

3차원섬유강화 FRC의 제작과 평가

(Preparation and Evaluation of Three-Dimensional Fiber Reinforced FRC)

동아대학교 신순기, 이준희

1. 서론

저자들은 지금까지 고온구조재료에의 응용을 목적으로 탄소섬유를 1차원(UD)과 2차원(2D)적 층으로 강화한 Si₃N₄기 세라믹스에 대하여 연구해 오고 있다. 그 결과 UD, 2D 어느쪽도 강화 전보다 고강도임과 동시에 catastrophic 파괴가 아닌 FRC 특유의 비선형 파괴를 나타내는 것을 알수 있었다. 그러나 UD에 비하여 2D의 파괴강도가 상당히 낮은 값을 나타내었다. 조직관찰로부터 2D에서는 UD보다도 매트릭스인 Si₃N₄가 충분히 섬유사이를 채워주지 못해 생긴 공극의 비율이 상당히 높은 것이 밝혀져, 이것이 강도저하의 큰 원인으로 사료되었다. 이와같이 섬유의 적층차원이 높아지면 본 연구에서 지금까지 이용해온 슬러리함침법으로는 매트릭스의 함침이 충분하게 이루어지지 않으며, 장래에 보다 높은 차원에의 발전가능성등에 대비하여 새로운 매트릭스함침법을 검토할 필요가 있다고 판단되었다.

본 연구에서는 3차원의 탄소적층체내에 실온에서 액상이며 고온에서 열경화하여 세라믹스화 하는 preceramic precursor를 함침시키는 방법을 채용하여 FRC의 제작함과 동시에 3점굽힘시험을 이용하여 기계적특성의 평가를 행하였다.

2. 실험방법

먼저 3차원적층제조기를 이용하여 탄소적층체를 제작한뒤 적당한 크기로 절단하였다. 이를 함침장치에 넣어 진공으로 한뒤 precursor를 도입하였다. 그다음 약7기압의 질소압력으로 함침시킨후 543K에서 고화시켰다. 이를 질소분위기중 1523K에서 1시간동안 가열하여 소결체를 얻었다. 한편 precursor는 수율이 70-90%로 낮아 한번의 함침/소결공정으로는 치밀화 되지 않으므로 이를 반복하였다. 얻어진 소결체를 가로3, 세로4, 길이30mm의 크기로 가공하여 3점굽힘 시험에 의한 파괴거동, SEM에 의한 조직관찰을 행하여 함침의 정도등을 조사하였다.

3. 실험결과

함침/소결의 횟수가 증가함에 따라 소결체의 밀도는 다소 높아지는 경향을 보이며 15회정도에서 이론밀도와 거의 일치하였다. 질소가압이 함침거동에 미치는 영향은 질소압력이 높을수록 함침율이 증가하였다. 이러한 경향은 X, Y, Z의 각각의 축방향에 의존하지 않았다. 이러한 결과는 precursor를 이용한 함침은 슬러리법보다 유용하다는 것을 나타낸다. 또 굽힘시험의 결과 파괴는 인장mode에서 일어나고 있었으며, UD, 2D에서 문제시되는 전단에 의한 파괴는 관찰할 수 없었다. 이것은 3D의 섬유적층구조가 3차원이므로 전단방향도 강화되었기 때문으로 사료되었다.