

金材技研 1968

科学技術庁

NO.5

ニュース

金属材料技術研究所

金材技研におもう

金属材料技術研究所も今年で創立11年を経過しその内容も充実して、揺籃期を過ぎていよいよ活動期に入ったのである。科学技術の進展は益々その規模と内容を新たにし、所謂第二産業革命期を迎えようとしている。

わが国国民経済の発展の為、国内各層能力の一層の発揚を必要とする時期となったが、政府も科学技術の開発進展に具体的に取組む態勢を固めて「科学技術基本法案」を国会に提出し、その成立に努力している。

国際的には資本自由化の波は滔滔として押寄せてくる。国内の世論もこれを受止める為には、わが国の確固たる科学技術の確立が最も緊要のことと論ぜられている。原子力活用の開発が強力に進められ、又宇宙開発・海洋開発等の大型プロジェクトの開発が夫々強力に進められんとしている。しかしこれらプロジェクト開発を内容的に考察するとき、素材としての金属材料については尚解明を要する幾多の要素が残されている。これらは夫々一つ一つ地道に掘り下げて研究開発に進まなければならない。

最近、橋本所長の御案内で金属材料技術研究所の諸設備を見る機会を得、又研究のテーマ等も詳しく聞くことができたが、数年前に比べて、最新鋭の研究設備が多数整備され、又研究の業績も目覚しい伸張を示されていることは誠に喜ばしい次第である。又基礎研究、応用研究更に技術開発研究にも取組んで努力されている模様を見て、誠に

金属材料技術研究所
運営委員会委員長

湯川 正 夫

心強く感じた次第である。

今後の研究開発に当っては、基礎研究に於ても純理論的無目的基礎研究は大学その他の研究機関にゆだね、当研究所では所謂目的基礎研究として、それぞれ目標を目指しての研究が進められることが望ましいと思う。そして応用研究の部門に最重点を置き、前記大型プロジェクト等の開発のベースとなる金属材料の開発を推進されることを期待したい。更に技術開発研究即ち工業化研究については実験設備も研究所としてはかなり大型のものが必要となり、又研究に必要な材料も大量となる為、出来得れば学会等の共同研究委員会と緊密な連繋を取り、且つ企業各社との共同実施の方向に進むことが望ましいと思う。

今回、政府も技術の自由化に踏み切ったので海外からの技術の進攻も予想されるが、金属材料に関連する部面ではわが国の研究能力、研究成果の活用等は諸外国に較べて決して遜色のないものと考えられるので、充分自信をもって対処し得ると
(次頁へ)



Ni-10wt%Ti 合金の時効初期について

強磁性ニッケル基 Ti 合金の過飽和固溶体からの析出過程は、変調構造→中間相 (face centered tetragonal, $c/a \sim 1$)→安定相 (hexagonal) とされている。時効初期にあらわれる変調構造の存在は X線 Debye-Scherrer 写真における主反射線の両脇に付加的な反射線—side bands—が認められることから確かめられる。このような side bands は、1940年にはじめて Cu-Ni-Fe 合金において発見され、それ以来合金中の溶質原子濃度分布が周期性をもつ変調構造として解釈されている。またその形成機構は一般の析出について考えられている核生成-成長機構とは異ったスピノードル内での分解機構によると信じられている。スピノードル分解の特徴は、核形成に対するエネルギーを必要としないことで、非常に短時間の時効でも微細な析出物が形成される。しかし現在のところ変調構造の形成については不明の点も多く、さらに実験事実の集積を必要とする様に思われる。

一方応用的な観点に立ってこの構造の詳細を調べるのが将来合金開発に役立つ可能性も期待される。すなわち合金中に微細で coherent な析出物が均一に分布して通常の析出物に比較して不均一な coarsening を起しにくい点、スピノードル反応が完了しないうちは他の拡散機構による析出反応が抑制されており、合金中の種々の構造欠陥に影響されずに均一な析出が形成される点などから適当な組成と適当な熱処理条件を求めて、その合金の最良の材料特性を引きだすことが実現できるかも知れないからである。

非鉄金属材料研究部第1研究室では、先に Cu-4% Ti 合金の変調構造について合金の硬さ・引張り強さ・電気抵抗に及ぼす影響を調べた。今回は同様な構造を形成する合金として Ni-10wt% Ti

