

커튼월 프레임을 이용한 초고층 건축물의 측뢰에 대한 보호 설계 기술

정용기 · 이강수 <(주)의제전기설비연구원 대표/연구소장>

1 서론

2007년 11월 30일 국제 피뢰표준인 IEC 62305 Lightning Protection System 이 한국산업표준(KS C IEC 62305)으로 도입되면서 60[m]를 초과하는 건축물에 대해서 높이 80[%]를 초과하거나 건물높이 120[m] 이상이 되는 부분에는 측뢰에 대한 수뢰도체를 시설하여야 한다. 그 이전의 피뢰설비 표준에서는 측뢰에 대한 언급이 없었으나 산업발달과 건축기술의 발전으로 초고층 건축물이 증가하면서 측뢰에 대한 대책이 필요하게 되어 국제 피뢰설비 기술 위원회(TC-81)에서 표준을 제정 공표하고 현장에 적용하도록 한 것이다.

현대 사회의 초고층 건축물에서는 외벽 커튼월 시스템이 보편화되어 있으며 이러한 추세는 중저층 건물에서도 일반화되어 가는 추세이다.

초고층건물의 외장재로 많이 사용되고 있는 자재는 경량이면서도 실내 환경 영향요소의 흐름을 조절/차단하는 필터기능이 탁월한 알루미늄 커튼월 (이하 커튼월)이다.

국내 건설 분야 중 고층 빌딩의 공중에서 초고층건축공사비의 약 10[%] 정도가 커튼월 공사에 투입되고 있으며 초고층건물에서 사용되는 에너지의

35~40[%]가 커튼월을 통해 소비되고 있어, 경제적인 커튼월 설계 및 시공이 초고층건물 프로젝트 경제성에 미치는 영향은 향후 지속적으로 증가하고 있는 추세이다.

높이 60[m]를 넘는 구조물의 특히 뾰족한 점, 모퉁이, 모서리에는 측뢰가 입사할 수 있다. 일반적으로 높은 구조물에 입사하는 측뢰의 비율은 전체 뇌격의 단지 수 퍼센트이며, 뇌격파라미터도 최상부에 입사하는 뇌격에 비해서 매우 작기 때문에 측뢰에 의한 위험도는 낮다. 그러나 구조물의 외측 벽에 설치한 전기전자설비는 작은 전류피크값의 뇌격에 의해서도 손상될 수 있다. 높은 구조물의 상층부(대체로 구조물 높이의 최상부 20[%])와 이 부분에 설치한 설비를 보호할 수 있도록 수뢰부시스템을 시설해야 한다.

따라서 본 기사에서는 현재 건설되고 있는 빌딩을 선정하여 커튼월 시스템을 적용한 사례를 보여주고 그동안 초고층 빌딩에서 측뢰로 인한 낙뢰사고를 감소시키고 피해를 최소화하기 위한 방법 및 대책을 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 표준 현황

표 1. 수리부시스템용 금속판 또는 금속배관의 최소 두께

피뢰시스템 레벨	재료	두께 ¹⁾ (mm)	두께 ²⁾ (mm)
I~IV	납	-	2.0
	강철(스테인리스, 아연도금강)	4	0.5
	티타늄	4	0.5
	동	5	0.5
	알루미늄	7	0.65
	이연	-	0.7

¹⁾는 관통, 고온점 또는 발화를 방지한다.
²⁾는 단지 관통, 고온점 또는 발화의 방지가 중요하지 않은 경우의 금속판에 한정된다.

- 측위보호는 한국산업표준(KS C IEC 62305-3, 5.2.2)에 의거 메시법에 의한다(표 2 참조).

