

# 耐ヒートチェック性に優れる ダイカスト金型用肉盛溶接棒 DHW<sup>®</sup> の開発

梅森直樹<sup>1)</sup> 増田哲也<sup>2)</sup> 堀尾浩次<sup>3)</sup>

## 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、アルミ製品を成形するダイカスト金型は1型あたりの製品生産数があらかじめ計画されており、その計画生産数まで使用することが一般的になっている。しかし、金型はAl合金が触れる際に加熱され、製品の取り出しと離型剤塗布の際に冷却され、熱応力が繰り返し負荷されるため、計画生産数まで損傷なしでもつ金型は少なく、製品への転写が嫌われる割れ模様(ヒートチェック)の発生やこのヒートチェックが進展して金型が大きく割れてしまうことが多い。このため金型は、定期的あるいは突発的に生産を止めて外され、ヒートチェック部位などを除去後に溶接補修、加工され、再組付けを何度も繰り返しながら使用されている。

ダイカスト金型の肉盛溶接補修材料として多く用いられている18%Niマルエージング鋼は、溶接ままではダイカスト金型と同等の硬さ(43~48 HRC)が得られない。そのため、補修をする前より少ない生産数でヒートチェックが補修部に再発生する問題がある。溶接後に時効処理を施せば溶接部位の硬さを上げることは可能だが、時効処理を施す日程が取れない場合や金型を外さずに一部分だけ補修し、すぐに铸造を再開する場合などには、時効処理を行うことができず、溶接ままで使用されることも多いのが現状である。

そこで、溶接補修材の成分をJIS SKD61をベースに調整し、溶接ままの状態ダイカスト金型とほぼ同等の硬さ43~48 HRCが得られることで、18%Niマルエージング鋼よ

り、補修部のヒートチェックの発生を抑制し、溶接補修するまでの間隔を向上できる溶接補修材料「DHW<sup>®</sup>」を開発した。また、DHW<sup>®</sup>は2012年10月に改正された特定化学物質障害予防規則等<sup>(1)(2)</sup>に対応した、コバルトを含まない溶接材料である。

## 2. 開発のポイント

溶接部位の耐ヒートチェック性を向上させるためには、溶接部位の硬さを高めて高強度化を図ること、および熱伝導率を高めて表面と内部との温度勾配を減少し、発生する熱応力の低下を図ることが挙げられる<sup>(3)(4)</sup>。添加元素と熱伝導率の関係<sup>(5)</sup>を図1に示す。この図よりSi添加量の増加は熱伝導率を大きく低下させることが分かった。そこで、ダイカスト金型として一般的によく用いられているSKD61との親和性を考慮し、SKD61の成分をベースに、溶接ままの状態ダイカスト金型とほぼ同等の硬さ43~48 HRCと、SKD61とほぼ同等の熱伝導率が得られるように、主にC添加量とSi添加量を調整した。本開発溶接材DHW<sup>®</sup>を母材SKD61の上に肉盛溶接した時の硬さ、および熱伝導率の測定結果を図2、図3に示す。熱伝導率の測定にはレーザーフラッシュ法

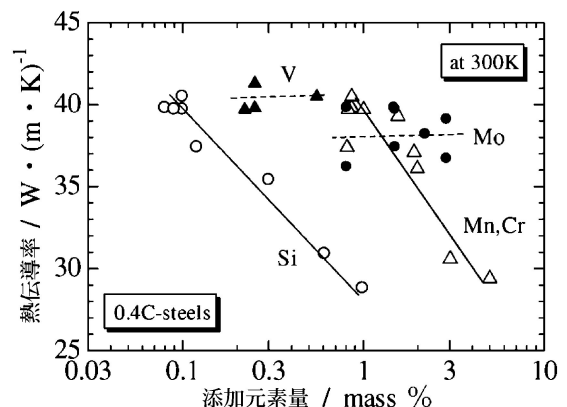


図1 添加元素と熱伝導率の関係<sup>(5)</sup>。

\* 大同特殊鋼株式会社：

1) 研究開発本部特殊鋼研究所金型材料技術研究室；係員  
2) 工具鋼事業部工具鋼ソリューション部；副主任部員  
3) 研究開発本部プロセス技術開発センター計測・制御・システム研究室；主任研究員  
Welding Rod for Rebuilding of Die Casting Mold 'DHW'; Naoki Umemori, Tetsuya Masuda, Hirotsugu Horio (DAIDO STEEL Co., LTD.)  
2014年10月30日受理[doi:10.2320/materia.54.72]

