

壓鑄模具的損壞及其原因

出處：2018.05 型技術雜誌(Vol.33 No.6) p17-25

—ものつくり大學東京 西 直美

*Naomi Nishi :技能工芸学部 総合機械学科 教授

〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333

TEL (048) 564-3829

壓鑄是在高速高壓下將鋁合金、鋅合金、鎂合金、銅合金等熔融金屬注入並填充到模穴中，在短時間內實現優異的鑄造性能的高精度鑄件 這是一種大規模生產的鑄造方法。壓鑄模具具有去除填充在模穴中的熔融金屬的顯熱/潛熱，透過熱交換使其在模穴中固化並沿著模穴成形。壓鑄模具經受機械、熱和化學（冶金）損害，以及在短時間（幾十秒到幾分鐘）內完成鑄件所造成各種損壞。除此之外，熱變形、磨損等也會導致壓鑄件的尺寸精度和外觀品質受到影響。

本文中，介紹壓鑄模具損壞的類型及其原因，另外，本專題還介紹了模具損壞所引起的問題及其對策。

表 1 ダイカスト金型に発生する損傷とその原因

種類	現象	原因
ヒートチェック	加熱冷却を繰り返すときに金型の表面にできる亀甲状あるいは直線状の細かいひび割れ。	ダイカストの鑄造過程で金型表面の急激な加熱冷却の繰返しによって生ずる熱応力、特に引張応力によって発生する。
型割れ (粗大割れ)	切欠き部や鋭角部などの応力集中しやすい場所や冷却孔内部から発生し、鑄造の比較的初期に発生する大きな割れ。	金型の内部応力が金型強度より大きくなる場合に発生する。応力集中しやすい型形状の場所や冷却孔の設計・加工不良、冷却水の急激な通水で著しい熱応力を生ずる場合や、冷却孔の応力腐食が起きる場合に発生する。
焼付き	金型キャビティ表面や鋳抜きピンなどに鑄造合金が反応層を伴って化学的に融着している状態。	熱の取れんや冷却不足により金型表面に過熱部ができ、金型と鑄造合金が反応して合金層が形成されることにより発生する。また、かじり・ヒートチェックなどの部分に鑄造合金が付着した場面にも発生する。
侵食	金型キャビティ表面において、溶湯が激突する部分が侵食されて、次第に減耗する現象をいう。溶損ともいう。	溶湯が高速でランナー、ゲート、キャビティに衝突することによる機械的な侵食や、伝熱により部分的に過熱されて化学的に侵食することにより発生する。
かじり	中子を引き抜いたり、金型から製品を押し出したりする際に金型およびダイカストの表面に発生する引掻き傷。	キャビティ表面の仕上げの粗雑、抜き勾配の不相当などより、局部的アンダーカット、ヒートチェックなどにより、製品を離型する際の摩擦抵抗が大きくなることで生ずる。また、熱膨張による金型の変形によっても生ずる。
変形	鋳抜きピンや中子の一部が変形することをいう。	焼付きやかじりなどを発生して離型時に大きな応力が負荷して、鋳抜きピンや中子が塑性変形する場合と、熱膨張により熱変形、型締め力、射出時の力により弾性変形（塑性変形もある）する場合などがある。
折損	鋳抜きピンや中子の一部が欠損することをいう。	焼付きやかじりなどを発生して離型時に大きな応力が負荷して、鋳抜きピンや中子が機械的に破損する。
へた	局所的に高い機械的応力が負荷されて金型が変形したもの。型つぶれともいう。	金型分割面に錆バリなどが残ったまま型締めを行った場合、錆バリが押しつぶされて金型に局所的に高い応力を発生し変形する。

