

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-91171

(P2005-91171A)

(43) 公開日 平成17年4月7日(2005.4.7)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 3/00	GO 1 N 3/00	2 GO 6 1
GO 1 N 3/20	GO 1 N 3/20	

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-325224 (P2003-325224)</p> <p>(22) 出願日 平成15年9月17日 (2003.9.17)</p> <p>特許法第30条第1項適用申請有り</p>	<p>(71) 出願人 501204525 独立行政法人海上技術安全研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号</p> <p>(74) 代理人 100078868 弁理士 河野 登夫</p> <p>(74) 代理人 100114557 弁理士 河野 英仁</p> <p>(72) 発明者 千秋 貞仁 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内</p> <p>(72) 発明者 橋本 聖史 大阪府吹田市津雲台5-11 D40-104</p> <p>(72) 発明者 村川 英一 大阪府茨木市美穂ヶ丘19-A504</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

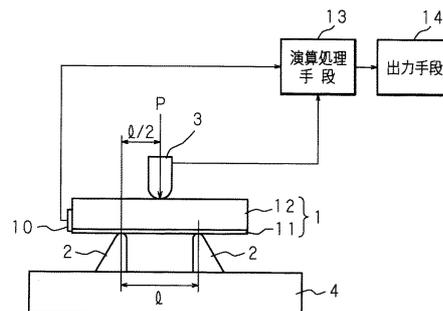
(54) 【発明の名称】 摺り強度試験方法及び装置、試験片

(57) 【要約】

【課題】 初期亀裂を設けることなく試験片の金属材料と合成樹脂材料との接着面端部での摺り強度を試験することができる摺り強度試験方法及び装置、試験片を提供する。

【解決手段】 金属材料と合成樹脂材料とを接着してなる試験片1の接着面端部での摺り強度を、3点曲げ試験による接着面端部での亀裂発生荷重を測定することにより試験する摺り強度試験方法において、試験片1を支持する支持間隔を、試験片1の金属材料の層に塑性変形が生じない長さとする。試験片1は角柱状をなし、長手方向の曲げ応力の中性軸が金属材料と合成樹脂材料との接着面上に位置する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属材料と合成樹脂材料とを接着してなる試験片の接着面端部での摺り強度を、3点曲げ試験による接着面端部での亀裂発生荷重を測定することにより試験する摺り強度試験方法において、

前記試験片を支持する支持間隔は、前記試験片の金属材料の層に塑性変形が生じない長さとする特徴とする摺り強度試験方法。

【請求項 2】

前記試験片の前記支持手段による支持間隔 l は、(数 1) を満たす間隔であることを特徴とする請求項 1 記載の摺り強度試験方法。

【数 1】

$$l \leq \frac{\sigma^Y}{\tau_{\text{int}}^B} t_1$$

ただし、

t_1 : 前記試験片の金属材料の層の厚さ

σ^Y : 塑性応力

τ_{int}^B : 金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度

【請求項 3】

前記試験片の金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度 τ_{int}^B は、長手方向の剪断強度分布における剪断強度の最大値であることを特徴とする請求項 2 記載の摺り強度試験方法。

【請求項 4】

前記試験片の金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度 τ_{int}^B は、長手方向の剪断強度分布における剪断強度の平均値であることを特徴とする請求項 2 記載の摺り強度試験方法。

【請求項 5】

前記試験片の金属材料の表面プロファイルの振幅及び波長を用い、(数 2) に基づいて算出した表面性状パラメータ R_S と、測定した接着面端部での亀裂発生荷重との相関性を演算することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の摺り強度試験方法。

【数 2】

$$R_S = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i^2 / \lambda_i)}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

ただし、

a_i : 表面プロファイルの i 番目周波数成分の振幅

λ_i : 表面プロファイルの i 番目周波数成分の波長

i : 1 から n までの自然数

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の摺り強度試験方法に用いる試験片において、角柱状をなし、長手方向の曲げ応力の中性軸が金属材料と合成樹脂材料との接着面上に位置するものであることを特徴とする試験片。

