

(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2014-190764

(P2014-190764A)

(43) 公開日 平成26年10月6日(2014.10.6)

(51) Int.Cl.
G01N 3/20 (2006.01)F1
G01N 3/20テーマコード (参考)
2G061

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-64947(P2013-64947)
(22) 出願日 平成25年3月26日(2013.3.26)(71) 出願人 000004064
日本碍子株式会社
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(74) 代理人 100088616
弁理士 渡邊 一平
(74) 代理人 100089347
弁理士 木川 幸治
(74) 代理人 100154379
弁理士 佐藤 博幸
(74) 代理人 100154829
弁理士 小池 成
(72) 発明者 坂下 俊
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
日本碍子株式会社内

最終頁に続く

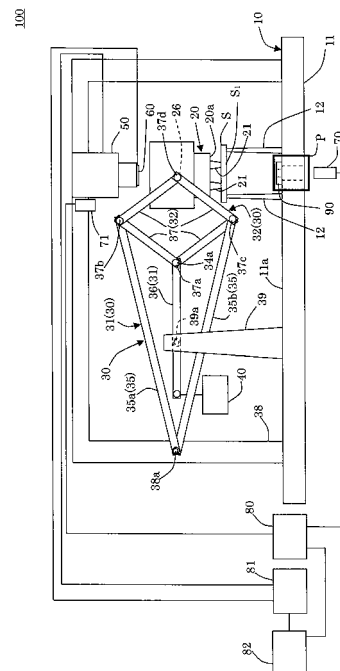
(54) 【発明の名称】 曲げ強度試験装置

(57) 【要約】

【課題】曲げ強度試験を精度良く行うことができる曲げ強度試験装置を提供する。

【解決手段】平板状の板状部11、及びこの板状部11の表面11aに互いに離間して配設される2つの、試験片Sを支持する基部側突起部12、を有する基部10と、基部10の基部側突起部12の上方に位置し、試験片Sの曲げ強度の測定時に2つの基部側突起部12の間に位置する2つの荷重治具側突起部21を有する荷重治具20と、厳密直線運動機構によって荷重治具20を鉛直方向に平行に移動させる荷重治具保持腕30と、試験片Sの曲げ強度の測定前においては試験片Sに荷重治具20の自重が掛からない状態で荷重治具20を保持する荷重治具保持手段40と、荷重治具20に鉛直方向下向きの荷重を加える荷重付与部50と、荷重治具20に加えられる荷重を測定する荷重測定部60と、を備える曲げ強度試験装置100。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

平板状の板状部、及び前記板状部の表面に互いに離間して配設される 2 つの、試験片を支持する基部側突起部、を有する基部と、

前記基部の前記基部側突起部の上方に位置し、前記基部の前記表面と向かい合う面に、前記試験片の曲げ強度の測定時に前記 2 つの基部側突起部の間に位置する 1 つまたは 2 つの荷重治具側突起部を有し、前記試験片の曲げ強度の測定時に前記荷重治具側突起部が前記試験片に当接して荷重を加える荷重治具と、

前記基部に固定され、厳密直線運動機構によって前記荷重治具を鉛直方向に平行に移動させる荷重治具保持腕と、

前記試験片の曲げ強度の測定前においては前記試験片に前記荷重治具の自重が掛からない状態で前記荷重治具を保持する荷重治具保持手段と、

前記荷重治具に鉛直方向下向きの荷重を加える荷重付与部と、

前記試験片の曲げ強度の測定時に前記荷重付与部によって前記荷重治具に加えられる荷重を測定する荷重測定部と、を備える曲げ強度試験装置。

【請求項 2】

前記荷重治具保持手段が、前記荷重治具保持腕に連結され、前記荷重治具と同じ重さであり、前記荷重治具の自重を相殺する荷重相殺用重りである請求項 1 に記載の曲げ強度試験装置。

【請求項 3】

前記試験片の前記基部側の面にレーザーを照射し、照射した前記レーザーにより前記試験片の変位量を計測する第 1 レーザー変位計を備える請求項 1 または 2 に記載の曲げ強度試験装置。

【請求項 4】

前記基部の前記板状部には、前記第 1 レーザー変位計から照射された前記レーザーが通る貫通孔であるレーザー通過用大貫通孔が形成され、前記第 1 レーザー変位計が、前記基部の前記板状部における前記基部側突起部が配設された面とは反対の面側に配設されており、

前記レーザー通過用大貫通孔の前記基部における前記板状部の前記表面側の開口よりも開口面積が小さく前記レーザーが通る貫通孔であるレーザー通過用小貫通孔が形成され、前記基部の前記板状部の、前記基部側突起部が配設された面に配設された破片落下阻止用治具を備え、

前記破片落下阻止用治具が、前記レーザー通過用大貫通孔の前記板状部の前記表面側の前記開口を覆い且つ前記破片落下阻止用治具の前記レーザー通過用小貫通孔と前記基部の前記板状部における前記レーザー通過用大貫通孔とが重なるように配設される請求項 3 に記載の曲げ強度試験装置。

【請求項 5】

前記荷重治具にレーザーを照射し、照射した前記レーザーにより測定開始から測定終了までの前記荷重治具の移動距離を算出して前記試験片の変位量とする第 2 レーザー変位計を備える請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の曲げ強度試験装置。

【請求項 6】

前記第 1 レーザー変位計及び前記第 2 レーザー変位計に接続され、前記第 1 レーザー変位計及び前記第 2 レーザー変位計からの情報を保存する第 1 情報保存部と、

前記荷重付与部及び前記荷重測定部に接続され、前記荷重付与部及び前記荷重測定部からの情報を保存する第 2 情報保存部と、

前記第 1 情報保存部及び前記第 2 情報保存部に接続され、前記第 1 情報保存部及び前記第 2 情報保存部に保存された前記情報を処理する情報処理部と、を備える請求項 5 に記載の曲げ強度試験装置。

【請求項 7】

前記試験片の曲げ強度及びヤング率を測定可能な請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の

10

20

30

40

50

曲げ強度試験装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、曲げ強度試験装置に関する。曲げ強度試験を精度良く行うことができ、且つ曲げ強度の低い試験片であっても曲げ強度試験を行うことができる曲げ強度試験装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、セラミックスなどの曲げ強度を試験する方法として、日本工業規格 J I S R 1 6 0 1 に示される 3 点曲げ強度試験法や 4 点曲げ強度試験法が知られている。このうち 4 点曲げ強度試験法に使用する治具としては、例えば、図 5 に示すような治具 1 が用いられている（特許文献 1 参照）。図 5 に示す治具 1 を用いた 4 点曲げ強度試験では、支持治具 9 の支点 2 と支点 3 の上に試験片 S が載置され、この試験片 S に支点間距離の短い側の支点 4 と支点 5 をもつ荷重治具 6 が載置される。その後、この荷重治具 6 に鉛直下方向の荷重が加えられ、セラミックスなどの試験片の曲げ強度が測定される。

【0003】

また、4 点曲げ強度試験法による曲げ強度試験装置として、天秤構造（てこ構造）を有する試験装置も開示されている（特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 5 - 3 2 2 7 2 8 号公報

【特許文献 2】特開平 1 0 - 8 2 7 2 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載の治具は、重りが偏心してしまうことを防止することができるため、重りが偏心することに起因する測定誤差を小さくすることができる。

