

(2-35) 純Alの引張破壊部近傍の転位組織状態について

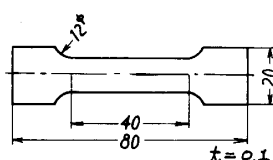
大阪大学工学部
大阪大学工学部大学院
大阪大学工学部
大阪大学工学部

○芳井熊安
多賀 豊
川辺秀昭
山田朝治

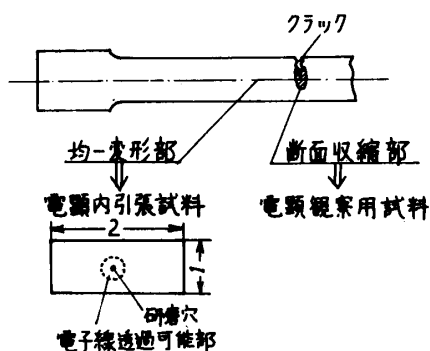
I. 緒言. 延性破壊現象は複雑でその解明に対し過去多数の研究がなされ、さらに近年転位論の発展とともに延性破壊現象を転位論的見地より再検討が加えられる傾向にある。

著者らもこれまでに透過電子顕微鏡内でAl薄膜を引張破壊し、延性破壊挙動を微視的に検討してきた¹⁾²⁾。本報告では、Al多結晶の 100μ 厚さの板状試験片を用いて fracture teeth 部における転位組織や断面収縮率と転位組織分布との関連性を調べ、さらに引張変形組織 (cell 組織) を有する薄膜を電顕内で引張破壊させ転位組織の変化過程を直接観察し、これらの観察結果より延性破壊過程における転位組織の挙動を検討した。

II. 実験方法. 1mm 厚さの99.99% Al板材より厚さ 100μ に冷間圧延後、第1図に示すような試験片を作製、真空焼鈍 (500°C , 4hr) し、最後に電解研磨により表面を鏡面仕上げした。この引張試験片にインストロン引張試験機 (TT-CM-L型) により変形を与え、クラックが大抵試料端より発生し試料中央部に達した後除荷した。クラック先端の光学顕微鏡観察およびタリサーフ表面あらさ計による断面収縮率測定を行なった。クラック先端付近の断面収縮率既知の位置より電解研磨法により透過電子顕微鏡観察用試料を採取した。一方クラックより十分離れた均一変形部 (至18~20%) より第2図に示すごとき形状の透過電顕内



第1図 引張試験片形状



第2図 透過電顕観察用試料

引張試験片を作製した。この試料は中央部に電子線透過可能部を有し均一変形組織より破壊に至る過程での転位組織の変化挙動の観察用に供した。使用した電子顕微鏡は加速電圧100kVおよび500kVである。

