

피뢰설비현장의 접지 및 전기적 연속성 시험에 따른 표준적용

The Application of Standard in According to Ground and Electrical Continuity Testing of Lightning Protection Equipment in Field

송길목* · 구경완†
(Gil-Mok Song · Kyung-Wan Koo)

Abstract - In this study, there are examined to the grounding of lightning protection system and electrical continuity tests in the field. The standard for lightning protection system is different design or construction according to the characteristics of the structure. Ground is measured and compared at least four locations. According to the measured results in the field, the sampled values of the ground resistance are measured 5Ω or less and the difference between each value is suitable as 0.2Ω or less. The values of the electrical continuity test between ground and metal bodies are measured 3 groups such as isolated portion, the mechanical contacted portion, and the electrical continuity portion measuring 0.2Ω or less. It is measured to be less than 0.2Ω at all in metal bodies of underground. A metal body installed inside the structure is not isolated, but the resistance values are higher than 0.2Ω . Therefore, It must be carried out the structure having lightning protection system confirm the LPL(lightning protection level) and design the strategy.

Key Words : Electrical continuity testing, Lightning protection, Ground, rolling sphere method, Field application standard

1. 서론

피뢰설비는 지구환경에서 기후의 영향 중 하나로 발생되는 낙뢰로부터 인체, 건축구조물 및 구조물 내부의 낙뢰에 민감한 전기전자시스템을 보호하기 위한 설비이다[1],[2]. 피뢰설비를 포함하는 건축 구조물은 전기전자시스템이 복합적으로 적용된 생활환경 변화로 미세한 제어가 필요한 제어시스템이 급속하게 보급되고 있다. 전기에너지의 사용은 필연적으로 안전 설비 및 장치가 필요하다. 전기에너지로부터 인체 및 설비를 보호하는 방법으로 전류가 흐르지 않도록 절연하는 방법, 의도하지 않는 전류의 흐름을 감지하여 차단하는 방법, 전류의 흐름을 대지로 방류하는 방법이 있다 [3]-[5]. 절연을 통해 전류의 흐름을 방지하는 기술은 제조 단계에서 재료의 선택이 중요하며, 이후 시공에서 절연 이격 거리 등을 들 수 있다. 전류의 흐름을 감지하여 차단하는 방법으로는 고전압에서 보호계전기에 의해 검출하여 고압차 단기를 동작한다든지 저압에서 과전류 또는 지락에 의한 부분을 검출하여 차단하는 배선용 또는 누전차단기 등이 있다. 전류의 흐름을 대지로 방류하는 방법으로는 접지가 이용된다. 접지기술은 인체 또는 설비보호, 계통보호 등에 매우 중요한 역할을 담당한다.

낙뢰는 자연에서 발생하는 전기에너지로서 눈에 보이는 번개와 소리에 의한 천둥 이외에도 열, 오존, 대전력 등이 발생한다[6]. 최근 전력설비가 지능화 대용량화 되면서 환경

영향에 민감하게 되어 낙뢰에 의한 영향을 최소화할 수 있는 기술개발이 필요한 실정이다. 기존 보호방법으로는 피뢰설비가 있으며, 과거의 설비에 비해 전기전자시스템의 보호가 필요하여 구조물 내부에 서지보호장치가 설치되었다 [7],[8]. 이러한 과정에서 외부피뢰시스템과 내부 피뢰시스템의 전기설비에 준한 평가가 필연적으로 이루어질 수밖에 없었다. 국내에 설치되어 있는 구조물의 안전을 확보하기 위한 노력은 최근 기후변화와 더불어 국지성 호우의 장기화, 습도변화에 대한 민감성 낙뢰 등 IT시스템 또는 위험물이 저장된 구조물에 대한 취약성을 근본적으로 개선해야 되는 필연적 관계를 가지고 있다[9]. 본 논문은 기존에 설치된 피뢰설비 환경에서 설비 변경에 따른 구조물 변화와 전기적 연속성을 확인하여 개선방안을 제시하였다. 따라서 제안사항 또는 현장 측정기술이 더 효과적인 현장적용 기술을 개발하는 기초자료로 활용 할 수 있다.

