

ダイカスト金型専用溶接補修材 DHW

清水崇行¹⁾ 梅森直樹²⁾ 増田哲也^{**} 堀尾浩次¹⁾

1. はじめに

自動車のエンジンケースやミッションケースなどのアルミ鋳造品の大量生産には、ダイカスト法が用いられる。この方法は、溶解したアルミ合金を金型の隙間に流し込み凝固させて製造する。製品の計画生産数があらかじめ決められているため、これに使われるダイカスト金型は、この計画数まで継続して使用されることが多い。しかし、この計画数に至るまでに、割れ(ヒートチェック)や折損が発生するため、定期的、あるいは、突発的に生産を中止して、金型を何度も繰り返しメンテナンス=補修しながら使用しているのが現状である。

ダイカスト金型の補修は、18%Ni マルエージング鋼(主成分18.5%Ni-4.8%Mo-9%Co)を肉盛溶接棒に用いてティグ(Tungsten inert gas)溶接され、生産停止時間を短縮するため溶接まま(後熱なし)で使用しているのが一般的である。18%Ni マルエージング鋼は溶接ままでは30~40 HRCと硬さが低く、数少ないティグ溶接棒の中では溶接割れしにくいと考えられる。しかし、ダイカスト金型の一般的な硬さ43~48 HRCと比較すると低いため、熱応力疲労であるヒートチェックが溶接部に早期に発生し、すぐに補修を繰り返さなければならないという問題がある。また、2012年10月に改正された特定化学物質障害予防規則など⁽¹⁾⁽²⁾で、コバルト1%以上を含有する鋼材(18%Ni マルエージング鋼も含まれる)を切削や溶接に用いる場合は、粉じん対策などが必要となり、取扱い上制約をうける。そこで、ダイカスト金型用の肉盛溶接棒として、既存鋼よりもヒートチェックの発生が抑制され、コバルトを含まない溶接材料の開発が望まれていた。

2. ヒートチェックに影響する硬さと熱伝導率

大同特殊鋼では、ダイカスト金型に発生するヒートチェックに影響する材料特性について、実際のダイカスト金型で調

査を行ってきた。図1にJIS SKD61で作製し、焼入れ焼戻しにより室温硬さを38, 43, 48 HRCに調整したダイカスト金型と、室温から774 Kまでの平均熱伝導率がSKD61よりも高い、29, 31 W/(m·K)の鋼種で作製したダイカスト金型を用いて、10000ショット鋳造を行った後の金型外観写真⁽³⁾を示す。硬さと熱伝導率の向上に伴い、図中矢印部などのヒートチェックが顕著に抑制されていることがわかる。ヒートチェック発生ショット数は、 $(\sigma_B / (E \times \alpha \times \Delta T))^8$ で整理できると報告⁽⁴⁾されており、同様の考え方で $\Delta P_s / \sigma_y$ によって整理した結果⁽³⁾を図2に示す。アルミ流速の影響も受けているが、材料強度 σ_y (鋳造中の最高温度での0.2%耐力)に対して、発生する応力 ΔP_s (金型表面で高温時の圧縮応力と低温時の引張応力の差)が高いほどヒートチェックは早期に発生

