

(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2014-202682

(P2014-202682A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)

(51) Int.Cl.
G01N 29/12 (2006.01)

F1
G01N 29/12

テーマコード(参考)
2G047

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-80987(P2013-80987)
(22) 出願日 平成25年4月9日(2013.4.9)

(71) 出願人 000005902
三井造船株式会社
東京都中央区築地5丁目6番4号
(71) 出願人 598023469
株式会社三造試験センター
岡山県玉野市玉3丁目1番1号
(74) 代理人 100091306
弁理士 村上 友一
(74) 代理人 100152261
弁理士 出口 隆弘
(74) 代理人 100174609
弁理士 関 博
(72) 発明者 小原 治之
千葉県市原市八幡海岸通1番地 株式会社
三造試験センター内

最終頁に続く

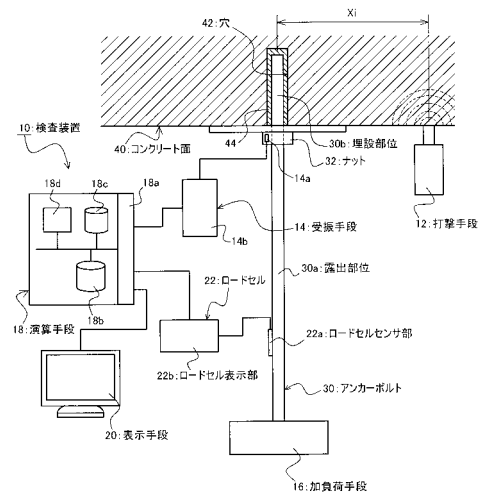
(54) 【発明の名称】 アンカーの健全性検査装置およびアンカーの健全性検査方法

(57) 【要約】

【課題】コンクリート面に埋設されているアンカーの健全性を定量的に検査、判定することのできる検査装置を提供する。

【解決手段】アンカーボルト30の埋設位置周囲のコンクリート面40を錘打して弾性波を発生させる打撃手段12と、アンカーボルト30の露出部位30aに伝播された弾性波を検出する受振手段14と、アンカーボルト30における露出部位30aに軸線方向荷重を負荷する加負荷手段16と、受振手段14により検出された、軸線方向荷重負荷前における第1弾性波と、軸線方向荷重負荷後における第2弾性波とを比較し、第1弾性波に対する第2弾性波の変化に基づいて、アンカーボルト30の埋設状態の健全性を判定する演算手段18を備えたことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

コンクリート面から一部が露出するように埋設されているアンカーの健全性を検査する装置であって、

前記アンカーの埋設位置周囲の前記コンクリート面を鎚打して弾性波を発生させる打撃手段と、

前記アンカーの露出部位に伝播された前記弾性波を検出する受振手段と、

前記アンカーにおける前記露出部位に軸線方向荷重を負荷する加負荷手段と、

前記受振手段により検出された、前記軸線方向荷重負荷前における第 1 弾性波と、前記軸線方向荷重負荷後における第 2 弾性波とを比較し、前記第 1 弾性波に対する前記第 2 弾性波の変化に基づいて、前記アンカーの健全性を判定する演算手段を備えたことを特徴とするアンカーの健全性検査装置。

10

【請求項 2】

前記打撃手段は、機械的な鎚打を可能とする構成としたことを特徴とする請求項 1 に記載のアンカーの健全性検査装置。

【請求項 3】

前記演算手段による前記第 1 弾性波と前記第 2 弾性波の比較は、前記アンカーの埋設位置から前記打撃手段によるコンクリート面の鎚打位置までの平面距離の変化量に対する伝達度の変化量を比較し、

前記演算手段による前記アンカーの健全性の判定は、両者の値の差が、予め定めた範囲を超えた場合には、前記演算手段による判定を不健全と判定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のアンカーの健全性検査装置。

