広告　企画・制作 ㈱読売鹿児島広告社

溶接の精度向上に不可欠な解析技術

「理想化陽解法FEM」による大規模シミュレーション

大阪公立大学 大学院 工学研究科
航空宇宙海洋系専攻 海洋システム工学分野
計算科学研究所 所長
准教授 **柴原 正和氏に聞く**

金属と金属を高温で加熱して接合する溶接の歴史は古く、今では造船や自動車をはじめ、様々な分野で行われている。しかし、溶接は変形やひずみ、残留応力といった現象が起こり、性能に影響を与えることがある。特に大型船は数多くの箇所を溶接するため十分な解析が必要だ。こうした解析にはこれまでFEM（有限要素法）が用いられてきたが、大阪公立大学 大学院 工学研究科 航空宇宙海洋系 海洋システム工学分野准教授で、計算科学研究所所長の柴原正和氏は、10年ほど前、新たに高速で大規模な構造まで解析できる「理想化陽解法FEM」を開発。今では様々な分野で導入されている。「理想化陽解法FEM」による大規模シミュレーションについて、柴原氏に話を聞いた。

工作精度など、ものづくりに特化

変形やひずみ、残留応力などの現象が船舶などの性能に影響

■柴原先生の研究内容をお聞かせください。

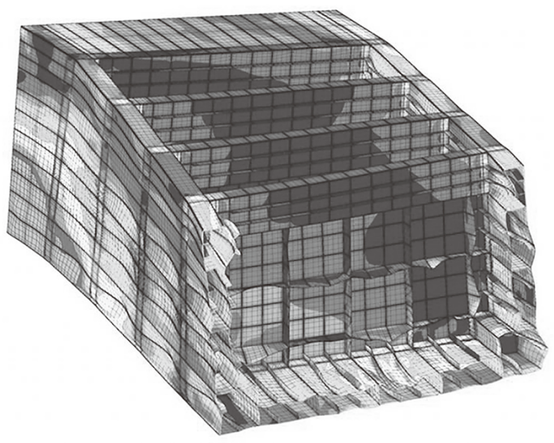
私は海洋システム工学分野に所属し、船舶工学を専門に船舶の解析技術を研究していますが、そこで培った技術を他の分野にも展開しています。

船舶工学において解析技術といえば構造強度の解析に用いる技術と想像されがちです。もちろん、それも重要ですが、私は船を造る時の工作精度といったものづくりに特化した解析技術を研究しています。

その中でも溶接に着目しています。溶接は、鋼材を熱で溶かして鋼材と鋼材を接合する方法で、造船をはじめ、自動車、建機、原子力分野、橋梁、電気など、ありとあらゆる分野で適用されており、ほとんどすべてのものづくりに用いられています。しかし、局部的に金属を加熱するため、変形やひずみといった問題が生じます。また、物体内に残留応力とよばれる力がたまる現象が生じ、これが原因で鋼材の疲労破壊につながり、船舶の性能に影響します。これは船舶に限らず、自動車など溶接を扱う分野では共通の課題です。そのため、溶接施工前に十分に検討する必要があります。

特に、近年、造船や自動車分野では、カーボンニュートラルの実現を目指して、CO_2の排出量をできるだけ抑えるために、鋼材を薄くして軽量化を図る傾向にあります。それだけに溶接を含めて精度の高いものづくりをする必要があります。

これら変形やひずみ、鋼材の疲労破壊などを事前に予測する方法として、FEM（有限要素法）がありますが、私共の研究グループでは10年ほど前に、超高速で大規模な構造まで解くことができる「理想化陽解法FEM」を開発しました。



「理想化陽解法FEM」の大規模シミュレーション

理想化陽解法FEM
数百万～数千万の要素数 身近なパソコンで高速に解析

■「理想化陽解法FEM」についてお聞かせください。

これまで解析に使われていたFEMは、物体を小さな要素としてメッシュ状に切って、解析する方法で、その汎用ソフトがこれまで一般的に使われていました。しかし、複雑な解析ができないため、計算時間の問題から、溶接部の1本2本の断面の解析がやっとで、しかも粗いものでした。そのため、船舶や自動車などの製造に相当な時間がかかり、コスト高などが問題になっていました。

