

新日鐵住金株式会社

NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL

新日鐵住金株式会社 様

鉄鋼産業の技術革新を牽引するGPUコンピューティング

新日鐵住金は、鉄鋼業界における国内最大手の新日本製鐵と第3位の住友金属工業が、2012年10月1日に合併したことで誕生。世界市場においても、業界第2位の規模となった一大鉄鋼メーカーだ。今回の合併では、「グローバル展開」「技術先進性の発揮」「コスト競争力の強化」のほか、「製鉄以外の分野での事業基盤の強化」が柱となっている。

今回お話を伺ったのは、設備・保全技術センター機械技術部 主幹研究員（機械技術研究 Gr 総括）の山崎伯公氏。山崎氏は、社内の設備に関する新規導入やプロセスの現象解明による改良の提案から、設備の安定化・保全対応までを担当。さまざまな解析ソフトウェアを用いて設備に生じた問題点の原因・プロセスの現象解明や、新たな技術開発・改善などを模索するなど、先に挙げた柱のひとつである「技術先進性の発揮」の一翼を担っている。

製鉄プロセスの中の鑄造プロセスにおいて、現在の主流は「連続鑄造」という方法になるが、この連続鑄造に用いる設備の改善も山崎氏の業務のひとつだ。連続鑄造は、銅製の鑄型に溶けた鉄を流し込み、冷却すると共に下方へ引き出すことで連続して鑄造を行う方法。旧来のインゴット鑄造に比べて生産性が高くコストも削減できるため、世界中のほぼすべての製鉄所で採用されているという。反面、品質の管理には高い技術力が

必要となるため、生産性や品質レベルを高める技術は、各メーカーにとって世界市場で戦うための強力な武器となる。

例えば連続鑄造の工程において、鑄片（鑄型から出てきた板状の鋼片）を「均一に冷却する」ことも、品質を高めるポイントのひとつ。この冷却の均一化に関する問題解決に革新的な進歩をもたらしたのが、粒子法を用いた流体解析ソフトウェア「Particleworks」とGPUコンピューティングの組み合わせだ。粒子法を用いた解析により冷却水の流れを視覚化することが可能となり、冷却の不均一の原因を解明。冷却の均一化を高める技術改善の大きな布石となった。世界レベルを誇る製造業の第一線で、Particleworks と GPU コンピューティングがどのように活用されているのか。導入時から現場を担当する山崎氏に、その詳細を語ってもらった。

Particleworks と GPU による解析で、冷却不均一の原因を解明

— まず、Particleworks の導入経緯をお聞かせください。

山崎氏：私自身は入社して5年ほどは主に流体解析をやっており、メッシュ法を使った解析などを行って

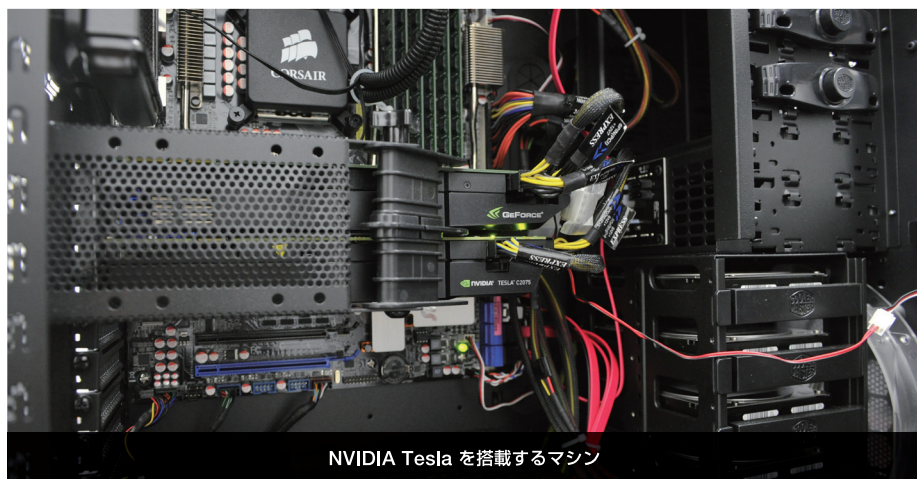
ました。しかし、今回解析した連続鑄造の冷却水のような自由表面のある流体解析は、とてもメッシュ法で解けるものではないと思っていました。そんなときに、展示会で入手した情報を元にインターネットで発見したのが Particleworks。そのホームページで、車にスプレーで水をかけている流体の動きを粒子法で解析しているのを見て「これは使える！」と。また、弊社に東京大学の越塚誠一教授（粒子法研究の第一人者）を知っている者がいたという関係もあり、1年間のレンタル期間を経て、2011年12月に正式導入しました。

