

ISBN 978-4-947684-75-2

第74回 レーザ加工学会講演論文集

主催 レーザ加工学会

Proceedings of the 74st Laser Materials Processing Conference

平成22年12月6日, 7日



レーザ加工学会
Japan Laser Processing Society

社団法人 高温学会

【特別講演】

ステンレス製フィギュア製造におけるレーザー加工の応用

Animation star figure made of SUS plate by Laser micromachining technology.

太田 勝久*, 岸本 正**, 三須 直志***

*大田産業株式会社

(〒675-1112 兵庫県加古郡稲美町六分一 1355-1)

**兵庫県立工業技術センター ものづくり開発部

(〒654-0037 神戸市須磨区行平町 3-1-12)

***千葉工業大学・工学部 機械サイエンス学科

(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1)

Katsuhisa OHTA*, Tadashi KISHIMOTO**, Tadashi MISU***

*OHTA INDUSTRIES Co.Ltd

(1355-1 Rokubuiti, Inami-Cho, kako-gun, Hyogo 675-1112, Japan)

E-mail: ohta@ohtasan.co.jp

**Product Innovation Department Hyogo Prefectural Institute of Technology

(3-1-12 Yukihira-Cho, Suma-Ku, Kobe, Hyogo 654-0037, Japan)

***Dept. of Mechanical Science and Eng., Fac. of Eng. Chiba Institute of Technology

(17-1 Tsudanuma 2-Chome, Narashino, Chiba 275-0016 Japan)

ロボット産業における形状のヒューマノイド化や産業機械においてもそのデザイン性を重視されているのが現状で、より複雑な形状をもつ金属製品が必要とされている。この要求に対応するため、ステンレス板の塑性加工の可能性を追求し、なだらかな曲線を持った人間に近い形状を再現できるかを、身近なアニメフィギュアを題材とし、レーザー加工技術を用いて検証した過程での、レーザーフォーミング技術の成果と課題を紹介する。

Key words: laser, forming, bending, stainless steel, figure

1. 緒言

ロボット産業における形状のヒューマノイド化や産業機械においてもそのデザイン性を重視されているのが現状で、より複雑な形状をもつ金属製品が必要とされている。

3Dの曲線を含む形状の金属製品を少量生産や試作する場合に於いては、マシニング等切削機械による加工、または職人技での作業に拠る加工でしか製作できなくなり、製作期間が長期化し、結果的には高コストとなっている。

国際的な競争力をつけるために、開発期間の短縮が求められ短期間の試作品の製作が必要とされている。

そこで、兵庫県立工業技術センターからの技術移転で研究を続けていたレーザーフォーミングの技術を用いて、なだらかな曲線を持つ造形が可能になることに着目し検証を行った。

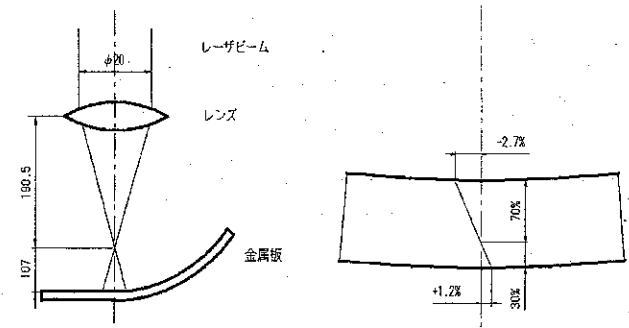
造形する形状は身近なアニメキャラクターとした。

2. 基礎的な研究

レーザーフォーミングの研究の初期段階としては、板材を大きい半径でL字型に曲げる検証を行った。

プレス曲げよりも加工時間を短くし、より精度を上げる手段としてレーザーフォーミングを適用することを目的とし、そのためレーザーの出力は、常に最大出力に近くし、加工速度による違いを検証の主とし、研究開始時点から材料に与える熱影響を考慮し、レーザー光照射裏側の酸化膜の状況を観察していた。

これは結果的にレーザーフォーミングの曲がる方向を常に一定とし、形状を成型した際の検証を容易にすることとなった。



曲げ加工技術 (縮み)

金属板の変形率 (縮み)

(SUS304 13, レーザ出力: 1500W, 加工速度: 2000cm/min)

