

介在物・偏析が従来材よりも少なく、耐食性が良好で、結晶方位の異方性が小さい、優れた品質の鋳片が得られるようになった。

1856年にヘンリー・ベッセマー卿がツインドラム鑄造を発表して以来137年が過ぎた。現在、種々の技術の進歩と蓄積により、工業化を目前に着実に開発が進行している。

参 考 文 献

1) Sir Henry Bessemer : Autumn Meeting of The Iron and Steel Institute, (1891), Oct.



Ti-TiN傾斜機能型耐熱材料

荒木 孝雄
(愛媛大学工学部)

耐熱材料は、宇宙往復機、超音速機の機体およびエンジン部材への用途を主に目指しているが、電気部品用、発電プラントなどへの用途拡大が望まれている。

一般に、既存材料の表面に新たな機能を付与する方法は、表面処理、溶射、肉盛溶接、CVDおよびPVDなどがある。これらの方法は、それぞれ特徴を有するが、プラズマおよびレーザー熱源を用いた溶射法は、溶融粒子を形成し、比較的、膜厚を薄く、しかも大面積の膜を形成することができる。とくに、溶射時の雰囲気あるいは送給ガスを反応性のある気体とすることにより、溶射粒子と気体が反応し、形成する皮膜は、酸化物、窒化物皮膜とすることが可能であり、しかも混合気体の組成を変化させることにより、それら皮膜の組成を連続的に変化させることが可能である。このように高エネルギー密度熱源を用いた皮膜は、高温の化合物で構成し、耐熱性を具備した傾斜機能材料(FGM)として有望である。

本研究は、工業技術院四国工業技術研究所との共同で実施し、作製した耐熱材料は、0.9mm径のTiワイヤを5kW-CO₂レーザービームにより溶滴とし、軟鋼基材から皮膜表面に至るにしたがってアルゴンガス、アルゴンおよび窒素混合ガス、窒素ガスを、順次、アシストガスの組成を変化させた気流中にて反応を生じさせ、基板上に溶射した厚さ600μmのTi-TiN傾斜機能皮膜である。

積層皮膜の断面における組成分布は、基材側でTiが、皮膜表面側でTiNが主で、組成が傾斜していた。また、それぞれの層の熱膨脹係数、ヤング率および密度は、基材側から皮膜表面における各層の組成に準じて傾斜変化していた。

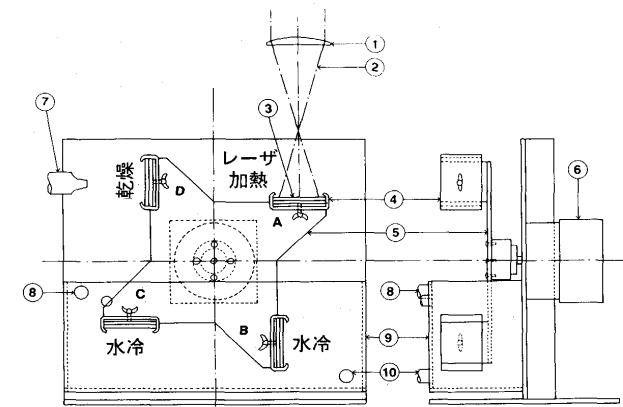


図1 レーザ熱源を用いた繰返し熱衝撃試験装置
① ZnSeレンズ ② レーザビーム ③ 試片 ④ 試片保持台
⑤ 回転ディスク ⑥ ステップモータ ⑦ 乾燥用ガスノズル
⑧ 冷却水注入口 ⑨ 冷却水槽 ⑩ 冷却水出水口

4.05s照射により、皮膜表面温度2000Kに加熱し、水冷を繰返す熱衝撃試験にて調べた。耐熱性が最も良好な皮膜は、皮膜表面のTiN層の膜厚を約30μmと薄くし、下層の約300μmをTiNとTi混合傾斜組成層、さらに下層を約270μmのTi層とした膜厚600μmの皮膜であり、この皮膜は、図2(a)および(b)に示すように繰返し熱衝撃サイクル50回でも、皮膜中の割れおよび皮膜-基材間の剥離が認められなかった。

