

おきに焼戻した。

13% Cr 鋼中にあらわれる Cr 炭化物は  $M_7C_3$  型および  $M_{23}C_6$  型の 2 種類のみであることが知られている。前者は針状ないし錘状であり後者は短柱状ないし球状である。焼戻時間を 1 h に固定した場合、低温度 (450°C) において存在する炭化物はほとんどセメントイトのみであるが、温度の上昇にともなつてセメントイト中の Cr 量は次第に増加し  $M_7C_3$  型炭化物へ移行する。さらに温度が高くなると  $M_7C_3 \rightarrow M_{23}C_6$  なる炭化物反応がおこるがその変態点は焼戻時間 1 h の場合 550°C 付近にあるように思われる。Cr に富化された  $M_7C_3$  型炭化物は一旦マトリックスに固溶し、その相境界の部分に  $M_{23}C_6$  型炭化物の核が発生する。したがつて変態点付近において炭化物量は極小となる。それ以上の温度では  $M_{23}C_6$  が安定で、さらに温度をあげるかあるいは焼戻時間を増加しても炭化物粒子の凝集と成長がおきるのみで結晶型は変化しない。

Fig. 1 および Fig. 2 に Cr 炭化物の電子顕微鏡写真をしめす。

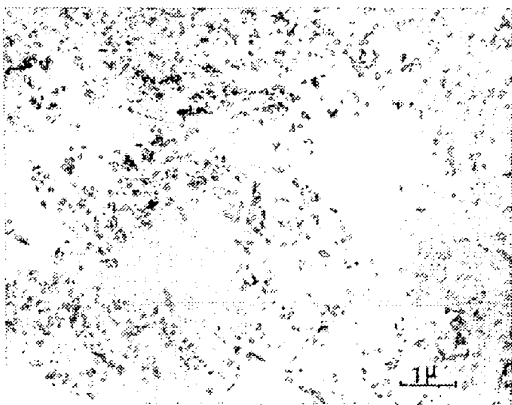


Fig. 1.  $M_7C_3$  type-Cr carbide. Tempered at 550°C × 1 h. A carbon-extraction replica.

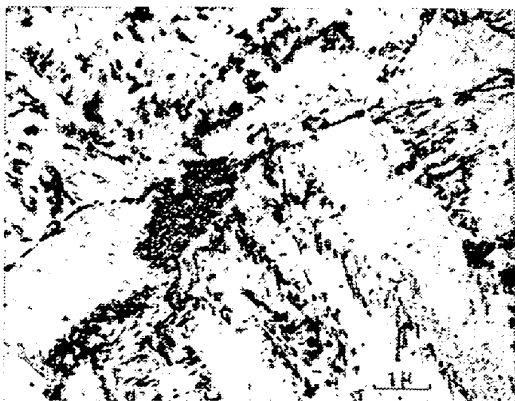


Fig. 2.  $M_{23}C_6$  type Cr carbide. Tempered at 650°C × 2 h. A carbon-extraction replica.

(2) 恒温変態

各試料は 1150°C で 30 分溶体化処理をほどこした後

700°C の鉛溶中に焼入れて恒温変態をおこなわせた。

焼入焼戻においてあらわれる Cr 炭化物は粒状であるが、恒温変態においては初期のオーステナイト結晶境界に沿つて層状の炭化物が生じる。

Fig. 3 にその電子顕微鏡写真をしめす。



Fig. 3.  $Cr_{23}C_6$  type Cr carbide. Isothermal transformation at 700°C × 5mn. A carbon-extraction replica.

### III. 結 言

13% Cr 鋼中の炭化物反応をカーボンエキストラクションレプリカ法によつて研究しつぎの結果をえた。

(1) 13% Cr 鋼中の炭化物は主として  $M_7C_3$  と  $M_{23}C_6$  である。焼入焼戻の際には前者は針状ないし錘状に、後者は短柱状ないし球状に析出する。

恒温変態においては Cr 炭化物は初期オーステナイト結晶境界に沿つて層状に析出する。

(2)  $M_7C_3 \rightarrow M_{23}C_6$  なる炭化物反応は、Cr に富化された  $M_7C_3$  が一旦マトリックス中に固溶し、その相境界に  $M_{23}C_6$  の核が発生することによつておこなわれる。

## (104) 13 Cr-AL 不銹鋼について

Study on the 13 Cr-AL Stainless Steels

K. Yoshida, et alius.

神戸製鋼所研究部 工 平 野 坦

○吉 田 清

### I. 緒 言

フェライト系不銹鋼において Cr 量が 15% 以上とくに 18% 以上になると衝撃値は減少し、かつ切欠感受性に鋭敏となる。また Cr 量が 15.5% 以上になると、370~540°C の温度域に長時間加熱することにより、いわゆる 475°C 脆性といわれる時効現象を明白にしめすようになり、さらに 25 Cr 以上になると 540~710°C の温度域における長時間加熱により  $\sigma$  相が析出し  $\sigma$  脆性と

