

진공 고온 열처리가 CVI에 의해 제조된 복합체의 미세구조와 bending 특성에 미치는 영향

H. Araki, H. Suzuki, W. Yang, S. Sato, and T. Noda
J. of Nuclear Materials, 258-63 (1998) 1540-1545

3가지 형태의 상용 SiC 화이버를 사용하여 CVI에 의해 제조한 SiC_f/SiC 복합체의 열적 안정성을 시험하였다. 3 가지 중에서 S-type의 Hi-Nicalon로 제조한 것은 2200 K의 열처리 후에도 변화하지 않았다. 다른 상용 Nicalon SiC 화이버가 변화하는 것은 SiO의 승화로 설명될 수 있었다. SiC_xO_y → SiO + SiC.

상용 SiC 화이버가 고농도의 산소를 함유하고 있어서 제조된 SiC_f/SiC 복합체의 복사선이나 고온에서의 불안정성이 논의되었다.

11.7, 0.5, 0.2 질량%의 산소를 포함하는 상용 Nicalon 화이버 (SiC_f(CG)), Hi-Nicalon SiC fiber (SiC_f(Hi)), 그리고 Hi-Nicalon Type-S fiber (SiC_f(S)) 등이 사용되었다. 삼염화에틸규소(ETS):H₂(=1:150)로부터 화이버와 매트릭스의 비가 1:1로 되도록 SiC를 침투증착시켰다. 온도와 압력은 각각 1273 K와 17 kPa로 했다. 열처리후 산소의 양은 화학분석법이 사용되었다. 구조변화는 X-ray 회절 분석으로 확인되었다.

Fig.1은 진공에서 열반응에 의한 SiC_f(CG)/SiC와 SiC_f(Hi)/SiC 의 미세구조를 나타낸 것이다. 증착된 최초 샘플의 기공도는 5-10%이었다. 열처리온도 증가에 따라 형상이 변화함을 보여준다. 섬유와 matrix 경계면의 굴곡이 훨씬 심해 졌다. 심지어 SiC_f(CG)는 고온에서 형태가 변화하여 2273 K에 화이버 형태가 없어졌다. SiC_f(S)/SiC 복합체는 2200K의 고온에서도 미세구조 변화가 없었다.

Fig. 2는 각 온도에서 1시간동안 열처리 시킨 후의 산소 함유량을 나타낸 것이다. 최초에 산소농도는 CG 5.6%, Hi와 S 1%이었다. 산소농도는 감소하는데, CG는 1700 K 이후에는 급격히 감소하는 것이 관찰되었다. 1 시간 동안의 열반응에 의한 무게감소가 Fig. 3에 있다. CG 경우 무게가 많이 감소하였고, HI와 S의 경우 무게 감소는 SiC의 승화 때문인 것으로 사료된다.

Fig. 4는 진공에서 1시간 동안의 열반응후의 fracture strength를 보여 준다. strength는 S>Hi>CG의 순을 나타내었다. CG와 Hi는 1700 K에서 강도가 급격히 감소하나, S는 2000 K 근처에서도 강도가 유지되었다. fracture toughness도 감소하는데 형상의 변화와도 관련이 있는 것으로 관찰되었다.

고온에서의 탈산소는 SiC 화이버의 분해에 의한 SiO의 승화로 해석될 수 있을 것이다.

S형 화이버의 복합체가 2200 K까지도 고강도와 열적 안정성을 보여주었다.

