

제 2 장 건축물 등의 뇌 보호 시스템 규격 해설서

제1절 건축물 등의 뇌 보호 시스템, 제1부: 일반원칙
(KS C IEC 61024-1) : 1page ~ 33page

제2절 건축물 등의 뇌 보호 시스템, 제1부: 일반원칙 -제1절: 지침A:
뇌 보호 시스템 보호등급의 선정
(KS C IEC 61024-1-1) : 34page ~ 51page

제3절 건축물 등의 뇌 보호 시스템, 제1부: 일반원칙 -제2절: 지침B:
뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사
(KS C IEC 61024-1-2) : 52page ~ 222page

제1절 건축물 등의 뇌 보호 시스템

제1부 : 일반원칙

서 문 이 규격은 1990년에 제1판으로 발행된 IEC 61024-1, Protection of structures against lightning - Part 1: General principles를 번역하여 기술적인 내용과 규격의 양식을 변경하지 않고 작성한 한국산업 규격이다.

1. 일반사항

1.1 적용범위 및 목적

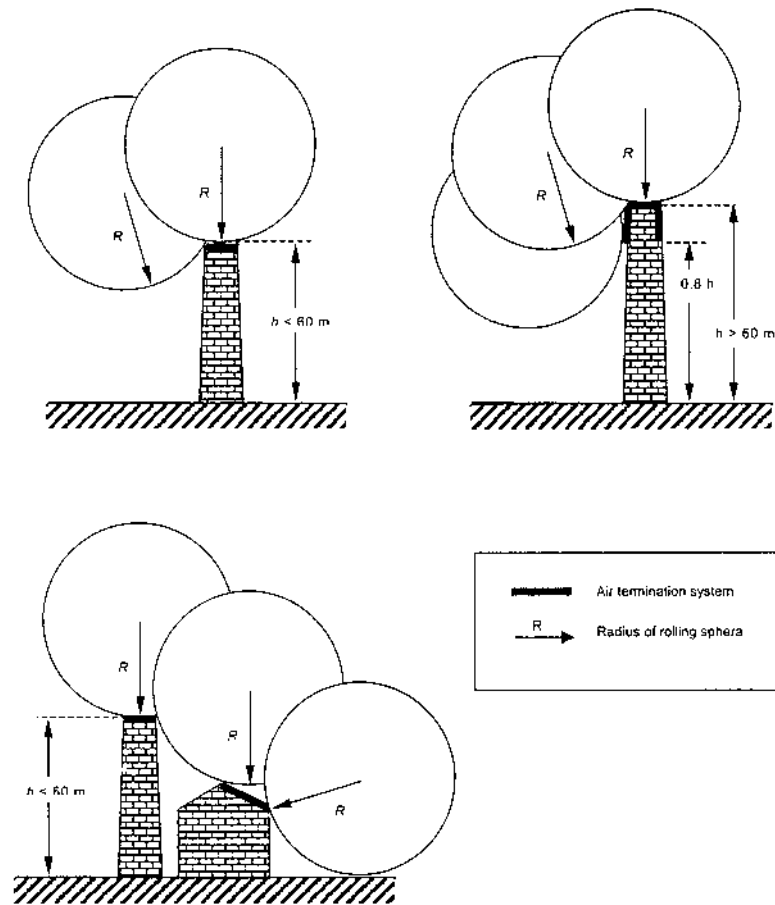
1.1.1 적용범위

이 규격은 높이 60m이하의 일반 건축물에 대한 뇌 보호 시스템(LPS)의 설계 및 시공에 적용하며 다음사항은 이 규격의 범위에서 제외한다.

- a) 철도시스템
- b) 건축물 외부의 송전, 배전 및 발전시스템
- c) 건축물 외부의 통신시스템
- d) 차량, 선박, 항공기, 해양설비 등

비고 - 일반적으로 a)에서 d)의 시스템은 각 관련기관이 제정한 특별 규정이 적용된다.

- 60m를 초과하는 건축물에 대한 뇌 보호 시스템(LPS)의 설계 및 시공에서는 “2.1.2 배치”에서 회전 구체법 및 메시법 만을 적용하고, 축퇴 보호에 관한 것은 건물높이의 80%이상 부분만을 대상으로 한다<해설그림 1 참조>.
- 건축물에 대한 뇌 보호 시스템(LPS)의 설계자는 뇌 보호 시스템의 필요여부를 KS C IEC 61024-1-1 “뇌 보호 시스템의 보호등급의 선정”의 4.3 “뇌 보호 시스템의 선정절차”에 의하여 뇌 보호 시스템이 불필요 하다고 인정되지 않는 한 이 규격에 의한 뇌 보호 시스템(LPS)을 설계하여야 한다.



해설그림 1 Design of an LPS air-termination according to the "rolling sphere" method (근거 : IEC TC 81 CD & CDV)

1.1.2 목적

이 규격은 1.1.1에 나타난 건축물과 그 내부나 상부의 사람, 설비 및 수용물을 뇌로부터 보호하기 위한 효과적인 뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 검사 및 유지관리에 관한 정보를 규정한다.

1.2 용어 및 정의

이 규격에서 다음의 용어정의가 적용된다.

1.2.1 낙뢰(Lightning flash to earth) : 뇌운과 대지 사이에 발생하는 방전으로 1회 이상의 뇌격을 포함한다.

- 낙뢰는 하계뢰와 동계뢰를 모두 포함한다.

1.2.2 뇌격(Lightning stroke) : 낙뢰에 있어서 단일 방전.

1.2.3 뇌격점(Point of strike) : 뇌격이 대지, 건축물 또는 LPS와 접촉하는 점

비고 - 하나의 낙뢰에 하나 이상의 뇌격점이 있을 수도 있다.

1.2.4 보호범위(Space to be protected) : 이 규격에 따라 뇌의 영향으로부터 보호가 필요한 건축물 또는 지역의 부분

1.2.5 뇌 보호 시스템(LPS : Lightning protection systems) : 뇌의 영향에 대하여 공간을 보호하기 위해 사용되는 시스템의 전체. 이 시스템은 외부와 내부 뇌 보호 시스템으로 구성된다.

비고 - 특수한 경우 LPS는 외부 LPS 또는 내부 LPS 하나만으로 구성될 수도 있다.

- 뇌 보호 시스템의 설계는 *KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 1 "뇌 보호 시스템 설계흐름도"에 의한다.*

1.2.6 외부 뇌 보호 시스템(External lightning protection system) : 이 시스템은 수뢰부(air-termination system), 인하도선 시스템과 접지 시스템(earth termination system)으로 구성된다.

1.2.7 내부 뇌 보호 시스템(Internal lightning protection system) : 보호범위 내에서 뇌 전류의 전자적 영향을 감소시키기 위하여 1.2.6에 규정한 것에 추가하는 모든 조치

- 모든 조치라 함은 등전위본딩, SPD설치, 저항을 낮추기 위해 시도되는 접지공사 등을 말한다.

1.2.8 등전위 본딩(EB : Equipotential bonding) : 뇌 전류에 의한 전위차를 감소시키기 위한 내부 뇌 보호 시스템의 일부

1.2.9 수뢰부 시스템(Air-termination system) : 뇌격을 포착하기 위한 외부 뇌 보호 시스템의 일부

1.2.10 인하도선(Down-conductor) : 뇌 전류를 수뢰부 시스템으로부터 접지시스템으로 흐르게 하기 위한 외부 뇌 보호 시스템의 일부

1.2.11 접지 시스템(Earth-termination system) : 뇌 전류를 대지로 흘려 방류시키기 위한 외부 뇌 보호 시스템의 일부

비고 - 저항률이 큰 토양에 매설된 접지 시스템은 근처 대지로 흐르는 뇌 전류를 가로막을 수도 있다.

1.2.12 접지극(Earth electrode) : 대지와 직접 전기적으로 접촉하고 뇌 전류를 대지로 방류시키기 위한 접지시스템의 한 부분 또는 그 집합

1.2.13 환상 접지극(Ring earth electrode) : 건축물 등 주위의 대지면 아래 또는 위에 폐 루프를 구성하는 접지극

- 환상 접지극은 건물의 외곽 형태에 따라 폐 루프 형태로 구성되는 B형 접지극(2.3.3.2) 이다.

1.2.14 기초 접지극(Foundation earth electrode) : 건축물의 콘크리트 기초에 매설된 접지극

- 기초 접지극은 접지를 목적으로 별도로 시설을 하는 것을 제외 한다(예 : 접지봉, 접지선, 전지판, 저저항 접지모듈, 심타접지 등). 기초 접지극은 건축물의 기초부분을 접지극으로 사용할 수 있음을 나타내며 이것을 B형 접지극이라 한다.

1.2.15 등가접지저항(Equivalent earth resistance) : 접지전압과 접지전류의 피크 값의 비. 일반적으로 동시에 일어나지 않는다. 접지시스템의 효율을 나타내기 위해 이 비를 관례적으로 사용한다.

1.2.16 접지전압(Earth-termination voltage) : 접지시스템과 대지사이의 전위차.

1.2.17 뇌 보호 시스템의 “자연적” 구성부재(“Natural” component of an LPS) : 뇌 보호 목적을 위하여 특별히 설치하지는 않았으나 뇌 보호 기능을 수행하는 구성부재

비고 - 이 용어의 사용 예를 들면 아래와 같다.

- “자연적” 수뢰부(air-termination)
- “자연적” 인하도선
- “자연적” 접지극
- “자연적 구성부재”는 건축물의 형태나 구조부분을 구성하는 재료로서 2.1.4, 표 2에 의한 재료 및 최소두께 이상이어야 하며, 그 수명이 건축물의 수명과 같다고 간주되는 것이어야 한다.
- “자연적 구성부재”는 KS C IEC 61024-1-2 “뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사”의 “기존 구성부재”와 같은 것이다. 예로 건축물의 철틀, 철근, 금속제 커튼월, 금속외장 마감 등을 말한다.

1.2.18 금속제 설비(Metal installations) : 보호범위 내에서 금속제 부분으로 배관구조물, 계단, 엘리베이터 가이드레일, 환기용, 난방용 및 공조용 덕트 등을 상호 접속한 보강용 철근 등과 같이 뇌 전류의 경로를 구성 할 수 있는 금속제 부분

1.2.19 본딩용 바(Bonding bar) : 금속제 설비, 계통의 도전부, 전력선, 통신선 및 기타 케이블을 뇌 보호

시스템에 본드 할 수 있는 바

1.2.20 본딩용 도체(Bonding conductor) : 등전위용 도체

- 등전위용 도체는 금속제 설비, 계통외 도전부, 전력선, 통신선 및 기타 케이블과 접지 시스템 사이의 전위차를 최소화하는 목적으로 사용하는 것을 말한다.

1.2.21 상호 접속한 철근(Interconnected reinforcing steel) : 전기적 연속성이 있다고 간주되는 건축물내의 철근구조

1.2.22 위험한 불꽃방전(Dangerous sparking) : 보호범위 내에서 뇌전류가 발생하는 위험한 방전

1.2.23 안전이격 거리(Safety distance) : 위험한 불꽃방전이 발생하지 않는 보호범위내의 두 도전성 부분간의 최소거리

1.2.24 서지 서프레서(Surge suppressor) : 방전갑, 서지변환장치, 반도체장치 등 보호범위 내의 2부분 사이의 서지전압을 제한하는 장치

- 서지 서프레서는 서지 보호 장치(SPD)에 사용되는 일부 부품이나 장치를 말한다.

1.2.25 시험용 접속점(Test joint) : 뇌 보호 시스템 구성부분의 전기적인 시험 및 측정을 쉽게 할 수 있도록 설계하고 설치한 접속점

- 시험용 접속점이 볼트, 너트, 접속기 등의 단자의 형태로 된 것을 “접지시험단자”라 하고, 이것을 수납한 함을 “접지시험단자함”이라 한다.

1.2.26 보호범위에서 독립된 외부 뇌 보호 시스템(External LPS isolated from the space to be protected) : 뇌 전류의 경로와 보호범위가 접촉되지 않도록 수뢰부와 인하도선 시스템을 배치한 뇌 보호 시스템

- 보호대상과 분리하여 설치한 외부 뇌 보호 시스템으로 사찰 등에 있는 건물이나 탑을 보호하기 위해 건물이나 탑으로부터 이격하여 설치한 피뢰설비 등을 예로 들 수 있다.

1.2.27 보호범위에서 분리되지 않은 외부 뇌 보호 시스템(External LPS not isolated from the space to be protected) : 뇌 전류의 경로와 보호범위가 적용될 수 있도록 수뢰부와 인하도선 시스템을 배치한 뇌 보호 시스템

1.2.28 일반 건축물 등(Common structures) : 일반 건축물은 상업용, 공업용, 농업용, 공공용 또는 주거용 등 일반용으로 사용되는 건축물이다.

- 건축물의 등급분류는 KS C IEC 61024-1-1 "뇌 보호 시스템의 보호등급의 선정"의 해설 표 1과 같다.

해설표 1 건축물의 등급 분류

건축물의 등급	건축물의 형태	뇌격의 영향
일반 건축물 (비고 참조)	주택	전기설비의 파손, 화재 및 물질적인 손상 일반적으로 뇌격점이나 뇌격뢰에 노출된 물체에 한해 손상됨.
	농장	화재의 일차적인 위험과 위험한 보폭전압, 전력손실에 따른 이차적 위험, 정전시 환기시스템이나 사료공급 시스템의 고장으로 가축이 폐사될 위험
	극장, 학교, 백화점 운동장	전기설비(조명 등)의 손상으로 혼란 발생. 화재 경보설비의 고장으로 화재진압이 지연
	은행, 보험 회사, 상업 지구, 회사 등	위의 영향에 추가하여 통신 두절, 컴퓨터의 고장과 데이터의 손실
	병원, 요양원, 교도소	위의 영향에 추가하여 집중치료중인 환자에게 불편을 주고 거동이 부자유스런 사람들의 구조 어려움
	제조사업장	제조물에 따라 추가 영향이 있으며 광범위한 피해와 생산손실
	박물관과 유물전시	문화적인 유산의 복구 불가능한 손실
위험을 내포한 건축물	전신전화국 발전소 화재위험이 있는 사업장	공공 서비스의 손실 화재 등에 의해 인근주변에 피해를 줌
주변에 위험한 건축물	정유공장 주유소 화기작업장 군수 작업장	공장과 그 주변에 화재와 폭발의 피해를 줌
환경적으로 위험한 건축물	화학공장 원자력공장 생화학 실험실과 공장	해당지역과 환경에 결정적인 피해를 가져올 공장의 화재나 운전정지

1.2.29 보호레벨(Protection level) : 그 효율에 따라서 뇌 보호 시스템을 분류하는 용어

비고 - 보호레벨이란 뇌 보호 시스템이 뇌 영향으로부터 공간을 보호하는 확률을 나타낸다.

- 보호레벨은 다음표의 뇌 보호 시스템을 설치하는 경우 선정해야 하는 뇌 보호 시스템의 효율에 의한 보호등급을 나타내는 것으로, 기준 보호등급을 일반건축물의 경우는 보호등급Ⅳ, 특수건축물의 경우에는 보호등급Ⅱ로 하되 낙뢰빈도, 입지조건 및 중요도에 따라 상위로 조정한다.
- 뇌 보호 시스템 보호등급에 대한 효율은 KS C IEC 61024-1-1 "뇌 보호 시스템의 보호등급의 선정"의 해설표 2와 같다.

해설표 2 뇌 보호 시스템 보호등급에 대한 효율

보호등급	뇌 보호 시스템의 효율(E)
I	0.98
II	0.95
III	0.90
IV	0.80

1.3 철근 콘크리트 건축물 등(Reinforced concrete structures)

다음 조건을 만족하는 경우, 철근콘크리트 건축물내의 철근구조는 전기적으로 연속이 있다고 간주한다.

- 수직 및 수평 바의 상호접속부분 약 50%가 용접되거나 전기적 연속성이 유지될 수 있도록 견고하게 결속될 것
- 수직 바는 용접되거나 직경의 최소 20배 이상 중첩되고 전기적 연속성이 유지될 수 있도록 견고하게 결속될 것
- 철근의 전기적 연속성은 개개의 프리캐스트 콘크리트유닛과 인접한 프리캐스트 콘크리트 유닛 사이에도 유지되도록 한다.

- 철근의 전기적 연속성이라 함은 전기저항 $0.2(\Omega)$ 이하를 유지하는 경우를 말한다.

(근거 : IEC TC 81/212/CD)

- 철근 콘크리트 건축물은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 부속서 A(규정)을 참고한다.

2. 외부 뇌 보호 시스템

2.1 수뢰부

2.1.1 일반사항

뇌격이 보호범위 내로 침입할 확률은 수뢰부 시스템을 적절하게 설계함으로써 상당히 감소된다.
수뢰부 시스템은 다음의 요소들의 조합으로 구성된다.

1) 돌침

- 건축물의 상부 또는 측면부에 설치되는 것으로, 2.1.4 표 2에 의한 재료 및 최소 두께 이상의 침상, 봉상 또는 어떤 형태를 가진 시설물을 말함.
- 돌침의 설치 개념은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 2, 그림 4, 그림 5, 그림 7, 그림 8, 그림 9, 그림 12, 그림 14, 그림 15, 그림 16, 그림 38, 그림 43, 그림 46, 그림 47, 그림 49, 그림 54 및 그림 55를 참고한다.
- 돌침이라 함은 어떠한 형태의 성능 관계없이 동일하게 적용한다. 예로 광역 피뢰침("일명 ESE 중 IEC에서는 "Radio-Active Air-terminals"은 사용할 수 없다"로 규정)의 경우도 하나의 돌침으로 간주한다. (근거 : IEC TC 81/214/CD 5.2.1)

2) 수평도체

- 건축물의 상부 또는 측면부에 수평 형태로 설치되는 것으로, 2.1.4 표 2에 의한 재료 및 최소 두께 이상의 전선, 봉, 버스 등을 사용한다.
- 수평도체의 설치 개념은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 2, 그림 6, 그림 10, 그림 16, 그림 17, 그림 21a, 그림 31, 그림 39, 그림 40, 그림 41, 그림 42 및 그림 56을 참고한다.

3) 메시(mesh)도체

- 건축물의 상부 또는 측면부에 그물 또는 케이지 형태로 설치되는 것으로, 2.1.4 항 표 2에 의한 재료 및 최소두께 이상의 전선, 봉, 버스 등을 사용한다.
- 메시 도체의 설치 개념은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 11, 그림 17a, 그림 33, 그림 34, 그림 35, 그림 37, 그림 39 및 그림 42를 참고한다.

2.1.2 배치

수뢰부 시스템의 배치는 표 1의 요구사항에 적합해야 한다. 수뢰부 시스템 설계시 다음의 방법을 개별 또는 조합하여 사용할 수 있다.

a) 보호각 방법

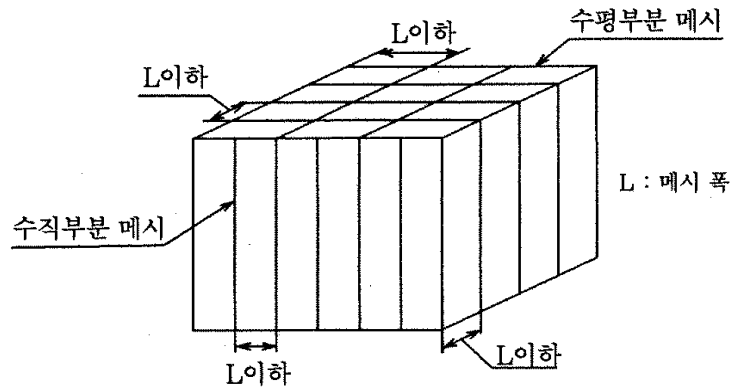
- 건축물에 설치하는 수뢰부 시스템의 하부 또는 수뢰부 시스템 사이의 낙뢰에 대한 보호범위가 일정한 각도 내의 부분이 된다는 것을 기반으로 하는 것으로서, 표 1과 같이 건축물의 보호레벨 및 높이에 따라 보호각(α)을 다르게 적용한다.
- 보호각법은 보호레벨에 따른 회전구체반경에 해당하는 높이 이하의 건축물에 적합하다.
- 보호각 방법에 의한 보호범위는 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 2, 그림 3, 그림 4, 그림 5, 그림 6, 그림 7, 그림 8, 그림 9, 그림 10 및 그림 21b, 그림 46, 그림 47, 그림 54, 그림 55를 참고한다.

b) 회전 구체(rolling sphere)법

- 건축물에 설치하는 수뢰부 시스템의 하부 또는 수뢰부 시스템 사이의 낙뢰에 대한 보호범위가 구체(공과 같은 물체)를 굴렸을 때 수뢰부 시스템 사이의 구체가 닿지 않는 부분이 된다는 것을 기반으로 하는 것으로서, 표 1과 같이 건축물의 보호레벨에 따라 회전시키는 구체의 크기(R)를 다르게 적용한다.
- 회전 구체법은 복합된 모양의 건축물과 특수건축물에 적합하다.
- 회전 구체(rolling sphere)법에 의한 보호범위는 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 11, 그림 12, 그림 13, 그림 14, 그림 15, 그림 16, 그림 49 및 그림 56을 참고한다.

c) 메시 크기(mesh size)법

- 건축물에 설치하는 수뢰부 시스템이 그물 또는 케이지 형태로 되는 경우에는 이 사이가 낙뢰에 대한 보호범위가 부분인 된다는 것을 기반으로 하는 것으로서, 표 1과 같이 건축물의 보호레벨에 따라 메시의 폭(L)을 다르게 적용한다.
- 메시 크기법은 건축물에 널리 이용 할 수 있으며, 건물의 상부가 평평한 경우에 적합하다.
- 메시 크기(mesh size)법에 의한 보호범위는 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 17, 그림 37, 그림 39 및 그림 42를 참고한다.
- 그림 17 이외의 건축물에 관한 사항은 다음 그림을 참고한다.



출전) JIS A 4201(2003) p.25에서 인용

해설그림 2

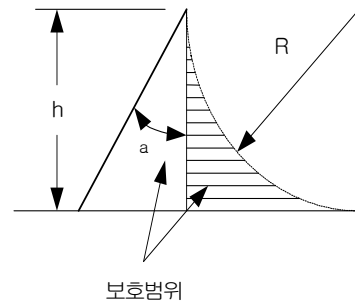
비고 - 이들 방법에 관한 자세한 내용, 수뢰부의 배치와 보호레벨과의 관계에 관해서는 뇌 보호 시스템의 구조를 IEC 61024-1-2(지침 B)를 참조한다.

표 1 보호레벨에 따른 수뢰부의 배치

보호 레벨	h(m) R(m)		20	30	45	60	메시 폭 (m)
			a	a	a	a	
I	20		25	* ¹⁾	* ¹⁾	* ¹⁾	5
II	30		35	25	* ¹⁾	* ¹⁾	10
III	45		45	35	25	* ¹⁾	15
IV	60		55	45	35	25	20

비고 -1) *표시는 회전구체법 및 메시법만을 적용한다.

-이것 이외의 높이는 검토중.



2.1.3 구조

독립된 뇌 보호 시스템의 경우에 수뢰부 시스템과 보호범위 내의 금속제 설비 사이의 거리는 3.2항의 안전거리보다 커야 한다.

보호범위에서 독립되지 않는 뇌 보호 시스템의 경우에 뇌 전류에 의한 손상이 없는 한, 수뢰부 시스템을 지붕 위에 직접 또는 좁은 간격을 두고 설치할 수도 있다.

뇌격에 대한 보호범위를 계산할 때는 금속제 수뢰부의 실제 크기만을 고려한다.

- 피보호 건축물과 독립되게 별도로 설치된 뇌 보호 시스템인 경우 수뢰부, 인하도선 및 접지 부분(대지)과 피보호 건축물 내부의 금속제 설비 사이에는 3.2의 안전거리 이상 이격 한다.
- 피보호 건축물에 직접 설치되는 뇌 보호 시스템은 건축물에 직접 설치하거나, 절연물을 건축물사이에 끼워서 설치 할 수 있다.

2.1.4 “자연적” 구성부재

건축물의 다음 부분은 수취부 시스템의 “자연적” 구성부재로 간주할 수 있다.

- a) 다음에 적합한 보호범위를 덮는 금속판
 - 각부분 사이의 전기적 연속성에 내구성이 있을 것.
 - 천공에 대한 예방조치나 고온점의 문제를 고려할 필요가 있는 경우 금속판의 두께는 표 2에서 나타난 t 값 이상일 것.
 - 판의 천공을 방지하거나 판의 하부에 있는 가연성물질의 발화를 고려할 필요가 없는 경우 금속판 두께는 0.5mm이상일 것.
 - 절연재로 피복하지 않을 것.
 - 금속판 상부의 비금속 재료를 보호 범위에서 제외시킬 것.
- b) 지붕을 구성하는 금속제 부품(트러스, 상호 접속된 철근 등)에서 그 상부가 비금속제 지붕재인 경우에 그것을 보호범위에서 제외할 수 있을 것.
- c) 흙통, 장식재, 난간 등 금속제 부분의 단면적이 표준 수취부 부재로 규정된 값 이상의 것.
- d) 두께가 2.5mm이상의 재료로 제작된 금속제의 배관과 탱크로 천공이 생긴다 하더라도 위험하거나 바람직하지 못한 상황이 발생하지 않는 것.
- e) 두께가 표 2에 주어진 t 값 이상의 재료로 제작된 일반적인 금속제의 배관이나 탱크로 뇌격점의 내표면 온도상승이 위험의 원인이 되지 않는 것.

비고 - 1. 보호페인트에 의한 얇은 피복 또는 0.5mm 아스팔트 또는 1mm PVC는 절연물로 간주하지 않는다.

2. 배관을 수취부 구성성분으로 사용하는 것은 특수경우에 한정한다.(검토중)

표 2 수취부 시스템에 있어서 금속판이나 금속관의 최소 두께

보호레벨	재료	두께 t (mm)
I ~ IV	Fe	4
	Cu	5
	Al	7

비 고 이것 이외의 두께는 검토중이다.

- 건축물을 덮는 금속판재인 경우에는 금속판재 하부에 천공의 우려가 없거나 고온점이 최소점 화에너지(*Minimum Ignition Energy*)이상일 될 우려가 없는 경우에는 표 2의 규정에도 불구하고 그 두께가 0.5mm 이상이면 수취부로 사용 할 수 있다.

2.2 인하도선 시스템

2.2.1 일반사항

위험한 불꽃 방전의 발생 확률을 감소시키기 위하여 뇌격점과 대지 사이의 인하도선은 다음과 같이

설치한다.

- a) 다수의 병렬 전류통로를 형성할 것
- b) 전류통로의 길이는 최소로 유지할 것.

인하도선은 가능한 한 수뢰부 도체에서 직접 연결되도록 배치한다.

2.2.2 독립된 뇌 보호 시스템의 설치

수뢰부가 이격된 복수의 지주(또는 하나의 지주)상의 돌침으로 구성된 경우 각 지주에는 1조 이상의 인하도선이 필요하다. 지주가 금속이나 상호 접속된 철틀인 경우에는 인하도선을 추가할 필요가 없다.

수뢰부가 이격된 복수의 수평도선(또는 1조의 도선)으로 되어 있는 경우 도체의 각 말단에 1조이상의 인하도선이 필요하다.

수뢰부가 도체망인 경우 각 지지물에 1조이상의 인하도선이 필요하다.

2.2.3 독립되지 않은 뇌 보호 시스템의 설치

인하도선은 보호범위의 주위에 상호 평균간격이 표 3에 표시된 값 이하가 되도록 배치한다. 어떤 경우도 2조 이상의 인하도선이 필요하다.

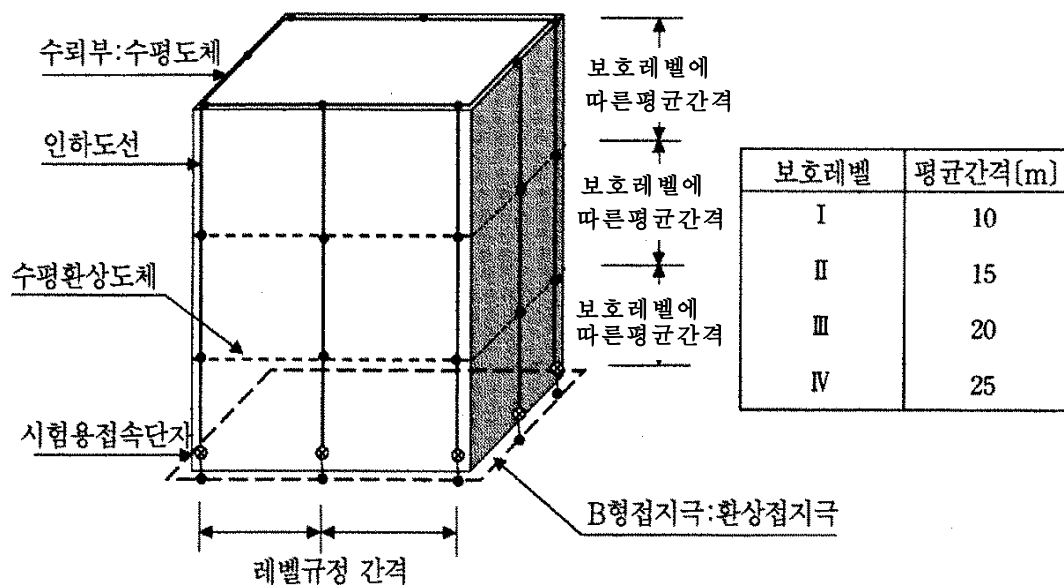
- 비고 - 1. 인하도선 간의 평균간격은 3.2의 안전 이격 거리와 관련이 있다. 이 값이 표 3에 규정된 값보다 큰 경우에는 안전이격거리는 증가된다.
2. 인하도선은 건축물 둘레에 등간격으로 하는 것이 바람직하다. 인하도선은 가능한 건축물의 각 코너에 가깝게 배치한다.

인하도선은 지표면 가까이에 수직거리 20m 간격마다 수평 환상도체로 상호 접속하여야 한다.

표 3 보호레벨에 따른 인하도선의 평균간격

보호레벨	평균간격(m)
I	10
II	15
III	20
IV	25

- 건축물에 설치되는 뇌 보호 시스템의 인하도선은 건축물에서 독립 뇌 보호 시스템과는 달리 최소 2조 이상을 표 3의 간격 이내로 설치한다.
- 환상도체는 어떠한 전기공사 방법도 사용할 수 있다. 다만, 자성체 배관에 배선하는 공사방법은 피한다.
- 인하도선의 시설은 다음의 그림을 참고한다.



해설그림 3

2.2.4 구조

독립된 뇌 보호 시스템의 경우 인하도선 시스템과 보호범위의 금속제 설비와의 거리는 3.2에 의한 안전거리보다 커야 한다. 보호범위와 독립되지 않은 뇌 보호 시스템의 경우에 인하도선은 다음과 같이 설치하여도 된다.

- 벽이 불연성 재료로 된 경우에 인하도선을 벽의 표면이나 내부에 설치하여도 된다.
- 벽이 가연성 재료로 된 경우에 뇌 전류의 통과에 의한 온도상승이 벽 재료에 위험을 주지 않다면 인하도선을 벽면에 설치할 수 있다.
- 벽이 가연성 재료로 되어 있고 인하도선의 온도상승이 위험을 주는 경우 보호범위와의 거리가 항상 0.1m보다 크도록 인하도선을 설치한다. 금속제로 만들어진 지지금구를 벽과 접촉하여도 된다.

비고 - 인하도선이 절연재료로 피복되었더라도 처마 또는 수직의 홈통 안에 설치하지 않는다. 처마 홈통 안의 습기가 인하도선에 강한 부식을 일으킨다. 인하도선은 문이나 창문과 간격을 두어 설치하도록 한다.

인하도선은 최단으로 대지에 가장 직접적인 경로를 구성하도록 곧게 수직으로 설치하여야 한다. 루프를 구성하는 것은 피하여야 한다. 이것이 불가능하면 도선의 두 점간의 간격을 측정한 거리 s 와 이 두 점간의 도선의 길이 ℓ 은 3.2(그림 1 참조)에 적합하여야 한다.

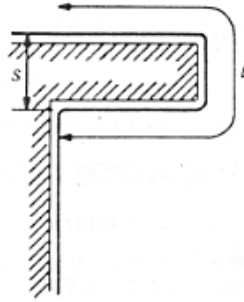


그림 1 인하도선의 루프

- 건축물과 이격하여 독립 설치된 뇌 보호 시스템의 인하도선은 건축물 내 금속제 설비와 3.2에 의한 안전거리 이상으로 이격 하여야 한다.
- 건축물에 비독립적으로 설치된 뇌 보호 시스템의 인하도선은 3.1에 의거 등전위 본딩을 시행하거나, 건축물 내 금속제 설비와 3.2에 의한 안전거리 이상으로 이격하여야 한다.
- 인하도선은 벽이 불연자재인 경우는 어떠한 전기공사 방법도 사용할 수 있다. 다만, 자성체 배관에 배선하는 공사방법은 피한다.
- 인하도선이 그림 1과 같이 루프를 형성하는 경우 허용 최소간격 s 는 3.2으로 계산하여 안전거리 이상이 되어야 한다. (예를 들면, 콘크리트 재료로 보호레벨이 III등급인 경우 최소간격 계산 값(s)은 $0.1 \times l$ 임.)
- 인하도선의 시설개념은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 21c, 그림 21d, 그림 23, 그림 39, 그림 41, 그림 54, 그림 55, 그림 56 및 그림 57을 참고한다.

2.2.5 “자연적” 구성부재

건축물 등의 다음 부분은 “자연적” 인하도선으로 보아도 된다.

a) 다음에 적합한 금속제설비

- 각 부분간의 전기적 연속성은 2.4.2의 요구사항에 적합한 내구성이 있을 것.
 - 크기가 표준 인하도선으로 규정된 값 이상일 것
- 비고 - 1. 금속제 설비는 절연재료로 피복하여도 된다.

2. 배관을 인하도선으로 사용하는 것은 특수 경우에 한정한다.

b) 건축물 등의 금속제 구조체

c) 건축물 등의 상호 접속한 강재

비고 - 프리스트레스트 콘크리트인 경우, 뇌 보호 시스템에 접속한 결과 뇌 전류에 의해 바람직하지 못한 기계적 영향받을 우려가 있음에 주의한다.

d) 다음에 적합한 정면 부재, 측면 레일 및 금속제 정면 벽의 보조 구조재

- 크기가 인하도선에 대한 요구사항과 같고 또한 두께가 0.5mm이상의 것

- 수직방향의 전기적 연속성이 2.4.2의 요구사항에 적합하거나 금속제 부분간의 간격이 1mm이하이거나 또한 두 부재의 접지는 부분이 100[cm²]이상

철골구조의 금속 구조체나 건축물 등의 상호 접속한 철근을 인하도선으로 사용할 때에는 수평 환상 도체는 불필요하다.

- 인하도선으로 사용되는 재료별 최소크기는 2.5.2 표 5를 적용한다.
- 건축물의 금속제 구조체와 건축물의 상호를 접속한 강재는 인하도선으로 사용 할 수 있으며, 이때 수평 환상 도체는 생략 할 수 있다.
- 건축물의 부재 및 보조 구조재는 2.5.2 표 5의 최소크기 이상이고, 두께가 0.5mm 이상이 며, 수직의 전기적 연속성이 땀질, 용접, 압착, 나사 조임 또는 볼트 조임에 의하거나 부재 및 보조 구조재 상호의 간격이 1mm이하이거나 부재간의 겹쳐지는 부분의 면적이 100[cm²]이상 인 경우에는 인하도선으로 사용 할 수 있다.
- 자연적 구성 부재에 의한 인하도선은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 42 및 그림 58을 참고한다.

2.2.6 시험용 접속점

“자연적” 인하도선인 경우를 제외하고 별도의 인하도선을 사용하는 경우, 접지 시스템과의 접속점에서 시험용 접속점을 설치하여야 한다. 시험용 접속점은 측정을 위하여 공구 등으로 개방될 수 있어야 하나 평상시 폐로되어야 한다.

- 시험용 접속점의 시설개념은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 21d, 그림 29, 그림 37, 그림 39, 그림 41, 그림 42, 그림 54, 그림 55, 그림 57, 그림 58 및 그림 59를 참고하고, KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 부속서 A(규정)의 그림 A.7 및 그림 A.8을 참고한다.

2.3 접지시스템

2.3.1 일반사항

위험한 과전압을 발생시키지 않고 뇌 전류를 대지로 방류하기 위해서는 접지시스템의 형상과 크기가 접지 저항의 규정값이 중요하다. 그러나 일반적으로는 낮은 접지저항을 권장한다.

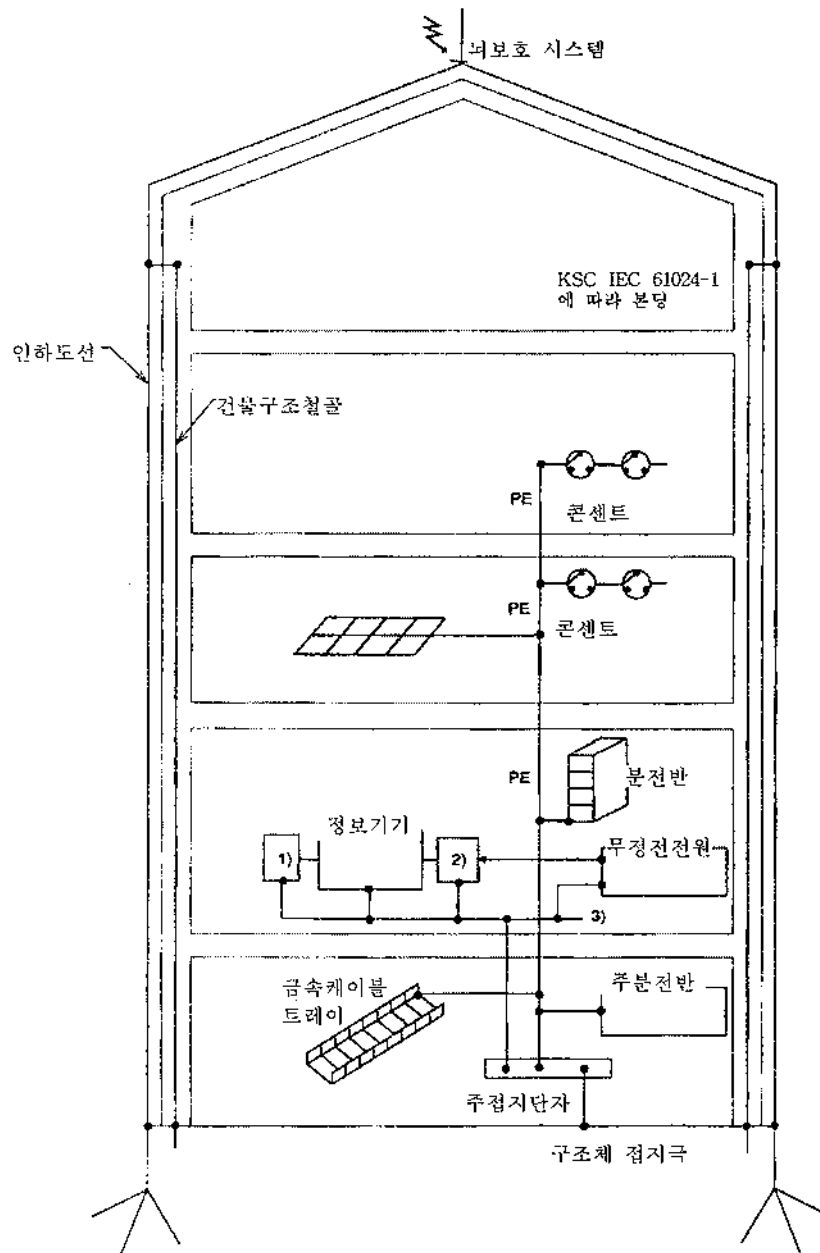
뇌 보호의 관점에서 구조체를 사용한 통합 단일의 접지시스템이 바람직하며, 모든 접지목적(즉, 뇌 보호, 저압 전력 시스템, 통신시스템)에도 적합하다.

다른 이유로 해야 하는 접지시스템은 3.1에 적합한 등전위 본당을 이용해 통합한 한점에 접속해야 한다.

비고 - 1. 다른 접지 시스템과의 분리와 본당의 조건은 일반적으로 각국의 관련기관이 결정한다.

2. 다른 재료를 사용한 접지 시스템을 서로 접속하는 경우 심각한 부식문제가 발생될 수 있다.

- 접지 시스템은 해설그림 4에서와 같이 건축물 구조체(기초) 접지극을 이용하는 통합 단일 접지 시스템을 권장한다.
- 다음에 KS C IEC 60364-4-444 "전기설비의 전자기 장애 방지 "부분의 그림 5" KS C IEC 60364-5-54, 및 KS C IEC 61024에 따른 건축물의 개략적 접지 시스템"을 참고한다.



- 1) 전화
 2) 주택과 건물의 전자시스템
 3) 국부 수평등전위 시스템
 PE : 교류전력공급계통의 보호도체
 AC : 교류전력공급계통

해설그림 4
 (근거 : KS C IEC 60364-5-54)

2.3.2 접지극

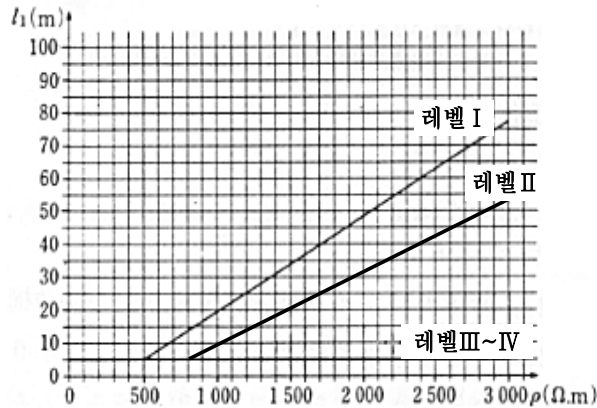
다음 종류의 접지극이 사용되어야 한다 : 1개 또는 복수의 환상 접지극, 수직(또는 경사)접지극, 방사

형 접지극 또는 기초 접지극

판형 및 소형 접지 격자 매트(메시)를 사용할 수는 있으나, 특히 접속부가 부식될 우려가 있으므로 가
능하면 피한다.

단독의 긴 접지도체를 설치하는 것보다 여러 조의 도체를 적당히 배치하는 쪽이 바람직하다. 보호 레
벨에 따른 접지극의 최소 길이를 대지 저항률을 그림 2에 나타낸다.

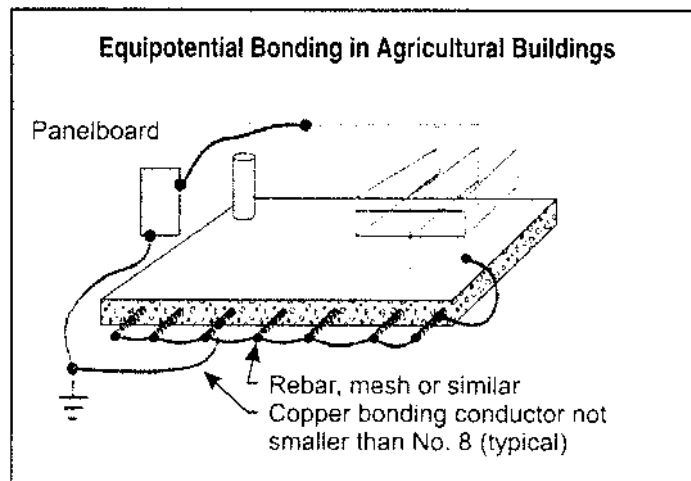
그러나 깊이가 깊으면 깊을수록 대지 저항률이 감소되는 곳과 일반적으로 접지봉을 매설하는 깊이보
다 깊은 지하에서 저 저항률이 나타나는 장소는 심타 접지극이 효과적이다.



비고 - 레벨 II ~ IV는 대지저항률 ρ 와 무관하다.

그림 2 보호레벨에 따른 접지극의 최소 길이 l_1

- 뇌 보호 시스템용 접지극으로는 건축물 외부를 폐 루프로 구성된 환상접지극, 접지봉 등을 사용하는 수직접지극, 나전선 등을 사용하는 방사형 접지극 및 건축물 기초 접지극 등을 사용한다.



해설그림 5

(근거 : IAEI Source Book on Grounding 7th Edition
Fig.16-7)

- 대지 저항이 큰 경우(예: 암반지역이나 산악지역 등)도 접지극 스스로 대지 저항을 유지할 수 있는 공법이나 제품을 사용한다.

2.3.3 일반조건에서의 접지설비

접지 시스템에서 접지극은 기본적으로 두 종류가 사용된다.

2.3.3.1 A형 접지극

이 형은 방사상 또는 수직 접지극으로 구성된다. 각 인하도선은 방사상 또는 수직(또는 경사) 접지극으로 구성된 한 개 이상의 독립된 접지극에 접속한다.

접지극의 수는 최소 두 개 이상이다.

접지극의 최소길이는 다음과 같다.

그림 2에 표시된 방사상 수평접지극의 최소길이를 l_1 로 하면 방사상 접지극의 최소길이 l_1 , 수직(또는 경사) 접지극은 $0.5l_1$ 로 한다.

이 형태의 접지극의 경우 사람이나 동물에 위험한 미치는 구역은 특별한 조치를 취한다.

