

## 第 8 章

# 韓国，台湾の金型生産技術にみられる特徴

伊 東 諠

### はじめに

本章では、2000年6月から2001年12月にわたって行ったアジア地域を対象とする実地調査時に得られたアジア経済研究所所有の資料を基に、「韓国と台湾の金型産業にみられる生産技術面の特徴」を浮き彫りにすることを試みている。この試みでは、まず韓国と台湾に共通してみられる特徴を明らかにして、次いで各々の特徴に触れている。

### 第 1 節 韓国と台湾に共通してみられる特徴

まず、指摘すべき重要な点は、「金型産業は装置産業」と考えるべきことであり、次いで Solid Works への転換の機運もみられるが、当面のところ CAD は「Auto CAD」および「Pro E」がデファクトになりつつあると解釈できることである。当然のことながら、これら 2 点が韓国と台湾の金型産業で用いられている生産技術を特徴づけていると主張できるであろう。すなわち、次のような事実が一般的に認められる。

- (1) 韓国，台湾のみならずアジア各国の企業は、投資面からみて自社が保

有できる機械や設備という「ハード技術資産的制約」を容認して、その範疇で実現できる精度の金型を生産している。したがって、当然の流れとして、同じ品質・精度の金型ならば、コストの安い国や企業の方へ生産拠点が自動的に移行することになる。

(2) その一方、金型生産は、「金型材料、熱処理技術、工作機械、刃具（切削工具）・治工具<sup>(1)</sup>、ならびに組立・調整作業」の融合した、トータルシステムという認識が薄く、その結果、「ソフト技術資産の重要性」の理解が不十分である。要するに、高速・高精度加工のできる金型加工用工作機械、3次元CAD/CAMシステム、三次元測定機、ならびに関連設備を揃えれば、金型先進国が喜んで受け入れる、精度のよい金型が生産できると考えている節が強い。確かに、このような設備を整備して、それなりの金型を生産しているが、そこには精度を含めて品質面での限界が存在する。ちなみに、同じような設備を設置して金型を生産していても、日本人技術者が指導している企業、日本企業で腕を磨いた技術者や経営者が在職している企業、日本企業と合弁しているところのみが、例外なく「良い金型<sup>(2)</sup>を生産」しているのは事実である。例えば、国際的にも一流クラスと評価できる「リードフレームの金型」を生産している台湾の彰化市にある順徳は、Hauser社製治具研削盤（1990年代初めに4億円で購入）やLitz社製三次元測定機を設備して、サブゼロ処理を2回施した金型ベース（パンチ材質：SKS3、ダイ材質：SKD11）に切上げ加工で寸法を追い込んだ直角度1秒以下の超硬片を組み込んでいる<sup>(3)</sup>。確かに、設備もよいが、工場見学をしてみると、社長が1964年ごろに日立金属の安来工場で「徒弟奉公」していた経験が大きく役立っていると観察された。別の表現をすれば、金型加工用NC工作機械を一般的に利用するのみでは実現できない、要するに、熟練技術と熟練技能の組み合わせを活かした、より高い品質の金型生産が日本の企業が国内、外で生き残る道といえる。ちなみに、このトータルシステムの発想の欠如は中国大陸でしばしば次のように観察されている。

- ① 日本以上にCAD/CAMが普及しているが、本来の設計技術者として必要な生産技術や加工技術の習得が不十分である。
- ② 加工技術の面では、「資本力があり、最先端NC工作機械を設備」しているところと「資本力がなく、低レベルの時代遅れの古い機械を設備」しているところの二極化が顕在化している。前者では、「加工ノウハウの蓄積に問題が残り」、後者では「加工精度の向上に問題」を抱えている。ちなみに、工場現場には測定機器が完備されておらず、加工に使用している機械に依存した「出来上がり精度」の金型という状況である。なお、工作機械については、高精度加工用は「欧州製」、最先端NC装備形は日本製、その他安価な機種は台湾製という図式である。