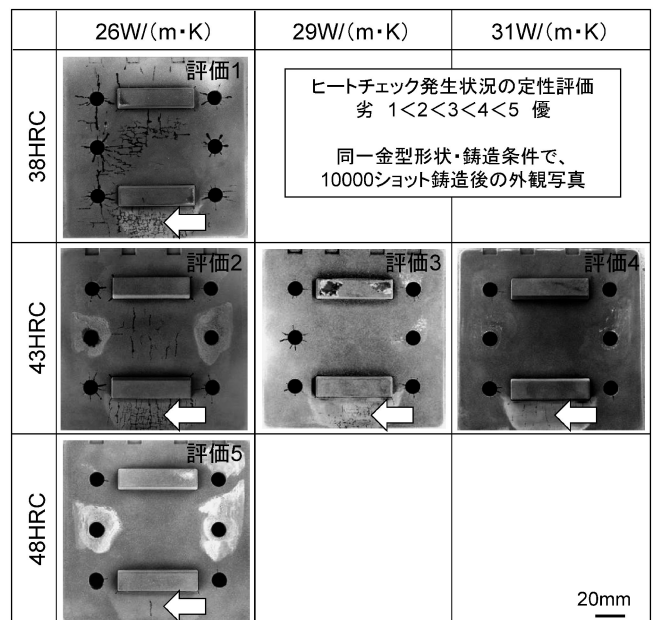


図1 ダイカスト金型のヒートチェック発生に及ぼす硬さと熱伝導率の影響。

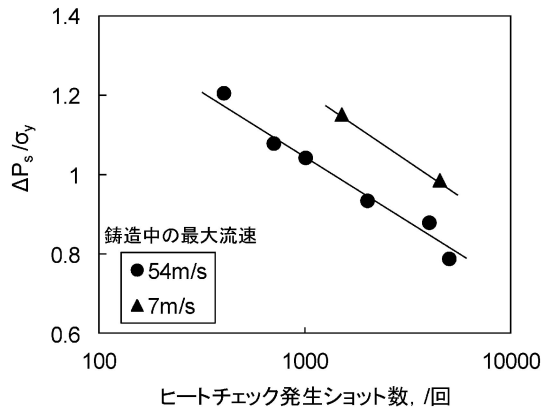
* 大同特殊鋼株式会社研究開発本部；1)主任研究員 2)係員(〒457-8545 名古屋市南区大同町2-30)

** 大同特殊鋼株式会社特殊鋼製品本部；係員

“DHW” Welding Rod for Rebuilding of Die Casting Mold; Takayuki Shimizu*, Naoki Umemori*, Tetsuya Masuda** and Hirotsugu Horio*(*Daido Corporate Research & Development Center, Daido Steel Co., Ltd., Nagoya. **Speciality Steel Business Center, Daido Steel Co., Ltd., Tokyo)

Keywords: welding rod, rebuilding, die casting, mold, 18%Ni maraging steel, heat check resistance

2014年9月18日受理[doi:10.2320/materia.53.625]



最大流速: 铸造シミュレーションによる計算値

図2 ヒートチェックに及ぼす強度と応力の影響.

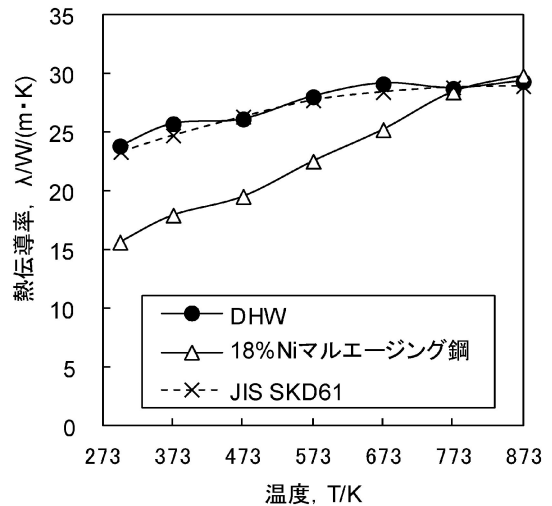


図4 熱伝導率の比較.

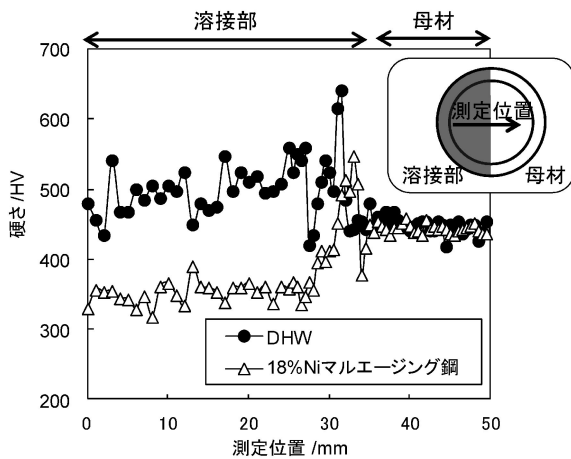


図3 溶接まま状態での硬さ比較.

