

(258)

純鉄単結晶の低温での破壊挙動

東工大工学部 中村 正久
 都立大工学部 坂本 庸晃
 東工大工学部 ○呂 芳一

緒言 純鉄の薄板から板面が(001)面である単結晶を作り、[100]と[110]の引張方位をもつ試験片を切出し、引張り、破壊挙動に対する方位依存性を調べた。また、比較的大きな切欠試験片を用いて低温でのへき開破壊を破壊靱性値を用いて評価し、かつ有限要素法を使って塑性域や塑性ひずみを解析した。

実験方法 平滑試験片は厚さ2mm、幅2mm、全長20mm、切欠試験片は厚さ2mm、幅10mm、全長35mmで両側から0.2mm幅で2.5mmの切欠を入れている。実験はインストロン型引張試験機を用い、ひずみ速度 $8.4 \times 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$ で室温から -269°C まで10種の温度をとり破断まで引張った。

実験結果 [100]と[110]方位の機械的性質をそれぞれ図1と2に示す。図1,2より切欠試験片の破壊応力は、[100]方位は -140°C 付近を境としてそれ以下の温度では[110]方位より小さくなり単調に減少している。これは[100]方位は切欠により双晶の発生がへき開をおこしやすくさせること、[110]方位はへき開方向が切欠方向に対して 45° であるためへき開が発生しにくいことによる。その結果、図1,2に矢印で示される遷移温度は[100]方位は[110]方位より 14° 高温側にある。また図3に示されるように破壊靱性値は同一温度に対してつねに[110]方位が[100]方位より大きい値をとっていた。有限要素法により破壊時の切欠底付近の塑性域と臨界塑性歪(温度 -269°C)より破壊時の切欠底付近の塑性域、臨界塑性ひずみを調べた結果を図4に示す。図4より、 -269°C では、[100]方位の試験片は[110]方位より小さい塑性域かつ少ない臨界塑性ひずみ量で破壊している。臨界塑性ひずみ量は、それぞれの方位の平滑試験片の伸びの量とほぼ一致していた。切欠底の要素の破壊時の応力は[100]方位では 49.6 kg/mm^2 、[110]方位では 67.0 kg/mm^2 であり、それぞれの平滑試験片の破壊応力、 47.6 kg/mm^2 と 69.8 kg/mm^2 に近い値であった。この温度では、降伏強さに対する切欠強さが十分小さいこと、塑性域が十分小さいこと等から平面ひずみ状態の破壊が生じていたと考えられる。破壊靱性値より塑性表面エネルギーを求めたところ、[100]方位は[110]方位の約 $1/3$ であった。

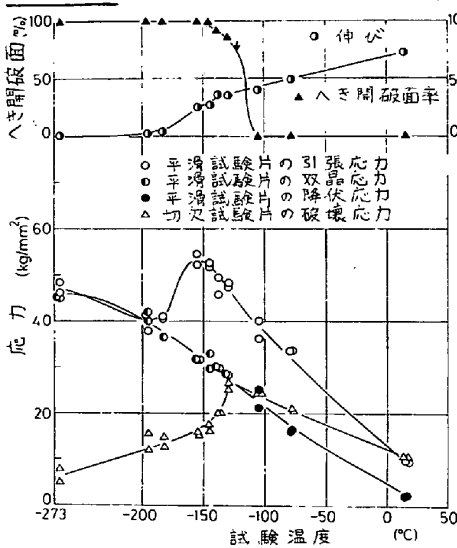


図1. [100]方位の機械的性質

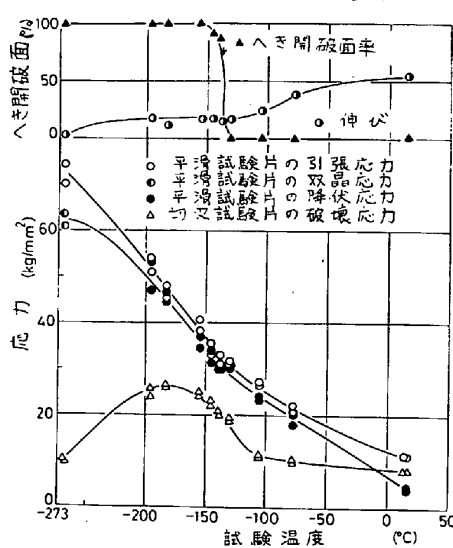


図2. [110]方位の機械的性質

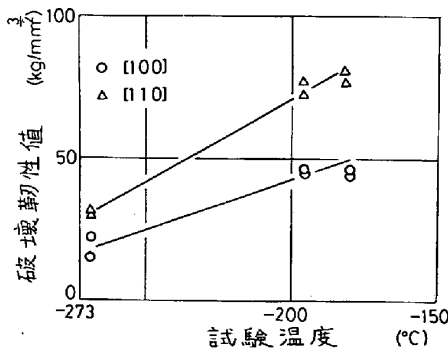


図3. 破壊靱性値の方位依存性

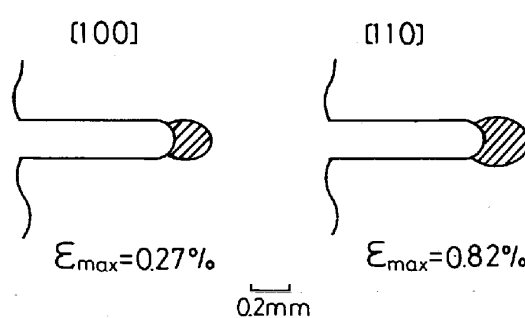


図4. 有限要素法による切欠底付近の

塑性域と臨界塑性歪 (温度 -269°C) より破壊時の切欠底付近

近の塑性域、臨界塑性ひずみを調べた結果を図4に示す。図4より、 -269°C では、[100]方位の試験片は[110]方位より小さい塑性域かつ少ない臨界塑性ひずみ量で破壊している。臨界塑性ひずみ量は、それぞれの方位の平滑試験片の伸びの量とほぼ一致していた。切欠底の要素の破壊時の応力は[100]方位では 49.6 kg/mm^2 、[110]方位では 67.0 kg/mm^2 であり、それぞれの平滑試験片の破壊応力、 47.6 kg/mm^2 と 69.8 kg/mm^2 に近い値であった。この温度では、降伏強さに対する切欠強さが十分小さいこと、塑性域が十分小さいこと等から平面ひずみ状態の破壊が生じていたと考えられる。破壊靱性値より塑性表面エネルギーを求めたところ、[100]方位は[110]方位の約 $1/3$ であった。