

# 塑性加工部品の接着に関する研究

拓殖大学 機械システム工学科

助手 春日幸生

(平成元年度奨励研究助成 AF - 89027)

## 1. 研究の背景

薄板板金部品の接合を行う場合、従来から採用されているリベット・スポット溶接などによる方法に加えて近年接着による接合法が採用されるようになり、場合によっては従来の接合法に取って替わる例も見られるようになった。

接着による接合法は付加重量が少なく被着体の強度低下が無い、応力集中が少ないといった利点を有している。その反面、耐候性に劣る、接合時間が長い、強度を評価する明確な基準が無いなどの欠点もある。今後接着法が1接合法として塑性加工品の接合に使用されるためにはこれらの課題を解決しなければならない。

そこでまず本研究では、接着の継手形状において最も一般的な単純重ね合わせ継手を取り上げ、継手の形状・剛性が継手強度に及ぼす影響について検討した。

## 2. 実験方法

継手の被着体（接着される材料）としては冷間圧延鋼板（SPCC）、オーステナイト系ステンレス鋼板（SUS304）、アルミニウム板（A1050、A2017、A5052）の5種類の金属を用いた。接着剤はエポキシポリアミド系樹脂と、自動車構造用接着剤として用いられている変性エポキシ樹脂（住友 3M 製、それぞれ EC - 1838B / A、XA7416）の2種類を用いた。

試験片の形状を図1に示す。Lpはラップ長さを示す。被着体の板厚は1mmで端面はシャープ切断のままとした。接着層の厚さはほぼ0.05mmである。被着体はアセトンで脱脂後50℃に加熱処理を行って接着した。キュアリングは変性エポキシ樹脂の

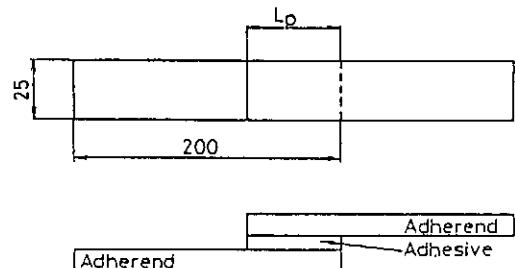


図1 単純重ね合わせ継手形状

場合120℃・1時間、エポキシ樹脂の場合は80℃・4時間行った。

## 3. 実験結果の概要

### 3.1 継手が破断するまでのひずみの変化

継手が引張り荷重を受けた時のひずみ履歴を最初に調べた。図2にその結果を示す。縦軸は公称応力で、荷重を被着体断面面積で除している。ゲージの貼り付け位置は、

A<sub>1</sub>: 重ね合わせ部近傍中央部

A<sub>2</sub>: 重ね合わせ部近傍端部

とした。

被着体の重ね合わせ部近傍A<sub>2</sub>では、300MPaを越える応力に到達するまではほぼ直線的に変形する。その後は変形量が大きくなっており被着体が塑性変形していることがわかる。この傾向は被着体自身の一軸引張り時の変形挙動と同じである。一方重ね合わせ部近傍A<sub>1</sub>でも塑性変形していることが示されているが、弾性変形域ではひずみ値が

負の値を示した。これは接着端部に初期剥離が生じ、その結果被着体の端部に生じた曲げの影響であると考えている。

接着剤の違いに注目してみると、変形の履歴はほとんど差が無い。しかし変性エポキシ樹脂は約7%のびる一方エポキシ樹脂は高々2.5%であり、接着剤自身の限界のびの差が表れている。

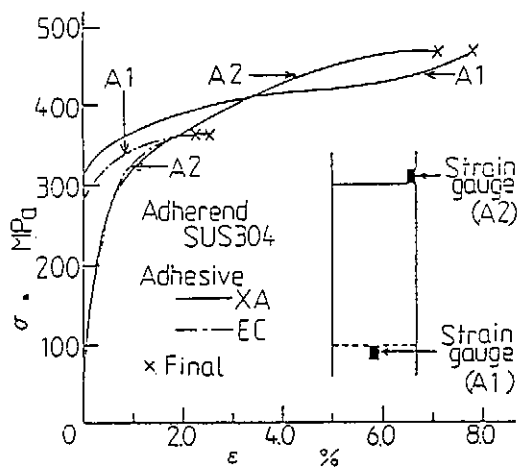


図2 破断にいたるまでのひずみ変化

### 3.2 接着長さが継手強度に及ぼす影響

図3に、被着体、接着長さ、接着剤を変えた時の継手強度を示す。継手強度 $\sigma_t$ は、

$$\sigma_t = \frac{P}{A}$$

P: 引張荷重 (N)

A: 接着面積  $25 \times L_p$  ( $\text{mm}^2$ )

