

新幹線からアルミ製チェロまで広がる打ち出し加工技術

株式会社山下工業所 専務取締役 山下 竜登

1. はじめに

新幹線の先頭構体、いわゆる「顔」の部分（写真1）は、高速運行ならびに振動騒音の低減などを目的として微妙なカーブの金属板で構成されている。

この優美かつ複雑な形状の先頭構体の製造を、裏方で支えてきた打ち出し加工技術について説明する。

2. 打ち出し加工

打ち出し加工は、「叩きだし」ともいわれ、



写真1 新幹線の先頭構体



写真2 打ち出し成形中の技能者

金属板（厚さ1mm～6mm程度までの薄板）を技能者がハンドハンマーなどで叩いて伸縮させ、微妙で複雑な流線型曲面などの立体形状をつくり出す金属板成形の技法である。

材料は熱せず常温のまま成形するのが今日では一般的で、加熱した状態の材料を叩いて成形する技法は「火造り（ひづくり）」と呼ばれ、生産現場では、打ち出しとは明確に区別される。写真2に打ち出し成形中の技能者を示す。

実務上、打ち出し技能者は、板の成形だけにとどまらず、成形された複数の板の溶接接合、溶接により発生する歪の除去（＝歪取り）、打痕や溶接ビードの除去といった表面仕上げまでの範囲を担当する。

3. 特長及び他の金属板成形法との違い

個々の成形品用の専用金型を必要としないところに最大の特長がある。また、成形品のサイズは、10メートルを越える先頭構体から数十センチ四方に収まる程度のカバー類、数センチ程度の小さな部品まで多岐に渡る。写真3と4は、



写真3, 4 打ち出しによる中小部品例

新幹線で使用される中小サイズの部品の例である。

打ち出しは、プレス成形と違い、単品もしくは数個から多くても百個程度までの極少量品向きの成形法であり、自動車や家電製品のように数百個から数十万個を前提とする大量生産品の製造には向かない（大量生産には専用金型を用いたプレス成形の方が格段に優れる）。

4. 使用工具・機械

打ち出し成形に使用する主な工具・機械を表1に示す。

金属板を叩くための、鉄床（かなどこ。金属板を置く鉄製の台）、あて板（あてばん）
ハンドハンマー（金属、ゴム、木製等）、成形加工機

表1 打ち出し成形 工具・機械

あて板は、金属板の裏側に片手であてがって使用。成形加工機は、技能者の負担軽減のために導入された機械で、ハンドハンマーの代わりとなって金属板を叩く上下運動するハンマーを持ち、大まかな曲げや前面ガラスの窓枠カバーのような長細い部品の成形に使用する。

細かく微妙な調整や歪の除去にはハンドハンマーを用いる。あて板、ハンドハンマー、成形加工機および前面ガラスの窓枠カバーの例を写



写真5 あて板



写真6 ハンマー



写真7 成形加工機



写真8 窓枠カバー(※)

※三次元立体曲げ（端面が直角～鈍角への異形曲げ）

真5～8に示す。

5. 作業のながれと所要日数

打ち出し成形に不可欠となる線図の作成から表面仕上げまでの作業のながれを表2に示す。

工 程	
①	線図作成（曲面形状の輪切り断面図）
②	板材切断（治具、型板、製品用の板や骨組）
③	治具や骨組の溶接組立
④	打ち出し成形（成形加工機、ハンドハンマー）
⑤	板の溶接と歪取り
⑥	表面仕上げ

表2 打ち出しの作業工程

作業のながれは、成形品のサイズの大小に関係なく、先頭構体から小さな部品まで基本的に同じである。

工程②と③にある治具と型板は主に打ち出し途上での精度確認用の補助具として使い、価格面から、通常、鉄で製作する。写真9、10に運転室で使用するカバー用治具の例ならびにCAD図を示す。

先頭構体の外板のように、骨組に溶接する成形品の打ち出しの場合、骨組に合わせて精度を確認するのが一般的であり、通常、治具は不要である。骨組の例を写真11に示す。



写真9 治具の例

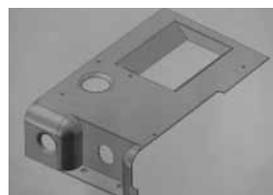


写真10 CAD図



写真11 骨組の例（格子状の部分）

打ち出し成形から表面仕上げまで（表2中の④～⑥の工程）の所要時間は、成形品の大きさや形状の複雑さ、材質、担当する技能者の数と力量などに影響され、成形品により大きく異なる。表3に弊社打ち出し加工部門での所要時間の例を示す。

