写真3 日本人参加者による懇親会の様子

だと思っている。最近は社会人学生の方々と一緒することが多く、平均年齢の高い一団となっているし、また留学生の方も一緒なので日本から来ている割には、国際色豊かである。

さて国際色で言うと、ここ2～3年のANTECは韓国の方の参加が非常に多いように思われる。もともとゴールデンウィークに日程が重複していたこともあり、日本人の参加はきわめて少なかった。しかし山形大の伊藤先生がSPEの日本支部の役員になられてからは、ANTECにも参加され、セッションもオーガナイズされている。また日本人の集まり、夕食会を企画されておられ、一年に一度この夕食会でお会いできるアメリカ在住の日本人の方もおられるようになった(写真3)。伊藤先生の努力は徐々に実を結びつつある。しかしそれより爆発的に増加している韓国からの参加者には脅威の何ものでもない。

セッションは、ほとんどは企業の研究者たちで運営され

ている。企業と大学の垣根が低いアメリカであればこそできるかもしれないが、それにしてもすごい、つまり多くの企業人が運営に携わっている。人にもよるがセッションリーダーは“優しい”。前もってメールは来るし、終了しても来年また会おうとメールが来る。発表後の質問でやはり日本人が質問がわからなくなると優しく繰り返し言うくれるし、発表の過去の文献も調べておいて、発表者より明確に研究の流れを説明してくれたリーダーもいた。この優しさはなんだ!? と驚くことしきり。アメリカで初めて出会う優しさかもしれない。こうなるとやっぱり来年も来ようかと思ってしまう。そのための作戦か?

その昔、ガスインジェクションが出始めたころ、ガスインジェクションのセッションは、その部屋に入れない。いっぱい。廊下で聞き耳を立てて聞いている始末。2年それが続いて、そのあとはガスインジェクションのセッションは消えた。これがANTECの良いところであり、悪いところでもあるかもしれない。良いところをうまく利用して参加したメリットを見つけようとする。それからすると今はナノ・マイクロ成形であろう。独立したセッションとしてナノ・マイクロ成形がとりあげられており計22件の発表があった。ちなみに射出成形は28件であった(さらに26件がポスター発表である)。その昔、ANTECでは複合材料はほとんど扱われていなかった。したがって複合材料研究を行っていた筆者にとってANTECに行くことは、本格的にプラスチック成形加工の分野に行くぞという自らの決意の表れであった。時が過ぎ今年のANTECでは、トータルで101件の複合材料と名のついた講演があった。そのうちナノコンが34件である。様変わりかと思いきや、従来からの長繊維熱硬化性樹脂複合材料は8件にすぎない。しかし新しい複合材料が生まれ、それが次の時代を引っ張っていくのであろう予感がしており、複合材料をしていてよかったと実感したANTECであった。

Ⅱ. 二軸押出セッションを中心に

石川 健*

ANTECは成形加工に関する国際会議としては最大規模を誇り、アカデミアというよりは実利に基づいた発表が多いことが特徴であろう。筆者のように企業での研究開発に従事している立場からすると、ANTECの発表内容が最近の企業の動向を反映しているもの捉えており、毎年予稿集を入手しては研究開発のトレンドを探ることが習慣となっている。さてこのように筆者の中では重要な位置づけである本学会ではあるが、残念ながらこれまで一度も参加したことがない。しかしながら今回、学会に参加することにより得られる情報への期待や学会の雰囲気を知ること、更に

はExtrusionセッションで発表の機会を得たこともあり、Cincinnatiで開催された本学会に初めて参加した。

本学会では膨大な発表件数を約3日間でこなすために、講演は朝8時から18会場での同時進行で行われた。そのため講演会場3フロアにわたって効率良く配置されており、各会場への移動はスムーズではあった。しかしながら聴講にあたっては十分な下準備がなければ、興味ある分野を網羅することはできない。これは反省の意味を込めてである。また、会場の規模も聴講者数を意識して選択しているわけではなさそうで、立ち見であふれかえる会場も幾つか見受けられた。ただし全般には聴衆がまばらな会場が多く、発表件数の割には参加者が少ないとの印象を受けた。更には休憩時間に通路が参加者で混み合うようなこともなく、このこともこのような印象を強めた要因である。

* Ishikawa, Takeshi
(株)三菱化学科学技術研究センター
R&D 部門 高分子技術研究所
四日市市東邦町1 (〒510-8530)
2007.6.18 受理