2. 본론

2.1 국내의 피뢰설비 규정비교와 특징

피뢰설비에 관련된 표준이나 규정은 구조물의 특성으로 지정되어지는 전기전자시스템이나 통신, 방폭과 관련된 부분, 화재, 다수의 사람이 이동하는 공간, 문화재, 공항시설물 등에 따라 피뢰등급이나 피뢰구역 선정이 달라지고 피뢰시스템의 구성이 달라진다. 따라서 피뢰시스템 설계는 초기산정과 유지관리에 중요한 자료가 된다. 따라서 설계의 기준이 되는 표준은 매우 중요하며, 현장 특성에 따라 달라질 수 밖에 없다. 그럼에도 불구하고 국내의 낙뢰에 관련된 규정의 중심에는 IEC62305에 대한 내용을 근거로 하여 설명되어진다. 따라서 현장에 적용 기술 규정을 파악하기 위해서

* Korea Electrical Safety Corporation-YEOSU

† Corresponding Author : Dept, of Defence Science and Technology, Hoseo University, Korea

E-mail : alarmkoo@hoseo.edu

Received : February 9, 2014; Accepted : March 15, 2014

표 1 국내피뢰설비 표준 비교

Table 1 Comparison of lightning protection standards in domestic

구분	조항	주요내용	비고
국토해양부령 제458호	건축물의설비기준 등에 관한 규칙제 20조	낙뢰예방을 위한 건축구조물 안전	낙뢰위험 또는 20m이상 구조물
고용노동부령 제30호	산업안전 기준 제326조 피뢰설비의 설치	화약류 또는 위험물을 저장 또는 취급 시설물의 낙뢰에 의한 산업재해 예방을 위한 피뢰설비 설치	산업표준에 준함
안전행정부령 제70호	위험물안전관리법 시행규칙제28조제 조소의기준(별표 4)	기타설비로서 지정수량의 10배 이상의 위험물을 취급하는 제조소	산업표준화 제12조 한 국산업표준 중 피뢰설비 표준
대통령령 제24445호	방송통신설비기술기준규정제7조및제 24조보호기및접지, 국선접속설비	전기설비와 통신장비의 안정화를 위한 접지, 서지보호장치	미래창조과학부
산업통상자원부령 제1호	광산보안법시행규칙 제124조피뢰장치	고압배선 설비의 갱입시 갱구부근에 피뢰기 설치	
산업통상자원부령 제1호	전기사업법제67조전기설비기술기준 및판단기준	전기설비에 대한 광범위한 접지, 서지 보호장치 설치	

는 국내 피뢰설비 표준에 대한 내용을 이해해야 한다. 표 1에 국내 부처별로 적용하고 있는 피뢰설비 설치 기술을 정리하였다.

산업안전보건공단은 KOSHA-E-107에서 피뢰설비에 대한 전반적 규정을 기술하고 있다. 내용은 KS C IEC 62305를 인용하여 기술하고 있다. 낙뢰의 현상이 전기에너지에 근거하므로 전기분야의 피뢰설비에 대한 세부적인 내용을 담고 있다. 전기설비 기술기준 및 판단기준에서 기술기준 제6조의 2항에는 뇌방전으로 인한 과전압으로부터 전기설비의 손상, 감전 또는 화재의 우려가 없도록 피뢰설비를 시설하고 그 밖의 적절한 조치를 할 것으로 규정하고 있다. 또한, 기술기준 제34조, 판단기준 제 42조에 근거하여 고압 및 특고압 전로의 피뢰기 시설을 규정하고 있다. 설치조건에 대한 규정은 기술기준 제10조와 판단기준 제35조에 기술되어 있다.