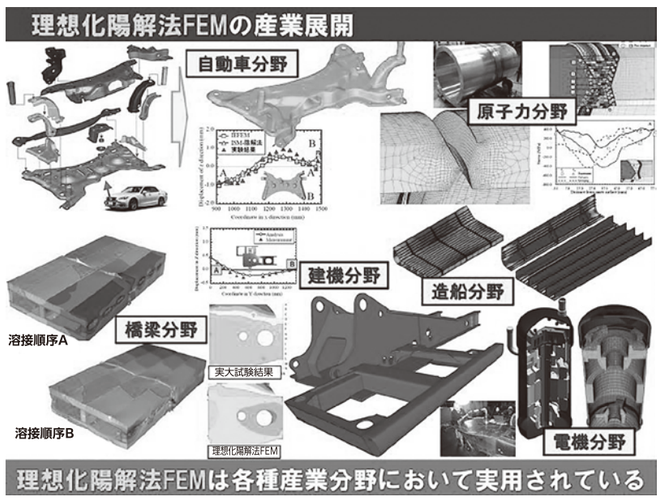
これに対して、これまで一般的なCPUではなく、高速に計算できるGPUを導入して、数百万～数千万に及ぶ要素数をゲーム等で用いるような身近なパソコンでも高速に解けるように開発したのが「理想化陽解法FEM」です。高速に解析できれば、計算時間の短縮とともに、より多くの要素を解析できるため、船1隻、車1台はもちろん、大規模な構造物の解析が可能になるなど、時間的空間的なメリットとなります。

また、小さなものに目を向けると、鉄などの金属は結晶で構成されていますが、それを数ミクロン～数十ミクロンの結晶オーダーでの解析ができるというのも大きなメリットです。

さらに、例えば数千万もの要素を解析しようとすれば、通常はスーパーコンピュータを使わないと解けないのですが、「理想化陽解法FEM」では質量減衰マトリックスを最適化することで、メモリ使用量低減を実現。その結果、一般的なパソコンでも1億を超えるような要素の解析も可能です。

このほか、3次元データを基に金属粉末をレーザ等で溶かしつつ積み重ねて造形する金属3Dプリンター）においても、内部に力がたまる残留応力が寸法精度の悪化や割れなどを発生させることがあり、これについても「理想化陽解法FEM」により残留応力や変形を予測する方法を見いだしています。

「理想化陽解法FEM」は、すでに造船、自動車はもちろん、電気分野から空調、電子部品の細かいところに至るまで実用化しています。特に大規模な計算が必要な場面ではメリットが生かされています。

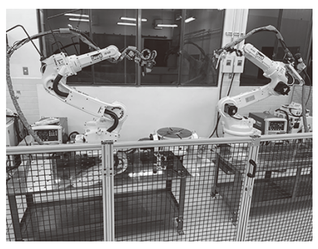


適用分野を溶接以外に広げ、デジタルツイン技術やAI技術の連携も

■今後の展望をお聞かせください。

「理想化陽解法FEM」は、これまで溶接分野に特化した手法として使われてきましたが、今後は適用分野を溶接に限らず、例えば地震動に対して建築構造物がどれだけの強度を有するかといったことにも適用できるのではないかと考えています。さらには、流体分野や様々な物理現象に対しても解析できるようにしたいと思います。

また、これまで以上に解析の高精度化を図り、デジタルツイン技術やAI技術と組み合わせることで、最適なものづくりを目指し、少しでも安全・安心な社会づくりに貢献していきたいと思います。



溶接ロボットFD-V25

持続可能な未来のために、船舶検査を通じて
海の安全と環境を守ります
ClassNK CHARTING THE FUTURE
一般財団法人 日本海事協会
www.classnk.or.jp

