

平成28年度第3回人材育成プログラム・東日本大震災以降の歩みと今後の展望 東北復興とダイカスト



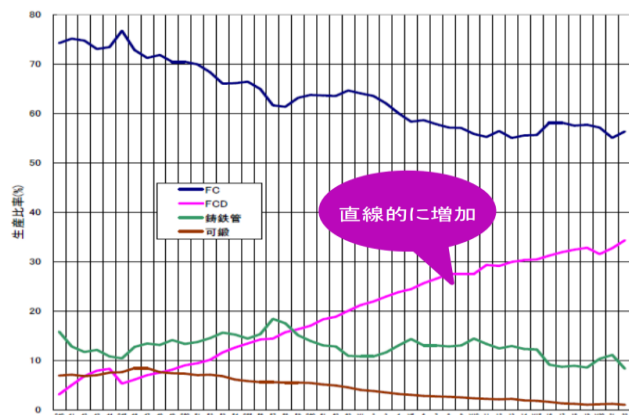
2017年1月16日(月)13:00～13:30
東北大学カタールサイエンスキャンパスホール
東北大学工学研究科 准教授 板村正行

東北復興とダクタイルダイカスト

東北復興とダクタイルダイカスト

☆東北大震災発生翌月の2011年4月26日、東北大学と東北経済産業局でプロジェクト発足。

- ➡ 東北復興のためのプロジェクトとして提案
- ➡ 自動車総重量の約10%は、鑄鉄部品で占められる。
 - ➡ 鑄鉄の総生産量の約50%は自動車部品
ほとんどが砂型鑄造
 - ➡ 生産性・コスト・環境・CO₂の排出削減の観点から、鑄鉄部品のダイカスト化
 - ➡ ダイカスト化により、溶解炉をキューポラから小型の誘導溶解炉に変更することが可能となり、CO₂の排出量を年間39万トン(約40%)削減可能となる。
さらに高温で粉塵が発生する作業環境を改善可能で、廃砂の発生が伴わないため産業廃棄物の大幅な削減が可能となり、地球と人の環境面で優れた産業転換が図れる。



各種鑄鉄の生産量の比較
(1965～2010年)



東北復興プロジェクト発足
(2011年4月26日)



研究の背景

☆ CO₂排出量削減・低燃費化、製造コスト削減・環境問題

- ➡ (自動車用部品としての) 高強度高靱性による軽量化・高生産性・環境性
- ➡ (鋳鉄部品では) 強靱なダクタイル鋳鉄の開発
 - ➡ 微細化による(鋳鋼以上の)高強度高靱性部品の成型法の確立
 - ➡ 金型鋳造ならびに半凝固鋳造による微細化ダクタイル鋳鉄の開発

☆ 半溶融・半凝固鋳造の開発の現状

ダクタイル鋳鉄を砂型鋳造から生産性の高いダイカストでおこなう取り組みがされてきたが、チル抑制と金型寿命の問題で広く普及されるまでに至っていない。

☆ 半凝固鋳造法は、高生産性・高強度高靱性部品として期待できる成形法

- ① 生産性・コスト・環境・CO₂の排出削減を図る.
- ② 高強度・高靱性による軽量化を図る.
- ③ 鋳造サイクルの大幅短縮を図る
- ④ 大幅なコストダウンを図る.
- ⑤ 環境問題の改善
 - (1) 珪砂が不要 → 堆積・粉塵なし → 遊離珪砂発生なし
→ 法規制によるマスクの着用が不要
 - (2) 鋳込み時のSO_x NO_xの発生なし
- ⑥ 産業廃棄物の改善 廃砂の発生なし

東北復興とダクタイルダイカストプロジェクト

Ductile Diecasting Project along with Tohoku Revitalization

板村 正行* Masayuki ITAMURA
糸藤 春喜* Haruki ITOFUJI
井元 尚充** Takamitsu IMOTO

東北震災の翌月の2011年4月26日、東北復興とものづくり技術の基盤を強化することを目的としてダクタイルダイカストプロジェクトがスタートした。ここでは、「東北復興とダクタイルダイカストプロジェクト」と題してこれまで取り組んできた内容について紹介する。

(井元) 2011年(平成23年)3月11日午後2時46分に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴って発生した津波、およびその後の余震により引き起こされた大規模地震災害で死者、行方不明者は2016年(平成28年)3月10日現在で18,455名(死者15,894名、行方不明者2,561名)と報告されています。

その東北震災発生翌月の2011年4月26日(火)東北大学ACSセンターの板村さんが当局に来訪されました。東北に元気を取り戻すきっかけとなるようなプロジェクトの提案としてDDプロジェクト(ダクタイルダイカストプロジェクト)を提案いただき、スタートすることができました。(図1)

(板村) そのDDプロジェクトのスタートにあたり、東北震災発生翌月の4月15日に安達さん前田さん糸藤さんと検討会をおこないました。

その後、4月15日から22日にかけて数社社訪問をしてDDプロジェクトスタートの概要説明をおこないました。

(糸藤) DDプロジェクトは、この図(図2)に示すようにFCや鋳鉄管や可鍛鋳鉄の生産量が減少する中で、FCD(ダクタイル鋳鉄)が直線的に増加していることに着目し、従来の砂型铸造からダクタイルダイカストに変えようとしたことから始まりました。このDDプロジェクトは、まず私たちができる鋳造技術で東北復興とものづくり技術の基盤強化に貢献したいとの思いから、スタートしたものです。

(井元) 東北震災の発生を受け、軒並み工場は生産停止となりました。当時はまず復旧ということでしたが、震災前を超える新しい取り組みによって、活力を生んでいくということも大切だと思いました。そのためには、やっぱり学術的に凄いの、今までの常識を覆すものが必要だと思います。



図1 DDプロジェクトの発足(2011年4月26日)

従来、何度も試行されてきたダクタイル鋳鉄の金型铸造化について、半凝固により温度を下げ、微細化するというコンセプトを開いたときはびっくりしました。更に、鋳造やダイカストのレジエンドが皆で手を組んで東北で立ち上げていこうというお話を聞いて、これは応援すべきものと思いました。

ダクタイルのダイカスト化は、単にマシンがあれば良いというだけでなく、設備オペレーション上も大変なノウハウの付帯を要求するもので、日本のものづくりに必要な取り組みではないかと思うのです。

(糸藤) ダクタイル鋳鉄の研究一筋に生きてきた

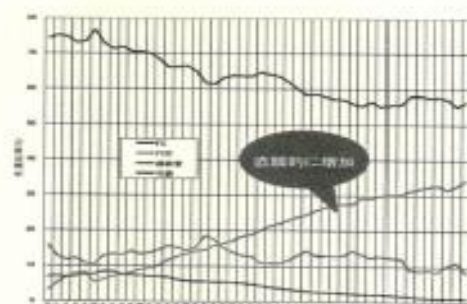


図2 各種鋳鉄の生産量の比較(1965~2010年)

私にとって、井元さんのダクタイルダイカストで日本のものづくりは変わる!との思いを是非実現させたい。

ところで、生産性と品質とコストというだけでなく、ダクタイル鋳鉄の生産現場で研究してきた私の思いは、鋳造工場の環境改善も重要です。まずは、珪砂の問題です。珪砂が不要になれば、堆積・粉塵なしとなり、遊離珪酸の発生がなくなり、法規制によるマスクの着用が不要となります。次に鋳込み時のSOx、NOxの発生がなくなります。さらにクロマイトが不要となり、6価クロムの発生がなくなります。塵砂の発生がなくなることで産業廃棄物の改善となり、大きく鋳造現場の環境が改善されます。

(井元)素晴らしいですね。ものづくりの生産性・品質・コストだけでなく、環境問題も大きく変えたいですね。

(板村) 生産性と品質とコストに取り組むことが、環境問題まで改善につながるものづくりを兼ね備えている。このDDプロジェクトは、素晴らしい活動が期待できる鋳造技術ですね。まず私たちがわくわくしてきますね。このような鋳造技術で日本列島を技術の宝島箱でいっぱいにしたいですね。

* 東北大学工学部 ACS センター
** 東北経済産業局(宮・花巻市)

特別座談会「川内村復興とダイカスト」 AL-ある・2015年9月号



向って左から、遠藤工場長、佐藤工場長、遠藤村長、板村准教授、司会、平田助教授。
日時：2015年9月1日 場所：川内村役場会議室

特別座談会

川内村復興とダイカスト

(出席者)

- 遠藤 雄 幸 (福島県川内村村長)
板 村 正 行 (東北大学工学研究科准教授)
平 田 直 哉 (東北大学工学研究科助教授)
佐 藤 健 一 (株式会社菊池製作所川内工場長)
遠 藤 一 則 (有限会社フタバ精機工場長)
司会：上 島 孝 一 (株式会社軽金属通信ある社社長)

福島原発に隣接する大熊町、富岡町、楢葉町の西側に隣接する川内村。この山村の村長が、復興事業の一環として、川内村をダイカスト産業基地にしたいと願っているとの情報を得たので、9月1日、村役場に遠藤雄幸村長を訪ね、その熱い想いを聞いた。

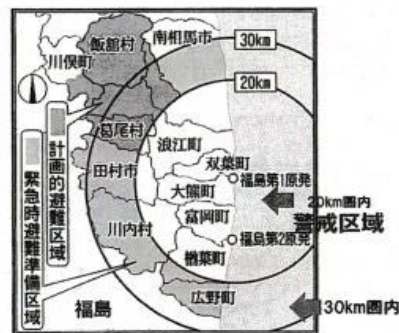
川内村に、アルミホットチャンバーの開発をすすめる菊池製作所と、寸法精度が極めて高いカメラレンズ部