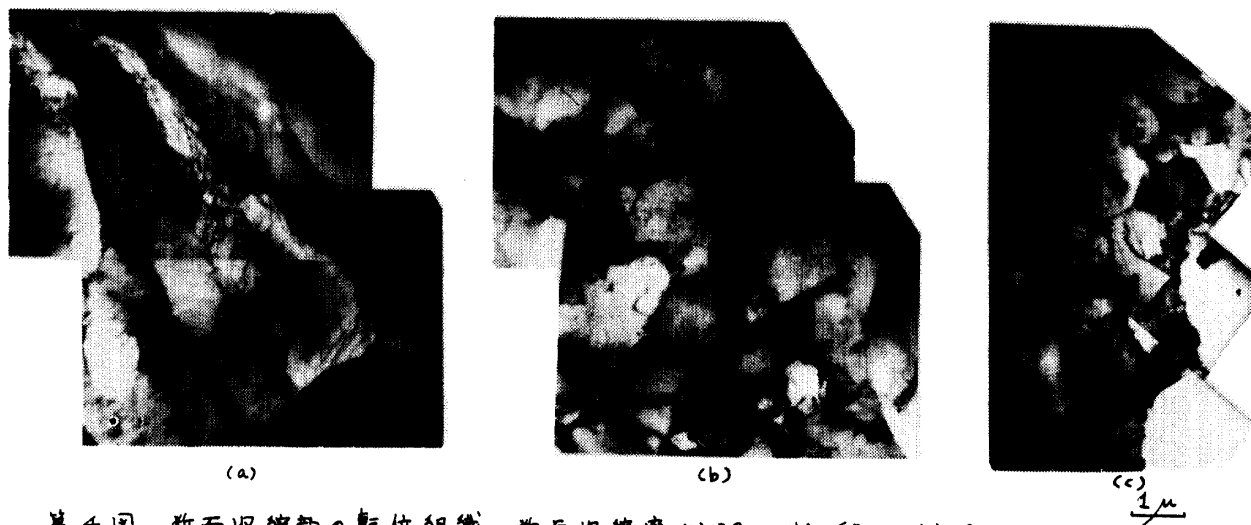


第3図 破壊面の走直型電顕観察

III. 実験結果と考察

99.99% Alのクラック発生応力は 3.2 Kg/mm^2 、そのときの歪は約25%である。クラック先端部には、クラック進行方向数百 μ にわたり他の部分よりも一層激しい変形を受けた heavy deformation bands が形成されている (光学顕微鏡観察)。タリサーフ表面あらさ計によりクラック先端部をトレースしその凹凸より断面収縮率等高線図を求めた結果、クラック先端約

50μ の位置ではすでに50~60%の断面の収縮が生じて

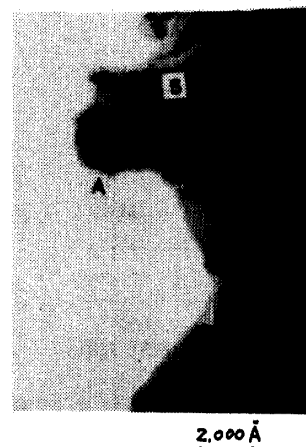


第4図. 断面収縮部の転位組織, 断面収縮率 (a) 30%, (b) 40%, (c) 60%.

おり、その後徐々に断面収縮率が減少しクラック先端数百 μ の位置で均一変形部になり、heavy deformation bands領域と断面収縮領域とが一致した。第3図は、破壊面を25kV走査型電顕により観察したもので、中央稜線が破壊面を示しナイフエッジ状をなしていることから、ほぼ100%の断面収縮後破断に至っていることがわかる。このようなクラック先端近傍の激しい変形をうけた断面収縮部の転位組織状態を第4図に示す。均一変形部では、等軸的な径が3~4 μ 程度のcell組織をなしていた。断面収縮率が20%程度まではそのような均一変形部の組織と余り変わらない状態も多数観察されるが、cell内の転位密度の増大や転位同志のtangleが顕著となってくる。さらに収縮率が30%程度になると(a)の如くwallが一方向に伸びたelongated cell structureが形成されるようになる。40%前後においては(b)の如く一部では長大化したcell内で転位同志のtangleによりできたcell wallによりcellの細分化が生じだし、50%以上では径が1 μ 以下の細かいcell組織が形成されている。これら観察結果より、収縮率が増加するとともにelongated cell structureが形成されるようになり、そのcell内がtangleする転位により細分化されていくと考えられ、同様な結果は均一変形組織を有する薄膜を電顕内で引張破壊させたcell組織の挙動の連続観察によっても得られた。第5図はcrack edgeを透過電顕で観察した写真で、厚さ数千Å以下のfracture teethが形成されている。fracture teethは最終破壊面A, subgrain boundary B およびsubgrain内に所々残存する膜面に垂直な転位により構成されている。又電子線透過部と非透過部の境界には、転位のwallが観察された。クラック進行方向はboundaryで変化をうけている。boundaryは破壊直前のcell wallに対応するもので、又破壊は断面収縮により数千Å程度の厚さになった後クラック先端からの転位の増殖およびそれら転位のcell wallでのcross slipにより進行したことが電顕内連続観察から明らかになった。

参考文献

- 1) 芳井, 高柳, 川辺, 山田: 日本材料学会才19期総会前刷, 141 (1970)
- 2) 芳井, 川辺, 山田: 日本材料学会才20期総会前刷, 63 (1971)



第5図. Fracture teeth