20

【請求項 4】

コンクリート面から一部が露出するように埋設されているアンカーの健全性を検査する方法であって、

前記アンカーの埋設位置周囲の前記コンクリート面を鎚打して弾性波を発生させる第 1 打撃工程と、

前記アンカーの露出部位に伝播された前記第 1 打撃工程に起因する第 1 弾性波を検出する第 1 受振工程と、

前記アンカーの露出部位に軸線方向荷重を負荷した状態で前記アンカーの埋設位置周囲の前記コンクリート面を鎚打して弾性波を発生させる第 2 打撃工程と、

30

前記アンカーの露出部位に伝播された前記第 2 打撃工程に起因する第 2 弾性波を検出する第 2 受振工程と、

前記第 1 弾性波と前記第 2 弾性波とを比較し、前記第 1 弾性波に対する前記第 2 弾性波の変化に基づいて、前記アンカーの健全性を判定する判定工程と、

を有することを特徴とするアンカーの健全性検査方法。

【請求項 5】

前記第 1 打撃工程と前記第 2 打撃工程とは、前記コンクリート面の鎚打位置を同じにすることを特徴とする請求項 4 に記載のアンカーの健全性検査方法。

【請求項 6】

前記アンカーの露出部位から前記鎚打位置までの平面距離を変えて、前記第 1 打撃工程と前記第 2 打撃工程を複数回繰り返すことを特徴とする請求項 5 に記載のアンカーの健全性検査方法。

40

【請求項 7】

前記第 1 弾性波と前記第 2 弾性波の比較は、前記アンカーの露出部位から前記鎚打位置までの平面距離の変化量に対する伝達度の変化量を比較し、両者の値の差が、予め定めた範囲を超えた場合には、前記健全性が不健全であるとする判定を行うことを特徴とする請求項 4 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のアンカーの健全性検査方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【0001】

本発明は、コンクリートに設けられたケミカルアンカーおよびホールインアンカーの健全性を検査する装置、および方法に係り、特にコンクリート面を非破壊で検査する場合に好適な検査装置、および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

コンクリート等から成る壁や床、および天井などに後付けで外ネジを立てるための手段として、アンカーボルトが知られている。そして、アンカーボルトとしては、主に、ケミカルアンカーと呼ばれるものや、ホールインアンカーと呼ばれるものが知られている。ケミカルアンカーと呼ばれるものは、例えば特許文献1に開示されているように、コンクリート面に形成した穴に対してアンカーボルトを接着剤等の薬剤を介して固定するタイプのアンカーボルトである。一方、ホールインアンカーと呼ばれるものは、例えば特許文献2に開示されているように、穴の内壁に対して爪を付勢させ、爪と壁面との摩擦力により抜け止めを図るタイプのアンカーボルトである。

10

【0003】

このように埋設されたアンカーボルトは、設置後の経年変化等によりアンカー強度が低下することが懸念されている。このような実状に鑑み、コンクリート面を破壊しないで、設置状態の健全性を検査する手段として従来は、金槌などでアンカーやアンカー周囲のコンクリート面を叩く、叩き検査が行われてきた。しかし、この方法は、検査者の技術や熟練度により検査結果が大きく異なることとなり、定量的な結果を得ることができないという問題があった。

20

【0004】

このような問題を解決し、アンカーボルトの埋設状態を非破壊で検査し、かつその結果を定量的に得ることができる技術として特許文献3に開示されているような技術が知られている。

【0005】

特許文献3には、一部をコンクリート表面から露出させた状態で埋設されたアンカーボルトの露出部分を錘打ちし、錘打ちによって生じた弾性波を受振器により検出し、その解析によって健全性を判断する技術が開示されている。ここで、受振器は、アンカーボルト本体に備える場合の他、アンカーボルトを埋設した位置周辺のコンクリート表面に配置する場合などが挙げられている。

30

【0006】

このような技術では、アンカーボルト内部の弾性波の反射状態から、アンカーボルト周囲におけるコンクリートの剥離状態を知ることができる。また、アンカーボルト周辺のコンクリート表面において検出した弾性波の反射状態から、周辺コンクリート内に生じている破壊面の有無を知ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開昭61-237728号公報

40

【特許文献2】特開平8-14228号公報

【特許文献3】特開2010-203810号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

確かに、特許文献3に開示されている技術では、アンカーボルトが埋設されているコンクリートに関し、剥離や亀裂が生じているか否かを知ることができる。しかし、特許文献3に開示されている技術で知ることができる情報は、アンカーボルトが埋設されているコンクリートの状態であり、引張強度に関する健全性などについての判断は、検査者の経験に依存せざるを得ない。

