

Table 6. Results of torsion tests.

Specimen	Heat treatment	Hardness (H _R B)	Twist No. for fracture	Torque (kg·m)
A 1	Full annealing Spherodized annealing	74.5 70.0	2243° (6.23) rev. 3158° (8.77)	8.14 8.02
A 2	F. A S. A	74.9 72.3	1587° (4.41) 2526° (7.01)	7.77 7.85
C 1	F. A S. A	75.0 71.0	1940° (5.38) 3345° (9.29)	7.95 8.10

SCM21 級の代用鋼として開発された 1% Mn-1% Cr 肌焼鋼およびその含鉛鋼の諸性質を Cr-Mo 肌焼鋼と比較検討した結果

① 機械的性質は、伸び値がわずかに Mn-Cr 鋼で低い点をのぞき、Cr-Mo 鋼と同等である。

② 浸炭性、浸炭硬度、組織でも両者は同様の傾向を示すが、Mn-Cr 鋼の方が残留オーステナイト生成傾向がやや大きい。

③ 被削性では Mn-Cr 鋼の方が Cr-Mo 鋼よりいく分よい結果を得たが、その差は少ない。また、冷間鍛造性でも両者の差は少ないと思われる。

④ 鉛を添加した場合には被削性に著しい向上が見られその他の諸性質には大きな影響を及ぼさない。

文 献

- 1) A. ROSE, H. SOGWART and E. THEIS: Stahl u. Eisen, 81 (1961) 12, p. 800
- 2) H. U. MEYER: Stahl u. Eisen, 76 (1956), p. 68
- 3) V. W. PETER and I. WIESEUNECKER: Stahl u. Eisen 82 (1962) 1, p. 23
- 4) A. P. WEAVER: Trans. Amer. Soc. Metals, 49 (1957), p. 464
- 5) 村上, 今井: 日本金属学会誌, 7 (1943), p. 336
- 6) 浅田, 藤原, 門脇, 村治: 電気製鋼, 31 (1960), p. 2
- 7) 安田, 鈴木: 電気製鋼, 29 (1958), p. 256
- 8) 荒木, 小柳, 大橋: 鉄と鋼, 44 (1958) 9, p. 1097

621. 776. 9: 649. 15/24/26-197

(222) インコネル・クラッド鋼板の試作と機械的性質について

日本製鋼所研究所

工博 宮野樺太男・○百田 昌司

On Manufacturing Procedure and Mechanical Properties of Inconel Clad Steel Plate

Dr. Katao MIYANO and Masashi MOMOTA

1. 緒 言

インコネルはニッケルを主体としたクロム・鉄合金で

強度が高く有機物および塩類の溶液に対して耐食性がある。900°C 以上の高温でも酸化抵抗のすぐれた耐熱、耐食材料である。しかも加工性が良好であるので、クラッド鋼板とした場合益々その優秀な性能が工業的に生かされるものと期待される。そこで熱間圧延法によりインコネル・クラッド鋼板を製造し、その性質を検討してみた。

2. 試作工程

試作インコネル・クラッド鋼板は熱間圧延法により製造されたものである。粗材は Table 1 に示すような化学成分を有し、15 mm の板厚を有するインコネルと 2 枚の 60 mm の板厚を有する SB49B 鋼板であり、2 枚の鋼板のうち 1 枚はクラッド母材として用いられ、他の 1 枚は単に圧延中の温度降下およびクラッド材の板厚寸法偏差や表面状態の悪化を妨げる目的で用いられたものである。

インコネルのように比較的少量のクロムを含有する合金をクラッド材とする場合、クロムの酸化被膜が母材との接着を悪化させることが考えられる。そのため電氣的にこれが取り除かれ、クロム酸化および接着後の母材からクラッド材への異種原子の拡散防止を目的としてニッケルメッキがほどこされた。圧延温度は 1200°C とし、圧延後ノルマライズ処理が行なわれ、母材の材質が調整された。このようにして板厚 15(12+3) mm, 幅 1000 mm, 長さ 4000 mm が製造された。

3. 試作鋼板の諸性質

Table 2 に本試作クラッド鋼の機械的性質を示す。

Table 2 の機械的性質のうち、抗張力が SB49B としてやや高目に出ているのはインコネルの影響が多少含まれていることと、インコネルにおよぼす熱処理の影響を考えて冷却速度を比較的速くしたためと考えられる。ここで特に注目し値することは、クラッド鋼のクラッド材の接着性の目安ともなる剪断力が非常に高く、ステンレス・クラッド鋼板のそれと同等あるいはそれ以上を示していることである。したがって本クラッド鋼板の接着力は、クラッド鋼板として十分満足できるものであるといえよう。一般に高ニッケルあるいは高ニッケル・クロム合金のクラッド鋼板は化学装置や压力容器などに利用され、容器の製造工程中あるいは操業中に繰返し熱サイクルや、局部加熱などの熱的取り扱いを受ける機会が多いと考えられる。このような場合、接着部の挙動、特に耐剝離性をあらかじめ調査しておく必要がある。

このような目的で、インコネル・クラッド鋼板の接着部の高温における 100 回繰返し局部加熱冷却による剪

Table 1. Chemical composition of the steel plate and Inconel. (%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	Fe
Backing material (steel plate)	0.26	0.25	0.55	0.021	0.007	0.10	0.09	0.25	0.03	
Inconel	0.08	0.58	0.83	—	0.005	74.6	15.5	0.02	—	7.71

Table 2. Mechanical properties of the inconel clad steel.

