

金材技研

1985

科学技術庁

ニュース

金属材料技術研究所

核融合炉用超電導材料に関する日米ワークショップ

———金材技研がホスト役で成功———

トカマク型、ミラー型などの核融合炉では、1億度以上の超高温プラズマを真空壁から離して安定に保持するために高い磁界を利用する。この磁界発生には、エネルギーバランス上、超電導マグネットを用いることが不可欠であり、また、その磁界が高い程、核融合炉における技術的問題を楽に解決することができる。日米間では、過去2回核融合炉用超電導材料に関するワークショップが開かれ、米国側のわが国に対する期待も大きいものがある。

今回、第3回の日米ワークショップが、科学技術庁主催で当研究所がホスト役となり、昭和59年12月10日から3日間、筑波研究学園都市研究交流センターで開催され、成功裡に終了した。参加者はオブザーバーを含め日本側82名、米国側11名、発表件数はポスターセッションを含め50件で、前回および前々回の30件を大きく上回る盛会であった。

会議は、中川所長らの歓迎の辞に続いて日米両国のキーパースンによる基調講演に始まり、活発な発表と討論が行われた。口頭発表としては、実用高磁界超電導線材が4セッション、繊維分散法および粉末法による超電導線材が1セッション、新しい高磁界超電導材料が1セッション、超電導線材の金属組織、応力効果、照射効果、電磁現象が2セッションあり、他に2つのポスターセッションが開かれた。さらに、ワークショップ終了

後、筑波から東海および仙台に移動し、関連研究施設の見学ツアーを催した。

会議の内容をまとめると、核融合炉用超電導線材は、Nb-Ti合金材から、より優れた特性をもつNb₃Sn化合物材の時代に移行したことが強く感じられた。とくに、Ti添加Nb₃Sn線材が実用化され、高磁界化に一層明るい見通しがえられた。その他、繊維分散法も工業化の域に近づき、また、日米両国でNb₃Snに続く高性能超電導材料の開発研究や、材料の構造、組織などに関する基盤研究が活発に行われている。

会議の終りに、今後もワークショップを継続して開催し、より深い交流を行うこと、標準試料、測定法に関する協力や人的交流など、さらに具体的な研究協力を進めることが日米双方で合意された。



写真 会議場における日米主要メンバー

極細多芯線高磁界超電導マグネット

——高磁界の広い応用にゴーサイン——

極細多芯形式の超電導線は電磁気的なショックにたいして超電導特性が安定なため、安全性の高い実用超電導マグネットの製作に欠かせない。これまでに、Nb-Ti合金極細多芯線により9テスラ、Nb₃Sn化合物極細多芯線により12テスラの磁界が発生されている。最近、核融合装置等で一層高い磁界発生が求められ、極細多芯線を用いた15テスラ級の超電導マグネットの開発が世界的な目標となっている。

今回、当研究所では、特別研究の成果として、180mmの大きい有効内径に15テスラ級の磁界を発生できる超電導マグネットを完成した。このマグネットの製作は、先に当研究所が発明したTiを添加したNb₃Sn極細多芯線の実用化によって初めて可能となったものである。使用された線材は9.5mm×1.8mmの断面寸法をもち、直径5μmの極めて細いNb₃Sn芯が約12万6000本も埋込まれている。この線材は16テスラで1700Aという、従来のNb₃Sn線材に比べて3倍以上の大きい臨界電流をもっている。

図に今回製作された超電導マグネットの諸元を示した。本マグネットは、0~7.5テスラの磁界を発生するNb-Ti極細多芯線マグネット(コイル1)と7.5~15テスラの磁界を発生するTi添加Nb₃Sn

極細多芯線マグネット(コイル2)からなり、両者は直列につながれ単一電源で励磁される。図に電流と磁界の関係を示す励磁直線を示したが、15テスラにおける励磁電流は1260Aである。

写真は本マグネットの外観であるが、最初の試験で14.2テスラを発生し、仕様(14テスラ以上)を満たすと同時に、極細多芯線マグネットとして世界最高の磁界を記録した。線材の特性からみると15テスラの磁界発生にも十分余裕があると考えられる。マグネットの励磁速度は毎分2テスラ以上で、従来の高磁界マグネットの3倍以上速い励磁ができる。また、Ti添加により線材の機械的性質も改善されるため、Nb₃Sn化合物を生成させたのちに、巻線を行っても支障がない。

本マグネットは、大きい有効空間と優れた安定性をもつため、その空間を用いて磁気分離などの高磁界を利用した応用研究を行うことができる。さらに、内側に新しい線材を巻いたマグネットを挿入して、18~20テスラの磁界を発生することも可能である。極細多芯線を用いた本マグネットの完成は高磁界超電導マグネットの進歩に大きいステップを刻むものであり、核融合炉用、NMR(核磁気共鳴)分析用、加速器用マグネットなどの実用面に対する波及効果が極めて大きい。

