

SGAを用いた傾斜接着手法の提案とその展開

(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

A Novel Method to Realize Functionally Gradient Adhesive Joints and The Application

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 近年, 航空機や自動車等で, 環境負荷低減の観点から, 構造の軽量化による燃費向上が求められている. このため, 以前から広く用いられている鉄鋼材料に代わり, より比強度や比剛性に優れるアルミニウム合金や繊維強化プラスチックといった軽量材料が使用され始めている. さらに, これらの材料を組み合わせる, いわゆるマルチマテリアル構造の検討が始まっている. この場合, 異種材料の接合が必須となるため, 以前から多く用いられている溶接は適用が困難であり, 一方, 異種材料の接合に適している接着接合が注目を集めている.

異種材料を接着接合する場合, 熱膨張率の異なる材料を用いると, その接合物の熱応力や熱変形が大きな問題となる. この低減法として, 弾性率の低い軟質接着剤を用いることにより, 発生する応力を低減する手法が考えられる. しかしこの場合, 接合部の剛性や強度は得られ難い. すなわち, 低熱応力と接合剛性・強度は二者択一の関係にある.

これらの問題を抜本的に解決する方法として, 接着層の機械的特性を連続的に変化させる傾斜物性接着継手が近年注目されている. この手法により, 接着層端部の応力集中を低減できることが確認されており, また, 熱応力や熱変形の低減にも適用できると考えられる. 一方, 物性傾斜塗布の実現は容易ではなく, 極めて限られた方法しか実用化されていない. 川崎らは, 2種類の硬さの異なる2液アクリル接着剤(SGA)を用い, これを塗りわけした後にハネムーン接着する事により, 傾斜接着継手の作成に成功している. しかし, 本手法は比較的複雑であり, より簡易な手法が求められている.

本研究では, 2液のみの硬さの異なるSGAを用い, 傾斜接着継手を作成する新手法を提案すると共に, その具体的な材料系および塗工システムに関して検討した結果を示す.

2. 材料および試験片 本手法では, 硬・軟の2種類のSGAを用いた. ただし, それぞれをA剤およびB剤とし, この混合により硬化が開始する系とした. したがって, 接着剤の混合比率を選択することにより, その機械的特性を広く変化させることが可能である. SGAは他の種類の2液接着剤に比べ, 混合比率の変化による硬化不良が生じにくい. 本研究では, この特徴を積極的に利用した.

この2液の接着剤の比率を変えて混合し, その後に硬化させてバルク試験片を作製し, この引張試験を実施した. 具体的には, A剤およびB剤の混合比率を4:1, 1:1, および1:4とし, その弾性率の変化を調べた. この結果, 弾性率を4倍以上変化させ得ることが分かった.

3. 傾斜塗布装置の試作 本研究では, 上記の方法で接着剤の傾斜塗布を実施すべく, 傾斜塗布装置の試作を行った. 本装置に要求される性能として, A剤およびB剤の比率を可変しつつ独立して吐出できること, 粘度の高い接着剤を用いた場合でも対応できる十分な推力を有すること, 並びに混合比の制御と共に接着剤の塗布位置を制御できることなどが挙げられる. これらの条件を満たすべく, 装置を試作した. 具体的には, ステッピングモーターを用いた駆動

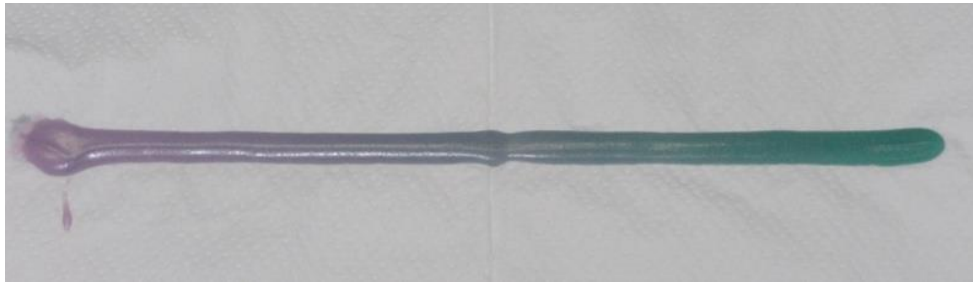


図1 色の異なる接着剤を用いた傾斜塗布予備試験の結果

部により, 2液用 MixPac のピストンを押す形で接着剤の吐出を行い, これをスタティックミキサーおよびダイナミックミキサーで混合する形とした. 一方, 被着体は 2 軸ステージにより移動できるようにしており, この上に接着剤を塗布することにより, 硬さに分布を持つ接着剤層を作成した. まず予備実験として, 色の異なる接着剤を用いて傾斜塗布を行ったところ, 図1に示すように, 色彩の傾斜を有する接着剤硬化物が得られた.

4. 接着剤硬化物の機械的特性に及ぼす温度の影響 配合比率を変化させて硬化させた接着剤を用い, その機械的特性を, 温度を変えて測定した. 具体的には配合比率を変えた複数のダンベル試験片を用意し, これを室温並びに高温にて引張試験した. この結果, 接着剤の応力ひずみ線図は, その混合比率のみならず, 試験温度にも大きな影響を受けることが分かった. この理由は, 接着剤のガラス転移温度(T_g)が異なるため, 混合比率を変化させると T_g も共に変化するためであると考えられる.

5. 異種材接合物の熱変形測定 異種材料を本手法で接着接合し, その熱変形を実験的に調べた. 具体的には線膨張整数の異なるアルミ合金と炭素鋼を用い, この短冊状の板を傾斜接着により接合し, その反りを, 環境温度を変化させて測定した. 反りの測定には渦電流式のギャップセンサを用い, 試験片を支持金具ごと高温槽に入れて加熱し, 反りと環境温度の関係を調べた. なお, 試験片の温度は表面に貼り付けた熱電対により行った.

この結果, 加熱による反り変形は温度履歴の影響を受け, 加熱を繰り返すと挙動が収束すること, 並びに傾斜接着が反りの低減に有効なことが分かった.

6. 結言 本研究では, 2液混合型の傾斜塗布手法を提案すると共に, 本手法を用いて各種の試験を行い, その妥当性を検証すると共に, 熱変形の低減に及ぼす影響を調べた. この結果, 提案手法は実現可能であり, 実際に傾斜物性継手を作成可能であることが示された. さらに, 本手法が異種材料接合物の熱変形低減にも効果があることを実証した.

謝辞

本研究を実施するに当たり, (株)ナカリキッドコントロールに装置のご提供を頂いた. ここに謝意を示す.

文献

[1] S. KAWASAKI, et. al., Functionally Graded Adhesive Joints Bonded by Honeymoon Adhesion Using Two Types of Second Generation Acrylic Adhesives of Two Components. The Journal of Adhesion, Vol. 92, No. 7-9, pp. 517-534 (2016).

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