であらわした。

エポキシ樹脂の場合には、ラップ長さ  $L_p = 12.5\text{mm}$  にすると被着体の違いによる強度の差はほとんど無い。ラップ長さが短いため継手に曲げ変形が生じ接着剤との界面で破断しているため  $L_p$  が長くなるにつれ強度は大きくなっていく。特に加工硬化の大きな材料である A2017、A5052、SUS304 でその傾向が大である。なお A1050 は被着体が破断している。

変性エポキシ樹脂の場合にも同様の傾向が現れる。A1050 は  $L_p = 12.5\text{mm}$  においてすでに被着体で破断しているためにラップ長さの変化しても継手強度にまったく変化が見られない。また  $L_p = 50\text{mm}$  以上では強度がほとんど変化していない。

### 3.3 被着体の降伏応力が継手強度に及ぼす影響

$L_p$  が  $50\text{mm}$  の時の被着体の降伏応力 $\sigma_s$ と継手の

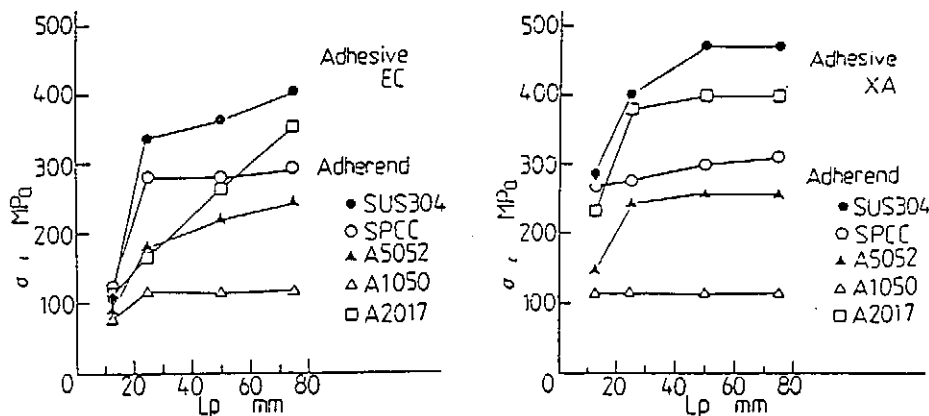


図3 接着長さの継手強度に及ぼす影響

破断強度の関係を図4に示す。降伏応力が高ければ破断強度も高くなる。また変性エポキシ樹脂を用いた方が破断強度は高くなるが、これは接着剤自身の強度が高いためである。

#### 4. おわりに

薄板の単純重ね合わせ継手に引張り荷重を加えたときの継手の形状・剛性が強度に与える影響について実験的に調べた。

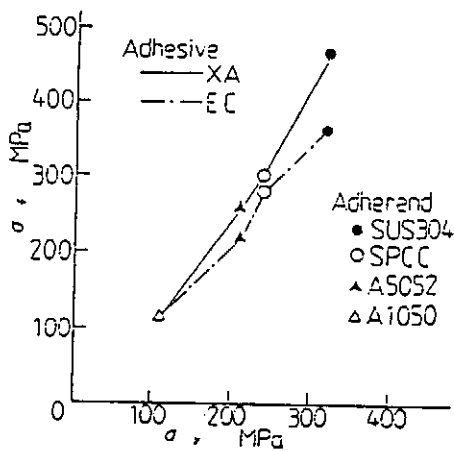


図4 被着体降伏応力の継手強度に及ぼす影響

その結果継手強度はラップ長さ、被着体降伏応力と相関関係があることがわかった。また接着剤は被着体が塑性変形をおこすのに十分な強度を有しており、低強度材では破断が被着体で起こる場合も観察された。

本研究では塑性加工工程の前後に接着接合工程を組み込む場合を想定し、接合部の変形挙動を単純な継手性能の評価に置き換えた。接合法として興味ある結果を得ることができた。

接着剤を提供していただいた住友3M(株)部長杉井新治氏、貴重な助言を賜ったアマダ(株)技術研究所所長遠藤順一氏、引張り試験をお願いし快くお引受けいただいた日本金属工業(株)主席渡辺三雄氏に深く感謝します。

また本研究は財団法人天田金属加工機械技術振興財団の研究助成により行われ、貴重な成果が得られたことに感謝します。

#### 参考文献

- 1) 京極・杉林・池上：機論A、52 - 476 (1986)、1050。
- 2) 春日・杉林・森：第42回塑性加工連合講演会、(1991) 発表予定。

のこの種の企画の実現に不可欠であると思われる。殊に本助成の意図するように本会議についても実施の初動体制を確実かつ強力に支援して載いた。もとより会場内外の看板、プログラム、アブ

ストラクト集および会議論文に貴財団からの援助のもとに行われたことを明記しておりますが、ここに本会議論文集を謹呈申し上げ、併せて深く感謝申し上げます。