

## Zr 계 벌크 비정질 복합재의 변형률 속도에 따른 인장 변형 거동

김규식<sup>1</sup>, 김지식<sup>2</sup>, 허훈<sup>3</sup>, 이기안<sup>#</sup>

### Tensile Deformation Behavior of Zr-based Bulk Metallic Glass Composite with Different Strain Rate

Kyu-Sik Kim<sup>1</sup>, Ji-Sik Kim<sup>2</sup>, Hoon Huh<sup>3</sup>, Kee-Ahn Lee<sup>#</sup>

#### Abstract

Tensile deformation behavior with different strain rate was investigated.  $Zr_{56.2}Ti_{13.8}Nb_{5.0}Cu_{6.9}Ni_{5.6}Be_{12.5}$  (bulk metallic glass alloy possessed crystal phase which was called  $\beta$ -phase of dendrite shape, mean size of 20~30 $\mu$ m and occupied 25% of the total volume) was used in this study. Maximum tensile strength was obtained as 1.74GPa at strain rate of  $10^2/s$  and minimum strength was found to be 1.6GPa at  $10^{-1}/s$ . And then, maximum plastic deformation occurred at the strain rate of  $5 \times 10^{-2}/s$  and represented 1.75%, though minimum plastic deformation showed 0%. In the specific range of strain rate, relatively higher plastic deformation and lower ultimate tensile strength were found with lots of shear bands. The fractographical observation after tensile test indicated that vein like pattern on the fracture surface was well developed especially in the above range of strain rate.

Key Words : Zr-Based Plasticity Enhanced Metallic Glass Composites(Zr 계 변형 강화형 금속 비정질 복합재), Tensile Test(인장시험), Strain Rate Effect(변형률 속도 영향), Plastic Deformation(소성변형)

금속 비정질 합금은 강도, 경도, 강성도 등의 기계적 성질과 화학적 성질이 우수하여 많은 분야에서 적용이 될 것으로 예상된다. 이에 따라 벌크 비정질을 형성하는 것과 더불어 소성 변형은 중요한 요소로 대두되었다. 하지만 비정질 합금의 제한된 소성 변형량과 취성 파괴를 보이는 단점이 상업적 적용에 문제가 되어 비정질 합금에 결정상을 포함시킨 복합재 형태의 합금이 개발되었다. 비정질 복합재는 비정질 합금에 비해 상대적으로 높은 소성 변형량을 지니고 있지만 현재 변형률 속도에 따른 상온 변형 거동에 대한 연구가 미미한 실정이다. 따라서 본 연구는 변형거동의 중요한 변수 중 하나인 변형률 속도를 이용하여 비정질 복합재의 인장 변형 거동을 연구했다. 인장시험결과, 변형률 속도  $10^2/s$  에서 최대응력 1.74GPa 을 나타내었고,  $10^{-1}/s$  에서 1.6GPa 를 나타내었다. 소성 변형량은  $5 \times 10^{-2}/s$  에서 1.75%로 가장 높았으며, 최소 소성 변형량은 0%로 나타났다. 또한 특정 변형률 속도에서 상대적으로 높은 소성변형과 더불어 낮은 응력을 나타내었으며 낮은 소성변형 혹은 0%의 소성변형을 나타낸

1. 안동대학교 공과대학 신소재공학부 청정소재연구센터

2. 경북대학교 상주캠퍼스 신소재공학과

3. 한국과학기술연구원 기계항공시스템공학과

# 이기안 : 안동대학교 신소재공학부, E-mail: keeahn@andong.ac.kr

시편에서는 높은 응력을 나타내었다. 특히 소성변형이 많이 일어난 시편의 파면에서 잘 발달된 vein like pattern 이 확인되었고 소성변형이 일어나지 않은 시편의 파면에서는 잘 발달되지 않은 vein like pattern 과 취성 파괴의 형상이 보였다. 그와 더불어 소성변형이 일어나지 않은 시편의 파괴면은 상대적으로 거친 형상을 보였다. 이는 비정질 복합재 내부에 있는 결정상과 변형률 속도에 따른 전단밴드의 형성에 기인한 것으로 사료된다.

