

夢のエネルギーの実用化を目指して

——核融合炉第一壁用低Z被覆材料の開発——

核融合炉は、人類の窮極のエネルギー源と言われ、21世紀の実用化へ向けて各国がその開発に努力を傾注し、数年先に「臨界プラズマの実現」を旨として、しのぎをけずっている。

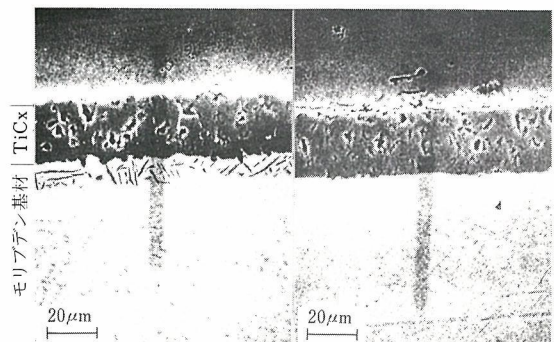
核融合炉の開発においては、材料の開発がその成否を左右すると言われるほど重要な意味を持っているが、炉材料、中でも数千万度の高温プラズマに面する第一壁材料の開発が、重要な課題になっている。

第一壁は、プラズマからの高エネルギー粒子の衝撃により種々の表面損傷を受け、その結果、壁材が不純物としてプラズマ中に混入し、その温度を低下させるという好ましくない結果をもたらす。この壁材自身に起因する不純物に対する対策として、近年、耐熱性の高い低原子番号元素からなる材料(低Z材料)を第一壁に適用する研究が、活発に進められている。これは、原子番号Zが小さいほど、プラズマ中に許容できる不純物濃度を大きくとることができるからである。低Z材料の多くは、成型加工の難しい耐熱セラミックに属するものであるため、第一壁に適用する場合には、基材を被覆する方法が一つの有効な技術手段と考えられている。

原子炉材料研究部では、これまでに、Mo 基材に対してSiC、Si-C-Al-O 化合物、耐熱性のより優れたTiC、VCなどの低Z材料をとりあげ、被覆技術の検討、得られた材料の熱的及び表面照

射特性の評価に関する研究を進めている。

写真は、Ti蒸気とアセチレンガスを原料にして、高周波励起型イオンプレーティングにより、Mo基材上にTiCを被覆した材料の断面を示したものである。(A)は、アセチレンガスの低温プラズマ中での炭素の析出が温度に顕著に依存することを利用して、蒸着初期に基板の加熱様式を工夫して作製したものであり、(B)は、基板温度一定で行う従来法によるものである。(A)では高温に曝された際、TiCが界面に沿って析出するのが特徴で、一種の楔効果により、皮膜—基材間の密着性が著しく向上することが明らかになった。現在、皮膜組成比のより厳密な制御等により、高温安定性の改善を試みている。



(A) 基板温度制御を行なった場合 (B) 基板温度一定の場合
写真 モリブデンを基材にしたTiC被覆材

石炭をエネルギー源として甦らせるために

——石炭液化・ガス化装置用材料の調査研究終る——

低価格の石油におされてエネルギー主役の座を去っていた石炭が、近年の石油危機をきっかけに、再び脚光をあびてきた。石油に対する石炭の強味は、その埋蔵量が約1桁大きいこと、及び世界的に広範囲に分布していることである。しかしその反面、石炭は固体であるため、採掘、輸送、利用の点で不便があり、新エネルギー源として再登場させるには液化、あるいはガス化のような流体化技術の確立が不可欠とされている。

エネルギー機器材料研究グループ、金属加工研究部、腐食防食研究部、溶接研究部及び工業化研究部では、このような石炭転換プロセスに使用される材料に関する調査を実施し、主要な石炭液化及びガス化プロセスと操業条件、各種装置に用いられる材料とその使用上の問題点について、多くの知見を得た。

石炭の液化及びガス化には種々のプロセスがあるが、通常、かなりの高温高压反応を伴う。しかも石炭中のS、Cl等による腐食、固体粒子による摩耗が同時に作用し、反応ガス中の水素による侵食もあるので、装置用材料は厳しい環境にさらされる。表に示すのは米国におけるガス化及び液化プロセスの材料に関するトラブルの集計例であるが、腐食とエロージョンによる事故が全体の過半数を占めており、この例からも材料のさらされる環境の厳しさがうかがわれる。

