

(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2019-11996

(P2019-11996A)

(43) 公開日 平成31年1月24日(2019.1.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 29/30 (2006.01)	GO 1 N 29/30	2 G O 4 7
GO 1 N 29/04 (2006.01)	GO 1 N 29/04	
GO 1 N 29/48 (2006.01)	GO 1 N 29/48	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2017-127990 (P2017-127990)	(71) 出願人	302060926
(22) 出願日	平成29年6月29日 (2017. 6. 29)		株式会社フジタ
			東京都新宿区西新宿四丁目32番22号
		(71) 出願人	304021417
			国立大学法人東京工業大学
			東京都目黒区大岡山2丁目12番1号
		(71) 出願人	598105732
			株式会社シスミック
			東京都墨田区亀沢4丁目5番9号
		(74) 代理人	100089875
			弁理士 野田 茂
		(72) 発明者	添田 智美
			東京都新宿区西新宿四丁目32番22号
			株式会社フジタ内

最終頁に続く

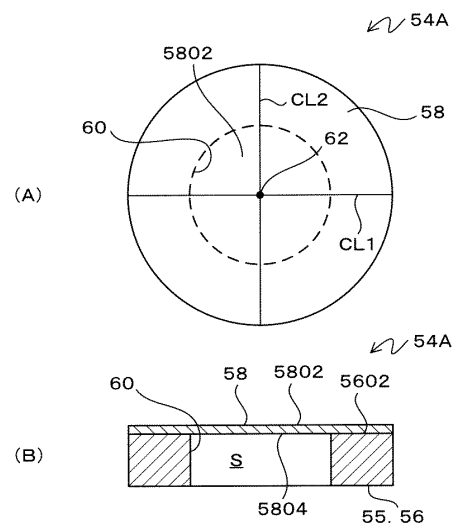
(54) 【発明の名称】 状態評価装置用の標準試験体

(57) 【要約】

【課題】 検査対象物の状態の評価を正確に行なう。

【解決手段】 状態評価装置 10 は、建物躯体に接着された外装材 2 の表面をハンマー 20 で打撃した際に発生する打音を検出して打音検出波形を生成し、打音検出波形を構成する複数の 1 周期の波形のうち 1 番目の波形を第 1 の波形としたとき、第 1 の波形の振幅値を検出し、この振幅値を、基準振幅値で除した正規化振幅値を算出し、正規化振幅値に基づいて検査対象物の状態の評価を行なう。基準振幅値を得るための標準試験体 54 A を、ハンマー 20 で打撃される被打撃面 5802 を有する被打撃板 58 と、被打撃板 58 の周囲全周を保持すると共に、被打撃板 58 を保持した状態で、空間 S を確保する保持部 55 とで構成し、被打撃板 58 を平面視した状態で空間 S の中心と被打撃面 5802 とが交差する箇所にハンマー 20 の打撃目標 62 を設けた。

【選択図】 図 6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

検査対象物をハンマーで打撃することで発生する打音をマイクを用いて検出し、マイクからの信号に基づいて打音検出波形を生成し、前記打音検出波形に基づいて前記検査対象物の状態を評価する検査対象物の状態評価装置用の標準試験体であって、

前記ハンマーで打撃される被打撃面とその反対に位置する裏面とを有する被打撃板と、
前記被打撃板の周囲全周を保持すると共に、前記被打撃板を保持した状態で、前記裏面で前記被打撃板の周囲の内側部分の全域に対向する空間を確保する保持部とを備え、
前記被打撃板を平面視した状態で前記空間の中心と前記被打撃面とが交差する箇所に前記ハンマーの打撃目標が設けられている、

10

ことを特徴とする標準試験体。

【請求項 2】

前記保持部は、孔を有する筒状の本体部材で形成され、

前記被打撃板の周囲全周は前記本体部で保持されて前記孔は前記被打撃板で閉塞され、

前記空間は、前記孔で形成されている、

ことを特徴とする請求項 1 記載の標準試験体。

【請求項 3】

前記被打撃板は、前記孔の軸心方向における前記本体部材の端部に取り付けられ、

前記被打撃板の裏面が前記本体部材の端部に合わされる面または前記被打撃板に合わされる前記本体部材の端部の面の少なくとも一方は、平坦面で形成されている、

20

ことを特徴とする請求項 2 記載の標準試験体。

【請求項 4】

前記孔の内周面で前記孔の軸心方向における端部寄りの箇所に、前記内周面の全周に延在するフランジが設けられ、

前記被打撃板は、その外周部が前記フランジに保持されて前記孔の内部に配置され、

前記被打撃板の前記被打撃面と、前記孔の軸心方向における前記本体部材の端部の面とは、同一面上に位置している、

ことを特徴とする請求項 2 記載の標準試験体。

【請求項 5】

前記被打撃板は、その外周部が前記孔の内周面に埋め込まれて配置され、

30

前記被打撃面は、前記孔の軸心方向における前記本体部材の端部の面よりも窪んだ箇所に位置している、

ことを特徴とする請求項 2 記載の標準試験体。

【請求項 6】

前記被打撃板は、前記孔の軸心方向における前記本体部材の端部に位置し、

前記被打撃板と前記本体部材とは一体成形されている、

ことを特徴とする請求項 2 記載の標準試験体。

【請求項 7】

保持部は、上面を有する台座部と、前記上面に配置され中央に孔を有するスペーサ部材とを含んで構成され、

40

前記被打撃板は、前記裏面の周囲全周が前記スペーサ部材で保持され、

前記空間は、前記孔の内周面と前記上面との間に形成されている、

ことを特徴とする請求項 1 記載の標準試験体。

【請求項 8】

前記被打撃板は、前記保持部に対して着脱可能に設けられている、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項記載の標準試験体。

【請求項 9】

前記被打撃板と前記保持部とは保持部材として一体に形成され、

前記保持部材の軸方向の一端に前記被打撃板が位置し、

前記空間は、前記打撃板の裏面で前記被打撃板の周囲の内側部分の全域に対向して設け

50

られ、

前記空間に、前記保持部材を構成する材料よりも強度、剛性の小さい材料が充填されている、

ことを特徴とする請求項 1 記載の標準試験体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検査対象物の状態を評価する状態評価装置用の標準試験体に関する。

【背景技術】

【0002】

10

建物の外装材（外壁材）の剥離、剥落を未然に防止するため、建物の状態を診断する方法が種々提案されている。

特許文献 1 には、検査対象物の表面をハンマーで打撃した際に発生する打音をマイクを用いて検出し、マイクからの信号に基づいて打音検出波形を生成し、打音検出波形に発生する 1 周期分の波形の振幅に基づいて検査対象物の状態を評価する検査対象物の状態評価装置が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2016 - 205900 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来技術では、状態評価装置毎のばらつき、例えば、マイクの感度の個体差、ハンマーを駆動するアクチュエータの個体差などの影響を受けて、生成された打音検出波形の振幅がばらつくことが懸念される。

打音検出波形の振幅がばらつくと、同一の検査対象物であっても、状態評価装置によって状態の評価結果にばらつきが生じる不利がある。

本発明はこのような事情に鑑みなされたものであり、その目的は、検査対象物の状態の評価を正確に行なう上で有利な状態評価装置用の標準試験体を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述の目的を達成するため、請求項 1 記載の発明は、検査対象物をハンマーで打撃することで発生する打音をマイクを用いて検出し、マイクからの信号に基づいて打音検出波形を生成し、前記打音検出波形に基づいて前記検査対象物の状態を評価する検査対象物の状態評価装置用の標準試験体であって、前記ハンマーで打撃される被打撃面とその反対に位置する裏面とを有する被打撃板と、前記被打撃板の周囲全周を保持すると共に、前記被打撃板を保持した状態で、前記裏面で前記被打撃板の周囲の内側部分の全域に対向する空間を確保する保持部とを備え、前記被打撃板を平面視した状態で前記空間の中心と前記被打撃面とが交差する箇所に前記ハンマーの打撃目標が設けられていることを特徴とする。

40

請求項 2 記載の発明は、前記保持部は、孔を有する筒状の本体部材で形成され、前記被打撃板の周囲全周は前記本体部で保持されて前記孔は前記被打撃板で閉塞され、前記空間は、前記孔で形成されていることを特徴とする。

請求項 3 記載の発明は、前記被打撃板は、前記孔の軸心方向における前記本体部材の端部に取り付けられ、前記被打撃板の裏面が前記本体部材の端部に合わされる面または前記被打撃板に合わされる前記本体部材の端部の面の少なくとも一方は、平坦面で形成されていることを特徴とする。

請求項 4 記載の発明は、前記孔の内周面で前記孔の軸心方向における端部寄りの箇所に、前記内周面の全周に延在するフランジが設けられ、前記被打撃板は、その外周部が前記フランジに保持されて前記孔の内部に配置され、前記被打撃板の前記被打撃面と、前記孔