대지 저항률이 낮아 접지저항이 10Ω미만인 경우 **그림 2**에 표시한 최소 길이로 하지 않아도 무방하다.

비 고 - 1. 조합된 접지극이라면 전체길이를 고려한다.

2. A형 접지극은 대지 저항률이 낮은 소규모 건축물 등에 적합하다.

- A형 접지극은 어느 정도의 내구수명과 주기적인 유지보수가 필요한 접지극이며, 국소적으로 전위상승의 가능성이 있으므로 보폭전압에 의한 사고를 검토한다.
- A형 접지극은 **그림 2**에 의한 보호 레벨에 의한 접지극의 최소 길이로 하되, 수직 접지극을 사용하는 경우에는 이 길이의 0.5배로 한다.
- 수직 접지극의 매설개념은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 **그림 60**을 참고한다.

2.3.3.2 B형 접지극

환상 접지극(또는 기초 접지극)의 경우, 환상 접지극(또는 기초 접지극)에 의해서 둘러싸인 면적의 평균 반지름 r 은 l_1 의 값 이상이어야 한다.

$$r \geq l_1$$

보호 레벨 I 과 II ~ IV에 대응하는 l_1 을 **그림 2**에 나타낸다.

규정값 l_1 이 r 값보다 클 때는 방사상 또는 수직(또는 경사)접지극을 추가 설치하고, 각각의 길이 l_r (수평)와 l_v (수직)은 다음과 같이 구한다.

$$l_r = l_1 - r, \quad l_v = \frac{l_1 - r}{2}$$

- 동일한 구내의 인접한 건축물은 구내를 따라 환상접지극을 매설하고, 각각의 건축물을 B형 접지극을 설치하여 이들 상호간을 가능한 여러 경로로 연결하여 등전위가 유지되도록 한다. (이에 대한 사항은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 61을 참고한다.)
- B형 접지극은 건축물과 같은 정도의 내구수명을 갖는다고 생각하는 접지극으로 국소적인 전위상승의 우려가 최소화 된다.
- B형 접지극으로 둘러싸인 면적을 원형상태로 가정했을 때의 평균반지름(r)은 그림 2에 의한 접지극의 최소길이보다 커야한다. 이때 평균 반지름($r[m]$)은 B형 접지극 내부의 면적을 A [m^2]이라고 할 때 $r = \sqrt{\frac{A^2}{\pi}}$ 이다
- 만약, 평균반지름이 접지극의 최소 길이보다 작은 경우에는 방사형 접지극이나 수직접지극을 보강하여야 한다. 다만, 보강시 보강되는 접지극의 길이는 길이의 차이($l_r = l_1 - r$) 이상으로 하되 보강을 수직접지극으로 하는 경우에는 접지극 길이차이의 0.5배($l_v = 0.5(l_1 - r)$) 이상으로 한다.
- B형 접지극의 매설개념은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 39, 그림 41, 그림 42, 그림 55, 그림 56 및 그림 57을 참고하고, KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 부속서 A(규정)의 그림 A.8 및 그림 A.9를 참고한다.

2.3.4 특수조건에서의 접지시설

3.에 따라 등전위 본당은 필요하나, 외부 뇌 보호 시스템은 필요 없는 경우 길이 l_1 의 수평전극 또는 길이 $0.5l_1$ 의 수직(또는 경사) 전극을 접지로 사용할 수 있다.

접지극의 전체길이가 l_1 의 수평으로 l_1 이거나 수직(또는 경사)로 $0.5l_1$ 이상이면, 저압 전기설비의 접지 시스템을 이와 같은 목적으로 사용할 수 있다.

비고 - 다음의 단계 IEC 적용지침에서 외부 뇌 보호 시스템을 필요로 하지 않는 조건의 정보는 추후 규정할 것이다.

2.3.5 접지극의 시공

외부 환상 접지극은 최소깊이 0.5m 에 벽과 1m이상 떨어져 매설하는 것이 좋다.

접지극은 보호 범위의 외측에 깊이 0.5m이상으로 매설하고, 지중에서 상호의 전기적 결합 효과가 최소가 되도록 균등하게 배치한다.

매설 접지극 시공 중에 검사가 가능하도록 설치한다.

접지극의 종류 및 매설 깊이는 부식, 토지의 건조와 동결의 영향을 최소한으로 억제하여 등가 대지저항을 안정시켜야 한다. 토지가 결빙상태로 있는 경우에 수직전극의 최소 1m는 그 효과를 무시할 수 있다. 견고한 암반이 노출한 경우에 B형 접지극 만을 설치할 것을 권장한다.

2.3.6 “자연적” 접지전극

상호 접속한 콘크리트의 철근이나 기타 적당한 금속제 지하구조물이 2.5의 요구사항에 적합한 특성을 가진 경우 이들을 접지극으로서 사용할 수 있다. 콘크리트의 철근을 접지극으로서 사용하는 경우에 콘크리트의 파괴 방지를 위해 상호 접속에 특별히 주의를 기울인다.

비고 - 프리스트레스트 콘크리트인 경우, 뇌 전류의 흐름이 바람직하지 못하면 기계적 스트레스를 줄 수 있음을 고려하여야 한다.

- 철골 또는 철근 콘크리트조 건축물에서 지표면 이하로 매설되는 철근 또는 철골과 금속제 구조물은 2.5의 각호에 적당한 경우 접지극으로 사용 할 수 있다.
- 2.3.3에서 B형 접지극으로 규정된 기초 접지극도 본 항의 자연적 접지전극의 한 종류이다.
- 자연적 접지극의 설치개념은 KS C IEC 61024-1-2 “뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사”의 그림 23, 그림 29, 그림 39, 그림 41, 그림 42, 그림 55, 그림 56, 그림 57 및 그림 59를 참고한다.

2.4 조임 및 접속부

2.4.1 조임

전기적 응력이나 우발적 기계력(예, 진동, 눈뭉치의 떨어짐 등)에 의해서 도체의 단선이나 느슨함이 생기지 않도록 수뢰부와 인하도선을 견고하게 고정하여야 한다.

비고 - 쥘 금속의 규격은 검토 중이다.

2.4.2 접속부

도체의 접속부 수는 최소한으로 한다. 접속은 땜질, 용접, 압착, 나사 조임이나 볼트 조임 등의 방법에 의해서 확실하게 하여야 한다.

비고 - 접속부의 규격은 검토 중이다.

- 이종 금속체간의 접속은 부식을 검토하여야 한다(스테인리스 스틸과 구리, 구리와 철의 이종 금속은 접속이 허용되나 알루미늄과의 이종 금속 접속은 허용이 안 된다).
- 건축물 구조체의 철근 및 철근과 동선 등을 접속하는 경우에는 나사, 볼트 및 압착 형식보다 산소 용접에 의한 용착이나 화약의 고열을 응용하여 용착하는 용접방법 등이 권장된다.
- 접속부의 시설개념은 KS C IEC 61024-1-2 “뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사”의 그림 45, 그림 53 및 부속서 A(규정)의 그림 A.1, 그림 A.2, 그림 A.4, 그림 A.5, 그림 A.6, 그림 A.11을 참고한다.

2.5 재료 및 치수

2.5.1 재료

사용재료는 뇌 전류에 의한 전기적, 전자기적 효과와 예상되는 우발적 스트레스 손상을 받지 않고 견뎌야 한다.

보호 건축물이나 뇌 보호 시스템에 부식이 발생할 것을 고려하여 재료와 크기를 선정한다.

재료가 충분한 도전성과 내식성이 있으면, 뇌 보호 시스템의 부재를 표 4에 열거한 재료로 제작할 수도 있다. 다른 재료는 이들과 동등한 기계적, 전기적과 화학적(부식) 특성을 가진 경우에 사용할 수 있다.

표 4 뇌 보호 시스템의 재료와 사용조건

재 료	사 용			부 식		
	기중	지중	콘크리트중	내성	진행성	전해대상
구리	단선, 연선 및 피복선	단선, 연선 및 피복선	-	대부분의 물질 에 견딘다	-고농축염화물 -황화합물 -유기물	-
용융 아연 도금강	단선, 연선	단선	단선	산성 토양중에서 도 양호	-	구리
스테인리스강	단선, 연선	단선	-	대부분의 물질 에 견딘다	염화물의 수용액	-
알루미늄	단선, 연선	-	-	-	염기성 물질	구리
납	단선 및 피복선	-	-	고농축황화물	산성토양	구리

- 뇌 보호 시스템의 재료를 선정하는 경우에는 구리(Cu)를 사용하는 것을 권장한다.

2.5.2 치수

최소치수는 표 5에 나타낸다.

- 비고 - 1. 기계적, 부식문제를 해결하기 위해 치수를 증가하여도 된다.
2. 다른 치수에 대하여는 검토중이다.

표 5 뇌 보호 시스템의 재료별 최소 치수

보호레벨	재료	수뢰부(mm ²)	인하도선(mm ²)	접지극(mm ²)
I ~ IV	Cu	35	16	50
	Al	70	25	-
	Fe	50	50	80

- 알루미늄 도체는 뇌 보호 시스템의 접지극으로는 사용할 수 없다.

2.5.3 부식에 대한 보호

부식의 위험이 있는 경우 표 4 및 2.5.2에 따라서 재료의 종류와 치수를 선정한다.

3. 내부 뇌 보호 시스템

3.1 등전위 본딩

3.1.1 일반사항

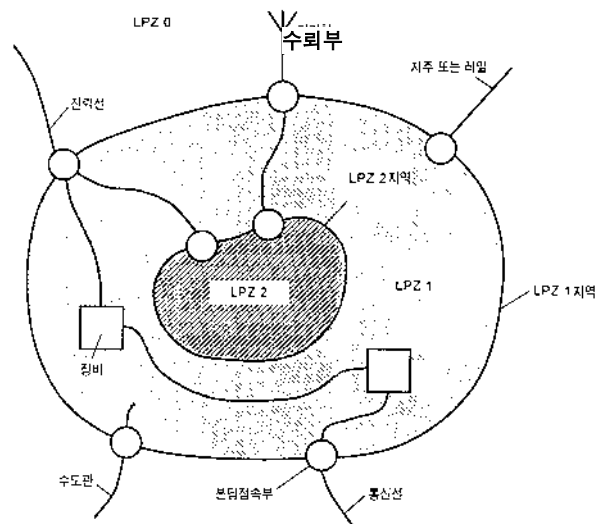
등전위화는 보호범위에서 화재, 폭발위험과 인명피해의 위험을 감소시키기 위한 매우 중요한 수단이다.

뇌 보호 시스템, 금속제 구조체, 금속제 설비, 계통의 도전부분 그리고 보호 공간 내의 전원과 통신용 설비를 본딩용 도체나 서지억제기로 접속함으로써 등전위화를 한다.

뇌 보호 시스템을 설치한 경우 보호 범위 외부의 금속체가 영향을 받게 된다. 이것은 뇌 보호 시스템 설계시 고려한다. 외부의 금속체에는 등전위 본딩(EB)이 필요할 수도 있다.

외부 뇌 보호 시스템이 설치되지 않았으나 인입선에 대한 뇌 보호가 필요한 경우, 등전위 본딩을 설치하여야 한다.

- 건축물 내부의 설비 도전성 부분, 전원 시스템, 통신장비는 등전위 본딩에 접속한다.
- 일반적인 뇌 보호 지역(LPZ)의 구분은 다음과 같다.

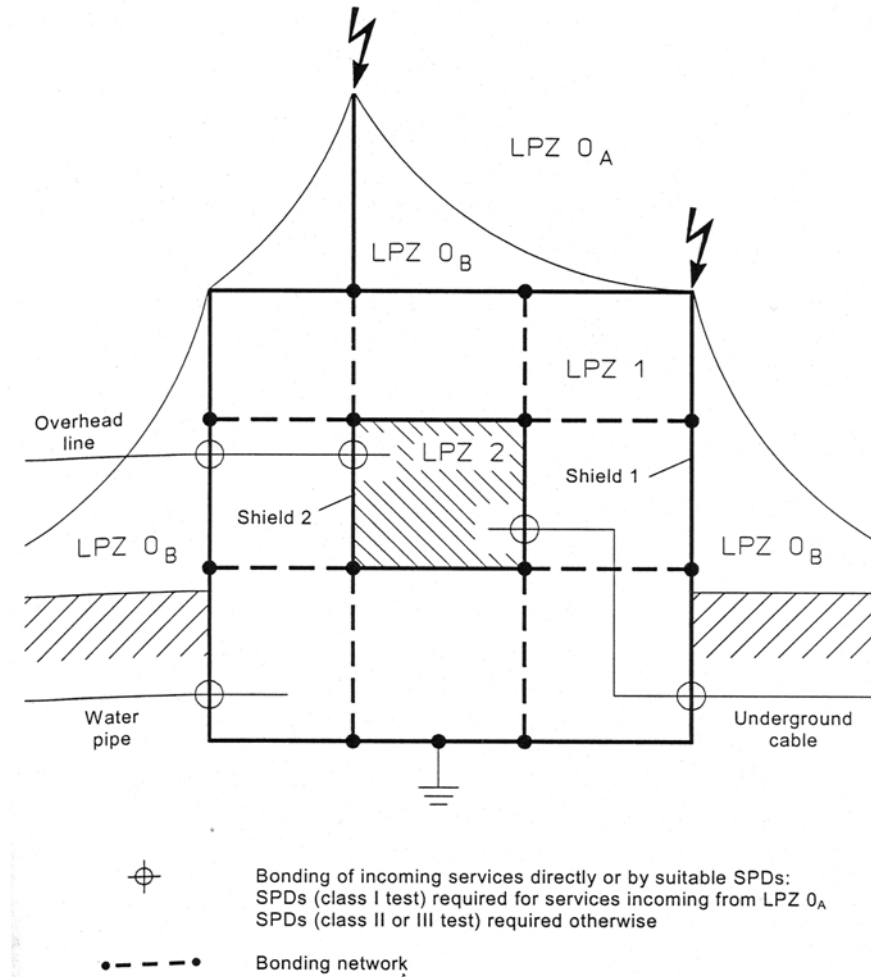


○ Bonding of incoming services directly or by suitable SPD

This Figure shows an example for dividing a structure into inner LPZs. All metal services entering the structure are bonded via bonding bars at the boundary of LPZ 1. In addition, the metal services entering LPZ 2 (e.g. computer room) are bonded via bonding bars at the boundary of LPZ 2.

해설그림 6
(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)

- 건축물에서 뇌 보호 지역(LPZ)의 구분은 다음 그림과 같다.



해설그림 7

(근거 : IEC TC 81/191/NP fig.4)

3.1.2 금속제 설비에 대한 등전위 본딩

다음과 같은 장소에서는 등전위 본딩을 한다.

- 지하부분이나 지표면 부근의 장소. 본딩용 도체는 쉽게 점검할 수 있도록 설계하고, 설치된 본딩용 바에 접속하여야 한다. 본딩용 바는 접지시스템에 접속되어야 한다. 대규모 건축물 등에서는 두개 이상의 본딩용 바를 설치하고, 그것들은 상호 접속되어야 한다.
- 높이가 20m를 초과하는 건축물 등에서는 지표상 수직간격 20m이하의 장소. 인하도선에 접속한 수평 환상 도체를 본딩용 바에 접속하여야 한다 (2.2.3 참조).
- 다음과 같은 장소에 있어서 근접성의 요구사항(3.2 참조)에 적합하지 않은 장소이다.
 - 상호 접속된 철근콘크리트 건축물 등
 - 강제 구조물

- 이들과 동등한 차폐특성을 가진 구조물

건축물 내부의 금속제 설비에서는 일반적으로 위 a) 및 b)의 장소에 등전위 본딩이 필요하지 않다.

독립된 뇌 보호 시스템에서 등전위 본딩은 지표면에서만 한다.

가스관이나 수도관에 절연부품이 삽입된 경우, 적당한 동작조건을 가진 서지 보호 장치(1.2.24 참조)로 교락(bridged)시킨다.

등전위 본딩은 다음과 같이 할 수 있다.

- 자연적 본딩으로는 전기적 연속성이 보증되지 않는 경우의 본딩용 도체

뇌 전류의 전부 또는 그것의 대부분이 본딩 접속부를 흐를 경우 본딩용 도체의 최소 단면적은 표 6에 나타낸다. 그 밖의 경우의 단면적은 표 7에 나타낸다.

- 본딩용 도체를 설치할 수 없는 경우 서지억제기

비고 - 1. IEC 60364-4-41의 413.1.2항 참조

2. 서지 보호 장치의 설치방법은 중요하므로 또한 이것과 상반된 요구사항이 있음을 감안하여 관련기관과 논의해야 한다.

3. 서지 보호 장치의 특성에 대한 요구사항은 검토중이다.

서지 보호 장치는 점검이 가능하도록 설치한다.

표 6 뇌 전류 대부분을 흘리는 본딩용 도체의 최소 치수

보호레벨	재료	단면적(mm ²)
I ~ IV	Cu	16
	Al	25
	Fe	50

표 7 뇌 전류 일부를 흘리는 본딩용 도체의 최소 치수

보호레벨	재료	단면적(mm ²)
I ~ IV	Cu	6
	Al	10
	Fe	16

- 건축물과 독립된 외부 뇌 보호 시스템의 등전위 본딩 연결은 지표면에서 시행한다(여기서, 지표면은 건축물의 등전위 본딩 바와 연결되는 접속점을 지표면 하에서 시행함을 의미한다).
- 등전위 본딩의 설치에 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 26, 그림 27, 그림 29, 그림 30, 그림 50, 그림 51, 그림 55, 그림 57, 그림 59, 그림 62, 그림 63, 그림 64, 그림 65, 그림 66, 그림 67, 그림 68, 그림 69, 그림 70을 참조한다.

3.1.3 계통외 도전성 부분의 등전위 본딩

계통외 도전부분에 설치한 등전위 본딩은 가능한 한 건축물 등으로의 인입점 가까이에 실시한다. 이 본딩용 접속부에는 뇌 전류의 대부분이 흐른다고 예상한다. 그러므로 3.1.2의 요구사항을 적용한다.

- 건축물의 인입구에 설치된 SPD가 허용하는 최대 서지전압은 절연 내임펄스 전압, 관련되는 시스템의 기본 절연레벨, 기기에 대한 최대 허용 가능한 서지전압의 협조가 이루어져야 한다.
- 건축물의 인입구에 설치된 SPD가 허용하는 최대 서지전압의 협조는 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 24를 참조한다.
- LPZ 구분에 의한 SPD 사용장소는 다음 그림을 참고한다.

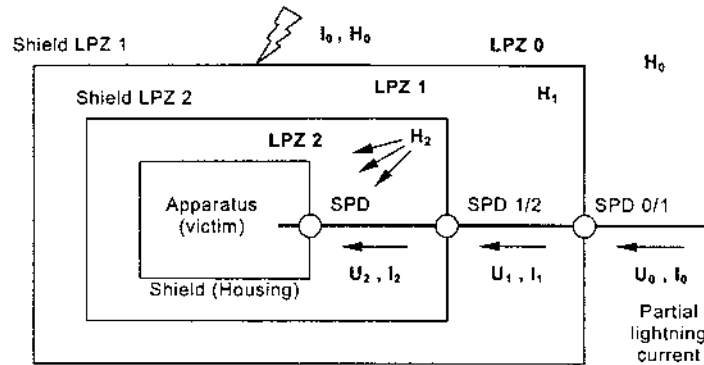


Figure 2a – Full LPM system according to IEC 62305-4: Apparatus protected against conducted surges as well as against radiated magnetic fields

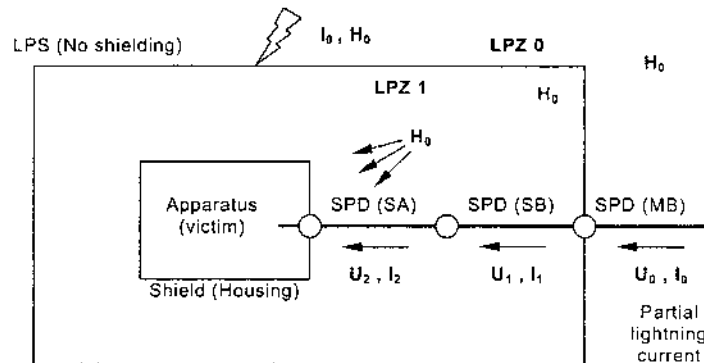


Figure 2b – Minimum LPM system according to IEC 62305-4: Apparatus protected against conducted surges, but not against radiated magnetic fields.

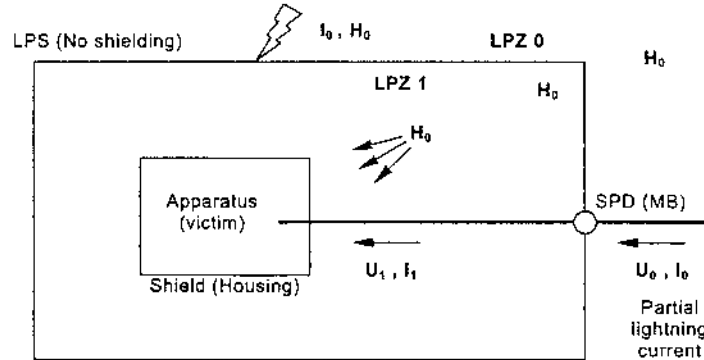


Figure 2c – LPS according to IEC 62305-3: Apparatus protected neither (suitable) against conducted surges nor against radiated magnetic fields.

해설그림 8 LPZ 구분에 의한 SPD 적용 지점 (근거 : IEC TC 81 CD & CDV)

3.1.4 특수조건에 있는 금속제 설비, 전원, 통신설비와 계통의 도전성 부분의 등전위 본딩

외부 뇌 보호 시스템(LPS)이 필요 없는 경우, 금속제 설비, 전원, 통신설비와 계통의 도전성부분을 지표면에서 2.3.4의 요구사항에 적합한 접지시스템에 접속하여야 한다.

비고 - 이 항은 각 국가 관련이 지정한 건축물에 적용한다.

- 건축물의 지붕에 설치된 안테나의 지주는 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계,

시공, 유지관리 및 검사“의 2.5.5에 의하여 수뢰부 시스템에 본딩한다.

- 건축물의 지붕에 설치된 안테나의 본딩은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사“의 그림 29를 참조한다.
- 전기설비 활성도체의 본딩은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사“의 그림 28을 참조한다.

3.1.5 일반조건에 있는 전원과 통신설비의 등전위 본딩

전원과 통신설비에 대한 등전위 본딩은 3.1.2에 적합하게 설치한다. 등전위 본딩은 가능한 한 건축물 등의 인입점 가까이에 설치한다.

전선이 차폐되어 있거나 금속전선관 내에 수납된 경우, 실트의 전위차로 케이블과 접속기기에 위험을 주지 않을 정도의 전기 저항을 갖는다면, 실트만 본딩하여도 된다.

전로의 전선은 직접 또는 간접으로 본드해야 한다. 충전용 전선은 반드시 서지억제기를 통해서 뇌보호 시스템에 본드한다. TN계통에서 PE이나 PEN도체는 직접 뇌 보호 시스템에 본드한다.

비고 - 1. 등전위 본딩 설치방법은 중요하므로 이것과 상반된 요구사항이 있음을 감안하여 관련기관과 논의해야 한다.

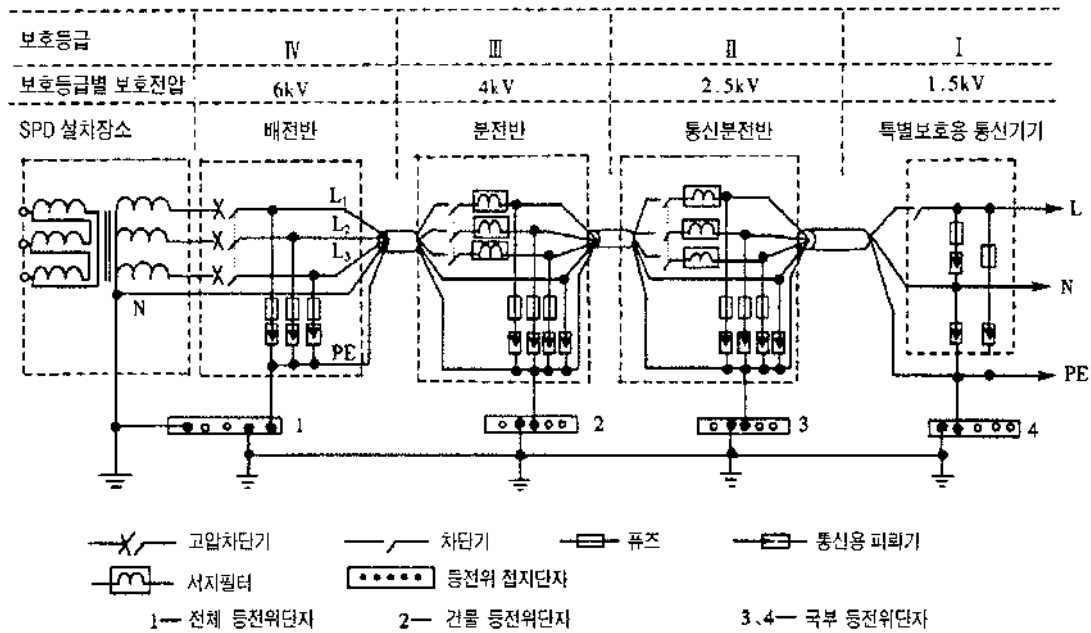
2. IEC 60050(826)-용어정의 826-04-06도 참조할 것

- 서지 보호 장치(SPD)에 관련 사항은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사“의 2.5.4에 의한다.
- SPD의 특성 및 접지방식에 따른 SPD 설치 지점은 다음 그림을 참고한다.

해설표 3

보호등급	LPZ0 및 LPZ1 교차 경계 지점		LPZ1 및 LPZ2, LPZ2 및 LPZ3 교차 경계 지점			직류전원 공칭방전전류 (kA)
	제1급(B) 공칭방전전류 (kA)		제2급(C) 공칭방전전류 (kA)	제3급(D) 공칭방전전류(kA)	제4급(E) 공칭방전전류(kA)	
	10/350 μ s	8/20 μ s	8/20 μ s	8/20 μ s	8/20 μ s	8/20 μ s
A급	≥ 20	≥ 80	≥ 40	≥ 20	≥ 10	≥ 10
B급	≥ 15	≥ 60	≥ 40	≥ 20		≥ 10 kA 미만의 직류배전계통
C급	≥ 12.5	≥ 50	≥ 20			
D급	≥ 12.5	≥ 50	≥ 10			

(근거 : IEC에 의한 중국 국가 규격 표5.4.1.2)



해설그림 9 TN 접지계통의 서지 보호 장치 설치 예
(근거 : IEC에 의한 중국 국가 규격 그림 5.4.1.1)

3.2 뇌 보호 시스템의 근접설비와의 이격

등전위 본딩을 할 수 없는 경우에 위험한 불꽃방전의 발생을 방지하기 위하여 뇌 보호 시스템과 금속 제 설비간이나 계통의 도전성부분의 전로사이의 이격거리 s 는 안전거리 d 이상으로 하여야 한다.

$$s \geq d$$

$$d = k_i \frac{k_c}{k_m} l(\text{m})$$

여기에서

k_i : 뇌 보호 시스템의 보호레벨(표 8)에 관계된 계수

k_c : 치수형상에 관계된 계수(그림 3, 그림 4, 그림 5 참조)

k_m : 이격재료에 관계된 계수(표 9 참조)

$l(\text{m})$: 가장 가까운 등전위 본딩에 근접한 점에서부터 인하도선까지의 길이

이 식은 인하도선 사이의 간격이 20m인 경우 유효하다.

비고 - 1. 이 외의 간격 공식은 검토중이다.

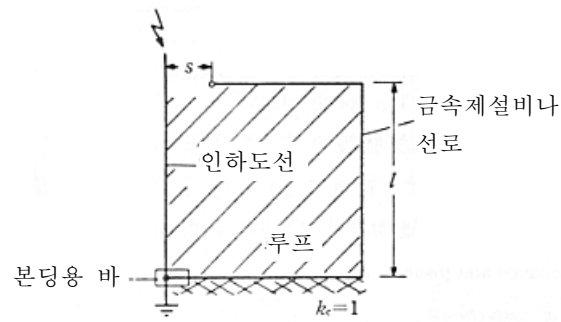
- 상호 접속된 철근콘크리트 건축물 등 및 철골구조물 등이나 이것과 동등한 차폐효과가 있는 건축물 등의 경우 일반적으로 근접의 요구사항에는 적합하다.

표 8 계수 k_i 의 값

보호레벨	k_i
I	0.1
II	0.75
III&IV	0.05

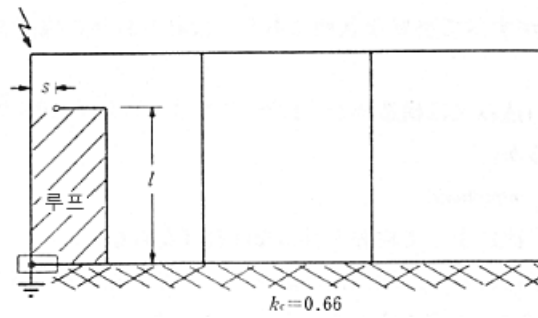
표 9 계수 k_m 의 값

재료	k_m
공기	1
고체	0.5



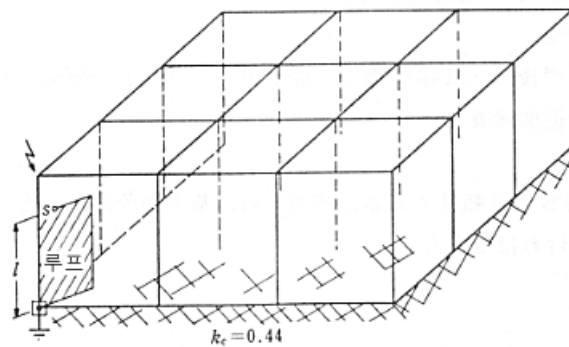
(전류를 1차원적으로 보았을 때 계수 k_c 의 값)

그림 3 뇌 보호 시스템의 근접설비



(전류를 2차원적으로 보았을 때 계수 k_c 의 값)

그림 4 뇌 보호 시스템의 근접설비

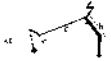
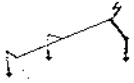


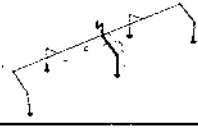

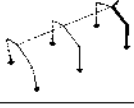

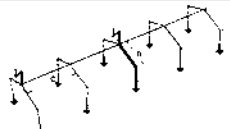


(전류를 3차원적으로 보았을 때 계수 k_c 의 값)

그림 5 뇌 보호 시스템의 근접설비

- 뇌 보호 시스템을 건축물과 등전위 본딩을 하지 않은 경우에 뇌 보호 시스템의 인하도선과 건축물 내의 금속제 설비 또는 계통의 도전성 부분의 전로 사이 이격거리(s)는 계산에 의한 안전거리(d)이상 으로 한다.
- k_c (치수형상에 관계된 계수)를 적용 할 경우에 단독적인 뇌 보호 시스템으로 1개의 인하도선을 통하여 접지되는 경우는 $k_c=1$, 뇌 보호 시스템이 2개 이상의 병렬 인하도선을 통하여 접지되는 경우는 $k_c=0.66$, 뇌 보호 시스템이 1개 이상의 페루프로 연결된 3차원 형상의 인하도선을 통하여 접지되는 경우는 $k_c=0.44$ 를 적용한다.
- k_m (이격재료에 관계된 계수)를 적용 할 경우에 콘크리트 건축물 인 경우에는 0.5를 적용한다.
- l (가장 가까운 등전위 본딩에 근접한 점에서부터 인하도선까지의 길이)은 뇌 보호 시스템의 인하도선이 건축물의 본딩용 바 또는 본딩 접속점에 연결 된 지점까지의 수직적인 거리이며, 이에 대한 길이 산정은 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 그림 18, 그림 19 및 그림 20을 참고한다.
- 상기의 식은 인하도선 사이의 간격이 20m인 경우 유효하므로, 간격이 이보다 크거나 작은 경우에는 KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"의 표 2, 그림 32, 그림 33, 그림 34 및 그림 35를 참고한다.
- 경사 지붕 형태에 따른 K_c 는 다음 표를 참조한다.

해설표 4

	$\frac{c}{h} =$	0,33	0,50	1,00	2,00	
	kc	0,57	0,60	0,66	0,75	c...distance from the nearest down-conductor along the ridge
	kc	0,47	0,52	0,62	0,73	h...length of the down-conductor from the ridge to the next equipotential bonding point or to the earth-termination system.
	kc	0,44	0,50	0,62	0,73	The values of k_c , shown in the table, refer to the down conductors represented by a thick line and a strike point.
	kc	0,40	0,43	0,50	0,60	The situation of the down conductor (to be considered for k_c) is to compare with the represented figures.
	kc	0,31	0,35	0,45	0,58	The actual relation is to determine. If this relation ranges between two values in the columns, k_c may be adapted accordingly.
	kc	0,31	0,33	0,37	0,41	Note 1 Additional down conductors with more distance than illustrated in the figures are of insignificant influence.
	kc	0,28	0,33	0,37	0,41	Note 2 In case of interconnecting ring-conductors below the ridge see Figure D.3
	kc	0,27	0,33	0,37	0,41	
	kc	0,20	0,23	0,29	0,35	

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)

3.3 생명 보호를 위한 안전대책

피보호공간내에서 인명피해 위험에 대한 가장 중요한 보호대책은 등전위 본딩(EB)이다.

비고 - 다른 방법은 검토중이다

- 뇌 보호 시스템으로 인한 인명 및 재산의 보호를 위해서는 등전위 본딩을 시설해야 한다.

4. 뇌 보호 시스템의 설계, 유지관리 및 검사

4.1 설계

뇌 보호 시스템의 효율은 보호레벨 I 에서 보호레벨 IV 쪽으로 감소한다.

비고 - 1. 각 보호레벨에 대한 LPS의 효율은 검토 중이다.

2. 적절한 보호레벨은 각 국가의 관련기관의 요구사항에 기초하여 선택한다.

3. 보호레벨의 선택기준에 관해서는 검토 중에 있다.

뇌 보호 시스템의 설계를 보호 건축물의 설계, 시공방법을 연관시켰을 때에만 가장 기술적이고 경제적인 뇌 보호 시스템 설계를 할 수 있다. 특히 건축물 등의 금속제부분을 뇌 보호 시스템의 부분으로서 사용할 가능성을 건축물 자체의 설계 시 예상해야 한다.

4.2 유지 관리 및 검사

4.2.1 검사 범위

검사의 목적은 다음 사항을 확인하는데 있다.

- a) 뇌 보호 시스템의 설계 적합성 여부
- b) 뇌 보호 시스템의 구성부재가 모두 양호한 상태이고 설계시의 기능을 수행할 수 있으며 부식이 없는지 여부
- c) 최근 추가된 인입 또는 구조물이 뇌 보호 시스템으로의 본당이 되거나 뇌 보호 시스템의 확장에 의하여 보호 공간 내에 포함되는지 여부

4.2.2 검사의 종류

4.2.1에 의거하여 검사를 실시한다.

- 건축물의 건설 중에 매설 접지극을 체크하기 위한 검사
- 뇌 보호 시스템의 설치완료 후의 a)와 b)항에 대한 검사
- 보호 공간의 종류와 부식문제를 감안하여 결정한 주기에 의해 정기적으로 하는 a), b) 및 c)에 따른 검사
- 개수, 수리 후 또는 건축물이 뇌격을 받은 것이 확인되었을 때 a), b) 및 c)에 따른 추가검사

4.2.3 유지 보수 관리

정기검사는 뇌 보호 시스템의 신뢰성 있는 유지관리를 위한 기본적 조건이다. 결함이 발견된 경우, 즉시 유지 보수 한다.

- 뇌 보호 시스템의 유지관리는 *KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"*의 6.을 참고한다.
- 뇌 보호 시스템의 검사는 *KS C IEC 61024-1-2 "뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사"*의 7.을 참고한다.

제 2 절 건축물 등의 뇌 보호 시스템

제1부: 일반원칙-제1절:지침A:뇌 보호 시스템의 보호등급의 선정

서 문 이 규격은 1993년에 제1판으로 발행된 IEC 61024-1, Protection of structures against lightning - Part 1: General principles - Section 1: Guide A: Selection of protection levels for lightning protection systems를 번역하여 기술적인 내용과 규격의 양식을 변경하지 않고 제정한 한국산업규격이다.

1. 일반사항

1.1 적용범위 및 목적

이 규격은 KS C IEC 61024-1에 의한 뇌 보호 시스템의 보호등급 선정에 적용하며, 뇌격 영향에 따른 건축물의 분류와 적절한 보호등급을 갖는 뇌 보호 시스템의 선정절차에 관한 정보를 제공한다.

1.2 용어 및 정의

이 지침에서 다음의 용어의 정의가 적용된다.

1.2.1 뇌 전류(Lightning current)(I) : 뇌격점에서 흐르는 전류

1.2.2 피크치(Peak value)(I) : 낙뢰에서 뇌 전류의 최고값

1.2.3 뇌 전류의 평균상승률(Average steepness of lightning current) (di/dt) : 방전 개시점의 뇌 전류 값과 규정된 시간 간격점에서의 값과의 차 $[i(t_2) - i(t_1)]$ 를 규정시간, 간격 $[t_2 - t_1]$ 으로 나눈 값

1.2.4 방전지속시간 (Flash duration)(T) : 뇌격점에서 뇌 전류가 흐르는 시간

1.2.5 전전하(Total charge)(Q_{total}) : 낙뢰 진행시간 동안의 뇌 전류의 시간 집적량

1.2.6 임펄스 전하(Impulse charge) ($Q_{impulse}$) : 뇌격의 임펄스부분에 대한 뇌 전류의 시간 집적량

1.2.7 비(比)에너지(Specific energy)(W/R) : 단위저항에서 뇌 전류에 의해 발산되는 에너지

1.2.8 손해확률(Probability of damage)(P) : 건축물에 손해를 주는 낙뢰 확률

1.2.9 손실위험도(Risk of damage) : 건축물에서 낙뢰로 인하여 생길 수 있는 년 평균 손실(사람과 물건들)

1.2.10 건축물에 대한 직격뢰 섬락빈도(Direct lightning flash frequency to a structure) (N_d) : 건축물에

대한 년간 평균 직격뢰 예상 수

1.2.11 직격뢰에 의한 손상빈도(Frequency of damage by direct lightning flash) : 건축물에 손상을 일으키는 직격뢰 섬락의 년간 평균수

1.2.12 뇌 방전 허용 빈도(Accepted lightning flash frequency)(N_c) : 건축물에 손상을 일으킬 수 있는 최대 허용 년간 평균 빈도

1.2.13 뇌 보호 시스템의 효율(Efficiency of an LPS(E)) : 건축물에 손상을 일으키지 않는 건축물에 친 직격뢰의 년 평균비율

2. 건축물의 분류

건축물과 건축물 내의 수용물 또는 주변에 위험을 줄 수 있는 뇌격 영향에 따라 건축물을 분류할 수 있다.

위험한 뇌의 직접적인 영향에는 화재, 기계적 손상, 사람과 동물에 대한 상해, 그리고 전기전자기기의 손상이 포함된다. 뇌의 영향은 공포의 원인이 되며 더 나아가 폭발, 방사성 물질, 화공약품, 유독물질, 생화학오염, 박테리아와 바이러스 등의 방출시킬 수도 있다.

뇌의 영향은 특히 컴퓨터 시스템, 제어시스템, 조정시스템, 뇌 영향에 따른 공공서비스의 손실, 정보생산과 비즈니스상의 손실을 가져오는 전력공급 시스템에 매우 위험할 수도 있다. 모든 건축물에는 민감한 전자기기가 설치되어 있으며 특별한 보호를 요구할 수도 있다.

표 1에 다른 종류의 건축물을 4등급으로 분류한 예를 나타낸다. 그러나 제1장과 이 지침은 일반건축물만을 다루었다.

- 뇌 보호 시스템의 보호 레벨은 4. “뇌 보호 시스템(LPS)의 보호등급 선정에 의해 정해지며, 위험도가 높을수록 고효율의 보호등급으로 선정하여야 한다.
- 다만, 허용 낙뢰 빈도(N_c)의 선정의 어려움이나 예상 낙뢰 빈도(N_d)의 산정계수인 년평균 대지 낙뢰 밀도(N_g)의 자료의 입수가 어려운 경우에는, 일반 건축물은 보호등급Ⅳ, 특수 건축물은 보호등급Ⅱ을 기준으로 설계하는 것이 바람직하며, 설계자는 주변의 여건이나 건축물의 위험도를 고려하여 상향조정 해야 한다(근거 : IEC TC 81 CD & CDV).

2.1 일반 건축물

일반 건축물은 상업용, 공업용, 농업, 공공용 또는 주거용 등 일반용으로 사용되는 건축물이다.

제1부에서는 60m이상의 건축물은 고려하지 않는다.

- 보호레벨은 뇌 보호 시스템을 설치하는 경우 선정해야 하는 뇌 보호 시스템의 효율에 의한 보호등급을 나타내는 것이다.
- 건축물의 높이가 60m를 초과하는 건축물에 대한 뇌 보호 시스템(LPS)의 설계 및 시공에서는 KS C IEC 61024-1 "일반원칙" 2.1.2에서 회전 구체법 및 메시법 만을 적용하고, 축퇴 보호에 관한 것은 건물 높이의 80%이상 부분만을 대상으로 한다(해설그림 1 참조).

2.2 특수 건축물

4가지 형태의 특수 건축물은 다음과 같다.

- 특수 건축물은 일반 건축물에 비하여 여러 가지의 위험도가 높은 건축물을 말한다.

2.2.1 위험성을 가진 건축물

건축재료, 수용물 또는 사용자 등의 건축물 전체 뇌의 영향을 받기 쉬운 건축물

2.2.2 주변이 위험한 건축물

그 수용물이 뇌격을 받으면 주변이 위험할 수 있는 건축물

2.2.3 사회적 및 물리적 환경에 위험한 건축물

뇌격에 의하여 생물학적, 화학적 및 방사성 방산을 일으킬 수 있는 건축물

2.2.4 기타 건축물

특수 설계된 뇌 보호 시스템을 고려하여야 할 건축물. 그 대표적인 예는 다음과 같다.

- 고층 건축물(높이 60m 초과)
- 텐트, 야영장과 운동장
- 임시 시설물
- 건설 중인 건축물

표 1 건축물의 등급 분류

건축물의 등급	건축물의 형태	뇌격의 영향
일반 건축물 (비고 참조)	주택	전기설비의 파손, 화재 및 물질적인 손상 일반적으로 뇌격점이나 뇌격뢰에 노출된 물체에 한해 손상됨.
	농장	화재의 일차적인 위험과 위험한 보폭전압 전력손실에 따른 이차적 위험, 정전시 환기시스템이나 사료공급시스템의 고장으로 가축이 폐사될 위험
	극장, 학교, 백화점 운동장	전기설비(조명 등)의 손상으로 혼란 발생. 화재 경보설비의 고장으로 화재진압이 지연
	은행, 보험 회사, 상업 지구, 회사 등	위의 영향에 추가하여 통신 두절, 컴퓨터의 고장과 데이터의 손실
	병원, 요양원, 교도소	위의 영향에 추가하여 집중치료중인 환자에게 불편을 주고 거동이 부자유스런 사람들의 구조 어려움
	제조사업장	제조물에 따라 추가 영향이 있으며 광범위한 피해와 생산손실
	박물관과 유물전시	문화적인 유산의 복구 불가능한 손실
위험을 내포한 건축물	전신전화국 발전소 화재위험이 있는 사업장	공공 서비스의 손실 화재 등에 의해 인근주변에 피해를 줌
주변에 위험한 건축물	정유공장 주유소 화기작업장 군수 작업장	공장과 그 주변에 화재와 폭발의 피해를 줌
환경적으로 위험한 건축물	화학공장 원자력공장 생화학 실험실과 공장	해당지역과 환경에 결정적인 피해를 가져올 공장의 화재나 운전정지

- 비고 - 1. 모든 종류의 일반 건축물 내에 뇌격과 전압에 의해 쉽게 손상될 수 있는 민감한 전자기기가 설치될 수도 있다.
2. 서비스의 손실이란 한명의 사용자가 서비스를 이용하지 못한 시간동안의 생산량에 일년에 관련사용자의 수를 곱한 것이다.

3. 뇌 변수

뇌 변수는 보통 높은 물체 위에서 실시한 측정에서 얻어지며, 이 지침에서 나타낸 데이터는 하향과 상향 섬락 모두에 관계된다.

기록된 뇌 변수의 통계적 분포는 대수적인 정상분포를 갖는 것으로 간주할 수 있으며, 이것에 기초하여 각 변수 어떤 값의 발생할 확률을 부록 A에 나타낸 값에서 계산할 수 있다.

뇌격의 극성비율은 해당지역 자연에 지역정보가 없는 경우에는 10% 정극성, 90% 부극성으로 가정한다.

이 규격에서 나타낸 값들은 극성비가 10% 정극성(+)과 90% 부극성(-)을 기초로 한다.

- 정극성의 뇌는 뇌 전류의 방향이 구름(+)에서 대지(-)로 향하는 것이고, 부극성의 뇌는 뇌 전류의 방향이 대지(+)에서 구름(-)으로 향하는 것이다.

