

い。一方Cを0.10%および0.15%添加したものはクリープ速度はやや小さくなるが、いずれも40h前後で破断し、Cの添加は本系合金の靱性をいちじるしく害する。

さらにNi 17 および標準の Timken 16-25-6 試料とについて溶体化処理のままおよび700°C 20%の熱冷加工をほどこしたものの曲げクリープ試験をおこなつて熱冷加工の効果を調べたが、Ni 17 は Timken 16-25-6に比していちじるしく強く、かつ両者とも明らかに熱冷加工によつてクリープ速度は減少し、高温強度をますことが認められた。しかしさらに長時間のクリープ試験の結果がどうなるかは明らかでない。

#### IV. 結 言

低 Ni Timken 16-25-6 型合金の熱冷加工ならびに曲げクリープ特性について研究し、つぎの結果をえた。

(1) 本系合金ではN添加量の多いほど溶体化硬度、圧延硬度ともに高く、また600°C~800°Cの範囲では温度の高いほど圧延による硬化は少ないが、概して熱冷加工は常温加工よりも高い硬度を与えることおよびN量の多いほどその傾向のいちじるしいこと、したがって熱冷加工はそれが合金の再結晶温度以下での加工であると同時に何らかの析出を伴っているものであることなどを明らかにした。

(2) 700°Cで500hまで時効せしめても熱冷加工試料は溶体化試料よりなおかなり高い硬度を保つ。加工により析出硬化が促進されるが時効軟化も早められ、700°C 500hではすでに過時効となり始めることから本系合金の熱冷加工は700°C以下で使用する材料にのみ有効であるといえる。

(3) 熱冷圧延加工により合金の断面硬度は不均一となり表層はかなり硬度が大となるが中心部分は軟かいままとなる。

(4) 700°C 20%の熱冷加工によつて溶体化処理のままよりも明らかにクリープ速度は減少し、高温強度を改善する。

(5) 700°C 20%加工試料の700°Cにおける曲げクリープ特性はN添加量と共にいちじるしく改善される。Nを0.3%に一定してNi 13~17%の範囲では15%Niがもつとも優れ、これよりNiが多くても少なくともクリープ速度は増大するがNi量の影響はNほどには顕著でない。一方、Cの添加はクリープ速度を少しく減少するがいちじるしく靱性を害し、比較的短時間で破断するようになる。しかしこの実験の範囲では本系合金は何れも標準の Timken 16-25-6 よりもかなり強い。

### (114) M252の機械的性におよぼすTi, Al, Cの影響

(Ni基耐熱合金に関する研究—Ⅷ)

Effect of Ti, Al and C Content on Mechanical Properties of Alloy M252 (Studies on nickel-base heat-resisting alloys —Ⅷ)

T. Hasegawa.

住友金属工業製鋼所研究部 工 長 谷 川 太 郎

#### I. 緒 言

Nimonic 80AにおいてTiおよびAl含有量が機械的性質におよぼす影響について前報にてのべた。M252についても同様にTiおよびAl含有量が機械的性質に影響することが予想される。またM252は他のNi基耐熱合金に比べ炭素量が高いので、本報ではTi, AlおよびC含有量の機械的性質におよぼす影響についてのべたい。

#### II. 供 試 材

TiおよびAl含有量の影響をしらべるために溶解条件の影響をさけるために真空溶解したM252素材を原料として50%配合し、3kg高周波溶解炉にてTiを3.58~2.55%, Alを1.73~0.69%の間で夫々の含有量をかえた試料12溶解を製作した。また炭素量の影響をしらべるためにC<0.1%の試料を同様に3kg高周波溶解炉で2溶解製作した。試料の化学成分はTable 1に示す。

試料はいずれも3kg鑄塊を15mmφに鍛伸した後Table 2に示す熱処理を施した後クリープ破断試験片を採取した。

#### III. 実 験 結 果

クリープ破断試験条件として①750°C, 26.8 kg/mm<sup>2</sup>, ③750°C, 29.9 kg/mm<sup>2</sup>をえらんだ。以下にこの結果より観察されたことをのべる。

1. Fig. 1は③の試験条件にてTi 3.01~3.58%の場合のAl量のクリープ破断時間におよぼす影響を示す。図によれば、ばらつきはかなり大きいがB処理の場合Al量の増加とともにクリープ破断時間は増加するものと考えられる。G処理では固溶化処理後空冷するものでNimonic 80Aの場合と同様に固溶化処理後の冷却中の析出硬化にAl量が影響しその後の時効による析出硬化へのAl量の影響が減殺される。したがってAlの高温機械的性質におよぼす効果は不明瞭となる。

Table 1. Chemical composition of specimens tested.

