

金材技研

1979

科学技術庁

N0.2

ニュース

金属材料技術研究所

化合物超電導線材の新製法

超電導の利用が進むにつれ、臨界温度 T_c および臨界磁界 H_c の高い化合物系超電導材料の開発が要望されている。たとえば各国で大容量化がはかられている超電導発電機や、わが国を中心に開発が進められている超電導磁気浮上列車では、 T_c や H_c の高い超電導化合物線材が実用化されると技術上、経済上きわめて有利となる。しかし、これらの応用には化合物系材料の欠点である機械的に脆い点を克服し、靱性にとんだ、取り扱い易い線材を開発せねばならない。

電気磁気材料研究部では、これらの要求に基づいて溶解法による化合物超電導体の新しい線材化

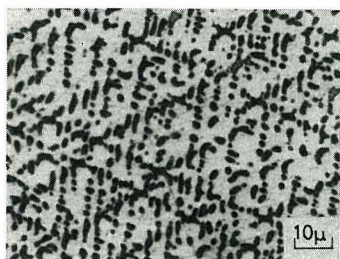


写真1 Cu-V-Ga合金の鑄造組織、黒い部分がV基合金相、白い部分がCu-Ga合金相

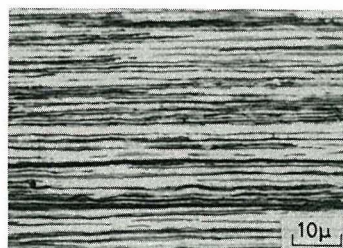


写真2 Cu-V-Ga合金の加工組織

法の研究を行っている。たとえば、Cu-V-Ga 3元合金を溶解すると写真1に示したようにV基合金相がCu-Ga合金の母相内に微細に分散した2相組織がえられる。これを圧延あるいは線引加工すると、写真2のよ

うに非常に細い多数のV基合金繊維が分散した組織となる。これを約500℃で熱処理するとV繊維とCu-Ga合金相が反応して V_3Ga 繊維が形成される。図1にはこのCu-V-Ga合金超電導線材の磁界-臨界電流特性を示す。現在までにえられた T_c は約13K、4.2Kにおける H_c は約19T（Tは磁束密度の単位で $10^4 G$ に等しい）、線材全断面積についての10Tにおける J_c は約 $1 \times 10^4 A/cm^2$ である。

T_c 、 H_c を高めるにはGa濃度を、また低磁界の J_c を増すためにはV濃度を高めればよいが、加工性を考慮するとVとGa濃度の和は約30原子%が適当である。今後、鑄造組織の微細化や加工率の増加などにより特性がさらに改善されるものと期待される。

一方、本製法で作製した超電導線材を、4.2Kにおいて引張り試験を行った結果、応力による J_c の劣化が極めて少ないことが実証され、実用に適した化合物系超電導線材を製造しうる見通しがえられた。また本製法によれば、従来の複合加工法において多数のV芯とCu-Ga合金を複合させる複雑な加工工程が省略出来るため、製造コストが軽減される。なお、同様な溶解法は V_3Ga などの β -W型化合物のほか、ラーベス型化合物 V_2 (Hf, Nb), NaCl型化合物NbCなど他の超電導化合物の線材化にも当研究部において適用され、成功をおさめつつある。

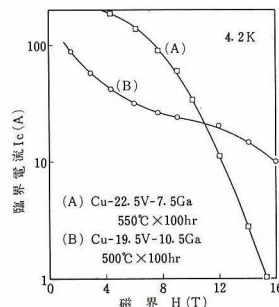


図1 Cu-V-Ga合金超電導テープ(150 $\mu m \times 3.0 mm$)のH-Jc特性

水道水配管の腐食と水質

生活の高度化に伴って水の需要は増加の一途をたどっているが、水質汚濁も著しく、きれいな水の確保がますます困難になっている。しかし、高度な水処理技術や水道関係者の努力によって、ともかくも飲料しうる水として供されている。このようにして浄化された貴重な水が配管の腐食による漏水事故や、赤水発生のため無駄に放水されたりすることのないように努めなければならない。

