

米国におけるセラミックス系複合材料の研究

Research Trends of Ceramic Matrix Composites in United States of America

香 川 豊*

Yutaka KAGAWA

ま え が き

構造用セラミックスやセラミックス系複合材料の基礎研究レベルにおいては米国とヨーロッパが研究をリードしていることはこれらの材料を扱っているといやでも認識しなければならないようである。筆者は米国セラミックス学会主催の会議の出席と発表、フィラデルフィア州にあるDrexel大学でのセラミックス系複合材料に関する共同研究打ち合わせのために平成3年1月12日から20日までの期間海外出張を行い、米国で行われている研究に直接触れる機会を得た。

ここでは、前記会議や大学でのセラミックス系複合材料に関する研究の概要と研究者らとのディスカッションから得た感想を報告する。

複合材料および先進セラミックス会議

American Ceramic SocietyのEngineering Ceramics Divisionの主催でComposites and Advanced Ceramicsの年会が定期的に開催されている。この会議は一年に一度1月に米国内では気候の良いフロリダ州のココアビーチで行われるもので今回で15回目になる。ココアビーチ

はディズニーワールドで有名なオーランドから車で約1時間のところにあり、アポロ計画、スペースシャトル計画を推進してきたアメリカ宇宙計画の心臓部のケネディ・スペース・センターから車でおよそ30分のところである。

会議は1月13日から16日までココアビーチのHiltonホテル(写真1, 2, 3) Holiday-Innの二ヶ所に分散して行われた。会議中の1月16日に湾岸戦争が始まり米国内の新聞には大きな見出しで戦争の様子が報道されテレ

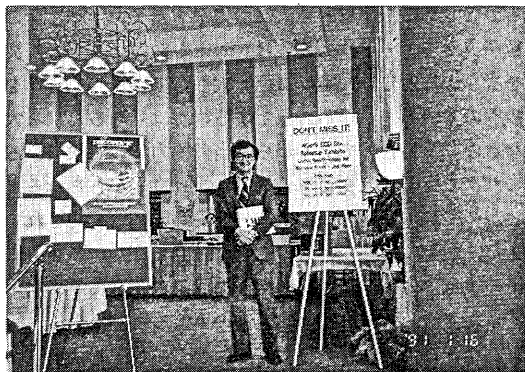


写真2 ホテル内のロビーに設置された受付にて
(写真は東京大学先端科学技術研究センター 榎 学博士)



写真1 会議が行われたココアビーチヒルトンホテル
(写真は筆者)

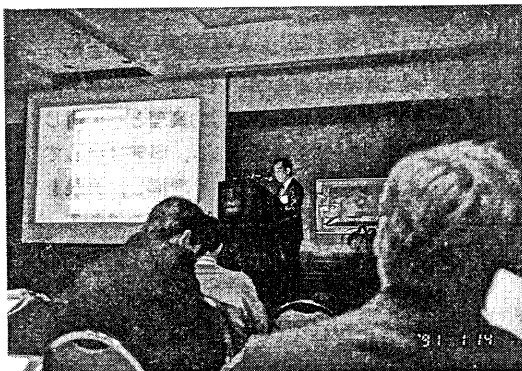


写真3 ヒルトンホテル内での発表の様子
(発表者は日本カーボン(株)今井義一博士)

*東京大学生産技術研究所 第4部

日も24時間中湾岸戦争に関する報道に切り変わるなどあわただしき雰囲気であったが、戦争開始を宣言する大統領のインタビューはホテル内の音楽を中止して放送されたのみで、会議には支障なく予定のスケジュールどおり行われた。

今回の会議のトピックスは

- 1) セラミックス基複合材料の強化素材
- 2) 金属間化合物基複合材料
- 3) 超高温構造用セラミックス
- 4) セラミックス基複合材料の破壊
- 5) セラミックス基複合材料の機械的特性
- 6) セラミックス基複合材料の界面

であり、米国のセラミックス基複合材料の研究対象が従来の粒子強化型やウイスキー強化型から連続繊維強化型へと移行しているを感じさせた。著者の考えでは粒子あるいはウイスキー強化セラミックスでは複合効果として期待していた破壊靱性が最大でも $\sim 10 \text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ というガイドラインが明らかになり、研究レベルではポテンシャルの追求は終了したためではないかと思われる。

今回の発表で繊維強化セラミックスの研究開発上大きな問題となったことはセラミックス基複合材料に 1300°F 以上の温度での使用を期待するならばそのような材料を作り出すためのプロセス温度に耐えられたり、 1300°F 以上の高温で長時間特性が変化しない強化繊維がまだ存在しないということである。著者は6)のセラミックス基複合材料の界面のセッションで発表を行った。セラミックス系の複合材料では界面の特性が材料全体の特性を決定するキーになると考えられており、米国内からも数多くの発表が行われた。

