

# 摩擦突起生成法によった 5052 アルミニウム合金突起の諸性質に 及ぼす回転工具内径の影響

日大生産工(院) ○竹内 健太

日大生産工 前田 将克, 加藤 数良, 野本 光輝

## 1 緒言

電子機器部品や筐体の組立には機械的接合を行うためにネジ部となる突起部が用いられる。この突起部は主にスタッド接合やプレス加工、ダイガスト法などによって生成されている。しかし、これらの方法には、ばりや焼付きの発生あるいは金型が複雑となり高価になるといった問題点がある。これらの問題点を解消する方法として著者らは摩擦接合を応用した摩擦突起生成法を提案した<sup>1)~3)</sup>。これまでは、主に工具の形状を同一とし、回転数や圧力を変化させ、得られた突起の性質について検討してきた。しかしながら、先の研究において回転工具外径を変化させることで突起の機械的性質に影響を及ぼすことを報告した<sup>4)</sup>。回転工具内径を変化させることで異なる直径を持つ突起を生成し、それらの性質を比較することで、突起径と機械的性質の関係を明らかにすることができると。

本研究では、5052アルミニウム合金を用いて回転工具内径を種々変化させた突起生成を行い、得られた突起の組織および機械的性質について検討した。

## 2 供試材および実験方法

供試材には板厚1.0mmの5052アルミニウム合金板を $\square 30\text{mm}$ に機械加工して使用した。この供試材の機械的性質をTable 1に示す。実験条件は予備実験より選定したTable 2に示す条件で行った。実験には数値制御全自動摩擦圧接機を使用し、使用工具は合金工具鋼(SKD61)をFig.1に示す形状に機械加工したものを使用した。回転工具内部の空洞の高さは、生成された突起が中実となるように予備実験から選定した。得られた突起の外観観察、巨視的および微視的組織観察、硬さ試験、引張せん断試験を室温で行った。

## 3 実験結果および考察

Table 1 Mechanical properties of 5052-H34.

Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HK0.05)
288.7	12.2	93.7

Table 2 Conditions of protrusion forming.

Rotational speed	N (rpm)	1000~1500
Friction pressure	$P_1$ (MPa)	120
Upset pressure	$P_2$ (MPa)	60
Upset time	t (s)	1
Pushing depth of tool	H (mm)	1
Inner diameter of tool	d (mm)	3, 4, 5

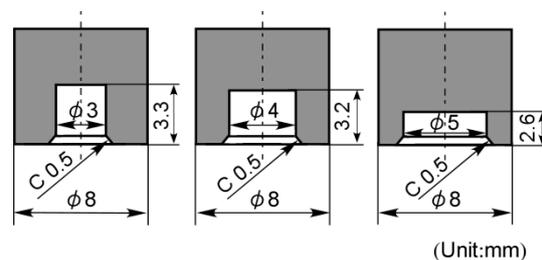
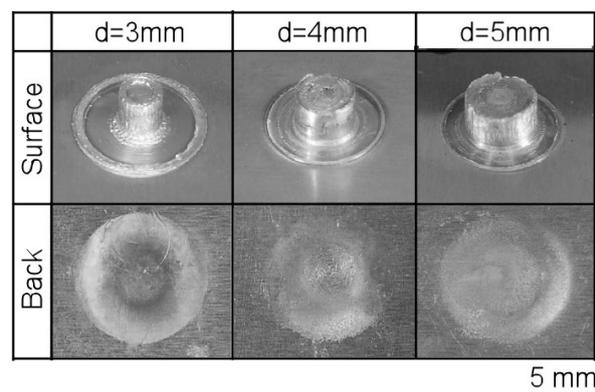


Fig.1 Shape and dimensions of rotating tools.

Fig.2 Appearances of protrusion.  
(N=1000rpm)

Properties of Rotational Tools with Different Inner Diameter by Friction  
Protrusion Forming using 5052 Aluminum Alloy

Kenta TAKEUCHI , Masakatsu MAEDA , Kazuyoshi KATOH and Mitsuteru NOMOTO

生成時に回転工具との接触によって発生した。

Fig.2 に突起外観を示す。突起の上部には、ばり（バリ）が圧縮された様相を呈した。突起部および基材の回転工具に接触した面において、回転工具との接触による擦過痕が観察されたが、 $d=3\text{mm}$ 、 $4\text{mm}$  の条件では、突起頂部中央にへこみがあり、回転工具との接触による擦過痕は認められなかった。基材裏面には、回転工具外径に相当する範囲で僅かに変色が観察された。また、基材にわずかな変形が認められたが、これは突起を回転工具から取り外す際に生じたと考えられる。突起を生成後、基材から突起材を取り外す際に突起材の一部が基材からはがれず、回転工具径の外周部に相当する位置にばりとして残存した。このばりは、突起径が大きくなることによって小さくなった。

Fig.3 に  $d=3$  突起横断面の巨視的および微視的組織を示す。全観察位置において結晶粒が母材に比較して粗大化し、突起中心上部 (A) および突起側壁上部 (B) は母材に比較して結晶粒が粗大化し、突起中央部 (C) において、突起側壁上部 (B) からの流動が認められ、 $d=5\text{mm}$  の条件で酸化被膜が観察された。