【0006】

しかしながら、特許文献 1 に記載の治具では、曲げ強度の低い試験片について曲げ強度を測定する際に試験片が破損してしまうおそれがあった。

【0007】

特許文献 2 に記載の天秤構造を有する試験装置は、図 7 に示す天秤構造を備える試験装置 1 2 0 のように試験片 S に荷重を加える重り（荷重治具 6）が中心点 O を中心とする円の円周上を移動する。そのため、荷重治具 6 が試験片 S に加える荷重の方向は、鉛直方向とならない。即ち、天秤構造を有する試験装置は、荷重治具 6 が円運動してしまう。そのため、試験片 S に加わる荷重点が変化してしまう。更に、試験片 S に加わる鉛直方向の荷重の大きさが変化してしまう。その結果、試験片の曲げ強度及びたわみ（変位量）を正確に測定することができない。このように、天秤構造を有する曲げ強度試験装置では、高い精度で試験片の曲げ強度を測定することが困難であった。

【0008】

また、曲げ強度を測定する方法として図 6 に示すような試験装置（万能試験機）を用いる方法が考えられるが、この万能試験機では高い精度で試験片の曲げ強度を測定することはできない。即ち、万能試験機では、クロスヘッドの変位量を試験片の変位量として測定するため、試験片の変位量を直接測定していない。そのため、試験片の曲げ強度を高い精度で測定することができない。また、万能試験機では、測定に先立って試験片に重りを載せるため、曲げ強度の低い試験片では重りの自重によって測定前に試験片が破壊されてしまうおそれがある。更に、重りの自重により発生する試験片の歪みやたわみが曲げ強度の測定に影響を及ぼし、高い精度で曲げ強度を測定することができないおそれがある。図 6

10

20

30

40

50

に示す万能試験機 110 は、2つの支点 2, 3 を有する支持治具 9 と、試験片 S に直接荷重を加える荷重治具 6 と、この荷重治具 6 を鉛直方向に押す押し治具 7 と、この押し治具 7 が荷重治具 6 に加える荷重を測定する荷重測定部 60 とを備えている。

【0009】

以上のようなことから、曲げ強度試験を精度良く行うことができ、且つ曲げ強度の低い試験片であっても曲げ強度試験を行うことができる曲げ強度試験装置の開発が切望されていた。

【0010】

本発明は、このような従来技術の有する問題点に鑑みてなされたものである。本発明の課題とするところは、曲げ強度試験を精度良く行うことができ、且つ曲げ強度の低い試験片であっても曲げ強度試験を行うことができる曲げ強度試験装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明によれば、以下に示す、曲げ強度試験装置が提供される。

【0012】

[1] 平板状の板状部、及び前記板状部の表面に互いに離間して配設される2つの、試験片を支持する基部側突起部、を有する基部と、前記基部の前記基部側突起部の上方に位置し、前記基部の前記表面と向かい合う面に、前記試験片の曲げ強度の測定時に前記2つの基部側突起部の間に位置する1つまたは2つの荷重治具側突起部を有し、前記試験片の曲げ強度の測定時に前記荷重治具側突起部が前記試験片に当接して荷重を加える荷重治具と、前記基部に固定され、厳密直線運動機構によって前記荷重治具を鉛直方向に平行に移動させる荷重治具保持腕と、前記試験片の曲げ強度の測定前においては前記試験片に前記荷重治具の自重が掛からない状態で前記荷重治具を保持する荷重治具保持手段と、前記荷重治具に鉛直方向下向きの荷重を加える荷重付与部と、前記試験片の曲げ強度の測定時に前記荷重付与部によって前記荷重治具に加えられる荷重を測定する荷重測定部と、を備える曲げ強度試験装置。

20

【0013】

[2] 前記荷重治具保持手段が、前記荷重治具保持腕に連結され、前記荷重治具と同じ重さであり、前記荷重治具の自重を相殺する荷重相殺用重りである前記[1]に記載の曲げ強度試験装置。

30

【0014】

[3] 前記試験片の前記基部側の面にレーザーを照射し、照射した前記レーザーにより前記試験片の変位量を計測する第1レーザー変位計を備える前記[1]または[2]に記載の曲げ強度試験装置。

【0015】

[4] 前記基部の前記板状部には、前記第1レーザー変位計から照射された前記レーザーが通る貫通孔であるレーザー通過用大貫通孔が形成され、前記第1レーザー変位計が、前記基部の前記板状部における前記基部側突起部が配設された面とは反対の面側に配設されており、前記レーザー通過用大貫通孔の前記基部における前記板状部の前記表面側の開口よりも開口面積が小さく前記レーザーが通る貫通孔であるレーザー通過用小貫通孔が形成され、前記基部の前記板状部の、前記基部側突起部が配設された面に配設された破片落下阻止用治具を備え、前記破片落下阻止用治具が、前記レーザー通過用大貫通孔の前記板状部の前記表面側の前記開口を覆い且つ前記破片落下阻止用治具の前記レーザー通過用小貫通孔と前記基部の前記板状部における前記レーザー通過用大貫通孔とが重なるように配設される前記[3]に記載の曲げ強度試験装置。

40

【0016】

[5] 前記荷重治具にレーザーを照射し、照射した前記レーザーにより測定開始から測定終了までの前記荷重治具の移動距離を算出して前記試験片の変位量とする第2レーザー変位計を備える前記[1]～[4]のいずれかに記載の曲げ強度試験装置。

【0017】

50

〔 6 〕 前記第 1 レーザー変位計及び前記第 2 レーザー変位計に接続され、前記第 1 レーザー変位計及び前記第 2 レーザー変位計からの情報を保存する第 1 情報保存部と、前記荷重付与部及び前記荷重測定部に接続され、前記荷重付与部及び前記荷重測定部からの情報を保存する第 2 情報保存部と、前記第 1 情報保存部及び前記第 2 情報保存部に接続され、前記第 1 情報保存部及び前記第 2 情報保存部に保存された前記情報を処理する情報処理部と、を備える前記〔 5 〕に記載の曲げ強度試験装置。

【 0 0 1 8 】

〔 7 〕 前記試験片の曲げ強度及びヤング率を測定可能な前記〔 1 〕～〔 6 〕のいずれかに記載の曲げ強度試験装置。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 1 9 】

本発明の曲げ強度試験装置は、厳密直線運動機構によって荷重治具を鉛直方向に平行に移動させる荷重治具保持腕を備えるため、試験片に精度良く荷重を加えることができる。そして、本発明の曲げ強度試験装置は、試験片の曲げ強度の測定前においては試験片に荷重治具の自重が掛からない状態で荷重治具を保持する荷重治具保持手段を備えるため、荷重治具の自重が試験片にかからない。そのため、曲げ強度の低い試験片であっても試験開始前に荷重治具によって破壊されてしまうことがない。このように、本発明の曲げ強度試験装置は、荷重治具保持腕及び荷重治具保持手段を備えるため、曲げ強度試験を精度良く行うことができ、且つ曲げ強度が低い試験片であっても曲げ強度試験を行うことができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明の曲げ強度試験装置の一実施形態を模式的に示す正面図である。

【 図 2 】 図 1 に示す曲げ強度試験装置を側面側から見た側面図である。

【 図 3 】 図 1 に示す領域 P を拡大して断面を模式的に示す断面図である。

【 図 4 】 図 1 に示す曲げ強度試験装置の破片落下阻止用治具を模式的に示す正面図である。

【 図 5 】 従来の曲げ強度試験装置を模式的に示す正面図である。

【 図 6 】 試験片の曲げ強度測定に使用される万能試験装置を模式的に示す正面図である。

【 図 7 】 天秤構造を備える試験装置を模式的に示す正面図である。

30

【 図 8 】 荷重治具保持手段を備えない曲げ強度試験装置を模式的に示す正面図である。

【 図 9 】 厳密直線運動機構について説明する説明図である。

【 図 1 0 】 「 1 セル構造の試験片 」 の一例を模式的に示す斜視図である。

【 図 1 1 】 「 リブ一枚の試験片 」 の一例を模式的に示す斜視図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 1 】

