

(290) 粒界偏析 P 量と焼戻脆化度

(Auger 分析による焼戻脆化現象の考察 - I)

日本鋼管技術研究所 田中淳一, ○山田 真, 新倉正和
電子技術総合研究所 小野雅敏, 清水 肇

1. 緒 言

鋼の焼戻脆化現象の原因は、従来より P, Sn, As 等の不純物元素の旧オーステナイト粒界偏析であるとされている。これら不純物元素の偏析層が 2 ~ 3 原子層であることから、直接的な分析方法としては Auger 電子分光法が最もすぐれている。焼戻脆化を受けた材料の破壊様式の特徴が粒界破壊であることから、近年 Auger 分析による脆化材の粒界元素分析結果が報告されてきている。又、不純物元素の偏析 site としての粒界を自由表面におきかえて、粒界偏析を simulate する試みも行なわれている。

しかし、焼戻脆化現象を熱力学的に考察する上で、焼戻脆化度と粒界偏析不純物量との定量的な関係が重要であるけれども、これに関する報告はほとんど皆無である。

本実験では、靱性材でも粒界破壊を起し易い高 Mn 鋼を用いて、脆化度と粒界不純物偏析量の関係を定量的に把握することを試みたので報告する。

2. 実験方法

供試材：不純物元素として P を含有する 0.07% C - 3% Mn 鋼を真空溶解し、熱間圧延により板厚 1.2 mm とした。焼入れ焼戻し処理を施した後 500 °C にて等温脆化処理を行なった。高 Mn 鋼であるため、等温脆化時間を短時間にし over aging 現象を避けた。(加熱時間; 5 分 ~ 100 時間)、靱性材および、再脆化材についても考察を加えた。

Auger 分析：逆電位型 Auger 電子分光装置を用い、分析時間を短くするために、digital averager を接続させた。

加速電圧; 2.4 kV、試料電流: 40 μA で測定を行った。

破壊試験は 10⁻¹⁰ torr range で行い、試験温度は -150 °C である。

3. 実験結果

0.07% C - 3.0% Mn - 0.030% P 鋼の 500 °C 等温脆化処理に伴うかたさ変化、およびシャルピー衝撃試験による vTrs (50% shear FATT) の変化を図 1 (a)(b) に示す。100 時間脆化材で多少軟化現象が認められるが、同一強度レベルにおいて、脆化時間に伴う vTrs の上昇が顕著に認められる。又、シャルピー試験片破面を走査型電子顕微鏡で観察した結果、非脆化材においてもかなりの粒界破壊様相を呈していた。

図 1 (c) は同一試料を Auger 装置内で破壊したときの、粒界表面での P の Auger peak の変化である。(Auger peak は、Fe の peak height に対する比で表わしている。)

脆化時間の増加に伴って、粒界表面での P 偏析量が増加しており、vTrs の上昇と良い相関が認められる。

すなわち焼戻脆化現象は、不純物粒界偏析と密接な関係にあることが示された。

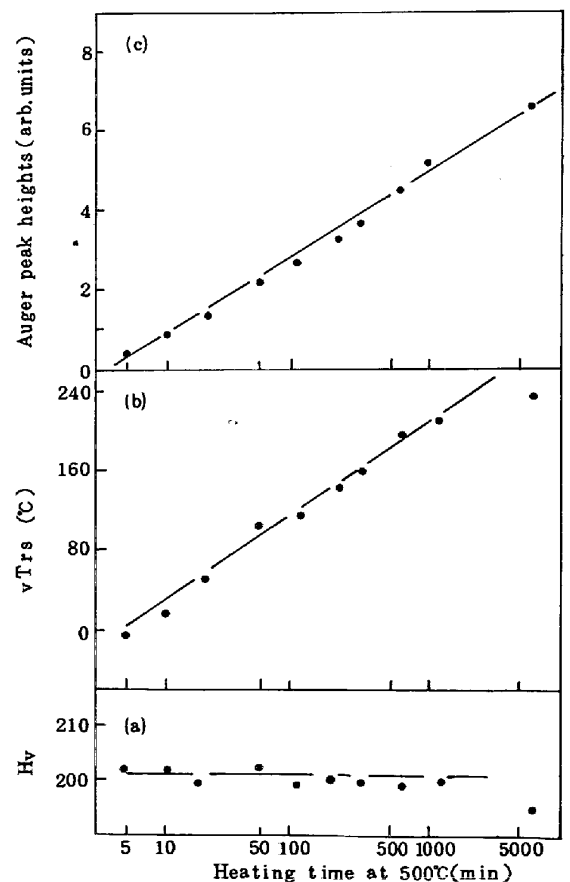


図 1. 3% Mn 鋼の 500 °C 等温脆化に伴う、Hv, vTrs, Auger Peak の変化