

ダイカスト金型材料の接合技術の開発

評価技術課 林 千歳、土肥 義治^{*} 加工技術課 森本 英樹^{**} 機械システム課 佐山 利彦
富山大学芸術文化学部 長柄 毅一、田中精密工業(株) 中田 雄三

1. はじめに

本研究では、SKD61 材を用いパルス通電加圧焼結法 (Pulse Current Pressure Sintering : 以下 PCPS 法と略記) で SKD61 相当材を接合し、各種接合条件、および拡散処理条件における接合部の機械的性質等について検討した。さらに、熱伝導解析や応力解析の結果を基に流路形状を設計し、試作した金型を用いて熱サイクル試験を行うことで、ダイカスト金型への応用の可能性についても調査した。

2. 実験方法

2.1 接合実験

供試材として、熱間金型用工具鋼である SKD61 相当材 (日立金属 DAC) を用いた。接合試験片の形状は $\phi 36 \times 13\text{mm}$ - 17mm 、接合面の粗さは耐水ペーパーで研磨することにより、 $Ra=0.03 \mu\text{m}$ 程度に調整した。

接合条件の検討は、 700°C から 1050°C の範囲で保持圧力を変化させ、真空中で一定時間保持することにより行った。本研究での接合条件、熱処理条件、評価方法を Table 1 に示す。また、一部の試験片については、接合後、高温における長時間保持により、接合界面の拡散を促進させる熱処理を行った。

Table 1 Conditions of experimentation

接合条件	接合面粗さ	$Ra=0.03 \mu\text{m}$
	温度	$700\text{-}1050^\circ\text{C}$
	保持圧力	$7.5\text{-}30\text{MPa}$
	保持時間	20min
熱処理条件	真空度	10Pa
	焼入れ	1025°C (塩浴)
	焼戻し	$580\text{-}600^\circ\text{C}$ (塩浴)
評価方法	硬さ	51.5HRC
	非破壊検査	超音波弾性率測定装置
	組織観察	金属顕微鏡
	強度試験	インストロン型材料試験機
	破面観察	走査型電子顕微鏡
	元素分析	ESCA

2.2 シミュレーション及び熱サイクル試験

冷却水流路を有する $\phi 50 \times h55\text{mm}$ の金型の接合部に生じる熱応力等を把握するため CAE ソフト (MSC/MARC 2007 r2) を用いて、熱応力の計算を行った。

シミュレーション結果を接合部形状、接合位置など金型設計に反映するとともに、本研究で検討した最適条件で、PCPS 装置により冷却水流路を有する金型を試作した。熱サイクル試験は、試作した金型を PCPS 装置を用い、金型上下で温度分布が生じるよう工夫して、冷却水を流しながら熱サイクル試験を行った。また、超音波探傷により接合部の評価を行った。

3. 実験結果及びまとめ

本研究の結果、以下の結論が得られた。

(1) 引張強度は、接合温度 950°C 以上で母材と同等であった。伸びは、接合温度の上昇に伴い増加した。また、寸法変化率の増大とともに増加する傾向もあるが、保持圧力は低い方がわずかな変化率であっても伸びが増加する傾向にあった。

(2) ESCA により、接合界面近傍で O, C, Si の濃化領域が確認でき、接合界面には、少量の SiO_2 および微量の SiC が形成されていると考えられる。

(3) 昨年度試作した金型について熱応力解析を行ったところ、接合面内側角でおよそ 800MPa の応力集中があることが分かった (Fig. 1)。このため、接合部の位置・形状の変更で熱応力の軽減の見込みを得た。

(4) 最も良好な接合が可能であった 7.5MPa , 1050°C および拡散時間 3 時間の条件にて、冷却水流路を有した金型を試作した。さらに、PCPS 装置を用いて冷却水を流しながら熱サイクル試験を行い、その耐久性を評価した結果、熱応力による接合部の割れの発生は認められなかった。

(詳細は、平成 21 年度若い研究者を育てる会「研究論文集に掲載済み。)

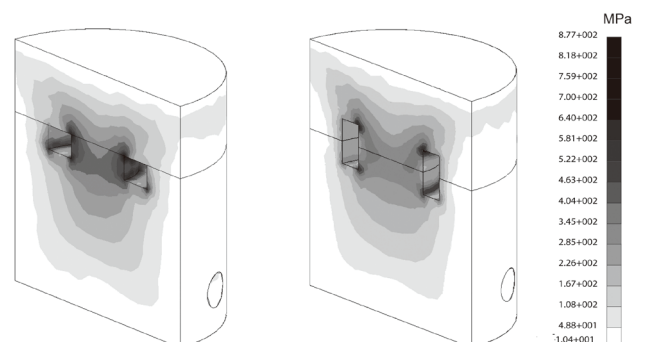


Fig. 1 The result of the heat transfer and stress analysis

※現 材料技術課 ※※平成 22 年 3 月 31 日付け退職