

摩擦突起生成法による 5052 アルミニウム合金中実突起の組織と 機械的性質に及ぼす工具外径の影響

日大生産工 (院) ○ 岩上 嵩 日大生産工 加藤 数良
日大生産工 野本 光輝 日大生産工 前田 将克

1. 緒 言

電子機器筐体などの組立てにはネジ止めによるものが一般的でありネジ部となる突起部が必要となる。突起部を設ける方法としてスタッド溶接やプレス加工、ダイカスト法などによっているがこれらの方法には裏面への影響や金型の複雑化などの問題が挙げられる。これらの問題を解消する方法として著者らは摩擦接合を利用し突起を生成する方法 (摩擦突起生成法) を提案した¹⁾。本方法はFig.1に工程を示すように基材の上に突起材を重ね、工具を押込むことにより突起を生成するものである。これまでにアルミニウム合金やマグネシウム合金板上へ同種材を用いた場合、SPCC鋼板やマグネシウム合金板上へアルミニウム合金の突起生成を行い適切な条件を選定することにより実用上十分な強度を持つ突起が得られることを報告した^{2), 3)}。これまでの実験では突起の大きさや高さを変化させるために突起材の板厚を変化させを行った。しかし、この方法では種々の厚さの突起材が必要となるため、板厚を一定にし種々の突起を生成する方法を検討する必要がある。先に工具外径を変化させて突起生成を行った結果、工具外径を変化させることで種々の高さの突起を得ることが可能であることを報告した³⁾。しかし、得られた突起は突起内部に空洞のある突起であった。

本研究では5052アルミニウム合金板を用いて突起材の厚さを一定とし、高さ制限を行った上で工具外径を種々変化させ突起生成を行い、得られた突起の組織と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5052アルミニウム合金板 (板厚: 1 mm, $\sigma_B=263$ MPa, $\delta=8.3$ %, 86.6HK0.05) を $\square 30$ mmに機械加工して使用した。実験は数値制御全自動摩擦圧接機を用い、実験条件は予備実験により選定したTable 1に示す条件とした。

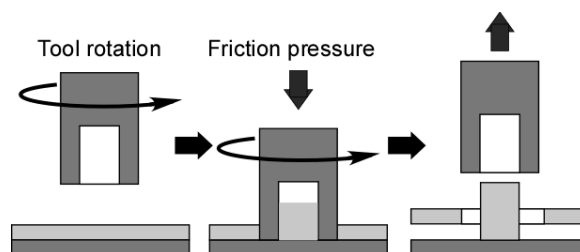


Fig.1 Schematic illustrations of protrusion forming process.

Table 1 Conditions of protrusion forming.

Rotational speed	N (rpm)	1000, 1250, 1500
Friction pressure	P ₁ (MPa)	160
Upset pressure	P ₂ (MPa)	160
Upset time	t (s)	1
Pushing depth of tool	H (mm)	1

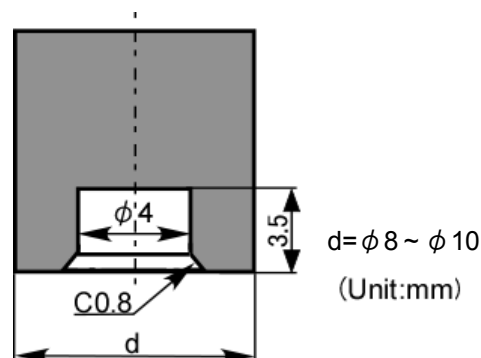


Fig.2 Shape and dimensions of tool.

使用工具は合金工具鋼 (SKD61) 丸棒をFig.2に示す形状に機械加工したものを用い、工具外径 d を $\phi 8$ mm ~ $\phi 10$ mmとした。

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、引張試験、引張せん断試験、締付けトルク試験を室温で行った。引張試験および締付けトルク試験は突起部にM3のネジ加工を行い鋼製のネジを挿入して行った。

Effect of outside diameter of tools on microstructures and mechanical properties of
5052 aluminum alloy solid protrusion by friction protrusion forming
Shu IWAGAMI, Kazuyoshi KATOH, Mitsuteru NOMOTO and Masakatsu MAEDA

3. 実験結果および考察

Fig.3に得られた突起の外観を示す。突起壁面では突起生成時に工具内部との接触による痕跡が観察され、突起上部では突起頂部を覆うようにばりが発生した。基材裏面では工具外径に相当する範囲で若干の変色が認められたが熱影響による変形などは認められなかった。