品のダイカストをやらせた日本一の呼び声高いフタバ精機の2社が進出していることは、ダイカスト業界でもあまり知られていない。

菊池製作所川内工場の佐藤工場長、フタバ精機の遠藤工場長、両社の技術支援を続ける東北大学の板村准教授と平田助教授の4氏にも同席を願い、「川内村復興とダイカスト」をテーマに座談会形式で語ってもらった。(編集部)

〈川内村の概況〉東経140° 50'、北緯37° 19' に位置し、東西15km、南北13km、面積約197.38km²。阿武隈高地の分水嶺、大海根山(標高1,193m)をはじめ、700~900mの起伏の多い山岳に囲まれた高原性盆地で、総面積の87.9%が林野で占められ、農地は総面積の4.7%。村の中央を貫流する木戸川とその支流に沿って拓け、大小の村落が散在する。いわき市から67km、南相馬市から58km、郡山市から59kmと地方の中心都市からの距離はあるものの、いわき市から山形南陽市に至る国道399号線、浜通り地方を経由し首都圏と仙台市を結ぶ国道6号線、国道6号線と郡山市を結ぶ288号線及び主要地方道、小野・富岡線、県道富岡・大越線により近隣地方都市への交通は至便。

2011年3月11日、午後2時46分、東日本大震災発生、震度6弱を観測。午後3時15分、川内村災害対策本部設置。午後7時30分東電福島第1緊急事態宣言、村民77人自主避難。12日、午前5時44分東電福島第1半径10km圏内避難指示、午前6時50分、富岡町民の避難受入れ開始し(一時6,000人超に)、川内村・富岡町合同災害対策本部設置、午後3時36分、東電福島第1-1号機で水素爆発、午後6時25分東電福島第1半径20km圏内避難指示。14日、午前11時1分東電福島第1-3号機で水素爆発、午後1時25分東電福島第1-2号機の冷却機能喪失、川内村全域が屋内退避区域に設定。15日、午前11時東電福島第1半径20~30km圏内屋内避難指示、午後1時防災無線で住民に自主避難促す、午後5時川内村役場閉鎖。16



緊急時避難準備区域

平成23年4月22日に設定された避難区域



遠藤雄幸川内村村長

日、川内村・富岡町合同災害対策会議で自主避難決定、午後11時避難者移動終了(富岡町1,400名、川内村民520名)。18日、避難者の名簿作成開始。震災発生から約1週間の緊迫ぶりがうかがえる。

司会 村長さんにとっては、ご苦労続きの4年と約半年だったと思いますが、村民の帰村はどの程度すすんでいるのでしょうか。

村長 全村民3,000人が主に郡山といわき両市に避難しましたが、現在、60%に当たる1,800人が村に戻っています。残る1,200人は、いまだ避難先に留まっています。

司会 帰村宣言は、いつの時点で……。

村長 2012年1月31日付けで出しました。戻りたい方は戻って下さい、そうでない方は、残ってもらってけっこうですというスタンスを取っています。子供さんのいる家庭は、慎重ですね。新しい友人もできているでしょうし。戻れない、あるいは、戻りたくない理由は、いろいろです。

司会 帰村の促進には、何が必要だと、……。

村長 除染をさらにすすめる健康被害の心配を取り除くこと、それと、企業誘致による働く場の確保が急務と考えています。

司会 復興計画は、着々とおすすんでいそうですね。

村長 平成25年からの3年計画ですめています。柱は、①放射線量と汚染対策②高規格道路の確保③産業復興と雇用の場の確保④快適な住空間の確保の4本です。この復興計画と並行して、「総合計画」(平成25年~同29年)にも取り組んでいます。

司会 要は、放射線被曝の心配がなく、医療・健康を含め住みよい環境を整備し、働く場がちゃんとある、という状況をいかに早く作るかにかかっているわけですね。

村長 はい、その通りです。

司会 川内村を魅力あふれる村にするには、……。



佐藤健一 菊池製作所川内工場長

村長 インベーションを起したいと考えています。
 司会 ダイカストを起爆剤に、……（笑）。
 村長 はい。（笑）たまたま、当村には、菊池製作所とフタバ精機という、ユニークな技術を持ったダイカスト会社が進出されています。私は、ダイカストについては全くの素人で、細かな事は分りませんが、菊池製作所さんのアルミホットチャンパーによるダイカスト法、フタバ精機さんが取り組んでおられる半凝固ダイカスト法は、共に日本のダイカスト産業の未来を切り開く技術だとうかがっております。ぜひ、完成度を高め飛躍していただきたいと思っています。
 司会 遠藤村長の期待に応えるためにも、板村さんにがんばってもらわないといけませんね。（笑）
 板村 東北大学の「工学研究科ACSセンター」（安斎研究室）が中心となって、すでに両社の懸案事項の解決に取り組んでいます。
 司会 具体的には、……。
 板村 菊池製作所さんの場合は、ホットチャンパーの

グースネックの寿命向上、フタバ精機さんの場合は、スリーブ法による半凝固ダイカストの実用化です。

司会 佐藤工場長、川内工場は、廃校を利用して建設されたとか。

佐藤 廃校になっていた富岡高等学校川内校を提供していただき、3年前にアルミホットチャンパーによるダイカスト専門工場を建設しました。体育館を鋳造工場に、教室をマシニング加工工場に、教員室を検査工場に、校長室を応接室に、そのまま利用してもらっています。もちろん、床は、コンクリートに変えております。

司会 川内工場の概要をお願いします。

佐藤 主要設備は、アルミホットチャンパーが15^号6台、25^号5台、50^号1台の計12台、MC8台です。競技用自動車部品、リール部品、マッスルスーツ部品、携帯の充電器部品、ヒートシンク等を生産しています。使用材料は、「ADC12」をはじめ、「ADC6」、特殊合金では、大紀アルミさんの「DC-II」と「HT-I」の4種です。ご承知の通り、ホットチャンパーには、①湯流れが良い（果の量を減らす）②サイクルが早い（生産性向上）③金型の寿命が長い（コストダウン）、これらはいずれもコールド法と比較してですが、素晴らしい特長がある反面、グースネックの寿命向上という大きな課題をかかえています。これが解決できれば、爆発的に普及すると思います。東北大学の指導を受け、なんとか実現させたいと思っています。手応えを感じています。

司会 遠藤工場長、フタバ精機さんと言えば、カメラのレンズ部品で定評をお持ちですが、半凝固ダイカストは、何を狙って、……。

遠藤 当社は、シグマの業務用カメラレンズとキャノンのデジタル部品を主に生産していますが、ともかく寸法精度がシビアで、40^μm以上はNGとなります。半凝固

ダイカストは、寸法精度の良さと金型寿命延長に期待しています。

司会 現在は、普通ダイカスト法で、……。

遠藤 東芝製「135J-SC」と「135J-T」各1台のうちの前者を使って、「ADC12」の普通ダイカスト法で対応しています。

司会 現在、何が問題に、……。

遠藤 先程もお話ししました通り、寸法精度が非常に厳しいものですから、金型の寿命が持ちません。平均して2週間の寿命です。

司会 例えば、レンズの筒なんか40^μmを超えても、後の加工で対応できるんじゃないですか。

遠藤 加工しない、例えば、ギア部の精度が問題となります。半凝固ダイカストだと金型寿命も延びますし、寸法精度もぐんとアップすると聞いておりますので、ぜひ、ものにしたいと思っています。

司会 昨年、確か「ナノキャスト法」を導入されましたね。あれは、どうなんですか。

遠藤 はい。「ナノキャストL」は、「ADC10」を使いますので、まず、材料変更のところでストップしてしまいました。ですので、「ADC12」が使えるスリーブ法に期待しています。

司会 平田さん、スリーブ法の解説を簡単に。

平田 アルミ溶湯をスリーブ内に注湯するだけで、任意の固相率をもつ半凝固スラリーが得られる素晴らしい技術です。あらかじめ、注湯温度、注湯速度、スリーブ温度、スリーブ充填率、射出タイムラグ等の最適制御を行っております。0.6^{mm}以下の薄物に対しても湯回り性、寸法精度とも普通ダイカスト法に勝ります。

司会 板村さん、両社の取り組みに期待をもってよろしいでしょうか。（笑）

板村 はい。これらがうまくゆくと、日本のダイカス



遠藤一則 フタバ精機工場長

ト業界に大きなインパクトを与えます。佐藤さん、遠藤さんのお2人ががんばっていただき、川内村に革命を起してもらいたいと思います。それがきっかけになり、川内村が、「ダイカストのディズニーランド」になることを期待しています。

司会 先程、企業誘致の推進をおっしゃっていましたが、受皿の建設は、……。

村長 川内村工業団地整備事業をすすめています。

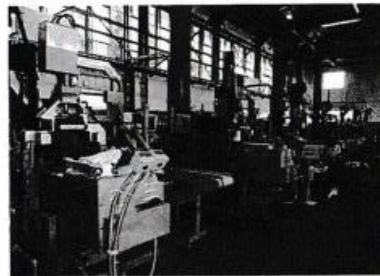
司会 ダイカスト企業が、川内村の新しい工業団地に進出する場合の特典は、何かあるのでしょうか。

村長 工場建設費用の4分の3を福島県から、残り3分の1を川内村から補助させていただきます。実は、2012年6月に、菊池製作所さんが当村に進出された折にも、投資額4億6,000万円は、福島県と川内村から補助金の形で負担させていただきました。

