

鑄鉄製打ち抜き型による鑄バリの処理*

米倉 勇雄**、北條 久***、多田 三郎****

地方の小規模鑄物工場における多品種少量生産方式に対応可能で、かつ安価なプレス打ち抜き金型として、鑄鉄製打ち抜き型を試作し、鋼板及び鑄バリの打ち抜き試験を行った。

その結果、鑄鉄製の金型によって鋼板や鑄バリの打ち抜きが可能であり、特に球状黒鉛鑄鉄に熱処理を施した金型が良好な性能を示すことが明らかになった。

キーワード 鑄物、鑄バリ、打ち抜き金型、熱処理

Elimination of Flashes by Using The Blanking Die made from Cast Iron

YONEKURA Isao, HOUJYO Hisashi, TADA Saburo

We manufactured by way of trial inexpensive blanking dies made from cast iron for eliminating flashes which small local foundries can use to cope with multi-product, small-sized production. And then, we tried to use the dies for blanking steel plates and flashes. Consequently, we recognized that we could blank steel plates and flashes by using the blanking dies made from FCD(nodular graphite cast iron) had good performance of them all.

key words : castings, fin, fin cutting die, heat treatment

1 結 言

日本国内における銑鉄鑄物製造業の従業員一人当たりの年間生産額は、現在約2,273万円である¹⁾が、本県のそれは990万3千円となっており²⁾、全国平均の2分の1にも満たない低い額に留まっている。

本県に限らず、地方の小規模鑄造工場の生産性がこのように低いことの原因は、機械装備率の違いや3交代制の効率的な連続操業が行われていないなど、いろいろなことが考えられるが、具体的な作業の方法で最も大きな差が見られる行程は、鑄造後の後処理(鑄仕上げ)である。小規模鑄造工場の鑄仕上げ(主に鑄バリの処理)は、大部分がグラインダーによる研削作業であるが、大手の量産工場では、そのほとんどがプレス打ち抜きによって行われており、研削作業とは比較にならない高スピードで鑄バリが処理されている。

小規模鑄造工場でプレス打ち抜き方式が採用できない

理由は、主として製品1ロットの数量差にあるものと考えられる。

すなわち、多品種少量製品が大部分である小規模工場では、高価なプレス型を注文製作しても、製品1個当たりの鑄仕上げコスト(金型費)が極端に高いものになってしまうという、中小企業が慢性的に抱えている事情がある。

以上のことから本研究は、小ロット品にも対応可能な安価な鑄バリ処理用のプレス打ち抜き金型を開発し、鑄仕上げの合理化による小規模鑄造工場の生産性向上に資することを目的として実施した。

2 実験方法

2-1 鑄鉄製打ち抜き金型の試作

小規模鑄造工場が、バリ処理に用いるプレスの打ち抜き金型を安価に入手する方法は、自社の鑄造技術を活用

* 鑄仕上げの合理化に関する研究(第2報)

** 金属材料部兼水沢分室

*** 金属材料部

**** 電子機械部

して、独自で製造することが最善であると考えられる。

本研究での具体的な手法は、量産・非量産品を問わず、鋳物を製造する際には必ず用意される鋳造模型を活用し、図1に示すように、鋳バリが発生する見切り面（上型と下型の合わせ面）と同一形状の雌型を石膏で製作した後、型抜きのために必要な抜け勾配を削り取って、それをそのままバリ打ち抜き金型の鋳造模型として活用するもので、この方法によれば、複雑形状の金型が比較的容易に製作可能である。

付け加えれば、鋳造模型として必要な抜け勾配は、ポンチとして使用する場合にも適当なシャープ角として作用する好都合も考えられる。

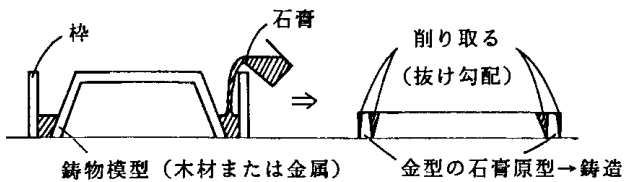


図1 鋳鉄製打ち抜き金型の原型製作手順

また、ダイス及び受け台（バリが打ち抜かれる鋳物の位置決め）などについても、ほぼ同様の方法で製作可能であり、マシニングセンターや放電加工機で切削または型彫りする本格的な金型と比較して、数分の1～10数分の1のコストで金型の製作が可能である。