다른 과전압 보호에서 규정하고 있다. 국내 규정의 다수가 국제표준은 인용하고 있으나 국내 현장은 이전 접지 시설에 대한 개선, 인화도선, 전기적 연속성에 대한 이해, 내부피뢰시스템 구성에 대한 부분 등 많은 문제가 남게 된다. 선진 외국은 일반 구조물 외에 특수한 구조물의 피뢰설비 규정을 운영하고 있다. 건축구조물내의 전기시설물은 건축구조물의 고층화와 내부시설물의 밀집도가 증가하여 설비간 영향을 미치고 있으며, 전력설비 내 통신, 제어시스템의 증가로 주변 환경에 극히 민감하다. 또한, 도시화가 대형화되면서 구조물 접지사이의 간섭이 커지고 서지유입 등에 의한 영향을 받는 경우가 많아졌다. 국제표준은 낙뢰를 확률적으로 내부 침입을 제한하는 목적으로 구성되었다. 그림 1은 국제표준에서 정의하는 피뢰설비의 개념도이다. 외부피뢰시스템은 직격뢰, 축격뢰, 유도뢰 등에 의한 영향을 방지할 수 있도록 하였고, 내부피뢰시스템은 낙뢰의 잔류영향과 서지로부터의 영향을 줄이기 위한 목적으로 설계되었다.

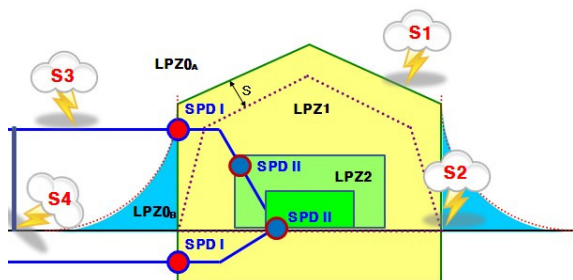


그림 1 국제표준에서 정의하는 피뢰설비 개념도

Fig. 1 Concepts of lightning protection system defined in the international standard

내부피뢰시스템에 관련된 규정으로는 판단기준 제279조로서 KS C IEC 60364-4-443에 명시된 대기현상 또는 개폐에

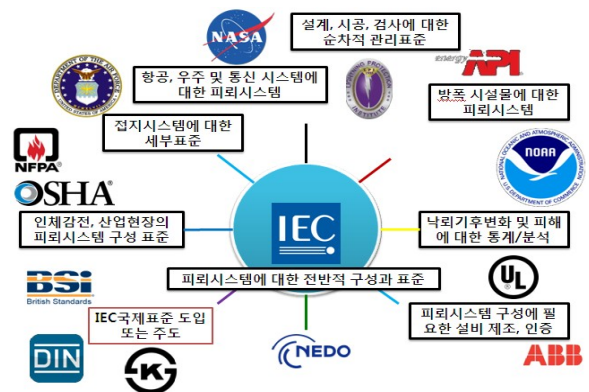


그림 2 피뢰설비 규정 연계

Fig. 2 The association regulations of lightning protection system

표 2 각국의 표준과 활동

Table 2 The standards and activity in each country

국가	적용 표준	표준내용	검사내용
세계	IEC 62305/61400-24	국제표준	
미국	NFPA 780/IEEE std. 142, 1100	일반/특수 구조물	
	LPI-175, NASA, API, M440.1-1, AFI, FAA 등	접지, 통신, 방폭, 군시설, 항공, 우주 등	
미국 검사기관	UL96A	NFPA780 반영	LPS 인증, 서지보호장치
독일	DIN VDE 0185	DIN VDE 0185	
독일 검사기관	DEHN		LPS 제조, 시험
영국	BS 6651	BS EN 62305 부합	
영국 검사기관	A. Harfield Ltd., STONE technical service, Thor LP		LPS 설치, 시험, 검사
일본	JIS A4201	IEC 61024 대체, 62305 검토	
호주/뉴질랜드	NZS/AS 1768	IEC 62305 반영	
싱가포르/남아공/인도	CP33/SABS-03/ IS2309	BS 6651 반영	
중국/러시아/폴란드	GB50057/RD34.21.122-87/PN-86	자체규정	
프랑스/스페인	NF C 17-102 UNE-21186	국제표준 미동참	

국가별 현황을 보면, 피뢰시스템에 관련된 표준은 IEC62305를 중심으로 부합화 또는 자체 규정을 운영하고 있다. 공통 표준이 적용되는 반면에 시설물의 특징에 따라 규정을 탄력적으로 적용하고 있다. 중국, 러시아, 프랑스 등과 같이 국제표준에 동참하지 않고 독자적인 피뢰설비 규정을 운영하는 국가인 경우에는 국가 환경에 맞도록 구성하여 운영되는 특징을 가진다. 표 2에는 각국의 표준과 검사기관 그리고 그들의 활동내용을 정리하였다.

