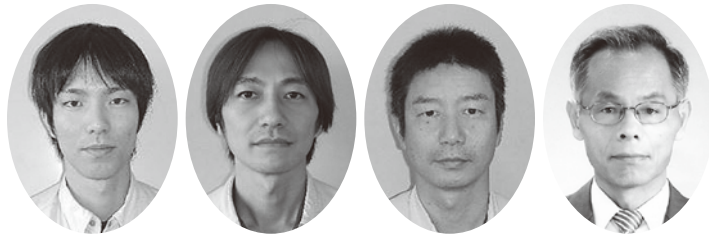


熱ランサー方案適用による球状黒鉛鑄鉄品の品質改善



ヤンマーキャステクノ株式会社
石川知哉・小谷友勝・荻野知也
東北大学ACSセンター
糸藤春喜

1. はじめに

球状黒鉛鑄鉄品の中でも板状鑄物は、引け巣の無い製品を得ることが非常に困難とされている。一般的には、引け巣の対策として、押湯や冷金を用いて指向性凝固をさせることが有効とされている。弊社球状黒鉛鑄鉄製のディーゼルエンジン用フライホイールにおいても、従来から引け巣欠陥が発生し、製品品質に大きく影響を及ぼしていた。

本研究では、糸藤¹⁻³⁾によって提案された「熱ランサー理論」を当該製品に適用する事で品質改善を試みた。

2. 試験方法

フライホイールの概略を図1に示す。造型は自硬性フランプロセスを用い、誘導炉で溶製した溶湯にて鑄込み試験を行った。鑄型強度は4.6~5.7MPa、溶湯の炭素当量は、黒鉛膨張を最大限利用し、且つ浮上黒鉛の晶出を抑えるべく、4.15~4.25を目標とした。なお、鑄込み温度は1320℃±20℃の範囲を目標とした。

対象製品の評価方法は、加工表面に対して目視検査(以下VTと略す)を行い、内部欠陥の検出には、UTを実施した。検出されたFエコーは、5%以上を欠陥と判定した。欠陥発生状況を詳細に把握するた

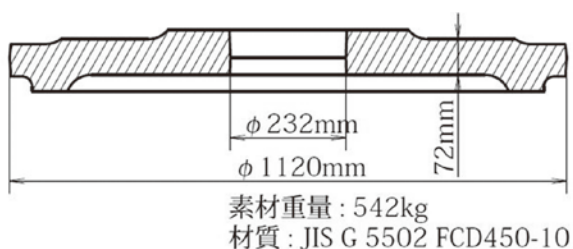


図1 フライホイール概略

め、その部位の切断及びPTを同時に行った。

更に、エンジン性能に影響を及ぼす静バランスの計測も実施した。

熱ランサーを適用したフライホイールの鑄造方案を図2に示す。凝固膨張圧力を制御するために、非解放型の押湯を使用した。その上部には、熱ランサーの液体収縮を補うための湯だまりを設けている。この熱ランサーには、断熱スリーブを使用した。これは、造型時の作業性、方案歩留りを改善すること¹⁻³⁾、設置表面積を小さくすることで、引け性を助長する元素の偏析及び異常組織発生リスクを最小限に抑えるためである。

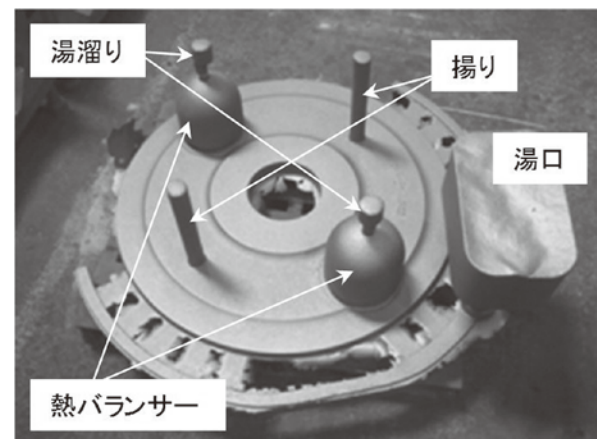


図2 フライホイールの鑄造方案

3. 試験結果

表1に化学成分を、表2に別鑄込み供試材の機械的性質を示す。材質はJIS G 5502 FCD450-10で、規格を満足していることを確認した。

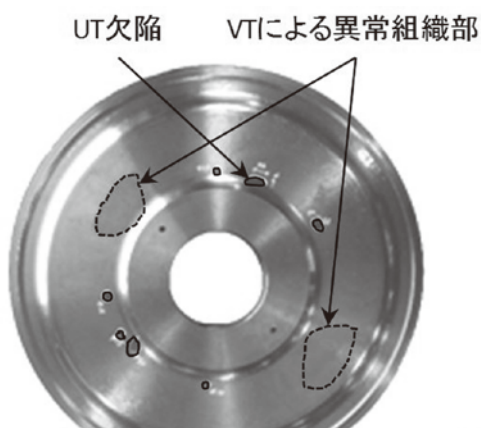
まず、VTを行ったが、加工表面に引け巣欠陥等は見られなかった。しかし、図3に示すように、押湯設置部に他の部分とは明らかに異なる模様が確認さ

表1 化学成分 [mass%]