No. Charge	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Co	Mo	Ti	Al	Ti+Al atm. %	N $\times 10^{-3}$
N19	0.06	0.28	0.57	0.012	0.002	19.95	53.57	10.28	10.02	2.73	1.09	5.64	15
N20	0.07	0.27	0.63	0.010	0.002	19.86	53.92	9.91	9.86	2.90	1.00	5.77	14
N24	0.16	0.31	0.50	0.011	0.011	19.18	56.20	10.20	9.85	2.55	1.73	5.87	20
N25	0.17	0.29	0.56	0.019	0.010	19.14	55.63	10.29	10.10	2.84	1.07	5.85	18
N26	0.15	0.33	0.54	0.012	0.011	18.99	55.50	10.28	9.83	3.38	1.08	6.52	23
N27	0.16	0.25	0.55	0.015	0.010	19.32	55.48	10.64	9.13	3.10	0.94	5.89	21
N28	0.15	0.36	0.47	0.013	0.008	19.01	55.93	10.16	9.97	3.15	0.69	5.42	25
N29	0.15	0.33	0.54	0.015	0.012	19.27	56.05	10.37	9.20	3.15	0.86	5.77	22
N30	0.15	0.31	0.51	0.015	0.010	18.90	55.71	10.27	9.73	3.15	1.18	6.46	25
N31	0.15	0.28	0.54	0.017	0.014	18.95	55.51	9.99	9.67	3.25	1.58	7.42	14
N32	0.15	0.35	0.48	0.017	0.012	19.21	55.55	10.06	10.33	3.05	1.07	6.09	18
N39	0.16	0.30	0.48	0.016	0.012	19.04	56.62	10.94	9.50	2.71	1.16	5.81	37
N40	0.16	0.32	0.52	0.018	0.010	19.21	55.42	10.79	9.80	3.07	1.19	6.28	32
N41	0.15	0.31	0.39	0.017	0.010	19.21	55.31	10.79	10.00	3.58	1.26	7.07	22

Table 2. Heat treatment of material tested.

Symbol	Heat treatment		
G	1065°C $\times$ 8 h—A C,	760°C $\times$ 15 h—A C	
B	1065°C $\times$ 8 h—W Q,	800°C $\times$ 2.5 h—A C,	700°C $\times$ 18 h—A C

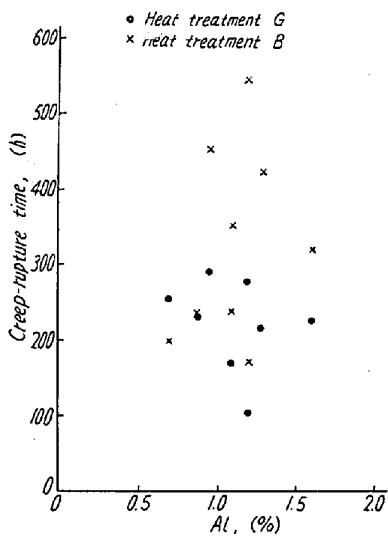


Fig. 1. Effect of Al content on creep rupture life at 750°C and 29.9 kg/mm<sup>2</sup>

2. Fig. 2 および 3 は③の試験条件にて Ti+Al atm % とクリープ破断時間の関係をしめす。熱処理 B では Ti+Al atm% の増加にともなつてクリープ破断時間は長くなるものと考えられる。しかるに G 処理の場合は前項と同様に Ti+Al atm% の影響は明らかでない。

3. クリープ破断後の伸, 絞りは Ti+Al atm% 6.4% 以上となると G 処理では明らかに低くなる。また B 処理では絞りのみは Ti+Al 量の増加によりわずかに低下する。

4. Table 1 によれば同一 Ti+Al 量でもクリープ破

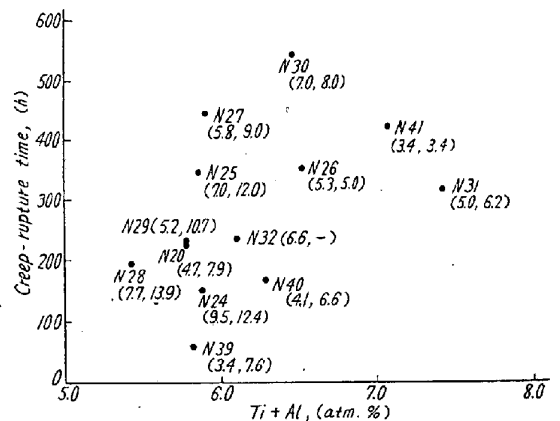


Fig. 2. Effect of Ti+Al content on creep rupture life at 750°C and 29.9 kg/mm<sup>2</sup>

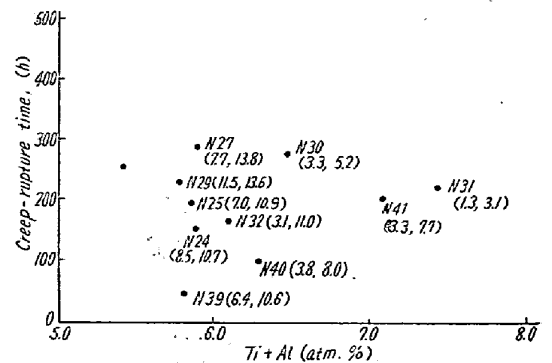


Fig. 3. Effect of Ti+Al content on creep rupture life at 750°C and 29.9 kg/mm<sup>2</sup>

