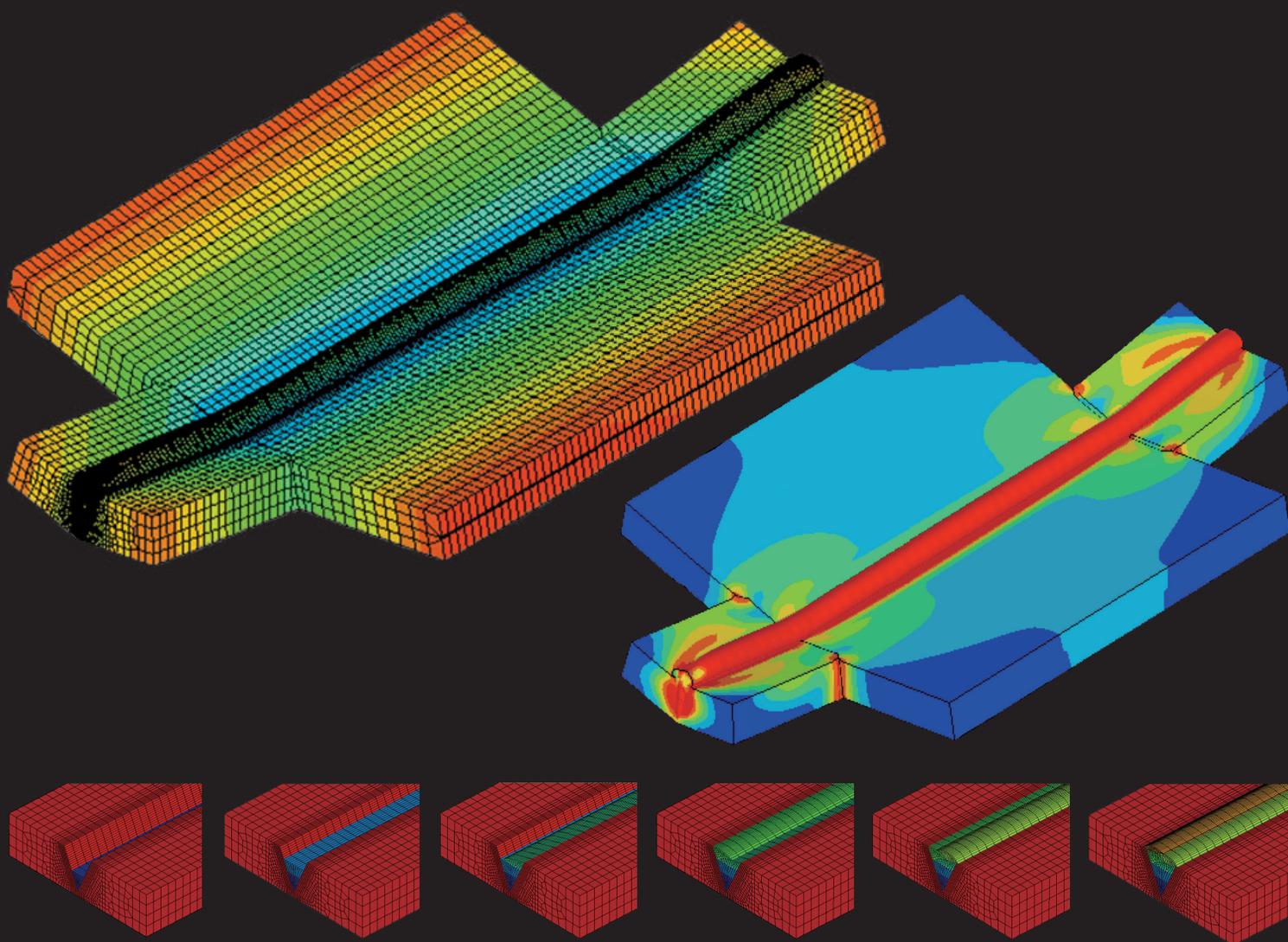


計 算 互 学 ナ ビ

計算工学ナビ・ニュースレター2018年秋号



ポスト「京」重点課題⑧ サブ課題E 新材料に対応した高度成形・溶接シミュレータの研究開発

**並列構造解析ソフト「FrontISTR」をベースに
より先進的な高度成形・溶接シミュレータを開発** 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 奥田洋司

ポスト「京」重点課題⑧ サブ課題F マルチスケール熱可塑CFRP成形シミュレータの研究開発

**熱可塑CFRP成形プロセスを精密に再現し
合理的な強度評価に基づく最適設計の実現をめざす** 東京大学 生産技術研究所 吉川暢宏

並列構造解析ソフト「FrontISTR」をベースに より先進的な高度成形・溶接シミュレータを開発



東京大学大学院
新領域創成科学研究科
奥田洋司 教授

自動車をはじめ、さまざまな工業製品の製造現場において、溶接工程は製造の根幹を支える重要な役割を果たしています。また、経費節減や環境負荷低減などの要請から、CAE(computer aided engineering)を活用した“ものづくり基盤工程”の高度化が求められています。しかし、複数の部品組み立てにおける計算規模の大きさや溶接部の現象の複雑さなどのため、現在は溶接工程でCAEを十分に活用できていないのが実情です。東京大学の奥田洋司教授らは、こうした課題を解決するため、ポスト「京」を用いて大規模かつ高精度な計算を行い、溶接シミュレーション技術の高度化をめざしています。