Fig.4 に突起の硬さ分布を示す。硬さは、突起の側壁部から  $0.5\text{mm}$  の位置および突起の中央部を基材から垂直方向に測定した。また、基材に比較して突起部が軟化する傾向が認められた。 $d=5\text{mm}$  の条件と比較して  $d=3\text{mm}$  の条件では軟化する傾向がみとめられた。これは、 $d=3\text{mm}$  の条件では  $d=5\text{mm}$  の条件と比較して回転工具と突起材の接触する面積が大きく、入熱量が大きくなったためと考える。

Fig.5 に引張せん断試験の結果を示す。突起径当たりの引張せん断荷重は  $d=3\text{mm}$  と比較して  $d=4$ 、 $5\text{mm}$  で大きくなる傾向が認められた。破断は全条件で突起根元部からの延性的な破断であった。また、 $d=5\text{mm}$  の条件の一部で基材から破断した。

#### 参考文献

- 1) 加藤数良：特許第 5187886 号 (2013)。
- 2) 廣瀬一輝，仲間大，加藤数良：第 18 回機械材料・材料加工技術講演会，(2010)，CD-ROM。
- 3) 野本光輝，加藤数良，嵐田裕樹：設計工学，49-7 (2014)，63。
- 4) 岩上嵩，野本光輝，加藤数良：軽金属学会第 127 回秋期大会，(2014)，32。

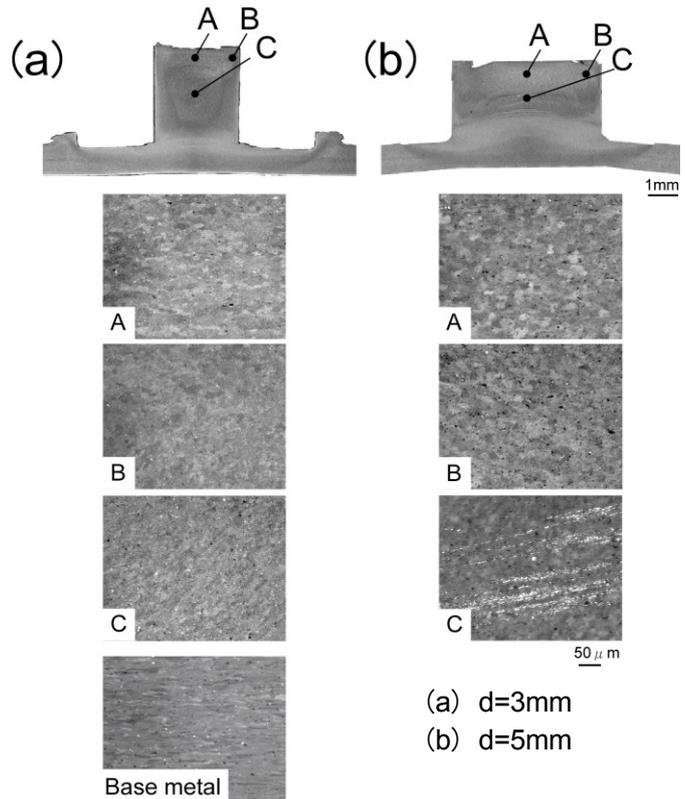


Fig.3 Macro-and microstructures of protrusion. (N=1000rpm)

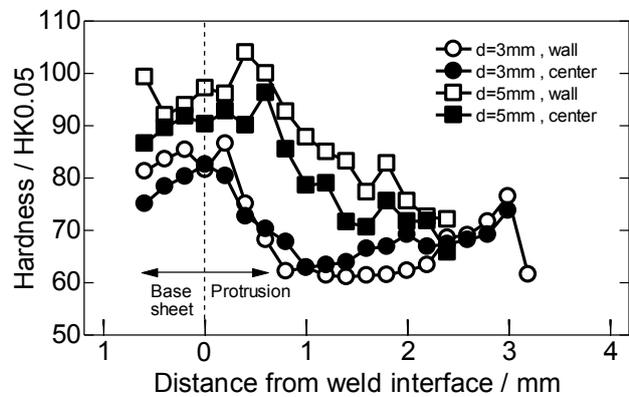


Fig.4 Hardness distributions of protrusion. (N=1000rpm)

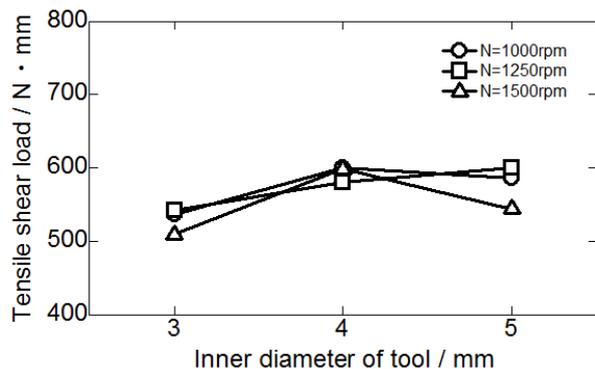


Fig. 5 Results of tensile shear test.