

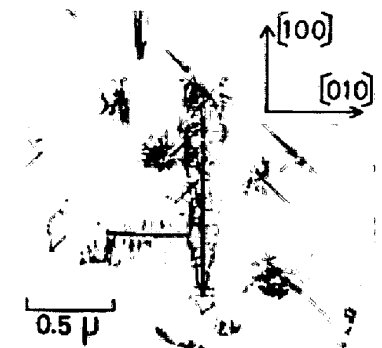
25% Cr-28% Ni-2% Mo-0.1% C オーステナイト鋼における $M_{23}C_6$ の析出形態およびそれに及ぼす窒素添加の効果

東京工大 大学院 田中 徹 工学部 菊池 実
大学院 西村 隆宣 工学部 田中 良平

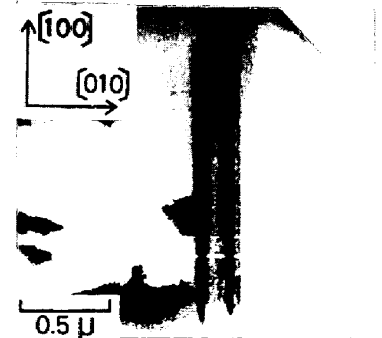
I 緒言 炭素を含むオーステナイト鋼における $M_{23}C_6$ の析出に関する研究は数多く存在する。Ni濃度が10%前後のオーステナイト鋼では粒内に析出する $M_{23}C_6$ はしばしば等軸晶の多面体あるいは特定の方向に伸びた棒状となることが知られている。しかし、Ni濃度の高い鋼では $M_{23}C_6$ はまったく異なる析出形態をとる。本報告ではNi濃度の高い25% Cr-28% Ni-2% Mo-0.1% C オーステナイト鋼における $M_{23}C_6$ の析出を透過電子顕微鏡法によって調べ、その析出物の形態を明らかにするとともに、この鋼にさらに窒素を添加した場合の $M_{23}C_6$ の析出形態の変化を明らかにし、析出に及ぼす窒素添加の効果を検討した。

II 実験方法 炭素あるいは窒素を含む薄板試料を高温で熱処理すると脱炭、脱窒などが起こり、これらの濃度が変化する。これを避けるために本実験では固溶化処理と同時に試料中の窒素および炭素の濃度制御を行った。すなわち炭素のみを含む試料の作製は、0.2mm厚の薄板試料と、同じ板厚のFe-0.35% C鋼(炭素源)とを石英管中に水素とともに封入し、1200および1250°Cで試料を浸炭後水中に焼入れた。炭素と窒素を同時に含む試料の作製は、あらかじめ1250°C、一定の窒素圧下で浸窒した所定の窒素濃度の試料を上述の方法で浸炭することによって得た。こうして得た0.1% C試料および0.2~0.5% N 0.1% C試料を500~800°Cの鉛浴中で時効した。電顕用薄膜試料は10%過塩素酸-90%酢酸電解液を用いジェット法により作製した。

III 実験結果 窒素を含まない本鋼においては $M_{23}C_6$ は棒状として析出する。18% Cr-10% Ni鋼¹⁾などで観察された棒状 $M_{23}C_6$ の成長方向は $\langle 110 \rangle_{\gamma}$ 方向であるのに対し、本実験で観察された $M_{23}C_6$ のそれは写真Iに示すように $\langle 100 \rangle_{\gamma}$ 方向である。この $\langle 100 \rangle_{\gamma}$ $M_{23}C_6$ は一定の長さに達すると転位を punch out する。時効時間が長くなるとこの転位は $\{110\}_{\gamma}$ 面上を $\langle 110 \rangle_{\gamma}$ 方向に climb し、 $M_{23}C_6$ は climb 方向にひきずられたように $\langle 110 \rangle_{\gamma}$ 方向に針状として析出する。写真Iで太い棒状 $M_{23}C_6$ のまわりに見える針状 $M_{23}C_6$ がそれである。次にこの鋼に窒素を添加すると $M_{23}C_6$ はやはり $\langle 100 \rangle_{\gamma}$ 方向に伸びた棒状として析出し、写真IIに示すようにこの場合も析出物の近傍に転位が観察される。しかし、炭素単独添加の場合と比べて大きく異なることは、punch outされた転位の climb がほとんど認められないことである。窒素添加鋼で $\langle 110 \rangle_{\gamma}$ 針状 $M_{23}C_6$ が観察されないのは climb が起こらないためであると考えられる。窒素を含むCr-Niステンレス鋼を常温で加工した場合の転位配列が planar 構造になるという観察は、窒素の存在によって現象論的には常温において転位が climb し難くなることを示しているが、高温でも窒素は転位の climb を起こし難くするものと考えられ、このことが析出形態に大きな差異をもたらす要因であると推察される。



写真I 0% N 0.1% C
700°C 4hr 時効組織



写真II 0.4% N 0.1% C
700°C 15hr 時効組織

1) L. K. Singhal and J. W. Martin : Acta Met., 16 (1968), p. 1159