産業界からも期待される高度成形・溶接シミュレータの実現

本日は、ポスト「京」重点課題⑧「近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発」サブ課題Eにおいて、奥田先生が取り組んでおられる高度成形・溶接シミュレータとはどのようなものなのか、現在までの研究開発の進捗なども含めて、お話をうかがわせていただきたいと考えています。

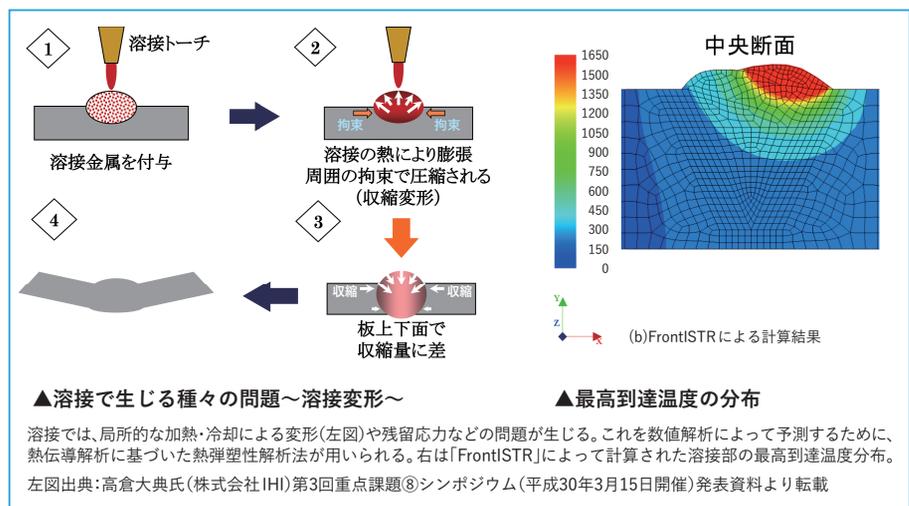
今回のプロジェクトで、私たちが主要なターゲットにしているのは溶接です。その概要をお話しする前に、鉄鋼メーカーの方からいただいたメールを紹介させていただきます。かつてさまざまな分野の方々にもものづくり分野におけるシミュレーションの必要性についてヒアリングを行った際に頂戴したのですが、このメールには「なぜ鉄鋼業界にとってシミュレーションが重要か」が非常にわかりやすく記されていて、私はずっと保存しているんです。書かれているのは、次のような内容です。鉄鋼材料の特長は、成形性や溶接性のよさであり、そのため古くから使われている材料でありながら、今日ものづくりを支え続けているわけです。そして、その技術はどんどん高度化しています。一方で、高強度化や軽量化などのニーズは高まっており、成形性や溶接性への要求もより厳しいものになっています。その要求に応えるためには、シミュレーションを活用した成形・溶接技術の深化が非常に重要であり、鉄鋼メーカーとし

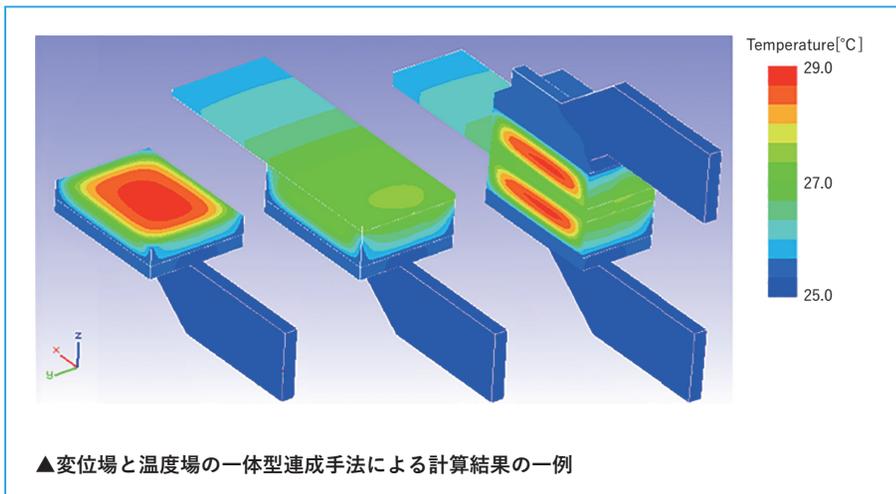
ても大きな期待を寄せているというのです。私たちににとっては、ありがたい応援メッセージでもありました。そうしたこともあって、今回のポスト「京」重点課題⑧における製造技術分野の課題として、高度成形・溶接シミュレータの研究開発を提案させていただいたわけです。

溶接では、局所的な加熱・冷却によるひずみや溶接金属の収縮などによって、予測が難しい変形や残留応力による割れなどが生じることから、現在も熟練工によるトライアル&エラーに頼る部分が大きいいわれているようですが、奥田先生らが開発する高度成形・溶接シミュレータは、どのようにしてこうした課題を解決しようとしているのですか。

私たちが目的としているのは、一言で言えば「溶接工程における溶接順序探索及び逆ひずみ量推定の高精度化・高速化」です。

ただ単に熱を加えたときの構造変化を計算するだけではありません。今言われたように、溶接すると部品が変形したりして、製造図面通りに仕上がらないわけです。そこであらかじめシミュレーションを行い、例えば部品が反るのであれば、最初に逆向きに力をかけておいて溶接することでもとに戻してやるとか、図面通りにつくるために最適な溶接の順番を決める、そうしたことを可能にして、ものづくり基盤の高度化に貢献していきたいと考えています。溶接工程のシミュレーションは、これまで汎用プログラムなどで行われていますが、熱反りをあらかじめ考慮した計算と溶接を同時に計算するようなプログラムは、今のところ見当たりません。研究レベルでは行われているかもしれませんが、誰もが使えるものはまだないと思います。もの同士が接触するときには反力が生じる現象の解析を接触解析といいます。これは結構特殊な分野でして、その接触と熱弾塑性、つまり熱に





