfer Girder Conditions</li> <li>• Structural Enhancements and Weaknesses</li> </ul>
- Mechanical / Electrical / Plumbing Systems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primary External Air-Intake Conditions</li> <li>• Return Air-Intake System</li> <li>• Internal Air Distribution System</li> <li>• Critical Utilities Located Close to High Risk Areas</li> </ul>
- Security	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internal Threat (Intrusion / Explosion / CBR)</li> <li>• External Threat : Zone 1 (Intrusion / CBR)</li> </ul>

2.3 Scenario 평가항목<sup>7),8)</sup>

FEMA 455 - Handbook for Rapid Visual Screening of Buildings to Evaluate Terrorism

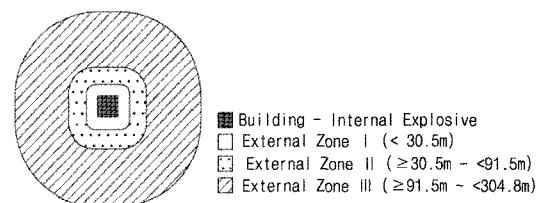
Risks는 테러에 주된 발생 원인을 Internal, Explosive, CBR(Chemical, Biological, Radiological) 등 3개의 Scenario 항목으로 분류하며, 각각의 Scenario는 3개의 소 항목으로 구성되어 있다. Scenario 항목은 〈표 4〉와 같이 9개의 항목에 의해 평가 되어 진다.

〈표 4〉 시나리오 평가항목

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

Scenario항목에서 Internal은 건물 내부의 위험도에 대한 원인으로 내부 침입(Internal-Intrusion)과 내부 폭발(Internal-Explosive) 그리고 건물 내부 화생방 (Internal-CBR)으로 분류된다.

또한 Explosive와 CBR은 건물외피로부터의 거리에 따라 Zone I, Zone II, Zone III의 3개의 구역으로 구분하며 Explosive는 외부 폭발(External-Explosive) 그리고 CBR은 외부 화생방(External-CBR)의 영향의 범위를 정의하고 있다.



〈그림 2〉 Scenario에 따른 구역의 정의<sup>6)</sup>

〈그림 2〉와 같이 Scenario에 따른 구역의 정의에서 Zone I은 건물 외피로부터 30.5m미만의 구역, Zone II는 30.5m이상 91.5m미만의 구역, Zone III는 91.5m이상 304.8m미만의 구역으로 분류된다.

### 2.4 Rapid Visual Screening 평가방법<sup>8)</sup>

FEMA 455 – Handbook for rapid Visual screening of Buildings to Evaluate Terrorism Risks의 평가 방법으로는 대상건물의 평가를 통한 9개의 Scenario에 대한 Ci(Consequences Rating), Ti(Treat Rating), Vi(Vulnerability Rating) 값을 식 (1)에 적용하여 R(Total Risk Rating)값을 산정하게 된다.

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

$C_i$  = Consequences rating for scenario  $i$

$T_i$  = Threat rating for scenario  $i$

$V_i$  = Vulnerability rating for scenario  $i$

식 (1)을 통하여 산정된 R(Total Risk Rating)값은  $9 < R \leq 9000$ 의 범위를 가지고 있다. R(Total Risk Rating)값을 기준으로 Fema 455에서는 평가 대상건물이 가지는 테러위험도 단계를 R(Total Risk Rating)의 범위에 따라  $9 < R \leq 3006$ 의 범위를 저 위험도,  $3006 < R \leq 6003$ 의 범위를 중 위험도, 그리고  $6003 < R \leq 9000$ 의 범위를 고 위험도로 분류하고 있으며 <표 5>와 같다.

<표 5> 테러위험도 분류

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

### 2.5 평가 시 가정조건<sup>6)</sup>

평가 시 미국 건물에 대한 기준으로 만들어진 Fema 455기준을 국내 건물 평가에 바로 적용하는데 어려움이 있어 다음과 같이 가정하여 평가하였다.

