

ダイカスト鑄造用金型の長寿命化に関する研究

著者	長船 康裕, 北原 総一郎
雑誌名	室蘭工業大学地域共同研究開発センター研究報告
巻	27
ページ	45-47
発行年	2017-02
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009760

ダイカスト鑄造用金型の長寿命化に関する研究

長船 康裕*1, 北原 総一郎*2

1 はじめに

ダイカスト鑄造用の金型はアルミ溶湯射出と抜型後の離型剤噴霧によって150~650℃の範囲で加熱と冷却が繰り返される。その時の熱応力によって金型表面に熱疲労き裂が発生し問題となっている。本研究では実操業で使用されている金型鋼 SKD61 と高靱性金型鋼 DH31 の熱疲労寿命を比較する。また、表面のき裂発生防止に対するショットピーニングの効果を確認する。

2 実験方法

2.1 供試材

供試材は、熱間用金型鋼 SKD61 と DH31 である。各試験片には熱処理と気相窒化処理を施した。窒化処理後の表面硬さを 60HS, 45HRC とした。窒化処理後の SKD61 の表面にショットピーニング処理を施した。試験片の種類は全 3 種類で、ショットピーニングなしの SKD61, ショットピーニングありの SKD61, ショットピーニングなしの DH31 である。

2.2 試験片形状

試験片は、図 1 に示すような曲率半径が R1.0 のノッチを有する棒状試験片である。

2.3 熱サイクル試験

熱サイクル試験は、650℃のアルミニウム合金 (ADC12) 中で試験片の先端部を加熱し、その後、20℃の水中へ急冷する熱サイクルである。熱サイクルパターンを図 3 に示す。熱サイクル試験後の表面を電解研磨し、試験片のノッチ底周辺に生じるき裂を光学顕微鏡で観察した。電解研磨はカソード電極を鉛板、アノ

ード電極を試験片とし、40℃の 30%硫酸と 70%リン酸の混合溶液中で、5V-1.38A の条件で電解した。試験片表面にき裂が発生するまでの熱サイクル数を調査した。

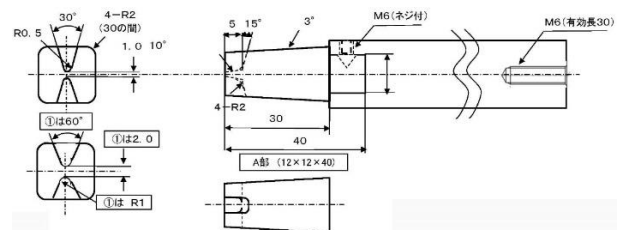


図 1 試験片形状

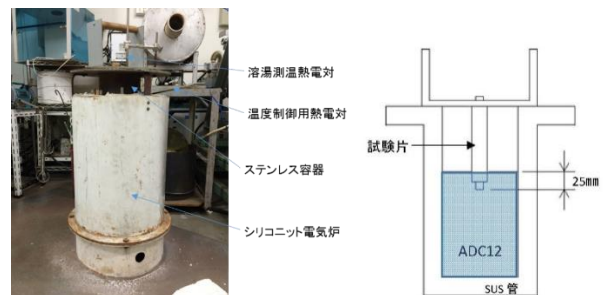


図 2 加熱装置

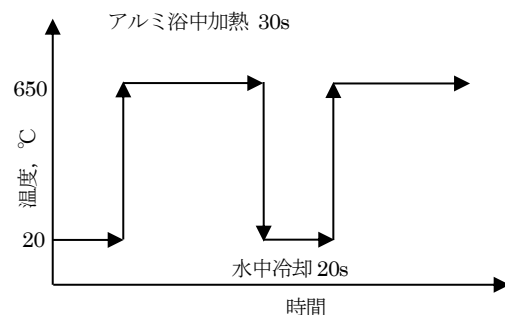


図 3 熱サイクルパターン

*1: もの創造系機械科学ユニット

*2: 株式会社 ホクダイ

2.4 残留圧縮応力の測定

ポータブル X 線残留応力測定措置 (μ -X360 パルス
ステック社製) を用いて、 $\cos \alpha$ 線図からき裂観察面
の残留圧縮応力を測定した。

