



名古屋市工業研究所

CAEを活用したものづくり支援

日本製スーパーコンピュータ「京」を筆頭に、コンピュータの計算能力がますます発達することで、これまで多くの日数を要した計算も短時間で行えるようになり、ものづくりのあり方を変えつつあります。その代表例がCAE(Computer Aided Engineering)です。CAEは、三次元CADデータにより形状モデルを生成し、構造物の変形や応力分布、液体や気体の流れ、熱の移動や温度分布、電磁場、高温溶融状態から冷却されて固化する相変化など、各種挙動や多様な状態解析をコンピュータシミュレーションによって予測する技術です。CAEを利用して事前に製品の性能評価を予測することにより、製品の開発プロセスにおける設計、試作、評価の繰り返し回数を削減し、開発期間の短縮やコストダウンが可能のため、広範な分野で活用されています。当所では、15年程前にCAE解析システムを導入してから取り組みを始め、現在では次のような技術支援を行っています。

【電子機器の設計効率化】

電子機器は小型化・高速化のために、熱と電磁ノイズの問題が大きくなってきました。これらの対策は相反するため、両立した設計が困難です。そこで、過渡熱抵抗測定装置や熱拡散率測定装置、熱流体解析装置、電磁界解析装置などを導入し、熱的・電気的特性の測定からシミュレーションによる試作品の評価まで、総合的に支援できる体制を整えています。

【CAEに不可欠な材料物性値の計測技術】

CAEを導入しようとする際の大きなハードルの一つは、材料物性値などの各種解析条件をどのように設定したらよいのか分からないという点です。特に自動車衝突解析のように材料の高速変形

を伴う問題の場合、CAE用の材料試験を実施すること自体が容易ではありません。そこで、衝突解析に関連する高速引張試験機と衝撃圧縮試験機を設置し、適切な材料物性値を取得できるようにしました。このような材料試験だけでなく、CAEの導入や使い方についても支援しています。

【X線CT及び三次元プリンタを利用したものづくり支援】

X線CTによれば、製品の内部構造まで反映した三次元画像データの取得とその解析が可能です。CAD図面のない製品を三次元画像データとし、応力、振動、流体等について解析できます。解析結果を利用して製品形状を変更し、三次元プリンタを用いて実空間の製品として形作り、実際の収まり具合を確認したり、手作業による改良を加えたりして、再びX線CTにより三次元画像データに変換できます。こうすることで、試作・設計の大幅な効率化が図れます。

【CAE技術研修】

材料力学の基礎やプラスチックと金属の材料特性など、構造設計に必要な知識を座学で修得するとともに、材料試験やCAEによる設計の実習を行います。毎年8～9月にかけて5日間の日程で実施しています。

今後も当所が得意とする計測・解析技術を柱とし、CAEを有効に活用して新製品・新技術の開発のお手伝いができる体制作りを進めてまいります。ご要望やご関心などございましたら、お気軽にご連絡ください。

(主幹 技術支援 林 幸裕)
TEL (052)654-9809

研究紹介

緩衝材の衝撃緩和効果について

はじめに

携帯電話のような身近な電子機器をはじめあらゆる工業製品には、振動や衝撃による破壊を抑えるために緩衝材が使われています。緩衝材はその名のとおり衝撃を緩和するための材料であり、衝撃発生時には緩衝材の変形により衝撃力を分散させながら運動エネルギーを消費していきます¹⁾。

このように衝撃対策が施された製品本体は緩衝材の効果で受けるダメージを少なくすることが出来ますが、その内装部品に対しては、良かれと思って取り付けした緩衝材が逆に衝撃を大きくしてしまっている場合があります。

モデル試験

モデル試験として、図1のように製品本体に見立てたおもりに微小部品を取り付け微小部品にかかる加速度を測定してみました。

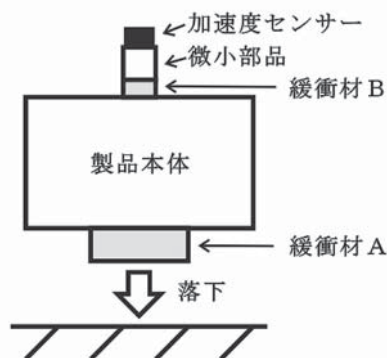


図1 製品モデルの落下衝撃試験

まず微小部品には緩衝材Bを取り付けず直接製品本体に貼り付け、本体に対してウレタンフォーム緩衝材Aによる衝撃緩和と測定を行いました。その結果、既報¹⁾で示したとおり緩衝材の材質や厚さ衝撃速度により適用緩衝材の最適値が導かれます。

