

이번호에서는 건축물에 설치한 태양광발전시스템에 대한 뇌보호에 대하여 설명하기로 한다. 우리나라는 국토가 좁아 국토를 낭비하면서 무한정으로 지상에 태양광발전설비를 시설할 수는 없는 실정이며, 전세계적으로 전체에너지의 약 75%는 도시에서 소비하고 그 중 40%는 건물에서 사용되고 있으며 건물을 건설하고 이용하는 동안 에너지의 약 50%가 소비되고 오염물질의 34%가 발생한다고 한다. 따라서 건물을 건설시 건물일체형인 BIPV(Building Integrated Photovoltaic)시스템을 적용시킴으로서 토지매입비와 또 다른 환경파괴를 방지하는 것은 물론 전 국토와 도시를 효율적으로 이용할 수 있는 것이다.

건축물에 실제 설치한 태양광 발전에 대한 뇌보호 설계 예

글 _ 이순형(No. 4137) 협회 이사 | (주)선강엔지니어링 대표이사

향후 2~3년 후에는 지상에 설치하는 Ground방식보다는 일반건축물의 옥상이나 공장의 옥상, 빌딩의 건물외벽 등에 설치하는 BIPV가 급격히 늘어날 것으로 판단된다. 이는 전세계적인 추세이기도 하다.

건축물에 설치하는 태양광발전시스템은 주로 외벽 등에 모듈과 그에 대한 배선 및 인버터 등으로 구성되어 있으며 이는 대부분 반도체 소자로 이루어져 있어 뇌서지와 개폐서지 등에 매우 취약하며 이런 이상전압으로부터 태양광발전시스템을 보호하려면 뇌보호 설비 등이 중요하다. 국내에서는 이에 대한 연구와 자료가 부족한 점을 감안하여 이번호에서는 일본에 설치한 한 고층건물의 태양광발전시스템의 예를 들어 우리나라 실정에 맞도록 설명해 보기로 하겠다.(기타 태양광발전시스템에 관련된 자세한 기술자료에 대해서는 도서출판 기다리 “태양광발전시스템의 계획과 설계”를 참고하기 바란다.)

1. 서론

건물옥상에 설치한 옥상 PV 모듈을 보호하기 위하여 돌침을 설치하여 회전 구체법을 적용하여 규정을 만족하는 것으로 하였다. 벽면 PV 모듈에 대해서는 벽면의 Curtain Wall을 이용하여 Mesh법에 의해 보호하는 Type과 벽면에 돌침을 설치하

여 회전구체법에 의해 보호하는 Type의 2가지 안을 검토한다.

- ① 건물 개요 : 지상 9층, 지하 1층, 높이 42.6m
- ② 뇌 보호방식 : 회전구체법과 Mesh법 병용 (Level II)

2. 옥상에 대하여

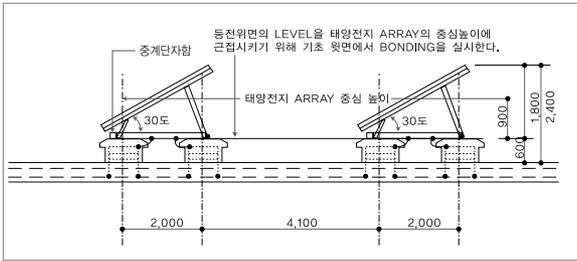
옥상에 설치한 PV 모듈의 높이를 2m로 하고, 옥상에서 1m 튀어 나오도록 설치했으며, 피뢰침을 PV 모듈의 4 Corner에 각각 7m의 피뢰침을 설치 (옥탑에 설치한 피뢰침은 5.5m임)

PV 모듈설치 공간에 대해서는 회전구체법을 적용했다. 그 밖에 옥상에 대해서는 Mesh법을 적용했다.

PV 모듈의 설치 부분의 Mesh에 대해서는 옥상슬라브 철근을 Mesh로 이용하기 위하여 PV 모듈 가대와 슬라브철근을 전기적으로 접속하는 것으로 한다.

3. 벽면에 대하여

- ① A Type에 대해서는 벽면에 Aluminium Sash를 Mesh로 사용하고 Span마다 보호를 하였다.
- ② B Type에 대해서는 벽면에 돌침(800mm)을 설치하여 회



【그림 1.6】 태양전지 Array의 경사 설계 예 (2)

1-2. 인하도록선

보호 Level에 따라 인하도록선의 평균 간격을 15m이하로 한다.

