

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7362068号
(P7362068)

(45)発行日 令和5年10月17日(2023.10.17)

(24)登録日 令和5年10月6日(2023.10.6)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 N 29/265 (2006.01)

G 0 1 N 29/265

G 0 1 N 29/04 (2006.01)

G 0 1 N 29/04

請求項の数 10 (全14頁)

(21)出願番号	特願2019-217645(P2019-217645)	(73)特許権者	504237050
(22)出願日	令和1年11月30日(2019.11.30)		独立行政法人国立高等専門学校機構
(65)公開番号	特開2021-85860(P2021-85860A)		東京都八王子市東浅川町 7 0 1 番 2
(43)公開日	令和3年6月3日(2021.6.3)	(73)特許権者	509147787
審査請求日	令和4年11月16日(2022.11.16)		株式会社 ダイアテック
特許法第30条第2項適用	2019年1月29日「卒業研究運営委員」発行の「独立行政法人国立高等専門学校機構 長岡工業高等専門学校 機械工学科 卒業研究発表会 講演予稿集」において公開		新潟県新潟市西区の場流通二丁目 4 番地 3
特許法第30条第2項適用	平成31年1月29日「独立行政法人国立高等専門学校機構 長岡工業高等専門学校」発行の「環境都市工学科 卒業研究発表会 概要集」において公開	(74)代理人	100091373
			弁理士 吉井 剛
		(74)代理人	100097065
			弁理士 吉井 雅栄
		(72)発明者	村上 祐貴
			新潟県長岡市西片貝町 8 8 8 番地 独立行政法人国立高等専門学校機構長岡工業高等専門学校内
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コンクリート構造物に対する非破壊検査方法及び非破壊検査装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動用の回転翼より生じる噴射風圧により移動し車輪部を有する移動基体に、圧接保持手段が設けられ、この圧接保持手段は、被検査対象部の垂直な若しくは傾斜する被検査面に圧接保持用の回転翼からの噴射風圧により前記移動基体を圧接保持状態とするものであり、また、前記移動基体には、前記被検査対象部の被検査面を回転して該被検査面を打撃する回転式打撃部と、この回転式打撃部で前記被検査対象部の被検査面を打撃することにより発生する弾性波を該被検査対象部の被検査面に回転当接して受信する弾性波受信部とが設けられ、この弾性波受信部は、前記移動基体に対して起伏自在に設けられる取付部に回転不能に設けられる非回転軸部と、この非回転軸部に回転自在に被嵌される回転環状部と、前記非回転軸部に設けられ弾性波を受信する受信子とから成り、前記取付部には該取付部を起し付勢する付勢部材が設けられ、この付勢部材は、前記回転環状部が前記被検査対象部の被検査面に圧接するように構成され、また、前記移動基体には、駆動モーターにより前記車輪部を駆動する補助移動手段が設けられた以上の構成を有する非破壊検査装置を用いて行うコンクリート構造物に対する非破壊検査方法であって、前記被検査対象部の垂直な若しくは傾斜する被検査面に前記非破壊検査装置を移動させ、この非破壊検査装置の移動時に前記回転式打撃部による打撃と、この打撃により発生する弾性波の前記弾性波受信部による受信を行い、この受信した前記弾性波に基づき前記被検査対象部の欠陥発生状態を確認することを特徴とするコンクリート構造物に対する非破壊検査方法。

【請求項2】

請求項 1 記載のコンクリート構造物に対する非破壊検査方法において、前記圧接保持手段は、前記被検査対象部の垂直な若しくは傾斜する被検査面への噴射風圧方向が可変できる構成であることを特徴とするコンクリート構造物に対する非破壊検査方法。

【請求項 3】

請求項 1 , 2 いずれか 1 項に記載のコンクリート構造物に対する非破壊検査方法において、前記回転式打撃部は、前記移動基体に設けられた駆動部により、前記被検査対象部の被検査面を回転する回転構造体で構成された打撃部が駆動回転するように構成されていることを特徴とするコンクリート構造物に対する非破壊検査方法。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 いずれか 1 項に記載のコンクリート構造物に対する非破壊検査方法において、前記回転式打撃部は、付勢部材の付勢により前記被検査対象部の被検査面に圧接せしめられていることを特徴とするコンクリート構造物に対する非破壊検査方法。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項に記載のコンクリート構造物に対する非破壊検査方法において、前記圧接保持用の回転翼の噴射風圧は、前記被検査対象部の被検査面と交差する方向への噴射風圧であり、この噴射風圧により前記移動基体を前記被検査対象部の被検査面に圧接保持するように構成されていることを特徴とするコンクリート構造物に対する非破壊検査方法。