50

の軸心方向における前記本体部材の端部の面とは、同一面上に位置していることを特徴とする。

請求項 5 記載の発明は、前記被打撃板は、その外周部が前記孔の内周面に埋め込まれて配置され、前記被打撃面は、前記孔の軸心方向における前記本体部材の端部の面よりも窪んだ箇所に位置していることを特徴とする。

請求項 6 記載の発明は、前記被打撃板は、前記孔の軸心方向における前記本体部材の端部に位置し、前記被打撃板と前記本体部材とは一体成形されていることを特徴とする。

請求項 7 記載の発明は、保持部は、上面を有する台座部と、前記上面に配置され中央に孔を有するスペーサ部材とを含んで構成され、前記被打撃板は、前記裏面の周囲全周が前記スペーサ部材で保持され、前記空間は、前記孔の内周面と前記上面との間に形成されていることを特徴とする。

10

請求項 8 記載の発明は、前記被打撃板は、前記保持部に対して着脱可能に設けられていることを特徴とする。

請求項 9 記載の発明は、前記被打撃板と前記保持部とは保持部材として一体に形成され、前記保持部材の軸方向の一端に前記被打撃板が位置し、前記空間は、前記打撃板の裏面で前記被打撃板の周囲の内側部分の全域に対向して設けられ、前記空間に、前記保持部材を構成する材料よりも強度、剛性の小さい材料が充填されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

請求項 1 記載の発明によれば、ハンマーにより打撃目標を打撃したときに空間によって打音を確実に発生させると共に、被打撃板の周囲全周を保持することで打音のばらつきすなわち打音検出波形のばらつきを抑制できる。

20

そのため、標準試験体を打撃した際の打音検出波形を利用して状態評価装置による検査対象物の評価を行なうことにより、状態評価装置毎のばらつきの影響を抑制できるため、検査対象物の状態の評価を正確に行なう上で有利となる。

請求項 2 記載の発明によれば、保持部を簡単に構成できコストの低減を図る上で有利となる。

請求項 3 記載の発明によれば、被打撃板と筒状部材との間に隙間が生じにくく、被打撃板と筒状部材との取り付けを強固に行なう上で有利となるため、ハンマーで打撃目標を打撃した際に発生する打音のばらつきが抑制されるため、検査対象物の状態の評価を正確に行なう上でより有利となる。

30

請求項 4 記載の発明によれば、標準試験体のコンパクト化、ハンマーを打撃目標に位置決めする操作を円滑に行なう上で有利となる。

請求項 5 記載の発明によれば、被打撃板の保護を図る上で有利となる。

請求項 6 記載の発明によれば、コスト低減を図る上で有利となる。

請求項 7 記載の発明によれば、保持部の構成を単純化しコストを低減する上で有利となる。

請求項 8 記載の発明によれば、検査対象物の材料あるいは厚さに対応した被打撃板を選択して本体部に取り付けることができる。

請求項 9 記載の発明によれば、コスト低減を図る上で有利となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】第 1 の実施の形態に係る標準試験体が適用される検査対象物の状態評価装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】検査対象物の状態評価装置の検出ユニットの側面図である。

【図 3】図 2 の A - A 線矢視図である。

【図 4】図 2 の B 矢視図である。

【図 5】外装材の状態と外装材の打音の音圧との関係を示す線図である。

【図 6】(A) は第 1 の実施の形態に係る標準試験体の平面図、(B) は(A)の正面断面図である。

50

【図 7】標準試験体を用いた基準振幅値の決定処理を説明するフローチャートである。

【図 8】検査対象物の状態評価装置の動作フローチャートである。

【図 9】(A) は第 2 の実施の形態に係る標準試験体の平面図、(B) は(A) の正面断面図である。

【図 10】(A) は第 3 の実施の形態に係る標準試験体の平面図、(B) は(A) の正面断面図である。

【図 11】(A) は第 4 の実施の形態に係る標準試験体の平面図、(B) は(A) の正面断面図である。

【図 12】(A) は第 5 の実施の形態に係る標準試験体の平面図、(B) は(A) の正面断面図である。

【図 13】(A) は第 6 の実施の形態に係る標準試験体の平面図、(B) は(A) の正面断面図である。

【図 14】(A) は第 7 の実施の形態に係る標準試験体の平面図、(B) は(A) の正面断面図である。

【図 15】(A) は第 8 の実施の形態に係る標準試験体の平面図、(B) は(A) の正面断面図である。

【図 16】(A) は第 9 の実施の形態に係る標準試験体の平面図、(B) は(A) の正面断面図である。

【図 17】(A) は第 10 の実施の形態に係る標準試験体の平面図、(B) は(A) の正面断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

(第 1 の実施の形態)

以下、本発明の実施の形態について説明する。

まず、本発明の標準試験体が適用される検査対象物の状態評価装置(以下、状態評価装置という)について説明する。

本実施の形態では、状態評価装置が、検査対象物である建物外面部の状態、すなわち、タイルなどの外装材の浮きや剥がれなどの接着状態を評価する場合について説明する。

なお、本明細書において、検査対象物とは建物や構造物であり、検査対象物が建物であった場合、検査対象物は、建物外面部の他、例えば、室内の床、天井、壁面、室内のコンクリート躯体などを広く含むものである。

また、本明細書において建物外面とは、建物の最も外側に位置する建物の外面をいい、建物外面部とは、タイルやモルタルなどの外装材が設けられていない場合には、建物外面に加え、この建物外面近くの内部の状態を含むものとする。また、建物外面部とは、タイルやモルタルなどの外装材が設けられている場合には、外装材の表面に加え、外装材の表面の内側の外装材部分や外装材の内側の建物躯体の表面や表面近くの内部を含むものとする。

【0009】

図 1 に示すように、状態評価装置 10 は、検出ユニット 12 と、本体ユニット 14 とで構成されている。

検出ユニット 12 は、作業者が把持して状態を評価すべき外装材 2 の表面に当て付けて使用されるものであり、本体ユニット 14 は、検出ユニット 12 で検出された打音や振動を表す信号に基づいて外装材 2 の状態を評価するものである。

検出ユニット 12 と本体ユニット 14 とは、前記の信号を伝送する不図示のケーブルによって接続されている。

【0010】

図 2 から図 4 に示すように、検出ユニット 12 は、筐体 16 と、3 個のローラ 18 A、18 B、18 C と、ハンマー 20 と、アクチュエータ 22 と、第 1 マイク 24 A と、第 2 マイク 24 B と、打撃力センサ 26 とを含んで構成されている。

筐体 16 は、矩形状の底壁 1602 と、底壁 1602 の四辺から起立する 4 つの側壁 1

10

20

30

40

50

604、1606、1608、1610と、4つの側壁1604、1606、1608、1610の上部を接続する上壁1612とを備えている。

底壁1602には後述するハンマー20が出没する開口1620が設けられている。

3個のローラ18A、18B、18Cのうち、2個のローラ18A、18Bは、底壁1602の対向する一対の端面に回転可能に取着され、同軸上に配置されている。

残りの1個のローラ18Cは、側壁1608の下部に金具17を介して回転可能に取着され、平面視したときにローラ18Cは、2個のローラ18A、18Bの軸線と平行する軸線上に配置されている。

そして、3個のローラ18A、18B、18Cは、それら3個のローラ18A、18B、18Cの外周面が外装材2の表面に当接された状態で底壁1602の下面と外装材2の表面とが一定の間隔をおいて互いに平行するように設けられている。

10

【0011】

図3に示すように、ハンマー20は検査対象物である外装材2を打撃するものであり、アクチュエータ22はハンマー20に打撃方向の駆動力を加えるものである。

本実施の形態では、アクチュエータ22としてソレノイド22Aを用いている。

ソレノイド22Aは、筐体16の内部に配置され1つの側壁1606に取着されている。

ソレノイド22Aは、コイルを備えるソレノイド本体2202、3個のローラ18A、18B、18Cが外装材2の表面に当接された状態で外装材2の表面と直交する方向に移動可能に設けられたプランジャ2204とを備えている。

20

プランジャ2204は、コイルに駆動電力が供給されることでソレノイド本体2202から突出する突出位置に移動され、駆動電力の供給が停止されることでソレノイド本体2202に没入する没入位置に移動されるように構成されている。

図3、図4に示すように、ハンマー20は、プランジャ2204の下端に設けられ、プランジャ2204の移動により底壁1602の開口1620を介して出没する。

3個のローラ18A、18B、18Cの外周面が外装材2の表面に当接された状態で、プランジャ2204が突出位置に移動することでハンマー20が外装材2の表面を打撃し、プランジャ2204が没入位置に移動することでハンマー20が外装材2の表面から離間する。

30

【0012】

第1マイク24Aおよび第2マイク24Bは、ハンマー20が外装材2の表面を打撃したときに発生する打音を収音して打音に対応する検出信号を生成するものである。

図2、図3、図4に示すように、第1マイク24Aは、底壁1602の下面に取着され、第2マイク24Bは、側壁1610の外面の下部に防振ゴム23を介して取着されている。

