9 MPa という高圧領域における圧力の影響を解析で検討する内容、流体解析と構造解析をカップリングしたシステムによる繊維強化複合材料の Compressive RTM 成形の評価の検討、微視的複合解析機能を有するソフトウェアによる長繊維含有 SMC の損傷挙動の解析、ソフトウェアによる長繊維強化樹脂の圧縮成形を評価するシミュレーション技術開発、構造・流体解析ソフトの併用による SMC の圧縮成形評価の検討、であった。最初の 2 件は炭素繊維複合材料 (CFRP) の成形をターゲットとした内容であった。CFRP の成形といえば、樹脂をいかに炭素繊維群へうまく含浸させるかが鍵であり、その予測に Darcy 則が使われるのはよく知られているが、精度良い予測には透過係数の適切な設定がポイントとなる。工夫された実験装置で得ら

れた結果と併せた検討で、うまく透過係数を整理した発表が特に印象に残った。また、あとの 4 件は市販のソフトウェアによる内容であった。ベンダーからの発表であり、ややソフトウェアの紹介を感じさせる発表もあったが、市販のソフトウェアの機能をいかに利用して実現をとらえるかという工夫の跡が発表を通じて垣間見えた。

繊維強化複合材料の CAE 技術の研究は、古くから行われているが、近年の CFRP に対する注目度の高さから、また脚光を浴びている印象がある。現在の厳しいプラスチック製品の性能の要求度や製品の開発スピードの短縮化、開発コストの削減化には、CAE 技術は必要であり、その進歩も必要である。そのためにも、もっと多くの研究発表がなされることを期待したい。

射出成形技術の深化と相乗発展

(B-101~B-110)

金 藤 芳 典*

本セッションは、射出成形技術だけでなく、金型技術や可視化計測、解析技術、これらの組み合わせによる相乗発展に関する講演を集めたものである。大会 2 日間を通し、基調講演 2 件を含む合計 16 件の講演が行われた。

大会 1 日目は、金型技術に関する講演が 1 件、成形技術に関するものが 2 件、成形現象の可視化解析に関するものが 4 件、成形不良に関するものが 2 件と多岐にわたった講演内容となっていた。

B-101 は基調講演で金属造形技術に関するものであった。造形中に切削加工を可能とした金属光造形複合加工法を用い、金型製作工程を削減できるだけでなく、機械加工では困難な 3 次元冷却回路やガスベントの設置が可能となる。HRC 53 程度の硬度の材料も使用可能で、加工寸法精度や面精度も向上し、外観部品や透明部品への適用事例も紹介された。B-102 と B-103 は急加熱・急冷却射出成形法に関する講演で、電磁誘導加熱と遠赤外線ヒータを用い、それぞれ高輝材 PP のウェルド部外観と繊維強化樹脂の表面性状とを改善する報告がなされた。樹脂流動過程を高温金型条件とすることでウェルド等の外観不良を改善する同技術は車載用情報機器や家電の高光沢外観部品には適用されている技術であり、本報告は今後の更なる適用範囲拡大に有効なものと思われる。B-105~B-108 では成形現象の可視化解析に関する報告がなされた。B-105 では、ガラス長

繊維強化樹脂の計量可塑化過程に関する報告がなされた。スクリュ回転数や背圧等の条件を変化させ、長繊維の折損現象への影響を明らかにした。B-106 はカスケード制御されたホットランナーによる成形現象の可視化解析で、下流側のゲート開での樹脂逆流現象やキャビティ流入樹脂速度変化などを明らかにした。B-107 では、シボ加工したガラスブロックを用いて樹脂充填、離型現象を可視化解析した結果が報告された。タイガーストライプフローマークが生成する条件でシボ面転写状況と転写状況に起因する離型遅延現象とを明らかにした。B-108 では、炭素長繊維強化樹脂の非対称ファウンテンフロー現象をフロント正面可視化した結果が報告された。繊維含有率等の成形条件によって非対称ファウンテンフロー生成状況が変化すること等を明らかにした。B-109 では、2 点ホットランナーを用いたヘジテーションマークに関する報告がなされた。ラマン分光法により、同マークと配向状態との相関等が明らかにされた。B-110 では、加飾シートインサート成形において、シートに生成するシワ不良に関する報告がなされた。成形実験で成形条件とシワ生成状況との相関を明らかにし、CAE 解析を用いて樹脂がシートに及ぼす力を同定し、シワ生成要因を明らかにした。

1 日目朝からのセッションにも関わらず、常に立ち見の聴講者が出ており、同分野に対する関心の高さが実感できるセッションであった。今後も同分野のセッションが益々発展していくことを期待する。

* Kaneto, Yoshinori
三菱電機(株) 生産技術センター 構造化技術推進部
尼崎市塚口本町 8-1-1 (〒661-8661)

(H-203~H-210)

岡 田 有 司*

本特別セッションは、射出成形を対象とし、成形現象の

深化を図るとともに、金型や材料、解析等の各技術との組み合わせによる相乗発展について議論するために企画され、大会 2 日目の午前から午後にかけて、基調講演 1 件、一般講演 6 件の発表が行われた。発表の内訳は、射出成形過程の成形不良現象モデルに関する発表が 2 件、CAE 解析に

* Okada, Yuji
東レエンジニアリング(株) エンジニアリング事業本部
CAE ソフト事業部
大津市園山 1 丁目 1 番 1 号 (〒520-0842)

