

研究テーマ	拡散接合による積層金型の熱疲労特性に関する研究（第1報）		
担当者（所属）	石黒輝雄・高尾清利・鈴木大介（高度技術開発部）・佐野正明（工業材料科）・山崎久男（株式会社積層金型）・西村仁（株式会社プログレス）・国枝正典（東京農工大学）		
研究区分	受託・特別 [重点化・総理研] (経常)	研究期間	平成22年度（平成22～23年度）

【背景・目的】

金型形状について、高精度化・高能率化が進むとともに複雑化傾向を示し、従来の製作手法では対応が困難な場合があり、この対応策として積層金型が注目されている。この手法は金属板を拡散接合し積層させるもので、製品形状に沿った冷却水路を設定できることから、従来と比較して優れた冷却性能を有する。しかし、拡散接合部へ繰り返しの熱応力が付加された時の熱的挙動が明確となっていない。本研究では拡散接合手法を用いた積層金型の耐久性向上を目的として、各種の条件で拡散接合した熱間金型用合金工具鋼（SKD61）の接合強度試験を行った。また、焼入れ焼き戻し処理を行った熱疲労試験片にて接合強度試験と熱疲労試験を行い、接合面の接合強度と熱的挙動について検討した。

【得られた成果】

1. 試験内容

(1) 接合部の機械的特性に及ぼす接合条件の影響について

接合温度：1100～1200℃、保持時間：90～180分、加圧力6～10MPa、表面粗さ：1.5, 7μmRzと変えて拡散接合を行い、接合強度試験片を作成して三点曲げ試験、シャルピー衝撃試験による評価を行った。

(2) 拡散接合試験片に熱処理を施した場合の効果について

拡散接合片（SKD61）から、接合面が中心を通るようにφ58mm×20mmの円柱に切り出した熱疲労試験片への焼入れ焼き戻し処理（1030℃×3H油冷、590℃×5H×2回空冷）の有無による影響を比較するため、接合強度試験と熱疲労試験（直接加熱方式）による評価を行った。熱サイクル条件は加熱（570℃、160sec保持）－冷却（100℃、15sec保持）とし、所定サイクルでX線残留応力、X線回折の変化およびクラック発生状態の評価を、外周から約10mm内側近辺の拡散接合面上の2点（測定箇所No.1, 2）、非拡散接合面上の2点（測定箇所No.3, 4）の4箇所にて行った。試験終了後、切断して表面のクラックの進展状況・表面組織状態の変化について観察を行った。

2. 結果

(1) より、三点曲げ試験にて抗折力、シャルピー衝撃試験にて衝撃値による評価を行い、接合温度が高いほど、加圧力が高いほど、表面粗さが滑らかであるほど抗折力、衝撃値とも高くなるという結果が得られた。

(2) より、焼入れ焼き戻し処理で抗折力、衝撃値が高くなること。圧縮残留応力が、試験前の-800MPaからサイクルの増加とともに減少したこと。X線回折結果からサイクルの増加に従いαFeは減少し、相対的にFe₃O₄が増加したこと。5000サイクル終了後の断面観察の結果、顕著なクラックは認められないという結果が得られた。

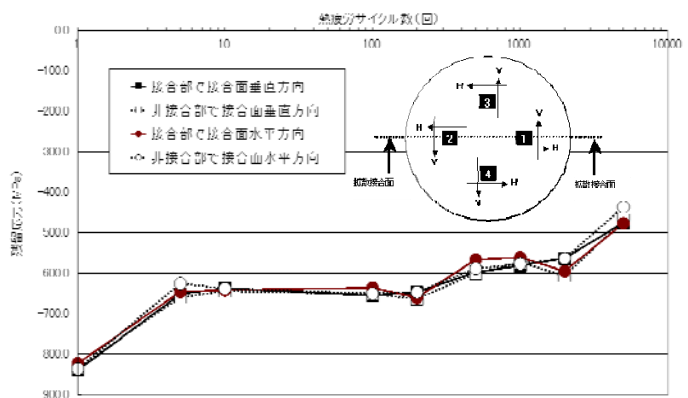


図 残留応力の測定結果

【成果の応用範囲・留意点】

これにより、熱処理された積層試験片はダイカスト金型としての使用に支障はないと考えられる。