2-2 鋳鉄製打ち抜き金型の性能

本研究における最大の課題は、鋳鉄製打ち抜き金型の性能確認にある。すなわち、鋳造技術を活用することによって型の製作自体は容易であるとしても、その打ち抜き性能（切れ味や金型寿命）が、現在打ち抜き金型として広く用いられている金型用鋼と比較して極端に劣るのであれば、事実上採用は不可能となる。

このことから本研究の第一段階として、金型用鋼と鋳鉄で図2に示す金型を試作し、予備の打ち抜き試験を行って両者の性能を比較することとした。

金型用鋼は、一般に“ダイス鋼”と呼ばれている高合金工具鋼（SKD11）を用い、ワイヤーカット放電加工機で2組の金型を加工し、1組を生材で、もう1組は通常金型として用いる場合の熱処理（1,273K 空冷、453K 焼き戻し）を行った。

また、鋳鉄金型は、SKD11の金型をそのまま模型にしてネズミ鋳鉄（FC200）と球状黒鉛鋳鉄（FCD450）の2種類を生型で製作し、それぞれ鋳放し状態のもの

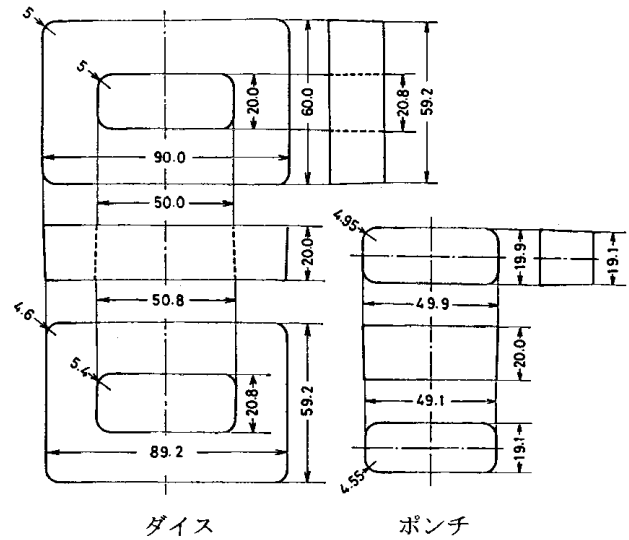


図2 鋼板打ち抜き金型

1,173K及び573Kに各30分間保持するオーステンパー処理したものについて打ち抜き性能を比較した。

打ち抜き材は、鋳鉄の薄板を大量に製造することが困難であるため、一般構造用圧延鋼材（SS400、板厚1.0mm）を使用した。

2-3 鋳バリの打ち抜き

実際の鋳造品の鋳バリ打ち抜きに供するために試作した鋳物試験片及び打ち抜き金型の形状と寸法を図3及び図4に示す。

鋳物試験片は、工芸品を想定した肉厚5mmの薄肉鋳物とし、FC150相当のネズミ鋳鉄でマッチプレートを使用して生型で鋳造した。

鋳鉄製打ち抜き金型の材質は、予備の打ち抜き試験で良好な性能を示した球状黒鉛鋳鉄の熱処理材のみを使用し、仕上げ精度や仕上げに要する時間などをグラインダー研削する場合と比較した。

鋳鉄金型の鋳放し組織とオーステンパー処理後の組織

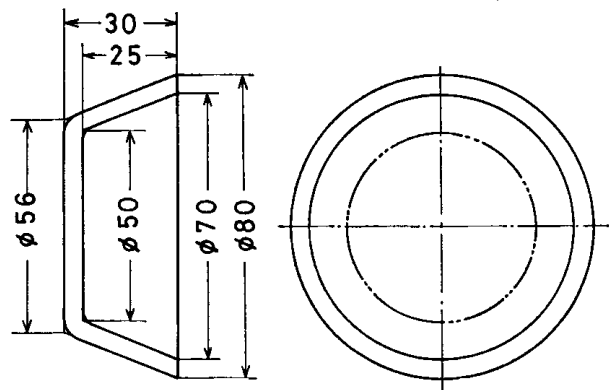


図3 鋳バリ打ち抜き試験片

を、図5に示す。

実験に使用したプレスは、(株)アマダ製ノートンオムニプレス(20トン)、金型及びバリ付き鑄物試験片の鑄造に使用した溶解炉は、富士電波工業(株)製のサイリスタインバータ式高周波溶解炉である。

