

焼結鍛造用含Cr低合金鋼粉の製造

焼結鍛造は密度比95%以上の焼結部品を製造する技術として注目され、着実に発展している。その原料粉は従来の粉末冶金用 비해圧縮性がよく、酸素が低いことが要求される。高見掛密度の球状粗粉はこの要求を満たすが、成形性に劣るため実用できない。現在すぐれた特性をもつ焼結鍛造用粉末が強く要望されており、特に鉄粉製造メーカーにおいて開発が進められている。

金属加工研究部では球状粗粉の表層を多孔質にすると成形性が改善される点に着目し、焼結鍛造用低合金鋼粉の研究開発を行っている。一般に鉄および低合金鋼粉を水噴霧法によって製造する場合、粉末表層は酸化物に覆われるため、噴霧後還元処理を施す。市販の噴霧粉は成形性のよい不規則形状に噴霧され、還元処理で圧縮性を向上させるが、この球状粉においては還元処理によって成形性と圧縮性とを同時に向上させる。

この種の含Cr低合金鋼粉は水圧力20~40 kg/cm²、流量50~100 l/minで、+100mesh粉が60~80%の粒度分布をもつように噴霧される。還元処理は800~1,000°Cで行われ、見掛密度を3.5~4.0 g/cm³に調整する。写真は0.6% Cr低合金鋼粉の断面組織を示す。粒子の多孔質表層は密な内部より平均してCr濃度が高く、Crの一部は酸化物として存在すると考えられる。粒子形態、成分濃度分布からみてこの粉末は合金粉というより複合粉である。

圧縮性および成形性は市販の電解鉄粉に匹敵し、たとえば5t/cm²で成形した場合、圧粉

密度約7.0 g/cm³、ラトラ値2%以下になる。(ラトラ値とは成形性を重量減少率で示した値である。)粉末酸素量は0.2~0.3%であるが、黒鉛粉を0.5%配合し、1,200°C、1 hr. 焼結すると0.01~0.02%まで低下する。これに対して水圧力80 kg/cm²、流量200 l/minで噴霧し、900°C、1 hr. 還元した100mesh粉は酸素量が1%と高く、同じ成形条件で圧粉密度は約6.5 g/cm³になる。

従来の水噴霧法より低圧力、低流量で製造され、すぐれた圧縮性、成形性をもつこの種の含Cr低合金鋼粉は、粒度偏析についてなお問題があるが、これが解決されれば焼結鍛造用粉末として実用化が期待される。

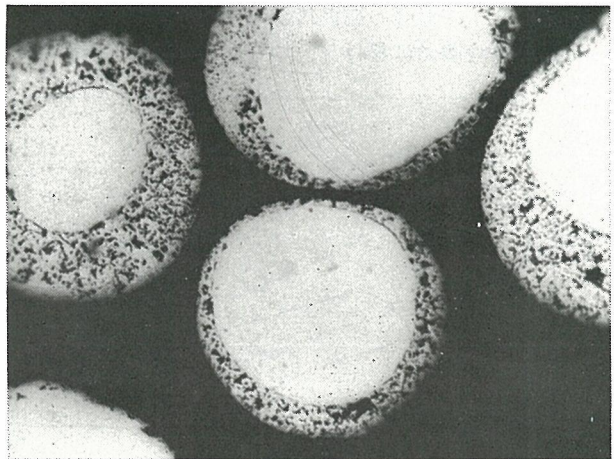


写真 0.6%Cr低合金鋼粉の断面組織

2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼のクリープ挙動

2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼は代表的な高温用低合金鋼としてボイラ管や压力容器などに多く使用されているが、図1に示すように応力-破断曲線に折れ曲がりを生じることが多く、そのため長時間の破断応力の推定を困難にしている。この屈曲を生じる原因についてはもちろんのこと、この鋼種のクリープ及びクリープ破断強さを左右する因子についても不明な点が多い。

クリープ試験部では2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼について系統的にクリープ試験を実施し、ある試験条件下でのクリープ曲線には屈曲を生じ、定常なクリープ領域が2ヶ所存在することを見出したが、このような現象を生じる原因及び破断特性やクリープ変形の律速機構との関連を明らかにする目的で検討を行っている。