以下、本発明の実施の形態について説明する。本発明は以下の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、当業者の通常の知識に基づいて、以下の実施の形態に対し適宜変更、改良等が加えられたものも本発明の範囲に入ることが理解されるべきである。

40

【 0 0 2 2 】

〔 1 〕 曲げ強度試験装置：

本発明の曲げ強度試験装置の一実施形態としては、図 1 ， 図 2 に示す曲げ強度試験装置 1 0 0 を挙げることができる。曲げ強度試験装置 1 0 0 は、「平板状の板状部 1 1 」、及び「この板状部 1 1 の表面 1 1 a に互いに離間して配設される 2 つの、試験片 S を支持する基部側突起部 1 2 」、を有する基部 1 0 を備えている。曲げ強度試験装置 1 0 0 は、基部 1 0 の基部側突起部 1 2 の上方に位置する荷重治具 2 0 を備えている。この荷重治具 2 0 は、基部 1 0 の表面 1 1 a と向かい合う面 2 0 a に、試験片 S の曲げ強度の測定時に 2 つの基部側突起部 1 2 の間に位置する 2 つの荷重治具側突起部 2 1 を有し、試験片 S の曲げ強度の測定時に荷重治具側突起部 2 1 が試験片 S に当接して荷重を加える。また、曲げ

50

強度試験装置 100 は、基部 10 に固定され、厳密直線運動機構によって荷重治具 20 を鉛直方向に平行に移動させる荷重治具保持腕 30 を備えている。更に、曲げ強度試験装置 100 は、試験片 S の曲げ強度の測定前においては試験片 S に荷重治具 20 の自重が掛からない状態で荷重治具 20 を保持する荷重治具保持手段 40 を備えている。そして、曲げ強度試験装置 100 は、荷重治具 20 に鉛直方向下向きの荷重を加える荷重付与部 50 と、試験片 S の曲げ強度の測定時に荷重付与部 50 によって荷重治具 20 に加えられる荷重を測定する荷重測定部 60 と、を備えている。なお、「自重」とは、荷重治具自体の重さのことであり、「試験片に荷重治具の自重が掛からない状態」とは、荷重治具の重さによる荷重が試験片に加わっていない状態を意味する。

【0023】

このような曲げ強度試験装置 100 は、厳密直線運動機構によって荷重治具を鉛直方向に平行に移動させる荷重治具保持腕 30 を備えるため、試験片 S に精度良く荷重を加えることができる。そして、曲げ強度試験装置 100 は、試験片 S の曲げ強度の測定前においては試験片 S に荷重治具の自重が掛からない状態で荷重治具 20 を保持する荷重治具保持手段 40 を備えるため、荷重治具 20 の自重が試験片 S にかからない。そのため、曲げ強度の低い試験片であっても試験開始前に荷重治具 20 によって破壊されてしまうことがない。このように、曲げ強度試験装置 100 は、荷重治具保持腕 30 及び荷重治具保持手段 40 を備えるため、曲げ強度試験を精度良く行うことができ、且つ曲げ強度の低い試験片であっても曲げ強度試験を行うことができる。なお、曲げ強度試験装置 100 は、曲げ強度の高い試験片についても曲げ強度試験を精度良く行うことができる。

【0024】

曲げ強度試験装置 100 は、試験片 S の曲げ強度及びヤング率を測定することができる。即ち、曲げ強度試験装置 100 は、上述したように、曲げ強度の低い試験片であっても曲げ強度試験を精度良く行うことができるため、曲げ強度と同時に試験片のたわみ（変位量）を測定することができる。そのため、曲げ強度及びたわみの測定値からヤング率を算出することができる。即ち、一度の試験で曲げ強度とヤング率が測定できる。

【0025】

また、従来の曲げ強度試験装置（例えば万能試験機）よりも小型であり安価で作製することができる。

【0026】

なお、曲げ強度の低い試験片としては、例えば、セラミックス、金属、菓子類などの薄板状のものを挙げることができる。

【0027】

図 1 は、本発明の曲げ強度試験装置の一実施形態を模式的に示す正面図である。図 2 は、図 1 に示す曲げ強度試験装置を側面側から見た側面図である。

【0028】

荷重治具保持腕は、厳密直線運動機構によって荷重治具を鉛直方向に平行に移動させることができるものである。この荷重治具保持腕を備えるため、本発明の曲げ強度試験装置は、試験片に精度良く荷重を加えることができる。即ち、本発明の曲げ強度試験装置は、試験片の曲げ強度及びたわみ（変位量）を正確に測定することができる。

【0029】

「厳密直線運動機構」としては、ボースリエの機構とハートの機構等がある。本発明の曲げ強度試験装置は、これらのうちボースリエの機構を有する荷重治具保持腕を備えるものであることが好ましい。

【0030】

厳密直線運動機構は、円運動を直線運動に変換する機構である。具体的には、図 9 において、点 O_1 を中心として辺 e、f を回転させるとともに点 O_2 を中心として辺 g を回転させると、点 P_1 が直線移動する機構である。図 9 は、ボースリエの機構（厳密直線運動機構）について説明する説明図である。図 9 において、辺 a、b、c、d は、全て同じ長さであり、辺 e、f は同じ長さである。また、「辺 g の長さ」と「点 O_1 及び点 O_2 間の

10

20

30

40

50

長さ」とは同じである。点 O_1 及び点 O_2 は、固定された点である。辺 e 、 f は、点 O_1 を中心として回転し、辺 g は、点 O_2 を中心として回転する。

【0031】

各辺は、他の辺との交点においては回転可能及び移動可能に他の辺と互いに固定されている。具体的には、辺 a 、 b 、 e は、辺 e の「点 O_1 とは反対の端部」と辺 a の「一方の端部」と辺 b の「一方の端部」とが回転可能及び移動可能に互いに固定されている。辺 c 、 d 、 f は、辺 f の「点 O_1 とは反対の端部」と辺 c の「一方の端部」と辺 d の「一方の端部」とが回転可能及び移動可能に互いに固定されている。辺 a 、 d 、 g は、辺 g の「点 O_2 とは反対の端部」と辺 a の「他方の端部」と辺 d の「他方の端部」とが回転可能及び移動可能に互いに固定されている。そして、辺 b と辺 c とは、辺 b の「他方の端部」と辺 c の「他方の端部」とが回転可能及び移動可能に互いに固定されている。辺 b と辺 c とが互いに固定される点が、直線 L 上を移動する点 P_1 である。

10

【0032】

図9中、破線で描かれた図形は、実線で描かれた図形の辺 e 、 f 、 g を時計回りに回転させたものを示している。即ち、辺 e 、 f 、 g を時計回りに回転させると、辺 e 、 f 、 g は辺 e' 、 f' 、 g' にそれぞれ移動し、辺 a 、 b 、 c 、 d は、辺 a' 、 b' 、 c' 、 d' にそれぞれ移動する。このとき、点 P_1 は、点 P_1' に移動し、点 P_1 は常に直線 L 上を移動（直線移動）する。このような機構を「厳密直線運動機構」という。本発明の曲げ強度試験装置は、このような「厳密直線運動機構」を有する荷重治具保持腕を備えるものであり、荷重治具保持腕における点 P_1 に荷重を加えると、点 P_1 は、必ず直線移動する（即ち、点 P_1 の軌跡は、必ず直線を描く）。