Consequences Rating의 항목 가운데 On Historic

Registry의 항목은 국내 문화재지정의 유, 무로 평가하였으며, Threat Rating의 Target Potential의 경우 해외에서 테러가 발생한 건물의 용도를 기준으로 평가하였다. Vulnerability Rating의 소 항목 건물 외피(Building Envelope)의 세부 항목인 Windborne Debris Impact는 미국에서 규정된 Windborne Debris 충격 기준을 통한 평가를 진행하도록 되어있으나, 국내 건물은 미국의 Windborne Debris 충격 기준이 적용된 사례가 없어 국내 건물 평가 시 “기타 건물” 로 평가를 진행하였다.

## 3. 테러위험도 평가

### 3.1 평가대상 건물

평가대상건물은 비슷한 환경적 요소를 적용하기 위해서 도심에 위치하며, 국내에 완공된 건물 중에서 유사한 용도로 사용되고 있는 초고층건물(높이 200m 이상 또는 50층 이상) 2동 및 고층건물(29층 ~ 35층) 2동<sup>5),6)</sup>과 저층건물(10층 ~ 15층) 2동을 대상으로 테러위험도를 평가하였다.

평가대상 건물의 일반사항은 <표 6>과 같으며, 순서는 평가대상건물의 높이에 따라 초고층건물, 고층 건물, 저층건물 순으로 A ~ F까지 나열하였다.

<표 6> 평가대상 건물의 일반사항

대상건물	위치	구조	용도
초고층 건물	A 도심	RC · SRC구조	업무시설
	B 도심	SRC구조	업무시설
고층건물	C 도심	RC · SRC구조	업무시설
	D 도심	RC구조	업무시설
저층건물	E 도심	SRC구조	판매 · 업무시설
	F 도심	RC구조	판매 · 업무시설

### 3.2 테러위험도 평가 및 분석

#### 1) 전체위험도(Total Risk Rating) 분석

초고층건물 A, B와 고층건물 C, D<sup>5),6)</sup> 및 저층건물 E, F을 대상으로 한 FEMA 455의 테러위험도 평가 결과는 <표 7>과 같다.

전체위험도(Total Risk Rating)의 점수는 초고층 건물 A의 경우 6,001점과 초고층건물 B의 경우 4,834점으로 “중 위험도”를 나타내고 있다. 고층 건물 C의 경우 4,461점과 고층건물 D는 4,129점으로 “중 위험도”를 나타내고 있다.

반면 저층건물 E는 2,339점과 저층건물 F는 1,968점으로 “저 위험도”를 나타내고 있으며 <표 8>과 같다. <표 8>에 의하면 6개 건물 중에서 테러가 발생할 수 있는 시나리오는 화생방이 6개 건물 중에서 가장 높은 것을 알 수 있다.