その情熱で、先端へ
日鉄エンジニアリング
https://www.eng.nipponsteel.com/
本社 東京都品川区大崎 1-5-1 大崎センタービル Tel. 03-6665-2000
北九州技術センター 福岡県北九州市戸畑区大字中原 46-59 Tel. 093-588-7181

JSW M&E
日本製鋼所 M&E 株式会社
代表取締役社長 武谷 健吾
〒051-8505 北海道室蘭市茶津町４番地 TEL 0143-22-0143
https://jsw-me.com/

TADANO
世界初※のフル電動ラフテレーンクレーン登場 ※当社調べ
本社／香川県高松市新田町甲34番地 TEL.(087)839-5555(代表)
南九州営業所／鹿児島県姶良市加治木町反土1442番地8(インターフロントビル1階) TEL.(0995)63-9720
東京オフィス／東京都千代田区神田錦町二丁目2番地1(KANDA SQUARE 18階) TEL.(03)6811-7295

地球規模の環境問題に立ち向かう。
持続可能な社会の実現に向けた開発目標、SDGs。
私たちHitz日立造船グループは、この世界的な社会問題に「脱炭素化」「資源循環」「安全で豊かな街づくり」を軸に取り組み、サステナブルで、安全・安心な社会の実現に貢献するソリューションパートナーを目指してSDGs達成に貢献していきます。
地球と人のための技術をこれからも
Hitz 日立造船株式会社 Hitachi Zosen
■本社 大阪市住之江区南港北 1-7-89
■東京本社 東京都品川区南大井6-26-3大森ベルポートD館15階
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS
YouTube「Hitachi Zosen Group channel」

KOBELCO | 株式会社神戸製鋼所 溶接事業部門

大学・研究機関と実業界をブリッジする
デザイン＆エンジニアリング企業
構造計画研究所 KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.
Innovating for a Wise Future

KOBELCO
溶接試験から評価・FEM解析、溶接研修で
溶接・接合にかかわる「ものづくり」を支えます。
コベルコ溶接テクノ株式会社
KOBELCO WELDING TechnoSolutions CO.,LTD.
〒251-8551 藤沢市宮前100番地の1
（神戸製鋼所 藤沢事業所 内）
TEL:0466-20-3222／FAX:0466-20-3238
当社のHP

小型無人の自動ドローン船「ロボセン」
■ 水質環境の測定
■ 水深測定
■ 海底地形調査
など
ロボセン
株式会社フラクタリー
電話 080-1468-3346
メール sakamoto-h@fractaly.jp

良質な社会資本を提供し、環境と人に優しい未来を支える
橋梁・鉄骨
高田機工株式會社
代表取締役社長 中村 達郎
国道220号牛根大橋
本社 大阪市浪速区難波中2丁目10番70号
https://www.takadakiko.com

Build a living ship with all our heart
株式会社 新来島サノヤス造船
Shin Kurushima Sanoyas Shipbuilding Co.,Ltd.

「お客様のために」
その言葉を一隻一隻に込めて
私たちは建造しています
JMU
ジャパン マリンユナイテッド 株式会社
〒220-0012 横浜市西区みなとみらい4-4-2
www.jmuc.co.jp
世界最大級の24,000個積み大型コンテナ船
"ONE INNOVATION"（2023年6月竣工）
全長約400m × 幅約61.4m × 深さ約33.2m

F-WELD plus
溶接モデルを容易に作成、残留応力を超高速計算。
画期的超高速計算ソルバー『理想化陽解放FEM』と
専用プリポストのバンドル製品です。
https://www.cae-nst.co.jp/products/product01/f-weld/
NST 株式会社 エヌ・エス・ティ
Numerical Simulation Tech Co.,Ltd.
問い合わせ先 TEL：03-3818-0441, E-Mail：info@cae-nst.co.jp