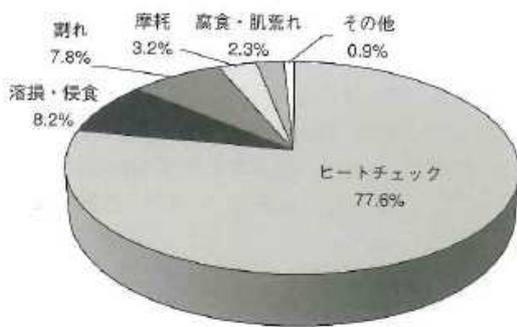


図1 ダイカスト金型寿命の原因割合¹⁾

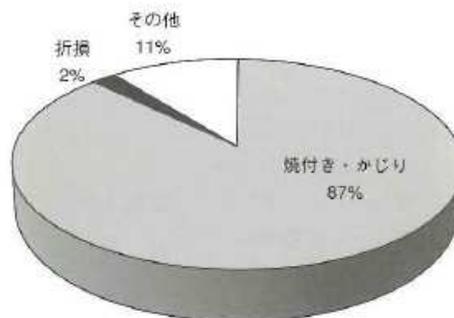


図3 鋳抜きピン故障の原因内訳²⁾

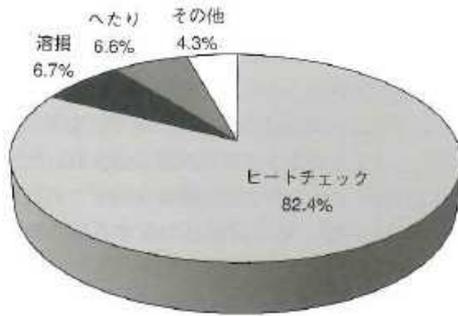


図2 金型故障の原因内訳³⁾

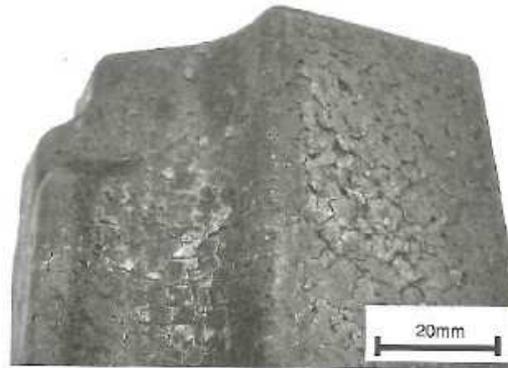


図4 金型の表面に発生したヒートチェック

表2 ヒートチェックの発生要因と対策

要因区分	発生要因	対策
金型要因	金型材質	<ul style="list-style-type: none"> 偏析の少ない鋼材の選定 高温強度、靱性に優れた鋼材の選定 熱伝導率の高い鋼材の選定 熱膨張係数の低い鋼材の選定
	製品設計 金型設計	<ul style="list-style-type: none"> 製品肉厚の適正化 ゲート位置、厚さの適正化 キャピティコーナーにRを設置 冷却孔の数、位置、大きさを適正化して局部的な過熱を防止
	熱処理 表面処理	<ul style="list-style-type: none"> 油冷による焼入れ（母材の強度、靱性向上） 拡散層が浅く、白層のない窒化 定期的な再窒化（圧縮応力の解放前） 金型表面層の応力除去処理 硬さの適正化（46～48 HRC）
	金型加工	<ul style="list-style-type: none"> 放電加工異常層の除去 低電圧放電加工（加工変質層およびマイクロクラックの微小化） 高速ミーリング加工（放電加工の廃止） ツールマークの除去 圧縮応力の付加（ショットピーニング）
操業要因	鑄造条件	<ul style="list-style-type: none"> 鑄造温度と金型温度の差を減少（鑄込み直前の金型温度を 200℃ 以上に設定） 冷却水量、温度の適正化 離型剤塗布直前の金型温度を約 315℃ 以下にする 外部冷却の廃止と内部冷却の強化 ショットサイクルの安定化 鑄造圧力、射出速度の適正化 金型焼入れ前の試作鑄造の減少
	離型剤塗布	<ul style="list-style-type: none"> 離型剤塗布量、塗布時間の適正化 油性離型剤、粉体離型剤の使用

