

(5) 燃料使用量

操業後の各月別の燃料使用量を Table 1 に示す。

Table 1. Gas consumption for annealing of tubes (m³/t)

Month	1	2	3	4	5	6	7
Gas consumption per ton for annealing of tubes	305	314	239	236	206	206	203

IV. 結果の要約

以上は操業以来約1年間の調査結果であるが従来の焼鈍炉に比較してみても操作が簡単で焼鈍効果のバラツキが少なく機械的性質とか、顕微鏡組織、材料の肌、その他がいちじるしく改善され効果をあげることが出来たがしかし所期の目的を完全に達成する為には残された諸問題例へば焼鈍後の材料に発生する変形、結晶粒の大きさ、燃料混合比等について調査してゆく考えである。

(68) オーステナイトステンレス鋼の低温衝撃値におよぼすSensitize処理の影響について

Effect of Sensitizing Treatment on the Low-Temperature Impact Value of Austenitic Stainless Steels

Y. Fukase, et alii.

日本冶金工業川崎製造所

理 川畑正夫・工 横田孝三・工〇深瀬幸重

I. 緒 言

オーステナイト・ステンレス鋼は一般に低温脆性を示さないといわれており、かつ耐腐食性が優れている点から最近石油化学等の化学工業分野における低温装置に広く用いられようとしている。しかるにオーステナイト・ステンレス鋼についての低温衝撃性の研究は外国において散見するのみで本邦における研究発表はまったくない。オーステナイト・ステンレス鋼でも溶接施工後あるいは特殊な熱処理状況では或る程度衝撃値の劣化が考え

られる。

われわれは一種のオーステナイト・ステンレス鋼研究の一環として、化学工業の分野に広く用いられている6鋼種に sensitize 処理を施しその低温衝撃値の変化について調べたのでその結果を報告する。

II. 供試材および実験方法

1) 供試材: 供試材は sensitize 処理に対して敏感な AISI 304, 316 とこれに安定な低炭素型 AISI 304 L, 316 L および Ti, Cb 安定型 AISI 321, 347 の4種計6鋼種で総て圧延材 25 mm φ 丸棒につき 1100°C × 1h W.Q. の熱処理を行い、これを荒削り後 sensitize 処理しその後シャルピー試験片に作製した。これ等供試材の化学組成を Table 1 に示す。試験片は ASTM, A-370 による 10 mm × 10 mm × 55 mm, 5 mm U ノッチ・シャルピー試験片を採用した。

2) 実験方法: 供試材の sensitize 処理の温度および時間は今迄のわれわれの実験結果で Huey test および Strauss test における腐食減量の最も多くなるところをねらった。すなわち AISI 304, 304 L については 1) 550°C × 300 時間, 2) 750°C × 2 時間処理を AISI 316, 316 L, 321, 347 については 1) 600°C × 300 時間 2) 750°C × 2 時間処理を採用した。ここに 1) 処理は炭化物析出, 2) 処理は σ 相析出を主因とする耐食性劣化範囲に相当する。衝撃試験温度は +100°C (沸騰食塩水), -101°C (液体窒素を冷却剤とした石油エーテル浴), 室温, -196°C (液体窒素浴) の4点である。試験片はあらかじめ所定の温度附近で約 20 分予熱あるいは予冷し、所定の低温槽に移してから 15 分保持後試験に供した。

III. 試験結果および考察

上記方法で各処理および各試験温度につき衝撃試験を行つた結果を Fig. 1~Fig. 4 に示す。各鋼種におよぼす sensitize 処理の影響の一例として Fig. 1 に -196°C の衝撃値を示した。いずれの鋼種も sensitize 処理することにより低温衝撃値は焼鈍状態に比較して減少する。AISI 304, 316 では sensitize 処理による影響は大きくその絶対値は AISI 316 が最低値を示す。然る

Table 1. Chemical composition of test materials.

AISI type	NAS type	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cb+Ta	Ti
304	8S	0.076	0.76	1.08	0.036	0.012	9.73	18.55	tr	—	—
304 L	8L	0.030	0.69	0.94	0.012	0.013	11.18	18.10	—	—	—
316	84S	0.066	0.74	1.97	0.025	0.013	11.93	17.31	2.51	—	—
316 L	84L	0.021	0.64	1.93	0.023	0.019	13.70	17.64	2.46	—	—
321	8E	0.050	0.67	1.62	0.040	0.008	10.06	18.06	tr	—	0.39
347	8X	0.053	0.66	1.27	0.015	0.010	11.18	18.86	tr	0.85	—

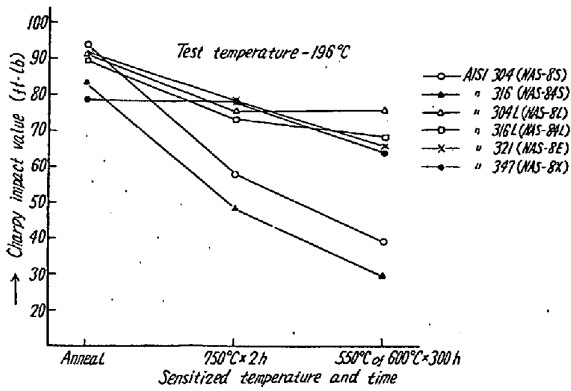


Fig. 1. Effect of sensitizing on Charpy impact values of austenitic stainless steels.

