

특수교량 피뢰설비 정비공사 실시설계 용역  
**최 종 보 고 서**

2018. 11

**I·SEOUL·U**  
너와 나의 서울

**서 울 특 별 시**

# 제 출 문

## 서울특별시장 귀하

서울특별시와 계약체결(2018년 08월 13일)한 "특수교량 피뢰설비 정비공사 실시설계 용역"의 과업성과를 입찰 공고문 및 과업지시서 등 관련 규정에 의거 완료하였기에 그 성과를 수록한 본 보고서와 설계도서를 제출합니다.

2018년 11월

(주)인파워이엔아이 대표 이종호 (인)

□ 본 과업의 목적은 국가 기간 시설물로서 서울시에서 관리하고 있는 교면으로부터 높이 20m 이상의 케이블이 설치된 교량에 대해 실시한 '특수교량 낙뢰위험도 평가 및 보호방안 기술용역' 결과에 의해 교량별 낙뢰 피해를 예방하고, 향후 정량적, 객관적 피뢰설비 유지관리를 위해 교량별 피뢰설비 보강공사를 목적으로 설계를 하는데 목표가 있다.

□ 본 보고서는 한국산업표준인 KS C IEC 62305(피뢰시스템 시리즈)규격에 준하여 검토·작성되었으며, 과업의 대상교량에 대해 위험도평가와 피뢰시스템 보강방안에 대한 사항이 수록되었다.

## 참여기술자 명단

참여분야		성명	소속	직위	자격사항	과업참여 내 용	참여기간	날인
사업책임 기술자		이종호	(주)인파워이엔아이	대표	특급	과업총괄	2018.08.13~2018.11.10 (90일)	
설 계	책임기술자	강무성	(주)인파워이엔아이	부장	고급	설계	2018.08.13~2018.11.10 (90일)	
	기술자	남건수	(주)인파워이엔아이	과장	고급	설계	2018.08.13~2018.11.10 (90일)	

# 목 차

<b>제 1 장 과업 개요</b> .....	<b>1</b>
1.1 개    요 .....	2
1.2 과업수행 .....	2
1.3 기대효과 .....	4
1.4 과업일정 .....	5
<b>제 2 장 피뢰설비 설계계획</b> .....	<b>6</b>
2.1 특수교량 피뢰설비 보강방안 검토 .....	7
2.2 대상 교량의 피뢰설비 설치현황 .....	8
2.2 특수교량 피뢰설비 보강대책 .....	8
<b>제 3 장 낙뢰위험도 평가검토</b> .....	<b>16</b>
2.1 교량별 낙뢰위험도 평가결과 검토 .....	17
2.2 위험도 평가결과 분석 .....	18
<b>제 4 장 교량별 피뢰설비 설계사항</b> .....	<b>19</b>
(1) 셋강문화다리 .....	20
(2) 서강대교 .....	26
(3) 양화대교 .....	33
(4) 구리암사대교 .....	40
(5) 숲내교 .....	47
(6) 이화교 .....	54
(7) 응봉교 .....	61
(8) 검재교 .....	68
(9) 올림픽대교 .....	74
(10) 행주대교(하) .....	82
<b>별첨</b> .....	<b>88</b>

# 제 1 장 과업 개요

# 제 1 장 과업 개요

## 1.1 개 요

본 용역은 서울시에서 유지관리하고 있는 교량 중 교면으로부터 높이 20m이상의 케이블이 설치된 교량에 대하여 자연재해의 하나인 낙뢰로부터 안전하게 시설물을 보호하고 인명피해를 사전에 예방하여 사회·경제적 손실의 최소화 및 교량 이용의 안전을 확보하기 위한 목적으로 실행된 '특수교량 낙뢰위험도 평가 및 보호방안 기술용역'의 결과에 따른 교량별 피뢰방호 설계를 실시하는데 있다.

## 1.2 과업 수행

### 1.2.1 과업의 전반내용

서울시 특수교량은 올림픽대교와 행주대교를 제외하고는 교량형식 강재구조물로 이루어져 있고, 주탑의 높이가 높지 않은 특징을 가지고 있다. 하지만, 교량을 왕래하는 차량과 사람의 통행이 많아, 낙뢰로 인해서 교량 구조물의 직접적인 손상, 피해보다는 교통통제로 인한 사회적 비용 및 안전사고 발생 위험이 높을 수 있는 특징을 가지고 있다. 본 과업의 범위는 서울시에 소재한 특수교량의 피뢰방호 정비공사를 체계적으로 마련할 수 있도록 계획하였다. '특수교량 낙뢰위험도 평가 및 보호방안 결과'에 대한 내용을 충분히 숙지하고, 합리적인 피뢰설비 마련의 목표를 달성하기 위하도록 진행하였고, 피뢰설비 정비공사 이후 유지관리에 정량적, 객관적인 것이 될 수 있도록 진행하였다.

### 1) 전제조건

본 과업의 효율적인 수행을 위하여 아래 내용에 관한 과업수행 전제조건에 이해가 요구된다.

- 낙뢰 메커니즘에 대한 이해
  - 낙뢰방호에 대한 지식
  - 교량주변 지역의 낙뢰환경 분석 및 낙뢰밀도 산정에 대한 기술
  - 도로교 설계기준의 피뢰설비 기준이해
  - 피뢰시스템에 대한 국내표준에 대한 지식 및 이해
- ※ 국내산업표준

KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1부 : 일반원칙

KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2부 : 위험성 관리

KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물에 대한 물리적 손상과 인명 위험

KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템

KS C IEC 62561-1, 2, 3, 4, 5, 6 : 피뢰시스템 구성요소

## 2) 과업대상 및 과업내용 (대상교량 총10개)

구분	SPD등전위공사	뇌격계수기공사	낙뢰모니터링 시스템	접지단자함설치	GV접지선설치	시험접지극설치
셋강문화다리	○	○				
서강대교	○	○		○		
양화대교	○	○		○		
구리암사대교	○	○			○	
숫내교	○	○			○	
이화교	○	○		○		
응봉교	○	○				○
검재교	○	○				
올림픽대교	○		○	○		
행주대교	○		○			
계	10개소	8개소	2개소	4개소	2개소	1개소

## 3) 과업의 범위

- (1) 현장조사, 자료수집 및 정리
- (2) 설계개요 및 관계법령 등 제기준 검토
- (3) 교량현황 및 피뢰설비 상태 등 분석
- (4) 교량별 피뢰보호시스템 구축방안 검토
- (5) 교량별 낙뢰보호시스템 설계도 작성
- (6) 공사비 산정 및 내역서 작성

### 1.2.2 과업내용 및 업무수행 절차

1) 제안목표에서 제시한 내용을 기술하기 위해 다음의 과제를 수행한다.

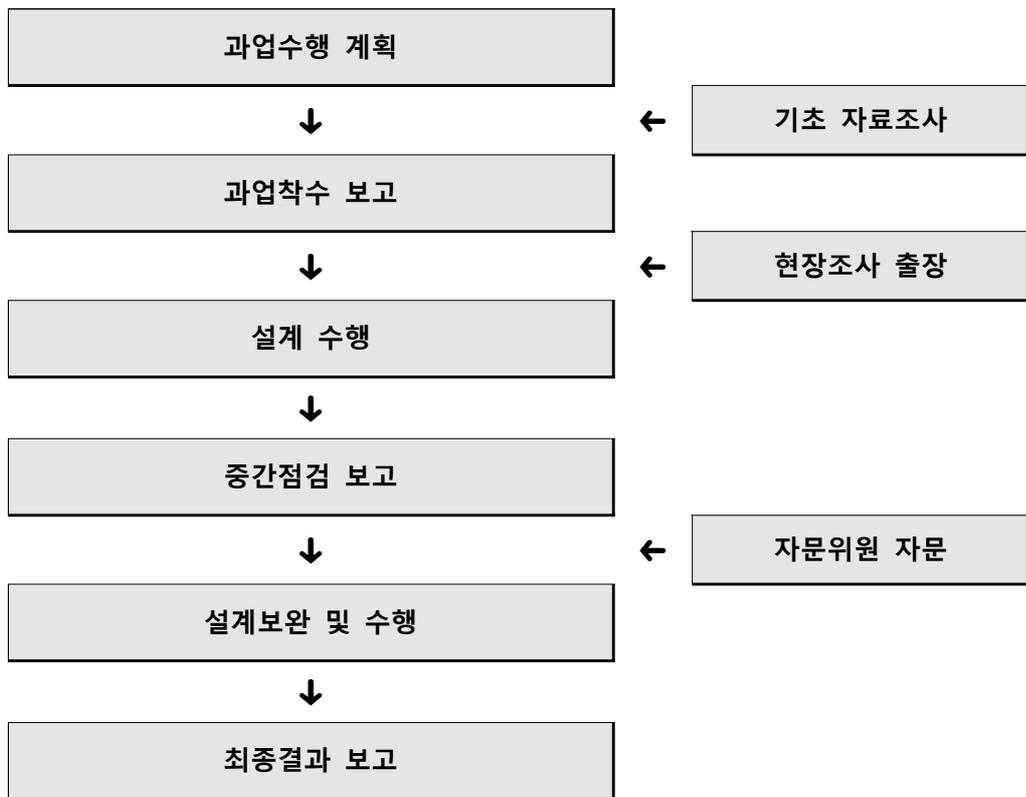
- 교량별 제원, 피뢰설비 설치 상태등에 대한 자료분석
- 교량별 피뢰보호시스템 구축방안 검토 및 설계도 작성
- 교량별 낙뢰보호시스템 공사비 및 내역서 산정

2) 과업수행 절차

제안목표에서 제시한 내용을 기술하기 위해 다음의 과제를 수행하여 결과물을 산출하였다.

- 대상교량에 대한 피뢰설비 설치 상태등 기초자료 수집 및 조사
- 대상교량의 피뢰설비 도면검토
- 교량의 구조물 형태, 주변환경, 피뢰시스템의 방호범위를 고려하여 피뢰설비 도면작성

[표] 과업수행절차도



### 1.3 기대효과

본 과업을 수행함으로써 특수교량의 낙뢰보호 시스템에 대한 새로운 기준과 방법을 제시하는 것으로 볼 수 있다. 본 실시설계 용역을 통하여 향후 특수교량의 피뢰설비 설계시 참조가 가능한 설계안을 제시하는 역할을 할 수 있다.

본 과업의 직접적인 성과를 통해서 특수교량 낙뢰보호시스템 설계기준으로 제시될 수 있으며, 향후 실무자료로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

- 특수교량의 낙뢰피해 방재대책의 수준제고

- 피뢰설비 설계기준 작성시 참고
- 피뢰설비 시스템 구축의 제도화

#### 1.4 과업일정

구 분	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W	8W	9W	10W	11W	12W
자료조사	■	■										
피뢰설비 설계계획			■	■								
교량별 피뢰설비 설계					■	■	■	■	■			
중간점검 및 자문회의										■		
설계보완											■	
최종보고서 (자문위원 의견반영)												■

## **제 2 장 피뢰설비 설계계획**

## 제 2 장 피뢰설비 설계계획

### 2.1 특수교량 피뢰설비 보강방안 검토

#### 1) 피뢰시스템 적용 기준

현재 대부분 교량에 대한 낙뢰보호 시스템 설치기준이 없거나 설계자나 발주자 의도에 의해 설계, 시공되고 있는 실정이다. 이로서 교량마다 낙뢰보호 시스템이 상이하고, 낙뢰에 대한 사고 예방을 위한 기준 제시가 마련되어 있지 않고 있다. 이에 대한 보완책으로 교량의 안전을 확보하기 위하여 교량에 대한 낙뢰보호 시스템 기준이 필요하다.

국내의 낙뢰보호 시스템 적용규격을 살펴보면 한국산업표준(KS C 9609:1995)이 현대의 건축물에 적용하기에 부적합하여 건축물 등의 뇌보호시스템에 관한 기술표준으로 2003년 8월 KSC 61024시리즈를 제정하였다. 국제규격이 IEC 62305 시리즈로 개편되면서 2006년에 피뢰설비분야의 새로운 국제표준인 KS C IEC 62305 시리즈로 제정되면서 우리나라 피뢰시스템도 국제규격과 부합화하여 제정되었다. 따라서 교량 피뢰시스템에 대한 설계시 국가표준인 KS C IEC 62305규격을 적용하는게 타당하다고 판단된다.

교량낙뢰보호 시스템 설계시 적용규격
KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1장 : 일반원칙
KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2장 : 리스크관리
KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3장 : 구조물의 물리적 손상 및 인명위험
KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4장 : 구조물 내부의 전기전자 시스템

해외 각국의 규격도 국제전기기술위원회(IEC)에서 제정된 IEC 62305 시리즈가 적용되어 전 세계적으로 IEC 62305 시리즈가 폭넓게 적용되고 있다. 아래 해외 각국의 피뢰시스템도 IEC 규격을 부합화하여 적용되고 있다.

표 2-1 해외 각국의 피뢰시스템 구성

적용표준	규격명	비교
IEC 62305(Part 1 to 4)	Protection against lightning	국제표준
BS EN/IEC 62305-2	Lightning protection standard	영국/유럽표준
JIS 4201: 2003	Protection of structures against lightning(IEC 62305)	일본표준
AS/NZS 1768(Int):2003	Australia/New Zealand Standard Lightning protection	호주/뉴질랜드 표준
NFPA-780	Standard for the Installation of Lightning Protection System	미국화재보험협회

## 2.2 대상 교량의 피뢰설비 설치현황

서울시 관내 관리교량 중 금번 용역 범위내 교량은 10개소이며 피뢰설비 설치현황은 다음과 같다. 이를 토대로 피뢰설비 보강공사 설계를 진행하였고, 피뢰설비 중복설치는 반영하지 않았다.

표 2-2 실시설계 용역대상 교량의 피뢰설비 설치현황

교량명	구조물 형식	피뢰침	인하도선	피뢰접지	등전위접지 연속성	비고
셋강문화다리	○	○	○	○ (3.14Ω)	양호	
서강대교	○	○	○	○ (5.46Ω)	양호	
양화대교 (상,하류)	○	×	자연구성부재	×	양호	
구리암사대교	○	○	○	○ (2.5Ω)	양호	
숫내교	○	×	자연구성부재	○ (2.0Ω)	양호	
이화교	○	○	○	○ (3.14Ω)	양호	
응봉교	○	○	○	(접지측정불가)	양호	
겸재교	○	○	○	○ (9.41/6.0Ω)	양호	
올림픽대교	국토부용역 평가 완료	○	○	○	양호	
행주대교(하류)	국토부용역 평가완료	○	○	○	양호	
<b>계</b>	10개소	10개소	10개소		10개소	

## 2.3 특수교량 피뢰설비 보강대책

교량 구조물에 뇌격을 받아 케이블이 손상된 사례는 국내에서 2015년도 서해대교 낙뢰사고를 비롯해 10여 년 전인 2005년도에 그리스 Rion-Antrion교에서 우리나라 서해대교와 비슷한 낙뢰사고를 경험했다. 그리스 Rion-Antrion교에서는 낙뢰사고 후 피뢰설비 보강조치를 취했으며, 현재까지 낙뢰로 인한 사고는 없는 것으로 보고되고 있다. 특수교량에 대한 안정성과 경제성을 고려하여 각 교량에 적절한 피뢰대책을 다음과 같이 정립하고자 한다.

### 1) 특수교량에 대한 보호레벨(LPL)선정

- ① 낙뢰로부터 특수교량을 효과적으로 보호하기 위해서는 해당 장소의 뇌전류 파라미터를 구하고, 교량 구조물의 중요도를 판단하여 보호레벨을 선정한다.
- ② 교량지역의 낙뢰빈도, 뇌전류크기(kA), 설치위치, 구조물의 높이 및 형식, 공공성, 경제성등을 고려하여 보호레벨을 설계한다.
- ③ 아래 표2-3는 최초 정극성, 부극성의 뇌전류 파라미터의 최대값이며, 표2-4은

뇌전류 파라미터의 최소값과 LPL에 상응하는 회전구체의 반지름이며, 표2-5는 뇌전류 파라미터의 포착확률을 말한다.

표 2-3 피뢰레벨에 따른 뇌격전류 파라미터의 최대값

최초 정극성 임펄스			피뢰레벨			
전류파라미터	기호	단위	I	II	III	IV
피크전류	$I$	kA	200	150	100	
단시간 뇌격 전하량	$Q_{short}$	C	100	75	50	
비에너지	$W/R$	MJ/ $\Omega$	10	5.6	2.5	
시간파라미터	$T_1/T_2$	$\mu s/\mu s$	10/350			

최초 부극성 임펄스			피뢰레벨			
전류파라미터	기호	단위	I	II	III	IV
피크전류	$I$	kA	50	37.5	25	
평균준도	$di/dt$	kA/ $\mu s$	200	150	100	
시간파라미터	$T_1/T_2$	$\mu s/\mu s$	0.25/100			

표 2-4 뇌격전류 파라미터의 최소값과 LPL에 상응하는 회전구체의 반지름

수뢰기준			LPL			
구 분	기호	단위	I	II	III	IV
최소 피크전류	$I$	kA	3	5	10	16
회전구체반지름	$r$	m	20	30	45	60

표 2-5 뇌격전류 파라미터의 제한에 대한 확률

뇌격전류 파라미터의 확률	LPL			
	I	II	III	IV
정의된 최대값보다 작은 확률	0.99	0.98	0.97	0.97
정의된 최소값보다 큰 확률	0.99	0.97	0.91	0.84

## 2) 구조물의 위험성 관리(Risk management)

위험성 관리는 교량구조물의 낙뢰로 인한 위험요소 평가를 통해 위험요소에 대한 상위허용한계를 선정하여 그 위험을 줄이거나 허용범위 이하로 제한하기 위해 적절한 보호대책을 마련하는 것을 말한다. 교량의 낙뢰위험도 평가는 한국산업표준

인 KS C IEC 62305-2(리스크 관리) 규격을 준용하여 실시하였다.

① 평가요소별 및 적용방법

- 손상의 원인 적용

표 2-6 구조물의 손상원인과 유형 검토

손상 원인	교량 적용
S1 구조물의 뇌격	○
S2 구조물 근처의 뇌격	
S3 구조물에 접속된 선로 뇌격	
S4 구조물에 접속된 선로 근처 뇌격	

- 손상의 유형 적용

표 2-7 손상유형 검토

손상 유형	교량 적용
D1 감전에 의한 인축의 상해	
D2 불꽃방전을 포함하여 뇌전류의 영향에 의한 물리적 손상	○
D3 LEMP로 인한 내부시스템의 고장	

- 손실의 유형 적용

표 2-8 손실의 유형 검토

손상 원인	교량 적용
L1 인명손실	
L2 공공서비스의 손실	○
L3 문화유산의 손실	
L4 경제적 가치의 손실 (구조물과 그 내용물, 활동의 손실)	

② 리스크 관리기본 절차

표준에서 말하는 리스크는 발생 가능성이 있는 평균 연간 손실의 상대값을 의미하고 있다. 구조물에 낙뢰가 발생한 경우 나타날 수 있는 손실 유형에 대

하여 관련한 리스크를 평가하게 된다. 구조물에서 손실의 각 유형에 대하여 고려되는 리스크 요소는 다음과 같다.

표 2-9 구조물에서 손실의 각 유형에 대하여 고려되는 리스크요소

손상의 원인	구조물 직격뢰			구조물 근처 뇌격 S2	인입선로 직격뢰			인입선로 근처뇌격 S4
	S1				S3			
리스크 요소	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$
손실의 각 유형에 대한 리스크								
$R_1$	*	*	**	**	*	*	**	**
$R_2$		*	*	*		*	*	*
$R_3$		*				*		
$R_4$	*	*	*	*	*	*	*	*

손실의 유형에 상응하는 리스크 요소는 표3.3과 같으며, 교량 구조물에 가장 큰 손상원인으로 구조물 직격뢰 S1으로 인하여 발생할 수 있는 손실의 유형이 공공서비스의 손실리스크  $R_2$ 가 해당된다. 여기에 해당되는 리스크 요소는  $R_B$ 와  $R_C$ 가 해당된다.