<표 7> 대상건물의 위험도평가 결과

Scenario		Ci	Ti	Vi	Risk Ci×Vi×Ti	Risk%		
A 초 고 층 건 물	Internal	Intrusion	7.1	9.9	7.1	497.0	50%	
		Explosive	9.1	9.9	6.5	582.7	58%	
		CBR	8.5	9.9	7.4	626.2	63%	
	Explosive	Zone I	9.1	9.9	6.0	544.5	54%	
		Zone II	9.1	9.5	6.0	521.2	52%	
		Zone III	9.1	10.0	6.2	560.5	56%	
	CBR	Zone I	8.5	9.9	8.0	679.3	68%	
		Zone II	8.5	9.5	9.1	734.8	73%	
		Zone III	8.5	10.0	9.0	764.2	76%	
	평균값		8.6	9.8	7.3	612.3	61.1%	
	B 초 고 층 건 물	Internal	Intrusion	6.9	9.9	4.3	300.1	30%
			Explosive	8.7	9.9	5.5	477.3	48%
CBR			8.3	9.9	6.4	534.6	53%	
Explosive		Zone I	8.7	9.7	5.2	440.4	44%	
		Zone II	8.7	9.0	5.5	431.2	43%	
		Zone III	8.7	7.9	6.4	442.2	44%	
CBR		Zone I	8.3	9.7	7.3	591.7	59%	
		Zone II	8.3	9.0	8.1	610.3	61%	
		Zone III	8.3	7.9	8.3	543.5	54%	
평균값		8.3	9.2	6.3	485.7	48.8%		
C 고 층 건 물		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	504.6	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%	
	평균값		7.4	9.4	6.5	439.5	44%	
	D 고 층 건 물	Internal	Intrusion	6.7	9.4	5.7	361.2	36%
			Explosive	8.5	9.4	5.4	434.8	43%
CBR			8.1	9.4	7.1	541.6	54%	
Explosive		Zone I	8.5	9.1	5.3	406.9	41%	
		Zone II	8.5	9.3	5.2	412.5	41%	
		Zone III	8.5	9.4	6.1	492.5	49%	
CBR		Zone I	8.1	9.1	5.5	405.0	41%	
		Zone II	8.1	9.3	4.0	300.5	30%	
		Zone III	8.1	9.4	4.7	361.7	36%	
평균값		8.1	9.3	5.4	413.0	41.2%		
E 저 층 건 물		Internal	Intrusion	3.9	4.2	5.4	89.0	9%
			Explosive	3.0	4.2	6.9	87.6	9%
	CBR		5.6	4.2	7.3	172.0	17%	
	Explosive	Zone I	3.0	5.2	7.3	112.5	11%	
		Zone II	3.0	5.9	6.6	117.2	12%	
		Zone III	3.0	6.9	6.6	137.6	14%	
	CBR	Zone I	5.6	5.2	8.6	247.8	25%	
		Zone II	5.6	5.9	8.1	268.0	27%	
		Zone III	5.6	6.9	8.1	315.7	32%	
	평균값		4.3	5.4	7.2	171.9	17.3%	

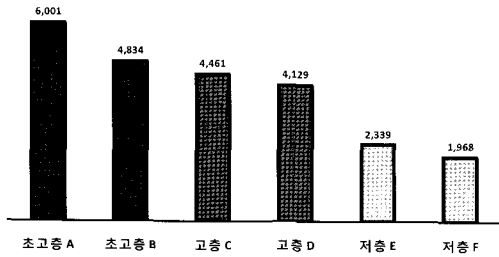
<표 7> (계속)

Scenario		Ci	Ti	Vi	Risk Ci×Vi×Ti	Risk%	
F 저 층 건 물	Internal	Intrusion	4.8	4.5	7.9	164.3	16%
		Explosive	3.8	4.5	6.8	116.8	12%
		CBR	6.5	4.5	7.1	207.4	21%
	Explosive	Zone I	3.8	4.3	6.6	107.9	11%
		Zone II	3.8	3.7	5.1	71.6	7%
		Zone III	3.8	6.9	5.0	131.6	13%
	CBR	Zone I	6.5	4.3	6.6	184.9	18%
		Zone II	6.5	3.7	6.0	143.8	14%
		Zone III	6.5	6.9	5.9	269.6	27%
평균값		5.1	4.8	6.3	155.3	15.4%	

국내외적으로 발생한 테러가 폭발물인 점에 착안하여 화생방을 제외하고 테러위험도 시나리오를 분석하였다. 초고층건물의 경우 두 건물 전부 내부폭발의 테러위험도가 가장 높은 것을 알 수 있었다. 그 다음으로 외부폭발, 내부 침입의 순으로 테러위험도가 높은 것을 확인하였다. 반면에 2개의 고층건물은 내부폭발과 외부폭발에서 각각 테러위험도가 가장 높은 것으로 나타났다. 반면에 저층에서는 외부폭발과 내부 침입이 가장 높은 테러위험도를 나타내었다. 테러위험도 평가결과 전체위험도(Total Risk Rating)가 초고층건물, 고층건물 그리고 저층건물의 순으로 테러위험도가 높게 나타나고 있다는 사실을 확인할 수 있으며, <그림 3>과 같다.