本実施の形態では、第1マイク24A、第2マイク24Bの2つのマイクを備える場合について説明するがマイクの数はいくつでも3つ以上であってもよい。

【0013】

図3に示すように、打撃力センサ26は、ハンマー20に取着され、ハンマー20の外装材2への打撃によってハンマー20に発生する反力、言い換えるとハンマー20の打撃力を検出して打撃力に対応する検出信号を生成するものである。このような打撃力センサ26として圧電センサなど従来公知の様々なセンサが使用可能である。

40

打撃力センサ26は、ハンマー20に取着され、ハンマー20の外装材2への打撃によって発生するハンマー20の振動を検出して振動に対応する検出信号を生成するものである。このような打撃力センサ26として圧電センサなど従来公知の様々なセンサが使用可能である。

【0014】

図1に示すように、本体ユニット14は、駆動部30と、操作部32と、調整部34と、検出回路36と、打撃力波形検出回路38と、サンプリング部40と、打撃力波形サンプリング部42と、振幅値検出部44と、正規化振幅値算出部46と、基準振幅値決定部

50

48と、評価部50と、出力部52とを含んで構成されている。

【0015】

駆動部30は、ソレノイド本体2202のコイルに駆動電力を供給するものである。

操作部32は、作業者によって操作されることで駆動部30に対してコイルへの駆動電力の供給を指示するものであり、押しボタンスイッチなどにより構成されている。

調整部34は、駆動部30を制御してハンマー20に与える駆動力を調節するものである。

本実施の形態では、調整部34は、作業者によって操作されることでソレノイド本体2202のコイルに供給する駆動電力の電圧を増減するものであり、例えば、回転ボリューム（可変抵抗器）などにより構成されている。

10

このようにハンマー20に与える駆動力を調節可能とすることで、検査対象物の状態や材料に応じて適切な音圧の打音が得られるようにハンマー20の打撃力を調整でき、検査対象物の状態の評価を正確に行なう上で有利となるように図られている。

【0016】

検出回路36は、第1マイク24Aおよび第2マイク24Bで生成された検出信号をA/D変換して打音検出波形を生成するものである。

なお、本実施の形態では、検出回路36が第1マイク24Aおよび第2マイク24Bで検出された検出信号によって打音検出波形を生成する場合について説明するが、第1マイク24Aおよび第2マイク24Bの何れか一方のみを用いてもよい。しかしながら、本実施の形態のように2つのマイクを用いて検出信号を生成すると打音を確実に検出する上で有利となる。

20

また、マイクの数1つであっても3つ以上であってもよい。

【0017】

打撃力波形検出回路38は、打撃力センサ26で生成された検出信号をA/D変換して打撃力検出波形を生成するものである。

【0018】

サンプリング部40は、検出回路36によって生成された打音検出波形を予め定められたサンプリング周期でサンプリングするものである。

【0019】

打撃力波形サンプリング部42は、打撃力波形検出回路38によって生成された打撃力検出波形を予め定められたサンプリング周期でサンプリングするものである。

30

【0020】

振幅値検出部44は、サンプリング部40でサンプリングされた打音検出波形を構成する複数の1周期の波形のうちN番目（Nは1以上の自然数）の波形を第1の波形としたとき、この第1の波形の振幅値を検出するものである。

なお、第1の波形は、その振幅が大きいほど、振幅の値、あるいは、波長の値を正確に計測する上で有利となる。したがって、本実施の形態では、打音検出波形のうち最初に発生する1周期分の波形が2番目以降の波形に比較して振幅が大きく、そのため、打音検出波形のうち最初に発生する1周期分の波形を第1の波形とした場合について説明する。

しかしながら、第1マイク24A、第2マイク24B、検出回路36の特性、検出時の環境、あるいは、検査対象物の状態などの諸条件によっては、打音検出波形のうち2番目以降に発生する波形が最も振幅が大きくなる場合がある。

40

したがって、その場合は、2番目以降に発生する振幅が最も大きくなる波形を第1の波形とすればよい。

なお、本実施の形態では、第1の波形の振幅は、第1の波形の最大値と最小値との差分の絶対値とした。しかしながら、第1の波形の振幅は、振幅の基準値（0V）を基準として第1の波形の1周期のうち前半の波形のピーク値（極値）の絶対値としてもよく、あるいは、第1の波形の1周期のうち後半の波形のピーク値（極値）の絶対値としてもよい。

【0021】

ここで、打撃力波形検出回路38で検出され打撃力波形サンプリング部42でサンプリ

50

ングされた打撃力検出波形のうち、打音検出波形の第 1 の波形を発生させる 1 周期分の波形を第 2 の波形とし、第 2 の波形の最大値または最小値のうち時間的に早い方の値に対応する時刻を基準時刻とする。

本実施の形態では、打撃力検出波形のうち最初に発生する 1 周期分の波形を第 2 の波形とする。

振幅値検出部 44 は、打撃力波形サンプリング部 42 から供給される打撃力検出波形に基づいて前記の基準時刻を決定する。

振幅値検出部 44 による第 1 の波形の振幅値の検出は、サンプリング部 40 によりサンプリングされた波形データのうち基準時刻よりも前の時点からサンプリングされた波形データに基づいてなされる。

このようにすることで、第 1 の波形を正確に得ることができ、外装材 2 の状態の診断を正確に行なう上で有利となるように図られている。

【0022】

基準振幅値決定部 48 は、ハンマー 20 により後述する標準試験体 54 A を打撃して振幅値検出部 44 による振幅値の検出を複数回行なうことで得られた複数の振幅値の平均値を基準振幅値として決定するものである。

すなわち、作業者が状態評価装置 10 を用いて標準試験体 54 A の打撃目標 5408 をハンマー 20 で打撃して振幅値検出部 44 で振幅値を検出する操作を複数回繰り返すことで、複数の振幅値を得られる。

基準振幅値決定部 48 は、得られた複数の振幅値の平均値を算出し、平均値を基準振幅値として決定する。

このようにハンマー 20 により標準試験体 54 A を打撃して振幅値の検出を複数回行なうことで得られた複数の振幅値の平均値を基準振幅値として決定するようにしたので、基準振幅値の精度の向上を図れることから、正規化振幅値をより正確に得ることができ、検査対象物の状態の評価を正確に行なう上でより有利となるように図られている。

【0023】

正規化振幅値算出部 46 は、振幅値検出部 44 で検出された振幅値を、基準振幅値決定部 48 で決定された基準振幅値で除した正規化振幅値を算出するものである。

正規化振幅値を用いる理由は以下の通りである。

状態評価装置 10 を構成するマイクは、感度に個体差があり、同一音圧の打音を検出しても出力する検出信号の大きさにばらつきがある。

そこで、振幅値検出部 44 で検出された振幅値を、基準振幅値で除した正規化振幅値を求めると、マイクの感度のばらつきの影響を受けることなく、同一音圧の打音を検出すると同一の正規化振幅値を得ることができる。

【0024】

評価部 50 は、正規化振幅値に基づいて検査対象物の状態を評価するものである。

詳細に説明すると、評価部 50 は、正規化振幅値と予め定められた第 1 のしきい値との比較結果に基づいて検査対象物すなわち外装材 2 の内側の剥離の有無を判定する。

したがって、外装材 2 の剥離の有無を簡単かつ確実に判定する上で有利となっている。

【0025】

ここで、第 1 の波形の振幅と外装材 2 の剥離の有無との関係について説明する。

図 5 は、外装材 2 の状態と外装材 2 の打音の音圧との関係を示す線図であり、言い換えると打音検出波形を示す。図 5 において、横軸は外装材 2 をハンマー 20 で打撃してから経過時間 (μs) を示し、縦軸は打音の音圧 (Pa) を示す。

ハンマー 20 で打撃する外装材 2 の箇所として以下の 4 箇所を選んでいる。

なお、本明細書において、外装材 2 の健全部とは建物躯体に対する外装材 2 の接着状態が良好で剥離が無い部分を示し、外装材 2 の剥離部とは外装材 2 が部分的に建物躯体から剥離した部分を示す。

a : 健全部

b : 健全部きわ (健全部のうち外装材 2 が建物躯体から剥離した剥離部に近接した部分)

10

20

30

40

50

c : 剥離部きわ (剥離部のうち健全部に近接した部分)

d : 剥離部

図 5 から明らかなように、a 健全部、b 健全部きわの打音検出波形の振幅に対して、c 剥離部きわ、d 剥離部の打音検出波形の振幅が大きな値となっていることがわかる。

このような知見から第 1 の波形の振幅に対応する正規化振幅値と予め定められた第 1 のしきい値との比較結果に基づいて外装材 2 の剥離の有無を判定することが可能となる。

なお、第 1 のしきい値は、図 5 のように、外装材 2 の接着状態、言い換えると、外装材 2 の剥離の有無のそれぞれに対応した正規化振幅値を求め、外装材 2 の剥離を確実に判定するに足る第 1 のしきい値を設定すればよい。

あるいは、外装材 2 の健全部において正規化振幅値を求め、その正規化振幅値に予め定められた定数を乗算しあるいは定数を加算するなどして第 1 のしきい値を設定すればよい。