교량 구조물에 대한 리스크 요소에 영향을 미치는 구조물 및 가능한 보호대책의 특성은 다음표와 같다.

표 2-10 리스크요소에 영향을 미치는 요인

구조물 혹은 내부시스템 보호대책의 특성	$R_B$	$R_C$
수뢰면적	×	×
LPS	×	×
본딩SPD	×	
협조된 SPD 시스템		×

금번 용역에서 서울시 특수교량에 대해서도 리스크 요소에 영향을 미치는 요인이되는 수뢰면적, LPS, 본딩SPD 및 협조된SPD시스템등을 고려하여 설계를 진행하였다. 각 요소들의 계산은 다음의 표와 같다.

표 2-11 교량의 물리적 손상과 관련한 요소  $R_B$

항목	설명	비고																																
$R_B$	$N_D \times P_B \times L_B$																																	
$N_D$	<p>교량이 뇌격으로 인한 연평균 위험한 횟수 (<math>N_G \times A_D \times C_D \times 10^6</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N_G</math> : 낙뢰밀도 - 연간 교량 주변 1km<sup>2</sup>당 낙뢰의 수 (10년간 원시데이터)</li> <li>- <math>A_D</math> : 수뢰면적 - 교량에 대한 낙뢰타격 가능면적</li> </ul> $A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$ <p><math>H</math> : 높이, <math>L</math> : 길이, <math>W</math> : 깊이 (단위 : m)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>C_D</math> : 구조물의 위치계수 - 교량이 위치한 곳에 따른 정량적 계수</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">상대적 위치</th> <th style="text-align: center;"><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>대상물의 높이 보다 높은 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물</td> <td style="text-align: center;">0.25</td> </tr> <tr> <td>대상물과 같거나 낮은 높이의 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> </tr> <tr> <td>독립 대상물: 주변에 다른 물체가 없음</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>언덕이나 작은 산에 위치한 독립된 대상물</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </tbody> </table>	상대적 위치	$C_D$	대상물의 높이 보다 높은 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물	0.25	대상물과 같거나 낮은 높이의 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물	0.5	독립 대상물: 주변에 다른 물체가 없음	1	언덕이나 작은 산에 위치한 독립된 대상물	2																							
상대적 위치	$C_D$																																	
대상물의 높이 보다 높은 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물	0.25																																	
대상물과 같거나 낮은 높이의 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물	0.5																																	
독립 대상물: 주변에 다른 물체가 없음	1																																	
언덕이나 작은 산에 위치한 독립된 대상물	2																																	
$P_B$	<p>교량에 대한 낙뢰보호시스템의 정량적 계수</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">구조물의 특성</th> <th style="text-align: center;">LPS레벨</th> <th style="text-align: center;"><math>P_B</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LPS에 의해 보호되지 않는 구조물</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>LPS에 의해 보호되는 구조물</td> <td style="text-align: center;">IV</td> <td style="text-align: center;">0.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">III</td> <td style="text-align: center;">0.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">0.05</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">0.02</td> </tr> <tr> <td>LPS1+자연구성부재 인하도록 시스템 <sup>주.1</sup></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.01</td> </tr> <tr> <td>금속지붕 또는 수뢰부시스템+연속성금속 <sup>주.2</sup></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.001</td> </tr> </tbody> </table>	구조물의 특성	LPS레벨	$P_B$	LPS에 의해 보호되지 않는 구조물	-	1	LPS에 의해 보호되는 구조물	IV	0.2		III	0.1		II	0.05		I	0.02	LPS1+자연구성부재 인하도록 시스템 <sup>주.1</sup>		0.01	금속지붕 또는 수뢰부시스템+연속성금속 <sup>주.2</sup>		0.001									
구조물의 특성	LPS레벨	$P_B$																																
LPS에 의해 보호되지 않는 구조물	-	1																																
LPS에 의해 보호되는 구조물	IV	0.2																																
	III	0.1																																
	II	0.05																																
	I	0.02																																
LPS1+자연구성부재 인하도록 시스템 <sup>주.1</sup>		0.01																																
금속지붕 또는 수뢰부시스템+연속성금속 <sup>주.2</sup>		0.001																																
$L_B$	<p>물리적 손상에 대한 정량적 계수 (<math>r_p \times r_f \times L_f</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>r_p</math> : 화재의 영향을 줄이기 위한 계수</li> <li>- <math>r_f</math> : 구조물의 화재위험성으로 인한 물리적 위험도 저감계수</li> <li>- <math>L_f</math> : 낙뢰로 인한 상대적 손실량 증대계수</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">설비</th> <th style="text-align: center;"><math>r_p</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">화재진압 설비없음</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td colspan="3">소화설비 구비:소화기, 고정된 수동조작 소화기등</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> </tr> <tr> <td colspan="3">자동경보장치(소방수 10분내 출동)</td> <td style="text-align: center;">0.2</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">리스크량</th> <th style="text-align: center;"><math>r_f</math></th> <th style="text-align: center;">유형</th> <th style="text-align: center;">손실값 <math>L_f</math></th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">높음</td> <td style="text-align: center;"><math>10^{-1}</math></td> <td style="text-align: center;">가스, 수도, 전력</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">보통</td> <td style="text-align: center;"><math>10^{-2}</math></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">낮음</td> <td style="text-align: center;"><math>10^{-3}</math></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	설비			$r_p$	화재진압 설비없음			1	소화설비 구비:소화기, 고정된 수동조작 소화기등			0.5	자동경보장치(소방수 10분내 출동)			0.2	리스크량	$r_f$	유형	손실값 $L_f$	높음	$10^{-1}$	가스, 수도, 전력		보통	$10^{-2}$			낮음	$10^{-3}$			
설비			$r_p$																															
화재진압 설비없음			1																															
소화설비 구비:소화기, 고정된 수동조작 소화기등			0.5																															
자동경보장치(소방수 10분내 출동)			0.2																															
리스크량	$r_f$	유형	손실값 $L_f$																															
높음	$10^{-1}$	가스, 수도, 전력																																
보통	$10^{-2}$																																	
낮음	$10^{-3}$																																	

주.1 LPS I에 상응하는 수뢰시스템과 자연적 구성부재 인하도록 시스템으로 작용하는 연속성금속 또는 철근콘크리트철골의 구조물

주.2 자연적 구성부재를 포함하여 금속 지붕 또는 수뢰시스템이 설치되고, 낙뢰에 대한 보호를 하는 모든 지붕설비 및 자연적 구성부재 인하도록 시스템으로 작용하는 연속성 금속 또는 철근콘크리트철골의 완전한 보호로 이루어진 구조물

표 2-12 교량의 내부시스템의 고장과 관련한 요소  $R_C$

항목	설명	비고										
$R_C$	$N_D \times P_C \times L_C$											
$N_D$	<p>교량이 뇌격으로 인한 연평균 위험한 횟수 (<math>N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N_G</math> : 낙뢰밀도 - 연간 교량 주변 1km<sup>2</sup>당 낙뢰의 수 (10년간 원시데이터)</li> <li>- <math>A_D</math> : 수뢰면적 - 교량에 대한 낙뢰타격 가능면적</li> </ul> $A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$ <p style="text-align: center;"><math>H</math> : 높이, <math>L</math> : 길이, <math>W</math> : 깊이 (단위 : m)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>C_D</math> : 구조물의 위치계수 - 교량이 위치한 곳에 따른 정량적 계수</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">상대적 위치</th> <th style="text-align: center;"><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>대상물의 높이 보다 높은 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물</td> <td style="text-align: center;">0.25</td> </tr> <tr> <td>대상물과 같거나 낮은 높이의 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> </tr> <tr> <td>독립 대상물: 주변에 다른 물체가 없음</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>언덕이나 작은 산에 위치한 독립된 대상물</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </tbody> </table>	상대적 위치	$C_D$	대상물의 높이 보다 높은 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물	0.25	대상물과 같거나 낮은 높이의 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물	0.5	독립 대상물: 주변에 다른 물체가 없음	1	언덕이나 작은 산에 위치한 독립된 대상물	2	
상대적 위치	$C_D$											
대상물의 높이 보다 높은 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물	0.25											
대상물과 같거나 낮은 높이의 물체 또는 나무로 둘러싸인 대상물	0.5											
독립 대상물: 주변에 다른 물체가 없음	1											
언덕이나 작은 산에 위치한 독립된 대상물	2											
$P_C$	<p>낙뢰로 인한 교량에 내부시스템 고장의 정량적 계수</p> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">LPL</th> <th style="text-align: center;"><math>P_B</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>협조된 SPD보호시스템 없음</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Ⅲ~Ⅳ</td> <td style="text-align: center;">0.05</td> </tr> <tr> <td>Ⅱ</td> <td style="text-align: center;">0.02</td> </tr> <tr> <td>Ⅰ</td> <td style="text-align: center;">0.01</td> </tr> </tbody> </table>	LPL	$P_B$	협조된 SPD보호시스템 없음	1	Ⅲ~Ⅳ	0.05	Ⅱ	0.02	Ⅰ	0.01	
LPL	$P_B$											
협조된 SPD보호시스템 없음	1											
Ⅲ~Ⅳ	0.05											
Ⅱ	0.02											
Ⅰ	0.01											
$L_C$	<p>낙뢰로 인한 내부시스템 고장의 정량적 계수 (<math>L_C = L_D</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>L_D</math> : 내부시스템 고장의 결과로서 공급 중단된 사용자의 일반적인 평균 상대적인 수</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">유형</th> <th style="text-align: center;"><math>L_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>가스, 수도, 전력 공급</td> <td style="text-align: center;"><math>10^{-2}</math></td> </tr> </tbody> </table>	유형	$L_D$	가스, 수도, 전력 공급	$10^{-2}$							
유형	$L_D$											
가스, 수도, 전력 공급	$10^{-2}$											

③ 보호대책 선정 절차

구조물 보호의 필요성을 결정하고 보호대책을 선정하는 절차는 다음 그림과 같다.

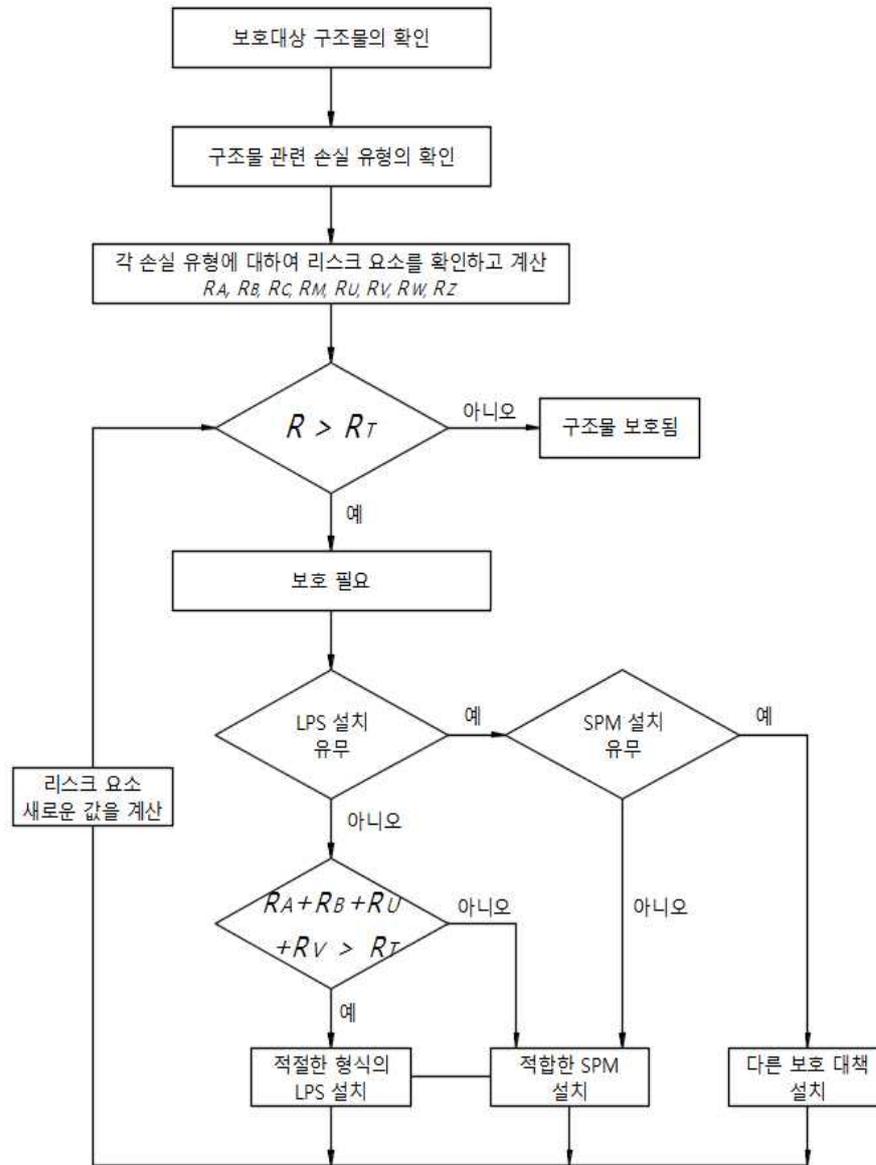


그림 2-1 보호대책 선정 절차

### (6) 낙뢰밀도 산출

낙뢰위험도 평가시 중요한 요소 중 하나인 연간 위험한 뇌격횟수를 산출하기 위한 낙뢰밀도 계산은 기상청의 최근 10년간 서울지역의 낙뢰횟수에 대한 원시데이터 자료를 활용하였다. 현재 기상청의 낙뢰밀도 자료는 해당 지역별로 제공되어 있어 각 특수 교량에 대한 낙뢰위험도 평가로 활용하기에는 정확성이 떨어진다. 정확한 낙뢰 위험도 평가를 위해 표준 KS C IEC 62305-2에서 정의한 교량 구조물을 중심으로 1km<sup>2</sup> 이내에서 발생한 낙뢰 횟수를 구하였다. 해당 교량에 대한 10년간의 연간 낙뢰횟수(운간방전 뇌 포함)를 구한 다음, 얻어진 값 중에서 최대값(보정율 적용)을 이용하여 낙뢰위험도 평가를 위한 낙뢰밀도를 계산하였다.

표 2-13 교량별 낙뢰밀도 분류 분포도

구 분		낙뢰밀도 ( 낙뢰횟수/1 km <sup>2</sup> )			
낙뢰밀도 구분		낙뢰밀도 10미만 (저밀도)	낙뢰밀도 10~20 (중밀도)	낙뢰밀도 20이상 (고밀도)	계
교량별	셋강문화다리	8.75			
	서강대교		11.5		
	양화대교(상.하류)		12.75		
	구리암사대교		11.75		
	숫내교	9.25			
	이화교		13.25		
	응봉교		16.5		
	겸재교		13.5		
	올림픽대교	9.25			
	행주대교(하류)	8.0			
	소계	4	6	0	10

## 제 3 장 낙뢰위험도 평가

### 3.1 교량별 낙뢰위험도 평가결과

#### (1) 평가기준 및 방법

교량 구조물의 낙뢰위험도를 평가하기 위한 평가도구로 한국산업표준인 KS C IEC 62305-2(리스크관리) 규격을 준용하여 대상 교량에 대해 평가하였으며, 대상교량에 대해 현장조사, 낙뢰밀도산출 등 주요 평가요소를 산정하여 적용하였다. 위험도 산출결과는 아래표와 같이 산출되었으며, 이중 9개소는 허용위험도 기준을 초과하였고, 1개소는 허용위험도 이하의 결과를 나타내었다. 10개소 교량중 물리적손상 위험도가 초과하는 교량은 없으나, 내부전자계위험도 요소가 높은 교량이 대부분이다. 내부전자계 위험을 낮추기 위한 SP등전위 보호협조는 KS C IEC 62305-4의 4, 7 및 9항과 KS C IEC 61643-12에서 설명하는 것에 준하여 설치하도록 한다.

표 3-1 대상교량 위험도 평가 산출데이터

구분	교량명	형식	구조물높이 H [m] (GL기준)	위험도 [ $10^{-3}$ ]			총 허용위험도(R) ( $R_T \leq 0.001$ )	
				R (총위험도)	$R_B$ (물리적손상 위험도)	$R_C$ (내부전자계 위험도)	위험요소	보호대책후 위험도(R)
도로교	셋강문화다리	역대칭 사장교	55	7.561	0.015	7.546	$R_C$	$0.091 \times 10^{-3}$
도로교	서강대교	아치교	30	7.148	0.014	7.133	$R_C$	$0.085 \times 10^{-3}$
도로교	양화대교	아치교	38	9.840	0.019	9.821	$R_C$	$0.117 \times 10^{-3}$
도로교	구리암사대교	아치교	28	8.117	0.159	7.958	$R_C$	$0.238 \times 10^{-3}$
도로교	숫내교	아치교	48	8.301	0.017	8.284	$R_C$	$0.099 \times 10^{-3}$
도로교	이화교	아치교	42	9.620	0.019	9.601	$R_C$	$0.115 \times 10^{-3}$
도로교	응봉교	아치교	27	8.038	0.016	8.022	$R_C$	$0.096 \times 10^{-3}$
도로교	겸재교	Extra Dosed교	35	5.144	0.010	5.134	$R_C$	$0.062 \times 10^{-3}$
특수교	올림픽대교	사장교	88	1.121	0.043	1.077	$R_C$	$0.258 \times 10^{-3}$
특수교	행주대교	사장교	50	0.304	0.012	0.292	없음	1)
계	10개 교량							

주. 1) 총 위험도가 허용위험도 이내임

(2) 위험도 평가결과 분석

- 전반적으로 물리적 위험도  $R_B$  요소는 낮게 나왔으나, 내부시스템고장과 관련된 위험도인  $R_C$  요소가 허용위험도를 초과하였다.
- 낙뢰로 인한 교량 내부시스템 고장의 위험을 줄이기 위해서는 협조된 SPD보호 시스템을 적용하여  $R_C$  위험도를 낮출 필요가 있다.

▷ 물리적손상 위험도 높은 교량

평가항목	결과	대상교량명
위험도 결과	$R_B > R_T$	없음
낙뢰위험	$R_B$ 값 허용위험도 이상	
피뢰대책	피뢰시스템보강	
계	-	

▷ 내부전자계시스템 위험도 높은 교량

평가항목	결과	대상교량명
위험도 결과	$R_C > R_T$	셋강문화다리, 서강대교, 양화대교, 구리암사대교, 숭내교, 이화교, 응봉교, 겸재교, 올림픽대교
낙뢰위험	$R_C$ 값 허용위험도 이상	
피뢰대책	SPD 등전위협조 피뢰설비보강	
계	-	

▷ 허용위험도 이내( $R \leq R_T$ ) 교량

평가항목	결과	대상교량명
위험도 결과	$R \leq R_T$	행주대교(하),
낙뢰위험	허용위험도 이하	
피뢰대책	피뢰설비 유지관리	
계	-	1 개소

## **제 4 장 교량별 피뢰설비 설계사항**

## 샛강문화다리

### 피뢰설비 및 보강설계 사항

■ 피뢰설비 설치현황

교량명	피뢰침 수량	설치 위치	규격	피뢰설비 현황			지격된 계수기 유무		
				상부	SPD등전위	접지 단자함			
셋강문화 다리	2 EA	구조물 상부	-형식:돌침형피뢰침 -인하도선:50SQ	피뢰침	없음	설치됨	없음		
현 장 설치도									
	수뢰부	구조물 상부						지지케이블-강케이블	
		접지단자대						구조물 등전위본딩 - 확인	
	피뢰설비								

■ 피뢰설비 보강사항

피뢰시스템 표준 (도로교 설계기준)	KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1부 : 일반원칙 KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2부 : 위험성 관리 KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물에 대한 물리적 손상과 인명 위험 KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템 KS C IEC 62561-6 피뢰시스템구성요소 - 제6부 : 뇌격계수기에 관한 요구사항
------------------------------	---

대 상		검토결과	피뢰설비 보강사항
① 교량 지지케이블		강재 케이블 (위험도평가 결과 참조)	불필요
② 주탑 측면보호		60M이하 및 강재교량	불필요
③ 내부전자시스템		SPD 등전위협조 미확인	SPD 등전위본딩 필요
④ 피뢰 설비 유지 관리	피뢰침	돌침형 피뢰침	적합
	피뢰접지설비	접지됨	적합
		접지단자함 설치	적합
	등전위본딩	정착구/강구조물 등전위본딩 접지	적합
	뇌격 모니터링	뇌격계수/ 경보 시스템 없음	뇌격계수기 설치
	점검매뉴얼	피뢰설비 표준점검 매뉴얼 미비	점검 매뉴얼 절차 수립

## ■ 피뢰설비 보강설계사항

### 1.SPД등전위공사

#### 1) 설치목적

SPD 등전위공사는 LPZ 구역에 따라 교량 구조물내에 설치된 전기계측설비들에 대해 SPL등급에 적합하게 설계하여 전기전자시스템의 손실 리스크를 최소화하기 위한 것이다. 교량 내부 또는 외벽에 설치된 전기전자시스템(계측시스템, CCTV, 경관조명등) 설비에 SPD를 설치하여 뇌격으로 부터 설비를 보호한다.