【請求項 6】

移動用の回転翼より生じる噴射風圧により移動し車輪部を有する移動基体に、圧接保持手段が設けられ、この圧接保持手段は、被検査対象部の垂直な若しくは傾斜する被検査面に圧接保持用の回転翼からの噴射風圧により前記移動基体を圧接保持状態とするものであり、また、前記移動基体には、前記被検査対象部の被検査面を回転して該被検査面を打撃する回転式打撃部と、この回転式打撃部で前記被検査対象部の被検査面を打撃することにより発生する弾性波を該被検査対象部の被検査面に回転当接して受信する弾性波受信部とが設けられ、この弾性波受信部は、前記移動基体に対して起伏自在に設けられる取付部に回転不能に設けられる非回転軸部と、この非回転軸部に回転自在に被嵌される回転環状部と、前記非回転軸部に設けられ弾性波を受信する受信子とから成り、前記取付部には該取付部を起し付勢する付勢部材が設けられ、この付勢部材は、前記回転環状部が前記被検査対象部の被検査面に圧接するように構成され、また、前記移動基体には、駆動モーターにより前記車輪部を駆動する補助移動手段が設けられていることを特徴とする非破壊検査装置。

20

30

【請求項 7】

請求項 6 記載の非破壊検査装置において、前記圧接保持手段は、前記被検査対象部の垂直な若しくは傾斜する被検査面への噴射風圧方向が可変できる構成であることを特徴とする非破壊検査装置。

【請求項 8】

請求項 6 , 7 いずれか 1 項に記載の非破壊検査装置において、前記回転式打撃部は、前記移動基体に設けられた駆動部により前記被検査対象部の被検査面を回転する回転構造体で構成された打撃部が駆動回転するように構成されていることを特徴とする非破壊検査装置。

40

【請求項 9】

請求項 6 ~ 8 いずれか 1 項に記載の非破壊検査装置において、前記回転式打撃部は、付勢部材の付勢により前記被検査対象部の被検査面に圧接せしめられていることを特徴とする非破壊検査装置。

【請求項 10】

請求項 6 ~ 9 いずれか 1 項に記載の非破壊検査装置において、前記圧接保持用の回転翼の噴射風圧は、前記被検査対象部の被検査面と交差する方向への噴射風圧であり、この噴射風圧により前記移動基体を前記被検査対象部の被検査面に圧接保持するように構成されていることを特徴とする非破壊検査装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンクリート構造物に対する非破壊検査方法及び非破壊検査装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、橋梁やビルなどのコンクリート構造物に対する非破壊検査方法で使用される検査装置として、例えば特開2018-179819号に開示される検査装置（以下、従来例）が提案されている。

【0003】

この従来例は、車輪を設けた基体と、この基体に回転可能に設けられたアームの先端に被検査対象部の表面を叩いて検査する検査部を有し、更に、基体を飛行させる回転翼を有するものであり、例えば被検査対象部の被検査面（コンクリート表面）が垂直壁面の場合、この被検査対象部の表面に車輪が接した状態で回転翼の回転により空中飛行しながら任意の箇所まで移動し、被検査対象部の表面を検査部で叩いて衝撃力の時間変化に基づいて（インピーダンス法を利用して）被検査対象部の劣化を判定するものである。

【0004】

従って、例えば作業者が検査装置を携帯して手作業で非破壊検査を行う場合のように、足場を組んだり高所作業車を用意したりせず、人が近付きにくい高所でも非破壊検査を簡易且つ安全に行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2018-179819号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、前述したコンクリート構造物に対する非破壊検査方法で使用される検査装置について更なる研究開発を進めた結果、従来に無い作用効果を発揮するコンクリート構造物に対する非破壊検査方法及び非破壊検査装置を開発した。