— 現場では、Particleworks でどのような解析を行っているのでしょうか。

山崎氏：連続鑄造では、はじめに冷却された銅板で囲まれた鑄型に溶けた鉄を流し込んで周りから固め、そのあとロールでサポートしながら、ロールとロールの間にあるスプレーで鑄片を冷却していきます。この際、鑄片はまだ完全に固まっておらず中に溶けた鉄が存在するため、「溶鋼静圧」という力がかかります。溶鋼静圧とは溶鋼高さにより生じる圧力で、この力により鑄片は膨らもうとします。この膨らみを抑えるために、ロールの間隔を短くして解決していました。間隔を短くするためには小径のロールが必要になり剛性が低下するため幅方向に複数に分割されたロールを用いている。

しかし、この幅方向にロールを分割する方法は、あくまで小径ロールで溶鋼静圧を抑えるためだけに考えた解決策であり、冷却への影響に関しては何も考えられていません。結果としてこれが冷却の不均一を招いてしまい、鑄片の中央が両端よりも冷えすぎるという現象を起こしていました。しかし、ロールのある場所での鑄片の温度は800～900度という高温になるため、安全用のカバーがかかっているためまったく見えません。憶測としては「ロールが原因で冷却水に影響を与えている」というイメージはあったのですが、実際に見て確認できないことからその原因の詳細についてはよくわかっていなかったわけです。

そこで、Particleworks を利用して、スプレーの動きや内部の冷却水の動きを可視化してみました。ここで



NVIDIA Tesla を搭載するマシン

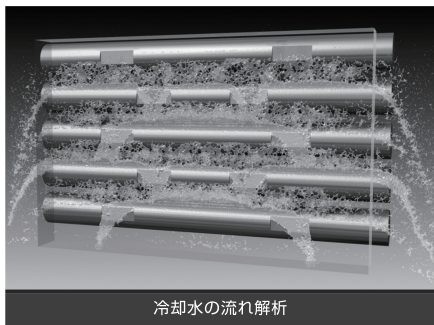
初めて、幅方向に複数設置されているロールとロールの間隙が冷却水の通り道になっていたことが判明し、これが冷却の不均一を招いているとわかったわけです。ここで大発見だったのは、鍍金の中央部付近では、ロールの背面にあふれてしまうほど冷却水が溜まっていたということ。そこにスプレーで水をかければ、他の部分よりも冷えてしまうのは当然です。

正直、最初に出てきた結果には、「こんな酷いことになっているのか」と驚きました。ただ、粒子法を使ったソフトがメッシュ法を使ったソフトと比べて実績がなかったため、念のため模型による実測も行いましたが、流量などの数値は見事に合致。結果の信憑性を得るとともに、「これはいける」というと手応えを得ました。

最新 GPU の導入でより高速化、CPU だけの解析は「もうあり得ない」

—— 連続鋳造機における冷却水の解析というのは、これまでになかったのでしょうか。

山崎氏：連続鋳造機のスプレーや冷却水の解析を行ったのは、世界でも初めてだと思います。もちろん、以前から「スプレーが原因で冷え方にムラが出る」という考



冷却水の流れ解析

えは一般的でした。しかし、「そんな解析をして何の役に立つの？」という感じで、そこまで解析しようとは思わなかったというのが実情でしょうか。それが Particleworks と NVIDIA Tesla GPU を使うことで簡単に解析でき、しかも「いろいろなことがわかった」というのが正直な感想です。