3 実験結果

試験片のき裂の発生状態を表 1 に示す。顕微鏡で表面を
観察した時にき裂が観察された場合を「●」、き裂
が観察されなかったときは「○」とした。表中の SP は
ショットピーニング処理を施したものである。DH31
が最も少ない熱サイクル数でき裂が発生した。その時
のサイクル数は 300 サイクルであった。その他の試料

においても 350 サイクルでき裂が発生した。400 サイ
クル終了時の表面状態を図 4 に示す。DH31 の切欠き
底表面付近では細かなき裂が多数発生していた。また、
350 サイクルから 400 サイクルへ熱サイクル数の増加
に伴うき裂長さ増大はほとんどなかった。SKD61 のき
裂の数は、DH31 に比較して少なかった。SKD61 にシ
ョットピーニングを施した SKD61+SP では、ノッチ
底に形成されたピーニングによる凹凸底からき裂が発
生し伝播していた。

本実験に供した試験片における耐ヒートチェック特
性は、SKD61 > SKD61+SP > DH31 の順番となった。
ただし、DH31 のき裂の成長速度は、SKD61+SP に比
較して遅かった。

表 1 熱サイクル数とき裂発生の関係

	観察したサイクル数										
	0	25	50	100	150	200	250	300	350	400	600
SKD61 R=1.0(1)	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—	—
SKD61 R=1.0(2)	○	—	—	—	—	—	—	○	○	●	—
SKD61 R=1.0(3)	○	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—
SKD61 R=1.0(4)	○	—	—	—	—	—	—	—	○	●	—
SKD61 R=1.0(5)	○	—	—	—	—	—	—	—	○	○	—
SKD61+SP R=1.0(1)	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—	—
SKD61+SP R=1.0(2)	○	—	—	—	—	—	—	○	○	●	—
SKD61+SP R=1.0(3)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—
SKD61+SP R=1.0(4)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—
SKD61+SP R=1.0(5)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—
DH31 R=1.0(1)	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—	—
DH31 R=1.0(2)	○	—	—	—	—	—	—	●	●	●	—
DH31 R=1.0(3)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—
DH31 R=1.0(4)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—
DH31 R=1.0(5)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—

○き裂なし ●き裂あり

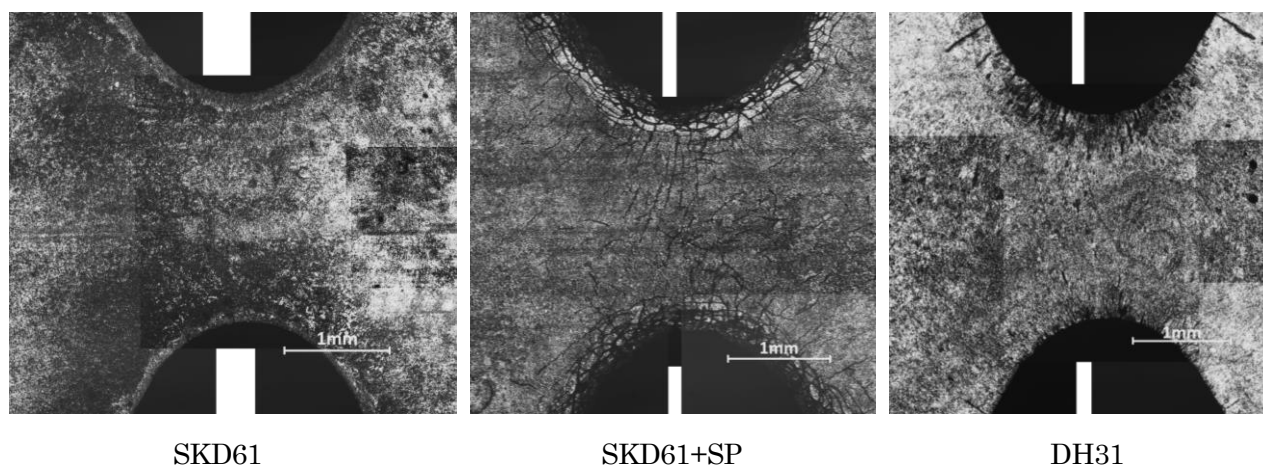


図 4 表面のき裂の状態 (400 サイクル)