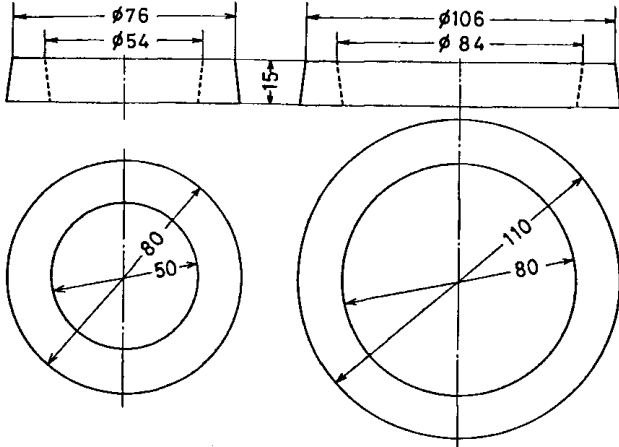


図4 鑄バリ打ち抜き用金型

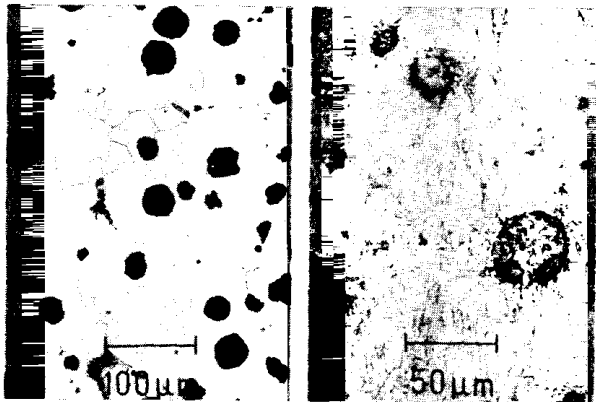


図5 鑄鉄製金型の顕微鏡組織

3 実験結果及び考察

3-1 鋼板の打ち抜き試験結果

表1に鋼板の打ち抜き試験に供した各種材質の打ち抜き金型の機械的性質を示す。

表中の表示で、(生)は鑄放しの状態または購入したままの焼きならし状態の測定値を、(熱)は熱処理後の測定値であることを示す。

球状黒鉛鑄鉄の熱処理は、硬さと靱性を同時に満足させることを目標に、JIS G5503のFCAD 1200-2を狙ったが、目標値よりも硬さがやや低くなり、その反面伸びが大きい値となっている。

この原因は、金型の肉厚が15mmと大きいために、573Kの恒温処理温度が、鑄物(金型)自体の潜熱の影響で目標値よりもやや高温側に移動したことが考えられ、それは図5の熱処理組織に見られる粗めの上部ベーナイト組織の混在や、同一条件で熱処理したネズミ鑄鉄の硬さがやや低いことなどから推察される。

表2は、各種材質の金型によって鋼板を連続打ち抜きした場合の打ち抜き限界回数を示したものである。

打ち抜き限界の判断は、打ち抜きした試験片の破断面に“ダレ”と“カエリ”が多くなり、部分的にせん断面が全く観察されなくなった時点とした。

表2から明らかであるように、鑄鉄製の打ち抜き型で鋼板の打ち抜きは可能であり、更に熱処理を施すことによって、その使用限界を3倍以上に延長させることが可能である。

表2及び表3で、硬さの比較ではネズミ鑄鉄の熱処理材よりも低い値であるSKD11の生材の使用限界回数が多くなること理由は、金型の硬度や靱性よりも、精度上の差に由来するものと推察される。

すなわち、ポンチとダイスとの隙間(クリアランス)