Fig.4に突起の巨視的組織を示す。全条件において突起内部に素材の充填不足による空洞が観察された。このことは突起生成時に突起材すべてが突起とならず一部が基材へ接合されたために充填量が減少したことによるものと考えられる。また空洞は工具回転数の増加および工具外径が大きくなるのに伴い減少する傾向にあった。このことは工具外径が大きくなることにより充填される突起材の量が増加したこと、工具回転数の増加による入熱量増加が突起材が流動を容易にしたためと考える。

また、図には示さないが微視的組織観察では突起側壁部から上部にかけて微細な流動組織が認められた。接合部付近では酸化被膜が黒く線状に観察された状態であった。

Fig.5に突起の硬さ分布を示す。硬さ試験は突起中央部および側壁部から内側に0.5 mmの位置で測定した。突起部の硬さは工具回転数が増加するのに伴い軟化する傾向を示し、工具外径が大きくなることによっても若干軟化した。また突起中央部の硬さに比べ側壁部の硬さの方が硬化する傾向を示した。このことは突起側壁部では突起生成過程で回転工具内面と接触することによりひずみが導入されたため中央部に比べ硬化したと考える。

Fig.6に引張試験結果を示す。引張荷重は工具回転数に関係なく工具外径9 mmで高い値を示した。また、工具回転数が増加するのに伴い引張荷重は低下した。本実験の範囲内では工具外径 $d=9$ mm、工具回転数 $N=1000$ rpmの条件で最大引張荷重817 Nの値を得た。破断形態は全条件でネジ部からの破断であった。

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) 梅島一哉，加藤数良：第20回機械材料・材料加工技術講演会，(2012)，CD-ROM。
- 4) 岩上 嵩，加藤数良：軽金属学会第125回秋期大会講演概要，(2013)，271-272。

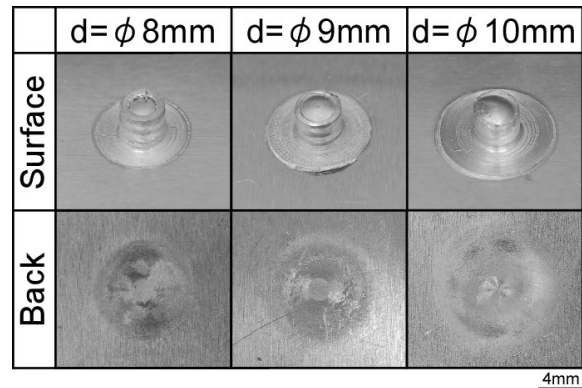


Fig.3 Appearances of protrusion.($N=1000\text{rpm}$)



Fig.4 Macrostructure of protrusion.
($d = \phi 10\text{mm}$, $N=1500\text{rpm}$)

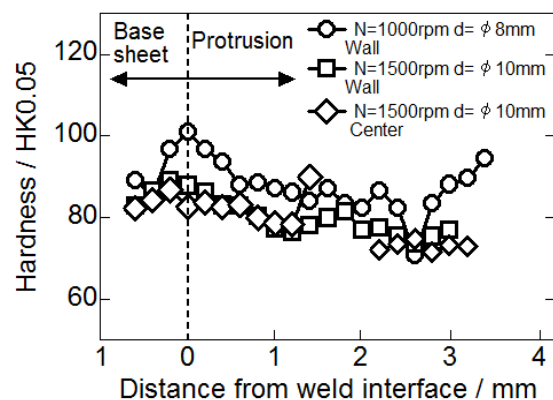


Fig.5 Hardness distributions of protrusion.

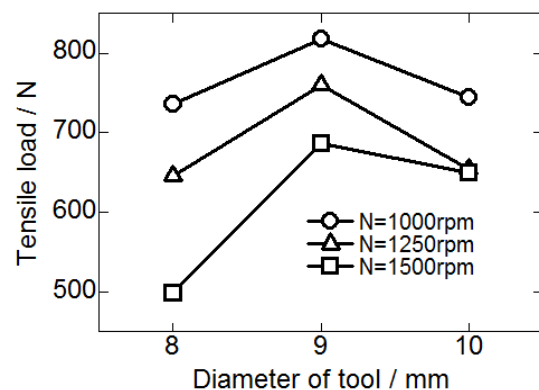


Fig.6 Results of tensile test.