また、米国内では複合材料の研究が活発ではあるが、強化素材産業の力が弱く、強化素材の大部分を日本にたよっており、招待講演では素材に関する問題点が多く指摘されていた。このような講演の影響かは不明であるが、日本は米国に比較して数多くの強化繊維やセラミックスの原材料を製造しているにもかかわらず連続した繊維に関する研究が少ないのはなぜかという質問を多くの研究者から受けたことが印象に残っている。

ドレクセル大学訪問

ドレクセル大学ではM.W. Barsom教授と繊維強化セラミックスの破壊機構、M.J. Koczak教授とセラミックス/金属複合材料のin situプロセス、F. Ko教授と三次元繊維構造と三次元構造の繊維で強化したセラミックス系複合材料についてのディスカッションを行った(写真4)。繊維強化セラミックスに関しては破壊機構、特にマトリックスの破壊、を正確に測定するために複合材料の表面へ金属を蒸着する方法によりマトリックス中にク

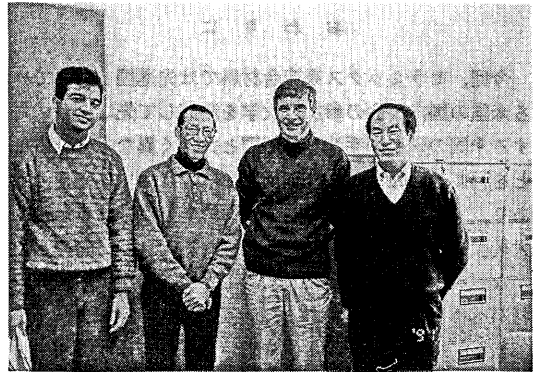


写真4 ドレクセル大学にて（左端よりS.C. Khatri博士、F. Ko教授、M.J. Koczak教授、筆者）[S.C. Khatri博士は現在、生産技術研究所の博士研究員で来日中]

ラックが進展を開始する点をクリアにとらえている。このような手法は現状での実験的研究を打破するための新しい手法として今後の応用が期待されると思われる。また、ドレクセル大学では材料の専門家が複合材料の製造を行い、強度の専門家が実験的な破壊過程を調べ、その結果を力学解析の専門家が詳しく解析するというような共同研究の方法でセラミックス系複合材料の分野で成果をあげており多くの研究費を得るためと、学術的には材料を総合的に評価するという点で、米国流の研究のスタイルになっているとのことであった。

セラミックス/金属のin situ複合材料に関してはドレクセル大学がオリジナルで行っている熔融金属中への高温でのセラミックス粒子のin situ生成プロセスの概要と実験装置を見学した。この方法は、従来から行われている人工的な複合化に対してin situな複合化を試みているもので今後の材料のプロセスに対する一つの指針を示唆しているようにもおもわれた。ついで、現在、生産技術研究所の博士研究員として来日しているS.C. Khatri博士と博士の指導者であるM.J. Koczak教授とKhatri博士の来日後の研究内容の詳細な打ち合わせを行った。生産技術研究所に来日前から共同研究を具体的に開始することができたことは博士の来日後の研究を円滑に進める上で非常に役立っている。また、S.C. Khatri博士にはおよそ2時間ドレクセル大学で著者の研究室で行っているin situプロセスの講演をする機会を与えていただきおよそ15人の学生とも意見交換を行うことができた。

三次元繊維に関してはF. Ko教授の案内で実験設備を見学させていただき、また、現在米国で進展中のプロジェクトについての概略の説明を受けた。また、プラスチックやセラミックスをマトリックスとした複合材料も数多く展示されており、雑誌では得られない知見を得ることができた。

お わ り に

今回、セラミックス系複合材料では先進国と認めている米国の国内学会の参加と大学を訪問して先端材料に対する米国の研究の手法がわが国と大きく異なっていることを再認識した。一つは、研究テーマに対する考え方であり、特定の複合材料に対する研究が一時期はきわめて大規模に行われるが、いったん、対象とする材料の大まかなポテンシャルが明らかになると研究を中止し、次の材料へ移行することである。

また、複合材料一般の研究思想に関しては米国流の手法は特定の特性を持った材料が必要となり、もし、その

ような特性を持つ材料がなければ複合化によって新たに作り出すという思想で多くの先進的な研究が行われてきたが、日本は米国やヨーロッパで新しく作り出された材料で材料の持つポテンシャルが明らかになってから研究を開始するという意見を持つ人も多く、今後の国内の複合材料の基礎、応用研究について考えなおさねばならない点を明確に示唆しているようにも考えられた。このように、具体的な研究テーマやその進捗を知る以外にも、これからの研究に対する取り組み方を考える機会を得たことも今回の訪問の収穫の一つであったと考えている。

(三好研究助成報告書 1991年7月25日受理)