よって構造の永久変形が生じるような問題、その2つを同時に考慮できる、しかも、それを高速かつ詳細なメッシュで計算できることが、今回の開発プロジェクトの大きな特徴になっています。

溶接シミュレータのベースは構造解析ソフト「FrontISTR」

高度成形・溶接シミュレータのベースになっているのは、奥田先生たちが長年にわたって研究開発を続けてこられたオープンソース構造解析ソフト「FrontISTR（フロントイスター）」ですね。

「FrontISTR」の強みは非線形解析機能を有する実用性と高度な並列計算性能です。溶接シミュレーションは、温度の関数や応力状態の関数などが複雑に関係したマルチフィジックスシミュレーションであり、そうした非線形性を考慮した膨大なイタレーション（繰り返し計算）が必要になってきます。「FrontISTR」は、並列計算で大きな問題を解くことを得意としており、ほかのプログラムでは、そこまで非線形性を考慮するといくら時間をかけても解けなかった問題が「FrontISTR」ならクリアできる、それをうたい文句に、ポスト「京」の計算性能を活用するための研究開発を行っています。

もうひとつ付け加えておくと、いわゆる構造解析を行う目的はさまざまで、そのすそ野は非常に広いわけです。現在私たちがターゲットにしている溶接技術に関しては、それこそ「京」やポスト「京」を利用して大規模計算を行い、先端的な研究開

発・技術開発を推進する垂直方向展開ですが、一方には、スパコンを使わないまでも構造計算を行ってものづくりに役立てていきたいと考えている人たちがたくさんいます。つまり、高いピークの麓に広大なすそ野が広がっているわけです。そうした広いすそ野を視野に入れた水平方向展開も重要で、常に垂直・水平の2つの展開を脱みながらプロジェクトを進めていきたいと考えています。これはポスト「京」重点課題⑧の課題責任者・加藤千幸先生のご指導でもあります。プロジェクトとしてプログラムを開発して終わりにするのではなく、その成果をしっかりと産業界に浸透させていかなければならないと強くおっしゃっています。特に構造解析の分野では、欧米製のソフトウェアに席卷されている状態で、「FrontISTR」と言っても、「並列計算で大きな問題が解けるソフトですね」と認知していただけるものの、実際に利用しようというところまではなかなかいきません。新たに導入するのもたいへんですし、乗り換えの作業も半端ではありませんからね。その意味でも、垂直方向展開だけでなく、どのようにして水平方向展開していくかは、私たちににとっては重要な課題なのです。

研究開発成果を適用する3つのターゲット

サブ課題Eで取り組んでおられる高度成形・溶接シミュレータの、具体的なターゲットは決まっているのでしょうか。

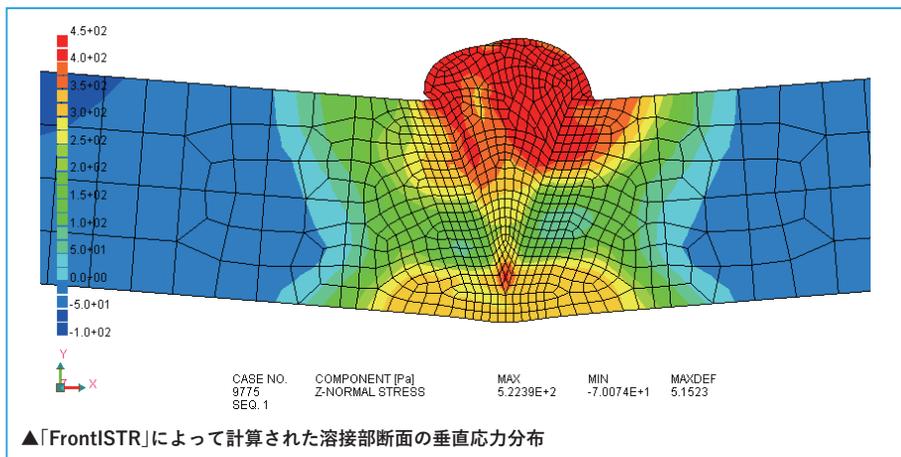
当然ながら、シミュレータが本当に役に立つかどうかは、実際に企業で使われるのかにかかっているわけです。とはいえ、普段からスパコンを使ってシミュレーションを行っているのは、大手企業のなかでもごく一部でして、私たちはさまざまな産業分野からニーズを掘り起こし、ターゲットを探してきました。その結果、3件の対象について具体的に企業と話を進めています。1つ目は、ジブクライミングクレーンのマストです。溶接する部分がとても長く、全体として大きく変形すると考えられ、本溶接において変形を抑えるとともに溶接隙間量が最小になる適切な溶接順序を探し出すことが課題です。2つ目は、自動車のラダーフレームやパネルです。全体として数メートルの大きな領域であり、その上評価しなければいけない数mmの溶接部を数 μm で解像しようとしており、結果的に解像に必要な要素数が非常に細かくなります。3つ目はポンプ水車用の超高落差ランナ（水車発電機）で、やはり溶接が長くなるので、最適な溶接順序やあらかじめスプリングバックを考慮して溶接するためのシミュレーションのニーズがあります。このほかにも、大規模望遠鏡の架台部分、シールドトンネルの鋼製セグメントブロックなどの話がありましたが、現在のところ、この3件を具体的なターゲットとして取り組

