

金材技研 1976

科学技術庁

NO.8

ニエース

金属材料技術研究所

超電導強磁界発生装置

強い磁界は、核融合、MHD発電、エネルギー貯蔵、磁気分離などの新技術の実現に必要であり、また、各国の強磁界センターで物性、原子核、生物物理などの諸研究に盛んに使用されている。これらの強磁界発生装置は省エネルギーのため超電導化されるすう勢にあるが、電気磁気材料研究部で設置を進めてきた超電導強磁界発生装置が本年2月の試運転で所期の性能を得て完成された。本装置は写真1に示したように強磁界超電導マグネットとヘリウム冷凍液化機より構成されており、後者はマグネットを室温から約10Kまで冷却するためと液化ヘリウムの供給に使用される。

写真2に示した超電導マグネット本体は外層および内層の2重構造になっており、外層マグネットは Nb_3Sn 超電導テープで作られ、単独で160mmφの空間に135kOeの磁界を発生する。内層マグネットは V_3Ga 超電導テープで作られ、外層マグネットの中に挿入されて31mmφの空間に175kOeの磁界を

発生する。この値は従来の鉄心電磁石の約30kOeはもとより、Nb-Ti合金超電導マグネットの約80kOe、 Nb_3Sn 化合物超電導マグネットの約150kOeを凌駕する超電導を利用した磁界発生の新記録である。この性能は当研究所で開発された強磁界特性のすぐれた V_3Ga 超電導テープの実用化により達成された。175kOeの磁界を銅マグネットにより発生するには約7000kWの電力と毎時約5000ℓの冷却水を必要とする。本超電導マグネットの電力消費は電流リード部の抵抗による1kWに冷凍液化機の平均所要電力を加えても約15kWにすぎない。

なお、本装置には強磁界中で試料温度を1.5Kから室温まで変化するクライオスタットも近く組込まれる予定で、今後超電導材料や磁性材料などの性能試験に役立つとともに、さらにすぐれた超電導線材の開発によって発生磁界値が高められることが期待される。

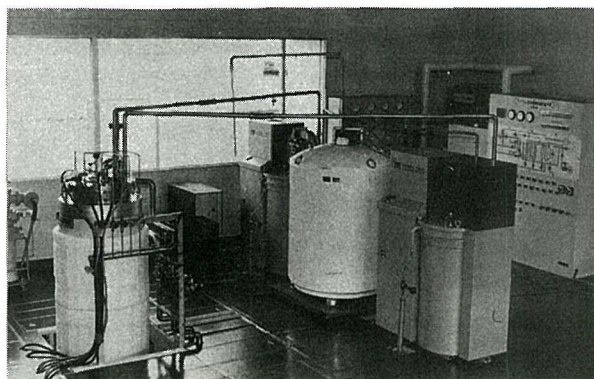


写真1 強磁界超電導マグネット（左側）とヘリウム冷凍液化機（右側）

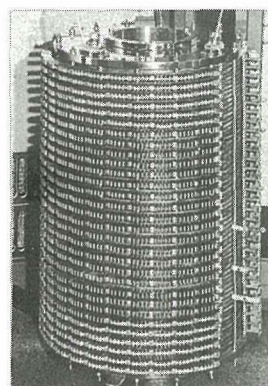


写真2 強磁界超電導マグネット本体（長さ約600mm、直径約400mm）

酸素飽和ナトリウム中のバナジウムおよびバナジウム合金の腐食挙動

バナジウムおよびその合金は高速中性子による損傷が少なく、また高温機械的性質が良好なため、ナトリウム冷却高速増殖炉の燃料被覆材に有望とされている。しかし、これらは酸素を含む液体ナトリウム中で腐食しやすく、密着性の悪い表面腐食生成物の生成によるやせ細り、および酸素の吸収による脆化などの問題がある。

高速増殖炉の燃料被覆材用としてバナジウム合金を使用する場合には、高温（約700℃）、高純度（酸素濃度約1 ppm）のナトリウムループ中での耐食性試験が必要である。しかし、ループ試験には長い時間を要するため、原子炉材料研究部では、まず酸素飽和液体ナトリウム中のバナジウムの腐食挙動および2元合金化による耐食性改善の可能性を調べた。