従来から、耐熱皮膜材料は、種々検討されている。炭素繊維/炭素マトリックス複合材料(C/C)にCVD法によりSiC(100μm)さらにZrO₂+8%Y₂O₃(40μm)を吹き付けた皮膜は2373Kに耐えるとされている。また、TiAl金属間化合物の基材表面にAl₂O₃(5%SiO)/Al₂O₃(50%TiC)/Al₂O₃(25%TiC+50%TiAl)/Al₂O₃(10%TiC+80%TiAl)としたFGMは、約1973Kに耐え、温度勾配1000K(厚さ5mm)とされている。しかしながら、ZrO₂,

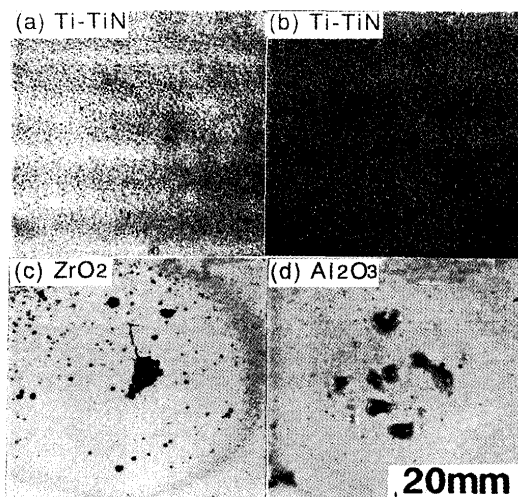


図2 繰返し熱衝撃試験後の各種耐熱皮膜表面の比較

- a) Ti-TiN組成傾斜皮膜 (繰返し回数; 25回)
- b) Ti-TiN組成傾斜皮膜 (繰返し回数; 50回)
- c) ZrO₂皮膜 (繰返し回数; 8回)
- d) Al₂O₃ (繰返し回数; 8回)



図3 耐熱性と高強度を具備するC-Si繊維強化Ti-TiN基複合材料

Al₂O₃, およびCr₂O₃などのプラズマ溶射法による皮膜厚さ約600 μm皮膜は、本研究での水冷をも加えた厳しい繰返し熱衝撃試験を実施すると、図2(c)および(d)に示すように8回のサイクルにて、表面に凹損が認められた。

これらの結果から、Ti-TiN組成傾斜皮膜は、表面温度2000K、裏面側温度1000Kおよび約600 μmでの表裏面温度差1000Kで水冷を繰り返す本条件において、他のセラミックス皮膜より皮膜厚さが薄く、しかも、良好な耐熱衝撃性を有している。

支部行事参加者の声

女子学生の声「支部講演大会に参加して」

井戸 あゆち

(広島大学理学部大学院 現在中学校教員)

その日は嵐の前の静けさで、たいへん良い天気でした。同じ研究室の仲間と2台の乗用車に乗り込み、高速道路を爽快に走らせ、会場に向かいました。乗用車の中での仲間は、時期的なこともあって、まるで小旅行のようなつもりで心を弾ませている様子でした。初めての発表を控え、いくらか緊張気味の学生の神経を逆撫でするようなことを言っただけで済ませようなど、幼稚な遊びに興じていたのですが、それでも、さまざまな研究が目の見える公的な場という、日常から離れた良い機会に、ひとりひとりが何か期待するものを持っているといった感じが大きいに感じられました。

大学院の博士課程前期の2年間で、支部講演会には、何らかの形で出向く機会が幾度ありましたが、「支部講演会に参加しました。」などとエラそうに書いてしまうことは、実は私にとって恐れ多いことであり、正しくは、「支部講演会会場の片隅で皆さんが報告される様子を拝見しました。」と書くべきでしょう。実際のところ、そのときの私個人の修士論文に向けての研究などは、とても人にお見せ出来るようなものではありませんでした。ですから、会場での記憶というところ、自信に満ちた講演者の