50

【0009】

そこで本発明では、コンクリート面に埋設されているアンカーの健全性を定量的に検査、判定することのできる検査装置、および方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するための本発明に係るアンカーの健全性検査装置は、コンクリート面から一部が露出するように埋設されているアンカーの健全性を検査する装置であって、前記アンカーの埋設位置周囲の前記コンクリート面を錘打して弾性波を発生させる打撃手段と、前記アンカーの露出部位に伝播された前記弾性波を検出する受振手段と、前記アンカーにおける前記露出部位に軸線方向荷重を負荷する加負荷手段と、前記受振手段により検出された、前記軸線方向荷重負荷前における第1弾性波と、前記軸線方向荷重負荷後における第2弾性波とを比較し、前記第1弾性波に対する前記第2弾性波の変化に基づいて、前記アンカーの健全性を判定する演算手段を備えたことを特徴とする。

10

【0011】

また、上記のような特徴を有するアンカーの健全性検査装置では、前記打撃手段は、機械的な錘打を可能とする構成とするが良い。

【0012】

また、上記のような特徴を有するアンカーの健全性検査装置では、前記演算手段による前記第1弾性波と前記第2弾性波の比較は、前記アンカーの埋設位置から前記打撃手段によるコンクリート面の錘打位置までの平面距離の変化量に対する伝達度の変化量を比較し、前記演算手段による前記アンカーの健全性の判定は、両者の値の差が、予め定めた範囲を超えた場合には、前記演算手段による判定を不健全と判定するものであると良い。

20

【0013】

また、上記目的を達成するための本発明に係るアンカーの健全性検査方法は、コンクリート面から一部が露出するように埋設されているアンカーの健全性を検査する方法であって、前記アンカーの埋設位置周囲の前記コンクリート面を錘打して弾性波を発生させる第1打撃工程と、前記アンカーの露出部位に伝播された前記第1打撃工程に起因する第1弾性波を検出する第1受振工程と、前記アンカーの露出部位に軸線方向荷重を負荷した状態で前記アンカーの埋設位置周囲の前記コンクリート面を錘打して弾性波を発生させる第2打撃工程と、前記アンカーの露出部位に伝播された前記第2打撃工程に起因する第2弾性波を検出する第2受振工程と、前記第1弾性波と前記第2弾性波とを比較し、前記第1弾性波に対する前記第2弾性波の変化に基づいて、前記アンカーの健全性を判定する判定工程と、を有することを特徴とする。

30

【0014】

また、上記のような特徴を有するアンカーの健全性検査方法において、前記第1打撃工程と前記第2打撃工程とは、前記コンクリート面の錘打位置を同じにすることが望ましい。

【0015】

また、上記のような特徴を有するアンカーの健全性検査方法では、前記アンカーの露出部位から前記錘打位置までの平面距離を変えて、前記第1打撃工程と前記第2打撃工程を複数回繰り返すようにすると良い。

40

【0016】

さらに、上記のような特徴を有するアンカーの健全性検査方法において、前記第1弾性波と前記第2弾性波の比較は、前記アンカーの露出部位から前記錘打位置までの平面距離の変化量に対する伝達度の変化量を比較し、両者の値の差が、予め定めた範囲を超えた場合には、前記健全性が不健全であるとする判定を行うようにすると良い。

【発明の効果】

【0017】

上記のような特徴を有するアンカーの健全性検査装置、および方法によれば、コンクリート面に埋設されているアンカーの健全性を定量的に検査、判定することが可能となる。

50

【図面の簡単な説明】**【0018】**

【図1】実施形態に係るアンカーの健全性検査装置の全体構成を示す図である。

【図2】アンカーが側壁面に設けられている場合における加負荷手段の一例を示す図である。

【図3】実施形態に係るアンカーの健全性検査方法を実施する場合の流れを示す図である。

【図4】負荷をかけない状態における弾性波の伝達度の変化と、負荷をかけた場合における弾性波の伝達度の変化の様子を示すグラフである。

【図5】ホールインアンカーに、実施形態に係るアンカーの健全性検査装置を適用する場合の例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】**【0019】**

以下、本発明のアンカーの健全性検査装置、および方法に係る実施の形態について、図面を参照しつつ詳細な説明をする。

本実施形態では、図1に示すように、コンクリート面40から、一部を露出させるように埋設されたアンカー（実施形態においては、具体的な一例としてアンカーボルト30）を対象として、その健全性を検査する。実施形態に係るアンカーの健全性検査装置（以下、単に検査装置10と称す）は、打撃手段12と受振手段14、加負荷手段16、および演算手段18を基本として構成される。なお、図1に示すアンカーボルト30は、コンクリート面40に形成された穴42に挿入され、穴42とアンカーボルト30の埋設部位30bとの隙間を、硬化性の接着剤44で埋める事により固定されている、いわゆるケミカルアンカーである。