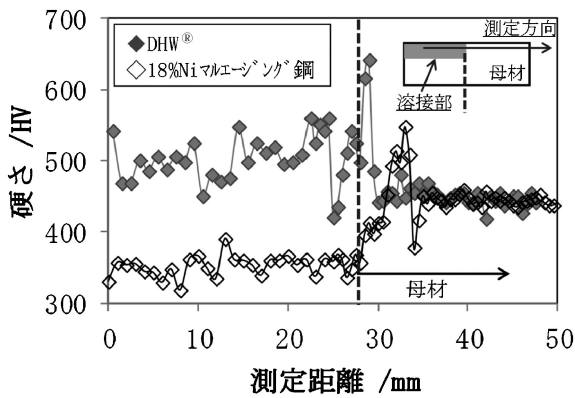


図2 溶接ままの硬さ測定結果.

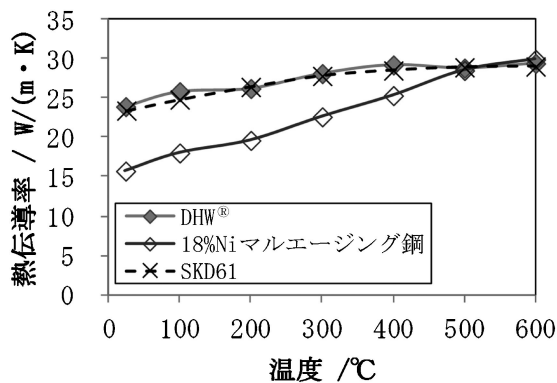


図3 溶接ままの熱伝導率測定結果.

を用いて測定を行った。

図2より、DHW®は溶接したままの状態では18%Ni マルエージング鋼より硬さが高く、ダイカスト金型とほぼ同等の43~48 HRCの硬さが得られていることが分かる。図3より、DHW®は18%Ni マルエージング鋼より熱伝導率が高く、SKD61とほぼ同等の熱伝導率が得られていることが分かる。

### 3. 開発溶接材料の諸特性

#### (1) 溶接時の積層性、溶滴状態

積層性の評価として、図4に、溶接後の溶接ビードの断面の溶着量と余盛高さの関係を示す。DHW®は18%Ni マルエージング鋼と溶着量変化に対して、余盛高さがほぼ同じになる傾向を示しており、DHW®が18%Ni マルエージング鋼とほぼ同等の積層性を有していることが分かる。

図5に高速度ビデオによる溶滴の時間経過の観察結果を示す。図5より、DHW®と18%Ni マルエージング鋼とは溶滴の大きさに大差はないと考えられる。これらの結果からDHW®は18%Ni マルエージング鋼と大差なく肉盛溶接作業ができると考えられる。

#### (2) 耐ヒートチェック性

耐ヒートチェック性の評価として、試験片の上端面を580°Cまで高周波加熱し、その後に噴射水で冷却し、ヒートチェックの発生状態を相対評価した。

図6に溶接したままにおける耐ヒートチェック性評価試験

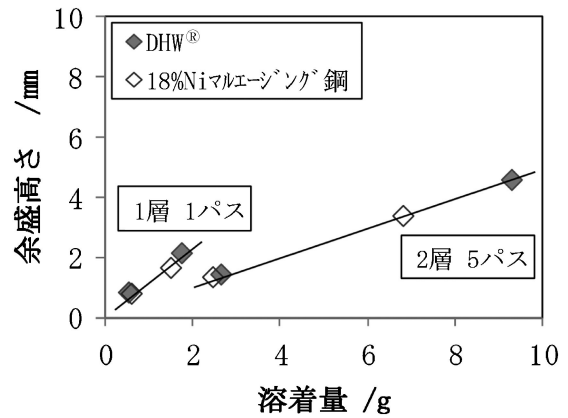


図4 溶着量と余盛高さの関係.

