

낙뢰 리스크 관리

이기홍 <대한주택공사 주택도시연구원 책임연구원>

1 서론

리스크 관리(Risk management)란 인적·물적 자산을 노출된 위험들로부터 체계적으로 관리하는 과정으로서 일상생활에서 보험을 가입하는 것도 하나의 리스크 관리 행위에 해당된다. 이러한 리스크 관리는 위환 위기 이후, 그 중요성이 크게 대두되었으며 특히 기업이나 국가의 금융 분야에서 각광을 받고 있다.

최근에는 금융뿐만 아니라 정보통신시스템(IT) 분야를 비롯한 다양한 분야에까지 리스크 관리 개념이 적용되고 있다.

건축물도 초고층화되고 첨단화됨에 따라 이들 건축물에 발생될 수 있는 우발적 위험, 특히 낙뢰피해 위험으로부터 철저히 보호되고 관리되어야 한다. 이에 따라 낙뢰보호시스템에 관한 새로운 국제규격(IEC 62305, 2006)에서도 건축물이나 공작물에 대한 낙뢰위험으로부터 이들을 보호할 수 있는 리스크 관리 기술을 제시하고 있다. 본 고에서는 신 국제규격에서 제시하고 있는 뇌(雷) 보호 기술 분야에서의 리스크 관리 기술을 소개하고자 한다.

2. 리스크관리의 구성

리스크 관리는 불확실성의 위험요소를 인식하고 이를 분석한 후 그 결과에 따라 적절히 대응하는 과정으

로 구성 된다.

리스크 관리는 구체적으로 다음과 같이 4개의 과정으로 구성된다.

- 리스크 인식(risk identification)
- 리스크 계량화(risk quantification)
- 리스크 대응방안 수립(risk response development)
- 리스크 통제(risk response control)

이들 4개의 과정에서 리스크 인식과 리스크 계량화는 경우에 따라서 하나의 과정으로 다루어지기도 하며, 그 결합된 과정을 리스크 분석(analysis) 또는 평가(assessment)라고도 한다. 리스크 대응방안 수립과 리스크 통제과정도 이들을 합쳐서 리스크 관리(management)로 부르기도 한다.

리스크 인식은 보호대상에 영향을 중 수 있는 위험요소를 결정하고 각각의 특성을 문서화하는 과정이며, 리스크 계량화는 각각의 위험요소들에 대하여 가중치를 결정하여 위험도를 결정하는 과정으로, 수학적 기법을 사용할 경우 정확성과 신뢰도가 극히 중요한 과정이다.

리스크 대응방안 수립은 계산된 위험도에 따라 적합한 대응방안을 수립하여 구체적으로 무엇을 할 것인가를 결정하는 과정이며, 리스크 통제는 위험요소들에 대하여 대응하기 위해 수립된 리스크 관리계획을 집행하는 과정이다.

3. 뇌 보호시스템에서의 리스크관리

3.1 리스크 관리의 필요성

낙뢰는 건물 전체 또는 일부에 손상을 일으키는 물론 전기전자설비들에게도 손상 또는 오동작을 일으킨다. 따라서 그 결과 사회 전반에 걸쳐 다양하게 구축되어 있는 정보네트워크 시스템을 교란시키거나 중지 시킴으로써 건물 주변은 물론 광범위한 지역까지 영향을 미칠 수 있다.

따라서 낙뢰에 의한 손상이나 영향을 최소화하기 위해서는 LPS(Lightning Protection System)를 비롯하여 분당, 차폐, 이격, 배선 등 다양한 방법들이 적용되고 있다.

이러한 낙뢰대책 방안들을 건축물이나 설비들에 적용하기 위해서는 경제적인 비용이 수반되므로 소요비용 대비 보호효과에 따른 이익도 함께 평가되어야 한다.

따라서 효율적이고 경제적인 낙뢰보호대책을 수립하기 위해서는 보호대상 건축물의 기능, 내용물, 구조형태 등을 비롯한 건축물의 특성, 해당 건축물이 위치한 지역의 낙뢰 특성 등 다양한 환경적 조건, 각종 보호대책들에 대한 경제성, 보호대책 방안들에 대한 효과 등 다양한 요인들이 종합적으로 검토되어야 한다.