20

【0033】

曲げ強度試験装置100の荷重治具保持腕30は、一对の第1円運動板35及び1つの第2円運動板36を有する円運動部31と、この円運動部31に連結された距離調整部32とを備えている。距離調整部32は、四角形をなすように互いに連結された4つの距離調整板37を有する右側調整枠33aと、四角形をなすように互いに連結された4つの距離調整板37を有する左側調整枠33bと、を備えている。更に、距離調整部32は、右側調整枠33aと左側調整枠33bとを連結する4つの連結棒34a、34b、34c、34dを備える。右側調整枠33aは、第1から第4頂点部37a、37b、37c、37dを有している。また、左側調整枠33bは、第1から第4頂点部を有している。連結棒34a、34b、34c、34dは、それぞれ、右側調整枠33aの各頂点（第1頂点部から第4頂点部）と左側調整枠33bの各頂点（第1頂点部から第4頂点部）とを連結している。

30

【0034】

右側調整枠33aの第1頂点部37aと左側調整枠33bの第1頂点部とを連結する第1連結棒34aには、第2円運動板36の自由端が回動可能に連結している。右側調整枠33aにおいて、第1頂点部37aから図1中において時計周りに移動した位置にある頂点部を第2頂点部37bとする。右側調整枠33aの第2頂点部37bと左側調整枠33bの第2頂点部とを連結する第2連結棒34bには、円運動部31の第1円運動板35の一方（第1円運動板35a）が回動可能に連結している。更に、右側調整枠33aにおいて、第1頂点部37aから図1中において反時計周りに移動した位置にある頂点部を第3頂点部37cとする。右側調整枠33aの第3頂点部37cと左側調整枠33bの第3頂点部とを連結する第3連結棒34cには、円運動部31の第1円運動板35の他方（第1円運動板35b）が回動可能に連結している。そして、右側調整枠33aにおいて、第2頂点部37bから図1中において時計周りに移動した位置にある頂点部を第4頂点部37dとする。右側調整枠33aの第4頂点部37dと左側調整枠33bの第4頂点部とを連結する第4連結棒34dには、荷重治具20が保持されている。

40

【0035】

円運動部31の第1円運動板35と第2円運動板36とは、それぞれ、異なる固定された回転軸を中心に回転することができる。即ち、第1円運動板35は、固定された第1回

50

転軸 3 8 a を中心に回転自在になっている。また、第 2 円運動板 3 6 は、固定された第 2 回転軸 3 9 a を中心に回転自在になっている。第 1 円運動板 3 5 は、基部 1 0 の板状部 1 1 に固定された第 1 固定柱 3 8 に配設された第 1 回転軸 3 8 a に回転自在に固定されている。第 2 円運動板 3 6 は、基部 1 0 の板状部 1 1 に固定された 2 つの第 2 固定柱 3 9 に、これらの第 2 固定柱 3 9 に亘って配設された第 2 回転軸 3 9 a に回転自在に固定されている。

【 0 0 3 6 】

距離調整部 3 2 における右側調整枠 3 3 a の一の距離調整板 3 7 は、端部において他の距離調整板 3 7 と回動可能に連結されている。そのため、右側調整枠 3 3 a は、面積可変の四角形である。同様に、距離調整部 3 2 における左側調整枠 3 3 b の一の距離調整板は、端部において他の距離調整板と回動可能に連結されている。そのため、左側調整枠 3 3 b は、面積可変の四角形である。なお、右側調整枠 3 3 a と左側調整枠 3 3 b とは、4 つの頂点部（第 1 から第 4 頂点部）において 4 つの連結棒 3 4 a , 3 4 b , 3 4 c , 3 4 d で連結されているため、右側調整枠 3 3 a と左側調整枠 3 3 b との面積は互いに連動して同じ変化をする。従って、荷重治具保持腕 3 0 は、円運動部 3 1 が円運動したときに距離調整部 3 2 が変形することによって、距離調整部 3 2 に保持された荷重治具 2 0 を鉛直方向に平行に移動させることができる。

10

【 0 0 3 7 】

円運動部 3 1 の第 1 円運動板 3 5 a と第 1 円運動板 3 5 b と（第 1 円運動板 3 5 ）は、それぞれ同じ長さであり、距離調整部 3 2 における右側調整枠 3 3 a と左側調整枠 3 3 b との 4 つの距離調整板は、それぞれ同じ長さである。また、距離調整部 3 2 の第 1 連結棒 3 4 a と第 2 回転軸 3 9 a との距離は、第 1 回転軸 3 8 a と第 2 回転軸 3 9 a との距離と同じである。

20

【 0 0 3 8 】

なお、曲げ強度試験装置 1 0 0 は、円運動部 3 1 の第 2 円運動板 3 6 の、距離調整部 3 2 と連結した端部とは反対側の端部に、荷重治具保持手段（荷重相殺用重り）4 0 が固定されている。

【 0 0 3 9 】

荷重治具保持手段は、試験片の曲げ強度の測定前においては試験片に荷重治具の自重が掛からない状態で荷重治具を保持することができるものである。荷重治具保持手段によって荷重治具が保持され、試験片に荷重治具の自重が掛からない状態（荷重がキャンセルされた状態）となるため、曲げ強度が低い試験片であっても試験前に試験片が破壊されてしまうことが防止される。

30

【 0 0 4 0 】

荷重治具保持手段としては、例えば、金属などの塊からなる重り、荷重治具を牽引可能な牽引装置などであってもよい。荷重治具保持手段は、荷重治具保持腕に連結され、荷重治具と同じ重さであり、荷重治具の自重を相殺する荷重相殺用重りであることが好ましい。このような重りであると、簡易に、確実に、低コストで荷重治具の自重を相殺することができる。なお、荷重相殺用重りは、荷重治具と同じ重さであることが好ましいが、荷重相殺用重りを吊り下げる位置を調整することによって荷重治具よりも軽くすることもできる。また、荷重治具保持手段は、試験前において試験片に荷重治具の自重が掛からないように保持すればよく、試験前において荷重治具と試験片とは接触していてもよい。

40

【 0 0 4 1 】

基部の 2 つの基部側突起部は、従来公知の曲げ強度試験装置において試験片を支持する突起部（支点）と同様のものを用いることができる。

【 0 0 4 2 】

荷重治具 2 0 は、図 2 に示すように、金属製の柱状部 2 2 、及びこの柱状部 2 2 を上方から覆うように柱状部 2 2 と嵌め合わされた保持具 2 3 を有する荷重治具本体 2 5 と、荷重治具側突起部 2 1 とを有している。柱状部 2 2 は、天面 2 2 a に、貫通孔が形成された結合用突起 2 4 が形成されている。そして、この結合用突起 2 4 の貫通孔に荷重治具保持

50

腕 3 0 の第 4 連結棒 3 4 d が回動可能に嵌め合わされることにより、荷重治具保持腕 3 0 が荷重治具 2 0 を保持している。荷重治具側突起部 2 1 の数は、3 点曲げ強度試験では 1 つであり、4 点曲げ強度試験では 2 つである。

【 0 0 4 3 】

荷重付与部は、荷重治具に鉛直方向下向きの荷重を加えることができる限り特に制限はなく、従来公知の曲げ強度試験装置に用いられるものを用いることができる。また、荷重測定部は、試験片の曲げ強度の測定時に荷重付与部によって荷重治具に加えられる荷重を測定するものであり、従来公知の曲げ強度試験装置に用いられるものを用いることができる。

【 0 0 4 4 】

曲げ強度試験装置 1 0 0 は、試験片 S の基部 1 0 側の面 S₁ にレーザーを照射し、照射したレーザーにより試験片 S の変位量を計測する第 1 レーザー変位計 7 0 を備えていることが好ましい。このような第 1 レーザー変位計 7 0 を備えることにより、試験片の変位量を精度良く測定することができる。