司会 数多くのダイカスト企業が進出し、川内村が日本有数のダイカスト生産基地になれば、素晴らしいですね。本日は、ありがとうございました。



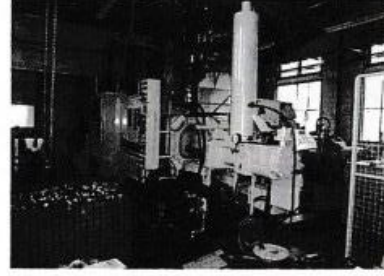
川内工場の玄関風景



アルミホットチャンパーライン



川内工場の一角



ナノキャスト対応の135^号機

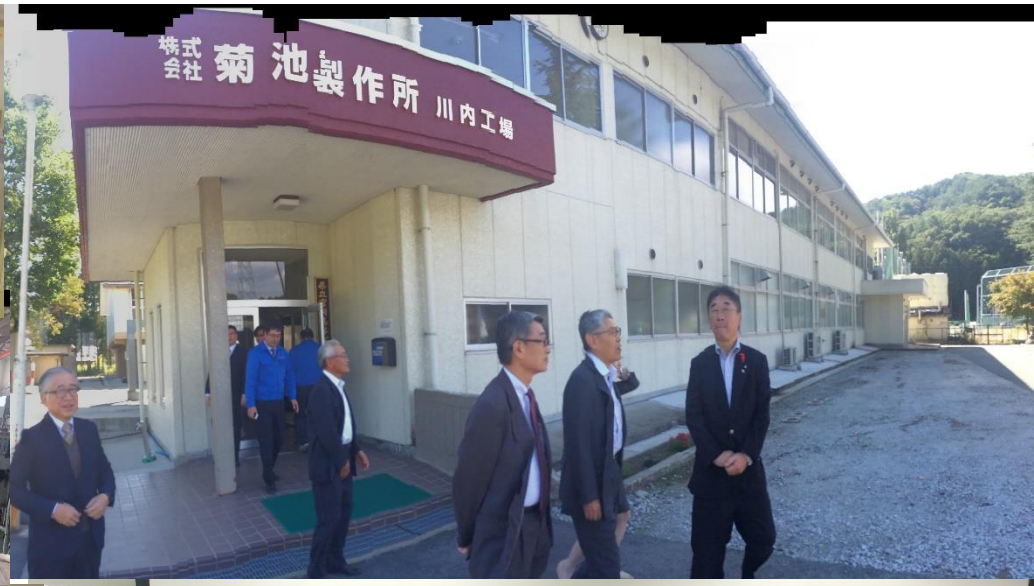


(経済産業省)星野大臣官房審議官,(川内村)遠藤村長,(菊池製作所)一柳副社長・星社長秘書,(東北大学)板村准教授
2015年8月25日(火)10:20~11:40 経済産業省・星野大臣官房審議官室



(経済産業省)星野大臣官房審議官,(川内村)遠藤村長,(菊池製作所)一柳副社長・星社長秘書,(東北大学)板村准教授
2015年8月25日(火)10:20~11:40 経済産業省・星野大臣官房審議官室

2015年10月8日(木) 菊池製作所・ホットチャンバー・キックオフ (福島県川内村)

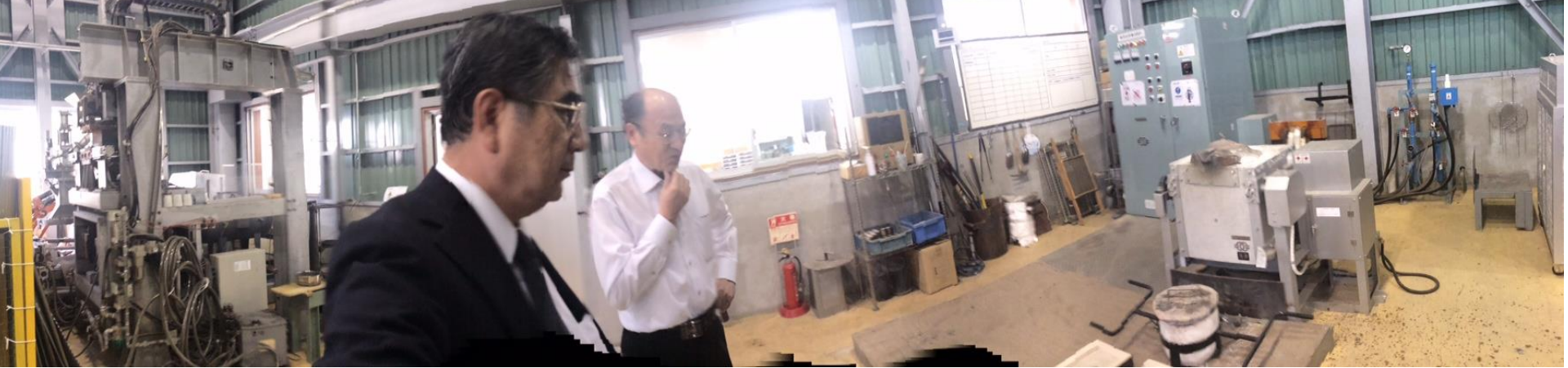


安倍総理の「夢」の前で

川内村・遠藤村長、一柳副社長、
星秘書、安斎教授、板村



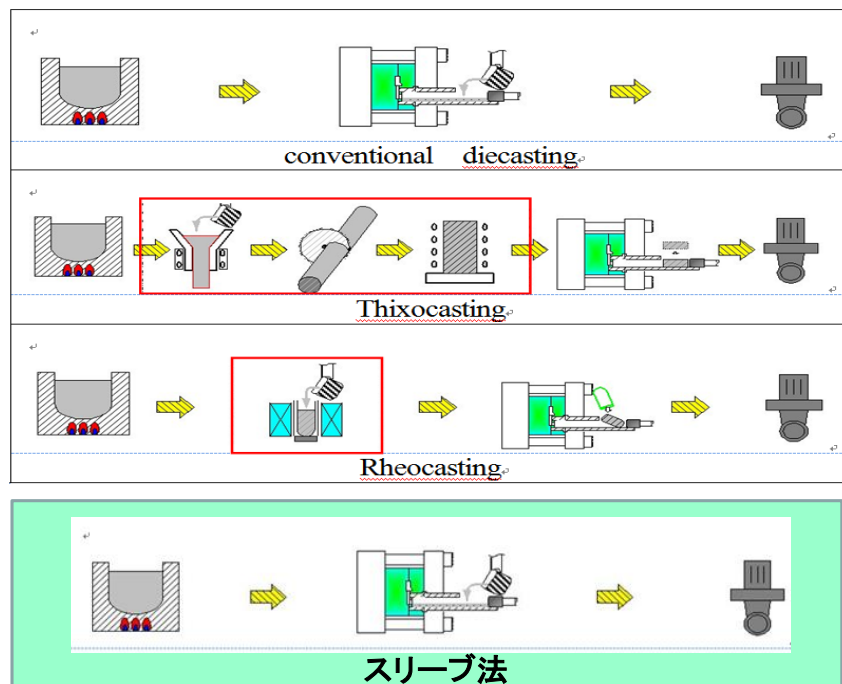
2015年10月14日(水) ツチヨシ産業・ダクティル鑄鉄キックオフ(邑南研究センター)



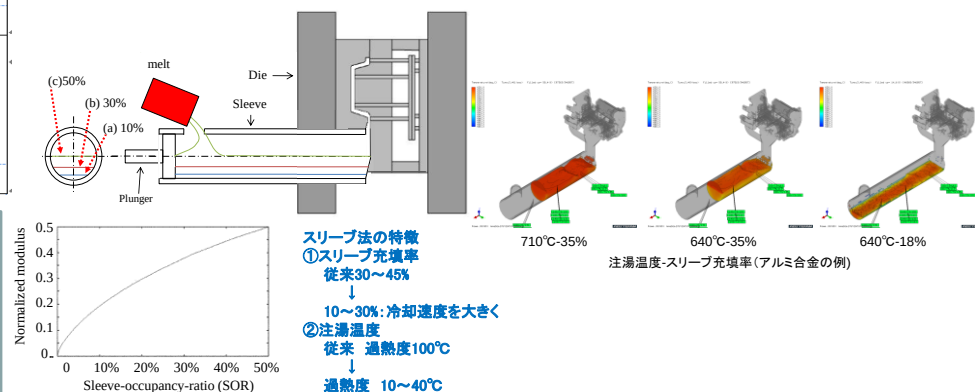
半熔融半凝固技術・ダクタイル成形技術の変遷

1953	田中ダイカスト ペースト状ダイカスト
1972	東大生研・福岡 半熔融金属の変形抵抗の測定
1972	MIT・フレミング レオキャストの研究
1988	塑性加工学会に半熔融・半凝固加工分科会発足
1988	レオテック設立 (1988～1994)
1990	第1回半熔融・半凝固加工国際会議 (フランス)
1992	日本製鋼所チクソモールディング成形機完成
1993	Buhler・SSM(Semi Solid Metal)開発
1994	旭テック・ATF(Asahi Thixo Forming)開発
1995	東京理化・ホンダエンジニアリング SSM 導入
1996	レオテック 鋳鉄ダイカストの開発
1997	東大・木内・杉山 片状黒鉛鋳鉄の開発
1997	日立金属・半凝固ダイカスト法開発
1998	宇部興産 安達ら・NRC(New Rheo Cast)開発
1999	名大・野村・滝田ら片状黒鉛鋳鉄の開発
2002	本田技研・土屋ら 鋳鉄ダイカスト試作
2003	ホンダエンジニアリング・ASCT の開発
2003	板村らナノキャスト法の開発
2005	虹技・鋳鉄の半熔融ダイカストの開発 (熱処理)
2006	板村らカップ法・半凝固ダイカスト法の開発
2000	レオテック 鋳鉄ダイカストの開発
2011	板村らスリーブ法・半凝固ダイカスト法の開発
2011	クロダイト工業 真空+半凝固ダクタイル鋳鉄開発
2013	板村らモールド法・半凝固ダイカスト法の開発
2013	糸藤・フリー室素によるチル化制御技術の開発
2015	板村・糸藤ら半凝固ダイカスト法の開発