낙뢰보호대책의 종합적 검토 결과는 건축물의 소유자나 LPS의 설계자에 LPS의 필요 여부, 필요하다면 어떠한 대책들을 선택할 것인가를 결정하는데 큰 도움을 줄 수 있다. 이러한 필요성에 따라 새로운 국제규격 IEC 62305에서는 Part 2에 리스크 관리(Risk management)라는 제목으로 낙뢰보호 대상물의 위험도를 해석하는 내용을 자세하게 다루고 있다.

3.2 용어 설명

낙뢰피해에 대응한 리스크 관리를 하기 위해서는 다양한 용어들이 사용되고 있기 때문에 이들 용어들의 정의 및 개념 파악이 선행되어야 한다.

낙뢰 리스크 관리에서는 피해원인(S), 손상유형(D), 손실유형(L), 위험도(R), 위험성분(R_x), 허용 위험도(R_T)라는 용어들이 사용되고 있는데 이들에 대해서 간단히 살펴보기로 한다. 우선 피해원인, 손상유형, 손실유형은 다음과 같이 분류하고 있다(표 1 참조).

피해원인 : S1, S2, S3, S4

손상유형 : D1, D2, D3

손실유형 : L1, L2, L3, L4

이상과 같은 정보들이 파악된 후에는 해당 건축물에 대한 낙뢰에 대한 위험도를 산정하여야 하는데 위험도는 다음과 같이 4가지로 구분하고 있다(표 2 참조).

위험도 : R_1, R_2, R_3, R_4

이들 위험도들은 그림 2에서 나타내고 있는 다양한 위험도성분들의 합으로 나타내진다. 예를 들어 위험도 R_1 이 모든 위험도성분들과 관계된다면 R_1 은 다음과 같이 표시된다.

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

표 1. 뇌격발생지점에 따른 손상 및 손실 유형

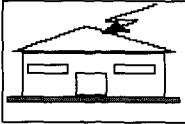

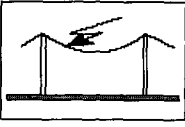
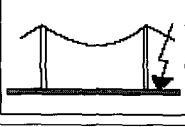
뇌격지점	손상 원인	손상 유형	손실 유형
구조물 	S1	D1 D2 D3	L1 L1,L2,L3,L4 L1,L4
구조물 근방 	S2	(D2),D3	L1,L2,L4
인입서비스설비 	S3	D1,D2,D3	L1,L2,L3,L4
인입서비스설비근방 	S4	D3	L1,L2,L4
- 손상 원인(source) S1 구조물에 직접 뇌격 S2 구조물 근방에 뇌격 S3 인입서비스설비에 직접뇌격 S4 인입서비스설비의 근방에 뇌격		- 손상(damage) 유형 D1 접촉 또는 보폭전압에 의한 인명의 쇼크 D2 물리적 손실(화재, 폭발, 기계적 파괴, 화학물질 누출 등) D3 전기 및 전자설비의 오동작	- 손실(loss) 유형 L1 인명손실 L2 공공서비스의 손실 L3 문화재의 손실 L4 경제적 손실

표 2. 건축물에서의 각 위험도와 이에 관련되는 위험도 성분들

손상원인	S1			S2	S3			S4
위험도성분	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
R ₁	*	*	*	*	*	*	*	*
R ₂		*	*	*		*	*	*
R ₃		*				*		
R ₄	*	*	*	*	*	*	*	*
R ₁ : 인명피해 위험도 R ₂ : 공공서비스 손실 위험도 R ₃ : 문화재 손실 위험도 R ₄ : 경제적 손실 위험도 R _A : 건물외부에서의 인명손상 위험도성분 R _B : 건물내부에서 스파킹에 의한 화재, 폭발 등의 물리적 손상 위험도성분 R _C : LEMP에 의한 내부시스템 고장으로 발생하는 위험도성분(폭발, 병원의 인명피해 등) R _M : R _C 와 동일한 위험도 성분 R _U : 인입설비를 통한 낙뢰전류로 건물내부에서의 접촉전압에 의한 인명손상 위험도성분 R _V : 인입설비를 통한 낙뢰전류로 화재나 폭발 등에 의한 물리적 손상 위험도성분 R _W : 인입설비의 과전압에 의한 내부시스템 고장으로 발생하는 위험도성분(폭발, 병원에서 인명피해 등) R _Z : R _W 와 동일한 위험도 성분								

또한 위험도성분들도 표 3에서와 같이 다양한 요소들에 의해 결정된다.

