

SGA 接合部の硬化残留応力および変形

(東工大) 佐藤千明, 中野内実典,
(株)原賀接着技術コンサルタント) 原賀康介,
(デンカ(株)) 宇野弘基

Residual Stress and Deformation Caused by Shrinkage of SGA during Curing Process

Chiaki SATO, Minori NAKANOUCHI, Kosuke HARAGA and Hiroki UNO

Tokyo Institute of Technology, HSC Co., Ltd., Denka Co., Ltd.

csato@pi.titech.ac.jp

1. 緒言 第2世代アクリル接着剤(Second Generation Acrylic adhesive, SGA)は室温での速硬化が可能であるものの, 硬化収縮率が比較的大きい. したがって, 硬化収縮に伴う残留変形や残留応力が大きいといわれている. 一方, SGA は硬化後も柔軟性を有していることから, 残留変形や残留応力が出にくいとの指摘もある. また, 接着剤の硬化は複雑なプロセスであり, その途中の物性変化や粘弾性特性が大きな影響を及ぼしているという説もある. これらは恐らくすべて正しいが, その影響の度合いを定量的に評価した先行研究は比較的少ない. そこで, 本研究では, これらの点を明らかにするため, 金属板上に接着剤を塗布し, その硬化に伴う反り変形を測定する方法により, この問題を検討した. 具体的には異なる2種類のSGA, 並びに室温硬化可能な2液エポキシ接着剤を用い, 実験を行った.

2. 試験片 接着剤として, 異なる3種類のSGA, 並びに室温硬化可能な2液エポキシ接着剤を用いた. これらの接着剤を, ドクターブレードを用いて被着体に均一に塗布し, この後に室温にて硬化を行った. 被着体としては, 長さ150mm, 幅25mm, および厚さ1mmの鋼板, 並びに同様の面内寸法で厚さだけ0.1mm および0.3mmとした燐青銅板を用いた. 燐青銅は弾性ひずみが大きいため, このような実験に適している.

3. 試験方法 まず接着剤の硬化収縮を測定した. 測定には, 容器に接着剤を入れてその上に鉄片を置き, この鉄片の移動量を渦電流式のギャップセンサにより測定した. 接着剤は室温で硬化させた. ただし SGA は, 酸素を含む雰囲気下では酸素硬化阻害が生じやすいため, 窒素を満たしたデシケータ中で試験を実施した.

今回用いたすべての接着剤は室温硬化であり, しかも比較的速く硬化するものである. しかし, その硬化時間には開きがあり, かつどのタイミングで硬化を始めるかについては相違がある. そこで本研究ではDSCを用いて硬化時の発熱を測定した. このような反応系の接着剤の場合, 化学反応の量は発熱量に対応していると考えられるので, 発熱を測定することにより, 化学反応の度合い, さらには硬化の度合いが決定できると考えられる.

最後に, 金属板に接着剤を塗布した試験片を用いて, その反りを測定した. 図1に示すように, 試験片を, アルミ合金製の支持台に載せ, この支持台に固定したギャップセンサにて試験片中央部の変位を測定した. 前述のように SGA には酸素硬化阻害の問題があるため, 本研究ではこの実験も窒素を満たしたデシケータ中で実施した.

4. 試験結果 接着剤の硬化収縮率は, どの接着剤でもバルク密度から計算される体積収縮率よりも小さかった. この理由は, 今回の測定法が, 体積収縮というよりは線収縮を測定するものとなっており, 体積収縮が線収縮の約3倍となるためである. 硬化収縮率は接着剤により異なっており, SGAの方が大きいことが分かる.