20

【0020】

打撃手段12は、アンカーボルト30が埋設されている位置の周囲にあたるコンクリート面40を錘打する手段である。打撃手段12としては、荷重や速度等の調節が可能であれば、ハンマー等、手動により機能させるものでも良いが、リバウンドハンマー等の機械的に機能させるものを利用することが望ましい。機械的に機能させる打撃手段を採用することにより、コンクリート面40に対して与える打撃力を一定の速度、および一定の荷重とすることができるからである。なお、打撃手段12としてリバウンドハンマーを採用した場合には、アンカーボルト30が埋設されている部位周囲におけるコンクリートの圧縮強度も調べることができる。

30

【0021】

受振手段14は、打撃手段12によって発生させた弾性波を検出するための手段である。受振手段14としては、加速度センサなど、振動の検出が可能なものであれば良く、例えば、センサ部14aと本体14bとが別体とされるものでも良い。受振手段14は、アンカーボルト30におけるコンクリート面40からの露出部位30aに取り付けられ、アンカーボルト30を伝播して来た弾性波を検出する。受振手段14の取り付け位置としては、アンカーボルト30そのものであっても良いし、図1に示すように、アンカーボルト30に螺着されたナット32であっても良い。なお、受振手段14がセンサ部14aと本体14bに分かれている場合には、図1に示すように、センサ部14aのみを、アンカーボルト30、あるいはその付帯物に取り付けるようにすれば良い。

40

【0022】

加負荷手段16は、アンカーボルト30に対して、軸線方向に新たな負荷をかける手段である。例えば、天井から鉛直下方向に露出部位30aを露出させるように埋設されているアンカーボルト30に対する加負荷手段16としては図1に示すように、アンカーボルト30に吊下する錘などであれば良い。一方、床面から鉛直上方向に露出部位30aを露出させるように埋設されている場合や、側壁面に埋設されているアンカーボルト30に対しては、図2に示すように、ジャッキ16aや固定治具16bを使用して、アンカーボルト30の軸線方向に引っ張りや圧縮の力を負荷することができるようにすれば良い。なお

50

、アンカーボルト 30 に負荷した荷重については、アンカーボルト 30 における軸線方向の歪を検出するセンサを取り付けるようにすれば良い。センサに関しては、ロードセル 22 等であれば良い。ロードセル 22 は、ロードセルセンサ部 22 a とロードセル表示部 22 b を基本として構成される。このような基本構成を有するロードセル 22 では、アンカーボルト 30 の露出部位 30 a にロードセルセンサ部 22 a を取り付け、ロードセル表示部 22 b に、負荷荷重を視認可能に表示することができる。負荷荷重の検出を可能な構成とすることにより、負荷荷重の再現性を得ることができ、複数個所での検査において、検査条件の均一化を図ることができるからである。

【0023】

演算手段 18 は、受振手段 14 によって検出された弾性波の解析を行うための手段である。よって、演算手段 18 は、受振手段 14 や加付加手段 16 と電気的に接続されている。演算手段 18 は、少なくともインターフェース 18 a と、補助記憶部 18 b、主記憶部 18 c、および演算部 18 d を備えて構成される。インターフェース 18 a は、外部機器との接続を成す部位であり、各種データ信号の変換等を行う。補助記憶部 18 b は、ハードディスクドライブなど、大容量の記憶手段である。受振手段 14 により検出された弾性波のデータや、解析結果、判定結果等のデータ、および演算を行うためのプログラム等は、補助記憶部 18 b に記録される。主記憶部 18 c は、メモリ等であり、後述する演算部 18 d による演算を行う際に、必要とするデータを一時的に読み出すための記録部である。演算部 18 d は、CPU などの処理装置である。演算部 18 d は、補助記憶部 18 b に記録された演算用プログラム、およびデータから、必要とされるデータを読み出し、主記憶部 18 c に展開し、演算や判定処理を行う。判定の結果は、検査対象としたアンカーボルト 30 のデータと関連付けて、補助記憶部 18 b に記録する。また、演算部 18 d では必要に応じて、判定の結果を表示手段 20 等へ出力するための処理を行う。