이들 위험도성분들은 다음과 같이 보호대상 건축물이 있는 지역의 년 간 낙뢰발생횟수, 건축물에 손상이 발생될 확률, 낙뢰에 의해 발생하는 손실에 영향을 받는다.

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X$$

단 N_X : 낙뢰에 의해 위험한 상태가 발생하는 연간 평균 횟수

P_X : 낙뢰에 의해 건물에서 손실이 발생할 확률

L_X : 낙뢰에 의해 발생하는 총 손실

따라서 다양한 요인들에 의해 영향을 받는 위험도성분들을 정확히 산정하는 것이 중요하다. 그 이유는 위험도성분들이 정확히 산출되었을 때에만 위험도 해석이 의미를 갖기 때문이다.

표 3. 위험성분들에 영향을 미치는 각종 요소들

위험도성분에 영향을 미치는 요소들	위험도성분	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
		집체면적	x	x	x	x	x	x	x
토양표면의 저항	x								
마루바닥의 저항						x			
물리적 제한조치, 절연, 경고문, 대지등전위	x								
LPS	x	x	x	x	x	x			
SPD 동작협조 및 설치				x				x	
공간실드			x						
외부선 실드						x	x	x	
내부선 실드			x						
최적배선			x						
본딩네트워크			x						
화재 알람			x				x		
난연성			x				x		
특수한 위험(공황, 환경오염 등)			x				x		
내충격 전압				x	x	x	x	x	

이와 같이 건축물에 낙뢰보호 설계를 위해서는 다양한 위험도 성분으로부터 4가지 유형의 위험도(R_1, R_2, R_3, R_4)를 모두 산정하여야 하며 그 산정 결과는 일정한 허용위험도(R_T) 이하가 되도록 뇌 보호 설계를 하여야 한다. 국제규격에서 표준으로 제시하고 있는 허용위험도(R_T)는 표 4와 같으며 이들 값들은 각 국가에서 각자의 특성에 맞게 조정할 수 있다.

표 4. 허용위험도(R_T)

손실 유형	$R_T(y^{-1})$
R_1	10^{-5}
R_2	10^{-3}
R_3	10^{-2}

3.3 뇌 보호 시스템의 리스크 관리 절차

뇌보호시스템에서의 리스크 관리를 위한 기본적인 절차는 다음과 같다.

- ① 보호대상 건축물에 대한 정보 및 특성 파악
- ② 모든 손실 유형 파악(L1, L2, L3, L4)
- ③ 다양한 위험도성분으로부터 각 위험도 평가(R_1, R_2, R_3, R_4)
- ④ 위험도와 허용위험도를 비교하여 보호대책의 필요성 평가
- ⑤ 보호대책의 소요 비용과 보호효과 대비에 의한 경제성 평가

이들 절차는 낙뢰가 발생됨으로써 수반될 수 있는 손실들을 파악하고 이들 결과들을 가지고 위험도를 평가한 후 위험도와 허용위험도를 비교하여 낙뢰보호대책의 필요성을 판단하는 것으로 요약할 수 있다.

평가된 위험도가 허용위험도를 초과하면 보호대책이 필요하다는 것을 의미하며 이때는 다양한 보호조치를 적용함으로써 위험도를 허용위험도 이하로 낮추어야 한다.

이러한 낙뢰보호대책의 필요성 판단절차를 도식화하여 나타내면 그림 1과 같다.

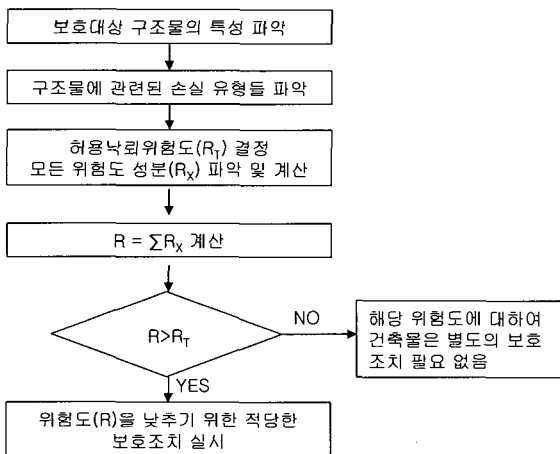


그림 1. 낙뢰보호조치(대책)의 필요성 판단 절차

이러한 절차에 의해 낙뢰 보호대책의 필요성이 있는 것으로 판단되면 다양한 보호조치가 적용될 수 있다. 하지만 이러한 보호조치의 적용은 많은 비용이 수반될 수 있으므로 보호조치에 의해 얻을 수 있는 효과와 소요비용을 비교하여 경제성을 평가하는 과정을 거쳐야 한다. 그림 2는 보호대상 건축물에 적용코자 하는 낙뢰 보호대책의 경제성을 평가하는 절차를 나타낸다.

