

# 研究タイトル: 超高強度・高靱性なバルク金属ガラスの創製とそのメカニズムの解明



氏名: 藤田 和孝 / FUJITA Kazutaka E-mail: fujita@ube-k.ac.jp  
職名: 教授 学位: 博士(工学)

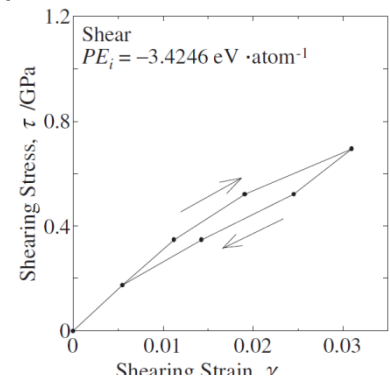
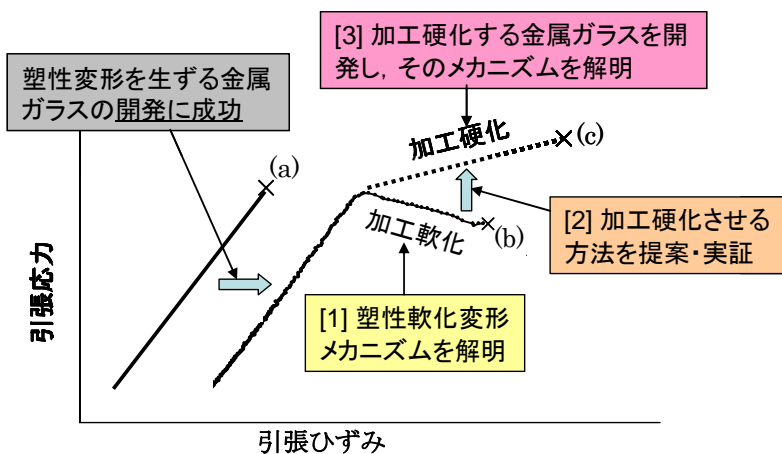
所属学会・協会: 日本機械学会, 日本金属学会, 日本材料学会, 宇部高専 T&B

キーワード: 超高強度高靱性バルク金属ガラス, ナノ結晶, 複合材料, 機械的性質, 切削加工, 擬弾性

技術相談  
提供可能技術:  
・超高強度高靱性バルク金属ガラスの機械的性質、特異な変形挙動  
・上記を利用した応用  
・金属ガラスの容易な切削加工と精密な鋳造加工

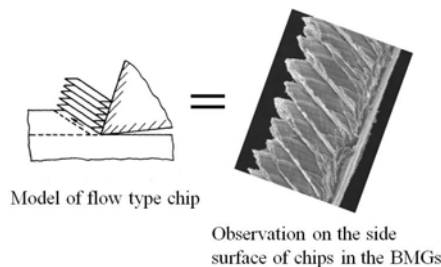
## 研究内容: アモルファスを母相とし超高強度で加工硬化する複合合金の開発とメカニズムの解明

バルク金属ガラス (BMG) は、引張強さが 1~5 GPa と超高強度であり、破壊靱性値も Zr 基 BMG では約  $50 \text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ 、Ti 基や Cu 基 BMG では約  $20 \text{MPa}\sqrt{\text{m}}$  と高い値を有している。また、疲労強度も、片振引張応力下の耐久比 (疲労限度/引張強さ) が 0.8 を超える場合も出てきており、極めて高い。さらに耐食性は SUS304 ステンレス鋼を遥かにしのいでいる。このため、機械構造用部材としても注目されてきている。しかしながら、引張試験において、図 1 (a) に示すように酸化ガラスと同様、塑性変形せず破断するため、機械構造部用部材としては信頼性に欠ける。そこで、本研究ではまず塑性変形の発現を目指し、図 1 (b) に示すように引張塑性変形を生ずる単相 BMG の開発に成功した。ただし、この変形は加工軟化であり、実用的には問題があった。そこで次に [1] この塑性軟化変形メカニズムを解明した。現在、このメカニズムを発展改良して [2] 加工硬化を生ずる方法を提案・実証する研究に取り組んでおり、最近、[3] 加工硬化とまではいかないが、完全塑性で、従来と比べ格段に熱的構造安定性を有し、塑性変形後破断を示す材料の開発に成功しつつある。



BMG はせん断応力下での顕著な擬弾性 (特許第 3790499 号 減衰能に優れた コイルばね)

図1. 金属ガラスの引張応力ひずみ線図



理想的流れ形切屑を生成する BMG の切削加工 (旋削のみで精密仕上げレベルが出る。Ra = 0.1μ)