【0024】

次に、上記のような基本構成を有する検査装置を用いたアンカーボルトの健全性検査方法について、図 3 を参照して説明する。

まず、検査対象とするアンカーボルト 30 の露出部位 30 a に、受振手段 14 を取り付ける。取り付け箇所としては、アンカーボルト 30 そのものであっても良いし、図 1 に示すように、アンカーボルト 30 に螺着されたナット 32 等であっても良い（ステップ 10）。次に、アンカーボルト 30 が埋設されている位置の周囲のコンクリート面 40 にて、打撃手段 12 による錘打位置を定める（ステップ 20）。錘打位置を定めた後、アンカーボルト 30 の埋設位置を基点として、錘打位置までの平面距離 X_i を計測する（ステップ 30）。

【0025】

平面距離 X_i の計測が終了した後、打撃手段 12 により、錘打位置におけるコンクリート面 40 を錘打する。錘打により発生した弾性波は、アンカーボルト 30 が埋設されたコンクリート内を伝播し、アンカーボルト 30 の埋設部位 30 b に伝達される。アンカーボルト 30 の埋設部位 30 b に伝達された弾性波は、アンカーボルト 30 を固定している接着剤 44、およびアンカーボルト 30 内を伝播し、アンカーボルト 30 の露出部位 30 a に到達する（ステップ 40）。

【0026】

露出部位 30 a に到達した弾性波を受振手段 14 により検出する（ステップ 50）。検出された弾性波の情報は、電気信号として演算手段 18 に入力される。演算手段 18 では、入力された情報に基づき、検出された弾性波により与えられた振動の伝達度（伝達率）を求める（ステップ 60）。

【0027】

次に、アンカーボルト 30 の露出部位 30 a に、加負荷手段 16 による新たな負荷を軸線方向に沿った方向へ加える（ステップ 70）。加負荷後、打撃手段 12 により錘打位置におけるコンクリート面 40 を再び錘打する。錘打により発生した弾性波は、前述の通り、アンカーボルト 30 が埋設されたコンクリート内を伝播し、アンカーボルト 30 の埋設

部位 30 b、アンカーボルト 30 の露出部位 30 a へと伝わる。なお、加負荷後の錠打位置は、加付加前の錠打位置と同じ位置とする。同じ位置から同じ振動を与えた場合における伝達度の変化が、最も外乱的要素が少なく、健全性の判定を判断するのに適することとなるからである（ステップ 80）。

【0028】

そして、露出部位 30 a に到達した弾性波を再び受振手段 14 により検出し（ステップ 90）、演算手段 18 により解析・記憶する（ステップ 100）。

【0029】

第 1 弾性波と第 2 弾性波の検出が完了した後、演算手段 18 は、検出結果の比較を行う。比較は、錠打位置から特定の距離における第 1 弾性波の伝達度と、錠打位置から特定の距離における第 2 弾性波の伝達度との差分を求めることにより行う。図 4 に、錠打位置と埋設位置との間の距離である平面距離 X_i と、弾性波の伝達度の関係を示す。図 4 において、TR で示す曲線が、加負荷手段 16 による負荷荷重をかけていない場合の振動（弾性波）の伝達度の変化を示すグラフである。一方、 TR_w で示す曲線は、加付加手段 16 により追加荷重をかけた状態で錠打を行った際の振動（弾性波）の伝達度の変化を示すグラフである。アンカーボルト 30 の健全性が高いほど、伝達度の差分が小さく、TR で示す曲線と TR_w で示す曲線とが近似することとなり、健全性が低い場合には、両者が乖離することとなる。

10

【0030】

差分には、アンカーボルト 30 の埋設状態の健全性判定において、「健全」と判断することができる許容値を予め定め、これを閾値とする。そして、比較の結果、伝達度の差分が、予め定めた閾値を超えた場合には、「不健全」との判定を下す。一方、伝達度の差分が、閾値よりも小さい場合には、「健全」との判定を下す（ステップ 110）。なお、伝達度を算出する手段は、特に定めるものではないが、例えば伝達度は F / F_0 （ F は検出振動力、 F_0 はコンクリート面に付与する振動力（基準振動力 F_0 ））で求められる。ここで、 F は、受信手段 14 により検出される振動力であり、 F_0 は、打撃手段 12 によりコンクリート面 40 に与えられる振動力である。打撃手段 12 としてリバウンドハンマー等を採用した場合には、コンクリート面 40 に与える振動力を一定とみなすことができる。よって、予め定められた（あるいは求められた）一定の振動力を基準振動力（ F_0 ）として、伝達度を算出するようにしても良い。また、打撃手段 12 によって与えられる振動力が不明である場合には、錠打位置に基準振動力 F_0 を検出するための受振手段（不図示）を設けるようにすれば良い。