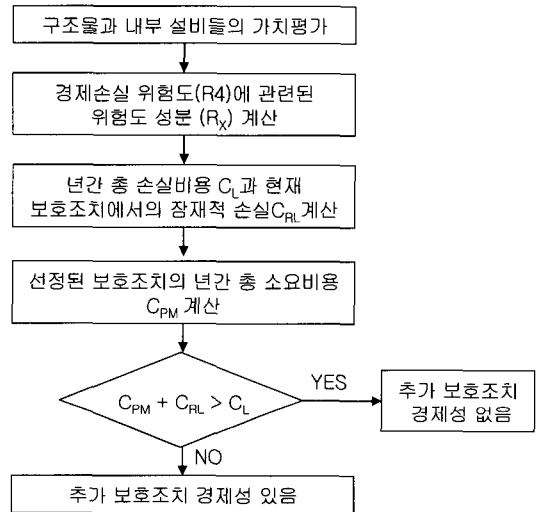


그림 2. 보호조치(대책)의 경제성 평가 절차

보호대상 건축물에 있어서 발생 가능한 각종 손실들을 파악하고 이들 정보에 따라 위험도를 평가한 후 이를 허용위험도와 비교하여 위험도가 허용위험도를 초과할 경우에는 다양한 보호조치가 필요하다.

이들 보호조치들은 일반적으로 LPS, LPMS (LEMP protection measures system), 기타 등으로 구분할 수 있는데 이들 보호조치의 선정절차를 도식화하여 나타내면 그림 3과 같다. 결론적으로 설계자는 기술적인 측면과 함께 경제적 측면도 함께 고려하여 최적의 보호조치를 선정하고 이를 적용토록 하여야 한다.

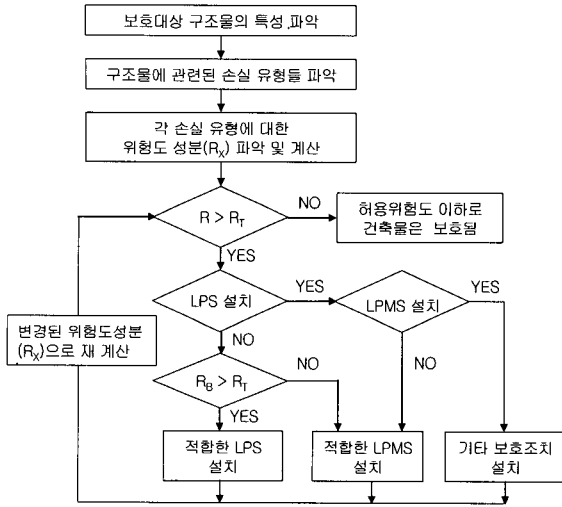


그림 3. 다양한 보호조치(대책) 선정 절차

3.4 리스크 관리 소프트웨어

IEC 62305-2는 낙뢰에 대한 리스크관리(Risk management)를 위한 자세한 절차를 제공하고 있는데 이러한 절차에 따라 위험도가 산정되면 건축물 소유자나 LPS 설계자에게 해당 건축물에 적합한 낙뢰 보호대책을 선정하는 과정에서 큰 도움을 줄 수 있다.

하지만 본 규격에서 제공하고 리스크 산정과 적합을 대책을 제시하기 위해서는 수많은 요소들의 산술과 다양한 논리 규칙에 따른 번거로움이 발생하게 된다.

