

(50)

CAE による大型球状黒鉛鋳鉄鋳物の引巣予測

榊宇部スチール ○宮本論卓 東北大学 ACS センター 糸藤春喜

1. はじめに

球状黒鉛鋳鉄鋳物は、形状により引巣発生傾向が異なるため、無押湯で十分な場合もあれば、押湯設置が必要な場合もある。これは押湯が必須である鋳鋼鋳物や、押湯の不要な普通鋳鉄鋳物とも異なる独特な黒鉛晶出機構と凝固形態が影響していると考えられる。

製造現場においては、鋳鋼鋳物にて修正温度勾配法 (G/R) が引巣発生位置とよく一致するのに対し、球状黒鉛鋳鉄鋳物では必ずしも一致しないため、引巣対策を難しくしている。このため、対策は経験を頼りに冷金や押湯などを配置するしかなく、必要以上に作業効率や歩留りを低下させている場合が多々ある。

本研究では、球状黒鉛鋳鉄鋳物凝固時に発生する膨張・収縮を計算し CAE によりシミュレーションする引巣予測の検討を行った。

2. 側面に凸形状を含む鋳物の引巣発生事例

引巣予測の対象にした鋳物の形状は、図1に示す 1000 角×高さ 650×厚み 75(mm)の中空四角柱の各側面に、250 角×厚み 50, 100, 150, 200(mm)の凸形状を付けたものである。

当初の予想では、凸が高いもの程引巣発生量が多くなると思っていた。しかし、実際には、凸が低いもの程、引巣発生量が多くなった。この結果を踏まえて修正温度勾配法にて解析を試みたが、現象と一致させることが出来なかった。

3. 引巣解析のために検討したパラメータ

前項の現象より、球状黒鉛鋳鉄独特の体積変化が引巣発生傾向に影響を与えていると考え、凝固時の体積変化 (①凝固開始までの液体収縮, ②固体鉄 γ 晶出に伴う収縮, ③黒鉛晶出に伴う膨張) をパラメータとして扱うこととした。

体積変化量は、型内初期温度と化学成分内の炭素量, 珪素量から計算し、図2に示す凝固冷却カーブより、凝固過程での膨張・収縮時期と割合を振り分けた。これを凝固解析ソフトの Filled ratio パラメータに入力し解析を行った。

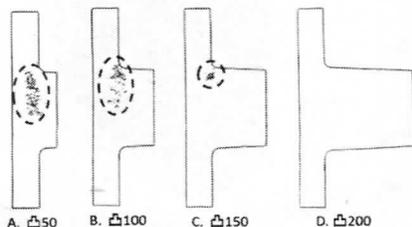


図1 側面凸形状部断面の引巣確認結果

理論体積変化量の計算

- 炭素当量 $CE=Cx+1/3Si$
- 液体収縮 $SI=1.5 \times (型内初期温度 Ti-1150)/100$
- 初晶黒鉛膨張量 $Epg=3.4[(Cx-CE)/(100-Ce)] \times 100$
- 共晶 γ 収縮量 $S\gamma=$
 $-3.5(1-SI/100)[(100-Cx)/(100-Ce)][(100-Ce)/100-C\gamma]$
- 共晶黒鉛膨張量 $Eeg=$
 $3.4(1-SI/100)[(100-Cx)/(100-Ce)][(Ce-C\gamma)/(100-C\gamma)] \times 100$

4. 解析結果

Filled ratio 100% を健全な部位として考え、99% 以下の表示部について検討した。結果は、凸 200 以外で 99% 以下が表示され、その表示位置は、凸部最終凝固位置ではなく、実際の引巣発生位置と近いものとなった。

5. まとめ

引巣予測の検討を行い、以下の結果が得られた。体積収縮率を凝固冷却カーブに準じて調整することで、引巣解析の精度が向上した。

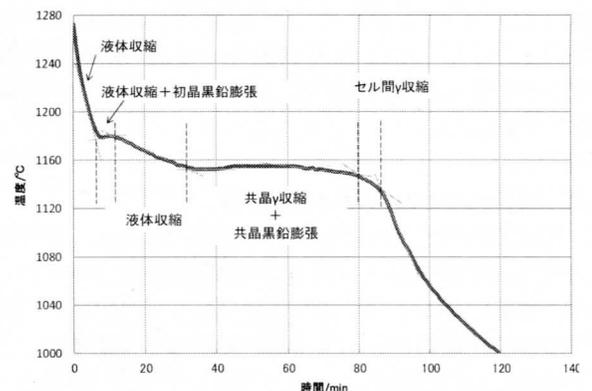


図2 凝固膨張収縮の発生時期

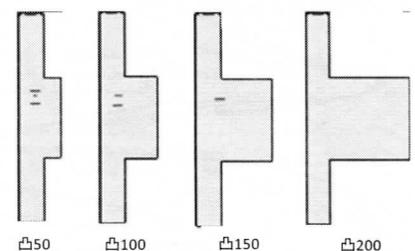


図3 体積収縮量解析結果 (Filled ratio $\leq 99\%$)