腐食防食研究部では水道水配管の腐食に伴って生ずる赤水発生や水漏れなどの問題を取りあげ、とくに配管材料の腐食と水道水の水質との関連を明らかにすることを目的として研究を行っている。わが国の水は典型的な軟水であり、欧米その他でみられる硬水とは水質的に異っており腐食事象にも著しい差異がある。硬水を使用しているところでは管内面に炭酸カルシウムが沈着することによって腐食は軽減されるが、軟水ではこのような効果は期待できず、水の腐食性は大である。一方、配管材料としては亜鉛めっき鋼管(白管)、鉛管、銅管などの古典的な材料のほか、硬質塩ビ管、塩ビライニング鋼管、ポリエチレンライニング鋼管、およびステンレス鋼管など多種にわたる。これらの配管材料も耐食性、機械的強度、作業性、経済性などの面からみると一長一短を有している。従って、われわれは水質や使用条件によって、これらの材料を適材適所に使用することを考えなければならない。亜鉛めっき鋼管は安価な材料として広く利用されてきたが、近年、ビル配管において赤水発生が多くみられるようになってきている。そこで、比較的早期に亜鉛めっき層が消失した事例、及び長期間にわたって亜鉛めっき層が残留し耐食性を示した例について水質分析を行った。その結果、表に示すごとく伏流水、浅井戸を利用し酸度が高く、従ってpHが低い水で耐食性が劣り、pH

が高い水では十分な耐食性を示すことがわかった。一方、呼び径が15A(内径16.1mm ϕ)および20A(21.6mm ϕ)、長さ10cmの亜鉛めっき鋼管を連結した試験配管に水質を調節した3系統の水道水をそれぞれ一過式に通水して鋼管の重量減から腐食速度を求めた。その結果、図に示すごとく亜鉛めっき鋼管の耐食性はpHが低いほど悪く、少なくともpH7以上であることが望まれる。また亜鉛めっき層の耐食性は流速によっても影響され、管径が小さく、従って流速の大きい15A管において腐食速度が増大した。近年、水質の悪化に伴って浄水場における水処理に際して硫酸ばん土の使用や、塩素ガスの吹込み量が多くなり、その結果、浄水のpHが低下する傾向にある。この点からしても亜鉛めっき鋼管

の耐食性にとって不利となっており、亜鉛めっき層の耐食性を長期にわたって維持するためには、pHを7以上に回復せしめることが必要であると考えられる。

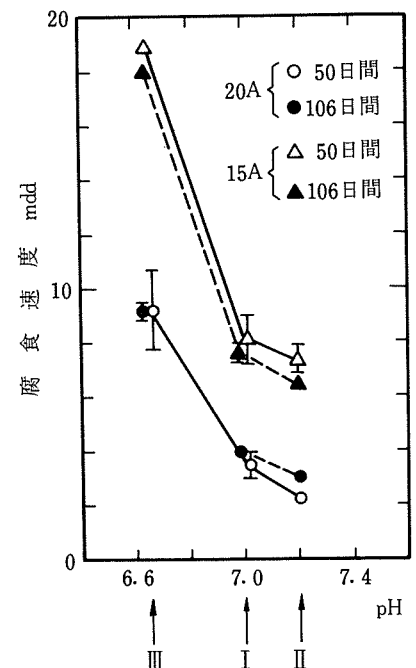


図 pHを変えた流通水道水による亜鉛めっき鋼管の腐食速度：流速5.5～9.3m/分

表 水質分析結果 (mg/l)

事例		pH	導電率 ^{**}	アルカリ度 [*]	酸度 [*]	Ca硬度 [*]	Mg硬度 [*]	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	溶性ケイ酸
1	伏流水	6.45	180	31.2	43	48.0	11.9	5.1	28	9.8
2	上水	6.6	393	126.2	47	64.4	54.6	17.6	27	35
3	地下水	8.45	82	33.0	—	15.6	8.9	2.8	tr	31