따라서 국제규격에서는 리스크 관리를 위한 규격과 함께 사용자가 손쉽게 낙뢰위험도를 해석하여 적합한 낙뢰 보호대책을 수립할 수 있도록 다양한 산술과 논리규칙을 간소화한 소프트웨어를 구축하여 그림 4와

IEC 62305-2 Risk Assessment Calculator Version 1.0.2

File Options Library Help

Structure's Dimensions:

Length of structure [m]: 20

Width of structure [m]: 20

Height of roof plane [m]: 40

Height of highest roof protrusion [m]:

Equivalent area [m²]: 65 262 m²

Structure Attributes:

Risk of fire or physical damage: Ordinary

Structure screening effectiveness: Poor

Internal wiring type: Unscreened

Environmental Influences:

Location relative to surroundings: Isolated structure

Location density (service line density): Suburban

Number thunderdays: 25 / year

Equivalent annual flash density: 2.5 flashes/km²

Flash density map: View Map

Utility Service Lines:

Power Lines:

Type of service to the structure: Buried cable

Type of external cable: Unscreened

Presence of MV / LV transformer: No Transformer

Other Overhead Services:

Number of conductive services: 0

Type of external cabling: Unscreened

Other Underground Services:

Number of conductive services: 1

Type of external cabling: Unscreened

Structural Protection Measures:

Efficiency of building LPS: None

Fire protection level: None

Surge protection: B1000

Loss Categories:

Category 1 - Loss of Human Life:

Special hazards: Low panic level

Life loss due to fire: Commercial, schools

Life loss due to overvoltages: Not relevant

Category 2 - Loss of Essential Services:

Service lost due to fire: None

Service lost due to overvoltages: None

Category 3 - Loss of Cultural Heritage:

Heritage structure lost due to fire: None

Category 4 - Economic Loss:

Fire loss factor: Offices, schools

Overvoltage loss factor: Offices, schools

Step and touch potential loss factor: No economic loss

Tolerable risk of economic loss: 1 in 1,000 yrs

Special hazards: Low panic level

Calculated Risks:

	Calculated Risk [R]	Tolerable Risk [Rt]	Direct Stake Risk [Rd]	Indirect Stake Risk [Ri]
Loss of Human Life	1.38E-04	1.00E-05	1.38E-04	0.00E+00
Loss of Essential Services	0.00E+00	1.00E-03	0.00E+00	0.00E+00
Loss of Cultural Heritage	0.00E+00	1.00E-03	0.00E+00	0.00E+00
Economic Loss	1.46E-03	1.00E-03	9.57E-04	4.98E-04

IEC

The IEC lightning risk assessment calculator is intended to assist in the analysis of various criteria to determine the risk of loss due to lightning. It is not possible to cover each special design element that may render a structure more or less susceptible to lightning damage. In special cases, personal and economic losses may be very important and should be considered in addition to the assessment obtained by use of this tool. It is intended that this tool be used in conjunction with the written standard IEC62305-2.

Calculations

27.08.2003 16:14

그림 4. 리스크 관리를 위한 소프트웨어의 화면

같이 제공하고 있다.

4. 결 론

LPS를 설계하기 위해서는 보호 대상물이 위치한 낙뢰 환경과 함께 LPS의 효과 및 경제성 등을 우선 평가한 후 평가된 결과에 따라 적합한 낙뢰보호대책을 적용하는 리스크관리는 매우 합리적이고 타당한 절차이다.

하지만 기존의 국제규격인 IEC 61024에서는 이러한 합리적 절차를 위한 규정을 제공하지 못하였고, 그 결과 LPS설계자 및 건축물 소유자들은 적합한 낙뢰보호대책을 선정하는데 어려움을 겪어 왔다.

이러한 문제점들을 해결하기 위해서 새로운 피뢰설비 국제규격인 IEC 62305 시리즈에서는 낙뢰에 대한 리스크 관리 방법을 매우 자세하게 제시하고 있으므로, 앞으로는 더욱 합리적이고 경제적인 낙뢰보호대책이 이루어질 것으로 판단된다.

따라서 국내도 신속히 새로운 피뢰설비 국제규격을 받아들여 유비쿼터스 사회를 뒷받침할 수 있는 선진 낙뢰보호기술의 확립이 필요하다고 판단된다.

◇ 저 자 소 개 ◇



이기홍(李起弘)

1962년 11월 17일생. 1988년 충남대학교 공대 전기공학교육과 졸업. 1990년 동 대학원 졸업(석사). 2001년 동 대학원 졸업(박사). 1992년~현재 대한주택공사 주택도시연구원 책임연구원. 2001년~현재 본학회 편수위원. 2003년~현재 IEC/TC 64, 81 전문위원. 2005년~현재 IEC/TC 81/WG 8 Member.

E-mail : lkh21@knhc.co.kr