2018年春より「FrontISTR Commons」始動

2012年に発足したユーザー会「FrontISTR研究会」は、今年の春より「一般社団法人FrontISTR Commons」として新たなスタートを迎えた。超並列スパコンからPCクラスまで対応可能なオープンソースの構造解析ソフト「FrontISTR」の利用促進、産業応用支援、機能向上などを推進する目的で、これまで幅広いユーザーと一緒に研究

会を運営してきたが、「数多くのニーズに対応、よりスムーズな運営を図るため、組織を見直すことにしました。『FrontISTR』という資産をみんなで共有し、継続的に維持管理して、成果を生み出していきたいという思いを込めて、新しい名称に「Commons」をつけることにしました」と奥田洋司教授は話す。

* FrontISTR Commons URL : <https://www.frontistr.org/>



▲「FrontISTR」によって計算された溶接部断面の垂直応力分布

んでいます。さらに、開発アプリの普及フェーズには、例えば、金属3Dプリンタでのレーザー照射による粉末焼結過程における永久変形予測や、電子プリント基板でのリフロー炉内における電子部品・はんだ接合の永久変形予測、新しい溶接法である摩擦攪拌溶接法の永久変形予測などへの展開も検討しています。なかでも金属3Dプリンタは、かなりホットなテーマで、現象としては溶接によく似ているため、応用していけると考えています。これらが、先ほどお話しした垂直方向展開のピークとして狙っているターゲットになります。水平方向展開については、これまで長く続けてきた「FrontISTR研究会」といういわゆるユーザー会組織を今年から一般社団法人にして、さらに充実したものにしていこうと考えています（P.3右下の囲み記事参照）。

ものづくり基盤高度化への貢献をめざして

ピークをめざす垂直方向展開の研究開発を進めておられるなか、その進捗状況についてお話しいただけますか。

溶接による収縮を高精度に予測するためには、溶接部ではない母材の接触状態を含めて、詳細に計算する必要があります。そのため、数m規模の解析領域に存在する数mmの溶接部を数 μ mで解像することが可能なソルバーを開発しなければなりません。メッシュの粗密を考慮したとしても、要素数は数千億から数兆要素になると考えています。これを達成するために、大きく3つのテーマに取り組んでいます。1つ目は「アセンブリ／接触問題の大規模解析が可能な並列反復法の構築」、つまり非常に

大きな問題を解くための機能開発です。これまでずっと並列計算機を相手にしてきた、その延長上にあるのですが、ポスト「京」になると、CPUの増加や通信量の削減などを考慮しながら、引き続き並列性能の最適化をしていく必要があります。さらに並列領域分割法も重要です。並列計算をする場合、有限要素法のメッシュをプロセッサで分担するために領域を分けるわけです。この領域分割というプログラム自体も並列に動かさないと、時間的にもメモリのにも足りなくなってしまうので、並列に領域分割をするツール開発が欠かせません。この2つを進めていくことで、溶接の並列計算の高機能化を実施していこうとしています。2つ目は「熱伝導・弾塑性変形の大規模双方向連成解析の構築」。溶接という熱と熱によって生じる非線形現象については、記述するプログラムをすでに開発していましたが、今までは熱の分布の計算と熱の分布が構造にひずみを生じさせる構造計算のプログラムを交互に計算していました。それを今回、相互作用をがっぷりとカップリングさせることで、より精度よく計算できるプログラム開発を行いました。これはすでに達成しています。3つ目は「プレス成形時のスプリングバックの影響を考慮した溶接解析の構築」。従来の解析では、プレス成形時のスプリングバックによる残留応力を無視していましたが、私たちの解析では、プレス成形・溶接の一連の工程を解析可能

なプリ・ポストの機能を開発することにより、残留応力を溶接の初期条件として考慮できるようにしています。こうした超大規模・高精度連成解析ソルバーの開発は、順調に進んでおり、今後は、これらを統合して、先ほど紹介した3つのターゲットに適用していき、当初の目的を達成できるかどうか確認していく予定です。一応、今年度は全体構造をいくつかのコンポーネントに分けて計算を行い、来年度に全体を組み上げた構造計算をするつもりですが、最後にあまり大きな計算をしようとする、リソースの問題もあって間に合わなくなるといけないので、多少早めに進めていこうと考えています。

さらなる研究開発を進めていく上で、今後の課題は何ですか。

ひとつひとつの課題は、ほぼ解決していますが、計算精度と計算効率をコントロールする解析パラメータの最適化をはじめ、まだ取り組むべき課題は残されています。本当に産業界で役立つものにするためには、例えば溶接する順番などをこのシミュレータの解析結果をベースに新たに組み直した結果、製造過程が単純化したとか、作業効率が向上したとか、コストが削減されたとか、そこまでの結果を出さないといけないと考えています。全体的に反りのない構造物ができるようになり、その技術が製造ラインに反映されてこそ、ものづくり基盤の高度化に貢献できたといえるのだと思っています。それが実現するのは、もう少し先の話になるでしょう。ただ、分野によっては、比較的早く実用化する可能性もあります。その可能性に期待してくださる産業界の方々も多く、私たちもみなさんの応援に応えることができるように頑張っていきたいですね。