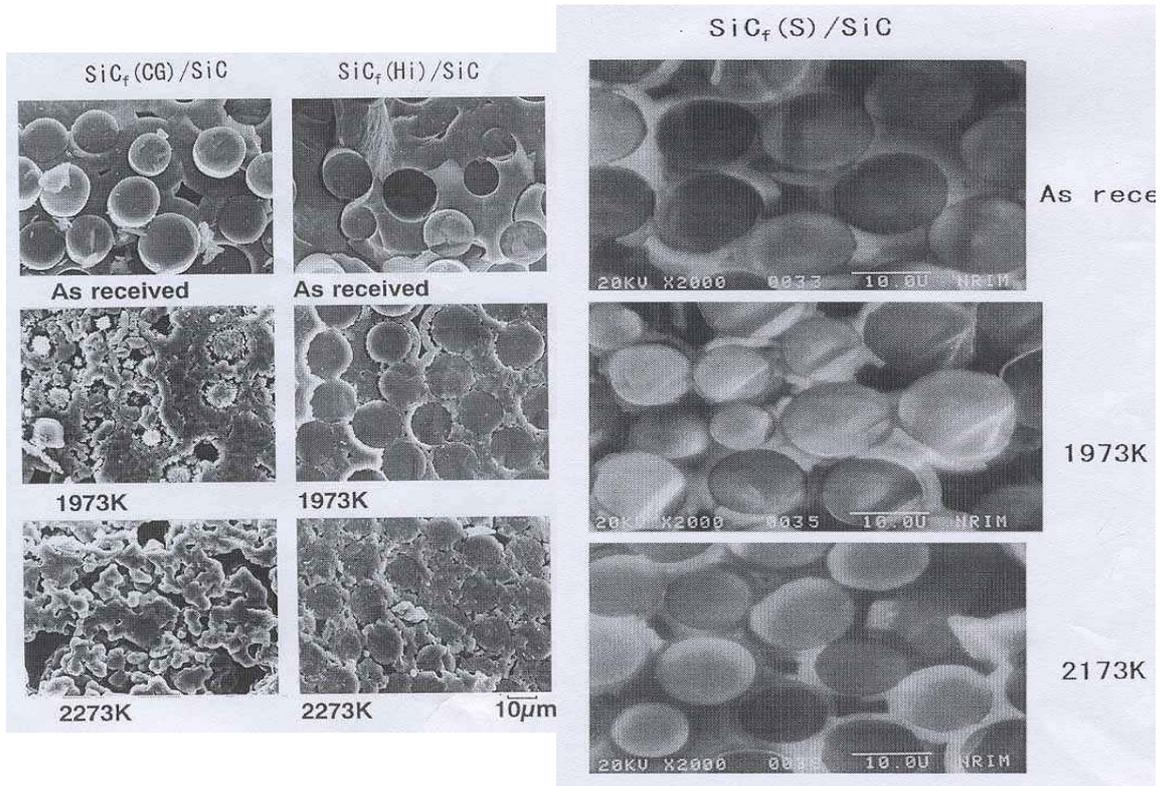


Fig.1

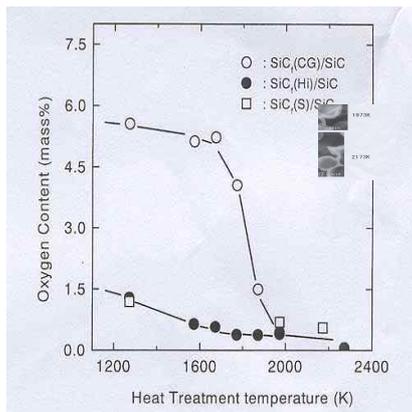


Fig. 2

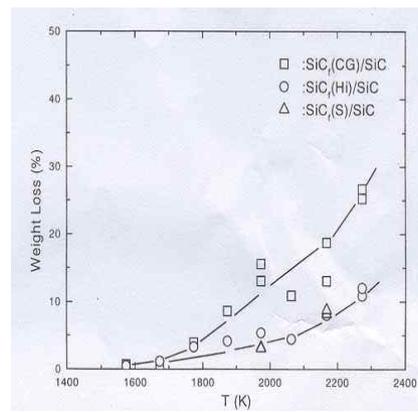


Fig. 3

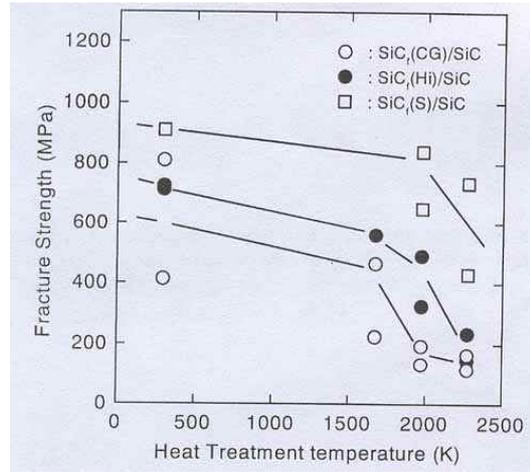


Fig. 4