

(277)

粒界偏析 P 量におよぼす Ni, Mo の影響

(Auger 分析による焼戻脆化現象の考察 - II)

日本鋼管技術研究所

田中淳一、山田 真

電子技術総合研究所

小野雅敏 清水 肇

1. 緒言

鋼の高温焼戻脆化現象の原因は、P, Sn, As, Sb等の不純物元素の旧オーステナイト粒界偏析であると考えられる。偏析した不純物層の厚みが、高々数原子層のため、Auger電子分光分析法によって、初めて直接的な分析が可能となった。前報⁽¹⁾において、3%Mn鋼を用い粒界偏析P量と脆化度との関係を求め、両者の間に密接な関係があることを報告した。

一方、不純物元素の他に鋼中に含まれる合金元素も、焼戻脆化現象に重要な役割をはたしていることが報告されている。本実験においては合金元素としてNi, およびMoを取り上げ、Pの粒界偏析挙動という観点から、これら合金元素の影響を調べ、興味ある結果が得られたので報告する。

2. 実験方法

表1に供試鋼の化学成分を示す。真空溶解後、熱間圧延により板厚12mmとした。焼入れ焼戻し処理後500℃にて等温脆化処理を行った。(等温脆化時間: 5分~100時間)又、焼戻脆化現象の可逆性を検討するために、靱化処理、および再脆化処理を行なった。強度レベルは焼戻温度により調整し、ほぼ同一とした。

表1 供試鋼の化学成分 (wt%)

| Spec.No | C | Si | Mn | P | S | Ni | Mo | sol.Al | T.N |
|---------|------|------|------|-------|-------|------|------|--------|--------|
| P | 0.06 | 0.32 | 3.00 | 0.029 | 0.004 | 0.02 | 0.01 | 0.001 | 0.0024 |
| PN | 0.06 | 0.31 | 2.86 | 0.030 | 0.003 | 1.86 | 0.01 | 0.004 | 0.0020 |
| PM | 0.07 | 0.29 | 3.00 | 0.027 | 0.005 | 0.07 | 0.16 | 0.001 | 0.0020 |

Auger分析方法は前報⁽¹⁾と同様である。Auger分析終了後、測定した試料を走査電子顕微鏡を用いて観察し、粒界破面率の測定を行った。レプリカ観察により、マイクロ組織的検討も加えた。

3. 実験結果

500℃等温脆化処理時間に伴う $vTrs$ の変化はNi, およびMoを添加することにより変化する。Ni, Mo共に初期の脆化が抑制され、脆化時間100分~200分以上で急激な脆化を起す。一方Auger分析による粒界P偏析量は $vTrs$ の変化とよく対応した傾向を示し、Ni, Mo添加鋼においても、脆化度と粒界偏析P量との間に密接な関係が認められた。このことはNi, 又はMoを添加することにより、P粒界偏析挙動が変化したことを示している。合金元素自体の粒界偏析現象についても検討を行なったが、本実験に使用したAuger装置による分析では、Ni, Mo共に有意な偏析現象は認められなかった。

Moの添加はPの粒界偏析速度を遅くしている。一方Ni添加は高Mn系であるために旧オーステナイト粒界に γ の析出を起す。

同一P偏析量でNi freeの場合より脆化度が少ないという結果から、 γ 相の存在が脆化抑制の原因であると考えられる。

図1にMo添加鋼の可逆性検討結果を示す。脆化処理で偏析したPが靱化処理によって消失し、再脆化処理で再び粒界に偏析する傾向が明らかとなった。この傾向はNi添加鋼でも同様であり、 $vTrs$ の可逆性とよく対応している。

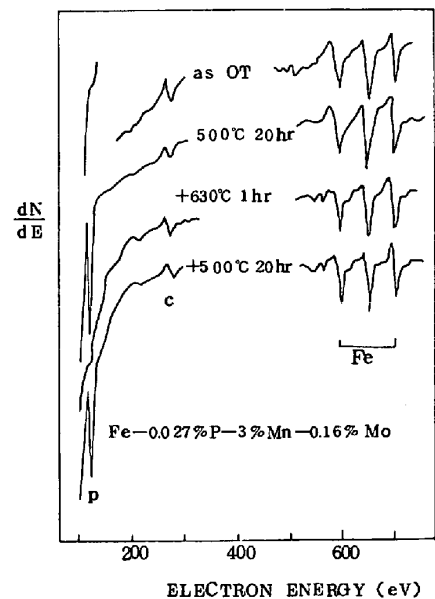


図1 Mo添加鋼の可逆性試験結果

(1) 鉄と鋼 vol.60, NO.4 S290 1974