(3) 顧客から部品図面や部品のCADデータを供給され、それに基づいて金型を設計しているが、この設計工程は、ほとんどの場合に自社内で行っている。これは、市販され、容易に入手できるCADシステムの導入で可能となっている。これに対して、蓄積されたノウハウが鍵となる工程設計や作業設計の工程には、かなりの問題を一般的に内包している。しかも、効果的なCAD/CAM一貫システムが市販されていないことも、この傾向に拍車をかけている。

ここで、以上のような特徴を指摘した根拠となる、いくつかの例証を他のアジア諸国での観察も含めて次に示しておこう。

(1) 韓国の金型メーカーでは、多くの場合に、良質なマシニングセンター(Machining Center: MC)、刃具、ならびに金型材料を外部から調達してLow-end金型向けの生産を行っている。その結果、安い人件費と相俟って生産コストが日本の3分の1となり、競争力が強くなっている。しかも、刃具の急速な性能向上により、あるレベルの利用技術を保有していれば、韓国製のMCを使用してもかなりの精度の加工が可能である。例えば、型枠内への金

型ブロックの組込みも機械加工精度の向上で熟練技能が不必要となっている。ちなみに、「金型のみがき」も「離型を容易」にするためのものである<sup>(4)</sup>。

(2) 韓国では、プレス金型およびプラスチック（射出成形）金型のいずれにおいても「貨泉，大宇，統一などの国産 MC」を用いて加工していることが多い。日本製 MC の購入希望は強いものの，高額のために購入できないからである。しかし，プレス金型を生産している光山精工にみられるように，要求される精度が0.01mm レベルであれば，逆に，韓国製 MC で十分あり，韓国では，このようなレベルの金型の生産要求が多い。

(3) 中国，タイ，マレーシアでは，プラスチック金型が日本と比べてもかなり発達していて，その生産技術面からみた理由は次のとおりである。

- ① 欧米系の CAD/CAM および金型加工用 CNC 工作機械の発達。
- ② 比較的部品点数が少なく生産管理が容易。
- ③ 要求される部品精度が使用する工作機械の達成可能加工精度と同等。

(4) マレーシアでは，Professional Tools & Dies Sdn. Bhd の設備機械は評価に値し，品質管理もきちんとなされている。すなわち，3次元 CAD（Pro/Eng 製）2台，CNC ワイヤークット EDM（牧野，ソディック製）各1台，MC（マザック，牧野製）各1台，三次元測定機（Carl Zeiss 製，CMM C-400）1台などを設備して，家電用プラスチック金型，例えばパソコンのキーボードや携帯電話機の本体などを生産している。

(5) 中国大陸では，一般的に，使用している工作機械の達成加工精度が低いこともあって，仕上げ・組立で現合<sup>(5)</sup>していることが多く，しかも，例えばプラスチック射出成形では，「ばり」<sup>(6)</sup>が出る金型を使っている工場が多い。その一方，広州市にある広電林仕豪模具製造では，イタリア製の金型加工用新鋭工作機械と Pro E の最新 Version を保有して日本メーカーに供給できる

レベルのプラスチック金型を生産している。

## 第2節 韓国にみられる特徴

韓国の特徴である「財閥」系の大企業による戦略的な投資により金型産業が成長し、成功していると解釈される一方、大企業からスピアウトした技術者が中小企業の経営者となり、金型を生産するという、韓国の産業構造を革新する新しい潮流が現れていることが指摘できる。ただし、現代自動車のような大企業による下請けへの「コスト締め付け」は、日本と同様に厳しい。そのようななかで韓国の特徴を洗い出してみると次のようになる。