Tensile test	Long. to rolling direction	Tensile strength	61.5 kg/mm ²			Bend test	Outer bend	good (180°C)		
		Yield strength	40.5 kg/mm ²				Inner bend	good (180°C)		
		Elongation	31.6%							
	Trans. to rolling direction	Tensile strength	61.7 kg/mm ²			Shear test	Long. to rolling direction	38.8 kg/mm ²	39.1	40.1
		Yield strength	40.0 kg/mm ²					37.3	36.8	35.1
		Elongation	34.0%				Trans. to rolling direction	36.6 kg/mm ²	33.1	37.4
				34.5	36.9	33.2				

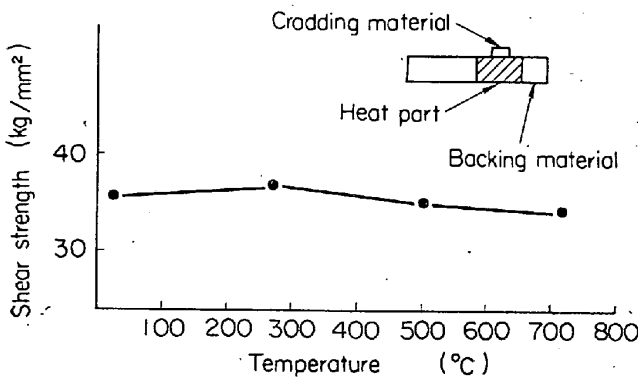


Fig. 1. Shear strength after 100 heat cycles.

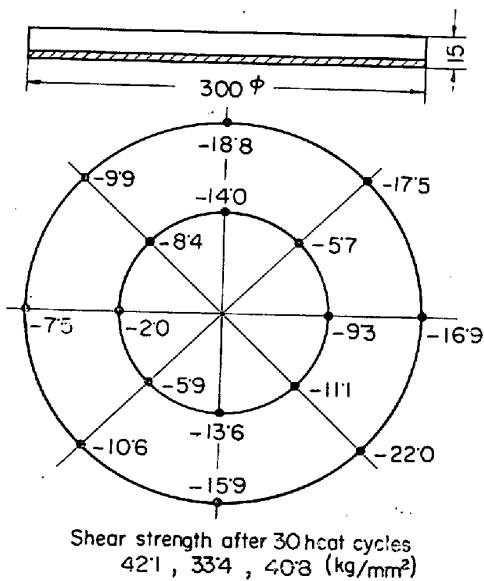


Fig. 2. Deformation of thickness direction of the plate after 50 heat cycles.

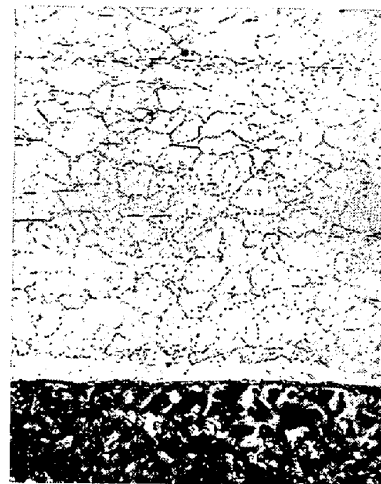


Photo. 1. Microstructure of the bond. ×100(6/7)

2 に示す。これらの実験結果から明らかなように、熱的取り扱いによるインコネル・クラッド鋼板の剪断力の劣化はほとんどないといえよう。

次にインコネル・クラッド鋼板の接着部付近の顕微鏡組織を Photo. 1 に示す、ニッケルメッキ層をはさんでインコネル側へ多少カーボンの拡散のあとが見られるが、実用上弊害をきたすようなものではない。逆にこのことから完全な金属接着が裏付けられる。

インコネル・クラッド鋼板を実用に供する場合、溶接性が重要な問題となる。インコネルの溶接は市販の被覆溶接棒を用いて比較的簡単に行なわれるので²⁾、ステンレス・クラッド鋼板と同様の考え方で Fig. 3 に示すような手順で継手溶接を行ない、その性質を検討してみた。その結果、継手引張り試験の破断箇所は母材であり、また 180° の曲げ試験 (曲げ半径 R=2t, t: 板厚) において欠陥は生じなかつた。したがって溶接部についてもインコネル・クラッド鋼板は十分満足のいく性能を有しているものと思われる。

次にクラッド鋼にした後のインコネルの耐食性について

断力の変化を調査した結果を Fig. 1 に、また大型試験片により全体繰返し加熱冷却を加えた後の剪断力を Fig.

