

鋳型内冷却技術による大型シリンダーブロックの焼鈍レス化

ヤンマーキャステクノ(株) ○荻野 知也 三村 保行, 石川知哉, 松本 拓也
ヤンマー(株)上田 英明

1. はじめに

弊社松江事業部で鋳造しているシリンダーブロック(鋳込み重量:約 1t~10t)は全機種において、鋳造時の残留応力を除去するために焼鈍を実施している。そのために生産リードタイムが1日長くなり、設置工数、仕掛かり在庫および製造コストも増加してしまう。そこで、残留応力を低減できる鋳型内冷却技術を開発し、焼鈍レス化を図ったので、その事例について報告する。

2. 鋳物の冷却方法

従来と同じ解枠時間で残留応力を低減するには、解枠時の鋳物温度を低くし、かつ鋳物の温度分布を小さくできる冷却技術が必要となる。通常は鋳型の外周部から冷却されるため、時間が経過するにつれ、鋳物温度は外周部が低く、中央部が高くなる。従って、鋳物を効率良く冷却し、かつ温度分布を小さくするためには、最も冷却速度が小さい鋳物中央部を直接冷却することが重要である。弊社シリンダーブロックにおいて、注湯後最も冷却速度が小さくなるのは、温度計測や鋳造解析結果からカム室下部のクランク中子内部であることが判明している。そこで、注湯後クランク中子内部に設置したパイプに水を注入し、水の蒸発潜熱により鋳物中央部を直接冷却する方法を開発した。その概略図を図1に示す。注水量は冷却効果が最大となるよう鋳物温度とともに変化させた。

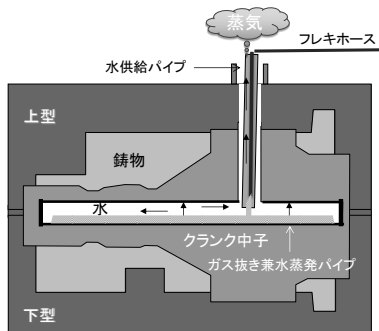


図1 鋳型内冷却方法の概略図

3. 鋳型内冷却技術の効果

3tシリンダーブロックにおいて注湯から解枠までの鋳物温度を計測した。その結果、700℃から450℃における冷却速度は従来の5.7℃/hrから16.0℃/hrに向上し、鋳物外周部と内周部の温度差も、70℃から7℃と改善された。また、解枠時(36hr後)における鋳物中央部の温度も545℃から350℃と約200℃低減させることができた。

4. 残留応力および実体強度測定結果

鋳型内冷却したシリンダーブロックにて焼鈍を廃止できるか検証するために、残留応力を計測した。試験は素材重量 3.2tのシリンダーブロックを用いた。解枠時(40hr後)の鋳物温度は従来品が535℃に対し、鋳型内冷却品は305℃であった。従来品は焼鈍を実施し、鋳型内冷却品は焼鈍をしないで残留応力および実体強度を計測した。その結果を図3に示す。試験の結果、残留応力は焼鈍品と焼鈍レス品でほとんど差がないことが判明した。一方、実体強度は平均で6.2%向上した。これは共析変態点付近の冷却速度が大きくなったためであると考えられる。図4にシリンダーブロック厚肉部における組織写真を示す。鋳型内冷却品は従来品に比べてフェライトの析出が低減していることが確認された(図4)。

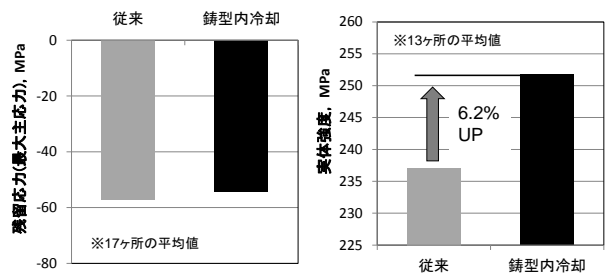


図3 残留応力および実体強度測定結果

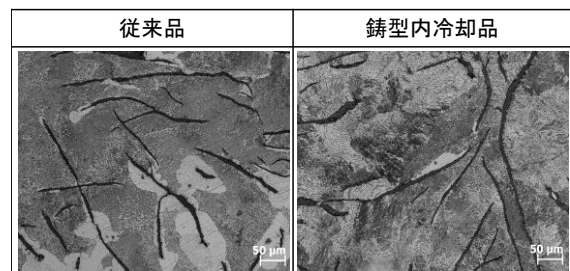


図4 シリンダーブロック(ボルトボス部)の組織

試験の結果、3tクラスのシリンダーブロック2機種において、焼鈍廃止を決定し、現在量産展開中である。

5. まとめ

鋳型内冷却技術により従来と同じ解枠時間で焼鈍レス化が可能となった。その結果、生産リードタイムを13%短縮し、焼鈍費や設置工数を削減することができた。今後は8tクラスのシリンダーブロックにおいても焼鈍レス化を展開する予定である。