いままでの開発状況と研究テーマ



	電磁攪拌	カップ	専用設備	メンテナンス
NRC法	なし◎	あり●	あり●	あり●
ナノキャスト法	あり●	あり●	あり●	あり●
カップ法	なし◎	あり●	あり●	あり●
スリーブ法	なし◎	なし◎	なし◎	なし◎

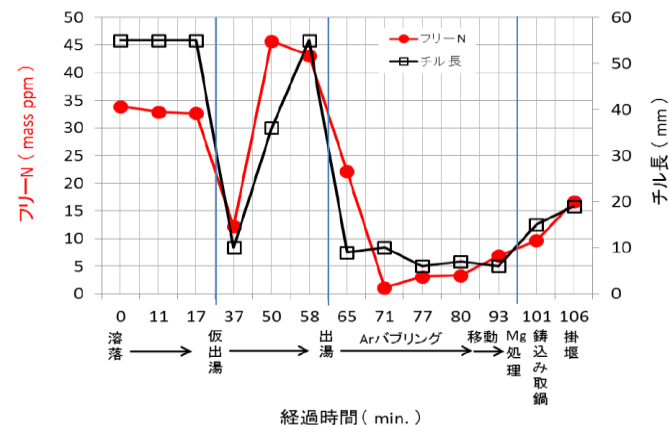


いままでの開発状況

- ①フリー窒素を制御すれば、チルの発生がなくなり、黒鉛が超微細になる鑄造技術を開発
- ②半凝固溶湯をダイカスト金型へ低温鑄造する鑄造技術を開発

研究テーマ

フリー窒素によるチル化制御技術と半凝固鑄造技術を適用することで、従来の半凝固ダイカスト法では、熱処理なしで黒鉛化が不可能であった半凝固ダクタイル鑄鉄の微細化と黒鉛粒数の向上を図る



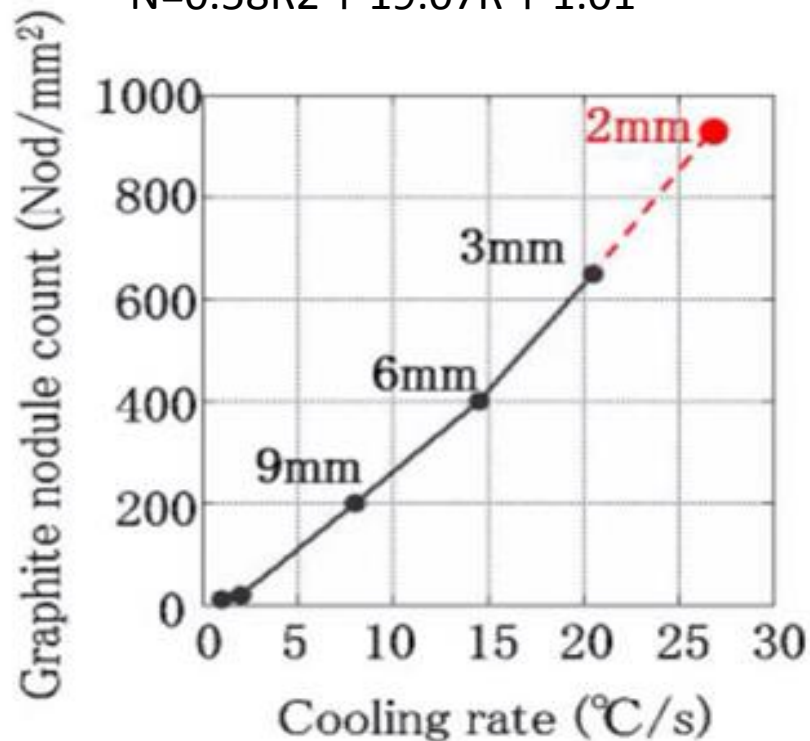
30tアーク炉で溶製したFCD450のフリーNとチル長との相関(全チル55mm)

1) 糸藤, 板村, 安斎, 田村, 守武: 日本鑄造工学会, 第163回全国講演大会概要集(2013)99
2) H. Itofuji, et al.; 120th AFS Metalcongress(2016)Under Submission.

冷却速度とチル臨界粒数との関係

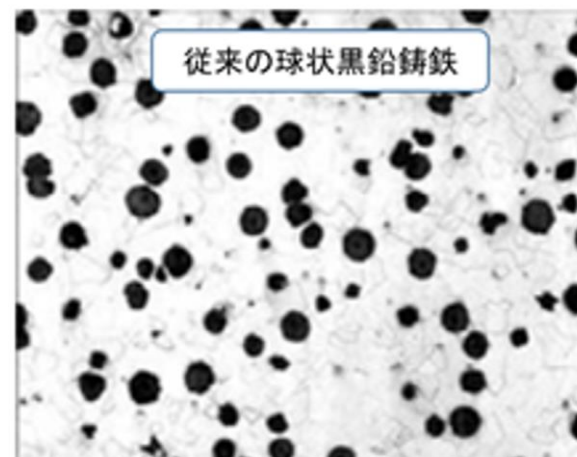
チル臨界粒数(N)と冷却速度(R)