2.2 현장 측정결과 비교

피뢰설비에서 접지저항은 현재 10Ω 이내로 한 통합접지를 근거로 한다. 기존의 접지설비를 확인하기 위해서는 여러 가지 이론적 방법이 있겠으나 현장에서 확인이 가능한 방법으로는 구조물의 네 방위를 중심으로 하는 접지저항을 측정하여 비교하는 것이 효과적이며, 효율적이다. 방폭시설물이나 통신시스템과 같은 민감한 내용물이 포함된 구조물은 5Ω 이하의 접지저항을 가지므로 피뢰등급을 선정하는 것은 곧 접지저항 기준을 설정하는 것을 의미한다. 네 군데 이상에서 측정된 접지저항의 차이가 큰 경우에는 접지보강 공사를 실시하여야 한다. 접지저항이 규정 값 이내에 있더라도 각각 차이가 큰 경우가 있다면, 뇌전류에 의한 영향을 받을 우려가 있다. 측정현장은 여수산단 △△공장으로 대단위 생산시설을 24시간 운영하여야 되는 장소이다. 외부기온은 5℃ 내외이며, 습도는 50±5%였다. 현장조건은 마사토의 토지위에 설치된 구조물로서 내부는 전자제품을 생산하는 시스템이 있다. 외부의 특징은 내부 시스템에 공급하는 금

속배관이 외부 건물에 노출되어 있으며, 7층 구조로 되어 있다. 옥상은 크고 작은 다수의 금속배관이 설치되어 운용된다. 외부의 금속물이 다수 존재하여 낙뢰에 의한 영향을 쉽게 받을 수 있으므로 피뢰설비 평가가 필요하다. 가장 우선 실시한 접지저항 측정결과에 의하면, 그림 3에 나타난 바와 같이 각 접지포인트별 저항 값은 5Ω 이내로 측정되었으며, 측정값의 차이는 모두 0.2Ω 이내인 것으로 확인된다. 접지와 주변 금속배관 또는 금속 구조물간 전기적 연속성 시험에 의하면, 그림 4에 나타난 바와 같이 전기적으로 분리된 부분과 기계적으로는 접속되었으나 전기적 연속성이 부족한 부분, 0.2Ω 이내의 전기적 연속성이 확보된 부분으로 구분할 수 있다.

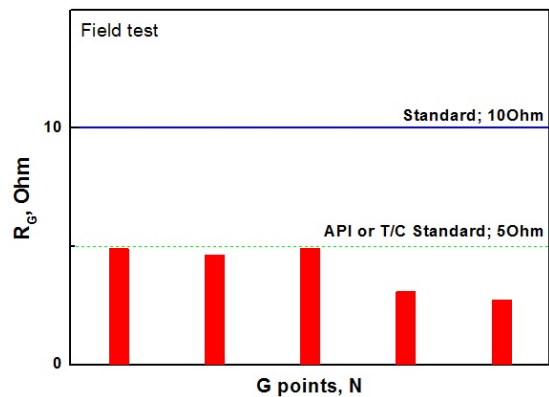


그림 3 각 접지포인트에 대한 저항측정값 비교

Fig. 3 Comparison of measure the resistance in each ground point

공장이나 플랜트 설비인 경우에는 인입/인출되는 배관이나 소방시설이 많기 때문에 각 포인트별 점검은 필수적이다. 다만, 모든 측정단자에 의해 보완하는 것은 현장여건에 따라 고려할 필요가 있다. 구조물의 지하에 위치한 부분은 접지 측과 매우 밀착되어 있고 구조물 자체 금속물의 기계적 전기적 연결이 강한 부분이다.