図 1 塑性変形率

図1に示す変形率は、レーザーフォーミングとプレス曲げともほぼ同じ数値となっており、展開図作成時には有効である。

研究を進めていくとプレス曲げ加工で成型できる形状は、レーザーフォーミングでもできるが、時間(コスト)は多く必要とし、プレス曲げ加工で成型できない形状は、歪の発生が多く製品として使用できないことがわかってきた。

3. オブジェの製作

レーザーフォーミングが産業用部品への適用が進まないで、デザイン性を重視した製品への利用を考え、オブジェを製作することとし、その形状をレーシングカー(F1)の先端部分(フロントノーズ)とした。

曲げ加工部分は全てレーザーフォーミングで加工している。

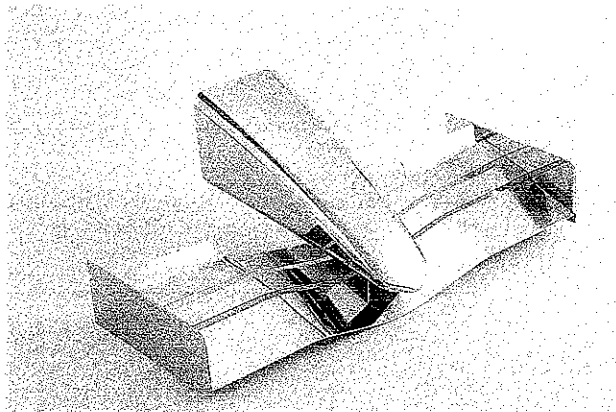


図2 レーシングカーフロントノーズ型オブジェ

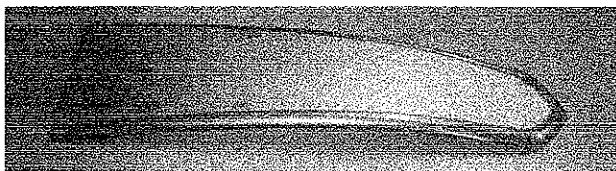


図3 パーツ

図2の製品は優秀板金技能フェアで入賞するなど外部からの評価もいただいた。

図3はレーザーフォーミングで加工した図2の上面に使用されているパーツである。

図2の上面、下面、側面の接する角の4箇所はパーツごとに45°まで曲げられて、溶接されている。

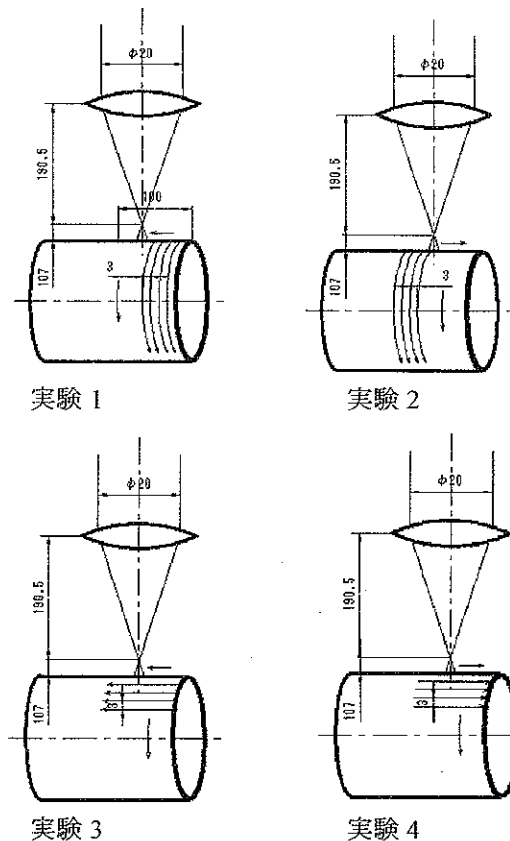
レーザーフォーミングで45°以上曲げると不規則な歪が発生してしまう事に併せ、溶接時の歪を考慮しこの様な構成とした。

4.3D 曲げ加工への研究

レーザーフォーミングによる3D加工へのメカニズムを検証するために固溶化熱処理を行った SUS304

製のパイプを用いた研究を行った。

パイプは、直径216.3mm、板厚3.0mmを使用した。



塑性変形率

実験番号	1	2	3	4
軸方向(%)	-0.59	-0.93	-0.63	-0.88
円周方向(%)	-0.37	-0.30	-0.28	-0.37

図4 ステンレスパイプ実験結果

これまでの実験の中で中華鍋またはタンクに使用される鏡板の形状をレーザーフォーミングで再現しようとしていたが、ある一定の形状(図3の様に外周は起き上がってきたあたり)まで成型できたところで、曲げ角度には変化が無くなり歪が発生する現象が確認できていた。