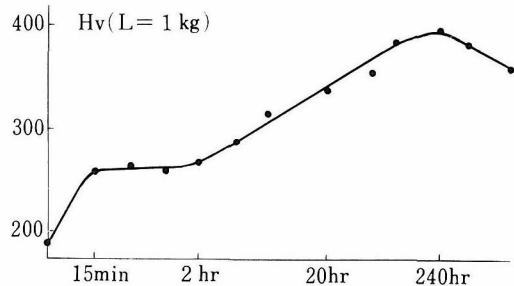
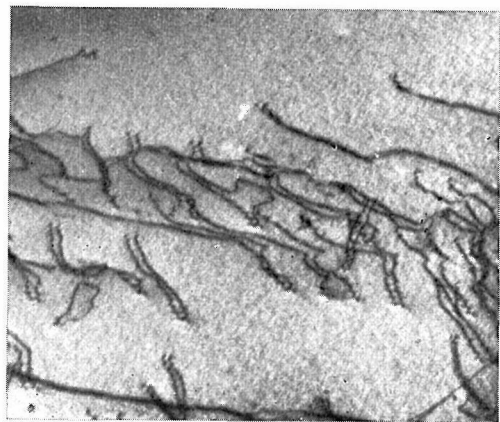


図1 600°C時効における硬化曲線

合金をえらび、薄膜透過電子顕微鏡観察を行なって本合金の時効初期にみられる析出過程について調べた。その結果 600°C 時効において最も時効硬化が著しく、図1に示す様な硬さの変化を示した。最高硬さは240時間時効でえられ、この時析出物の周期は約 300\AA に成長している。硬さは2段硬化を示しており15分時効で急速な一段目の上昇を起している。薄膜観察によってこの段階がすでに周期 100\AA の微細析出物が存在していることが明らかにされた。このとき電子回折図形に規則格子反射が認められ本合金の変調構造が規則化をともなっていることを示している。実際に規則格子に特徴的な対転位が観察される (写真)



(前頁より)

確信するものである。しかし科学技術は日進月歩の時代である。1日も安閑としてはいられない。特に研究成果の実用的活用の面では更に一段の反省と研鑽を要するもので、応用研究から実用化へ

の連繫移行について充分な工夫をこらし技術の総合開発の推進確立をはからねばならない。

金属材料研究所には有能な研究者が多数研究活動に従事されているので非常に心強く感じると共に今後の一層の発展を期待するものである。

高速炉用ステンレス鋼の研究 (2)

—高温下の変形抵抗—

高速炉の燃料被覆管の許容寸法は内径5.6±0.03mm, 外径6.3±0.03mm, 肉厚0.35±0.03mm, 長さ2000⁺⁵₋₀mm, 真直度1mm/2000mmという極めてシビアなものである。その製造には1工程の熱間押し出しと850~900°Cでの焼鈍を含めた13工程の冷間引きを用いているが、前者では例えば約150mm直径のインゴットを1200°C1回の押し出しで内径60mm, 肉厚4.5mmのチューブに成形している。従ってこのような高温下での変形抵抗に対して炭素濃度は如何に影響するだろうか。変形抵抗の大小は材料の加工性の難易の判定に役立つからである。

変形抵抗値の測定は鍛造性試験機を用いて7.5kg-mの衝撃エネルギーで900, 1000, 1100°Cで行なった。その結果は図4のごとくで、いずれの試料にも割れの発生は全くみられなかった。変形抵抗値は低温ほど高く、一定温度では炭素濃度に比例して殆んど直線的に増加して行くが、その勾配は高温ほどゆるやかで、炭素濃度の相違の影響が少なくなることが知られる。そして316鋼は304鋼より常に2.5~3kg/mm²程度変形抵抗が高い。また前報(金材技研—ノース1968—No. 4掲載)の図1で示したように炭素の固溶限は1100°Cでは

