

研 技 材

1963

科学技術庁

ニュース

NO.8

金属材料技術研究所

応用冶金学の進展を祈って

製造冶金研究部長・工博 荒 木 透

本年度より製造冶金研究部が発足致し、主として当面鉄鋼材料の製造冶金学に関連した研究に携わることとなった。元来この分野の研究としては、鋳物技術から金属材料の造塊、加工に関する冶金的基础、熱処理、粉末冶金その他の加工処理技術など極めて多岐にわたって行なわれて来ている。私共のしぼった目標からいっても、基礎冶金学的な追究の実験研究から実際製造面、実用面での応用をも考慮して研究を進めねばならず今後とも一層の勉強と成果の積み重ねが必要と痛感する次第である。

同じ分野の研究を専門に進めている部門としては他にも、溶接研究、防食表面処理関係の研究部、研究室があり鉄鋼、金属材料の品質や特性との関連によってそれぞれの研究テーマにベストを尽しているわけであるが、今後とも研究の総合協力化が推し進められるべき情勢にあるといえる。またたとえば、物理、化学の基礎研究部や、鉄、非鉄の材料研究、材料強度、工業化研究などの部門とも縦につながって相互啓発しながら全体としての目的研究の達成に向って邁進しなければならぬものであろう。ここに相互の人間関係の調整が



大きな役割りを有してくる事はどこの社会においても同様のことでありまたきわめて重要なことと思われる。

また鉄鋼業の進歩を例に省みると電子工業におけるトランジスタの開発に見られるように基礎学理に密着した眼ざましいエポックを画するものは見られないが、応用冶金学としての進歩には実際面における競争と

切さたく磨による不断の技術向上によって、やはり立派な業績も多く数えられる。主に生産技術に直結して品質の向上や工程の合理化、コストの低減などの成果が生れて各企業の発展の礎となり、経済進展の原動力となって来たものといえようが、一方において、このような技術の進歩にも頭打ちの感じがあり学理に根ざした独創性や現場現象の理論解析から生れた予報性計画性が今後一層強化されてゆかなければ、応用冶金技術というのは今後他の工業技術の進展に比べてスランプ化するのではないかと恐れる見方もある。

今後とも国の内外をあげて学問と技術との相互啓発が高まり金属材料に関する技術の飛躍向上の時代が来ることを祈り度い。

Cr—Mo 肌 焼 鋼 の 恒 温 変 態 図

熱処理方法の発展とともにその基礎データとして、恒温変態図 (TTT diagram, S curve) もいう) および連続冷却変態図 (CCT diagram) が必要になってくる。ドイツ、フランス、アメリカ、イギリスなどでは恒温変態図集としてまとめたものが発表され、特にドイツ、フランスでは連続冷却変態図もあわせて作成されている。これら図集に採用されている鋼種の中には J I S 規格の鋼種に相当するものがあるが、利用できるデータもあることになるが、実際にそれぞれを比較検討してみると、同一鋼種でもその変態曲線はかなり異なっているものが多い。これは測定方法、供試材、観察組織の解釈などの諸条件の相異によるためと考えられる。

肌焼鋼を渗炭したものについての変態曲線はあまり発表されていないので、自動車用部品 (歯車、ピン、シャフト類) などに渗炭硬化して多く使用される Cr—Mo 肌焼鋼 (SCM22) およびこれを 0.5, 0.65, 1.05% C に渗炭したものについて、渗炭および熱処理の指針とするために恒温変態図を作成した。変態図の作成には熱膨脹計による測定を用いたが、さらに顕微鏡組織観察によって確かめた。図 1 に示すように熱処理研究室で作成した変態図 (図 1 a) は、Max Plank (ドイツ) (図 1 b), IRSID (フランス) (図 1 c) で発表されたものと比較するとそれぞれかなり異なっていることがわかる。25 Cr—Mo 4 は炭素濃度がもっとも高いにもかかわらず変態の開始はもっとも短時間側にある。またペーナイトの終了はこの鋼のみが著しく長時間側にある。SCM22 はパーライト域が狭く、終了が他の 2 鋼に比べて短時間側にある。Ac₃, Ac₁, Ms はほぼ一致している。

0.2, 0.5, 0.65, 1.05% C 鋼 (渗炭鋼) のフェライト、パーライト、ペーナイト変態の開始曲線を図 2 に示す (0.65% C のみは終了線も示す) ただし 0.65, 1.05%

C 鋼は直接パーライトが析出する。フェライトの開始は渗炭炭素量の増加によって著しく長時間側に移行するが、パーライト変態はほとんど変化しない。しかし過共析鋼になると未溶解炭化物のために変態が促進され逆に短時間側に移行する。