【 0 0 4 5 】

また、曲げ強度試験装置 1 0 0 は、荷重治具 2 0 にレーザーを照射し、照射したレーザーにより測定開始から測定終了までの荷重治具 2 0 の移動距離を算出して試験片 S の変位量とする第 2 レーザー変位計 7 1 を備えていることが好ましい。このような第 2 レーザー変位計 7 1 を備えることにより、試験片がセラミック材料である場合に試験片の変位量を精度良く測定することができる。即ち、セラミック材料からなる試験片は、表面に凹凸が形成されているため、第 1 レーザー変位計 7 0 により試験片にレーザーを照射したとしても試験片の変位量を精度良く測定することができないおそれがあった。そこで、第 2 レーザー変位計 7 1 を備えることによって、試験片ではなく荷重治具 2 0 にレーザーを照射することで、荷重治具 2 0 の移動距離を正確に算出し、試験片 S の変位量を精度良く測定することができる。

【 0 0 4 6 】

曲げ強度試験装置 1 0 0 は、第 1 レーザー変位計 7 0 及び第 2 レーザー変位計 7 1 に接続され、第 1 レーザー変位計 7 0 及び第 2 レーザー変位計 7 1 からの情報を保存する第 1 情報保存部 8 0 を備えている。また、曲げ強度試験装置 1 0 0 は、荷重付与部 5 0 及び荷重測定部 6 0 に接続され、荷重付与部 5 0 及び荷重測定部 6 0 からの情報を保存する第 2 情報保存部 8 1 を備えている。更に、曲げ強度試験装置 1 0 0 は、第 1 情報保存部 8 0 及び第 2 情報保存部 8 1 に接続され、第 1 情報保存部 8 0 及び第 2 情報保存部 8 1 に保存された情報を処理する情報処理部 8 3 を備えている。

【 0 0 4 7 】

図 1 に示すように、曲げ強度試験装置 1 0 0 は、第 1 レーザー変位計 7 0 が、基部 1 0 の板状部 1 1 における基部側突起部 1 2 が配設された面とは反対の面側に配設されている。そのため、基部 1 0 の板状部 1 1 には、第 1 レーザー変位計 7 0 から照射されたレーザーが通る貫通孔であるレーザー通過用大貫通孔 1 1 b が形成されている。

【 0 0 4 8 】

曲げ強度試験装置 1 0 0 は、基部 1 0 の板状部 1 1 の、基部側突起部 1 2 が配設された面（表面 1 1 a）に配設された破片落下阻止用治具 9 0（図 3，4 参照）を備えている。破片落下阻止用治具 9 0 は、図 3 に示すように、レーザー通過用大貫通孔 1 1 b の基部 1 0 における板状部 1 1 の表面 1 1 a 側の開口よりも開口面積が小さくレーザーが通る貫通孔であるレーザー通過用小貫通孔 9 0 a が形成されている。破片落下阻止用治具 9 0 は、レーザー通過用大貫通孔 1 1 b の板状部 1 1 の表面 1 1 a 側の開口を覆い且つ破片落下阻止用治具 9 0 のレーザー通過用小貫通孔 9 0 a と基部 1 0 の板状部 1 1 におけるレーザー通過用大貫通孔 1 1 b とが重なるように配設されている。図 3 は、図 1 に示す領域 P を拡大して断面を模式的に示す断面図である。図 4 は、図 1 に示す曲げ強度試験装置の破片落下阻止用治具を模式的に示す正面図である。

【 0 0 4 9 】

破片落下阻止用治具 90 を備えることにより、曲げ強度試験によって試験片が破壊されたときに生じる破片がレーザー通過用大貫通孔 11b 内に落下することを阻止することができる。そのため、大掛かりなキャリブレーション、レーザーの調整、及びレーザー通過用大貫通孔 11b 内の清掃を行う手間を省くことができ、連続して曲げ強度試験を行うことができる。従って、曲げ強度試験を効率的に行うことができる。即ち、多くの試験片について曲げ強度試験を測定する場合において測定時間を大きく短縮することができる。ここで、「曲げ強度試験によって試験片が破壊される」のは、曲げ強度試験に伴う正常な結果として試験片が破壊されることを意味する。

【0050】

破片落下阻止用治具は、レーザー通過用大貫通孔の基部の表面側の開口よりも開口面積が小さくレーザーが通る貫通孔であるレーザー通過用小貫通孔が形成され、曲げ強度試験を妨げないものである限り、形状、材質、厚さなどの制限はない。

【0051】

破片落下阻止用治具の形状は、レーザー通過用小貫通孔の延びる方向に直交する断面において、円形、楕円形、四角形などとすることができる。

【0052】

また、レーザー通過用小貫通孔の形状も特に制限はなく、レーザー通過用小貫通孔の延びる方向に直交する断面におけるレーザー通過用小貫通孔の形状は、円形、楕円形、四角形などとすることができる。

【0053】

破片落下阻止用治具の材質は、ステンレス鋼 (SUS)、鉄、アルミニウム、樹脂などを挙げることができる。

【0054】

なお、基部の板状部と試験片との距離 (曲げ強度試験開始前の距離) は、通常、20 ~ 50 mm であり、破片落下阻止用治具の厚さは、2 ~ 5 mm とすることが好ましい。

【0055】

[2] 曲げ強度試験装置の製造方法:

本発明の曲げ強度試験装置は、以下のように製造することができる。まず、厳密直線運動機構を有する荷重治具保持腕を用意する。次に、荷重治具保持腕の直線移動する側の端部に荷重治具を固定する。次に、試験片を支持する基部側突起部、及び表面に2つの基部側突起部を有する平板状の板状部を有する基部を用意し、基部の基部側突起部の上方に荷重治具が配置されるように荷重治具保持腕を基部に固定する。次に、荷重治具保持腕に、試験片の曲げ強度の測定前においては試験片に荷重治具の自重が掛からない状態で荷重治具を保持するように荷重治具保持手段を固定する。次に、基部の、荷重治具の上方に、先端に荷重測定部を備える荷重付与部を固定する。このようにして、本発明の曲げ強度試験装置を製造することができる。

【0056】

[3] 曲げ強度試験装置による曲げ強度試験:

本発明の曲げ強度試験装置による曲げ強度試験は、以下のようにして行うことができる。まず、本発明の曲げ強度試験装置における基部の2つの基部側突起部で支持されるように試験片を基部側突起部上に載置する。なお、本発明の曲げ強度試験装置は、この状態において試験片に荷重治具の自重が掛かっていないため、荷重治具の自重によって試験片が破壊してしまうことがない。次に、荷重付与部によって荷重治具に鉛直方向下向きの荷重を加える。このように鉛直方向下向きの荷重を加えると、荷重治具は、荷重治具保持腕によって鉛直方向に平行に移動する。次に、荷重治具の1つまたは2つの荷重治具側突起部が当接して試験片に鉛直方向に平行に荷重を加える。このときの荷重を、荷重測定部によって測定し、試験片が破壊されるまで測定する。次に、試験片が破壊されたときの荷重と試験片のたわみ (変位量) を測定するとともにヤング率を測定する。本発明の曲げ強度試験装置は、このようにして、試験片の曲げ強度試験を行うことができる。

【実施例】

【 0 0 5 7 】

以下、本発明を実施例に基づいて具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【 0 0 5 8 】

以下の実施例及び比較例の曲げ強度試験装置を用いて表 1 に示す各試験片 A ~ J について、以下のようにして、「強度」、「たわみ」、及び「ヤング率」を測定した。その後、試験片 A ~ J について、「強度」、「たわみ」、及び「ヤング率」の各評価を行った。

【 0 0 5 9 】

[強度]