【請求項 7】

前記金属材料の層の厚さと前記合成樹脂材料の層の厚さとが、(数 3) の関係を満たす

10

20

30

50

ものであることを特徴とする請求項 6 記載の試験片。

【数 3】

$$t_1\sqrt{E_1} = t_2\sqrt{E_2}$$

ただし、

t_1 : 前記金属材料の層の厚さ

t_2 : 前記合成樹脂材料の層の厚さ

E_1 : 前記金属材料のヤング率

E_2 : 前記合成樹脂材料のヤング率

【請求項 8】

前記金属材料は、鋼材であることを特徴とする請求項 6 または 7 記載の試験片。

【請求項 9】

前記合成樹脂材料は、エポキシ系合成樹脂であることを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか一項に記載の試験片。

【請求項 10】

試験片を 2 点支持する支持手段と、前記試験片の支持間隔の中程に曲げ荷重を印加する荷重印加手段とを備え、

前記試験片は、金属材料と合成樹脂材料とを接着してなり、前記試験片の接着面端部での摺り強度を、3 点曲げ試験による接着面端部での亀裂発生荷重を測定することにより試験する摺り強度試験装置において、

前記試験片の前記支持手段による支持間隔は、前記試験片の金属材料の層に塑性変形が生じない長さであることを特徴とする摺り強度試験装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属材料と合成樹脂材料との二層構造を有する試験片の端部での剪断強度を正確に把握することができる摺り強度試験方法及び装置、試験片に関する。

【背景技術】

【0002】

複合材料の接着面端部での摺り強度を試験する場合、従来は、3 点曲げ試験を応用した複合材料の端部引き剥がし試験、または単一材料と同様の端部切り欠き曲げ試験が行われてきた。端部引き剥がし試験は、試験片の端部にタブを貼り付け、該タブが上下に引き剥がされる場合の接着面の接着強さを測定する試験方法である。端部切り欠き曲げ試験は、予め試験片の端部中央に亀裂を作成し、初期亀裂長さが略 2.5 mm となるように試験片を曲げ治具に取り付ける試験方法である（非特許文献 1 参照）。

【0003】

端部に初期亀裂を設けた試験片を用いる従来の端部切り欠き曲げ試験装置について図面を参照しながら説明する。図 7 は、端部に初期亀裂を設けた試験片を用いる破壊靱性試験装置の模式図である。図 7 に示すように、該試験装置は、基準となる水平面に 2 つの支持台 8 2 を互いに平行となるよう設けてあり、梁状の試験片 8 1 を 2 つの支持台 8 2 で支持する。支持台 8 2 の試験片 8 1 の支持部分は、試験片 8 1 と接するように、側断面形状が円弧形状である頂部を有する。該頂部と試験片 8 1 との接点である支持点間の中点付近に、試験片 8 1 に対して曲げ荷重を印加する荷重印加手段 8 3 を上方に備えている。

【0004】

試験片 8 1 は角柱状をなし、試験片 8 1 の一端部に、試験片 8 1 の接着面と平行な深さ a の初期亀裂を、試験片 8 1 の長手方向に設ける。初期亀裂を設ける面は、一般に試験片

10

20

30

40

50

の接着面とは相違する。初期亀裂を設けた試験片 8 1 を該試験装置の 2 つの支持台 8 2 に横置きして、破壊靱性試験を実施する。

【 0 0 0 5 】

試験時には、試験片 8 1 を支持する支持点間距離 l の中点付近に、加重印加手段 8 3 を用いて曲げ荷重 P を印加する。曲げ荷重 P が印加されることで、試験片 8 1 の一端部に事前に設けた初期亀裂が成長し、亀裂が進行する面に働く剪断力により、初期亀裂を有する試験片 8 1 の端部での上面と下面との間に相対変位である COD (Crack Opening Displacement) が生じる。 COD と曲げ荷重 P との関係に基づいて、試験片の破壊靱性を求める。

【非特許文献 1】リーフ エー、カールソン (Leif A. Carlsson)、アール バイロン パイプス (R. Byron Pipes) 著、福田博、外 2 名訳、「高機能複合材料の実験的評価」、古今書院、p. 134 - 138