2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼の応力-破断時間曲線(図1)は、550°C~600°Cの各温度で逆S字状に折れ曲がりを生じている。このような折れ曲がり現象は十分焼なましや焼もどしを行った材料には生じないが、通常のボイラ管材には多かれ少なかれ見られる。図2及び図3は550°Cの応力-破断時間曲線で折れ曲がりを生じる点より高応力側及び低応力側でのそれぞれのクリープ曲線を示す。高応力側では通常のクリープ曲線を示すが、低応力側ではいずれも約1000時間付近で屈曲を生じている。このようなクリープ曲線の屈曲は応力-破断時間曲線の折れ曲がりと対応し、550°C~600°Cで温度が高いほど短時間側で観察された。

このクリープ曲線の屈曲は試験前に加熱することにより短時間側に移行し、ついには屈曲のない

通常のクリープ曲線となること、屈曲点のArrheniusプロットの勾配と硬さのピークのそれとほぼ一致していることなどから析出などの組織変化に対応する現象であると推論される。また屈曲前後のクリープ速度の応力依存性及び温度依存性が異なっており、別の律速機構によりクリープ変形すると考えられる。

屈曲後の領域では微細なM₂Cが密に析出し、転位はこれらの析出物にからみつき、M₂Cのクリープ強さに対する寄与が大きい。しかし屈曲前はM₂Cの析出も少なく、転位線は直線的であり、M₂Cの効果は小さいが、CやN及びCrやMoなどの固溶量が多いのでこの領域の高いクリープ抵抗はこれらの溶質原子が転位のまわりに偏析し、転位の運動に対して抵抗となるいわゆるIS効果によるものと考えられる。