まず、既存の曲げ強度試験機（比較例 1 ~ 3 を参照）を用いて試験片 A ~ J の強度の測定を行った。次に、実施例 1 の曲げ強度試験装置を用いて、既存の曲げ強度試験機に用いた試験片と材質等の条件が同じ試験片の強度を測定した。その後、以下の基準で評価を行った。曲げ強度が測定できた場合を「OK」と評価する。曲げ強度の測定ができなかった場合（即ち、鉛直方向でない荷重を試験片に付与したために試験片が破断した場合、または、荷重治具の自重で試験片が破断した場合）には「NG」と記す。

10

【 0 0 6 0 】

[たわみ]

まず、既存の曲げ強度試験機（比較例 1 ~ 3 を参照）を用いて各試験片のたわみの測定を行った。実施例 1 の曲げ強度試験装置を用いて、既存の曲げ強度試験機に用いた試験片と材質等の条件が同じ試験片のたわみを測定した。その後、以下の基準で評価を行った。たわみが測定できた場合を「OK」と評価する。たわみの測定ができなかった場合（即ち、鉛直方向でない荷重を試験片に付与したために試験片が破断した場合、または、荷重治具の自重で試験片が破断した場合）には「NG」と記す。なお、実施例 1 の曲げ強度試験装置を用いた場合、上記 [強度] の測定とともに（上記 [強度] の測定と同時に）、[たわみ] を測定することができた。

20

【 0 0 6 1 】

[ヤング率]

まず、既存の曲げ強度試験機（比較例 1 ~ 3 を参照）を用いて各試験片のヤング率の測定を行った。実施例 1 の曲げ強度試験装置を用いて、既存の曲げ強度試験機に用いた試験片と材質等の条件が同じ試験片のヤング率の測定を行った。その後、以下の基準で評価を行った。ヤング率が測定できた場合を「OK」と評価する。ヤング率の測定ができなかった場合（即ち、鉛直方向でない荷重を試験片に付与したために試験片が破断した場合、または、荷重治具の自重で試験片が破断した場合）には「NG」と記す。

30

【 0 0 6 2 】

(実施例 1)

図 1 に示すような曲げ強度試験装置を用意した。本実施例の曲げ強度試験装置は、試験片を支持する基部側突起部及び平板状の板状部を有する基部と、2つの荷重治具側突起部を有する荷重治具と、厳密直線運動機構によって荷重治具を鉛直方向に平行に移動させる荷重治具保持腕と、を備えていた。また、本実施例の曲げ強度試験装置は、荷重治具保持手段として荷重相殺用重りを備え、荷重治具に鉛直方向下向きの荷重を加える荷重付与部と、荷重治具に加えられる荷重を測定する荷重測定部と、を備えていた。更に、本実施例の曲げ強度試験装置は、第 1 レーザー変位計、第 2 レーザー変位計、及び破片落下阻止用治具を備えていた。そして、本実施例の曲げ強度試験装置は、1 レーザー変位計及び第 2 レーザー変位計に接続された第 1 情報保存部と、荷重付与部及び荷重測定部に接続された第 2 情報保存部と、第 1 情報保存部及び第 2 情報保存部に接続された情報処理部とを備えていた。

40

【 0 0 6 3 】

本実施例の曲げ強度試験装置は、全ての試験片（試験片 A ~ J）について「強度」、「たわみ」、及び「ヤング率」を測定することができた。これらの評価結果を表 2 に示す。

【 0 0 6 4 】

50

表 1 中、「セラミック材料、金属、食品」は、試験片の材質を示しており、それぞれ、試験片がセラミック材料、金属、または食品であること示す。ここで、「セラミック材料」からなる試験片としては、下記「ハニカム構造体」を作製した後、このハニカム構造体から所定の一部分を切り出したものを用いた。「材質」の欄中の「C d、S i C、A T (3 水準) 」は、C d、S i C、A T の各材質からなる試験片 (合計 3 つの試験片) を用いたことを示す。即ち、C d、S i C、A T の各材質からなる「ハニカム構造体」を作製した後、このハニカム構造体から所定の一部分を切り出したものを試験片とした。「C d」は、「コーゼライト」からなる試験片であることを示す。「S i C」は、「炭化珪素」からなる試験片であることを示す。「A T」は、「アルミニウムチタネート」からなる試験片であることを示す。そして、「コーティング」の欄の「無し」は、触媒が担持されていない「ハニカム構造体」から所定の一部分を切り出したものを試験片としたことを示す。「有り」は、下記「ハニカム構造体」に触媒が担持量 1 5 0 g / L で担持されたもの (触媒体) から所定の一部分を切り出したものを試験片としたことを示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

ここで、「ハニカム構造体」は、自動車などエンジンの排気路中に配置されて、エンジンから排出される排ガスを浄化するフィルタとして利用されるものである。この「ハニカム構造体」は、セラミック材料からなり、一方の端面である流入端面から他方の端面である流出端面まで延びて排ガスの流路となる複数のセルを区画形成する多孔質の隔壁を有している。そして、このハニカム構造体の外周面には、S i C やコーゼライトなどの材料からなる外周コート材が形成されている。また、このハニカム構造体の隔壁の表面には、排ガス浄化用の触媒が担持されることがある。

【 0 0 6 6 】

「試験片構造」の「構造」欄中の「1セル構造の試験片」は、上記「ハニカム構造体」に形成される1つのセルを任意に選択し、このセルを区画形成する隔壁を特定し、特定された全部の隔壁を切り取ったものを試験片としたことを示す。図 1 0 は、「1セル構造の試験片 S₁₀」の一例を模式的に示す斜視図である。図 1 0 に示す「1セル構造の試験片 S₁₀」は、セル A の延びる方向に直交する断面形状が四角形であるセル A が形成されたハニカム構造体から切り取られたものである。「試験片構造」の「構造」欄中の「リブ一枚の試験片」は、上記「ハニカム構造体」に形成される1つのセルを任意に選択し、このセルを区画形成する隔壁を特定し、特定された隔壁の任意の1つを切り取ったものを試験片としたことを示す。図 1 1 は、「リブ一枚の試験片 S₁₀₀」の一例を模式的に示す斜視図である。

【 0 0 6 7 】

「試験片構造」の「気孔率 (%) 」欄中の「30, 50, 65 (3 水準) 」は、C d、S i C、A T の各材質からなる試験片 (合計 3 つの試験片) に対応させた気孔率 (%) を示している。即ち、C d、S i C、A T からなるそれぞれの試験片の気孔率 (%) が 3 0 %、5 0 %、6 5 %であることを示している。

【 0 0 6 8 】

「試験片構造」の欄中の数値は、C d、S i C、A T の各材質からなる試験片 (合計 3 つの試験片) と気孔率 (%) に対応させた試験片の条件を示している。即ち、例えば「0.847, 0.898, 1.037 (3 水準) 」は、C d、S i C、A T からなるそれぞれの試験片の厚さが 0.847 mm、0.898 mm、1.037 mmであることを示している。なお、試験片の「厚さ」とは、曲げ強度試験装置で強度等を測定する際に荷重される方向 (荷重方向) の長さのことをいう。図 1 0、図 1 1 において符号「T」で示す方向の長さのことである。

【 0 0 6 9 】

「試験片構造」の「長さ (mm) 」欄中の数値は、C d、S i C、A T の各材質からなる試験片 (合計 3 つの試験片) の長さ (mm) を示している。即ち、例えば「20」は、C d からなる試験片の長さ、S i C からなる試験片の長さ、A T からなる試験片の長さが、いずれも「20 mm」であることを示している。なお、試験片の「長さ」とは、試験片