石炭転換プラントの方式は、現在必らずしも確

定しておらず、今後も改良等を含めて流動的な要素が大きい。また、実際の運転に際しては、原料となる石炭の成分や性状も大幅に変動する。使用される材料は、炭素鋼、低合金鋼、ステンレス鋼、耐熱合金等、多種にわたるが、これらの材料の挙動は、このようなプラント条件によって大きな影響を受ける。一方、プラント内の高温、高压、腐食性雰囲気をシミュレートするには大規模な装置を必要とする上、プラントの耐用寿命に近い長時間テストを行うのは実際上不可能である。

このようなことから、材料研究のための実験は次のように考えるべきであるという結論を得た。

すなわち、(1)プラント条件に近いシミュレーション試験は、特定のプラントに対して用いる材料を数種の市販材料から選択する必要がある時に行うべきである、(2)プラントの改良や新しいプロセスに対応して、より良い材料を開発したり、実験段階にある多数の材料の選別を行ったりする場合には、なるべく簡単な装置を用いて加速された条件の下で研究を行うのが適当である。

本年度から新たに編成されたエネルギー機器材料研究グループでは、以上の調査結果をふまえて石炭転換プロセス用材料の研究にあたっている。また、調査研究に並行して行われた(財)石炭技術研究所の御好意による、石炭ガス化プラントでの市販材料の曝露実験は、600hまでの実験を終え、更に長時間の曝露が予定されている。

事故原因	順位	件数	%
腐食(高温腐食、酸化を含む)	1	165	33.3
エロージョン	3	96	19.4
誤操作	5	48	9.7
設計・製造ミス	2	105	21.2
応力腐食割れ	4	51	10.3
温度+応力の効果(クリープ等)	6	30	6.1
計		495件	100%

表 米国における石炭ガス化プラント(7種)と液化プラント(2種)の材料に関するトラブルの原因別件数表
(Fourth Annual Conference on Materials for Coal Conversion and Utilization, U.S. DOE, October 1979)

Nb-Ti合金芯を用いてNb₃Sn複合加工超電導線材の特性改善

高磁界を必要とする超電導マグネットの有力な線材として、Nb₃Sn複合加工線材の開発が進められているが、純Nb芯とCu-Snブロンズを複合する従来の方法では、上部臨界磁界H_{c2}が低く、12T以上の磁界発生が困難であった。今回、Nbに0.5～5原子%のTiを添加した合金芯を用いる複合加工線材を開発し、臨界温度を約0.5K、H_{c2}を約4T、15Tにおける臨界電流密度J_cを約10倍に改善することができた。更に、160～280本の合金芯を含む極細多芯線の試作に成功し、ブロンズを含めた全線材断面積当りのJ_cとして2×10⁴A/cm²（16T）が得られた。合金芯の加工性も優れており、15T以上の高磁界マグネット用線材として、極めて有望である。（極低温材料研究グループ）

セラミック／金属複合体の創製

省エネルギー、資源の有効利用等が強調され、技術立国が叫ばれている中で、当所では、産業廃棄物、化学工業、地熱発電、航空宇宙、原子力等の分野で、技術開発上の共通のネックであり、早急に解決を求められている課題を、材料技術の面から調査し、当面取り組むべき方向を検討した。

この結果、耐食性を柱にして、耐熱性、耐摩耗性、成形性等を合せ持った材料の開発が要求されており、これに応え得るものとして、金属とセラミックとの複合体が、現状では最も妥当なものであることが明らかとなった。これらのことから、現在、異種材料の結合性、複合素形材の加工法および性能評価に関する研究に着手する準備が進められている。

（溶接、腐食防食、金属加工研究部）

チタンの新製造法—熱分解法の 実用化を検討

近年、チタンの需要増大は著しく、量産化体制の強化と並行して、現行のクロール法以外の連続製錬法や新製造技術が模索されている。当所では、特に連続化による生産性向上を目的として、熱分

解法によるチタン製造の実用化についての研究を進めている。この方法は、ペンシル型チタン棒の白熱した先端にTiI₄の予熱蒸気を高速で吹き付け、分解析出するチタンで棒を成長させるもので、従来のスポンジチタンの二重真空アーク溶解と分塊圧延工程を省略し、TiI₄蒸気から直接チタン丸棒を製造できる。これまでの研究で、成長部の長さ30mm、硬度Hv80、成長速度2g/h、TiI₄蒸気の分解率20%以上の結果を得た。（製錬研究部）