表1 供試金型の機械的性質

金型の種類(材質)	SKD11(生)	SKD11(熱)	FC(生)	FC(熱)	FCD(生)	FCD(熱)
耐力(N/mm ²)	—	—	—	—	338	1199
引張強さ(N/mm ²)	—	—	216	422	516	1529
伸び(%)	—	—	—	—	24.8	4.2
硬さ(HRC)	20.6	58.1	7.7	35.4	7.9	42.8

表2 供試金型の打ち抜き限界

金型の種類(材質)	SKD11(生)	SKD11(熱)	FC(生)	FC(熱)	FCD(生)	FCD(熱)
打ち抜き限界回数	186	300以上	51	162	76	300以上

が一定で正確であるワイヤーカット製のものと比較して、
 鋳鉄製の金型はこの隙間に±0.3mm程度の誤差があり、
 それが大きいく部分で打ち抜き限界回数到達が決定づけら
 れる傾向があったためである。

以上の結果から、鋳鉄製の金型で鋼板の打ち抜きは可
 能であり、鋼板と鋳鉄の両者についてその靱性や強度を
 考慮すると、同金型は鋳バリの打ち抜きにも充分対応可
 能と考えられる。

金型の材質としては、数の少ない鋳造品向けの使い捨
 て方式の場合には、熱処理したネズミ鋳鉄でも対応可能
 であるが、金型寿命の点では球状黒鉛鋳鉄のものが圧倒
 的に優れており、製造コスト的に大差がないことから以
 下の実製品の打ち抜き試験には球状黒鉛鋳鉄製の金型の
 みを使用することとした。

3-2 鋳バリの打ち抜き試験

図6に、マッチプレートを使用して生型で鋳造した打
 ち抜き用の試験片を、図7には、プレスに取り付けるた
 めの穴を加工し、熱処理を終えた球状黒鉛鋳鉄製の金型
 を示す。

鋳造品の模型を利用して打ち抜き金型を鋳造製作す
 る方法では、金型の鋳縮みによる寸法誤差が鋳造品の鋳縮
 みによって相殺される利点がある。

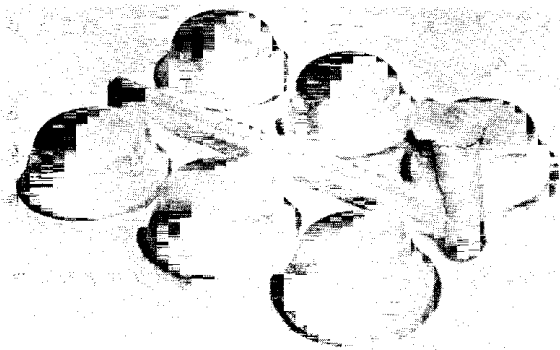
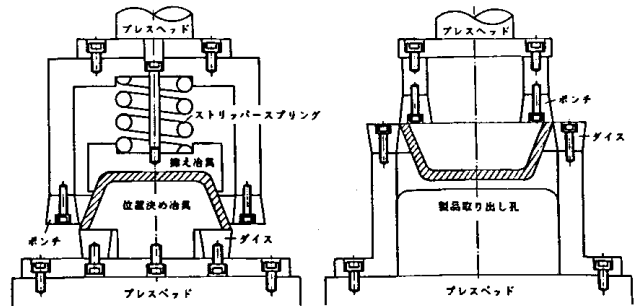


図6 打ち抜き試験片



図7 球状黒鉛鋳鉄製打ち抜き金型



プレス方案 A

プレス方案 B

図8 鋳バリの打ち抜き方法

鋳バリの打ち抜きは、最初に図8のプレス方案Aに示
 す方法で行ったが、打ち抜き後に試験片がポンチに圧入
 された形で残留し、使用荷重500Kg以上の強力なスプ
 リングを用いても押し戻すことが困難で、試験片の取り
 出しに時間がかかることから、単純にプレス方案Bの方
 法で試験片を落下させることとした。

しかし、Bの方法によれば試験片の取り出しは容易で
 あるが、打ち抜き前のセットの段階でAの方案とは異な
 り、鋳バリのでている部分とでていない部分とで試験片
 の高さに差が生じ、試験片が斜めにセットされるために
 バリが残ってしまう等の不都合が生じる場合があった。