図 5 に試験前及びき裂が発生した試験片の残留圧縮
応力を示す。上字 (切欠き底の接線方向) と下字 (切
欠き底の接線に対して垂直方向) は X 線の照射方向の
違いを示している。ショットピーニングにより得られ

る残留圧縮応力は、ヒートチェックの発生を抑制に効
果がある下限値の 500MPa を超えていた。一方、熱
サイクル試験によりき裂が発生した試料では、応力が
解放されて残留圧縮応力の低下が確認された。このこ

とから、今回用いたポータブル X 線残留応力測定装置で圧縮残留応力を計測することにより、熱疲労による微細き裂の発生を検知できると考えられる。

4. 熱疲労による微細き裂は、残留圧縮応力を計測することで検出できる。

謝 辞

本研究で残留応力測定を行うにあたり、パルステック工業株式会社の協力を得た。

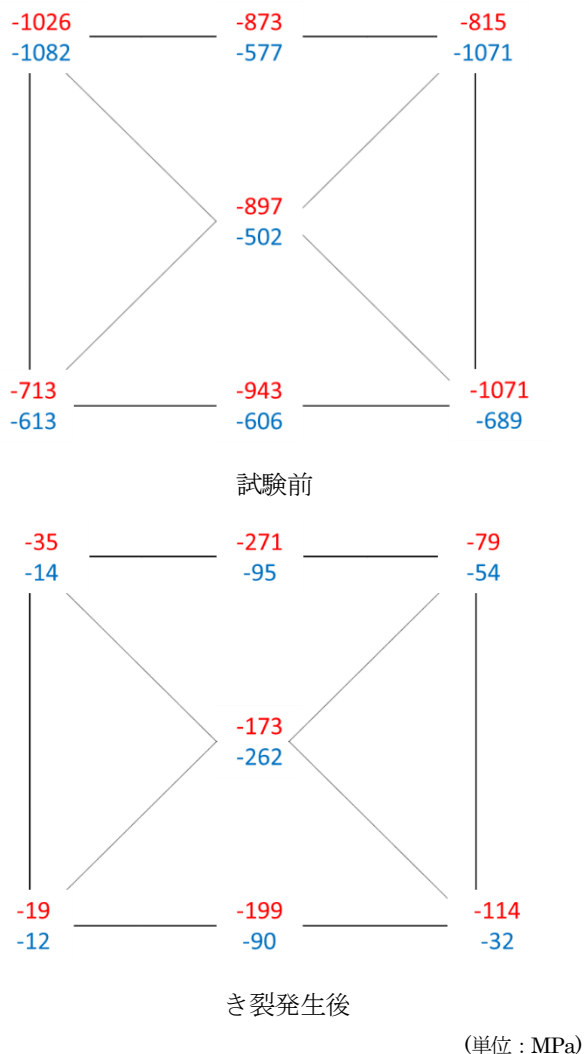


図 5 残留圧縮応力に及ぼすき裂発生の影響

4 結 論

SKD61, ショットピーニングした SKD61, DH31 の熱サイクル試験を行った結果、以下の結論が得られた。

1. 本実験における耐ヒートチェック性は、SKD61>SKD61+SP>DH31 となった。
2. ショットピーニング処理による残留圧縮応力の導入には有用であるが、ショットピーニングに伴う表面粗さの増大は、き裂発生の起点になる。
3. DH31 は他の試験片に比較して早期に微細き裂が発生するが、成長は遅い。