$$N=0.58R^2+19.07R+1.01$$

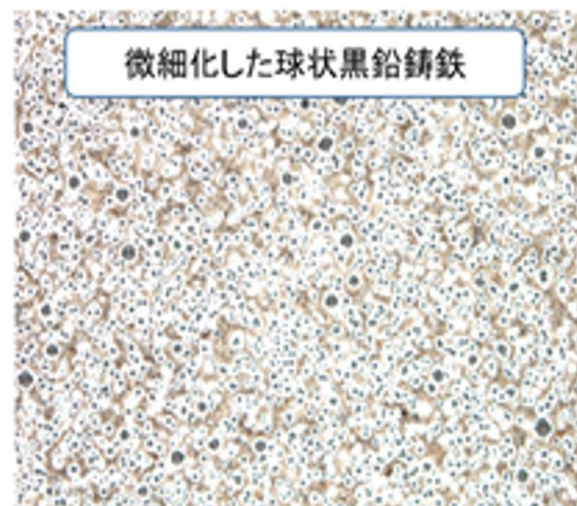


冷却速度とチル臨界粒数との関係¹⁰⁾

平成20年度戦略的基盤高度化支援事業
「極薄肉鑄造技術の自動車用鑄物部品軽量化への応用開発」



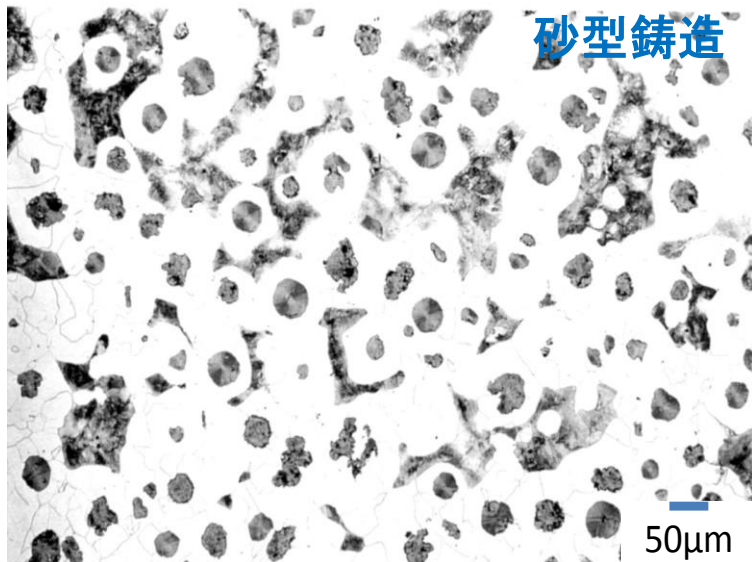
(標準的)黒鉛粒数 150ヶ/mm² 50μm



黒鉛粒数 3222ヶ/mm² 50μm

球状黒鉛鑄鉄の金属組織と黒鉛粒数

砂型と半凝固鑄造の比較・コイン型の黒鉛粒径



球状黒鉛鑄鉄品 JISG5502

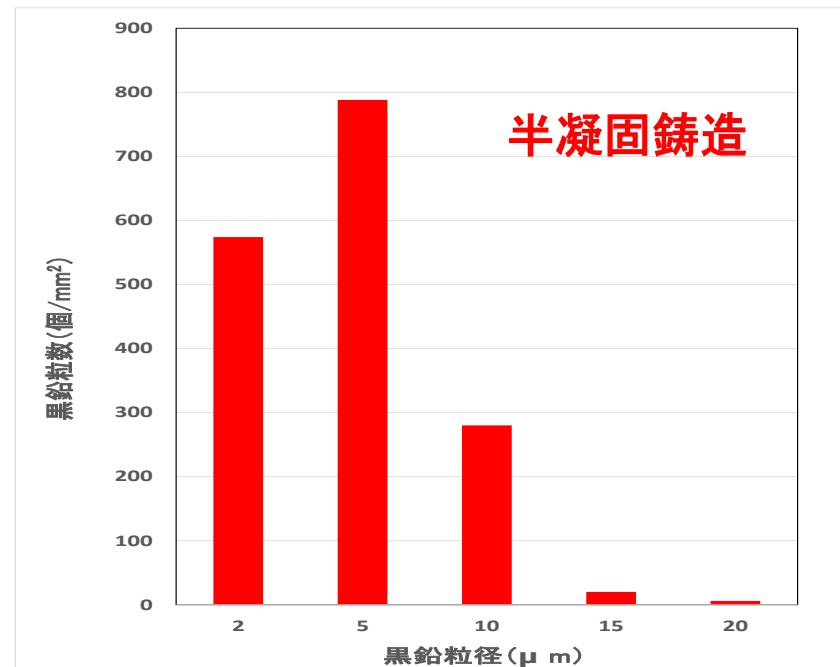
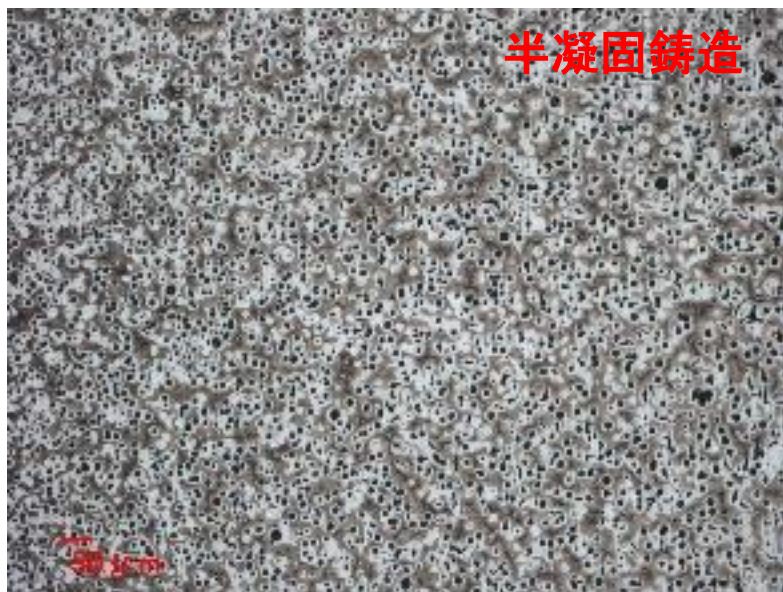
1. この規格の引用規格を、付表1に示す。
2. この規格の対応国際規格を、次に示す。

ISO 1083:1987 Spheroidal graphite cast iron-classification

この規格は、球状黒鉛鑄鉄品(以下、鑄鉄品という。)について規定する
黒鉛球状化率の算出

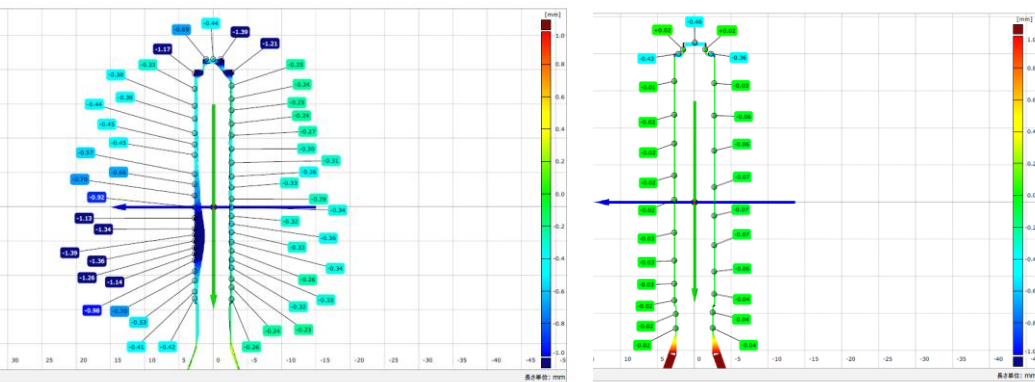
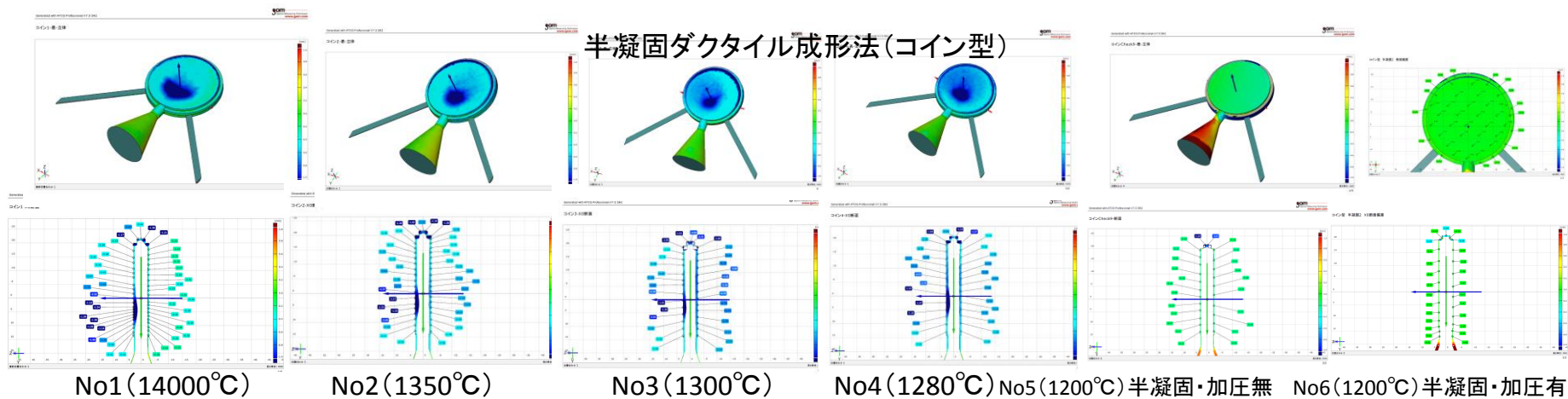
顕微鏡組織における黒鉛球状化率の算出は、次による。

倍率は原則として**100倍**とし5視野について行い、平均値を求める。
2mm(実際の寸法20 μ m)以下の黒鉛及び介在物は対象としない

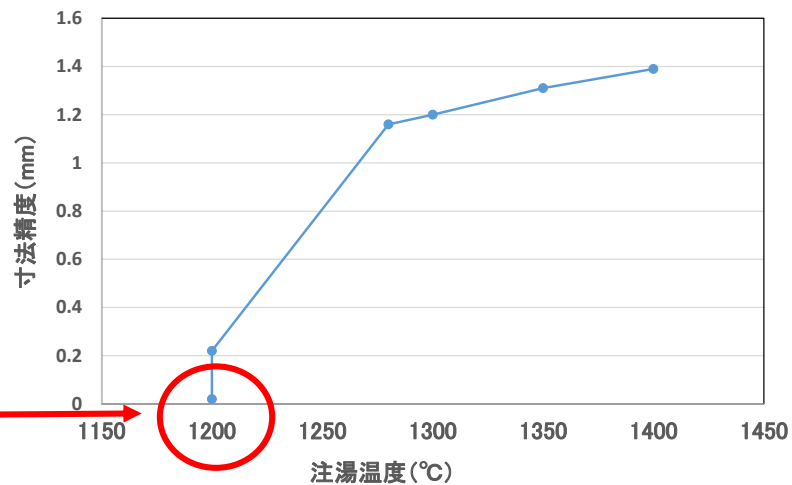


コイン金型の寸法精度(注湯温度と寸法精度)

半凝固ダクタイル成形法(コイン型)