#### 2) 설치방법

SPD 설치방법은 전기설비기술기준 및 내선규정에 명기된 방법에 따라 설치하도록 한다. 전원공급 분전반의 주차단기의 2차측에 그림과 같이 ①과전류 보호장치(배선용차단기), ②SPD를 설치하도록 한다.

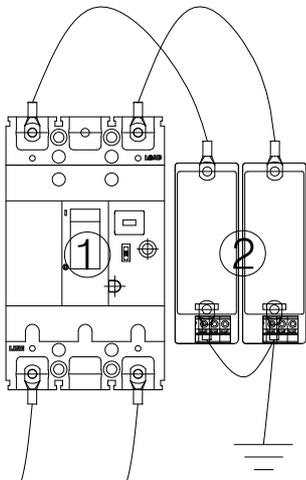


그림.1 SPD등전위공사 설치 도면 (①배선용차단기 ②SPD)

SPD설치시 사용되는 연결전선의 굵기는 최소  $16\text{mm}^2$  이상의 동전선을 사용하도록 하도록 한다. 연결전선은 상전선부터 서지보호장치까지 그리고 서지보호장치부터 주 접지단자 또는 보호선까지의 전선이다. SPD의 연결전선의 길이가 길어지면 과전압에 대한 보호의 효율성이 감소하기 때문에 최적의 과전압에 대한 보호를 위해서는 SPD의 모든 연결전선의 길이는 가능한 짧고(가능하면 전체 전선길이가 0.5m를 초과하지 않아야 한다), 어떠한 접속도 없어야 한다. 그림을 참고하여 A+B의 길이가 0.5m를 초과하지 않게 설치하도록 한다.

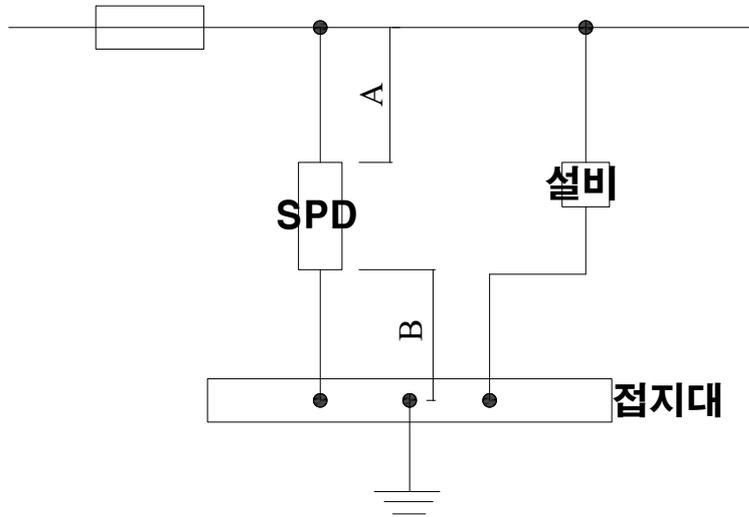


그림.2 SPD설치

### 3) SPD성능

특수교량에 설치되는 SPD는 설치되는 장소와 전기계통의 종류, 교량의 LPS구성등을 고려하여 1등급 SPD를 적용하도록 한다. SPD의 보호장치는 배선용차단기를 사용하며 다음표 이상의 성능을 가지는 제품을 적용하도록 한다.

표.1 SPD 및 보호장치 최소성능 기준

전원용 SPD	1등급 SPD
적용회로전압	AC 1상2선식, 220V~380V
극수	2P
최대연속사용전압 $U_c$	250V a.c
공칭방전전류 $I_n$	25kA (8/20 $\mu$ s)
임펄스전류 $I_{imp}$	25kA (10/350 $\mu$ s)
전압보호레벨 $U_p$	1500V 이하
동작상태 표시기능	돌출표식
IP등급	IP20
외함재질	난연성 재질 사용
접지선	16mm <sup>2</sup> 이상 (구리)
SPD보호장치	배선용차단기 50AF/AT

## 2. 낙뢰계수기 공사

### 1) 설치목적

낙뢰계수기는 접지선을 통과하여 흐르는 낙뢰 전류를 감지하여 계수하는 기능을 갖는다. 이러한 장치는 방전 전류의 극성과 무관하게 낙뢰를 감지하고 기록하는 기능을 갖고 있어야 한다. 그러므로, 낙뢰계수기는 사용 중에 성능에 이상이 없어야 하고, 사람과 주위 환경에 위험을 주지 않는 제품을 적용하도록 한다.

### 2) 설치방법

특수교량에 설치되는 특성상 온도, 먼지 및 습도를 포함하는 환경조건에 영향을 받지 않도록 최소 IP43 이상의 외함에 수납하여 설치하도록 하며, 전면부는 내부의 계수 상태를 확인할 수 있는 투명 재질의 것을 사용하여 그림처럼 배치한다.

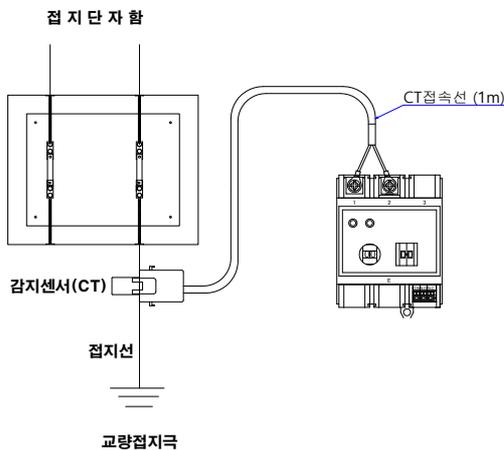


그림.3 뇌격계수기 설치도면 및 설치사례

### 3) 뇌격계수기 성능

특수교량에 설치되는 뇌격계수기는 최소 아래표 이상의 성능을 갖추고 있어야 한다.

표.2 뇌격계수기 최소성능 기준

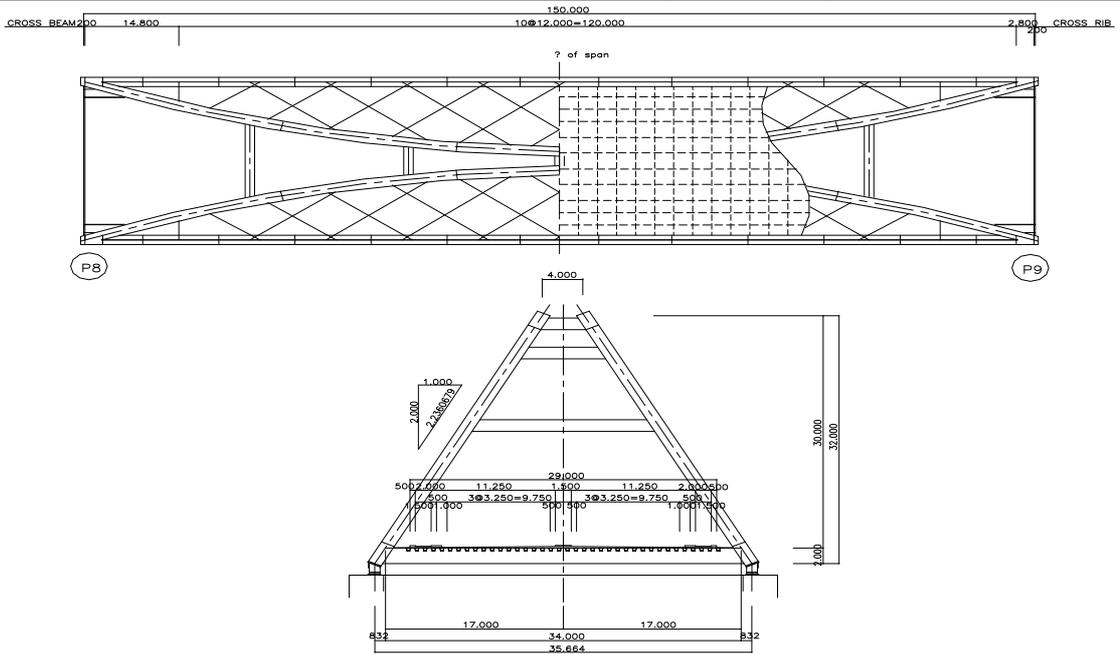
뇌격계수기	무전원형
표시범위	00 ~ 99
동작전류	200A
최대전류	200kA (10/350 $\mu$ s)
동작극성	정극성, 부극성
감지센서(CT)	분할형CT (내경 $\phi$ 36)
테스트	24V 전압단자

## **서강대학교**

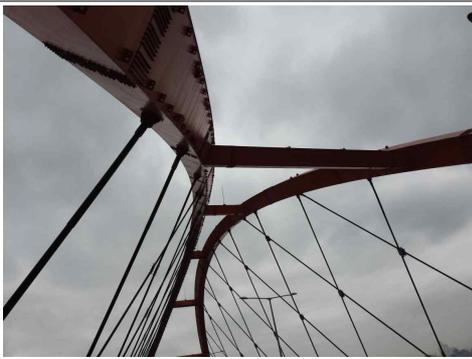
### **피뢰설비 및 보강설계사항**

■ 피뢰설비 설치현황

교량명	피뢰침 수량	설치 위치	규격	낙뢰보호유형			직격뢰 계수기 유무
				상부	SPD등전위	접지 단차함	
서강대교	3 EA	구조물 상부	-형식:돌침형피뢰침 -인하도선:70SQ	피뢰침	없음	미설치	없음



현 장  
설치도

수 뢰 부	구조물 상부	지지케이블-MS케이블
		
피 뢰 설 비	접지단자대	구조물 등전위본딩 - 확인
	<div style="border: 1px solid black; padding: 20px; text-align: center;"> <p>미확인</p> </div>	

■ 피뢰설비 보강사항

피뢰시스템 표준 (도로교설계 기준)	KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1부 : 일반원칙 KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2부 : 위험성 관리 KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물에 대한 물리적 손상과 인명 위험 KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템 KS C IEC 62561-6 피뢰시스템구성요소 - 제6부 : 뇌격계수기에 관한 요구사항
------------------------------	---

대 상		검토결과	피뢰설비 보강사항
① 교량 지지케이블		MS 케이블 (위험도평가 결과 참조)	불필요
② 주탑 측면보호		60M이하 및 강재교량	불필요
③ 내부전자시스템		SPD 등전위협조 미확인	SPD 등전위본딩 필요
④ 피뢰 설비 유지 관리	피뢰침	돌침형 피뢰침	적합
	피뢰접지설비	접지됨	적합
		접지단자함 미설치	설치필요
	등전위본딩	정착구/강구조물 등전위본딩 접지	적합
	뇌격 모니터링	뇌격계수/ 경보 시스템 없음	뇌격계수기 설치
	점검매뉴얼	피뢰설비 표준점검 매뉴얼 미비	점검 매뉴얼 절차 수립

## ■ 피뢰설비 보강설계사항

### 1.SPД등전위공사

#### 1) 설치목적

SPD 등전위공사는 LPZ 구역에 따라 교량 구조물내에 설치된 전기계측설비들에 대해 SPL등급에 적합하게 설계하여 전기전자시스템의 손실 리스크를 최소화하기 위한 것이다. 교량 내부 또는 외벽에 설치된 전기전자시스템(계측시스템, CCTV, 경관조명등) 설비에 SPD를 설치하여 뇌격으로 부터 설비를 보호한다.

#### 2) 설치방법

SPD 설치방법은 전기설비기술기준 및 내선규정에 명기된 방법에 따라 설치하도록 한다. 전원공급 분전반의 주차단기의 2차측에 그림과 같이 ①과전류 보호장치(배선용차단기), ②SPD를 설치하도록 한다.

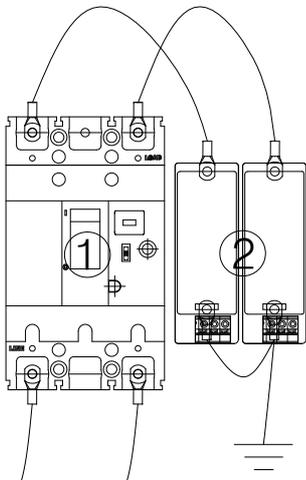


그림.1 SPD등전위공사 설치 도면 (①배선용차단기 ②SPD)

SPD설치시 사용되는 연결전선의 굵기는 최소 16mm<sup>2</sup> 이상의 동전선을 사용하도록 하도록 한다. 연결전선은 상전선부터 서지보호장치까지 그리고 서지보호장치부터 주 접지단자 또는 보호선까지의 전선이다. SPD의 연결전선의 길이가 길어지면 과전압에 대한 보호의 효율성이 감소하기 때문에 최적의 과전압에 대한 보호를 위해서는 SPD의 모든 연결전선의 길이는 가능한 짧고(가능하면 전체 전선길이가 0.5m를 초과하지 않아야 한다), 어떠한 접속도 없어야 한다. 그림을 참고하여 A+B의 길이가 0.5m를 초과하지 않게 설치하도록 한다.

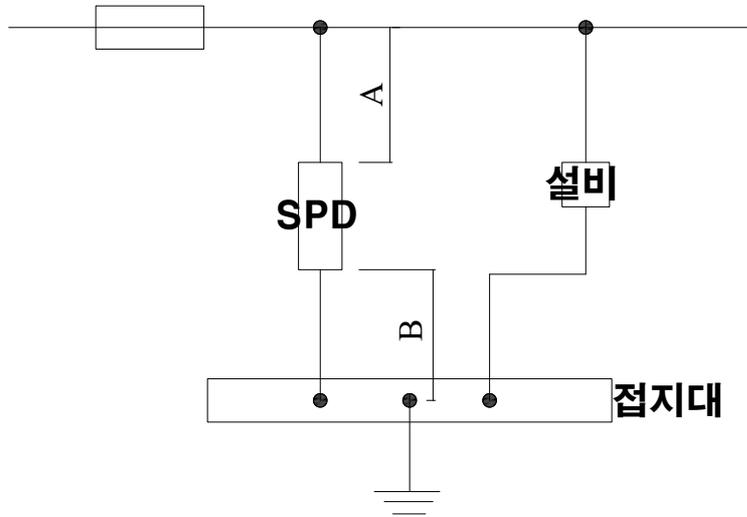


그림.2 SPD설치

### 3) SPD성능

특수교량에 설치되는 SPD는 설치되는 장소와 전기계통의 종류, 교량의 LPS구성등을 고려하여 1등급 SPD를 적용하도록 한다. SPD의 보호장치는 배선용차단기를 사용하며 다음표 이상의 성능을 가지는 제품을 적용하도록 한다.

표.1 SPD 및 보호장치 최소성능 기준

전원용 SPD	1등급 SPD
적용회로전압	AC 1상2선식, 220V~380V
극수	2P
최대연속사용전압 $U_c$	250V a.c
공칭방전전류 $I_n$	25kA (8/20 $\mu$ s)
임펄스전류 $I_{imp}$	25kA (10/350 $\mu$ s)
전압보호레벨 $U_p$	1500V 이하
동작상태 표시기능	돌출표식
IP등급	IP20
외함재질	난연성 재질 사용
접지선	16mm <sup>2</sup> 이상 (구리)
SPD보호장치	배선용차단기 50AF/AT

## 2. 낙뢰계수기 공사

### 1) 설치목적

낙뢰계수기는 접지선을 통과하여 흐르는 낙뢰 전류를 감지하여 계수하는 기능을 갖는다. 이러한 장치는 방전 전류의 극성과 무관하게 낙뢰를 감지하고 기록하는 기능을 갖고 있어야 한다. 그러므로, 낙뢰계수기는 사용 중에 성능에 이상이 없어야 하고, 사람과 주위 환경에 위험을 주지 않는 제품을 적용하도록 한다.

### 2) 설치방법

특수교량에 설치되는 특성상 온도, 먼지 및 습도를 포함하는 환경조건에 영향을 받지 않도록 최소 IP43 이상의 외함에 수납하여 설치하도록 하며, 전면부는 내부의 계수 상태를 확인할 수 있는 투명 재질의 것을 사용하여 그림처럼 배치한다.

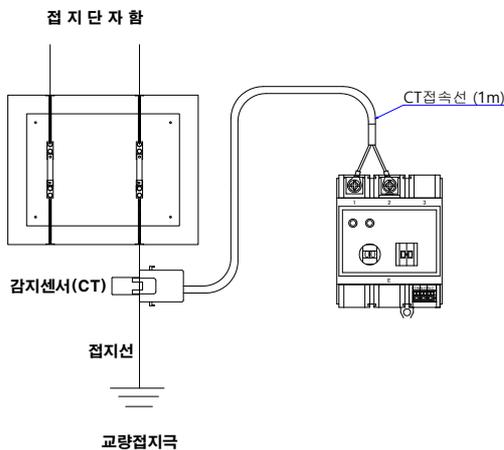


그림.3 뇌격계수기 설치도면 및 설치사례

### 3) 뇌격계수기 성능

특수교량에 설치되는 뇌격계수기는 최소 아래표 이상의 성능을 갖추고 있어야 한다.

표.2 뇌격계수기 최소성능 기준

뇌격계수기	무전원형
표시범위	00 ~ 99
동작전류	200A
최대전류	200kA (10/350 $\mu$ s)
동작극성	정극성, 부극성
감지센서(CT)	분할형CT (내경 $\phi$ 36)
테스트	24V 전압단자

### 3. 접지단자함 설치

#### 1) 설치목적

위험한 과전압을 최소화하고 뇌전류를 대지로 방류하기 위한 접지시스템은 필요하다. 접지시스템에 접지선을 연결하기 위한 접지단자함 설치하도록 하며, 접지회로수에 따라 적절한 접지단자함을 사용하도록 한다.

#### 2) 설치방법

접지시스템에서 올라온 접지선을 접지단자함 내의 단자에 연결한다. 특수교량 내의 접지전선을 접지단자함에 각각 연결하도록 한다. 특수교량의 접지저항 측정도 접지단자함에서 이루어질 수 있도록 측정이 용이한 곳에 접지단자함을 설치하도록 한다.

