

3mol% Y₂O₃ 부분안정화 지르코니아(3Y-PSZ)와 SNCM강과의 접합

Bonding of 3Y-PSZ to SNCM Steel

한국해양대학교 이공대학 해양재료공학과 김 영 식
한국해양대학교 이공대학 대학원 * 최 영 국
한국해양대학교 이공대학 대학원 김 중 도

1. 서 론

최근 세라믹의 탁월한 특성을 살리기위해 세라믹과 금속의 이종재료간의 접합기술이 중요하게 인식되고 있으며, 그에 대한 연구보고가 활발하게 이루어지고 있는 실정이다. 산화물계 세라믹과 금속과의 접합에 있어서 그 접합 예는 주로 알루미늄(Al₂O₃)에 관한 것이 대부분이며, 지르코니아(ZrO₂)에 관한 접합 예는 비교적 적은 편이다.

산화이트륨(Y₂O₃)을 3mol% 함유한 부분안정화 지르코니아는 고강도, 고인성 세라믹의 대표적인 것으로서 앞으로 구조용 세라믹으로서 크게 주목되고 있다. 그러나 지르코니아 세라믹은 화학적으로 안정하여 비교적 비활성이며, 특히 PSZ의 경우 환원성 분위기 하에서의 가열시 O₂의 손실로 말미암아 세라믹이 검게 변하는 흑화현상이 일어나며, 안정화제인 Y₂O₃의 계면으로의 이동으로 인해 계면 부근의 PSZ 자체의 성질이 변화하는 등의 문제점도 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 3mol% PSZ 세라믹과 SNCM 강을 사용하여 각종의 접합조건 하에서 접합을 행하고, 각종의 접합조건들이 접합부 강도 특성에 미치는 영향을 조사, 검토하였다.

2. 시험재료 및 실험방법

2.1 시험재료

본 실험에 사용한 재료는 세라믹으로서는 3mol% Y₂O₃ 부분안정화 지르코니아이며, 상대금속재로서는 SNCM21종 강(Φ12 x 10mm)을 사용하였다. Table 1,2는 3Y-PSZ의 화학적 조성 및 기계적 특성을 나타내고 있다.

2.2 실험방법

각종의 접합조건(접합온도: 830 ~ 1030°C, 접합시간: 10 ~ 60min)하에서 얻어진 시험편을 자체 제작한 3점 굽힘시험용 지그를 이용하여 만능재료시험기에 의해 접합부의 상온 및 고온강도 평가를 행하였다. 또한 IF법에 의해 접합부 계면의 파괴인성을 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 접합온도의 변화에 따른 상온에서의 굽힘강도 변화를 나타낸 것이다. 대체로 전 구간에 걸쳐 높은 강도 값을 나타내고 있으나, 특정의 온도 880°C 부근에서 급격한 강도 저하를 보이고 있으며, 또한 950°C 이상에서도 심한 강도 저하가 일어나고 있다. 이것은 880°C 부근에서는 접합계면 근방에서의 원소확산에 의한 계면근방의 물성변화에 기인한 것으로 사료되며, 950°C 이상의 구간에서는 브레이징 합금의 증발에 의한 접합부 계면내에서의 결함의 발생에 기인한 것으로 생각된다.

Fig. 2는 접합부 계면에서 세라믹측으로의 거리에 따른 파괴인성치의 변화를 나타내고 있다. 이것에 의하면 가장 낮은 강도값을 나타내는 880°C에서의 계면근방에서 가장 낮은 파괴인성치를 나타내고 있다.

Fig. 3은 접합유지시간의 변화에 따른 상온 굽힘강도의 변화를 나타내고 있다. 접합유지시간의 변화에 따라서는 강도는 크게 변화하지 않고 있음을 알 수 있다.

Fig. 4는 최대강도가 얻어진 접합온도 850°C, 유지시간 10min의 조건하에서 얻어진 시험편의 고온굽힘강도 변화를 나타낸 것이다. 200°C 이하의 구간에서는 비교적 높은 강도를 나타내고 있으나, 그 이상의 온도에서는 급격한 강도 저하가 일어나고 있다. Photo. 1은 25°C, 200°C, 300°C에서의 지르코니아 세라믹의 IF법에 의한 압흔의 모양을 나타낸 것이다. 25°C와 100°C에서는 압흔의 주위에 균열이 발생하지 않고 있으나, 300°C에서는 압흔의 네모서리에서 균열이 발생되고 있음을 알 수 있다. 이것은 낮은 온도에서는 PSZ의 응력유기강인화 작용에 의해 균열이 발생되지 않으나, 고온에서는 응력이완에 따른 응력유기강인화 작용의 소실로 말미암아 균열이 발생하고, 고온에서의 강도저하를 초래하는 것으로 사료된다.

