

Fe-2at%Ti 合金の水素吸収による焼入硬化, 続いておこる時効軟化について降伏応力と電気抵抗に着目して研究した。降伏応力は、 200°C ~ 196°C の値を真空焼鈍したものと比較した。引張試験片は短冊状で平行部の寸法は $35\times 5\times 1\text{mm}$ である。引張試験はインストロン型の試験機を用いた。平均結晶粒径は約 $40\ \mu$ である。試料は侵入型溶質原子の炭素を 70PPm, 窒素を 30PPm 含んでいる。これらはすべてチタンと結合して炭化物窒化物として析出していると考えられる。焼入は 1 気圧の水素雰囲気中で 720°C , 1hr 保持後水焼入した。焼入後ただちに液体窒素中に保存した。ひずみ速度は $1.43\times 10^{-4}\ \text{sec}^{-1}$ である。降伏応力は室温では焼入材の方が焼鈍材よりも $15\ \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ 高い。降伏応力は温度が下がるとともに両方とも急速に高くなるが、焼入材よりも焼鈍材の方が変化が大きく -196°C では焼鈍材の方が焼入材よりも $2\ \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ 高い。巨視的な塑性変形開始直後にひずみ速度を $1.43\times 10^{-4}\ \text{sec}^{-1}$ から 10 倍の $1.43\times 10^{-3}\ \text{sec}^{-1}$ に変えた時の流れ応力の変化量を焼入材と焼鈍材とで比較した。変化量は室温では焼入材の方が焼鈍材よりも約 2 倍程高い。両方とも -145°C 付近でピークを生じるがピークの高さは焼鈍材の方が大きい。焼入後、シリコン油中で時効した。時効温度は 40°C , 70°C , 100°C である。室温の降伏応力は時効すると低下し、時効温度が高いほど軟化は急であった。潜伏期間は認められなかった。 100°C 時効では 10~15 分位で一定値に達していると考えられる。(図 1) 電気抵抗の変化量は ~2.5% 程度であり時効時間とともに増大し一定値に近づくと考えられる。時効温度が高いほど変化量は小さい。 100°C 時効では 10min 程で飽和している。この場合時効時間がゼロの時の値は 3 種類の時効温度の試料とも、同一であると仮定している(図 2)。鉄中の水素は普通集まってポイドをつくり水素脆性の原因になるが本実験では水素は時効すると試料外部へ抜けていくと考えられる。電気抵抗が増大するのは水素が時効とともに焼入直後の状態よりもより細かく分散しながら外部へ抜けていくからと考えている。試料内部での水素の分散状態と脱ガスによる水素の絶対量の減少とのかねあいと考えられる。

本研究とは別に、面心立方格子金属である Ni-1at%Ti 合金について同様の実験を行ない、焼鈍材と焼入材の降伏応力を比較したが、室温、液体窒素温度とも両方の差はほとんど認められなかった。したがって本研究の焼入硬化は結晶構造とも関係があると考えられる。

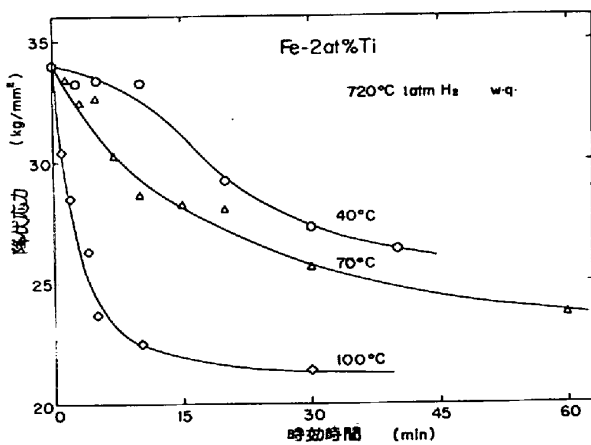


図 1 720°C 1atm H₂ 雰囲気中から水焼入した試料の室温の降伏応力と時効時間との関係。

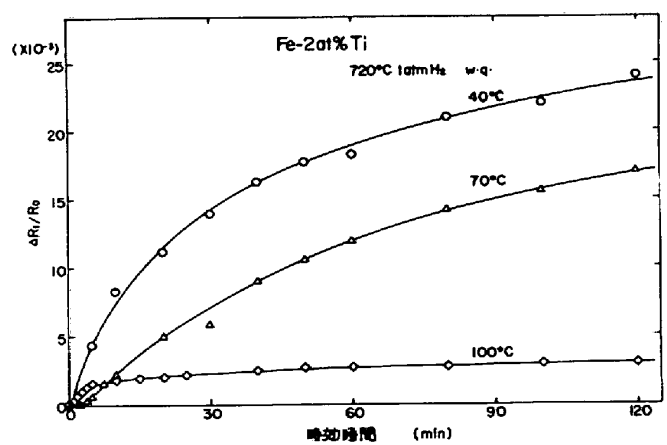


図 2 720°C 1atm H₂ 雰囲気中から水焼入した試料の電気抵抗の変化率と時効時間との関係。