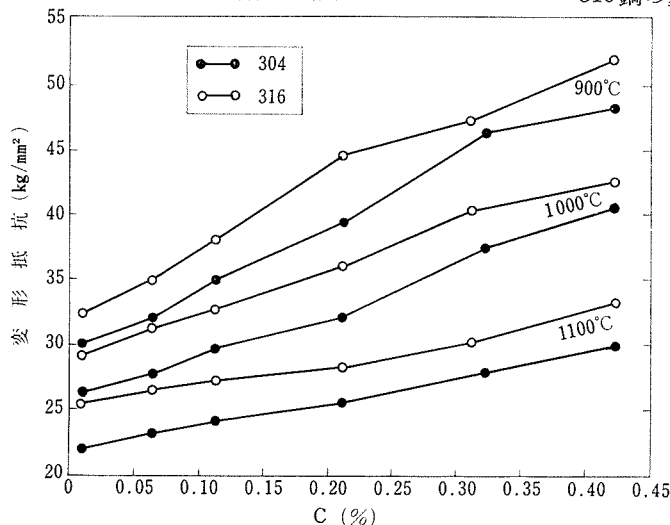


図4 オーステナイト・ステンレス鋼の変形抵抗におよぼす炭素濃度の影響(衝撃エネルギー: 7.5kg-m)

表2 オーステナイト・ステンレス鋼の熱間変形抵抗(kg/mm²)

種類	記号	C%	900°C		1000°C		1100°C	
			実測値	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値
304系	S-1	0.006	30.0	29.8	26.2	26.2	22.0	22.1
	S-2	0.06	31.8	32.3	27.6	28.0	23.3	23.1
	S-3	0.11	34.8	34.7	29.3	29.6	24.0	24.0
	S-4	0.21	39.4	39.4	31.7	32.8	25.3	25.8
	S-5	0.32	46.1	44.1	37.2	36.1	27.7	27.6
	S-6	0.42	48.1	49.3	40.2	39.7	29.8	29.7
316系	S-7	0.006	32.2	32.3	29.1	28.7	25.3	25.1
	S-8	0.06	34.9	34.8	31.2	30.5	26.3	26.1
	S-9	0.11	37.9	37.2	32.4	32.1	27.1	27.0
	S-10	0.21	44.5	41.9	35.9	35.3	28.1	28.8
	S-11	0.31	47.1	46.6	40.2	38.6	30.1	30.6
	S-12	0.42	51.7	51.8	42.2	42.2	32.9	32.6

0.15%までで、それ以上では試料のオーステナイト素地組織中に炭化物が増加して行くが、図4中の1100°Cのデータからは前報の図2中の硬さ変化にみられたような炭化物の存在による大きな異常はみられず、変形抵抗に対して炭素の固溶の影響と炭化物の分散の影響との相違がわずかであることを示している。そこで図4のデータを直線で表示すると304鋼と316鋼は各温度毎に勾配の異なる互いに平行な直線上の値をとるので、例えば316鋼の変形抵抗 K_f (kg/mm²)は炭素濃度 C (%)

$$K_{f(316)} = 32 - 0.35(T - 900) + C \{ 47 - 0.145(T - 900) \}$$

と温度 T (°C)によって次の実験式で示される。304鋼の変形抵抗値は上式の値から900°Cと1000°Cでは2.5kg/mm², 1100°Cでは3kg/mm²を引けばよい。表2は実測値と上式の計算値とを示したもので、二、三の例外を除き、両者は極めてよく一致している。そこで上式の T に1200°Cを用いると変形抵抗値として0.006% Cで21.5kg/mm², 0.11% Cで21.9kg/mm², 0.42% Cで23.0kg/mm²が得られ、かかる高温では炭素濃度の差による相違はほとんどないことが知られる。

クリープデータシート等作成の現況

クリープデータシートとして、各種国産材料について、従来行ってきたもののほかに、43年度あらたに6鋼種を着手することにした。41、42および43年度に着手したものを表1にまとめる。

今年度から、あらたにリラクセーションおよび特殊なクリープ試験を開始する。材料に応力がかかった状態にしておく、時間の経過とともに変形がおこり、応力が弛緩する。これをリラクセーションという。蒸気タービンやガスタービンのボルトの締付力やPC鋼線の応力の弛緩が問題となっている。そこで、高温におけるボルト材のリラクセーションデータシートを求める試験として、弾性付加のあるときとないときの平滑試験片、切欠試験片およびボルト実体について計画している

が、43年度はまず弾性付加のないときの平滑試験片での試験を開始する。

一方特殊なクリープ試験としては、材料力学的立場から、形状効果、寸法効果、あるいは多軸応力の加わった場合などについて行なうものである。クリープにおける形状寸法効果としては試験片の断面の形が異なる場合とか、試験片の軸方向の形が連続的あるいは急激に変化する場合、また試験片の全寸法が相似的に変わったり一部の寸法のみが変わる場合等の試験があるが、43年度には、12Cr鋼について試験片の断面が円形、正方形および長方形の場合のクリープ破断試験を開始する。(材料試験部)