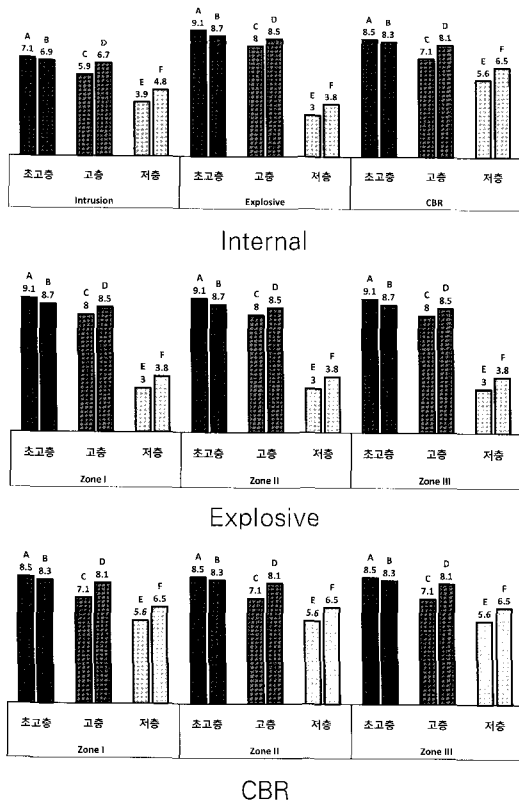
<표 8> 대상건물의 전체위험도(Total Risk)

		Total Risk	External Blast	External CBR	Internal Blast	Internal CBR	Internal Intrusion
		9,000	3,000	3,000	1,000	1,000	1,000
초 고 층 건 물	A	6,001	1,633	2,200	583	626	497
		67%	54%	73%	58%	63%	50%
B	4,834	1,315	1,762	477	535	300	
		54%	44%	59%	48%	53%	30%
고 층 건 물	C	4,461	1,090	1,628	426	505	337
		50%	36%	54%	43%	50%	34%
D	4,129	1,361	1,124	435	542	361	
		46%	45%	37%	43%	54%	36%
저 층 건 물	E	2,339	381	870	88	172	89
		26%	13%	29%	9%	17%	9%
F	1,968	358	726	117	207	164	
		22%	12%	24%	12%	21%	16%



〈그림 3〉 대상건물의 전체위험도(Total Risk)

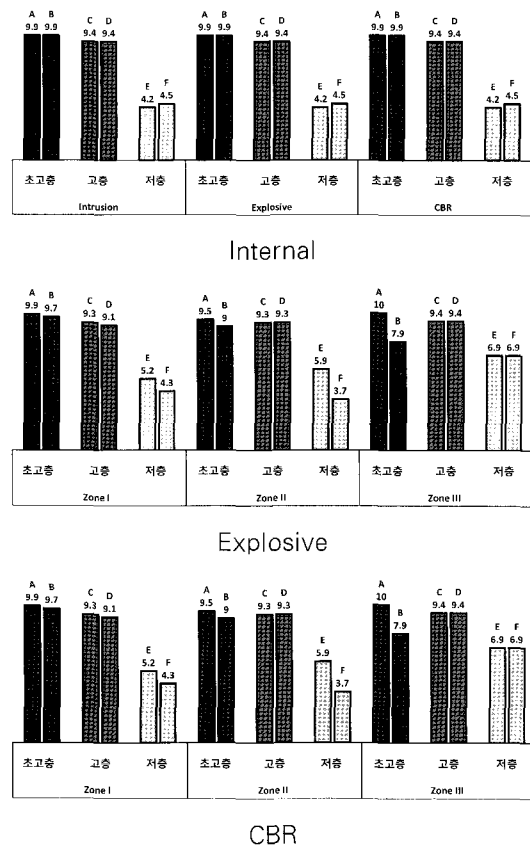
전체위험도(Total Risk Rating) 분석 내용은 다음과 같다. Consequences Rating의 테러위험도 평가결과는 Internal, Explosive, CBR(Chemical, Biological, Radiological)의 항목에서 초고층건물, 고층건물 그리고 저층건물 순으로 초고층건물의 테러위험도가 저층건물보다 상대적으로 높게 나타나고 있으며, 〈그림 4〉와 같다.



