

球状黒鉛鋳鉄製フライホイールにおける熱バランス方案の凝固解析

ヤンマーキャステクノ(株) ○石川知哉, 小谷友勝, 萩野知也
東北大学 ACS センター 糸藤春喜

1. 緒言

球状黒鉛鋳鉄製フライホイールに熱バランスを適用し, 引け巣面積率, 静バランス, 製造コストなどが著しく改善することは, 既に報告¹⁾した. この熱バランス方案はモジュラスと形状係数を基に簡易な手計算によって設計しているため, 複雑形状の鋳物には展開できていない. この理論を鋳造解析にて再現できれば, 热バランスの設置位置や, 大きさの最適化が可能となり, 品質向上, 歩留まり改善, 複雑形状品への応用などが期待できる. 本研究では, 実体の鋳込み結果と種々の引け巣解析評価手法を検証し, 解析精度向上を試みた.

2. 热バランス理論

フライホイールに適用した熱バランス方案を図 1 に示す. 本件を例とし, 热バランス理論の概略を説明すると, 热バランスは, 上部に溶湯補給のための湯溜り部, ドーム型(非開放型)の押湯部, 方案除去性も考慮したネック部からなる.

热バランス方案とは共晶凝固域における黒鉛晶出の膨張圧を最大限に利用した方案である. この膨張圧の有効距離も方案設計に於いて重要となる. 更に, この方案が成功した場合, 押湯部自体も引けないのが特徴である.

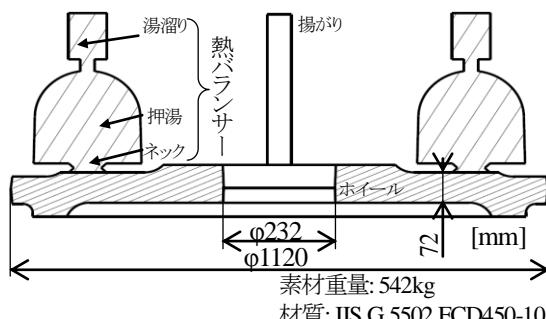


図 1 热バランスとフライホイールの概略

3. 試験方法

造型は自硬性フランプロセスとし, 鋳型強度は5.3MPaとした. 溶湯の炭素当量は, 共晶成分を目標とした. 元湯は, 3t 低周波誘導炉で溶製し, 置き注ぎ法により球状化処理を行い, 空け替え時の接種処理とした. 鋳込み温度は, 1593 ± 20 K の範囲を目標とした. 内部欠陥の検出には, 超音波探傷試験(UT)を実施した. 判定基準は, F エコー(欠陥エコー)が 5% 以上を欠陥とした. 更に, 欠陥検出部を切断し, 浸透探傷試験(PT)を行った. 同品に対し比較のため, 無押湯方案についても同様の調査を実施した.

铸造解析は, ソフト A と B の二種類を用いた. 両ソフト共に, 湯流れ解析を実施した後, 球状黒鉛鋳鉄特有の膨張収縮を考慮した凝固解析を行った.

4. 試験結果

UT と解析の結果を表 1 に示す. 欠陥部は目視検査と PT の結果から引け巣であることが確認された.

ソフト A の解析結果は, 任意の固相率における引張り応力値によって評価したとき, 最も実体と近い結果が得られた. 表 1 内の評価項目; 応力は固相率を 80%とした時, 応力が 70MPa 以上の領域を示している. 一方, ソフト B の結果は健全度で評価した場合に, 好結果が得られた.

表 1 UT と解析の結果

評価項目	方案	
	無押湯	熱バランス
UT		
応力 (ソフト A)		
健全度 ²⁾ (ソフト B)		

5. まとめ

フライホイールの凝固解析は, 固相率と引張り応力値の組み合わせによる評価, 或いは健全度による評価が実体と近い結果となった. 今後, 解析事例を増やして精度の向上を行って行く.

参考文献

- 1) 石川, 小谷, 萩野, 糸藤, 川畑; 日本铸造工学会, 第 164 回全国講演大会概要集 (2014) 50
- 2) 宮本; 第 38 回いいもの研究部会資料, (2015)