레이돔(RADOME)

레이돔(RADOME)이라는 단어는 2차 세계대전으로 거슬러 올라가 'radar'와 'dome'이라는 단어에서 출연하였다. 원래는 비행기 레이더의 안테나를 보호하기 위하여 사용된 투명한 돔 모양의 구조물을 일컬었으나 시간이 지나면서 1000 GHz 한도의 전자기 복사에서 창문과 같은 역할을 수행하거나 보호하는 대부분의 구조물을 일컫게 되었다. 예를 들어 기상레이더를 보호하기 위해 **그림 1**에서 보이는 것과 같이 비행기 앞에 설치된 노우즈 레이돔(nose radome)을 레이돔이라고 부른다. **그림 2**는 radome의 내부 모습을 보여 주며 **그림 3**은 radome이 조립 프레임에 설치되어 있는 모습이다.

군사용이나 상업용 비행기나 기상활동을 하는데 요구되는 것은 항상 효과적으로 기상 추적레이더가 작동할 수 있도록 하는 것이다. 즉 안테나를 덮을 수 있고, 충분히 보호할 수 있을 만큼 튼튼하고 동시에 전자기적으로 투명한 장치가 요구된다. 따라서 노우즈 레이돔의 주 설계기준은 레이더의 전자기적 투명성, 공기 역학적 모양, 그리고 가벼운 중량, 경제학적으로는 가능한 한 낮은 비용과 긴 수명이다.

레이돔은 구조적 결함을 견디고 있을 때나 열악한 환경에서 파괴될 수 있다. 자주 관찰되는 레이돔의 결함 요인에는 수분의 침투와 이로 인한 점진적인 부식의 영향이 크다. 레이돔 외부구조에 직접적 결함을 주지 못하는 작은 문제 요인도 수분의 침투를 더 용이하게 하며 이로 인한 부식을 야기시킨다.

고속으로 비행하면서 접촉하는 비의 경우 도장시스템과 레이돔 표면, 특히 레이돔 앞 부위에 충격과 부식을 가한다. 이것은 수분이 침투할 수 있는 통로를 제공하며 결국 구조적 보존성을 낮추기 때문에 이를 보완하기 위하여 레이돔 위에 비에 의한 부식 방지 페인트 시스템을 유지시킨다. 이 부식 방지 페인트의 설치를 위해 레이돔 끝단에 폴리우레탄과 고무 외피를 사용하기도 한다. 또 마이크로 크랙이나 표면의 미세구멍을 통하여 셀 코어로 수분이 침투할 수 있는데 침투한 수분은 비행기의 고도 변화로 인해 발생하는 온도차에 의해 수분의 응고-융해주기를 받게 된다. 이러한 상태변화에서 수분은 약 10%의 부피변화를 수반하므로 부피의 팽창과 수축을 반복하게 된다. 이러한 반복은 갈라짐과 코어 안에 크렉의 원인이 되며 수분과 얼음의 유전상수는 노우즈 레이돔 구축에 사용되는 재료와 비교하여 20배의 큰 차수를 가지므로 레이더 투과율도 떨어뜨린다. 이외에 새나 우박 등의 타격은 레이돔에 심각한 결함을 줄 수 있으며 번개 역시 심각한 문제를 야기한다. 경우에 따라서는 정전기에 의한 작은 손상도 수분이 침투할 수 있는 통로를 제공할 수 있기 때문에 커다란 결함을 야기시킬 수 있다.

일반적으로 음속이하와 음속사이에서 비행기는 하니콤 코어 샌드위치 구조로 강화된 파이버글래스(fiberglass) 레이돔이 가장 일반적으로 사용된다. 벌집 모양의 정육각형 셀은 대개 유연하지 않기 때문에 많은 레이돔에서는 'flex core'라 불리는 높은 밀도의 하니콤을 코 부분(nose section)에 사용한다. 하니콤 코어의 장점은 무게 비율에 대해 가장 안정된 강도/강성을 가지고 있으며 우수한 레이더 투과성 그리고 상대적으로 생산하기 용이하다는 점이며, 단점은 오픈셀(open-cell)구조는 수분의 흡수가 용이하며 상대적으로 충격 특성이 좋지 않다는 것이다.

맥도널 더글라스(McDonnell Douglas) 레이돔은 플루티드 코어(fluted core-세로 홈을 판 코어)로 된 파이버글래스를 사용한다. 이것은 수분으로 인한 문제를 막기 위한 고안이다. 하지만 큰 밀도와 높은 재료비용, 그리고 높은 생산/보수비용이 단점으로 지적된다.

폼코어(foam core) 레이돔은 형태가 매우 다양하다. 폼-인-플레이스(foam-in-place) 레이돔은 1950년대에 대중화되었으나 부스러지기 쉬운 성질(crumbling foam), 낮은 피로 특성과, 낮은 충격 특성으로 인하여 바람직하지 못한 것으로 기억되고 있다.

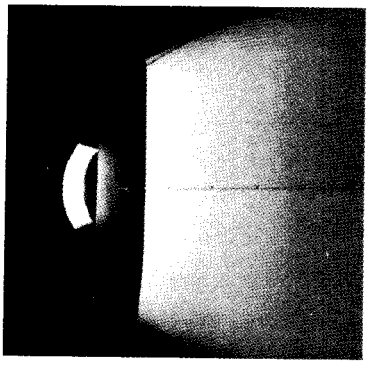

그림 1

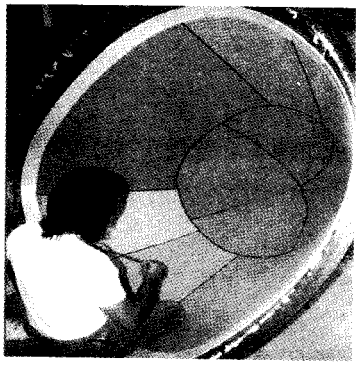

그림 2

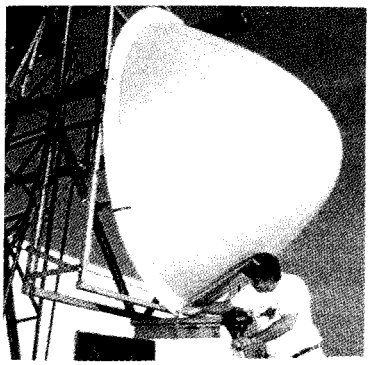

그림 3

〈성균관대학교 고분자공학과 남재도〉