- ① 例えば、電子レンジの金型でも生活習慣の違いから日本のものに比べて2倍の大きさであり、このような大きな金型がアメリカやブラジルに輸出されている。ただし、加工精度は100分の1mmレベルであり、それほど高くはなく、金型の価格は、日本より10～20%安い程度である。そこで、大形の金型を短時間で加工できる、高速切削可能な金型加工用工作機械の需要が大きいと考えられる。
- ② 台湾のような水平分業までには至っていないが、多くの場合に熱処理を外注している。また、金型の品質管理については、今後解決すべき課題のひとつといえる。
- ③ 多くの場合に3次元CADを用いているが、その一方、金型生産時に「現合」が多い。これは、工程設計や作業設計に問題のあることを示唆している。

実地調査の際に観察された注目すべき事項を企業ごとに示しておこう。

### (1) 光山精工

製造現場には大学卒技術者2人を含む16人が配置され、洗濯機部品の順送

金型を生産している。設備としては、大宇重工製 MC、マニュアル操作のラジアルボール盤、EDM、研削盤などを保有し、粗加工のみを外注している。しかし、外注管理がよくないためか研削仕上げ面には前加工の痕が残っている。また、内製と思われる金型枠の研削加工面には砥石の暴れた痕<sup>(7)</sup>が認められるほかに、ラジアルボール盤による60mmのドリル穴加工では穴の仕上げがよくない。このように、加工技術は未成熟であり、大宇製 MC で実現可能な0.01mm レベルの加工精度の金型に対応できるレベルの能力と判断される。

## (2) 宇星精工

従業員35人で大形冷蔵庫部品に代表されるプラスチック射出成形金型を生産していて、1990年代後半から受注はすべて3次元 CAD 図面となっている。ただし、似たような金型でも必ず設計変更があるので、繰り返し注文はなく、「基本的には一個物生産」となっていて、それが「加工ノウハウの成熟化」の障害となっているようであり、事実、工場見学中に数多くの「現合」作業が目撃された。金型の要求精度は、普通のレベル<sup>(8)</sup>であり、貨泉機工の立形 MC 3 台 (1500万~2000万円/台、原価償却は8年)、大韓重機の NCEDM 2 台、マニュアル操作の Bridgeport 形フライス盤 4 台 (統一重工および貨泉機工製)などを設備している。なお、熱処理、ワイヤーEDM、ならびにみがき (1~5  $\mu$ mRmax<sup>(9)</sup>) は外注である。

## (3) Protech Korea

20人の従業員で年産200型 (120万円/型)を生産しており、乗用車のシート移動レールや大きな電子レンジのプレス金型 (1000mm × 600mm × 500mm)、ならびにプラスチック金型が代表的な製品である。要するに、電子レンジの「目につかない、見栄えの問題とならない部品」用金型を生産できる能力と表現でき、「きめ細かい金型作り」には、いま一歩である。工場現場では次のようなことが観察された。

- ① 大宇重工製 MC による加工では、「銅ハンマ使用による段取りや Thinning したドリルによる穴あけ」としっかりした技術がみられる。
- ② ただし、Thinning には差があり、なかには加工したボルト穴の入口が多角形状（びびり振動<sup>10</sup>痕）を呈しているものもある。
- ③ 金型の粗加工面は良くなく、前加工が仕上げ加工精度に影響することの理解が不十分のようである。
- ④ ガイドブロック<sup>11</sup>に「手で触れた跡が変色した」個所が散見される。

#### (4) 高麗精密

従業員は25人であり、プレス金型（ノートブックパソコンの液晶反射板〈精度5 $\mu$ m〉や冷蔵庫や洗濯機の部品〈精度0.02mm〉）を生産している。ソディック製のワイヤーEDMを除けば、設備機械は、貨泉機工製立形 MC や大宇重工製 MC などを主力として、すべて韓国製である。それにもかかわらず高い質の金型を生産しているのは、韓国日研のツーリングシステムを採用し、加工条件の設定が良好なことによると推測される。例えば、研削仕上げは非常に良い。ただし、搬送時に仕上がった金型に「引っかき傷」をつけるような品質管理上の問題がある。