を切り出す際におけるハニカム構造体のセルの延びる方向の長さのことをいう。図 10 , 図 11 において符号「1」で示す方向の長さのことである。

【0070】

「試験片構造」の「幅(mm)」欄中の数値は、Cd、SiC、ATの各材質からなる試験片(合計3つの試験片)の幅(mm)を示している。即ち、例えば「1」は、Cdからなる試験片の長さ、SiCからなる試験片の長さ、ATからなる試験片の長さが、いずれも「1mm」であることを示している。なお、試験片の「幅」とは、試験片の「長さ」方向と「長さ」方向との両方に直交する方向の長さのことをいう。

【0071】

「外周コート材」は、外周面に外周コート剤が塗工されて外周コート材が形成されたハニカム構造体から最外部(外周面を含む部分)を薄板状に切り出した薄板を試験片としたことを示す。「外周コート材」における厚さ(mm)の「0.5, 1, 2(3水準)」とは、厚さの異なる3つの「外周コート材」を用いたことを示す。

10

【0072】

「ウエハース」は、竹田製菓社製の商品名「麦ふぁ～バニラ」(厚さ10mm)を示す。「チューイングガム」は、ロッテ社製の商品名「ブラックブラックガム」(厚さ1.65mm)を示す。「ウエハース」及び「チューイングガム」の測定時における温度は24.6、湿度は20.0%であった。

【0073】

【表 1】

試験片	材質		コーティング	試験片構造				
				構造	気孔率(%)	厚さ(mm)	長さ(mm)	幅(mm)
試験片A	セラミック材料	Cd、SiC、AT (3水準)	無し	1セル構造の試験片	30, 50, 65 (3水準)	0.847, 0.898, 1.037 (3水準)	20	1
試験片B	セラミック材料	Cd、SiC、AT (3水準)	無し	リブ一枚の試験片	30, 50, 65 (3水準)	0.0254, 0.4084, 0.762 (3水準)	20	3
試験片C	セラミック材料	Cd、SiC、AT (3水準)	有り	1セル構造の試験片	30, 50, 65 (3水準)	0.847, 0.898, 1.037 (3水準)	20	1
試験片D	セラミック材料	Cd、SiC、AT (3水準)	有り	リブ一枚の試験片	30, 50, 65 (3水準)	0.0254, 0.4064, 0.762 (3水準)	20	3
試験片E	セラミック材料	—	—	外周コート材	—	0.5, 1, 2 (3水準)	20	3
試験片F	金属	SUS	—	薄板	—	0.1, 1.5, 2 (3水準)	20	3
試験片G	金属	Cu	—	薄板	—	0.1, 1.5, 2 (3水準)	20	3
試験片H	金属	Al	—	薄板	—	0.1, 1.5, 2 (3水準)	20	3
試験片I	食品	ウエハース	—	板状	—	10	85	38
試験片J	食品	チューイングガム	—	板状	—	1.65	72.6	20

【表 2】

	比較例 1			比較例 2			比較例 3			実施例 1		
	強度	たわみ	ヤング率	強度	たわみ	ヤング率	強度	たわみ	ヤング率	強度	たわみ	ヤング率
試験片 A	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
試験片 B	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
試験片 C	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
試験片 D	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
試験片 E	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
試験片 F	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
試験片 G	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
試験片 H	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
試験片 I	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
試験片 J	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK

10

20

30

40

【0075】

表 2 に示す、「強度」、「たわみ」、及び「ヤング率」の各評価結果は、試験片の種類が複数存在する場合には、全ての種類の試験片について示している。即ち、例えば、実施例 1 において、試験片 A の「強度」における「OK」の評価は、C d からなる試験片、S i C からなる試験片、及び A T からなる試験片の全ての試験片について「強度」が「OK」の評価であったことを示す。

【0076】

(比較例 1)

万能試験機(図 6 参照)を用いて曲げ強度試験を行ったこと以外は、実施例 1 と同様に

50

試験片 A ~ J について「強度」「たわみ」、及び「ヤング率」を測定した。その後、実施例 1 と同様にして「強度」、「たわみ」、及び「ヤング率」の各評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

【 0 0 7 7 】

本比較例の万能試験機は、具体的には、インストロン (I N S T O R O N) 社製の型番「 3 3 6 6 」を用いた。

【 0 0 7 8 】

(比較例 2)

図 7 に示すような天秤機構を備える試験装置を用いた以外は、実施例 1 と同様に試験片 A ~ J について「強度」、「たわみ」、及び「ヤング率」を測定した。その後、実施例 1 と同様にして「強度」、「たわみ」、及び「ヤング率」の各評価を行った。評価結果を表 2 に示す。なお、本比較例の試験装置は、カウンターウエイト 9 3 を備えているため、試験開始前に試験片が破壊されてしまうことはなかったが、試験片に加えられる鉛直方向の荷重が一定ではなく、精度の良い測定値を得ることができなかった。即ち、本比較例の試験装置は、天秤機構を備えるものであり、天秤構造であるため荷重治具が円運動してしまう。そのため、試験片に加わる荷重点が変化してしまっていた。更に、試験片に加わる垂直荷重が変化してしまっていた。その結果、精度の良い測定値を得ることができなかった。

10

【 0 0 7 9 】

本比較例の試験装置 (図 7 に示す天秤構造を備える試験装置 1 2 0) は、試験片 S を支持する 2 つの基部側突起部 9 1 , 9 2 を有する支持治具 9 と、この支持治具 9 に固定された天秤部 8 と、を備えていた。天秤部 8 は、支持治具 9 に固定された支柱 8 a と、この支柱 8 a に回動可能に固定された天秤棒 8 b とを備えていた。また、本比較例の試験装置 (試験装置 1 2 0) は、天秤部 8 の天秤棒 8 b の一方の端部に 2 つの荷重治具側突起部を有する荷重治具 6 を備え、天秤棒 8 b の他方の端部に荷重治具 6 とのバランスを保つための重り (カウンターウエイト 9 3) を備えていた。即ち、カウンターウエイト 9 3 によって、試験開始前においては試験片 S に荷重治具 6 の自重が掛からないようになっていた。更に、試験装置 1 2 0 は、荷重治具 6 に鉛直方向下向きの荷重を加える荷重付与部 9 4 と、荷重治具 6 に加えられる荷重を測定する荷重測定部 9 5 と、を備えていた。更に、試験装置 1 2 0 は、第 1 レーザー変位計 9 6 、及び第 2 レーザー変位計 9 7 を備えていた。そして、試験装置 1 2 0 は、第 1 レーザー変位計 9 6 及び第 2 レーザー変位計 9 7 に接続された第 1 情報保存部 (図示せず) と、荷重付与部 9 4 及び荷重測定部 (9 5) に接続された第 2 情報保存部 (図示せず) とを備えていた。更に、試験装置 1 2 0 は、第 1 情報保存部及び第 2 情報保存部に接続された情報処理部 (図示せず) を備えていた。

20

30

【 0 0 8 0 】

(比較例 3)

図 8 に示すような荷重治具保持手段を備えない曲げ強度試験装置を用いた以外は、実施例 1 と同様に試験片 A ~ J について「強度」、「たわみ」、及び「ヤング率」を測定した。その後、実施例 1 と同様にして「強度」、「たわみ」、及び「ヤング率」の各評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

40

【 0 0 8 1 】

なお、図 8 は、荷重治具保持手段を備えない曲げ強度試験装置 1 3 0 を模式的に示す正面図である。図 8 に示す曲げ強度試験装置 1 3 0 は、試験片 S を支持する基部側突起部 1 2 及び 2 つの基部側突起部 1 2 を有する平板状の板状部 1 1 を有する基部 1 0 を備えていた。曲げ強度試験装置 1 3 0 は、基部 1 0 の上方に位置する荷重治具 2 0 及び厳密直線運動機構によって荷重治具 2 0 を鉛直方向に平行に移動させる荷重治具保持腕 3 0 を備えていた。そして、曲げ強度試験装置 1 3 0 は、荷重治具 2 0 に鉛直方向下向きの荷重を加える荷重付与部 5 0 と、試験片 S の曲げ強度の測定時に荷重付与部によって荷重治具 2 0 に加えられる荷重を測定する荷重測定部 6 0 と、を備えていた。