### 접지단자함

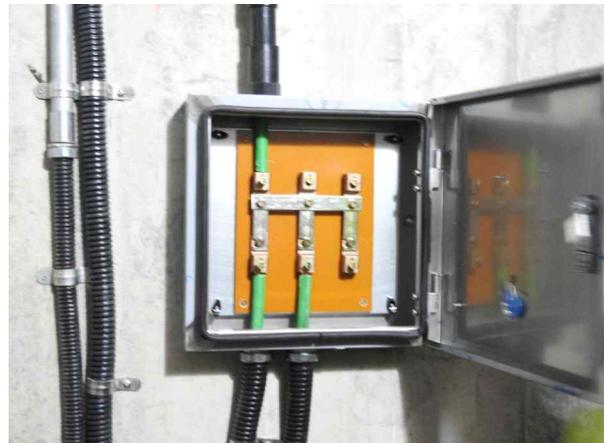
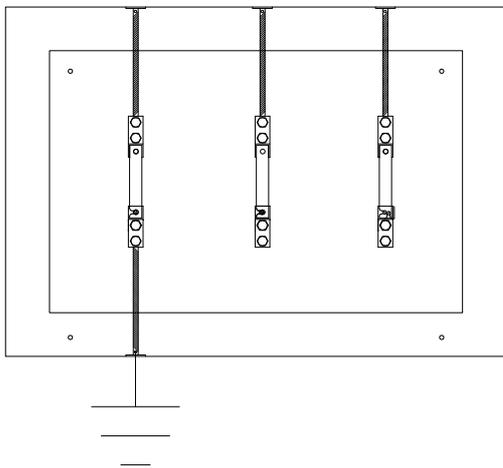
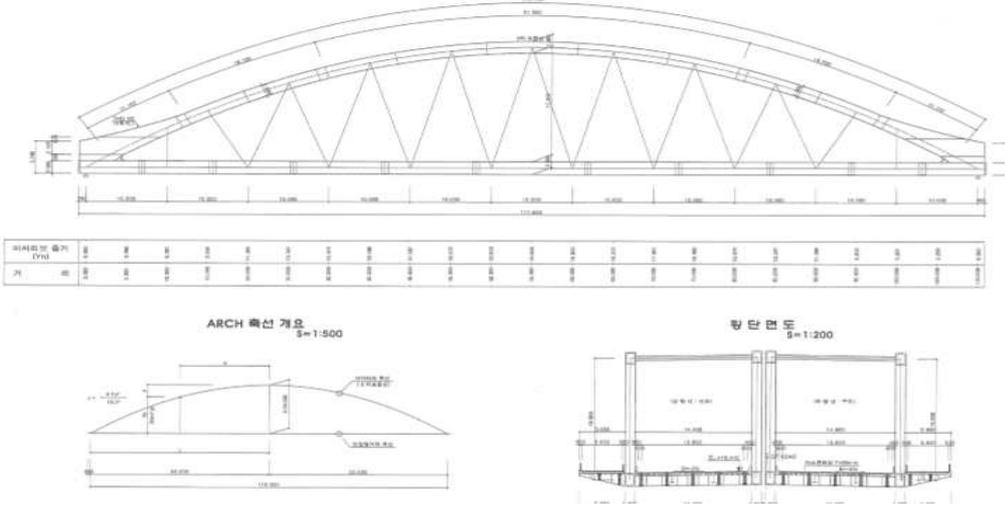
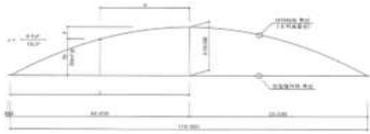
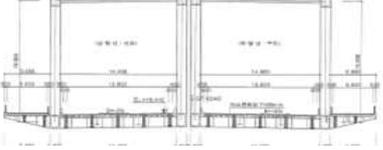


그림.4 접지단자함 설치도면 및 설치사례

## **양화대교**

### **피뢰설비 및 보강설계사항**

■ 피뢰설비 설치현황

교량명	피뢰침 수량	설치 위치	규격	낙뢰보호유형			직격뢰 계수기 유무
				상부	SPD등전위	접지단자함	
양화대교	-	-	-인하도선:70SQ	자연구성 부재	없음	없음	없음
현 장 설치도	<p style="text-align: center;"><b>상부 ST.Arch 개념도</b> 상영선 (신교) ARCH 정면도 S=1:200</p>  <p style="text-align: center;"><b>ARCH 축선 개요</b> S=1:500</p>  <p style="text-align: center;"><b>평 단 면 도</b> S=1:200</p> 						
	수 뢰 부	구조물 상부	지지케이블-MS케이블				
							
	피 뢰 설 비	접지단자함	구조물 등전위본딩 - 확인				
미확인							

■ 피뢰설비 보강사항

피뢰시스템 표준 (도로교설계 기준)	KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1부 : 일반원칙 KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2부 : 위험성 관리 KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물에 대한 물리적 손상과 인명 위험 KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템 KS C IEC 62561-6 피뢰시스템구성요소 - 제6부 : 뇌격계수기에 관한 요구사항
------------------------------	---

대 상		검토결과	피뢰설비 보강사항
①	교량 지지케이블	MS케이블 (위험도평가 결과 참조)	불필요
②	주탑 측면보호	60M이하 및 강재교량	불필요 (강재구조)
③	내부전자시스템	SPD 등전위협조 미확인	SPD 등전위본딩 필요
④ 피뢰 설비 유지 관리	피뢰침	미설치	불필요
	접지설비	전력접지 본딩됨	불필요 <sup>1)7</sup>
		접지단자함 설치	설치필요
	등전위본딩	정착구/강구조물 등전위본딩 접지	적합
	뇌격 모니터링	뇌격계수/ 경보 시스템 없음	뇌격계수기 설치
	점검매뉴얼	피뢰설비 표준점검매뉴얼 미비	점검 매뉴얼 절차 수립

Note.

SPD등전위협조 : 교량 내 또는 주탑 내부 전자계측장비가 뇌격에 의해 발생할 수 있는 과전압에 대한 보호를 SPD (서지보호장치) 와 등전위본딩하여 위험한 뇌격과전압 억제

1) 관련근거 : 전기설비기술기준 및 판단기준 제18조

⑦ 전기설비의 접지계통과 건축물의 피뢰설비 및 통신설비 등의 접지극을 공용하는 통합접지공사를 할 수 있다. 이 경우 제6항의 규정을 따르며, 낙뢰 등에 의한 과전압으로부터 전기설비 등을 보호하기 위해 KS C IEC 60364-5-53(534. 과전압 보호 장치) 또는 한국전기기술기준위원회 기술지침 KECG 9102-2015에 따라 서지보호장치(SPD)를 설치하여야 한다.

## ■ 피뢰설비 보강설계사항

### 1.SPД등전위공사

#### 1) 설치목적

SPD 등전위공사는 LPZ 구역에 따라 교량 구조물내에 설치된 전기계측설비들에 대해 SPL등급에 적합하게 설계하여 전기전자시스템의 손실 리스크를 최소화하기 위한 것이다. 교량 내부 또는 외벽에 설치된 전기전자시스템(계측시스템, CCTV, 경관조명등) 설비에 SPD를 설치하여 뇌격으로 부터 설비를 보호한다.

#### 2) 설치방법

SPD 설치방법은 전기설비기술기준 및 내선규정에 명기된 방법에 따라 설치하도록 한다. 전원공급 분전반의 주차단기의 2차측에 그림과 같이 ①과전류 보호장치(배선용차단기), ②SPD를 설치하도록 한다.

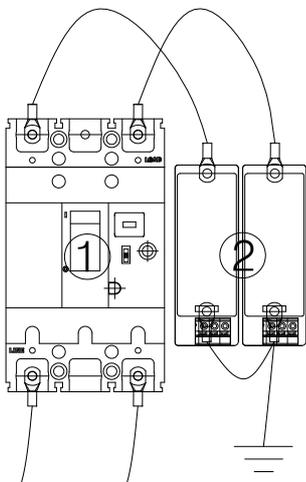


그림.1 SPD등전위공사 설치 도면 (①배선용차단기 ②SPD)

SPD설치시 사용되는 연결전선의 굵기는 최소  $16\text{mm}^2$  이상의 동전선을 사용하도록 하도록 한다. 연결전선은 상전선부터 서지보호장치까지 그리고 서지보호장치부터 주 접지단자 또는 보호선까지의 전선이다. SPD의 연결전선의 길이가 길어지면 과전압에 대한 보호의 효율성이 감소하기 때문에 최적의 과전압에 대한 보호를 위해서는 SPD의 모든 연결전선의 길이는 가능한 짧고(가능하면 전체 전선길이가 0.5m를 초과하지 않아야 한다), 어떠한 접속도 없어야 한다. 그림을 참고하여 A+B의 길이가 0.5m를 초과하지 않게 설치하도록 한다.

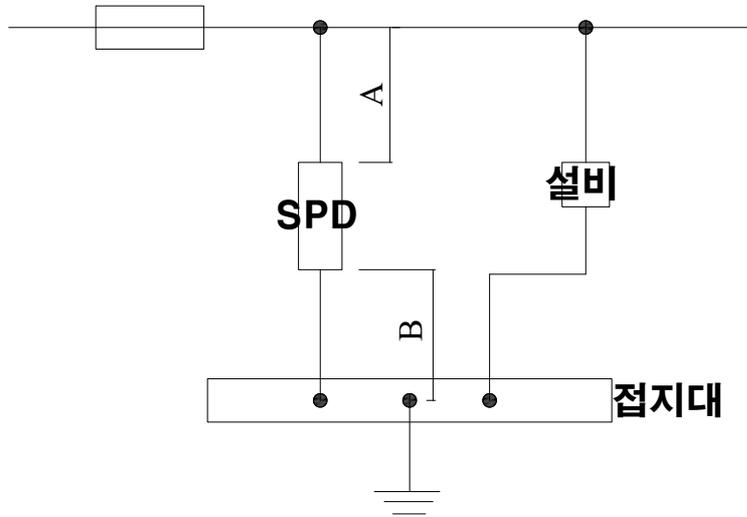


그림.2 SPD설치

### 3) SPD성능

특수교량에 설치되는 SPD는 설치되는 장소와 전기계통의 종류, 교량의 LPS구성등을 고려하여 1등급 SPD를 적용하도록 한다. SPD의 보호장치는 배선용차단기를 사용하며 다음표 이상의 성능을 가지는 제품을 적용하도록 한다.

표.1 SPD 및 보호장치 최소성능 기준

전원용 SPD	1등급 SPD
적용회로전압	AC 1상2선식, 220V~380V
극수	2P
최대연속사용전압 $U_c$	250V a.c
공칭방전전류 $I_n$	25kA (8/20 $\mu$ s)
임펄스전류 $I_{imp}$	25kA (10/350 $\mu$ s)
전압보호레벨 $U_p$	1500V 이하
동작상태 표시기능	돌출표식
IP등급	IP20
외함재질	난연성 재질 사용
접지선	16mm <sup>2</sup> 이상 (구리)
SPD보호장치	배선용차단기 50AF/AT

## 2. 낙뢰계수기 공사

### 1) 설치목적

낙뢰계수기는 접지선을 통과하여 흐르는 낙뢰 전류를 감지하여 계수하는 기능을 갖는다. 이러한 장치는 방전 전류의 극성과 무관하게 낙뢰를 감지하고 기록하는 기능을 갖고 있어야 한다. 그러므로, 낙뢰계수기는 사용 중에 성능에 이상이 없어야 하고, 사람과 주위 환경에 위험을 주지 않는 제품을 적용하도록 한다.

### 2) 설치방법

특수교량에 설치되는 특성상 온도, 먼지 및 습도를 포함하는 환경조건에 영향을 받지 않도록 최소 IP43 이상의 외함에 수납하여 설치하도록 하며, 전면부는 내부의 계수 상태를 확인할 수 있는 투명 재질의 것을 사용하여 그림처럼 배치한다.

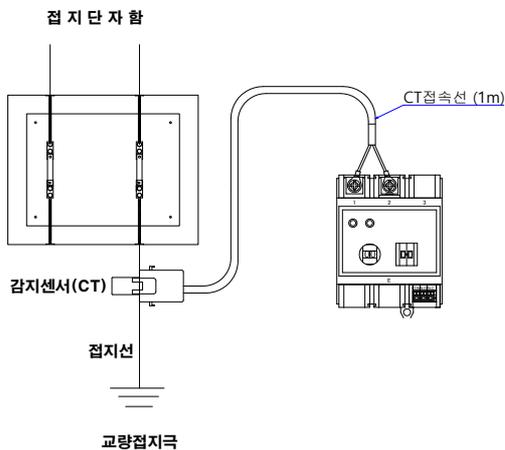


그림.3 뇌격계수기 설치도면 및 설치사례

### 3) 뇌격계수기 성능

특수교량에 설치되는 뇌격계수기는 최소 아래표 이상의 성능을 갖추고 있어야 한다.

표.2 뇌격계수기 최소성능 기준

뇌격계수기	무전원형
표시범위	00 ~ 99
동작전류	200A
최대전류	200kA (10/350 $\mu$ s)
동작극성	정극성, 부극성
감지센서(CT)	분할형CT (내경 $\phi$ 36)
테스트	24V 전압단자

### 3. 접지단자함 설치

#### 1) 설치목적

위험한 과전압을 최소화하고 뇌전류를 대지로 방류하기 위한 접지시스템은 필요하다. 접지시스템에 접지선을 연결하기 위한 접지단자함 설치하도록 하며, 접지회로수에 따라 적절한 접지단자함을 사용하도록 한다.

#### 2) 설치방법

접지시스템에서 올라온 접지선을 접지단자함 내의 단자에 연결한다. 특수교량 내의 접지전선을 접지단자함에 각각 연결하도록 한다. 특수교량의 접지저항 측정도 접지단자함에서 이루어질 수 있도록 측정이 용이한 곳에 접지단자함을 설치하도록 한다.

### 접지단자함

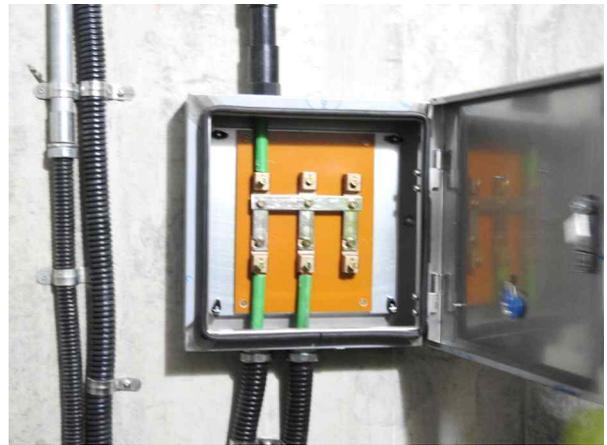
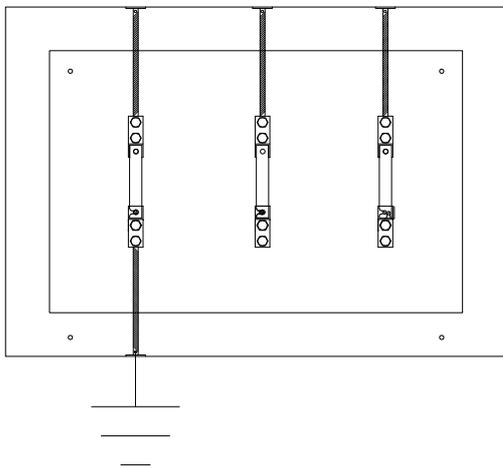


그림.4 접지단자함 설치도면 및 설치사례

## **구리암사대교**

### **피뢰설비 및 보강설계 사항**

■ 피뢰설비 설치현황

교량명	피뢰수량	설치위치	규격	낙뢰보호유형			직격뢰계수기유무
				상부	SPD등전위	접지단자함	
구리암사대교	1 EA	구조물 상부	-형식:유도형피뢰침 -인하도선:70SQ	피뢰침	없음	있음	없음



현장  
설치도

수뢰부	구조물 상부		지시케이블-MS케이블	
	접지단자함		구조물 등전위본딩 - 확인	
피뢰설비				

■ 피뢰설비 보강사항

피뢰시스템 표준 (도로교설계 기준)	KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1부 : 일반원칙 KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2부 : 위험성 관리 KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물에 대한 물리적 손상과 인명 위험 KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템 KS C IEC 62561-6 피뢰시스템구성요소 - 제6부 : 뇌격계수기에 관한 요구사항
------------------------------	---

대 상		검토결과	피뢰설비 보강사항
①	교량 지지케이블	MS 케이블 (위험도평가 결과 참조)	불필요
②	주탑 측면보호	60M 이하 및 강재교량	불필요
③	내부전자시스템	SPD 등전위협조 미확인	SPD 등전위본딩 필요
④ 피뢰 설비 유지 관리	피뢰침	유도형 피뢰침	적합
	피뢰접지설비	접지됨	적합 (접지저항 양호)
		접지단자함 설치	적합
	등전위본딩	정착구/강구조물 등전위본딩 접지	적합 (등전위본딩)
	뇌격 모니터링	뇌격계수/ 경보 시스템 없음	뇌격계수기 설치
	점검매뉴얼	피뢰설비 표준점검 매뉴얼 미비	점검 매뉴얼 절차 수립

Note.

SPD등전위협조 : 교량 내 또는 주탑 내부 전자계측장비가 뇌격에 의해 발생할 수 있는 과전압에 대한 보호를 SPD (서지보호장치) 와 등전위본딩하여 위험한 뇌격과전압 억제

## ■ 피뢰설비 보강설계사항

### 1.SPД등전위공사

#### 1) 설치목적

SPD 등전위공사는 LPZ 구역에 따라 교량 구조물내에 설치된 전기계측설비들에 대해 SPL등급에 적합하게 설계하여 전기전자시스템의 손실 리스크를 최소화하기 위한 것이다. 교량 내부 또는 외벽에 설치된 전기전자시스템(계측시스템, CCTV, 경관조명등) 설비에 SPD를 설치하여 뇌격으로 부터 설비를 보호한다.

#### 2) 설치방법

SPD 설치방법은 전기설비기술기준 및 내선규정에 명기된 방법에 따라 설치하도록 한다. 전원공급 분전반의 주차단기의 2차측에 그림과 같이 ①과전류 보호장치(배선용차단기), ②SPD를 설치하도록 한다.

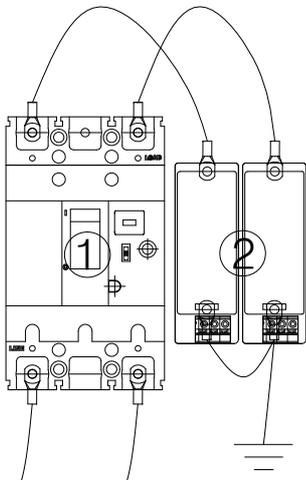


그림.1 SPD등전위공사 설치 도면 (①배선용차단기 ②SPD)

SPD설치시 사용되는 연결전선의 굵기는 최소 16mm<sup>2</sup> 이상의 동전선을 사용하도록 하도록 한다. 연결전선은 상전선부터 서지보호장치까지 그리고 서지보호장치부터 주 접지단자 또는 보호선까지의 전선이다. SPD의 연결전선의 길이가 길어지면 과전압에 대한 보호의 효율성이 감소하기 때문에 최적의 과전압에 대한 보호를 위해서는 SPD의 모든 연결전선의 길이는 가능한 짧고(가능하면 전체 전선길이가 0.5m를 초과하지 않아야 한다), 어떠한 접속도 없어야 한다. 그림을 참고하여 A+B의 길이가 0.5m를 초과하지 않게 설치하도록 한다.

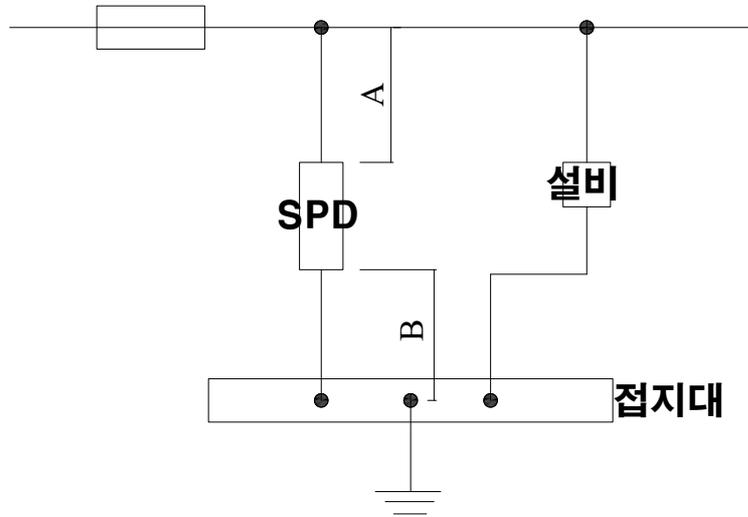


그림.2 SPD설치

### 3) SPD성능

특수교량에 설치되는 SPD는 설치되는 장소와 전기계통의 종류, 교량의 LPS구성등을 고려하여 1등급 SPD를 적용하도록 한다. SPD의 보호장치는 배선용차단기를 사용하며 다음표 이상의 성능을 가지는 제품을 적용하도록 한다.