従って、プレスによってバリ処理する鋳造品には、予
 め金型に正確にセット可能であるように余肉を付けるな
 どの工夫が必要と思われる。

図9は、プレス方案Bの方法によるバリ付き試験片の

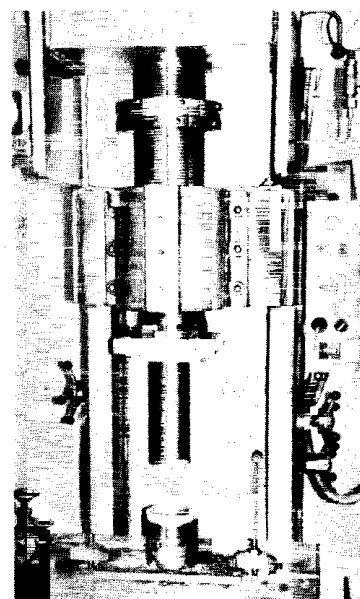


図9 プレス打ち抜きの状況

打ち抜き状況を示し
 たもので、試験片の
 セットと取り出し、
 および試験片から切
 り離された鋳バリの
 処理にそれぞれ2~
 3秒程度の作業時間
 を要するが、打ち抜
 きそのものは一瞬に
 して終了する。

その際、打ち抜き
 スピードが速すぎ
 ると鋳バリが飛散
 して危険を伴うた
 め、現場的には適
 切なスピードコン
 トロールや防護具
 などの工夫が

必要と思われる。

図10は、打ち抜き後の金型と金型下部に落下した試験片を示したもので、ダイス上部に残っている円弧状の金属は、試験片から切り離された鑄バリである。

また、図11及び図12には、打ち抜き前後の試験片の状況を示したもので、見切り面外周の全面に近い形で鑄バリが出現しているものは比較的均一に除去されるが、部分的にしか出ていない場合には前述のような理由でむしろバリの根本が残る場合がある。

図13は、試験片から打ち抜かれた鑄バリを示したものであり、グラインダー研削した場合の砥粒と混じり合った粉末とは異なって、ある程度の大きさを有するものとなるため再生溶解が可能である。

ここで注目すべき事は、プレスによって打ち抜いたバリの破断面には、鋼板の場合に見られるせん断面がほとんど見られないことで、機構的には切断ではなく衝撃力

によって折られると解釈するほうが正しいように推察される。このことから、本研究で採用した試験片の場合、鑄バリが出現している見切り面がエッジになっているため、鑄バリと鑄造品が繋がる形で試験片本体に欠損（チッピング）を生じる。この欠損の大きさは、肉厚が大きく削り代のある機械部品などではほとんど問題にならない程度のものであるが、鑄肌のまま使用する工芸品の場合には問題になる恐れがあるため、見切り面形状がエッジにならないように丸みをつけるなどの工夫が必要である。このように、鑄造品の位置決め方法及び欠損の問題など解決すべき点は残されているが、これまでの実験結果から、プレスによる鑄バリの除去は極めてスピーディであり、本研究で採用した試験片の場合を例に採れば、表3に示すように、バリ取りに要する作業時間をグラインダー研削の場合の5分の1以下に短縮できる可能性がある。

