PRPC 法によるアルミニウム合金ダイカストの
シャルピー衝撃強さ向上*半谷 禎彦^{*1}, 北原 総一郎^{*2}, 佐藤 健二^{*3}
桑水流 理^{*4}, 宇都宮 登雄^{*5}, 吉川 暢 宏^{*4}Improvement of Charpy Impact Strength of
Aluminum Alloy Die Castings by PRPC ProcessYoshihiko HANGAI^{*6}, Soichiro KITAHARA, Kenji SATO,
Osamu KUWAZURU, Takao UTSUNOMIYA and Nobuhiro YOSHIKAWA^{*6} Graduate School of Engineering, Gunma University,
1-5-1 Tenjin-cho, Kiryu-shi, Gunma, 376-8515 Japan

An eruption of porosities which degrade strength reliability of products, is inevitable in the die casting process. We have investigated PRPC (Porosity Reducing Post Compression) process of ADC12 aluminum alloy die castings to reduce inside porosity. In this study, a validity of PRPC process is demonstrated in terms of the Charpy impact strength. We ensure that the porosity ratio was considerably reduced by the PRPC process by means of X-ray CT observation. We conclude that the Charpy impact strength improves since the effective cross-sectional area of the specimen concerning fracture increases after PRPC process without any harmful influence. This conclusion is exemplified by the flat fracture surface of the specimen after PRPC process.

Key Words: Die Casting, Porosity, Charpy Impact Strength, X-ray Computed Tomography, Plastic Working, Fracture Surface, Aluminum Alloy

1. 緒 言

アルミニウム合金ダイカストは自動車部品などに広く用いられているが、成型プロセスでの空洞欠陥(鑄巣)発生が問題となっている^①。製品内部に発生した鑄巣は、外荷重に対する有効断面積を減少させ、製品の機械的性質低下の原因となる。

著者らはダイカスト後の製品に対する後処理方法として、PRPC (Porosity Reducing Post Compression) 法を提案している^②。これは、ダイカストの余熱を利用して鑄巣の発生が多発する部分を機械的に圧縮し、鑄巣体積の縮小や消滅による鑄巣の低減を目的とするものである。アルミニウム合金鑄物内に含まれる鑄巣

の量と破壊靱性値とは相関があることが知られており^③、PRPC法により破壊靱性値向上が期待できる。一方で、機械的な圧縮を製品に付与することにより、鑄巣からき裂が発生し破壊靱性値を低下させてしまうことが懸念される。そこで本研究では、破壊靱性を簡便に測定できるシャルピー衝撃試験を行い、PRPC法によるシャルピー衝撃強さ向上の可能性について検討を行った。

2. 実験方法

PRPC法を適用した後処理試験片と、適用しない鑄放し試験片、それぞれ5本ずつシャルピー試験を行った。試験片形状は幅5mm×高さ5mm×長さ55mmであり、アルミニウム合金ダイカスト製エンジン部品より採取した。PRPC法を適用する場合には、まず、幅8mm×高さ12mm×長さ58mmの形状の直方体を製品から切り出し、高さ方向に圧縮した上でシャルピー試験片を切り出した。PRPC法適用条件は、雰囲気温度300℃、負荷速度1mm/min、圧縮ひずみ30%とした。永久ひずみは約20%であった。また、シャルピー試験を行う前にX線CT撮像を行い、内部の鑄巣の状態を三次元的に観察した。

* 原稿受付 2008年2月14日。

^{*1} 正員, 群馬大学大学院工学研究科(☎376-8515 桐生市天神町1-5-1)。^{*2} グンダイ(株)(☎372-0854 伊勢崎市飯島町540-2)。^{*3} 東京都立産業技術研究センター(☎115-8586 東京都北区西が丘3-13-10)。^{*4} 正員, 東京大学生産技術研究所(☎153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)。^{*5} 正員, 芝浦工業大学先端工学研究機構(☎330-8570 さいたま市見沼区深作307)。

E-mail: hanhan@me.gunma-u.ac.jp

Fig. 1 Relationship between porosity and Charpy impact strength of as cast and PRPC specimen.

3. 実験結果

図1に鋳巣率とシャルピー衝撃強さの関係を示す。鋳巣率はX線CT撮像結果から全撮像領域の体積に対する全鋳巣の体積和の割合から求めた。●が後処理試験片、○が鋳放し試験片である。後処理試験片では、鋳巣率が大きく低減していることが分かる。それにもない、最小の衝撃強さが向上し、衝撃強さのばらつきが少なくなっている。

図2、3は鋳放し試験片、後処理試験片それぞれで最低の衝撃強さを示した試験片における、試験前の鋳巣のX線CT撮像結果、および破面写真である。ともにき裂は左から右へ進展した。X線CT画像は試験片中央部を幅方向から見た図で、白線が外形線である。図2(a)に示すように鋳放し試験片の場合、鋳巣が多く存在し全領域に分布している。図3(a)に示す破面も平滑ではなく、鋳巣間を破断しながら破壊が進行したことが分かる。一方、図2(b)に示すように、PRPC法により鋳巣を大幅に低減することが可能である。そのため、主き裂が材料中を進展する破壊様式をとり、図3(b)に示す破面も平滑となる。図1の結果と合わせると、PRPC法により鋳巣が低減することで、破壊進行に関わる有効断面積が増加し、衝撃強さを向上させたものと思われる。なお、図1に示すように鋳放し試験片で非常に衝撃強さの高いものがあるが、これは破面観察より2ヶ所からき裂が発生・進展しており、破断面積増大のために吸収エネルギーが増大したためと思われる。この破壊様式の異なる最高値を示した試験結果を除き、鋳放し試験片では鋳巣率と衝撃強さは、ほぼ線形関係にある。後処理試験片は、ほぼその直線上に分布している。すなわち、本研究のようにシャルピー試験における引張荷重方向とPRPC法の圧縮方

Fig. 2 Porosity distribution in the specimen.

Fig. 3 Fracture surface after Charpy tests.

向が垂直の場合、PRPC法により鋳巣からき裂が発生し破壊靱性値を低下させるようなことはないものと考えられる。

4. 結 言

PRPC法により、ダイカスト製品へのダメージを与えることなく、ダイカストに発生した鋳巣を低減させることが可能であり、衝撃強さを向上させられることがわかった。

謝 辞

本研究の一部は、特定非営利活動法人北関東産官学研究会および財団法人群馬大学科学技術振興会の研究助成により行われた。

文 献

- (1) Japan Foundry Engineering Society, *Cast Defect of Die Casting and Case Examples of Measures*, (2000), Japan Foundry Engineering Society.
- (2) Hangai, Y., Kitahara, S. and Amada, S., Pore Defect Control in Die Casting by Compression Loading, *Journal of the Japan Institute of Metals*, Vol. 69, No. 8 (2005), pp. 723-726.
- (3) Kobayashi, T., *Strength and Toughness of Materials*, (2000), p178, AGNE Gijutsu Center.