*) CaCO₃としてmg/ℓ

**) $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25℃)

事例1, 2は亜鉛層が保護性を有しない場合, 事例3は亜鉛層が残存したときの例。

モリブデン材の低温延性におよぼす微量炭素付加の効果

モリブデンは将来の核融合炉第1壁、高温ガス炉熱交換器用高温材料として候補に挙げられているが、鑄塊、再結晶材あるいは溶接材といった結晶粒が粗大な場合には結晶粒界が非常に脆く常温付近で粒界破断する。この改善がモリブデンの実用化への大きな課題となっている。このような粒界脆化は、経験的に溶解時での適量の炭素添加、あるいは浸炭により抑制できることが知られているが、粒界脆化の本質やその抑制機構については十分には明らかにされていない。

原子炉材料研究部では、市販の焼結モリブデン板（炭素、酸素、窒素含有量は夫々7, 20, < 5重量ppm）を用いて、その再結晶材および電子ビーム溶接材の延性—脆性遷移特性を向上させるために微量炭素付加の効果を詳しく調べてきた。

炭素付加は固体浸炭法により行なった。素材表面に適量の炭素を真空蒸着後、真空焼鈍炉中で一定の温度、一定の時間均一化焼鈍を行ない、微量

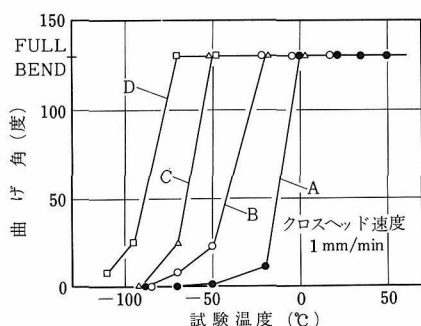


図1 浸炭前および浸炭後の再結晶材の曲げ試験結果

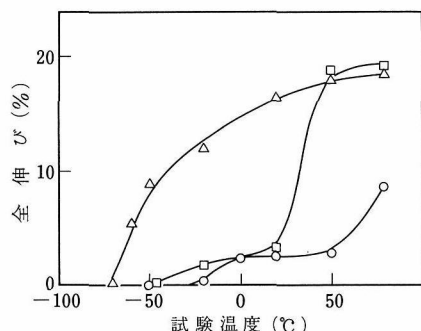


図2 溶接材の引張試験結果の1例

の炭素を素材の結晶粒界に均一に分散させた。図1に浸炭前（図中A材）および浸炭後（B, C, D材；炭素量は夫々13, 15, 24 ppm）の再結晶材の曲げ試験の結果を示す。また破断した試料の破面の走査型電子顕微鏡写真を写真

に示す。微量の炭素付加により延性—脆性遷移温度(DBTT)が著しく低温側に移行し、低温域での延性が向上することがわかる。また炭素付加により破面の様相が典型的な粒界破断型（左側）からへき開破断型（右側）に変化した。炭素付加材では、部分的に見られる粒界破断面上に細かい炭化物が観察された。以上の低温での延性向上および破断様相の変化は、粒界の破断強度が炭化物によって著しく上昇し、その結果割れが粒界あるいは粒内を伝播するために要する応力が増すことによると解釈できた。

図2はビード・オン・プレート方式という方法で電子ビーム溶接したモリブデン材の引張試験結果の1例を示したものである。溶接条件は、溶接電圧50kV、溶接電流50mA、溶接速度180cpm、真空度約0.013Pa(10^{-4} Torr)であった。炭素付加後溶接したものは（図中△印）炭素付加しないで溶接したもの（○印）あるいは溶接後溶融部、熱影響部のみに炭素付加したもの（□印）に比べて特に低温域において延性が優れており、再結晶材の場合と同様にDBTTの低温側への移行が認められた。溶接材に対する炭素付加の効果は、溶融部の粒界の強化による低温での溶融部の延性向上と、それに伴う熱影響部、母材部の伸びの増加の両者による。