10

【 0 0 2 6 】

また、評価部 5 0 は、打撃力検出波形の振幅、言い換えると、最初に発生する打撃力検出波形の振幅が予め定められた第 2 のしきい値を下回ったときに外装材 2 の状態の評価を中止する。

すなわち、何らかの原因によってハンマー 2 0 による外装材 2 の表面に対する打撃がなされなかった場合 (空打ち) か、打撃が不十分であった場合には、外装材 2 の状態の評価を中止することで、外装材 2 の状態の評価を正確に行なう上で有利となる。

なお、第 2 のしきい値は、ハンマー 2 0 により外装材 2 の表面を打撃した場合と、空打ちした場合とのそれぞれで検出された打撃力検出波形の振幅を実測し、外装材 2 に対して正確に打撃がなされた状態と、空打ちあるいは不十分な打撃がなされた状態とを確実に判定するに足る第 2 のしきい値を設定すればよい。

20

【 0 0 2 7 】

出力部 5 2 は、判定部による外装材 2 の剥離の有無の判定結果、および、判定部による空洞の位置検出結果を出力するものである。

出力部 5 2 として以下のものが例示される。

判定結果を表示するディスプレイ装置。

判定結果を印刷媒体に印刷するプリンタ装置。

判定結果を記録媒体に記録する記録装置。

30

判定結果を回線を介して各種端末装置やデータロガーに送信する通信装置。

【 0 0 2 8 】

なお、振幅値検出部 4 4、正規化振幅値算出部 4 6、基準振幅値決定部 4 8、評価部 5 0 は、コンピュータによって構成することができる。

コンピュータは、CPU、ROM、RAM、ハードディスク装置、キーボード、マウス、ディスプレイ装置、入出力インターフェースなどを有している。

ROM は所定の制御プログラムなどを格納し、RAM はワーキングエリアを提供するものである。

ハードディスク装置は、振幅値検出部 4 4、正規化振幅値算出部 4 6、基準振幅値決定部 4 8、評価部 5 0 を実現するための制御プログラムを格納している。

40

キーボードおよびマウスは、操作者による操作入力を受け付けるものである。

ディスプレイ装置は、画像を表示するものであり、例えば、液晶表示装置などで構成される。ディスプレイ装置は出力部 5 2 として機能させることができる。

【 0 0 2 9 】

次に本実施の形態に係る標準試験体 5 4 A について説明する。

図 6 (A)、(B) に示すように、標準試験体 5 4 A は、保持部 5 5 と、被打撃板 5 8 とを備えている。

被打撃板 5 8 は、ハンマー 2 0 で打撃される被打撃面 5 8 0 2 とその反対に位置する裏面 5 8 0 4 とを有している。

保持部 5 5 は、被打撃板 5 8 の周囲全周を保持すると共に、被打撃板 5 8 を保持した状

50

態で、裏面 5 8 0 4 で被打撃板 5 8 の周囲の内側部分の全域に対向する空間 S を確保するものである。

本実施の形態では、保持部 5 5 は、孔 6 0 を有する筒状の本体部材 5 6 で形成されている。

被打撃板 5 8 は、孔 6 0 の軸心方向における本体部材 5 6 の上端に取り付けられている。

被打撃板 5 8 の周囲全周は、本体部材 5 6 の上面で保持され、孔 6 0 の上部は被打撃板 5 8 で閉塞され、空間 S は、孔 6 0 で形成されている。

被打撃板 5 8 の裏面が本体部材 5 6 の端部に合わされる面または被打撃板 5 8 に合わされる本体部材 5 6 の端部の面の少なくとも一方は、平坦面で形成されている。

本実施の形態では、本体部材 5 6 は円筒状を呈し、孔 6 0 は均一内径の内周面で形成され、本体部材 5 6 の外周面の軸心と孔 6 0 の軸心とが一致している。

また、本体部材 5 6 の軸心方向の一方の端部である上面 5 6 0 2 は平坦面で形成されている。

本実施の形態では、本体部材 5 6 は、外径が 3 0 0 mm、軸心方向に沿った厚さが 6 0 mm であり、孔 6 0 の直径は 1 6 0 mm である。

本実施の形態では、本体部材 5 6 の材料としてコンクリートを用いたが、本体部材 5 6 の材料として金属材料、合成樹脂材料など従来公知の様々なソリッドな材料（固体材料）が使用可能である。

【 0 0 3 0 】

被打撃板 5 8 は、孔 6 0 を閉塞するものであり、孔 6 0 の断面よりも大きい輪郭で形成され、均一の厚さを有している。

本実施の形態では、被打撃板 5 8 は、本体部材 5 6 と同一の外径で厚さが 1 0 mm の円板状を呈している。

被打撃板 5 8 の被打撃面 5 8 0 2 および裏面 5 8 0 4 の双方は平坦面で形成されている。

本実施の形態では、被打撃板 5 8 は、被打撃面 5 8 0 2 の中心と孔 6 0 の軸心とを一致させた状態で、裏面 5 8 0 4 が接着剤によって上面 5 6 0 2 に接着されることで本体部材 5 6 に取り付けられている。

なお、裏面 5 8 0 4 のうち孔 6 0 に対面する部分を除く全域が隙間なく上面 5 6 0 2 に接着剤で接着され被打撃板 5 8 と上面 5 6 0 2 との取り付けが強固になされていることが、ハンマー 2 0 の打撃によって発生する打音のばらつきを抑制する上で好ましい。

また、接着剤としてエポキシ系接着剤、シリコーン樹脂系接着剤、変成シリコーン樹脂系接着剤、アクリル樹脂系接着剤、ウレタン樹脂系接着剤、ゴム系接着剤など従来公知の様々な接着剤が使用可能である。

孔 6 0 の中心軸と被打撃面 5 8 0 2 とが交差する点がハンマー 2 0 の打撃目標 6 2 とされ、打撃目標 6 2 と被打撃板 5 8 の中心点とが一致している。

本実施の形態では、被打撃面 5 8 0 2 に互いに直交する直線 C L 1、C L 2 が表示され、直線 C L 1、C L 2 の交点によって打撃目標 6 2 が示されている。

【 0 0 3 1 】

本実施の形態では、被打撃板 5 8 としてガラスを用いたが、被打撃板 5 8 の材料としてコンクリート、金属材料、合成樹脂材料など従来公知の様々なソリッドな材料が使用可能である。

なお、被打撃板 5 8 の厚さは、検査対象物であるタイルの厚さと同一寸法かほぼ同じ寸法であることがハンマー 2 0 で被打撃板 5 8 を打撃することで生じる打音から検出される打音検出波形を、ハンマー 2 0 で検査対象物を打撃することで生じる打音から検出される打音検出波形と近づけることができるので、検査対象物の材料に対応した基準振幅値を決定する上で有利となる。

一般的なタイルの厚さは 7 ~ 2 0 mm 程度である。

また、被打撃板 5 8 の材料を、検査対象物と同一あるいは類似した材料とすると、ハン

10

20

30

40

50

マー 20 で被打撃板 58 を打撃することで生じる打音から検出される打音検出波形を、ハンマー 20 で検査対象物を打撃することで生じる打音から検出される打音検出波形と近づけることができるので、検査対象物の材料に対応した基準振幅値を決定する上で有利となる。

本実施の形態のように、検査対象物がタイルであり、状態評価装置 10 がタイルの剥離部の有無を評価する目的で使用される場合、被打撃板 58 の材料としてタイルと類似した材料であるガラスを用いると、検査対象物の材料に対応した基準振幅値を決定する上で有利となる。

また、検査対象物がコンクリート充填鋼管構造 (CFT; Concrete Filled Steel Tube) であり、状態評価装置 10 が鋼管の背面側の空隙の有無を評価する目的で使用される場合、被打撃板 58 の材料として鋼板を用いると、鋼管と鋼板がほぼ同じ材料であるため、検査対象物の材料に対応した基準振幅値を決定する上で有利となる。

【0032】

次に状態評価装置 10 の動作について説明する。

まず、標準試験体 54A を用いた基準振幅値の決定について図 7 のフローチャートを参照して説明する。

まず、状態評価装置 10 の検出ユニット 12 を標準試験体 54A の被打撃板 58 の上に載置し、ハンマー 20 が打撃目標 62 の直上に位置するように位置決めする (ステップ S10)。

次に、作業者は、操作部 32 を操作し (ステップ S12)、これによりハンマー 20 が被打撃板 58 の打撃目標 62 を打撃する (ステップ S14)。

ハンマー 20 が被打撃板 58 の打撃目標 62 を打撃することで発生した打音は、第 1 マイク 24A、第 2 マイク 24B によって検出され、それら 2 つのマイクから生成された検出信号に基づいて検出回路 36 により打音検出波形が生成され、生成された打音検出波形はサンプリング部 40 によってサンプリングされ、サンプリングされた波形データは振幅値検出部 44 に供給される (ステップ S16)。