成形品	所要時間
先頭構体外板（新幹線）	二週間
先頭構体外板 （在来線特急電車やモノレール）	一週間
計器盤の本体およびカバー	数十分から 数十時間

表3 打ち出し所要時間の例

6. 打ち出し成形の材料

使用実績のある主な金属板の材質を表4に示す。軽量化が進められた結果、高速車両部品の多くはアルミ製となっており、現状打ち出し成形品もアルミが大半を占める。

軟鉄SS400, ステンレス (SUS304), アルミ (A5052, A5083), アルミ合金 (ジュラルミン), 銅
--

表4 打ち出しで実績のある材料

成形対象となる金属板の厚さの目安を表5に示す。

部 品	板厚 (mm)
先頭構体の外板	2.0~6.0
運転室の内張り(天井や側壁を構成)	1.0~1.6
窓枠や窓の支柱のカバー	
計器盤の本体ならびにカバー	

表5 打ち出し対象品の板厚の目安

運転室の内張りは、骨組を挟んで、外板と相似形の曲面をなすが、外板に比べ大幅に薄い板で構成される。

材料は4×8（しはち）、5×10（ごとう）といった標準定形サイズの板から、シャーリング（せん断）やレーザー切断により切り出すのが一般的である。切り出しの際の材料取りのサイズは、1メートル四方程度が一応の目安となる

が、大きなものでは長辺が2メートルを超え、小さなものでは5センチメートル以下のものもある。

7. 打ち出し適用分野（鉄道車両部品）

新幹線や在来線特急電車、モノレール、路面電車などの試作車および量産車、リニアモーターカー実験車両などに適用されている。製造実績のある主な部品は表6のとおりである。

車両 構体	先頭構体の外板、窓枠、窓枠と支柱のカバー
	光導管、前照灯および標識灯
	運転室の天井や側壁および付属品
	排障器（はいしょうき。バンパー）
	パンタグラフや電極用のカバー
	各種のダクト
機器	計器盤の本体およびカバー

表6 打ち出し適用分野（鉄道車両部品）

8. 打ち出し適用分野（鉄道車両部品以外）

自動車の試作車やレストア、小型船舶の構体や室内部品、建築物の内外装、開発・試作用の装置機器の筐体やカバー、意匠上のアクセントをつけるために曲面形状をもたせたカバー、ロケットの噴射口、樹脂成型用大型曲面治具など、単品もしくは極少量生産の金属製品に適用例がある。甲冑などの工芸品、美術品にも用いられている。

工芸品に近い成型品の例として、日本科学未



写真12 銅製花瓶



写真13 アルミ製チェロ

来館で開催の経済産業省主催「美・技・感性ものづくり展」に出展された、銅製の花瓶（銅平板より打ち出し）、新幹線と同じアルミ合金製のチェロ（Andrea Amati作の現存最古のチェロのレプリカ）の写真を示す（写真12, 13）。チェロの演奏はホームページ（www.yamashita-koogyosho.com）で公開されている。

なお、アルミ製チェロは、宇部工業高校・藤井博明校長、徳山商工高校・伊藤健司校長の発案により、昨年秋の全国工業高等学校校長会山口大会にて展示、演奏された。本稿の掲載は、前述の両校長、大宮工業高校・田中正一校長をはじめ同大会の主催者・参加者の皆様方のお力により実現したことを感謝の心を込めて記させていただきます。

9. 山下工業所について

山下工業所（株式会社山下工業所。本社：山口県下松市）は、東海道新幹線開業にあわせ、新幹線電車の先頭構体を製造する会社として1963年9月に創業した板金加工会社である。

日立グループの車両生産拠点である日立製作所笠戸事業所（山口県下松市）の認定協力工場として、先頭構体をはじめ運転室内部品や計器盤などの鉄道車両部品を製造しており、同事業所へ納入の新幹線先頭構体に限っても20車種330両を超える製造実績をもつ。鉄道車両部品の製造経験を生かし、半導体製造装置向けなどの精密板金部品や大小様々な形状の治具の製造も手がけている。

当社は、経済産業省中小企業庁より「元気なもの作り中小企業300社」に選定され、打ち出し加工部門の技能者7名は第2回ものづくり日本大賞・製造生産プロセス部門の経済産業大臣特別賞を受賞。また、下松市産業技術振興表彰、山口県知事・優秀技能者章、文部科学大臣・創意工夫功労者賞や中央職業能力開発協会・高度熟練技能者、厚生労働大臣・卓越技能章（現代の名工）などの受章者を多数輩出してきた。

10. 工場見学・「打ち出し加工」体験

技を引き継ぐ若い人材の確保を目的として、技能紹介のためのマスコミ取材、学生・教育関係者、企業関係者などからの工場見学や「打ち出し」体験希望を随時受け付けている。興味をお持ちの方は是非お気軽にご連絡ください。

Eメール：info@odeko.co.jp

電話：0833-41-3333 FAX：0833-43-6914

本稿はNGTコーポレーション刊『最新機械機器要素技術』『新幹線先頭の打ち出し加工技術』に加筆しました。



写真14 日本無線協会の皆様



写真15 下関鉄道少年団の皆様



写真16 JR西日本 下関車両所の皆様