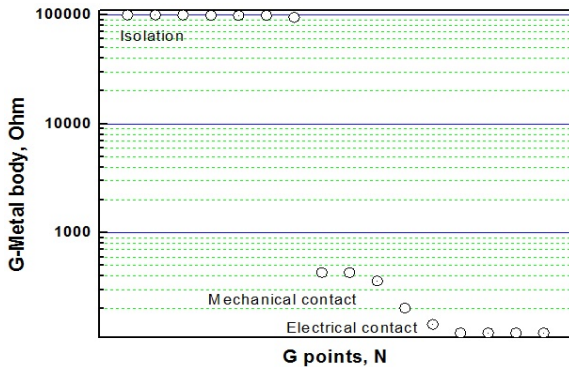


그림 4 주변 금속 구조물간 전기적 연속성 비교
Fig. 4 The comparison of electrical continuity between grounding and metal structures

그림 5에 나타난 바와 같이 지하 구조물의 접지 또는 금속 구조물 간 전기적 연속성은 모두 0.2Ω 이하로 양호하였다.

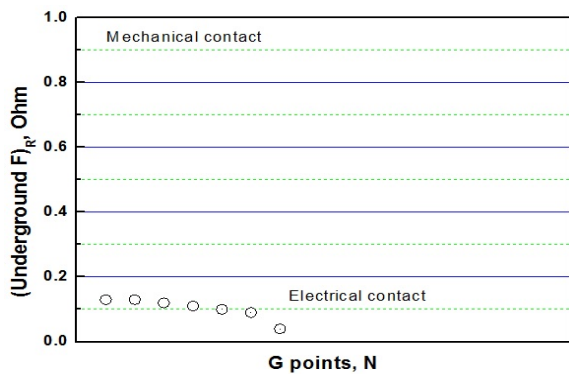


그림 5 지하 구조물의 전기적 연속성 시험결과 비교
Fig. 5 The comparison of electrical continuity test to underground structures

피뢰설비 평가 대상 구조물 내에 있는 금속체의 전기적 연속성을 측정하면, 그림 6에 나타난 것처럼 규정치에 해당하는 0.2Ω 이하의 측정결과가 나온 부분이 있는 반면, 기계적으로 결합되어 저항치가 낮게 측정된 부분을 확인할 수 있다.

전기적 연속성에 대한 규정치를 벗어나는 측정결과에 대한 대상물은 기존의 시스템이 외부에서 건물내부로 설치된 경우와 추가로 설비를 확보한 경우가 많았다. 따라서 구조물 내부 시설물의 이동, 변경이나 추가 설치시 전기적 연속성에 대한 부분을 고려할 필요가 있다. 옥상에 위치한 배관이나 전기시설물은 수뢰부와 같은 역할을 수행하므로 전기적 연속성에 대한 평가의 중요성이 크다. 그럼에도 불구하고

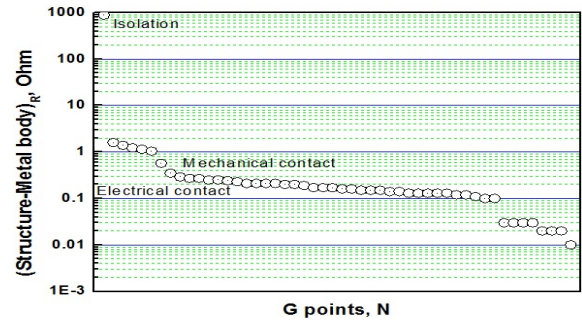


그림 6 구조물 내 금속체간 전기적 연속성 시험결과 비교
Fig. 6 The comparison of electrical continuity test to metal bodies in structures

고 그림 7에 나타난 바와 같이 상호 전기적 연속성을 규정하는 시험기준치 0.2Ω 보다는 높은 값을 보인다. 금속체간 기중방전 또는 전자계 영향을 미칠 수 있는 조건이 된다. 따라서 피뢰도선과 피뢰침 등 수뢰부에 준하여 검토하고 관리하는 것이 필요하다.