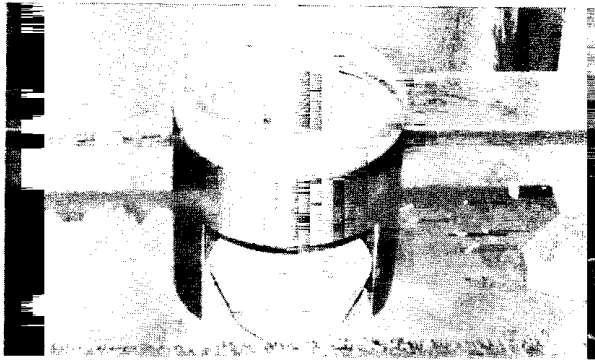


図10 打ち抜き終了後の金型

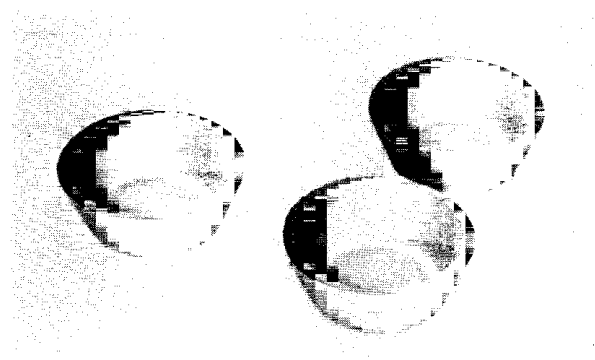


図12 打ち抜き後の試験片

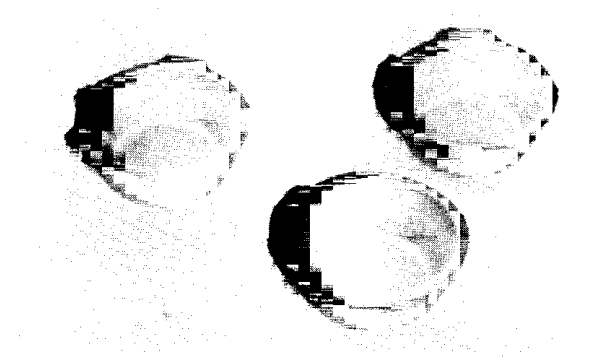


図11 打ち抜き前の試験片

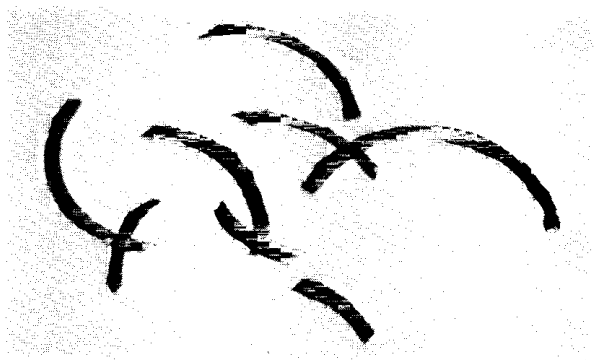


図13 打ち抜いた鑄バリ

表3 グラインダー研削とプレス打ち抜きのバリ処理時間比較（秒）

処 理 方 法	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
グラインダー仕上げ	42.8	31.2	55.0	22.6	45.6	44.6	39.0	30.5	51.2	44.8	40.7
プレス打ち抜き	8.2	6.7	6.9	7.0	7.1	6.8	7.1	6.5	6.2	6.3	6.9

4 結 言

鋳鉄製打ち抜き金型による鋳造品の鋳バリの打ち抜きに関して、次のことが明らかになった。

- 1) 鋳造によって製造したネズミ鋳鉄及び球状黒鉛鋳鉄の打ち抜き金型によって、鋼板及びネズミ鋳鉄品の鋳バリの打ち抜きは可能である。
- 2) 鋳鉄製金型の材質としては、球状黒鉛鋳鉄が高性能を示し、更にそれに熱処理を施すことによって、打ち抜き限界回数を大幅に増大させることができる。
- 3) 鋳鉄製打ち抜き金型を活用したプレス打ち抜きによって、鋳造品のバリ取りに要する作業時間をグライNDER研削の場合の5分の1程度に短縮できる可能性がある。
- 4) 金型による鋳バリの打ち抜き機構は、せん断よりも衝撃力による破壊に近い。
このため製品の形状によっては、鋳バリと繋がる形

で製品本体に欠損を生じる場合があり、これを防止するためには、見切り面の位置をずらすことや、エッジ形状をさけるなど、予めプレス打ち抜きを想定した鋳造方案上の工夫が必要である。

本研究を進めるにあたり、球状黒鉛鋳鉄の熱処理に関して多大なるご協力をいただいた、岩手鋳機工業株式会社、並びに貴重な意見と協力を受けた、当所金属材料部の、勝負沢 善行、鎌田 公一、茨島 明、斎藤 貴の四君に感謝いたします。

文 献

- 1) 平成6年度版「工業統計調査結果報告書」, 岩手県企画調整部統計調査課 (平成8年3月発行)
- 2) 平成6年度版「素形材年鑑」, 財団法人 素形材センター (平成7年11月発行)