〈그림 4〉 Consequences Rating

그 원인은 테러 발생 시 평가대상건물의 연면적의 차이에 따른 사용자의 증가로 인한 인명피해(부상 및 사망)의 증가와 테러 평가대상건물의 손상으로 인한 대체비용의 증가 및 물리적 손실로 발생하는 경제적인 비용이 증가하기 때문으로 분석되었다.

Threat Rating의 경우 Consequences Rating의 테러위험도 평가결과와 유사하게 Internal, Explosive, CBR(Chemical, Biological, Radiological)의 항목에서 초고층건물, 고층건물 그리고 저층건물 순으로 초고층건물이 테러위험도가 저층건물 보다 상대적으로 높게 나타나고 있으며, 〈그림 5〉와 같다.



〈그림 5〉 Threat Rating

그 원인으로서는 평가대상건물의 연면적의 차이에 따른 사용자의 증가로 인한 인명(부상 및 사망)피해의 증가와 국가적 또는 지역적인 상징성을 가지고 있는 Landmark로서 대중매체 등을 통해 널리 알려져

있어 테러의 위협효과를 극대화 시킬 수 있으며 테러의 목표 대상이 될 수 있는 잠재성이 높기 때문이다.

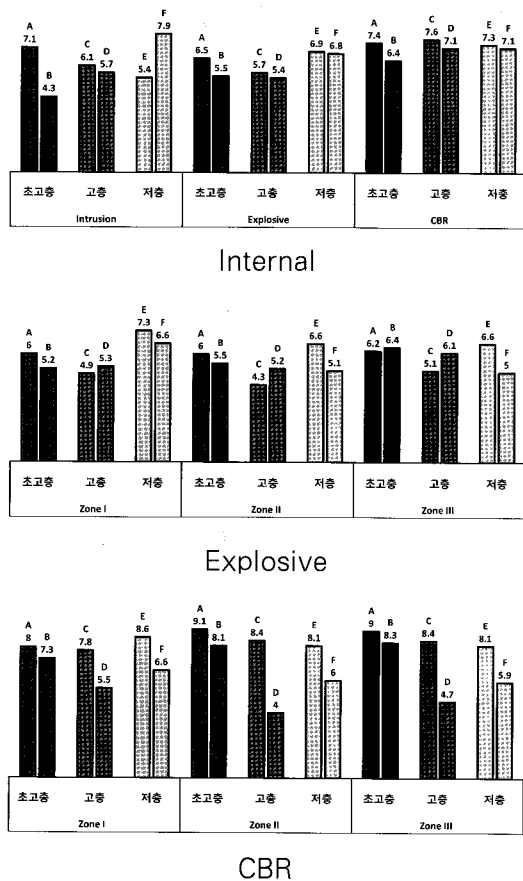
그러나 Explosive 및 CBR(Cheical, Biological, Radiological)의 항목 중 Zone II(≤30.5m ~ 91.5m)와 Zone III(≤91.5m ~ 304.8m)의 시나리오의 범위에서 고층건물 C와 D의 테러위험도가 초고층건물 B보다 높게 나타나고 있는 원인은 고층건물 C와 D를 중심으로 시나리오의 범위 내의 평가대상건물에 간접적인 피해를 줄 수 있는 잠재적인 테러대상(의료시설, 정부시설, 금융시설 등)이 될 수 있는 시설의 밀도가 높게 분포되어 있기 때문으로 분석되었다.

Vulnerability Rating의 테러위험도 평가결과는 Internal, Explosive, CBR(Cheical, Biological, Radiological)의 항목에서 저층건물이 초고층건물과 고층건물의 테러위험도와 비슷하거나 높게 나타나고 있으며, <그림 6>과 같다.