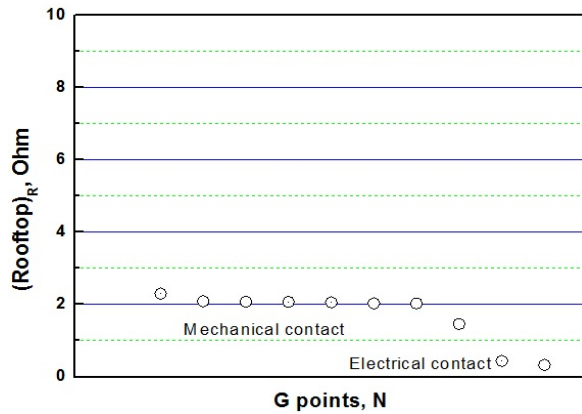


그림 7 옥상에 위치한 금속물의 전기적 연속성 시험결과 비교
Fig. 7 The comparison of electrical continuity test to metal bodies in rooftop

2.3 현장중심의 표준 적용 제안

국내 낙뢰 환경을 고려하여 구조물의 특징에 따라 표준을 적용할 필요가 있다. 방폭시설물, 통신시스템이나 국가 중요시설물 등에 대한 세분류를 검토하고 각 시설물의 표준안을 마련하기 위한 현장 중심의 연구개발이 요구된다. 표 3은 현장에서 경험한 자료와 실측을 통해 전기적 연속성에 대한 경향과 시스템 구성을 파악하여 검토한 내용을 중심으로 정리하였다. 시설물의 종류에 따른 적용표준과 평가항목을 설정하고 검토해야 할 사항을 요약정리 하였다. 피뢰설비는 시설물을 구분할 때 내부시스템의 구성이나 구조물의 중요성에 대한 대상을 파악하여 설치되므로 중요도에 따른 평가항목을 설정할 수 있다. 피뢰구역은 구조물의 특징과 궁극적으로 보호할 대상을 확인하는 장소이므로 피뢰레벨에 따른 대표적인 시설물 종류와 적용표준을 마련하였다.

표 3 국내 현장중심의 표준적용 검토

Table 3 The review for application of field-based standard in domestic

구분	시설물의 종류	적용 표준	항 목	검 토
1	고층(도시밀집)	건축구조물/산업표준	접지측정	근접 구조물과 연관성 해석
			수평도체	구조물 높이에 따른 벽이격거리
			전기적연속성	측정점과 간이 측정방법
			인하도선	벽 내부인입에 대한 영향
			접속부	기계적 접속 규정, 이중금속간 접속 규정의 세부사항
2	방폭시설물	위험물안전관리법	접지저항	추가적인 접지저항 측정기준
			전기적연속성	측정방법 기준
3	신재생발전설비		접지측정	측정방법/측정기준
			전기적연속성	측정방법 기준
4	문화재		인하도선	인하도선 설치방법/조건
			접지시설물	기존건물에서 추가접지 방법
			전기적연속성	외부노출 금속체의 연결방법
5	야외골프장/유회시설물		접지시설물	광범위지역의 선택적 접지방법
			수뢰부시스템	골퍼이동경로에 따른 수뢰부 설치방법/조건
			안전지역	광역안전지대 설정과 관리방법
6	공장지대	산업표준	접지측정	현실적 접지측정방법/기준, 외부유도뢰 유입방지 방법
			간섭영향	전력선, 통신/제어선간 이격/차폐기준
7	통신/항공 설비	방송통신설비 기술기준	수뢰부조건	외부피뢰시스템의 기본선제조건
			전기적연속성	각 내부시스템 분당 방법
			서지보호장치	설치방법/클래스별 적용방법 등

낙뢰에 크기가 크지 않은 반면에 최근에는 게릴라성 집중 호우로 인한 낙뢰 발생건수가 급증하는 추세이다. 낙뢰의 방향에 있어서 수직으로 떨어지기보다 사선 또는 수평으로 이동하여 발생하는 건수가 많은 특징이 있다. 산높이는 높지 않으나 산악지형이 많아 정상보다는 중턱에서 낙뢰로 인한 영향을 쉽게 받는다. 따라서 국내 현장 환경에 필요한 피뢰설비 규정을 검토하여야 한다.

