

1 補助事業の概要

(1) 事業の目的

近年、鋳造業界では自動車の電動化に伴う製品の薄肉・複雑形状による高難易度化や、人手不足、短納期化、コスト低減が求められている。これらを解決するためには、鋳造シミュレーション(以下「鋳造CAE」という。)における鋳造時の鋳物素材の温度や流れ、欠陥発生位置などの解析精度を向上することが必要である。鋳造CAEにおける解析精度向上のためには、鋳物素材の物性値や素材を流し込む砂型の特性値などの入力パラメータが要技術である。

そこで本研究では、鋳造CAEに入力するための鋳物素材の凝固収縮や熱拡散に寄与すると推測される高温下での密度などのデータや、砂型の高温時の熱伝導率及び常温での通気度などの特性値を、実験や計算から取得し、データベース化を図ることを目的とする。

(2) 実施内容

① 鋳物素材の物性値

鋳物素材の化学成分から、熱力学的及び物理的物性値を計算することができる物性値計算ソフト (Sente Software社製 JMatPro) を導入し (図 1)、アルミニウム合金、銅合金及び鋳鉄について、計算から鋳造CAEに入力するパラメータを求めた。アルミニウム合金と銅合金は、JIS規格の化学成分における上限・中央・下限値とし、鋳鉄は炭素とケイ素の配合比率から求める炭素当量における3水準とした。

計算結果の一例として、図 2 にアルミニウム合金、銅合金及び鋳鉄における温度と密度の関係を示す。いずれの条件においても、鋳造CAEに必要な液相-固液共存-固相領域における物性値を求めることが可能で、鋳鉄においては、黒鉛の晶出による膨張も密度変化に現れている。また、本研究で計算した条件では、アルミニウム合金と銅合金では、鋳造CAEに入力する鋳物素材の物性値は化学成分に影響を受けることが分かった。

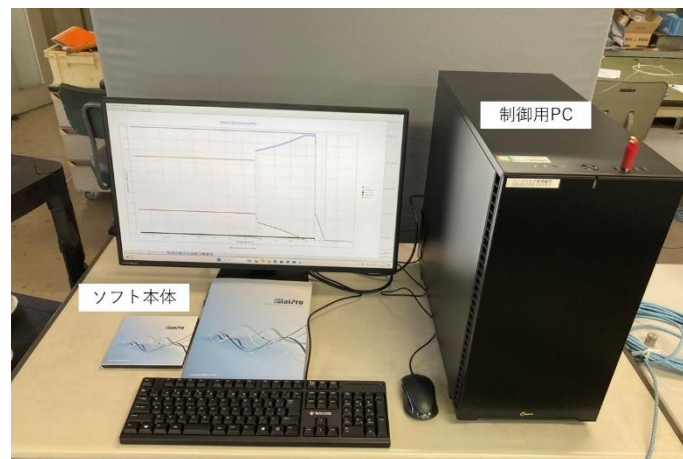


図 1 物性値計算ソフト

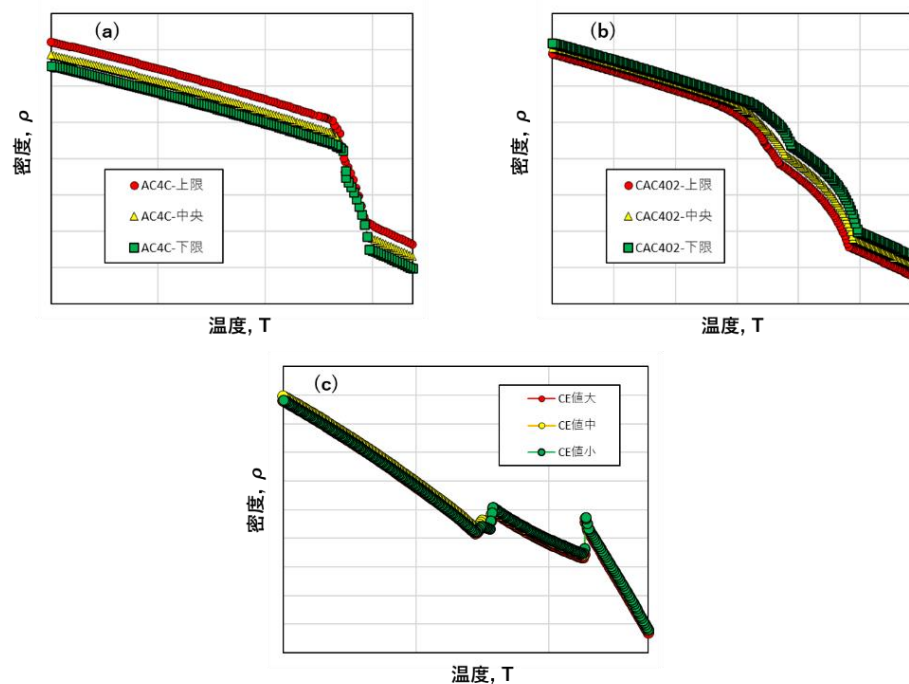


図2 計算により求めた温度と密度の関係

(a) アルミニウム合金

(b) 銅合金

(c) 鋳鉄

② 砂型の特性値

鑄造における砂型は、砂に粘結材を混練し固めたものが用いられている。本研究では、粘結材が少量の水と粘土である生型と、自硬性フラン樹脂で固めたフラン型の2種類の砂型に関して、粘結材の量などを変えて試験片を作製したものを試験に供した。高温時の熱伝導率は図3に示すように、試験片同士の間挟んだ熱線に電流を通电し、その時の熱線の温度推移から、式(1)から熱伝導率を算出した。高温時のデータは、電気炉内に試験片を設置し、任意の温度に加熱した後、評価を行った。

$$\lambda = \frac{0.183 \times I^2 \times R}{\Delta \theta} \times \log \left(\frac{t_2}{t_1} \right) \quad \dots (1)$$