【課題を解決するための手段】

【0007】

添付図面を参照して本発明の要旨を説明する。

【0008】

移動用の回転翼7bより生じる噴射風圧により移動し車輪部8を有する移動基体1に、圧接保持手段2が設けられ、この圧接保持手段2は、被検査対象部51の垂直な若しくは傾斜する被検査面51aに圧接保持用の回転翼2bからの噴射風圧により前記移動基体1を圧接保持状態とするものであり、また、前記移動基体1には、前記被検査対象部51の被検査面51aを回転して該被検査面51aを打撃する回転式打撃部3と、この回転式打撃部3で前記被検査対象部51の被検査面51aを打撃することにより発生する弾性波を該被検査対象部51の被検査面51aに回転当接して受信する弾性波受信部4とが設けられ、この弾性波受信部4は、前記移動基体1に対して起伏自在に設けられる取付部13に回転不能に設けられる非回転軸部4aと、この非回転軸部4aに回転自在に被嵌される回転環状部4bと、前記非回転軸部4aに設けられ弾性波を受信する受信子4cとから成り、前記取付部13には該取付部13を起し付勢する付勢部材6が設けられ、この付勢部材6は、前記回転環状部4bが前記被検査対象部51の被検査面51aに圧接するように構成され、また、前記移動基体1には、駆動モーター8aにより前記車輪部8を駆動する補助移動手段が設けられた以上の構成を有する非破壊検査装置Xを用いて行うコンクリート構造物に対する非破壊検査方法であって、前記被検査対象部51の垂直な若しくは傾斜する被検査面51aに前記非破壊検査装置Xを移動させ、この非破壊検査装置Xの移動時に前記回転式打撃部3による

10

20

30

40

50

打撃と、この打撃により発生する弾性波の前記弾性波受信部 4 による受信を行い、この受信した前記弾性波に基づき前記被検査対象部 51 の欠陥発生状態を確認することを特徴とするコンクリート構造物に対する非破壊検査方法に係るものである。

【 0 0 0 9 】

また、請求項 1 記載のコンクリート構造物に対する非破壊検査方法において、前記圧接保持手段 2は、前記被検査対象部 51 の垂直な若しくは傾斜する被検査面 51 a への噴射風圧方向が可変できる構成であることを特徴とするコンクリート構造物に対する非破壊検査方法に係るものである。

【 0 0 1 0 】

また、請求項 1 , 2 いずれか 1 項に記載のコンクリート構造物に対する非破壊検査方法において、前記回転式打撃部 3 は、前記移動基体 1 に設けられた駆動部 3 a により、前記被検査対象部 51 の被検査面 51 a を回転する回転構造体で構成された打撃部 3 b が駆動回転するように構成されていることを特徴とするコンクリート構造物に対する非破壊検査方法に係るものである。

10

【 0 0 1 1 】

また、請求項 1 ~ 3 いずれか 1 項に記載のコンクリート構造物に対する非破壊検査方法において、前記回転式打撃部 3 は、付勢部材 5 の付勢により前記被検査対象部 51 の被検査面 51 a に圧接せしめられていることを特徴とするコンクリート構造物に対する非破壊検査方法に係るものである。

【 0 0 1 2 】

20

また、請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項に記載のコンクリート構造物に対する非破壊検査方法において、前記圧接保持用の回転翼 2 bの噴射風圧は、前記被検査対象部 51 の被検査面 51 a と交差する方向への噴射風圧であり、この噴射風圧により前記移動基体 1 を前記被検査対象部 51 の被検査面 51 a に圧接保持するように構成されていることを特徴とするコンクリート構造物に対する非破壊検査方法に係るものである。

【 0 0 1 3 】

また、移動用の回転翼 7 bより生じる噴射風圧により移動し車輪部 8 を有する移動基体 1 に、圧接保持手段 2が設けられ、この圧接保持手段 2 は、被検査対象部 51 の垂直な若しくは傾斜する被検査面 51 a に圧接保持用の回転翼 2 bからの噴射風圧により前記移動基体 1 を圧接保持状態とするものであり、また、前記移動基体 1 には、前記被検査対象部 51 の被検査面 51 a を回転して該被検査面 51 a を打撃する回転式打撃部 3 と、この回転式打撃部 3 で前記被検査対象部 51 の被検査面 51 a を打撃することにより発生する弾性波を該被検査対象部 51 の被検査面 51 a に回転当接して受信する弾性波受信部 4 とが設けられ、この弾性波受信部 4 は、前記移動基体 1 に対して起伏自在に設けられる取付部 13 に回転不能に設けられる非回転軸部 4 a と、この非回転軸部 4 a に回転自在に被嵌される回転環状部 4 b と、前記非回転軸部 4 a に設けられ弾性波を受信する受信子 4 c とから成り、前記取付部 13 には該取付部 13 を起し付勢する付勢部材 6 が設けられ、この付勢部材 6 は、前記回転環状部 4 b が前記被検査対象部 51 の被検査面 51 a に圧接するように構成され、また、前記移動基体 1 には、駆動モーター 8 a により前記車輪部 8 を駆動する補助移動手段が設けられていることを特徴とする非破壊検査装置に係るものである。