표.1 SPD 및 보호장치 최소성능 기준

전원용 SPD	1등급 SPD
적용회로전압	AC 1상2선식, 220V~380V
극수	2P
최대연속사용전압 $U_c$	250V a.c
공칭방전전류 $I_n$	25kA (8/20 $\mu$ s)
임펄스전류 $I_{imp}$	25kA (10/350 $\mu$ s)
전압보호레벨 $U_p$	1500V 이하
동작상태 표시기능	돌출표식
IP등급	IP20
외함재질	난연성 재질 사용
접지선	16mm <sup>2</sup> 이상 (구리)
SPD보호장치	배선용차단기 50AF/AT

## 2. 낙뢰계수기 공사

### 1) 설치목적

낙뢰계수기는 접지선을 통과하여 흐르는 낙뢰 전류를 감지하여 계수하는 기능을 갖는다. 이러한 장치는 방전 전류의 극성과 무관하게 낙뢰를 감지하고 기록하는 기능을 갖고 있어야 한다. 그러므로, 낙뢰계수기는 사용 중에 성능에 이상이 없어야 하고, 사람과 주위 환경에 위험을 주지 않는 제품을 적용하도록 한다.

### 2) 설치방법

특수교량에 설치되는 특성상 온도, 먼지 및 습도를 포함하는 환경조건에 영향을 받지 않도록 최소 IP43 이상의 외함에 수납하여 설치하도록 하며, 전면부는 내부의 계수 상태를 확인할 수 있는 투명 재질의 것을 사용하여 그림처럼 배치한다.

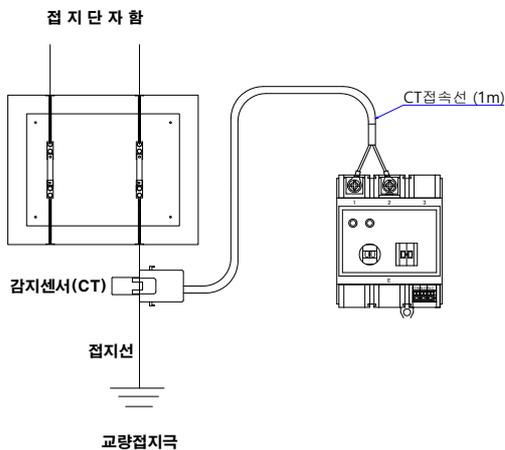


그림.3 뇌격계수기 설치도면 및 설치사례

### 3) 뇌격계수기 성능

특수교량에 설치되는 뇌격계수기는 최소 아래표 이상의 성능을 갖추고 있어야 한다.

표.2 뇌격계수기 최소성능 기준

뇌격계수기	무전원형
표시범위	00 ~ 99
동작전류	200A
최대전류	200kA (10/350 $\mu$ s)
동작극성	정극성, 부극성
감지센서(CT)	분할형CT (내경 $\phi$ 36)
테스트	24V 전압단자

### 3.GV접지선 설치

#### 1) 설치목적

접지단자함에 연결된 접지선이 표준품인 접지용절연전선이 아닌 일반 비닐전선으로 연결되어 있어 표준품으로 교체.

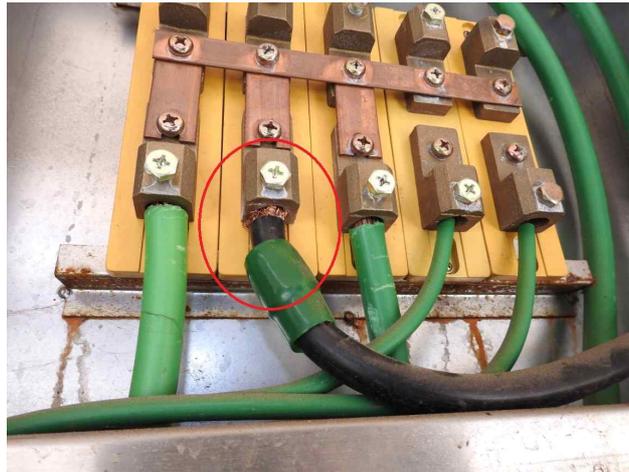


그림.4 비표준품 전선에 의한 연결상태

## 숯내교

### 피뢰설비 및 보강설계 사항

■ 피뢰설비 설치현황

교량명	피뢰침 수량	설치 위치	규격	낙뢰보호유형			직격뢰 계수기 유무		
				상부	SPD등전위	접지 단자함			
숯내교	-	-	-등전위접지도선 :70SQ	자연구성 부재	없음	있음	없음		
현 장 설치도									
	수리부	구조물 상부						지지케이블-PWS케이블	
		접지단자함						구조물 등전위본딩 - 확인	
	피뢰설비								

■ 피뢰설비 보강사항

피뢰시스템 표준 (도로교설계 기준)	KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1부 : 일반원칙 KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2부 : 위험성 관리 KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물에 대한 물리적 손상과 인명 위험 KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템 KS C IEC 62561-6 피뢰시스템구성요소 - 제6부 : 뇌격계수기에 관한 요구사항
------------------------------	---

대 상		검토결과	피뢰설비 보강사항
① 교량 지지케이블		PWS케이블 (위험도평가 결과 참조)	불필요
② 주탑 측면보호		60M이하 및 강재교량	불필요
③ 내부전자시스템		SPD 등전위협조 미확인	SPD 등전위협조 필요
④ 피뢰 설비 유지 관리	피뢰침	피뢰침 없음	불필요
	피뢰접지설비	구조체 접지됨	1. 접지저항 양호 2. 구조체 접지선체결 불량
		접지단자함 설치	적합
	등전위본딩	정착구/강구조물 등전위본딩 접지	적합(등전위본딩 됨)
	뇌격 모니터링	뇌격계수/ 경보 시스템 없음	뇌격계수기 설치
	점검매뉴얼	피뢰설비 표준점검 매뉴얼 미비	점검 매뉴얼 절차 수립

Note.

SPD등전위협조 : 교량 내 또는 주탑 내부 전자계측장비가 뇌격에 의해 발생할 수 있는 과전압에 대한 보호를 SPD (서지보호장치) 와 등전위본딩하여 위험한 뇌격과전압 억제

## ■ 피뢰설비 보강설계사항

### 1.SPД등전위공사

#### 1) 설치목적

SPD 등전위공사는 LPZ 구역에 따라 교량 구조물내에 설치된 전기계측설비들에 대해 SPL등급에 적합하게 설계하여 전기전자시스템의 손실 리스크를 최소화하기 위한 것이다. 교량 내부 또는 외벽에 설치된 전기전자시스템(계측시스템, CCTV, 경관조명등) 설비에 SPD를 설치하여 뇌격으로 부터 설비를 보호한다.

#### 2) 설치방법

SPD 설치방법은 전기설비기술기준 및 내선규정에 명기된 방법에 따라 설치하도록 한다. 전원공급 분전반의 주차단기의 2차측에 그림과 같이 ①과전류 보호장치(배선용차단기), ②SPD를 설치하도록 한다.

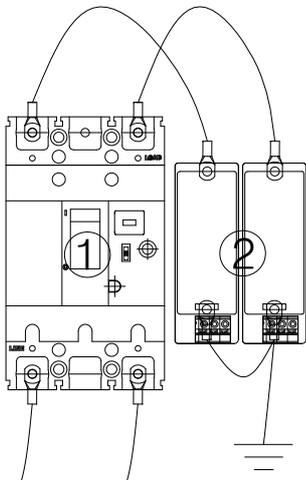


그림.1 SPD등전위공사 설치 도면 (①배선용차단기 ②SPD)

SPD설치시 사용되는 연결전선의 굵기는 최소  $16\text{mm}^2$  이상의 동전선을 사용하도록 하도록 한다. 연결전선은 상전선부터 서지보호장치까지 그리고 서지보호장치부터 주 접지단자 또는 보호선까지의 전선이다. SPD의 연결전선의 길이가 길어지면 과전압에 대한 보호의 효율성이 감소하기 때문에 최적의 과전압에 대한 보호를 위해서는 SPD의 모든 연결전선의 길이는 가능한 짧고(가능하면 전체 전선길이가 0.5m를 초과하지 않아야 한다), 어떠한 접속도 없어야 한다. 그림을 참고하여 A+B의 길이가 0.5m를 초과하지 않게 설치하도록 한다.

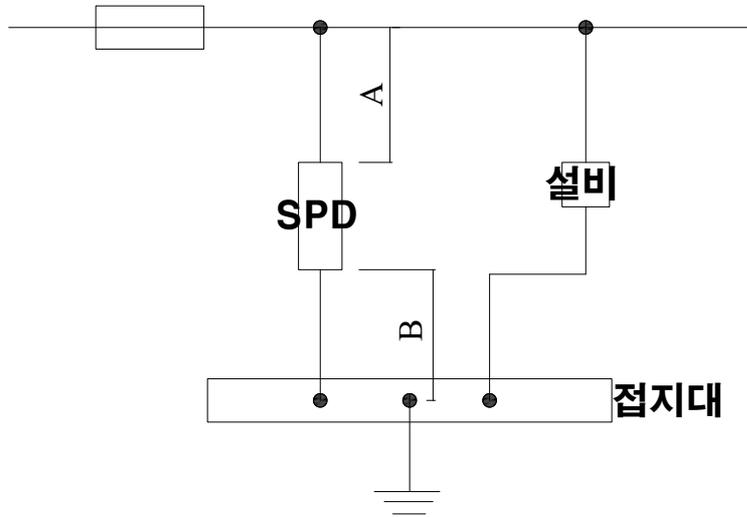


그림.2 SPD설치

### 3) SPD성능

특수교량에 설치되는 SPD는 설치되는 장소와 전기계통의 종류, 교량의 LPS구성등을 고려하여 1등급 SPD를 적용하도록 한다. SPD의 보호장치는 배선용차단기를 사용하며 다음표 이상의 성능을 가지는 제품을 적용하도록 한다.

표.1 SPD 및 보호장치 최소성능 기준

전원용 SPD	1등급 SPD
적용회로전압	AC 1상2선식, 220V~380V
극수	2P
최대연속사용전압 $U_c$	250V a.c
공칭방전전류 $I_n$	25kA (8/20 $\mu$ s)
임펄스전류 $I_{imp}$	25kA (10/350 $\mu$ s)
전압보호레벨 $U_p$	1500V 이하
동작상태 표시기능	돌출표식
IP등급	IP20
외함재질	난연성 재질 사용
접지선	16mm <sup>2</sup> 이상 (구리)
SPD보호장치	배선용차단기 50AF/AT

## 2. 낙뢰계수기 공사

### 1) 설치목적

낙뢰계수기는 접지선을 통과하여 흐르는 낙뢰 전류를 감지하여 계수하는 기능을 갖는다. 이러한 장치는 방전 전류의 극성과 무관하게 낙뢰를 감지하고 기록하는 기능을 갖고 있어야 한다. 그러므로, 낙뢰계수기는 사용 중에 성능에 이상이 없어야 하고, 사람과 주위 환경에 위험을 주지 않는 제품을 적용하도록 한다.

### 2) 설치방법

특수교량에 설치되는 특성상 온도, 먼지 및 습도를 포함하는 환경조건에 영향을 받지 않도록 최소 IP43 이상의 외함에 수납하여 설치하도록 하며, 전면부는 내부의 계수 상태를 확인할 수 있는 투명 재질의 것을 사용하여 그림처럼 배치한다.

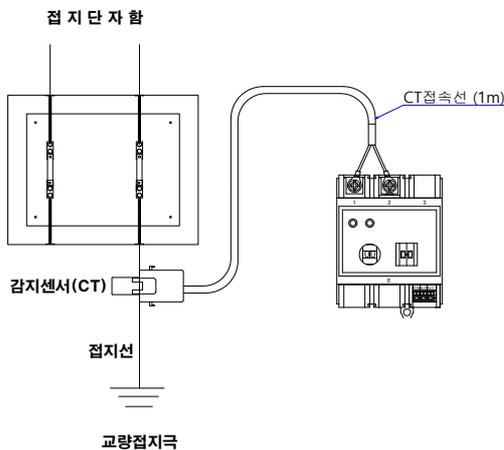


그림.3 뇌격계수기 설치도면 및 설치사례

### 3) 뇌격계수기 성능

특수교량에 설치되는 뇌격계수기는 최소 아래표 이상의 성능을 갖추고 있어야 한다.

표.2 뇌격계수기 최소성능 기준

뇌격계수기	무전원형
표시범위	00 ~ 99
동작전류	200A
최대전류	200kA (10/350 $\mu$ s)
동작극성	정극성, 부극성
감지센서(CT)	분할형CT (내경 $\phi$ 36)
테스트	24V 전압단자

### 3.GV접지선 설치

#### 1) 설치목적

인하도선은 수뢰부를 통해 흐르는 뇌전류를 원활하게 대지로 방류하는 기능을 유지하여야 한다. 현재 숯내교 피뢰접지선의 그림처럼 볼트 체결이 불확실하여 접지선의 확실한 고정을 위한 볼트 체결을 개선한다.



그림.4 피뢰접지선 체결불량 모습

## **이화교**

### **피뢰설비 및 보강설계 사항**

■ 피뢰설비 설치현황

교량명	피뢰침 수량	설치 위치	규격	낙뢰보호유형			진격뢰 계수기 유무		
				상부	SPD등전위	접지 단자함			
이화교	2 EA	구조물 상부	-형식:돌침형피뢰침 -인하도선:70SQ	피뢰침	없음	미설치	없음		
현 장 설치도									
	수 뢰 부	구조물 상부						지지케이블 - MS케이블	
		접지 단자함						구조물 등전위본딩 - 확인	
	피 뢰 설 비	<div style="border: 1px solid black; padding: 20px; text-align: center;"> <p>미설치</p> </div>							

■ 피뢰설비 보강사항

피뢰시스템 표준 (도로교설계 기준)	KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1부 : 일반원칙 KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2부 : 위험성 관리 KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물에 대한 물리적 손상과 인명 위험 KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템 KS C IEC 62561-6 피뢰시스템구성요소 - 제6부 : 뇌격계수기에 관한 요구사항
------------------------------	---

대 상		검토결과	피뢰설비 보강사항
① 교량 지지케이블		MS케이블 (위험도평가 결과 참조)	불필요
② 주탑 측면보호		60M이하 및 강재교량	불필요
③ 내부전자시스템		SPD 등전위협조 미확인	SPD 등전위본딩 필요
④ 피뢰 설비 유지 관리	피뢰침	돌침형 피뢰침	적합
	피뢰접지설비	접지됨	적합
		접지단자함 미설치	설치필요
	등전위본딩	정착구/강구조물 등전위본딩 접지	적합
	뇌격 모니터링	뇌격계수/ 경보 시스템 없음	뇌격계수기 설치
	점검매뉴얼	피뢰설비 표준점검 매뉴얼 미비	점검 매뉴얼 절차 수립

Note.

SPD등전위협조 : 교량 내 또는 주탑 내부 전자계측장비가 뇌격에 의해 발생할 수 있는 과전압에 대한 보호를 SPD (서지보호장치) 와 등전위본딩하여 위험한 뇌격과전압 억제

## ■ 피뢰설비 보강설계사항

### 1.SPД등전위공사

#### 1) 설치목적

SPD 등전위공사는 LPZ 구역에 따라 교량 구조물내에 설치된 전기계측설비들에 대해 SPL등급에 적합하게 설계하여 전기전자시스템의 손실 리스크를 최소화하기 위한 것이다. 교량 내부 또는 외벽에 설치된 전기전자시스템(계측시스템, CCTV, 경관조명등) 설비에 SPD를 설치하여 뇌격으로 부터 설비를 보호한다.

#### 2) 설치방법

SPD 설치방법은 전기설비기술기준 및 내선규정에 명기된 방법에 따라 설치하도록 한다. 전원공급 분전반의 주차단기의 2차측에 그림과 같이 ①과전류 보호장치(배선용차단기), ②SPD를 설치하도록 한다.

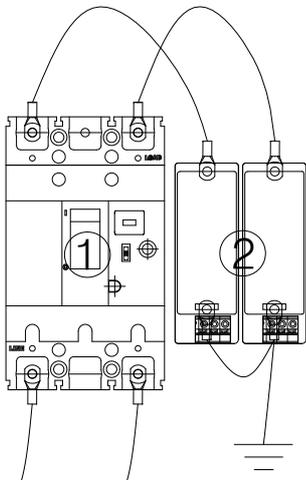


그림.1 SPD등전위공사 설치 도면 (①배선용차단기 ②SPD)

SPD설치시 사용되는 연결전선의 굵기는 최소  $16\text{mm}^2$  이상의 동전선을 사용하도록 하도록 한다. 연결전선은 상전선부터 서지보호장치까지 그리고 서지보호장치부터 주 접지단자 또는 보호선까지의 전선이다. SPD의 연결전선의 길이가 길어지면 과전압에 대한 보호의 효율성이 감소하기 때문에 최적의 과전압에 대한 보호를 위해서는 SPD의 모든 연결전선의 길이는 가능한 짧고(가능하면 전체 전선길이가 0.5m를 초과하지 않아야 한다), 어떠한 접속도 없어야 한다. 그림을 참고하여 A+B의 길이가 0.5m를 초과하지 않게 설치하도록 한다.

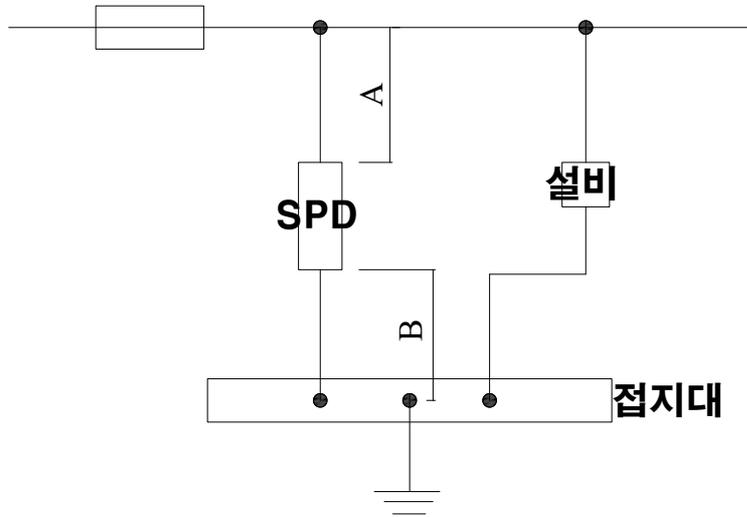


그림.2 SPD설치

### 3) SPD성능

특수교량에 설치되는 SPD는 설치되는 장소와 전기계통의 종류, 교량의 LPS구성등을 고려하여 1등급 SPD를 적용하도록 한다. SPD의 보호장치는 배선용차단기를 사용하며 다음표 이상의 성능을 가지는 제품을 적용하도록 한다.

표.1 SPD 및 보호장치 최소성능 기준

전원용 SPD	1등급 SPD
적용회로전압	AC 1상2선식, 220V~380V
극수	2P
최대연속사용전압 $U_c$	250V a.c
공칭방전전류 $I_n$	25kA (8/20 $\mu$ s)
임펄스전류 $I_{imp}$	25kA (10/350 $\mu$ s)
전압보호레벨 $U_p$	1500V 이하
동작상태 표시기능	돌출표식
IP등급	IP20
외함재질	난연성 재질 사용
접지선	16mm <sup>2</sup> 이상 (구리)
SPD보호장치	배선용차단기 50AF/AT

## 2. 낙뢰계수기 공사

### 1) 설치목적

낙뢰계수기는 접지선을 통과하여 흐르는 낙뢰 전류를 감지하여 계수하는 기능을 갖는다. 이러한 장치는 방전 전류의 극성과 무관하게 낙뢰를 감지하고 기록하는 기능을 갖고 있어야 한다. 그러므로, 낙뢰계수기는 사용 중에 성능에 이상이 없어야 하고, 사람과 주위 환경에 위험을 주지 않는 제품을 적용하도록 한다.