温度450℃の酸素飽和ナトリウム（酸素濃度約1,200ppm）に浸せきしたバナジウムの表面腐食生成物にはナトリウムが含まれることをEPMAのX線映像から、また腐食生成物には Na_4VO_4 が、腐食生成物を除いたバナジウムの表面には V_2O_5 が存在することをX線回折（図1）から確かめ、表面の酸化と酸素の吸収とが同時に進むことを明らかにした。また、 Na_4VO_4 が450℃以上では保護皮膜とならないことを示した。

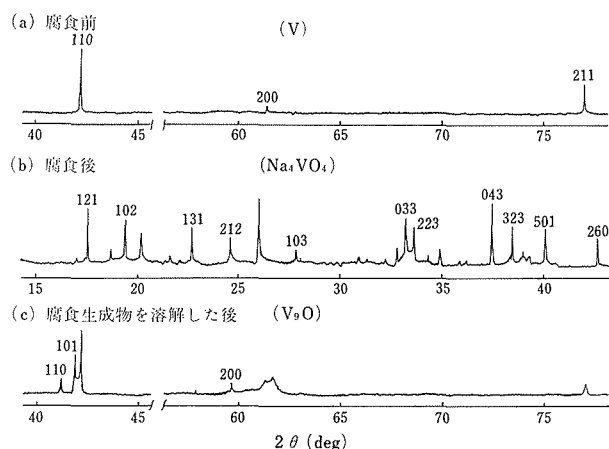


図1 バナジウム表面のX線回折図（温度450℃の酸素飽和ナトリウム中に24時間浸せき）

腐食生成物中のバナジウムおよび合金添加金属量は原子吸光法によって定量した。温度450℃の酸素飽和ナトリウムに浸せきしたバナジウムおよびバナジウム基2元合金の単位表面積当りの腐食生成物中のバナジウムおよび合金添加金属量の和と合金組成との関係を図2に示す。バナジウムの場合に比べてクロム、アルミニウム、鉄およびモリブデンを添加した場合にいずれも腐食生成物の量が減少する。その傾向はモリブデンを加えた場合に顕著であり、とくにモリブデンを多量に添加したV-50重量%Moでは腐食生成物が極めて少ないことがわかる。多量の酸素を含むナトリウム中でクロムおよび鉄はそれぞれ NaCrO_2 および Na_4FeO_3 を生成することが知られており、またアルミニウムは酸素との親和性が極めて大きい金属である。一方、モリブデンは酸素溶解度が小さく、ナトリウム中で Na_2O を含んだ複酸化物をつくりにくいいため、バナジウム-モリブデン合金ではバナジウムの腐食の進行とともに合金表面に近い薄い層のモリブデン濃度が増して耐食性が良好になるものと思われる。

以上の結果をもとに各種バナジウム基合金についてナトリウムループ実験を継続中である。

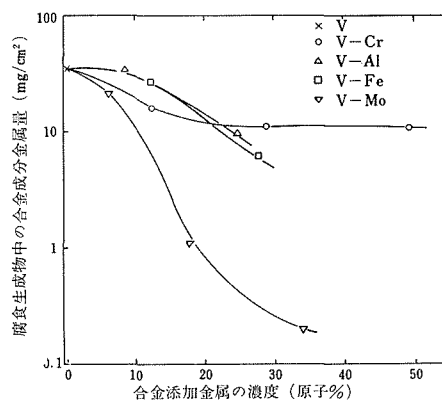


図2 バナジウムおよびバナジウム基2元合金の単位表面積当りの腐食生成物中のバナジウムおよび合金添加金属量の和と合金組成との関係（温度450℃の酸素飽和ナトリウム中に2.5時間浸せき）

