

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	異なる接着剤の混合比可変塗布による傾斜機能接着継手の実現とその機械的特性に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	川崎翔大
Author(English)	Shota Kawasaki
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10598号, 授与年月日:2017年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 千明,堀江 三喜男,初澤 毅,松村 茂樹,只野 耕太郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10598号, Conferred date:2017/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	メカノマイクロ工学	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	川崎翔大		指導教員 (主)： 佐藤千明 准教授
			指導教員 (副)： 堀江三喜男 教授

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

接着接合は他の接合方法にない多くの利点、例えば軽量化、異種材料間接合が可能、応力集中の緩和が可能などの特徴を持ち、自動車や航空機などの大荷重が加わる機械にも頻りに適用されつつある。しかし、接着層の端部には応力集中が生じやすく、継手強度を相対的に低減している。このような接着層の応力集中を低減させるためには、接着層の物性を連続的に変化させる傾斜機能接着継手が有望である。

本研究では、接着接合部の強度の低下の原因となる応力集中を低減するために、2種類の異なる接着剤の混合比可変塗布を行うことで傾斜機能接着継手を実現し、その機械的特性を調べることを目的とする。

本論文は、「異なる接着剤の混合比可変塗布による傾斜機能接着継手の実現とその機械的特性に関する研究」と題し、全6章から構成されている。

第1章「緒論」では、本研究の必要性に関する社会的背景、並びにその目的について示した。まず、接着接合は自動車や航空機などにおいて、大きな荷重が加わる部位に適用されており、接合強度の向上が求められていることを示している。また、接着継手の強度向上のためには、接着層の端部に生じる応力集中を低減することが重要であることを示すと共に、被着体の形状の工夫はコストの増大につながるため、接着層の物性を連続的に変化させる傾斜機能接着継手が有望であることを示している。さらに、傾斜機能接着継手に関する最近の研究例、並びにその問題点を示すと共に、本論文の目的が、2種類の異なる接着剤の混合比可変塗布により傾斜機能接着継手を実現し、その機械的特性を調べることにあると示している。

第2章「接着層傾斜機能化へ向けた第二世代アクリル系接着剤の混合比に対する物性評価」では、混合比可変塗布に適した接着剤を取り上げ、その物性に及ぼす混合比の影響を実験的に調べた。本研究では、混合比を変えても硬化不良が生じにくい第二世代アクリル系接着剤 (SGA) を用い、軟質および硬質の2種のSGAについて材料試験を行った。具体的には、これらのSGAの混合比を変え接着剤硬化物を製作し、その引張試験および動的粘弾性試験を行った。この結果、ヤング率、引張強度、最大ひずみ、およびガラス転移温度が混合比に対して連続的に変化しており、接着剤の物性が混合比により調整できることを示した。

第3章「第二世代アクリル系接着剤を用いた接着層傾斜機能化手法の提案と傾斜機能化接着層の物性分布の評価」では、2種類の接着剤を用いたハネムーン接着法による混合比可変塗布法を提案すると共に、その妥当性を実験的に検証した。具体的には、軟質および硬質の2種のSGAを用い、それぞれのA剤およびB剤同士を、混合比を変えつつ2枚の被着体に塗布し、その後被着体同士を重ね合わせ接着剤を硬化させる手法を用い、接着接合部の製作が可能であることを実証した。提案した手法を実施するための塗布装置は、3軸ロボット、2つの吐出量制御装置、およびスタティックミキサーで構成されており、接着剤の塗布位置と接着剤混合比を同時制御することで、混合比可変塗布を実現した。本手法により塗布および硬化を行った接着層に対して、ナノインデンテーション法を用いてそのマルテンス硬度およびヤング率の算定を行ったところ、マルテンス硬度が継手長さ方向に連続的に変化しており、ヤング率の分布に関しても予想値と実験値に大きな差の無いことを確認した。すなわち、本提案手法により接着継手の物性値を連続的に調整できることを実証した。

第4章「塗り分け接着継手の機械的特性と応力分布の評価」では、接着層の端部と中央部を異なる接着剤で塗り分けた試験片を作製し、その引張試験を行った。この時、デジタル画像相関法により接着層および被着体のひずみ分布を測定し、さらにこの応力分布を計算した。この結果、接着層両端部の軟質接着剤層が長くなるほど応力集中が緩和すること、並びに本試験片の破断強度は、全長50mmの継手中央部に20~30mm程度の硬質接着剤を有するものが最も高いことを確認した。

第5章「傾斜機能接着継手の強度評価」では、接着層の応力集中の低減と継手の高強度化を目的とし、部分的に傾斜機能接合部を有する塗り分け接着継手を製作し、その強度試験を行った。具体的には、中央部に硬質接着剤層を配置し、その両側に混合比可変塗布による傾斜機能接着層を挿入し、さらにその外側に軟質接着剤層を配置した試験片を作製し、その引張強度を実験的に求めた。この結果、硬質接着層のみの継手と比較して約15%の強度向上が得られた。また、デジタル画像相関法を用いた引張試験時の接着層のひずみ計測の結果、傾斜機能接着継手の硬質接着層にも比較的大きなひずみが生じており、接着層中において効率的な荷重分担ができていくことが確認できた。

第6章「結論」では、本研究で得られた成果を総括し、今後の課題およびさらなる研究展望について述べた。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Department of	メカノマイクロ工学	専攻	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 (工学)	Doctor of
学生氏名 : Student's Name	川崎翔大		指導教員 (主) : Academic Advisor(main)	佐藤千明	准教授
			指導教員 (副) : Academic Advisor(sub)	堀江三喜男	教授

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Adhesively bonded joints have widely been used in many applications. However, they have often stress concentrations at both ends of the adhesive layers, which result in lower-strength. To smooth the stress distribution in a bond line, a method to apply adhesive that has a graded modulus along the overlap have been proposed by several reserchers. These joints were called Functionally Graded Adhesive Joints (FGAJs). In this study, a novel method to manufacture a type of the FGAJs is proposed. For this method, a mixture of two adhesive which are brittle and flexible are applied to adherends with changing the mixing ratio. The purpose of this work is realizing FGAJs by the variable mixing ratio application and evaluating the mechanical property.

Bulk specimens with different mixing ratios of the adhesives were prepared and tested. Second generation acrylic adhesives (SGAs) were utilized for this study because they can be cured at a wide range of mixing ratio. By the method, the mechanical properties of a SGA could be controlled by selecting the mixing ratio.

To verify the applicability of the proposed method to FGAJs, the Martens hardness and Young's modulus of the adhesive layer were measured using a nano-indenter. As a result of the hardness tests, the mechanical property of adhesive layer changed continuously along the overlap.

The relationship between applied patterns of different adhesives and the stress distributions in those adhesive layers were experimentally investigated. For this investigation, mixed adhesive joints (MAJs), which employ a brittle adhesive in the middle portion of the overlap and a ductile adhesive at the bondline ends were used. Stress distributions of MAJs were evaluated by a tensile test using a digital image correlation method. As a result, variable modulus adhesive layer contributed to the relaxation of the adhesive layer stress concentration.

Tensile tests of the FGAJs were carried out. As a result, FGAJ was effective to improve the joint strength.

In chapter 6, summary and future works are described.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).