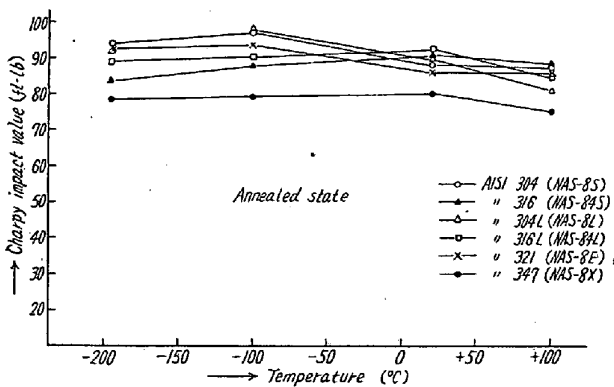


Fig. 2. Charpy impact values of annealed austenitic stainless steels.

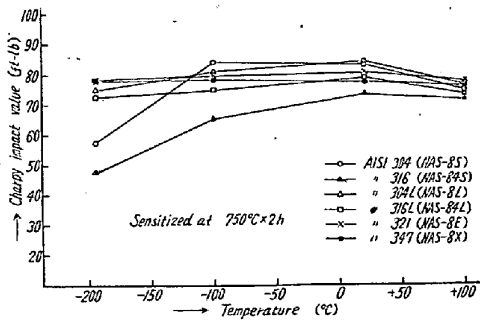


Fig. 3. Charpy impact values of austenitic stainless steels sensitized at 750°C x 2h.

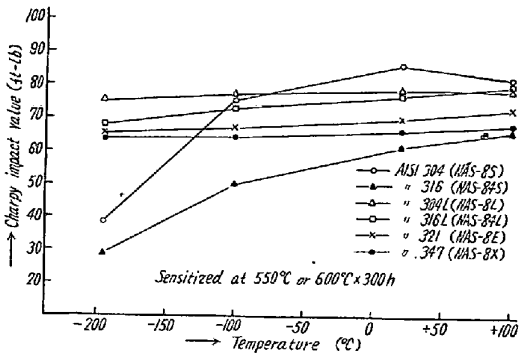


Fig. 4. Charpy impact values of austenitic stainless steels sensitized at 550°C or 600°C x 300h.

に低炭素型 AISI 304 L および安定型 AISI 321, 347 ではいくぶん減少するがその程度は比較的小さい。各鋼種とも 750°C x 2 時間処理に比し、550°C x 300 時間に大きく影響され衝撃値を低下する。これは組織的变化の相違すなわち sensitize 温度において炭化物析出と σ 相析出のいずれが主体的であるかによるものと考えられる。

つぎに各鋼種について比較すると Fig. 2 に示すように焼鈍状態では各鋼種とも大差ない。sensitize 処理をすると (Fig. 3 および Fig. 4) AISI 304, 316 は温度の低下とともに衝撃値はいちじるしく減少するが低炭素型 AISI 304 L, 316 L, 安定化型 AISI 321, 347 は試験温度が低くても衝撃値はほとんど変わらない。すなわち後者は耐食性に対すると同様低温の衝撃値に対しても安定であり、低温 (-196°C) においてもなおすぐれた性質を示す。ただしさらに長時間の sensitize 処理をした場合には炭化物ないし σ 相の凝集により耐食性の劣化は回復されるが低温衝撃値においてはその傾向は認められない。

以上衝撃値の変化について考察したがこれ等試験片の破断の様相を顕微鏡によつて観察した結果、衝撃値 70~90 ft-lb を示すようなものは結晶粒自身ひどく歪を起し主として結晶粒内で破壊している。しかるに衝撃値 50~60 ft-lb を示すものでは結晶粒自身の歪は少なくなり結晶粒間の破壊を所々に認めるようになる。さらに衝撃値 30~40 ft-lb のものでは顕微鏡的には結晶粒の歪は認められず破壊はほとんど結晶粒間である。

IV. 結 言

オーステナイト・ステンレス鋼に sensitize 処理を行いその低温衝撃試験を行つた結果つぎのことが明らかとなつた。

1) 焼鈍状態では AISI 304, 304 L, 316, 316 L, 321 および 347 の各鋼種共に低温においても比較的優れた衝撃値を示す。

2) 上記鋼種に sensitize 処理を行うと AISI 304, 316 はいちじるしく衝撃値を減少しかつ低温脆性を示す傾向がある。しかるに AISI 304 L, 316 L, 321 および 347 は sensitize 処理を行つても衝撃値の減少は少なくその絶対値も高く、耐低温衝撃性は耐粒界腐食傾向と同様の様相を示す。ただし腐食試験に見られる炭化物ないし σ 相の凝集による耐食性劣化の回復は認められない。これは低温度で使用するオーステナイト・ステンレス鋼溶接構造部分の材料選択上重要な点である。