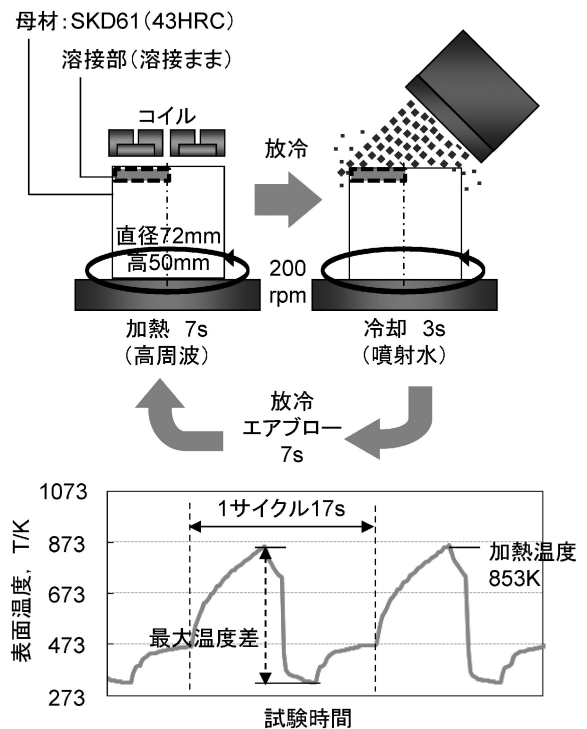


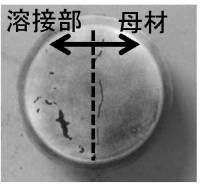
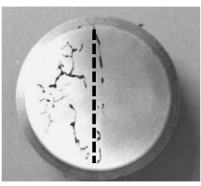
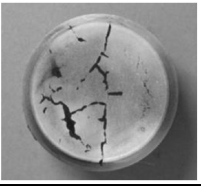

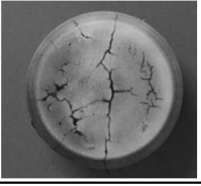
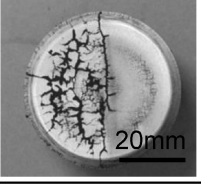
図5 耐ヒートチェック性評価の試験概要.

することを示している. よって, ヒートチェック発生ショット数を向上させるためには, 高強度と高熱伝導率により, σ_y を向上, ΔP_s を減少させることが重要と考えられる.

3. ダイカスト金型用専用肉盛溶接材

開発された肉盛溶接材 DHW は, 溶接ままの18%Ni マルエージング鋼よりも高強度と高熱伝導率を狙って, ダイカスト金型に多く用いられる SKD61 (主成分0.4% C-1% Si-5% Cr-1.2% Mo) をベースに, コバルトを含まず (0.1% 未満), 炭素量 (0.15~0.30%) とシリコン量 (0.2~1.0%) の最適化を行った. 図3 にティグ溶接ままの硬さ分布, 図4 に溶接部から採取した試験片で測定した熱伝導率の結果を示す. DHW は18%Ni マルエージング鋼より硬さも熱伝導率も高いことがわかる. 耐ヒートチェック性を評価⁽⁵⁾ するため, 図5 の模式図に示す方法, 条件で試験を行った. 加熱と冷却を1サイクルとして5000, 15000, 25000 サイクルのヒートチェック発生状況を図6 に示す. いずれもサイクル数の増加に伴い, クラックの長さや本数が増えていき, 特に18%Ni マルエージング鋼は試験片右側の非溶接部 (母材) に比べて多数のクラ

ックが発生した. これは実際のダイカスト金型での評価と同様に, 18%Ni マルエージング鋼の溶接部は早期にヒートチェックが発生し, すぐに補修が必要になることを本試験でも確認できた. これに対し DHW は明らかにクラック数が少なく, 25000 サイクル時のヒートチェック発生状況と18%Ni マルエージング鋼の5000 サイクル時の状況がほぼ同程度と見てとれる. DHW の硬さと熱伝導率が18%Ni マルエージング鋼よりも高いことが, この結果につながったと考えられる⁽⁶⁾.

	DHW	18%Ni マルエージング鋼
5,000回		
15,000回		
25,000回		

母材:SKD61(43HRC)

図6 溶接まま状態での耐ヒートチェック性試験結果.

4. ま と め

ダイカスト金型のヒートチェック発生を抑制するためには、高強度、高熱伝導率が有効と考えられる。金型補修に一般的に用いられてきた18%Niマルエージング鋼よりも高強度で高熱伝導率となる溶接補修材 DHW が開発されたことで、ダイカスト金型のメンテナンスにかかる費用の削減、補修時間の短縮、あるいは、次のメンテナンスまでの期間延長などで製造コスト低減が図れると推測している。

文 献

- (1) 厚生労働省・都道府県労働局・労働基準監督署：特定化学物質障害予防規則。
- (2) 厚生労働省・都道府県労働局・労働基準監督署：労働安全衛生法施行令。
- (3) 河野正道：電気製鋼，85(2014)，53-61。
- (4) 社団法人日本ダイカスト協会：ダイカスト技能者ハンドブック，(2006)，169。
- (5) 梅森直樹，堀尾浩次，増田哲也：電気製鋼，85(2014)，63-70。
- (6) 日刊工業新聞他3紙掲載：2014年2月5日，溶接補修材 金型寿命を5倍に延長。