次に微小部品に様々な厚さのウレタンフォーム緩衝材Bを貼り付け、本体の衝撃対策が十分に行われている場合と、不十分な場合とに分けて同様

の落下衝撃試験を行いました。それぞれの微小部品にかかる加速度結果を図2に示します。

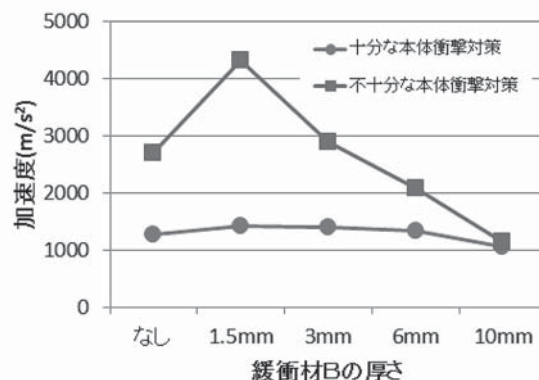


図2 微小部品にかかる加速度

このグラフから微小部品に緩衝材Bを貼りつけても、逆に加速度が大きくなってしまう場合があるということがわかります。製品本体への衝撃対策が十分な場合は緩衝材Bの厚さによる影響は小さいですが、衝撃対策が不十分な場合は、その結果が顕著に現れています。

これらのことから言えるのは、製品本体に衝撃が加わった場合、各部品にも衝撃を与えたくないという安易な考えから緩衝材を適当に貼り付けるという対策は、逆に部品にかかる衝撃を拡大しかねないということです。

部品に対する衝撃緩和対策は、製品本体および緩衝材との相互作用が複雑なため個々の事象ごとに行うのが最も効果的ですが、図2でもわかるように、まずは製品本体に対する衝撃対策を行うことが大切です。

このような衝撃対策を行う場合は実測定が効果的ですので、その際にはお気軽にご相談ください。

1) 月刊名工研・技術情報 No697, p3 (2009)

(計測技術研究室 奥田 崇之)

TEL (052)654-9883

研究紹介

走査電子顕微鏡観察による樹脂上めっきの密着性評価

樹脂は、加工性および柔軟性に優れ、軽いことなどから様々な分野で利用されています。その反面、金属と比較して耐熱性や耐候性に劣り、美しい金属光沢がないなどの欠点もあります。樹脂にめっきを施すことにより、美しい金属光沢による高級感、導電性、耐衝撃性、耐擦傷性などを付与しこれらの欠点を補うことができるため、樹脂へのめっきの需要は高まっています。このような状況下、樹脂へのめっきの密着性向上は重要なテーマと位置付けられており、膨れや剥がれの不良発生を減少させることが常に課題となっています。

一般にABS樹脂へのめっきでは、前処理のエッチング処理によりブタジエン相を溶解させ、微小な孔を開けます。その孔にめっき金属が入り込み、機械的に引っかけるアンカー効果によりめっきの密着性が向上できるからです。樹脂中のブタジエン相の形状や分散状態によって、エッチング処理後の孔の状態も左右されるため、樹脂の成形条件がめっきの密着性に大きく影響すると言えます。

ここでは、ABS樹脂へのめっきの密着不良と樹脂の成形条件（射出速度）との相関関係を調べた事例を紹介します。①ヒートサイクル試験（密着性試験）後に膨れ不良が発生した試料の発生箇所と正常箇所、②射出速度を10 mm/s 及び20 mm/s と変えて成形したABS樹脂について、それぞれエッチング処理後の表面を走査電子顕微鏡（S-4800: (株)日立ハイテクノロジーズ）により観察し、比較・評価しました。試料には金コーティングによる導電化処理を施し、加速電圧5 kVで二次電子像（SEM）による観察を行いました。

図に膨れ不良発生箇所と正常箇所のエッチング処理後のABS樹脂表面のSEM写真を示します。正常箇所(下図)では球状孔ですが、膨れ不良発生箇所(上図)では、正常箇所と比べて孔が一方に長く扁平になっていることや、同一試料内でも箇所により孔の状態に違いがあることがわかります。