表3 型割れの発生要因と対策

要因区分	発生要因	対策
金型要因	金型材質	内部組織の均一性、介在物、耐熱強度、硬さ、靱性、熱膨張係数、熱伝導率など <ul style="list-style-type: none"> ・高温強度、靱性の向上 ・熱伝導性の向上 ・熱膨張係数の低下
	製品設計 金型設計	金型構成、金型サイズ、型厚の急変、シャープコーナー、製品肉厚の変動、冷却孔径・位置など <ul style="list-style-type: none"> ・金型分割、形状による応力集中の防止 ・金型の強度、剛性の確保 ・金型の大きさ、厚さの適正化 ・キャビティコーナーにRを設置 ・冷却孔の大きさ、位置の適正化 ・冷却孔形状（鋭角部をなくしR付け） ・キャビティ表面からの距離の適正化
	熱処理 表面処理	硬さ不適切、靱性不足 <ul style="list-style-type: none"> ・低めの温度（520～540℃）の窒化処理 ・金型表面層の応力除去処理 ・冷却孔部の焼戻し ・硬さの適正化（40～45 HRC）
	金型加工	仕上げ面粗さ、ツールマーク、放電加工異常層、溶接残留応力 <ul style="list-style-type: none"> ・冷却孔加工ツールマーク ・冷却孔加工段差の除去 ・溶接後の残留応力の除去
操業要因	鑄造機	型締め力 <ul style="list-style-type: none"> ・型締め力の適正化
	鑄造条件	鑄造温度、冷却水量、水温、水質、ショットサイクル、金型予熱温度、鑄造圧力、射出速度 <ul style="list-style-type: none"> ・鑄造温度を低めに設定 ・水垢の防止 ・ショットサイクルの安定化 ・金型の予熱温度を 200～250℃ に設定 ・急激な通水进行を避ける

表4 焼付きの発生要因と対策

要因区分	発生要因	対策
金型要因	金型材質	金型鋼種の不適、成分の不適、内部組織の不均一、耐熱強度不足、硬さ不足など <ul style="list-style-type: none"> ・金型鋼種の適正化 ・金型硬さの適正化（硬めに設定）
	製品設計 金型設計	金型サイズの不適、製品肉厚の不適、ゲート位置の不適、冷却孔径・位置の不適など <ul style="list-style-type: none"> ・製品肉厚の適正化（厚肉、駄肉の回避） ・ゲート位置の適正化 ・局部過熱防止のために冷却位置、方法を適正化（肉ぬすみ部の冷却強化） ・中子ボス部、鑄抜きピン内への冷却の実施
	金型加工	仕上げ面粗さの不適、ツールマーク、放電加工異常層 <ul style="list-style-type: none"> ・金型磨きの実施 ・ツールマークの除去 ・放電加工異常層の除去
	熱処理 表面処理	硬さ不足、表面処理の不適、鑄造合金との直接的な接触 <ul style="list-style-type: none"> ・金型硬さの適正化（45～47 HRC） ・窒化、浸炭窒化、セラミックコーティング、放電被覆処理などの表面処理の実施 ・白層（化合物層）、厚い拡散層の窒化
操業要因	鑄造合金	鑄造合金成分（Fe、Si、Cu、Mn）の不適 <ul style="list-style-type: none"> ・鑄造合金成分の適正化（特に Fe、Mn の量）
	鑄造条件	鑄造温度・金型温度・鑄造圧力・射出速度の不適、ショットサイクルの不適、冷却水量不足、水温の不適、水質（硬さ、錆）の不適 <ul style="list-style-type: none"> ・鑄造温度の適正化 ・冷却水量の適正化 ・水垢の堆積防止（軟水化、水垢除去） ・外部冷却の使用 ・ショットサイクルの適正化（金型温度の上昇防止） ・金型温度の適正化 ・鑄造圧力の適正化 ・射出速度の適正化（低めに設定）
	離型剤	離型剤の種類・量・塗布方法の不適 <ul style="list-style-type: none"> ・高温付着性のよい離型剤の選択 ・焼付き防止剤の添加 ・離型剤塗布量・位置・方法の適正化