板材を加工した場合に変形率を正確に測ることは容易ではなく、数値として比較することが難しい。

そこで、レーザーフォーミング時のレーザー加熱の軌跡の違いによる変形率を、数値として検証するために、図4の実験を行った。

円筒形のような、どの方向にも均一な形状においても変形しており、レーザー光の軌跡を変えることにより3D曲げ形状の加工ができる可能性を確認できた。

5.ステンレス製フィギュアの製作

5.1 概要

2009 年まで断続的に実験を続けていたが商品化できる様な製品や産業用機械部品にレーザーフォーミングを適応させるところまでは至っておらずそこへリーマンショックをきっかけとする不況により、売上が激減するという状況に陥ってしまった。

図 2 レーシングカーフロントノーズ型オブジェやそれ以前にプレス加工で製作したステンレス製サッカーボールなどが宣伝になり、新規の顧客開拓ができたことを思いだし、レーザーフォーミングを利用したステンレスでアニメキャラクターのフィギュアの製作することとした。

著作権を管理する企業に正式に申し入れを行い、製作の許諾を頂き製作を開始した。

今回製作したステンレス製フィギュアの曲げ加工を全てレーザーフォーミングで行ったわけではなく、一般的な板金の曲げ加工機（油圧式プレス加工機）で加工された部分もある。

