

4223 強力超音波用特殊工具ホーンの開発 (第2報)

Development of the special shape solid tool horn used in the ultrasonic plastic welder (2nd report)

清水弘幸, 林 義久 (帝京平成大学) 関戸芳文 (超音波工業)

Hiroyuki Shimizu, Yoshihisa Hayashi, Teikyo Heisei University, Uruido 2289-23, Ichihara, Chiba
Yoshifumi Sekito, Ultrasonic Engineering Co., Ltd, 1-6-1 Kashiwa-cho, Tachikawa, Tokyo

Key Words: Ultrasonic plastic welder, Block horn, Development, CAE

1. はじめに

大型なプラスチック部品を完全に超音波接着するための強力超音波用特殊工具ホーンは、部品形状の多様性により多種類ある。前報¹⁾では長手方向の接着を可能とするブロックホーンを対象に振動解析を行い、長手方向に140mmまでのものを設計可能とした。本報では、前報と同様にCAE手法(ソフトウェアANSYS)により、窓の一定形状のもとに窓の個数を変えて振動解析を行い、長手方向にどの程度の寸法までのものが設計可能であるかを調べる。

2. ブロックホーンと解析モデル

現在使用されているプラスチック・ウェルダ装置を図1に示す。同図に窓数5個のブロックホーンが見られる。

このブロックホーンと台座の間に接着を必要とする2つの大型なプラスチック部品を置き、静圧をかけた状態で超音波を約0.5秒加えると、両者の部品が接着する。このとき、ブロックホーンの前端面(作業面)の振幅分布が均一であることが要求される。しかし、長手方向に長くなるとこの要求を満たすことが困難になり、試行錯誤により設計開発されているのが現状である。

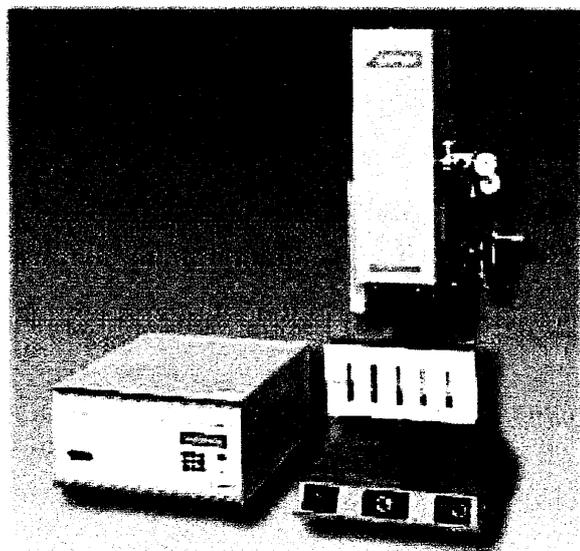


図1 プラスチック・ウェルダ

前報では長手方向140mmのものまでをCAE手法により設計可能とした。図2に140mmのブロックホーンの有限要素分割モデルを示す。本研究では、最初にこのモデル(窓数3個)を用いて長手方向にどこまで延長可能かを調べる。そして限界がわかったら、続いて窓の形状を変えないで、窓数を1個増やして4個として長手方向の限界寸法を調べる。以下同様にして、窓数6個までを調べる。

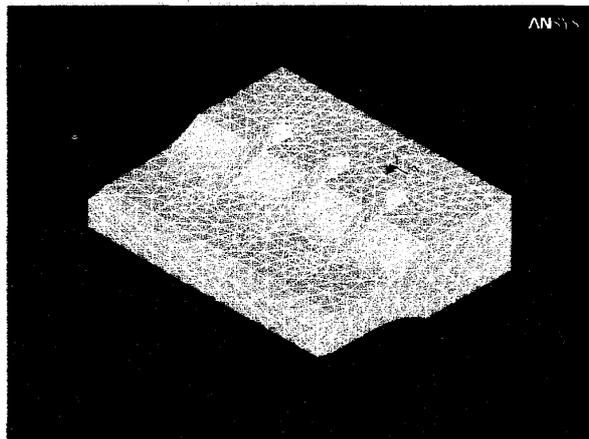


図2 振動解析モデルの例

3. 解析結果

解析結果をグラフ化して図3, 4, 5に示す。これらの図は、窓数をパラメータとして横軸を長手方向寸法としている。

図3は先端面の振幅分布の均一性を表す量としての先端面振幅比を示す。この振幅比の値が1のときが完全な振幅の均一性を示し、理想的な超音波プラスチック接着を可能とする。しかし、長手方向の寸法が長くなればなるほど、振幅比の値が1から逸脱する。そこで、経験的に振幅比の値が 1 ± 0.2 の範囲内のものを使用可能としている。図3より図2のモデルでは、窓数3個のとき250mmが限界で、窓数を6個にすると330mmまで延長可能となることがわかる。したがって、本研究での長手方向の限界寸法は330mmとなった。

図4には超音波振動子の入力振幅に対するブロックホーン先端面中央の振幅の比である振幅拡大率を示す。各種形状のホー

ンは普通1以上の拡大率を必要とするが、同図より全てこの条件を満たしているのがわかる。窓数4, 5個では拡大率が2程度と大きくなることもわかる。

図5に共振振動数(周波数)を示す。長手方向の寸法が増すと、窓数にかかわらず振動数が連続的に増加する傾向にある。この事実は、図3と4の長手方向寸法100mmから150mmに見られる変動が解析ミスによって生じたものでないことを示す。