### 第3節 台湾にみられる特徴

まず、台湾の生産技術の一般的な傾向を列挙すると次のようになる。

- ① 韓国に比較すると、少人数で「人海戦術的」（個人が資金と技術を持ち寄ってネットワークを形成）な水平分業を多用した生産態様である。また、下請けというより「2階層からなる横請け」が特徴的な様相であり、換言すれば、MC 1 台のみ、プレス機 1 台のみ、あるいは普通旋盤 2 台のみで生産活動に従事している町工場の集積体による金型の生産体制である。このような町工場の集積体は、樹林、三重、ならびに新莊に存在し、

これらの地域では、製品図面を入力として設計を行えば、「製造工程をすべて外注」でも金型を作れることになる。そして、この特徴的な様相を積極的に利用したのが、亜克翔捷公司である。

- ② 規模に関係なく、すべての企業が生産した金型を輸出している。例えば、従業員が5人の詮欣製模廠では、プラスチック製化粧品ケースや香水壺のキャップの射出成形金型を生産していて、その生産量の約30%を輸出している。ちなみに、この企業の設備は、EDM 2台、汎用旋盤、汎用フライス盤であり、MCで加工すべき場合には外注している。
- ③ 金型加工用工作機械に対する要求は、「価格」、「実現可能精度」、ならびに「耐久性」の3項目に集約されている。注目すべき点は、「重切削性能を重視」から「高速化・精度を重視」へ要求仕様が変わりつつあることで、また、ATCの装備に対する要求は少ない。ちなみに、MCの基本的な仕様に対する一般的な要求は次のとおりである。主軸回転数1万r.p.m.、切削送り速度10mm/min、ならびにNURBSによる高精度曲面加工機能付き。要するに、1990年代後半では、重切削重視から高精度・高速化重視という金型の生産方法への転換過渡期と解釈される。したがって、これにともなって日本製のMCの購入希望も強いが、価格が台湾製の2～2.5倍もするので、資金面の制約から台湾製を設備する結果となっている。

ここで、実地調査の際に観察された注目すべき事項を企業ごとに次に示しておこう。

#### (1) 亜克翔捷公司

三重市に位置している企業であり、携帯電話、テレビの小物部品の射出成形金型を主力製品とする典型的な台湾の金型企業と見なせる。主な設備は、光造形機であり、顧客から提供される3次元CAD部品図面をチェックして間違いのないことを確認した後に金型図面を作成している。このように、設

計業務のみで製造現場は有していない。これは、30人の従業員がすべて金型技術者兼タスクブローカーで、受注と購買を行うのみで、製造は請負制で行っているからである。ちなみに、下請け100社を世界規模で管理していて、台湾から製造指示を出して、寝ている間に地球の反対側で加工を行う生産態様を採用している。なお、孫請けは500社もあるほかに、別に三重市周辺に800社の下請け企業を抱えている。日本のアークの傘下となつてからは、まずアークが受注して、そこから台湾へ分配する方式を採用している。

### (2) 辰陽鋼鉄

コンピュータのマグネシウム合金製部品用金型を主として生産していて、設計・製造プロセスのうち、熱処理と粗加工を外注している。また、顧客からの部品図面は、80%くらいがインターネット送信やディスクの形で供与され、2次元CADが多い。

### (3) 介穩模具

従業員9人で自動車のアルミダイカスト部品用金型（精度は $\pm 0.05\text{mm}$ ）を生産している。受注はインターネットで行われ、図面はCADデータ（70%は2次元、残りは3次元）で供与されている。設備機械は、MC、フライス盤、研削盤、ならびにEDMであり、ワイヤーカットEDMおよび熱処理は外注である。なお、現在のMCは、最高回転数が6000r.p.m.であるので、増速アタッチメントを用いて2万r.p.m.の主軸回転数として加工に用いている。

### (4) 鴻松精密科技

Hauser社製治具研削盤20台、Rapid Prototyping装置などを含めて一流の生産設備を導入し、精度が $\pm 0.002\text{mm}$ クラスのスタンピング用金型を生産している。その一方、ケーブルやコネクター用の一般的な金型は、コスト低減のため2000年から中国大陸に進出して生産している。あえて苦言を呈すれば、経験年数5年の組立工でも次のように「草の根的な技量」に欠けている。