3.1 뇌 보호 시스템의 크기에 사용되는 뇌 전류 변수

뇌의 기계적, 열적 영향은 전류(I)의 피크값, 전전하(Q_{total}), 임펄스전하($Q_{impulse}$)와 비에너지(W/R)에 관계한다. 이 변수의 최고값은 정극성(+) 섬락에서 생긴다.

유도전압에 의한 피해영향은 뇌 진행 전류의 파두 준도와 관계가 있다. 이 지침에서는 피크전류의 30%와 90%값 사이의 평균 파두 상승률을 설계목적에 사용하며, 이 변수의 최고값은 후속의 부극성 뇌 격들에서 생긴다. 그러한 부극성 뇌격은 건축물에 대한 거의 모든 부극성(-) 섬락에서 생긴다.

정극성 뇌격 10%이고, 부극성 섬락을 90%로 가정하여 보호등급과 관련한 뇌 변수의 값을 표 2에 나타내었다.

표 2 보호등급에 의한 뇌 전류 변수의 관계

뇌 변수		보호등급		
		I	II	III ~ IV
전류 피크값	I(kA)	200	150	100
전전하	$Q_{total}(C)$	300	225	150
임펄스 전하	$Q_{impulse}(C)$	100	75	50
비(比)에너지	W/R(kJ/Ω)	10,000	5,600	2,500
평균 파두상승률	di/dt _{30/90} kA/μs	200	150	100

3.2 대지 낙뢰 밀도

단위면적(km²)에 대한 연간 대지뇌격으로 표현되는 대지낙뢰밀도는 측정에 의해 결정되어야 한다.

대지 낙뢰 밀도(N_g)를 이용할 수 없는 경우, 다음의 관계식으로 계산할 수 있다.

$$N_g = 0.04 T_d^{1.25} / \text{km}^2 /$$

여기에서, T_d 는 연간 뇌우일수 분포도(IKL maps)로 구한 연간 뇌우일수이다.

비고 - 이 관계는 기후조건의 변화에 따라 변한다.

- 대지 낙뢰 밀도(N_g)는 단위면적(km^2)에 대한 연간 대지 뇌격의 수[회]이다.
- 평균 뇌우일수(IKL)은 위도와 경도를 각각 15분(대략 $25 \times 27.5[km]$) 간격으로 구분한 지역 내에서 연간 뇌우일수 분포에 의한 평균값을 말한다.

4. 뇌 보호 시스템(LPS)의 보호등급 선정

보호등급 선정의 목적은 보호 건축물 또는 보호공간에 대한 직격뢰의 위험을 최대한 허용할 수 있는 레벨이하로 감소시키는데 있다.

각 건축물은 건축물에 대한 직격뢰 연간빈도(N_d)와 뇌손상 확률과 뇌격결과 발생할 수 있는 건축물의 평균적인 가능 손실량을 고려하여 손상위험도를 평가할 수 있다.

비고 - 위험도 평가에 간접 뇌격을 고려할 수도 있다.

손상은 몇 가지 변수에 의한다. 그 중에는 용도와 보호공간의 수용물(사람과 물품), 건축재료와 뇌의 영향을 감소시키기 위한 수단 등이 있다.

건축물은 2.에서 나타낸 뇌의 결과적인 영향에 따라 분류된다. 대상건축물에 대한 손상위험의 최대허용레벨이 결정되면, 건축물에 손상을 일으킬 수 있는 낙뢰 연간 빈도의 최대허용값(N_c)를 구할수 있다.

그러므로 뇌 보호 시스템에 대한 적절한 보호등급 선정은 보호대상 건축물로의 직격뢰 예상빈도(N_d)와 낙뢰 허용연간빈도(N_c)에 따라 할 수 있다.

4.1 건축물에 대한 낙뢰 허용 빈도(N_c)

N_c 의 값은 인명, 문화적 그리고 사회적 손실에 관련되는 국가위원회가 결정한다.

N_c 의 값은 손실이 개인자산에만 해당되는 경우, 건축물의 소유자 또는 뇌 보호 시스템의 설계자가 결정할 수도 있다.

N_c 의 값은 다음과 같은 적절한 요인을 고려한 손상위험 분석함을 통해 구할 수 있다.

- 건설의 형태
- 가연성물질과 폭발성물질의 존재
- 낙뢰 피해를 감소시키기 위하여 마련된 수단
- 손상에 관련되는 사람의 수
- 관련된 공공서비스의 유형과 중요도
- 피해를 받은 물품의 가치
- 기타 요소(표 1 참조)

비고 - 특수한 경우, 지역규정에서 N_c 값을 부과할 수도 있다.

- 낙뢰허용빈도(N_c)의 예는 1×10^{-1} , 4×10^{-2} , 2×10^{-2} , 1×10^{-2} , 5×10^{-3} , 2×10^{-3} , 1×10^{-3} , 5×10^{-4} ,

2×10^{-4} , 1×10^{-4} 등이며, 이에 대한 기준은 검토 중이다.

4.2 건축물에 대한 직격뢰 예상 빈도(N_d)

건축물에 대한 직격뢰의 평균년간빈도 N_d 는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} / \text{년}$$

여기에서

N_g 는 건축물이 위치한 지역에서 km^2 당 연간 낙뢰중 년평균 대지낙뢰밀도이다.

A_e 는 건축물의 등가수정지역(m^2)이다.

건축물의 등가수정지역은 건축물과 같은 동일한 연간 직격뢰 빈도를 갖는 지표면지역으로 정의된다.

이격된 건축물에서 등가수정지역은 대지표면과 건축물의 상부(거기서 접촉)을 1:3의 기울기로 지나가는 직선 사이의 교차부분과 그 교차점을 중심으로 회전시켜 얻은 경계선 b_1 으로 에워싸인 지역이다(평지에 대한 **그림 1**과 언덕진 곳에 대한 **그림 2.A** 및 **그림 2.B** 참조)

복합된 지세(**그림 2C** 및 **그림 2.D** 참조)인 경우, 외곽선의 특성을 직선 또는 원단면으로 대체한 상태를 고려해 구조를 단순화할 수 있다. 만약 건축물과 주변 물체의 거리가 $3(h+h_s)$ 미만인 경우에는 주변물체가 등가지역에 중대한 영향을 미친다.

여기서 h 는 검토대상 건축물의 높이, h_s 는 주변물체의 높이이다. 이 경우에는 건축물의 등가지역과 인접물체의 등가지역이 겹쳐서 등가지역 A_e 는 다음거리로 감소된다.

$$X_s = \frac{d + 3(h_s - h)}{2}$$

여기에서

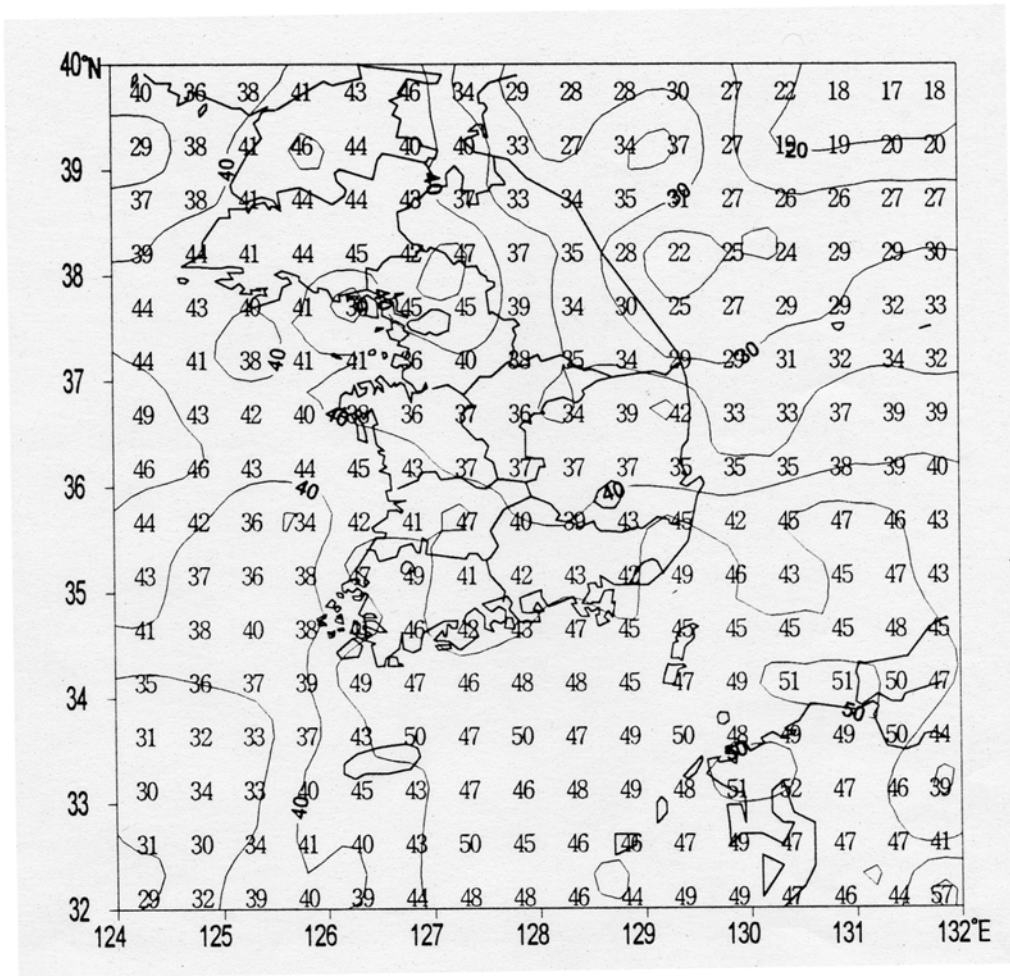
d 는 건축물과 주위물체와 수평거리이다(**그림 3** 참조).

영구적인 내구성과 뇌 스트레스에 저항을 가진 물체만 고려한다.

어떤 경우에도 최소 등가수정 지역값은 건축물 자체의 수평사와 같은 것으로 간주한다.

비고 - 보다 정교한 다른 방법을 사용할 수도 있으며, 등가수정지역을 보다 정확히 평가하는데 사용할 수도 있다.

- 건축물의 등가수정지역은 건축물의 상부(접촉점)에서 건물 높이의 3배에 이르는 면적(**그림 1**, **그림 2** 참조)을 말하며, 인접한 건축물이 있는 경우는 그 교차점의 직하부까지의 면적(**그림 3** 참조)으로 한다.
- 우리나라 낙뢰 빈도수는 다음 해설**그림 10**을 참고한다.



해설그림 10 1995~1999년 평균 낙뢰 발생 일수 분포도
(근거 : 기상청 낙뢰 연보 2000년 그림 B.8(a))

4.3 뇌 보호 시스템의 선정절차

모든 대상 건축물에 대하여 뇌 보호 시스템의 설계자는 뇌 보호 시스템의 필요여부를 결정하여야 하며, 필요하다면 적절한 보호등급을 선정한다.

뇌 보호 시스템의 선정절차의 첫 단계는 대상 건축물의 모양에 따라 충분히 평가해야 한다.

건축물의 분류를 비롯해 건축물의 크기, 위치, 그 지역의 뇌 활동(년간 낙뢰밀도)을 결정해야 한다. 이 데이터들은 다음의 평가기준이 된다.

- 지역의 년평균 대지 낙뢰 밀도(N_g)와 건축물의 등가수정지역 A_c 의 곱에 의한 년평균 낙뢰빈도
- 대상 건축물에 허용될 수 있는 년평균 낙뢰 빈도(N_c) (4.1 참조)

건축물에 대한 허용낙뢰 빈도값(N_c)은 낙뢰 빈도(N_d)의 실측값과 비교한다.

이 비교를 통해 뇌 보호 시스템이 필요한지 여부를 결정하며 필요한 경우, 뇌 보호 시스템의 형태도 결정할 수 있다.

만약 $N_d \leq N_c$ 라면 뇌 보호 시스템은 불필요하다.

만약 $N_d > N_c$ 라면 $E \geq 1 - N_c/N_d$ 의 효율을 가진 뇌 보호 시스템을 설치해야 하고 표 3에 의하여 적절한 보호등급을 선정해야 한다.

표 3 뇌 보호 시스템 보호등급에 대한 효율

보호등급	뇌 보호 시스템의 효율(E)
I	0.98
II	0.95
III	0.90
IV	0.80

뇌 보호 시스템의 설계는 선택한 보호등급에 대한 표준이 규정한 요구사항에 적합하여야 한다.

E 보다 낮은 E' 의 효율을 가진 뇌 보호 시스템을 설치하는 경우, 보호수단이 추가한다.

추가 보호수단은 다음과 같다.

- 접촉전압과 보폭 전압을 제한하는 수단
- 화재의 확산을 막는 수단
- 민감한 기구에 대한 낙뢰유도 과전압의 영향을 완화하는 수단

뇌 보호 시스템의 선정절차에 관한 자세한 설명을 그림 4의 흐름도에 나타낸다.

건축물에 대한 직격뢰 빈도(N_d)와 허용 낙뢰 빈도(N_c)를 함수로 하여 뇌 보호 시스템의 필요 효율의 임계값을 그림 5에 나타낸다.

- 설계 시에는 건축물의 중요도, 위험도에 따른 허용낙뢰빈도(N_c)의 선정값(4.1 참조)과 해당 건축물에 대한 예상 낙뢰빈도(N_d)의 계산값(4.2 참조)을 평가하여 외부 뇌 보호 시스템의 설치여부 및 뇌 보호등급을 결정하는 것을 원칙으로 한다.
- 여기서, $N_c < N_d$ 이면 뇌 보호 시스템을 설치해야 한다.
- 보호등급 선정은 $1 - N_c/N_d$ 를 계산하여 이 계산값 이상의 효율(E)을 갖도록 해야 한다. 이에 대한 관계는 그림 5를 참조한다.
- 다만, 허용 낙뢰빈도(N_c)의 선정의 어려움이나 예상 낙뢰 빈도(N_d)의 산정계수인 년평균 대지 낙뢰 밀도(N_g)의 자료의 입수가 어려운 경우에는, 일반 건축물은 보호등급 IV, 특수건축물은 보호등급 II을 기준으로 설계하는 것이 바람직하며 설계자는 주변의 여건이나 건축물의 위험도를 고려하여 조정해야 한다.

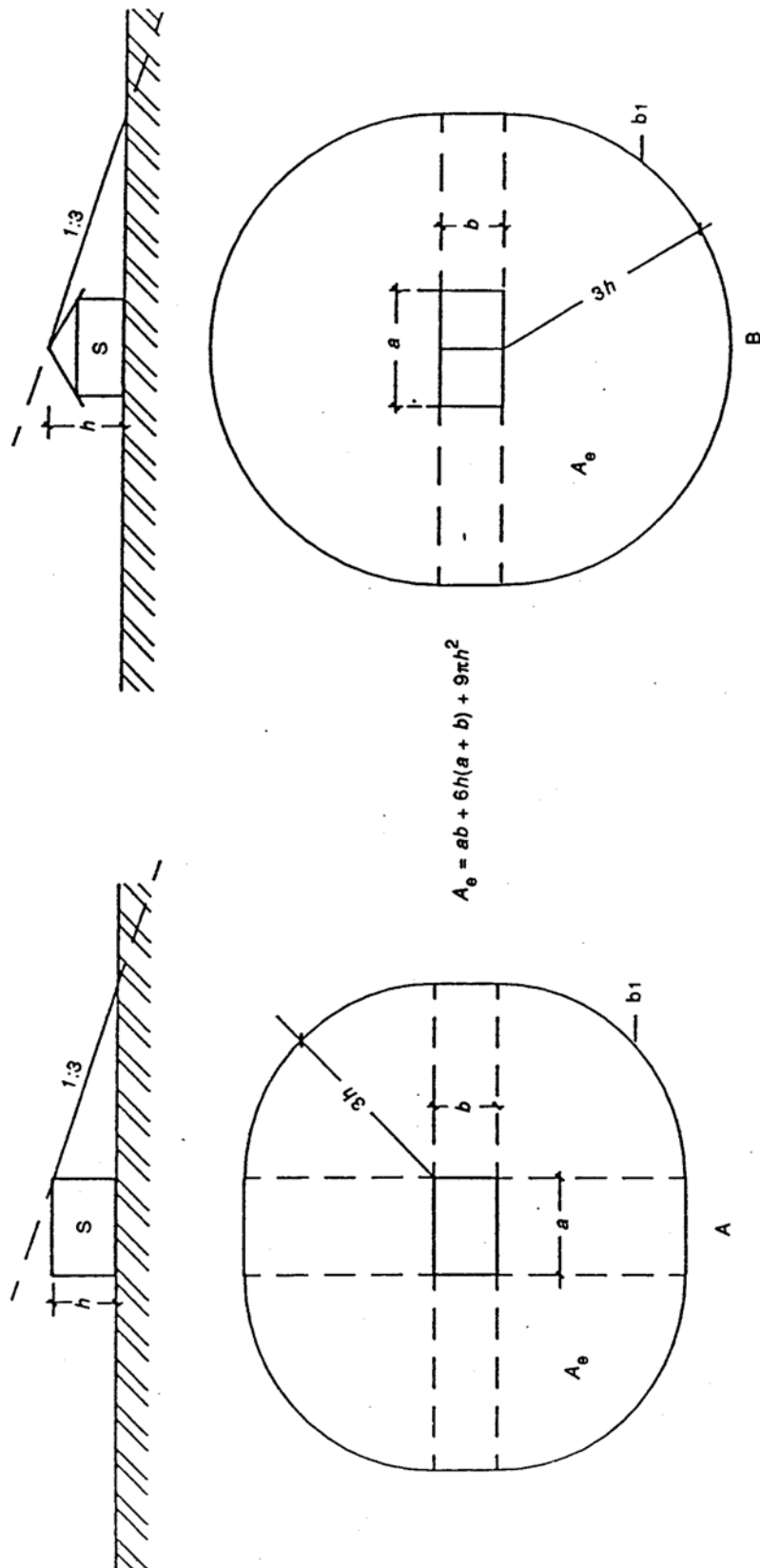


그림 1 평지에서 건축물의 낙뢰예상 등가면적

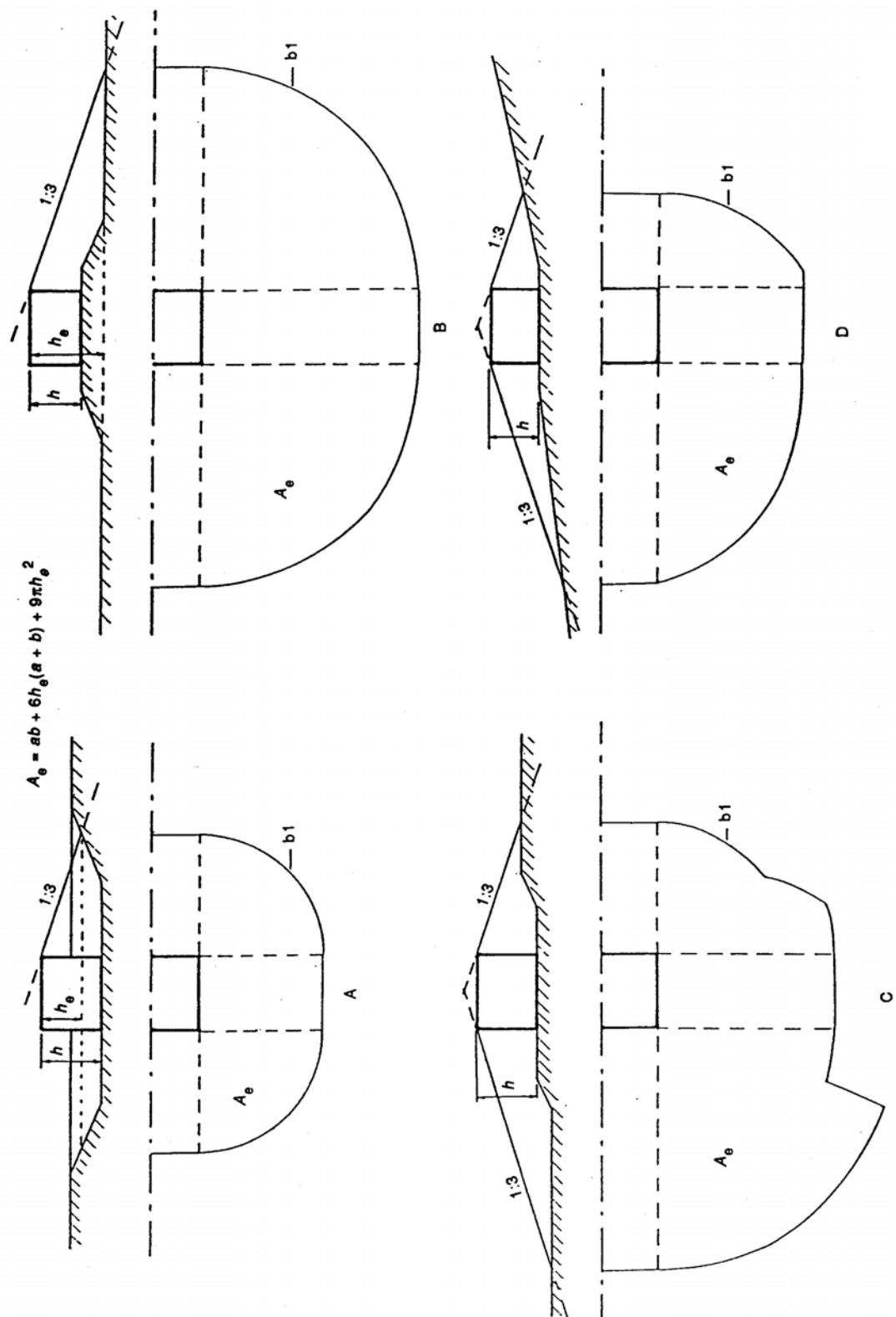


그림 2 경사지에서 건축물의 낙뢰예상 등가면적

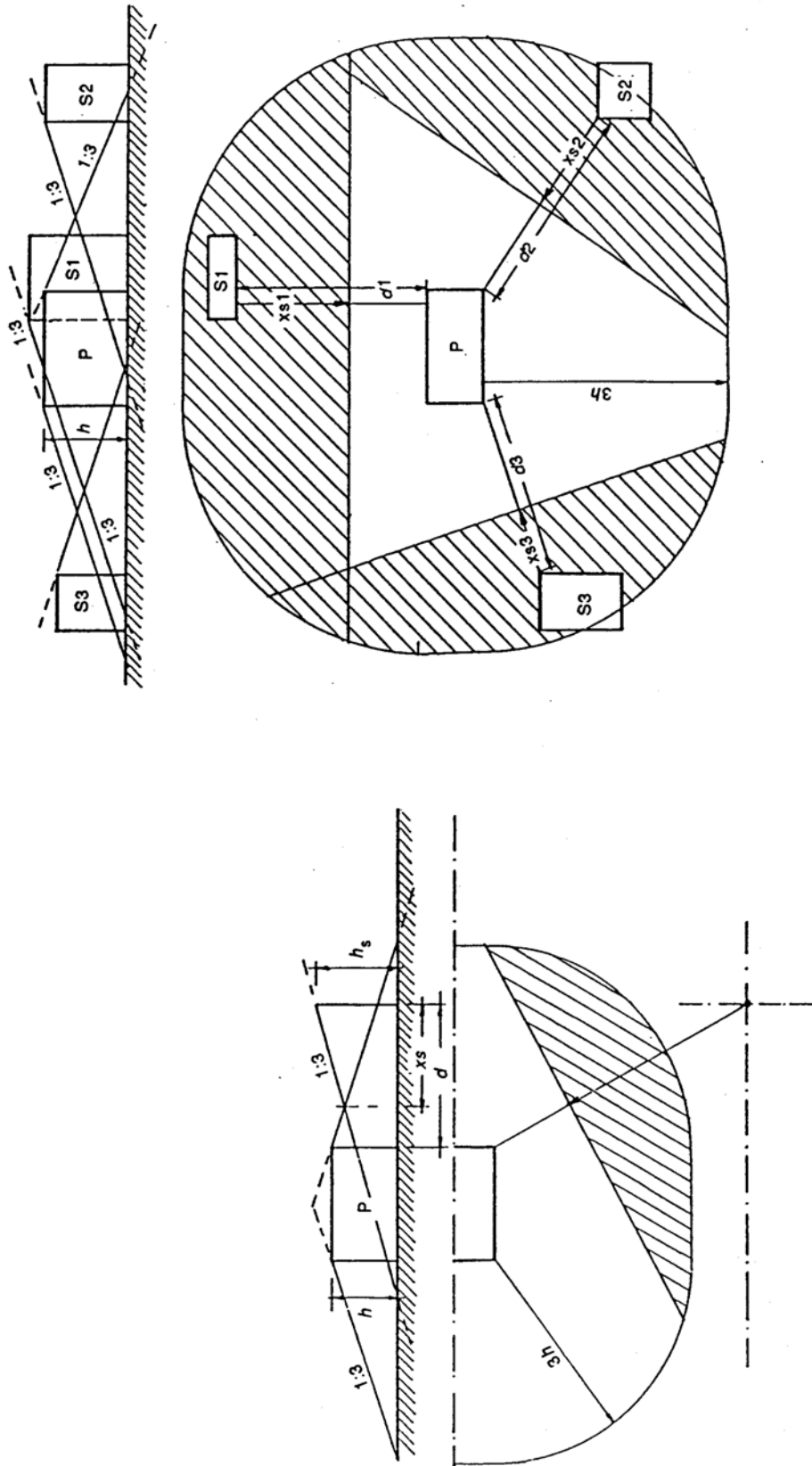


그림 3 주위 물체가 있을 시에 건축물의 낙뢰예상 증가면적

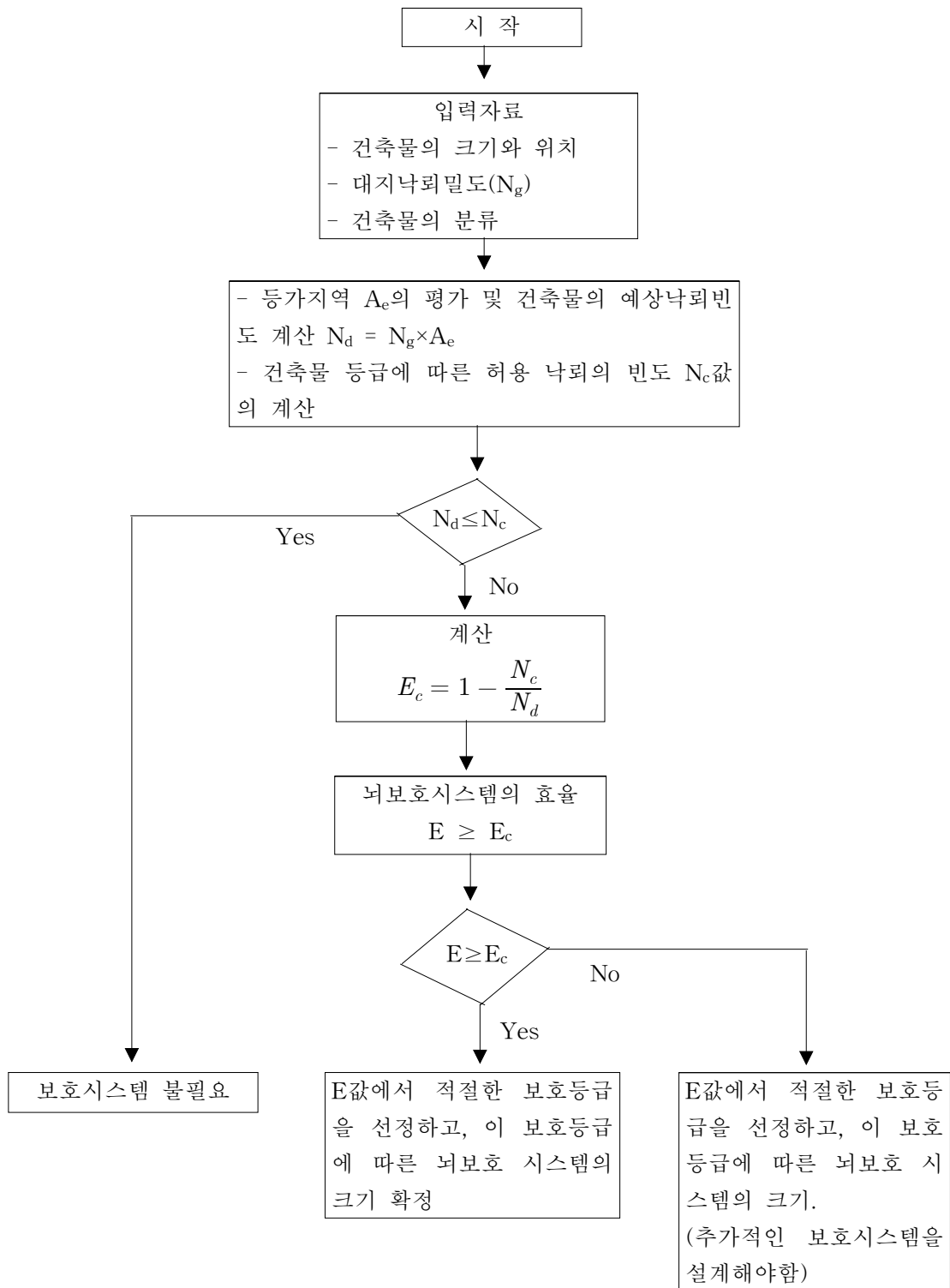


그림 4 뇌 보호 시스템의 선정절차에 대한 흐름도

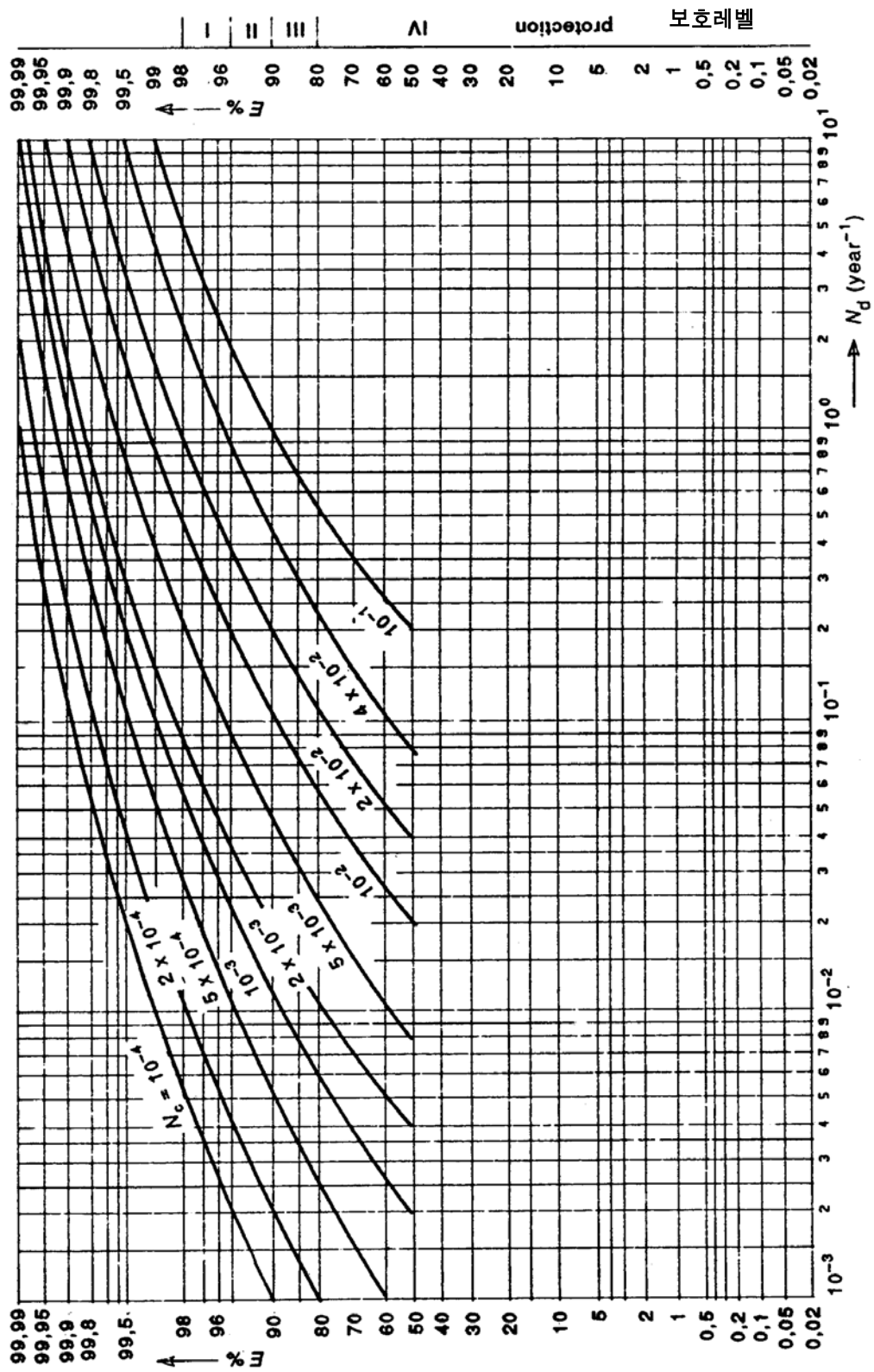


그림 5 N_d 와 N_c 관계에서 요구되는 LPS의 효율 임계값

부속서 A(규정)

뇌전류 변수의 기준값과 누적빈도 분포

피크전류(KA) (최저 2kA)

뇌 격	누적빈도				
	98%	95%	80%	50%	5%
최초의 부극성 뇌격	4		20		90
다음의 부극성 뇌격		4.6		12	30
정극성 방전		4.6		35	250

전전하(C)

뇌격	누적빈도		
	95%	50%	5%
최초의 부극성 뇌격	1.1	5.2	24
다음의 부극성 뇌격	0.2	1.4	11
부극성 방전	1.3	7.5	40
정극성 방전	20	80	350

임펄스 전하(C)

뇌격	누적빈도		
	95%	50%	5%
최초의 부극성 뇌격	1.1	4.5	20
다음의 부극성 뇌격	0.22	0.95	4
정극성 방전	2	16	150

비(比)에너지 (J/Ω)

뇌격	누적빈도		
	95%	50%	5%
최초의 부극성 뇌격	6.0×10^3	5.5×10^4	5.5×10^5
다음의 부극성 뇌격	5.5×10^2	6.0×10^3	5.2×10^4
정극성 방전	2.5×10^4	6.5×10^5	1.5×10^7

구배율(kA/ μ s)

최초의 부극성 뇌격	누적빈도		
	95%	50%	5%
최대구배율	9.1	24	65
평균구배 :			
피크전류가 30%~90%	2.6	7.2	20
피크전류가 10%~90%	1.7	5	14

다음의 부극성 뇌격	누적빈도		
	95%	50%	5%
최대구배율	10	40	162
평균구배 :			
피크전류가 30%~90%	4.1	20	99
피크전류가 10%~90%	3.3	15	72

정극성 방전	누적빈도		
	95%	50%	5%
최대구배율	0.2	2.4	32

파두지속시간(μ s)

최초의 부극성 뇌격	누적빈도		
	95%	50%	5%
파두상승시간	10	40	162
상승시간 :			
피크전류가 30%~90%	4.1	20	99
피크전류가 10%~90%	3.3	15	72

다음의 부극성 뇌격	누적빈도		
	95%	50%	5%
파두상승시간	0.2	1.1	4.5
상승시간 :			
피크전류가 30%~90%	0.1	0.6	3.0
피크전류가 10%~90%	0.2	0.8	3.5

파두지속시간(μs) (계속)

정극성 방전	누적빈도		
	95%	50%	5%
파두상승시간	3.5	22	200

뇌격지속시간(μs)

뇌격	누적빈도		
	95%	50%	5%
최초의 부극성 뇌격	30	75	200
다음의 부극성 뇌격	6.5	32	140
정극성 방전	25	200	2,000

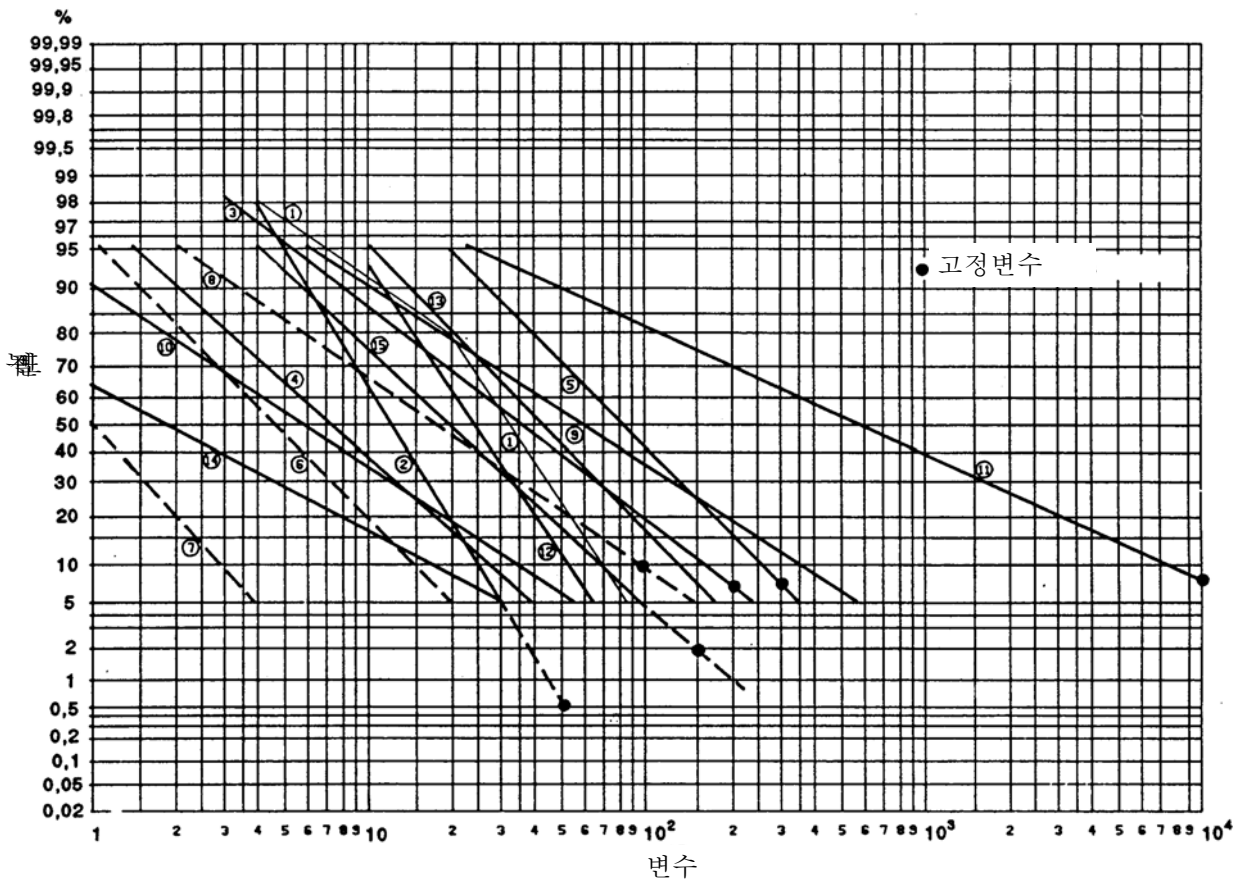
전방전 지속시간(μs)

뇌격	누적빈도		
	95%	50%	5%
모두 부극성 뇌격	0.15	13	1,100
다음 부극성 뇌격	31	180	900
정극성 방전	14	85	500

뇌격간의 시간간격

뇌격	누적빈도		
	95%	50%	5%
다수의 부극성 뇌격	7	33	150

뇌변수의 누적도수 분포도수는 **그림 A.1**에 나타낸다.



변수	횡좌표의 단위	최초의 부극성 뇌격	다음 부극성의 뇌격	정극성 뇌격	부극성 방전	정극성 방전
I	kA	①	②	③		
Q_{total}	c				④	⑤
$Q_{impulse}$	c	⑥	⑦	⑧		
W/R	kJ/Ω	⑨	⑩	⑪		
di/dt_{max}	$\text{kA}/\mu\text{s}$	⑫	⑬	⑭		
$di/dt_{30/90\%}$	$\text{kA}/\mu\text{s}$		⑮			

그림 A.1 뇌 변수의 누적빈도 분포

건축물 등의 뇌 보호 시스템

제1부: 일반원칙 -제2절 : 지침 B -

뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사

서 문 이 규격은 1998년에 제1판으로 발행된 IEC 61024-1-2 Protection of structures against lightning - Part 1: General principles - Section 1-2 : Guide B - Design, installation, maintenance and inspection of lightning protection systems를 번역하여 기술적인 내용과 규격의 양식을 변경하지 않고 작성한 한국산업규격이다.

1. 일반사항

1.1 적용 범위 이 규격은 KS C IEC 61024-1에 따라 높이 60m이하의 일반건축물에 대한 뇌 보호 시스템의 설계와 시공에 적용한다. 이 지침은 사용자가 그 표준에 따라 뇌 보호 시스템의 물리적 설계, 시공, 유지 및 검사를 하는데 도움을 주기 위한 것이다. 예제는 국제적인 전문가의 승인이 된 보호기술이 제공된다.

비고 - 예제는 건축물에 적용 가능한 보호방법을 제공한다. 다른 방법도 가능할 수 있다.

2. 인용 규격

IEC 60364(모든 문서), 건축 전기 설비(Electrical installation of buildings)

KS C IEC 61024-1 : 1990, 건축물 등의 피뢰설비 - 제1부 : 일반원칙((Protection of structures against lightning - Part 1 : General principle)

KS C IEC 61024-1-1 : 1993, 건축물 등의 피뢰설비 - 제1부 : 일반원칙 - 제1절 : 지침 A - 뇌 보호 시스템에 대한 보호 레벨의 선정(Protection of structures against lightning-Part 1 : General principle-Section 1 : Guide A-Selection of protection levels for lightning protection systems)

IEC 61312-1 : 1995, 낙뢰의 전자기 임펄스에 대한 보호 - 제1절 : 일반통칙(Protection against lightning electro magnetic impulses-Part 1 : General principles)

IEC 61662 : 1995, 낙뢰에 대한 손상위험의 평가(Assessment of the risk of damage due to lightning)

1.3 정의

이 지침에서 사용되는 주요용어는 KS C IEC 61024-1에 따르는 외에 다음의 정의가 적용된다.

1.3.1 뇌 보호 설계자(Lightning protection designer) : 뇌 보호 시스템(LPS)의 설계 자격을 갖춘 전문가

비고 - 뇌 보호 시스템 설계자와 시공자 기능은 동일인이 수행할 수도 있다.

- 건축물의 뇌 보호 시스템(LPS)의 설계 자격을 갖춘 전문가는 국가기술자격법에 의한 건축전기 설비기술사, 전기분야기술사 또는 전력기술관리법에 의한 전기설계자를 원칙으로 한다.

1.3.2 뇌 보호 시공자(Lightning protection installer) : 뇌 보호 시스템의 시공에 자격을 갖춘 자
비고 - 뇌 보호 시스템 설계자와 시공자 기능을 동일인이 수행할 수도 있다.

- 건축물의 뇌 보호 시스템(LPS)의 시공 자격을 갖춘 전문가는 국가기술자격법에 의한 건축전기설비 기술사, 전기분야기술사나 전기공사법에 의한 전기공사기술자를 원칙으로 한다.

1.3.3 환상도체(Ring conductor) : 건축물을 주위에 루프를 형성하고 뇌 전류의 균등 분배를 위해 인하도선을 상호 접속하는 도체

1.3.4 외부 도전부(External conductive part) : 배관, 케이블 차폐, 금속 덕트 등 뇌 전류 일부를 흘릴 수 있는 보호 건축물에 인입, 인출하는 금속제

1.3.5 대지표면 고유저항(Surface resistivity) : 대지 표면층의 평균 고유 저항

1.3.6 금속제의 부식(Corrosion of metals) : 모든 전기적(galvanic), 화학적 부식

1.3.7 뇌격 거리(striking distance) : KS C IEC 61024-1의 표 1에 나타난 적용된 회전 구체법 반경

1.3.8 내부 인하도선(Internal down-conductor) : 보호 건축물 내부의 인하도선, 예를 들면 자연적 인하도선으로 사용되는 철근콘크리트의 기둥

- 내부 인하도선은 KS C IEC 61024-1 “일반원칙”의 2.2.5의 자연적 구성부재를 말한다.

1.3.9 강재로 본딩용 바(Steel bonding bar) : 본딩용 도체나 기타 상호 접속 도체가 용접되거나 죄어 있는 철근 콘크리트 건축물에서 강재 전선으로 보강용 바에 묶여 있는 공통 강재로 봉(rod)

1.3.10 강재폼 본딩용 커넥터(Steel bonding connector) : 보강용 바에 묶여 있고, 건축물 내의 등전위 본딩을 보강재 봉에 결속시켜 보강재 봉 사이로 유입된 뇌 전류를 분산시킬 목적으로 사용하는 커넥터

1.3.11 본딩용 도체(Bonding conductor) : 전위 본딩 바에 접속될 부분 간의 접속과 본딩용 커넥터에 접

속하기 위한 도체, 이것의 일부는 콘크리트 밖에(접속될 부분에서 접속점까지), 일부는 콘크리트 내(접속점과 본딩 커넥터 사이)에 놓인다(KS C IEC 61024-1의 1.2.20 참조).