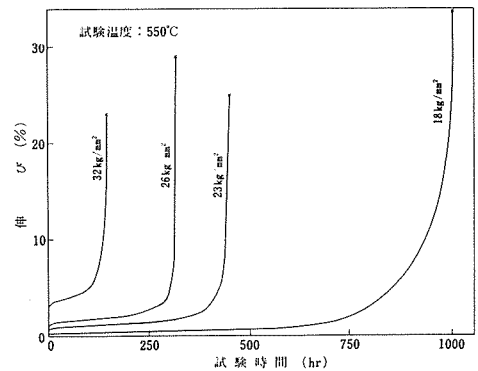


図2 応力-破断時間曲線の折れ曲がり点より高応力側のクリープ曲線

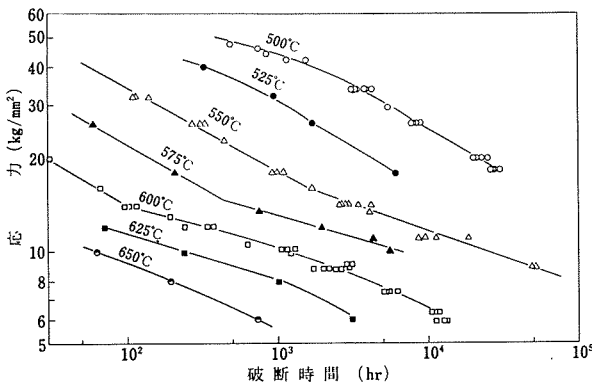


図1 2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼の応力-破断時間曲線

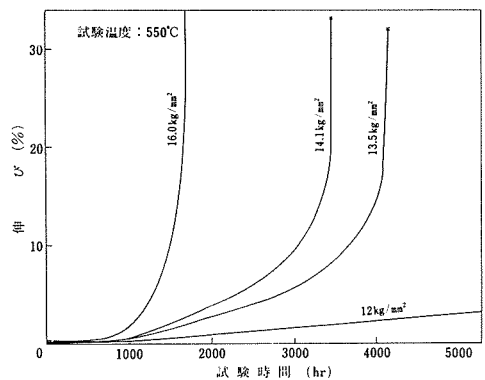


図3 応力-破断時間曲線の折れ曲がり点より低応力側のクリープ曲線

高温水溶液中におけるステンレス鋼の孔食電位

ステンレス鋼の耐孔食性は電気化学的方法によって評価することができる。塩化物を含む溶液中で試料をアノード分極していくと不動態皮膜が破れて急に電流が増加しはじめる電位が存在する。それを孔食電位 (V_c) と呼び、高い値を示すものほど耐孔食性はすぐれている。このようにして求めた V_c は合金成分、塩化物濃度、酸化剤、pH、温度などに依存する。これらの因子のうち、温度の影響についてみると、一般に温度が高いほど V_c は低くなり、孔食を生じやすくなる。しかし、 V_c の温度依存性を求めた従来の研究は 100°C 以下の温度域に限られていた。近年、発電ボイラ、軽水炉、および各種化学プラントなどの高温高压水または水溶液環境での腐食が重要な問題となっている。腐食防食研究部では 300°C までの高温高压水溶液中で電気化学測定が可能なオートクレープを製作し、それを用いてオーステナイト系ステンレス鋼の孔食挙動を調べた。

図1は $25\sim 300^\circ\text{C}$ 、 0.1mol NaCl 脱気水溶液中におけるステンレス鋼 SUS304 のアノード分極曲線を示す。図中の電位は 25°C の SCE (飽和カロメル電極) 基準で表してある。各分極曲線中における電流の急増しはじめる電位を V_c とし、図2にこの

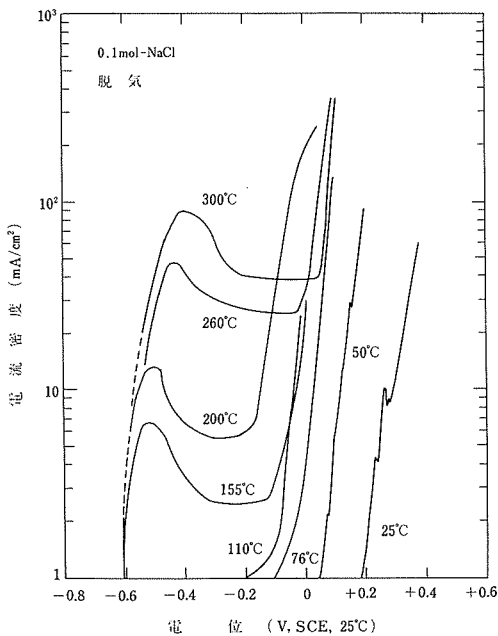


図1 0.1mol NaCl 水溶液中におけるステンレス鋼 SUS304 のアノード分極曲線に及ぼす温度の影響

ような方法で求めた SUS304, 316, 321 の3鋼種について V_c の温度依存性を示す。温度が高くなるほど V_c は低くなり $150\sim 200^\circ\text{C}$ で最も低く、 250°C 以上で再び高くなっている。このことから $150\sim 200^\circ\text{C}$ で孔食感受性は極大であり、さらに高温では耐孔食性が回復することを示している。Mo を含む SUS316 の常温における耐孔食性は大であるが、高温ではその影響は顕著でない。一方、溶液中の溶存酸素の存在はステンレス鋼の自然電位を高い電位域に持ち上げ、それが V_c を越えると自然浸漬状態でピットを生ずる可能性がある。実際に溶存酸素を含む非脱気の 0.1mol NaCl 溶液中で 260°C に昇温し、その間の自然電位の経時変化を追跡した結果、 $150\sim 200^\circ\text{C}$ の温度域で自然電位は V_c を越えていることが明らかになった。 260°C に昇温した試料にはピットの発生が認められたが、これらのピットは $150\sim 200^\circ\text{C}$ の温度域を経過したときに発生し成長したものと考えられる。いったん発生した孔食は孔食保護電位と呼ばれる電位以下に下がらなければ成長し続ける性質を有することが知られており、 260°C に昇温した場合にも $150\sim 200^\circ\text{C}$ 付近で発生したピットが成長し続けた結果と推測される。高温でアノード分極の結果生じたピットは浅く、横に広がり有し、常温で得られる口径が小さく深い典型的なピットとは形態が異なっている。それは高温になると反応生成物の拡散速度が大となり、ピットの成長に必要なピット内部における溶質の蓄積が起りにくいためと考えられる。