振幅値検出部 44 は、供給された波形データに基づいて第 1 の波形の振幅値を検出する (ステップ S18)。

基準振幅値決定部 48 は、基準振幅値を決定するための振幅値検出部 44 による第 1 の振幅値の検出動作が所定回数なされたか否かを判定する (ステップ S20)。

判定結果が否定であれば、基準振幅値決定部 48 は、操作部 32 の操作が必要である旨をディスプレイ装置に表示させ、これにより制御はステップ S12 に戻る。

判定結果が肯定であれば、基準振幅値決定部 48 は、振幅値の平均値を算出し基準振幅値を決定し、基準振幅値を正規化振幅値算出部 46 に供給する (ステップ S22)。

以上で基準振幅値の決定動作が終了する。

このように、ハンマー 20 により標準試験体 54A を打撃して振幅値の検出を複数回行なうことで得られた複数の振幅値の平均値を基準振幅値として決定するようにしたので、基準振幅値の精度の向上を図れることから、正規化振幅値をより正確に得ることができ、検査対象物の状態の評価を正確に行なう上でより有利となる。

【0033】

次に、状態評価装置 10 を用いて検査対象物である建物外面部の状態、すなわち、タイルなどの外装材 2 の浮きや剥がれなどの接着状態を評価する場合について図 8 のフローチャートを参照して説明する。

まず、作業者は、検出ユニット 12 の 3 個のローラ 18A、18B、18C を診断対象となる外装材 2 の表面に当接させる (ステップ S30)。

次に、作業者は、操作部 32 を操作し (ステップ S32)、これにより打撃部 20 が外装材 2 の表面を打撃する (ステップ S34)。

打撃部 20 が外装材 2 の表面を打撃することで発生した打音は、第 1 マイク 24A、第 2 マイク 24B によって検出され、それら 2 つのマイクから生成された検出信号に基づいて検出回路 36 により打音検出波形が生成され、生成された打音検出波形はサンプリング

10

20

30

40

50

部 4 0 によってサンプリングされ振幅値検出部 4 4 に供給される（ステップ S 3 6 ）。

また、打撃部 2 0 が外装材 2 の表面を打撃することでハンマー 2 0 で発生した打撃力は、打撃力センサ 2 6 によって検出され、打撃力センサ 2 6 から生成された検出信号に基づいて打撃力波形検出回路 3 8 により打撃力検出波形が生成され、打撃力検出波形は、打撃力波形サンプリング部 4 2 によってサンプリングされ、サンプリングされた波形データは振幅値検出部 4 4 に供給され、これにより振幅値検出部 4 4 は基準時刻を決定する（ステップ S 3 8 ）。

【 0 0 3 4 】

振幅値検出部 4 4 は、サンプリングされた打音検出波形に基づいて、言い換えると、サンプリング部 4 0 によりサンプリングされた波形データのうち基準時刻よりも前の時点からサンプリングされた波形データによって形成される第 1 の波形に基づいて振幅値を検出し正規化振幅値算出部 4 6 に供給する（ステップ S 4 0 ）。

正規化振幅値算出部 4 6 は、振幅値検出部 4 4 で検出された振幅値、すなわち、サンプリング部 4 0 によってサンプリングされた波形データを、基準振幅値で除した正規化振幅値を算出し評価部 5 0 に供給する（ステップ S 4 2 ）。

【 0 0 3 5 】

評価部 5 0 は、打撃力検出波形の振幅が予め定められた第 2 のしきい値未満であるか否かを判定する（ステップ S 4 4 ）。

打撃力検出波形の振幅が予め定められた第 2 のしきい値未満であると判定された場合には、評価部 5 0 は、外装材 2 の状態の評価を中止し、出力部 5 2 から測定のやり直しを促す旨の報知を行なう（ステップ S 5 0 ）。このような報知は例えばディスプレイ装置により所定のやり直しを促す旨のコメントを表示することでなされる。

そして、ステップ S 3 0 に移行する。

一方、ステップ S 4 4 で打撃力検出波形の振幅が予め定められた第 2 のしきい値未満でないと判定された場合には、評価部 5 0 は、正規化振幅値と第 1 のしきい値との比較に基づいて外装材 2 の剥離の有無の判定を行なう（ステップ S 4 6 ）。

出力部 5 2 は、評価部 5 0 から供給された外装材 2 の剥離の有無の判定結果を出力し（ステップ S 4 8 ）、一連の動作を終了する。これ以降、次の診断対象となる外装材 2 について上記と同様の処理を繰り返して行なう。

【 0 0 3 6 】

なお、打撃力検出波形の振幅が予め定められた第 2 のしきい値未満であるか否かを判定する処理ステップ（ステップ S 4 4 ）と、打撃力検出波形の振幅が予め定められた第 2 のしきい値未満であると判定された場合には、評価部 5 0 は、外装材 2 の状態の評価を中止し、出力部 5 2 から測定のやり直しを促す旨の報知を行なう処理ステップ（ステップ S 5 0 ）とは、打撃力検出波形の検出後であればどの時点で行っても良い。

【 0 0 3 7 】

上述したように、状態評価装置 1 0 は、建物躯体に接着された外装材 2 の表面をハンマー 2 0 で打撃した際に発生する打音を検出して打音検出波形を生成し、打音検出波形を構成する複数の 1 周期の波形のうち 1 番目の波形を第 1 の波形としたとき、第 1 の波形の振幅値を検出し、この振幅値を、基準振幅値で除した正規化振幅値を算出し、正規化振幅値に基づいて検査対象物の状態の評価を行なう。

本実施の形態では、基準振幅値を得るための標準試験体 5 4 A を、ハンマー 2 0 で打撃される被打撃面 5 8 0 2 とその反対に位置する裏面 5 8 0 4 とを有する被打撃板 5 8 と、被打撃板 5 8 の周囲全周を保持すると共に、被打撃板 5 8 を保持した状態で、裏面 5 8 0 4 で被打撃板 5 8 の周囲の内側部分の全域に対向する空間 S を確保する保持部 5 5 とで構成し、被打撃板 5 8 を平面視した状態で空間 S の中心と被打撃面 5 8 0 2 とが交差する箇所

にハンマー 2 0 の打撃目標 6 2 を設けた。
したがって、ハンマー 2 0 により打撃目標 6 2 を打撃したときに、被打撃板 5 8 の裏面 5 8 0 4 に空間 S を確保することで打音を確実に発生させることができ、また、被打撃板 5 8 の周囲全周を保持することで打音のばらつきを抑制でき、したがって、打音検出波形

10

20

30

40

50

の振幅のばらつきが抑制されたものとなり、基準振幅値が安定されたものとなる。

そのため、状態評価装置 10 毎のばらつき、例えば、マイクの感度の個体差、ハンマー 20 を駆動するアクチュエータ 22 の個体差などの影響を受けて、生成された打音検出波形の振幅がばらついたとしても、安定した基準振幅値に基づいて得られた正規化振幅値は、ばらつきの影響を受けないので、検査対象物の状態の評価を正確に行なう上で有利となる。

【0038】

また、本実施の形態では、保持部 55 を、孔 60 を有する筒状の本体部材 56 で形成し、被打撃板 58 の周囲全周を本体部材 56 で保持し孔 60 を被打撃板 58 で閉塞し、空間 S を、孔 60 で形成した。

10

したがって、標準試験体 54A を簡単な構成で実現でき、コストの抑制を図る上で有利となる。

【0039】

また、本実施の形態では、被打撃板 58 が本体部材 56 の端部に合わされる面（裏面 5804）と、被打撃板 58 に合わされる本体部材 56 の端部の上端面 5602 との双方が平坦面で形成されているので、被打撃板 58 の裏面 5804 と上端面 5602 との間に隙間が生じにくく、被打撃板 58 と本体部材 56 との取り付けを強固に行なう上で有利となる。

そのため、ハンマー 20 で打撃目標 62 を打撃した際に発生する打音のばらつきが抑制され、基準振幅値が安定されたものとなり、検査対象物の状態の評価を正確に行なう上でより有利となる。

20

なお、被打撃板 58 が本体部材 56 の端部に合わされる面（裏面 5804）と、被打撃板 58 に合わされる本体部材 56 の上端面 5602 との少なくとも一方が平坦面で形成されていれば、被打撃板 58 と本体部材 56 との間に隙間が生じにくく、被打撃板 58 と本体部材 56 との取り付けを強固に行なう上で有利となるが、本実施の形態のようにすると、被打撃板 58 と本体部材 56 との間に隙間がより生じにくく、被打撃板 58 と本体部材 56 との取り付けを強固に行なう上でより有利となる。

【0040】

また、本実施の形態では、孔 60 の断面よりも大きい輪郭で形成された被打撃板 58 によって孔 60 が確実に閉塞されるので、ハンマー 20 で打撃目標 62 を打撃した際に発生する打音のばらつきが抑制されるため、検査対象物の状態の評価を正確に行なう上でより有利となる。

