

座長 村上 工成 宇部興産機械(株)



JD18-19

局部加圧及び増圧に因るダイカスト工程の
引け巣欠陥制御の解析(株)エニキキャストソフトウェア
●林映勲、金炯佑、朴京燮、安世虎、金誠斌

高圧ダイカスト工程において、製品の厚肉部位に発生し得る引け巣欠陥を抑止するために、局部加圧工程が採用される場合が多い。更に、ゲート付近の引け巣欠陥を低減する目的で増圧を掛ける場合も多くある。今回の研究ではこのような局部加圧工程に鋳造解析ソフトウェア「AnyCasting」を適用した実例を述べる。局部加圧ピンの移動及び加圧力による製品内の引け巣欠陥の低減様子を考察する他、加圧ピンとの距離及び固相率によって変化する製品内部の応力分布を分析してこれによって引け巣欠陥の大きさが変わる様子を予測する。

JD18-20

粒子法酸化膜モデルを用いたダイカストの
ラドル注湯シミュレーション富士通(株) ●風間 正喜(博士(理学))、諏訪 多聞(博士(理学))
リョービ(株) 蓮野 昭人(博士(工学))、持田 泰
大同大学 前田 安郭(博士(工学))

SPH法等の粒子ベースの解析手法は計算格子を必要としない特徴のため、自由境界や移動境界を含む問題の計算に適している。特に鋳造プロセスにおいては、注湯時の挙動や湯道を流れる自由表面流等の高精度化に粒子法が期待されている。一方で、ダイカストマシンのスリーブへの注湯を模擬した実験により、アルミニウム溶湯はその動粘性係数が水と同程度であり、また、注湯時にはほとんど凝固していないにもかかわらず、注湯時の流動挙動が水を用いたそれとは大きく異なることが知られている。アルミニウム溶湯では凝固前にも表面には酸化皮膜を生成する等、水と異なる特徴を持つため、流動挙動に違いが生じるものと考えられる。本研究では、溶湯の注湯時の流動挙動を表現するため、酸化皮膜等による表面現象を表す計算モデルを粒子法に導入し、実験結果と計算結果とを比較することを行った。その結果、粒子法の計算結果と実験結果とで良い一致が得られたことを報告する。

JD18-21

粒子法によるダイカスト薄肉品湯まわり解析

リョービ(株) ●持田 泰、蓮野 昭人(博士(工学))
富士通(株) 風間 正喜(博士(理学))、諏訪 多聞(博士(理学))
大同大学 前田 安郭(博士(工学))

SPH法等の粒子ベースの解析手法は計算格子を必要としない特徴のため、自由境界や移動境界を含む問題の計算に適している。近年では粒子法を鋳造プロセスに適用した事例も発表されるようになっており、今後の活用が期待できる。一方で、従来より計算コストがかかるので、大物ダイカスト品への適用は報告されていない。弊社ではこれまで、ラドル注湯プロセスの粒子法によるシミュレーションを実施して、湯面の動きが良く再現されていることを報告した。本報告では実際のダイカスト品への適用を試みた。対象製品は450mm×550mm×1.2mmの比較的大型のパネル形状テスト型である。ショートショットなどにより実験結果と解析結果とを比較し、粒子法においても、種々の調整を行い薄肉大物の充填挙動の計算に成功した事例を報告する。

JD18-22

走る喜びを実現するダイカスト湯流れの
モデルベース検証技術開発マツダ(株) ●竹村 幸司、米澤 英樹、亀井 克則
大同特殊鋼(株) 達谷 正勝

「走る喜び」とは、お客様にカーライフを通じて人生の輝きをご提供する、マツダのものづくりに関するブランドエッセンス(本質)である。弊部門は、製品の「軽量化」を極めることを重要課題とし、ハイプレッシャーダイカスト領域では製品の薄肉化を進めている。モデルベースとは、製品機能と生産性を事前検証で製品・金型の3Dモデルに品質を作り込み、試作品払い出しで一発OKの良品を創りだすマツダの開発・生産技術共通の考え方である。マツダでは、スカイアクティブ エンジンの開発において、モデルベースを活用した取り組みによって、製品の薄肉化と溶湯の湯まわり性をブレークスルーし、シリンダブロックの軽量化を実現した。本稿は、ダイカスト溶湯流れの可視化実験により湯流れ解析精度を向上すると共に、製品への湯まわり性を事前検証する技術を開発することによって、金型内の溶湯流れに関する生産モデルを構築した事例を紹介させて頂く。