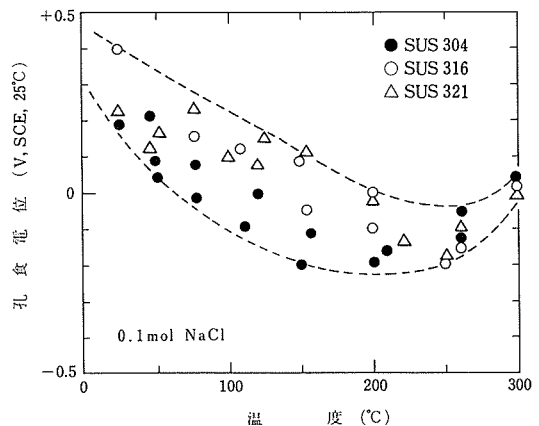


図2 0.1mol NaCl 水溶液中におけるオーステナイト系ステンレス鋼の孔食電位の温度依存性。

【特許紹介】

窒素を含有させた鉄・マンガン・クロム系半硬質磁石合金及びその製造法

公告番号 昭50-7535 (昭和50年3月26日)

発明者 依田 連平

電子工業技術の著しい進歩に伴って、半硬質磁性材料はヒステリシスモーターのような精密機器の制御用高級モータへの需要が増えている。この磁性材料は、通常、保磁力Hc 40~200Oe、残留磁束密度7,000 G以上の磁気特性が要求されている。従来、この種類の材料としては炭素鋼、バイカロイ、アルニコ系合金等が使用されているが、優れた性能をもつアルニコ系合金は加工が困難であり、性能と加工性の両面の優れたバイカロイは原料費高となるなど、それぞれ一長一短がある。

しかし、この発明による合金は、鉄にマンガン5~15%、窒素0.05~0.4%、クロム7%未満を含む合金で、これを高温から溶体化処理後、冷間加

工とそれに続く時効処理によって適当な磁気特性を得るものである。金属組織からみると、マンガン量高めるとともに窒素によって非磁性のオーステナイト相を強めて圧延加工できるようにし、さらに冷間加工と時効処理を行ってマルテンサイト変態による磁気特性を調節するようにした。

この半硬質磁石合金の化学組成はMn 5~15%、N 0.05~0.4%、Cr 7%未満及び残部鉄からなるもののほか、前記組成にMo 4%以下、Al 2%以下、Co 12%以下及びC 0.2%以下の1種又は2種以上を含むものである。さらに、前記組成の合金について950°C以上で熱間圧延後、900~1150°Cで溶体化処理をし、次いで冷間圧延後100~800°Cで時効する半硬質磁石合金の製造法と、前記の溶体化処理後100~800°Cで時効する同製造法を提示している。

この半硬質磁石合金は、特許705,700で公開されているFe-Mn-Cr系永久磁石合金とともに、新技術開発事業団からの委託で日立金属株式会社で実用化されている。

特許出願速報

昭和49年4月1日~50年3月31日(追録)

出願日	出願番号	発明の名称	出願日	出願番号	発名の名称
49.6.5	62819	粉体の輸送方法および装置	49.9.18	106632	バナジウムまたはバナジウム合金の高温耐食性材料
"	62820	粉体の浮遊装置	"	106633	高温高強度構造材用V-Nb-Mo合金
49.6.18	68750	水溶性鋳型	49.9.26	109940	改良された複合法によるNb ₃ Sn超電導体の製造法
49.6.24	72527	超電導V ₃ Ga線材の製造法	49.9.30	113130	金型鋳造用鋳鉄の溶解方法
49.8.8	90318	改良されたV ₃ Ga超電導体の製造法			
49.8.15	92753	強磁性半導体単結晶の製造法			
"	92754	強磁性半導体装置			

◆短 信◆

●海外出張

戸叶 一正 電気磁気材料研究部・主任研究官

超電導材料に関する研究ならびに超電導材料の応用に

関する調査研究のため昭和50年8月1日から昭和51年7月31日までアメリカ合衆国マサチューセッツ工科大学他へ出張した。

通巻 第200号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 林 弘
印刷 株式会社 ユニオンプリント
東京都大田区中央 8-30-2
電話 東京(03)753-6969(代表)

東京都目黒区中目黒 2丁目 3番12号
電話 東京 (03) 719-2271 (代表)
郵便番号 (153)