構成されているパーツは 200 点にもおよびその多くが再現可能なように、CAD でデータ作成後、レーザー加工機で切断されている。

図 5 のステンレス製フィギュアはその完成度を著作権を管理する企業にも認めていただき、新作映画公開時にはキャンペーンにも使用していただいた。

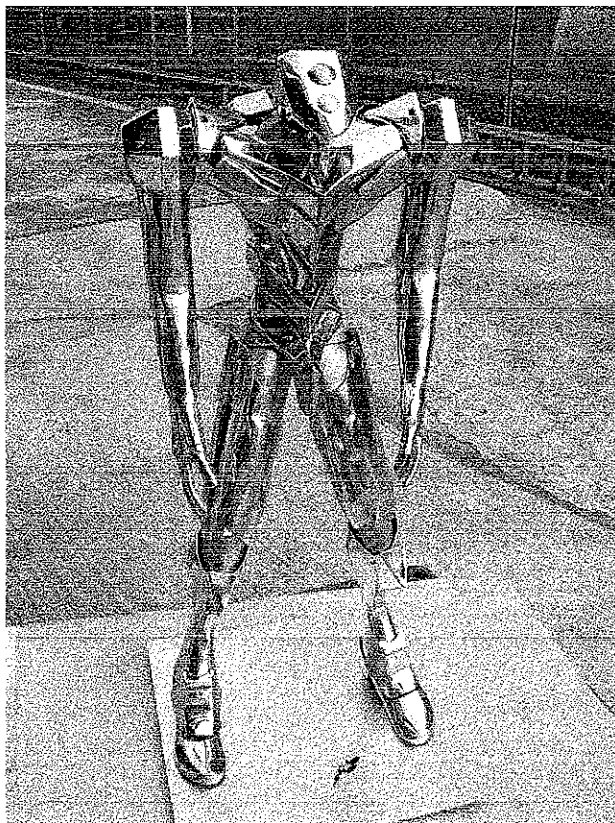


図 5 ステンレス製フィギュア

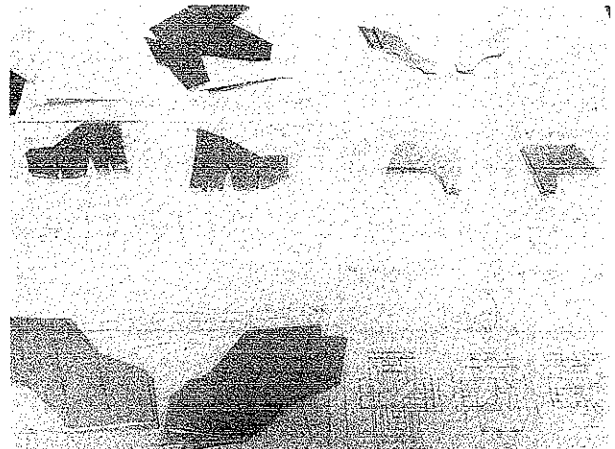


図 6 プレス曲げ部品及び作業指示書

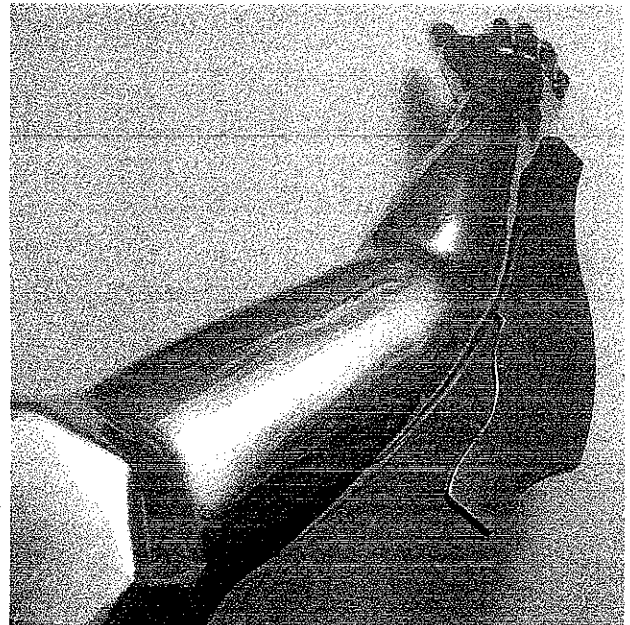


図 7 腕 完成写真

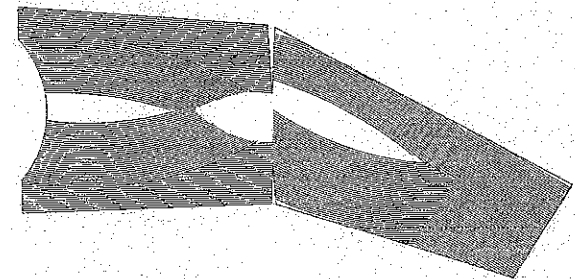


図 8 プログラム

5.2 腕の製作

レーザーフォーミングで曲げ加工を行った部分は、腕、脚、靴となり、いずれも緩やかな曲線を必要とする部分で従来のプレスによる曲げ加工では難しい形状である。

腕の製作過程を説明すると、まずレーザー光の軌跡のプログラムを今までの研究成果を基に作成した。

図8ではレーザー光の軌跡が線で表現されている。腕は親指側から肩にかけての線と小指側から肩にかけての線で2分割されており、手はプレス曲げで成型している。

使用した材料は SUS304 板厚 1.5 mm

レーザー出力 1500W 速度 1500mm/min で加工しており、表面には熱効率を上げるためカーボンを塗った。

作成されたプログラムをオペレーターが状況を見ながらレーザー光を ON, OFF させながら数度加工するが、1度目の加工では被加工物は平面であるため、全ての軌道でレーザー光が照射できるが、2度目からは曲がっている部分があるので、レーザー光は被加工物に当たらない部分が出てくるので、この箇所ではレーザー光を OFF とした。