高周波溶解遠心鑄造法による発光分光分析用鉄鋼試料の調整

光電測光発光分光分析法は多元素の同時定量に適し、日常管理分析に不可欠である。しかし、本法は切削片、小片ブロック状の試料、不均質な試料などには不適當であり、また、熱履歴によっては適用が難しい。結局、これらは従来の化学分析に頼らざるを得ない。金属化学研究部では、分析の能率向上を目的として、これらの問題点解決のために試料作製への高周波溶解遠心鑄造法の適用について研究を行っている。

高周波溶解遠心鑄造装置（フィリップス社製、PV-8910形）は溶湯の迅速冷却により、発光分光分析に適する白銑化された銑鉄試料の調整が可能である。しかしながら、本実験においては炭素含有量の多い銑鉄試料の場合、割れの現象がみられた。検討の結果、とけ落ちてからの加熱時間を長くし、鑄込み遅れ時間を短くすることにより割れを防ぐことができた。一方、溶解時間が長くなると、マンガンが低値を示すが、これは脱酸剤としてのアルミニウム添加量を増やすこと（0.3～0.7%）により解決された。マンガン定量値に対する溶解時間とアルミニウム添加量との関係は図に示す通りである。マンガンの損失に対するアルゴン流量の影響も大きく、脱酸剤量0.3%および0.7%の場合、それぞれ4ℓ/minおよび2ℓ/min以上が必要であった。また、溶解時間が長びくことにより、クロムのわずかな揮散およびアルミナーシカ系るつばからのけい素の汚染が確認された。通常の溶解時間内ではクロムに関しては問題なく、けい素の汚染も約70秒以内の溶解により、かなり防止できた。

銑鉄の再溶解において、炭素、りん、いおう、けい素、マンガンに関しては満足すべき定量結果

表 電解鉄希釈法による耐熱合金鋼(J.S.S.680-1)の分析結果

希釈率	クロム (20.99%)	ニッケル (32.44%)	マンガン (1.37%)
1 : 10	21.0 20.9 } 21.0	32.6 } 32.8 32.9 } 32.8	1.38 } 1.38 1.38 } 1.38
1 : 20	20.9 20.5 } 20.7	32.8 } 32.8 32.8 } 32.8	1.37 } 1.37 1.37 } 1.37
1 : 30	20.9 20.9 } 20.9	32.7 } 32.7 32.6 } 32.7	1.40 } 1.40 1.40 } 1.40

を得た。また、低合金鋼の再溶解試料では、炭素、けい素、マンガン、ニッケル、クロム、モリブデン、バナジウム、銅の定量において、くり返し精度および正確さ共に良好な結果を得た。

高濃度成分を含むために適当な標準試料がない場合とか、試料量が少ない場合には発光分光分析による定量は不適當である。このような試料については電解鉄で希釈溶解して試料調整することを検討した。

低合金鋼を電解鉄で(1:1)、(1:2)、(1:3)、(1:4)に希釈再溶解したところ、炭素、けい素、マンガン、ニッケル、クロムおよびモリブデンの定量に良好な結果を得た。しかしバナジウムは希釈率が増加すると若干低値を示した。通常の再溶解試料は最低25 gを必要とするが、電解鉄希釈法を用いれば、5 gで試料調整が可能であることを示している。

高合金鋼である耐熱鋼の電解鉄希釈試料の分析結果を表に示す。(1:10)、(1:20)、(1:30)の希釈率で、ニッケル、クロム、マンガンの定量に満足すべき結果を得た。また、ステンレス鋼に関しても同様に満足すべき分析結果を得た。

以上のように高周波溶解遠心鑄造法および電解鉄希釈法を適用した同鑄造法は試料の形状、量、高濃度成分含有量などに制限されることなく、発光分光分析が可能であり、依頼分析などに寄与することが大である。