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかし、例えば金属材料と合成樹脂材料とからなる二層構造を有する試験片である場合、端部引き剥がし試験では、金属材料表面の凹凸の存在による接着面強度の差は測定することができず、試験片にタブを接着する手間を要し、試験効率が悪いという問題点があった。また、端部切り欠き曲げ試験では、端部に初期亀裂を設ける必要があることから、端部で金属材料層と合成樹脂材料層を接着したままでは、初期亀裂発生強度は原理的に測定できず、また、金属材料層と合成樹脂材料層との接着面端部に既にフィルムが挿入されていることから、金属材料層と合成樹脂材料層との接着面端部の接着強度を直接測定することができないという問題点があった。

20

【 0 0 0 7 】

また、試験片の金属材料と合成樹脂材料との接着面に合わせて端部に水平方向の初期亀裂を設けた場合、二層構造を有さない通常の方法よりも層間剥離が生じやすく、小さな曲げ荷重が印加された場合であっても初期亀裂が成長するおそれがあることから、測定された試験結果が信頼性に欠けるという問題点もあった。

【 0 0 0 8 】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、初期亀裂を設けることなく二層構造を有する試験片の金属材料と合成樹脂材料との接着面端部での摺り強度を試験することができる摺り強度試験方法及び装置、試験片を提供することを目的とする。さらに、精度よく試験結果を評価することができる摺り強度試験方法及び装置、試験片を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するために第 1 発明に係る摺り強度試験方法は、金属材料と合成樹脂材料とを接着してなる試験片の接着面端部での摺り強度を、3 点曲げ試験による接着面端部での亀裂発生荷重を測定することにより試験する摺り強度試験方法において、前記試験片を支持する支持間隔は、前記試験片の金属材料の層に塑性変形が生じない長さとする

40

【 0 0 1 0 】

また、第 2 発明に係る摺り強度試験方法は、第 1 発明において、前記試験片の前記支持手段による支持間隔 l は、(数 4) を満たす間隔であることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

【数 4】

$$l \leq \frac{\sigma^Y}{\tau_{int}^B} t_1$$

【0012】

ただし、 t_1 は前記試験片の金属材料の層の厚さを、 σ^Y は塑性応力を、 τ_{int}^B は金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度を、夫々示す。

10

【0013】

また、第3発明に係る摺り強度試験方法は、第2発明において、前記試験片の金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度 τ_{int}^B は、長手方向の剪断強度分布における剪断強度の最大値であることを特徴とする。

【0014】

また、第4発明に係る摺り強度試験方法は、第2発明において、前記試験片の金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度 τ_{int}^B は、長手方向の剪断強度分布における剪断強度の平均値であることを特徴とする。

【0015】

また、第5発明に係る摺り強度試験方法は、第1乃至第4発明において、前記試験片の金属材料の表面プロファイルの振幅及び波長を用い、(数5)に基づいて算出した表面性状パラメータ R_s と、測定した接着面端部での亀裂発生荷重との相関性を演算することを特徴とする。

20

【0016】

【数 5】

$$R_s = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i^2 / \lambda_i)}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

【0017】

ただし、 a_i は表面プロファイルの i 番目周波数成分の振幅を、 λ_i は表面プロファイルの i 番目周波数成分の波長を、 i は1から n までの自然数を、夫々示す。

【0018】

また、第6発明に係る試験片は、第1乃至第5発明の摺り強度試験方法に用いる試験片において、角柱状をなし、長手方向の曲げ応力の中性軸が金属材料と合成樹脂材料との接着面上に位置するものであることを特徴とする。

【0019】

また、第7発明に係る試験片は、第6発明において、前記金属材料の層の厚さと前記合成樹脂材料の層の厚さとが、(数6)の関係を満たすものであることを特徴とする。

40

【0020】

【数 6】

$$t_1 \sqrt{E_1} = t_2 \sqrt{E_2}$$

【0021】

50

ただし、 t_1 は前記金属材料の層の厚さを、 t_2 は前記合成樹脂材料の層の厚さを、 E_1 は前記金属材料のヤング率を、 E_2 は前記合成樹脂材料のヤング率を、夫々示す。