C	Si	Mn	P	S	Mg	Ce
3.57	2.39	0.20	0.015	0.010	0.042	0.012

表2 別鑄込みノックオフ型(Kb型)供試材における機械的性質

	引張強さ [MPa]	0.2%耐力 [MPa]	伸び [%]	絞り [%]	HB [10/3000]
JIS G 5502	≥450	≥280	≥10	-	140~210
試験片 (JIS 4号)	479	298	20	19	170



ゲイン	45.0dB	周波数	2MHz狭帯域
測定範囲	100mm	端子φ	φ 15mm
音速	5.58km/s	欠陥判定	F波 >5%

図3 加工品に対するVT及びUT結果

れた。そこで、該当部位の黒鉛形状並びに基地組織観察を行った。その結果を図4に示す。図からも明らかのように、チャンキー黒鉛が確認された。この発生要因は、製品肉厚に対してSi量、球状化剤に含まれるCe量が過剰に添加されたものと考えられる⁴⁾。また、塗型時におけるネック材への吸湿も懸念事項の一つである。

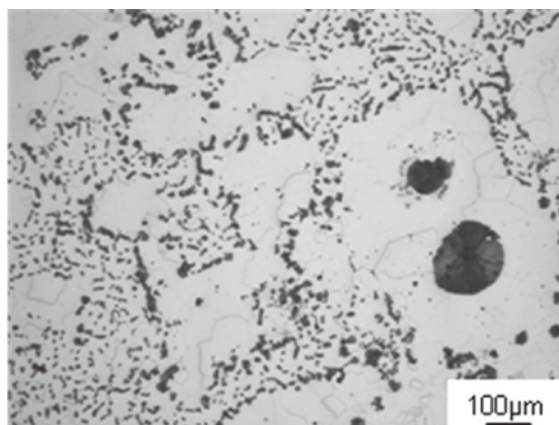


図4 異常部基地組織

次に、UT結果について、押湯周辺には欠陥エコーが検出されなかったが、揚がり周辺には検出された。図3の中の小さな○印内が欠陥エコーの検出部である。そこで、欠陥部を詳細に確認するために、エコーが最も高い部位を切断し、PTを実施した。その結果を図5に示す。微小指示模様が確認できた。

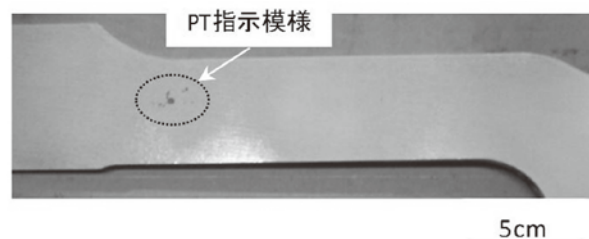


図5 PT結果

熱バランサー方案による品質を従来方案と対比した結果を図6に示す。静バランスは、バラツキも小さく、製品性能へ与える影響は従来品と比べ非常に小さいものであった。本方案適用によって引け巢の低減が、品質を大きく改善させたことがわかる。

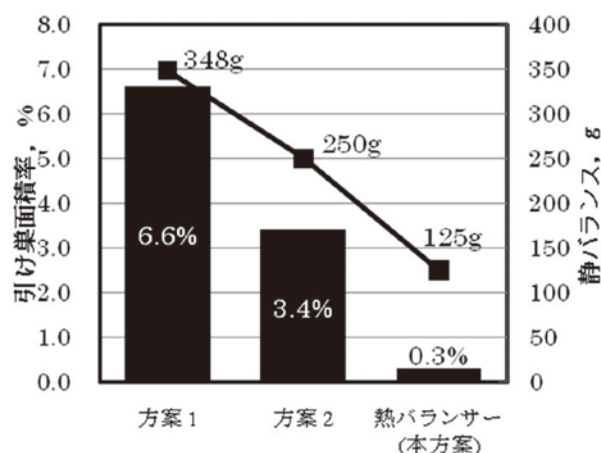


図6 引け巣面積率と静バランスの方案別比較

更に、溶湯費、廃却数、廃却数も含めたトータルの製造コストを従来方案と比較した。その結果を表3に示す。数値は、従来方案1を100としたときの比率である。溶湯費は高くなったものの、引け巣面積

表3 製造コストの方案別比較

	方案1	方案2	熱バランサー
溶湯費	100	99	113
廃却数	100	83	0
製造コスト	100	80	40

率及び静バランスが改善し、廃却数が0となり、製造コストが大きく低減できた。

5. まとめ

ディーゼルエンジン用のフライホイールに熱バランス方案を適用した結果、

- (1) 引け巣面積率が従来方案と比べ、皆無となるまでに、劇的に減少した。
- (2) 引け巣面積率が減少する事により、静バランスが大きく低減できた。
- (3) 廃却数の減少により、製造コストを大きく低減できた。

参考文献

- 1) H. Itofuji: K. D. Millis World Symposium on Ductile Iron, SC, Oct. 20(1993).
- 2) H. Itofuji: Thesis of Doctor Degree, Kyoto University, (1993).
- 3) 糸藤春喜：平成9年度 技術講習会資料、日本強靱鋳鉄協会、2月14日 (1997).
- 4) 糸藤春喜：鋳造工学、84.3 (2012) 152