

구연 B-1

상압소결에 의해 제조된 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-24 vol\%ZrO}_2$ 복합세라믹스의 미세구조와 파괴거동 관찰

한국기계연구원 재료기술연구부
이 병 택

[목적]

세라믹스 재료는 금속과 다르게 본질적으로 취약한 성질을 갖고 있다. 그러므로 내부 또는 표면에 결함이 존재하게 되면 그곳으로 발생한 균열이 쉽게 재료 전체에 전파하여 파괴가 일어난다. 이와 같이 기계적 성질이 결합에 좌우하는한, 신뢰성이 높은 재료의 제조는 불가능하다. 그러므로 균열전파의 저항력을 향상시켜 파괴 인성을 높이고자하는 mechanism이 고려되고 있으며 실제의 구조용세라믹스에서는 미세조직제어 또는 복합재료화에 의해 결합으로부터 발생한 균열의 전파를 억제하고자하는 방법이 개발되고 있다. 이와 같은 세라믹스에 있어서 미세조직과 균열의 상호작용에 의해 어떤 방법으로 균열의 전파가 억제되고 있는가를 실제로 관찰하는 것은 보다 높은 파괴 인성을 갖는 세라믹스 개발에 매우 중요한 기초자료가 되고 있다. 본연구에서는 상압소결에 의해 제조된 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-24vol\%}(0, 3, 8 \text{ mol\% } \text{Y}_2\text{O}_3)$ 복합세라믹스의 미세조직과 실제 micro-Vickers에 의해 도입된 압흔으로부터 발생한 균열의 파괴 거동을 관찰한 결과에 대해 고찰하고자 한다.

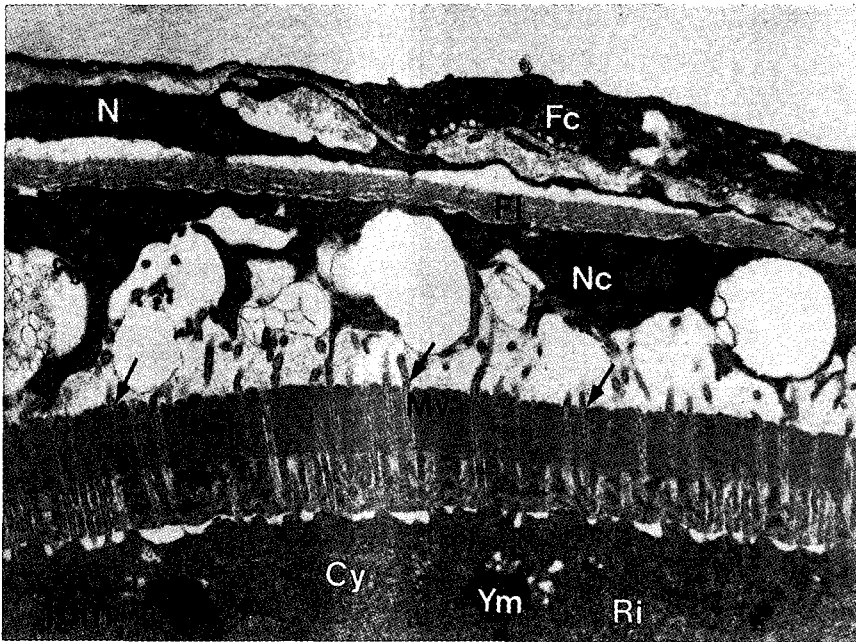
[방법]

투과전자현미경 시료 준비를 위해 diamond cutter를 이용해 판상시료로 자른후 기계적으로 약 $150\mu\text{m}$ 두께까지 연삭하여 ultrasonic cutter로 3mm ϕ 직경의 disk형으로 가공했다. 이 시료의 한면을 경면으로 연마한후, 그 위에 micro-Vickers를 이용하여 $10\sim 50\text{g}$ 하중에서 약 20점 정도의 압흔을 만든다. 그 뒷면으로부터 dimple grinder로 약 $50\mu\text{m}$ 까지 연마 한후 Ion milling에 의해 최종 연마를 행했다. 본연구에 이용된 전자현미경상은 400kV 의 고분해능 전용(JEOL-4000EX)으로 관찰한 것이다.