표 2. 피뢰시스템의 레벨별 메시 크기의 최대값

구 분	I등급	II등급	III등급	IV등급
메시치수(m)	5x5	10x10	15x15	20x20

나. 커튼월 프레임 사용시 주의사항

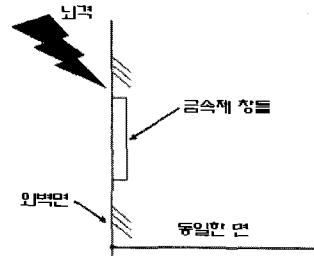
- 고층 건물 측위시스템을 자연적 구성부재를 사용하여 금속재 창 프레임이 뇌벽면과 동일한면 또는 외벽에서 돌출 된 경우 수리부로 사용이 가능하며, 창프레임이 외벽면보다 내측에 설치된 경우 외부의 벽에 낙뢰가 입사할 수 있기 때문에 그림 2-1에 나타낸 바와같이 외벽면보다 내측에 설치된 창 프레임을 자연적 구성부재 수리부로 사용할 수 없다.

2.1.1 자연부재 활용

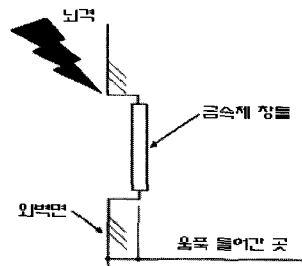
- 건축법 “건축물의 시설 기준 등에 관한 규칙”제 20조 피뢰설비 규정의 제5항(외부의 각 금속부재 활용)에 의거
- KS C IEC 62305-3의 5.2.5(자연적 구성부재)의 측위방지용 수리부로 커튼 월을 이용

2.1.2 자연부재의 재질 및 규격의 검토

- 가. KS C IEC 62305-3의 5.6.2 표 2 수리도체의 최소 단면적
- 재질 및 규격 : 알루미늄의 경우 70(mm²)이상이면 수리부로 활용할 수 있다.
 - 검토사항 : 현재 외기에 노출되어 있는 커튼월 프레임 그림 3-8 (a)의 규격은 (6(t)×10(mm))×2+(3(t)×40(mm))=240(mm²)로 70(mm²)이상이므로 적합하다.



a) 수리부 사용가능



b) 수리부 사용불가

그림 2-1. 창문 프레임 사용

2.2 측뢰 수뢰부 적용 방법

2.2.1 수뢰도체 시공

측뢰 보호를 위해 그림 2-2와 같이 별도의 수뢰도체를 시설하는 방법으로 확실한 측뢰설비를 구축할 수 있다. 그러나 초고층 건축물에서 낙뢰로부터 건축물 측면 보호를 위해 수뢰부를 시설하는 것은 시공성과 경제성 및 미관상의 문제 등 여러 가지 해결해야 할 문제들이 많은 것이 현실이다.



그림 2-2. 측면 수뢰 도체 시공 예

고층부의 측면에 수뢰도체를 시공하는 것 자체로 작업 안전성과 난이성 등 어려움이 예상되고 또한 수직방향으로 매 10(m) 또는 20(m) 간격으로 수뢰부를 시설하기 위해서는 재료비 및 시공비가 상당한 부분을 차지하여 경제성에도 많은 문제를 야기하며 외부에 노출되어 시설되므로 미관상 좋지 않아 거주자 및 주민으로부터 민원이 예상되기도 한다. 이렇듯 수뢰도체를 건축물 측면에 직접 시공하기 위해서는 해결해야 할 문제가 다수인 것이 사실이다.

2.2.2 자연적 구성부재 이용

KS C IEC 62305-3에 의해 자연적 구성부재를 이용한 측뢰 시설은 앞절에서 제기한 문제를 해결하기 위한 방안으로 환영 받는 대안으로 여겨지고 있다.

따라서 철골 구조물, 외부로 금속물이 노출되는 공

장 설비 및 플랜트 설비, 철탑, 금속탱크 등 건축물 외부가 수뢰부 및 인하도록 사용가능한 구조물인 경우에는 표준에 의해 자연적 구성부재로서 이러한 금속 구조물을 측뢰 보호 및 인하도록 사용가능하며 현재 가장 많이 설계 적용되고 있는 방법이다.