### 提供可能な設備・機器:

名称・型番(メーカー)	
軸力トルク複合疲労試験機・動的 50 kN・0.5kNm・ EHF-EV50/TV05(島津)	ねじり疲労試験機・動的 0.2kN・ EHF-TVE0.2(島津)
軸力疲労試験機・動的 50 kN・ EHF-E50(島津)	ナノインデントー・0.1mN~・ MZT-500(Mitutoyo)
小荷重用軸力疲労試験機・動的 2 kN・ EHF-E2(島津)	共焦点ブルーレーザー顕微鏡・ ×100~×16000・OLS4000(Olympus)
微小軸力疲労試験機・動的 250N・ MMT-250(島津)	高速度ビデオカメラ・~×200, 百万フレーム/sec・ SA5(Photron)
極微小軸力疲労試験機・動的 10N・ MMT10(島津)	液体急冷バルク金属ガラス作製装置・高周波溶解 Max1600°C(真壁)

## Fabrication of Ultra-High Strength and High Fracture Toughness Bulk Metallic Glasses and Elucidation of The Mechanism



<b>Name</b>	FUJITA Kazutaka	<b>E-mail</b>	fujita@ube-k.ac.jp
<b>Status</b>	Professor		
<b>Affiliations</b>	JSME(The Japan Society of Mechanical Engineers), JIM(The Japan Institute of Metals and Materials), JSMS(The Society of Materials Science, Japan), UNCT T&B(Ube National College of Technology, Technology & Business Collaborate)		
<b>Keywords</b>	Ultra-High Strength and High Toughness Bulk Metallic Glass, Nano-crystalline alloy, Composite Material, Mechanical Properties, Cutting Work, Anelasticity		
<b>Technical Support Skills</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanical properties and peculiar deformation behavior in ultra-high strength and high toughness bulk metallic glass</li> <li>• Application using the above properties and behavior</li> <li>• Easy cutting and precise casting</li> </ul>		

### Research Contents

#### Fabrication of ultra-high strength amorphous composite alloy with work hardening and clarification of the mechanism

Bulk metallic glasses (BMGs) show ultra-high tensile strength ; 1 - 5 GPa, high fracture toughness; about 20 - 50 MPam<sup>1/2</sup>, high fatigue ratio under  $R = 0.1$  ; 0.8, and ultra-high corrosion resistance in comparison with the SUS304 stainless steel. Therefore, the BMGs are expected for the machine and structure materials. However, as shown in Fig. 1 (a), the BMGs show no plastic deformation like an oxide glass in tensile tests. This result means less reliability for mechanical and structural component. For the reason, this research was started aiming at the appearance of plastic deformation and it succeeded in monolithic BMGs as shown in (b). Unfortunately, this plastic deformation showed work softening and there was a problem for practical purposes. Then, the next - [1] - the mechanism of plastic deformation with work softening was clarified using high speed video camera. Currently, through the new developed and improved method based on the mechanism, -[2]- developing level plastic deformation was verified. Although it does not go to work hardening -[3]-, compared with the former, it increases thermal and structural stability markedly. As the result, this research is succeeding in development of the material which shows the fracture after more large plastic deformation.

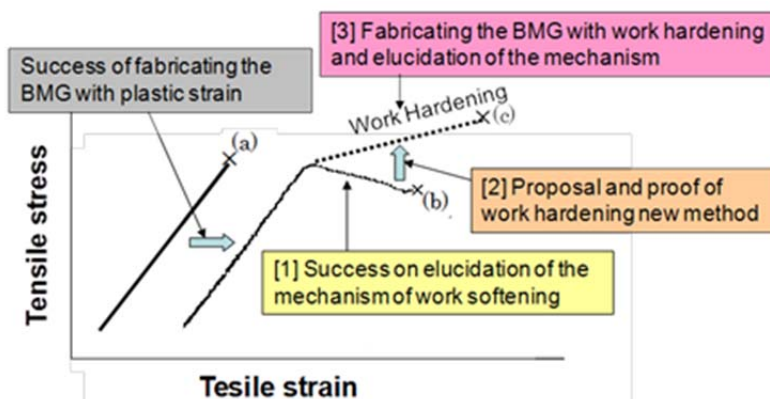


Fig 1. Stress-Strain diagram in bulk metallic glass

### Available Facilities and Equipment

Axial force and torque complex fatigue testing machine; 50 kN/0.5kNm • EHF-EV50/TV05 (Shimadzu)	Twist fatigue testing machine; 0.2kNm • EHF-TVE0.2 (Shimadzu)
Axial force fatigue testing machine; 50 kN • EHF-E50 (Shimadzu)	Nano-indentation machine • 0.1mN ~ • MZT-500 (Mitutoyo)
Axial force fatigue testing machine; 2kN • EHF-E (Shimadzu)	Confocal blue laser microscopy • ×100 ~ ×16000 • OLS4000 (Olympus)
Small axial force fatigue testing machine; 250N • MMT-250 (Shimadzu)	High speed video camera • ~ × 2 million frames/sec. • SA5 (Photron)
Micro axial force fatigue testing machine; 10N • MMT-10 (Shimadzu)	Liquid alloy quenching BMG Fabrication equipment (Makabe)