サブ課題Eとサブ課題Fの連携

重点課題⑧では、各サブ課題間の連携や情報共有にも力を入れている。「製造プロセスの革新」カテゴリーのサブ課題Eとサブ課題Fでは、連携による「熱可塑性樹脂接触大変形／温度連成解析手法の開発」が進められている。これは、サブ課題Fの熱

可塑性CFRP成形シミュレータにおける接触問題などへの対応のため、サブ課題Eの「FrontISTR」の大規模連成解析手法の成果の一部を利用するもので、すでに昨年度よりプログラムの移植・検証作業が始まっている。

熱可塑 CFRP 成形プロセスを精密に再現し 合理的な強度評価に基づく最適設計の実現をめざす



東京大学 生産技術研究所
吉川暢宏 教授



ジェットエンジンのファンブレードや自動車のボディなどに、軽量かつ成形性に優れた熱可塑性樹脂を用いたCFRP(炭素繊維強化プラスチック)の活用が有望視されていますが、加熱成形後の繊維配置を予測する手法などが未整備のため、現状では正確な強度評価さえ難しい状況です。東京大学の吉川暢宏教授らは、ポスト「京」の計算能力を利用し、炭素繊維と樹脂を区別したマルチスケールシミュレーションをマルチスケール展開し、熱可塑CFRP成形プロセスを精密に再現することにより、成形後の繊維配置を正確に予測する合理的な強度評価に基づく設計技術を実現させようとしています。

高まる熱可塑CFRPへの期待

前回の取材(本誌Vol.13)で、ポスト「京」重点課題⑧「近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発」において、吉川先生が取り組んでおられる熱可塑CFRP成形シミュレータの研究開発についても、お話をうかがっていますが、今回は研究開発の進捗なども含めて、もう少し詳しく紹介させていただこうと考えています。

前回もお話ししましたが、CFRPには、大きく分けて熱硬化型と熱可塑型の2種類があります。液状の樹脂を加熱して固化させるのが、基本的な熱硬化型の成形プロセスです。製造にやや時間がかかり、比較的大規模な製造設備が必要なため、コスト的にも高いものになります。一方の熱可塑型は、温度を上げ、柔らかくして成形します。金属のプレス加工に近いイメージでいろいろな形が比較的容易にできますし、成形も熱硬化型と比べると短時間ででき、コストも安いので、高強度かつ軽量のCFRPの特性が生かせる航空機や自動車の部品などに利用できるのではないかと期待されています。製造手法として有望視されているのは、薄さ0.1mmほどの炭素繊維と樹脂のシート(プリプレグシート)を積層して、加熱成形する方法です。私たちが進めているポスト「京」重点課題⑧のサブ課題Fでは、現在、メーカーと協力して、航空機用ジェットエンジンの先端部から空気を吸い

込むファンのブレード(羽根)をCFRPで製造するため、製造プロセスまで踏み込んで、そこで何が起きているのか、どんな不具合が生じているのかをシミュレーションによって予測することをめざして、そのためのソフトウェアを開発しています。

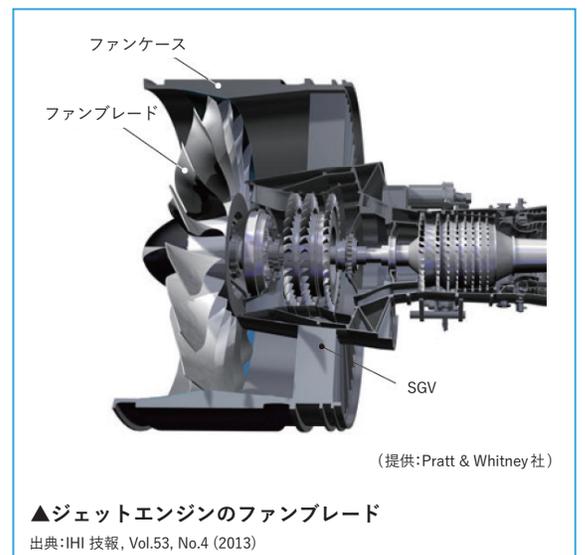
現在、CFRPでつくられたジェットエンジンのファンブレードは、製品化されていないのです。

海外では、すでに熱硬化型で実用化されているものがあります。もとはジュラルミンなどの金属でつくられていましたが、CFRPによって軽量化をめざしているのです。強度の要求も高いのですが、ファンの大型化はジェットエンジンの燃費向上に大きく貢献するため、CFRPを活用して強度を保ちながら軽量化し、ファンの大型化を図ろうとしています。そこで、私たちにご協力いただいているメーカーとしては、成形のスピードアップやコスト面で熱硬化型よりメリットがある熱可塑型のファンブレードを採用したいと考えているわけです。

実用化のためには、製造プロセスで何が起きるのかを正しく予測する熱可塑CFRP成形シミュレータが必要というわけですね。

熱可塑型のファンブレードは、薄いプリプレグシートを

洋服の裁断のようにカットして、それをどンドン重ねて加熱成形します。このとき、繊維の方向が一方だけだと弱い部分が出てしまうので、いろいろな方向に向けながら重ねる必要があります。ところが、加熱すると樹脂が膨張したり、液体に近い状態になったときに流動したりします。それがプレスされると、最初はきれいに並んでいた炭素繊維がうねったり、折れ曲がったりしてしまいます。しかし、加工している間に内部の状況を観察することや、調整することはできませんから、結果的に成形後に確認したら炭素繊維がうねっていた、想定外の方向を向いていたということも起こる可能性があります。メーカーとしては、どうしてそうなるのか、強度に影響を与える因子を製造時にどのようにコントロールしたら強度の向上につながるのか、そのメカニズムをシミュレータによって明らかにしてほしいという要望があります。

