

(692) 新しいタイプのクリープ試験法 - Impression Creep Test - の実用性

大阪大学工学部 ○山口正治 馬越佑吾 山根寿己

1. 緒言 Fig.1 のように試料の表面に indenter を置き、一定荷重を付加すれば、試料表面に圧痕 (impression) が生じ、indenter は時間と共に試料中に押し込まれてゆく。これを impression creep と呼ぶ。しかし、測定の方法は硬度の測定と同様である。しかし、いわゆる time-dependent hardness とクリープ速度を関係づける試みは必ずしも成功しなかった。これに対し、Li 等⁽¹⁾ は indenter の形状を平頭円柱にすれば、impression creep に定常状態が出現し、その定常クリープ速度を解析することにより試料のクリープ特性を導き出せることを示した。測定の方法は極めて簡便であるから、もしこの方法をクリープ試験法として用いることが出来れば、現行のクリープ試験の一部を著しく簡略化することが出来る。本研究は、impression creep test を実用化するための一連の基礎研究の一環として計画されたものである。

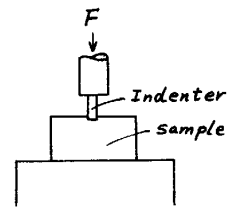


Fig.1 Impression creep test

2. 実験方法 一定荷重を付加することによる試験機を用いた装置を試作、試料として Al, Cu 合金, Ti 合金、鉄鋼材料等種々の材料を取り上げ、応力 (σ), 温度 (T), indenter 径 (d) を変えて定常クリープ速度を求め、クリープ特性を解析した。標準の試料サイズは 10 mm ϕ , 5 mm 厚、測定雰囲気は大気、indenter の材質として Hastelloy とシリコン単結晶を試した。

3. 実験結果 一例として Fig.2~4 に β -CuZn について得られた結果を示す。Fig.2 は σ (=13.4 MPa) と d (=3.06 mm) を一定、温度を 618~738 K の範囲で変えた時の indenter の押し込み速度 (v) の時間変化を、Fig.3 は σ と T を一定とした時のそれを示している。いずれの場合にも明瞭な定常状態が出現し、その時のクリープ速度 v は T , d に依存することを読み取る事が出来る。クリープの律速過程が表面拡散、体積拡散あるいは転位の運動であるかによらず、 v が σ , T , d に対する依存性がそれぞれ $v \propto \sigma D_s / d^2 T$, $v \propto \sigma D_b / d T$, $v \propto \sigma^n \exp(-E/RT)$ のように変化する事が明らかにされている (ここで D_s , D_b は表面および体積拡散係数⁽¹⁾)。このことから、 T と d による v の d に対する依存性から、クリープ機構を判別することも可能である。 β -CuZn の場合、測定した温度・応力範囲では、主として dislocation creep が起きていること、応力指数 (n) は 3 (Fig.4 参照)、活性化エネルギー (E) は ~ 130 kJ/mol であることがわかった。これらの結果は、通常のクリープ試験の結果とよく一致すると共に他の材料についても同様の結果が得られることから、この impression creep test が実用的なクリープ試験法となり得る可能性は十分であると言えよう (参考文献) U.S.N.G. CHU, J.C.M. LI: J. Mater. Sci., 12 (1977) 2200 ~ 2208.

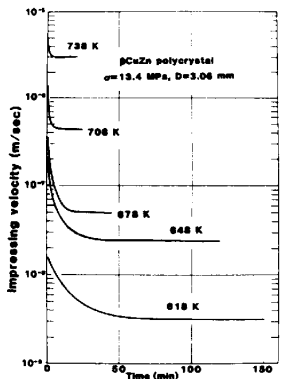


Fig.2 The impressing velocity-time relations at various temperatures

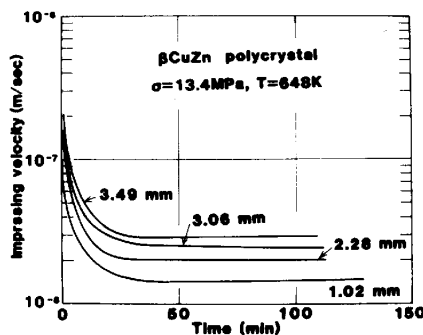


Fig.3 The impressing velocity-time relations for various indenter sizes

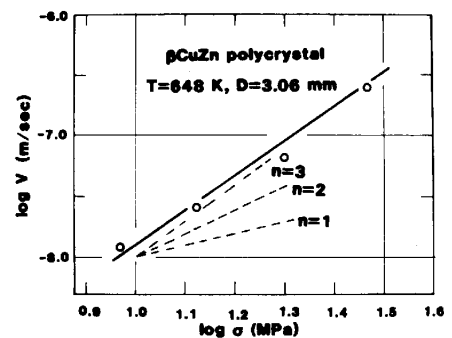


Fig.4 Effect of punching stress on punching velocity