最新のデータを加えて増補改訂 版を刊行 —クリーブデータシート

NRIM/CDS/No.20A及び21A —

5年前に発行された金材技研クリーブデータシート（NRIM/CDS）No.20（STBA 20、ボイラ・熱交換器用管0.5%Cr-0.5%Mo鋼、9ヒート）とNo.21（SCMV 3-NT、ボイラ圧力容器用板1.25%Cr-0.5%Mo-Si鋼、13ヒート）が、この度、最新のデータを加えて増補改訂され、No.20A及び21Aとして、9月30日付で刊行された。改訂版では初版の1～2万時間までのデータに比べて、最長約6万時間までの破断データ（破断時間の総和は両方合せて約580年に相当）を含むばかりでなく、試験前の顕微鏡組織や10万時間破断強さの推定値も表示されている。

（クリーブ試験部）

高温用P—型熱電素子の 企業化に着手

当研究所の特許「高温用P—型熱電素子」（特許第930733号・特公昭52-47677）は新技術開発事業団のあっせんにより、東京電気化学工業㈱において企業化されることとなった。

この素子は、鉄けい化合物にTi、Cr、Mn、及びMoを含有させたP—型熱電素子であり、従来のFeSi₂にAlを添加したP—型熱電素子に比べて高温においても熱起電力の劣化が起らず、耐熱、耐蝕性にも優れており、特に燃焼ガス中での使用に大きな効果が期待され、ガス器具等の小電源としての広範な利用が期待される。（機能材料研究部）

特 許 出 願 速 報

出願日	出願番号	発 明 の 名 称	出願日	出願番号	発 明 の 名 称
56. 4 . 8	51864	Nb ₃ Sn拡散線材の製造法	56. 8 .12	126497	銀-酸化物系接点材料(I)
56. 6 .12	91390	裏波溶接方法	56. 8 .12	126498	銀-酸化物系接点材料(II)
56. 6 .22	95240	溶融金属の高速急冷法	56. 9 . 3	137841	Ni基耐熱合金(イ)
56. 6 .25	97484	ねずみ鑄鉄の鑄造法	56. 9 . 3	137842	Ni基耐熱合金(ロ)
56. 6 .25	97485	ねずみ鑄鉄の鑄造法	56. 9 . 3	137843	Ni基耐熱合金(ハ)
56. 8 . 4	121478	Nb ₃ Sn超電導線材の製造法	56. 9 .10	141697	疲れ試験用剛性補償装置
56. 8 . 4	121479	Nb ₃ Sn複合超電導体の製造法			

◆ 短 信 ◆

● 海外出張

石原只雄 腐食防食研究部主任研究官

第8回国際金属腐食会議に出席のため昭和56年9月4日から昭和56年9月14日まで西ドイツ国へ出張した。

吉松史朗 工業化研究部長

「ニオブ(Nb)を含む鉄鉱石の精錬技術に関する研究」に関する研究調査、実験立合及び意見交換のため昭和56年9月5日から昭和56年9月24日まで中華人民共和国へ出張した。

平野敏幸 原子炉材料研究部主任研究官

新型原子炉用Fe-Ni-Cr合金の冷却材との共存性に関する研究のため昭和56年9月14日から昭和57年9月13日までの予定でアメリカ合衆国へ出張した。

熊倉浩明 極低温機器材料研究グループ研究員

A-15型化合物超電導線材とその応用に関する研究のため昭和56年9月4日から昭和57年9月3日までの予定でアメリカ合衆国へ出席した。

宇田雅廣 機能材料研究部第5研究室長

金属及び金属化合物の超微粒子化技術

とその応用に関する研究調査のため昭和56年10月8日から昭和56年11月6日までアメリカ合衆国へ出張した。

山崎道雄 エネルギー機器材料研究グループ総合研究官

米国金属学会等の合同秋期大会出席並びに超耐熱合金に関する研究調査及び討論のため、昭和56年10月10日から昭和56年10月25日までアメリカ合衆国へ出張した。

太刀川恭治 極低温機器材料研究グループ総合研究官

日米セミナー「超電導エネルギー貯蔵」に出席のため、昭和56年10月17日から昭和56年10月25日までアメリカ合衆国へ出張した。

小口 醇 金属加工研究部塑性第2研究室長

金属材料の加工技術に関する研究調査及び討論のため昭和56年10月19日から昭和56年11月1日までフランス国及びスイス国へ出張した。

萩原益夫 強力材料研究部主任研究官

超強力鋼の水素環境脆化に関する研究のため昭和56年10月14日から昭和57年10月13日までの予定でフランス国へ出張した。

通巻 第275号

編集兼発行人 吉 沢 慎 介
 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)

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