1.3.12 본딩용 바(Bonding bar) : 본딩용 도체를 상호 접속하는 바(KS C IEC 61024-1의 1.2.19 참조)

1.3.13 수직접지극(Vertical earth electrode) : 수직 방향 또는 수직에 가깝게 대지에 시공된 접지극

2. 뇌 보호 시스템(LPS)의 설계

2.1 일반 주의 사항

KS C IEC 61024-1에 따라 설계된 뇌 보호 시스템의 1차적인 기능은 뇌 영향으로부터 인명과 재산을 보호하는 것이다. 뇌 보호 시스템은 뇌 보호 시스템 설계자와 시공자가 반드시 설계하고 시공하여야 한다. 뇌 보호 설계자는 뇌 방전으로 인한 전기적, 기계적 영향을 평가할 수 있어야 하며, 전자파 장해(electromagnetic compatibility: EMC)의 일반 원리도 숙지하고 있어야 한다(표 1 참조). 또한 뇌 보호 설계자는 부식의 영향을 평가하고 전문가 도움이 필요한 때를 판단할 수 있어야 할 것이다.

뇌 보호 시공자는 KS C IEC 61024-1의 요구사항과 건축물의 공사 및 시공에 관한 국가 규정에 따라 뇌 보호 시스템의 구성부분의 적절한 시공에 관한 훈련되어야 할 것이다.

뇌 보호 시스템 계획, 운전과 시험은 많은 기술 분야와 관련이 있어 최소 비용과 노력으로 적절한 뇌 보호 레벨을 선정하기 위해 해당 건축물의 모든 관계자들의 협조가 필요하다. 표 1의 절차에 따르면 효과적으로 뇌 보호 시스템을 관리할 수 있다. 광범위한 전기·전자 기기가 수용된 건축물의 경우, 뇌 보호 설비의 품질 보증은 대단히 중요하다. 품질 보증은 모든 도면이 승인되어야 하는 설계 단계에서부터, 뇌 보호 시스템 시공단계를 통하여 시공 후에는 검사를 할 수 없는 뇌 보호 시스템의 모든 주요부분은 점검되어야 할 것이며, 뇌 보호 시스템에 대한 최종 측정은 최종 시험 문서의 완성과 함께 이루어지는 승인 단계를 거쳐 마지막으로 유지 관리 프로그램에 적합한 세심한 정기적 검사를 통해 뇌 보호 시스템의 전 수명 기간에 걸쳐 이루어진다. 뇌 보호 시스템이 열화되지 않고 설계대로의 요구 사항에 적합하도록 정기적으로 유지 관리한다. 뇌 보호 시스템의 유지 관리 프로그램도 뇌 보호 시스템을 지속적으로 업데이트한다. 건축물 또는 설비를 변경할 경우, 자연적의 뇌 보호가 여전히 KS C IEC 61024-1에 적합한지를 확인을 통해 점검한다. 보호 불충분이 확인되면, 즉시 개선해야 한다.

이 규격에 규정된 재료, 수뢰부의 길이와 치수, 인하도선, 접지 시스템, 본딩용 도체 등은 뇌 보호 강화에 필요한 추가의 기구나 시스템과 상관없이 전부 규격을 따를 것을 권장한다(KS C IEC 61024-1의 2.5.3 참조).

- 뇌 보호 시스템의 설계, 시공, 유지관리 및 검사를 수행하는 기술자는 뇌 방전에 관련한 사항 이외에도 전자파 장해(EMC) 및 전기적인 부식(전식)에 대한 영향도 평가할 수 있어야 한다.
- 뇌 보호 시스템에 사용되는 재료는 KS C IEC 61024-1 “일반원칙”을 모두 준용한다.

2.2 계획 절차

뇌 보호 시스템의 세부 설계가 시작되기 전에 뇌 보호 설계자는 해당 건축물의 기능, 일반 설계, 시공과 구조에 관한 기본적인 정보를 뇌 보호 시스템에, 허가 당국, 보험업자, 구매자측 시방이 정해져 있지 않다면, 뇌 보호 설계자는 KS C IEC 61024-1-1의 2.에 따라 건축물을 분류하고 적절한 뇌 보호 시스템 보호레벨을 선정하기 위해 KS C IEC 61024-1-1의 4.의 지침에 따라 건축물을 뇌 보호 시스템으로 보호할지 여부를 결정하여야 한다.

일반 건축물로 분류되고 보호 레벨이 결정된 경우라면 뇌 보호 설계자는 전반적인 뇌 보호 시스템을 설계하기 위하여 관련 적용 지침—KS C IEC 61024-1-1(지침 A)과 이 규격(지침 B)—을 KS C IEC 61024-1와 같이 적용한다.

뇌 보호 시스템의 건설과 시공은 뇌 보호 시스템 설계자가 감독해야 한다.

- 뇌 보호 시스템의 설계와 시공은 1.3.1 및 1.3.2에 의한다.

2.3 협의

2.3.1 일반 사항

신규 건축물의 설계와 시공단계에서 뇌 보호 시스템 설계자와 시공자 그리고 건축물 내 설비와 건축물 사용 관련 규정에 관한 책임자(구매자, 건축 계약자)가 서로 모여 정기적으로 협의해야 한다.

그림 1의 흐름도를 이용해 뇌 보호를 합리적으로 설계할 수 있다. 자연적 건축물의 경우 뇌 보호 시스템의 설계와 건설 단계에서 건축물, 사용, 설비와 인입 서비스 관련 책임자가 정기적으로 모여 협의한다.

이 협의는 건축물의 소유자나 건축 계약자 또는 그들이 지명한 대표자 사이에서 이루어질 수도 있다. 기존 건축물인 경우, 뇌 보호 시스템 설계자는 필요하다면 뇌 보호 시스템의 시공자에 의해 수정된 도면을 준비해야 한다. 관련 책임자 간의 정기적인 협의를 통해 가장 경제적으로 효과적인 뇌 보호 시스템을 설계해야 한다. 예를 들면 뇌 보호 시스템의 설계와 시공 작업 간의 조정으로 어떤 본딩용 도체가 불필요해지거나 필요한 길이를 줄이게 된다. 건축물 내의 여러 가지 설비에 공통 루트를 갖게 함으로써 건축물 비용이 상당히 저감되기도 한다. 건축물의 설계 변경에 따른 뇌 보호 시스템의 변경이 필요한 경우 건축물의 시공 전단계에 걸쳐 합의가 중요한 역할을 한다. 협의는 또한 건축물 완공 후에는 점검이 불가능한 뇌 보호 시스템 부분에 대한 점검을 용이하게 하도록 조정하려면 협의가 필요하다. 이 협의에서 기존 구성 부분과 뇌 보호 시스템 간에 접속이 요구되는 모든 위치가 결정되어야 할 것이다. 건축가는 보통 신규 건축물 프로젝트에 대한 협의회를 준비하고 조정할 것이다.

- 뇌 보호 시스템의 설계자는 그림 1 “뇌 보호 시스템 설계 흐름도”를 참고하여 설계하여야 한다.

- 뇌 보호 시스템의 설계와 공사 시 관련 기술자들은 작업 간에 조정을 시행하여 미비한 부분,

불필요 부분의 수정 또는 준공 후 유지 관리에 관련한 부분을 최대한 고려하여야 한다.

2.3.2 주요 협의 당사자

뇌 보호 설계자는 건축물의 소유주를 포함한 건축물의 설계와 건설에 관련된 모든 당사자와 기술 협의를 해야 한다.

뇌 보호 시스템 설계자는 뇌 보호 시스템의 시공에 대하여 건축가, 건축물 계약자, 그 곳의 이력에 관한 고문, 건축물 소유자 또는 그의 대표자와 협력하여 뇌 보호 시공자가 특정 책임 지역을 정한다. 뇌 보호 시스템의 설계와 시공 관리에 관련된 여러 당사자의 책임을 분명히 밝히는 것이 매우 중요하다. 지붕에 시공된 뇌 보호 시스템 구성부분이나 건축물 기초 아래의 접지극 접속 전선 도체가 건축물의 방수 부분 어디에 천공을 만들었는지 예로써 보여 주어야 한다.

2.3.2.1 건축가

다음 사항들에 대하여 합의가 이루어져야 한다.

- 모든 뇌 보호 시스템 도체들의 루트
- 뇌 보호 시스템 구성부분의 재료
- 모든 금속관, 수도관로 시스템, 난간과 기타 유사부분에 관한 자세한 내용
- 건축물 내 또는 근처에 시공되고 뇌 보호 시스템으로 본당이 필요한 기기, 기구, 플랜트 설비와 유사기기에 관한 자세한 내용으로 이 기기에는 경보 시스템, 보안 시스템, 구내통신 시스템, 신호와 정보처리 시스템, 라디오 및 TV회로 등이 포함된다.
- 접지 시스템의 네트워크 위치에 영향을 주고, 뇌 보호 시스템으로부터 안전 거리에 두어야 하는 매설된 도전성 인입의 범위
- 접지 시스템의 네트워크가 가능한 일반지역
- 뇌 보호 시스템을 건축물에 1차적으로 고정하기 위한 작업의 범위 및 책임의 분할, 예를 들면 주로 지붕에 영향을 주는 작업 등
- 건축물에 사용될 도전성 재료, 특히 지지물, 보강재, 건축물로 인입, 인출하는 금속 인입제와 같이 뇌 보호 시스템에 본드해야 하는 재료
- 뇌 보호 시스템의 시각적인 영향
- 건축물의 구조에 대한 뇌 보호 시스템의 영향
- 보강재에 접속점의 위치, 특히 외부 도전 부분(관, 케이블 실드 등) 관통 부분에서의 접속점 위치

2.3.2.2 공공 사업자

인입 설비에 대한 본당의 허용 합의가 이루어져야 한다.

- **전력의 수전이나 통신용 선로의 인입시 해당 사업자의 인입설비에 관한 등전위 본당의 연결에 관련한 사항들을 협의하고 승인되어야 한다.**

2.3.2.3 소방 및 안전 담당 관공서

다음 사항에 대하여 합의가 이루어져야 한다.

- 경보 및 화재 소화 시스템의 위치
- 덕트의 경로, 건설 자재 및 차폐
- 가연성 지붕을 가진 건축물의 경우 방호 방법이 합의되어야 한다.

- 소방법령에 의한 소방 설비, 방화구획의 관통 및 건축물의 내화구조에 관련한 사항은 해당 법령에 위배됨이 없어야 한다.

2.3.2.4 전자 시스템과 외부 안테나 시공자

다음사항에 대하여 합의가 이루어져야 한다.

- 가공 지지물과 케이블의 도전 실드부의 뇌 보호 시스템 경로의 본딩
- 가공 케이블 경로, 내부 네트워크와 공용 장치의 시공
- 서지 보호 장치의 시공

- 전기통신 관련법령에 의한 통신용 설비의 본딩, 장비의 시공 및 서지 보호 장치(SPD)의 시공시 해당 법령에 위배됨이 없어야 한다.

2.3.2.5 건설자와 시공자

건축물의 건설과 기술 장비에 관한 책임자와 함께 다음 사항에 대하여 합의가 이루어져야 한다.

- 건축가가 제공하는 뇌 보호 시스템의 1차적 고정 장치에 대한 형식, 위치와 수
- 건축가가 시공하고 뇌 보호 시스템 설계자(또는 뇌 보호 시스템 계약자 또는 뇌 보호 시스템 공급자)가 제공하는 고정 장치
- 건축물 하부에 시공될 뇌 보호 시스템 도체의 위치
- 건설 중에 영구 접지 시스템 네트워크가 크레인 호이스트와 기타 금속체의 접지하는 데 사용될 수 있는 것과 같이 뇌 보호 시스템의 어느 부분이 건설 중에 사용될지의 여부
- 강구조 건축물의 경우, 접지와 뇌 보호 시스템의 다른 부분을 접속하기 위해 기둥 수와 위치, 고정 장치의 형식
- 금속제 커버링이 사용되는 경우 뇌 보호 시스템 구성부분으로 적합하지 여부
- 뇌 보호 시스템의 구성부분으로 금속 커버링이 적합한 경우, 커버링의 개개 부분의 전기적 연속성을 확보하는 방법과 보호 시스템의 나머지 부분과 접속하는 방법
- 반송 설비, TV와 라디오 안테나 및 금속제 지지물, 금속 연도와 창문 닫기 기어를 포함한 지상·지하로 건축물에 인입되는 서비스의 종류와 위치
- 전력 및 전화 인입의 본딩과 건축물의 뇌 보호 시스템 접지 시스템의 협조
- 국기 게양대, 승강기 모터실, 환기·열·공조기계실, 수조 및 기타 위생 설비와 같은 지붕 높이의

기계실의 위치와 수량

- 뇌 보호 시스템 도체의 적절한 고정방법 특히 건축물의 방수 유지 방법을 결정하기 위해 지붕 및 벽 구조
- 뇌 보호 시스템 인하도선을 자유롭게 통과시키기 위한 건축물 관통구의 시공
- 건축물의 강구조물, 보강 바와 다른 도선 부분에 분당
- 콘크리트에 싸인 보강 바와 같은 접근 불가능한 뇌 보호 시스템 구성부분의 점검 빈도수
- 부식 특히 이중 금속 간의 접촉점 등을 고려해 도체로 가장 적합한 금속제의 선택
- 시험용 접속점으로 접근과 기계적 손상 또는 장애물, 국기 계양대나 가동성 물체를 내리는 동작을 방지하는 비금속재 케이스, 굴뚝 등 정기 검사의 용이함
- 위의 것에 대한 명세와 모든 도선 및 주요 구성 부분 위치를 나타내는 도면의 준비
- 보강재의 접속점 위치

2.4 외부 뇌 보호 시스템의 설계

2.4.1 일반사항

대부분의 경우 외부 뇌 보호 시스템은 피보호 건축물에 시공된다. 본드된 내부 도선 부분에 뇌 전류가 흘러 건축물에 피해가 갈 우려가 있는 경우, 독립된 외부 뇌 보호 시스템을 사용한다.

비고 - 일반적으로 폭발이나 화재의 위험이 있는 지역이다.

뇌격점 또는 뇌 전류가 흐르는 전선의 열적영향으로 건축물이나 보호 공간의 수용물에 피해가 갈 우려가 있을 때, 뇌 보호 시스템과 가연성 물질 사이에 0.1m 이상의 간격을 둔다.

비고 - 1. 일반적으로

- 가연성 커버링을 한 건축물
- 가연성 벽을 가진 건축물 등이다.

2. 독립된 뇌 보호 시스템은 건축물의 변경으로 뇌 보호 시스템에 수정을 해야 할 것이 예상되는 경우 사용하면 편리하다.

뇌 보호 시스템과 금속제, 전기와 전신전화 설비사이의 위험한 방전은 다음과 같이 피할 수 있다.

- 독립된 뇌 보호 시스템의 경우 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따라 절연하거나 격리한다.
- 비독립 뇌 보호 시스템의 경우 KS C IEC 61024-1의 3.1에 따라 등전위 본딩을 하거나 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따라 절연 또는 격리한다.

외부 뇌 보호 시스템 도체의 위치는 뇌 보호 시스템 설계의 기초이며 피보호 건축물의 모양, 요구되는 보호 레벨과 채택된 기하학적 설계에 따라 달라진다.

수뢰부 설계는 건축물의 피보호 공간을 만들며 일반적으로 인하도선의 설계, 접지 접속시스템과 내부 뇌 보호 시스템의 설계를 하게 한다.

2.4.2 수뢰부 시스템의 설계

2.4.2.1 일반사항

수뢰부는 KS C IEC 61024-1의 표 1의 요구사항에 적합해야 한다.

수뢰부 시스템의 설계시, 수뢰부 각 부분의 보호 범위가 중첩되고, KS C IEC 61024-1의 2.1.2에 따라 건축물이 완전히 보호되는 경우, 다음 방법을 개별 또는 조합으로 사용한다.

- 보호각법
- 회전 구체법
- 메시법(mesh size method)

한 뇌 보호 시스템 설계에 3가지 방법을 모두 사용 할 수도 있다. 특정 형태의 뇌 보호 시스템은 보호 건축물에 대한 적합성과 취약성 평가에 따라 선택한다.

보호방법은 뇌 보호 시스템 설계자가 선택할 수도 있다. 그러나 다음사항을 고려.

- 보호각법은 단순한 건축물이나 큰 건축물보다 작은 건축물에 적합하다. 이 방법은 선정된 뇌 보호 시스템의 보호레벨에 따라 회전구체 반경보다 높은 건축물에는 적합하지 않다.
- 회전 구체법은 복합 모양의 건축물에 적합하다.
- 메시법이 널리 이용되며 특히 평평한 표면의 보호에 적합하다.

건축물의 다양한 부분에서 수뢰부 시스템 설계방법과 뇌 보호 시스템 설계방법을 사용할 경우, 설계 시방서에 명확히 기술되어야 한다.

2.4.2.2 보호각법

수뢰부 도체상의 점을 기준 평면에 투사함으로써 생기는 에워싸인 표면 내에 보호 건축물이 들어가도록 수직 방향에 대한 각도(α)에 수평도체, 돌침, 지주를 시공한다. 보호각 α 는 KS C IEC 61024-1, 표 1에 적합하며 h 는 보호 범위의 수뢰부 높이이다. 1개의 점은 원뿔을, 이 기준의 그림 2와 그림 3은 뇌 보호 시스템의 다른 수뢰부 시스템 도체가 보호 공간을 만드는 법을 나타낸다.

KS C IEC 61024-1, 표 1에 따라 보호 평면상의 수뢰부 시스템의 높이가 다르면 보호각 α 도 달라진다(그림 4 참조). 보호각법은 기하학적 한계가 KS C IEC 61024-1의 표 1에 정의한 대로 h 가 회전 구체 반경 R 보다 큰 경우, 보호각법은 적용하지 않는다.

보호각 설계방법을 사용한 수뢰부 시스템 설계의 경우, 독립된 뇌 보호 시스템은 그림 5, 그림 6과 그림 7을 비독립 뇌 보호 시스템의 경우 그림 8, 그림 9와 그림 10에 각각 나타낸다.

- 보호각법은 대상 건축물의 보호 레벨에 따른 회전 구체 반경에 해당하는 높이 이하의 건축물에 적합하다.

2.4.2.3 회전 구체법

회전 구체법은 KS C IEC 61024-1의 표 1이 보호각법의 사용을 제외시켰을 때 건축물의 일부와 지역 보호 공간을 확인하는데 사용한다.

보호 공간의 어떠한 점도 대지 위, 건축물 주위나 꼭대기 상의 회전 구체 R 과 만나지 않을 경우, 이 회전 구체법을 적용해 수뢰부 시스템 위치를 정하는 것이 적절하다. 그러므로 구는 대지와(또는) 수뢰부 시스템만 닿아야 한다.

회전 구체의 반경은 KS C IEC 61024-1, 표 1에 따라 뇌 보호 시스템의 선택된 보호 레벨에 적합해야 한다.

그림 11, 그림 12 및 그림 13은 다른 건축물에 회전 구체법을 적용한 것이다. 반경 R 인 구를 지표면이나 영구 건축물 또는 뇌 도체 역할을 할 수 있는 지표면과 접촉한 물체와 만날 때까지 모든 건축물을 주위와 위로 회전시킨다. 회전구가 건축물과 접촉되는 곳에서는 뇌격이 일어날 수 있으며 그 지점에 수뢰부 시스템 도체에 의한 보호가 요구된다.

회전 구체법을 건축물의 도면에 적용할 때는 어느 부분도 정면, 측면 그리고 평면도에서만 검토하면 간과될 수도 있는 비보호 지역이 생기지 않도록 모든 방향에서 건축물을 검토한다. 뇌 보호 시스템 도체가 만드는 보호 공간은 회전 구체가 도체와 접촉하고 건축물에 적용되었을 때 회전 구체가 통과할 수 없는 체적이다. 그림 14는 물리적 높이 $h_t = h_1$ 가 회전 구체의 반경 R 보다 작은 수뢰부 시스템 돌침, 지주 또는 기준 평면에서의 물리적 높이 $h_t = h$ 에 있는 뇌 보호 시스템의 수평 수뢰부 시스템 도체상의 A점에 의해 제공되는 보호를 나타낸다. KS C IEC 61024-1 표 1의 적용 높이 h 가 회전 구체의 반경 R 보다 클 때는 수뢰부 시스템 침 또는 수평 수뢰부 시스템 도선상의 한 점이 제공하는 보호는 그림 15에 나타난 B점 아래의 건축물로 제한된다. 다른 수평 수뢰부 시스템 도체는 B레벨에 있어야 할 것이며 그것이 보호 건축물의 부분이라면 C점에 수뢰부 시스템이 요구된다.

그림 16과 같이 수평 기준 평면 2개의 수평 뇌 보호 시스템의 수뢰부 도체가 평행으로 시공된 경우, 도체들 사이의 공간에 도체 표면 아래도 회전구가 침투하는 거리 P 는 다음 식에서 계산된다.

$$P = R - [R^2 - (d/d)^2]^{1/2}$$

여기에서, 침투 거리 P 는 h_t 미만이어야 한다.

그림 16의 예는 3개 또는 4개 수뢰부 시스템 침에도 유효하다. 예를 들면 사각의 각 모퉁이에 4개의 수직 침이 놓여있고 높이(h)가 똑같이 적용된 경우, 그림 16의 d 는 4개 침이 형성하는 사각형의 대각선에 해당된다.

2.4.2.4 메시법

평탄면을 보호할 경우 다음 조건에 적합하다면, 메시법이 전체 표면을 보호하는 것으로 간주한다.

- a) 수뢰부 시스템 도체들은 다음과 같은 곳에 위치한다.
 - 지붕끝선
 - 지붕 돌출부
 - 지붕 경사가 1/10을 넘는 경우 지붕 마루선
- b) 관련 회전 구체의 반경 값보다 높은 레벨의 건축물 측면 표면에 수뢰부 시스템이 시공되어 있을 때
- c) 수뢰부 시스템 네트워크의 메시 치수는 표 1의 나타난 값 이하일 때
- d) 수뢰부 시스템의 네트워크는 뇌 전류가 접지 시스템에 이르는 2개 이상의 금속루트와 항상 연결되도록 구성한다. 수뢰부 시스템이 보호하는 체적 밖으로 금속체 설비가 돌출되지 않아야 한다.
- e) 수뢰부 시스템 도체는 가능한 짧고 직접적인 경로를 따른다.

비고 - 메시법을 이용한 뇌 보호 시스템인 경우, 경사지붕을 가진 건축물은 그림 17 b를 평면지붕을 가진 건축물은 그림 17 a에 나타낸다.

2.4.2.5 수뢰부 시스템의 형태 선정

KS C IEC 61024-1은 돌침, 수평 도체, 메시 도체는 동등한 것으로 간주하여 수뢰부 시스템 선정에 관한 기준은 규정하지 않는다.

다음과 같이 말하는 것은 가능하다.

- 돌침으로 구성되는 수뢰부 시스템은 독립 뇌 보호 시스템과 소규모 건축물 또는 대규모 건축물의 일부에 적합하다.
독립 피뢰침의 높이는 낙뢰 빈도 증가를 방지하기 위해 몇 m(2~3m)미만으로 한다. 피뢰침은 뇌 보호 시스템 보호 레벨 선정과 관련해 회전구의 반경보다 높은 건축물에는 부적합하다.
- 수평도체로 구성된 수뢰부 시스템은 위의 모든 경우에 적합하고 짧거나 긴 모양의 건축물($a/b \geq 4$)에 적합하다.
- 메시 도체로 구성된 수뢰부 시스템은 널리 사용해도 된다.

2.4.3 인하도선의 설계

2.4.3.1 일반사항

인하도선의 수와 위치의 선택시 몇 개의 인하도선이 뇌 전류를 분담하여 건축물 내부에 축적뢰와 전자적 외란 위험이 감소된다는 사실을 고려한다. 인하도선들은 가능한 한 건축물 주위에 균등하게 대칭 구조로 시공한다.

전류의 분배는 인하도선의 수를 증가시키거나 등전위 내부 접속점에 의해서도 개선된다.

인하도선은 내부 뇌 보호 시스템과의 등전위 본딩을 피하기 위해 가능한 한 내부 회로와 금속체 부분과 멀리 떼어 두어야 한다.

다음사항을 주의한다.

- 인하도선은 가능한 한 짧아야 한다(가능한 한 인덕턴스를 작게 유지한다.).
- 인하도선의 평균거리는 KS C IEC 61024-1의 표 3에 나타낸다.
- 인하도선과 등전위 내부 접속용 링의 기하학적 배치는 안전거리에 영향을 미친다(2.7.1 참조)
- 켈틀레버를 한 건축물에서 안전 거리는 사람에 대한 축적뢰의 위험을 고려하여 평가한다.

2.4.3.2 독립된 뇌 보호 시스템의 인하도선 수

- a) 수뢰부 시스템이 분리된 지주들(또는 1개의 지주)에 시공된 침들로 구성되어 있다면 각 지주에 하나 이상의 인하도선이 필요하다. 금속체로 되거나 보강 강재에 상호 접속되어 있는 지주의 경우는 인하도선을 추가하지 않는다.
- b) 수평 도체들(또는 하나의 도선)로 된 수뢰부 시스템이라면 각 도체 끝에 하나 이상의 인하도선이 필요하다.
- c) 메시 도체의 수뢰부 시스템이라면 적어도 각 지지 구조물마다 하나의 인하도선이 필요하다. 하나의 인하도선이 각지지 구조물마다 필요하다.

- 독립된 뇌 보호 시스템의 인하도선 수는 하나 이상 필요하나 전계 전자적 상쇠를 위해서는 각기 다른 방향으로 2개 이상 설치하는 것이 바람직하다(근거 : NFPA 780 3.9.10).
- 독립된 뇌 보호 시스템의 인하도선은 GV 전선을 사용하지 말고 BC 전선을 노출로 사용하는 것이 바람직하다.

2.4.3.3 비독립된 뇌 보호 시스템의 인하도선 수

- a) 1개의 돌침으로 구성된 수뢰부 시스템이라면 하나 이상의 인하도선이 필요하다. 각 돌침으로 구성된 수뢰부 시스템이라면 적어도 각 돌침에 하나의 인하도선이 필요하다.
- b) 수평 도체로 구성된 수뢰부 시스템이라면 각 침 끝에 하나 이상의 인하도선이 필요하다.
- c) 메시 도체로 구성된 수뢰부 시스템이라면 2개 이상의 인하도선이 필요하며 보호 건축물 주위를 둘러싸고 배치된다.

- 비독립된 뇌 보호 시스템의 인하도선은 건축물 등전위 시스템으로 한다.
- 비독립된 뇌 보호 시스템의 인하도선은 “자연적 인하도선”을 사용하는 것이 바람직하다.

2.4.4 접지 시스템의 설계

2.4.4.1 일반사항

접지 시스템은 관례적으로 위험하다고 생각되는 보폭 전압과 접촉 전압을 피하는 적절한 형태이어야 한다. 위험한 과전압을 일으키지 않고 대지로 뇌 전류를 방류시키기 위해서 접지 시스템의 모양과 크기가 접지극의 규정 접지 저항 보다도 더 중요하다. 그러나 일반적으로는 낮은 대지 저항이 권장된다.

뇌 보호의 관점에서 보면 하나로 통합된 건축물 접지 시스템이 바람직하며 모든 용도에 적합하다(즉, 뇌 보호, 저전압 전력 계통, 원격 통신 시스템 등).

접지 시스템은 KS C IEC 61024-1의 3.1.2항에 따라 분당한다.

비고 - 1. 다른 접지 시스템 분리와 분당 조건은 적절한 국가 기관이 결정한다.

- 2. 다른 재료를 사용한 접지 시스템이 서로 접속될 때는 심각한 부식 문제가 발생할 수 있다. KS C IEC 61024-1은 A형, B형의 2가지 형태의 접지 시스템을 허용한다.

- 대한민국에서 적절한 국가 기관이라 함은 산업자원부 기술표준원 산하 IEC TC-81 전문위원회를 말한다.

2.4.4.2 A형 접지설비

A형의 접지 시스템은 돌침이나 수평 도체로 된 뇌 보호 시스템 또는 독립 뇌 보호 시스템에 적합하다. 이 형식의 설비는 각 인하도선에 접속된 수평 및 수직 접지극으로 구성된다. 인하도선을 상호 접속

한 환상 도체가 접촉되어 있을 경우 이 환상 도체가 그 길이의 80% 미만이 대지와 접촉한다면 접지극 설비는 A형으로 분류된다. A형의 설비에서 접지극은 최소 2개소 이상이어야 한다.

2.4.4.3 B형 접지 설비

B형의 접지 시스템은 메시 수뢰부 시스템과 여러 개의 인하도선을 가진 뇌 보호 시스템에 적합하다. 이 형식의 설비는 전장의 80%이상이 대지와 접촉하는 건축물 외부의 환상 도체이거나 기초 접지극으로 이루어진다.

- B형 접지극으로 인정되는 환상 도체는 그 전체 길이의 80% 이상이 대지에 매설되어야 한다.

2.4.4.4 접지극의 위치

접지극의 매설 깊이와 접지극의 형태는 부식, 건조, 동결 영향을 최소화하여 등가 접지 저항을 안정시킨다. 결빙 상태에서 수직 접지극의 최초 1m는 그 효과를 무시할 것을 권장한다. 노출 암반 장소에서는 B형 접지 설비만을 권장한다. 깊이가 깊어짐에 따라 대지 저항률이 감소되는 장소, 일반적으로 접지봉을 박는 깊이보다 더 저감 효과가 나타나는 장소에서는 깊이 박는 접지극이 유효하다. 콘크리트의 금속 보강재를 접지극으로 사용할 때는 콘크리트의 기계적 균열을 막기 위해 상호 접속점에 특히 주의한다.

비고 - 프리스트레스트 콘크리트인 경우 뇌 전류가 흐름으로써 바람직하지 못한 기계적 스트레스를 받을 우려가 있음을 고려한다.

뇌 보호 시스템 설계자와 시공자는 적절한 접지극 타입을 선정하고 건축물의 출입구와 지중의 외부 도선 부분과의 안전 거리를 두도록 위치하여야 할 것이다. 인하도선은 KS C IEC 61024-1의 2.2에 따라 적합한 곳에 위치해야 한다. 뇌 보호 시스템 설계자와 시공자는 접지 네트워크가 공공에 노출될 수 있는 장소에 시공되어 있다면 수뢰부 시스템의 네트워크 그 부근의 위험 보폭 전압에 대비해야 한다(8 참조).

- 접지극은 1m 이상의 깊이로 매설한다.

- 대지 저항률이 현저하게 높은 장소(예를 들면 노출 암반지역, 산악지역 등)에서는 접지 저감 효과를 위한 접지용 콘크리트, 저저항 접지 모듈, 심타 접지 등의 공법으로 보강한다.

2.5 내부 뇌 보호 시스템의 설계

2.5.1 일반사항

내부 뇌 보호 시스템의 설계에 대한 요구사항은 KS C IEC 61024-1의 3.에 나타낸다.

외부 뇌 보호 시스템과 도선 부분과의 관계 및 건축물의 내부 설비 등이 대부분 내부 뇌 보호 시스템에 대한 필요성을 결정한다. 등전위 본딩과 관련해 모든 당국자와 관계자 간의 협의가 필수적이다. LPS

설계자와 시공자는 충분한 뇌 보호 설비들이 강제적 조치임을 주목하고 이에 따라 건축주에게도 알려 준다.

2.5.2 안전거리

KS C IEC 61024-1의 3.2에 따라 안전 거리를 초과한 이격 거리가 충분한 분리 거리는 외부 뇌 보호 시스템과 건축물 내 등전위 본딩에 접속된 모든 도전 부분 사이에 유지되어야 한다. 건축물과 그 내부에 시공된 기구의 도전성 부분뿐 아니라 전원 시스템의 통신 장비의 도체도 등전위 본딩에 접속되어야 한다. 안전 거리는 인하도선의 길이 20m에 대해 K_c 값을 구한 경우, KS C IEC 61024-1의 3.2에 나타난 공식에 의해 구할 수 있다(보호레벨 III).

인하도선의 길이가 20m이외의 것 및 대칭설비인 경우, 2.7.1에 따라 K_c 값을 구한다.

안전거리 d 의 계산을 위한 기준길이 l 은(KS C IEC 61024-1의 3.2 참조) 등전위 본딩으로의 접속점과 인접점 사이의 거리이다. 건물 구성부재(예를 들면, 콘크리트 안의 보강 강재)들이 자연적 인하도선으로 사용되는 건축물에서는 계산점은 자연적 인하도선에 접속하는 점이어야 한다.

다음과 같은 경우에는

- 보강 강재를 상호 접속한 철근 콘크리트 구조체
- 강재 구조물
- 이것과 동등한 차폐 특성을 가진 구조물

등전위 본딩은 지표면에서만 실시한다.

비고 - 특수한 경우에는 지붕에 등전위 본딩이 필요할 수도 있다.

산업용 건축물의 경우, 건축물과 지붕의 도전성 부분은 전자적 차폐와 자연적 인하도선으로 보통 사용될 수 있으며 등전위 본딩 수단이 될 수 있다. 건축물의 외부 표면이 나무나 벽돌 구조물과 같이 비도전성인 건축물은 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따른 안전 거리 d 를 계산하기 위해 가장 불리한 뇌격점에서부터 내부 설비의 등전위 본딩이 인하도선과 접지 시스템에 접속된 점까지의 뇌 보호 도선의 전체 거리 l 을 적용한다.

그림 18, 그림 19 및 그림 20은 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따라 안전 거리 d 의 계산에 사용되는 기준길이 l 이 어떻게 뇌 보호 시스템에서 측정되는지를 나타낸다.

대상 설비의 전장에 대해 안전거리 d 보다 이격 거리가 작은 경우, 설비와 뇌 보호 시스템의 본딩은 기준 본딩점에서 가장 떨어진 점에서 실시한다(**그림 18b** 참조).

그러므로 전기 도선은 안전 거리의 요구 사항에 적합한 경로를 다시 찾거나(KS C IEC 61024-1의 3.2 참조) 전기 도선은 기준 본딩점에서 가장 떨어진 부분에서 뇌 보호 시스템에 본드되는 도전 실드로 둘러싸야 한다. 기준점과 가장 먼 지점에서 이루어진다면 근접 조건은 설비의 모든 경로에 따라 충족되어야 할 것이다. 지붕의 도체와 피뢰침의 접속은 도전성 또는 비도전 스페이서와 고정구를 사용하여 지붕에 고정할 수 있다. 벽의 재료가 불연성이면 KS C IEC 61024-1의 2.2.4에 따라 벽 표면에 도체를 시공할 수도 있다. **그림 21a, 21b와 21c**는 건축물의 경사진 지붕에 접지 도선을 고정하는 자세한 예이며 **그림 22**는 평탄한 지붕에 고정하는 자세한 예를 나타낸다.

다음사항은 때로 위험하므로 특별한 주의가 요구된다.

- 대형 건축물의 경우, 뇌 보호 시스템 도체들과 금속설비들 사이의 안전거리가 때때로 너무 커서 측정할 수 없다. 이로 인해 금속설비에 뇌 보호 시스템을 추가 본딩 해야 한다. 그 결과 이들 금속설비들을 경유하여 건축물의 접지 시스템으로 뇌 전류의 일부가 흐른다.
- 이 부분 전류의 결과로 발생하는 전자적 영향은 IEC 61312-1에 따라 건축물 설비를 계획하고 건축물내의 뇌 보호 전자계 구역을 설계할 때 고려한다. 그러나 그 장애는 이점에서의 전기적 방전에 의한 장애보다 상당히 낮을 것이다. **그림 23**은 산업용 대형 건축물의 내부 인하도선의 설계를 나타낸다.

지붕의 경우, 뇌 보호 시스템과 전기적 설비 사이의 이격거리 S 가 KS C IEC 61024-1의 3.2에 나타난 안전거리 보다 짧은 때가 있다. 그럴 때는 다른 장소에 뇌 보호 시스템이나 전기 도체를 시공하여야 한다. 전기 설비 책임자와 함께 건축물의 접지 도체와 안전 거리를 유지하지 못한 전기 회로의 경로를 재설정하기 위해 협의한다.

전기 설비의 경로를 바꿀 수 없을 때는 KS C IEC 61024-1에 따라 외부 뇌 보호 시스템으로 본딩한다.

- **내부 인하도선은 KS C IEC 61024-1 “일반원칙”의 2.2.5의 자연적 구성 부재를 말한다.**

2.5.3 본딩용 도체

본딩용 도체는 그것을 통과하는 뇌 전류분에 견뎌야 한다. 건축물의 내부의 금속제 설비 본딩 도체는 보통 뇌 전류의 일부만 흐른다. 치수는 KS C IEC 61024-1의 **표 1**을 따른다. 뇌 보호 시스템에 외부 도전부를 본딩하는 도선은 보통 뇌 전류의 대부분이 본딩 도체는 2.7.2에 의해 계산된 뇌 전류에 견디거나 최소값이 KS C IEC 61024-1의 **표 6**에 적합하도록 한다.

2.5.4 서지 보호 장치

서지 보호 장치(SPD)는 이를 통과하는 예상 뇌 전류에 손상 없이 견뎌야 한다. 서지 보호 장치의 선정은 관련 규정에 의거해 이루어져야 한다(IEC 61643에서 개정 작업중). 다음의 정격 전류 값을 갖는 것이 적합하다고 본다.

- 내부 전기 설비용 서지 보호 장치 :

$$I_n \geq 10\text{kA} \quad 8/20\mu\text{s} \text{ 임펄스전류}$$

- **서지 보호 장치의 설치장소, 규격 예시는 제1절 3.1.4 해당 내용 및 해설을 참조한다.**

이 서지 보호 장치는 실드의 단면적이 10mm^2 이상인 실드형 케이블을 필요로 하지 않는다.

- 건축물 인입 전기 설비용 SPD :

$$I_n \geq I_f/n'$$

여기에서,

I_f : 2.7.2에 의해 계산된 전선을 통과하는 뇌 전류 크기

n' : 총 전선 도체의 수

서지 보호 장치는 실드가 뇌 보호 시스템에 본드되었고 그 단면적이 2.7.3에 의해 계산된 최소값 이상인 실드형 케이블을 필요로 하지 않는다.

비고 - 전선 도체를 통과하는 뇌 전류가 다음보다 클 때는 전선도체의 이 허용할 수 없는 온도상승이 일어날 수도 있다.

$I_f = 8A$ 차폐된 도선의 경우

$I_f = 8n'A'$ 차폐되지 않은 도체의 경우

여기에서

I_f : 차폐에 흐르는 뇌 전류(kA)

n' : 전선도체의 수

A : 차폐의 단면적(mm²)

A' : 각 전선 도체의 단면적(mm²)

서지 보호 장치는 계산된 부분 뇌 전류에 견디고 뇌 서지에 의해 생기는 최대 잔류 서지 전압을 감소시켜야 한다(서지 보호 장치는 전선에 접속되어 있다면 전원으로부터 연속되는 전력전류를 차단능력을 가져야 한다).

건축물의 인입구에 시공된 서지 보호 장치가 허용할 수 있는 최대 서지 전압(**그림 24** 참조)은 절연내 임펄스전압, 관련시스템의 기본절연레벨, 기기에 대한 최대허용 가능한 서지 전압 협조가 이루어져야 한다. 건축물의 인입구에 시공된 서지 보호 장치는 건축물의 내부도전성 부분으로 주요 서지에너지가 인입되는 것을 막아야 한다.

최소 잔류 서지 전압을 갖는 서지 보호 장치는 구조물의 인입구에 시공한다. 만일 그렇지 않다면 건축물의 인입구에 있는 서지 보호 장치와 피보호 장치 부근에 시공된 서지 보호 장치 사이에 적절한 저대역 필터를 삽입할 수 있다. 서지역제장치로 불리는 적절한 저대역 필터가 삽입된 높은 잔류 서지 전압을 갖는 서지 보호 장치가 필요한 경우, 피보호 내부나 부근에 시공할 수도 있다. 통신 시스템에서 서지 보호 장치의 확실한 기능 동작을 위해 건축물의 인입구의 서지 보호 장치와 피보호 기기 내부나 부근에 시공된 서지 보호 장치 사이에 직렬 임피던스로 연결될 수 있다(**그림 24** 및 **그림 25**의 서지 보호 장치의 시공 예 참조).

전자기기에 접속된 저압 전력 설비와 통신선 사이의 커먼 모드 서지 전압차에 특히 주의한다.

보강 강재의 효과를 나타낸 부속서 B의 B.2에 있는 case I(**그림 26** 참조)과 case II(**그림 27** 참조)에 대한 전기 도선 경로의 계산 예를 참조한다.

서지 전압은 금속 차폐와 적절한 케이블 경로로도 제어될 수도 있다. 서지 보호 장치의 시공은 다른 조치로는 불충분하거나 실현하기 곤란한 경우, 서지 보호 장치를 시공한다(뇌 보호 시스템의 유지관리 비용을 줄이고 시스템의 기능 부전의 위험을 감소하기 위해). 전자 기기의 저압 전원 내 서지 보호 장치는 과다 전류가 흐를 경우, 이 기기를 차단하는 퓨즈나 자동 차단기의 후단에 시공한다.

퓨즈가 동작시 기기의 운전 정지를 방지하기 위해 서지 보호 장치의 전류 전환 분기 회로로 퓨즈 위치를 변경하여도 된다. 서지 보호 장치는 짧은 본딩용 도체로 본딩용 바에 접속하여야 한다. 서지 보호

장치와 본딩용 도체 간의 전압 강하는 서지 보호 장치의 전압 강하 U_A 와 본딩 도선의 전압 강하 U_L 의 두 소자로 구성된다.

이 두 전압 소자의 최대값은 동시에 발생하지 않는다. 그러나 이 2전압의 합은 활성 도체나 본딩용 바 사이의 최대 허용 서지 전압 U_{max} 미만이어야 한다(그림 28 참조).

전기, 전자 기기 제작 회사는 기기의 서지 보호 설계 시, 다양한 서지 보호 장치 간의 에너지 전환의 조화를 고려해야 한다.

2.5.5 피보호 중간에서 돌출되어 있는 전기설비

건축물 지붕에 있는 안테나 지주는 수뢰부 시스템에 본딩되어야 한다. 동축 안테나 케이블, 안테나 케이블은 모든 서비스를 위한 공통 인입구 또는 뇌 보호 시스템의 주 본딩용 바 부근의 건축물에 세워야 한다. 안테나 케이블의 도전성 외장은 뇌 보호 시스템의 주 본딩 바에 본딩되어야 한다(그림 29 참조). 과전압 감소를 위해, 서지 보호 장치를 기기에 시공하여야 한다. 안전 거리를 유지할 수 없는 전기 기기를 얻는 지붕 고정물은 수뢰부 시스템과 지붕 고정물의 도전성 부분 및 전기장치의 도전 실드에 KS C IEC 61024-1의 3.1.2의 표 6에 따라 본딩한다.

그림 30은 도전부를 가진 지붕 고정물을 전기 설비와 건축물의 수뢰부에 본딩하는 방법을 나타낸다.

2.6 전기 및 기계적 요구사항

2.6.1 전기적 설계

뇌 보호 시스템 설계자는 가장 효과적인 구조를 만들기 위해 적절한 형태의 뇌 보호 시스템을 선정해야 한다. 이것은 건축물의 건축학적 설계를 고려하여 독립형 또는 비독립 뇌 보호 시스템 또는 둘을 조합한 뇌 보호 시스템을 사용할지를 고려함을 의미한다. 토질 저항 시험은 뇌 보호 시스템의 설계를 마무리하기 전에 실시하며 토질 저항의 계절적 변화를 고려해야 한다. 뇌 보호 시스템의 기본적인 전기 설계가 끝나면, 뇌 보호 시스템을 강화하기 위해서나 뇌 보호 시스템의 중요 구성 부분으로 작용토록 하기 위하여 건축물의 적합한 도전식 사용을 뇌 보호 시스템의 자연적 구성부로 검토해야 한다.

KS C IEC 61024-1의 최소 요구 사항에 적합하도록 뇌 보호 시스템의 자연적 구성부재가 가진 전기 물리적 요소는 뇌 보호 시스템 설계자가 평가해야 한다.

뇌 보호 도체로서 철근 콘크리트와 같은 금속 보강재는 사용시 세심한 주의가 필요하며 보호 건축물에 적용할 수 있는 각국 건설기준에 대한 지식이 요구된다. 보강 콘크리트의 강구조는 뇌 보호 시스템 도체로 사용되거나 또는 뇌 전류가 독립 피뢰설비에 전도됨에 따라 건축물 내에 뇌에 의한 전자계를 감소시키기 위한 도전차폐 층으로 사용될 수도 있다.

이 형태의 설비는 특히 광범위한 전기·전자 기기를 갖춘 특수 건축물의 낙뢰 보호에 용이하다. 인하 도선에 대한 엄격한 건설 시방은 KS C IEC 61024-1의 2.2.5에 나타난 자연적 구성 부재에 대한 최소 요구 사항에 만족시키기 위해 필요하다.

