

Title	積層複合材の界面塑性不安定現象の研究
Author(s)	澁谷, 陽二
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3089673
DOI	10.11501/3089673
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏 名	しほ 谷 よう じ 澁 谷 陽 二
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 3 3 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 4 年 6 月 1 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	積層複合材の界面塑性不安定現象の研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 北 川 浩 教 授 花 崎 伸 作 教 授 久 保 司 郎 教 授 齋 藤 好 弘

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、積層複合材の界面破壊を誘起する一因と考えられる界面上に生じる塑性不安定現象に関するもので、不安定変形の出現については有限変形理論に基づく力学的考察を行い、その後界面に生じる不均一変形の挙動については実験的考察から明らかにしたものである。本論文は、緒論、本文5章、結論により構成され、以下のようにまとめられる。

第1章は緒論で、本研究の背景ならびに関連する従来の研究について概説し、論文の目的、意義および構成について述べた。

第2章は、従来の有限変形理論に基づく分岐解析を拡張して、積層複合材に適用するための定式化を行った。対称配置された3層積層材の一方向引張りに対する分岐解析を行い、積層板厚比や構成材料特性の界面不安定性に対する影響について検討を行った。

第3章は、速度依存型の構成式による弾粘塑性有限要素法を用い、積層複合材に対する局所変形挙動の解析を行った。大ひずみ域まで塑性変形を安定に継続させる要因の一つである粘性効果に関する検討を行った。

第4章は、樹脂積層アルミはくの等二軸引張り試験を行い、ひずみ負荷とともに変化する界面状態のその場観察から、アルミはくと高分子フィルム間に生じる界面不均一変形の発生および成長のメカニズムと、最終破断との関係について検討した。

第5章は、前章で得られた積層アルミ合金はくの巨視的破壊のメカニズムに基づいて弾粘塑性有限要素解析を行った。界面接着層にボイドの存在を仮定し、簡便な応力基準に基づくはく離条件ではく離の伝ばを表した。はく離の伝ば過程と、伝ば後自由境界となったアルミはく領域に生じる局所変形挙動の相互作用について検討を行った。

第6章は、負荷ひずみに応じて変化する界面および表面上の不均質変形状に対して、フラクタル解析を行った。界面や表面不均質変形状の自己相似性について、結晶粒界やすべり帯の形成といった結晶学的な素過程に対応付けながら検討した。

第7章では、本研究で得られた一連の結果をまとめた。

論文審査の結果の要旨

積層複合板の加工限界を律する要因の一つに界面はく離の発生があり、それを誘起するメカニズムとして界面上に生じる塑性不安定現象が挙げられる。この現象には積層材料の特性に加えて接着部の強度や性状が複雑に影響し、力学的にも未解決な問題を多く含んでいる。本論文は、そのような積層複合材に生じる界面塑性不安定現象の理論的な発生予測と、界面不均一変形挙動の成長メカニズムの解明について行った研究成果をまとめたもので、主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 3層対称配置の積層複合材の表皮材料の硬化指数が内側材料より大きい場合に、界面塑性不安定が表面不安定に先行することを理論的に明らかにし、任意の材料の組み合わせに対して不安定発生の様式が予測できることを示している。
- (2) 高分子材料のようなひずみ速度依存性のある材料の積層化により、延性材料の変形限界が著しく増大することを弾粘塑性有限要素解析により示し、積層複合材の高伸び特性のメカニズムを明らかにしている。
- (3) 熱や水分に対してシールド性の高い包装材料である樹脂積層アルミはく等の等二軸引張り試験により、従来の延性材料に見られる表面不均一変形の成長とは異なって、界面に生じる不均一変形の成長が大ひずみ域での表皮材料の高い硬化指数（接線剛性）によって抑えられていることを明らかにしている。
- (4) 樹脂積層アルミはくの巨視的な破壊は、界面はく離の先行とその後に生じるアルミはくのひずみ局所化現象の二段階になっていることを実験的に明らかにし、破壊に至る過程がはく離の伝ばとアルミはくの局所変形挙動の相互作用により進行することを明確にしている。
- (5) 界面あるいは表面上に生じる不均質変形形状が自己相似性を持つことを示し、そのフラクタル次元の負荷ひずみに対する変化は、塑性変形を形成する種々の結晶学的な素過程の重畳度に依存していることを明らかにしている。

以上のように、本論文は積層複合材の変形限界を律する塑性不安定発生の様態を明らかにするとともに、界面塑性不安定現象に関する多くの有用な知見を与えており、材料力学と塑性加工の分野の発展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。