



QuikCAST - Azterlan 研究センターにおいて球状鑄鉄の ミクロポロシティー欠陥を正確に予測するた めの鑄造シミュレーションソリューション

課題

QuikCAST は部品の品質向上を目標とする鑄造産業のニーズを満たしているため、球状黒鉛鑄鉄 (GGG-50-7) 製ブレーキキャリパーのミクロポロシティー欠陥を予測するために導入されました。その目的は、部品形状を変更せずに冶金学的品質を修正および改善することです。

経緯

「球状黒鉛鑄鉄の鑄造においては、溶湯のエンタルピー曲線、樹枝状晶間給湯分率、限界固体分率などのパラメータを正確に定義する必要があります。我々は、ブレーキキャリパーの鑄造シミュレーションに QuikCAST を利用することで、鑄型形状を変更せずに、製造部品の冶金学的品質を修正および改善することに成功しました。」

Azterlan 研究センター、鑄造部門ディレクター、Ramon Suarez 氏

メリット

- ・ 鑄造の各工程における現実的な予測
- ・ 充填および凝固プロセスの最適化
- ・ 部品の薄肉化および重量の軽量化
- ・ 冶金学的品質の改善

AZTERLAN 研究センター について

スペインのドゥランゴとイウレタに拠点を持つ Azterlan 研究センターは、冶金を専門とする独立した非営利民間組織です。

ドゥランゴサード地域の複数の冶金企業によって 1975 年に同研究センターが設立されました。

Azterlan 研究センターは、幅広い業界にわたる 1,500 社を超える企業に対してサービスの提供と技術移転を行うことにより事業展開を進めているほか、球状黒鉛鑄鉄の機械加工性および疲労強度の向上を目指すプログラムにも参加しています。



2 シリンダーのブレーキキャリパー
(GGG-50-7)
画像提供: Azterlan 研究センター

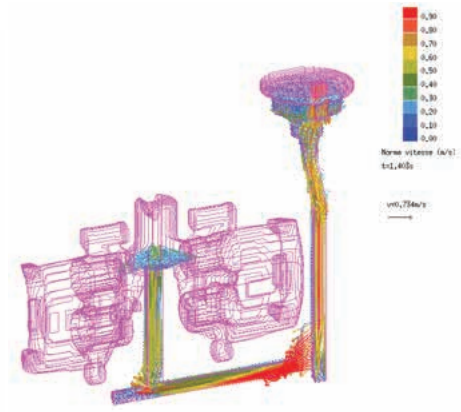
ソリューション

Azterlan 研究センターは、新型ブレーキキャリパーの鑄造シミュレーションを行うための物理現象に基づいた総合的なソフトウェアパッケージ QuikCAST を選択することにより、部品形状を変更せずに冶金学的品質を改善するという目標を達成しました。このブレーキキャリパーは、1 時間に 300 個を生産する重力金型鑄造を使用して、球状黒鉛鑄鉄 (GGG-50-7) で製造されたものです。

QuikCAST により、まず金型キャビティ内への充填工程のシミュレーションが実行され、各部に到達する際の溶湯速度を正確に予測します。充填工程の計算が終了すると、次に凝固工程のシミュレーションが実行されます。これにより、想定される収縮やポロシティーを検出するために、凝固が速い部分または遅い部分で隔離されたままになる可能性があるホットスポットを解析することができます。



部品の製造に使用した鑄造方案



各部に流入する際に溶融金属が到達するそれぞれの速度を示した金型キャビティの充填工程

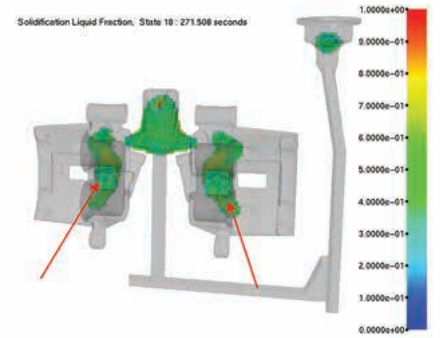
1 回目の検討

Azterlan 研究センターのエンジニアが QuikCAST を用いて実施した 1 回目の検討では、液相率の高いホットスポットが明確に示されました。凝固工程の最終段階で隔離されたこのような部分は、マイクロポロシティーの原因になることが多く、また、この部品は自動車の重要な要素であるフロントブレーキシステムで使用されているため、このタイプの欠陥は避ける必要があります。また、引き続き実施された試作品の X 線検査によって、QuikCAST で予測されたマイクロポロシティー欠陥も確認されました。