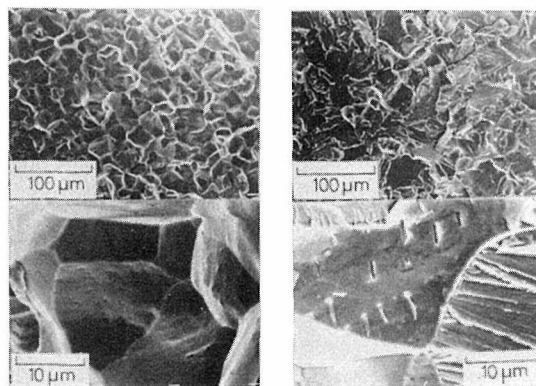


写真 破面の走査型電子顕微鏡写真。

左図：浸炭前再結晶材（炭素量7ppm）

右図：浸炭後再結晶材（炭素量24ppm）

【特許紹介】

アーク溶接における アーク発生位置の検出方法

発明者 稲垣道夫, 岡田 明
公 告 昭和51年6月24日 昭51-20390
特 許 昭和52年3月 第847259号

この発明は溶接アークの周辺に分散している拡散電離気体を検出することによってアークの発生位置を検出する方法である。

アーク溶接においては図1のように被溶接物1と電極2との間でアーク4を発生させるが、被溶接物上のアークの発生位置は被溶接物の溶融位置や溶融の度合に大きく影響をおよぼし、このアークの発生位置を正確に知ることは溶接の自動化を行なう上できわめて重要である。

そこで本発明ではアークの周辺に検出電極6を一部絶縁管7で覆って設置し、拡散電離気体による電位分布を計測したりあるいは電離気体を捕獲することにより、アークの位置を感知することを可能にした。図2はこの測定結果の一例を示すもので、このようなアークの位置と検出電極電圧との特性曲線をあらかじめ調べておけば、アークの位置を推定することが可能となる。

上記は最も簡単な例であるが、使用条件に応じて検出電極の数やその設置位置を適当に組合せることにより安定にかつ精度よくアーク発生位置を検出することができる。

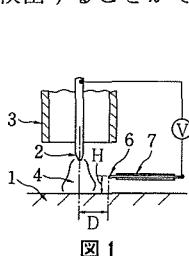


図1

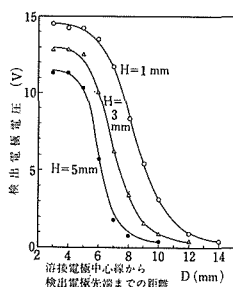


図2

磁粉探傷用の耐酸化性磁粉

発明者 伊藤秀之, 木村勝美, 故田村皖司
公 告 昭和51年8月27日 昭51-29695
特 許 昭和52年8月22日 第877684号

この発明は、比較的高い温度で行う磁粉探傷試験に使用する耐酸化性磁粉に関するもので、200～400℃の探傷において安定して使用できる磁粉を提供するものである。

磁粉探傷試験方法は、磁性体の表面欠陥を感度よく検出できることから、鋼溶接部の欠陥検査に広く用いられている。最近、压力容器など厚肉の溶接部では、溶接作業の中間あるいは冷却による割れ発生を防ぐ上から、溶接直後の200℃以上における高温探傷が必要とされている。しかしながら、従来使用されている磁粉を200～400℃の場合に適用すると、磁粉の急激な酸化、変色あるいは凝集が生じ、欠陥の磁粉模様の形成あるいは識別が妨げられて欠陥の検出が極めて困難となる。

この発明による磁粉は、探傷に必要な磁性及び耐酸化性を備えたもので、クロム3～35%、けい素2～25%、アルミニウム2～23%のうちの1種または2種以上(1.5～35%)を含み残部が鉄より成る合金粉末、および上記の鉄成分をニッケル、モリブデン、チタンと置換(6.5%以下)した合金粉末である。

耐酸化性磁粉の粒度は、耐酸化性及び熱気流による飛散を防ぐためには粗い方が効果的であるが、微少な欠陥の検出の上から50μ程度が最も好ましい。実験によれば実用上約150μ以下であればよい。また、400℃までの実験では常温と殆んど差のない磁粉の付着及び色あいを示し、200～400℃の温度において十分な欠陥検出性能を有することが確かめられている。

◆短 信◆

●名誉会員

荒木 透 所長

昭和53年11月29日ラテンアメリカ鉄鋼協会の名誉会員に推挙された。

通巻 第242号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 保 坂 彬 夫
印 刷 株式会社 三 興 印 刷
東京 都 新宿区 信濃町12
電話 東京 (03)359-3811(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