

## 初期変形を有する被着体の剥離現象とその予測法

(東工大院) 大淵竜也<sup>1</sup>, (東工大精研) 佐藤千明<sup>2</sup>,  
(電気化学工業株式会社) 宮崎隼人<sup>3</sup>, 須藤洋<sup>3</sup>, 楊瀾<sup>3</sup>, 原賀康介<sup>3</sup>

Delamination process and a prediction method of joints consisting of  
pre-deformed adherends

<sup>1</sup>Tatsuya OBUCHI, <sup>2</sup>Chiaki SATO, <sup>3</sup>Hayato MIYAZAKI,

<sup>3</sup>Hiroshi SUTO, <sup>3</sup>Lan YANG, <sup>3</sup>Kosuke HARAGA,

<sup>1</sup>Graduate School, Tokyo Institute of Technology

<sup>2</sup>Precision and Intelligence Laboratory, Tokyo Institute of Technology

<sup>3</sup>Denki Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha

[csato@pi.titech.ac.jp](mailto:csato@pi.titech.ac.jp)

### 1. 緒言

接着接合法は、異種材料の接合が可能であり、軽量なため、近年では、多くのアプリケーションに用いられている。たとえば、板金の接合を行う場合、金属被着体に予変形があると、接合部を加圧しつつ接着剤を硬化させる必要が生じ、接着剤の硬化に伴う残留応力が生じる。これは、塗装の焼付け工程など、接合部が高温に曝される場合、接着接合部のはく離の原因となる。この現象は、製品の生産性を低下させるにも関わらず、未だ十分な知見があるとは言いがたい。そこで、本研究では、接着接合法により接合した板金接合部のはく離現象について調べる。具体的には2液性アクリル接着剤(SGA)を用い、有限要素解析と強度評価を行い、実際のはく離試験の結果と比較した。

### 2. 曲率を有する被着体のはく離試験

曲率を有する被着体を、平面に対して加圧しつつ接着し、その後加熱して被着体のはく離を観察した。接合時には、被着体が平面になるよう治具で加圧し、接着剤の硬化後に治具を取り除いた。試験片には、端部が2mm反った被着体(200×25×t3)を用いた。また、はく離の同定は、被着体先端に設置した高温用ひずみゲージで行った。この結果、70℃付近でひずみが急速に減少した。したがって、この温度域で被着体のはく離したものと考えられる。

### 3. Dillard モデルによる計算

曲率を有する被着体を加圧しつつ剛平面に接着した場合、接着剤に生じる最大応力およびひずみは、式(1)および(2)に示すDillardの式より算出できる(図1)。ここで $D_{\max}$ は端部の反り、 $l$ は長さ、 $E$ はヤング率、 $t$ は厚さを表す。また、添字の $A$ は接着剤、 $S$ は被着体を表す。図2に、Dillardモデルより算出した、接着剤層の最大ひずみと、接着剤バルクの引張試験結果を示す。この図において、Dillardモデルの計算結果と接着剤バルクの引張試験結果が交差する点で、接合部のはく離が生じると予想され、70℃付近と予想される。また、この予想値は、はく離試験の結果と一致する。



Fig.1 Result of debonding test

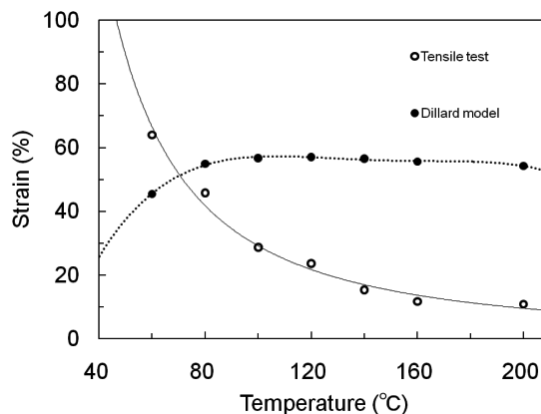


Fig.2 Comparison of tensile test and Dillard model

$$\sigma_{\max} = \frac{4\sqrt{3}}{3} \sqrt{\frac{E_A E_S t_S^3 D_{\max}}{t_A l^2}} \quad (1)$$

$$\varepsilon_{\max} = \frac{\sigma_{\max}}{E_A} \quad (2)$$

#### 4. 有限要素解析

はく離試験片に対して、有限要素解析を行った。解析は試験片の1/4モデルを作成し行った。このモデル端部に仮想剛体と連結し、仮想的なモーメントを加えることにより試験片に任意の反りを与えた(図3)。はく離試験と同様の条件で計算した結果を図4に示す。引張試験との交点は75~80°Cであり、Dillardモデルとの誤差は少々あるものの、はく離試験の結果とおおよその一致が見られた。