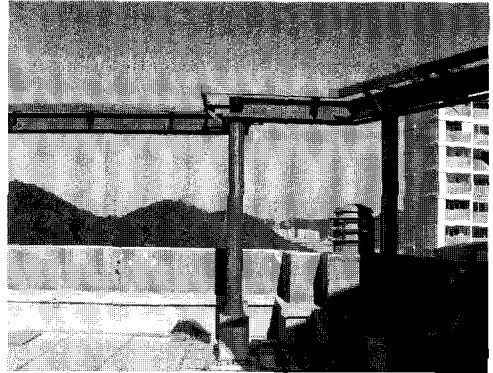


그림 2-3. 자연적 구성부재 사용 예

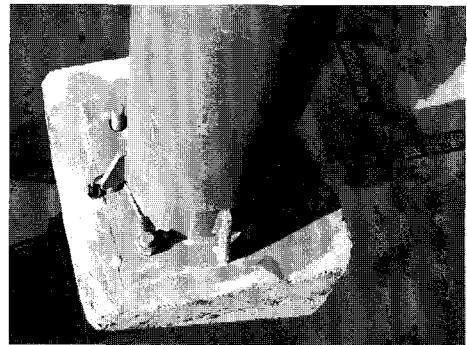


그림 2-4. 자연적 구성부재 사용 예

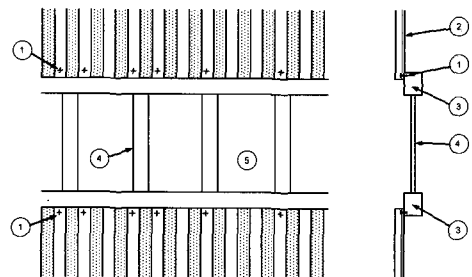


그림 2-5. 금속파사드 뒷면에 연속적인 띠모양 창문의 접속

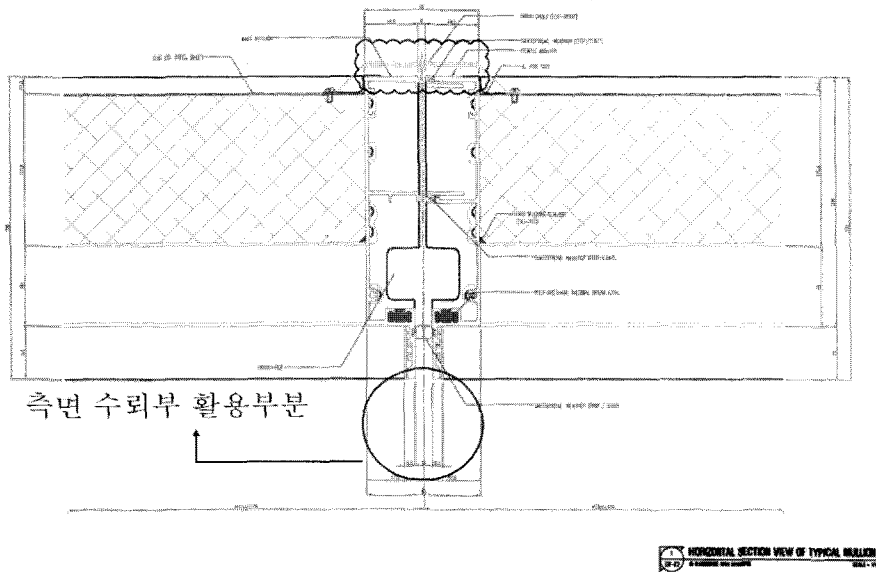


그림 2-6. 커튼월 프레임

연속적인 띠모양 창문이 구조물의 외벽에 설치된다면 연속적인 띠모양 창문의 상부와 하부에 놓인 조립식 콘크리트 부분의 접속이 기존 기둥으로 할 것인지 또는 이들이 창문 간격에 해당하는 좁은 간격으로 서로 접속할 것이지를 정하는 것은 기본이다. 외벽 도전성 부분의 광범위한 통합은 구조물의 전자계 차폐를 개선한다. 금속과사드 덮개에 접속연속적인 띠모양 창문의 접속을 그림 2-5에 나타내었다.