注湯温度と寸法精度の関係



引張試験片の形状と採取位置

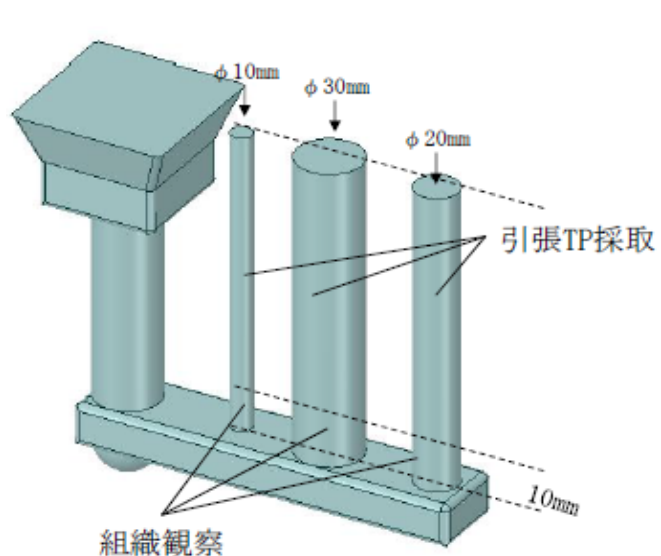


図 引張試験片採取用モデル

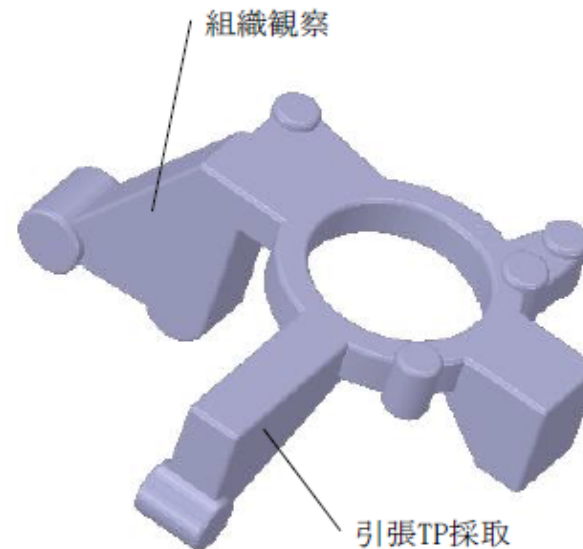


図 試作型製品モデル

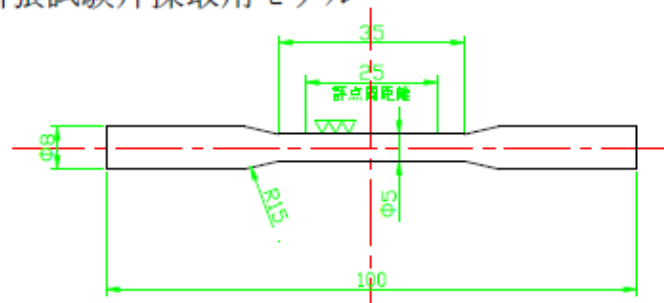


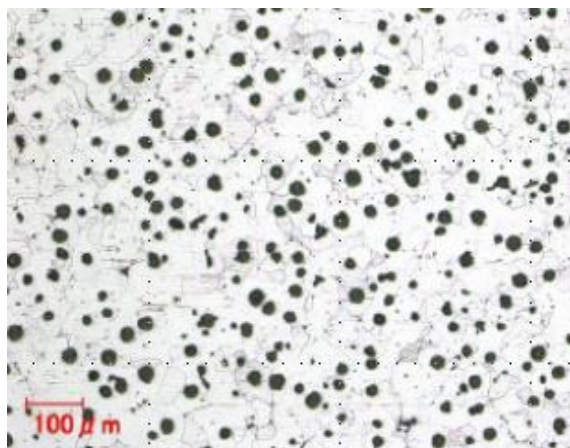
図 引張試験片寸法
JIS Z 2241参照 14A号試験片

表 機械特性比較供試材の成分

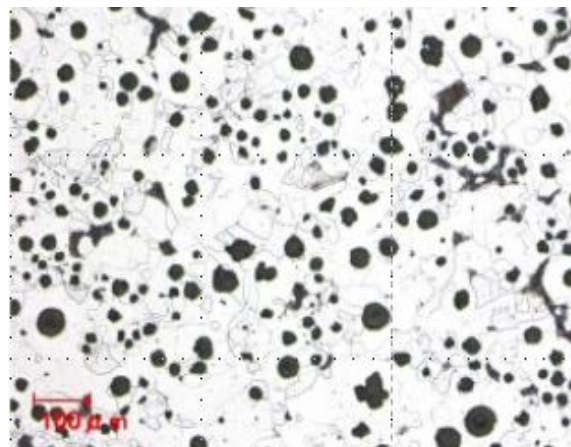
供試材	成分.％					
	C	Si	Mn	P	S	Mg
対比実験供試材	3.07 (3.52)	3.31	0.114	0.042	0.011	0.023
別採取金型鑄造供試材	3.08 (3.37)	3.26	0.069	0.020	0.011	0.020
試作製品モデル	3.00 (3.48)	3.46	0.094	0.018	0.011	0.022