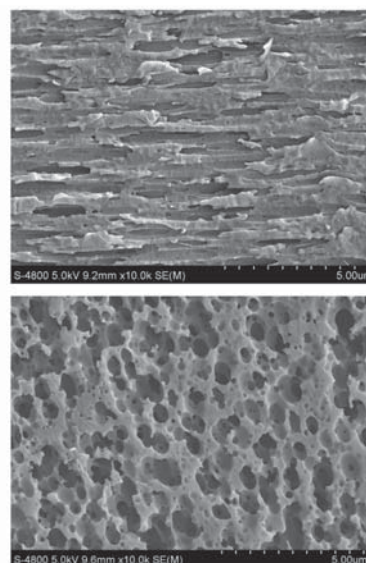


図 エッチング処理後のABS樹脂表面のSEM写真
（上図：膨れ不良発生箇所、下図：正常箇所）

また、射出速度では、速い方（20 mm/s）は遅い方（10 mm/s）と比べて孔が一方に長く扁平になっていることが確認されました。これは、射出速度が速いほどブタジエン相は流れ方向に引き伸ばされ、長く扁平になると言えます。球状のブタジエン相が成形の際の流れ方向に引き伸ばされたまま固化することにより、エッチング処理後の孔が深さ方向に浅くなります。このような扁平孔では機械的な引っかかりが弱くなります。したがって、射出速度の過剰な高速化は扁平な孔の発生につながり、十分なアンカー効果は得られないと推測できます。上図に示した不良発生箇所の孔の扁平も射出速度が一つの要因であり、それが膨れ不良の発生につながったと考えられます。同一試料内でも箇所による樹脂の流れ速度の違いを踏まえ、射出速度を検討する必要があると考えられます。

以上のように、製品の不良原因の解明に走査電子顕微鏡が有効な場合が多くあります。ご興味のある方はお気軽にご連絡ください。

（環境技術研究室 浅野 成宏）

TEL (052)654-9887

技術支援

工業研究所活用事例

当所は、地域に根ざした頼りがいのある中核研究機関を目指すとともに、積極的に技術開発をしようとする企業の皆様とそれぞれのオンリーワン技術の開発に取り組んでいます。

お気軽に当所をご利用いただく参考として、過去に技術支援した例を紹介します。

樹脂製品中の金属異物の分析 業種：プラスチック材料・製品 目的：トラブル対策 問合せ先 プロジェクト推進室 (052-654-9898)	樹脂製品中に異物が混入したため、その成分を調べたいというご相談を受けました。 この異物は数100μmの大きさで金属光沢を示していたのでX線分析顕微鏡により調べることにしました。この装置は蛍光X線分析装置のひとつで、測定試料の画像から分析する場所を指定し、その場所にX線ビーム(ϕ100μm)を照射することで微小部の元素分析を行うことができます。樹脂製品は数センチ角のシート状でしたので、切り出しなどの前処理をせずに試料ステージ上にそのまま取り付けて測定しました。異物の場所を指定して分析した結果、ステンレス鋼材であることが分かり、異物の混入原因についての手がかりが得られました。本装置は大気中で分析を行うため、軽元素は分析対象外になりますが、この事例のように分析対象物が樹脂に被覆されたものや水や油を含むものなど他の分析機器では測定が困難な試料でも分析できる特徴があります。
アルミダイカストの品質向上 業種：金属製品製造業 目的：品質管理 問合せ先 生産システム研究室 (052-654-9851)	アルミダイカストの製造工程において、カジリと呼ばれるトラブルの解決に向けての相談がありました。 カジリというのは、製品と金型が離型時に固着する現象で、不良となる製品を次々と生み出すばかりでなく、しばしば金型にもダメージを与え、生産効率の大幅な低下を招くトラブルです。そこで設備診断技術の適用を検討しました。設備診断技術は、機械の状態を測定する技術ですが、現場で持っている「暗黙知」を「形式知」へ昇華させることが可能です。実際に金型を外すときの振動を複数個所で測定し、作業者の方の経験と合わせて解析することで、その予兆を捉える工夫をしました。さらに、高品質・高効率化を目指し、設備診断技術を用いた転写性のよいダイカスト技術を確立し、製品のひずみや変形を少なくすることができました。
ラミネート紙製造～中間製品でのトラブル 業種：パルプ・紙・紙加工品製造業 目的：トラブル対策 問合せ先 有機材料研究室 (052-654-9890)	産業用の中間素材である押出ラミネート紙の巻き取りロールが幅方向の両縁のところで、段になったり、くっついてしまうというトラブルについて相談がありました。 押出ラミネート紙は密度の高い紙の片面に熔融したポリエチレン樹脂等をコーティングすると同時にロールで冷却しながら圧着して製造されます。この相談のトラブルは幅方向の縁部で集中的におきていることから、全幅をサンプルとして採取し、紙層部分だけを酸性薬品で溶かし、幅方向でポリエチレン層の厚みが均一であるかどうか1cmごとに実測しました。その結果、樹脂厚が縁部で厚くなるネックインという現象がおきていることが判明したので、樹脂温度やロールとの距離等、一般的な製造上の留意点をアドバイスしました。その後、企業側からの試作、当所での測定や検証のやりとりを数回行ったところ、トラブルを軽減する製造条件を見つけることができました。