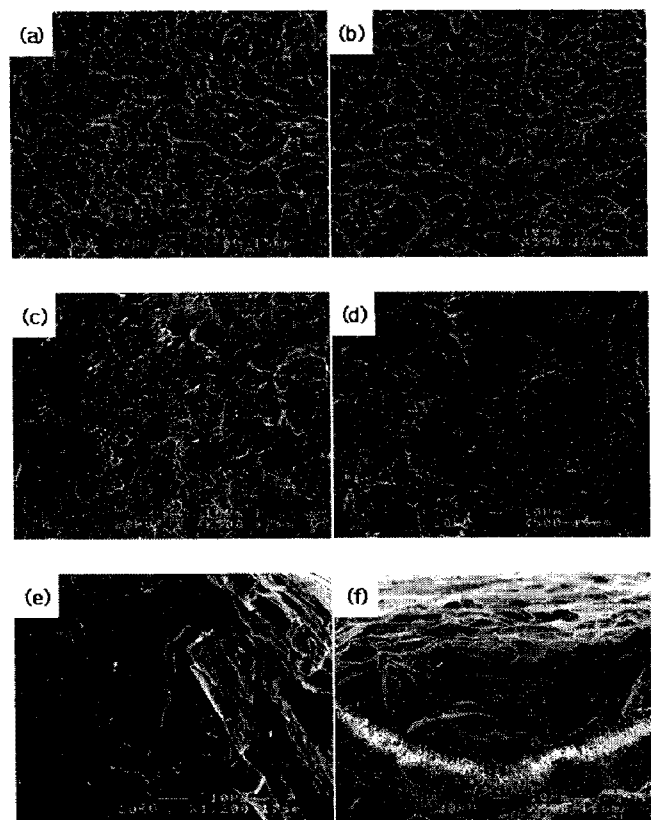
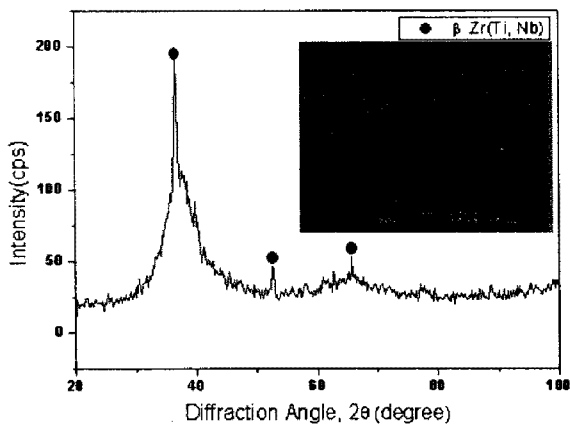


Fig. Microstructure and X-ray diffraction pattern of  $Zr_{56.2}Ti_{13.8}Nb_{5.0}Cu_{6.9}Ni_{5.6}Be_{12.5}$  metallic glass alloy

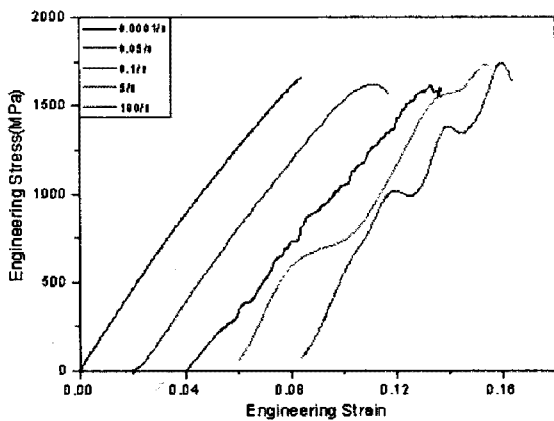


Fig. Fracture morphology of the  $Zr_{56.2}Ti_{13.8}Nb_{5.0}Cu_{6.9}Ni_{5.6}Be_{12.5}$  metallic glass alloy after tensile test. strain rate of (a)  $5 \times 10^{-2}/s$  (b-c)  $10^{-1}/s$  (d)  $5/s$  (e)  $10^{-4}/s$ , and (f)  $10^2/s$

Fig. Difference strain rate tensile test at room temperature