※○内の数値はCS分析の測定値。

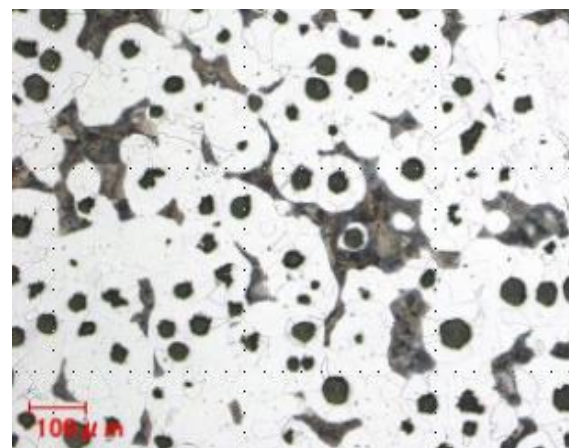
砂型市販品と半凝固鑄造品の黒鉛粒数の比較



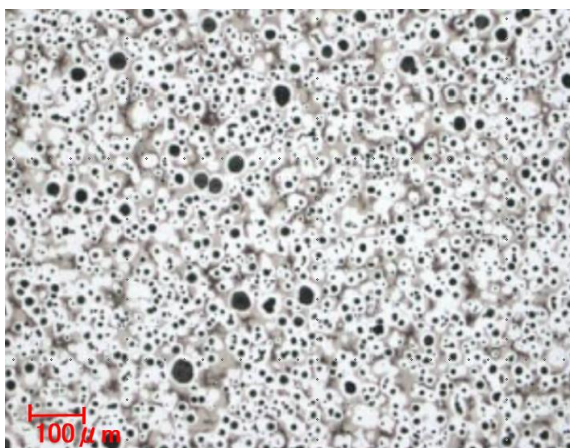
171個/mm²
A社の金属組織と黒鉛粒数



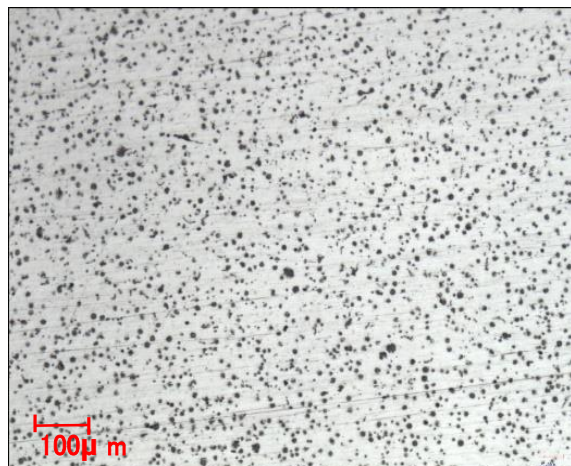
159個/mm²
B社の金属組織と黒鉛粒数



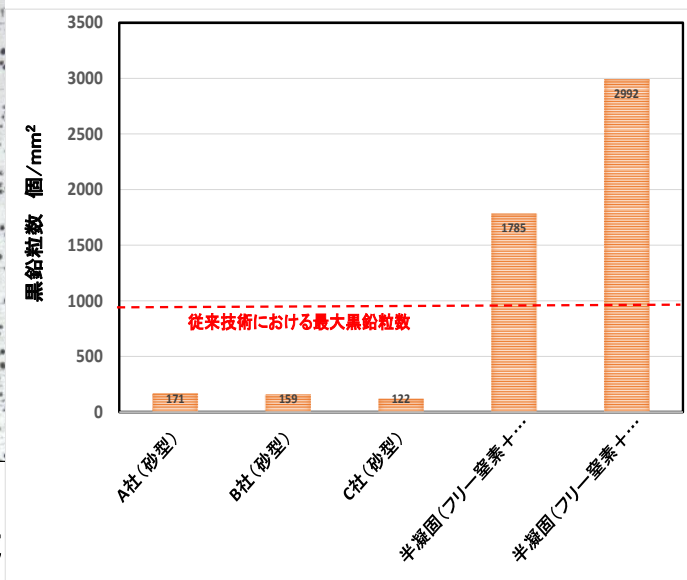
122個/mm²
C社の金属組織と黒鉛粒数



1785個/mm²
半凝固鑄造(加圧無)金属組織



2992個/mm²
半凝固鑄造(加圧有)金属組織

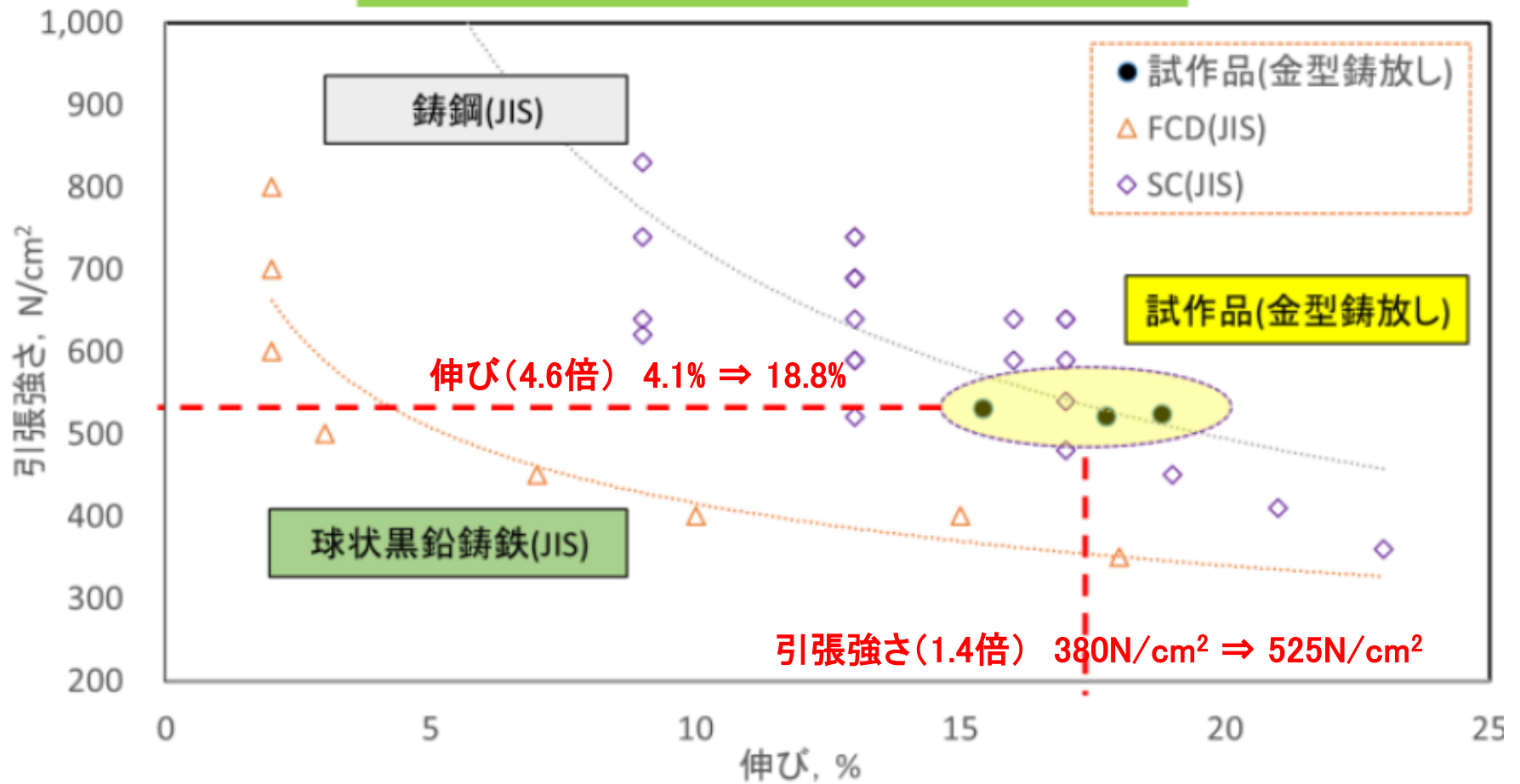


砂型市販品と半凝固鑄造品の黒鉛粒数の比較

引張強さ・伸び(JIS規格)の比較

0.2%耐力375MPa、引張強さ524MPa、伸び18%

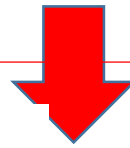
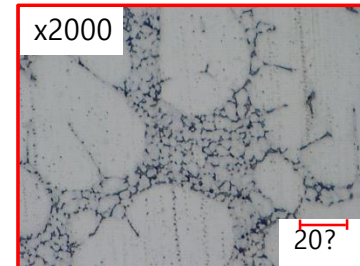
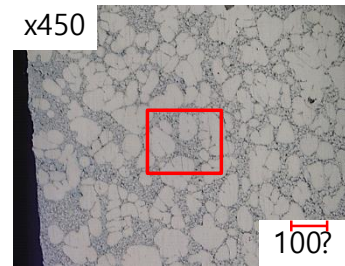
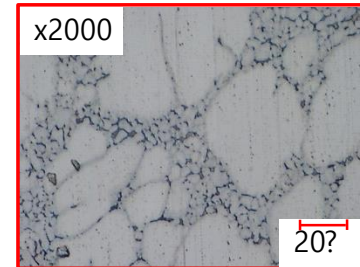
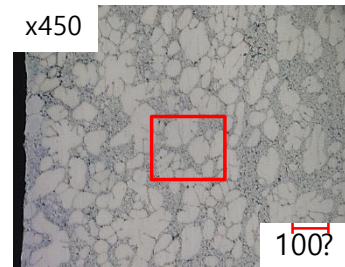
試作品の「引張強さと伸び」とJIS規格の対比



展伸材と半凝固鑄造の比較(7075-T6)

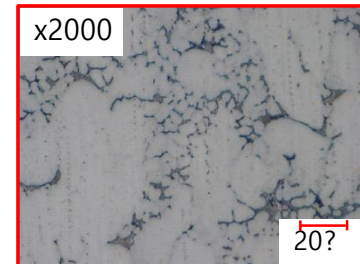
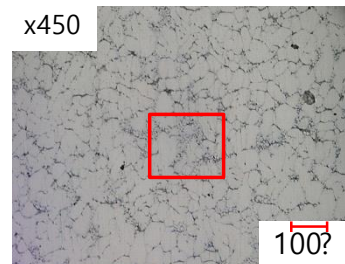
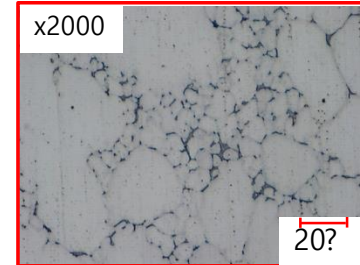
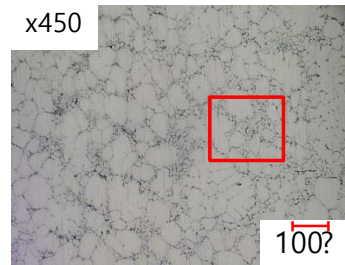
【7075 展伸材】