2.6.2 기계적 설계

뇌 보호 설계자는 전기적 설계가 마무리되면 건축물 책임자와 기계적 설계 사항에 대하여 협의한다. 부식위험을 제한하기 위한 재료의 올바른 선택을 비롯해 특히 미적 요소도 중요하다. 뇌 보호 시스템의 여러 부분의 뇌 보호 구성 요소의 최소 크기는 KS C IEC 61024-1의 표 2, 표 5, 표 6 및 표 7에 나타난다. 뇌 보호 시스템 구성요소로 사용되는 재료들은 KS C IEC 61024-1의 표 4에 나타난다. 침이나 쪼임 기구 같은 다른 구성 요소는 국내 규격에 적합하도록 선정할 수 있다. 뇌 보호 설계자는 뇌 보호 시스템의 적절성을 확보하기 위해 구성 요소의 온도 상승과 기계적 강도를 예측해야 한다.

최소 크기가 규정되어 있어, 구성 요소의 과부하를 피할 수 있다. KS C IEC 61024-1의 표 5, 표 6 및 표 7에 규정된 치수와 재료에서 벗어난 경우, 뇌 보호 설계자 또는 시공자는 KS C IEC 61024-1에 나타난 선정된 뇌 보호 레벨에 적합한 뇌 방전 전기적 변수를 이용하여 방전 상태에서 뇌 도선의 온도 상승을 예측하고 도체의 치수를 결정한다. 구성 요소가 취부 부품 표면이 가연성이거나 낮은 용융점을 가져 과도한 온도 상승이 우려된다면 좀더 큰 단면적을 지정하거나 격리형 취부 부품(Stand off fitting)이나 내화층의 삽입 등 기타의 안전 예방 조치를 고려한다. 뇌 보호 시스템 설계자는 모든 부식이 발생할 문제 지역을 확인하여 적절한 조치를 강구한다. 뇌 보호 시스템에 대한 부식 영향은 재료의 크기를 늘리거나 또는 내부식 구성 부분을 사용하거나 다른 부식 보호 조치를 취하여 감소시킬 수 있다. 뇌 보호 시스템 설계자와 시설자는 도선 내의 뇌 전류가 가진 전자력 힘에 견디고 온도 상승으로 인한 도선의 팽창과 수축을 허용하는 도체 결속 장치(fasten)나 고정 장치를 지정해야 한다.

2.6.3 외부 뇌 보호 시스템의 설계 예

그림 37에 외부 뇌 보호 시스템 설계의 예를 몇 가지 나타낸다. 모든 그림에서 점선은 자연적 뇌 도체를 가리킨다. 수뢰부 시스템과 인하도선의 유사한 설계는 모든 종류의 건축물에 역시 적용된다. 그러나 뇌 도선 간의 거리는 KS C IEC 61024-1의 표 1 및 표 3에 따른 뇌 보호 레벨에 항상 적합해야 한다.

격납고 지붕 건축물에 대한 외부 뇌 보호 시스템의 설계는 특수할 수도 있으며 한 예를 그림 31에 나타낸다.

2.7 설계 계산

2.7.1 계수 K_c 의 평가

인하도선 간의 뇌 전류의 분배 계수 K_c 는 표 2와 그림 33 및 그림 34에 나타난 바와 전체 인하도선의 수와 그 위치, 상호 내부 접속용 링 도체, 수뢰부 시스템의 형태와 접지 시스템의 형태에 따라 달라진다.

2.7.2 건축물의 외부 도전 부분과 인입 설비를 통하여 흐르는 뇌 전류

대지로의 경로가 발견되면 뇌 전류는 직접 또는 연결된 서지 보호 장치를 경유하여 접지 접속 시스템, 외부 도전 부분과 인입선으로 분배된다. 각 외부 도전 부분 또는 인입선으로 분배된 부분 뇌 전류 I_f 는 그것들의 수, 등가 접지 저항 및 접지 시스템의 등가 접지 저항에 의한다.

$$I_f = \frac{ZI}{n_1 z + z_1}$$

여기에서

Z : 접지 시스템의 등가 접지 저항(표 3)

z_1 : 외부 도선부 또는 선로의 등가 저항(표 3)

n_1 : 외부 도선부 또는 선로들의 총 개수
 I : 대상 보호 레벨의 뇌 전류
 n_1

비고 - 전화선은 의 계산에서 무시한다.

선로가 비차폐되거나 금속 전선관 내에 있지 않으면 각 도선은 I_f/n' 에 해당하는 뇌 전류를 지니며, n' 는 선로의 도선 총 개수이다.

표 3(보호 레벨, 토양의 저항률)에서 변수를 알 수 없을 때는 다음 값을 개략 값으로 한다..

$$I_f = \frac{I}{n_1} 0.5$$

2.7.3 케이블 실드의 최소 단면적

실드가 흘러보내는 뇌 전류로 인한 유도 도체와 케이블 실드 사이의 과전압은 실드의 재료, 크기 및 케이블 길이와 위치에 따라 달라진다. 시공이 필요 없는 실드 단면적 최소값 A_{\min} 는 다음 식에서 구한다.

$$A_{\min} = \frac{I_f P_c I_c 10^6}{U_c} \text{mm}^2$$

여기에서

I_f : 실드에 흐르는 전류(kA)

P_c : 실드의 저항률(Ωm)

I_c : 케이블의 길이(m)(표 4 참조)

U_c : 케이블의 내임펄스 전압(kV)(표 5 참조)

2.7.4 캔틸레버(Cantilevered) 부위를 갖는 건축물

캔틸레버 부위를 갖는 건축물인 경우 이격거리 $s(\text{m})$ 는 다음 조건을 만족하여야 한다.

$$s > 2.5 + d(\text{m})$$

여기에서, d 는 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따라 계산된 안전 거리(m)

2.5란 값은 사람이 그의 손을 수직으로 뻗었을 때 손가락 끝의 높이에 해당한다(그림 36 참조).

도선에서의 돌출된 루프는 뇌 방전이 건축물의 벽을 관통하여 손상을 줄 수 있는 높은 유도 전압을 발생시킬 수 있다.

KS C IEC 61024-1의 그림 1에 따라 2.2.4와 3.2의 조건이 충족되지 않는다면 돌출된 뇌 도선 루프점에서 건축물을 관통하는 직접 경로를 만들어야 한다.

3. 외부 뇌 보호 시스템 시공

3.1 수뢰부 시스템

3.1.1 일반사항

비가연성 지붕 위의 도체의 단면적이 KS C IEC 61024-1의 표 5에 적합하다면 최대 허용 온도를 초과하지 않을 것이다. 스테인리스 스틸과 같은 저도전율의 금속은 더 큰 도체 단면으로 사용해야 한다. 가연성 물질로 구성된 지붕은 다음과 같은 방법으로 뇌 보호 시스템 도선을 가열하는 위험한 뇌 전류 영향으로부터 보호한다.

- 단면적을 늘려 도선의 온도를 감소시킴
- 지붕 커버와 도선 사이의 거리를 증가시킴
- 도선과 가연성 재료 사이에 열 보호층 삽입

3.1.2 독립되지 않은 수뢰부 시스템

적절한 보호를 위하여 지붕상의 수뢰부 시스템 도체는 KS C IEC 61024-1의 2.1.2에 적합하게 시공한다. 수뢰부 시스템 도체와 인하도선은 KS C IEC 61024-1의 표 1과 표 3에 따라 도체로 상호 접속해야 한다. 이들 도선의 고정 중심을 표 6에 나타낸다.

용마루를 가진 집 또는 유사한 건축물에서 지붕 도선은 용마루에 시공하고 그 곳으로부터 적어도 두 도선이 건축물의 반대 코너 쪽으로 2개의 인하도선을 시공한다. 지붕 끝에 있는 홈통은 KS C IEC 61024-1의 2.1.4에 적합하면 기존 도체로 사용할 수도 있다.

그림 21a, 그림21b와 그림21c는 경사 지붕 구조물에 대한 지붕상의 도체와 인하도선의 시공 예를 나타낸다. 긴 건축물인 경우에는 KS C IEC 61024-1의 표 1 및 표 3에 따라 추가로 도선을 시공하고 용마루에 시공된 수뢰부 시스템 도체에 접속되어야 한다. 용마루 도선은 도체 지지물로 지붕에 고정한다. 도체는 지붕의 측면에서 인하도선에 접속된다. 가능한 한 수뢰부 시스템 도체, 접속 도체, 인하도선은 직선 루트로 시공한다.

비도전성 지붕의 경우, 도선은 타일의 밑 또는 위에 적절히 시공할 수 있다. 타일 아래에 시공하는 것이 간단하고 부식성 위험이 적다는 장점이 있으나 도체가 직격뢰를 받을 경우, 타일 손상 위험을 줄이고 검사를 간단하게 할 수 있도록 타일 상부에 시공하는 것이 좋다. 도선이 직격뢰를 받도록 하여 타일의 손상을 감소시키고 또한 검사를 간단하게 할 수 있다. 타일 밑에 시공한 도체는 적절한 노출 금속관을 사용하지 않을 경우, 직단 높이 위로 돌출. 10m 이하의 간격을 유지한 수직단을 갖추고 있어야 한다 (그림 38 참조).

평평한 지붕의 건축물의 경우, 주위 도체는 가능한 한 지붕 가장자리에 가깝게 시공한다. KS C IEC 61024-1의 표 1에 규정된 메시 크기를 초과하는 경우, 수뢰부 시스템 도체를 추가로 시공한다. 그림 39는 나무나 벽돌 등 절연 재료로 된 평평한 지붕을 갖는 건축물에 외부 뇌 보호 시스템을 시공한 것이다. 지붕 고착물은 보호 공간 내에 있다. 높이 20m 이상의 넘는 건축물에서 모든 인하도선과 연결된 등전위화 링은 정면에 시공한다. 상세도 A는 전기적 연속성 시험을 할 수 있도록 시험 접속점(test joint)을 설계한 예이다.

모든 뇌 보호 시스템 도체는 바람 또는 기후, 지붕 표면의 작업으로 인한 스트레스에 견딜 수 있도록 기계적으로 단단히 고정시킨다.

외부 벽의 기계적 보호를 하는 커버는 금속 용융에 의한 화재의 위험이 없다면 KS C IEC 61024-1의 2.1.4 또는 2.2.5에 따라 수뢰부 시스템의 자연적 구성 부재로 사용한다. KS C IEC 61024-1의 2.1.4 a)에 적합하지 않는 도전성 시트로 덮인 지붕은 뇌격점 용융이 허용되면 수뢰부 시스템으로 사용될 수도 있다. 그렇지 않은 경우, 도전성 지붕 시팅은 충분한 높이의 수뢰부 시스템으로 보호하여야 한다(그림 16 및 그림 40 참조).

절연 지지물이 사용될 경우에는 KS C IEC 61024-1의 3.2에 규정된 도전성 시트(sheet)에 대한 안전 거리 조건을 만족시켜야 한다. 도전 지지물을 사용할 경우, 지붕 시트로의 접촉은 부분 뇌 전류에 견뎌야 한다(그림 40 참조).

그림 22는 지붕 가장자리에서 지붕 패러핏을 수뢰부 시스템의 도체로 사용하는 자연적 수뢰부 시스템의 예를 나타낸다. 지붕 표면에서 평평하고 뺀어 나온 구조물은 피뢰침으로 보호하여야 한다. 또는 외부 금속제는 뇌 보호 시스템에 본드해야 한다. 강구조 건축물은 그림 42에 나타낸다. 콘크리트 벽안의 강 보강재는 뇌 보호 시스템의 자연적 구성 부재로 사용된다.

3.1.2.1 다층 주차장 지붕에 대한 뇌 보호

다층 주차장의 지붕에 주차된 차와 차에 승하차하는 승객은 직격뢰에 노출되어 있다. 직격뢰에 대해 최상층 주차장을 보호하려면 피뢰침과 가공 지선이 시공되어야 한다. 수뢰부 시스템의 스터드(stud)가 최상층 주차 지역에 수뢰부 시스템으로 사용된다면(그림 44 참조) 이 주차 지역의 사람과 차는 뇌에 대하여 보호되지 않는다.

안전 이격 거리의 결정 그림 16에 수뢰부 시스템 도체의 높이에 의한 근사값을 나타내었다. 수직도체들의 경우 손이 닿을 수 있는 지역을 감안한다. 필요한 안전 이격 거리는 방벽이나 보호망의 시공으로 유지 할 수 있다. 폭풍우 시의 뇌격 위험을 주의시키는 표지를 입구에 게시한다. 5cm 이상의 두께 아스팔트로 덮인 경우, 보폭 전압, 접촉 전압은 무시할 수도 있다.

3.1.2.2 일반인이 접근할 수 없는 평평한 지붕의 강재 보강 콘크리트 건축물

일반인이 접근할 수 없는 평평한 지붕의 경우, 수뢰부 시스템은 그림 43과 같이 시공한다. 지붕 위의 등전위 환상 도체는 지붕 패러핏의 메탈 클래드 방법을 그림 22와 그림 45과 같이 이용할 수도 있다. 건축물 지붕의 방수층이 임시적인 기계적 손상에 견딜 수 있다면 지붕의 평평한 면을 덮고 있는 수뢰부 시스템 메시는 KS C IEC 61024-1의 2.1.4 b)에 따라 구성된 자연적 수뢰부 시스템 도체로 하거나 뇌 보호 시스템의 수뢰부 시스템 도체를 콘크리트 지붕에 직접 고정시킬 수도 있다.

현재까지 밝혀진 바에 따르면 강 보강 콘크리트의 차단 효과는 실제로 나도체의 차단 효과와 동등해서 KS C IEC 61024-1의 2.1.4 b)의 요구 사항을 만족한다면 수뢰부 시스템으로 사용될 수도 있다. 일반적으로 콘크리트 지붕의 보강 강재에 뇌격이 가해지면 방수층이 손상될 것이다. 그러면 빗물이 보강재 로드를 부식시켜 손상을 줄 수도 있다. 부식에 의한 콘크리트의 기계적 강도의 감소가 허용되지 않을 경우, 강재 보강 콘크리트로의 직격뢰 방지를 위해 수뢰부 시스템을 시공하여야 한다. 그림 43과 그림 44는 방수층의 손상을 방지하기 위하여 콘크리트의 보강재에 연결한 수뢰부 시스템의 2가지, 예를 들면

외부 벽의 기계적 보호를 위한 금속제 커버는 금속 용융에 의한 발화의 위험이 없는 경우, KS C IEC 61024-1의 2.2.5에 따라 수뢰부 시스템의 자연적 구성부재로 사용한다.

KS C IEC 61024-1의 2.1.4에 적합하지 않은 도전성 시트의 지붕 커버는 뇌격점의 용융을 허용한다면, 수뢰부 시스템으로 사용할 수 있다. 그렇지 않은 경우, 도전성 지붕 시트는 충분한 높이의 수뢰부 시스템으로 보호하여야 한다(그림 16, 그림 40을 참조할 것).

절연 지지물이 사용될 경우에는 KS C IEC 61024-1의 3.2에 규정된 도전성 시트에 대한 안전거리에 관한 조건을 만족시켜야 한다. 도전성 지지물을 사용할 경우, 지붕 시트로의 접촉은 부분 뇌 전류에 견뎌야 한다(그림 46 참조).

그림 22는 지붕 가장자리에서 지붕 패러핏을 수뢰부 시스템으로 사용한 자연적 수뢰부 시스템의 한 예이다. 100mm 이하의 파편이나 부서진 콘크리트가 건축물로 아래로 떨어져 외관에 일시적인 손상이나도 상관없는 경우, KS C IEC 61024-1의 2.1.4 b)는 지붕의 환상도체는 철근 콘크리트로 구성된 자연적 환상 도체로 바꿀 수 있다.

3.1.2.3 적절한 건축물 차폐의 시공

건축물의 외벽과 지붕은 건축물 내의 전기의 정보 기구를 보호하기 위한 전자 차폐로 사용될 수도 있다. 그림 42는 인하 도선과 폐쇄 공간의 전자적 차폐로서 상호 연결된 보강재 강을 사용한 강 보강 콘크리트 건축물의 예이다.

지붕에 시공된 수뢰부 시스템의 영향 범위 내에서 1m 이상으로 높은 모든 도전 부분들은 메시 형성을 위해 상호 접속되어야 한다. 메시 실드는 KS C IEC 61024-1의 3.1에 따라 지붕 끝과 지붕의 다른 지점에서 수뢰부 시스템에 접속되어야 한다. 지붕 구성부 내의 도전 소자는 KS C IEC 61024-1의 2.1.4 b)의 조건에서 자연적 수뢰부 시스템으로만 사용되어야 한다. 뇌격은 가끔 도전 부분의 위에 있는 지붕 구성부의 방수 절연층을 파괴하기도 한다(3.1.2.2 참조).

그러나, KS C IEC 61024-1의 2.1.4과 2.2.5에 규정된 수뢰부 시스템의 조건에 적합하지 한 금속 부분은 지붕 범위 안에서 인하도선으로 사용될 수도 있다. 그림 22와 그림 45는 자연적 수뢰부 시스템으로 지붕 난간을 자연적 인하도선으로 강 구조를 사용하는 도전성 구조의 건축물에서 수뢰부 시스템 건설구조를 나타낸다. 그림 45는 뇌 보호 시스템에서 자연적 구성 부재가 전기적 연속성을 갖게 하는 방법의 2가지 예를 보여준다. KS C IEC 61024-1의 표 1과 비교하여 강 구조물의 메시 크기가 줄어듬에 따라 더 많은 병렬 도체로 뇌 전류가 분배되고, 그 결과 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따라 낮은 전자기 임피던스가 생기고 안전거리는 감소되고 설비와 뇌 보호 시스템 간의 필요 이격거리는 더욱 쉽게 구해진다. 대부분의 건축물에서 지붕은 건축물 중 차폐가 덜 된 부분이다. 그러므로 지붕 구조의 차폐 효과의 개선에 특히 주의한다. 지붕에 도전성 구조 부재가 포함되어 있지 않은 경우, 차폐는 지붕 도체의 간격을 좁힘으로써 개선될 수도 있다.

3.1.2.4 도전성 설비가 없이 플러시(flush)가 장착 또는 돌출된 지붕 고정물에 대한 보호

금속제의 플러시 지붕 고정물 또는 돌출 지붕고정물의 보호를 위한 피뢰침은 피뢰침이 만드는 회전구체 보호 공간 내에 완전히 들어가 회전구체에 닿지 않거나 KS C IEC 61024-1의 표 1에 의한 보호각이 만드는 원뿔 안에 완전히 들어가는 높이여야 한다. 피뢰침과 지붕 고정물 사이의 이격거리는 KS

C IEC 61024-1의 3.2에 규정된 근접조건을 만족시켜야 한다. **그림 46**과 **그림 47**은 보호각 설계 방법을 이용한 피뢰침으로 지붕 고정물을 보호한 예이다. 보호각의 값은 KS C IEC 61024-1의 **표 1**에 규정된 뇌 보호 시스템의 보호 등급에 적합해야 한다.

피뢰침으로 보호가 되지 않는 금속제 지붕 고정물의 규격이 다음 이하인 경우 추가 보호는 필요 없다.

- 지붕 위 높이가 1.0m
- 상부 구조의 전면적이 1.0m²

피뢰침에 의한 보호 범위 내에 있고 수뢰부 시스템이 형성한 표면 위로 1m 이하로 돌출된 비도전성 지붕 고정물은 수뢰부 시스템의 도체들에 대한 추가보호는 필요 없다. 플러시가 장착된 지붕 고정물에서 건물의 내부로 연결된 전선 또는 금속 등의 도전성 설비는 뇌격시 뇌 전류의 상당량을 건축물 내부로 흘릴 수 있다. 그러한 도전성 접속이 있는 곳에서는 지붕 표면의 돌출 고정부는 수뢰부 시스템으로 보호한다(**3.1.2.5** 참조). 수뢰부 시스템에 의한 보호가 불가능하거나 비경제적이라면, 절연부의 길이를 규정된 안전 이격거리의 2배 이상으로 하여 도전성 설비 내에 시공할 수 있다(예, 압축 공기파이프).

절연재의 굴뚝이 수뢰부 시스템의 보호 범위 밖에 있는 경우, 피뢰침이나 수뢰부 침을 이용해 보호한다. 굴뚝 위에 있는 피뢰침은 굴뚝 전체가 그 보호 범위 내에 들어가게 하는 높이이어야 한다. 비도전성 굴뚝이 수뢰부 시스템의 보호범위 밖에 있는 경우, 굴뚝 내부가 비가오지 않더라도 상당한 거리의 스트리머 전류를 유도할 수 있는 도전율을 가진 매연이 퇴적되어 있기 때문에 비도전성 굴뚝에도 뇌격이 가해질 수 있다. **그림 21b**는 절연 벽돌로 된 굴뚝에 시공한 피뢰침을 나타낸다. KS C IEC 61024-1의 3.2에 의하여 안전거리와 그에 적합한 이격 거리를 유지할 수 없을 때는 금속제 플러시 장착 지붕 고정물은 수뢰부 시스템에 접속하여야 한다.

3.1.2.5 전기 기기나 정보 기기를 내장한 지붕 고정물의 보호

전기 또는 정보 기기를 수용한 모든 절연 또는 도전성 재료의 지붕 고정물은 수뢰부 시스템의 보호 공간 내에 있어야 한다.

수뢰부 시스템의 보호 공간 내측에 시공된 기기에는 직격뢰가 칠 확률은 거의 없다. 지붕 고정물에 직격뢰가 치면 지붕 고정물을 파괴할 뿐만 아니라 지붕 고정물 안과 건축물 내부의 모든 접속된 전기·전자 기기로 피해가 확대될 수 있다. 지붕 고정물에 대한 요구 사항은 뇌격이 가해질 수 있는 회전 구체에 의해 접촉될 수 있는 수직 표면에 시공된 고정물에도 적용해야 한다. **그림 30**, **그림 47**과 **그림 48**은 전기 설비를 수용·수납, 도전성, 절연 재료의 지붕 고정물을 보호하는 수뢰부 시공의 몇 가지 예이다.

3.1.2.6 지붕 위의 도전부의 보호

벽 두께가 부적당해 뇌격에 견딜 수 없고, 지붕에 시공된 도전성 부재 KS C IEC 61024-1의 **표 2**에 따라 자연적 수뢰부 시스템에 대한 요구 사항에 부적합하며 뇌격에 견딜 수 없는 건축물상의 다른 도전성 부재는 수뢰부에 의해 보호되어야 한다.

수뢰부 시스템은 뇌 보호 시스템에 대한 적정 보호 레벨에 적합하게 설계하고 시공한다. 지붕 위의 도전성 부분의 뇌 보호 설계시, KS C IEC 61024-1의 2.1과 **표 1**의 변수를 사용한 회전 구체법을 적용한다. **그림 49**는 직격뢰로부터 보호하는 수뢰부 시스템의 설계 예이다.

3.1.3 자연적 구성부재

평평한 지붕을 한 건축물의 경우, 지붕 난간의 금속제 외피는 뇌 보호 시스템의 수뢰부 네트워크를 구성하는 전형적인 자연적 구성부재이다. 그러한 커버는 알루미늄, 아연 도금강 또는 구리의 돌출, 굴곡 부분으로 구성되며 기후의 영향으로부터 지붕의 패러핏 위 표면을 보호한다. 수뢰부의 도체, 지붕 표면의 도체와 인하도선은 지붕 난간 커버에 접속되어야 한다. 난간 커버판의 부위 간에 양호하고 신뢰성 있는 연속성이 없다면 부위의 접속점에 도전성 브리지를 시공한다.

볼트 조임이나 기초 시트(underlying sheet) 양쪽에 100cm^2 이상 겹친 경우, KS C IEC 61024-1의 2.2.5에 따라 브리지용 접속으로 사용한다.

그림 22와 **그림 45**는 난간의 도전성 커버를 뇌 보호 시스템의 자연적 수뢰부 도체로 한 수뢰부의 예이다. 지붕 위에 시공되거나 지붕표면위로 연장된 금속제 탱크, 금속관 배관, 난간 등과 같은 도전부는 벽 두께가 KS C IEC 61024-1의 **표 2**와 2.1.4에 적합한 경우, 수뢰부 시스템의 자연적 구성부재로 간주한다. 고압의 기체나 액체를 수용한 용기나 배관은 자연적 수뢰부로 사용하지 않는다. 부득이 사용해야 하는 경우, 배관 설계시 뇌 전류 열 영향을 고려한다. 금속제 탱크와 같은 지붕 표면 위의 도전 부분은 건축물 내부에 시공된 기기에 가끔 자연스럽게 접속된다. 전체 뇌 전류가 건축물로 전도되는 것을 막기 위하여 뇌 보호 시스템의 자연적 구성부재와 수뢰부의 메시 간은 사이에 견고한 접속이 필요하다. **그림 50**과 **그림 51**은 수뢰부에 도전성 지붕 고정물을 본딩한 예이다. 금속제 탱크와 콘크리트의 보강 강재봉(rod) 등 지붕 표면 위의 도전성 부분은 KS C IEC 61024-4의 **표 6**에 따라 수뢰부 네트워크에 접속되어야 한다.

지붕 위의 도전성 부분에 직격뢰가 허용되지 않을 때는 도전성 부분은 수뢰부 시스템의 보호 공간 안쪽에 시공한다. 외부와 화재 위험이 미비한 건축물의 다른 부분은 KS C IEC 61024-1의 2.2.5에 따라 도전성 커버를 시공한다. **그림 52**는 외관 외벽의 판이 자연적 인하도선으로 사용될 경우, 본딩한 예이다. 이 브리지에는 가요성 금속제 재료에 의한 브리지, 자체 테이핑 나사를 이용한 브리지 두 방법이 있다.

3.1.4 독립된 수뢰부 시스템

보호할 건축물 또는 기기에 인접한 수뢰부의 지주는 독립된 뇌 보호 시스템이 시공될 때 보호 범위 내에 있는 건축물로의 뇌격의 확률을 최소화하는데 사용된다. **그림 54**와 **그림 55**는 지주를 사용한 독립된 뇌 보호 시스템의 두 예를 나타낸다. 보호 범위 내에 뇌격 확률은 KS C IEC 61024-1 및 KS C IEC 61024-1-1에 따라 선택된 뇌 보호 시스템의 보호 등급과 같아야 한다. 보호 범위 내에 시공된 전기, 전자 기기에 대한 전자기 장애 레벨은 이 방법의 영향을 받지 않는다. 복수의 지주가 시공될 경우, 지주는 가공 도체에 의해 상호 접속될 수도 있고 뇌 보호 시스템으로의 근접 설비는 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따라야 한다.

그림 56은 독립된 외부 뇌 보호 설계를 나타낸다. 지주끼리의 가공 도체에 의한 접속은 보호 범위를 확장시키고, 몇 개의 인하도선으로 뇌 전류를 분배시켜 흘린다. 따라서 뇌 보호 시스템의 전압 강하와 보호 범위에서의 전자기적 영향은 독립되지 않은 뇌 보호 시스템의 경우보다 낮다. 피뢰침과 인하도선이 건축물의 도전부에 연결되지 않고 또 KS C IEC 61024-1의 3.2의 요구를 만족하면 그 설비는 독립된 뇌 보호 시스템이다. 건축물 내의 전자계 세기는 건축물 안의 설비와 뇌 보호 시스템 사이의 거리가 더 커져서 감소된 것이다. 독립된 뇌 보호 시스템은 전자기 차폐를 더욱 개선시킬 철근 콘크리트 건물에도

적용할 수 있다. 그러나 모든 건축물에 대해서 독립 뇌 보호 시스템의 시공이 유효한 것은 아니다.

3.2 인하도선 시스템

3.2.1 일반사항

외부 인하도선은 연속된 수직 도전부가 없는 건축물에 수뢰부 시스템과 접지 시스템 사이에 시공한다. 인하도선 간의 평균거리는 KS C IEC 61024-1의 2.2.2, 2.2.3과 **표 3**에 적합해야 한다. 인하도선 간의 평균거리는 안전 거리와 상호 관련이 있다(KS C IEC 61024-1의 3.2 참조). 이 값이 **표 3**에 규정된 것보다 큰 경우, 안전 거리는 다시 계산한다(2.5.2 참조). 수뢰부 시스템, 인하도선 시스템과 접지 시스템은 뇌 전류에 대해 가능한 한 가장 짧은 경로를 형성하도록 한다.

인하도선은 수뢰부 시스템 네트워크의 교차점에 적절히 접속되고 접지 시스템 네트워크의 교차점에 수직이 되도록 정한다. **그림 41**은 다른 높이의 레벨의 지붕을 가진 건축물에 대한 외부 뇌 보호 시스템의 예이며, **그림 39**는 지붕 고정물이 있는 평평한 지붕을 가진 높이 60m의 건축물에 대한 외부 뇌 보호 시스템의 설계 예이다.

광범위한 연속적 도전성이 없는 건축물의 경우, 뇌 전류는 뇌 보호 시스템의 보통 인하도선 시스템으로만 통하여 흐른다. 이 때문에 인하도선의 기하학적 배치가 건축물 내의 전자계를 결정하고 이 경우에 전자기 장애는 인하도선의 수를 증가시키면 감소시킬 수 있다. 자세한 것은 IEC 61312-1을 참조한다.

KS C IEC 61024-1의 2.2.3에 따라 최소 2개 이상의 인하도선이 건축물에 사용되어야 한다(**그림 29**, **그림 37a** 및 **그림 57** 참조). 비금속체의 가는 지주는 특별한 요구 사항이 없으면 흔히 하나의 인하도선으로 보호된다. 건축물에 인하도선의 수가 많으면 건축물 내의 전자계 세기를 감소시켜서 건축물 내의 전기, 전자 기기의 보호를 개선한다. 또한 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따른 안전 거리는 2.7.1에서 계산한 계수 K_c 에 인하도선 수의 증가로 감소된다.

KS C IEC 61024-1의 **표 3**에 따라 생산 공장, 행정 기관의 건물, 은행 등과 같이 광범위한 정보 기기를 수용하고, KS C IEC 61024-1 **표 3**에 따른 간격으로 외부 인하도선을 배치한 건축물은 뇌로 인한 전자기 장애로부터 기기를 보호하기 위해 추가적인 조치를 강구하는 것이 좋다. 자세한 것은 IEC 61312-1과 이 지침의 4를 참조할 것. 고층 아파트 빌딩, 흔히 강재 구조 또는 강재와 콘크리트 구조 건축물 또는 강재보강 콘크리트를 사용한 산업용 건축물과 행정 기능 건축물 등의 대형 건축물일 경우, 도전성 구성 부재는 자연적 인하도선으로 사용될 수도 있다. 대형 건축물에 대한 뇌 보호 시스템은 전체 임피던스가 충분히 낮아 내부 설비를 매우 효과적으로 보호한다. 특히 도전성 벽면을 인하도선으로 사용하면 효과적이다. 그러한 도전성 벽면은 KS C IEC 61024-1의 2.2.5에 따라 접속되고 상호 연결된 보강 콘크리트 벽, 금속 시트, 외부 표면, 조립식 콘크리트 외부일 수 있다. 부속서 A는 상호 접속된 강재로 된 자연적 뇌 보호 시스템 구성 부재를 사용하는 적절한 뇌 보호 시스템 구성에 대하여 상세히 설명한다. 구조 강재를 포함한 자연적 구성 부재를 사용하면 수뢰부 시스템과 접지 시스템 간의 전압 강하를 감소시켜서 뇌 전류에 의한 전자기 장애를 감소시킨다.

수뢰부 시스템이 복합 구조물 내 기둥의 도전부와 접속되고 지상에서 등전위 본딩에 접속된 경우, 뇌 전류의 일부는 이 내부 인하도선을 통해 흐른다. 이 뇌 전류 일부가 형성한 자계는 이웃하는 기기에 영

향을 주므로 내부 뇌 보호 시스템의 전기·전자 설비의 시공 설계시 반드시 고려한다. 이 부분 전류의 크기는 전류 파형이 뇌 전류 파형을 따른다고 가정하면 건축물의 규격 기둥의 수에 따라 달라진다.

수뢰부 시스템이 내부 기둥에서 절연되어 있고 절연이 파괴되지 않을 경우, 복합 건축물 내의 기둥으로는 전류는 흐르지 않는다. 예상치 못한 점에서 절연 파괴가 일어났다면, 특수한 기둥 또는 기둥들로 다량의 전류가 흐를 수도 있다. 절연 파괴에 의한 규약 파두 길이 단층으로 전류 준도가 급해질 수 있으며 인접한 기기는 건축물의 시스템에 기둥을 본딩했을 때보다 더 영향을 준다.

그림 23은 산업용 대형 강재 보강 콘크리트 건축물에 있는 내부 인하도선들의 구성 예이다. 내부 뇌 보호 시스템 계획시 내부 기둥 주변의 전자기적 환경을 고려한다.

3.2.2 독립되지 않은 인하도선

외부에 광범위한 도전부를 가진 건축물의 경우, 여러 점에서 수뢰부 도체와 접지 시스템은 건축물의 도전부와 접속되어야 한다.

시스템은 부속서 B에 규정된 방법에 따라 접속이 이루어져야 한다.

이것은 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따른 안전거리로서 건축물 내부의 전자계를 감소시킬 것이다.

KS C IEC 61024-1의 3.2항의 비고 -2.에 규정한 대로, 이 경우에 일반적으로 근접조건에 적합하다.

접속 결과, 건축물의 도전부는 인하도선으로 사용되고 등전위 본딩용 바로도 사용된다. 뇌격으로 생긴 전압은 접속을 통해 현저히 감소되고 건축물내의 전자기 장애도 감소된다. 이러한 설계를 독립되지 않은 뇌 보호 시스템으로 정의한다.

그러나 전자장애에 대한 설비보호에 대한 자세한 내용은 IEC 61312-1에서 다룬다.

강 보강봉과 같이 안전거리 조건을 만족시키지 못하는 도전부를 가진 모든 내부 기둥 및 모든 내부 구획 벽은 적당한 점에서 수뢰부 시스템과 접지 시스템에 접속되어야 한다. 이 방법으로 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따른 안전거리와 건축물 내의 전자계를 감소시킨다.

그림 23은 강재 보강 콘크리트의 내부 기둥을 가진 대형 건축물의 뇌 보호 시스템을 나타낸다. 건축물의 다른 도전부 안의 위험 방전을 피하기 위하여 기둥 보강재는 수뢰부 시스템과 접지 시스템에 접속된다. 그 결과로 뇌 전류의 일부가 이들 내부 인하도선으로 흐른다. 그러나 전류는 많은 인하도선으로 분배되고 처음의 뇌격 전류와 거의 같은 파형을 갖는다.

이 접속이 안 되고 섬락이 발생한 경우라면, 하나 또는 이 중 몇 개의 인하도선에 전류가 흐를 것이다.

섬락전류의 파형은 뇌 전류보다 상당히 가파르며, 인접 회로에 유기된 전압은 현저히 증가할 것이다. 이 건축물의 경우, 건축물 설계 시작 전에 건축물의 설계와 뇌 보호 시스템의 설계는 조화시키는 것이 특히 중요하며, 그렇게 함으로써 건축물의 도전부는 뇌 보호에 사용될 수 있다. 잘 조정된 설계에 의하여 경제적으로 고효율의 보호 설비를 구축한다.

캔틸레버의 상부측과 같이 위로 돌출한 층 아래에 있는 공간과 사람에 대한 뇌 보호는 2.4.3과 **그림 36**에 적합하게 설계한다.

3.2.3 자연적 구성 부재

병렬의 전류 도체의 전체 수를 최대로 하기 위해 자연적 인하도선을 이용하면 인하도선 시스템 안의 전압 강하를 최소화하고 건축물 내의 전자기 장애를 저감시키므로 적합하다. 그러나 이 인하도선은 수

외부 시스템과 접지 시스템 사이의 전체 경로에 따른 전기적 연속성을 확보해야 한다.

신규 건축물의 강재 보강은 KS C IEC 61024-1의 1.3에 따라 지정되어야 한다. 자연적 인하도선의 전기적 연속성이 보장될 수 없는 경우, 새로이 인하도선을 시공해야 한다.

낮은 등급의 보호가 요구되는 건축물인 경우, KS C IEC 61024-1의 2.2.5에 따라 자연적 인하도선에 대한 조건에 적합한 금속제 홈통을 인하도선으로 이용할 수 있다.

그림 21a, 그림 21b와 그림 21c는 도체를 지붕에 고정한 예와 적절한 기하학적 규격을 표시한 인하도선의 예이며, **그림 21c와 그림 21d**는 인하도선을 금속제 홈통, 도전성 물받이와 접지 도체를 접속한 예이다.

벽 또는 콘크리트 기둥의 보강봉과 강구조 프레임은 A.4.4에 나타난 것과 같이 자연적 인하도선으로 사용될 수 있다.

건축물의 금속제 외부 또는 외부 커버링은 KS C IEC 61024-1의 2.2.5 d)에 적합한 자연적 인하도선으로 사용할 수 있다.

그림 A.8은 내부 뇌 보호 시스템의 등전위화 바가 접속된 등전위화 기준 평면으로서 금속제 외부 요소와 콘크리트 내의 보강재를 사용한 자연적 인하도선 시스템의 구성을 나타낸다.

가능하다면 벽 커버의 상부에 수외부 시스템, 벽 커버의 하부에 접지 시스템과 콘크리트 벽의 보강로드에 접속하여야 한다.

그림 A.9는 금속제 외부를 갖는 강재 보강 콘크리트 건축물의 등전위 본딩 구성 예를 나타낸다.

그런 금속제 외부가 보강 콘크리트 벽 내보다 전류 분배가 더욱 철저히 이루어진다. 금속제 시트 외부는 일반적으로 폭이 0.6m~1.0m이고 그 길이가 건축물의 높이에 사다리꼴 단면의 개개 패널로 구성되어 있다.

고층 건축물의 경우, 패널 길이는 운반 문제 때문에 건축물 높이와 같지는 않다. 그 때는 전체 정면은 여러 부분이 서로 겹쳐 이루어진다.

금속제 외부의 경우, 최대 열팽창은 최대온도 약 +80℃와 최저온도 -20℃의 햇볕에 의해 생기는 길이의 차로 계산해야 한다.

100K의 온도차는 알루미늄의 경우, 0.24%의 열팽창, 강재의 경우, 0.11%의 열팽창에 해당된다.

패널의 열팽창으로 다음 부위 또는 고정물과 상대적인 패널의 이동을 초래한다.

KS C IEC 61024-1의 2.2.5 d)에 따라 중첩표면이 100cm²를 초과하는 경우, 접속점에서 나사로 돌리지 않고 중첩할 수 있다.

이 경우에 최대 전압 강하는 항상 절연 파괴 전압에 해당한다.

절연은 에어 갭, 금속 표면의 산화층이나 금속 패널의 도장 등 에어 갭으로 구성될 수도 있다. 통로의 파괴 강도가 크면 클수록, 2시트 금속 패널 간의 전압이 크면 클수록 외부의 전류 배분은 더욱 불균형해 질 것이다. 그러므로 뇌 전류에 의한 전자계 건축물 내의 기구에 심각한 영향을 줄 것이다

그림 52에 나타난 금속 접속은 금속제 외부의 균등한 전류 배분을 촉진하여 건축물 내부의 전자기를 감소시킨다.

금속제 외부는 그 전체가 전기적으로 상호 접속되었을 때에 최대 전기 차폐를 형성한다.

비교적 작은 구성 부재 구성되고, 상호 접속되어 있지 않은 금속제 외부는 자연적 인하도선 시스템이나 전자기 차폐로 사용될 수 없다.

건축물의 전자기 차폐 효과는 충분히 좁은 간격으로 인접한 금속제 정면을 영구 본딩할 때 얻어진다. 전류 배분의 균형은 접속 수에 직접적으로 관련이 있다.

차폐 감쇄에 대한 엄격한 요구 사항이 있고 정면에 창문들이 계속하여 있다면 계속되는 창문들은 도체를 좁은 간격으로 시공해 브리지한다.

이것은 금속 창틀에 의해 이루어질 수 있다. 금속제 정면은 좁은 간격으로 창틀에 접속되어야 한다. 일반적으로 각 용마루는 창 의 수직 부재의 간격 이하의 간격으로 창틀의 수평 연결빔에 접속된다(그림 53 참조).

건축물 내에 있는 전기 기기 및 전자 기기의 보호에 대한 자세한 사항은 IEC 61312-1에서 찾을 수 있다.

3.2.4 시험용 접속점

KS C IEC 61024-1의 2.2.6에 적합한 시험용 접속점을 접지 시스템과 인하도선의 접속점에 시공한다.

이 접속점은 접지 시스템에 충분한 수의 접속이 되어 있음을 계측을 통해 쉽게 판단할 수 있다. 이로써 시험용 접속점과 수뢰부 시스템 또는 다음 본딩용 바 사이에 연속적으로 접속되어 있음을 확인할 수 있다. 고층 건축물의 경우, 환상 도체는 벽안으로 시공되어 눈에 띄지 않는 인하도선에 접속되며, 전기적 계측을 통해서만 도체의 존재를 확인할 수 있다.

그림 58a, 그림 58c 및 그림 58d는 건축물의 내부 또는 외부 벽에 또는 건축물 외부 지중에 시공한 시험용 접속 홀 안에 시공할 수 있는 시험용 접속점의 설계 예이다(그림 58b 참조).

연속성에 관한 계측을 할 수 있도록 하기 위하여 어떤 도체들은 주요 부위에 절연 시스를 갖게 할 수 있다.

자연적 인하도선에서 접지 시스템의 전극과의 접속에는 절연 도체 구분과 시험용 접속점이 필요하다.

별도의 참조 접지극을 뇌 보호 시스템의 접지 시스템을 모니터링할 수 있도록 특수 기준 접지극을 시공할 수 있다. 시험용 접속점으로도 접지 시스템의 접지 저항을 쉽게 계측할 수 있게 한다.

3.2.5 독립된 인하도선

지표면 레벨에서만 건축물의 도전성 요소와 등전위 본딩 시스템과 지면에서만 접속된 뇌 보호 시스템을 KS C IEC 61024-1의 2.2.2에 따라 독립된 것으로 정의한다.

독립된 뇌 보호 시스템은 KS C IEC 61024-1의 3.2의 근접 조건에 따라 피뢰침이나 또는 보호 건축물에 인접해 지주를 시공하거나 지주 간에 가공지선을 시공하여 구성한다.

독립된 뇌 보호 시스템은 지표면 레벨의 접지 시스템으로의 접속될 경우를 제외하고 KS C IEC 61024-1의 3.2에 규정된 이격 거리가 유지되고 건축물의 도전부와 그 안에 시공된 기구와는 접속이 없는 경우, 벽돌 또는 목재 등 절연재 건축물 위에 시공되기도 한다.

건축물 내에 있는 도전성 기기와 전기(전선) 도체는 KS C IEC 61024-1의 3.2에 규정된 안전거리보다 짧게하여 시공하지 않는다.

장래에 시공될 모든 설비는 KS C IEC 61024-1에 규정된 독립 뇌 보호 시스템의 요구 사항에 적합해야 한다. 뇌 보호 시스템의 설계와 시공 관련 계약자는 소유주에게 이 요구 사항을 알려서 건축물 소유자가 알 수 있도록 한다.

뇌 보호 시스템의 설계와 건설에 책임 있는 계약자는 건축물의 소유주에게 알려야 할 것이다.

소유주는 이 요구 사항에 관하여 건물 또는 건물 안에서 작업을 수행할 장래의 계약자에게 알려야 한다. 작업 계약자는 요구를 만족시킬 수 있는지의 여부를 건축물의 소유주에게 알려야 한다.

독립형 뇌 보호 시스템을 한 건축물 기기의 모든 부분은 뇌 보호 시스템의 보호 공간 내에 있어 안전 거리 조건을 만족시켜야 한다. 건축물 벽에 직접 취부된 도체 고정 장치가 도전부에 너무 가까울 경우, 뇌 보호 시스템의 도체를 절연 도체 고정 장치에 시공하여, 뇌 보호 시스템과 내부의 도전부와 이격 거리가 KS C IEC 61024-1의 3.2에 규정된 안전거리를 초과하도록 한다.

등전위 본딩에 연결되지 않고, 수뢰부 시스템과의 이격거리가 안전거리를 초과하지는 않으나 등전위 본딩과의 이격 거리는 안전거리를 초과하는 플러시 장착 도전성 지붕 고정물은 독립된 뇌 보호 시스템의 수뢰부 시스템에 접속해야 한다.

뇌 보호 시스템의 설계와 지붕 고정물 근처 작업에 대한 안전거리에는 뇌격시 그러한 고정물의 전압이 수뢰부의 전압 레벨로 상승할 것이라는 사실을 고려해야 한다.

건축물 벽이나 내부에 시공된 기구로 뇌 전류가 흐르는 것을 막으려면 광범위하게 상호 접속된 도전 부분을 가진 건축물에 독립된 뇌 보호 시스템을 시공해야 한다.

강구조 또는 강재 보강 콘크리트 등 연속적으로 상호 접속된 도전 부분으로 구성된 건축물의 경우, 독립 뇌 보호 시스템은 충분한 이격을 두기 위해 건축물의 이들 도전 부분과 안전거리를 유지하여야 하며, 뇌 보호 시스템의 도체는 절연 도체 고정 장치로 건축물에 고정할 수도 있다.

보강 콘크리트로 된 기둥과 천정이 가끔 벽돌건축물에 사용된다는 점을 명심한다.