【0022】

また、第8発明に係る試験片は、第6または第7発明において、前記金属材料は、鋼材であることを特徴とする。

【0023】

また、第9発明に係る試験片は、第6乃至第8発明において、前記合成樹脂材料は、エポキシ系合成樹脂であることを特徴とする。

【0024】

また、第10発明に係る摺り強度試験装置は、試験片を2点支持する支持手段と、前記試験片の支持間隔の中程に曲げ荷重を印加する荷重印加手段とを備え、前記試験片は、金属材料と合成樹脂材料とを接着してなり、前記試験片の接着面端部での摺り強度を、3点曲げ試験による接着面端部での亀裂発生荷重を測定することにより試験する摺り強度試験装置において、前記試験片の前記支持手段による支持間隔は、前記試験片の金属材料の層に塑性変形が生じない長さであることを特徴とする。

10

【0025】

第1、第2、及び第10発明では、金属材料層と合成樹脂材料層との二層構造を有する試験片に対して3点曲げ試験を実施する場合、3点曲げ試験装置での試験片の支持間隔 l は、試験片の金属材料部分に塑性変形が生じない範囲内で定める。これにより、弾性変形の範囲内で試験片端部に生じる初期亀裂の発生曲げ荷重を正確に測定することが可能となる。

20

【0026】

また、第3発明では、試験片の金属材料部分に塑性変形が生じない支持間隔 l の最大値を、金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度の最大値に基づいて求める。これにより、確実に金属材料に塑性変形が生じない範囲で3点曲げ試験を実施することができる。

【0027】

また、第4発明では、試験片の金属材料部分に塑性変形が生じない支持間隔 l の最大値を、金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度の平均値に基づいて求める。これにより、試験片全体として金属材料に塑性変形が生じない範囲で3点曲げ試験を実施することができる。

30

【0028】

また、第5発明では、3点曲げ試験の測定結果である亀裂発生荷重の相関性を求める手段において、金属材料と合成樹脂材料との接着面での金属材料の表面プロファイルの振幅だけでなく、金属材料の表面プロファイルを周波数分析し、該周波数成分により得られる各周波数成分の振幅と波長との比を用いて相関性を評価する表面性状パラメータを算出する。これにより、金属材料の表面の粗さを、表面における凹凸の高さだけでなく、表面における凹凸の分布についても考慮して、亀裂発生荷重の相関性を求めることができる。

【0029】

また、第6及び第7発明では、上述した摺り強度試験方法に用いる試験片が、金属材料と合成樹脂材料とからなる二層構造を有する角柱状の試験片であり、曲げ応力の中性軸が、試験片における金属材料と合成樹脂材料との接着面と一致する。これにより、試験片に初期亀裂を入れる必要がなく、曲げ荷重を印加することにより生じる剪断応力による試験片端部での亀裂発生箇所は、金属材料と合成樹脂材料との接着面となる。

40

【0030】

また、第8及び第9発明では、金属材料として、鉄鋼、ステンレス鋼等の鋼材を、合成樹脂材料として、エポキシ系の合成樹脂を用いる。

【発明の効果】

【0031】

第1、第2及び第10発明では、金属材料層と合成樹脂材料層との二層構造を有する試

50

試験片に対して3点曲げ試験を実施し、該試験片に初期亀裂が生じる曲げ荷重を求める場合、試験片の支持間隔 l を、試験片の金属材料部分に塑性変形が生じない範囲で定めることから、金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断力による端部の摺り強度を正確に測定することが可能となる。

【0032】

また、第3発明では、試験片の金属材料部分に塑性変形が生じない範囲を、金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度の最大値に基づいて求めことにより、試験片の金属材料部分に確実に塑性変形が生じない範囲で定めることができ、金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断力による端部の摺り強度を正確に測定することが可能となる。

【0033】

また、第4発明では、試験片の金属材料部分に塑性変形が生じない範囲を、金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度の平均値に基づいて求めることにより、試験片全体として金属材料部分に塑性変形が生じない範囲で定めることができ、金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断力による端部の摺り強度を正確に測定することが可能となる。