- ① 金型の小片部品の「やすりがけ」で「組み込み側から直角ではなく、適当にやすりがけ」を行っている。
- ② 油砥石を静置して、その上で小片を滑らして砥石がけ<sup>12)</sup>。
- ③ 本来は先細として打音を聞きやすくすべき銅合金製の突き棒の先端が、いわゆる「象の足」状につぶれている。

#### (5) 台精科技

新竹科学工業団地内に位置し、情報機器のコネクターやフロッピーディスクのケースなどのプラスチック（射出成形用）金型を生産している。これは、難しい小物の組み合わせ金型であり、順徳と同様に、評価に値するものである。組み合わせられる小片の精度は、0.001mmであり、そこには日本の三晶技研と合資をしていることの影響が次のように大きく現れている。

- ① 工程表も同時に書き込んだ部品図面は、非常に高レベルのものである。
- ② 組み合わせ小片を研削するために用いている電磁チャック用治具は簡単ではあるが、よく工夫されたもので、また、電磁チャックには冷却水を通してある。ただし、小片を研削加工後に油砥石でなめた痕を観察すると「多少の曇り」が存在していて、精密研削技術には改良の余地がある。
- ③ ねじ下ぎりの表を現場に掲示してあり、例えばM10の並目ねじで8.6mmである。このねじ下ぎりの寸法から判断すると、締結時のねじ山の変形を考慮して、「ねじをスタップ状」としてあり、精密金型の生産への細かい配慮がなされている。

## 結 論

以上のような状況を眺めると、以下に述べるような更なる研究課題を示唆できる。すなわち、金型産業は装置産業という前提を踏まえた「金型産業の

国内空洞化への適切な対処策の策定」。現状は、人件費の格差に目が向きすぎていて、技術面からの冷静な判断に欠けている嫌いが強い。「金型産業は装置産業である」ということを前提として、前述のようなアジア諸国の金型生産技術の特徴を分析すると、そこには自ずから日本の金型産業が生残りを期待できる領域が浮かび上がってくる。すなわち、(1)高速・高精度金型加工用工作機械を効果的に利用できる、蓄積されたノウハウや、(2)層の厚い熟練金型技能者の存在など、設備や装置を購入したのみでは入手できない技術、技能を活かした「生き残り策」の模索である。要するに、「同等の最先端の設計・製造設備を有するとの前提条件のもとで、いかに韓国、台湾と差別化した金型を生産するか」を模索せねばならない。

ここで、参考までに私見を述べると、日本の中小金型企業が国内、外で生存するためには、「異業種協力による製品および技術の革新能力」の具備は当然として、当面のところ「高付加価値な金型」を生産すべきであろう。しかし、「高付加価値な金型」と一言で表現しても、これでは単なる話にとどまり、今後の議論の手助けにはならない。そこで、以下には具体的な金型を示しておこう。

- (1) 「多機能集積部品」用の金型。これは、多数の機能を一つの部品に集積した、いわゆる「多機能集積部品」用の金型である。一般的に、「一つの部品に一つの機能」という「単一機能部品」用の金型は、設備依存性の強い技術で生産されるほかに、技術の習得や技術移転などが容易である。したがって、アジア諸国でも日本と同等の品質の金型が生産でき、当然のごとく厳しいコスト競争に陥り、国内空洞化が起きる。さて、ここで具体的に述べると、多機能集積部品用の金型は、「ボトル缶のねじキャップ部」(ネックリング部)や「ビール缶の非対称形状プルトップ」に代表される。前者は、「ねじ止めと液体の封止という二つの機能」、また、後者は、「液体の封止、開けやすさ、ならびに安全性の確保という三つの機能」を有している。このような、多数の要求機能を一つに好適にまとめあげるような金型は、アジア諸国では、生産が難しい。