또한 서론에서도 언급한 중층 또는 고층 건축물에 현재 다수 적용되는 커튼월 프레임을 이용한 자연적 구성부재 이용을 많이 언급하고 있으며 설계에도 다수 반영되고 있다. 그러나 이러한 커튼월 프레임의 경우 내진설계가 기본으로 적용되어 전기적 연속성 확보가 쉽지 않은 실정이다. 이에 대해 좀더 자세히 기술하고자 한다.

2.3 커튼월 프레임 적용

2.3.1 커튼월 프레임 적용시 문제점

현재 전 세계적으로 지진에 대한 공포가 확산되고

있으며 지진발생시 특히 고층건축물은 인명피해 및 재산피해에 대해 취약할 수 밖에 없다. 한국은 아직 지진 안전지대로 인식되고 있지만 최근에는 안전지대가 아닐 수 있다는 내용의 주장도 제기되고 있는 실정이다. 국내도 수십년 전부터 건축물에 대한 내진설계가 의무화 되고 있으며 초고층 건축물의 커튼월도 예외는 아니다.

현재 건축물에 다수 적용되고 있는 건물 외부의 커튼월에 대해서도 내진설계를 기본으로 하도록 하고 있어 커튼월 프레임 간에는 진동을 흡수하기 위한 절연재인 고무재질 또는 폴리에스터 필름 등으로 진동에 전달 수 있는 구조로 설계, 시공되고 있다. 그림 2-7에서와 같이 상부 커튼월 프레임과 하부 커튼월 프레임 사이에는 지진 등 위부 충격에 의해 진동이 발생할 경우 이를 흡수할 수 있도록 고무 가스켓, 폴리에스터 폼 등을 프레임간에 삽입하도록 하고 있으며 방수를 위해 실리콘 등으로 건축면을 마감하고 있다.

커튼월 프레임을 수리부 및 인하도선의 자연적 구성부재로 사용하고자 하여도 프레임 간에 전기적 연속성이 확보되지 않아 현장 적용에 많은 문제점을 야

특집 : 피뢰설비

기하고 있다. 즉, 커튼월 프레임 간에는 수뢰부 및 인
하도선 사용조건인 전기적 연속성이 전혀 확보되지
못하고 있는 실정이다.

진동을 흡수하기 위한 고무재질의 가스켓이 적용된
예이다.