Internal의 Intrusion 항목에서 테러위험도가 가장 높은 저층건물 F와 가장 낮은 초고층건물 B의 비교분석하였다. 저층건물 F가 테러위험도가 가장 높은 이유는 평가대상건물과 테러의 수단이 될 수 있는 차량의 이격거리 확보 및 차단하기 위한 장애물의 설치 상태의 측면에서 가장 취약하게 확인되었으며, 지하통로를 통한 건물내부의 접근성 부분에서 위험도가 높게 나타나고 있기 때문이다. 또한 Explosive 항목의 경우 테러위험도가 가장 낮은 고층건물 D에 비해 저층건물 E가 높게 나타나고 있는 원인은 2층 이상의 높이의 오픈공간과 수화물 및 우편물 취급 장소의 위치에 따른 평가대상건물 주변의 외부공간에 대한 간접적인 영향으로 인한 테러위험도 증가 때문으로 분석되었다.

Explosive의 경우 시나리오의 범위 Zone I(<30.5m), Zone II(≤30.5m ~ 91.5m), Zone III(≤91.5m ~ 304.8m)에서 저층건물 E가 테러위험도가 초고층건물 및 고층건물보다 높은 이유는 기둥 및 내력벽간의 거리가 가장 멀리 떨어져 있으며, 구조부재인 기둥이 외부에 노출되어 있어 일반인의 접근의 쉽고 구조상 취약한 부분의 기둥 높이가 높기 때문이다.

CBR(Cheical, Biological, Radiological)의 경우 Scenario의 범위 Zone II(≤30.5m ~ 91.5m)와 Zone III(≤91.5m ~ 304.8m)에서 평가대상건물의 높이에 따른 CBR(Cheical, Biological, Radiological)의 확산 범위의 증가와 가장 테러위험도가 낮은 고층건물 D와 비교하여 공기흡입구의 위치가 대중의 접근이 쉬운 지상에 위치하고 있기 때문에 초고층건물 A의 테러위험도가 높게 나타나고 있다. 그러나 Scenario의 범위 Zone I(<30.5m)에서 저층건물 E가 초고층건물 및 고층건물에 비해 테러위험도가 높게 나타나고 있는 원인은 평가대상건물 주변의 외부공간을 감시하거나 통제할 수 있는 보안시설 및 인원(CCTV 및 보안요원 등)이 부족하기 때문으로 분석되었다.



<그림 6> Vulnerability Rating



2) C, T, V의 영향분석

각 평가대상 건물의 테러위험도의 요인을 비교분석하여 산정된 C(Consequences Rating), T(Treat Rating), V(Vulnerability Rating)의 평균 위험도 수치를 분석하였다.

6동의 평가대상건물을 분석한 결과 초고층건물과 고층건물에서는 초고층건물 A의 경우처럼 C 항목의 8.6점과 V 항목의 7.3점에 비해 T 항목이 평균 9.8점으로 위험도가 가장 높게 나타나고 있다. 그 이유는 단일 건물의 연면적에 따른 사용자의 증가로 인한 인명피해(사망 및 부상)의 증가와 국가적 지역적 상징성을 가지고 있는 대상으로 테러의 위협을 극대화시킬 수 있으며, 테러리스트의 공격 대상이 될 가능성이 높게 작용하기 때문이다.

반면 저층건물에서는 저층건물 E의 경우처럼 C 항목의 4.3점과 T 항목의 5.4점에 비해 건축 및 구조적인 요소가 위험요소로 작용하는 V의 항목이 평균 7.2점으로 위험도가 가장 높게 나타나고 있다는 사실을 확인하였으며 <표 9>와 같다.

<표 9> Scenario에 따른 C, T, V 평균 수치

평가대상 건물	평가 항목	Scenario 항목 수	Scenario 평균
초고층 건물	A	C	9
		T	9.8
		V	7.3
	B	C	9
		T	9.2
		V	6.3
고층 건물	C	C	9
		T	9.4
		V	6.5
	D	C	9
		T	9.3
		V	5.4
저층 건물	E	C	9
		T	9
		V	9
	F	C	9
		T	9
		V	9

3) Scenario에 따른 테러위험도 분석

전체위험도(Total Risk Rating) 분석을 통한 위험도 수치를 Scenario에 따라 분류하여 초고층건물 2동, 고층건물 2동 그리고 저층건물 2동을 포함하여 총 6동의 각각의 건물의 Scenario의 평균위험도 수치를 산정하였다.