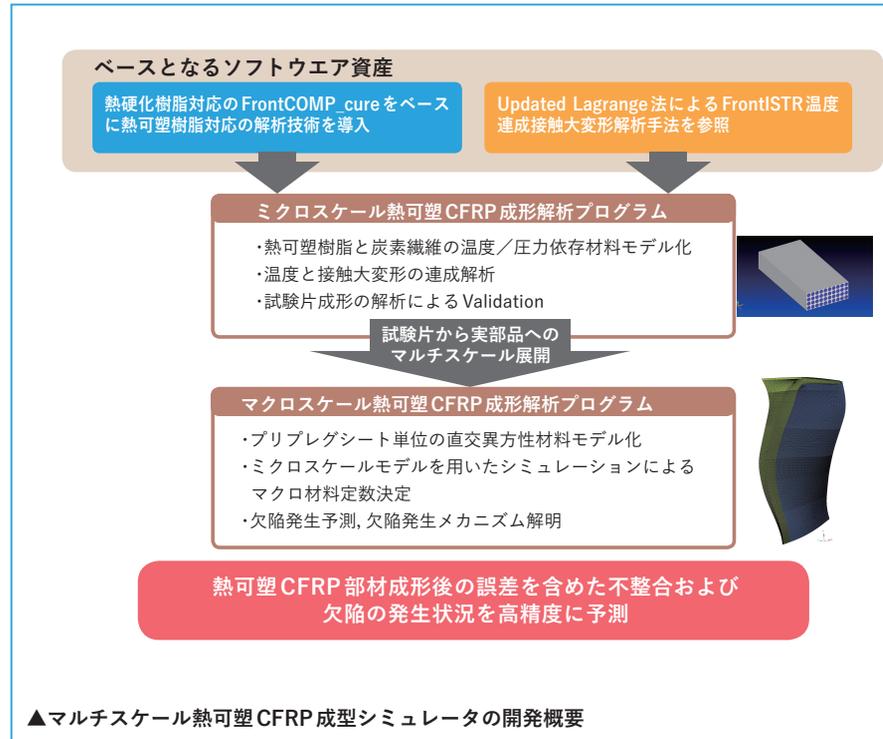
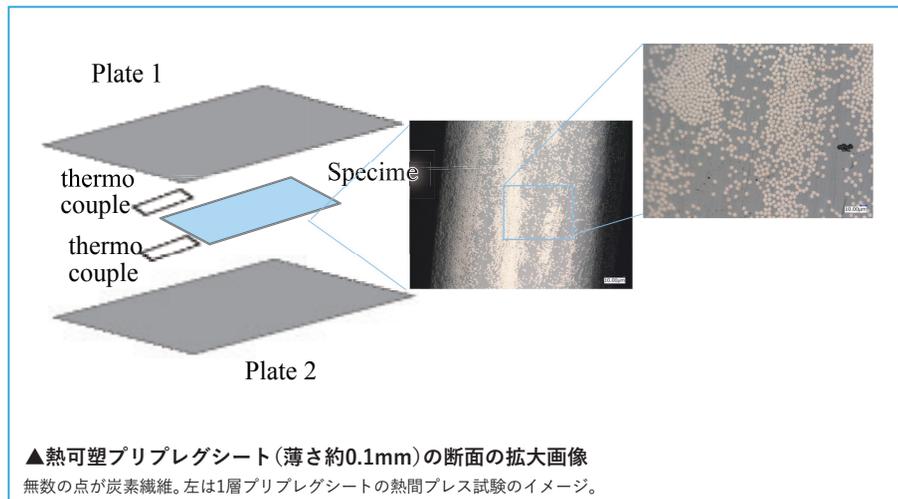


熱硬化型の実績を 熱可塑CFRPシミュレータに活かす

今回のプロジェクトでは、吉川先生らがすでに開発されている熱硬化CFRP成形シミュレータ「FrontCOMP_cure」をベースに、研究開発を進めておられるとうかがっています。

基本的な考え方はどちらも共通していて、熱硬化型のアルゴリズムの多くが熱可塑型でも活用できます。ただ、熱硬化型は簡単にいえば温度を上げて液状の樹脂を固めるだけです。温度の分布にしてもそれほど複雑ではありません。例えば、炉内の温度が120℃であれば、CFRP全体の温度も120℃くらいになっていて、温度に関してあまり複雑なことを考えることなくシミュレーションできます。しかし、熱可塑型は温度を上げた状態でプレス成形するため、プレス面に荷重が加わりますし、温度のムラも生じてしまいます。さらに、金属の型とCFRPが接触するので、そこにも熱のやり取りが発生し、温度条件は、時々刻々かなり複雑に変化することが考えられます。こうした条件のなかで、変形の様子を同時に解いていかなければなりません。温度と構造の連成解析に、さらに接触という問題が加わります。こうした連成解析の複雑さは、今回のシミュレータを構築する上でのいちばんの難しさです。

