

水栓製品の品質向上に関する研究(第3報)

細野幸太*、三原利之**、水谷予志生*

Study on faucet parts for quality improvement (III)

HOSONO Kota*, MIHARA Toshiyuki** and MIZUTANI Yoshiki*

砂型 casting で作製する銅合金製水栓部品においては、 casting ・機械加工後の小さな欠陥（引け巣等）発生が問題となる。これを抑制できる casting 方案の作成を目指し、 casting シミュレーションによる湯流れ性及び引け巣の発生状況の解析を行った。シミュレーションにおいて欠陥発生の抑制が認められた新規 casting 方案では、実製品の平均不良率が 4.7% となり、変更前の方案で casting した製品の平均不良率である 19% から大幅に低減できた。

1. はじめに

銅合金製水栓部品を砂型 casting で製造する場合に大きな問題となるのが casting 欠陥である。 casting 欠陥には、金属の凝固収縮によって生じる引け巣や、ガスや酸化物などを巻き込んだ巻き込み巣等があり、これらの casting 欠陥の推測に casting シミュレーション技術が活用されている¹⁾。前報²⁾では、 casting シミュレーションによる引け巣発生位置の予測と方案の改良に取り組み、実製品の平均不良率を改良前の 39% から 17% まで低減させることに成功した。本研究では、引け巣の解析に加えて湯流れ性を評価対象とした casting シミュレーションに取り組み、さらなる不良率低減を目指した。また、シミュレーションを行った複数の方案のうち、最も casting 欠陥が少ない結果を得た方案を用いて実際に casting を行い、不良率の低減効果を把握した。

2. 実験

2.1 casting シミュレーション及び casting

湯流れ性及び引け巣発生位置の解析には、 casting シミュレーションソフト（クオリカ（株）製 JSCAST）を使用した。全部で 8 個の製品が casting できる方案について casting シミュレーションを行い、注湯 0.48 秒後の湯流れ状況と casting 完了後の引け巣発生位置を評価した。シミュレーションの casting 条件には、前報と同様に共同研究企業における実製品の製造に近い条件を設定した。また、シミュレーションの効果を評価するため、共同研究企業において砂型 casting を行った。

2.2 実製品欠陥観察

実際の casting で発生した casting 欠陥について、走査電子顕微鏡（日本電子（株）製 JIB4600F）による観察と同装置内蔵のエネルギー分散 X 線分光測定による元素分析を行った。

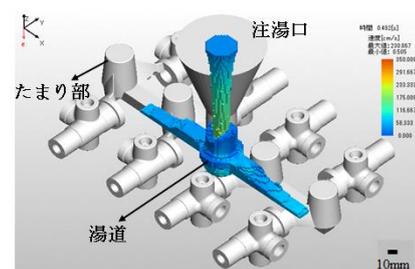
3. 結果及び考察

3.1 casting シミュレーション結果

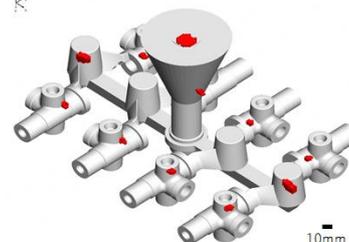
前報の方案から製品形状及び向きを改良し、湯道面積を小さくした方案（方案 1）による結果を図 1 に示す。図 1 (b) より、たまり部及び製品の一部に引け巣が発生するものの、前報の方案よりも引け巣の発生箇所が減少することが分かった。

次に湯流れ性を向上させるために湯道面積をさらに小さくした方案（方案 2）による結果を図 2 に示す。図 2 (a) から湯流れ状況は、方案 1 よりもわずかに進行することが分かった。また、図 2 (b) から製品部の引け巣発生状況は、方案 1 と変わらないことが分かった。

さらなる湯流れ性の向上を目指して、注湯口形状を改良した方案（方案 3）による結果を図 3 に示す。図 3 (a) から湯流れ状況は、方案 2 より更に進行することが確認でき、湯口から鉛直方向の流動性が良好となることが分かった。また、図 3 (b) より、引け巣はたまり