건축 고려 인하도선을 표면에 시공할 수 없다면 벽돌 구조의 개구부 내에 시공하며, 이 경우에 KS C IEC 61024-1의 3.2에 나타난 바와 같이 인하 도선과 건축물 내의 어느 금속 부분 간의 사이의 안전거리 d 를 유지할 것을 고려하여야 한다.

외부 벽안에 직접 시공하는 것은 열팽창으로 벽이 손상될 수도 있으므로 좋지 않다. 또한 회벽은 화학 반응으로 쉽게 변색된다. 특히 뇌 전류로 인한 온도 상승과 기계적 힘에 의해 쉽게 벽이 손상된다.

PVC 피복도체는 변색되지 않도록 한다.

3.3 접지시스템

3.3.1 일반사항

접지시스템은 다음을 목적으로 사용한다.

- 뇌전류를 대지로 유도
- 뇌 인하도선 간의 등전위 본딩
- 도전성 빌딩벽 전위 제어
- 지표면으로 뇌전류의 차단

기초 접지극과 B형 환상 접지극은 이 모든 요구 사항에 적합하다.

A형 방사성 접지극 또는 십타수직 접지극은 등전위 본딩과 전위 제어와 관련한 요구 사항에 부적합하다. 상호 접속된 보강 콘크리트의 건축물 기초가 기초 접지극으로 사용되어야 한다. 이들은 매우 낮은 접지 저항을 보여 등전위화의 훌륭한 본보기가 된다. 이것이 불가능하면 접지 시스템으로 적절하게 B형 환상 접지극을 건축물 주위에 시공한다.

3.3.2 기초 접지극

KS C IEC 61024-1의 1.2.14에 적합한 기초 접지극은 지하의 건축물 기초 부분에 시공된 도체로 구성된다(KS C IEC 61024-1의 2.3.6도 참조).

추가할 접지극의 길이는 KS C IEC 61024-1의 2.3.2에 따라 KS C IEC 61024-1의 **그림 2**에 있는 흐름도를 이용하여 구한다.

기초 접지극은 콘크리트 안에 시공된다.

콘크리트가 충분히 구축되고 최소 50mm 두께 이상으로 기초 접지극을 덮고 있는 경우, 이 접지극은 당연히 부식으로부터 보호되는 장점이 있다. 콘크리트 안의 보강강재 로드(rod)는 토양의 구리 도체와 같은 크기의 전기전위를 발생시킨다는 것을 알아야 한다.

이 사실은 보강 콘크리트 건축물에 대한 접지시스템의 설계시 유효한 엔지니어링 해법을 제공한다(이 지침의 5.2.2 참조).

접지극으로 사용되는 금속은 KS C IEC 61024-1의 **표 4**에 나타난 재료에 적합하고 지중에서의 부식에 대한 재료의 반응을 항상 고려한다. 몇 가지 지침을 5.2에 나타내었고, 특수한 토질에 관한 지침을 적용할 수 없을 경우, 유사한 화학적 특성과 밀도의 토양으로 이루어진 인접 공장에서 접지 시스템과 관련된 경험을 알아본다. 접지극의 트렌치를 되메울 때는 석회석, 석탄 덩어리 또는 건물의 접지극과 직접 접촉하지 않도록 주의한다.

전기적 전류로 인한 전기 화학적 부식으로 인해 다른 문제가 발생한다.

콘크리트안의 철은 전기 화학적 계열에서 지중의 구리와 같은 전기전위를 갖는다. 그러므로 콘크리트에 있는 철이 지중의 철에 접촉될 때는, 거의 1V의 구동 전압이 대지와 습한 콘크리트로 부식전류를 흘러 지중의 철을 분해시킨다.

지중의 접지극은 콘크리트안의 철과 접속되는 경우, 구리나 스테인리스 스틸 도체를 사용한다(5.2 참조).

건축물의 주위에 KS C IEC 61024-1의 **표 5**에 적합한 건축 계약자가 허가한 경우, 도금된 강재를 스트립(strip) 기초 내에 시공하고 뇌 인하도선 시험용 접속부의 지정된 말단점까지 접속 리드를 이용해 올려야 한다.

인하도선과의 접속을 위한 접속도체의 상부경로는 벽돌 구조물 위, 회벽 속 또는 벽 속에 만들 수 있다. 벽 속에 시공된 접속 리드는 기초와 벽돌 벽 사이에 널리 사용되는 아스팔트 침투지를 통과할 수 있다. 일반적으로 이점에서 습기 방호벽을 관통하여도 상관없다.

지하층의 습기 감소를 위해 건축물의 기초 밑에 삽입하는 물 절연층은 항상 전기적 절연을 제공한다. 접지극은 버림 콘크리트의 기초 아래쪽에 시공한다. 접지 시스템의 설계 시 건축 시공업자와 합의를 하여야 한다. 보강 콘크리트 기초의 기초 접지시스템을 A.5.5에 나타낸다.

지하수면이 높은 경우, 건축물의 기초는 심토수에서 격리된다.

밀폐 방수층이 기초의 외부 표면에 이용되며, 또한 전기적 절연을 제공한다. 보통 그와 같은 방수 기초를 만드는데 약 10cm~15cm의 콘크리트의 깨끗한 층을 기초 구덩이 바닥에 주입한다. 그 위에 절연재를 놓고 나중에 콘크리트 기초가 놓인다.

메시 크기가 10m이하인 메시 네트워크로 구성된 기초 접지극은 기초 구덩이 바닥에 있는 깨끗한 콘크리트 층에 시공한다.

KS C IEC 61024-1의 **표 5**에 따라 도체가 기초안의 보강재, 환상 접지극, 습기 방호벽 외부의 인하도

선, 절연재 또는 이 모두가 허용될 경우, 절연재를 압력수 방지 부실을 이용해 의하여 메시 접지 시스템에 접속해야 한다.

건축 계약자가 절연층을 통한 도체의 관통을 허락하지 않은 경우, 건축물 외부의 접지 시스템에 접속시킨다.

그림 59는 습기 방호벽의 관통을 막기 위해 방수층을 가진 건축물의 기초 접지극 시공 방법에 관한 3가지 예이다.

격리 기초를 한 건축물에서 접지시스템의 적절한 접속방법도 나타내었다.

그림 59a와 **그림 59b**는 절연(방수)재 외부의 접속으로 이때 절연재는 손상되지 않았으며, **그림 59c**는 절연재를 관통하는 부식을 나타낸다.

그림 59b에서 접속 리드는 대지를 통과한다. 이러한 설계에서 부식에 대한 조치를 항상 고려한다. 예를 들면 접속은 고품급 스테인리스 스틸, 구리 또는 PVC를 피복한 강재로 할 수 있다.

3.3.3 B형-환상 접지극

강재 보강 기초가 없는 벽돌이나 나무 등의 절연 재료를 사용한 건축물의 경우, B형의 접지 시스템을 KS C IEC 61024-1의 2.3.3.2에 따라 시공한다.

등가 접지 저항을 감소시키기 위하여 필요한 경우, B형 접지는 수직 접지극 또는 KS C IEC 61024-1의 2.3.3.2에 적합한 방사형 접지극을 추가함으로써 개선될 수도 있다.

KS C IEC 61024-1의 **그림 2**는 접지극의 최소 길이에 관한 요구 사항을 나타낸다.

B형 접지극은 건축물로부터 1m 이상 이격하고, 깊이 0.5m 이상으로 KS C IEC 61024-1의 2.3.5에 따라 시공하며 보호 건축물 전체를 에워싸야 한다.

이 이격 거리와 깊이는 일반 토양에서 건축물 벽의 근처에서 생물을 보호하기 위한 전위제어에 최적의 조건이다. 낮은 동계 온도 지역에서는 접지극의 적절한 깊이를 검토한다.

B형 접지극은 지면에서 인하도선들 사이의 전위를 같게 하는 기능을 한다. 예를 들면 다양한 인하도선은 대지 저항이 달라 그들을 흐르는 뇌 전류를 불균등하게 배분하여 다른 전위를 만들기 때문이다. 다른 전위는 환상 접지극을 통하여 통과하면서 등전위화 전류를 흘림으로써 전위의 최고 상승을 저감시켜 건축물 내에서 환상 접지극에 접속된 등전위 분당 시스템은 거의 같은 전위를 갖게 된다. 이것은 KS C IEC 61024-1의 3.1에 따라 근접 설비의 크기를 확실히 정하기 위한 필요 조건이다.

여러 명의 소유주가 소유한 다른 건축물이 서로 인접해 지어진 경우, 건축물을 완전히 에워쌀 만한 환상 접지극을 시설하는 것은 불가능하다.

이 경우, 접지 시스템의 효율은 다소 감소되는데, 환상 도체는 부분적으로는 B형 접지극으로, 부분적으로는 기초 접지극으로 또 부분적으로는 등전위 분당 도체의 역할을 하기 때문이다.

보호 건축물의 인근지역에 많은 사람이 빈번히 모이는 경우, 그 지역에 대한 전위 제어가 더욱 필요하다. 여러 개의 환상 접지극은 첫 번째 환상 도체와 환상 도체로부터 약 3m의 거리에 시공되어야 한다. 건축물로부터 더 멀리 떨어져 있는 환상 접지극은 건축물로부터 4m 떨어진 곳에 1m 깊이로, 7m 떨어진 곳에 1.5m 깊이로 그리고 10m 떨어진 곳에 2m 깊이로 지표면 아래에 시공한다.

이 환상 접지극은 방사상 도체를 이용해 첫 번째 환상 도체에 접속한다.

건축물에 인접한 지역이 낮은 도전율을 가진 150mm~200mm 두께의 아스팔트 슬래브로 덮여 있는

경우, 그 지역을 이용하는 사람들을 충분히 보호한다.

3.3.4 A형 - 방사형 접지극과 수직 접지극

방사형 접지극은 시험용 접속점을 이용해 인하도선의 하단에 접속해야 한다. 가능하다면 방사상 접지극은 수직 접지극으로 분기되어야 한다.

각 인하도선은 접지극이 필요하다.

A형 접지극인 경우, KS C IEC 61024-1의 **그림 2**에 나타난 각 접지극의 최대 길이를 적용하여야 한다. 접지극 구성은 KS C IEC 61024-1의 2.3.3.1에 적합해야 한다.

수직 접지극의 길이는 KS C IEC 61024-1의 **그림 2**에 나타난 길이의 0.5배이어야 한다.

그림 60은 KS C IEC 61024-1의 표 5에 따른 뇌 도체를 특수한 접지봉을 사용하여 땅속에 박은 A형 접지극을 나타낸다.

이 접지 기술은 몇 가지 실용적인 장점이 있으며 지중에서 쥘과 접속 사용을 하지 않아도 된다. 경사형 수직 접지극은 일반적으로 두들겨 박는다.

수직 접지극의 또 다른 형태의 것도 있다. 뇌 보호 시스템의 사용 수명 기간 동안 접지극의 전 길이에 걸쳐 영구적인 도전 접속을 확보하는 것이 중요하다.

접지봉을 이용해 지중에 매설한 도체에 이 기술을 적용하면, 접지저항의 지속적인 측정이 가능해야 한다. 단선 등으로 측정이 곤란해지면, 다른 장소에 접지극을 추가로 시공해야 한다.

접지극은 지중의 자연적 케이블과 금속배관으로부터 충분히 이격되어야 하고, 접지봉 중 예정된 지점에서 분리할 접지극에 충분한 거리를 둔다. 거리 D 는 전기적 임펄스 세기와 대지 저항률 p 와 전극의 전류에 좌우된다.

그림 54는 A형 접지 설비를 나타내고, **그림 55**는 KS C IEC 61024-1의 2.3.2에 따른 B형과 A형 접지 설비를 조합한 것을 나타낸다.

A형 접지극인 경우, 수평 접지극보다 수직 접지극이 경제적이며 거의 대부분의 토양에서 안정된 접지 저항값을 갖는다.

건축물 표면 가까이에서 저항이 증가할 우려가 있다면(예를 들면 건조해져서) 종종 보다 긴 심타 접지극을 사용할 필요가 있다.

앞서 설명한 것처럼 방사형 접지극은 0.5m 이상의 깊이에 시공해야 한다. 보다 깊은 곳에 매설된 접지극은 동계에 저온이 되는 곳에서 접지극이 동결된 토양 내(매우 낮은 도전율을 보임)에 있지 않게 한다. 심타 접지극은 지표면에서의 전위차를 감소시켜 보폭전압을 낮춰 지표면 동물에 대해 위험을 감소시킨다. 계절적으로 안정된 접지 저항을 유지하려면 수직 접지극이 적당하다.

A형 접지설비(KS C IEC 61024-1의 2.3.3.1 참조)가 시공된 경우, 건축물 내의 등전위 본딩용 도체와 본딩용 바를 이용해 등전위화를 만들어야 한다.

접지극과 지중의 다른 도체(뇌 보호 시스템에 접속되지 않음)사이의 최소거리 D 는 다음과 같이 구해야 한다.

$$D = b\rho^{0.4}k_c^{0.5}$$

여기에서,

b : 보호등급과 관계되는 변수이며 이 지침의 표 7에 나타낸다.

k_c : 표 2에 나타낸다.

ρ : 토양의 평균 저항률[Ωm]

실제로 1,000 Ωm 이하의 저항을 갖는 토양의 경우, D 는 1.0m와 4.0m 사이 범위에 있다.

3.3.5 암석 토질 내의 접지극

시공중 기초 접지극은 콘크리트 기초 내에 시공한다.

기초 접지극이 암석 토질에서는 감소된 접지 효과를 나타내더라도 여전히 등전위 본딩 도체로서 작용한다.

추가 접지극은 시험용 접속점에 인하도선과 기초 접지극에 접속되어야 한다.

기초 접지극이 시공되지 않은 곳에서는 대신 B형 접지 설비(환상 접지극)가 사용되어야 한다. 접지극을 지중에 시공할 수 없어 지표면에 시공해야 하는 경우, 기계적 손상으로부터 보호되어야 한다.

지표면 위나 가까이에 시공된 링형 접지극은 기계적 보호를 위해 돌로 덮거나 콘크리트 내에 묻는다.

건축물이 노면 가깝게 위치한 경우, 가능하다면 환상 접지극은 노면 아래에 시공해야 한다. 그러나 이것을 노출된 전체 도로 구획에 대해 실시 할 수 없다면 가장 가까운 인하도선 근처만이라도 등전위 본딩해야 한다.

각각의 경우에 전위 조정을 위해 건축물의 인입구 근처에 부분링을 추가로 시공할 것인지 또는 지표면 층의 저항률을 인위적으로 증가시킬 것인지를 결정해야 한다.

3.3.6 광범위한 지역의 접지 시스템

전형적으로 산업공장은 많은 건축물로 구성되며, 그 사이에 많은 전력 및 통신케이블이 시공되어 있다. 그러한 건축물에서 접지 시스템은 전기 시스템 보호에 대단히 중요하다. 저 임피던스의 접지 시스템은 건축물 사이의 전위차를 감소시켜 전기적 회선에 서지가 인입되는 장애를 감소시킨다.

저 임피던스 접지는 건축물에 기초 접지극과 KS C IEC 61024-1의 2.3에 적합한 B형과 A형 접지 설비를 추가함으로써 이루어 질 수 있다.

접지극, 기초 접지극과 인하도선 간의 상호접속은 시험용 접속점(test joint)에서 실시한다. 그중 몇 개의 시험용 접속점은 내부 뇌 보호 시스템의 등전위 바에도 접속되어야 한다.

한 개의 접지도체와 케이블 경로가 긴 경우는 많은 접지도체를 케이블에 대한 직격뢰가 칠 확률을 감소시킬 수 있도록 케이블 경로 상부에 접지 도체를 시공해야 한다.

여러 건축물의 접지를 상호 접속함으로써 그림 61과 같은 메시 접지 시스템을 얻게 된다. 이 그림은 뇌 보호 빌딩과 관련된 건축물 사이에 케이블 트렌치를 비롯한 메시 접지극 네트워크의 설계를 나타낸다.

3.3.7 접지 시스템의 부식 방지 대책

지중의 아연 도금강재 접지극은 뇌 전류의 주요 부분을 흘릴 수 있는 방전 껍에 의하여 콘크리트 내의 강 보강재에 접속해야 한다(접속 도체의 규격은 KS C IEC 61024-1의 표 6 참조).

지중에서의 직접 접속으로 부식 위험이 현저히 증가 할 아연 도금강은 콘크리트 내에 함께 시공된 강재 부분이 지중에서 접지극에 직접 접속되어 있지 않은 경우에만 지중에서 접지극으로 사용해야 한다.

아연 도금강은 접지극으로써 콘크리트 내에 시공될 수 있고 강제 보강공에 직접 접속될 수도 있다(부속서 A의 **그림 A6**와 **그림 A10** 참조).

금속관이 지중에 있고 등전위 본딩 시스템과 접지시스템에 접속되어 있다면, 절연되지 않은 관의 재료와 접지시스템 도체의 재료는 같아야 한다.

페인트나 아스팔트로 보호 피복된 관은 절연되지 않은 것으로 취급한다. KS C IEC 61024-1의 **2.1.4 비고 1**을 참조하고, 같은 재료를 사용할 수 없는 경우 관 계통은 절연부분에 의해 등전위 본딩 시스템에 접속된 플랜트 부위와 격리되어야 한다. 절연된 부위는 방전궤에 의해 브리지되어야 한다. 방전궤를 이용한 브리지는 배관계통의 음극보호를 위해 절연부위들을 시공한 경우에도 실시되어야 한다.

방전궤으로 뇌 전류의 상당부분을 흘릴 수 있어야 한다.

구리 또는 스테인리스 강도체가 콘크리트 내의 보강봉에 접속된 경우, 접속부와 콘크리트에 접촉하는 도체의 근처 표면은 내부식성 바인딩으로 해야 한다.

납도금된 한 도체는 콘크리트 안에 직접 시공하지 않는다.

납도금된 도체는 내부식성 바인딩 또는 수축 슬리빙(sleeving) 방법에 의하여 부식을 방지한다. 도체들은 PVC 피복으로 보호될 수 있다.

대지에 들어가는 인입점에서 접지 시스템 도체는 반부식 랩핑이나 수축 슬리빙에 의해 지표면 아래와 위 0.3m의 길이에 대하여 부식 방지를 해야 한다.

지중의 도체 간 접속에 사용되는 재료는 접지 시스템 도체와 같은 부식 양상을 가진 재료이어야 한다.

접에 의한 접속은 접속을 한 후 유효한 부식 방지 보호를 한 경우가 아니라면 일반적으로 허용하지 않는다. 주름진 연결에서 훌륭한 부식 보호 효과를 얻었다.

용접된 접속부는 항상 부식 보호를 한다.

지중에서의 금속의 부식에 대해 항상 신중히 검토해야 한다. 실제적인 경험을 통해 다음 사실이 밝혀졌다.

- 알루미늄은 접지극으로 절대로 사용하지 않는다.
 - 납도금된 강도체는 접지 도체로 사용하지 않는다.
 - 납도금된 구리 도체는 고칼슘을 함유한 대지나 콘크리트 내에서는 사용하지 않아야 한다.
- 재료의 선택과 부식 방지에 대한 사항은 **5**를 참고한다.

4. 내부 뇌 보호 시스템의 시공

건축물의 완전한 뇌 보호 시스템을 쉽게 시공하기 위한 일반 건축물의 내부 뇌 보호 설계와 관련된 몇 가지 실용적인 내용을 이 지침에서 기술한다.

건축물 내에 많은 전자 기구가 시공된 경우, 다른 뇌 보호 지대(LPZ)를 결정할 수도 있다(IEC 61312-1 참조).

4.1 내부 도전부의 등전위 본딩

내부 도전부, 외부 도전부 전력 및 통신 시스템(예를 들면 컴퓨터와 안전시스템)은 짧은 본딩 도체로 본딩하거나 필요한 경우, 서지 보호 장치(SPD)를 이용해 본딩을 시공해야 한다. 모든 본딩은 IEC 60364

에 적합해야 한다.

- 서지 보호 장치의 설치장소, 규격 예시는 제1절 3.1.4 해당 내용 및 해설을 참조한다.

본딩용 바 배치를 그림 62에 나타낸다.

본딩 바는 짧은 도체를 이용해 접지 시스템 또는 수평 환상 도체에 연결될 수 있는 위치에 있어야 한다.

본딩 바는 지표면에 가깝고, 저압 전력 주배전반 가까이에 있는 외벽의 안쪽에 적절히 시공하고 환상 접지극, 기초 접지 콘크리트, 가능한 경우 상호 접속된 보강 강재와 같은 자연적 접지극으로 구성된 접지 시스템에 견고하게 접속한다.

KS C IEC 61024-1의 1.3에 적합한 보강 콘크리트 건축물 안의 보강재는 등전위 본딩으로 사용될 수 있다. 이 경우 부속서 A에 기술된 용접 또는 볼트를 한 단자 접속점의 추가 메시 네트워크는 용접된 도체를 경유하여 본딩 바가 접속된 벽 내에 시공한다.

그림 A6과 그림 A10은 콘크리트 내에 시공되고 본딩용으로 사용되는 접속 도체를 용접할 수 있는 연결, 강제 본딩 도체로 된 추가 도체의 구조를 나타낸다.

본딩 도체 또는 본딩 커넥터의 최소 단면적은 50mm^2 의 동 또는 아연도금 강이어야 한다. 엘리베이터레일, 크레인, 금속제 마루, 파이프와 전기 인입 기기 같은 큰 규모의 모든 내부 도전부는 지표면에서, KS C IEC 61024-1의 3.2에 따른 안전거리를 유지할 수 없는 경우는 다른 높이에서 짧은 본딩 도체로 가장 가까운 본딩 바에 접속해야 한다. 본딩 바와 다른 본딩 부분은 예상되는 뇌 전류에 견디어야 한다.

보강 벽을 가진 건축물의 경우, 전체 뇌 전류의 극히 일부분만이 본딩부를 통과해 흘릴 것이 예상된다. 그림 63은 강 보강재가 내부 뇌 보호 시스템, 뇌 등전위와 본딩 시스템의 구성 부재로 사용되는 통신서비스용 건축물의 내부 뇌 보호 시스템의 설계 예이다.

그림 64, 그림 65와 그림 66은 외부 서비스의 여러 개의 인입점을 가진 건축물에서 본딩 배치를 나타낸다.

4.2 외부 인입 설비의 등전위 본딩

외부도전 부분, 전력선과 통신선은 지표면 가까이의 한쪽부분에서 건축물내로 인입되어야 한다.

그림 67과 그림 68에 나타낸 내부 뇌 보호 시스템의 구성 예를 참조한다.

입구의 공통 위치에 있는 본딩 바는 짧은 본딩용 도체로 접지 시스템에 접속되어야 한다. 그림 70은 통신 회선의 주요 통신 장비를 수용한 건축물의 인입구 구성 예를 나타낸다.

어떤 이유로 외부 도전부, 전력선과 통신선이 각각 다른 위치에서 건축물에 들어감으로써 몇 개의 본딩 바를 시공해야 하는 경우, 본딩 바는 접지시스템 즉 환상 접지극에 가능한 경우, 건축물의 보강재 및 기초 접지극에 가깝게 접속되어야 한다.

뇌 보호 시스템에 A형 접지배치가 적용될 경우, 본딩 바는 개별 접지극에 접속해야 하고, 더불어 내부 환상도체 또는 부분을 구성하는 내부 도체에 의해 상호 접속해야 한다(그림 67 참조).

지표면 위의 외부 서비스의 인입을 위해서는, 뇌 보호 시스템의 인하도선과 가능한 경우, 건축물의 금속 보강재에 본드되어야 하는 외부 벽의 내부나 외부의 수평 환상 도체에 본딩 바를 접속해야 한다.

환상도체는 KS C IEC 61024-1의 표 3에 나타난 바와 같이 인하도선 간의 거리를 규칙적으로 나눈 건축물의 강 보강재 및 다른 금속 요소에 접속해야 한다.

전산 센터, 통신용 빌딩과 낮은 레벨 LEMP 유도 장애가 요구되는 기타 건축물로 기본 설계된 빌딩에서 환상 도체는 보통 5m 마다 보강재에 접속되어야 한다(IEC 61312-1 참조).

대형 통신 또는 컴퓨터 설비를 수용하는 보강 콘크리트제 빌딩에서 외부서비스의 본딩하기 위해서나 EMC 요구가 엄격한 건축물은 건축물 금속 보강재 또는 다른 금속제 요소에 다중 접속하는 대형판이 사용되어야 한다.

그림 70은 강 보강 콘크리트의 건축물의 내부 뇌 보호 시스템의 구성 예이다.

KS C IEC 61024-1의 표 6은 뇌 전류의 주요부분, 예를 들면 전체 뇌 전류의 25% 이상을 흘리는 외부 도전부의 본딩을 위한 본딩 도체의 크기를 결정하는데 적용해야 한다.

4.3 내부 설비내 유도 전류의 장애에 대한 보호

외부 뇌 보호 시스템의 도체에 흐르는 전류는 자기경합효과에 의하여 내부 설비의 도체 루프에 과도한 고전압을 유도할 수 있다. 4.1과 4.2에서 기술한 뇌 보호 조치도 함께 실시하면, 이 뇌 전류에 의한 장애는 부속서 B에 표시한 뇌 보호 조치도 현저히 완화될 수 있다.

5. 재료의 선정

5.1 재 료

뇌 보호 시스템의 재료와 사용조건은 KS C IEC 61024-1의 표 4에 나타낸다.

구리, 알루미늄과 철 등 여러 물질로 수뢰부 시스템의 도체, 인하도선과 접지 시스템의 도체의 뇌 보호 시스템 도체를 구성하는 경우, 그 규격을 KS C IEC 61024-1의 표 5에 나타낸다.

자연적 수뢰부의 구성부재로 사용되는 금속판 또는 금속관과 용기의 최소 두께는 KS C IEC 61024-1의 표 2에 적합해야 하고, 본딩용 도체들의 최소 규격은 KS C IEC 61024-1의 표 6과 표 7에 적합해야 한다.

5.2 부식에 대한 보호

뇌 보호 시스템은 구리, 알루미늄, 철과 도금 강재 등 내부식 금속제로 구성되어야 한다. 피뢰침과 수뢰부의 도체는 접속 구성 부재 및 설치 구성 부재의 재료와 전기, 화학적으로 양립되어야 하며 부식 환경이나 습기에 양호한 내부식성이 있어야 한다.

이질 재료 간의 접속은 피해야 하나 그렇지 않은 경우 보호해야 한다. 강재 부분 부식에 대한 보호 조치가 마련되어 있지 않을 경우, 구리 부분은 아연 도금 부분에 결코 시공해서는 안 된다.(5.2.1 참조).

구리 부분에서 아주 미세한 조각이 떨어져서 비록 구리와 아연 도금 부분이 직접 접촉하지 않더라도 도금 부분에 심하게 부식 손상을 시킨다.

알루미늄 도체는 콘크리트나 회반죽과 같은 석회질의 건축물 표면에 직접 부착하거나 지중 상태에 결합 사용해서는 안 된다.

- 이종 간의 접속 중 알루미늄과 접속은 피하는 것을 원칙으로 한다.

5.2.1 지중과 기중의 금속

금속은 금속의 형태와 주위 환경의 특성의 영향을 받은 만큼 부식된다.

습기, 용해염(전해 물질을 형성함), 점화 등급, 전해 물질의 온도와 이동 정도 환경 요인은 서로 결합되어 부식조건을 매우 복잡하게 만든다.

더불어 다양한 자연 또는 공업 오염 물질이 있는 지역 환경은 세계의 다른 지역에서 심각한 변화를 가져왔다. 특정 부식 문제를 해결하기 위해 부식 문제 전문가와 상의하는 것이 좋다.

이질의 금속 사이의 접촉 시 주위나 부분적으로 에워싼 전해질과 결합하여 상대 양극에 가까운 금속의 부식은 완전히 막을 필요는 없다.

상대적 음극 금속의 부식은 전적으로 막을 필요는 없다.

이 반응에서 전해질은 지하수나 습기가 조금 포함된 흙 또는 지상 건축물의 갈라진 틈에 모인 습기일 수도 있다.

뇌 보호 시스템의 부식을 최소화하기 위해 다음을 적용한다.

- 부식을 증가 시킬 수 있는 환경에서는 부적합한 금속사용은 피한다.
- 설계를 할 때 전기적, 화학적으로 동(動)전기적으로 성질이 다른 이질 금속의 접촉을 피한다.
- 사용 조건에 대한 충분한 부식 수명을 확보하기 위해 도체, 본딩용 스트랩, 도체용 단자와 쥘 기구는 단면적이 충분한 것을 사용한다.
- 용접하지 않은 접속부에는 습기를 없애도록 적절한 충전 또는 절연물을 제공한다.
- 부식성 연무나 액체에 민감한 금속제를 스텐드로 하거나 도장 또는 적절한 시공 장소에 이격시킨다.
- 접지극이 본드되는 다른 금속 물질의 동(動)전기 영향을 고려한다.
- 음극 금속(예를 들면 구리)으로부터의 자연 부식물이 양극(예를 들면 강)에 침투하거나, 금속 동재로써 양극 금속 위를 덮을 우려가 있는 곳에서는 설계를 피한다.

앞서 기술한 사항에 적합하도록, 다음 주의사항을 인용 예를 통해 나타내었다.

- 도체의 최소 두께 또는 직경은 강, 알루미늄, 구리, 제1구리의 합금 또는 니켈/크롬/철 합금의 경우, 1.5mm이어야 한다.
- 간격이 가깝고(또는 닿는) 이질 금속 사이의 접촉으로 부식을 일으킬 수 있거나 그런 접촉이 전기적으로 불필요한 곳은 절연 스페이서를 사용하는 것이 좋다.
- 별도로 보호되지 않는 강 도체는 50mm 두께로 용융도금을 한다.
- 알루미늄 지중에 직접 묻거나 콘크리트에 넣거나 직접 취부하지 않으며, 그렇지 않은 경우, 내구성 있는 폐쇄부에 완전히 덮어야 한다.
- 구리/알루미늄 접속은 피한다. 불가피한 경우, 접속은 용접하거나 Al/Cu 시트의 중간층을 이용하여 접촉한다.
- 알루미늄 도체용 피뢰 도선지지 장치나 슬리브는 유사 금속이어야 하며 악천후에 의한 고장을 막기 위해 단면적이 충분해야 한다.
- 구리는 산성, 산화암모니아 또는 황화 조건을 제외하고는 대부분 접지극으로 사용해도 좋다. 그러나

구리가 접속된 철재료에 동전기 손상을 줄 수 있음을 명심한다. 특히 음극 보호 체계가 사용될 때는 부식에 관한 전문가의 충고가 필요할 수도 있다.

- 역동적 유통가스에 노출된 지붕과 인하도선은 고-합금강(>16.5% Cr, >2% Mo, 0.2% Ti, 0.12-0.22N) 사용에 따른 부식에 대해 특별히 주의한다.
- 스테인리스 스틸 또는 다른 니켈 합금이 어떤 내부식 요구에 맞춰 사용될 수도 있다. 또한 점토와 같은 박테리아 조건에서는 연강 레벨로 빨리 부식할 것이다.
더구나 TN-C-S 보호 접지에 본드 된 경우라면, 거의 동이나 강과 마찬가지로 전해질 부식이 쉽게 된다.
- 용접되지 않은 경우, 기중의 강과 구리 또는 구리합금 간의 접속부는 완전히 은박을 입히거나 내습 코팅으로 피복해야 한다.
- 구리 및 구리 합금은 암모니아성 연무 속에서 분류되면서 스트레스 부식을 받기 쉽고, 이들 재료는 특별한 경우, 고정용으로 사용해서는 안 된다.
- 해양/해변 지역에서 모든 도체 접속은 용접하거나 효과적으로 완전히 밀폐한다.

5.2.2 콘크리트 내의 금속제

콘크리트에 강 또는 아연 도금한 강재를 매입함으로써 균등한 알칼리 환경 때문에 금속의 자연 전위가 안정화된다.

더불어 콘크리트는 200Ωm 대 이상으로 균등하게 비교적 높은 저항을 가지고 있다.

결과적으로 콘크리트 내의 보강 바는 그것이 음극 가까운 전극의 재료와 외부에서 접속되어 있더라도 노출시보다 부식에 대하여 더 높은 저항력을 갖는다.

인하도선 등 보강재의 사용은 수뢰부를 위한 접근점이 충분한 두께의 에폭시수지 퍼티(putty)로 완전 캡슐화 되어 있다면 심각한 부식 문제를 만들지는 않는다.

구리 본딩용 커넥터는 습식 콘크리트의 부식 때문에 강본딩용 커넥터를 대신해 사용하지 않아야 한다.

6. 뇌 보호 시스템의 유지 관리

6.1 일반 주의 사항

뇌 보호 시스템을 유지관리하고 검사를 수행하기 위해서는 검사와 유지 관리의 두 프로그램을 조화시켜야 한다.

검사와 유지 관리 프로그램은 건축물의 소유주 또는 그가 임명한 대리자와 협력하여 관계자, 뇌 보호 시스템의 설계자가 정하며 KS C IEC 61024-1의 4.2에 적합하여야 한다.

뇌 보호 시스템의 설계자가 부식 방지를 위해 특별한 사전 주의나 KS C IEC 61024-1의 요구 사항 또는 뇌 손상과 기후 요소에 뇌 보호 시스템이 노출된 정도에 따라 뇌 보호 시스템 구성 부재의 크기를 정하더라도 그 유지관리는 중요하다.

뇌 보호 시스템 구성부재는 부식, 기후에 의한 손상, 기계적 손상과 뇌격에 의한 손상으로 인해 시간이 지남에 따라 그 효과를 상실하는 경향이 있다.

뇌 보호 시스템의 기계적, 전기적 특성은 KS C IEC 61024-1의 설계 요구 사항에 적합하도록 뇌 보호

시스템의 전체 사용 기간을 통하여 충분히 유지 관리되어야 한다.

건축물이나 기기에 변경이 있었거나 건축물의 용도에 변경이 있는 경우, 뇌 보호 시스템도 변경할 필요가 있다.

6.2 유지관리 절차

모든 뇌 보호 시스템에 대해 정기적인 유지 관리 프로그램을 마련한다.

유지 관리의 빈도는 다음에 의한다.

- 기후와 환경에 의한 열화
- 실제 뇌손에 대한 노출정도
- 건축물에 대하여 설정된 보호등급

뇌 보호 시스템의 유지 관리 절차는 개개의 뇌 보호 시스템에 대하여 세우고 건축물의 전체 유지 관리 프로그램의 일부로 한다.

유지 관리 프로그램에는 점검 리스트로 사용될 일상적인 항목을 포함시켜 최근 결과와 이전 결과를 비교할 수 있도록 정확한 유지 관리 지침을 실시한다.

유지 관리 프로그램에는 다음 항목들을 포함시킨다.

- 모든 뇌 보호 시스템의 도체와 시스템 구성 부재의 점검
- 뇌 보호 시스템 설비의 전기적 연속성 점검
- 접지 시스템의 대지 저항 측정
- 서지 보호 장치(SPD)의 점검
- 구성 부재와 도체의 재고정
- 건축물과 그 설비에 부가 또는 변경을 한 후 뇌 보호 시스템의 효율이 감소되었는지 점검

6.3 유지 보수 문서

모든 유지 관리 지침에 대해 모든 기록은 보존하며 취해졌거나 요구되는 조정 내용도 기록한다.

유지 관리 기록으로 뇌 보호 시스템의 구성 부재와 뇌 보호 시스템에 대한 평가를 해야 한다.

뇌 보호 시스템의 유지 관리 기록은 기존의 유지 관리 프로그램을 업데이트함과 동시에 유지 관리 절차를 재검토하는 기초로 사용되어야 한다.

뇌 보호 시스템의 유지 관리 기록은 뇌 보호 시스템의 설계와 뇌 보호 시스템의 검사 기록과 함께 보존한다.

7. 뇌 보호 시스템 검사

7.1 일반 주의 사항

뇌 보호 시스템의 검사는 뇌 보호 전문가가 실시하며, KS C IEC 61024-1의 4.2.1과 4.2.2에 적합해야 한다.

검사자는 설계 기준, 설계 시방서와 설계(기술) 도면 등 뇌 보호 시스템과 관련된 필요 문서를 포함한 뇌 보호 시스템의 설계 보고서를 제공한다.

뇌 보호 시스템의 검사자는 이전의 뇌 보호 시스템의 유지관리와 검사 보고서도 제공해야 한다.

건축물의 전력 설비의 정기검사는 국가 관련 기관이 정할 경우, 뇌 보호 시스템도 동시에 검사한다.

다음의 경우에 모든 뇌 보호 시스템을 검사한다.

- 뇌 보호 시스템의 시공 중 특히 건축물 내에서 은폐되어 접근할 수 없는 구성 부재의 시공 중
- 뇌 보호 시스템의 시공 완료 후

뇌 보호 시스템에 대한 검사 주기는 다음의 요소에 의해 결정한다.

- 보호 건축물 또는 지역의 등급, 특히 손상의 결과적 영향에 따른 등급
- 보호등급
- 지역적 환경, 예를 들면 부식성 주위 환경으로 인해 검사 주기를 짧게 해야 하는 경우
- 각 뇌 보호 시스템의 구성 부재의 재료
- 뇌 보호 시스템의 구성 부재가 설치된 표면의 형태(type)
- 토양 상태와 부식률

앞서 설명한 것 외에, 보호 건축물에 변경이나 보수가 있고 뇌 보호 시스템에 뇌 방전이 있을 때는 언제나 검사해야 한다.

뇌 보호 시스템은 최소 1년에 1번 육안 검사를 실시해야 한다.

심한 기후 변화와 극심한 기후 조건의 지역은 뇌 보호 시스템을 더욱 자주 육안 검사하는 것이 좋다.

전체적인 검사와 시험은 2년에서 6년 간격으로 실시한다. 예를 들면 심한 기계적 스트레스에 노출되는 뇌 보호 시스템의 부분, 서지 보호 장치, 케이블과 배관의 본딩 등 주요 계통은 1~4년마다 건축물의 용도와 보호 건축물 주위 환경에 따라 전체 검사를 실시한다.

주문이 적용되지 않을 경우, 표 8에서 뇌 보호 시스템의 검사 기간을 추천하고 있다.

지리적 지역 특히 온도와 강우량에 계절적 변화가 극심한 지역에서는, 각 상이한 기후에 대해 저항률 심도를 측정하여 접지 저항의 변동을 감안한다.

저항률 양상이 설계시 예상했던 것보다 변화가 클 때, 특히 검사 중에 저항률이 꾸준히 증가할 때는 접지 시스템의 개량을 검토한다.

7.2 검사 절차

시험의 목적은 시스템이 KS C IEC 61024-1의 모든 요구 사항에 적합한지 확인하는 것이다.

시험은 기술적 기록을 점검, 육안 검사, 시험과 검사 기록으로 이루어진다.

7.2.1 기술적 기록

기술적 기록은 기준대로 완전하고 적합하며 시공된 대로 설비와 조화를 이루는지 점검해야 한다.

7.2.2 육안 검사

육안 검사로 다음사항을 확인해야 한다.

- 시스템이 양호한 상태인지 여부
- 뇌 보호 시스템의 도체와 접속점에 느슨한 곳이 없고 파손 부위가 없는지 여부
- 지표면에서 부식으로 인해 시스템의 어느 부분이 약화된 곳이 없는지 여부

- 모든 접지 접속은 손상되지 않고 완전한지 여부
- 모든 도체와 시스템 구성 부분이 설치 표면에 견고히 부착되었고 기계적 보호를 하는 구성 부재가 인장되지 않았는지 여부
- 추가 보호가 필요한 보호 건축 상의 추가 시설 및 변경이 없는지 여부
- 뇌 보호 시스템, 서지 보호 장치와 그것을 보호하는 퓨즈에 대한 손상의 징후는 없었는지 여부
- 지난 검사 이후 건축물 내부에 새로운 서비스나 추가 시설에 대해 등전위 본딩이 적절히 이루어졌고 연속성 시험이 실시되어 왔는지 여부
- 건축물내의 본딩용 도체와 접속이 존재하고 손상되지 않았는지 여부
- 안전거리가 유지되는지 여부
- 본딩용 도체와 접속부, 차폐장치, 케이블 경로와 서지 보호 장치를 점검하고 시험했는지 여부

7.2.3 시험

뇌 보호 시스템의 검사와 시험에는 육안 검사가 포함되며 다음을 통해 완수해야 한다.

- 처음 시공 기간 중에 육안으로 점검을 할 수 없었고 추후에도 육안 검사를 할 수 없는 뇌 보호 시스템의 부분에 대한 연속성 시험 실시
- 시스템의 나머지 부분과 분리한 접지 시스템의 접지 저항 시험을 실시하며, 이 시험 결과는 이전 시험 결과와 비교되고 해당 토양 조건에 대한 현재 허용 값이 비교되어야 한다. 같은 시험 절차를 통해 얻은 이번 결과 값이 이전과 차이 나는 경우, 차이 이유를 알아내기 위한 추가 조사가 이루어져야 한다.

7.3 검사 기록

뇌 보호 시스템의 검사를 쉽게 할 수 있도록 뇌 보호 시스템의 검사 지침이 준비되어야 한다. 이 지침에는 검사 과정을 통하여 검사자에게 지침이 될 만한 충분한 정보를 포함하여 검사자가 뇌 보호 시스템의 시공 방법, 뇌 보호 시스템 구성 부재의 형태와 상태, 시험 방법, 시험 결과의 적절한 기록 등 관련된 모든 중요 분야를 문서화할 수 있다.

검사자는 뇌 보호 시스템의 검사 보고서에 이전에 철해진 보호 설비 관련 유지 관리 검사 보고서와 함께 보관해야 하는 뇌 보호 시스템 검사 보고서를 작성해야 한다.

뇌 보호 시스템의 검사 보고서에는 다음 사항에 관련된 정보를 포함되어야 한다.

- 수뢰부의 도체와 기타 수뢰부의 구성 부재의 일반 조건
- 부식의 일반적인 등급과 부식 보호조건
- 뇌 보호 시스템의 도체와 구성 부재 취부의 안전성
- 접지 시스템의 접지 저항 측정
- KS C IEC 61024-1의 요구 사항에서 벗어난 사항
- 뇌 보호 시스템의 모든 변경과 확장 및 건축물 상의 어떤 변경 사항을 기록

더불어 뇌 보호 시스템의 시공도면과 뇌 보호 시스템의 설계 시방서의 재검토가 이루어져야 한다.

- 실시시험 결과

8. 생명에 대한 위험

보폭 전압 U_s 및 접촉전압 U_t 는 KS C IEC 61024-1에 따라 설계되고 시공되어도 뇌 보호 시스템이 보호하는 공간내의 생명에 위험할 수도 있다.

IEC 61662에 의하면 다음의 안전 조건이 만족되어야 한다.

8.1 보폭 전압

8.1.1 A형 접지 설비

KS C IEC 61024-1의 2.3.3.1

$$\rho_s \geq 1200 \times \rho^{0.215}$$

8.1.2 B형 접지 설비

KS C IEC 61024-1의 2.3.3.2

$$\rho_s \geq 140 \times k_c \times Z$$

8.2 접촉 전압

8.2.1 A형 접지 설비

$$\rho_s \geq 1250 \times k_c - 250$$

8.2.2 B형 접지 설비

$$\rho_s \geq 400 \times k_c \times Z - 250$$

여기에서,

ρ : 토양의 체적 저항률($\Omega.m$)

ρ_s : 지표층의 저항률($\Omega.m$)

Z : 접지시스템의 임펄스 대지/접지 (표 9 참조)

k_c : KS C IEC 61024-1에 따른 여러 종류의 외부 뇌 보호 시스템에 대한 근접 거리 계수.

그림 3 1차원적 구성 $k_c = 1$

그림 4 2차원적 구성 $k_c = 0.66$

그림 5 3차원적 구성 $k_c = 0.44$

비고 - 특수한 경우의 k_c 에 계산은 2.7.1을 참조할 것.

8.3 전기 쇼크의 확률을 줄이기 위한 조치

전기 쇼크의 가능성은 다음 조치에 의해 매우 효과적으로 저감될 수 있다.

