

(156) 低マンガンステンレス鋼の諸性質の研究

金属材料技術研究所

○渡辺 敏・尾沢 正也

Study on Some Properties of Low-Manganese Stainless Steels. 1493~1494

Satoshi WATANABE and Masaya OZAWA.

I. 緒言

オーステナイト系ステンレス鋼は高温強度や耐食性が他の構造材料に比してすぐれているので、原子炉用構造材料として広く使用されている。

一般にステンレス鋼中には有害な誘導放射能の核種を生成する Co や Ta を含有しているもので、原子炉用としてはこれらの含有量を規定した鋼種が開発されている。しかし Mn も短寿命ではあるが強力な γ 線を放射し、また中性子吸収断面積が大きいので、その含有量を低める方が好ましいと考えられている。

Mn を低めると熱間加工性が悪くなり、その改善には Ti と Zr が有効であることが既に報告されているが、我々は真空溶解した 304L, 316L, 347(L) 型の各鋼種の機械的性質と耐食性におよぼす Mn 低下の影響を調べると共に、特に熱間加工性に対する考慮から 304 型の場合について Mn を変化させた鋼種と無 Mn のものに Zr を添加した鋼種の両者につき真空溶解と大気中溶解との比較を行ない、低 Mn ステンレス鋼の実用性について検討を行なった。

II. 試料および試験方法

本実験では有害な元素の混入を防ぐために純粋な原料を用い、特に Co の混入には考慮を払った。

Mn 変化系の鋼の成分は基本的には AISI 規格に定められた 304L, 316L, 347(L) 型とし、これに対し Mn を 1.5%, 1.0%, 0.5%, 0.1% の 4 段階に変化させた。また Zr 添加鋼の場合も同様であるが、その値を Table 1 に示す。

溶解には 10kg 高周波溶解炉を用い、真空溶解の場合 Mn の添加は Ar 中で行い、排気後鋳込みを行なった。

インゴットは一部を 20mm ϕ の丸棒に、他は 1mm 厚の板に成形し、それぞれ 1100°C, 2h 加熱急冷の溶体化処理を行なって供試材とした。

Table 1. Analysis of 304 type steels added Zr (without Mn). (%)

Sample No.	C	Cr	Ni	Si	Zr	Co	S	P	N
Z1	0.004	18.10	11.61	0.50	—	0.0082	0.011	0.004	0.0450
Z2	0.005	17.59	11.59	0.51	0.015	—	—	—	—
Z3	0.006	17.69	11.61	0.55	0.18	—	—	—	—
Z4	0.007	17.54	11.56	0.53	0.29	—	—	—	—
Z5	0.003	17.54	11.47	0.56	0.44	—	0.017	0.002	0.0971
AZ1*	0.015	18.16	12.91	0.46	—	0.0065	0.005	0.005	0.0610
AZ2*	0.019	18.08	12.77	0.51	trace	—	—	—	—
AZ3*	0.021	18.15	12.75	0.50	0.075	—	—	—	—
AZ4*	0.017	18.09	12.77	0.51	0.183	—	—	—	—
AZ5*	0.014	18.20	12.71	0.51	0.278	0.0031	0.011	0.005	0.0363

* air melted steel.

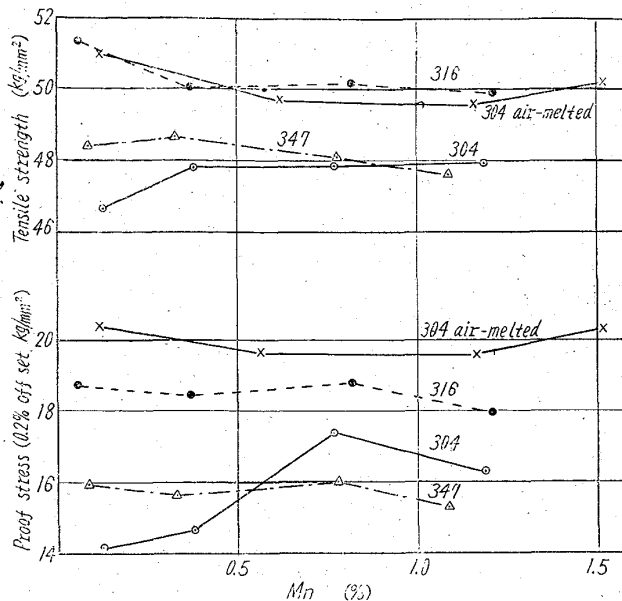


Fig. 1. Effect of manganese contents on the mechanical properties.

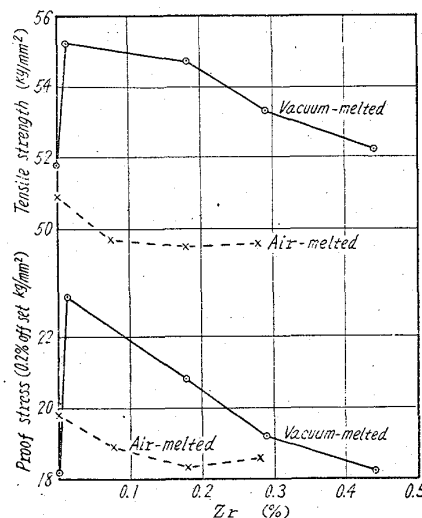


Fig. 2. Effect of zirconium contents on the mechanical properties of type 304 steels.