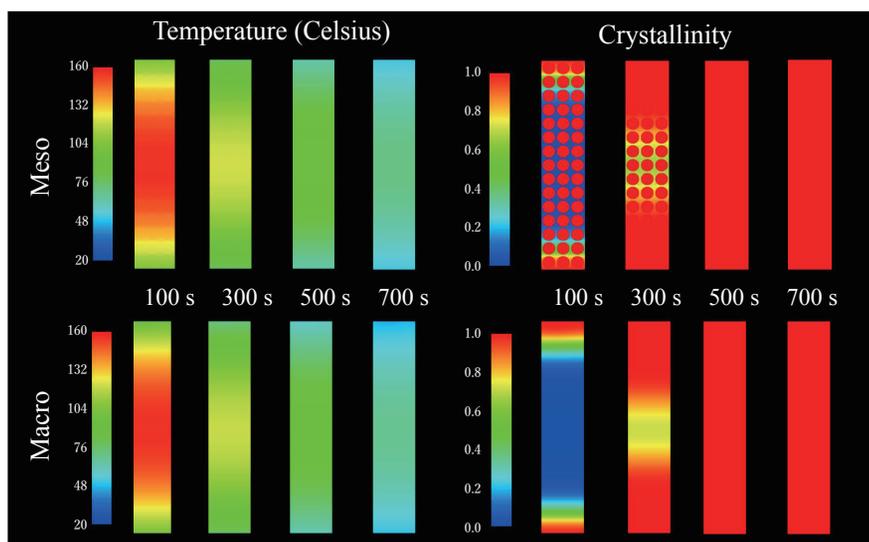
まずはマイクロスケールでモデル化し、その



結果をマルチスケール展開してマクロスケールの実部品のシミュレーションを行うというのが、基本的な研究開発の進め方ですね。これは熱硬化型の場合と同様ですか。

はい、同じです。基本的には樹脂の特性がいちばん重要で、まずは樹脂の特性をマイクロレベルで直接モデルに反映させないと、正確なシミュレーションはできないと考えています。そのため、ポスト「京」による大規模計算が必要になります。炭素繊維の方は比較的安定した材料で、温度に対してほとんど膨張せず、逆にわずかに収縮するような感じで温度依存性もなく、強度的にも安定していますので、マイクロレベルでの炭素繊維のモデル化はほとんど問題なく進んでいます。やはり最も重要なのは

樹脂の方です。これまでの研究開発で、マイクロスケールの樹脂単体のモデル化も進展し、ソフトウェアとしてはほぼ完成しています。現在は、試験片成形の解析によるシミュレーション結果のバリデーション(検証)を進めている段階です。実際のCFRPの断面を見ると、多少の偏りもあるのですが、大まかな挙動をとらえて平均化し、均一分布として考えていこうとしています。その結果を実部品へマルチスケール展開していくわけです。しかし、そこには大きな課題があります。プリプレグシート単位でモデル化するにはマクロ材料定数を決めなければなりません。樹脂は粘弾性体、つまり弾性と粘性の両方の性質を持っていて、弾性体についてはマイクロモデルからマクロモデルへ展開するいろいろな手法がありますが、粘性体のモデル化については確立された手法もなく、非常に複雑で難しいのです。というのも、粘性はひずみ速度に大きく依存していて、粘性体のモデル化には時間に対する変化、ひずみと応力の関係をうまく記述していく必要があります。そこがいちばんのキーポイントになっています。一応モデル化は進んでいて、今後はモデルが実際の現象を正確に表しているかどうか、実験を含めた検証を行っているところです。これがうまくいけば、もう樹脂と炭素繊維をいちいち分ける必要がなくなり、熱可塑CFRPという一つの材料として扱えると考えています。



▲マルチスケール展開のための検証結果

シミュレーションによる温度分布および結晶化度分布は、メゾモデル(上)とマクロモデル(下)でほぼ一致していることが確認された。

シミュレータの実用化によって CFRP 材料をもっと身近なものに

時間とともに状況がどんどん変化していくという時間に対する樹脂の挙動が大きなポイントになっているのです。ということは、このシミュレータが完成すれば、どのくらいのプレス時間が最適かということもシミュレーションで明らかになるということです。

そうした使い方も可能だと思います。どこまでプレス時間を短縮できるかということですね。実際には部品自体のなかにも、場所によってわずかな温度差が生じて、成形時にはその差が効いて変形につながる場合があります。したがって、プレス時間を短くするほど変形などいろいろな不都合が起きやすくなると思いますが、どれだけ時間をかければ大丈夫か、その許容値を示すことはできるはず。温度も含めた時刻歴解析というのは非常に難しいのですが、温度と変形の様子をしっかり追っていくというのが、このシミュレーションにとって最も重要なところ。それが正しく予測できるようになれば、製造現場にとっては、プレス成形の時間を短縮できるというのはとても大きなことですから、貴重な情報になるでしょう。ただし、そこまで行くには、さらに1段階も2段階も研究開発を進

めていく必要があります。例えば接触の問題ひとつとっても、決して単純なものではなく、力も加わっているし、温度条件もどんどん変わり、変形も生じるし、さらに温度が変われば材料定数も変わる、そうしたなかで変化を正確に追っていくためには、まだいくつものハードルをクリアしていかなければなりません。シミュレータを実用化するためには、こうした問題をひとつひとつ解決していかなければいけないと思っています。