ペーナイト変態も炭素濃度の増加とともに、最高変態速度の位置は長時間低温側に移行するが、やはり 1.05% C 鋼では変態が促進されることがわかる。

今後、変態図にもとずいていろいろな変態を行なった場合の物理的、機械的性質を調べていくつもりである。また、すでに述べたように変態図は測定条件の相異などによってかなり異なってくるので、信頼できる変態図を作成するためにはこれらの諸条件を正しく規定する必要がある。そこでこれらの点を考慮しながら各方面の協力をえて精密な変態図集を作成するように計画している。(製造冶金研究部熱処理研究室)

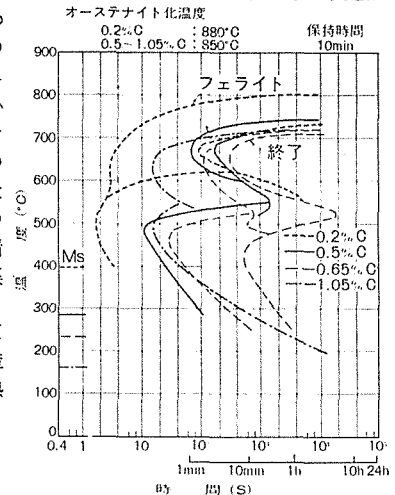


図 2 0.2, 0.5, 0.65, 1.05% C 鋼の変態開始曲線

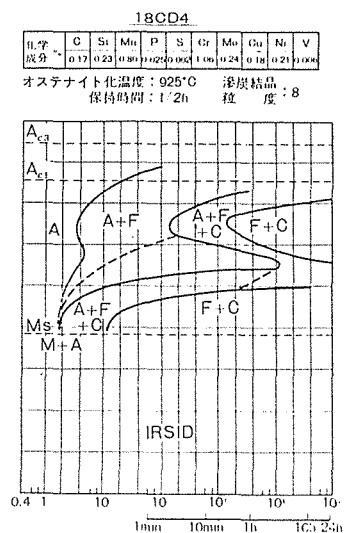
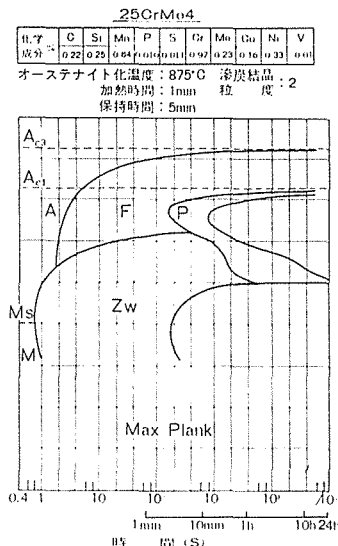
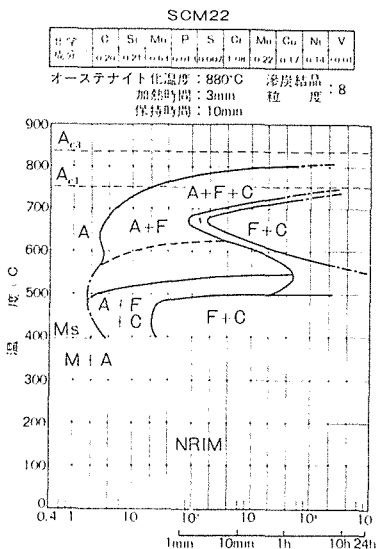


図 1 Cr—Mo 鋼の恒温変態図の比較

《超強力合金鋼の現況について》

科学・技術の高度成長に伴ない、超大型構造物材料および高速機器などの軽量化と材料に対する高い信頼度の要求が提起された。超強力合金鋼はこのような要求に端を発し開発された。超強力合金鋼の性能は主として降伏強さをもって表わし、現在では120kg/mm²程度以上の材料が対象となる。しかし、降伏強さ以外にも同時に配慮しなければならない重要ないくつかの性能が必要である。弾性限、降伏強さを含む応力-歪の挙動および伸び、絞り、衝撃値などは大きな意味をもつ。特に、降伏強さの高い材料では、微小亀裂の伝播に関連した破壊が問題になるので、最近では、鋭い切欠き試片と平滑試片との引張り強さの比をもって広義の靱性を表現することが多く採用され、超強力合金鋼にとってはこの比、すなわち信頼度の高いことが特に大切な性質である。また、化学的性質として耐応力腐食性という大きな問題がある。物理的諸性質も考慮の対象にしばしばあがる。実用面では、被加工性、被削性、溶接性などがもっとも大きな要素として関係することが多い。

超強力合金鋼の用途に関しては、上記の各面から、材質、性能への厳格なくつかの要求が必ず課題にのぼる。材料の重要な特性を選出するには、一部の他の性質の若干の犠牲はやむおえないこともある。