III. 実験結果および考察

(1) 機械的性質

機械的性質におよぼす Mn の影響について常温引張り、高温引張り、硬さの各試験を行なった。

Fig. 1 に示す如く、Mn 量の変化による各鋼種の引張り強さおよび耐力には実質的な差異は認められず、また大気中溶解した 304 型鋼も同様の傾向を示す。伸びの値にも変化はみられず、各系列で各々 66%、60%、64% 程度となつている。

Fig. 2 は無 Mn の 304 型に Zr を添加した試料の試験結果であつて、真空溶解したものは微量の Zr 添加によつて引張強さ、耐力の増加が著しいが、0.1% 以上のものは漸減し、また伸びや絞りもかなり低下する。これに対して大気中溶解のものは Zr を添加しても機械的性質の向上はみられず、むしろやや低下する傾向がある。伸び、絞りが低下する傾向は同じである。

高温引張り試験は 650°C で行なつたが、Mn を変化させた試料についても Zr を添加した試料についても、実質的には常温引張り試験の結果と同じ傾向を示す。

また硬さはビッカース硬度計により 10 kg 荷重の下で測定したが、Mn の変化による硬度差は認められず、Zr を添加するとやや増加するが、添加量による差は現れない。大気中溶解のものは Zr 添加による上昇がみられない。

つきに Mn を減ずると熱間加工性が悪くなり、鍛造の際に割れが発生しやすくなるが、304 型と 347 型では Mn 0.1% 程度で多少の割れが発生した。また大気中溶解したものは真空溶解したものよりも割れやすい。しかしいずれの場合も 0.1% 以下の微量の Zr の添加で熱間加工性を改善することができた。

(2) 耐食性

溶体化処理した板の試料について若干の耐食性試験を行なった。

ASTM に規定された方法にしたがつて行なつた Huey 試験の結果では、Mn の変化による耐食性の変化は認められなかつた。Zr 添加の場合も同様である。Fig. 3 に Mn 変化系の場合の試験結果を示す。表中には比較のために同時に行なつた市販鋼の結果も示されているが、実

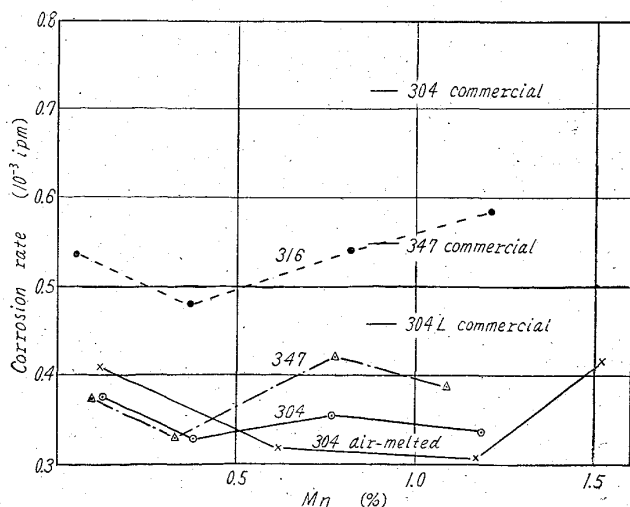


Fig. 3. Effect of manganese contents on the corrosion rate by Huey test.

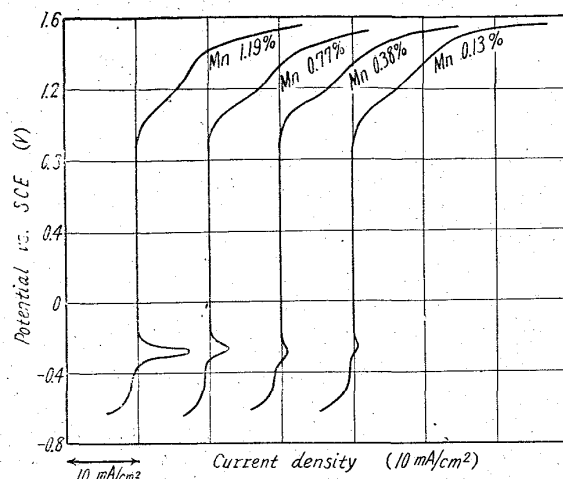


Fig. 4. Potentiostatic polarization curves of type 304 steels.

験鋼はそれらに比較して良好な耐食性を示している。

しかしながらステンレス鋼の全般的な耐食性は単なる腐食試験のみでは評価しにくいので、ポテンショスタットによつて定電圧分極曲線を測定して不動態の安定性に対する Mn の影響を検討した。

Fig. 4 に Mn 変化系のうち真空溶解した 304 型の試料の分極曲線を示すが Mn が、減少するにしたがつて臨界アノード電流密度も減少する。これは非酸化性領域における不動態の安定性の向上を示すものである。

Zr 添加鋼は Zr 量が増すにしたがつてこの電流密度が増大し、また大気中溶解鋼は真空溶解鋼のものよりもその値が大きい。

この傾向を非酸化性酸による実際の耐食性と対比する目的で、JIS 5% 硫酸法による腐食試験を行なった。すなわち本法は 316 型のものに対してのみ規定されているが、ポテンショスタットによる結果と比較するために、他の鋼種についても行なつたものである。その結果はほぼ同様の傾向を示し、Mn および Zr の増加にしたがつて耐食性が低下し、また大気中溶解鋼は真空溶解鋼のものよりも悪い。

IV. 結 言

原子炉用としての低 Mn ステンレス鋼を溶製し、ステンレス鋼としての一般的な諸性質を検討してつぎの結果を得た。

(1) Mn を減らしても熱間加工性を除いた一般の機械的性質にはほとんど影響がない。

(2) Mn の低下による熱間加工性の悪化は微量の Zr 添加によつて改善される。真空溶解することもやや有効である。

(3) Mn を減らしても耐食性は害はれず、むしろ非酸化性酸に対する耐食性が向上する傾向を示す。Zr を添加すると、その添加量に応じて非酸化性酸に対する耐食性が悪化する傾向を示す。

文 献

- 1) 川畑: 鉄と鋼, 48 (1962) 6, p. 782.