

(520) Mn鋼の破壊靱性値におよぼすPの影響

川崎製鉄(株)技術研究所

○佐野謙一 工藤純一

1. 緒言

Mn鋼の破壊靱性におよぼすP含有量の影響を定量的に把握する目的で、P含有量の異なるMn鋼により、種々の脆化状態においてシャルピー衝撃試験および破壊靱性試験を行ない、破面遷移温度(vTrs)および K_{IC} などを測定した。合金元素および熱処理の影響についても調べると共に、微視的な脆化機構と巨視的な破壊靱性値との対応について検討した。

2. 実験方法

0.3%C-3%Mnを基本成分とし、P含有量を0.002から0.3%まで変化させた真空溶解材を圧延して15mm厚の鋼板とし、変態特性、機械的性質および破壊靱性などを調べた。破壊靱性値はCOD試験片を用い-50から250℃の範囲で測定した。粒界におけるP量の制御は時効処理により、マイクロオージェ分光分析によって粒界P量を調べた。

3. 実験結果

COT特性の測定によると、P含有量が増大するとベイナイト変態時間が遅滞し変態温度が低下することによる焼入性増大効果が見られた。930℃焼入、610℃焼もどし状態において、降伏点、強度およびヴィッカース硬度はP含有量の増大に伴って若干増大し、0.3%Pの場合各々92、106 Kg/mm^2 および313であった。vTrsはP量の増大と共に63から405℃に単調に増大したが、P含有量が0.1%以上では飽和する傾向が見られた。脆化破壊モードでは各鋼共粒界破壊を呈し、粒界炭化物が認められた。一方粒界におけるP濃度(FeとPのピーク比PHRによる)に対してはvTrsは図1に示すように直線的に増大し、母相P濃度に対する飽和現象は同図に見られるように粒界P濃度の飽和によることがわかる。破壊靱性試験の結果はP含有量0.002%の場合以外は室温以下で弾性的に破壊し、有効な K_{IC} 値が得られた。これらの K_{IC} 値はvTrsと密接な相関が有り、図2に示す如く粒界P濃度の増大に伴って単調に減少する。鉄合金の場合、表面エネルギーから導かれる K_{IC} 値は $3Kq/mm^{3/2}$ 程度で、粒界破壊の場合でも破壊靱性値に対応する有効表面エネルギーの大部分は塑性表面エネルギーからなることが知られており、両者をつなげるモデルもいくつか提案されている。これらのモデルを考慮しながら今回得られた K_{IC} と微視的な脆化機構との対応について検討した。

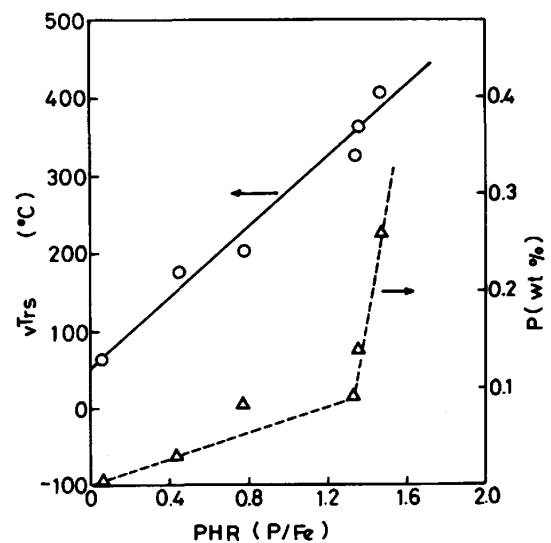


Fig.1. Relation between solute P(Δ) in grain boundary and vTrs(o).

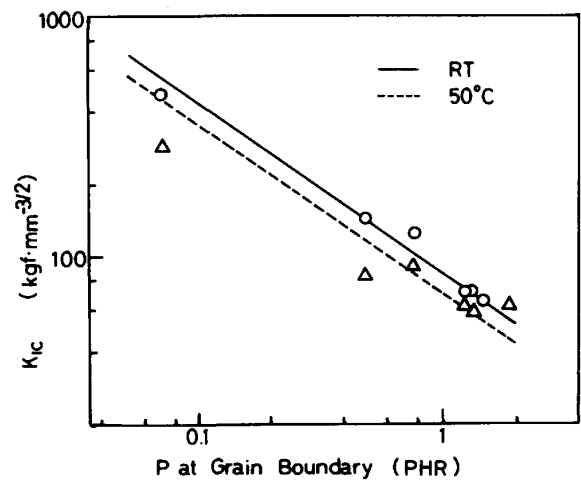


Fig.2. Relation between P in grain boundary and K_{IC} at -50°C and RT.