コイル諸元	コイル1	コイル2
有効内径	450mm	180mm
外径	630mm	420mm
軸長	680mm	665mm
蓄積エネルギー	6 MJ	

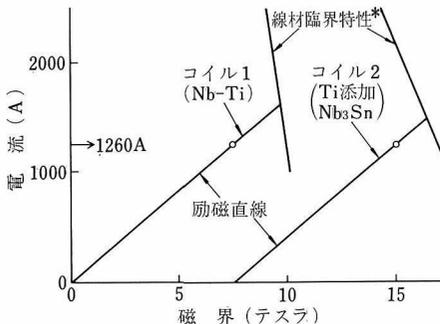


図 極細多芯線超電導マグネットの諸元と励磁直線
* (臨界特性線より右側では超電導性を失う)

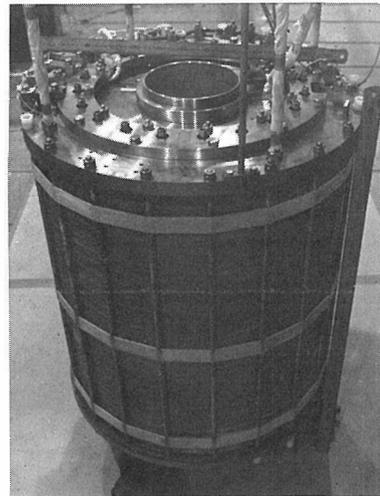


写真 極細多芯線、15テスラ/180mm内径超電導マグネット

高温ガス炉用耐熱材料の 浸炭によるき裂伝ば促進

現在開発中の高温ガス炉では、冷却材としてHeガスが使われるが、He中に含まれる微量な不純物(H₂O, H₂, CH₄, CO, CO₂)の組成に応じ、熱交換器材料は酸化、脱炭あるいは浸炭され、これが材料劣化の重要な要因となっている。

当研究所では、このような不純物Heによる材料への影響を明らかにする研究の一環として、高温クリープ中に材料表面に生じるき裂の先端の酸化、浸炭挙動に関する詳細な検討を行った。

その結果、材料が酸化と浸炭の複合腐食を受ける場合、き裂内部は外表面より浸炭が助長されることが確認された。すなわち、き裂の入口付近でCr₂O₃生成などの酸化反応が優先的に起こることにより、き裂の先端に行くに従いHe中の酸化成分が減り、相対的に浸炭成分が増加する結果、浸炭が進行することによるものである。顕著な浸炭がき裂先端付近に局在することから、浸炭によるき裂伝ば促進の可能性が認められた。

(原子炉材料研究部)

真空アーク放電を利用した その場被覆法

真空の利用が広まるにつれて、真空装置の組立後に真空容器の内壁にその場でセラミックスなどを被覆したり、損傷した皮膜をその場で修復する必要が多方面で生じている。そのためには真空容器内を汚染せず、高速度でしかも、上下左右あらゆる方向に向けて被覆できる方法を開発する必要がある。

当研究所では、真空アーク放電を利用してこのような目的に適うイオン銃型真空アーク蒸着法を開発した。この方法によれば溶融部分がないためクリーンな状態で任意の方向に向けて蒸着できる。TiC

を被覆する場合、金属Tiはアーク放電によりほぼ100%イオン化し、また炭素源のアセチレンは高周波により、イオン化または活性化し、修復個所に蒸着するように向きを定められた電磁石集束コイルにより、TiCが毎分1 μ mの高速度で、しかも優れた膜質と密着性をもって被覆される。

本方法によって、N₂を用いたTiNについても同様の優れた被覆が得られている。

(原子炉材料研究部)

溶接欠陥をもつ構造物の 安全性評価法の確立

重大な災害につながりやすい大型圧力容器などの破裂事故は、溶接部に含まれている欠陥を起点としていることが多い。従来は溶接部に人工的に切欠を入れた試験片を用いて試験を行い、溶接材の安全性や信頼性を評価することを行ってきた。しかし、実際の溶接欠陥を含んだ継手の長時間にわたる試験にもつづいた系統的な評価は、あまりなされていなかった。

そこで当研究所では、溶け込み不良や高温割れのような溶接欠陥をもった高張力鋼の継手試験片を作成し、大気中および海水中で長時間の使用を模擬した疲労試験を行った。そして前もって非破壊的に測定した欠陥の種類および大きさと、疲労き裂の進展現象の関連を検討した。その結果、実際の溶接欠陥を含む溶接継手の大気中疲労と電気防食の有無の場合の海水中疲労寿命を予測する工学的手法を確立した。

(材料強さ研究部)

第I回核融合炉材料国際会議 (ICFRM-I)