### 2) 설치방법

특수교량에 설치되는 특성상 온도, 먼지 및 습도를 포함하는 환경조건에 영향을 받지 않도록 최소 IP43 이상의 외함에 수납하여 설치하도록 하며, 전면부는 내부의 계수 상태를 확인할 수 있는 투명 재질의 것을 사용하여 그림처럼 배치한다.

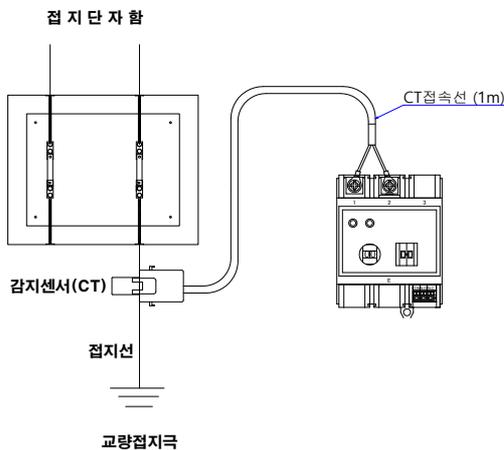


그림.3 뇌격계수기 설치도면 및 설치사례

### 3) 뇌격계수기 성능

특수교량에 설치되는 뇌격계수기는 최소 아래표 이상의 성능을 갖추고 있어야 한다.

표.2 뇌격계수기 최소성능 기준

뇌격계수기	무전원형
표시범위	00 ~ 99
동작전류	200A
최대전류	200kA (10/350 $\mu$ s)
동작극성	정극성, 부극성
감지센서(CT)	분할형CT (내경 $\phi$ 36)
테스트	24V 전압단자

### 3. 접지단자함 설치

#### 1) 설치목적

위험한 과전압을 최소화하고 뇌전류를 대지로 방류하기 위한 접지시스템은 필요하다. 접지시스템에 접지선을 연결하기 위한 접지단자함 설치하도록 하며, 접지회로수에 따라 적절한 접지단자함을 사용하도록 한다.

#### 2) 설치방법

접지시스템에서 올라온 접지선을 접지단자함 내의 단자에 연결한다. 특수교량 내의 접지전선을 접지단자함에 각각 연결하도록 한다. 특수교량의 접지저항 측정도 접지단자함에서 이루어질 수 있도록 측정이 용이한 곳에 접지단자함을 설치하도록 한다.

### 접지단자함

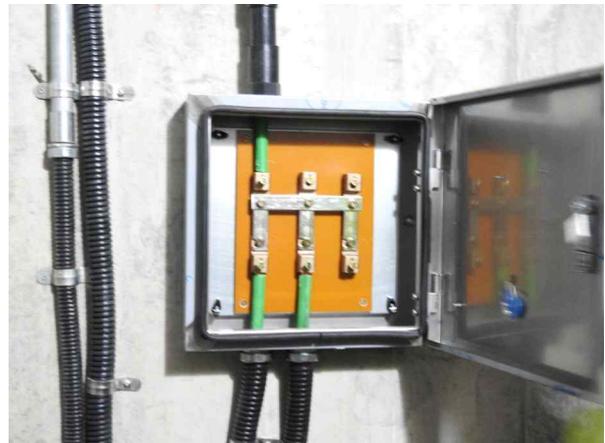
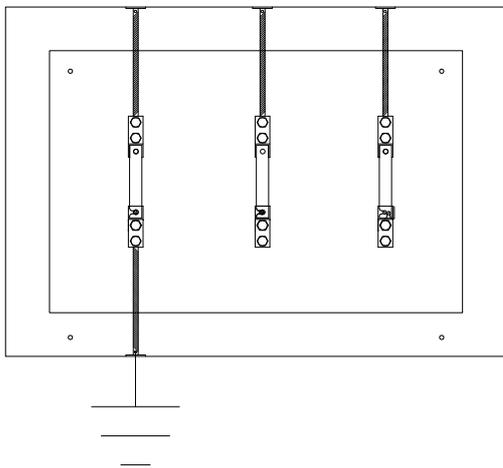


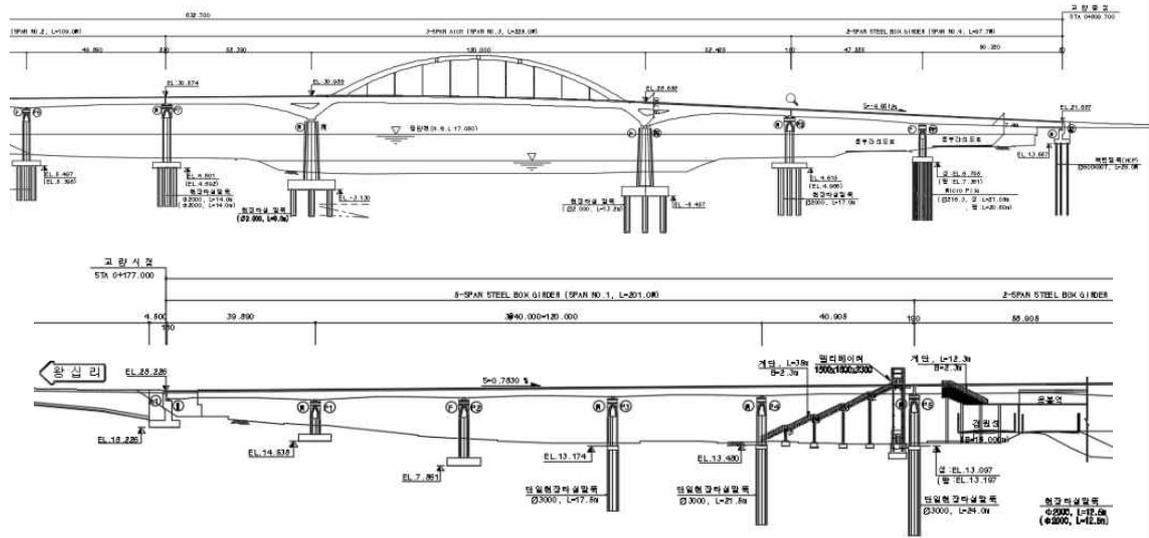
그림.4 접지단자함 설치도면 및 설치사례

## **응봉교**

### **피뢰설비 및 보강설계 사항**

■ 피뢰설비 설치현황

교량명	피뢰수량	설치위치	규격	낙뢰보호유형			지격뢰계수기유무
				상부	SPD등전위	접지단자함	
응봉교	1 EA	구조물 상부	-형식:유도형피뢰침 -인하도선:70SQ	피뢰침	없음	설치됨	없음



현장  
설치도

수뢰부	구조물 상부	지지케이블-PWS케이블
피뢰설비	접지단자함	구조물 등전위본딩 - 확인

■ 피뢰설비 보강사항

피뢰시스템 표준 (도로교설계 기준)	KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1부 : 일반원칙 KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2부 : 위험성 관리 KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물에 대한 물리적 손상과 인명 위험 KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템 KS C IEC 62561-6 피뢰시스템구성요소 - 제6부 : 뇌격계수기에 관한 요구사항
------------------------------	---

대 상		검토결과	피뢰설비 보강사항
① 교량 지지케이블		PWS 케이블 (위험도평가 결과 참조)	불필요
② 주탑 측면보호		60M이하 및 강재교량	불필요
③ 내부전자시스템		SPD 등전위협조 미확인	SPD 등전위본딩 필요
④ 피뢰 설비 유지 관리	피뢰침	유도형 피뢰침	적합
	피뢰접지설비	접지됨	적합
		접지단자함 설치됨	접지저항 측정을 위한 보조접지극 설치 필요
	등전위본딩	정착구/강구조물 등전위본딩 접지	적합
	뇌격 모니터링	뇌격계수/ 경보 시스템 없음	뇌격계수기 설치
	점검매뉴얼	피뢰설비 표준점검 매뉴얼 미비	점검 매뉴얼 절차 수립

Note.

SPD등전위협조 : 교량 내 또는 주탑 내부 전자계측장비가 뇌격에 의해 발생할 수 있는 과전압에 대한 보호를 SPD (서지보호장치) 와 등전위본딩하여 위험한 뇌격과전압 억제

## ■ 피뢰설비 보강설계사항

### 1.SPД등전위공사

#### 1) 설치목적

SPD 등전위공사는 LPZ 구역에 따라 교량 구조물내에 설치된 전기계측설비들에 대해 SPL등급에 적합하게 설계하여 전기전자시스템의 손실 리스크를 최소화하기 위한 것이다. 교량 내부 또는 외벽에 설치된 전기전자시스템(계측시스템, CCTV, 경관조명등) 설비에 SPD를 설치하여 뇌격으로 부터 설비를 보호한다.

#### 2) 설치방법

SPD 설치방법은 전기설비기술기준 및 내선규정에 명기된 방법에 따라 설치하도록 한다. 전원공급 분전반의 주차단기의 2차측에 그림과 같이 ①과전류 보호장치(배선용차단기), ②SPD를 설치하도록 한다.

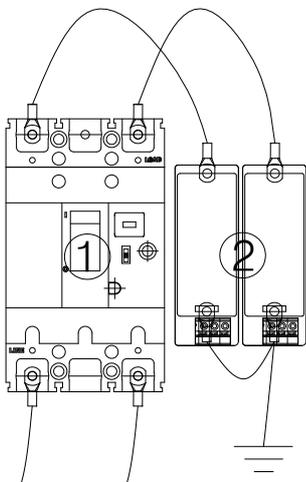


그림.1 SPD등전위공사 설치 도면 (①배선용차단기 ②SPD)

SPD설치시 사용되는 연결전선의 굵기는 최소  $16\text{mm}^2$  이상의 동전선을 사용하도록 하도록 한다. 연결전선은 상전선부터 서지보호장치까지 그리고 서지보호장치부터 주 접지단자 또는 보호선까지의 전선이다. SPD의 연결전선의 길이가 길어지면 과전압에 대한 보호의 효율성이 감소하기 때문에 최적의 과전압에 대한 보호를 위해서는 SPD의 모든 연결전선의 길이는 가능한 짧고(가능하면 전체 전선길이가 0.5m를 초과하지 않아야 한다), 어떠한 접속도 없어야 한다. 그림을 참고하여 A+B의 길이가 0.5m를 초과하지 않게 설치하도록 한다.

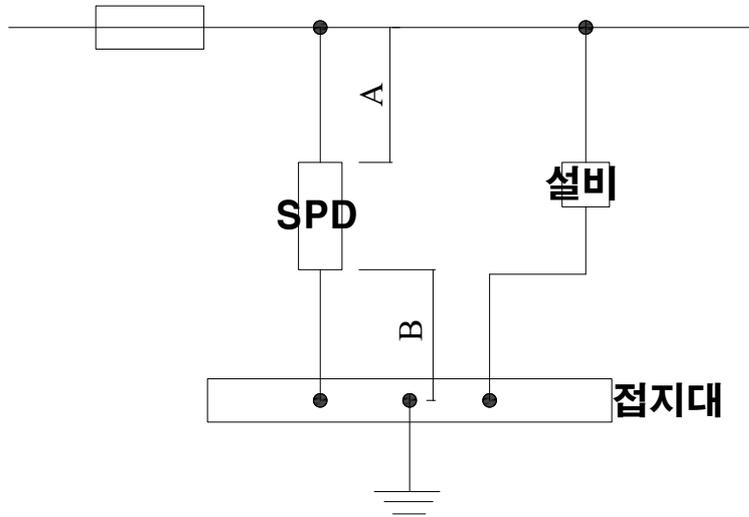


그림.2 SPD설치

### 3) SPD성능

특수교량에 설치되는 SPD는 설치되는 장소와 전기계통의 종류, 교량의 LPS구성등을 고려하여 1등급 SPD를 적용하도록 한다. SPD의 보호장치는 배선용차단기를 사용하며 다음표 이상의 성능을 가지는 제품을 적용하도록 한다.

표.1 SPD 및 보호장치 최소성능 기준

전원용 SPD	1등급 SPD
적용회로전압	AC 1상2선식, 220V~380V
극수	2P
최대연속사용전압 $U_c$	250V a.c
공칭방전전류 $I_n$	25kA (8/20 $\mu$ s)
임펄스전류 $I_{imp}$	25kA (10/350 $\mu$ s)
전압보호레벨 $U_p$	1500V 이하
동작상태 표시기능	돌출표식
IP등급	IP20
외함재질	난연성 재질 사용
접지선	16mm <sup>2</sup> 이상 (구리)
SPD보호장치	배선용차단기 50AF/AT

## 2. 낙뢰계수기 공사

### 1) 설치목적

낙뢰계수기는 접지선을 통과하여 흐르는 낙뢰 전류를 감지하여 계수하는 기능을 갖는다. 이러한 장치는 방전 전류의 극성과 무관하게 낙뢰를 감지하고 기록하는 기능을 갖고 있어야 한다. 그러므로, 낙뢰계수기는 사용 중에 성능에 이상이 없어야 하고, 사람과 주위 환경에 위험을 주지 않는 제품을 적용하도록 한다.

### 2) 설치방법

특수교량에 설치되는 특성상 온도, 먼지 및 습도를 포함하는 환경조건에 영향을 받지 않도록 최소 IP43 이상의 외함에 수납하여 설치하도록 하며, 전면부는 내부의 계수 상태를 확인할 수 있는 투명 재질의 것을 사용하여 그림처럼 배치한다.

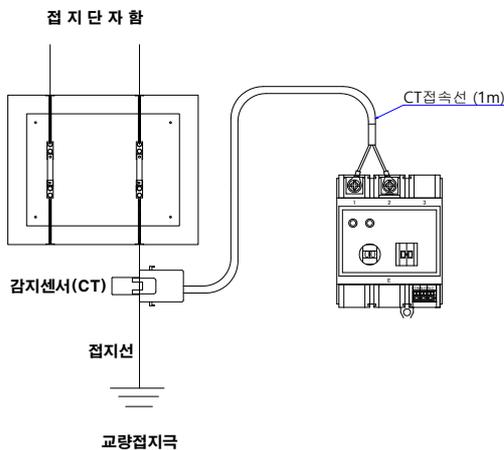


그림.3 뇌격계수기 설치도면 및 설치사례

### 3) 뇌격계수기 성능

특수교량에 설치되는 뇌격계수기는 최소 아래표 이상의 성능을 갖추고 있어야 한다.

표.2 뇌격계수기 최소성능 기준

뇌격계수기	무전원형
표시범위	00 ~ 99
동작전류	200A
최대전류	200kA (10/350 $\mu$ s)
동작극성	정극성, 부극성
감지센서(CT)	분할형CT (내경 $\phi$ 36)
테스트	24V 전압단자

### 3. 시험접지극 설치

#### 1) 설치목적

접지저항값은 시공 후에도 항상 초기값 변한다. 주기적인 접지 저항값 측정과 피뢰설비의 유지관리를 위해서 접지저항 측정(3전극법)에 필요한 2개의 시험접지극을 설치하도록 한다.

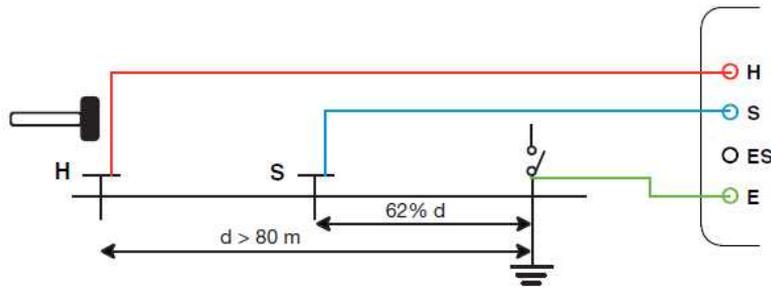


그림.4 전극법 측정회로

#### 2) 설치방법

시험접지극 중 하나는 계통접지극에서 최소 80m이상 떨어진 곳에 3m깊이로 매설 하도록 한다. 매설된 시험접지극과 30m이상 떨어진 곳에 다른 시험접지극을 3m깊이로 매설하도록 한다. 접지선은 꼬인곳이 없이 직선으로 설치되도록 한다.

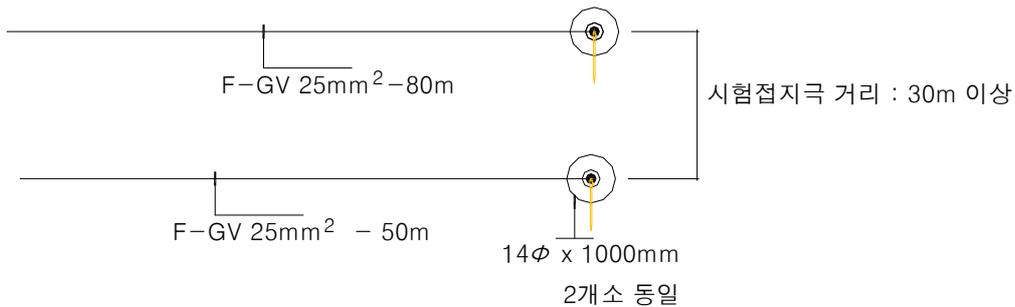


그림.5 시험접지극 설치도면

#### 3) 설치 자재

시험접지극 설치에 사용되는 자재는 다음 표에서 제시한 이상의 성능과 규격이어야 한다.

표.3 시험접지극 자재 최소성능 기준

시험접지극	무전원형
접지극	φ14 × 1000 mm (동봉)
접지용절연비닐전선	F-GV 25mm <sup>2</sup>

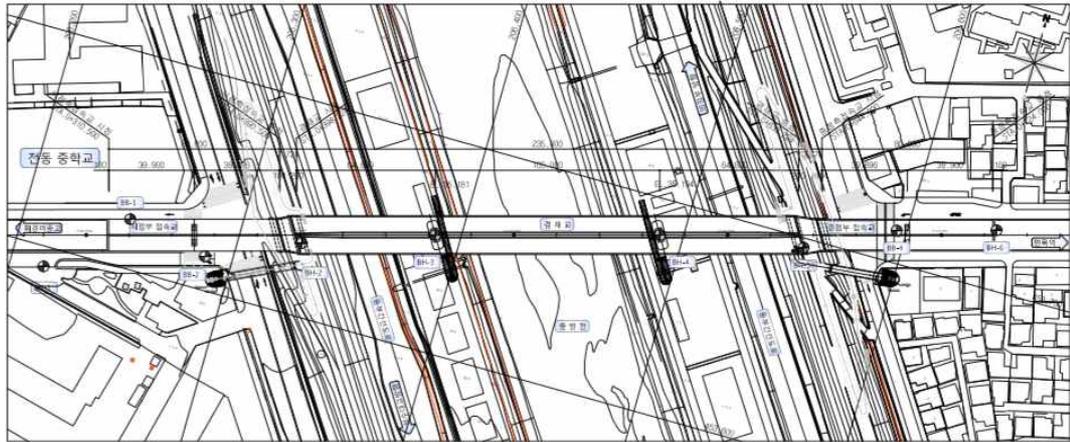
**경재교**

**피뢰설비 및 보강설계 사항**

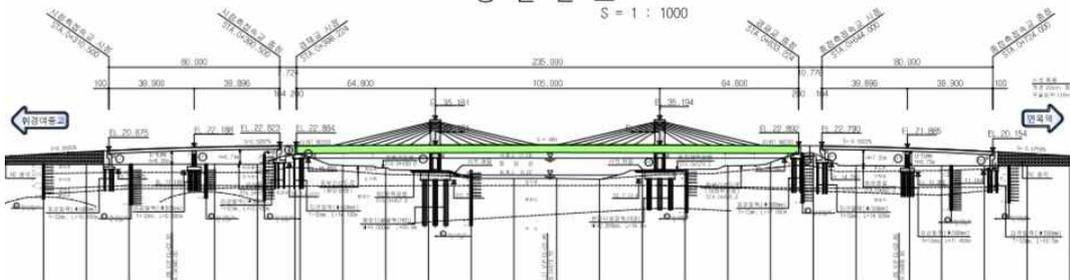
■ 피뢰설비 설치현황

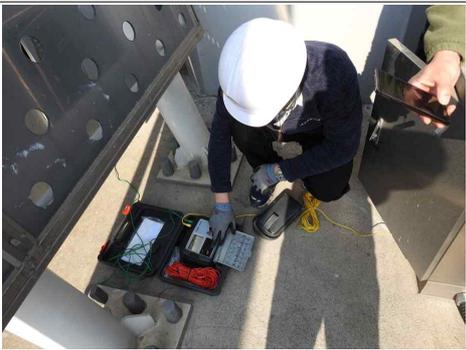
교량명	피뢰수량	설치위치	규격	낙뢰보호유형			직격뢰계수기유무
				상부	SPD등전위	접지단자함	
겸재교	2 EA	구조물 상부	-형식:유도형피뢰침 -인하도선:50SQ	피뢰침	없음	설치됨	없음

현 장  
설치도



중 단 면 도  
S = 1 : 1000



수 뢰 부	구조물 상부	지시케이블-MS케이블
		
피 뢰 설 비	접지단자함	구조물 등전위본딩 - 확인
		

■ 피뢰설비 보강사항

피뢰시스템 표준 (도로교설계 기준)	KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1부 : 일반원칙 KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2부 : 위험성 관리 KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물에 대한 물리적 손상과 인명 위험 KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템 KS C IEC 62561-6 피뢰시스템구성요소 - 제6부 : 뇌격계수기에 관한 요구사항
------------------------------	---

대 상		검토결과	피뢰설비 보강사항
① 교량 지지케이블		MS 케이블 (위험도평가 결과 참조)	불필요
② 주탑 측면보호		60M 이하 및 강재교량	불필요
③ 내부전자시스템		SPD 등전위협조 미확인	SPD 등전위협조 필요
④ 피뢰 설비 유지 관리	피뢰침	유도형 피뢰침	적합
	피뢰접지설비	접지됨	적합
		접지단자함 설치	적합
	등전위본딩	정착구/강구조물 등전위본딩 접지	적합
	뇌격 모니터링	뇌격계수/ 경보 시스템 없음	뇌격계수기 설치
	점검매뉴얼	피뢰설비 표준점검 매뉴얼 미비	점검 매뉴얼 절차 수립

Note.

