

(96) 窒素を含む低炭素鋼薄板の時効 The Ageing of Low Carbon Steel Sheets Containing Nitrogen

T. Ando.

東洋鋼鉄, 下松工場 安藤卓雄

I. 緒 言

低炭素鋼の時効については、すでに数多くの研究がおこなわれているが、フェライト・マトリックス中にCおよびNが集積される過程、析出物の発生する状況、析出物の形態およびその本性については、系統的な説明はなされていながつた。本研究においては、電子顕微鏡および電子線回折によつて、低炭素鋼薄板（とくにNを多く含有させたもの、ならびにNが普通程度のもの）の焼入時効と歪時効とを観察し、時効現象の解釈をこころみた。

II. 試 料

厚み約 2mm の熱延帯鋼を 4 段冷間圧延機で約 0.27 mm の厚みに冷間圧延し、これを著者らの方法（日本特許第 212074）によつて焼鈍中にその半分だけに N を附加した。残りの半分は N を附加しない通常の焼鈍をおこない、そのうちの少量を除いて大部分はただちに約 4% の調質圧延を行つた（試料 SC）。N を附加した試料も同じく 4% の調質圧延を加えた（試料 SN）。これらは歪時効の試料とした。

さきに取除いておいた焼鈍ずみの通常成分の板をとり、ふたたびその半分の窒化し（試料 QN）残りの部分（試料 QC）とともに 800°C×2h 加熱後ひきつづき 700°C に 30 mn 保ち、ただちに水焼き入れして、焼入時効の試料とした。

これらの試料はすべてそのコア部のみについて検討したが、その化学分析値は C 0.10, Si 0.01, Mn 0.34, P 0.007, S 0.022, Cu 0.21 であり、N の含有量(%) はそれぞれ QN 0.032, QC 0.004, SN 0.036, SC 0.001% であつた。

III. 焼 入 時 効

試料 QC と QN とを、それぞれ常温で 20 日時効させ、また 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600°C において 5mn~5h 高温時効させて、電子顕微鏡により観察した。

各温度における時効の進行にともない、フェライト結晶粒のサブバウンダリーおよびサブグレイン内部に隆起群が発生する。Photo. 1 は、QC 試料 100°C×10 mn 時効の組織をしめす。これを強くエッチ（ナイトルおよびピクラル）すれば、Photo. 2 (QN 試料 100°C×2h)

にしめすような面角錘群となる。これらの隆起または角錘は実は転位の site であつて、ここに C および N が集積せられてエッチされがたくなつている部位であると解釈できる。

さらに時効がすすむと、この隆起の中から析出物が出現する (Photo. 3, 4)。析出物の形状は 100~400°C の間では円板状である。400°C に長時間保持すれば析出物は球状化し、500°C および 600°C では球状析出物のみであるがその数は少ない。

電子線回折によると、200°C における析出物は ϵ -炭化物であり、400°C ではセメンタイトである。QN 試料中の N の作用は、転位の site への C の凝集をおくらせ、したがつて析出開始ならびに析出速度をおくらせるものと思われる。Photo. 3 は QC 試料、Photo. 4 は QN 試料のそれぞれ 200°C×5h 時効組織であるが、前者はすでに析出を完了しているのに、後者はまだ半ばしか析出していない。

IV. 歪 時 効

試料 SC と SN とを、それぞれ常温で 3 月間、100~600°C で 5mn~5h 時効させて電子顕微鏡で観察した歪時効においては、すでに推測せられているように、転位の site への C および N の集積はいちじるく早くおこるが、これらの析出物は、この程度の保持時間ではわずかししか出現しない。Photo. 5 (SN 試料 200°C×5 mn) はこれを例示しており、多数の小隆起が転位をしめしている。長い Fe_4N の針もみえている。歪時効においては、N を多く含む SN 試料の時効がいちじるしく早く、SC 試料は時効がおそく、焼入時効とは逆である。