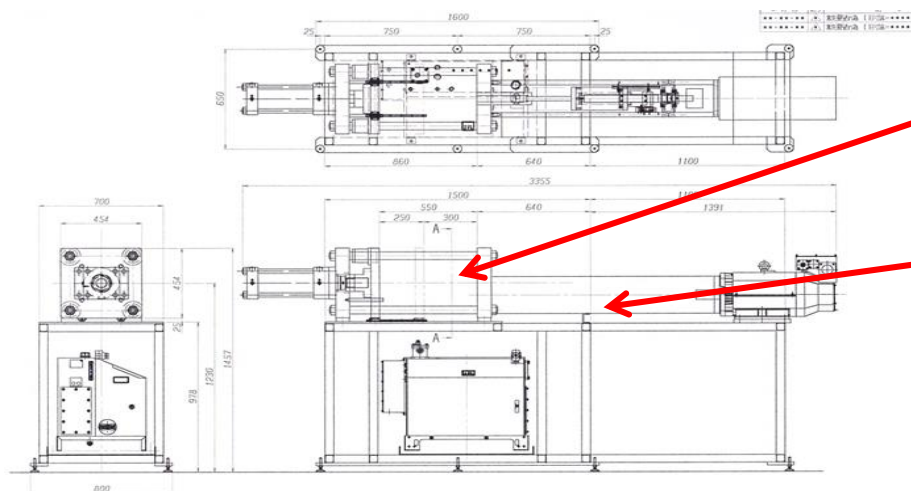
引張強さ 540MPa
伸び 12%



【7075半凝固鑄造】

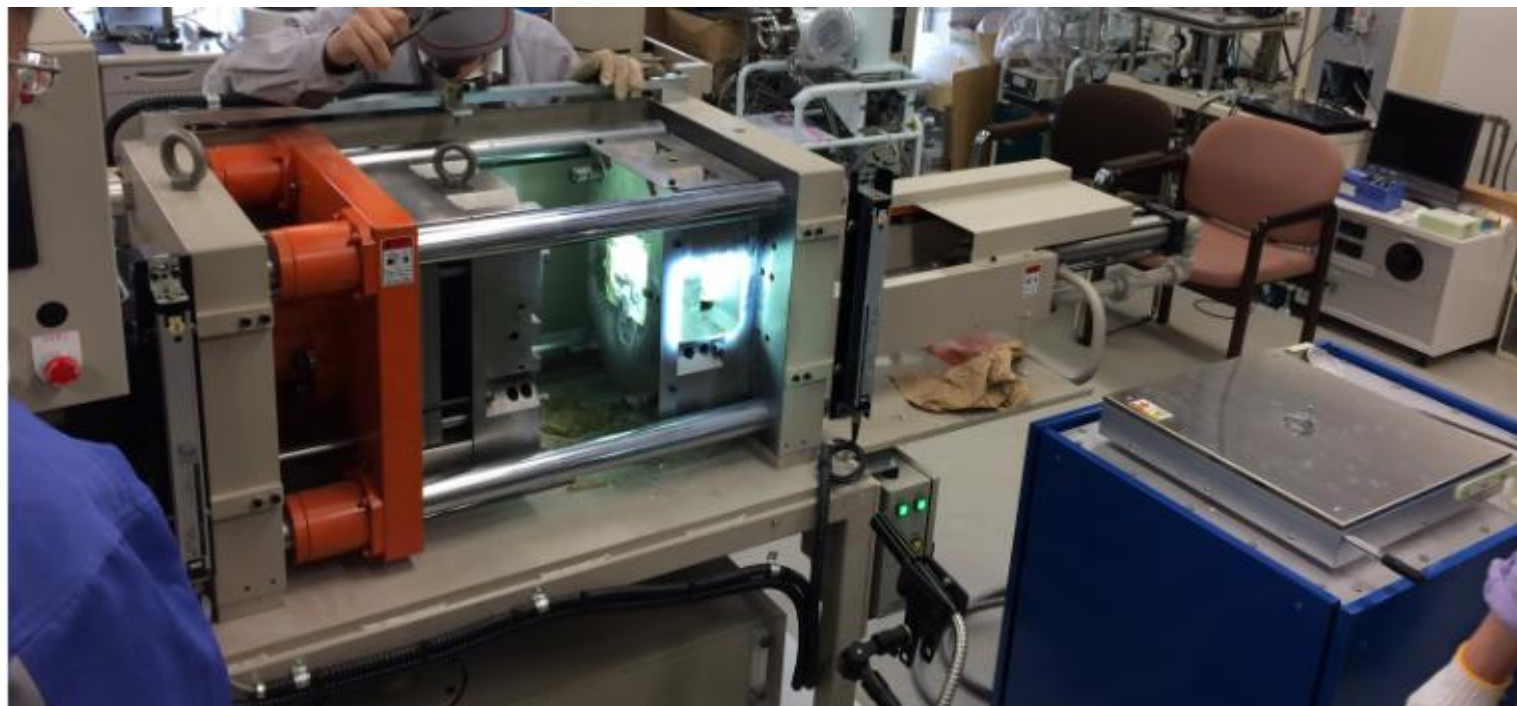
引張強さ 580MPa
伸び 10%

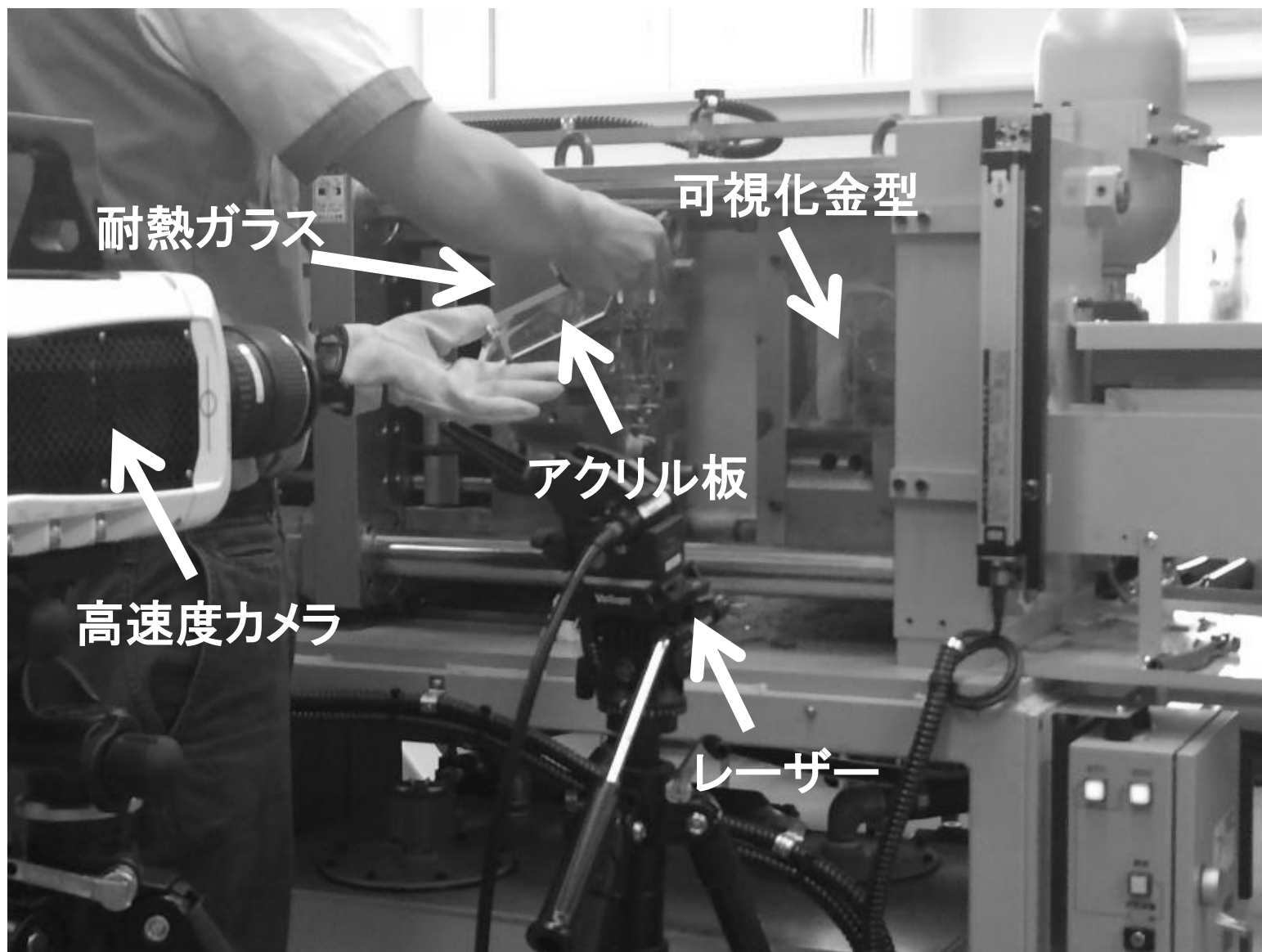


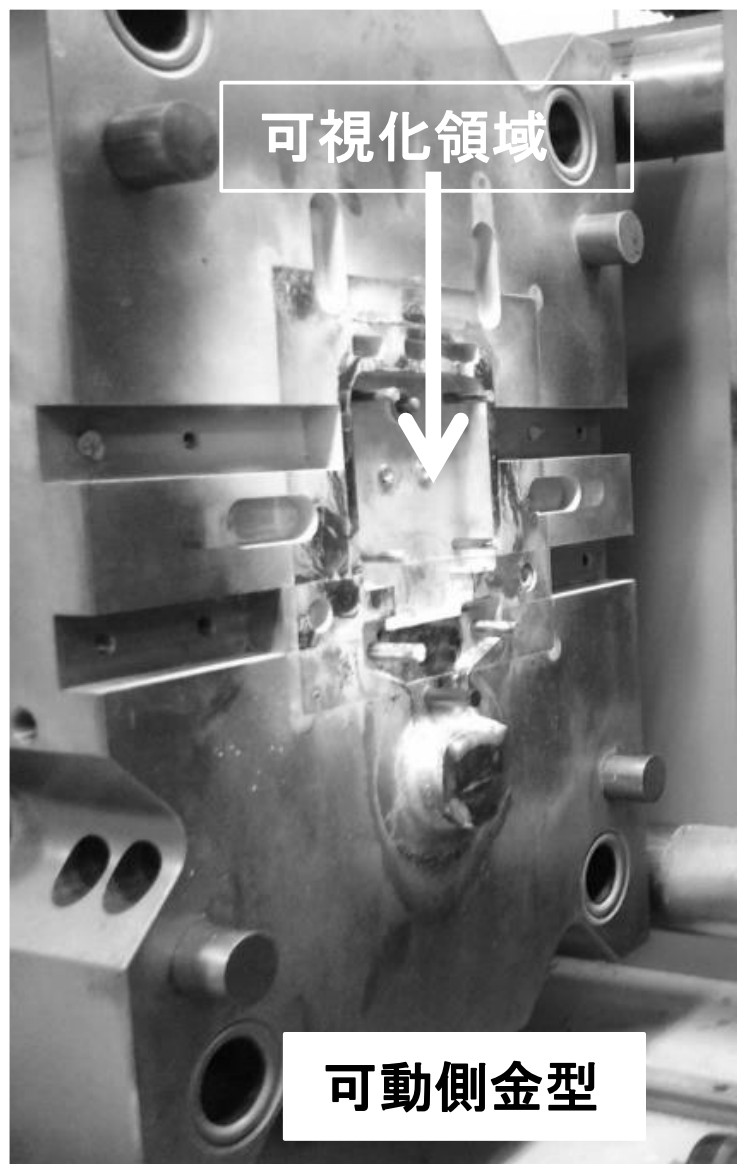


☆固定側金型改造
(可視化)

☆スリーブ改造
(半凝固スラリー投入)
カップ法、スリーブ法





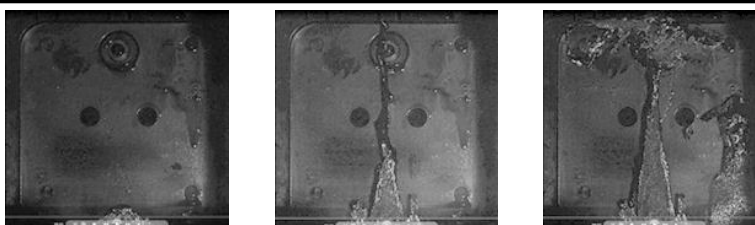




固相率40% (注湯温度605°C、ショットタイムラグ 5sec)



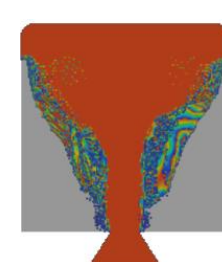
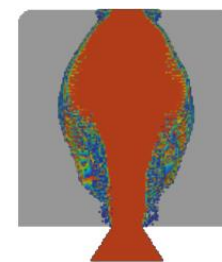
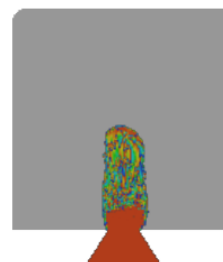
固相率20% (注湯温度605°C、ショットタイムラグ 0sec)



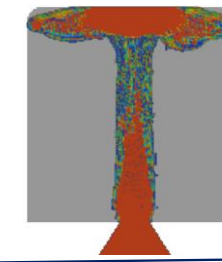
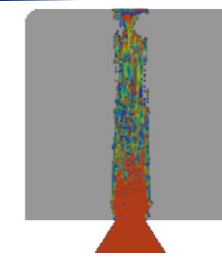
固相率0% (注湯温度690°C、ショットタイムラグ 0sec)

可視化実験結果

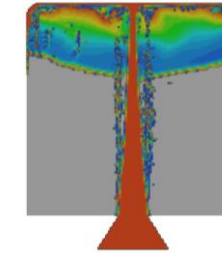
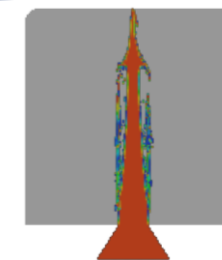
固相率40%
動粘性係数
 $90\text{cm}^2/\text{s}$
注湯温度
 605°C
ショットタイムラグ
5sec



固相率20%
動粘性係数
 $20\text{cm}^2/\text{s}$
注湯温度
 605°C
ショットタイムラグ
0sec



固相率 0%
動粘性係数
 $0.01\text{cm}^2/\text{s}$
注湯温度
 690°C
ショットタイムラグ
0sec



解析結果



TOHOKU
UNIVERSITY

ADSTEFAN/CASTING SOLUTION センター 開所式

平成22年7月16日、東北大学大学院工学研究科 青葉記念会館



東北大学大学院工学研究科ACSセンター(安斎研究室)の産官学新連携マップ図



製造・製造・加工技術の新連携 東日本大震災復興プロジェクト 開所式
平成23年10月4日、東北大学大学院工学研究科 総合研究棟



ADSTEFAN/CASTING SOLUTION センター 開所式
平成22年7月16日、東北大学大学院工学研究科 青葉記念会館



★金属加工技術協会



★東北大学ACSセンター