マイクロポロシティーの問題を検討した結果、以下の 2 つの原因が特定されました。

- ・ 方案設計で溶湯の補充が許容されていなかった。
- ・ 冶金学的品質が低いため、共晶点において炭素活量は低下し、不規則な黒鉛が形成された。その結果、ホットスポットにおける溶湯の補充が黒鉛の膨張では補えなかった。

収縮問題を解決するために、給湯性の向上、黒鉛および炭化物の形態に関して接種前の球状黒鉛鋳鉄の凝固パターンの変更、FeSiMg による硫黄および酸素活量の制御改良といった改善手法がいくつか検討されました。



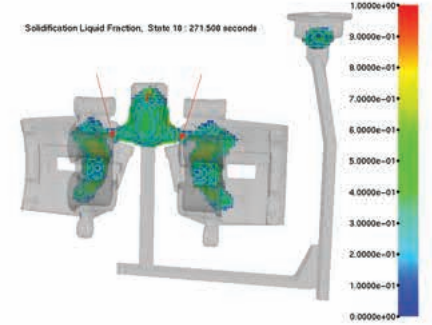
1回目の検討 - 隔離された溶融金属のポケット

2 回目の検討

2 回目の検討においても同じ材料が使用されましたが、ここでは冶金学的処理によりマグネシウム活量を下げ、マグネシウムの歩留まり向上、溶湯の脱酸素制御が可能になりました。これにより、エンタルピー曲線と酸素活量は、ともに以下のような顕著な差異を伴って大きく変化しました。

- ・ 核生成能力の大幅な向上（共晶温度の最大値および最小値に反映）
- ・ 酸素活量の大幅な増加
- ・ 金属に溶け込んだ遊離マグネシウム量の減少

これらの新たなパラメータを用いたところ、QuikCAST シミュレーションによる充填工程にはほとんど変化はありませんでした。しかし、1 回目の検討では押湯と部品間の溶湯の補充が 271 秒で完了したのに対し、2 回目の検討では補充が長時間にわたって継続され、凝固が更に進んだ状態でも、溶湯のホットスポットは小さくなることが確認されました。



2回目の検討 - 隔離された溶融金属のポケット



マイクロポロシティーのある部分

マイクロポロシティーの兆候がない部分

製造後、部品に X 線検査および液体浸透検査が実施されました。

その結果、すべての部品は正常で、マイクロポロシティーの兆候は見られませんでした。また、重要な部分で部品を切断し、液体浸透検査を用いて解析する追加試験が 1 回行われましたが、鋳造シミュレーションの予測どおり、マイクロポロシティーは検出されませんでした。

ESI グループについて

ESI は、試作プロセスと製造プロセスにおいて「材料の物理特性」を重視したデジタルシミュレーションソフトウェアを世界に先駆けて開発・提供してきました。ESI では、一貫性のある産業向けアプリケーション製品群の開発に幅広く取り組んできた結果、試験環境下における製品挙動の現実的なシミュレーション、ユーザーが希望する製品性能に合わせた製造プロセスの微調整、製品性能に影響を与える環境の検証を行うことに成功しました。ESI の製品は、シミュレーションベースの設計を目標とした協調的かつ開放的な独自の環境を提供し、仮想プロトタイプの継続的・協調的な改良と製品開発プロセスにおける物理プロトタイプ削減を同時に実現しています。ESI グループは世界中に 750 名を超えるハイレベルな専門技術者を擁し、30 カ国以上に製品・サービスを提供しています。また、NYSE ユーロネクスト・バリ証券取引所 C 部に上場しています。詳しくは、<http://www.esi.co.jp> をご覧ください。