1. セッション概要

さて筆者は Extrusion を中心に参加したため、そのセッションの特に Twin Screw について報告させていただきたい。このセッションは初日の午前午後を通じて行われたものであり計 10 件の講演があった。まず Mark Wetzel らは Q/N 信望者であり、反応混練過程を押出量 Q と回転数 N の線形関数で表現することを試みている。彼らの検討では小型二軸での PP や PS のデグラデーションや PA のグラフティングによる粘度の変化量が、ある条件の範囲内で Q や N の直線関係で表せることを示している。この手法は単純なので、ある生産工程での品質管理などに利用できるのではと考えられる。次に Mohamed Esseghir らは可塑化過程でのペレットとパウダーの使用動力の差を検討している。連続ミキサーに HDPE のペレットとパウダーブレンドして投入し、パウダー量が 20% で使用動力が最小になることを確認した。伝熱で溶融するのか、はたまた塑性変形によるものなのか、二軸機の可塑化の議論は尽きない。Ralf Kuehn らは可塑化と混練部をタンデム型の二段に分けたプロセスを提案し、バイモダルの分子量分布をもつ PE のホモジナイジングに適用した結果、品質と動力ともに優位であることを示した。Ishikawa らは自ら開発したソフトを用いて、連続ミキサーのローター部を解析し、滞留時間分布がニーディングブロックに比べて極めて狭いことを示した。ミキシングエレメントは数多く提案されているものの、その使いこなしはあやふやな経験則にしたがっている場合が多く、理論的な裏付けが求められている。Qibo Jiang らは従来 White らの開発している二軸機のシミュレーションモデル (Composite モデル) を発展させて、固体輸送から可塑化、計量まで全て計算できるようにした。同方向回転の二軸機に対してはすでに発表があったと記憶しているが、異方向回転に対応したことが新しい部分。Chi-Kai Shin らは 'pulse perturbation technique' を用いて、ポリマーブレンドの可塑化溶融、分散混合、また、相反転などを解析している。この手法はパルス状に副成分をフィーダーより投入し、定常状態とのずれから現象を予測するもので、主に時間に対して動力の変動を見ている。

本手法で押出機内の情報をどれほど精度良く評価できるのか注目したい。Daniel Witte はニーダー内の樹脂流動を、可視化バレルを用いて観察し、新モデルの提案を行った。さらに形状の異なるニーダーで実験検証を行い、モデルの妥当性を評価した。Arun Kota らはナノコンポジットを製造するプロセスにおいてプロセスパラメータとして RVD (Residence Volume Distribution) という概念を提案して、ナノ分散構造との関係を比較しようとしている。Ziqiang Li らは Ny 66 の紡糸プロセスにおいて超臨界状態の CO_2 を導入し、成形性や製品物性を確認した。結果、 CO_2 の有無によりテナシティに変化は見られないが、曳糸性に若干の変化が見られた。

以上が Twin Screw Extrusion の概要である。

2. エキシビション

セッションとは異なるが盛大なエキシビションも ANTEC の特徴であろう。会場の 1F には成形機メーカー、材料サプライヤー、ソフトベンダーなど数多くのブースが設けられ観客も多く盛況であった (写真)。カタログを数えてみると 200 以上のブースが設けられていたようで、無料で配布されたポップコーンを片手に、いずれのブースでも商談なのか雑談なのかに花が咲いていた。ポリマーの混合に興味を持つ筆者はスクリーやミキシングエレメントの情報を集めたが、いずれもあまり大手でない会社であろうか、特徴のある個性的な形状がいくつも見つかった。ミキシングへのアイデアは尽きないと改めて感じた。

3. 最後 に

初めて本学会に参加しての正直な感想は、悪い意味ではなく「何とも取留めない学会」である。会場が広いという物理的な問題に加えて、学会がカバーする範囲が広いこと、アカデミアから企業の宣伝まで発表レベルが広いこと、など広さが原因であろうか。逆に広いということは情報を集めるには好都合かもしれない。いずれにせよ成形加工に携わる方々は一度参加されてその広さを体感していただければと思う。

ところで冒頭に述べたように、筆者の中では ANTEC

は企業の研究開発動向を知る上で重要な学会と位置づけている。では今回の ANTEC 2007 を通じて研究開発のトレ

ンドをどのように考えたかという点、それは秘密です。

Ⅲ. 工業物性・構造, 接着・接合, 複合材料, マイクロ・ナノ成形のセッションを中心に

伊 藤 浩 志*

昨年同様, SPE-ANTEC へ出席する機会を得た。ANTEC は, プラスチック工学, 科学に関する研究発表数は世界最大規模である。今回, 著者は射出成形分科会およびナノ・マイクロ成形研究会において講演を行った。

本稿では, 著者の講演を行ったナノ・マイクロ成形セッション, 工業物性・構造, 接着・接合, 複合材料の各セッションから著者が聴講した講演の一部について内容と所感を述べる。なお, 報告内容が筆者の主観にもとづいたものであることをご容赦願いたい。