【0034】

また、第5発明では、3点曲げ試験の測定結果である亀裂発生荷重の相関性を求めるために、金属材料と合成樹脂材料との接着面での金属材料表面の凹凸の高さだけでなく、金属材料の長手方向の凹凸分布を周波数分析し、該周波数分析により得られる各周波数成分の振幅と波長との比を用いて相関性を評価する表面性状パラメータを算出することにより、金属材料表面の凹凸の高さの分布を考慮に入れることができ、より正確に亀裂発生荷重の相関性を求めることで、ペーパー研磨した必ずしも全ての表面の凹凸状態について3点曲げ試験を実施することなく、金属材料表面の状態を把握して、亀裂発生荷重を推測することが可能となる。

【0035】

第6及び第7発明によれば、摺り強度試験方法に用いる試験片が、金属材料と合成樹脂材料とからなる二層構造を有する角柱状の試験片であっても、金属材料と合成樹脂材料との接着面に初期亀裂を入れることなく、曲げにより生じる接着面の剪断応力による試験片端部での初期亀裂の発生荷重を正確に測定することが可能となる。

【0036】

また、第8及び第9発明では、金属材料として、鉄鋼、ステンレス鋼等の鋼材を、また合成樹脂材料として、エポキシ系の合成樹脂を用いることにより、摺り強度を確実に測定することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

(実施の形態1)

図1は本発明の実施の形態1に係る摺り強度試験方法で用いる試験装置の構成を示す模式図である。図1に示すように、水平な平板を有する基礎台4に角柱状の試験片1を支持する2つの支持台2、2を据付けてある。支持台2、2は、側断面形状が略三角形である角柱部材であり、試験片1を支持するように、側断面形状が円弧形状である頂部を有する。試験装置は、2つの支持台2、2の midpoint 付近上方に、曲げ荷重を印加する荷重印加装置(荷重印加手段)3を設けてある。荷重印加装置3は、試験実施時に横置きされる試験片1の幅方向に接するようにクロスヘッドに装着され、該クロスヘッドを一定のスピードで試験片1に対して押し付けることによって荷重を印加する。

【0038】

荷重印加装置3により印加される荷重 P の値は、信号線により接続されている演算処理手段13へ送信される。試験片1の金属材料と合成樹脂材料との接着面に亀裂が生じたのを検出すべく、試験片1の一端部には、歪みゲージ10が貼り付けられている。歪みゲージ10で検出された一端部での歪みは、信号線を介してコンピュータ、マイクロプロセッサ等の演算処理手段13へ送信される。歪みゲージでの計測値が所定の比率を超えて急速に変動したことを検知した場合、その時点で印加されている荷重を初期亀裂発生荷重とし

10

20

30

40

50

て検出する。

【 0 0 3 9 】

演算処理手段 1 3 では、初期亀裂発生荷重 P に基づいて、鋼、ステンレス鋼等の鋼材の表面の凹凸を示す表面性状パラメータとの相関性を演算する。演算内容の詳細は後述する。演算結果は、出力手段 1 4 にて、ディスプレイ、LCD 等へ表示出力され、またはプリンタ、プロッタ等へ印字出力される。

【 0 0 4 0 】

図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る摺り強度試験方法に用いる試験片の斜視図である。図 2 に示すように、試験片 1 は二層構造を有する角柱状の梁部材であり、鋼、ステンレス鋼等の鋼材からなる金属材料層 1 1 に、エポキシ系の合成樹脂材料層 1 2 が貼り付けられている。そして、歪みゲージ 1 0 は、試験片 1 の一端部に、金属材料層 1 1 と合成樹脂材料層 1 2 とに跨るよう、図 2 の破線で示す位置に配置する。

10

【 0 0 4 1 】

実施の形態 1 に係る摺り強度試験方法では、試験片 1 の金属材料層 1 1 と合成樹脂層 1 2 との間に初期亀裂を入れずに 3 点曲げ試験を実施する。具体的には、試験片 1 を 2 つの支持台 2 で支持されるように横置きし、上方から荷重印加装置 3 により曲げ荷重を印加し、金属材料層 1 1 と合成樹脂層 1 2 との接着面で初期亀裂を生じさせる。初期亀裂が生じた時点の印加荷重を初期亀裂発生荷重として測定する。