標記国際会議が昭和59年12月3~6日、東京で日本、米国およびE.Cの関係学協会共催のもとに開かれた。

発表件数250,出席者270名で、外国から80名の関係者が参加した。

核融合炉構造材料、ブランケット材料、超電導材料などの核融合炉環境における諸特性および成型加工に関する研究、各国において開発中の大型トカマク装置および次期装置の材料問題に関する提言が発表され、活発な討論が行われた。

当研究所は、(1)ステンレス鋼の中性子照射損傷、照射下クリープ、(2)TiCコーティング材の照射損傷および熱による損傷などのプラズマ・壁相互作用、(3)黒鉛/金属接合材、Mo単結晶などの新材料、(4)V₂(Hf, Zr), Nb₃Snの極細多芯材料などに關する計11件の研究発表を行い注目をあびた。

(原子炉材料研究部)

核融合炉用極低温材料の 日米ワークショップ

昭和59年12月17~19日、“極低温構造材料と標準化”をテーマに標記ワークショップが日米核融合研究協力の一環として東京で開催された。今回のホスト役は日本原子力研究所が担当した。

当研究所も極低温用構造材料の基礎および応用研究を実施している立場から、日本側の中立機関の代表として参加し、(1)高強度、高靱性かつ非磁性の極低温材料の諸特性と金属組織の関係、(2)当研究所が新たに開発した電磁衝撃破壊試験機による極低温材料の衝撃試験について発表を行った。

会議の結果、日米双方によって核融合炉の開発にたいする極低温材料の重要性が確認され、新材料の開発、材料の信頼性評価技術の確立、データベースの整備、拡充および設計基準の確立の重要性が強調された。今後この分野では、さらに深い研究協力が進められることになろう。

(極低温機器材料研究グループ)

【科学技術庁長官当所を視察】

昭和60年1月23日(水)、竹内科学技術庁長官が当研究所を、3時間にわたり視察された。



超微粒子の説明を受ける竹内科学技術庁長官(右端)

【出願公開発明の紹介】

ハンダによるろう接可能なアルミニウム基合金 特開昭59-107056
昭和59年6月21日

本発明は、アルミニウムに鉛を微細にしかも均質に分散させることによって、市販のはんだ(Sn-Pbはんだ)を用い、通常のはんだ付けの要領で簡単にろう接することができることを特長とするアルミニウム基合金に関するものである。この合金は、更に銅を含有させることによって、はんだのぬれをよくし、基地の強化を図るものである。

モリブデン巨大粒または単結晶及びその製造法 特開昭59-141498
昭和59年8月14日

本発明は、モリブデンにカルシウム、マグネシウムを含有させることにより巨大粒または単結晶としたものである。モリブデンは高温強度に優れ、耐熱材料として期待されているが粒界が脆いことが最大の欠点であった。本発明によれば粒界がないため原子炉、核融合炉材料、あるいは発熱体、ルツボなどに、機械的破損を懸念することなく応用することができる。

【特許紹介】

脆化モリブデンの機械的性質の改善法

発明者 野田哲二 岡田雅年 渡辺亮治
公告 昭和58年8月16日 昭58-37385
特許 昭和59年7月17日 第1217566号

モリブデンは、高温強度に優れていることから、高温ガス炉、核融合炉などの構造材料として注目されている金属である。しかしモリブデンには高温において酸素、窒素などのガスを吸収して著しく延性が低下するという欠点があり、とくに酸素はわずかな量でモリ

ブデンの粒界脆化を招き機械的強度を著しく低下させるので問題が大きい。

本発明によれば、酸素、窒素、その他のガスを吸収して脆化したモリブデンをジルコニウム、チタン、ハフニウムなどのIVa金属またはニオブ、バナジウム、タンタルなどのVa金属の箔で包み、真空または不活性ガス雰囲気中1000°C以上の温度で熱処理するという簡単なプロセスでモリブデン本来の機械的性質を取り戻すことが可能となった。

このことにより、上記各種高温機器用構造材料へのモリブデン利用は一段と促進されることが期待される。

◆短 信◆

●海外出張

中谷 功 機能材料研究部
スペースラプ代表研究者会議に出席のため、昭和60年2月24日から昭和60年3月3日までアメリカ合衆国へ出張した。

●科学技術週間行事

昭和60年4月15日～4月21日

●所内公開

本所(中目黒) 4月18日(木) 13時～17時
筑波支所 4月19日(金) 10時～16時

●中学生のための金属教室 本所(中目黒)

4月20日(土) 14時～16時30分、中学二年生程度
申込先:事前に担任の先生を通じて企画課まで
電話 719-2271(内線278)

通巻 第315号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 越川 隆 光
印刷 株式会社 三興印刷
東京都新宿区信濃町1-2
電話 東京(03)359-3841(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