

(81) 低合金鋼の焼戻性に及ぼす Ti, Al の影響

(Effect of the Tempered Properties of Ti and Al Containing Low Alloy Steels.)

株式会社神戸製鋼所研究部

高尾善一郎

○山本俊二

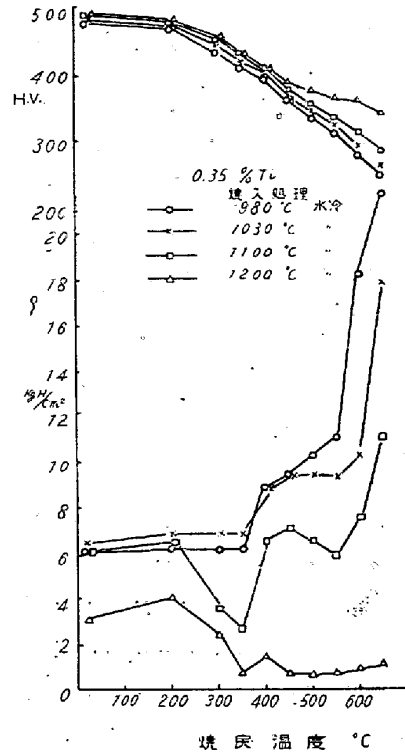
ある種の低合金鋼を焼入・焼戻する時 250~400°C 及び 450~550°C の両焼戻温度域に於いて、硬度の焼戻性とは無関係に衝撃値の低下を来すことは良く知られた現象である。これらのうち 250~400°C の脆性は、残留オーステナイトの分解、マルテンサイトの分解に伴う、正常現象等の原因が考えられ又窒化物の析出による等の説もあつて、機構的には未だ明かにされていない。又 450~550°C の焼戻温度域に於ける脆性の原因については、炭化物、磷化物窒化物等の析出説等が提出されているが、これ亦現象的観察の域を脱していないようである。

最近これら2つの脆性に対して窒化物の析出によるとする説が発表されているがこれらの説は、鋼に Ti, Al を添加することによつて、脆化温度域に於ける脆性感受性を減少せしめた事実より、Al, Ti が鋼中の窒素を固定化し、その為に脆化を阻止しているという推論に過ぎない。

著者等は先に低圧溶解によつて窒素を含有することの少ない鋼を熔製し直接窒素のこれを脆性に及ぼす影響を調査した結果 0.002~0.013% N₂ を含有する範囲の鋼では、これらの焼戻脆性に一義的に重要な因子として作用しないことを確認した。

更に著者等は第1表の含 Ti, Al, Si-Mn-Cr 鋼についてこれら脆性に及ぼす Ti, Al の影響を猶詳細に実験

検討した。この結果含 Ti, Al 鋼の 250~400°C に於ける脆性緩和の原因は固溶窒素の固定によるものでなく、標準焼入で主として Ti, Al を含有することによつて不完全焼入組織を生じる為であることを明かにした。第1図及び第2図はそれぞれ 0.35% Ti 鋼及び 0.39% Al 鋼



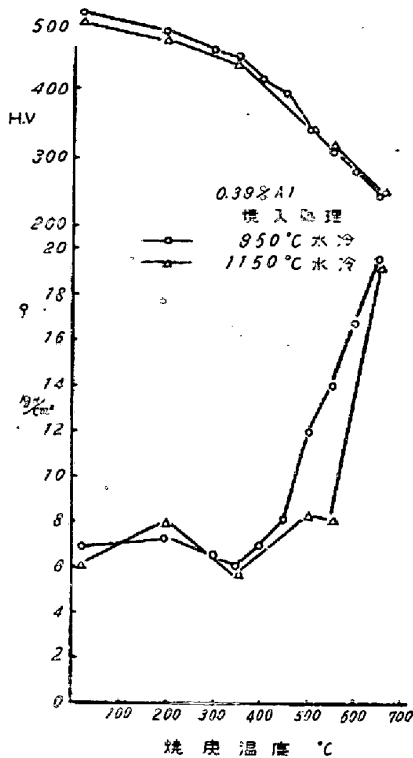
第1圖 含 Ti 鋼の焼戻曲線

について、焼入温度の上昇による焼戻曲線の変化を示したもので、焼入温度の上昇と共に低温焼戻脆性が顕著に現われている。焼入温度を上昇せしめると共に不完全焼入組織が減少し、特に 1100°C 以上では殆んど完全焼入組織が得られたことについては、顕微鏡的にも確認する

