

新幹線の顔をつくり出す打ち出し加工技術*

3D Sheet Metal Forming for Shinkansen Face Production

山下 竜登¹⁾
Tatsuto Yamashita

Streamline faces of Japanese Shinkansen bullet trains have been made with hand-hammering by sheet metal craftsmen. The skill is called "uchidashi-bankin" or 3D sheet metal forming. It has been regarded as one of the most suitable sheet metal forming methods for very small quantity production such as Shinkansen faces. Metal violins and cellos, which have elegant streamline curves, made of aluminum or magnesium alloys, have been made in the hope that awareness of the metal-hammering-skill would be improved amongst the young generations. This article is a brief overview of the "uchidashi-bankin", 3D sheet metal forming method.

Key Words : (Standardized) Other Means of Mobility, Rail (Free) Shinkansen, Craftsman, Metal forming, Aluminum, Magnesium [F3]

1 はじめに

新幹線の先頭構体、いわゆる「顔」の部分(図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、「叩き出し」ともいわれ、金属板(厚さ1~6mm程度までの薄板)を技能者がハンドハンマ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。図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みの除去(=歪み取り)、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

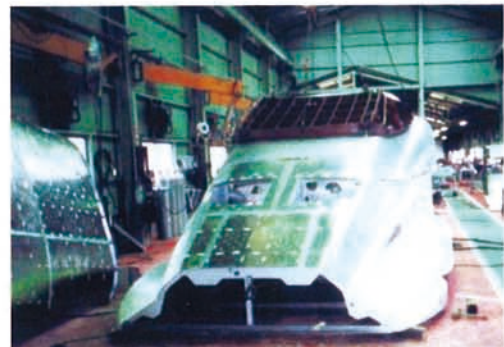


図1 新幹線の先頭構体



図2 打ち出し成形中の技能者

* 2011年7月27日受付

1) 株式会社 山下工業所 本社
(744-0002 下松市東海岸通り1-27)
E-mail: t.yamashita@odeko.co.jp

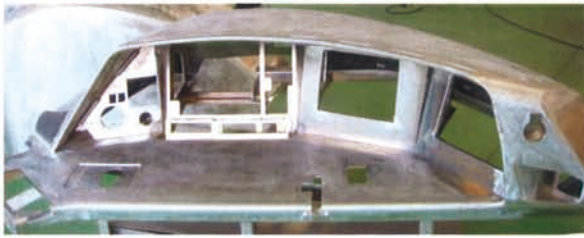


図3 計器盤

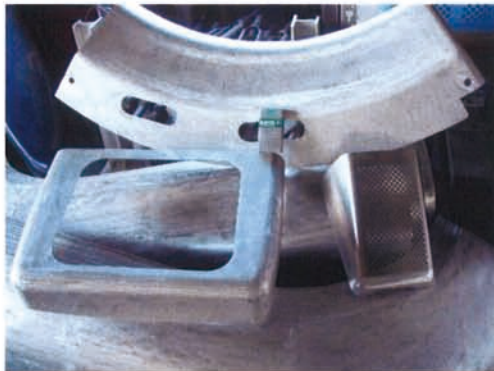


図4 運転室部品



図5 運転室部品

大の特長がある。また、成形品のサイズは、10 mを超える先頭構体から2 m四方に収まる程度の計器盤、数十cm程度のカバー類、数cm程度の小さな部品まで多岐にわたる。図3～図5は、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100個程度までの極少量品向けの成形法である。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ほうが格段に優れる)。

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。

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

表1 打ち出し成形 工具・機械

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(金属、ゴム、木製など)
成形加工機



図6 あて板



図7 ハンマ



図8 成形加工機

で、ハンドハンマの代わりとなって金属板を叩く上下運動するハンマをもち、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みの除去にはハンドハンマを用いる。

あて板、ハンドハンマ、成形加工機及び前面ガラスの窓枠カバーの例を写真に示す(図6～図9)。



図9 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)