- (2) 差別化製品用の金型。これは、非球面ガラスレンズ成形用の金型に代表されるもので、情報機器部品をはじめ、医療機器部品や LSI 関連部品に数多くの成功例をみることができる。これら金型は、金型の利用技術も含めて、各企業が自己革新により、自社の得意なところを強化して他社との差別化を図ったものと解釈できる。具体的には、「多品種少量生産へ対応できるインサート成形」、「テープカセットのような二色成形」、「良い触感覚と見栄えの良い白色を有するピアノの鍵盤」用金型の生産などを行っている企業が、日本国内で生き延びている。
- (3) 特殊加工能力を要する金型。これの最も代表的な例は、ランナーのみがきに熟練を要する、「IC のプラスチック封止」金型である。

[注] \_\_\_\_\_

- (1) 治工具：工作機械で部品を加工する際には、部品を工作機械の該当する部分、例えばテーブルに固定する必要がある（「段取り作業」と呼ばれる）。この際に、部品を正しい位置に正しい姿勢で強固に取り付ける必要があり、この作業に用いられる「取付け具」（T 溝ナット、豆ジャッキ、馬蹄形クランプなど）や「作業工具」（スパナ、ハンマーなど）などを「治工具」と総称する。また、取付け具のうち、とくに精度の高い加工に用いられるものを、「治具」と別称する。治具の代表例としては、現場用語で「ヤトイ」と呼ばれるものがあり、 $\mu\text{m}$  オーダの精度の加工をするのに用いられる。
- (2) 良い金型：「もの作り」は、すべて定量化された物理量や化学量に基づいて行われているわけではなく、しばしば「良い金型」のような、感覚的な表現（あいまい量とも呼ばれる）を用いて行われたり、評価されたりしている。「良い金型」とは、状況により異なるが、精度的に高度なもの、見栄えが良いもの、みがき加工が優れているものなど、その金型分野で一流と目される金型と同等か、それ以上の金型を指す。
- (3) 切上げ加工で寸法を追い込んだ直角度 1 秒以下：加工された部品の二つの面が交わる場所は、多くの場合に直角であることが要求されるが、現在の加工技術では「完全な直角」を創出できない。そこで、「直角（90度）からの偏り」を「直角度」という評価因子で表現するが、一般的な部品では、「要求される直角度は、最も厳しい場合で 5 秒」くらいである。すなわち、90度に対して 5 秒ほど傾いている状態である。「切上げ加工」については、注(5)を参照のこと。

- (4) 金型のみがき：機械加工のみで金型を製造できれば、コスト削減に大きく寄与できる。しかし、多様な要望に応える金型を製造するためには、例えば、以下に示すように、多くの場合に「人手によるみがき」を行う必要がある。すなわち、一言で「みがき」と称しても、色々なレベルがある。
- ① 機械加工の精度が悪く、そのままでは金型として使用できないために、加工精度を改善するために「みがき」を行う。
  - ② 金型としては容認できる状態ではあるが、成形された部品を金型から取り出しやすい、すなわち「離型しやすい」ように、「みがき」を行う。
  - ③ 「缶ビールのプルトップ加工用」に代表されるような、高い付加価値がある金型の製造で用いられる「みがき」。この場合には、「トップクラスの熟練工によるみがき」が必要、不可欠となる。
- (5) 現合：もの作りでは、部品図のとおり部品を製作して、それらを組み立てれば製品になることが望ましい。しかし、実際には、作成した部品の形状や寸法に狂いがあり、部品を組み合わせたときに不都合が生じたり、うまく組み立てられないことがある。その際に、一応組み立てたものに対して狂いの原因を調べて、例えば寸法誤差を測定した後に、組み立てたものを分解し、部品の該当部分を削正する作業（切上げ加工）を行う。これを「現合」、「現物合せ」などと称する。一般的に、「部品加工技術が未熟であると現合が多くなり、組立コストの増加を招く」。
- (6) ばり：射出成形では、二つに分割された金型を型締めして一体化した後に、溶けたプラスチックを金型内に流し込んで製品を成形する。この際に、型締めが不十分であったり、金型の合せ面の加工が不適切であると、金型の合せ面から溶けたプラスチックがしみ出して製品に筋状の小さな突起や薄いせんべい状のものが付くことがある。これを「ばり」と称し、製品としては不要のものであるから、一般的には作業者が手作業で除去する。機械加工の場合にも同じく「ばり」と呼ばれるものが、加工された部品の端面に「小さな突起、あるいは毛髪状」に生じ、これの除去は非常に厄介な問題である。「ばり」は、部品を取り扱う作業者の手や指を傷つけることが多いほかに、部品を組み合わせたときに組立精度を低下させる原因となる。そこで、「ばりテクノロジー」と称する一分野が体系化されている。
- (7) 砥石の暴れた痕：砥石車を用いて部品の表面を美しく仕上げる研削加工の際に、部品の仕上げ面に見られる不規則な、断続する「縞模様」のことであり、部品の仕上げ面としては不適當であるし、また、砥石車の管理が不適切なことを意味する。砥石車が、正常な刃物としての機能・性能の状態（砥石の切れ味が良い」と表現する）ならば、生じないが、長く使用して「切れ味が落ちると、砥石車が加工中の部品の表面で正常に不要部分を削り取る一方、ときどき飛び跳ねるようになって発生する。