SPD등전위협조 : 교량 내 또는 주탑 내부 전자계측장비가 뇌격에 의해 발생할 수 있는 과전압에 대한 보호를 SPD (서지보호장치) 와 등전위본딩하여 위험한 뇌격과전압 억제

## ■ 피뢰설비 보강설계사항

### 1.SPД등전위공사

#### 1) 설치목적

SPD 등전위공사는 LPZ 구역에 따라 교량 구조물내에 설치된 전기계측설비들에 대해 SPL등급에 적합하게 설계하여 전기전자시스템의 손실 리스크를 최소화하기 위한 것이다. 교량 내부 또는 외벽에 설치된 전기전자시스템(계측시스템, CCTV, 경관조명등) 설비에 SPD를 설치하여 뇌격으로 부터 설비를 보호한다.

#### 2) 설치방법

SPD 설치방법은 전기설비기술기준 및 내선규정에 명기된 방법에 따라 설치하도록 한다. 전원공급 분전반의 주차단기의 2차측에 그림과 같이 ①과전류 보호장치(배선용차단기), ②SPD를 설치하도록 한다.

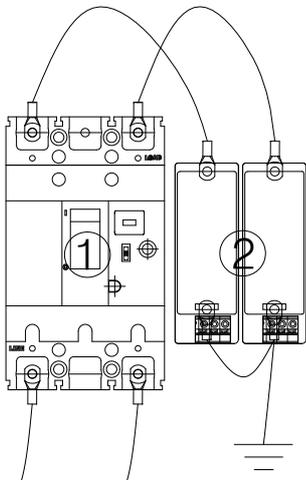


그림.1 SPD등전위공사 설치 도면 (①배선용차단기 ②SPD)

SPD설치시 사용되는 연결전선의 굵기는 최소  $16\text{mm}^2$  이상의 동전선을 사용하도록 하도록 한다. 연결전선은 상전선부터 서지보호장치까지 그리고 서지보호장치부터 주 접지단자 또는 보호선까지의 전선이다. SPD의 연결전선의 길이가 길어지면 과전압에 대한 보호의 효율성이 감소하기 때문에 최적의 과전압에 대한 보호를 위해서는 SPD의 모든 연결전선의 길이는 가능한 짧고(가능하면 전체 전선길이가 0.5m를 초과하지 않아야 한다), 어떠한 접속도 없어야 한다. 그림을 참고하여 A+B의 길이가 0.5m를 초과하지 않게 설치하도록 한다.

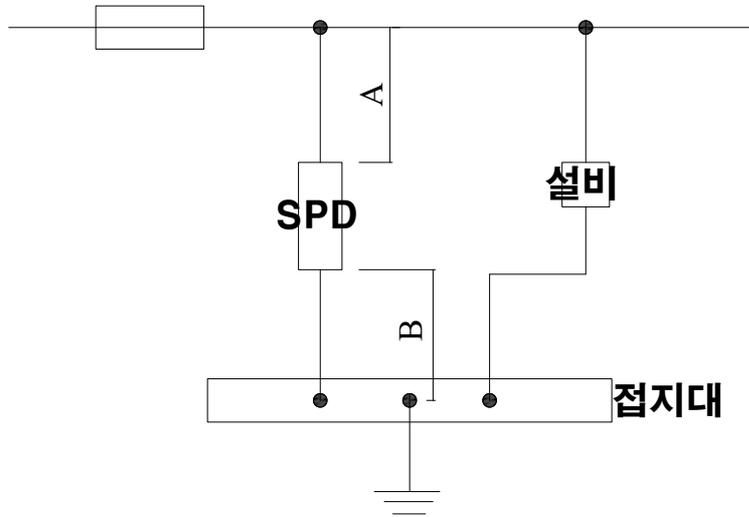


그림.2 SPD설치

### 3) SPD성능

특수교량에 설치되는 SPD는 설치되는 장소와 전기계통의 종류, 교량의 LPS구성등을 고려하여 1등급 SPD를 적용하도록 한다. SPD의 보호장치는 배선용차단기를 사용하며 다음표 이상의 성능을 가지는 제품을 적용하도록 한다.

표.1 SPD 및 보호장치 최소성능 기준

전원용 SPD	1등급 SPD
적용회로전압	AC 1상2선식, 220V~380V
극수	2P
최대연속사용전압 $U_c$	250V a.c
공칭방전전류 $I_n$	25kA (8/20 $\mu$ s)
임펄스전류 $I_{imp}$	25kA (10/350 $\mu$ s)
전압보호레벨 $U_p$	1500V 이하
동작상태 표시기능	돌출표식
IP등급	IP20
외함재질	난연성 재질 사용
접지선	16mm <sup>2</sup> 이상 (구리)
SPD보호장치	배선용차단기 50AF/AT

## 2. 낙뢰계수기 공사

### 1) 설치목적

낙뢰계수기는 접지선을 통과하여 흐르는 낙뢰 전류를 감지하여 계수하는 기능을 갖는다. 이러한 장치는 방전 전류의 극성과 무관하게 낙뢰를 감지하고 기록하는 기능을 갖고 있어야 한다. 그러므로, 낙뢰계수기는 사용 중에 성능에 이상이 없어야 하고, 사람과 주위 환경에 위험을 주지 않는 제품을 적용하도록 한다.

### 2) 설치방법

특수교량에 설치되는 특성상 온도, 먼지 및 습도를 포함하는 환경조건에 영향을 받지 않도록 최소 IP43 이상의 외함에 수납하여 설치하도록 하며, 전면부는 내부의 계수 상태를 확인할 수 있는 투명 재질의 것을 사용하여 그림처럼 배치한다.

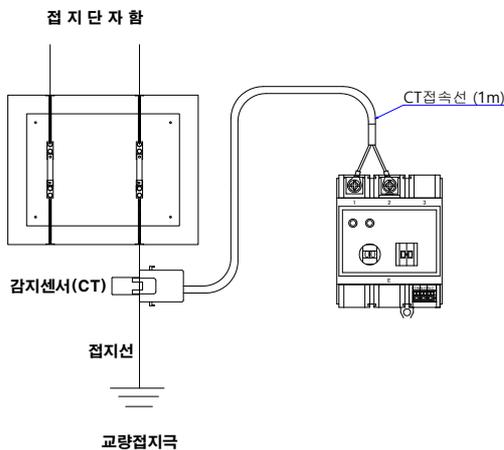


그림.3 뇌격계수기 설치도면 및 설치사례

### 3) 뇌격계수기 성능

특수교량에 설치되는 뇌격계수기는 최소 아래표 이상의 성능을 갖추고 있어야 한다.

표.2 뇌격계수기 최소성능 기준

뇌격계수기	무전원형
표시범위	00 ~ 99
동작전류	200A
최대전류	200kA (10/350 $\mu$ s)
동작극성	정극성, 부극성
감지센서(CT)	분할형CT (내경 $\phi$ 36)
테스트	24V 전압단자

## 올림픽대교

### 피뢰설비 및 보강설계 사항

■ 피뢰설비 설치현황

교량명	피뢰수량	설치위치	규격	낙뢰보호유형			진격뢰계수기유무
				상부	SPD등전위	접지단자함	
올림픽대교	2 EA	PY상부	-형식:일반피뢰침 -인하도선:50SQ -설치높이:18M	피뢰침	없음	확인안됨	없음
현장 설치도	<p>중단면도</p>						
	수뢰부	구조물 상부					
		구조물 측면					
	피뢰설비	주케이블 정착구					
접지 인하도선/단자함							

■ 피뢰설비 보강사항

피뢰시스템 표준 (도로교설계 기준)	KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1부 : 일반원칙 KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2부 : 위험성 관리 KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물에 대한 물리적 손상과 인명 위험 KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템 KS C IEC 62561-6 피뢰시스템구성요소 - 제6부 : 뇌격계수기에 관한 요구사항
------------------------------	---

대 상		검토결과	피뢰설비 보강사항
① 교량 지지케이블		MS케이블 위험도평가 결과 참조	불필요
② 주탑 측면보호		측뢰위험 없음 (측면 신호통신설비 없음)	불필요
③ 내부전자시스템		SPD 등전위협조 미확인	SPD 등전위본딩 설치
④ 피뢰 설비 유지 관리	피뢰침	돌침형 피뢰침	적합
	피뢰접지설비	접지상태	적합
		접지단자함 설치	미확인 (접지단자함 설치)
	등전위본딩	정착구 등전위본딩 접지됨	적합
	뇌격 모니터링	뇌격계수장치 없음	낙뢰 모니터링 시스템 설치 필요
	점검매뉴얼	피뢰설비 표준점검 매뉴얼 미비	점검 매뉴얼 절차 수립

Note.

SPD등전위협조 : 교량 내 또는 주탑 내부 전자계측장비가 뇌격에 의해 발생할 수 있는 과전압에 대한 보호를 SPD (서지보호장치) 와 등전위본딩하여 위험한 뇌격과전압 억제

## ■ 피뢰설비 보강설계사항

### 1.SPД등전위공사

#### 1) 설치목적

SPD 등전위공사는 LPZ 구역에 따라 교량 구조물내에 설치된 전기계측설비들에 대해 SPL등급에 적합하게 설계하여 전기전자시스템의 손실 리스크를 최소화하기 위한 것이다. 교량 내부 또는 외벽에 설치된 전기전자시스템(계측시스템, CCTV, 경관조명등) 설비에 SPD를 설치하여 뇌격으로 부터 설비를 보호한다.

#### 2) 설치방법

SPD 설치방법은 전기설비기술기준 및 내선규정에 명기된 방법에 따라 설치하도록 한다. 전원공급 분전반의 주차단기의 2차측에 그림과 같이 ①과전류 보호장치(배선용차단기), ②SPD를 설치하도록 한다.

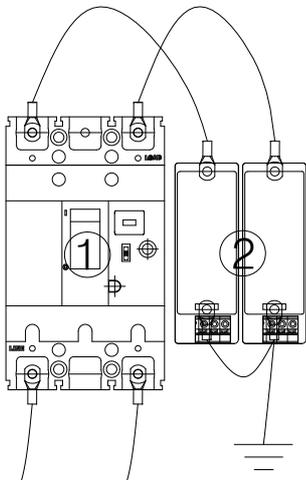


그림.1 SPD등전위공사 설치 도면 (①배선용차단기 ②SPD)

SPD설치시 사용되는 연결전선의 굵기는 최소  $16\text{mm}^2$  이상의 동전선을 사용하도록 하도록 한다. 연결전선은 상전선부터 서지보호장치까지 그리고 서지보호장치부터 주 접지단자 또는 보호선까지의 전선이다. SPD의 연결전선의 길이가 길어지면 과전압에 대한 보호의 효율성이 감소하기 때문에 최적의 과전압에 대한 보호를 위해서는 SPD의 모든 연결전선의 길이는 가능한 짧고(가능하면 전체 전선길이가 0.5m를 초과하지 않아야 한다), 어떠한 접속도 없어야 한다. 그림을 참고하여 A+B의 길이가 0.5m를 초과하지 않게 설치하도록 한다.

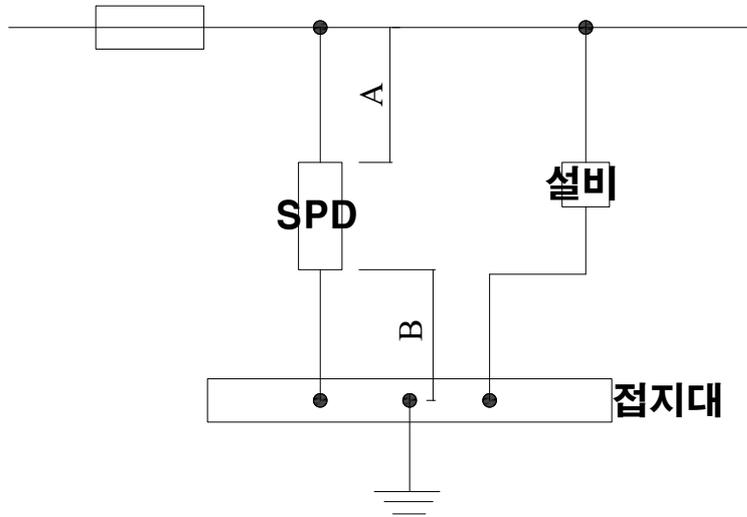


그림.2 SPD설치

### 3) SPD성능

특수교량에 설치되는 SPD는 설치되는 장소와 전기계통의 종류, 교량의 LPS구성등을 고려하여 1등급 SPD를 적용하도록 한다. SPD의 보호장치는 배선용차단기를 사용하며 다음표 이상의 성능을 가지는 제품을 적용하도록 한다.

표.1 SPD 및 보호장치 최소성능 기준

전원용 SPD	1등급 SPD
적용회로전압	AC 1상2선식, 220V~380V
극수	2P
최대연속사용전압 $U_c$	250V a.c
공칭방전전류 $I_n$	25kA (8/20 $\mu$ s)
임펄스전류 $I_{imp}$	25kA (10/350 $\mu$ s)
전압보호레벨 $U_p$	1500V 이하
동작상태 표시기능	돌출표식
IP등급	IP20
외함재질	난연성 재질 사용
접지선	16mm <sup>2</sup> 이상 (구리)
SPD보호장치	배선용차단기 50AF/AT

## 2. 낙뢰모니터링 시스템

### 1) 설치목적

서해대교 낙뢰로 사고 후 낙뢰에 대한 객관적, 정량적 기록에 대한 요구가 대두되었다. 서해대교 낙뢰사고 이후 “교량별 낙뢰위험도 평가결과 보고서(국토부, 2017)”에서 유지관리를 위한 사항으로 낙뢰전류 발생일시, 강도, 극성(정/부) 및 횟수를 기록, 표시하고 위험도 평가정보를 제공하는 것을 명기하고 있다.

### 2) 설치방법

낙뢰모니터링 시스템의 감지기(CT)는 접지단자함에 연결되는 인하도선에 관통시키고, CT수납함에 설치한다. 신호선을 모니터링 본체에 연결시키고, 낙뢰모니터링시스템에 220V 전원을 공급한다.

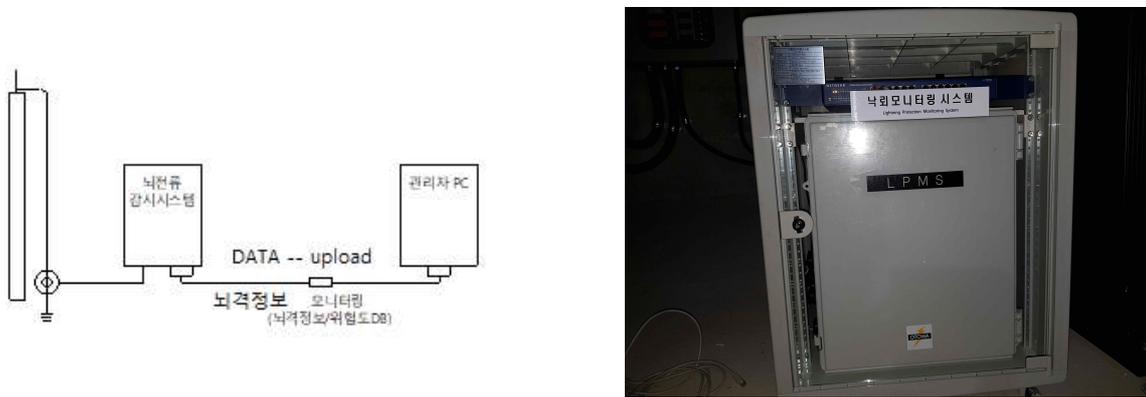


그림.3 낙뢰모니터링시스템 설치도면 및 설치사례

교량에 낙뢰가 발생하는 경우 교량에 설치된 감지기(CT)가 낙뢰전류를 감지하고, 관련된 정보는 감시시스템을 통해서 정보가 자체 저장된다. 유지관리를 위한 PC상에서 낙뢰모니터링 구동프로그램에 낙뢰정보를 업로드(저장매체)하여 데이터를 확인하고 관리한다.

낙뢰일시	피뢰설비	강도(kA)	극성	상태
18.10.30 14:21:58	PY-2	9.9kA	정	낙뢰
18.10.30 14:17:13	PY-2	0kA	정	테스트
18.10.30 14:17:00	PY-2	0kA	정	전원
18.10.29 17:00:00	PY-9	8kA	정	통신
18.10.29 17:00:00	PY-1	8kA	정	통신

그림.4 낙뢰모니터링시스템상의 낙뢰정보

교량 구조물에 발생하는 낙뢰정보가 업로드 되면, KSC IEC 62305-2(Risk management) tool에 의하여 위험도 평가가 가능하며, 연간 위험도 분석에 따른 추이를 확인할 수 있다.

년도	낙뢰횟수	낙뢰밀도 $N_D$ (1/km <sup>2</sup> ×년)	총위험도 R (10 <sup>-3</sup> )	리스크평가 ( $R_T \leq 0.001$ )
2018	1	1.19/km <sup>2</sup>	1.01	보강필요
2017	0	0.00/km <sup>2</sup>	0.00	미평가
2016	0	0.00/km <sup>2</sup>	0.00	미평가
2015	0	0.00/km <sup>2</sup>	0.00	미평가
2014	0	0.00/km <sup>2</sup>	0.00	미평가

그림.5 낙뢰모니터링시스템상의 위험도평가 정보

### 3) 낙뢰모니터링 시스템 요구성능(국토부.2017)

특수교량에 설치되는 낙뢰모니터링시스템은 최소 아래표 이상의 성능을 갖추고 있어야 한다.