鉄鋼の組織は、オーステナイト、フェライト・パーラ

イト、ベイナイト、マルテンサイトなどに大別でき、そのおのおのの状態は各様の特徴を呈する。強さからいえばおおよそその順に並ぶが、それぞれの最高強さには限りがある。そこで材料の強さを増すために、各種添加元素と熱処理とのいろいろの組合わせによって多くの合金と処理方法が開発され、これに加えてオースフォーミング、マルフォーミングなどの加工法による材料強化も開発され、350~420kg/mm²の引張り強さの成果が報告されている。

このようにして今日までに多数の超強力合金鋼が開発された。その主なものを表に示した。低合金鋼は、超強力合金鋼の中でもっとも低廉であり、しかも強さは他の高合金鋼と比べて比較的高く、最近ではCo、高珪素などの添加により低温焼戻し特性の向上により、昇温での用途に用いられる傾向がみられる。しかし、耐食性、信頼度の点で高合金系超強力合金鋼にはるかにおよびない。

強さが高くしかも信頼度の高いことを望む典型的な分野は航空宇宙技術開発への用途であるが、航空機関係の機体材料としては、全ての軽量化の問題点である、強さ/重量比、を特に高く要求するところから、軽金属材料に眼が向くのは当然である。しかし、マッハ数を越す高

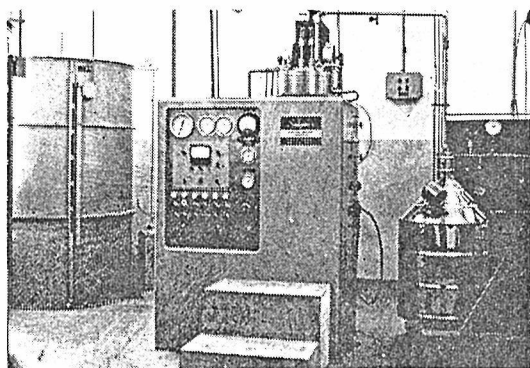
(次頁下段※印につづく)

主な超強力合金鋼の化学組成と常温での主な機械的引張りの性質

	%C	%Si	%Mn	%Cr	%Mo	%Ni	%V	%Co	%その他	降伏強さ kg/mm ² (0.2%)	引張強さ kg/mm ²	伸び %	絞り %
低合金鋼													
4137Co	0.39	1.00	0.70	1.10	0.25		0.15	1.00		160	190	7	
4340	0.40	0.30	0.70	0.80	0.25	1.85				150	180	8	30
Hy-Tuf	0.25	1.50	1.30		0.40	1.80				135	165	14	50
UHS-260	0.35	1.50	1.25	1.25	0.35		0.20			160	190	11	40
300-M	0.43	1.60	0.80	0.80	0.4	1.8	≥0.05			170	200	9.5	34
X-200	0.43	1.50	0.85	2.0	0.50		0.05			145	170	11	
37ChGNW2T	0.37	0.2	1.3	1.5		1.4		0.15Ti, 1.8W,		167	200	9	41
43ChN2W3	0.43	0.2	0.4	1.5		2.3		2.9W		175	224	7	26
45ChN2SW2	0.45	1.05	0.4	1.3		2.3		2.0W		183	231	8	30
F-127 (Si-enr.)	0.4	1.5	1.2	0.7	0.55	2.3				175	202	6	37
熱間工具鋼													
Vascojet 1000	0.40	0.90	0.30	5.0	1.30		0.50			165	200	8	28
Potomac A	0.40	1.0	0.30	5.0	1.0		1.0			160	205	8	37
マルテンサイト系ステンレス鋼													
410	≤0.15	≤1.0	≤1.0	12.5						115	130	18	62
431	≤0.20	≤1.0	≤1.0	16.0		1.9				113	140	16	55
マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼													
17-4 PH	≤0.07	≤1.0	≤1.0	16.0		4.0			4.0Cu, 0.30Nb+Ta	126	136	13	
Stainless W	≤0.12	≤1.0	≤1.0	17.0		7.0			≤1.0Al, ≤0.2N, 1.0Ti	136	147	10	
準オーステナイト系析出硬化型ステンレス鋼													
17-7 PH	≤0.09	≤1.0	≤1.0	17.0		7.2			1.2Al	150	170	9	
PH 15-7Mo	≤0.09	≤1.0	≤1.0	15.0	2.5	7.1			1.1Al	160	170	7	
AM-350	≤0.12	≤0.50	0.90	16.5	2.8	4.5			0.1N	120	140	13	
AM-355	≤0.15	≤0.50	0.95	15.5	2.8	4.5			0.1N	130	150	12	
AM-367	0.03	0.15	0.15	14.0	2.0	3.5		15.5	0.5Ti	160	170		
18Ni Marage	0.03	0.10	0.10		4.8	18.5		9.0	0.1Al, 0.6Ti	200	210	12	55
オーステナイト系析出硬化型ステンレス鋼													
A 286	≤0.08	0.7	1.5	14.8	1.25	26.5	0.30		≤0.35Al, 1.8Ti	70	100	29	37
11NM	0.30	0.50	3.50	18.5		9.5			0.25P	80	120	20	32
冷間加工硬化型ステンレス鋼													
201	≤0.15	≤1.0	6.0	17.0		4.5			≤0.25N	126	150	7	
301	≤0.15	≤1.0	≤2.0	17.0		7.7				128	154	6	