方案 1 (a) 湯流れ状況

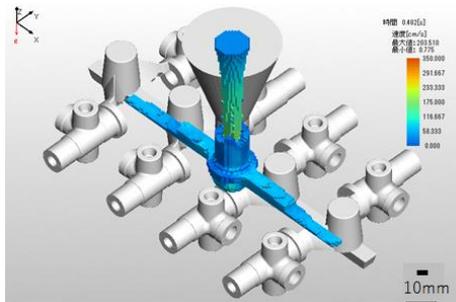


方案 1 (b) 引け巣発生位置

図 1 方案 1 の casting シミュレーションによる (a) 湯流れ状況及び (b) 引け巣発生位置

* 金属部

** 技術支援部

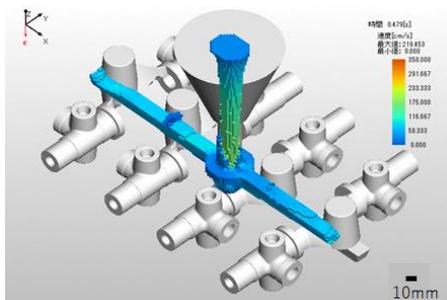


方案 2 (a) 湯流れ状況

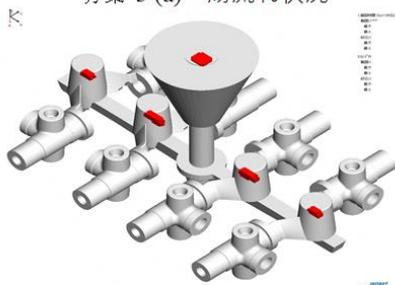


方案 2 (b) 引け巣発生位置

図2 方案2の鋳造シミュレーションによる (a) 湯流れ状況及び (b) 引け巣発生位置



方案 3 (a) 湯流れ状況



方案 3 (b) 引け巣発生位置

図3 方案3の鋳造シミュレーションによる (a) 湯流れ状況及び (b) 引け巣発生位置

部のみに発生し製品部には発生しないことが分かった。

鋳造シミュレーションが最も良好であった方案3を用いて砂型鋳造を行った結果、製品部分に顕著な引け巣は認められなかった。また、平均不良率は4.7%となり、改良前の平均不良率19%から大幅に低減できた。このことから、概ね正しい鋳造シミュレーション解析が行えて

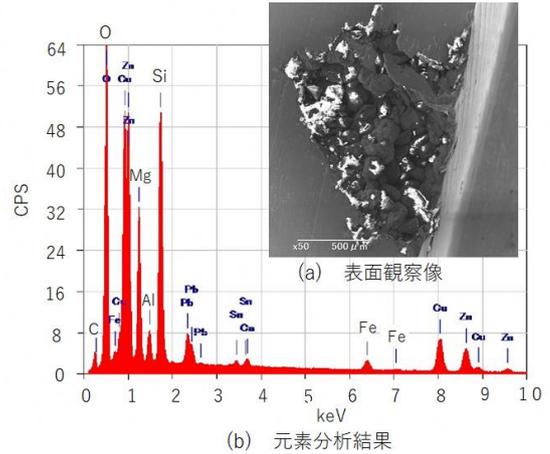


図4 (a) 走査電子顕微鏡による表面観察像及び (b) エネルギー分散 X 線分光測定による元素分析結果

いるものと考えられる。

3. 2 実製品欠陥観察結果

方案3において発生した鋳造欠陥部分に認められた異物の走査電子顕微鏡観察及びエネルギー分散 X 線分光測定による元素分析結果をそれぞれ図4(a)及び(b)に示す。図4(a)より異物は100 μ m程度の粒子であることが分かる。また、図4(b)の元素分析からは、シリコン (Si)、マグネシウム (Mg)、アルミニウム (Al)、酸素 (O)、鉄 (Fe) 及び炭素 (C) など、鋳砂成分と考えられる成分が検出されており、砂かみの影響で鋳造欠陥が発生した可能性が考えられる。シミュレーションの範囲を砂かみ解析にまで広げることで、さらなる不良率の低減が期待でき、今後の検討課題としたい。

4. まとめ

鋳造欠陥の低減を目的として、条件の異なる複数の鋳造方案を作製し鋳造シミュレーションを行った。湯流れ性及び引け巣状況を解析した結果、湯流れ性が良好な鋳造方案において製品部の引け巣を大幅に抑制できることが分かった。この方案を用いた鋳造製品の平均不良率は従来の方案から大幅に低減し4.7%となっており、鋳造前に活用できる鋳造シミュレーション技術は、砂型鋳造の品質向上に非常に有効であることが示唆された。

【謝 辞】

本研究の遂行にあたり、ご協力いただいた株式会社水生活製作所の神山政幸氏及び美山鋳造株式会社の辻佳宏氏に深く感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 前田,精密工学会誌 Vol.76, No.4,pp395-398,2010
- 2) 細野ら,岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.3, pp9-10,2022