JD18-23

破断チル層巻き込みの数値予測

クオリカ(株) 木下 文昭
ieSol / 大阪産業大学 ●杉山 明(博士(工学))
Multi-Flow Software Co., Ltd. 朱 金東(工学博士)

製品内部に巻き込まれた破断チル層は、製品の機械的性質を著しく低下させるため、その発生を最小限に抑えなければいけない。これまでに、注湯温度や射出条件などのプロセス・パラメータを制御し、またプランジャ・チップおよび分流子の形状を最適化するなど、様々な対策が実施されてきた。しかし、それぞれの対策がどの程度有効なのかが未だに解明されていない。そこで、本研究では破断チル層の発生および移動の数値計算を試みた。計算モデルとして、まず、スリーブ表面の3重点(プランジャ・チップ、スリーブ表面および凝固層)で破断チル層が発生すると仮定した。また、破断チル層の移動を計算する際、重力、浮力、抗力を考慮した。さらに要素寸法より大きいチル層について、複数代表点を用いてその移動を追跡し、代表点間の相対距離がある限界値以上になると、チル層が小さく分断されると仮定した。

座長 佐藤 健二(工学博士) サトウ鋳造技術研究所



JD18-24

不具合低減を目的とした
湯流れシミュレーションと実験ユニマス大学 ●リディアナ ピンティ ロスラン(Ph. D.)、
モハマド ダニエル イブラヒム(Ph. D.)
東海大学 砂見 雄太(博士(工学))
旭東ダイカスト(株) 渡邊 仁

ダイカストでは、充填時に溶湯が巻き込む空気や凝固収縮による鑄巣の発生が大きな問題である。これにより、寸法精度や耐久性や機械的特性は低下する。これらを低減するためには金型内の湯流れ挙動を正常化する必要があるが、内部の現象は未だ基礎研究の段階を逸しない。この問題に対する先行研究として、相田らは透明鑄型を用いてゲートの射出挙動を直接観察している。また、型内の流体挙動を観察するためにアクリル製透明型を作製し、水による可視化実験を行っている事例もある。このような背景の下、本研究では内部欠陥の発生原因を解明するためにX線CTにより鑄巣の詳細な観察を実施した。さらに、湯流れシミュレーションを実施し、X線CTによる結果と欠陥解析の比較および評価を行った。

※英語での発表



JD18-25

ハイプレッシャーダイカストにおける微粒化現象の撮影およびLES-VOF法によるAtomized Flowのシミュレーションシステム開発

(株)本田技術研究所 二輪R&Dセンター

●小屋 栄太郎、中川 昌彦、北川 真也

東北大学 流体科学研究所

石本 淳(工学博士)、仲野 是克(工学博士)、落合 直哉(工学博士)

ハイプレッシャーダイカストではゲート通過時の溶湯流れの状態をJ値で定義している。J値が高くなると溶湯流れはAtomized Flowとなり、製品品質の向上が報告されている。しかしながら、Atomized Flowのミクロ的な状態は明らかにされていない。このため、開放空間へアルミニウム溶湯を噴霧し、パルスレーザーの透過光撮影により溶湯の微粒化過程を明らかにした。さらに微粒化された溶湯のキャビティ内の流動の状態を明らかにするため、新たにシステムの開発を行った。開発システムはLES (Large Eddy Simulation)とVOF (Volume of Fluid)法をカップリングさせた高次精度の有限体積法によって微粒化過程をシミュレーションしている。システムの開発は、開放空間への噴霧状態の撮影結果を再現することで行った。開発システムで、微粒化した溶湯のキャビティ内の状態を板状の簡易モデルを用いて調査した。この結果、ゲート部で微粒化された溶湯はキャビティ内を微細な空気とアルミニウムの混相流として最終充填部まで流れることが示された。