30

【0041】

なお、本実施の形態では、孔 60 の断面形状が円である場合について説明したが、孔 60 の断面形状は、三角形や多角形であってもよい。

しかしながら、本実施の形態のようにすると、平面視した状態で打撃目標 62 と孔 60 の内面との距離が孔 60 の周方向にわたって変化しないため、孔 60 の形状が打音に与える影響を抑制する上で有利となる。

また、本実施の形態では、本体部材 56 が円筒状であり、被打撃板 58 が円板状であり、孔 60 の軸心と被打撃面 5802 の中心とが一致する場合について説明したが、本体部材 56 が三角形の筒状あるいは多角形の筒状であり、被打撃板 58 が三角形の板状、あるいは、多角形の板状であり、孔 60 の軸心と被打撃面 5802 の中心とが一致するように構成してもよい。

40

しかしながら、本実施の形態のようにすると、被打撃板 58 の裏面 5804 が上端面 5602 に取り付けられている部分が均一な幅の円環状となる。

そのため、被打撃板 58 の上端面 5602 に対する取り付け強度が本体部材 56 の周方向に沿って変化しないため、被打撃板 58 が上端面 5602 に対する取り付け強度が周方向に沿って変化する場合に比較して打音に与える影響を抑制する上で有利となる。

【0042】

また、本実施の形態では、標準試験体 54A を用いて検出した打音検出波形から基準振

50

幅値を求め、実際の検査対象物の打音検出波形から得た振幅値を基準振幅値で除して正規化振幅値を求めて検査対象物の評価を行なう場合について説明した。

しかしながら、マイクからの検出信号の増幅を行なう増幅部と、増幅部の増幅率を調整する調整部とを検出回路 36 に設け、標準試験体 54A を用いて検出した打音検出波形から得た振幅値が予め定められた規定値となるように、調整部を操作して増幅部の増幅率を調整するようにしてもよい。

この場合は、状態評価装置 10 毎のばらつき、例えば、マイクの感度の個体差、ハンマー 20 を駆動するアクチュエータ 22 の個体差などの影響を増幅部の増幅率を調整することで抑制できるため、検査対象物の状態の評価を正確に行なう上で有利となる。

すなわち、標準試験体 54A を用いて検出した打音検出波形をどのように利用するかは任意である。

したがって、検査対象物をハンマー 20 で打撃することで発生する打音をマイクを用いて検出し、マイクからの信号に基づいて打音検出波形を生成し、打音検出波形に基づいて検査対象物の状態を評価する検査対象物の状態評価装置であれば、本発明の標準試験体 54A は広く適用可能である。

つまり、検査対象物の状態を評価する評価方法の如何に拘わらず、ハンマー 20 で標準試験体 54A を打撃した際の打音検出波形を利用して検査対象物の評価を行なうことができるのであれば、本発明の標準試験体 54A を適用することができる。

【0043】

(第2の実施の形態)

次に第2の実施の形態について図9(A)、(B)を参照して説明する。

なお、以下の実施の形態では、第1の実施の形態と同様の部分、部材については第1の実施の形態と同一の符号を付してその説明を省略し、異なる部分について重点的に説明する。

第2の実施の形態の標準試験体 54B では、被打撃板 58 は保持部 55 (本体部材 56) に対して着脱可能に取り付けられている。

具体的に説明すると、本体部材 56 の上端面 5602 にその周方向に沿って間隔をおいて複数の雌ねじ 5604 が設けられている。

被打撃板 58 には、各雌ねじ 5604 に対応する箇所にボルト挿通孔 5810 が形成されている。

被打撃板 58 は、複数のボルト 64 がワッシャ 65、ボルト挿通孔 5810 を介して雌ねじ 5604 にそれぞれ締結されることで、保持部 55 に着脱可能に取り付けられている。

したがって、検査対象物と同一または類似の材料から形成されたあるいは検査対象物と同じ厚さで形成された複数の被打撃板 58 を用意しておくことにより、検査対象物に対応した被打撃板 58 を選択して本体部材 56 に取り付けることができる。

したがって、第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果が奏されることに加え、検査対象物の材料や厚さに対応した被打撃板 58 を用いることで検査対象物の材料や厚さに対応した基準振幅値を決定する上で有利となる。

また、第1の実施の形態では、検査対象物の材料に合わせた数の標準試験体 54A を用意しなくてはならないが、第2の実施の形態では、検査対象物の材料に合わせた数の被打撃板 58 を用意しておけば、本体部材 56 は1つで足りるため、標準試験体 54B のコストの低減を図る上で有利となる。

【0044】

(第3の実施の形態)

次に第3の実施の形態について図10(A)、(B)を参照して説明する。

第3の実施の形態の標準試験体 54C では、孔 60 の内周面で孔 60 の軸心方向における端部寄りの箇所に、内周面の全周に延在するフランジ 66 が設けられている。

被打撃板 58 は、その外周部がフランジ 66 に保持されて孔 60 の内部に配置されている。

被打撃板 5 8 の被打撃面 5 8 0 2 と、孔 6 0 の軸心方向における本体部材 5 6 の上端面 5 6 0 2 とは、同一面上に位置している。

また、被打撃板 5 8 の裏面 5 8 0 4 とフランジ 6 6 の上面 6 6 0 2 との間、および、被打撃板 5 8 の外周面と孔 6 0 の内周面との間は接着剤により接着され、被打撃板 5 8 と本体部材 5 6 との取り付けが強固になされているため、ハンマー 2 0 の打撃によって発生する打音のばらつきを抑制する上で有利となっている。

第 3 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様の効果が奏されることに加え、被打撃板 5 8 が孔 6 0 の内部に配置されているので、標準試験体 5 4 C のコンパクト化を図る上で有利となる。

また、被打撃面 5 8 0 2 と上端面 5 6 0 2 とが同一面上に位置しているので、状態評価装置 1 0 の検出ユニット 1 2 を被打撃面 5 8 0 2 上に載置してハンマー 2 0 を打撃目標 6 2 に位置決めする操作を円滑に行なう上で有利となる。

【 0 0 4 5 】

(第 4 の実施の形態)

次に第 4 の実施の形態について図 1 1 (A)、(B)を参照して説明する。

第 4 の実施の形態の標準試験体 5 4 D は、第 3 の実施の形態の変形例であり、被打撃板 5 8 は、その外周部が孔 6 0 の内周面に埋め込まれて配置され、被打撃面 5 8 0 2 は、孔 6 0 の軸心方向における本体部材 5 6 の端部の面である上端面 5 6 0 2 よりも窪んだ箇所に位置している。

このような標準試験体 5 4 D は、内部に被打撃板 5 8 を配置した金型に、コンクリートや溶融した合成樹脂を流しこんで硬化させることによって製作することができる。

第 4 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様の効果が奏されることに加えて、第 3 の実施の形態と同様に、被打撃板 5 8 が孔 6 0 の内部に配置されているので、標準試験体 5 4 C のコンパクト化を図る上で有利となる。

また、被打撃板 5 8 が上端面 5 6 0 2 より凹んだ箇所に位置しているため、標準試験体 5 4 D の移動時などに被打撃板 5 8 が物にぶつかって損傷することを抑制でき、被打撃板 5 8 の保護を図る上で有利となる。

【 0 0 4 6 】

(第 5 の実施の形態)

次に第 5 の実施の形態について図 1 2 (A)、(B)を参照して説明する。

第 5 の実施の形態の標準試験体 5 4 E では、被打撃板 5 8 は、孔 6 0 の軸心方向における本体部材 5 6 の端部に位置し、被打撃板 5 8 と本体部材 5 6 とは一体成形されている。

このような標準試験体 5 4 E は、金型に、コンクリートや溶融した合成樹脂を流しこんで硬化させることによって成形することができる。

第 5 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様の効果が奏されることは無論のこと、接着剤やボルトが不要となるため、標準試験体 5 4 E のコストを低減する上で有利となる。

【 0 0 4 7 】

(第 6 の実施の形態)

次に第 6 の実施の形態について図 1 3 (A)、(B)を参照して説明する。

第 6 の実施の形態の標準試験体 5 4 F では、保持部 5 5 は、台座部 6 8 と、中央に孔 7 0 を有するスペーサ部材 7 2 とを含んで構成されている。

台座部 6 8 とスペーサ部材 7 2 と被打撃板 5 8 とは、等しい外径で形成されている。

台座部 6 8 は、円柱状を呈し、平坦面からなる円形の上面 6 8 0 2 と、平坦面からなる円形の底面とを有している。

スペーサ部材 7 2 は、均一の厚さを有し、台座部 6 8 の上面 6 8 0 2 に載置され、取着されている。

被打撃板 5 8 は、裏面 5 8 0 4 の周囲全周がスペーサ部材 7 2 に載置され、取着されている。

台座部 6 8 とスペーサ部材 7 2 と被打撃板 5 8 とは、同軸上に配置されている。

10

20

30

40

50

空間 S は、孔 7 0 の内周面と上面 6 8 0 2 との間に形成されている。

第 6 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様の効果が奏されることは無論のこと、スペーサ部材 7 2 を用いることにより台座部 6 8 の構成を簡単化でき、言い換えると、保持部 5 5 の構成を簡単化しコストを低減する上で有利となる。