전체위험도(Total Risk Rating)의 평균 수치를 확인한 결과 6동의 평가대상건물 중 초고층건물 A의 경우 612.3점으로 가장 높은 위험도를 나타내며, 그 다음으로 초고층건물 B의 경우 485.7점으로 높은 전체위험도(Total Risk Rating) 평균 수치를 나타나고 있다. 또한 Risk 평균 수치의 경우 초고층건물, 고층건물 그리고 저층건물에서 CBR(Chemical, Biological, Radiological)의 Scenario 범위에 따른 Zone III(≤91.5m ~ 304.8m), Zone I(<30.5m), Zone II(≤30.5m ~ 91.5m), Internal(Intrusion, Explosive, CBR)항목 중에서도 Internal-CBR부분 순으로 위험도가 높게 나타나고 있음을 확인 할 수 있으며, <표 10>과 같다.

<표 10> Scenario에 따른 Total Risk 및 Risk 값

	초고층건물		고층건물		저층건물		Risk 평균
	A	B	C	D	E	F	
Internal (Intrusion)	497.0	300.1	337.1	361.2	89.0	164.3	291.5
Internal (Explosive)	528.7	477.3	426.1	434.8	87.6	116.8	345.2
Internal (CBR)	626.2	534.6	504.6	541.6	172.0	207.4	431.1
Explosive (Zone-I)	544.2	440.4	366.6	406.9	112.5	107.9	329.8
Explosive (Zone-II)	521.2	431.2	319.8	412.5	117.2	71.6	312.3
Explosive (Zone-III)	560.5	442.2	381.8	492.5	137.6	131.6	357.7
CBR (Zone-I)	679.3	591.7	513.3	405.0	247.8	184.9	437.0
CBR (Zone-II)	734.8	610.3	551.3	300.5	268.0	143.8	434.8
CBR (Zone-III)	764.2	543.5	555.1	361.7	315.7	269.6	468.3
Total Risk 평균	612.3	485.7	439.5	413.0	171.9	155.3	379.6

이를 통해 CBR(Chemical, Biological, Radiological) 테러에 대한 설계 및 대비가 미흡한 것을 확인하였다. 화재발생과 관련된 테러가 발생하였을 때 건물의 화재발생의 경우처럼 공조 설비, elevator Core, 계단 등을 통한 건물의 내부공간과 건물의 외부 창을 통한 급속한 확산으로 인접지역 또는 인접건물 등에 상당한 인명피해(사망 및 부상)가 발생 할 것으로 예상된다. 또한 평가대상건물의 주변지역에 분포하고 있는 테러목표 대상의 밀도 및 건축적 특징 및 구조적 구성방식과 관련된 Explosive의 항목 중 Zone III (≤91.5m ~ 304.8m)의 범위와 Internal(Intrusion, Explosive, CBR)항목 중 Internal-Explosive항목 순으로 위험도가 높게 나타나고 있는 것을 확인할 수 있다.

#### 4. 결론

1. FEMA 455를 통한 초고층건물 2동, 고층건물 2동, 저층건물 2동을 포함한 6동의 전체테러위험도를 분석한 결과 초고층건물은 4,834점 ~ 6,001점으로 중 위험도, 고층건물은 4,129점 ~ 4,461점으로 중 위험도 범위를 나타내고 있다. 반면 저층건물은 1,968점 ~ 2,339점으로 저 위험도 범위로 초고층건물이 저층건물에 비해 테러위험도가 높은 것을 확인하였다.
2. 초고층건물의 전체위험도(Total Risk Rating) 평가결과를 C(Consequences Rating), T(Threat Rating), V(Vulnerability Rating)으로 분류하여 분석한 평균 수치의 결과, 초고층건물 A의 경우 C : 8.6점, T : 9.8점, V : 7.3점이었으며, 초고층건물 B의 경우 C : 8.3점, T : 9.2점, V : 6.3점으로 C(Consequences Rating), V(Vulnerability Rating)에 비해 T(Threat Rating)항목이 상대적으로 높게 나타나고 있으며, 고층건물의 경우에도 T(Threat Rating)항목에서 테러위험도가 높게 나타나고 있다.