ヘリウム液化装置

液体ヘリウム（沸点4.2°K）を利用した極低温現象の研究は最近20年間に急速な発展を遂げた。その原因としては、熱擾乱がなくなって理論と実験との対応が容易になること、また量子効果が顕著になり超伝導や超流動のような常温で予測できない新現象が発見されたこと等が考えられるが、安全かつ取扱容易な Collins 方式ヘリウム液化装置が普及したこと起因していることも否定

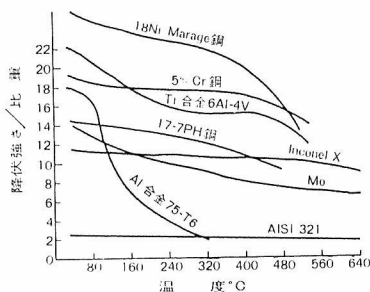


ヘリウム液化装置

（前頁※印からつづく）

速飛行では機体の主要箇所が昇温し、図からもわかるようにもはやアルミ合金では十分でなくなり、また、チタン合金では被加工性に難があるなどから、現状では鉄鋼材料が主として用いられている。

表中の分類系合金はおのおのの特徴を具備しているが、今日もっとも注目されているのは準オーステナイト系および極低炭素マルテンサイト系析出硬化鋼である。



主な金属材料の昇温における降伏強さ/比重の比較 (0.2% offset)

できない。米国 Arthur D. Little 社製 Collins 方式ヘリウム液化装置は米国以外で約 200 台、その10%の20台が日本に設置されたが、今後の研究が日本で活発になることが期待される。

本装置は液化機本体と再精純化装置とから成り、2台の膨脹エンジンと1つのジェルトムソソ弁とを用いてヘリウムを液化し、使用して汚染したガスは再び精製純化して循環できる。主な性能は次のようで、ただし予冷とは液体窒素を用いた時である。

1. 液化機

- 1) 液化能力 予冷なし：4 l/hr
予冷あり：9 l/hr
- 2) 始動時間 予冷なし：約 4 hr
予冷あり：約 2 hr
- 3) 圧縮機 520rpm 15kg/cm² 2台
- 4) 消費電力 25 KVA

2. 再精純化装置

- 1) 純化能力 8m³/hr 150kg/cm²
純度50%の汚染ガスを99.9%以上に純化できる。
- 2) 圧縮機 440rpm 150kg/cm²
- 3) 消費電力 5.5 KVA

これは、強い上に靱性、耐食性、被加工性が良好である点で他の鋼種よりすぐれている。焼鈍状態ではオーステナイトまたは極低炭素含有の軟かいマルテンサイトであって、加工が容易である。次の簡単な熱処理でほとんど完全にマルテンサイト化し、このマトリックスに時効処理を利用して所望の強さをうることができる。航空機械体はもちろん、バネ材などとして精密部品材に相当量が使用されている。

18 Ni マルエイジ鋼は極低炭素マルテンサイトを基にした析出硬化型の超強力鋼である。PH-、AM- 鋼は極度の被加工が可能であるが、加工後の熱処理によって降伏強さは180kg/mm²以上にもなる。しかし、マルエイジ鋼はフォーミングによらずともすでにそれ以上の降伏強さを発揮し、強度と靱性、特に亀裂感受性としての靱性のバランスを失わない。さらに加工と熱処理の適正な組合せにより、一段と強くしかも被加工性のよい超強力合金鋼の位置を占めようとしている。

鉄のホイスカーの引張り強さは1300kg/mm²であると報告されているが超強力合金鋼の研究にこのような現象を見逃すわけにはいかない。従来の経験論的合金学に加えて、今後は転位論的材料強化機構の統一の見地から研究が遂行されれば、将来の飛躍的な発展がみられる余地がある。（製造冶金研究部加工冶金研究室）

（通巻第56号）

編集兼発行人 吉 村 浩
印刷 奥村印刷株式会社
東京都千代田区西神田1の10

発行所

科学技術庁 金属材料技術研究所

東京都目黒区中目黒2丁目300番地
電話 目黒 (712) 3181 (代表)