いわれる脆化現象をしめすようになる。

耐蝕性が要求されしかも高温で使用される場合 475°C 脆性をおこさない材料であることが必要であり、そのために 13 Cr 程度のものが望ましい。普通の 13 Cr 鋼はマルテンサイト系不銹鋼であつて、800°C 付近にて変態点があるので、これより高い温度に加熱し急冷すると硬化し熔接時に熱影響部の割れ発生の原因となる。この 13 Cr 鋼にフェライト生成元素として Cr の 10~15 倍作用を有するといわれる Al を若干添加することにより、13 Cr 鋼をマルテンサイト系よりフェライト系に改変し耐蝕ならびに耐酸化性を有する種々の用途に使用されている。この Al の添加量を A. S. T. M. 規格 A268-55 TP405 の上限および下限になる 2 鋼種を溶製し、2, 3 の調査した結果を報告する。

II. 実験結果

供試材は 100KVA 塩基性高周波炉で溶製した同一チャージの熔鋼にたいして、Al 量を A. S. T. M. 規格の A268-55 TP 405 の上限および下限に相当する量を添加して試験を実施した。Table 1 に供試材の化学成分および A. S. T. M. の規格をしめす。

1) 熱処理による硬度変化

13 Cr 鋼は本供試材と同様に含有炭素量の少ない場合には、高温からの焼入により若干フェライトを析出するが、Al を添加することによりフェライトの析出量をさらに増加してマルテンサイト系からフェライト系へと変化するためいぢるしい硬化をしめさない。Fig. 1 は各

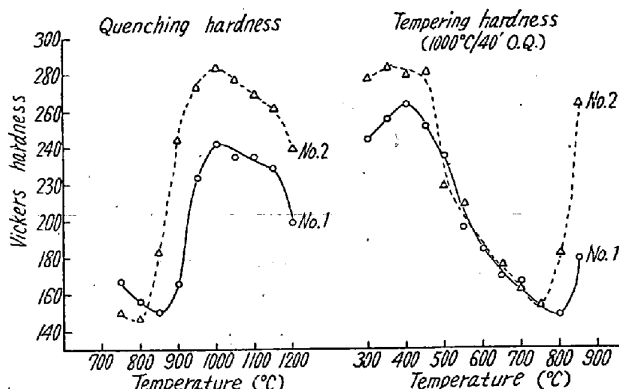


Fig. 1. Quenching hardness and tempering hardness.

温度に 40mn 保持後油冷せる硬度および 1000°C に 40 mn 保持後油冷せるものを各温度にて 1 h 保持後油冷せる焼戻硬度をしめした。Fig. 1 より明らかなごとく試料 No. 1 の Al 0.29% を含むものは 900°C より、試料 No. 2 の Al 0.11 含有せるものは 850°C より急激に硬度が変化し、1000°C において両者ともに最高硬度がえられる。焼戻しの場合は No. 1 では 450°C、No. 2 では 500°C 以上より軟化し始めて、800~850°C にて両者ともにつとも軟化される。

2) 機械的性質

試験材は 28mm φ に鍛伸されたものを焼入および焼戻処理後、引張ならびに衝撃試験を行つた。引張試験における耐力は X-Y メーターを用いて記録して求めた。

Table 1. Chemical composition of test specimen. (%)

Specimen	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Al
No. 1	0.05	0.40	0.50	0.010	0.008	0.08	0.12	12.25	0.29
No. 2	"	"	"	"	"	"	"	"	0.11
A268-55 TP405	<0.08	<0.75	<1.00	<0.03	<0.03	"	<0.50	11.5~13.5	0.10~0.30

Table 2. Effect of heat treatment on mechanical properties.

Charge No.	Specimen No.	Heat treatment	Tensile strength kg/mm <sup>2</sup>	Yield strength (0.2%) kg/mm <sup>2</sup>	Elongation %	Reduction of area %	Charpy impart value kg-m/cm <sup>2</sup>
No. 1	1-1	1000°C/1.5h O.Q.	83.51	50.89	24	56.5	12.03
	1-3	1000°C/1.5h O.Q., 850°C/2.5h O.T.	48.25	26.56	43	28.5	32.74
	1-5	1000°C/1.5h O.Q., 600°C/2.5h O.T.	60.80	44.30	32.6	35	24.81
	1-7	1000°C/1.5h O.Q., 450°C/2.5h O.T.	82.40	59.03	24	55	9.28
No. 2	2-1	1000°C/1.5h O.Q.	89.43	65.04	22	57.5	16.10
	2-3	1000°C/1.5h O.Q., 800°C/2.5h O.T.	49.00	27.44	40	75	27.61
	2-5	1000°C/1.5h O.Q., 600°C/2.5h O.T.	61.76	48.00	31	58	20.03
	2-6	1000°C/1.5h O.Q., 450°C/2.5h O.T.	88.46	66.35	23	66.7	14.54
A 268-55 TP 405			>42.2	* >21.1	—	—	—