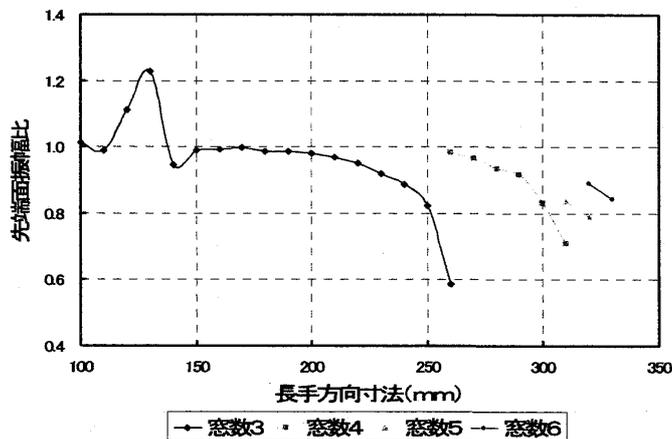


図3 先端面の振幅分布均一性

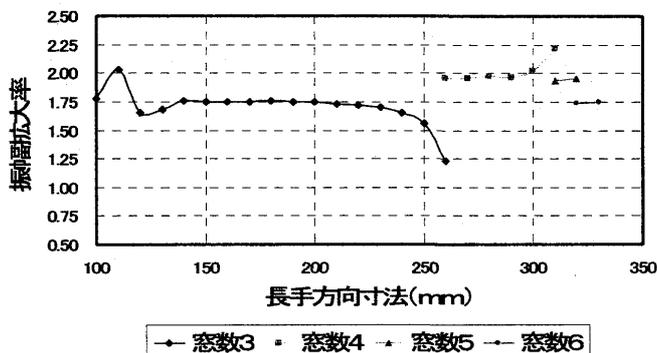


図4 先端面の振幅拡大率

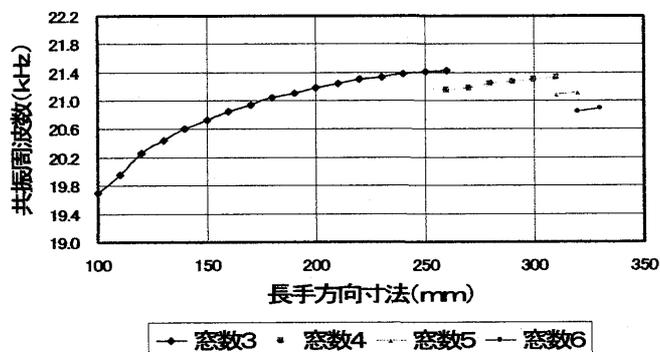


図5 共振周波数

図6と図7に振動モードと応力分布の解析結果例を示す。同図より伸張状態と圧縮状態で、それぞれの窓の形が変化して先端面(各図の下側)の振幅分布を均一にするように作用しているのが見られる。即ち、窓の働きがわかる。

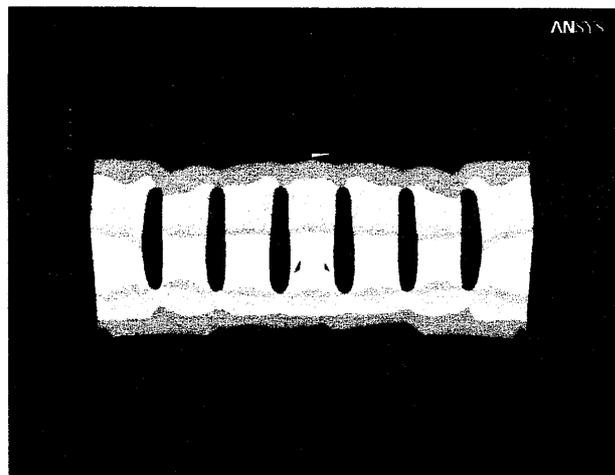


図6 窓数6個長手方向寸法310mmのブロックホーンの振動モードと応力分布(伸張状態)

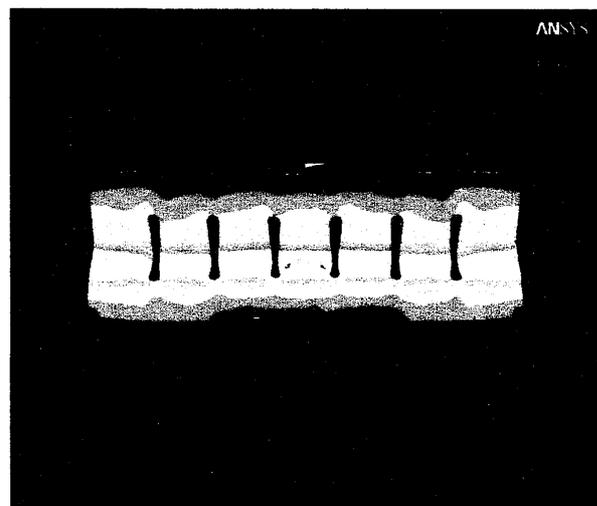


図7 窓数6個長手方向寸法310mmのブロックホーンの振動モードと応力分布(圧縮状態)

4. むすび

窓数のみを変化して、長手方向にどこまで使用可能かをCAE手法により調べた。ブロックホーンの振動属性としての、先端面の振幅均一性、振幅拡大率及び共振振動数を詳細に調べた結果、長手方向寸法330mmまで設計開発可能にした。

参考文献

- 1) 関戸, 清水: 日本機械学会関東支部ブロック合同講演会 2005 足利, p263