

탄소/탄소 복합재료

탄소/탄소 복합재료란 탄소섬유를 보강재료로 하고 탄화 또는 흑연화된 매트릭스를 가지는 고내열 재료이다. 내산화 처리를 하지 않은 경우의 산소 존재하에서의 최대사용 온도는 500°C 정도이나, 산소가 존재하지 않는 경우의 최대사용온도는 2200~2800°C에 달하고, 내산화 피막처리를 한 경우의 최대사용 온도는 1760°C 정도이다.

특수 금속재료라 할지라도 600°C 이상의 온도에서는 크립현상 및 온도상승에 따른 인장강도 등의 물성저하가 심각하다. 또한 크립현상이 거의 없는 것으로 알려진 고내열 세라믹 소재 등도 1200°C 이상에서는 온도상승에 따른 인장강도 등의 물성저하가 두드러지게 나타난다.

그러나, 탄소/탄소 복합재료의 경우는 산소가 존재하지 않는 경우는 2200°C까지는 거의 인장강도의 변화가 나타나지 않고, 치수안정성이 극히 양호하며, 내충격성 등은 오히려 상온에서 보다 대폭 증진되는 특이한 현상을 나타낸다. 또한, 탄소/탄소 복합재료의 비중은 대략 1.5~1.9 g/cm³로서 인장강도를 비중으로 나눈 비강도의 경우 상온에서의 물성 자체도 다른 어느 고내열재료 보다 우수하지만, 고온영역으로 갈 수록 그 차이는 더욱 벌어져서, 초내열재료로서의 응용성 면에서는 여타 재료의 추종을 불허한다고 볼 수 있다.

탄소/탄소 복합재료의 보강섬유로서는 PAN계 탄소섬유, Rayon계 탄소섬유 및 Pitch계 탄소섬유가 주로 사용되고, 섬유보강구조는 펠트, 웹브릭, 단방

향 및 다축보강형태 등으로 되어있다. 탄소로된 매트릭스를 가지도록 하는 데에는 액상함침법과 기상함침법인 화학증착법의 두가지로 대별된다. 첫번째 방법은 보강섬유 다발 또는, 보강섬유로 짜여진 구조물을 페놀수지 등의 고탄화 잔류물을 가지는 열경화성수지나 핏치 등으로 함침경화하여 탄화전의 초기형상을 제작하여 이것을 Green-Body라 하고, 탄화공정 또는, 탄화 및 흑연화 공정을 수지재함침과 더불어 반복적으로 시행하여 탄소/탄소 복합재료 제품을 얻는 것이다. 두번째 방법은 보강섬유다발이나 보강섬유로 짜여진 직조물위에 직접 메탄가스 등의 열분해를 이용한 화학증착법으로 탄소계 매트릭스를 형성시켜 제품을 얻는 것이다. 이 두가지 방법은 서로의 장·단점이 있으므로 실제 사용시에는 두가지 방법을 병행해서 사용하는 경우가 많다.

이러한 탄소/탄소 복합재료는 우주왕복선의 nose-cone, 장거리 미사일의 노즐, 항공기의 brake-disc shoe, 용광로의 특수부품, heating-element, fastener, hot-press의 die, tooling material 등으로 현재 사용되고 있다. 앞으로는 핵융합로의 중요내열구조재, 고온가스로 작동되는 turbine blade, 엔진피스톤, 고내식성 열교환기 등에 사용될 예정이다.

탄소/탄소 복합재료에 대한 응용 분야의 확대에 가장 큰 문제는 비싼 제조원가인데, 최근 경제성 면에서 많은 개선이 이루어지고 있으므로 가까운 장래에 폭넓은 용도로 응용될 전망이다.

(한국화학연구소 고분자 제4연구실, 이 재락)