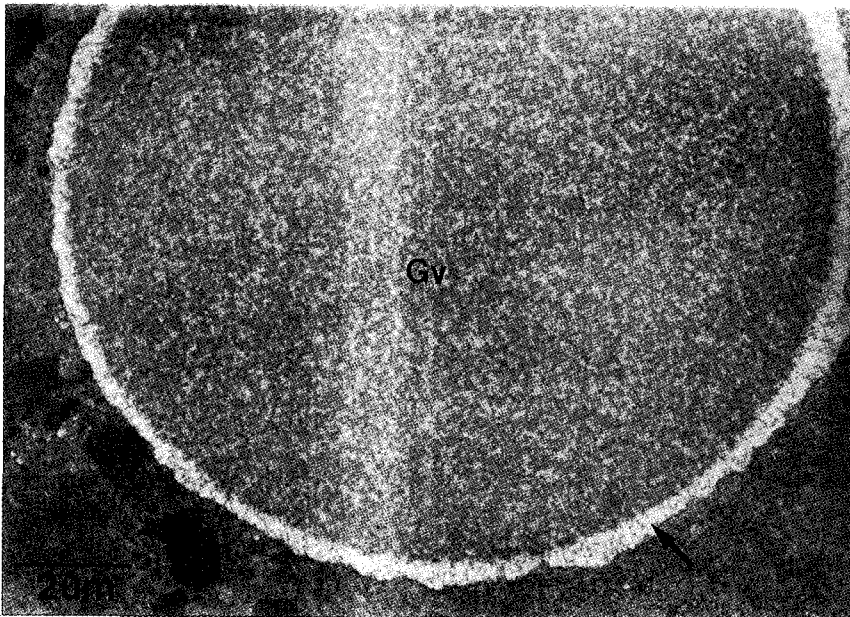
[결과]

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-24vol\%}(0\% \text{ Y}_2\text{O}_3)$ 에서 ZrO_2 는 소결후 냉각 과정시 t-m상변태에 의해 단사정구조를 보이며 이들 주위에는 심한 변형 contrast가 관찰된다. 미소균열의 전파거동은 Fig.1에서 볼 수 있는 바와 같이 심한 crack deflection거동을 보이며 주요 파괴 양식은 입계 파괴이었다. 그러나, 종종 m- ZrO_2 의 입내 파괴도 관찰되는데 이때에는 심한 소성 변형 contrast가 관찰된다. $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-24vol\%}(3\% \text{ Y}_2\text{O}_3)$ 의 경우 ZrO_2 는 부분 안정화된 tetragonal구조를 보이며 입내 및 입계 파괴가 혼재된 형태이다 (Fig. 2). 또한 crack의 전파시 process zone에서는 유기용력 상변태에 의한 국부적인 t-m 상변태가 일어나고 있음을 전자선회절도형에서 알 수 있다. 한편 Y_2O_3 의 첨가량증가에 따라 $8\text{mol\%Y}_2\text{O}_3$ 가 첨가된 경우 대부분의 ZrO_2 는 cubic 구조를 보이며 주요 파괴 특성 양식은 전형적인 입내 파괴로 천이되는 경향을 보였다.(Fig. 3) 그러나 이 경우 crack의 process zone주변에 존재하는 ZrO_2 입자에서는 t-m 상변태 및 ZrO_2 의 입내파괴에 의한 소성변형 contrast는 관찰되지 않았다.

구연 B-1



A transmission electron micrograph of zona radiata in an early egg of pale chub. N: Nucleus, Fc: Follicle cell, Nc: Nurse cell, Cy: Cytoplasm, Ym: Yolk mass, Ri: Ribosome, Gl: Glycoprotein layer, Fl: Fibrous layer, Mv: Microvillus.



A transmission electron micrograph of a mature egg in pale chub. Gv: Germinal vesicle, Ym: Yolk mass, arrow: gap between inner membrane and outer membrane.