그 원인으로 초고층건물이 건물내부의 거주인원 및 국가적 또는 지역적인 상징성 및 가시성 부분에 대하여 테러 위험도가 높기 때문이다.

3. 저층건물의 전체위험도(Total Risk Rating) 평가결과를 C(Consequences Rating), T(Threat Rating), V(Vulnerability Rating)으로 분류하여 분석한 평균 수치의 결과 저층건물 E의 경우 C : 4.3점, T : 5.4점, V : 7.2점이었으며, 저층건물의 경우 C : 5.1점, T : 4.8점, V : 6.3점으로 C(Consequences Rating), T(Threat Rating)에 비해 건축 및 구조적인 요소가 위험요소로 작용하는 V(Vulnerability Rating)항목에서 테러위험도가 높게 나타나고 있다. 그 원인은 테러의 수단이 될 수 있는 차량 접근 용이함과 통제의 어려움 및 2층 이상의 높이의 오픈공간과 수화물 및 우편물 취급 장소에 따른 테러 위험도가 높기 때문이다.
4. Scenario에 따른 건물의 위험도 분석을 통해 9개의 시나리오 가운데 CBR (Chemical, Biological, Radiological)항목이 테러의 발생 시 가장 취약함을 확인하였으며, 이를 통해 국내 건물의 설계 시 CBR테러에 대한 대비가 미흡한 것을 알 수 있다. CBR의 Scenario 범위에 따른 Zone III(≤91.5m ~ 304.8m), Zone I(<30.5m), Zone II(≤30.5m ~ 91.5m), Internal의 CBR 순으로 위험도가 높게 나타나고 있음을 확인하였다. CBR 다음으로는 초고층건물 전부 내부폭발의 테러위험도가 가장 높은 것을 알 수 있었다. 그 다음으로 외부폭발, 내부 침입의 순으로 테러위험도가 높은 것을 확인하였다. 반면에 2개의 고층건물은 내부폭발과 외부폭발에서 각각 테러위험도가 가장 높은 것으로 나타났다. 반면에 저층에서는 외부폭발과 내부 침입 순으로 높은 테러위험도를 나타내었다.

## 참고문헌

1. 김두현, 안광호, 다중이용시설의 대테러 안전대책, 한국경호경비학회지, 제22호, 2010. pp. 37~64
2. 양문승, 윤경희, 다중이용시설의 테러 위험요인에 따른 경찰 대비방안 연구, 한국경찰연구, 제9권 제3호, 2010, pp. 89~122
3. 허태희, 국내 다중이용시설 테러대응체계와 위기 관리, 대테러정책 연구논총, 제8호, 2011. 02, pp. 205~242
4. 강경연, 임동현, 김정석, 이경훈, 초고층 건축물의 폭발물테러 예방을 위한 건축계획 가이드라인 연구(1, 2차 방어선을 중심으로), 한국위기관리논집, 제6권 제4호, 2010. 12, pp. 191~216
5. 지정환, 국내 초고층건물의 폭발물테러 피해경감을 위한 구조가이드라인, 서울과학기술대학교 산업대학원 건축학과 석사학위논문, 2011. 02
6. 지정환, 윤성원, Rapid Visual Screening을 통한 국내 고층건물의 테러위험도 분석, 한국공간구조학회논문집, 2011. 06. pp. 55~62
7. FEMA, FEMA 455-Handbook for Rapid Visual Screening of Buildings to Evaluate Terrorism Risks, 2009
8. 지정환, 송진영, 윤성원, 건물의 테러 위험도 평가를 위한 Rapid Visual Screening, 한국공간구조학회지, 제11권 제1호(통권43호), 2011. 03, pp. 11~14

(접 수 일 자 : 2011년07월22일)

(심사완료일자 : 2011년11월21일)

(게재확정일자 : 2011년11월30일)