関する発表が5件であった。

成形不良現象モデルに関する発表では、ガラス繊維強化PETの成形品表面に発生する白化不良に着目し、表面観察および可視化観察から得られた結果を踏まえ、白化不良には、離型過程でせん断剥離・垂直剥離の2つの現象があること、更に、流動中の欠陥が起点となり、白化が生じる生成メカニズムのモデルが提案された。

CAE解析に関する発表では、樹脂の流動特性（特に粘度測定）、スクリー内の計量工程の解析、最適化・衝撃解析との連携技術、に関する発表が行われた。

粘度測定に関しては、ガラス繊維含有樹脂（高含有率含む）では、低せん断時に特徴的な粘性挙動を示す材料の測定結果を、射出成形CAE解析用の入力データとして反映させることで、高度な繊維配向解析結果が得られる可能性が示された。フッ素系樹脂は、滑りやすい特性を持つことから、すべり特性を粘度測定時に評価する重要性が示された。

次に、スクリー内計量工程解析において、シリンダー内圧力分布および計量速度の実測比較より、CAE解析の確からしさが確認された。計量過程における不良現象の解決策提案の有効な手段となり得る可能性が示唆された。

射出成形CAE解析と最適化・衝撃解析と連携することで、高度なアウトプットの提案が行われた。そり変形解析結果と位相最適化の結果を組み合わせることで、そり変形量を最小化するゲート位置の探索が容易となる手法の提案がなされた。また、射出成形CAE解析で得られた繊維配向物性とひずみ速度依存性を考慮したMD/TDの非線形物性を衝撃解析に受け渡すCAE解析技術の有用性が報告された。

いずれの講演も、100名程度の聴講者が熱心に耳を傾け、発表者と会場の間で活発な質疑が行われ、射出成形技術の深化への貢献が期待される意義のあるものであった。このような有意義なセッションが継続的に企画され、成形加工の深化と相乗発展に寄与されることを期待したい。

つながる，つなげる 接着・接合のコラボレーション

(C-106～C-110, C-202～C-217)

小 寺 賢^{*1}・西 谷 要 介^{*2}

本特別セッションは、接着・接合をキーワードに、その中でも、特に高分子材料と異種材料の組み合わせを中心に、成形加工ならではの視点で深く議論する場として設定されたものである。今年度も数多くの聴講者を集め、活発な質疑応答が行われており、高い注目を集めていた。これは、最近の自動車をはじめとした各種工業分野において、軽量化と高強度・高剛性化などの相反する性能を両立するためには、樹脂やFRPなどと金属などとの異種材料を組み合わせるマルチマテリアル化が急速に進んでいるためであろう。今後も材料の高性能化・高機能化を進めるためには、益々この接着・接合がキーテクノロジーになることが予想されており、本特別セッションがそれら技術の進展に寄与する場として提供できていければ、何よりである。

さて、本セッションは、初日午後と2日目の基調講演4件を含む合計16件で行われた。前半（初日）は東京工業大学扇澤先生の接着・粘着現象における高分子界面とその評価と題した基調講演からはじまり、3件の一般講演が行われた。扇澤先生からは、接着・粘着現象を考える上で最も重要な界面の解析法とその制御方法について、高分子/高分子間界面をはじめ、高分子/異種材料間の界面まで多数の事例を交えて講演して頂き、非常に興味深い知見を数多くご教示頂いた。次に一般講演としては、電圧印加により粘着力を制御可能な電気剥離性粘着テープのメカニズム、また合成ゴムと樹脂の直接架橋接着としてコロナ放電処理やシランカップリング剤の影響、さらには電解液ジェット

加工を用いた金属樹脂の射出成形による直接接合技術が報告された。

一方、本セッション後半は、基調講演3件を含む計12件の講演が行われた。初日の盛況に引き続き、山形大学伊藤先生の金属・樹脂射出成形技術と接合メカニズムに関する基調講演からスタートした。金属表面の微細な凹凸構造を利用したアンカー効果に着目され、樹脂の転写率と接合強度の関係を明確に示された。さらに、表面自由エネルギーの制御と組み合わせることで、機械的接合のみならず物理的接合とのハイブリッド手法により、益々関心が高まるマルチマテリアル化を一層加速する研究内容であると感じた。

産業技術総合研究所堀内先生には、樹脂-金属異種接合体の界面特性評価と接合メカニズムと題した基調講演を頂戴した。元素マッピングおよび結合情報が得られる非弾性散乱法を組み合わせた電子顕微鏡観察により、接合界面においてはnmオーダーの凹凸内部へのアンカー効果による接合強度発現と、金属/樹脂間での酸化還元反応により不可逆な界面形成が起こっていることを視覚的に示された。

また、工学院大学小林先生からは、化学的アプローチとしてグラフト化ポリマーによる表面改質と異種材料接着への展開に関した基調講演がなされた。グラフトされたブラシ鎖同士の相互侵入や、ポリマーブラシの分子鎖運動性を考慮すると、室温接着においても十分な接着強度を実現する可能性を提案された。

一般講演では、接着・接合に関して化学的アプローチから、熱可逆的なDiels-Alder反応を利用した機械的特性の制御法や、2件のウエルドラインに関する報告は、いずれもポリマーの結晶化およびその分子配向という観点から界面評価がなされた。また、AFM-nanoIRやXPS法の分光法による化学結合状態を通じた接合界面評価事例も紹介された。一方、物理的アプローチとして、パルスレーザー加

^{*1} Kotera, Masaru
株MORESCO ホットメルト開発部
神戸市中央区港島南町 5-5-3 (〒650-0047)

^{*2} Nishitani, Yosuke
工学院大学 工学部 機械工学科
八王子市中野町 2665-1 (〒192-0015)