\* Yield point

Brinell hardness <207.....A.S.T.M. Specifict

試験結果を Table 2 にしめた。

### 3) 結晶粒の生長および顕微鏡組織

試料 No. 1 および 2 を 1300°C 40mn 保持後油冷したもののマクロ組織は Al 0.29% を含む No. 1 は結晶の生長がいちじるしい。Fig. 2 に試料 No. 1, 2 を 1000°C にて 40mn 保持後油冷した F+M の焼入組織をしめし、また 1000°C 40mn 保持後油冷しさらに No. 1 は 850°C, No. 2 は 800°C にて 1 h 保持後油冷して最軟化した焼戻し組織をしめた。なお 13 Cr-Al は多量に Al を含有するために砂疵の発生、清浄度の低下などの危険をともしない易いので清浄度を測定した。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 型介在物は若干多いが Point Counting 法により非金属介在物面積率測定の結果、No. 1 は 0.32%, No. 2 は 0.13% で比較的良好であった。

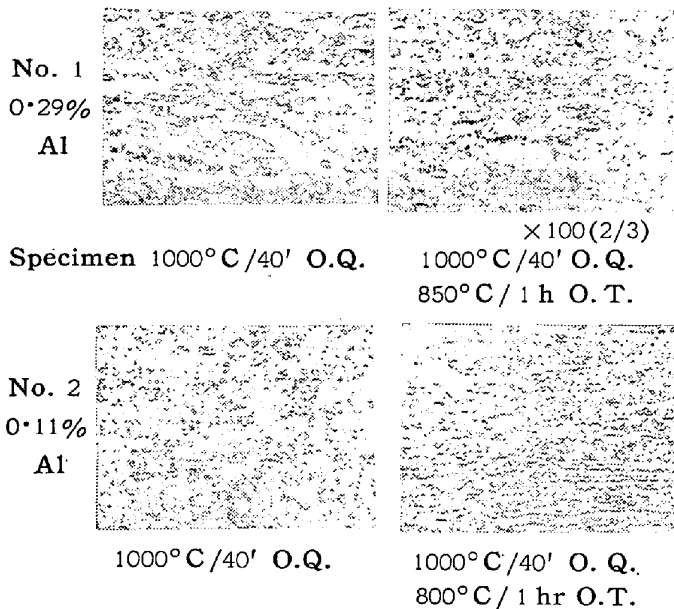


Fig. 2. Microstructures after heat treatments.

## II. 結 言

Al の添加量が規格 (A268-55 TP 405) の上限および下限に近い両者につき実験をおこなった結果、Al の添加されない 410 型 (Co · 0.6, Cr · 12.40, AL · 0) の最高焼入硬度は H. V. 370 程度であるが試験材 No. 2 の Al 0.11% 含有せるものは十分に軟化されている。Al 0.29% の場合と Al 0.11% のものの最高硬度を比較すれば、その差は Vickers 硬度で約 40 に過ぎず、最低焼戻硬度は両者ともに大差のないことを知った。したがって石油精製、その他化学工業用の耐蝕性を要求される溶接構造物の溶接時において、いわゆる 2 番硬化および溶接割れを防止するために Al 量は規格の下限にても充分効果を期待しうる。機械的性質は規格 A 268-55 に適合せしめるには 1000°C より焼入をおこない 600°C

附近から最低硬度のえられる 800~850°C の焼戻によって十分に満足する材力がえられた。

## (105) 原油蒸溜におけるステンレス鋼の腐蝕試験

### Corrosion Test of Stainless Steels in an Experimental Oil Distillation Apparatus

M. Hasegawa, et alius.

早稲田大学 工博○長谷川正義  
東亜燃料工業 笹口昭三郎

## I. 緒 言

石油精製工業における構造材料の腐蝕の問題は、わが国でも近年漸く重視されるようになってきたが、この工業には新しいプロセスや技術が多いので、量的質的需要の増大と相俟つて、精製装置の構造材料にたいする要求は逐次高度化されている。とくにわが国でもつとも多く処理されている中東原油は硫黄、塩類の含有量が高く硫黄化合物および塩酸、硫酸の生成にもとづく腐蝕性が強いので、装置材料の腐蝕については多くの問題があるが、わが国ではこれにたいする研究はきわめて少なく、また原油性状の異なる外国の研究データは役にたたないことが多い。

そのため著者等は石油精製工業における材料に関して、すでに多くの実験室および現場的研究を継続し、重油焚ボイラー用鋼管、原油加熱管、蒸溜装置各部の構造材料、洗滌系統用材料などについて有用なデータを求め、また金属チタンの利用開発などに関しても若干の貢献をした。

この講演では、新たに設備した実験室の原油蒸溜腐蝕試験装置によつて、主としてステンレス鋼の耐蝕性を比較検討して構造材料選択の参考資料を得るとともに、従来明らかにされていない腐蝕機構を解明するための基礎的な実験をおこなった結果について報告する予定である。

## II. 実験方法

すでに報告したパイレックス・ガラス製蒸溜試験装置 (日本金属学会講演大会で報告、1956年4月、10月、1957年4月) を改良して新たに大型のステンレス鋼製装置を設計設備した。その構造は Fig. 1 にしめすごとくのもので、主要部は高さ約 1.3m、フラスコ底部は径 20