1-3. 이격거리

일본의 JIS A4201의 안전 이격거리 항에서 안전 이격거리 s 를 계산한다.

$$d \geq s \quad S = ki \frac{kc}{km} - 1(m)$$

여기서

ki : 뇌보호 System의 보호 Level에 관한 계수
(보호 Level II = 0.075)

kc : 수평 도체에서 보호하는 경우는 JIS A4201의 부속서 1에 의해 인하도록선에 흐르는 뇌전류에 관한 계수 (수평도체 = $kc = \frac{h+c}{2h+c} = 0.62$)가 된다

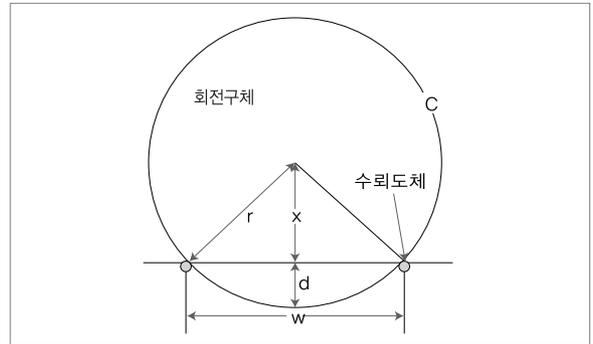
h : 지상에서 돌침까지의 높이 (47.1m)

c : 돌침에서 돌침 c 까지의 거리 (32m)

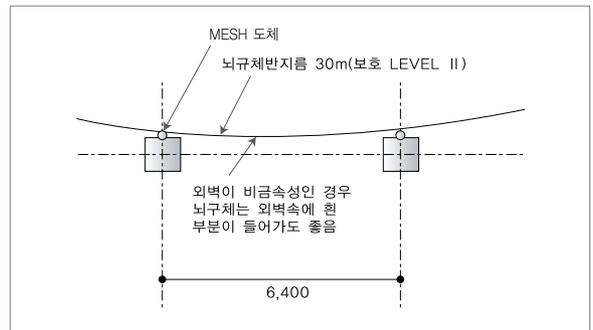
- 돌침으로 보호하는 경우 또는 수평도체 ($h \ll c$: 가대 혹은 바닥이 등전위면이 되는 경우)로 태양전지 Array에 평행하게 수평도체를 부설하는 경우는 $kc = 1$)

km : 절연재료에 관한 계수 (공기 = 1)

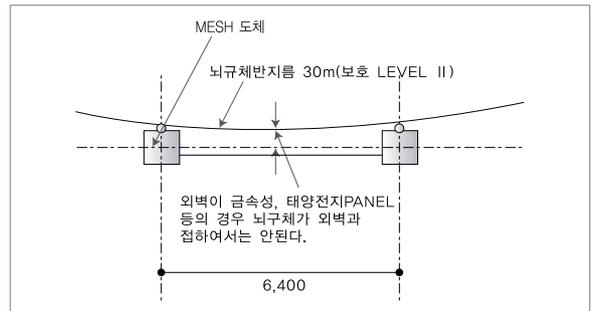
l : 이격거리를 적용하는 점에서 가장 가까운 등전위 발딩점까지의 수뢰부 또는 인하도록선에 따른 길이 (지상에서 가장 가까운 PV 모듈까지의 거리를 38m로 하였다.)



【그림 1.7】 회전구체법의 보호 공간



【그림 1.8】 외벽 부분의 Mesh법에 의한 보호 (비금속체)



【그림 1.9】 외벽 부분의 Mesh법에 의한 보호 (금속체)

1-3-1. 설계 예 : 안전 이격거리의 산출 (옥상 설치 태양전지 Array)

설계에 건물로서 옥상에 태양전지 Array를 설치한 경우 옥상 슬라브 철근의 수직 Bar와 수평 Bar와의 상호 접속부의 약 50%가 용접 또는 결속 등에 의해 전기적 연속성이 확보될 때 (JIS A 4201 : 2003.1.3), 등전위 본딩이 설치되어 있다고 볼 수 있다. 그 때 안전 이격거리는 다음과 같다.