3) 衝撃破断の様相は 3 種類考えられる。すなわち第

1に ductile なものに見られる結晶粒内破断, 第2に brittle なものに見られる結晶粒界破断と第3に中間的な結晶粒内破断と結晶粒界破断との混じたものである。

(69) オーステナイト不銹鋼に対する フェライト量指示器について Ferrite Indicator for the Austenite Stainless Steel

T. Kamimura, et alius.

神戸製鋼所 研究部

理 石原 長雄・○上村 常夫

I. 結 言

オーステナイト不銹鋼に含まれフェライト量を定量的に測定することは極めて重要であるが簡便かつ迅速に行うことのできる方法として磁気量を知ることによりフェライト量を測定する指示計器を考案した。これは鉄芯を有するコイルのインダクタンスがエアーギャップによつて変化する原理を利用して、オーステナイト中にフェライトの存在している場合にオーステナイトを一種のエアーギャップと見なしてその変化量が検出コイルのインダクタンスの変化として現われ計器にフェライト量を指示させるものである。

この計器の原理, 構造, および実際にオーステナイト不銹鋼中のフェライト量を測定した結果を述べることにする。

II. 計器の原理

一般に鉄芯を含むコイルのインダクタンス (L) は Fig. 1 に示す鉄芯の平均の磁路の長さ (l_{Fe})

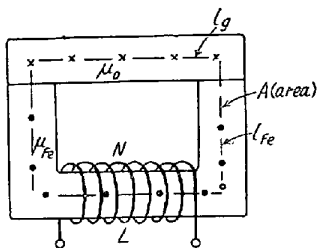


Fig. 1. Schematic diagram of the formula (1)

が決定された場合に鉄芯のエアーギャップ (l_g) が変化することによつてつぎの関係式に従つて変化する。

$$L = 0.4\pi AN^2 \times 10^{-8} / (l_g / \mu_0 + l_{Fe} / \mu_{Fe}) \dots (1)$$

ただし A: 鉄芯の断面積

N: コイルの全巻数

l_g : エアーギャップの長さ (cm)

l_{Fe} : 鉄芯の平均の磁路の長さ (cm)

μ_0 : エアーギャップにおける導磁率

μ_{Fe} : 鉄芯の導磁率

ここにおいて μ_0 の値はオーステナイトで非磁性であるから

$$\mu_0 = 1 \text{ ゆえに } l_g / \mu_0 = l_g$$

また右辺の分子は計器によつて固有の値で一定である。

l_{Fe} / μ_{Fe} もまた使用するコアによつて一定となるから

$$l_g / \mu_0 = l_g \dots (2)$$

$$k_1 = 0.4\pi AN^2 \times 10^{-8} \dots (3)$$

$$k_2 = l_{Fe} / \mu_{Fe} \dots (4)$$

(1) 式は

$$L = k_1 / (l_g + k_2) \dots (5)$$

(5)式を l_g に関して微分すれば

$$dL/dl_g = -k_1 / (l_g + k_2)^2 \dots (6)$$

すなわち l_g の微小変化に対する L の変化は上式に示す如くほぼ $1/l_g^2$ に比例する。

この関係を実際にエアーギャップ (l_g) を変化させてメーターの指示の変化を読んで求めれば Fig. 2 の如くなつた。

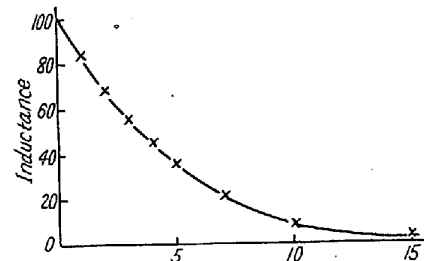


Fig. 2. Relation between air gap and inductance.

III. 計器の構造および測定法

この指示計器の配線図は Fig. 4 に示す如くでコイル (A) のインダクタンスが試料 (B) のフェライト量に相当してエアーギャップのために変化し, これがメーター (M) に表れる。電源は AC, 100V, 60 ∞ を使用し変圧器で 15V \sim 25V に降圧して供給されている。可変

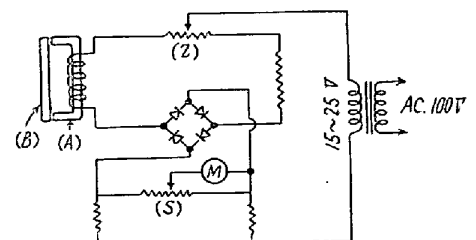


Fig. 4. The circuit of the indicator.