JD18-26

JファクターによるPre-Fillと遷移点射出条件での大型ダイカスト品の鑄巣および介在物削減対策

元:ヤマハ発動機(株) ●山田 養司

ダイカスト鑄造法は、高い生産性によって製造原価を下げ安定供給できる大量生産法である。しかし同法の高速充填技術は、射出時に空気の巻き込みを伴い鑄巣や非金属介在物をもたらす鑄造欠陥の主要原因となった。ダイカスト製品の品質を決めるJファクターは、溶湯密度、粘性や表面張力は一定の定数と仮定し、ゲートの形状と速度によって生じるジェット流の遷移点を探す実験をPre-Fill射出とX線CT画像鑄巣体積計算し、遷移点位置の金型製作条件とマシン射出条件を実験した。噴霧形態は低速ゲート速度で層流ジェット流、中間速度で粗粒ジェット流、高速ではアトマイジングジェット流と分類とした。粗粒ジェット流とアトマイジングジェット流の中間位置を遷移点と呼び、遷移点での鑄巣体積は急激に減少し、アトマイジングジェット流で最上品質が得られるとした。しかし遷移点を持つ金型製作要件とマシン射出条件研究は、提唱者のJ.F. Wallaceから43年以上も経て十分に解明されていない。本論文は、Jファクターによる射出パラメーターを使って鑄造品の内部品質とアトマイジングジェットフローを起こす大型ダイカスト金型製作要件やダイカストマシンの条件設定を目的とした。さらに、アトマイジングジェットフローを起こす大型ダイカスト金型は、JファクターとPQ2理論の関係をダイカスト実験の実測値と理論値で比較した。その結果、金型製作前にアトマイジングジェットフローを起こす大型ダイカスト金型設計や、金型製作前の事前にダイカストマシンの射出条件の設定が可能になった。

座長 蓮野 昭人(博士(工学))リョービ(株)

JD18-27

亜鉛合金ダイカストのふくれとその発生機構

サトウ鑄造技術研究所 ●佐藤 健二(工学博士)

亜鉛合金ダイカスト表面のふくれはダイカストに内在するピンホール、ブローホールや固溶するガスに起因する。この発生機構を調べるため、ホットチャンバダイカストマシンを用い、通常の油性離型剤と離型剤なしの2条件でZDC2試験片を鑄造した。ガス量評価のため、プリスターテストを行い、試料の密度からポロシティ量を求めた。試験前のポロシティ量が高いほど、試験温度が高いほどポロシティ量は増加する。また、油性離型剤ほど膨らむ傾向が明らかである。X線透過画像の観察から、微細な気泡が大きく膨らむことが認められた。凝固時の溶湯中で生成する気泡径は溶湯の表面張力と鑄造圧力に依存するため、微細な気泡の内圧は極端に高くなる。気泡の内圧を考慮し、高温での素地強度とふくれの表面肉厚との関係から気泡が膨らむメカニズムを考察した。

JD18-28

ダイカスト用高耐食性アルミニウム合金

(株)大紀アルミニウム工業所 ●團野 瑛章(工学博士)、塚本 竜也、佐々木 謙太、宮尻 聡、大城 直人

近年の自動車部品や汎用部品の軽量化、低コスト化に伴い、アルミダイカスト製品の使用が広がっている。Al合金ダイカストとして広く知られているADC12は鑄造性や切削性が良く、強度も高いため多くの分野で実用化されているが、耐食性に難があり、腐食しやすい環境下で使用するには表面処理が必須となる。また、耐食性に優れたADC5、ADC6は鑄造性が悪く、複雑な形状を有する製品への適用が困難である。これらの背景を踏まえ、本研究グループではAl-Si-Mg-Fe-Cr系合金に着目し、優れた耐食性と鑄造性を有するダイカスト用Al合金の開発を行った。またこの合金系において、微量元素が耐食性に及ぼす影響についての調査も行った。

JD18-29

鑄造性およびリサイクル性に優れた耐熱マグネシウム合金の開発

国立大学法人 富山大学 ●才川 清二(工学博士)、池野 進(工学博士) 住友電気工業(株) 水谷 学、吉田 克仁(工学博士)、河部 望

マグネシウム合金は優れた比強度と軽量化効果という特徴を持ち、自動車分野で広範に使用されている。通常のマグネシウム合金であるAZ91 (Mg-9%Al-1%Zn)、AM60 (Mg-6%Al-0.3%Mn) およびAM50 (Mg-5%Al-0.3%Mn)合金は、エンジンカバー、ステアリングホイールならびにシートフレーム部品として使われている。高温での強度と耐クリープ性の低さから、これらの合金の部品への適用は120-130℃以下の温度域のものに限定されてしまっていた。そのようなことから、Mg-Al-RE、Mg-Al-Si、Mg-Al-Ca およびMg-Al-Sr等の新しい数種の耐熱マグネシウム合金シリーズが1990年代後半から開発され、自動車分野におけるエンジンブロックやパワートレインの重量低減を達成する材料として実適用されてきた。しかしながら、これらの合金系は未だその工業的な使用において、鑄造性、リサイクル性、および耐熱性において課題を持つ。それ故、我々はその課題を解決する為、新たな合金を数年前に開発した。この論文は、鑄造性とリサイクル性に優れた新たな耐熱合金AJX931 (Mg-9%Al-3%Sr-1%Ca)の諸特性について述べる。