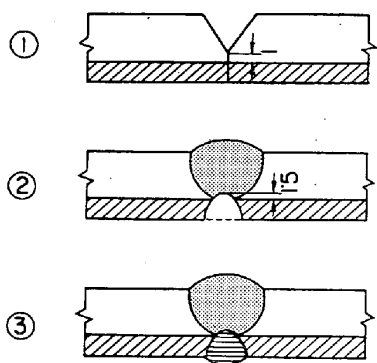


Fig. 3. Welding procedure of inconel clad steel.

Table 3. Comparison of loss weight by corrosion.

	Loss weight by corrosion
Inconel (Before rolling)	0.84 mg/cm ² hr 0.91
Inconel clad (As water-quenched)	2.47 2.68
Inconel clad (Normalized)	0.95 0.79
AISI 304	26.1 29.5
AISI 316L	3.5 2.8

て大まかな比較試験を行なった。

一般にオーステナイト系高ニッケルあるいは高ニッケル・クロム合金を普通炭素鋼板にクラッドする場合、その熱処理法が特に問題となる。すなわちこれらオーステナイト合金に対してその最もすぐれた耐食性を得るためには高温から急冷が望ましいのに対して、炭素鋼の場合は、その板厚あるいは成分に応じてノルマイズやノルマイズ+テンパー処理が必要となる。したがってこの相反する処理を母材およびクラッド材の両方に完全に満足させるのは不可能であるが、今回の試作のように板厚が比較的薄く、しかも加熱時間の短い処理を行なった場合はオーステナイト粒界へのカーバイドの析出はインコネルそのもののカーボン含有量と 900°C 付近におけるオーステナイトのカーボンに対する溶解度を考えあわせれば、インコネルを溶体化処理したときと比較して耐食性におよぼす悪影響はほとんど無いものと予想される。このことを裏づけるために JIS G4304 に規定されている全面腐食試験により、インコネル・クラッド鋼板の耐食性を、溶体化処理を行なったインコネル単体および他の市販オーステナイト系ステンレス鋼と比較してみた。

試験結果を Table 3 に示す。

この試験方法に限っては、Table 3 に示すようにインコネル・クラッド鋼板の耐食性がすぐれていることが確かめられたが、さらに繰返し SR などの長時間加熱を受けた場合や他の腐食環境あるいは溶接部に対する耐食性を確かめる必要があり、現在追加試験中である。

4. 結 言

すぐれた耐熱・耐食合金であるインコネルをより有利に利用することを目的としてインコネル・クラッド鋼板の試作を行なった。その結果、このクラッド鋼板は圧延後ノルマイズ状態ですぐれた性質を有し、溶接も比較的簡単に行なえることが確かめられた。

特に種々の熱的取り扱いに対して剪断力の低下が認められなかつたことは、本鋼板がステンレス・クラッド鋼板と同様の加工法でさらに厳しい腐食環境を要する各種容器などに利用できるものと思われる。

文 献

- 1) INCO, Technical Bulletin. (T-7), p. 10
- 2) たとえば INCO, Handbook of Huntington Alloys

469.002.3

(225) 最近の材料競合の技術史的意義

アジア経済研究所 ○黒岩俊郎

Historical Analysis of Today's Material Competition

Tosiro KUROIWA

1. 緒 言

最近、一般機械、自動車、家庭用電気製品、建材などから日用雑貨にいたるまでの、材料におけるアルミニウム、プラスチックなどの新材料の進出が著しく、鉄鋼、木材など既往の材料が置換されつつある。また一部には材料革新の時代といわれている。この傾向は、わが国ばかりでなく世界的な傾向であり、このような材料置換はいろいろの面に影響するところが大きい。そこでその推移を客観的に把握し、その意義を分析することは、技術の立場、工学研究の方向づけの問題からもきわめて必要なことであり、本調査研究のねらいとするものである。

2. 産業革命前後

産業革命による機械生産がはじまるにつれ、おびただしい部品が生産されるようになった。アシュトン¹⁾は、産業革命の時代を「部品の洪水」の時代とよんでいる。

(1) 産業革命までは主として木材、石材などが主な材料に使われていた。ワットの蒸気機関のボイラーでさえ、主として木材が使われて一部重要なところに鉄の帯がかけられていたにすぎないし、また当時の主要な機械工作機械も、モーズレーの旋盤に鉄が全面的に使われるまでは大部分が木材であつた。

ところが 18 世紀末、ワットの蒸気機関の登場、鉱山の排水への利用、紡績機械の原動機への利用など、いわゆる機械による生産が始まるにつれて事情は急激に変わっていった。つまり人間が直接道具を振りまわしていた運動に代わって、原動機、伝動機、作業機という 3 つの機械要素を人間が使うという運動型態が発生し、それが基本的なものになっていった。こういう 3 つの機械要素が 1 つの動力機械によつて動くという機械生産においては、木材は、その強度、耐摩耗性、硬度において鉄鋼におとる点が弱点となる。だから機械生産が主要な生産になっていくにつれて新たな材料への要求がますます盛ん