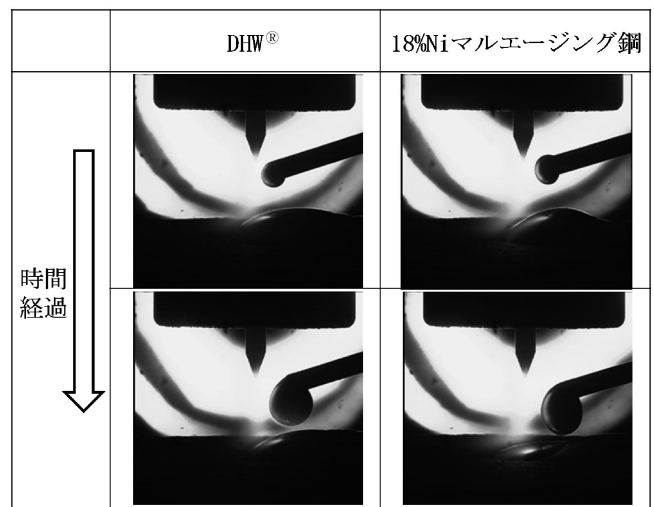


図5 高速度ビデオによる溶滴状態の観察結果.

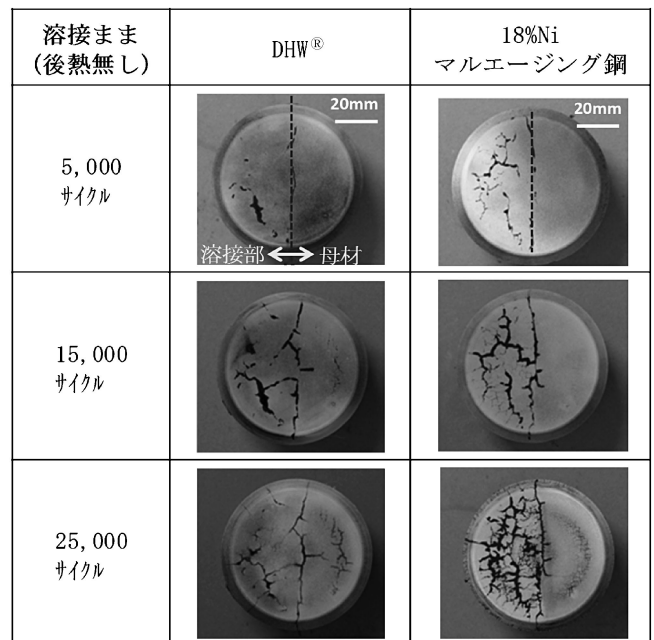


図6 耐ヒートチェック試験評価結果.

後の外観写真を示す。図6において試験片の左側半面が肉盛溶接部分で、右側半面が母材SKD61になっている。表面硬さ分布は図2に示した。

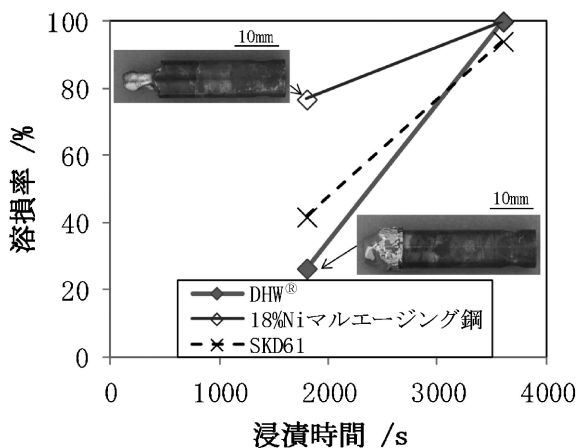


図7 耐 Al 溶損試験結果.