20

30

【0031】

演算手段 18 によって導かれた判定結果は、表示手段 20 に表示されると共に、補助記憶部 18 b に記録される。補助記憶部 18 b に記録される情報は、検査対象としたアンカーボルト 30 を特定する情報と、検査を実施した年月日等と関連付けて記録される（ステップ 120）。

【0032】

上記のような検査装置 10 を用いて、アンカーボルト 30 の健全性検査を実施することによれば、コンクリート面 40 に埋設されているアンカーボルト 30 の健全性を非破壊で、定量的に検査、判定することができる。また、上記のような検査方法によれば、アンカーボルト 30 が埋設されている周囲のコンクリート面 40 への打撃と、アンカーボルト 30 またはアンカーボルト 30 の付帯物からの弾性波の受振を行えば良いため、既存の構造系を変更することなく実施することができる。

40

【0033】

また、上記実施形態では、第 1 打撃工程と第 2 打撃工程、第 1 受振工程、および第 2 受振工程は、それぞれ 1 回づつとしていた。しかしながら、図 3 におけるステップ 40 からステップ 100 の工程は、平面距離 X_i や、アンカーボルト 30 の埋設位置を基点とした円周位置を変えて複数回行うようにしても良い。種々の方向、および距離から検査を繰り返すことにより、健全性の判定精度を向上させることができるからである。

50

【 0 0 3 4 】

また、上記実施形態では、アンカーボルト 3 0 として、いわゆるケミカルアンカーを対象として検査を行う旨記載した。しかしながら、上記実施形態に係る検査装置 1 0 による検査は、図 5 に示すような、いわゆるホールインアンカー型のアンカーボルト 3 1 であっても検査対象とすることができる。ホールインアンカー型のアンカーボルト 3 1 であっても、コンクリート面 4 0 に形成された穴 4 2 の内壁面に引っ掛かる爪部 3 1 b を介して、弾性波が露出部位 3 1 a に伝達されるからである。

【 0 0 3 5 】

また、上記実施形態では、加負荷に関し、主に、露出部位 3 0 a , 3 1 a に対して引っ張りの荷重をかけることを前提として説明している。しかしながら、加負荷は、アンカーの軸線方向であれば、圧縮荷重であっても良い。既設の状態と、加負荷時との間における弾性波の伝播状態の違いを得ることができれば良いからである。