【 0 0 8 2 】

50

本比較例の曲げ強度試験装置は、実施例１の曲げ強度試験装置において荷重治具保持手段（荷重相殺用重り）を用いていないものである。本比較例の曲げ強度試験装置は、荷重相殺用重りを用いていないため、試験片の曲げ強度の測定前から試験片に荷重治具の自重がかかっており、試験片の強度によっては、試験開始前に破壊されてしまった。

【００８３】

実施例１及び比較例１～３の結果から、実施例１の曲げ強度試験装置は、比較例１～３の試験装置に比べて曲げ強度試験を精度良く行うことができることが確認できた。

【００８４】

実施例１の曲げ強度試験装置は、セラミック材料（Ｃｄ、ＳｉＣ、ＡＴ）からなる試験片の曲げ強度試験を精度良く行うことができた。また、実施例１の曲げ強度試験装置は、外周コート材などの隔壁以外の構成材料を試験片とした曲げ強度試験を精度良く行うことができた。実施例１の曲げ強度試験装置は、「１セル構造の試験片」についても曲げ強度試験を精度良く行うことができたため、セル形状の違い（例えば、四角形セル、六角形セルなど）による曲げ強度の違いも精度良く測定することができる。更に、実施例１の曲げ強度試験装置は、セル構造剛性を排除したヤング率の算出も可能である。

10

【産業上の利用可能性】

【００８５】

本発明の曲げ強度試験装置は、曲げ強度試験を精度良く行うことができる。

【符号の説明】

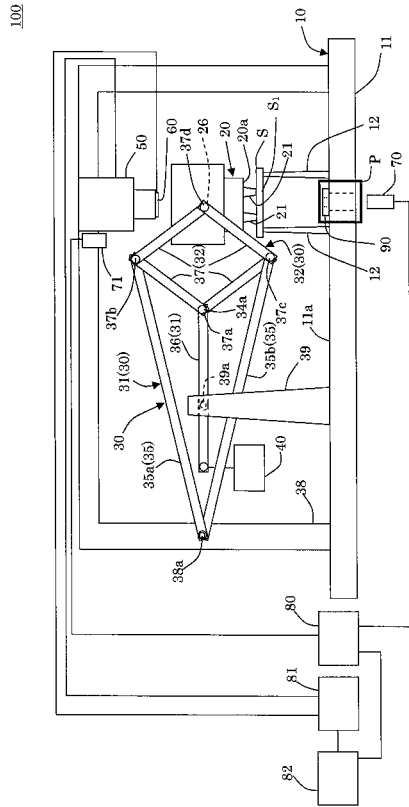
【００８６】

１：治具、２，３，４，５：支点、６：荷重治具、７：押し治具、８：天秤部、８ａ：支柱、８ｂ：天秤棒、９：支持治具、１０：基部、１１：板状部、１１ａ：表面、１１ｂ：レーザー通過用大貫通孔、１２，９１，９２：基部側突起部、２０：荷重治具、２０ａ：向かい合う面、２１：荷重治具側突起部、２２：柱状部、２２ａ：天面、２４：結合用突起、２３：保持具、２５：荷重治具本体、３０：荷重治具保持腕、３１：円運動部、３２：距離調整部、３３ａ：右側調整枠、３３ｂ：左側調整枠、３４ａ：第１連結棒、３４ｂ：第２連結棒、３４ｃ：第３連結棒、３４ｄ：第４連結棒、３５：第１円運動板、３６：第２円運動板、３７：距離調整板、３７ａ：第１頂点部、３７ｂ：第２頂点部、３７ｃ：第３頂点部、３７ｄ：第４頂点部、３８：第１固定柱、３８ａ：第１回転軸、３９：第２固定柱、３９ａ：第２回転軸、４０：荷重治具保持手段、５０，９４：荷重付与部、６０，９５：荷重測定部、７０，９６：第１レーザー変位計、７１，９７：第２レーザー変位計、８０：第１情報保存部、８１：第２情報保存部、８３：情報処理部、９０：破片落下阻止用治具、９０ａ：レーザー通過用小貫通孔、９３：カウンターウエイト、１００：曲げ強度試験装置、１１０：万能試験機、Ａ：セル、ａ，ｂ，ｃ，ｄ，ｅ，ｆ，ｇ：辺、Ｓ：試験片、Ｓ_１：基部側の面、Ｓ_{１０}：１セル構造の試験片、Ｓ_{１００}：リブ一枚の試験片、Ｏ：中心点、Ｏ_１，Ｏ_２，Ｐ_１：点、Ｌ：直線、ｌ：長さ、Ｔ：厚さ。

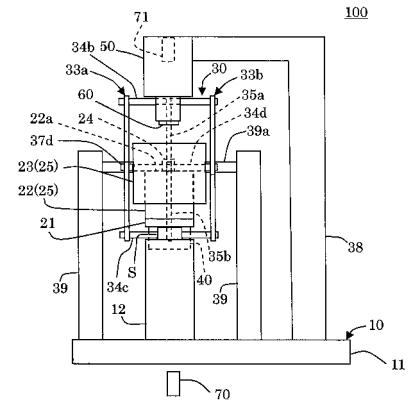
20

30

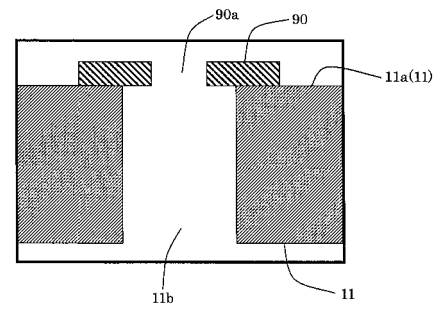
【図 1】



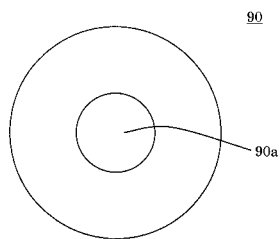
【図 2】



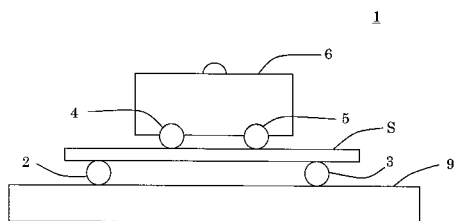
【図 3】



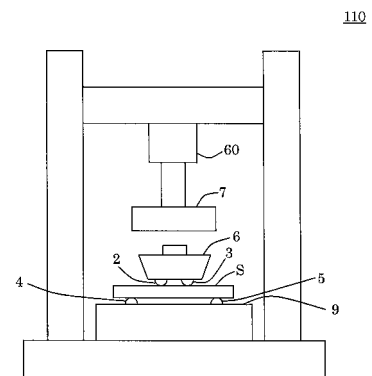
【図 4】



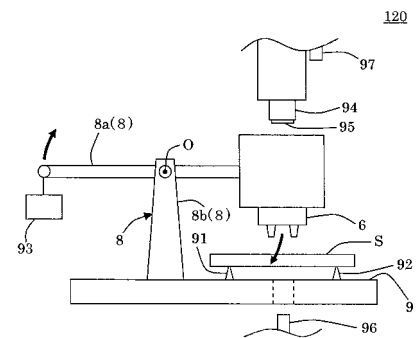
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 昆野 由規

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

(72)発明者 吉田 和洋

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

F ターム(参考) 2G061 AA07 AB01 BA01 BA07 DA01 DA16 EA01 EA02 EB07