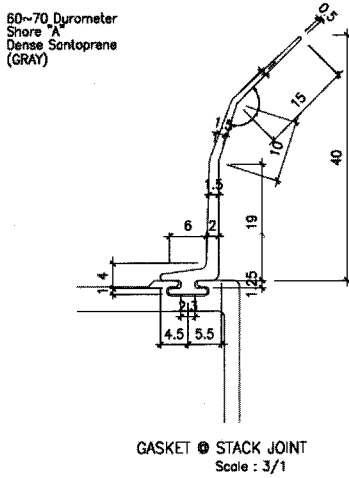


그림 2-7. 고무 가스켓

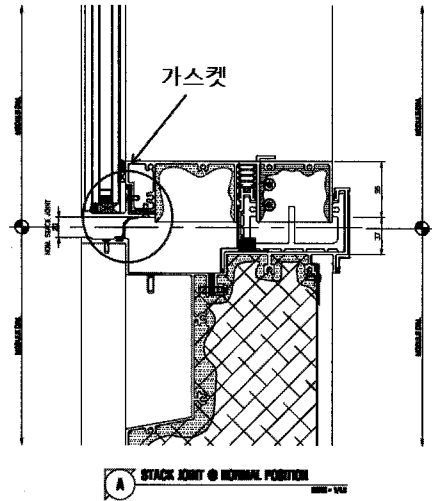


그림 2-8. 프레임간 적용된 가스켓

2.3.2 커튼월 프레임 상세도

그림 2-8은 내진설계로 인해 커튼월 프레임간에

가. “가” 동

보호등급 I 등급으로 측면 수뢰부 배치방식은 메
시법을 적용하고 이때 기준 간격은 5(m)이며, 기준

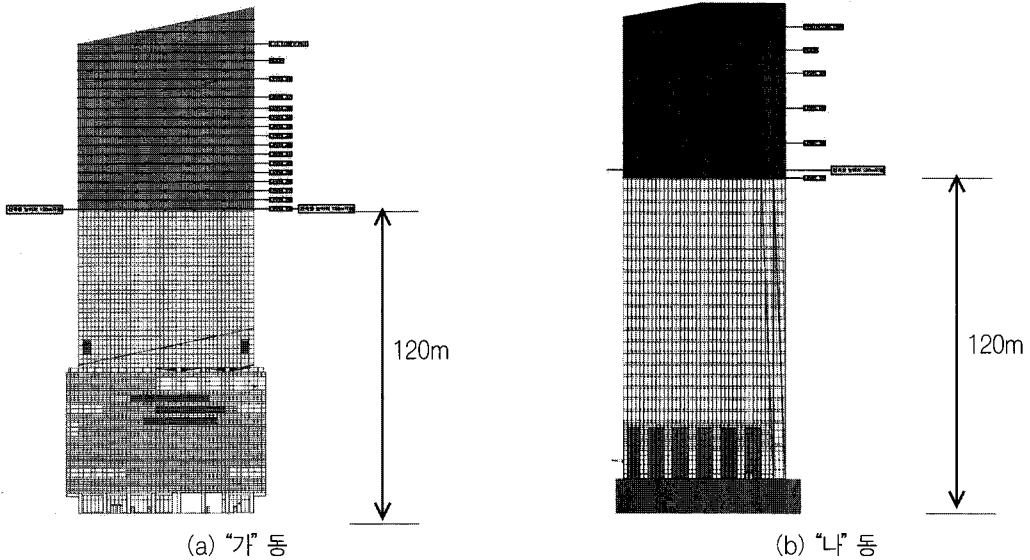


그림 2-9. 측면 수뢰부 입면도

층의 층고가 3.6[m]이므로(1개층) 25층 부터 매층마다 적용한다(그림 2-9 참조). 측면 수외부는 자연적 구성부재인 커튼월을 사용하고 커튼월 프레임을 매 층마다 인하도록 컬럼과 본딩하여야 한다. 측외는 전계가 높은 부분에 입사할 확률이 높고 측면에서 가장 높은 부분은 컬럼과 직접 본딩된 프레임으로 상부 커튼월 프레임과 연결되어 있지 않다 하더라도 문제가 없으며 커튼월 프레임 하부쪽으로 낙뢰가 입사할 확률이 거의 없으므로 커튼월 프레임의 수직적 연속성을 반드시 확보할 필요는 없을 것으로 판단된다.

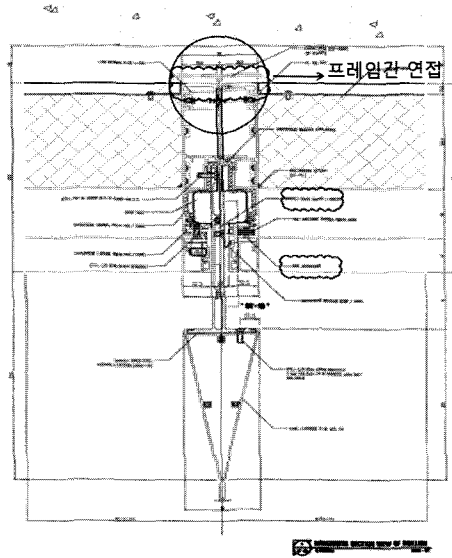


그림 2-10. “가” 동 커튼월 프레임 구조체 본딩 상세도 (멀리언)

나. “나” 동

보호등급 III등급으로 측면 수외부 배치 간격은 15[m]이며, 기준층의 층고가 4.5[m]이므로 23층 부터 3개층 마다 적용한다. 이때 커튼월 프레임의 수직 방향 전기적 연속성은 확보되어야 하며 그림 2-6에서와 같이 적용한다.