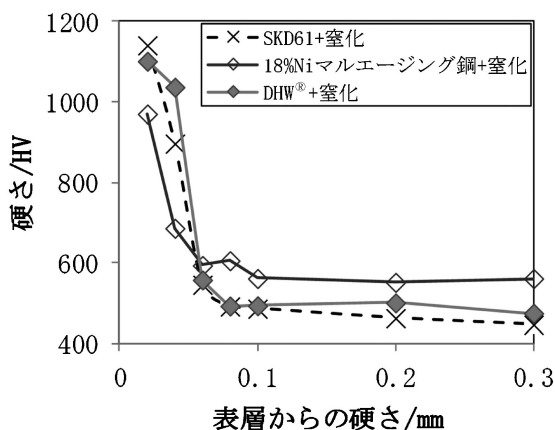


図8 窒化処理後の硬さ分布測定結果.

図6より DHW®を肉盛溶接した部分の25000サイクル時のヒートチェック発生状況と18%Ni マルエージング鋼を肉盛溶接した部分の5000サイクル時のヒートチェック発生状況がほぼ同程度と判断できる。そのため、DHWは硬さと熱伝導率を高めることで、18%Ni マルエージング鋼対比、同サイクル数でヒートチェックが低減でき、溶接補修するまでの間隔の延長が期待できる。

### (3) 耐 Al 溶損性

Al 合金は ADC12 を使い、溶湯温度750°Cで試験片を回転させた状態で、浸漬させ、浸漬前における浸漬前後の重量変化の割合を溶損率とし、図7に試験時間における溶損率を示す。

図7の1.8 ksの溶損率を比較すると、DHW®は18Ni マルエージング鋼より耐 Al 溶損性が優れており、SKD61 とほぼ同等の耐 Al 溶損性であることが分かる。この要因としては、耐 Al 溶損性に炭化物量が影響するという報告があ

り<sup>(6)</sup>、18%Ni マルエージング鋼はC添加量がほとんどなく、炭化物量が少ないためと考えられる。

### (4) 窒化特性

図8に溶接後に窒化処理を施した試験片の表層からの硬さ分布の測定結果を示す。窒化処理は、大気圧雰囲気下、510°Cでアンモニアガス導入中、14.4 ks 保持して行った。図8より DHW®は、母材 SKD61 に窒化処理を施した場合と同等の硬さ分布が得られる。DHW®は溶接後に窒化処理を行うことで、一般的な金型材(例：SKD61)と同様に耐ヒートチェック性を向上させることが可能である。

## 4. 適用事例

実機の自動車部品の成形金型の同一型において、肉盛補修材を18%Ni マルエージング鋼から DHW®に切り替え、型欠け補修(ヒートチェック起因)による設備停止時間を調査した。DHW の使用で、停止時間の割合が18%Ni マルエージング鋼の5%から2.5%へと約半減し、補修するまでの間隔の低減効果を確認できた。

## 5. 今後の展開

開発溶接材 DHW®は、溶接ままの状態でダイカスト金型と同等の硬さを得られることで、溶接部位の耐ヒートチェック性が向上する。これにより、主に自動車部品のダイカスト金型の肉盛補修への使用が始まっており、高評価が得られてきている。また、DHW®は特定化学物質であるコバルトを含まない溶接材料であるので作業環境性の面でも今後の拡大が期待される。

## 6. 特許

本開発溶接材については国内特許5392183号と他2件出願済みである。

## 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，第二条の二，第五条，第七条，第八条，他。
- (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，第十八条，第二十二條。
- (3) 横井直樹，河野正道，井上幸一郎：電気製鋼，81(2010)，25。
- (4) 河野正道，横井直樹：日本ダイカスト会議論文集，(2012)，1。
- (5) 河野正道：電気製鋼，81(2010)，41。
- (6) 伊吹基宏，尾崎公造：電気製鋼，76(2005)，241。