図3は、Ti-TiN組成傾斜材料をマトリックスとしたC-SiC繊維強化複合材料を示す。この繊維強化皮膜はマトリックスの耐熱性と繊維の強度強化により、さらに高度な先進耐熱材料として期待される。

本研究でのレーザー溶射法は、プロセス的に、大面積、生産性を具備した製造が可能であるが、本研究はさらに耐熱性、高強度、軽量化、および耐酸化性などを旨とした材料設計を試みている。

お話やスクリーンに登場する、新しい発見、そこから想像される日々の努力、研究者としての姿勢などを目の当たりにし、痛烈に自分の不勉強を実感したという印象が最も強く残っています。分刻みで進められる緊張感の中、途中うとうとと夢心地になったことも、正直に告白しておきましょう。友人達から、それはそれは手厳しい非難の嵐を受けました。

夕方からちょうど台風が来て、嵐の中の懇親会となってしまいました。と言っても、会場は少し離れたホテルですから、移動のほかは何ひとつ障害もなく、窓の外に見える荒れ狂う街路樹とは裏腹に、場内は飲物や御馳走と笑顔があふれ、円滑に会は進められました。台風という予定外の訪問者に対し、なかには遠方からはるばる足を運んで来ている方もいる参加者への主催者の心遣いを感じました。この会場では知り合いも少ない私は、一人の傍観者になって皆さんの様子をすこしばかり観察していました。例えば類似した研究を行なっている方、例えば昔お世話になった先生、あるいは学生時代の仲間に、懇親会で会えることを心待ちにしていた方も、大勢いらっしゃったのではないのでしょうか。友人たちとそれぞれに人とのコミュニケーションをはかり、楽しい一時を過ごしたのち、会場を離れるころには台風も過ぎ去りました。翌日にはすっかり青い夏空が顔を出し、しめくりの工場見学では、おもしろく拝見させていただきました。

現在私は、実際の研究活動から少々離れていますが、私自身が経験した科学の面白さ、探求の楽しさを、教壇上で表現し、伝えるべく奮闘中です。



「ものづくり教育を考える会」

製鉄所見学会と懇談会

佐伯 祐治

(川崎製鉄㈱ 水島製鉄所)

青少年の理工系離れが加速される状況を踏まえ、高校時代に純粋科学、更に技術にも興味を持ってもらうために、製鉄所・研究所見学会と懇談会を通して、製造業の中心的役割を果たしてきた「鉄鋼業」が、科学と技術を壮大に有機的に結びつけて成り立っている産業であり、鉄鋼会社で、学校教育の中で教えている原理・原則がどのように生かされ、プロセスに利用されシステム化されているかを、まず高等学校の理数系の先生に理解していただき、高校教育の中に科学技術を強調し、ものづくり教育に注力してもらうことを狙って、この交流会が計画された。

本部と支部の役員の出席のもと、川崎製鉄㈱水島製鉄所で8月10日、11日の両日、11人の先生方をお招きして、当支部で初めて開催された。

先生方は、岡山、香川、高知の3県から15名参加される予定であったが、台風7号が急襲し、高知県内は列車ストップというハプニングがあり、当日4名の方が欠席となった。一通りの製鉄プロセスの見学および事前アンケートに基づいて編成された3グループに分かれての先生方と製鉄所技術者・研究者・人事担当者との懇談会であったが、終始、活発な質問と討議が行われた。表はそのグループ別討論テーマである。

事後アンケートによると、「今回の経験によって、よりよい生きた教育ができる」という多くの方の意見など非常に好評であり、うち8人の先生は、参加前に描いていた鉄鋼業に関するイメージが「成熟した・将来性のない・3K職場の産業」から「成長・巨大・ハイテク・自動化、無人化の進んだ・将来性のある・綺麗な職場の産業」へ大きく変化している。残りの先生もよいイメージがさらに向上している。また、この企画に全員が賛成で今後のコンタクトを希望されており大成功であった。今後、この交流のさらなる発展とこれを活かす活動を互いに展開していく。