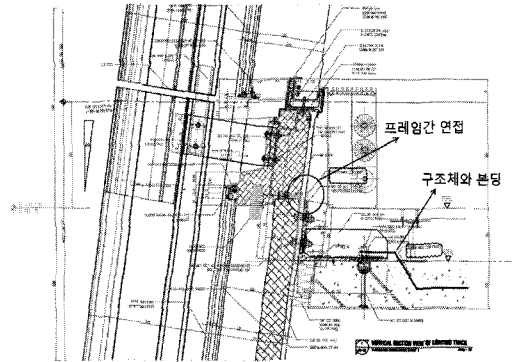


그림 2-11. “나” 동 커튼월 프레임 구조체 본딩 상세 수직 입면도

2.3.5 구조체 본딩 간격

- 기준 : 본딩 간격은 한국산업표준(KS C IEC 62305-3, 5.3.3) 인하도록 시스템에 의한다.

가. “가” 동

보호등급 I 등급으로 인하도록의 간격은 10[m]로서 측면수외부(외부 커튼월 프레임)과 구조체(철근 콘크리트내 인하도록용 철근)와의 본딩 간격은 기둥 철근 콘크리트 간격 10[m] 이내로 한다.

나. “나” 동

보호등급 III등급으로 인하도록의 간격은 15[m]로서 측면수외부(외부 커튼월 프레임)과 구조체(철골)와의 본딩 간격은 평균 간격 15[m] 이내로 한다.

3. 결 론

이상과 같이 현대의 건축물들은 커튼월 프레임을 적용한 고층 건축물이 주를 이루고 있다. 이 때 측외에 대한 건축물 보호를 위한 수외 도체 및 인하도록의 적용이 자연적 구성부재를 이용한 사례가 늘고 있으며 시공성, 경제성 및 안정성 확보 차원에서 유리한

시공방법이라 할 수 있다. 그러나 앞서 살펴본 바와 같이 내진설계를 기본으로 한 커튼월 프레임의 자연적 구성부재 적용은 전기적 연속성 확보라는 문제에 직면하게 되었고 이를 해결해야만 앞서 밝히 이점이 현실적으로 다가올 수 있었다.

따라서 이를 해결하기 위한 기술로 각 프레임간의 전기적 연속성 확보를 위한 본딩이 필요하며 건물 접지와 연결된 내부 도체와의 본딩도 반드시 필요하게 되었다. 재차 강조하는 사항으로 커튼월 프레임의 상하좌우의 접속은 반드시 필요하며 접지극과의 연결 및 내부 등전위 환상도체와도 반드시 연결해 주어야만 축퇴에 대한 수뢰도체 및 인하도선의 역할을 수행할 수 있게 된다. 또한, 부수적으로 벽면 근접설치된 전기, 전자 및 통신설비에 유도될 수 있는 전자 유도 및 정전유도로 부터 설비들을 보호할 수 있다.

◇ 저 자 소 개 ◇



정용기(鄭龍期)

1952년 3월 5일생. 1995년 숭실대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2003년 동 대학원 전기공학 졸업(박사). 현재 (주)의제전기설비연구원 대표. IEC TC-81 전문위원회 위원. NFPA 기술전문위원. 대한전기협회 내선규정위원회 위원장.



이강수(李康壽)

1970년 2월 19일생. 1996년 숭실대학교 전기공학과 졸업. 1998년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 인하대학교 대학원 전기공학과 재학(박사). 2002년~현재 (주)의제전기설비연구원 연구소장.