λ : 熱伝導率

I : 電流値

R : 熱線の電気抵抗

$\Delta \theta$: $t_1 \sim t_2$ までの熱線の温度上昇

t_1, t_2 : 任意の時間

常温での強度や通気度は、生型は(社)日本鑄造工学会・東海支部・砂型研究部会・試験方法、フラン型はJACT試験法により実施した。

鑄造企業では粘結材の量などの砂型の作製条件を管理しているため、技術展開を目的として砂型の作製条件と取得した特性値との関係式を求めた。

図4に高温時の砂型における熱伝導率の計測結果を示す。砂の種類により熱伝導率は異なることが確認され、粘結材の燃焼する温度を境に、温度変化による熱伝導率の変化量は異なることが分かった。これらのことを踏まえて、砂や粘結材の種類、温度範囲で条件分けをし、砂型の作製条件と高温時の熱伝導率との関係式を導出した。

図5に常温での砂型の圧縮強度の計測結果を示す。熱伝導率と同様に、圧縮強度も砂の種類に影響を受けることが確認され、常温での通気度や圧縮強度については、砂や粘結材の種類に条件分けを行い、作製条件との関係式を導出した。

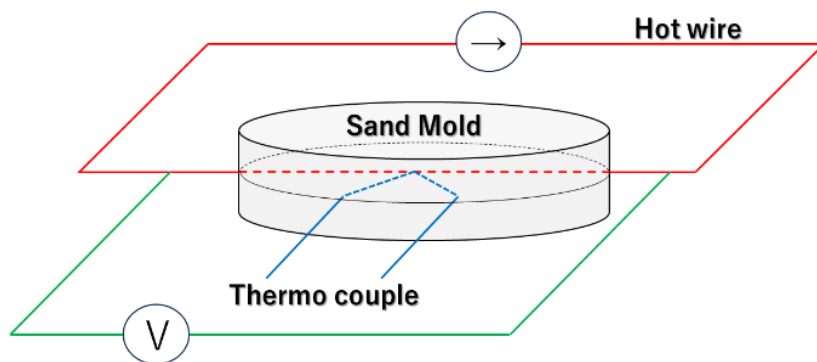


図3 砂型の熱伝導率の測定方法

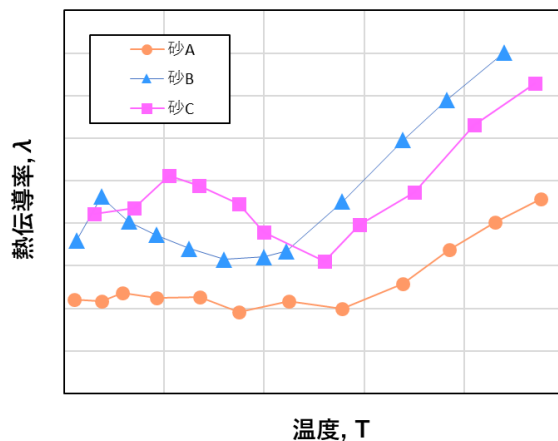


図4 高温時の砂型の熱伝導率方法

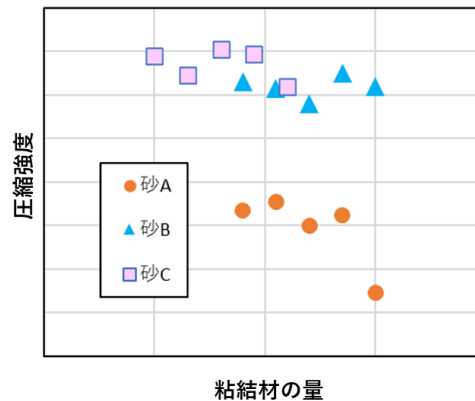


図5 常温での砂型の圧縮強度

2 予想される事業実施効果

本研究で構築した鋳物素材の物性値や砂型の特性値に関するデータベースを用いれば、鋳造CAEにおける鋳物素材の温度や流れ、欠陥発生位置などの解析精度を向上したいニーズに応えることができる。また、導入した物性値計算ソフトにより、鋳造分野以外での高温時のアルミニウム合金や鋳鉄の物性値を求めたいといった幅広いニーズにも応えることができる。

また、当センターにおいてはアルミニウム合金や鋳鉄の物性値データや高温時での試験体の熱伝導率測定ノウハウを蓄積することで、地場中小企業から寄せられる相談・依頼に迅速に対応できる支援体制が整う。

3 補助事業に係る成果物

成果公開ページ

<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/27/jka-cae.html>

4 事業内容についての問い合わせ先

担当部署： 加工技術研究部

電話番号： 0823-74-1158

F A X： 0823-74-1131

E-mail： wkckakou@pref.hiroshima.lg.jp

U R L： <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/27/>