EUROPE

CZECH REPUBLIC & EASTERN EUROPEAN COUNTRIES
MECAS ESI s.r.o.
Brojova 2113/16
326 00 Pilsen
Czech Republic
T. +420 377 432 931
F. +420 377 432 930

FRANCE
ESI France
Parc d'Affaires Silic
99, rue des Solets - BP
80112
94513 Rungis cedex
France
T. +33 (0)1 49 78 28 00
F. +33 (0)1 46 87 72 02

GERMANY
ESI GmbH
Sales & Technical
Headquarters
Mergenthalerallee 15-21
D-65760 Eschborn
Germany
T. +49 (0)6196 9583 0
F. +49 (0)6196 9583 111

ITALY
ESI Italia srl
Via San Donato 191
40127 Bologna
Italy
T. +39 0516335577
T. +39 0516335578
F. +39 0516335601

SPAIN
ESI GROUP HISPANIA, S.L.
Parque Empresarial
Arroyo de la Vega
C/ Francisca Delgado,
11 - planta 2ª
28108 Alcobendas
(Madrid)
Spain
T. +34 91 484 02 56
F. +34 91 484 02 55

SWITZERLAND
Calcom ESI SA
Parc Scientifique
EPFL / PSE-A
1015 Lausanne-EPFL
Switzerland
T. +41 21 693 2918
F. +41 21 693 4740

UNITED KINGDOM
ESI-UK Ltd.
The Magdalen Centre
Oxford Science Park
Oxford OX 4 4GA
United Kingdom
T. +44 (0) 1865 784 829
F. +44 (0) 1865 784 004

SOUTH AMERICA

SOUTH AMERICA
ESI Group South
America Ltda.
Rua Artur de Azevedo,
1857 cj. 45
São Paulo - SP
05404-015
Brazil
T./F. +55 11 3062-3698

ESI Group Headquarters
ESI Group
100-102 Avenue de Suffren
75015 Paris
FRANCE
T. +33 (0)1 53 65 14 14
F. +33 (0)1 53 65 14 12

NORTH AMERICA

USA
ESI North America
32605 W 12 Mile Road
Suite 350
Farmington Hills, MI
48334-3379
USA
T. +1 (248) 381-8040
F. +1 (248) 381-8998

USA
ESI North America
6767 Old Madison Pike
Suite 600
Huntsville, AL 35806
USA
T. +1 (256) 713-4700
F. +1 (256) 713-4799

ASIA

CHINA
ESI-ATE Holdings
Limited
Room 16A,
Base F Fu Hua Man Mansion
No. 8 Chaoyangmen
North Avenue
Beijing 100027
China
T. +86 (10) 6554 4907
F. +86 (10) 6554 4911

CHINA
ZHONG GUO ESI
CO., LTD
Unit 401-404, bldg G,
Guangzhou Soft-Park No.
11, Caipin Road, Guangzhou
Science City (GSC)
Guangzhou 510663
China
T. +86 (020) 3206 8272
F. +86 (020) 3206 8107

INDIA
ESI India
Indrakrupa #17, 100
feet ring road
3rd phase, 6th block,
Banashankari 3rd stage
Bangalore 560 085
India
T. +91 98809 26926
F. +91 80401 74705

JAPAN
Nihon ESI K.K.
Headquarters and
Sales Division
Tower Bldg, 6-14-1,
Nishi-Shinjuku
Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023
Japan
T. +81 3 6381 8490
F. +81 3 6381 8488

KOREA
Hankook ESI
157-033, 5F MISUNG
bldg., 660-6,
Deungchon-3Dong,
Gangseo-ku,
Seoul
South Korea
T. +82 2 3660 4500
F. +82 2 3662 0084

SOUTH-EAST ASIA
ESI Group South-East-Asia
Office
12A-2, Persiaran
Puteri 1
Bandar Puteri Puchong
47000 Puchong,
Selangor
Malaysia
T. +603-80607993
F. +603-80607661