8.3.1 기초 접지 전극과 유사한 구성의 접지극 배치

8.3.1.1 보폭 전압에 의한 쇼크

- k_c 값의 감소
- 인하도선 수의 증가
- 지표층의 저항률 ρ_s 의 증가 또는 아스팔트와 같은 절연 재료층의 삽입

8.3.1.2 접촉 전압에 의한 쇼크

- k_c 값의 감소
- 지표층의 저항률 ρ_s 의 증가
- 노출도체 위에 100kV 너 임펄스 내전압 갖는 절연을 마련 (최소 3mm 굵기의 CV전선)

8.3.2 건축물 주위 넓은 지역을 보호하는 접지 시스템

8.3.2.1 보폭 전압에 의한 쇼크

- ρ_s/Z 비의 증가
- 지표층의 저항률 ρ_s 의 증가
- 인하도선 수의 증가
- 접지 시스템 네트워크의 메시 크기 감소

8.3.2.2 접촉전압에 ρ_s 의한 쇼크

- 지표층의 저항률 ρ_s 의 증가
- 인하도선 수의 증가
- 접지 시스템 네트워크의 메시 크기 감소

<표 1> 뇌 보호 관리

<p>1. LPS 개념</p> <p>1.1 과제 및 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전체 개념 - 보호 수준 - 보호 구역 - 접촉의 정의 - 차폐 <p>1.2 시행 및 책임</p> <ul style="list-style-type: none"> - LPS 설계자 - 원리 - 건축가 - 구조/빌딩 건설자 - 구조 공급 계약자 - 고문 기술자
<p>2. 사전 설계</p> <p>2.1 과제 및 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제도 - 설명 - 계획 <p>2.2 시행 및 책임</p> <ul style="list-style-type: none"> - LPS 설계자 - 다른 고문 기술자
<p>3. 최종 설계</p> <p>3.1 과제 및 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 구조 제도 - 세부 제도 <p>3.2 시행 및 책임</p> <ul style="list-style-type: none"> - LPS 공급자 - 고문 기술자 - LPS 설계자
<p>4. 건축 구조, 부지 감독, 품질 보장</p> <p>4.1 과제 및 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 문서 - 구조 및 세부 설계의 변경 <p>4.2 시행 및 책임</p> <ul style="list-style-type: none"> - LPS 공급자 - LPS 설계자 및 LPS 설치자 - 권위 있는 LPS 시험 기술자
<p>5. 수 용</p> <p>5.1 과제 및 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실제 조건을 결정하고 규칙 및 규제를 따름 <p>5.2 시행 및 책임</p> <ul style="list-style-type: none"> - 구조에 대한 중립적인 검사관 - LPS 설계자 및 LPS 설치자 - 권위 있는 LPS 시험 기술자
<p>6. 유 지</p> <p>6.1 과제 및 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 규제를 따르는 것에 대한 결정 - 구조 변경 및 필요한 보호 조치에 대한 결정 - 필요한 경우, 새로운 설계 <p>6.2 시행 및 책임</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고문 기술자 - LPS 공급자 - 권위 있는 LPS 시험 기술자 - LPS 설계 및 LPS 설치자

<표 2> 계수 k_c 의 값

인하도선 접지 종류 시스템의 유형	접지 수준에서 상호 연결되지 않은 것	접지 수준에서 상호 연결된 것
단일 로드	1	1
전 선	1	그림 33 참조
메 시	1	그림 34 참조

<표 3> 지면의 저항률, $\rho(\Omega \cdot m)$ 에 따른 등전위 접지 저항값 Z, Z_I

ρ [$\Omega \cdot m$]	Z_I [Ω]	보호수준과 관련된 등위 접지 저항 Z [Ω]		
		I	II	III-IV
100	8	4	4	4
200	13	6	6	6
500	16	10	10	10
1000	22	10	15	20
2000	28	10	15	40
3000	35	10	15	60

<표 4> 차폐 조건에 따라 고려하는 케이블 길이

스크린의 조건	l_c
저항률이 $\rho(\Omega \cdot m)$ 인 지면과의 접촉	$l_c \leq 8\sqrt{\rho}$
지면 또는 공기에서의 절연	l_c = 건물과 차폐한 접지점에 가장 가까운 곳 사이의 거리1

<표 5> 다른 정격 전압에서 케이블 절연 전압(kV)에 견딜 수 있는 충격

정격 전압 [kV]	U_c [kV]
≤ 0.05	5
0.22	15
10	75
15	95
20	125

<표 6> 추천하는 고정 중심

배 열	고정 중심 [mm]
수평 표면에서의 수평 도체	1000
수직 표면에서의 수직 도체	500
수직 도체	1000
20m 위에 있는 수직 도체	750
25m 위에 있는 수직 도체	500
비고 이 표는 특별한 조건을 요구하는 불박이 형태의 고정된 것에는 적용하지 않는다.	

<표 7> 다른 보호 수준에 대한 매개변수 b 의 값

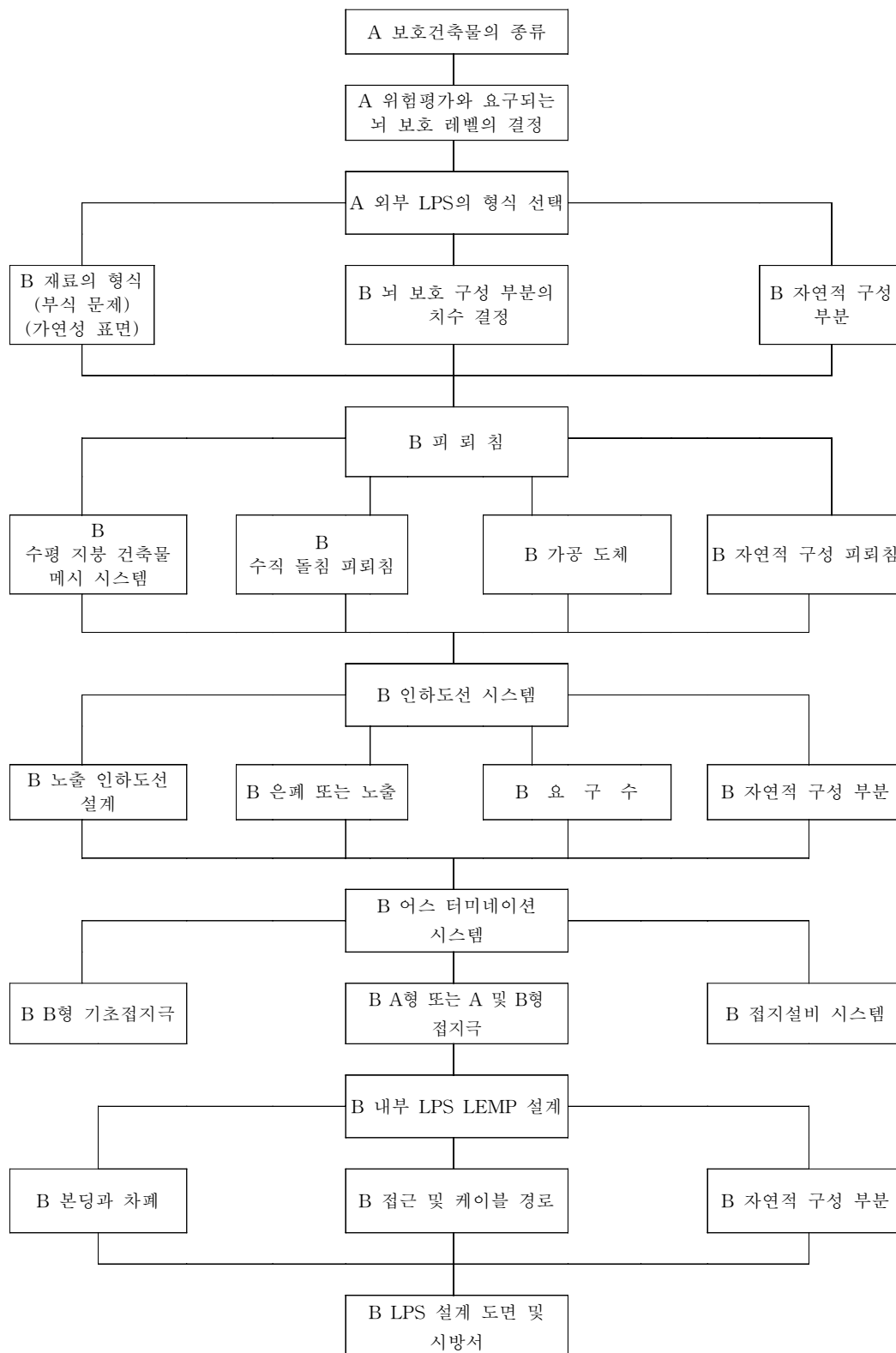
보호 수준	b
I	0.4
II	0.3
III 및 IV	0.25

<표 8> LPS의 검사기간

보호 수준	두 개의 완전한 검사 사이의 간격	엄밀한 시스템 검사 사이의 간격
I	2년	6개월
II	4년	12개월
III, IV	6년	12개월

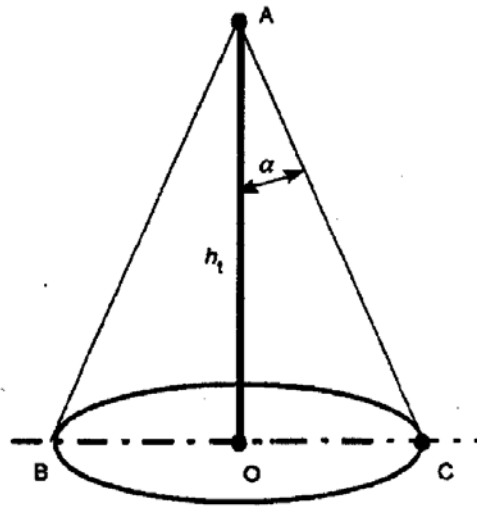
<표 9> 바닥 저항률 ρ 에 대한 함수로서 접지 종료 Z 의 충격 접지 저항

저항률 ρ [$\Omega \cdot m$]	보호 수준	
	I	II에서 IV
	Z [Ω]	Z [Ω]
100	4	4
200	6	6
500	10	10
1000	10	20
2000	10	40
3000	10	60



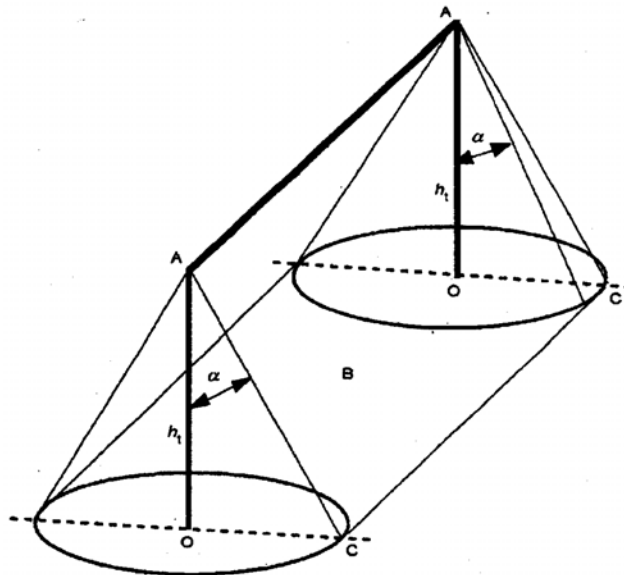
비고 - 1. A는 KS C IEC 61024-1-1 참조 : B는 이 표준(KS C IEC 61024-1-2) 참조
 2. 인터페이스 · 건축가 엔지니어 및 뇌 보호 설계자 모두의 협력 필요

그림 1 뇌 보호 시스템 설계 흐름도



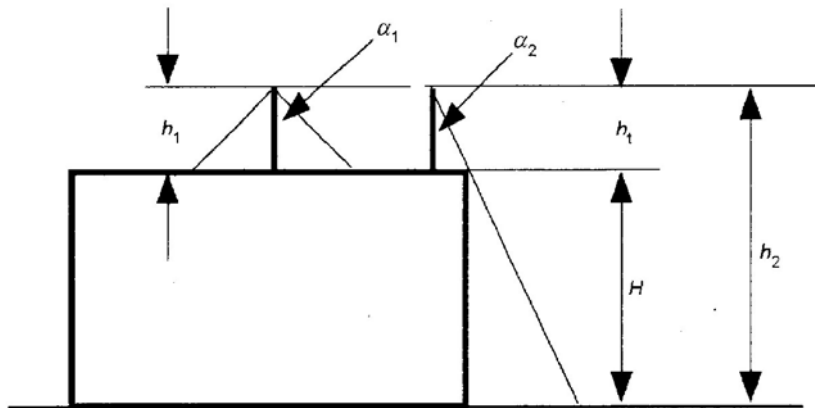
- A 수뢰부 끝
- B 기준평면
- OC 보호범위의 반경
- h_t 기준평면 위의 피뢰침 높이
- α KS C IEC 61024-1의 <표 1>의 보호등급에 적합한 보호각

그림 2 KS C IEC 61024-1의 표 1에 적합한 보호각법에 따른 단일점, 수뢰부 돌침A가 만드는 원뿔내 보호범위



비고 - 범례에 대하여는 그림 2 참조

그림 3 KS C IEC 61024-1의 표 1에 적합한 보호각법에 따른 수평 도체가 만드는 보호 공간



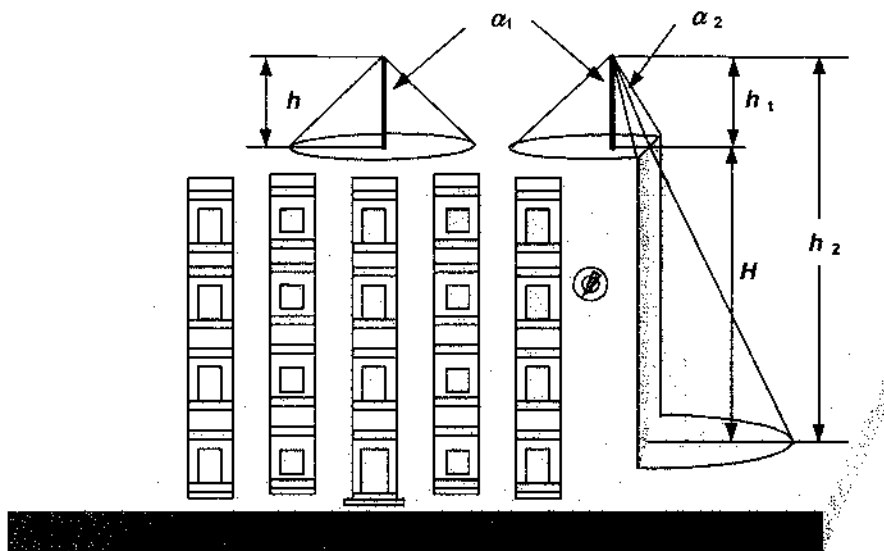
h_t : 피뢰침의 자체높이

비고 - 보호각 α 는 지붕표면(기준평면)상의 높이인 수뢰부의 높이 $h=h_1$ 에 해당한다.

α_1 : 보호각 α_2 는 대지기준평면으로 높이 $h_2=h_1+H$ 에 해당한다.

그림 4 KS C IEC 61024-1의 표 1에 따른 다른 높이에 대한 보호각법

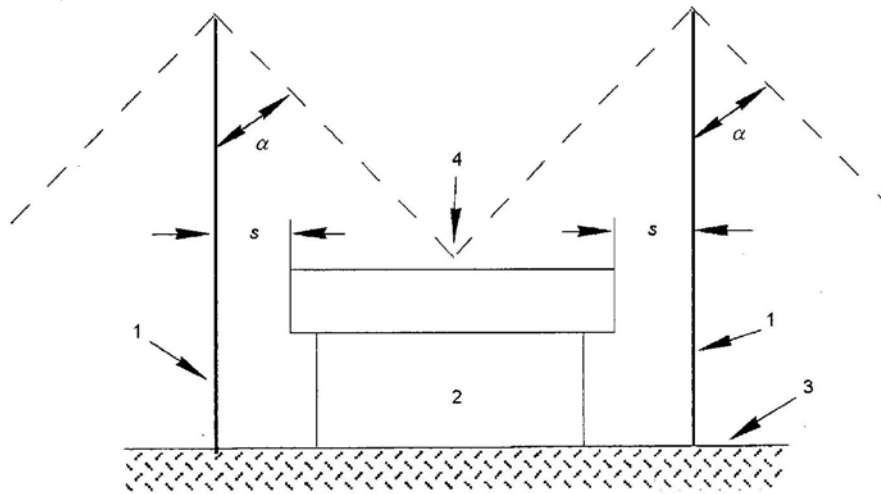
- 그림 4의 추가적 사항은 다음 그림을 참조한다.



h_t is the physical height of an air-termination rod.

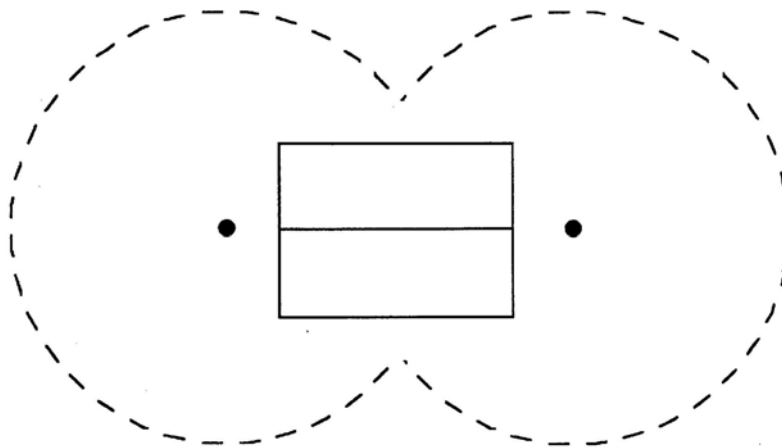
NOTE - The protective angle α_1 corresponds to the air-termination height $h=h_1$, being the height above the roof surface to be protected (reference plane); the protective angle α_2 corresponds to the air-termination height $h_2=h_1+H$, being the height above the soil as reference plane.

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)



- 1 수뢰부 지주
- 2 보호건축물
- 3 기준평면
- 4 보호원뿔의 교차점
- s KS C IEC 61024-1의 3.2에 따른 이격거리
- α KS C IEC 61024의 표 1에 적합한 보호각

그림 5a 수직면에 투영

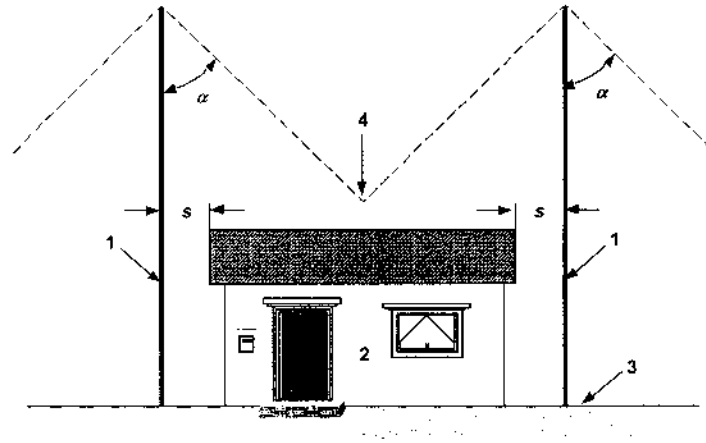


비고 - 두 개 원은 기준평면상의 보호지역

그림 5b 수평면으로 투영

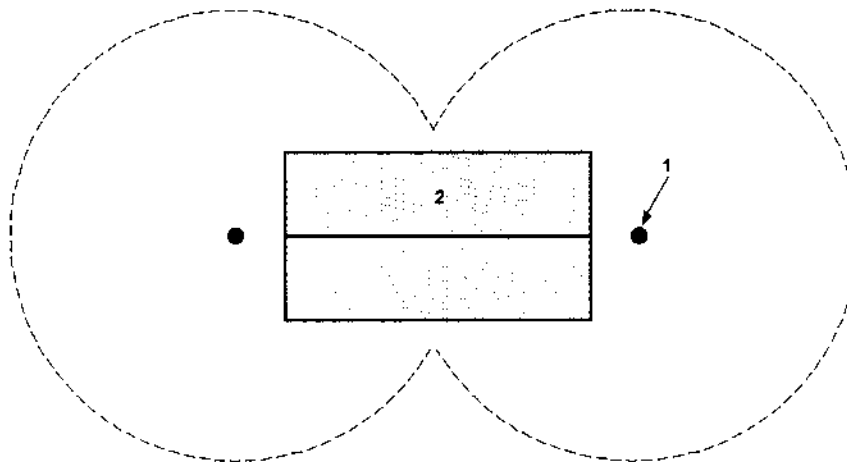
그림 5 보호각법에 따라 설계한 2개의 수뢰부 지주를 사용한 독립된 외부 뇌 보호 시스템

- 그림 5의 추가적 사항은 다음 그림을 참조한다.



- 1 Air-termination mast
- 2 Protected structure
- 3 Reference plane
- 4 Intersection between protective cones
- s Separation distance according to 6.3
- α Protective angle complying with table 2

< Projection on a vertical plane >



NOTE – The two circles denote the protected area on the reference plane.

< Projection on the horizontal reference plane >

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)

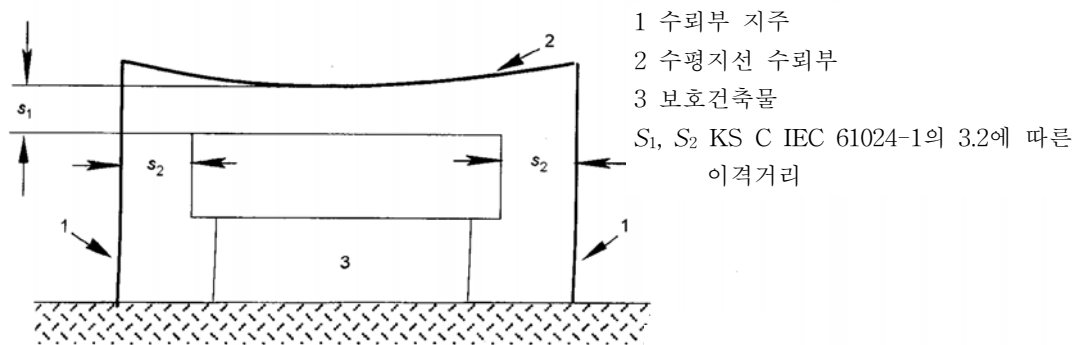


그림 6a 2개의 지주를 포함시켜 수직면에 투영

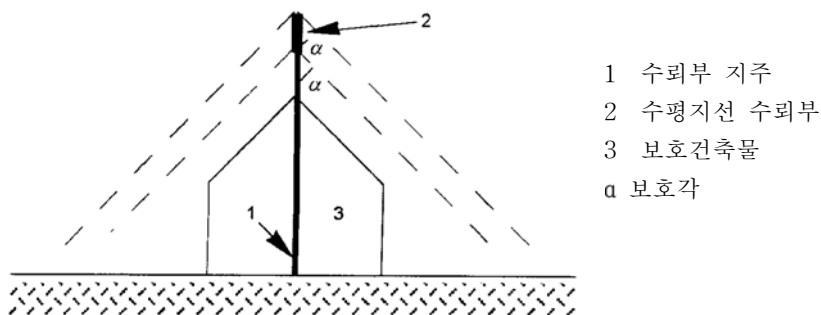
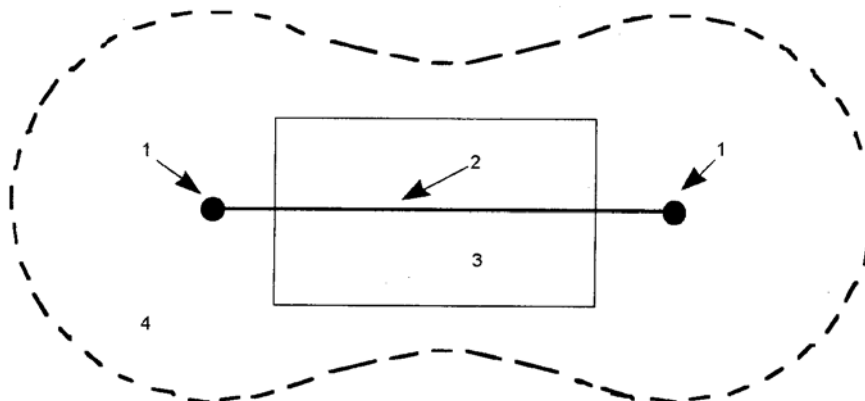


그림 6b 2개의 지주를 포함하는 평면에 수직 평면으로 투영



- 1 수뢰부 지주
- 2 수평지선 수뢰부
- 3 보호건축물
- 4 참조 평면상의 보호지역

비고 - 수뢰부의 높이가 20m를 초과할 때는 측면 방전의 위험이 있다.

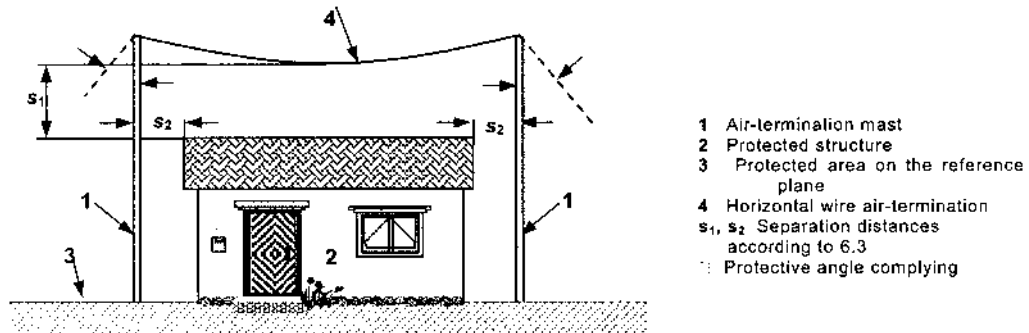
그림 6c 수평 기준 평면에서의 투영

비고 - 보호각 수뢰부 설계 방법에 따라 설계된 수뢰 시스템. 모든 구조물은 보호 체적 내에 있어야 한다. 그림 6a, 6b와 6c를 비교할 것

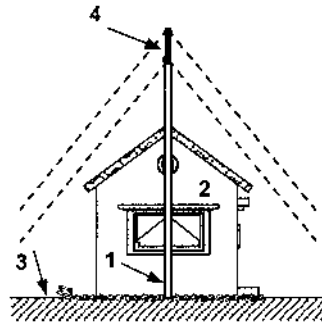
그림 6 수평 가공 지선으로 상호 접속된 2개의 이격된 수뢰 지주를 사용한 외부 뇌 보호 시스템

독립된

- 그림 6의 추가적 사항은 다음 그림을 참조한다.

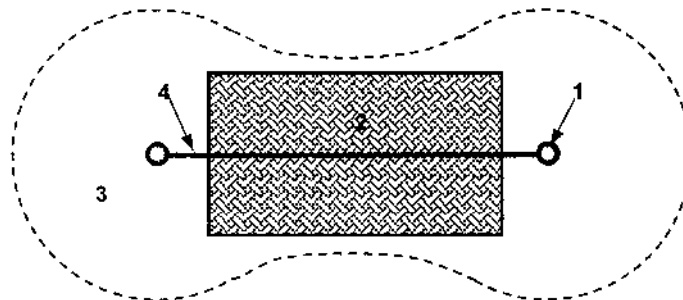


< Projection on a vertical plane containing the two >



NOTE 1 – For legend see figure

< Projection on a vertical plane perpendicular to the plane containing the >



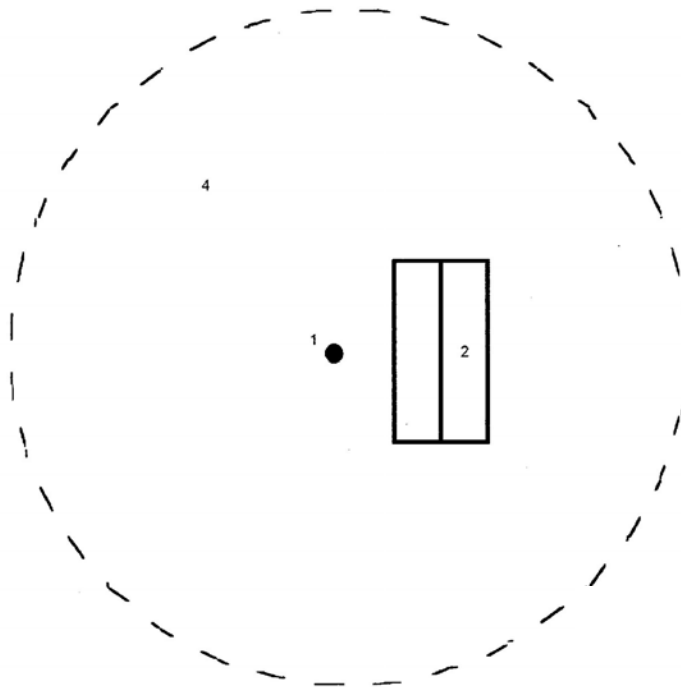
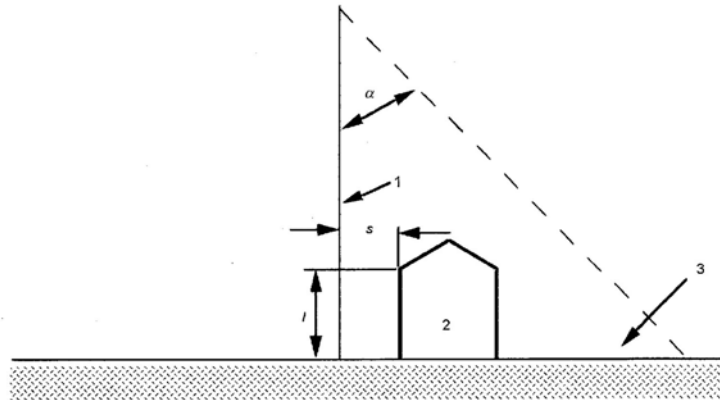
NOTE 1 – For legend see figure 12a.

NOTE 2 – There is a risk of side flashing if the air termination exceeds a height of 60m.

< Projection on the horizontal reference plane >

NOTE – The air termination system is designed according to the protective angle air termination design method. The whole structure shall be inside the protected volume. Compare figures 10, 11a and 11b.

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)



1 수뢰부 지주

2 보호건축물

3 기준평면

4 기준평면 상의 보호지역

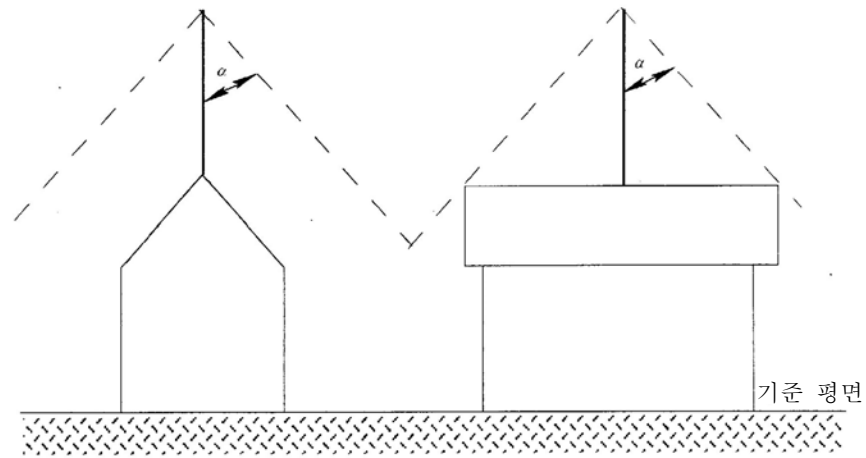
l 안전거리 d 에 평가를 위한 길이

α 보호각

s KS C IEC 61024-1DML 3.2에 따른 이격거리

비고 - 지주의 보호원뿔 안에 구조물 전체가 놓이도록 수뢰부 지주를 설계하고 설치한다.

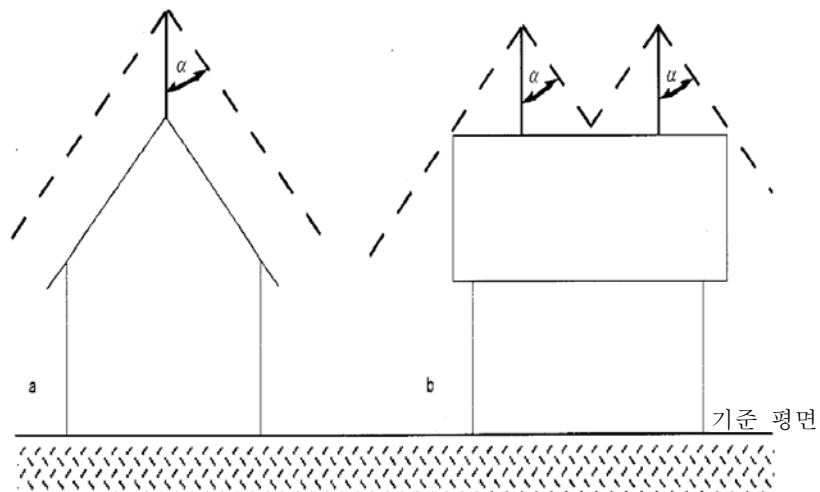
<그림 7> 1개의 수뢰부 지주를 사용한 건축물을 위한 독립된 외부 뇌 보호 시스템



α 보호각

비고 - 피뢰침의 정상은 KS C IEC 61024-1, 표1에 나타난 값 이하이어야 한다. 지표면은 기준 평면으로 가정한다.

그림 8 보호각법을 이용한 평평한 지붕 건축물상의 독립되지 않은 보호 시스템의 수뢰부

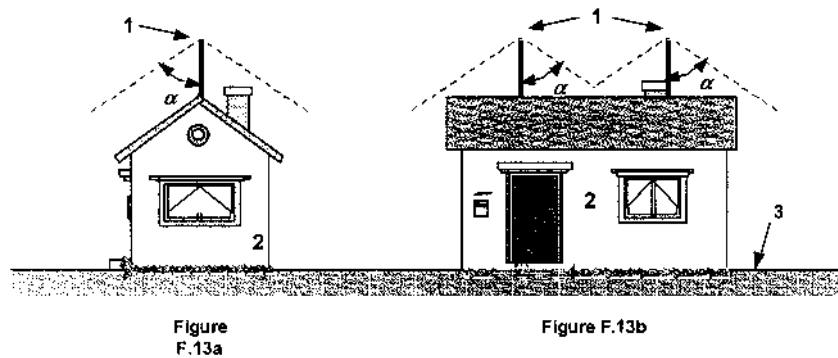


α 보호각

비고 - 그림 9a 및 9b에서 건축물 전체가 피뢰침이 만드는 보호원뿔 내에 놓여야 한다.

그림 9 보호각법에 따라 피뢰침을 이용한 독립되지 않은 뇌 보호 시스템의 수뢰부 설계 예

- 그림 9의 추가적 사항은 다음 그림을 참조한다.

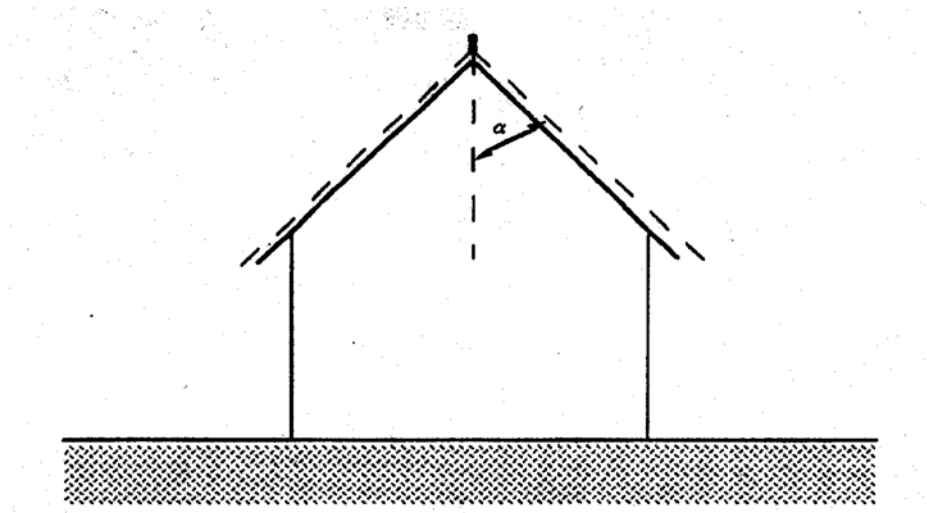


- 1 Air-termination rod
- 2 Protected structure
- 3 Assumed reference plane
- α Protective angle complying with table 2

NOTE – The whole structure, figures F.13a and F.13b, shall be inside the protective cones of the air-termination rods.

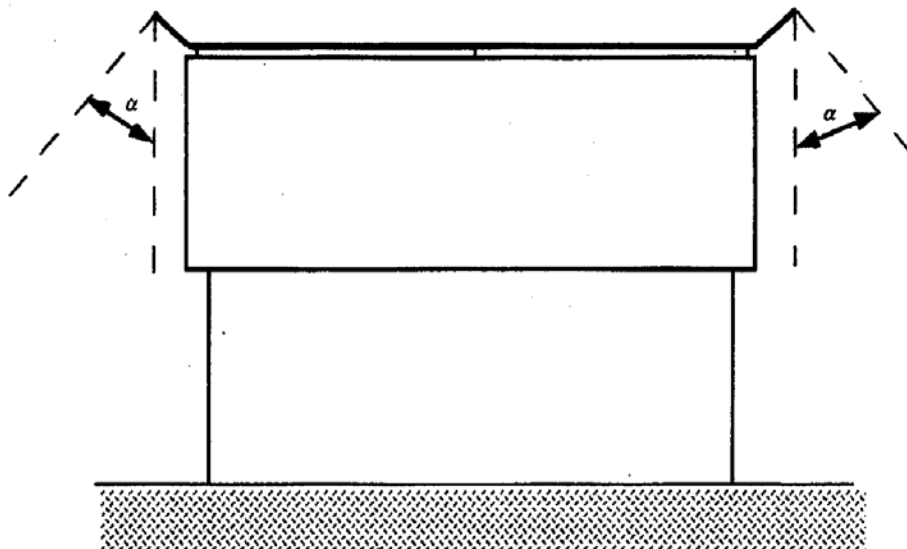
< Example of design of an air-termination of a non-isolated LPS by air-termination rods according to the protective angle air-termination design method >

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)



α 보호각

그림 10a 도체를 포함하는 평면과 직각을 이루는 수직 평면으로 투영

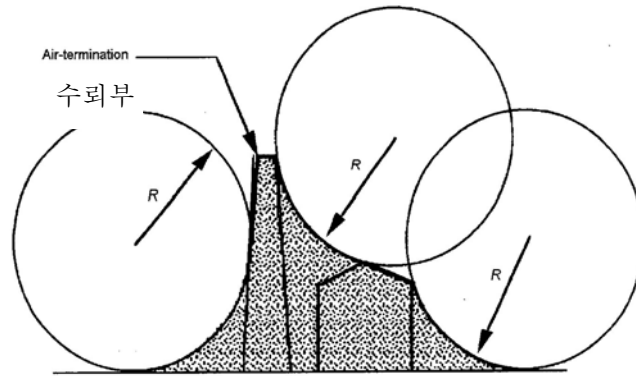


α 보호각

그림 10b 도체를 포함한 수직평면으로 투영

비고 - 건축물 전체가 보호체적 내에 있어야 한다. 그림 10a 및 10b

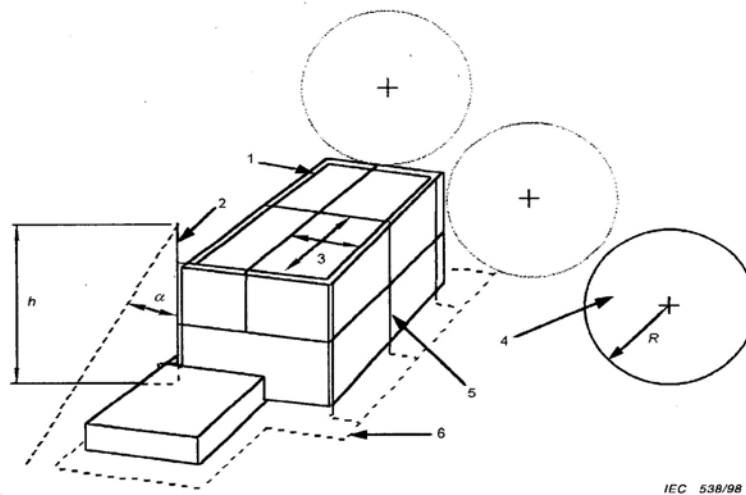
그림 10 보호각 수취부 설계 방법에 따라 수평 도체를 이용한 독립되지 않은
되 보호 시스템의 수취부 설계 예



R KS C IEC 61024-1의 표 1에 따른 회전구체의 반경

비고 - 수뢰부의 뇌 보호 시스템 도체는 회전구체와 접촉하는 모든 점과 부분에 설치하며, 이때 구의 반경은 선정된 보호에 적합하다.

그림 11a 회전 구체법을 이용한 뇌 보호 시스템의 수뢰부 설계



1 차단용 지선

2 차단용 돌침

3 메시 크기

4 회전 구체

5 인하 도선

6 접지극

H 수뢰부의 지표상 높이

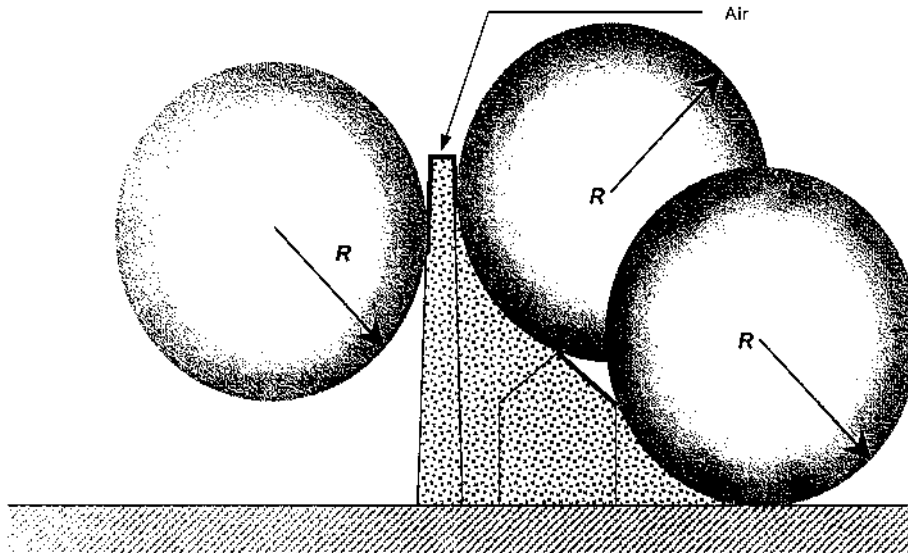
α 보호각

R KS C IEC 61024-1의 표 1에 따른 회전 구체의 반경

<그림 11b> - 수뢰부 요소의 일반적인 배치

그림 11 회전 구체법을 이용한 뇌 보호 시스템의 수뢰부 설계와
수뢰부 요소의 일반적인 배치

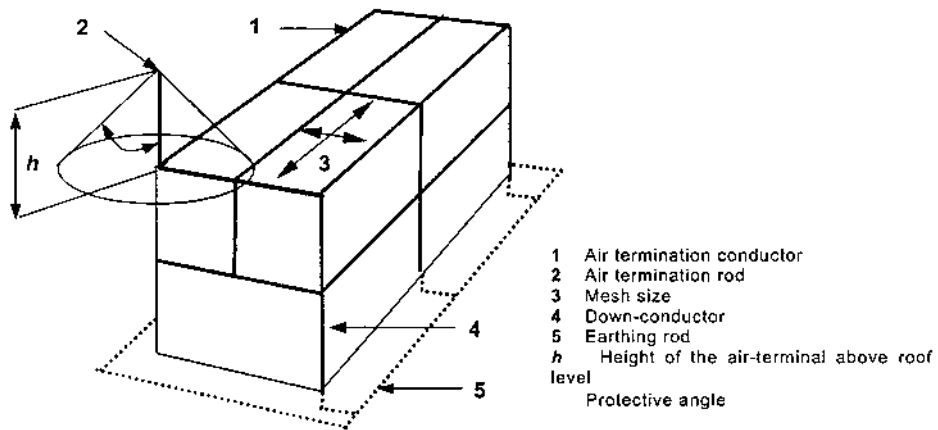
- <그림 11>의 추가적 사항은 다음 그림을 참조한다.



R Radius of the rolling sphere according to table 2

NOTE - Air-termination LPS conductors are installed on all points and segments which are in contact with the rolling sphere, whose radius complies with the selected lightning protection level.