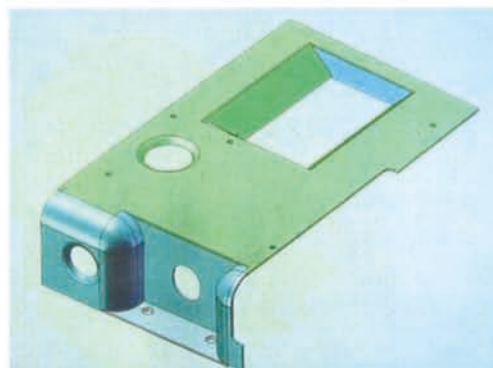


図11 CAD図

表2 打ち出しの作業工程

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)
⑤	板の溶接と歪み取り
⑥	表面仕上げ



図10 治具の例



図12 骨組の例(格子状の部分)

表3 打ち出し所要時間の例

成形品	所要時間
先頭構体外板(新幹線)	2週間
先頭構体外板(在来線特急電車やモノレール)	1週間
計器盤本体及びカバー	数十分から数十時間

表4 打ち出しで実績のある材料

軟鉄	SS400
ステンレス	SUS304
アルミ合金	A5052, A5083, A2024
マグネシウム合金	AZ31
銅	

5 作業の流れと所要日数

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流れを表2に示す。

作業の流れは、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。図10、図11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。骨組の例を図12に示す。

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目安を示す。

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。

成形対象となる金属板の厚さの目安を表5に示す。運転室の内張りには、骨組をはさんで、外板と相似形の

表5 打ち出し対象品の板厚の目安

部品	板厚(mm)
先頭構体の外板	2.0~6.0
運転室の内張(運転室を構成する天井や側壁など)	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6 打ち出し適用分野(鉄道車両部品)

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、前照灯及び標識灯
	運転室の天井や側壁及び付属品
	排障器(はいしょうき、パンバ)
	パンタグラフや電極用のカバー
	各種のダクト
機器	計器盤の本体及びカバー



図13 アルミ合金製チェロ

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、1m四方程度が一応の目安となるが、大きなものでは長辺が2mを超え、小さなものでは5cm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及び量産車、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の通りである。

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金型など、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、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)の写真ならびにマグネシウム合金製のバイオリン(Antonio Stradivari 作 Le Messie のレプリカ)の写真を示す(図13、図14)。

これらのチェロとバイオリンは、打ち出し加工技術の



図14 マグネシウム合金製バイオリン

知名度向上のために製作されたもので、展示会や式典、学校での講演などで展示、演奏されている。

演奏は山下工業所のホームページ(www.yamashita-kogyosho.com)で公開されている。

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合わせ、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の板金加工を手がけており、新幹線については0系から最新のE5系まで23車種350両を超える製造実績がある(日立製作所笠戸事業所納入の先頭構体のみ集計)。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



図 15 下関鉄道少年団の皆様



図 17 日本塑性加工学会西日本若手交流会の皆様



図 16 JR 西日本下関車両所の皆様

付けている(図 15~図 17)、興味をおもちの方はぜひ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 2008 年刊行の「最新機械機器要素技術」の第 5 章第 2 節 2.6「新幹線先頭の打ち出し加工技術」の原稿を更新加筆したものです。

フェース

当記事の掲載は、昨年横浜で開催されたアルミ国際学会(ICAA12)でのアルミチェロ演奏の報道をご覧になった関西支部、栗原企画委員長のご厚意によります。アルミチェロ、マグネバイオリンに続き、マグネリチウムビオラの製作を予定しており、会社が存続する限り、改良を続けてゆきます。ご期待ください。ヨーヨー・マさんへの献上を当面の目標に据え、音色改善を図っています。ヨーヨー・マさんのお知り合いの方がおられましたら、ご連絡いただけますと幸いです。



山下竜登

精密板金部品や大小さまざまな形状の治具も製造している。

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、厚生労働大臣・卓越技能章(現代の名工)や旭日双光章、黄綬褒章などの受章者を生んでいる。

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