- (8) 普通のレベル：「良い金型」と同様に、あいまいな表現の属性であり、特段の技術力や技能をもたなくとも、誰でも実現できる精度のレベル。ひとつの指標は、日本工業規格（JIS）に規定されている「切削加工の普通寸法差」（JISB0405）レベルの精度。
- (9) Rmax：加工物の表面品位を定量的に評価する指標のひとつで「表面粗さ」と呼ばれる。工作機械を用いて部品を加工すると、現在利用できる技術では、表面に微細な凹凸が残り、この凹凸のうちで短い周期で繰り返されるものの最大の高さ。なお、長周期で繰り返される凹凸は、「うねり」と呼ばれる。
- (10) びびり振動：工作機械で部品を加工中に、加工状態が不安定となり、甲高い音が発生したり、大きな振動が生じる現象。びびり振動が発生すると、加工された部品の表面に、本来得られる「仕上げ面の凹凸」以上に大きい、ある規則に従った細かな凹凸が形成されて、加工物の表面品位を大きく低下させるので、機械加工ではびびり振動の発生は避けねばならない。ちなみに、ドリルによる穴明け加工では「丸い穴」を加工すべきであるのに、びびり振動が発生すると穴の入口が奇数からなる多角形状を呈するようになり、好ましくない。なお、びびり振動を積極的に発生させて、刃物（切削工具）を振動させると、短い繊維状の切屑が形成されるが、この切屑をコンクリートに混ぜて補強材とすることも行われている。
- (11) ガイドブロック：金型を収納する型枠の別名。
- (12) 油砥石を静置して、その上で小片を滑らして砥石がけ：組み合わせ金型では、金型枠内へ色々な形状・寸法の小片を組み込むが、その際には小片の寸法や形状を微妙に調整する必要が生じることがある。このような調整は、熟練した作業者（組立工）の技量に頼って行われることが多く、それは作業者が油砥石を用いて小片を非常にわずかに削り取る（ $\mu\text{m}$ 以下の量）ことによってなされる。この場合、作業者が砥石を手を持ち、小片を固定して行う方法とその逆の方法があり、見かけは同じであるが、熟練技能として評価する際には、この二つには大きな違いがある。すなわち、作業者の個性にもよるが、一般的には「作業者が削り取る量を正確に調整できるように、微妙な力の加え方を制御しやすいように砥石を動かすこと」が常識である。なお、油砥石とは、家庭で包丁を研ぐときに少量の水をたらして使う砥石より数段ときめの細かい砥石であり、使用するときには油を加える。自然石である「アルカンス砥石」が代表的である。