断時間の短い N39, 40 は他より窒素量がいちじるしく高いことがわかる。すなはち M252 でも Nimonic 80A

と同様に窒素がクリープ破断抵抗に影響していることが考えられる。

5. Fig. 4 は炭素量の低い N19 および N 20 と対応する Ti+Al atm% をもつ N24~39 のクリープ破断試験結果を比較してしめす。750°C, 29.9 kg/mm<sup>2</sup> の試験条件では正常の炭素量の試料のクリープ破断時間はその中間の値となつている。

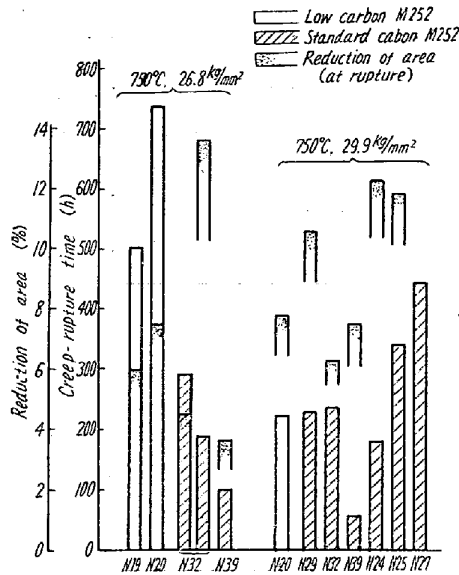


Fig. 4. Effect of C content on creep rupture life at 750°C and 29.9 kg/mm<sup>2</sup>

しかるに 750°C, 26.8 kg/mm<sup>2</sup> の試験条件では明らかにか炭素量の低い試料のクリープ速度は小で、クリープ破断時間は長い。すなわち比較的短時間では炭素量の影響は明らかでないが、長時間では炭素量が低いほうがクリープ抵抗は高くなるものと考えられる。またクリープ靱性では低炭素のほうが絞りがわずかに高い程度で炭素量の影響は明らかでない。

6. 炭素量の低い M252 は正常の炭素量の M252 にくらべ熱処理硬度は低い。また正常の炭素量の M252 はクリープ破断試験前後の硬度をみるとくに窒素量の高い場合は軟化している。しかるに低炭素の M252 ではクリープ破断試験中にほとんど軟化していない。これよりみて M252 は炭素により熱処理硬度は高くなるが、高温で過時効による軟化を生じやすく、窒素もまた同様の作用をしていると考えられる。炭素および窒素はこのようにして比較的短時間の高温強度を高くできるが、過時効を生ずることにより長時間のクリープ破断抵抗を低下させると考えられる。

## (115) 真空溶解の機械的性質におよぼす影響

(Ni 基耐熱合金に関する研究—Ⅸ)

### Effect of Vacuum Melting on Mechanical Properties of Ni-Base Heat-Resisting Alloys

(Study on nickel base heat-resisting alloys—Ⅸ)

T. Hasegawa.

住友金属工業製鋼所研究部

工 長 谷 川 太 郎

#### I. 緒 言

Nimonic 80A の高温クリープ破断特性は窒素および酸素量の影響をうけ、真空溶解によりこれらのガス含有量を低下させることによりクリープ破断抵抗が高くなることは第 7 報にてすでにのべた。本報では Nimonic 80A の外にすでにのべた 5 種の Ni 基耐熱合金の真空および大気中溶解の機械的性質におよぼす影響についてのべたい。

#### II. 供 試 材

供試材は真空溶解<sup>1)</sup>、真空溶解した素材を大気中溶解<sup>2)</sup>、および新鮮原料にて大気中溶解<sup>3)</sup>、の 3 種の溶解法により製作したものでそれぞれの化学成分およびガス含有量を Table 1 および Table 2 にしめす。真空溶解は既報のごとく 100KVA 真空溶解炉により溶解、40 kg 鋳塊に鋳込んだもの、真空溶解素材の大気中溶解は 50 kg 塩基性高周波炉にて溶解し 20 kg 鋳塊に鋳込んだもの、新鮮原料の大気中溶解は 35KVA 高周波炉にてアルミナ坩堝中で溶解 3 kg 鋳塊にいこんだものである。

各鋳塊は 15 mmφ に鍛造して 3 kg 鋳塊でも鍛造比 10 以上としているので鍛錬比の機械的性質に与える影響は無視できる。

各合金は第 5 報にのべた熱処理をほどこした後その後の機械的試験に供した。

#### III. 実 験 結 果

##### (1) ガス含有量

Table 2 によれば真空溶解により大気中溶解にくらべ水素、窒素、酸素が減少することは明らかである。大気中溶解では新鮮原料を素材としたものにくらべ、真空溶解材を素材とした場合は酸素はわずかに低いが、窒素は Nimonic 80A を除き大差なく、水素も大差ない。したがってこれらのガス成分は溶解中に大気中より入ることは明らかである。