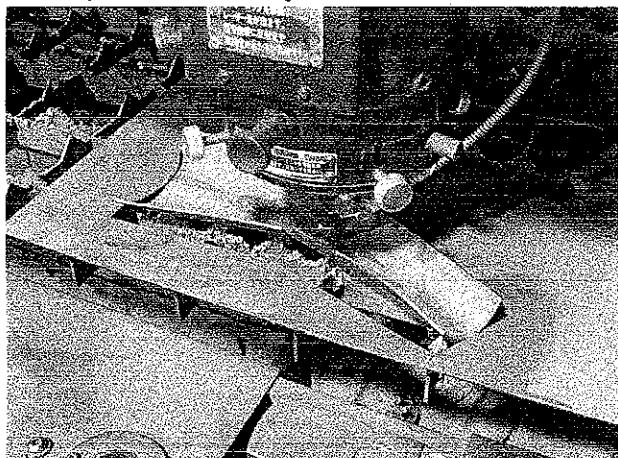


図9 加工中写真

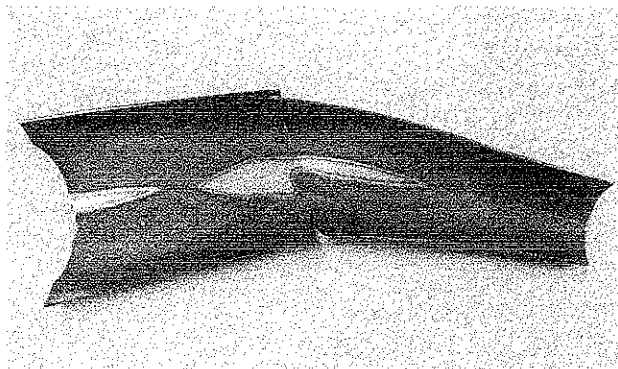


図10 加工終了時の写真

まず腕のパーツの外形を切断するが、この時外周の全てを切断してしまわずに曲げ加工時に影響の無い場所で、2箇所約5mmを残しており、この2箇所約5mmを残すことにより、レーザーフォーミング中の被加工物の基準点が変わらない。

外形の切断終了後は、レーザー加工機の原点を動かさずに、レーザーフォーミングを行ったが、図10の写真でわかるように図7の形状には完全に成型されていない。

図10の上下の曲げ加工は、計画されていたように

成型されたが中心部分に歪が発生し、図10の上下方向に広がってしまっているが、レーザーフォーミングでの加工はこの時点で終了とし、プレスによる曲げ加工で修正を行い、計画された形状にした。

プレスによる曲げ加工で同様の形状を成型することも可能とは考えているが、基準点の特定しにくい今回のような形状の場合、切断された状態から、プレス作業のオペレーターが作業すると再現性がなく、加工毎に微妙な形状の違いが発生する可能性が高い。

レーザーフォーミングで加工された形状を修正するのであれば形状の違いを少なくすることができた。

ステンレス製フィギュアは2ロットで3体を製作したが、ほぼ同じ形状に加工できている。

脚も同様の方法で加工した。

5.3 靴の製作



図11 靴パーツ

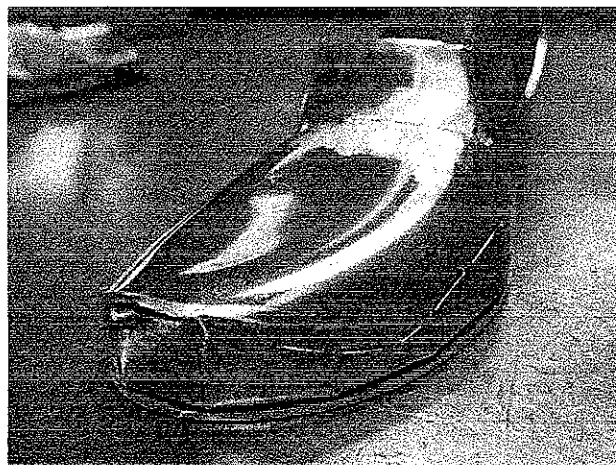


図12 先端部 (つま先)

靴は当初の計画では上面と下面の2個のパーツで構成され、かかと部分を溶接する予定であったが、上面の先端 (つま先) の曲げ加工がレーザーフォーミングでは全く成型できず、計画を変更し、上面と側面と下面の3個のパーツ構成とした。



図 13 靴 完成

図 12 でもわかるように上面の先端（つま先）が曲がっていないが、上面のパーツの曲げ曲線は、プレス曲げでは加工できず、レーザーフォーミングでしか加工できない曲線である。

腕はプレス加工で曲げ部分を修正したが、靴は曲げ部分の修正は行っておらず、上面パーツの曲線を利用し側面パーツをすり合わせることで形状を修正した。

6. 結言

今までの研究データを基にステンレス製フィギュアを製作したが、レーザーフォーミングで製作したパーツについては、当初の計画された形状とサイズを満たすパーツを製作できるまでに、数度の再製作を行う必要があった。

これは、データの不足が原因していることは明らかであり、また作業にも職人の勘のようなところがあり、この様な点を解消することが作業時間の短縮につながりコストの問題も解決できるのではないかと考えている。

現状の弊社の技術ではレーザーフォーミングのみで計画通りの形状を成型することは無理のように感じたが、他の加工を追加することで、概ね計画通りの形状を製作できた。

今後はレーザーフォーミングの研究を続け従来のプレス曲げを組み合わせること、パーツ構成を工夫することにより、実現するデザイン性の高い製品を開発することができることを確信している。

参 考 文 献

- (1) Yoshiharu Namba : Laser Forming of Metals and Alloys, Proc. LAMP'87, 601(May,1987).