【 0 0 4 2 】

3 点曲げ試験の実施時に金属材料層 1 1 と合成樹脂層 1 2 との接着面で初期亀裂が生じるためには、曲げ応力の中性軸の存在する面が、金属材料層 1 1 と合成樹脂層 1 2 との接着面と一致する必要がある。そこで、金属材料層 1 1 の厚さと合成樹脂層 1 2 の厚さとの間で (数 7) の関係を具備することで、曲げ応力の中性軸の存在する面が、金属材料層 1 1 と合成樹脂層 1 2 との接着面となる。

20

【 0 0 4 3 】

【 数 7 】

$$t_1 \sqrt{E_1} = t_2 \sqrt{E_2}$$

【 0 0 4 4 】

ただし、 t_1 は金属材料層 1 1 の厚さを、 t_2 は合成樹脂層 1 2 の厚さを、 E_1 は金属材料層 1 1 のヤング率を、 E_2 は合成樹脂層 1 2 のヤング率を、夫々示す。

【 0 0 4 5 】

また、3 点曲げ試験を実施する場合、支持台 2 の配置間隔によっては、金属材料層 1 1 の曲げ応力による弾性変形が塑性変形へと移行することも想定できる。塑性変形に移行した場合、試験片端部での剪断強度を正確に求めることはできない。

【 0 0 4 6 】

したがって、支持台 2 による試験片 1 の支持間隔 1 は、曲げ応力による弾性変形が塑性変形へと移行する限界長さよりも小さい間隔である必要がある。支持台 2 による試験片 1 の支持間隔 1 は、(数 8) を満たす場合、試験片 1 の金属材料層 1 1 で塑性変形が生じることはない。

40

【 0 0 4 7 】

【数 8】

$$l \leq \frac{\sigma^Y}{\tau_{int}^B} t_1$$

【0048】

ただし、 t_1 は金属材料層 11 の厚さを、 σ^Y は金属材料の塑性応力を、 τ_{int}^B は金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度を、夫々示す。

10

【0049】

金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度 τ_{int}^B は、金属材料表面の凹凸の度合いによって変化する。したがって、試験片 1 の長手方向での金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度 τ_{int}^B 分布を求め、必要に応じて支持間隔 l の制約条件を変更する。すなわち、通常は、剪断強度 τ_{int}^B の分布平均値を用いて支持間隔 l の制約条件を求める。試験片 1 の性質上、塑性変形の蓋然性の高い材料である場合には、剪断強度 τ_{int}^B の最大値を用いて支持間隔 l の制約条件を求める。これにより、金属材料層 11 で塑性変形が生じることなく、試験片 1 の接着面端部で初期亀裂が生じた時点の荷重 P を、高い信頼性で求めることが可能となる。

【0050】

20

なお、剪断強度 τ_{int}^B の分布平均値は、例えば 5 本の試験片につき、それぞれ金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度を求め、これらの和を 5 で除して得られる値を用いる。剪断強度 τ_{int}^B の最大値は、例えば 5 ~ 10 本の試験片の金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断強度を求め、これらの最大値を用いる。

【0051】

以上のように本実施の形態 1 によれば、摺り強度試験方法に用いる試験片が、金属材料と合成樹脂材料からなる二層構造を有する角柱状の試験片である場合でも、金属材料と合成樹脂材料との接着面に初期亀裂を入れることなく、曲げにより生じる接着面の剪断応力による試験片端部での初期亀裂の発生荷重を正確に測定することが可能となる。

【0052】

30

また、試験片の支持間隔 l は、試験片の金属材料層に塑性変形が生じない範囲で定めることから、金属材料と合成樹脂材料との接着面での剪断力による端部の摺り強度を高い信頼性で求めることが可能となる。

【0053】

(実施の形態 2)

本実施の形態 2 では、金属材料として鋼材を、合成樹脂材料としてエポキシ系合成樹脂を用いる場合の接着面端部での剪断強度について、鋼材の表面性状を表すパラメータに基づいた相関性を求める手段について説明する。

【0054】

試験片 1 は角柱状であり、鋼材とエポキシ系合成樹脂とで構成される二層複合梁である。試験片 1 は、鋼材平板上に、エメリペーパーで所定の方法に研磨を施し、エポキシ系合成樹脂を流し入れて硬化させた原板より切り出して生成した。試験片 1 の平均主要寸法は、高さ 15 mm、幅 16 mm、長さ 51 mm であり、鋼材部の平均厚さ t_1 は 2 mm であった。