으며, 향후 피뢰시스템 개발과 현장적용 기술에 필요한 규정 및 연구개발 등에 활용되기를 기대한다.

감사의 글

본 연구는 한국전기안전공사의 전기안전조사연구사업의 일환으로 수행되었습니다.

3. 결 론

피뢰설비에 관련된 표준이나 규정은 구조물의 특성에 따라 설계나 시공이 달라지며, 표준적용을 통한 기준과 특수한 환경에 대해 면밀히 검토되어야 한다. 현재 적용되는 국제 표준은 낙뢰를 확률적으로 내부 침입을 제한하는 목적과 전략으로 구성되어 있으므로 현장 환경에 대한 검토를 통해 전기안전을 구현하는데 도움이 되고자 하였다.

현장에서 샘플링된 설비의 접지저항은 5Ω 이하로 측정되었으며, 각 값의 차이가 0.2Ω 이내로 적합하였다. 접지 및 금속체간 측정결과, 대체적으로 접지 측과 금속체간 전기적 연속성은 금속체의 설치환경에 따라 측정값이 달랐다. 구조물내의 금속체간 전기적 연속성은 0.2Ω 이하로 측정되었다. 옥상의 금속물은 기계적으로 연결되어 있으나 전기적 연속성은 보강공사가 필요하다. 따라서 각 시설물의 표준안을 마련하기 위한 현장 중심의 연구개발이 요구된다. 본 논문은 현장 중심의 측정 자료와 실측을 통해 전기적 연속성과 시스템 구성을 파악하여 검토한 내용을 중심으로 전개되었

References

- [1] NFPA, "NFPA 780 - Standard for the Installaion of Lightning Protection System", 2008.
- [2] IEC 62305-1, "Protection against lightning - Part 1: General principles", IEC T.C.81, 2010.
- [3] V. A. Rakov & M. A. Uman, "Lightning: Physics and Effects", Cambridge Univ. Press, 2003.
- [4] Ju-Cheol Lee, etal., "Recent trends in international standards for electrical installations and lightning protection", 2013 KIIEE fall conf., pp.116-117, 2013.
- [5] Sung-Chul Cho, etal., "Verification structure for performance evaluation of spatial shielding in lightning protection zone(LPZ)", 2013 KIEE summer conf., pp.1354-1355, 2013.
- [6] Myeong-II Choi, etal., "The survey analysis and case studies for diagnostic of lightning protection system",

- 2010 KIEE fall conf., pp.227-228, 2010.
- [7] Chun-Yong An, et al., "Lightning overvoltage analys according to interval of arrester and overhead grounding wire in DC distribution system", The Trans. of the KIEE, Vol. 62, No. 4, pp.474-481, 2013.
- [8] P. Y. Okyere, et al., "Evaluation of rolling sphere method using leader potential concept: A case study", Proc. of the 2006 IJME-INTERTECH Conf., pp.1-20, 2006.
- [9] Myeong-II Choi, et al., "A study on analysis system of three-dimensional structures for diagnosis of lightning protection facilities", 2010 KIEE spring conf., pp.164-166, 2010.

저 자 소 개



송 길 목 (宋 信 穆)

1967년 03월 31일생. 1994년 숭실대 전기 공학과 졸업. 2003년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 2007년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1996~2012 KESCO 전기안전연구원 책임연구원. 2012년~현재 KESCO 여수지사 총괄부장. 관심분야 : 변압기 진동진단, 설비진단 및 이력관리 시스템 개발, 전기안전 컨설팅.

Tel : 061-650-3510

Fax : 061-650-3508

E-mail : natasder@naver.com.



구 경 완 (丘 庚 完)

1961년 2월 5일생. 1983년 충남대학교 전자공학과 졸업(학사). 1992년 동 대학원 전자공학과 졸업(박사). 1987년 현대전자 반도체연구소 선임연구원. 1994년~2005년 영동대학교 전자·정보공학부 부교수. 2005년~현재 호서대학교 국방과학기술학과 교수.

Tel : 041-540-9541

Fax : 041-540-9548

E-mail : alarmkoo@hoseo.edu