Table 1. Chemical composition of 3Y-PSZ

Component	Amount (wt%)
Y ₂ O ₃	5.25
Al ₂ O ₃	0.066
SiO ₂	0.015
Fe ₂ O ₃	0.009
Na ₂ O	0.002
ZrO ₂	Balance

Table 2. Mechanical properties of 3Y-PSZ at room temperature

Elastic modulus (Gpa)	Poisson's ratio	Fracture toughness (Mpa m ^{1/2})	Weibull modulus
210	0.33	5.33	15.98

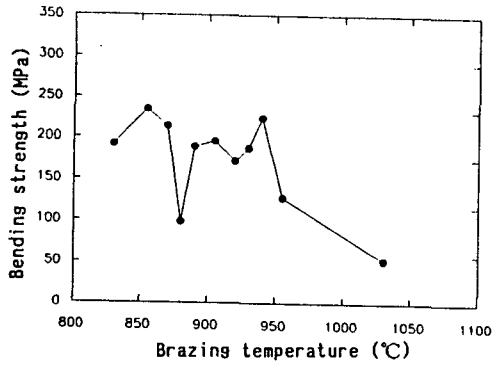


Fig.1 Variation of bending strength of ZrO₂/SNCM21 joint with brazing temperature(Room temperature)

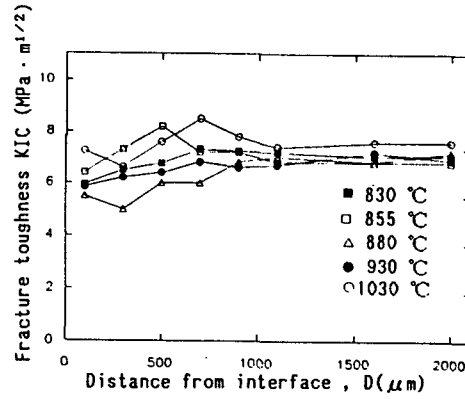


Fig.2 Variation of indentation fracture toughness of ZrO₂ with distance from interface

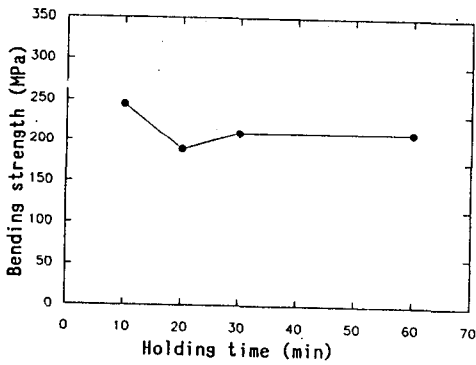


Fig.3 Variation of bending strength of ZrO₂/SNCM21 joint with holding time

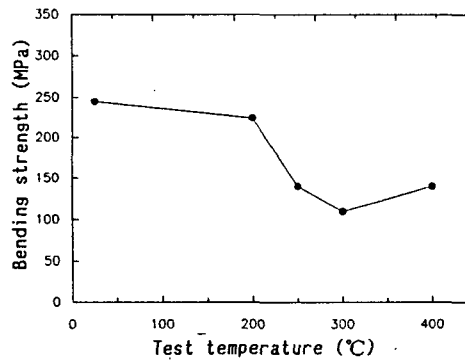


Fig.4 Variation of high temperature strength of ZrO₂/SNCM21 joint with test temperature

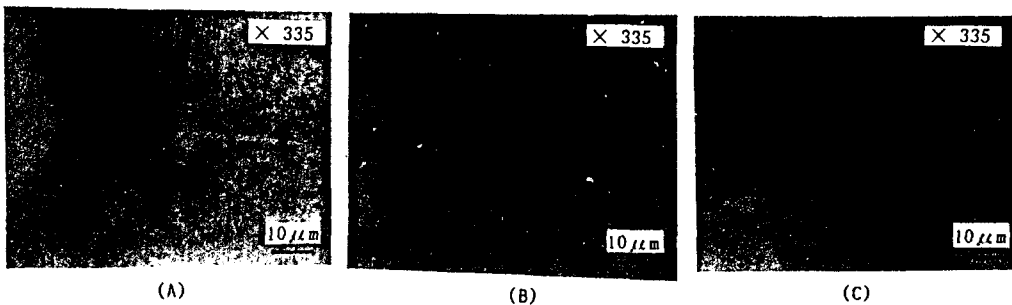


Photo.1 Optical micrographs of indents made in ZrO₂:
 (A) is for 2kg load indent at 25°C, (B) and
 (C) are 2Kg load indents at 100°C, 300°C