40

【0055】

荷重印加手段 3 としては、テンシロン静荷重試験機を用い、クロスヘッドスピードを 1 mm / 分として、試験片 1 のエポキシ系合成樹脂側上面に印加した。試験片 1 の支持間隔 l は 20 mm とした。図 3 は、斯かる条件で初期亀裂が発生した時点の荷重を求めた結果を示す図である。

【0056】

50

図3で、ペーパー番号は、鋼材表面を研磨したエメリペーパーの番号であり、番号が大きいほど凹凸が小さくなる。エメリペーパーの番号が小さいほど、すなわち鋼材表面の研磨が粗いほど、初期亀裂が発生した時点の荷重は大きくなる傾向にある。

【0057】

次に、試験片1である鋼材の表面プロファイルを計測する。具体的な計測方法は、エメリペーパーによる研磨方向を0度として、試験片1の中心点を原点とする直径5mmの円内の0、90、135度方向につき、公称精度1μmで、直線的に表面の凹凸高さを計測する。各計測された凹凸高さに対して傾き補正を施してスムージングした後、周波数分析を行う。表面性状パラメータ R_s は、斯かる表面プロファイルの周波数分析成分を用いて(数9)により算定される。

【0058】

【数9】

$$R_s = \sum_{i=1}^n (a_i^2 / \lambda_i) / \sum_{i=1}^n a_i$$

【0059】

ただし、 a_i は表面プロファイルの*i*番目周波数成分の振幅を、 λ_i は表面プロファイルの*i*番目周波数成分の波長を、夫々示す。

【0060】

図4は、図3に示す初期亀裂発生荷重を、(数9)で求めた表面性状パラメータ R_s に対してプロットした結果を示す図である。比較対照として、図5は、図3に示す初期亀裂発生荷重を、表面プロファイルの凹凸高さの算術平均値 R_a に対してプロットした結果を示す図である。図6は、図3に示す初期亀裂発生荷重を、平均的な表面からの自乗平均平方根偏差 $RMSQ$ に対してプロットした結果を示す図である。

【0061】

図4を図5及び図6と比較する。プロットの回帰直線51、61、71に基づいて、偏差の自乗平均値を求めると、それぞれ83.2、76.3、67.5となっており、表面性状パラメータ R_s に対してプロットした結果が、最も良い直線性を示していることがわかる。また、ペーパー番号1000と400とにおける初期亀裂発生荷重に着目した場合、図5及び図6では、ペーパー番号1000の方がペーパー番号400よりも研磨表面が粗いと評価されており、研磨表面の粗さが逆転して評価されている。それに対して、図4ではペーパー番号による評価の逆転現象は生じていない。したがって、表面性状パラメータ R_s に基づいて相関性を評価する方法の方が、より高い精度で、初期亀裂発生荷重との相関性を求めることができる。

【0062】

以上のように本実施の形態2によれば、二層構造を有する試験片の接着面端部で初期亀裂の発生した時点の曲げ荷重 P について、金属材料表面の凹凸分布を的確に反映した相関性を求めることができ、表面性状パラメータ R_s を算出することで、試験片1に対する初期亀裂発生荷重を高い精度で推測することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】本発明の実施の形態1に係る摺り強度試験装置の構成を示す模式図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る摺り強度試験方法に用いる試験片の斜視図である。

