

Title	異種接合材料の自由縁応力特異性の発生と消失, および特異性消失条件を用いた形状選択に関する研究
Author(s)	井岡, 誠司
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/39751
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏 名	井 岡 誠 司
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 5 0 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 8 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科産業機械工学専攻
学 位 論 文 名	異種接合材料の自由縁応力特異性の発生と消失、および特異性消失条件を用いた形状選択に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 久 保 司 郎 教 授 城 野 政 弘 教 授 北 川 浩 教 授 座 古 勝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、異種接合材料の自由縁応力特異性の発生・消失について調べるとともに、接合界面上の応力を低く抑えるような接合形状について基礎的な検討を行い、接合材料の強度向上のための知見を得ることを目的としたものである。論文は以下の8章からなっている。

第1章は、緒論であり、本研究の背景および研究目的について述べている。

第2章では、応力分布の解析に用いた二次元弾性境界要素法について述べている。

第3章では、等方性材料を用いた異種接合材料について自由縁応力特異性の解析を行った結果について述べている。異種接合材料の接合界面と自由縁が交わる場所において特異応力場が発生する。境界要素解析の結果から得られた特異性の指数は、理論的に得られた指数によく一致すること、理論的に特異性の消失が予想される接合角度の組合せを採用した場合には、境界要素解析の結果では界面端近傍で応力の低下が見られ、特異性の消失が見られることを明らかにしている。

第4章では、等方性材料を用いた異種接合材料について、熱応力負荷下における自由縁応力特異性についての理論的・数値的な検討について述べている。その結果、熱応力に関する定数項を考慮することにより、温度変化のない静弾性問題の場合と同様の特異性が現れることを明らかにしている。

第5章では、等方性異種接合材料に対して、自由縁応力特異性が消失するような幾何学的条件を採用したときに界面上の応力を低く抑えるような接合形状の基礎的な検討を行っている。その結果、自由側面形状あるいは接合界面形状を変化させることによって、界面上の垂直応力あるいはせん断応力を低く抑えることが可能であることを示している。

第6章では、直交異方性材料を用いた接合材料について、自由縁応力特異性の検討を行っている。その結果、接合界面と自由縁が交わる場所では応力特異性が生じ、境界要素解析の結果から得られた特異性の指数は理論的に得られた値によく一致することを明らかにしている。理論的に特異性の消失が予想される接合角度の組合せを採用した場合には、境界要素解析の結果において界面端近傍で応力の低下が見られ、特異性が消失するという結果を得ている。

第7章では、自由縁応力特異性が消失する界面端の幾何学的条件を採用した直交異方性異種接合材料の接合界面上に生じる応力を低く抑える接合形状について基礎的な検討を行っている。その結果として、自由側面形状を変化させることにより、接合界面上の応力の最大値を低く抑えることが可能であることを明らかにしている。

第8章は結論であり、本研究の総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、異種接合材料の接合界面端に生じる自由縁応力特異性に着目し、特異性の発生と消失および特異性消失条件下での接合体の形状選択に関して行った研究の成果をまとめたものである。本論文の主な成果を要約すると以下のようなになる。

- (1) 等方性材料を用いた異種接合材料に対して、自由縁と接合界面の交点近傍に生じる特異応力場について特性方程式ならびに境界要素法を用いた解析を行い、特異性の指数の挙動を調べている。特に適当な接合角度の組合せを選択することにより、特異性を消失させることが可能であることを明らかにしている。
- (2) 熱応力負荷下において、等方性材料を用いた異種接合材料の自由縁応力特異性について検討を行い、熱応力に関する定数項の分布を理論的に求めている。さらに境界要素解析結果においては求められた応力よりこの定数項を減ずることによって特異性の評価を行うことが可能であり、熱応力負荷下においても外力負荷の場合と同様の特異性が生じることを明らかにしている。
- (3) 等方性材料を用いた異種接合材料に対して、自由縁応力特異性が消失する接合角度の組合せを採用したときに接合界面上の垂直応力あるいはせん断応力に及ぼす接合界面形状あるいは自由側面形状の影響を調べている。その結果、外力負荷下では、界面上の垂直応力あるいはせん断応力を低く抑えるような接合界面形状あるいは自由側面形状が求められることを明らかにしている。また、熱応力負荷下では、接合界面上の応力を熱応力に関する定数項の値以下に抑えるような自由側面形状が存在することを明らかにしている。
- (4) 直交異方性材料を用いた異種接合材料に対して、自由縁応力特異性に関する特性方程式を求め、特性方程式を用いた特異性指数の解析と境界要素法を用いた数値解析を行っている。接合界面と自由縁の交点近傍に生じる応力特異性を境界要素解析により求めた結果は特性方程式による値とよく一致し、また理論上特異性が消失すると予想される接合角度の組合せを採用した場合には境界要素解析の結果においても特異性の消失がみられ、適当な接合角度の組合せを採用することにより自由縁応力特異性を消失させることができることを明らかにしている。
- (5) 直交異方性材料を用いた異種接合材料に対して、自由縁応力特異性が消失するような接合角度の組合せを採用した場合に接合界面上の応力に及ぼす自由側面形状の影響を検討している。その結果、同じ接合角度の組合せを採用した場合でも、界面上の応力を低く抑えるような自由側面形状が存在することを明らかにしている。

以上のように本論文は、異種接合材料の強度上大きな問題となる自由縁応力特異性を接合端近傍の形状を変更することにより制御できること、特異性を消失させることが可能であること、および特異性を消失させながら界面上の垂直応力あるいはせん断応力を最小にするような接合体の形状設計が可能であることを示しており、材料力学および材料強度学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。