ki : 0.075 (보호 Level II)

kc : 1 (돌침으로 보호하는 경우를 가정함)

km : 1 (공기)

l : 1.0 ~ 1.5

s : ki (kc/km) l = 0.075 × (1/1) × 1.1 = 0.083(m)
(태양전지 Array의 수평설치 예의 안전 이격거리)

s : ki (kc/km) l = 0.075 × (1/1) × 2.4 = 0.18(m)
(태양전지 Array의 경사설치 예의 안전 이격거리)

1-3-2. 안전 이격거리의 산출 (외벽 설치 태양전지 Array)

(1) 이격거리

ki : 0.075(보호 Level II)

km : 0.5(Concrete)

h : 4.0(계단높이)

n : (기둥 개수 = 인하 도체의 수)

cs = cd = 6.4(m)

$$kc = \frac{1}{2n} + 0.1 + 0.2 \sqrt{\frac{cs}{h}} \sqrt{\frac{cd}{cs}} = 0.352 \text{ (뇌전류의 분류계수)}$$

s : ki (kc/km) l = 0.075 × (0.352/0.5) × 0.5 = 0.066(m) (안전 이격거리)

(2) 보호 공간의 확보

IEC 61024-1-2에는 수뢰 도체간의 회전구체의 휨을 계산하기 위해 다음 식으로 나타낸다.

$$d = r - x = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{w}{2}\right)^2}$$

x는 다음 식에 의해 산출한다.

$$\left(\frac{w}{2}\right)^2 + w^2 = r^2$$

$$x^2 = r^2 - \left(\frac{w}{2}\right)^2$$

$$x = \sqrt{r^2 - \left(\frac{w}{2}\right)^2}$$

w : 수뢰도체의 폭

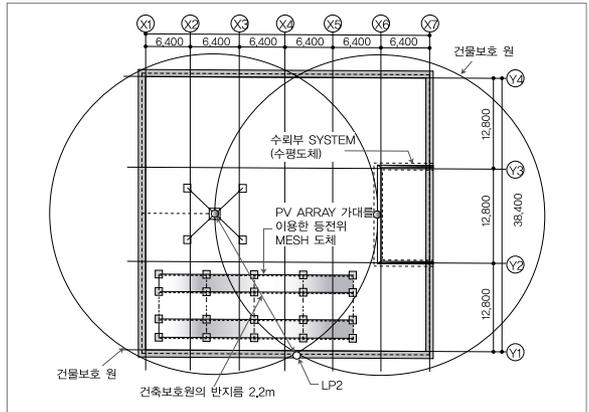
r : 회전구체 반지름

c : 회전구체의 표면

d : 회전구체의 요미 : Mesh도체의 높이로부터 d 치수만큼 아래쪽으로 내린다.

설계 예에서의 보호 Level II, 수뢰도체 간격 6.4m의 경우 보호공간 치수는 0.17m로 산출할 수 있다.

1-4. 설계 예 : 회전구체법에 의한 돌침높이 산출 방



【그림 1.10】 뇌보호 참고 예

(회전구체법, 돌침 x 2 + 수평도체, PV ARRAY ; 경사 설치)

1-5. 설계 예(Mesh법)

Mesh법이란 Mesh 도체로 둘러싸인 안쪽을 보호범위로 하는 방법으로 그 Mesh의 폭은 표 1.1의 값 (보호 LEVEL II)의 Mesh 폭 10m이하로 한다.

이번 설계에서 그림 1.11과 같은 Mesh법을 병용하였다.

수직 Mesh 도체는 수뢰부의 구성을 주목적으로 하는 것이므로 Mesh 형상은 반드시 망상으로 구성할 필요는 없고 평행도체를 배치하면 좋다.

거기서 건축물 등의 측면에 Mesh 도체를 수직방향으로 보호 Level II의 Mesh 폭 10m이하가 되도록 설치하여 수뢰부로 한다. 이 경우 되도록 벽구성부재를 수뢰부로 이용할 수 밖에 없다.

그 때 모든 것을 전기적으로 접속시켜, 한 편 건축물의 철근 또는 철골과 전기적으로 접속시킨 상태이면 이를 수뢰부로 사용할 수 있다. 따라서 건축 설계시부터 벽 구성부재도 포함하여 Mesh 도체를 형성할 수 있도록 대응하지 않으면 안된다.

- ① 수평 Mesh는 X축, Y축 모두 L이하로 할 것
- ② 수직 Mesh는 Z축을 L이하로 할 것