10

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 6 】

上記検査装置 1 0 および検査方法は、アンカーに限らず、異種材料間における結合状態を検査する場合にも適用することができる。

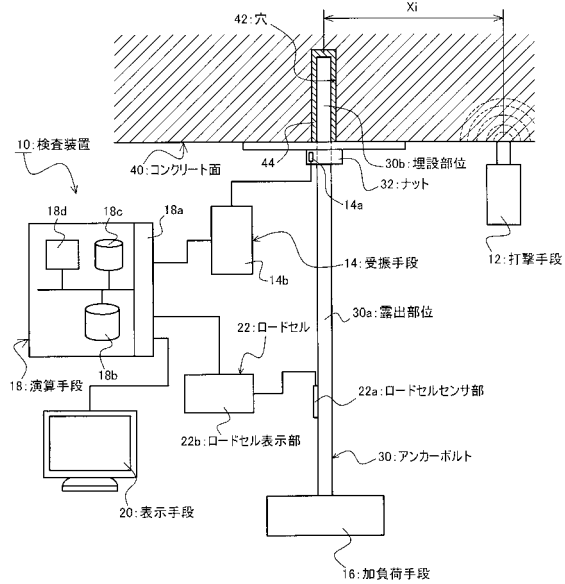
【 符号の説明 】

【 0 0 3 7 】

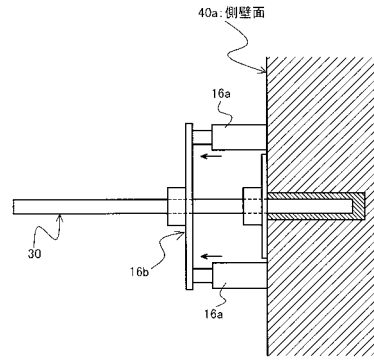
1 0 検査装置、 1 2 打撃手段、 1 4 受振手段、 1 4 a センサ部、 1 4 b 本体、 1 6 加負荷手段、 1 6 a ジャッキ、 1 6 b 固定治具、 1 8 演算手段、 1 8 a インターフェース、 1 8 b 補助記憶部、 1 8 c 主記憶部、 1 8 d 演算部、 2 0 表示手段、 2 2 ロードセル、 2 2 a ロードセルセンサ部、 2 2 b ロードセル表示部、 3 0 アンカーボルト、 3 0 a 露出部位、 3 0 b 埋設部位、 3 1 アンカーボルト、 3 1 a 露出部位、 3 1 b 爪部、 3 2 ナット、 4 0 コンクリート面、 4 0 a 側壁面、 4 2 穴、 4 4 接着剤。

20

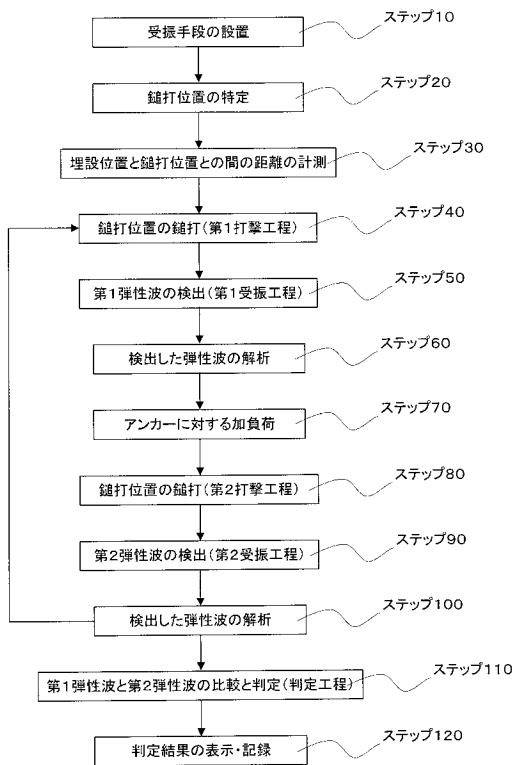
【 図 1 】



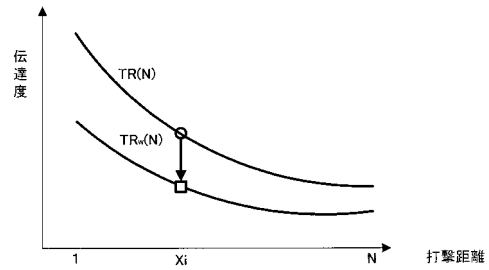
【 図 2 】



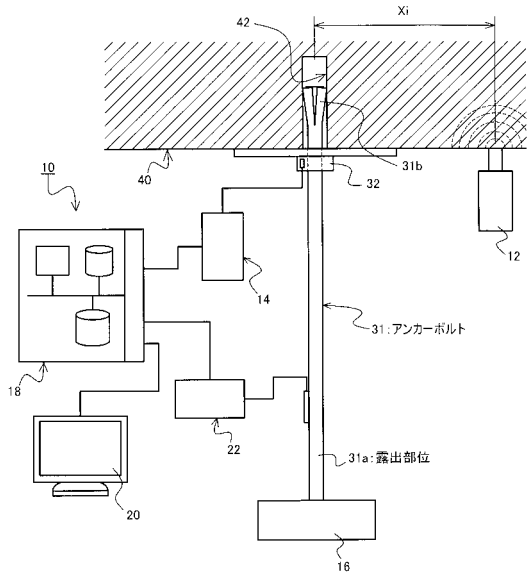
【 図 3 】



【 図 4 】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 勝美

千葉県市原市八幡海岸通1番地 株式会社三造試験センター内

(72)発明者 森 康成

岡山県玉野市玉3丁目1番1号 三井造船株式会社玉野事業所内

Fターム(参考) 2G047 AA05 AB01 AC05 BA04 BC03 BC11 CA03 EA11 GH04