1. 工業物性・構造 (EPS) セッションから

本セッションは高分子材料物性と構造に関する, 新規材料の評価や物性および構造評価に関する様々な領域での研究発表がなされている。本セッションの内容を全て網羅することはできないが, ナノコンポジットに関する研究報告は相変わらず多く見受けられた。ただし, 一昨年はどの会場が一杯になるほどの盛況ぶりではなかった。一方, 環境材料や環境を意識した研究については多くの聴衆が見受けられ, 米国においても感心が高まっているように感じた。余談ではあるが, 日本では生分解性樹脂の基礎研究や成形加工研究が既に活発に行われていた数年前に米国の大学を見学する機会があった。この当時, 生分解性材料や環境に関する米国研究者の関心は低く, 広大な土地を所有し, かつエネルギー資源も豊富な国では, これらの研究には予算もつかず, 研究環境による関心の違いを思い出した。現在はこれら環境も変わってきたのであろう。

ナノコンポジット材料に関する講演を一部紹介したい。テキサス A&M 大学の Sue らはキーンノート講演として, エポキシ樹脂をマトリクスとして, α リン酸ジルコニウム (α -ZrP) ナノプレートを充填したナノコンポジットの構造と物性に関する報告を行った¹⁾。アスペクト比 (直径/プレート厚) の異なるナノ充填材料を用いて, 成形体のモルフォロジー, 機械特性などを調べている。アスペクト比が高いもののほどヤング率は向上するが, 破断伸びなどは低下することを示した。ミシガン州立大学のグループは, 溶解張力を改善したナノコンポジット材料について報告している²⁾。ポリプロピレン/粘土鉱物のナノコンポジットにおいて, 粘土鉱物の表面処理を行うとともに, マレイン酸変性した PP に混練することで溶解伸長粘度特性が改善され, 高いひずみ硬化性を示すことなどが示唆された。カーボン

ナノチューブ (CNT) を用いた講演は少なくとも 10 件以上あった。ウィスコンシン大学のグループからは, PC に CNT を分散させた複合材料を用いて, 射出成形を行い, 得られた成形品の機械特性や導電性に関する報告がなされた³⁾。導電性は射出速度や射出温度により変化し, 低速および高射出温度の成形条件において製品内での導電性分布が小さくなることを明らかにした。ニュージャージー工科大学の Narh らは, ポリマー中のナノ粒子の分散に関して, マトリクスとなるポリマーペレット表面にあらかじめ, ナノ粒子を表面コーティングして分散性を向上させる技術について報告した⁴⁾。前処理として, 超臨界二酸化炭素によりナノ粒子分散を行い, その後 Hybridizer にてマトリクスとなるポリマーなどにナノ粒子の表面付与を行うプロセスである。発表では, コーンスターチ粒子上に CNT やナノシリカをコーティングした SEM 像なども示しており, 分散良く表面処理された様子が伺えた。アクロン大学の Kumar らは, CNT を均一分散させるために二軸押出機のダイ部分に強力超音波照射を付加した押出システムを用いて CNT の分散処理を行った⁵⁾。得られたポリエーテルイミド (PEI) /多層 CNT (MWCNT) 複合材料のモルフォロジー観察, 導電性や機械特性を評価した結果, 超音波付加押出物において CNT の分散性は向上すること, ヤング率および強度は MWCNT の増加 (10 wt%まで) に伴い増加することなどを示唆した。

生分解性材料の研究報告を一部紹介する。ミシガン州立大学の Bhardwaj らはキーンノート講演として, 新たなポリ乳酸プラスチック材料について発表を行った⁶⁾。ポリ乳酸 (PLA) に多分岐状に分子鎖を修飾させたハイパーブランチポリマーとの改質を行うことで機械特性を向上させるという内容であった。ナノスケールの分子鎖の改質ということで, 通常のポリマーブレンド・アロイ, ナノコンポジット材料などによる複合化とは異なり, 様々な優位性を示すことなどを示唆した。次に, PLA 化学メーカー, ネーチャーワークス社とスペシャリティミネラル社との共同研究により, ミネラル添加量による PLA の機械特性を詳細に調べている。高アスペクト比 (5.42) の炭酸カルシウムを充填材とした PLA 複合材料の機械物性について報告がなされた⁷⁾。この複合材料は低温衝撃特性に優れ, 高い靱性と剛性を示すことを明らかにした。マサチューセッツ大学のグループは, PLA に PHO (Poly (3-hydroxyoctanoate)) を溶解ブレンドし, PHO 分率によるその構造変化と物性を調べている⁸⁾。これらは基本的に非相容であり, Tg と融点を 2 つ示すこと, PHO を添加することで, 破断伸びが向上し弾性率は低下することなどを示した。

* Ito, Hiroshi
山形大学 大学院理工学研究科
米沢市城南 4-3-16 (〒992-8510)
2007.6.12 受理