この先、研究開発は実用化フェーズに向かって進んでいくわけですが、まだまだ苦労が続くそうですね。

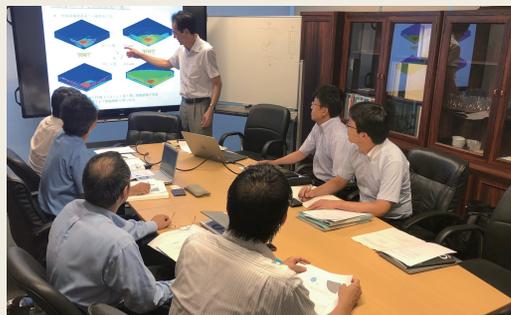
プログラム開発は、ミクロスケールからマクロスケールへの展開も順調に進んでおり、今後は実際の部品を対象に、しっかり計算できているかを検証しながら、実験を通して正確に現象を表しているかを確認していく予定です。

さまざまな可能性を持つ有望な材料として期待されている熱可塑CFRPですが、産業界としては、まだ手が出し辛い状況にあります。しかし、このシミュレータが実用化されることによって、熱可塑CFRPへの認識も大きく変わるのではないのでしょうか。

これまでCFRP材料は、経験がなくノウハウを持たない人たちには手が出しにくい、ハードルの高い材料だったと思います。このシミュレータを実用化することによって、CFRPをもっと身近なものとして認識してもらい、多少なりとも一般化されれば嬉しいですね。そのためにも、ポスト「京」の計算性能を最大限活用して完成度の高いシミュレータに仕上げたいと考えています。

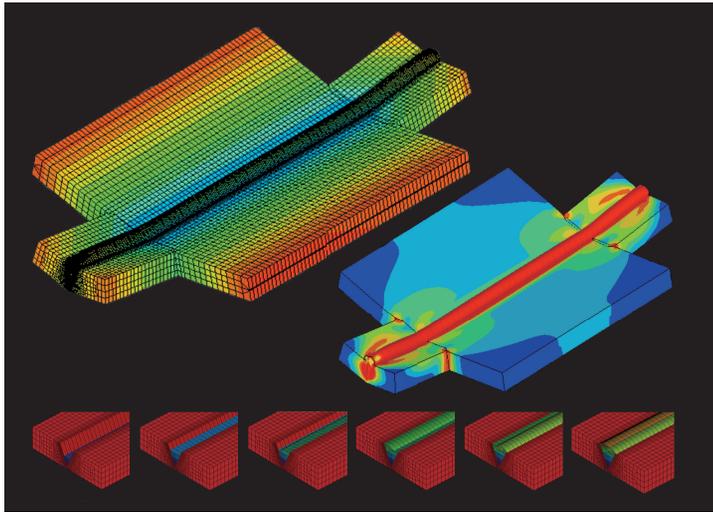
2018年春より「FrontCOMPユーザー会」設置

CFRP製品の設計の多くは、試作と破壊試験を繰り返す試行錯誤的な手法で行われてきた。「これは、炭素繊維束と樹脂が形成するメゾ構造により生じる、局所的な応力集中を適確に評価する手法が確立されていなかったから。私たちは、複合材料強度信頼性評価シミュレータ『FrontCOMPシリーズ』を開発し、大規模計算に基づくシミュレーションで適確に評価し、強度を正確に予測する方法論の確立を進めています」と吉川暢宏教授は言う。そして、研究開発成果を産業界との連携を図ることによって、より深化させていくことをめざし、吉川教授は2018年春に、「FrontCOMPユーザー会」を生産技術研究奨励会の特別研究会のひとつとして立ち上げた。特別研究会は、東京大学生産技術研究所を中心とする大学教員(または教員グループ)が主宰し、日本の工業生産技術の向上や工学研究の発展をめざして、産業界との共同研究や調査・情報交換などの研究連携を行うものだ。吉川教授は、「『FrontCOMPシリーズ』のソフトウェアでどんなことができるのかをご理解いただき、多くの方に活用してもらおうための入り口と考えています。また、研究開発を進めていくための新たな課題を見つけ出す機会になればと思っています」と話し、関係者らにユーザー会への参加を呼び掛けている。



2018年8月に開催されたユーザー会の様子。

*ユーザー会連絡先: yoshi@telu.iis.u-tokyo.ac.jp



今号の表紙

ポスト「京」重点課題⑧ サブ課題E

新材料に対応した高度成形・溶接シミュレータの研究開発

開発中の高度成形・溶接シミュレータの精度検証のため、溶接力学シミュレーション研究会のベンチマーク問題(10万節点規模モデル)を解析した。左上は、垂直方向変位の分布。右下は、6パス終了時のMises応力分布。下段は6パス分の溶接金属断面。FrontISTRによる計算の結果、信頼性の高いほかのモデルによる解析結果と良好に一致した。

東京大学大学院 新領域創成科学研究科
奥田洋司

編集後記

ポスト「京」重点課題⑧「近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発」では、「設計プロセスの革新」、「製造プロセスの革新」という2つのカテゴリーに分類して、サブ課題が設定されています。今号では、「製造プロセスの革新」を構成するサブ課題E、Fについて、各サブ課題責任者に、研究開発の概要や進捗についてお話をうかがいました。高信頼・高精度加工プロセスの実現に欠かせない“革新的シミュレータ”の研究開発の現状を、分かりやすく紹介します。



計算工学ナビ オフィシャルサイト

本誌のPDF版やソフトウェアライブラリ、ニュースなどのコンテンツを提供しているWebサイトは下記のURLからアクセスできます

<http://www.cenav.org/>



計算工学ナビ Vol.15

発行日：2018年9月26日

発行：東京大学生産技術研究所

革新的シミュレーション研究センター

〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1

office@ciss.iis.u-tokyo.ac.jp