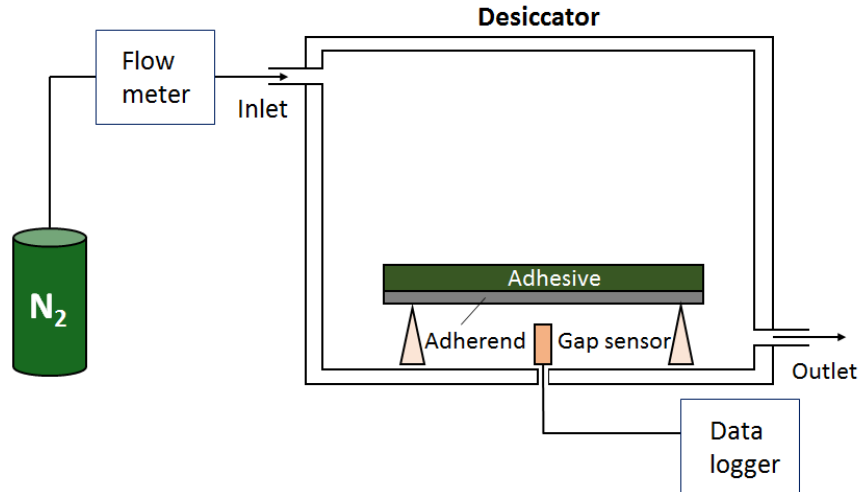


図1 接着剤を塗布した金属板試験片の反り変形測定の様式図

DSCを用いた発熱量の測定では、接着剤の混合から若干の時間の後に、発熱が始まり、ピークを示した後に減少することが分かった。すなわち、このピークの近傍で化学反応が最も活発に生じており、接着剤の硬化も進んでいるものと考えられる。このピークのタイミングは接着剤ごとに異なっており、硬化のタイミングが異なることを示している。

金属板に接着剤を塗布した試験片の反りは、鋼板を用いた場合は極めて小さく、また磷青銅板を用いた場合もあまり大きくなかった。

5. 考察 金属板に接着剤を塗布した試験片の反りは、バイメタルの反りを求める材料力学的理論により、解析的に求めることが可能である。ただし、本理論は接着剤の硬化プロセスを考慮していないため、接着剤の硬化収縮率やヤング率などのパラメータのみの関数となっており、硬化途中の物性の変化や粘弾性緩和を表現できないものとなっている。実際に、この理論で計算した試験片の反りは、実験的に求めたのものより遥かに大きく、変形を過大評価している。すなわち、我々が通常予想する接着剤の硬化に伴う残留変形や残留応力は実態に即していないのみならず、大幅な過大評価となっていることに留意が必要である。

6. 結言 本研究では、第2世代アクリル接着剤(SGA)の硬化収縮、並びにこれに起因する接合部の残留変形および残留応力を定量的に評価することを目的とし、各種の実験を行った。この結果、一般的に用いられている材料力学的理論で予測される変形は実態を過大評価しており、実際は遥かに小さい変形や応力しか発生していないことが明らかとなった。

日本接着学会第56回年次大会運営委員会

委員長 梶山 幹夫 (筑波大学)

副委員長 秋本 雅人 (セメダイン(株))
森 きよみ (拓殖大学)

加納 義久 (古河電気工業(株))

委員 大石 好行 (岩手大学)
松本 章一 (大阪府立大学)
佐藤 慎一 (コニシ(株))
赤坂 秀文 (株スリーボンド)
今村 健吾 (スリーエムジャパン)
岡本 秀二 (綜研化学(株))
木村 和資 (横浜ゴム(株))
小林 元康 (工学院大学)
須山 健一 (古河電気工業(株))
田口 哲志 (物質・材料研究機構)
濱口 鉄也 (接着技術コンサルタント)
堀 成人 (東京大学)
宮田 壮 (リンテック(株))
山辺 秀敏 (住友金属鉱山(株))
齋藤 隆則 (齋藤技術士事務所)
池上 皓三 (東京電機大学)
小野 拓邦
木下 武幸 (株J-ケミカル)
秦野 恭典 (森林総合研究所)
宮入 裕夫 (東京電機大学)
柳澤 誠一 (接着技術コンサルタント)

深野 兼司 (ニチバン(株))
佐藤 千明 (東京工業大学)
杉崎 俊夫 (リンテック(株))
中田 一之 (三井・デュポン ポリケミカル(株))
大河原義明 (コニシ(株))
笠原 尚子 (関西ペイント(株))
木村 佑希 (JNC(株))
坂井 茂俊 (株オーシカ)
関口 悠 (東京工業大学)
塔村真一郎 (森林総合研究所)
細田奈麻絵 (物質・材料研究機構)
堀内 伸 (産業技術総合研究所)
本橋 健司 (芝浦工業大学)
山崎 民男 (株J-ケミカル)
秋山 三郎 (東京農工大学)
池上 則明 (接着技術コンサルタント)
北崎 寧昭 (PSA研究所)
地畑 健吉 (接着技術コンサルタント)
水町 浩
柳原 榮一 (接着技術コンサルタント)
若林 一民 (APSリサーチ)

(順不同敬称略)

日本接着学会第56回年次大会講演要旨集

発行日 平成30年6月1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

〒556-0011 大阪市浪速区難波中3丁目9番地1 難波ビルディング407号室

TEL : 06-6634-8866 FAX : 06-6634-8867

E-mail : info-hnb@adhesion.or.jp <http://www.adhesion.or.jp>

印刷所 株式会社 信利

〒545-0001 大阪府大阪市阿倍野区天王寺町北2-4-16

TEL : 06-6713-1833 FAX : 06-6713-1834