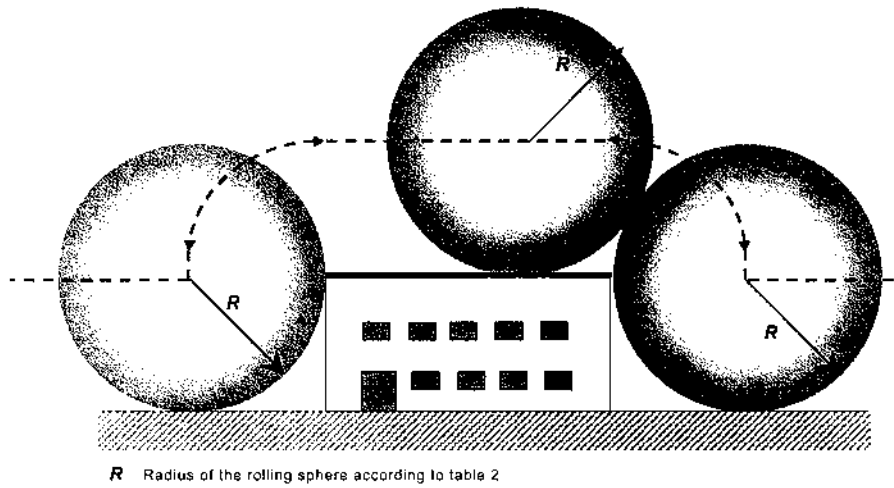
<Design of an LPS air-termination according to the rolling sphere>



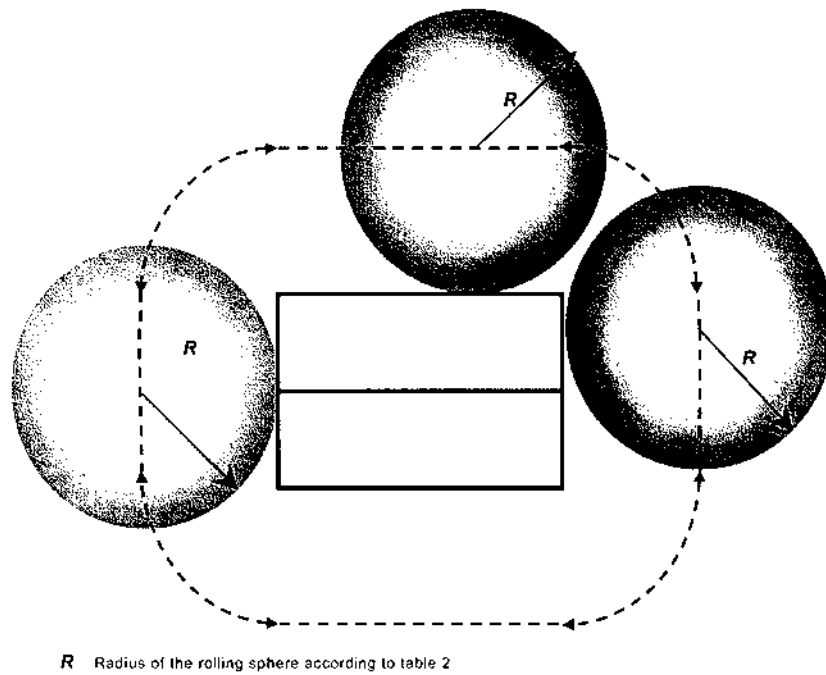
<General arrangement of air-termination>

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)

- 회전구체법 적용의 예는 다음 그림을 참조한다.

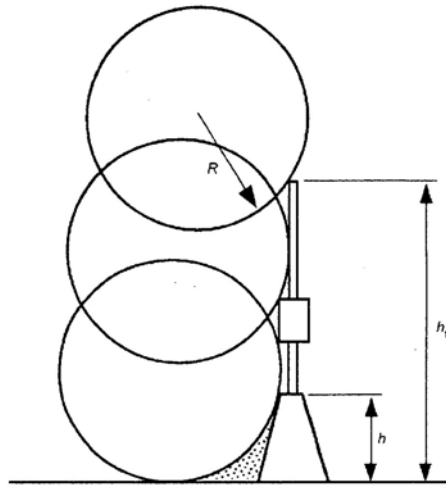


< Points at which lightning will strike a building (side view) >



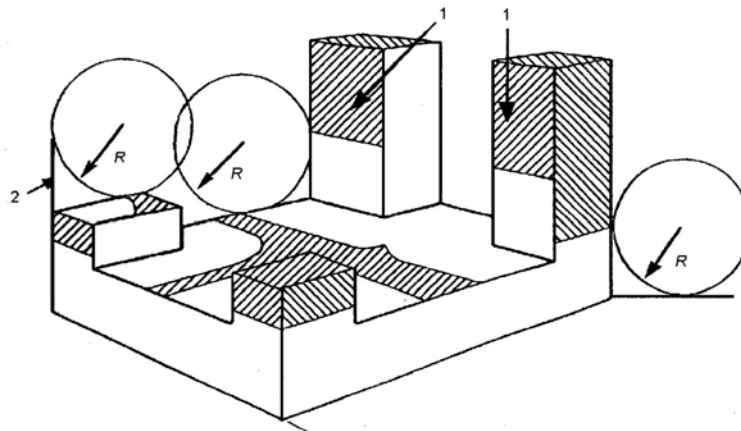
< Points at which lightning will strike a building (plan view) >

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)



- R KS C IEC 61024-1의 표 1에 따른 회전구체의 반경
 h_t 탑, 지주와 피뢰침의 자체 높이
 h KS C IEC 61024-1의 표 1에서 적용한 수뢰부의 높이

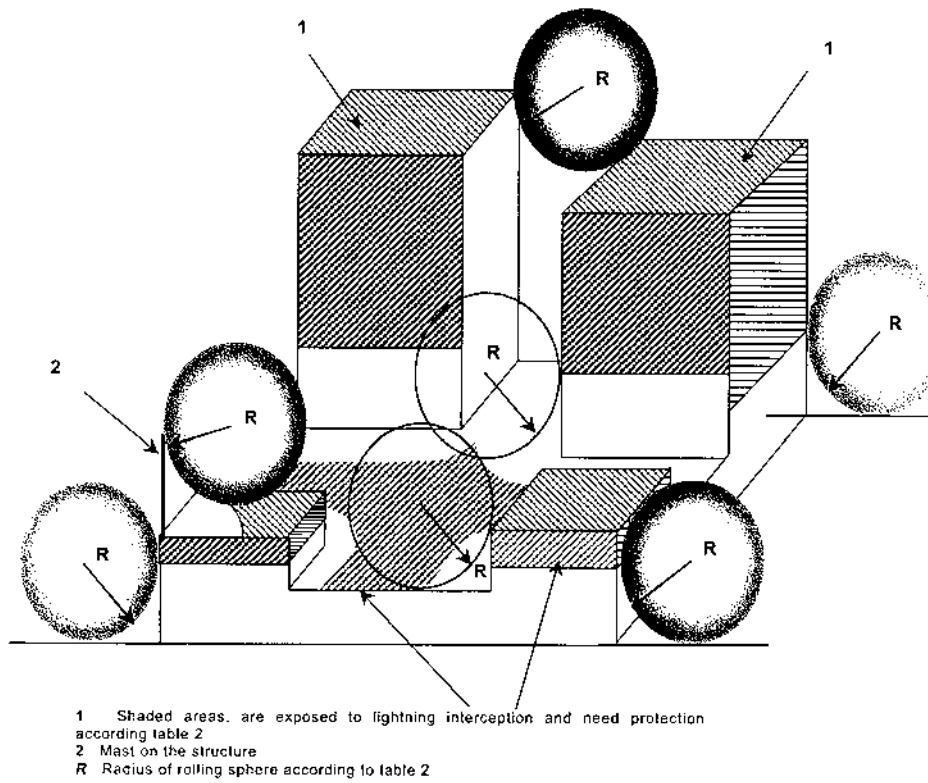
그림 12 회전 구체법을 이용한 탑 부분의 뇌 보호 시스템 설계



- 1 비고 참조
 2 건축물 위의 지주
 R 회전구체의 반경, KS C IEC 61024-1의 표 1
 비고 - 빗금친 지역(I)은 뇌 차폐에서 노출되어 있어 KS C IEC 61024-1의 표 1에 따라 보호가 필요하다.

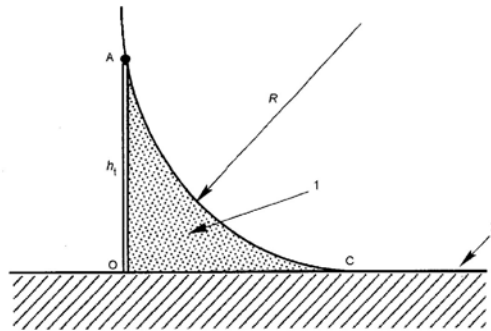
그림 13 복잡한 형상의 건축물 옥상에 설치한 뇌 보호 시스템의 수뢰부 도체 네트워크의 설계

- 그림 13의 추가사항은 다음 그림을 참조한다.



<Design of an LPS air-termination conductor network on a structure with complicated shape>

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)



1 보호공간

2 기준평면

R KS C IEC 61024-1의 표 1에 따른 회전구체의 반경

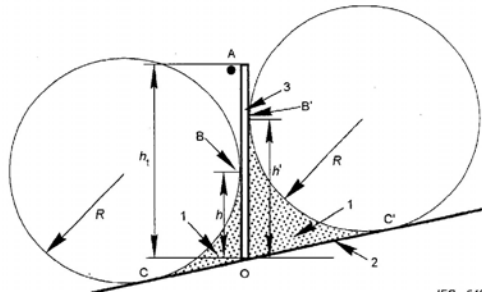
OC 보호지역의 반경

A 수평수뢰부도체상의 점

$h_t = h$ KS C IEC 61024-1의 표 1 참조

h_t 기준평면위 수뢰부 도체의 자체 높이

그림 14 회전 구체법을 사용한 피뢰침, 지주 또는 수평 지선 보호 공간 ($h_t < R$)



1 보호 공간

2 기준 평면

3 피뢰침

R KS C IEC 61024-1의 표 1에 따른 회전구체의 반경

h, h' KS C IEC 61024-1의 표 1에 따른 수뢰부의 높이

h_t 기준 평면 위 수뢰부의 자체 높이

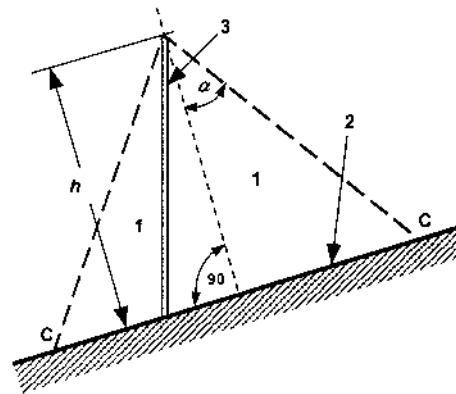
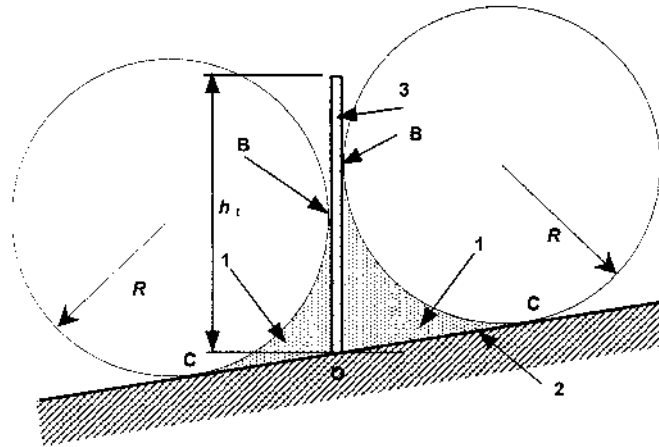
A 수평 수뢰부 도체상의 점

B, C, B', C' 회전구체와 만나는 점

비고 - 높이 h 및 h' 는 h_t 보다 낮아야 한다. h 의 2배 즉 h 와 h' 는 경사진 기준 평면 위에 적용될 수 있다.

그림 15 회전 구체법을 A에서의 피뢰침, 지주 또는 수평면 지선의 보호 공간

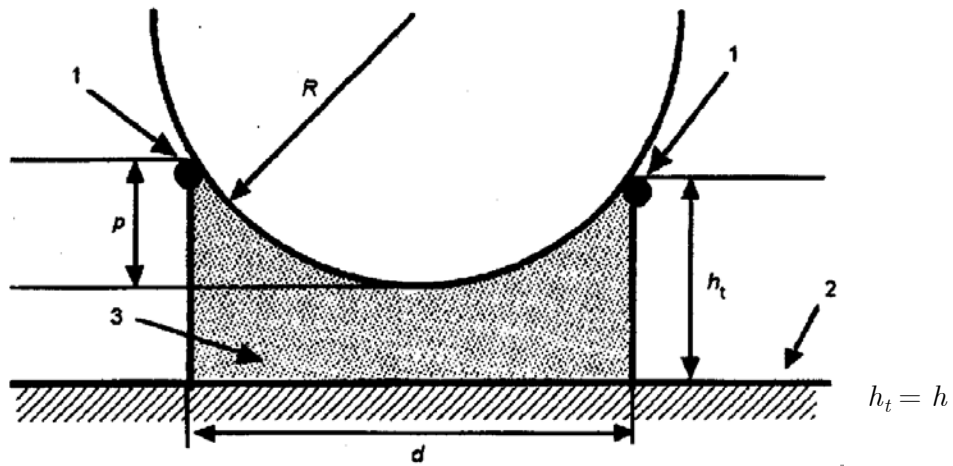
- 경사면 구조물의 회전 구체법, 보호각법의 기준은 다음 그림을 참조한다.



- 1 Protected space
- 2 Reference plane
- 3 Air-termination rod
- R Radius of the rolling sphere according to table 2
- h Height of air-termination according to figure attached to table 2
- h_t Physical height of air-termination above the horizontal reference plane
- α Protection angle resulting from figure attached to table 2
- B, C, B', C' Touching points with the rolling sphere
- C, C' Limit of the protected area

< Protected space of an air-termination rod or mast using the rolling >

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)



- 1 2개의 수뢰부 수평지선 또는 2개의 피뢰침을 이용한 보호 공간
- 2 기준 평면
- 3 전체 보호 지역

h_t 기준 평면 위의 피뢰침 자체의 높이

p 회전 구체의 침투 거리

h KS C IEC 61024-1의 표 1에 따른 수뢰부의 높이

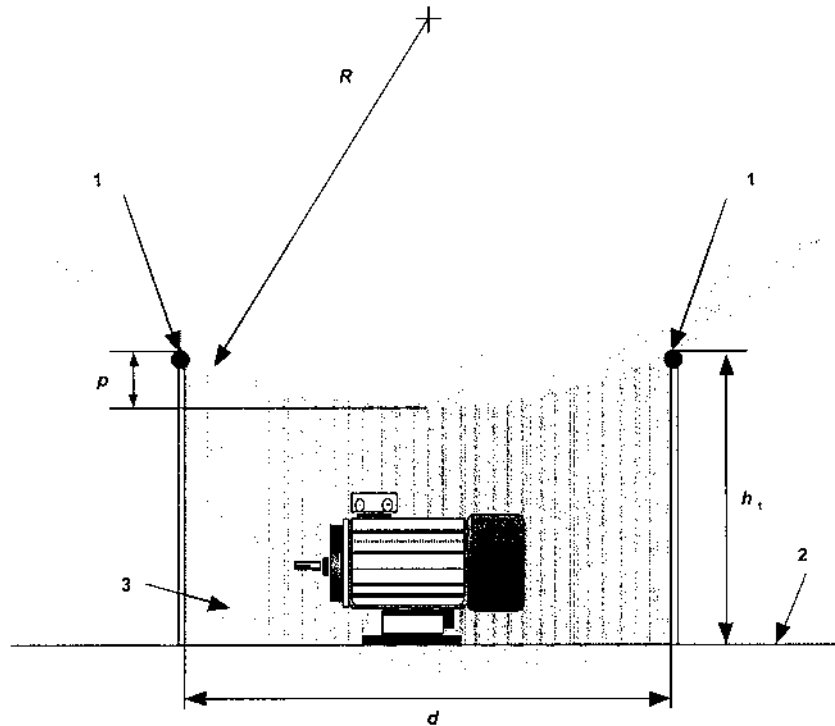
R 회전 구체의 반경

d 2개의 평행한 수뢰부 수평지선 또는 2개의 피뢰침 이격 거리

비고 - 회전구체의 침투거리 p 는 수뢰부 사이의 전 지역을 보호하기 위해 D_1 보다 작아야 한다.

그림 16 2개의 평행한 수평 도체 또는 2개의 피뢰침을 이용한 보호 공간($R > h$)

- 그림 16의 추가사항은 다음 그림을 참조한다.



- 1 Horizontal wires
- 2 Reference plane
- 3 Space protected by two parallel air-termination horizontal wires or two air-termination rods
- h_t Physical height of the air termination rods above the reference plane
- p Penetration distance of the rolling sphere
- R Radius of the rolling sphere
- d Distance separating two parallel air-terminal horizontal wires or two air-terminal rods

NOTE - The penetration distance p of the rolling sphere shall be less than h_t to protect the whole area, between the terminations

< Space protected by two parallel air- termination horizontal wires
or two air-termination rods according to the rolling sphere method ($R > h_t$) >

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)

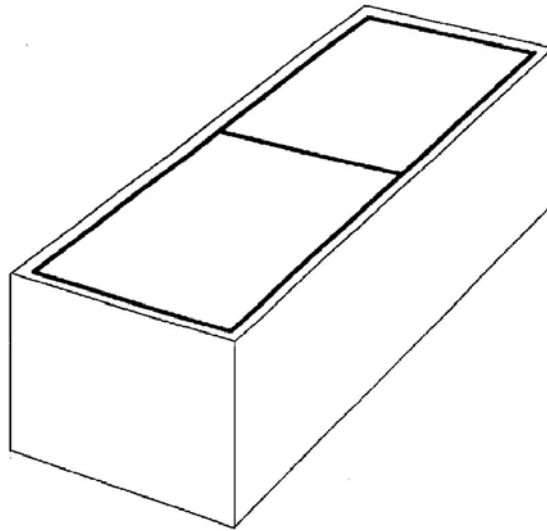
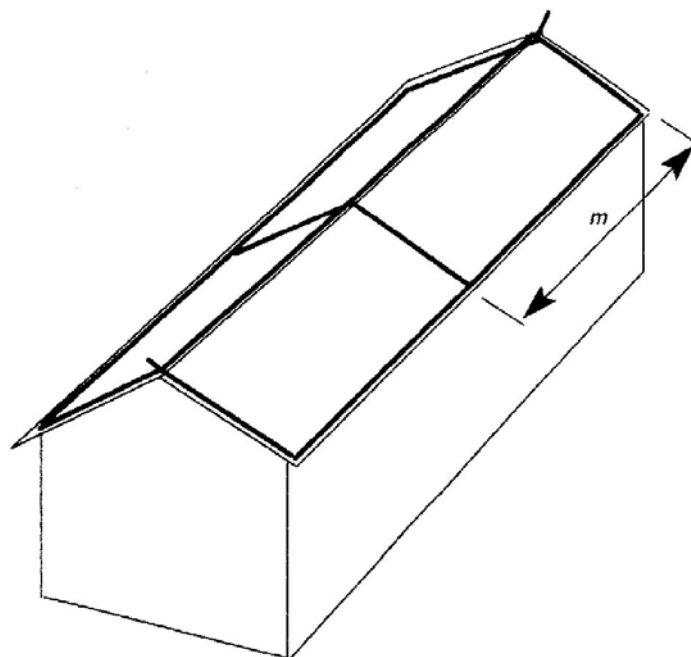


그림 17a 평평한 지붕의 건축물에 설치한 독립되지 않은 뇌 보호 시스템의 수뢰부 설계 예



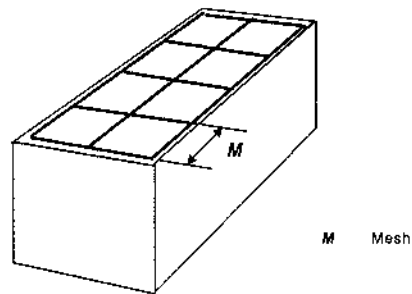
m : 메시 크기

그림 17b 경사진 지붕의 건축물에 설치한 독립되지 않은 뇌 보호 시스템의 수뢰부 설계(예)

비고 - 메시 크기는 KS C IEC 61024-1의 표 1에 적합해야 한다.(메시 폭)

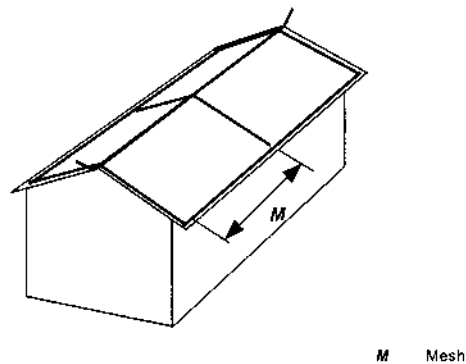
그림 17 메시법에 따라 설계한 독립되지 않은 뇌 보호 시스템의 수뢰부의 설계 예

- 그림 17의 추가사항은 다음 그림을 참조한다.



<Example of design of a non-isolated LPS air-termination on a flat-roof structure>

NOTE - The mesh size should comply with table 2

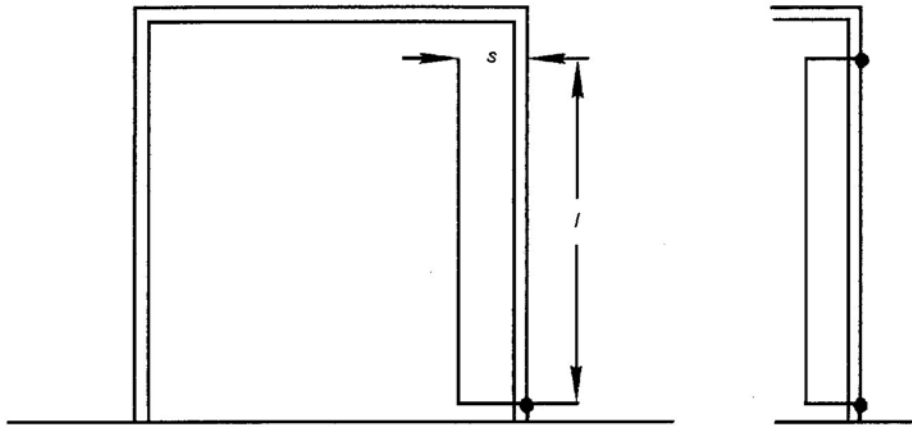


<Example of design of a non-isolated LPS air-termination on a slopped-roof structure>

NOTE - The mesh size should comply with table 2

< Example of design of non-isolated LPS air-termination according >

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)



s : 이격거리

l : 안전거리 d 평가를 위한 길이

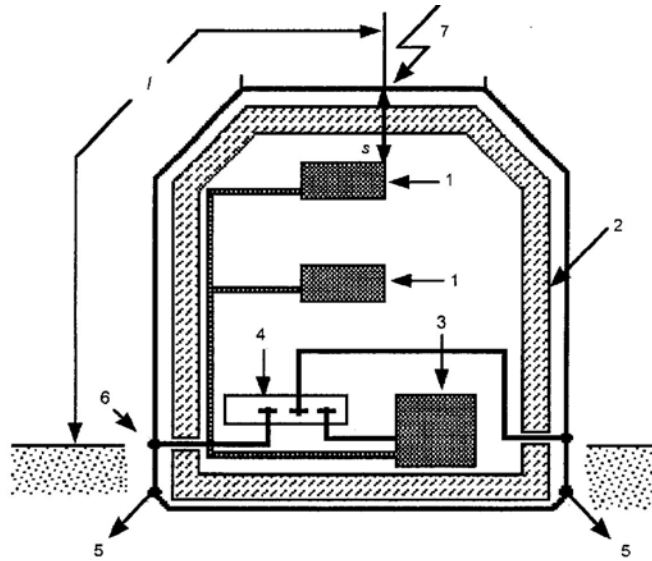
d : 안전거리 (KS C IEC 61024-1의 3.2 참조)

그림 18a 이격거리 $s \geq d$

그림 18b 이격거리 $s < d$

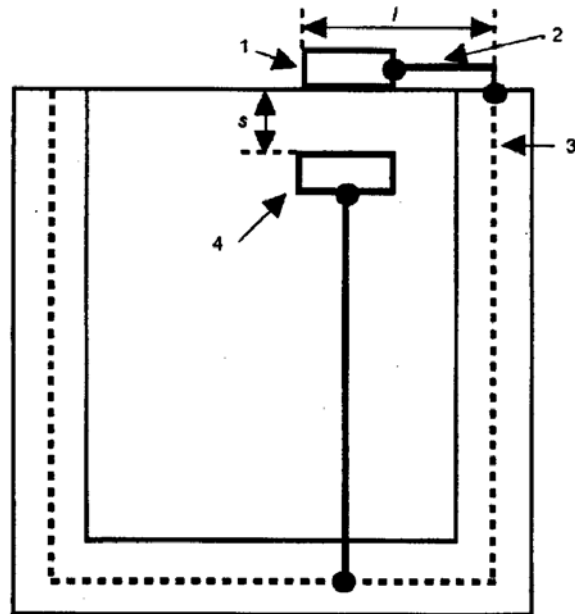
비고 - 이격거리를 안전거리 d 이상으로 증가시킬 수 없을 때는 그림 18b와 같이 가장 먼 지점에 본딩을 하여야 한다.

그림 18 LPS와 금속재 설비 간의 이격 거리



- 1 : 금속제 라디에이터/히터
- 2 : 벽돌 또는 나무벽
- 3 : 히터
- 4 : 등전위본딩용 바
- 5 : 접지 시스템
- 6 : 인하도선과 접지 시스템에 접속
- 7 : 뇌차단에 불리한 지점
- l : 안전거리 d 평가를 위한 길이
- s : 이격거리 : $s \geq d$ (KS C IEC 61024-1의 3.2 참조)
- d : 안전거리
- 비고 - 절연벽돌로 구성된 건축물

그림 19 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따른 기준점부터의 거리 l 에 있는 가장 불리한 뇌차단
점에 대한 안전거리 d 의 계산 지침



- 1 : 금속제 지붕 고정설비
- 2 : 본딩용 도체
- 3 : 콘크리트 벽 내의 강보강재
- 4 : 건축물 내부의 도전부
- l : 안전거리 d 평가를 위한 길이
- s : 이격거리 $s \geq d$
- d : 안전거리

비고 - 건축물의 강보강재는 등전위 기준면으로 사용된다.

그림 20 KS C IEC 61024-1의 1.3에 따른 보강된 콘크리트조 건축물에서 KS C IEC 61024-1의 3.2에 따른 안전거리 계산에 사용되는 길이 l 을 측정하는 방법

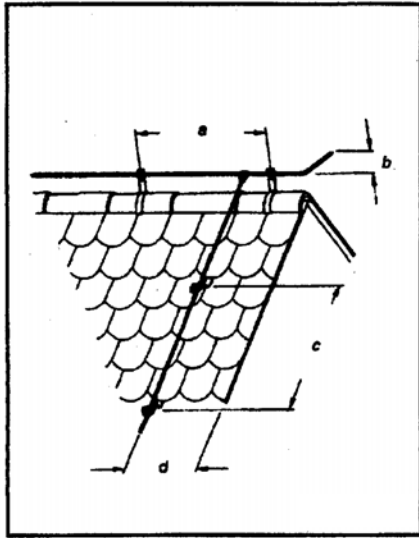


그림 21a 경사진 지붕의 용마루 설치된
수취부 도체와 지붕의 인하
도선 구성

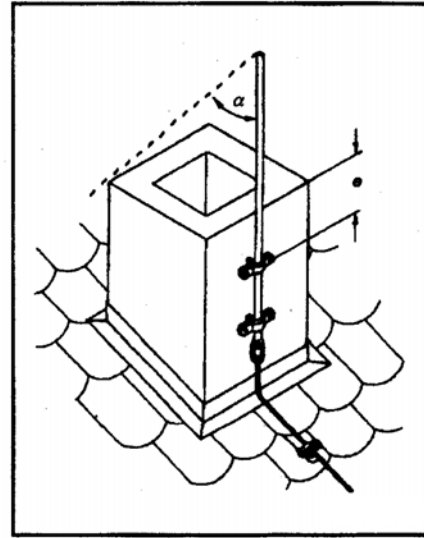


그림 21b 보호각법을 이용한
굴뚝 보호용 피뢰침

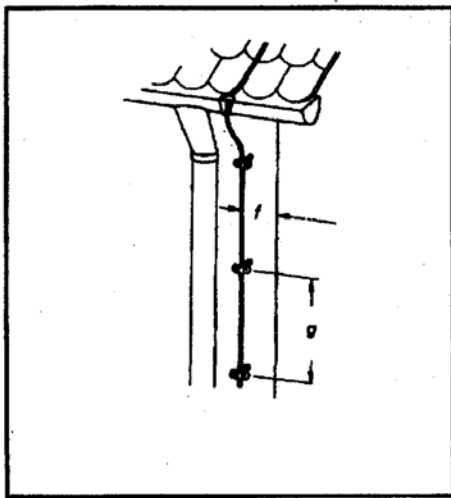


그림 21c 흡통에 접속된 인하도선의
구성

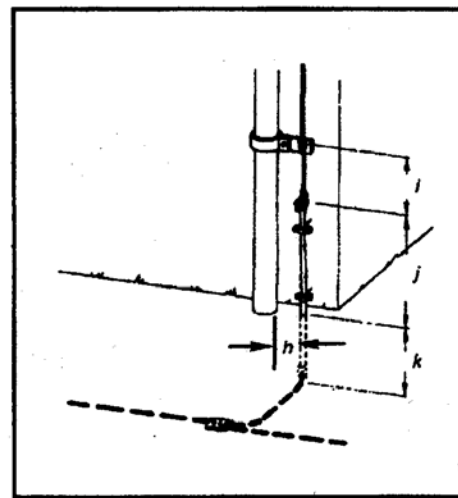


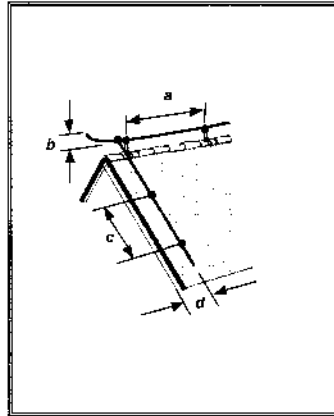
그림 21d 인하도선의 테스트 접속부
구성과 배수관에의 본딩
구성

적정 규격의 예 :

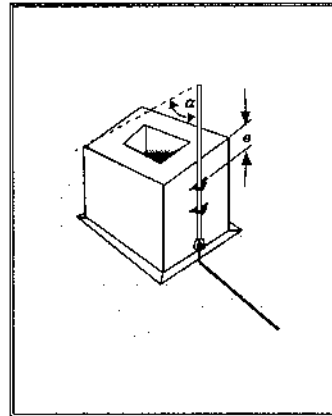
$a = 1\text{m}$	$d = 0.4\text{m}$	$g = 1\text{m}$	$j = 1.5\text{m}$
$b = 0.15\text{m}$	$e = 0.2\text{m}$	$h = 0.005\text{m}$	$k = 1.5\text{m}$
$c = 1\text{m}$	$f = 0.2\text{m}$	$i = 0.3\text{m}$	

그림 21 경사진 타일 지붕 건축물에 설치한 뇌 보호 시스템의 자세한 예

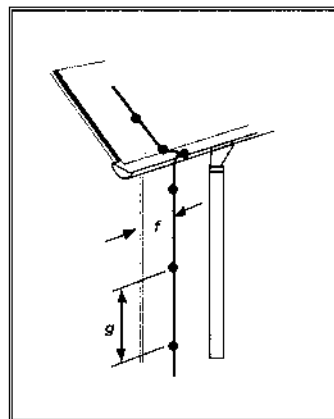
- 그림 21의 추가사항은 다음 그림을 참조한다.



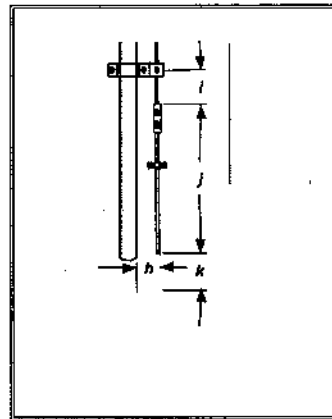
Construction of air-termination conductor on the ridge of a sloped roof and a roof down-conductor



Construction of air-termination rod for protection of chimney using the protective angle air-termination design method



Construction of a down-conductor with connection to the gutter



Construction of a test joint in a down-conductor and bonding to a drain-pipe

Examples of suitable dimensions are:

$a = 1 \text{ m}$
 $b = 0,15 \text{ m}$
 $c = 1 \text{ m}$

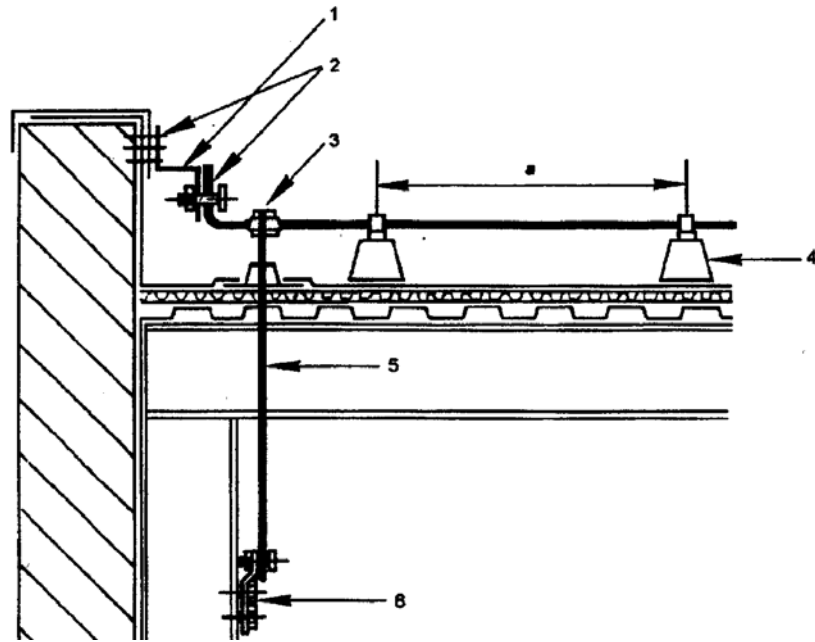
$d = \text{as close to the edge}$
 $e = 0,2 \text{ m}$
 $f = 0,3 \text{ m}$

$g = 1 \text{ m}$
 $h = 0,05 \text{ m}$
 $i = 0,3 \text{ m}$

$j = 1,5 \text{ m}$
 $k = 0,5 \text{ m}$

< Some examples of details of an LPS on a structure with sloped tiled roofs >

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)

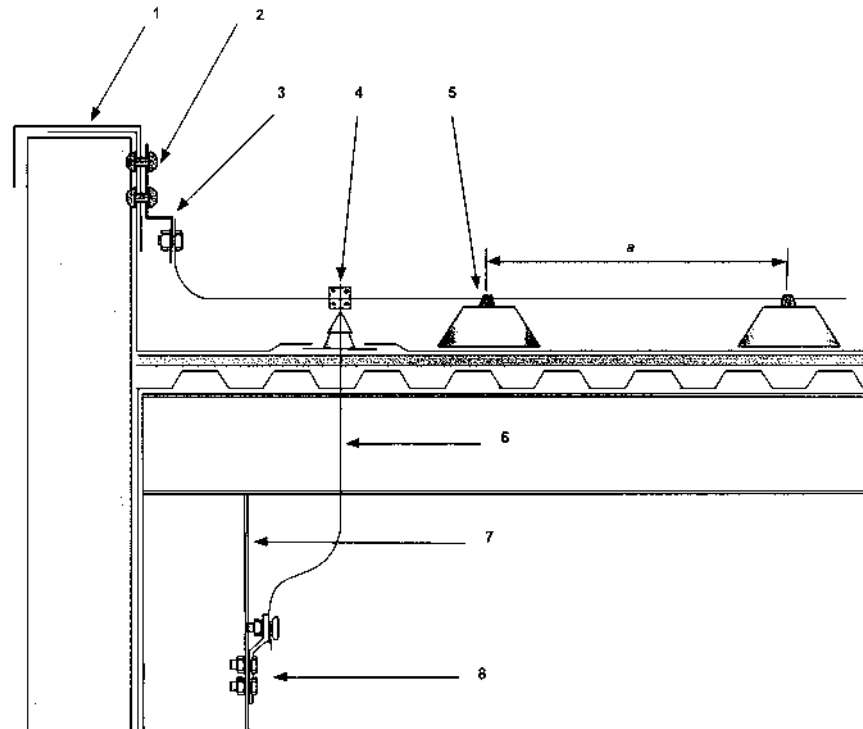


- 1 : 개요성 도체
- 2 : 접속
- 3 : T-접속
- 4 : 수뢰부 도체(선) 고정장치
- 5 : 방수부싱을 관통하는 뇌 보호 시스템
- 6 : 접속

비고 - 지붕벽 난간의 금속제 덮개는 수뢰부 도체로 사용되며 뇌 보호 시스템의 자연적 인하도록선으로 사용되는 강 대들보에 접속된다. a에 대한 적정 크기는 0.8m에서 1.5m로 할 수 있다.

그림 22 건축물의 지붕에 설치된 자연적 구성 부재를 이용한 뇌 보호 시스템의 구성

- 그림 22의 추가사항은 다음 그림을 참조한다.



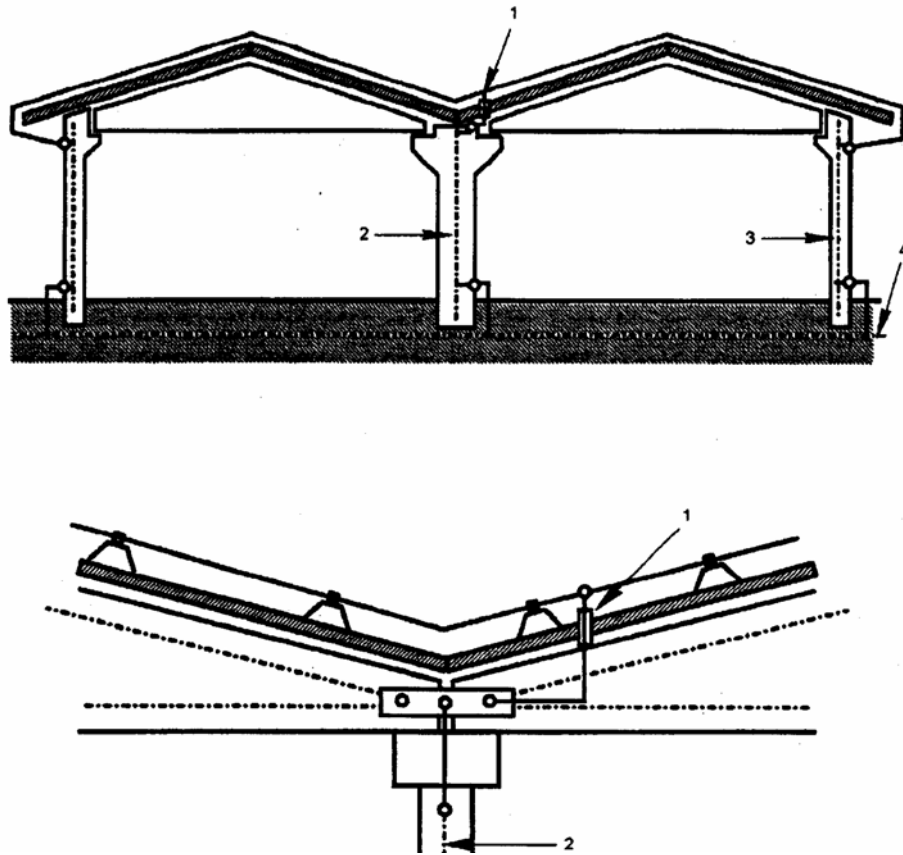
a 50 to 100cm see table F.1

- 1 Roof parapet
- 2 Flexible conductor
- 3 Joints
- 4 T-joints
- 5 Air-termination conductor fixture
- 6 LPS passing a watertight bushing
- 7 Steel girder
- 8 Joint

NOTE - Metallic covering on the roof parapet is used as an air-termination conductor and is connected to the steel girder used as a natural down-conductor of the LPS.

< Construction of an LPS using natural components on the roof of the structure >

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)

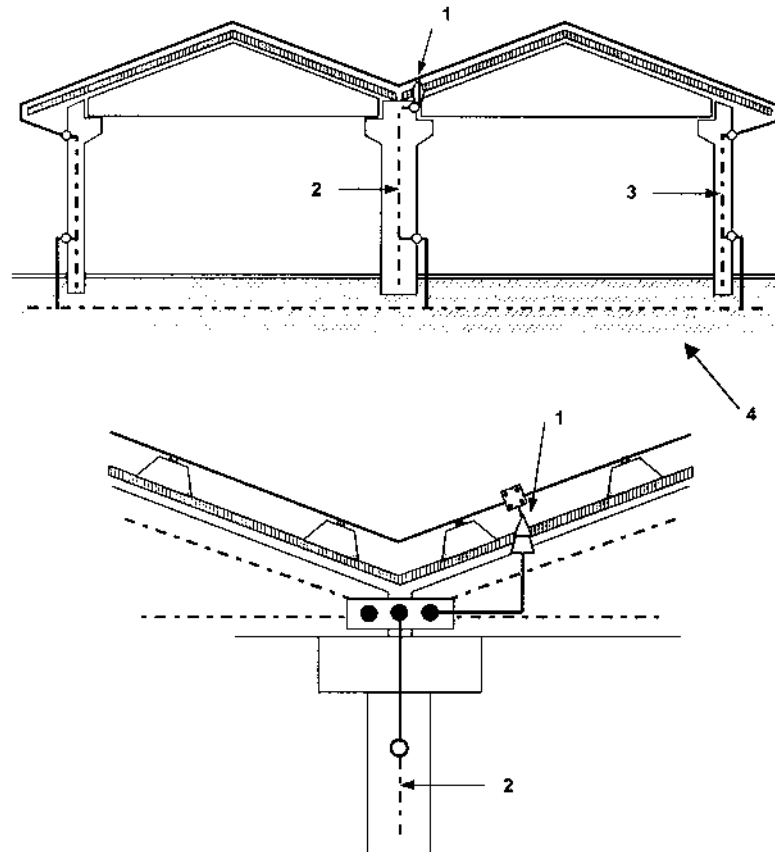


- 1 : 방수부싱을 관통하는 LPS 도체
- 2 : 콘크리트 기둥 내의 강 보강재
- 3 : 콘크리트 벽 내의 강 보강재
- 4 : 건축물 기초내의 강 보강재 - 기초 접지극

비고 - 내부 기둥의 강 보강재는 기둥의 강 보강재가 뇌 보호 시스템의 수뢰부와 접지부에 접속된 경우, 자연적 내부 인하 도선이 된다. 기둥 주위의 전자기 환경은 민감한 전자기기가 주위에 설치되었을 경우 반드시 고려한다.

그림 23 산업용 건축물(공장) 내의 내부 인하 도선

- 그림 23의 추가사항은 다음 그림을 참조한다.



1. LPS conductor passing a watertight bushing
2. Steel reinforcement in a concrete column
3. Steel reinforcement in concrete walls
4. Foundation earth electrode

NOTE - The steel reinforcing of an internal column becomes a natural internal down conductor when the steel reinforcing of the column is connected to the air-termination and the earth-termination of the LPS. The electromagnetic environment near the column has to be considered when sensitive electronic equipment is installed near the column.

< Internal down-conductors in industrial structures >

(근거 : IEC TC 81 CD & CDV)

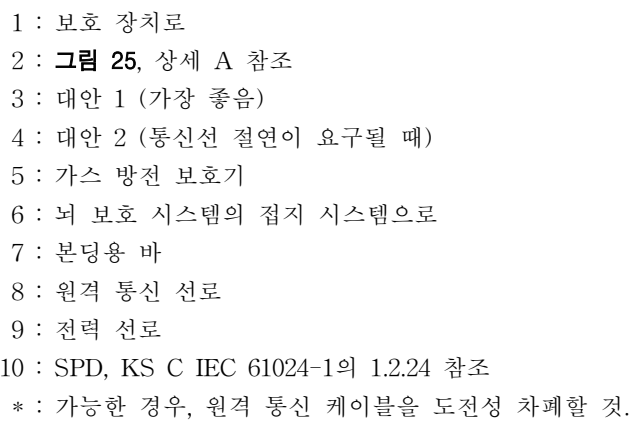
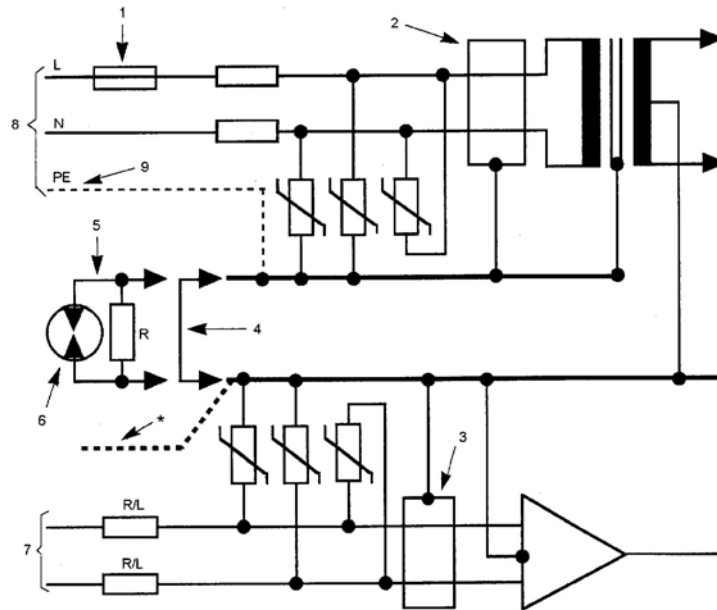


그림 24 건축물의 입구와 통신선을 위한 주 인입구의 저전력 주 배전반에 설치한 뇌 보호 시스템의 예



- 1 : 퓨즈
 2 : 저대역 필터(주)
 3 : 저대역 필터(본관)
 4 : 대안 1 (TN-S 시스템에만 적용가능)
 5 : 대안 2 (TN-S과 TN-C 시스템에 적용가능)
 6 : 가스 방전 보호기
 7 : 통신선(가능한 경우, 통신 케이블의 도전차폐)
 8 : 전력선
 9 : 가능한 경우
 LP : 저대역
 R/L : 저항기 또는 인덕터

그림 25 그림 24의 상세도 A - 기구 G 가까이 또는 안에 설치한 서지 보호 장치