V. 結 言

本研究において検したような低炭素鋼には、Mn (0.34%) を含有しているので、これが鋼中の N の移動を制限しているものと思われる。焼入時効においては、結晶粒の歪も少なく転位の数も少ないため、この転位への N の移動は Mn によつて妨げられ、したがつて時効析出するものは C のみであり、これも N の存在により妨げられるものと見られる。歪時効においては、転位線の数が多数となり、N の移動は短距離ですむので、もはや Mn により束縛されることなく、N の多い試料の歪時効が大であるものと考えられる。以上のように考えれば、電子顕微鏡組織および電子線回折の結果を、統一して解釈することができる。すなわち、焼入時効においては C および N が多量に固溶しており、これが転位の site に集積し、ついに ϵ -炭化物またはセメンタイトを析出させる。N はこの際 Mn に阻げられ、ほとんど析出しな。歪時効



Photo. 1. Quench aging of low-carbon steel QC (N 0.004%), 100°C × 10 mn., × 10,000 (1/2).



Photo. 2. Quench aging of low-carbon steel QN (N 0.032%), 100°C × 2 h., × 10,000 (1/2).

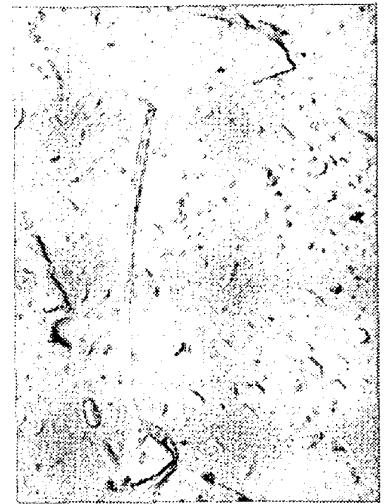


Photo. 3. Quench aging of steel QC, 200°C × 5 h., × 10,000 (1/2).



Photo. 4. Quench aging of steel QN, 200°C × 5 h., × 10,000 (1/2).

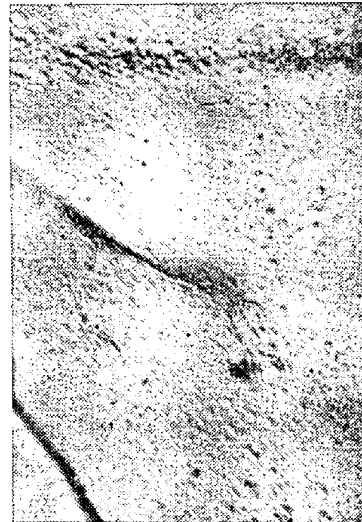


Photo. 5. Strain aging of low carbon steel SN (N 0.036%), 200°C × 5 mn., × 10,000 (1/2).

においては、転位の数が増加してNの移動は容易となるが、固溶しているCおよびNが少量のため、CとNは転位部に集積するだけで析出はわずかしおこりえない。

(97) Si-Mn系構造用高抗張力鋼におよぼすVおよび2, 3の元素の影響

Effect of V and Other Elements on Si-Mn High-Strength Structural Steel

E. Asano, et alius.

東都製鋼, 技術部

工博○浅野栄一郎・須関 昭二

I. 緒言

構造用高抗張力鋼は最近数年間に広く普及し、構造物の軽量化への要求と相俟つて種々の用途に用いられ始めている。本邦においても数社が高抗張力鋼を製造しそれぞれの商品名をつけて市販しているがいずれも Si-Mn 系の高抗張力鋼に属しており引張り強さも一般構造用圧延鋼材 SS41 にくらべ約3割増加した 50~60 kg/mm² 程度の範囲にとどまっている。しかして最近一段と産業の機械化が進展するにともなつてさらに高い強度を有す鋼製造の要望が強くなりつつあるので、まず現在用いられている Si-Mn 系をベースにして、Vその他の元素を加えその影響につき実験調査した。

II. 試料および実験方法