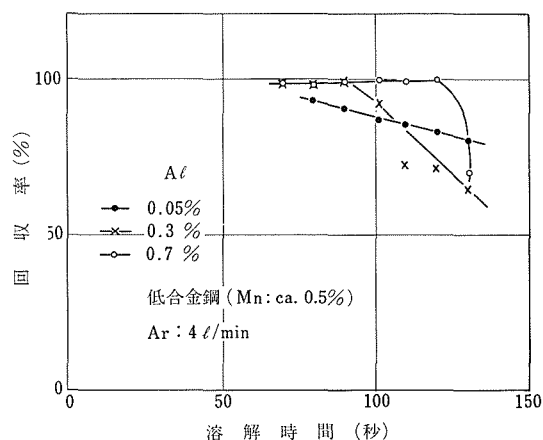


図 マンガン定量値に対する溶解時間およびアルミニウム添加量の影響。

【特許紹介】

鉄系強化焼結体

出願公告 昭和50年11月26日 昭50-36609

特許 昭和51年5月24日 第815741号

発明者 田村皖司, 西田卓彦

この発明はFe-C-Mn-V系焼結体に関するもので、焼結体の空孔周辺のマトリックスにバナジウム炭化物を微細に析出させることによりこれを強化したものである。

鉄系焼結体の機械的特性を向上させるためC, Cu, Ni, Mn, Cr, Mo等の元素が利用されている。これらの元素の添加量は、焼結体の用途に応じて調整されるが、総じてかなり多量の添加が必要であり、その強化のためには再加圧、再焼結、焼入れ焼もどし、ホットフォーミング等の加工や熱処理が行われている。

この発明の焼結体は、化学組成がC0.15~0.80%, Mn0.30~2%, V0.15~1.20%である。Mnと

Vの複合添加により焼結後の冷却過程で焼結体の空孔の周囲のマトリックスに微細なバナジウム炭化物が析出し、焼結体の素地を強化するので従来のものに比較して添加元素が少量でその効果を奏し、再加工や再焼結をしないで機械部品等の高強度焼結体を作ることができる。図は本発明の焼結体の強度と密度の関係を従来のものと対比して示したもので、曲線1は本発明のFe-0.4%C-1.0%Mn-0.5%V, 曲線2, 3, 4はそれぞれFe-0.4%C-0.5%V, Fe-0.4%C-1.0%Mn, Fe-0.4%Cの各焼結体である。このようにこの発明によると高強度焼結体を作ることができる。

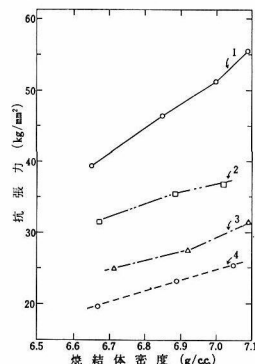


図 各種の化学組成の焼結体の強度と密度との関係。

筑波分室開設の披露

当所は、原子力、宇宙、海洋等の科学技術プロジェクトに関連する金属材料の研究開発部門を筑波研究学園都市に移転させるため、昭和48年度から第一次建設計画の研究施設設備の整備を進めてきた。昭和50年度10月竣工した超電導材料実験棟について、この程、特殊雰囲気中高温特性実験棟が竣工し、筑波分室を開設したので昭和51年7月20日これを披露した。官庁、会社及び地元等の関係者約100人の来賓があった。



写真 筑波分室における披露式典で式辞を述べる荒木所長

◆短 信◆

●海外出張

太刀川恭治 電気磁気材料研究部長

ウイスコンシン大学において超電導材料ならびにその応用に関する調査研究のため昭和51年8月1日から昭和51年12月20日までアメリカ合衆国へ出張した。

井上 廉 電気磁気材料研究部

1976年度超電導利用に関する会議（第6回）ならびに超電導の利用に関する研究調査のため昭和51年8月13日から

昭和51年8月29日までアメリカ合衆国へ出張した。

稲垣 道夫 溶接研究部長

国際溶接学会1976年年次大会に出席のため昭和51年8月19日から昭和51年9月4日までオーストラリアへ出張した。

塩田 一路 非鉄金属材料研究部

国際会議、研究会ならびに金属基複合材料の研究、調査のため昭和51年8月31日から昭和52年8月30日までスイス、イタリア、英国、オーストリアへ出張した。

通巻 第212号

編集兼発行人 保坂 彬 夫

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)

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 3番12号

電話 東京 (03) 719-2271 (代表)

郵便番号 153