表5 侵食の発生要因と対策

要因区分	発生要因	対策
全型要因	金型材質	金型鋼種、成分、耐熱強度、硬さなど <ul style="list-style-type: none"> 金型鋼種の適正化 金型硬さの適正化（硬めに設定）
	製品設計 金型設計	金型サイズ、製品の肉厚、肉ぬすみ部の過熱、ゲート位置、冷却孔径・位置など <ul style="list-style-type: none"> 製品肉厚の適正化（厚肉、駄肉を避ける） ゲート厚さ、ゲート位置の適正化 急激な断面積変化を防止 ランナー、ゲート部、製品部などの溶湯激突部への冷却設置
	熱処理 表面処理	硬さが不足、鑄造合金との接触 <ul style="list-style-type: none"> 金型硬さの適正化（45～47 HRC） 窒化、塩浴浸焼窒化、セラミックコーティング、放電被覆処理などの表面処理の実施 表面に微細な凹凸をつける
操業要因	鑄造条件	鑄造温度、冷却水量、水温、水質、ショットサイクル、金型温度、鑄造圧力、射出速度 <ul style="list-style-type: none"> 鑄造温度の適正化 冷却水量の適正化 水垢の堆積防止（軟水化、水垢除去） 外部冷却の使用（過熱部） ショットサイクルの適正化（金型温度の上昇防止） スリーブ内凝固の抑制 金型温度、射出速度の適正化（低めに設定）
	鑄造合金	鑄造合金成分（Fe、Si、Mn）、初晶 Si <ul style="list-style-type: none"> 鑄造合金成分の適正化 鑄造温度の適正化によりスリーブ内での初晶 Al、初晶 Si の生成を防止
	離型剤塗布	離型剤の種類・量・塗布方法 <ul style="list-style-type: none"> 高温付着性のよい離型剤の選択 離型剤塗布量、塗布位置の適正化

次世代產業試作品製造的概要和試作事業的未來前景

出處：2018.04 型技術雜誌(Vol.33 No.5) p42-45

—(株)最上インクス 鈴木 祐介

*Yusuke Suzuki:取締役

〒615-0034 京都市右京区西院西寿町 5

TEL (075) 312-8775

本公司成立於 1950 年，總部設在京都市右京區的薄板金屬加工廠。主要負責沖壓/鈹金加工從試作到量產。1997 年建立簡易模具工法，設置“薄板金屬加工便利店”。1990 年，我們的目標是成為“世界第一的試作加工製造商”，2003 年開始從事試作成型業務。從 2010 年開始，我們的目標是提供複合服務，從客戶需求開始從企劃、開發、試作到量產，致力於實現“薄板金屬加工的製造商城”的概念。

本社の試作理念

本社の客戶是大型製造商的開發者，負責開發產品的提案規劃和製造。

對試作的想法是為確保“客戶開發的新產品迅速推向市場”，如何利用試作加工，強調為此建立一個機制。強化固有技術、強化管理技術、標準化、行銷等四大機制，有必要對這些機制進行構建。

固有技術、管理技術和標準化對製造業至關重要。行銷則是需要收集新產業的情報資訊。為了收集資訊，我們在 Mobile、車載和產業機器等廣泛領域進行試作。此外，為了獲取其他信息，本社正考慮優先涉足未來成長市場相關的試作。

試作品製造的概述

成立試作部門已近 40 年了，試作也深入不同領域。其中，連接器相關比例高，產業機器、Mobile 設備、汽車相關連接器的試作正在進行。特別是近年來，隨著 ADAS（高級駕駛輔助系統）、車載信息設備、動力傳動系統、車身系統的發展，隨著演進，連接器的數量正在增加。即使在我們公司，2015 年和 2016 年相比，與汽車相關的工作也在增加，如圖 2 所示。

縮短產品開發週期，縮短產品上市時間等，開發週期縮短成為決定客戶市場地位的主要因素。對於負責產品開發和進入新市場企劃的企業來說，產品投入市場的最大優勢是比其他企業更快上市，如何透過試作快速開發產品到量產是關鍵。為了能夠在短時間內推出由產品開發人員開發的產品，重點在於如何在早期階段連接試作和量產，如何在試作時取得並解決量產的問題，本社正在進行高精度和短交期的試作加工。

目前，不僅是零部件依圖面生產，而是從開發階段的加工諮詢開始，單件生產、組立、裝配的試作加工範圍擴大，本社都需要回應。

試作事例

小又薄型化高速连接器試作品，包括 5 個金屬品和 2 個 insert 成型零件，從零部件到裝配都評估過。金屬品和 insert 成型零件共 12,000 個，交期約 3 週。為了滿足多樣化的需求，除了單品製作，評估組裝品信賴的程度愈來愈高，全靠四種對應能力。

1. 多彩なつくり方
2. ニーズに合わせた最適な標準金型で製作
3. 多能工
4. 試作品を一気にさばく対応力
5. そのほかの取組み