第1表 供試鋼化学成分

鋼種 (符号)	化 學 成 分, %										結晶粒度 (學振法)	非 金 屬 介 在 物	
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ti	Al	N ₂			
3	0.28	0.88	0.82	0.011	0.010	0.017	1.01	0.22	(0.02)	0.009	G3 80% G7 20%	B5	4.9μ
4	0.26	0.85	0.94	0.010	0.012	—	0.99	0.28	(0.02)	0.011	G7~8	B5	6.1μ
5	0.25	1.03	0.92	0.010	0.009	0.03	1.03	0.35	(0.02)	0.011	G7~8	B6	9.9μ
1	0.30	0.92	0.93	0.013	0.013	0.03	0.95	—	0.009	0.011	G7~8	B1	7μ
6	0.26	0.93	0.82	0.013	0.013	0.04	0.92	—	0.054	0.011	G7~8	B2	9μ
7	0.26	0.99	0.92	0.011	0.014	0.04	0.91	—	0.390	0.012	G7~6	B1	9μ
8	0.27	0.97	0.96	0.031	0.013	0.03	0.93	—	0.319	0.011	G5~6	B1	1.1μ
2	0.26	0.89	0.90	0.035	0.013	0.03	0.93	—	(0.02)	0.011	G5~6	B2	10μ
9	0.29	0.88	0.96	0.008	0.006	0.07	0.93	—	0.22	0.0135	G5~6	B1	4.2μ
10	0.28	0.89	0.94	0.001	0.009	0.03	0.99	—	0.60	0.0126	G3~4	B2	5.3μ
11	0.26	0.90	0.85	0.011	0.004	0.02	1.09	—	1.05	0.0135	G3	B4	7.1μ

(註) () 内は添加量



第2圖 含 Al 鋼の焼戻曲線

ことが出来、又含 Ti 鋼では化学分析的にも可溶 Ti 量の増加が見られ、オーステナイト化の上昇による焼入性の向上を知ることが出来た。

450~550°C に於ける高温焼戻脆性に及ぼす Ti, Al の影響については、第1図及び第2図に示されている如く、完全焼入した場合には、共に有害であり、その脆性感受性は、含 Ti 鋼の場合に特に顕著で含 Al 鋼の場合はその程度は標準鋼に比して僅かに強化される程度であった。これら高温焼戻脆性に及ぼす Ti, Al の影響については再加熱試験〔焼入→安定化処理 (650°C 焼戻急冷)→再加熱処理 (400~650°C 再加熱・急冷)〕を焼入温度を変化させて行い、詳細に検討した結果上述の事実を一層明白に確認することが出来た。

以上の如く Si-Mn-Cr 鋼について Ti, Al の影響を調査した結果低温焼戻脆性に関しては、Ti, Al 含有鋼に於いても完全焼入を行えば脆化を示すことが確認され窒化物説では説明し難いことを明かにした。低温焼戻脆性の析出物の本性とその機構については、一層精密な物理化学的分解との相関性によつて調査する必要がある、今後に残された問題であるが現象的には、次の如く考えられる。即ち、低温焼戻脆性はマルテンサイトの分解過程に於ける炭化物微粒子の析出遷移様相に関連するか或いは、析出炭化物微粒子の分散度に関係するものであると想像され、高温焼戻脆性に対してはその成分に無関係

係に顕微鏡的に粒界の異状性と密接な関係があり、Ti, Al はこれを助長することを明かにした。

(82) 不銹鋼に及ぼす窒素の影響 (I)

(On the Effect of Nitrogen Addition to Stainless Steel, I.)

日本ステンレス K.K. 藤田輝夫

I. 緒言

窒素を高Cr-Ni 不銹鋼に添加して、Ni を置換した場合の、組織の変化は、詳細に報告された文献がない。著者は、三島教授と共に、この影響を研究して、オーステナイト組織を得る為の、Ni, Cr, N₂ 量の関係を、考察した。更にこの関係を、簡単に図示した。(東大総合試験所報告)

本報告では、N₂ が Ni の代用として、使用され得るに拘らず、工業的に実用化の少い理由は、N₂ の溶解度の問題と、種々の元素による、組織の変化との関連が、明瞭でないことによるので、この点について考察を行った。

II. 研究

(1) 窒素の溶解度に関する考察

高Cr-Ni 鋼に、Ni の代用として、N₂ を添加する場合、Ni を低くする意味で、N₂ を可及的多く入れたいのであるが、その場合、N₂ による気泡生成の問題が起る。これに関しては、Colbeck¹⁾ 等の実験は、単にCrの1/100、と云う程度を示すだけで、それ以上の考察はしておらない。又 Frank²⁾ は 12~18 Cr は 1/120~1/200 × Cr, >20 Cr の場合は、1/100~1/180 Cr の N₂ が、添加され得るとしているが、これも別に本質的に考えてはいない。実際の場合、単にCrのみならず、C, Mn, Ni, Mo 等の量によつて、凝固時の N₂ の溶解度が、定まるので、極めて複雑な関係にある。不銹鋼のみならず、高級耐熱合金にも、N₂ を含むものは、この溶解度の問題は、重要である。

気泡生成に関係するガスは、O₂, N₂, H₂ があるが、O₂ は熔湯中の、Si, Mn, Fe Cr 等の酸化物として存在する以外に、凝固点附近でCと反応して、COを生ずる。これが気泡となる。故に $P_{CO} + P_{H_2} + P_{N_2} \leq 1$ 気圧 + 熔鋼圧力 の場合は、気泡を生じない。高温にて、凝固時より、ガスの溶解度が非常に多くとも、凝固直前迄の