표.2 낙뢰모니터링 최소성능 기준

<p>KSC IEC 62561-6:피뢰시스템구 성요소-뇌격계수기(참 조)</p>	<p>[요구성능] -정극성, 부극성 직격뢰 낙뢰감지 -IP등급 43 이상 -Imax 200kA, 10/350μA 직격뢰대응(계수성능) -자외선, 부식 내성요구사항 충족 -낙뢰 데이터감도전류(0.43~100kA), 낙뢰횟수(일, 월, 연간) 구현 낙뢰유입 일시, 교량의 연간 낙뢰밀도/ 위험도 등 DB 시스템 구현 -뇌격 누적데이터 PC확인 및 빅데이터 관리(연간 위험도 추이 관리)</p>
--	---

### 3. 접지단자함 설치

#### 1) 설치목적

위험한 과전압을 최소화하고 뇌전류를 대지로 방류하기 위한 접지시스템은 필요하다. 접지시스템에 접지선을 연결하기 위한 접지단자함 설치하도록 하며, 접지회로수에 따라 적절한 접지단자함을 사용하도록 한다.

#### 2) 설치방법

접지시스템에서 올라온 접지선을 접지단자함 내의 단자에 연결한다. 특수교량 내의 접지전선을 접지단자함에 각각 연결하도록 한다. 특수교량의 접지저항 측정도 접지단자함에서 이루어질 수 있도록 측정이 용이한 곳에 접지단자함을 설치하도록 한다.

### 접지단자함

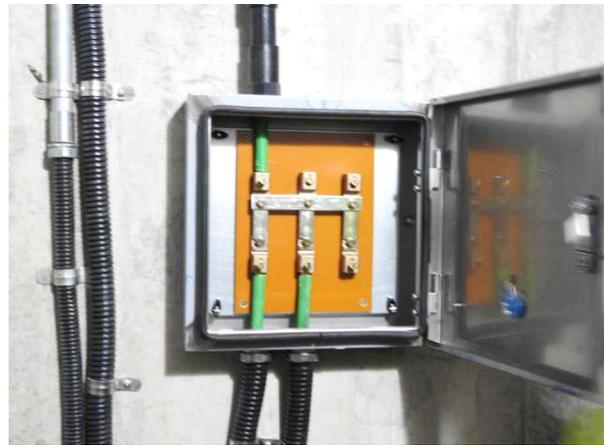
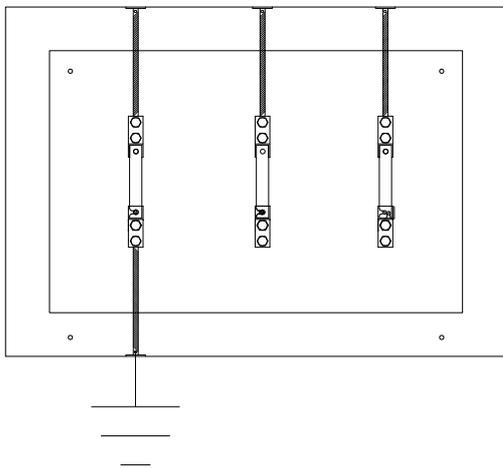


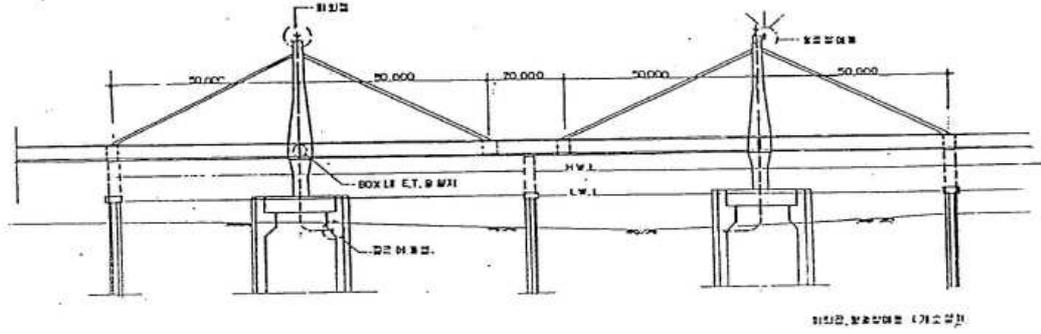
그림.6 접지단자함 설치도면 및 설치사례

**행주대교(하)**

**피뢰설비 및 보강설계 사항**

■ 피뢰설비 설치현황

교량명	피뢰수량	설치위치	규격	낙뢰보호유형			직격뢰계수기유무
				상부	SPD등전위	접지단자함	
행주대교	4 EA	PY주탑상부2 PY주탑상부2	-형식:돌침형피뢰침 -인하도선:16SQ	설치	없음	확인 안됨	없음



피뢰침, 방공 장애물 설치 상세도.

현장  
설치도

수뢰부	구조물 상부		구조물 측면	
	피뢰설비	주케이블 정착구		접지 인하도선/단자함

■ 피뢰설비 보강사항

피뢰시스템 표준 (도로교설계 기준)	KS C IEC 62305-1 피뢰시스템 - 제1부 : 일반원칙 KS C IEC 62305-2 피뢰시스템 - 제2부 : 위험성 관리 KS C IEC 62305-3 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물에 대한 물리적 손상과 인명 위험 KS C IEC 62305-4 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템 KS C IEC 62561-6 피뢰시스템구성요소 - 제6부 : 뇌격계수기에 관한 요구사항
------------------------------	---

대 상		검토결과	피뢰설비 보강사항
① 교량 지지케이블		MS 케이블 위험도평가 결과 참조	불필요
② 주탑 측면보호		교량구조물 높이 60M ↓	불필요
③ 내부전자시스템		SPD 등전위협조 미확인	SPD 등전위협조 필요
④ 피뢰 설비 유지 관리	피뢰침	돌침형 피뢰침	적합
	피뢰접지설비	접지상태	적합
		접지단자함 설치	적합
	등전위본딩	정착구 등전위본딩 접지됨	불필요
	뇌격 모니터링	뇌격계수장치 없음	낙뢰 모니터링 시스템 설치 필요
	점검매뉴얼	피뢰설비 표준점검 매뉴얼 미비	점검 매뉴얼 절차 수립

Note.

SPD등전위협조 : 교량 내 또는 주탑 내부 전자계측장비가 뇌격에 의해 발생할 수 있는 과전압에 대한 보호를 SPD (서지보호장치) 와 등전위본딩하여 위험한 뇌격과전압 억제

## ■ 피뢰설비 보강설계사항

### 1.SPД등전위공사

#### 1) 설치목적

SPD 등전위공사는 LPZ 구역에 따라 교량 구조물내에 설치된 전기계측설비들에 대해 SPL등급에 적합하게 설계하여 전기전자시스템의 손실 리스크를 최소화하기 위한 것이다. 교량 내부 또는 외벽에 설치된 전기전자시스템(계측시스템, CCTV, 경관조명등) 설비에 SPD를 설치하여 뇌격으로 부터 설비를 보호한다.

#### 2) 설치방법

SPD 설치방법은 전기설비기술기준 및 내선규정에 명기된 방법에 따라 설치하도록 한다. 전원공급 분전반의 주차단기의 2차측에 그림과 같이 ①과전류 보호장치(배선용차단기), ②SPD를 설치하도록 한다.

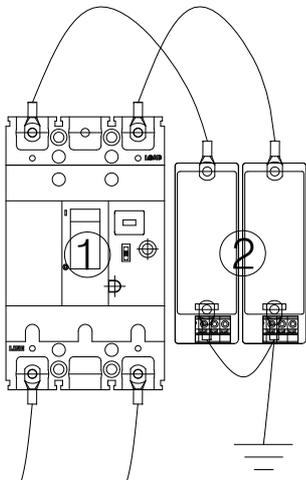


그림.1 SPD등전위공사 설치 도면 (①배선용차단기 ②SPD)

SPD설치시 사용되는 연결전선의 굵기는 최소  $16\text{mm}^2$  이상의 동전선을 사용하도록 하도록 한다. 연결전선은 상전선부터 서지보호장치까지 그리고 서지보호장치부터 주 접지단자 또는 보호선까지의 전선이다. SPD의 연결전선의 길이가 길어지면 과전압에 대한 보호의 효율성이 감소하기 때문에 최적의 과전압에 대한 보호를 위해서는 SPD의 모든 연결전선의 길이는 가능한 짧고(가능하면 전체 전선길이가 0.5m를 초과하지 않아야 한다), 어떠한 접속도 없어야 한다. 그림을 참고하여 A+B의 길이가 0.5m를 초과하지 않게 설치하도록 한다.

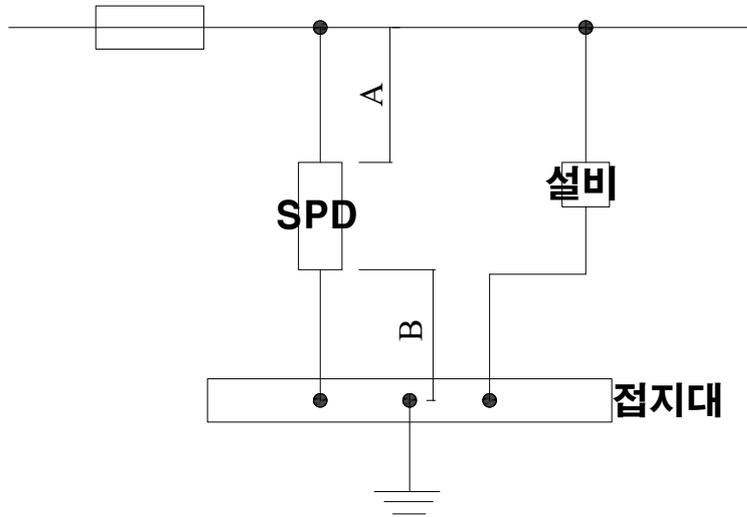


그림.2 SPD설치

### 3) SPD성능

특수교량에 설치되는 SPD는 설치되는 장소와 전기계통의 종류, 교량의 LPS구성등을 고려하여 1등급 SPD를 적용하도록 한다. SPD의 보호장치는 배선용차단기를 사용하며 다음표 이상의 성능을 가지는 제품을 적용하도록 한다.

표.1 SPD 및 보호장치 최소성능 기준

전원용 SPD	1등급 SPD
적용회로전압	AC 1상2선식, 220V~380V
극수	2P
최대연속사용전압 $U_c$	250V a.c
공칭방전전류 $I_n$	25kA (8/20 $\mu$ s)
임펄스전류 $I_{imp}$	25kA (10/350 $\mu$ s)
전압보호레벨 $U_p$	1500V 이하
동작상태 표시기능	돌출표식
IP등급	IP20
외함재질	난연성 재질 사용
접지선	16mm <sup>2</sup> 이상 (구리)
SPD보호장치	배선용차단기 50AF/AT

## 2. 낙뢰모니터링시스템

### 1) 설치목적

서해대교 낙뢰로 사고 후 낙뢰에 대한 객관적, 정량적 기록에 대한 요구가 대두되었다. 서해대교 낙뢰사고 이후 “교량별 낙뢰위험도 평가결과 보고서(국토부, 2017)”에서 유지관리를 위한 사항으로 낙뢰전류 발생일시, 강도, 극성(정/부) 및 횟수를 기록, 표시하고 위험도 평가정보를 제공하는 것을 명기하고 있다.

### 2) 설치방법

낙뢰모니터링 시스템의 감지기(CT)는 접지단자함에 연결되는 인하도선에 관통시키고, CT수납함에 설치한다. 신호선을 모니터링 본체에 연결시키고, 낙뢰모니터링시스템에 220V 전원을 공급한다.

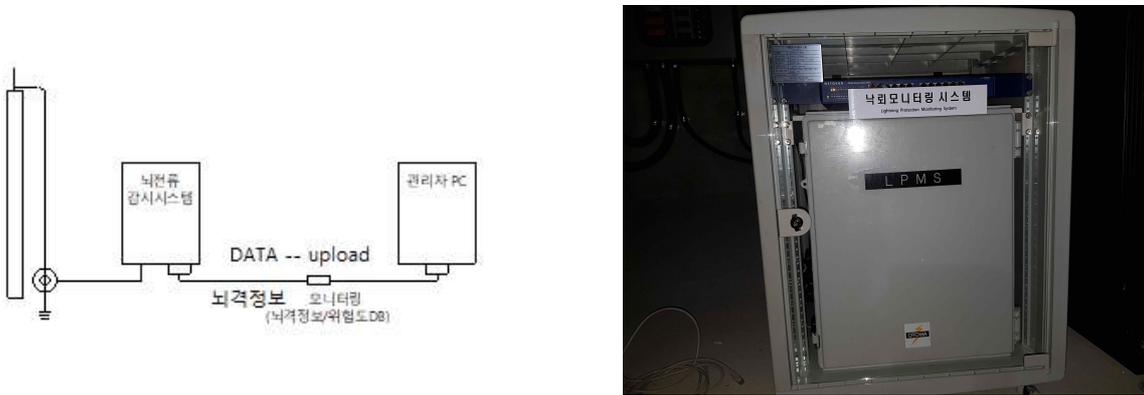


그림.3 낙뢰모니터링시스템 설치도면 및 설치사례

교량에 낙뢰가 발생하는 경우 교량에 설치된 감지기(CT)가 낙뢰전류를 감지하고, 관련된 정보는 감시시스템을 통해서 정보가 자체 저장된다. 유지관리를 위한 PC상에서 낙뢰모니터링 구동프로그램에 낙뢰정보를 업로드(저장매체)하여 데이터를 확인하고 관리한다.

낙뢰일시	피뢰설비	강도(kA)	극성	상태
18.10.30 14:21:58	PY-2	9.9kA	정	낙뢰
18.10.30 14:17:13	PY-2	0kA	정	테스트
18.10.30 14:17:00	PY-2	0kA	정	전원
18.10.29 17:00:00	PY-9	8kA	정	통신
18.10.29 17:00:00	PY-1	8kA	정	통신

그림.4 낙뢰모니터링시스템상의 낙뢰정보

교량 구조물에 발생하는 낙뢰정보가 업로드 되면, KSC IEC 62305-2(Risk management) tool에 의하여 위험도 평가가 가능하며, 연간 위험도 분석에 따른 추이를 확인할 수 있다.

년도	낙뢰횟수	낙뢰밀도 $N_D$ (1/km <sup>2</sup> ×년)	총위험도 R (10 <sup>-3</sup> )	리스크평가 ( $R_T \leq 0.001$ )
2018	1	1.19/km <sup>2</sup>	1.01	보강필요
2017	0	0.00/km <sup>2</sup>	0.00	미평가
2016	0	0.00/km <sup>2</sup>	0.00	미평가
2015	0	0.00/km <sup>2</sup>	0.00	미평가
2014	0	0.00/km <sup>2</sup>	0.00	미평가

그림.5 낙뢰모니터링시스템상의 위험도평가 정보

### 3) 낙뢰모니터링 시스템 요구성능(국토부.2017)

특수교량에 설치되는 낙뢰모니터링시스템은 최소 아래표 이상의 성능을 갖추고 있어야 한다.

표.2 낙뢰모니터링 최소성능 기준

<p>KSC IEC 62561-6:피뢰시스템구 성요소-뇌격계수기(참 조)</p>	<p>[요구성능] -정극성, 부극성 직격뢰 낙뢰감지 -IP등급 43 이상 -Imax 200kA, 10/350μA 직격뢰대응(계수성능) -자외선, 부식 내성요구사항 충족 -낙뢰 데이터감도전류(0.43~100kA), 낙뢰횟수(일, 월, 연간) 구현 낙뢰유입 일시, 교량의 연간 낙뢰밀도/ 위험도 등 DB 시스템 구현 -뇌격 누적데이터 PC확인 및 빅데이터 관리(연간 위험도 추이 관리)</p>
--	---

□ 별첨.1 자문의견서

# 자 문 의 견 서

- 건 명 : 특수교량 피뢰보호 정비공사 실시설계용역
- 일 시 :
- 장 소 : 서울시청 서소문별관 1동 2층 교량안전과

항목	의견 내용	비고
교량별 피뢰보호 설계	<ul style="list-style-type: none"><li>□ 교량별로 피뢰보호 설계가 적절히 수행된 것으로 판단됨.</li><li>□ 그러나 뇌격계수기의 관리 활용면에서 대부분의 교량에 설치하는 것이 의미가 있는지 재검토가 필요한 것으로 판단됨. 특히 계수 기록의 증장기적인 활용에 대한 방향이 우선 제시된 후, 설치 여부를 결정하는 것이 필요한 것으로 판단됨.</li></ul>	

자문위원 : 소속 한국도로공사

성명 : 김 종배 (김종배)

# 자문의견서

## 자문의견서

- 건 명 : 특수교량 피뢰보호 정비공사 실시설계용역  
 일 시 :  
 장 소 : 서울시청 서소문별관 1동 2층 교량안전과

항목	의견 내용	비고
	<p><input type="checkbox"/> 전체 구성은 국제표준(IEC62305)에 준한 설비로서 적정하게 파악하여 개선한 것으로 판단됨.</p> <p><input type="checkbox"/> 낙뢰계수기와 관련하여 대교의 특성상 직격뢰에 의한 영향을 받을 경우 대교 내 시스템 또는 도로에 있는 차량 등의 영향을 판단할 수 있는 낙뢰계수기 활용에 대해 향후에도 지속적으로 자료를 축적하고 검토하는 것이 적절할 것으로 판단됨. 끝.</p>	

자문위원 : 소속 전기안전연구원

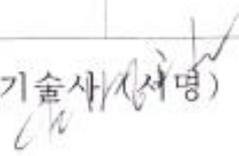
성명 : 송 길 목 (서명)

# 자 문 의 견 서

- 건 명 : 특수교량 피뢰보호 정비공사 실시설계용역  
 일 시 :  
 장 소 : 서울시청 서소문별관 1동 2층 교량안전과

항목	의견 내용	비고
	<p><input type="checkbox"/> 전체적인 피뢰보호 정비공사에 대한 설계사항이 KS C IEC 62305 시리즈에 부합되게 설계되어 피뢰설비가 개선될 것으로 판단됨.</p> <p><input type="checkbox"/> 낙뢰계수기 설치는 피뢰설비 유지관리 차원에서 필요하다고 판단됨. 끝.</p>	

자문위원: 소속 한빛디엔에스 성명:안병관 건축전기설비기술사(서명)



## □ 별첨.2 자문의견결과 조치사항

### (1) 한국도로공사 길홍배 위원

자문의견	조치결과	비고
<p>뇌격계수기의 관리 활용면에서 대부분의 교량에 설치하는 것이 의미가 있는지 재검토가 필요한 것으로 판단됨. 특히 계수 기록의 중장기적인 활용에 대한 방향이 우선 제시된 후, 설치 여부를 결정하는 것이 필요한 것으로 판단됨.</p>	<p>▶ 검토사항</p> <p>①도로케이블교량낙뢰위험도조사및보호방안마련보고서(국토부.2017)에 준한 사항으로 직격뢰의 낙뢰위험도를 평가할 수 있는 장치임</p> <p>-국토부 관리 특수교는 현재 낙뢰모니터링시스템 설계 및 구축중에 있음(동강,동이,영종,마창, 익산청 관리교량(24개소))</p> <p>②뇌격계수기는 피뢰설비보강 구축 후 유지관리측면에서 효율적이라고 판단됨</p> <p>-교량구조물내로 유입되는 낙뢰정보를 유지관리자가 확인 가능함(피뢰설비점검시)</p> <p>-피뢰설비의 뇌격 확인에 따라 설비의 내구성 성능을 판단하고 유효하게 예측점검 하기에 효과적임</p>	<p>미반영</p>

(2) 한국전기안전공사 송길목 위원

자문의견	조치결과	비고
<p>낙뢰계수기와 관련하여 대교의 특성상 직격뢰에 의한 영향을 받을 경우 대교 내 시스템 또는 도로에 있는 차량 등의 영향을 판단할 수 있는 낙뢰계수기 활용에 대해 향후에도 지속적으로 자료를 축적하고 검토하는 것이 적정할 것으로 판단됨.</p>	<p>▶ 보강사항에 낙뢰계수기 반영</p>	<p>반영</p>

(3) 한빛디엔에스 안병관 전기전기설비기술사 의원

자문의견	조치결과	비고
낙뢰계수기 설치는 피뢰설비 유지관리 차원에서 필요하다고 판단됨.	▶ 보강사항에 낙뢰계수기 반영	반영

I·SEÓUL·U 서울특별시  
너와 나의 서울

교 량 안 전 과