【 0 0 4 8 】

(第 7 の実施の形態)

次に第 7 の実施の形態について図 1 4 (A)、(B)を参照して説明する。

第 7 の実施の形態の標準試験体 5 4 G は、第 6 の実施の形態の変形例であり、被打撃板 5 8 は保持部 5 5 に対して着脱可能に取り付けられている。

すなわち、台座部 6 8 の上面 6 8 0 2 にその周方向に沿って間隔をおいて複数の雌ねじ 6 8 0 4 が設けられている。

10

スペーサ部材 7 2 には、各雌ねじ 6 8 0 4 に対応する箇所にボルト挿通孔 7 2 0 2 が設けられている。

被打撃板 5 8 には、各雌ねじ 6 8 0 4 に対応する箇所にボルト挿通孔 5 8 1 0 が形成されている。

被打撃板 5 8 は、複数のボルト 6 4 がワッシャ 6 5、ボルト挿通孔 7 2 0 2、5 8 1 0 を介して雌ねじ 6 8 0 4 にそれぞれ締結されることで、保持部 5 5 に対して着脱可能に取り付けられている。

したがって、検査対象物と同一または類似の材料から形成されたあるいは検査対象物と同じ厚さで形成された複数の被打撃板 5 8 を用意しておくことにより、検査対象物に対応した被打撃板 5 8 を選択して本体部材 5 6 に取り付けることができる。

20

したがって、第 7 の実施の形態によれば、第 6 の実施の形態と同様の効果が奏されることに加え、検査対象物の材料や厚さに合わせた数の被打撃板 5 8 を用意しておけば、本体部材 5 6 は 1 つで足りるため、第 2 の実施の形態と同様な効果が奏される。

【 0 0 4 9 】

(第 8 の実施の形態)

次に第 8 の実施の形態について図 1 5 (A)、(B)を参照して説明する。

第 8 の実施の形態の標準試験体 5 4 H では、被打撃板 5 8 と保持部 5 5 とは保持部材 7 4 として一体に形成されている。

保持部材 7 4 の軸方向の一端に被打撃板 5 8 が位置している。

30

空間 S は、被打撃板 5 8 の裏面 5 8 0 4 で被打撃板 5 8 の周囲の内側部分の全域に対向して設けられ、空間 S は、高さが小さい円柱状を呈している。

空間 S に、保持部材 7 4 を構成する材料よりも強度、剛性の小さい材料 7 6 が充填され、ハンマー 2 0 が被打撃板 5 8 を打撃することで打音を確実に発生させ、打音を第 1 マイク 2 4 A、第 2 マイク 2 4 B により支障なく検出できるように図られている。

例えば、本体部材 7 4 をコンクリートで形成した場合には、強度、剛性の小さい材料 7 6 として、発泡スチロール樹脂など従来公知の様々な材料が使用可能である。

したがって、第 8 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様の効果が奏されることに加え、被打撃板 5 8 と保持部 5 5 とは保持部材 7 4 として一体に形成されているので、標準試験体 5 4 H のコスト低減を図る上で有利となる。

40

【 0 0 5 0 】

(第 9、第 1 0 の実施の形態)

次に第 9、第 1 0 の実施の形態について図 1 6 (A)、(B)、図 1 7 (A)、(B)を参照して説明する。

第 9、第 1 0 の実施の形態は共に第 1 の実施の形態の変形例である。

図 1 6 (A)、(B)に示すように、第 9 の実施の形態の標準試験体 5 4 I は、保持部 5 5 を形成する筒状の本体部材 5 6 が平面視矩形状を呈しており、打撃板 5 8 が本体部材 5 6 の輪郭と同形同大の矩形板状を呈している点が第 1 の実施の形態と異なっており、それ以外は第 1 の実施の形態と同様である。

また、図 1 7 (A)、(B)に示すように、第 1 0 の実施の形態の標準試験体 5 4 J は

50

、保持部 55 を形成する筒状の本体部材 56 が平面視矩形状を呈している、本実施の形態では、正方形を呈している点が第 1 の実施の形態と異なっている。

平面視した場合、本体部材 56 の輪郭を構成する正方形の四辺に、被打撃板 58 の輪郭を構成する円形の輪郭線が接している。

このような第 9、第 10 の実施の形態においても、第 1 の実施の形態と同様の効果が奏される。

【0051】

なお、実施の形態では、標準試験体 54A ~ 54E が適用される状態評価装置 10 の検査対象物が建物であり、タイル 206 などの外装材 2 の浮きや剥がれなどの接着状態を評価する場合について説明した。

10

しかしながら、タイル 206 やモルタルなどの外装材 2 が設けられていない場合には、建物外面に加え、この建物外面近くの内部の状態を状態評価装置 10 が評価する場合、また、タイル 206 やモルタルなどの外装材 2 が設けられている場合には、外装材 2 の表面に加え、外装材 2 の表面の内側の外装材 2 部分や外装材 2 の内側の建物躯体の表面や表面近くの内部を状態評価装置 10 が評価する場合に、標準試験体 54A ~ 54E を適用することが可能である。

さらに、本発明の標準試験体 54A ~ 54E は、建物の室内の床、天井、壁面、室内のコンクリート躯体などを評価する状態評価装置 10 に場合に広く適用可能である。

また、本発明の標準試験体 54A ~ 54E は、状態評価装置 10 の検査対象物が建物に限定されず、高架橋やダムなどの構造物などを評価する場合に広く適用可能である。

20

【0052】

また、本実施の形態では、検査対象物をハンマーで打撃することで発生する打音をマイクを用いて検出し、マイクからの信号に基づいて打音検出波形を生成し、前記打音検出波形に基づいて検査対象物の状態を評価する場合について説明したが、打音検出波形に加え、打音検出波形とハンマーに生じる打撃力とに基づいて検査対象物の状態を評価する場合にも本発明の標準試験体は無論適用可能である。

この場合には、検査対象物の状態評価装置は、検査対象物をハンマーで打撃する打撃部と、打音を検出するマイクと、前記マイクからの信号に基づいて打音検出波形を生成する波形生成部と、前記ハンマーによる打撃時に前記ハンマーに生じる打撃力の最大値である最大打撃力を検出する最大打撃力検出部と、前記打音検出波形を構成する複数の 1 周期の波形のうち N 番目 (N は 1 以上の自然数) の波形を第 1 の波形としたとき、前記第 1 の波形の振幅値を検出する振幅値検出部と、前記検出された振幅値を前記最大打撃力で除すことで 1 次正規化振幅値を算出する 1 次正規化振幅値算出部と、予め定められた標準試験体を検査対象物としたときに前記 1 次正規化振幅値算出部で算出された前記 1 次正規化振幅値を基準振幅値としたとき、前記 1 次正規化振幅値算出部で算出された前記 1 次正規化振幅値を前記基準振幅値で除すことで 2 次正規化振幅値を算出する 2 次正規化振幅値算出部と、前記 2 次正規化振幅値に基づいて検査対象物の状態を評価する評価部とを備えることになる。

30

【0053】

このような検査対象物の状態評価装置によれば、1 次正規化振幅値は、第 1 の波形の振幅値を最大打撃力で除すことによって正規化されている。そのため、1 次正規化振幅値は、ハンマーによる外装材の表面の打撃動作毎に発生するハンマーの打撃力のばらつきの影響を受けない。

40

また、2 次正規化振幅値は、1 次正規化振幅値を、標準試験体に基づいて求めた基準振幅値で除すことによって正規化されている。そのため、2 次正規化振幅値は、状態評価装置毎のばらつきの影響を受けて、生成された打音検出波形の振幅が状態評価装置毎にばらついたとしても、2 次正規化振幅値は、状態評価装置毎のばらつきの影響を受けない。

したがって、1 台の状態評価装置による検査対象物の状態の評価を行なう毎に生じるハンマーの打撃力のばらつき、および、状態評価装置毎のばらつきの双方の影響を受けることなく、検査対象物の状態の評価を正確に行なう上で有利となる。