解析結果は 2012 年 3 月に開催された「鉄鋼協会 春季講演大会」で発表しましたが、業界全体から大きな反響をいただきました。また、同年 7 月にブラジル・サンパウロで開催された「第 10 回 計算力学に関する国際会議 (WCCM : World Congress on Computational Mechanics)」には越塚教授と一緒に赴き、その場でも発表しています。少し敵に塩を送り過ぎた感もありますが、技術の先進性を世界に表明できましたし、鉄鋼業界全体が底上げできればそれでいいのではないかと思います。

—— GPU コンピューティングによる高速化については、どのように感じていますか。

山崎氏：CPU と比較したケースでは、スプレー 1 本の簡単な解析を試したことがあります。そのときは、1 秒の解析を行うのに CPU が約 7.5 時間、Tesla GPU が約 2.5 時間という結果でした。GPU は複数枚利用すればさらなる高速化が見込めるでしょうし、粒子数が増えればもっと差が出ると思います。この効果には非常に感心しており、もう GPU がないと何もできないという感覚です。CPU のみの解析というのは「もうあり得ない」という印象です。

—— このほかに、どのようなメリットがありましたか。

山崎氏：原因の解明だけでなく、改善案を確認したり提案したりする際にも非常に重宝しています。

Particleworks と GPU を利用するまでは、改善案を考える場合でも模型試験モデルを作る必要がありました。しかし、Particleworks と GPU を使えばスプレーやロールの配置を変えた環境などを簡単にシミュレーションでき、解析結果も正確です。単純に水を流すだけのケーススタディであれば、私はもう試験モデルを作る必要がないと考えているくらいです。

また、解析した粒子の動きを CG でモデル化できる点は、視覚にとっても訴えかけるのですごくいいと感じました。ほかの人に説明するときもわかりやすいし、技術者の発想にも響きます。そのほかにも、スプレーの配置やスプレー流量を最適化することで、均一冷却を実現する設備や操業条件の最適化が可能になると考えています。そういった利用や提案もいずればできるかもしれません。



新日鐵住金 設備・保全技術センター
機械技術部 主幹研究員
(機械技術研究Gr総括)

山崎 伯公 氏

MAS-XE5-Silent

MAS-XE5-Silentは、GPU専門メーカーG-DEPがGPUのヘビーユーザーであるアプリケーションISV様と共同開発したフラッグシップモデルです。intel SandyBridge Xeon 最大2基まで、NVIDIA Teslaは最大4枚まで搭載可能なこのモンスターマシンは、CPU冷却を水冷化し、遮音とエアフローのバランスを考えた静音アルミシャーシを採用することで、パフォーマンスだけでなく抜群の安定性と静粛性を実現しました。開発者の隣で使える、まさに究極のデスクサイドGPUワークステーションと呼べる1台です。

主な特徴

- 水冷冷却ユニット(CPU)と静音アルミシャーシで抜群の静粛性。
居室(デスクサイド)での使用を可能にする低ノイズを実現。
- NVIDIA Teslaを最大4枚まで装着可能。国内唯一4枚のマルチGPU環境を実現できる水冷モデル※
- 16コア/24スレッドを実現するXeon SandyBridge-EP (Romleyチップセット)を搭載。
CPUでもGPUでも納得のパフォーマンスを実現最大搭載メモリ512GB、最大HDD/SSD搭載台数6基、
infinibandオプションなど抜群の拡張性オンサイトサポート(出張修理)オプションも選べるG-DEPの安心サポート体制

※ 2012年4月現在



詳しい製品情報やカタログはこちら
<http://www.gdep.jp/>

NVIDIA認定 Tesla販売パートナー NVIDIA Tesla Preferred Partner

日本GPUコンピューティングパートナーシップ

<http://www.gdep.jp>

東京/〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 東京大学アントレプレナープラザ3階
仙台/〒981-3133 仙台市泉区泉中央3-26-1 泉セレクトビル4階 TEL 022-375-4050 sales@gdep.jp

- NVIDIA、NVIDIA/TESLAは、NVIDIA Corporationの登録商標です
- ELSA (エルサ) は、テクノロジージョイント株式会社の登録商標です
- G-DEP (ジーデップ) は日本GPUコンピューティングパートナーシップの登録商標です
- その他の商品名は各社の商標または登録商標です
- 仕様などは改良のため予告なしに変更されます
- 本カタログの掲載内容は2012年12月現在の情報です



2012.12