【図3】初期亀裂が発生した時点の荷重を求めた結果を示す図である。

【図4】初期亀裂発生荷重を、表面性状パラメータ R_s に対してプロットした結果を示す図である。

【図5】初期亀裂発生荷重を、表面プロファイルの凹凸高さの算術平均値 R_a に対してプ

ロットした結果を示す図である。

【図6】初期亀裂発生荷重を、平均的な表面からの自乗平均平方根偏差 R M S Q に対してプロットした結果を示す図である。

【図7】端部に初期亀裂を設けた試験片を用いる破壊靱性試験装置の模式図である。

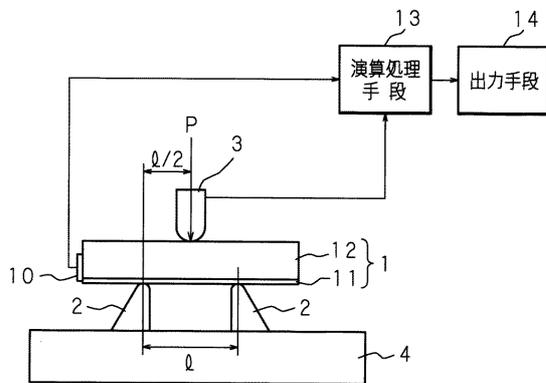
【符号の説明】

【0064】

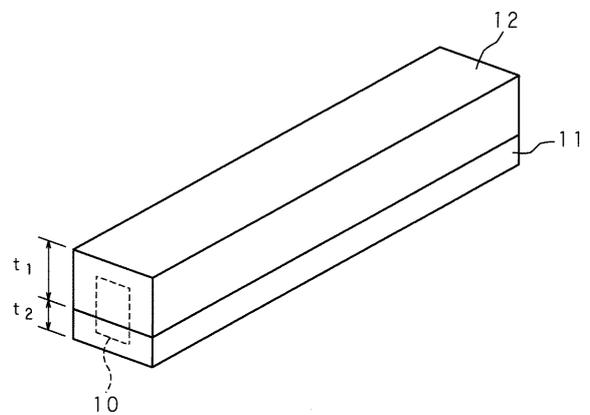
- 1 試験片
- 2 支持台（支持手段）
- 3 荷重印加装置（荷重印加手段）
- 4 基礎台
- 10 歪みゲージ
- 11 金属材料層
- 12 合成樹脂材料層
- 13 演算処理手段
- 14 出力手段

10

【図1】



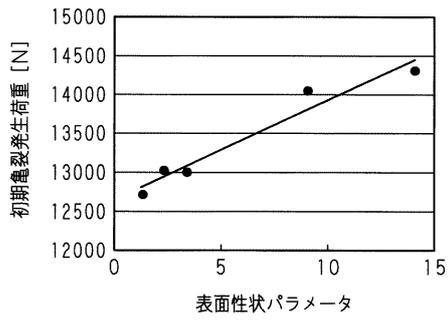
【図2】



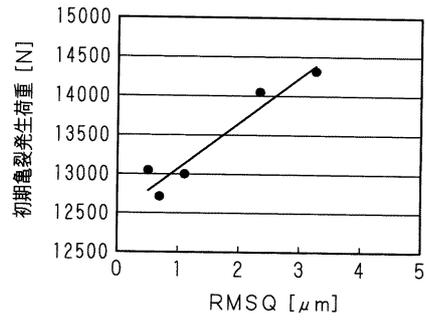
【図3】

ペーパー番号	初期亀裂発生荷重 [N]	支持間隔 l [mm]
1000	12700	20.0
400	13030	20.0
240	12990	20.0
100	14100	20.0
40	14300	20.0

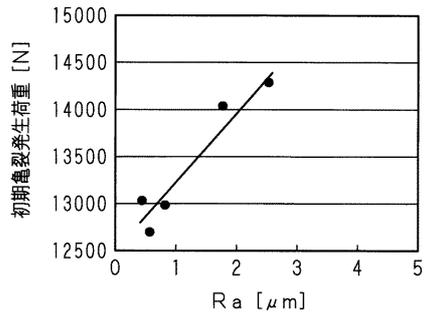
【 図 4 】



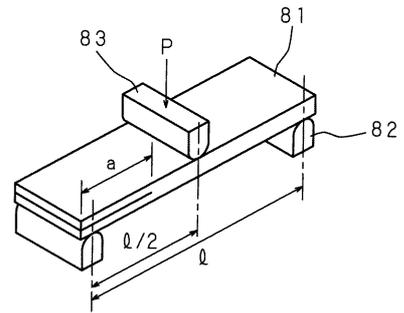
【 図 6 】



【 図 5 】



【 図 7 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G061 AA07 AB01 BA03 CA01 CA10 CA16 CB03 EA04 EC02 EC04