50

【符号の説明】

【 0 0 5 4 】

2 外装材

10 状態評価装置

20 ハンマー

2 4 A、2 4 B 第 1、第 2 マイク

5 4 A ~ 5 4 J 標準試験体

5 5 保持部

5 6 本体部材

5 6 0 2 上端面

5 6 0 4 雌ねじ

5 8 被打擊板

5 8 0 2 被打擊面

5 8 0 4 裏面

6 0 孔

6 2 打擊目標

66 フランジ

68 台座部

7 0 孔

7 2 スペーサ部材

7 4 保持部材

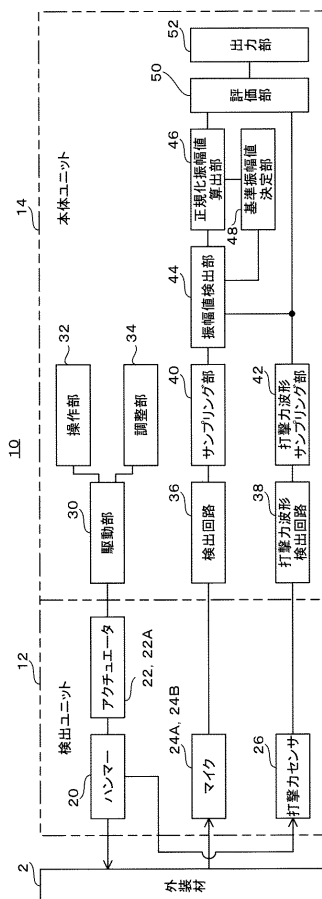
7 6 強度、剛性の小さい材料

S 空間

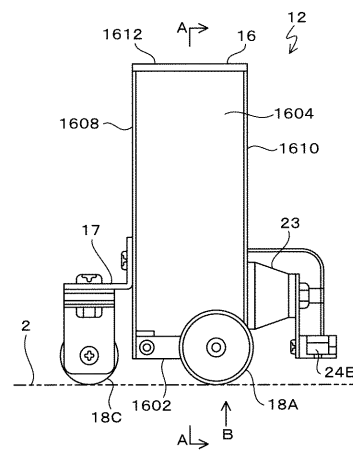
10

20

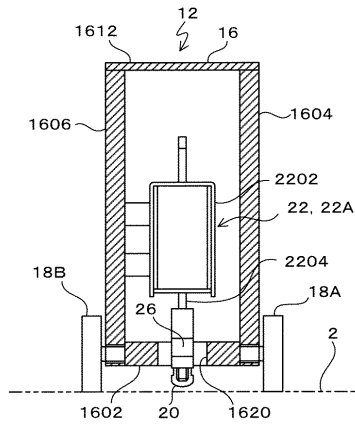
【 図 1 】



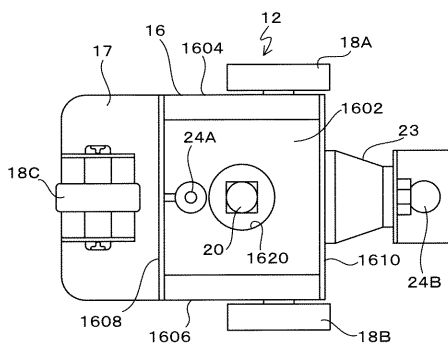
【圖 2】



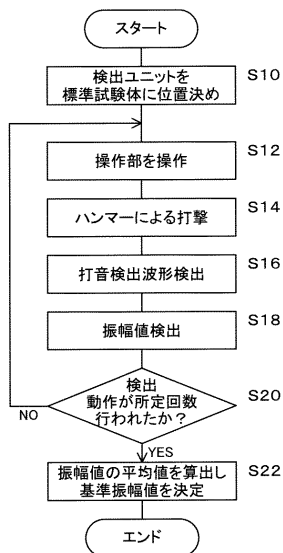
【図 3】



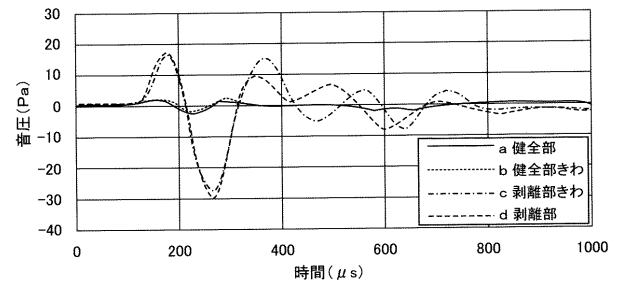
【図 4】



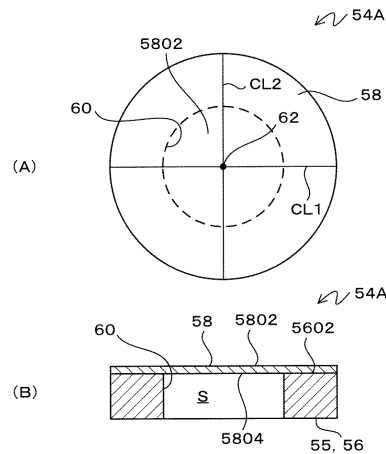
【図 7】



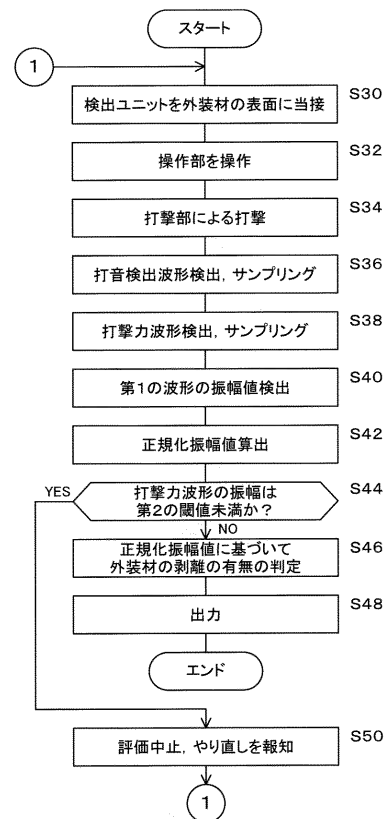
【図 5】



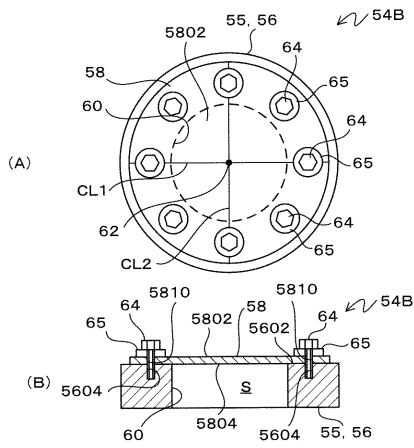
【図 6】



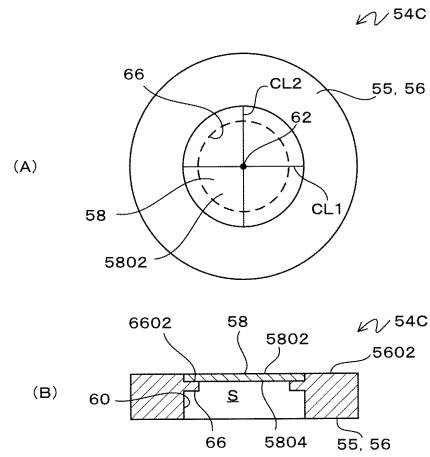
【図 8】



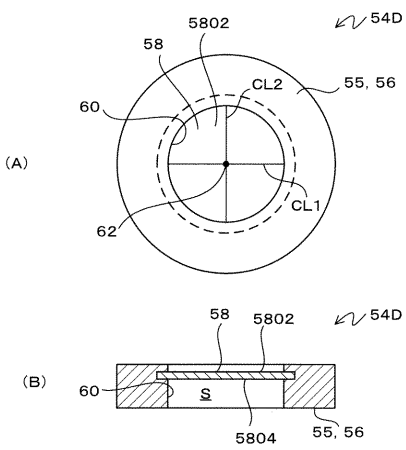
【図 9】



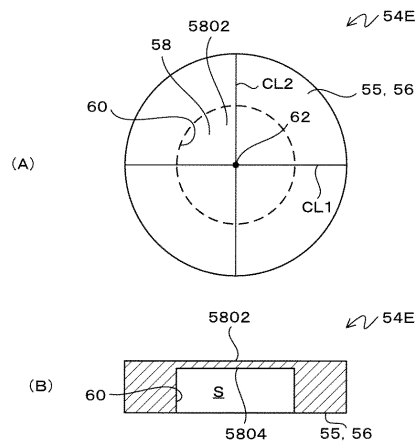
【図 10】



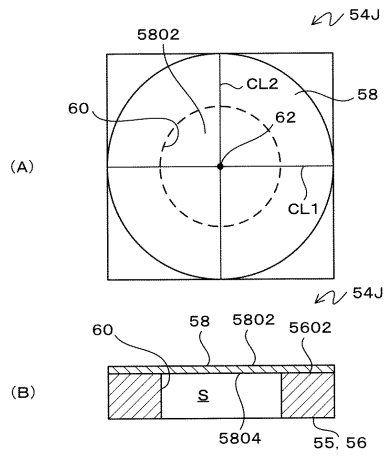
【図 11】



【図 12】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤沼 智洋
東京都新宿区西新宿四丁目 3 2 番 2 2 号 株式会社フジタ内
- (72)発明者 千葉 拓史
東京都新宿区西新宿四丁目 3 2 番 2 2 号 株式会社フジタ内
- (72)発明者 三上 貴正
東京都目黒区大岡山 2 - 1 2 - 1 国立大学法人東京工業大学内
- (72)発明者 岸村 雄平
東京都墨田区亀沢 4 丁目 5 番 9 号 株式会社シスミック内
- F ターム(参考) 2G047 AA08 AA09 AA10 CA03 GD02 GG20 GG23 GG28 GG33