

金材技研筑波支所

○長井 寿

University of California, Berkeley J.W. Morris, Jr.

I. 緒言

Fe-Mn系完全安定オーステナイト鋼は極低温で優れた強度・靱性を示す。しかし、条件によっては粒界破壊を示し、しかも、必ずしも粒界炭化物生成、Pなどの不純物粒界偏析によらない例¹⁾が報告されている。従来f.c.c.金属では低温脆性はないとされており、この種の粒界破壊は極めて興味深い現象である。本研究では、オーステナイト母相が完全安定になると期待されるFe-40Mn二元合金において粗大な結晶粒を得、引張試験においても粒界破壊を生じさせて、この種の粒界破壊と塑性変形挙動の関係についての基本的な知見を得ることを目的とした。

II. 実験方法

高周波溶解でFe-40wt%Mn二元合金(75mmφ, 11kgインゴット)を作製し、1150°C熱間圧延で8mm厚板とした。さらに冷間圧延で4mmに減厚後、Ar雰囲気中で溶体化処理(水冷)を行い、平均粒径51μm(SGS)、201μm(MGS)、362μm(LGS)の試料を得た。これらから板状引張試験片を作製し、表面を研磨後、室温、-50°C、-100°C、-150°C、-196°Cで引張試験を行った。

III. 実験結果

Fig. 1に伸び、絞りの温度変化を示す。SGSでは、伸び、絞りは低温ほどわずかに上昇するかほとんど変化しない。破面は-196°Cでも全面延性破壊である。室温、-50°Cでは一様伸びはほとんど粒径によらないが、MGSでは-150°C、LGSでは-100°Cから延性の低下が起る。これは粒界破面の混入と対応した脆化である。

同一温度における真応力-真ひずみ線図は、それぞれの最大荷重点までの範囲では粒径にほとんどよらない。しかし、低温では粗粒ほど低ひずみで破断に至っており、粒界破壊が混入する場合は、粒界サブクラックが試験片平行部に観察される。歪硬化指数は室温、-50°Cでは粒径による差はないが、それ以下の温度では粗粒ほど小さい(Fig. 2)。しかし、これは最大荷重点以前の粒界サブクラック生成による見かけ上の低下と考えられる。すなわち、この合金の粒界クラック発生までの巨視的な塑性変形挙動は粒径にはよらないと考えられる。

粒界破面のSEMによるマッピング写真では、対面する粒界破面上のすべり帯の形跡は必ずしも一致・対応せず、粒界が応力集中サイトとなっていることを示している。

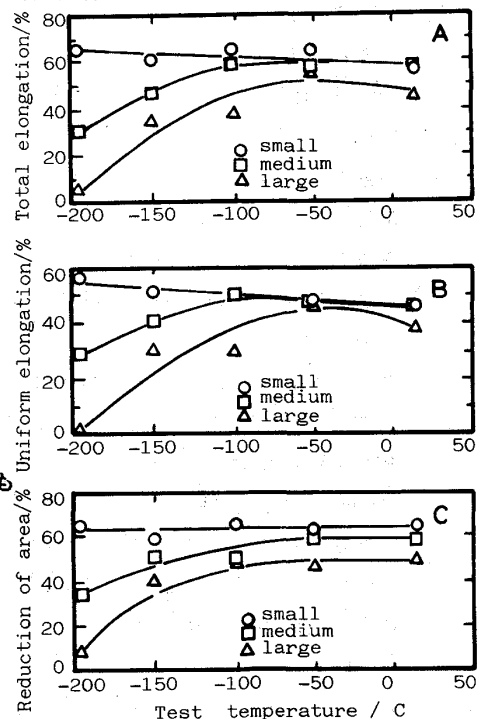


Fig. 1 Variations in total elongation (A), uniform elongation (B), and reduction of area (C) with test temperature.

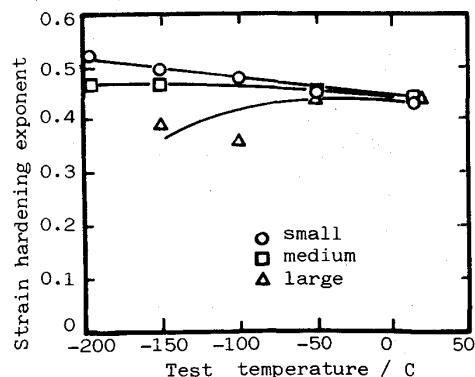


Fig. 2 Variations in strain hardening exponent with test temperature.

1) 友田ら: 鉄と鋼, 70(1984), S503, S504, S506