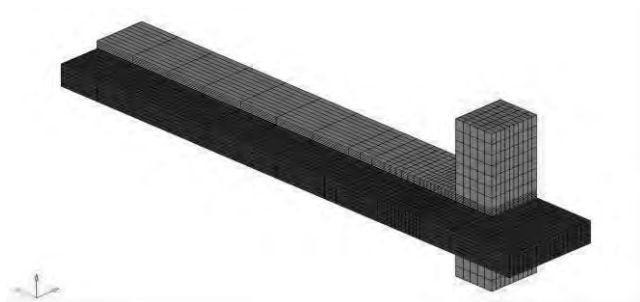


Fig.3 Meshing condition for FEA

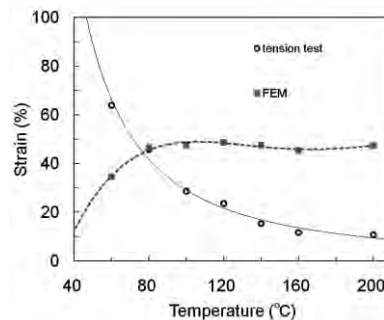


Fig.4 Comparison of test results and FEA

#### 5. 結言

SGAは温度の上昇とともに、熱軟化し、また最大ひずみも徐々に低下することがわかった。また、Dillardモデルによるはく離温度の予測値は、はく離試験の結果とほぼ一致した。したがって、SGAによる接着接合部のはく離現象は、ある程度予測可能であると考えられる。

#### <参考文献>

David A. Dillard, "Stress between Adherends with Different Curvatures", The journal of Adhesion, Vol.26, No.1, pp.59-69 (1988)

## 日本接着学会第50回年次大会運営委員会

委員長	金澤 等 (福島大学)	
副委員長	大石 好行 (岩手大学)	
	岡田 修司 (山形大学)	
	宮城 善一 (明治大学)	
委員	西野 孝 (神戸大学)	杉崎 俊夫 (リンテック株)
	栗山 晃 (東亜合成株)	池田 裕治 (綜研化学株)
	滝 欽二 (静岡大学)	秋本 雅人 (セメダイン株)
	及川 英俊 (東北大学)	扇澤 敏明 (東京工業大学)
	笠井 均 (東北大学)	梶山 幹夫 (筑波大学)
	川口 正剛 (山形大学)	加納 義久 (古河電工株)
	寺境 光俊 (秋田大学)	塔村 真一郎 (森林総合研究所)
	根本 修克 (日本大学)	秦野 恭典 (森林総合研究所)
	森 秀晴 (山形大学)	田口 哲志 (材料物質機構)
	佐藤 千明 (東京工業大学)	宮田 壮 (リンテック株)
	佐藤 慎一 (コニシ株)	高橋 紳矢 (岐阜大学)

(順不同敬称略)

---

## 日本接着学会第50回年次大会講演要旨集

---

発行日 平成24年6月15日 (発行日をもって公表と致します)  
発行所 一般社団法人日本接着学会  
〒556-0005 大阪市浪速区日本橋4丁目2番20号 コア日本橋203  
電話 06-6634-7561 FAX 06-6634-7563  
E-mail : info-hnb@adhesion.or.jp  
http://www.adhesion.or.jp  
印刷所 石川特殊特急製本株式会社  
〒540-0014 大阪市中央区竜造寺町7番38号  
電話 06-6762-5851(代) FAX 06-6764-4181

---

## 第50回年次大会

# 講演要旨集

会 期：2012年6月29日(金)・6月30日(土)

会 場：コラッセふくしま(福島市三河南町1番20号)

### 協 賛

福 島 大 学	日 本 航 空 宇 宙 学 会
福 島 市	日 本 ゴ ム 協 会
応 用 物 理 学 会	日 本 材 料 学 会
強 化 プ ラ ス チ ッ ク 協 会	日 本 電 子 材 料 技 術 協 会
近 畿 化 学 協 会	日 本 複 合 材 料 学 会
高 分 子 学 会	日 本 木 材 学 会
色 材 協 会	日 本 木 材 加 工 技 術 協 会
自 動 車 技 術 会	日 本 レ オ ロ ジ ー 学 会
織 維 学 会	日 本 バ イ オ マ テ リ ア ル 学 会
精 密 工 学 会	日 本 セ ラ ミ ッ ク ス 協 会
電 気 学 会	溶 接 学 会
土 木 学 会	プ ラ ス チ ッ ク 成 形 加 工 学 会
日 本 化 学 会	日 本 信 頼 性 学 会
日 本 機 械 学 会	表 面 技 術 協 会
日 本 包 装 技 術 協 会	エ レ ク ト ロ ニ ッ ク ス 実 装 学 会
日 本 建 築 学 会	合 成 樹 脂 工 業 協 会