表1 データシート作成材料表(昭和41, 42, 43年度着手したもの)

材 料 名	主 要 成 分	クリープ破断 試験温度(°C)	用 途 と 形 状	着手 年度
板 材				
SB49	0.30% ≥ C	400, 450	ボイラ・圧力容器用鋼板 t ≥ 80	41
SB56M	1.3%Mn, 0.5%Mo	450, 500	ボイラ・圧力容器用鋼板 t ≥ 80	41
ASTM A387D	2.25%Cr, 1%Mo	500, 550, 600	反応容器用鋼板 t ≥ 60	42
SUS32HP	18%Cr, 12%Ni, 2%Mo	500, 550, 600 700, 750, 800	原子炉用鋼板 反応容器用鋼板	42
管 材				
STB42	0.32% ≥ C	400, 450	ボイラ・熱交換器用鋼管 50.8φ × 8.0t	41
STBA12	0.5%Mo	450, 500	ボイラ・熱交換器用鋼管 60.3φ × 9.0t	42
STBA22	1%Cr, 0.5%Mo	500, 550, 600	ボイラ・熱交換器用鋼管 50.8φ × 8.0t	41
STBA23	1.25%Cr, 0.5%Mo	500, 550, 600	ボイラ・熱交換器用鋼管 50.8φ × 8.0t	41
STBA24	2.25%Cr, 1%Mo	500, 550, 600	ボイラ・熱交換器用鋼管 50.8φ × 8.0t	41
STBA25	5%Cr, 0.5%Mo	500, 550, 600	ボイラ・熱交換器用鋼管 60.3φ × 9.0t	42
STBA26	9%Cr, 1%Mo	550, 600, 650	ボイラ・熱交換器用鋼管 60.3φ × 9.0t	43
SUS27HTB	18%Cr, 8%Ni	600, 650, 700	ボイラ・熱交換器用鋼管 50.8φ × 8.0t	41
SUS29HTB	18%Cr, 10%Ni, Ti	600, 650, 700	ボイラ・熱交換器用鋼管 50.8φ × 8.0t	41
SUS32HTB	16%Cr, 13%Ni, 3%Mo	600, 650, 700	ボイラ・熱交換器用鋼管 50.8φ × 8.0t	41
鍛圧材				
ASTM A470F	1%Cr, 1%Mo, 0.25%V	500, 550, 600	蒸気タービン用ロータ胴径 ≥ 800	41
SUS50B	13%Cr, 低C, 低Si	450, 500, 550	蒸気タービン用ブレード 46□	42
ASTM C-422	12%Cr, 1%Mo, 1%W, 0.3%V	500, 550, 600	蒸気タービン用ブレード 46□	41
SUS32B	16%Cr, 13%Ni, 3%Mo	700, 750, 800	高温鋼棒 50~60φor□	42
鋳造品				
ASTM HK40	0.4%C, 25%Cr, 20%Ni	800, 900, 1000	改質塔用遠心鋳造管	42
耐熱合金				
A286	15%Cr, 26%Ni, 1.25%Mo, 2%Ti, 0.2%Al, 0.3%V, 残Fe	550, 600, 650	ガスタービン用ディスク, ロータ, (ブレード)	43
S590	20.5%Cr, 20%Ni, 20%Co, 4%Mo, 4%W, 4%Nb, 残Fe	650, 700, 750	ガスタービン用ブレード	43
Inconel 700	15%Cr, 29%Co, 3%Mo, 2.2% Ti, 3.2%Al, 0.8%Fe, 残Ni	700, 750, 800	ガスタービン用ブレード	43
Inconel 713C	12.5%Cr, 4.2%Mo, 2%Nb, 0.8%Ti, 6.1%Al, 0.012%B, 0.10%Zr, 残Ni	850, 900, 950	ガスタービン用ロータ, ブレード	43
X 45	25%Cr, 10%Ni, 7.5%W, 2%Fe, 1%Mn, 残Co	800, 850, 900	ガスタービン用ブレード	43

(通巻 第113号)

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集発行人 吉 村 浩
印 刷 奥村印刷株式会社
東京都千代田区西神田1丁目1番4号

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号
電話 目黒(719)2271(代表)