30

40

【 0 0 1 4 】

また、請求項 6 記載の非破壊検査装置において、前記圧接保持手段 2は、前記被検査対象部 51 の垂直な若しくは傾斜する被検査面 51 a への噴射風圧方向が可変できる構成であることを特徴とする非破壊検査装置に係るものである。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 6 , 7 いずれか 1 項に記載の非破壊検査装置において、前記回転式打撃部 3 は、前記移動基体 1 に設けられた駆動部 3 a により前記被検査対象部 51 の被検査面 51 a を回転する回転構造体で構成された打撃部 3 b が駆動回転するように構成されていることを特徴とする非破壊検査装置に係るものである。

【 0 0 1 6 】

50

また、請求項 6 ～ 8 いずれか 1 項に記載の非破壊検査装置において、前記回転式打撃部 3 は、付勢部材 5 の付勢により前記被検査対象部 51 の被検査面 51 a に圧接せしめられていることを特徴とする非破壊検査装置に係るものである。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 6 ～ 9 いずれか 1 項に記載の非破壊検査装置において、前記圧接保持用の回転翼 2 b の噴射風圧は、前記被検査対象部 51 の被検査面 51 a と交差する方向への噴射風圧であり、この噴射風圧により前記移動基体 1 を前記被検査対象部 51 の被検査面 51 a に圧接保持するように構成されていることを特徴とする非破壊検査装置に係るものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明は上述のようにしたから、例えば被検査対象部の被検査面が高所の垂直壁面などの人が近付きにくい箇所であっても非破壊検査を簡易且つ安全にすることができ、しかも、従来例のように被検査対象部まで移動し、その位置で停止後、被検査面を叩いて被検査対象部 51 の欠陥発生状態を確認するものではなく、移動しながら常時、被検査面への打撃及び弾性波の受信を行うものであるから、広範囲において非破壊検査を迅速に行うことができるなど、従来に無い作用効果を発揮するコンクリート構造物に対する非破壊検査方法及び非破壊検査装置となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】本実施例に係る非破壊検査装置 X の斜視図である。

【図 2】本実施例に係る非破壊検査装置 X の側面図である。

【図 3】本実施例に係る要部の説明図である。

【図 4】本実施例に係る要部の動作説明図である。

【図 5】本実施例に係る要部の動作説明図である。

【図 6】本実施例に係る要部の動作説明図である。

【図 7】本実施例に係る要部の動作説明図である。

【図 8】本実施例に係る要部の動作説明図である。

【図 9】本実施例の使用状態説明図である。

【図 10】本実施例に係る非破壊検査装置 X を用いたコンクリート構造物に対する非破壊検査方法の説明図である。

【図 11】本実施例に係る非破壊検査装置 X を用いたコンクリート構造物に対する非破壊検査方法の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

好適と考える本発明の実施形態を、図面に基づいて本発明の作用を示して簡単に説明する。

【 0 0 2 1 】

本発明に係る非破壊検査装置 X を被検査対象部 51 の被検査面 51 a で移動させる。

【 0 0 2 2 】

非破壊検査装置 X は、被検査対象部 51 の被検査面 51 a に対して風力により圧接保持状態となる圧接保持手段 2 を備えており、この圧接保持手段 2 により、例えば被検査対象部 51 の被検査面 51 a が垂直壁面などでも張り付いたような状態となり、被検査対象部 51 の被検査面 51 a から落下せず移動できる。

【 0 0 2 3 】

また、非破壊検査装置 X の移動時に常時、回転式打撃部 3 による打撃と、この打撃により発生した弾性波を弾性波受信部 4 で受信し、この受信した弾性波に基づき被検査対象部 51 の欠陥発生状態（例えば空洞化した部位の有無や、その位置や大きさなど）を確認する。

【 0 0 2 4 】

この回転式打撃部 3 による打撃と弾性波受信部 4 による弾性波の受信が移動しながら行

10

20

30

40

50

える為、広範囲において迅速に非破壊検査が行えることになる。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の弾性波受信部 4 は、前記弾性波を被検査対象部 51 の被検査面 51 a に当接して直接受信する構成の為、高精度な非破壊検査が迅速に行える。

【 0 0 2 6 】

即ち、例えば被検査対象部 51 の被検査面 51 a を打撃した際に生じる音を基に検査する場合、周囲の騒音（車両走行音や打撃の反響音）の影響を受け易いという問題があるが、本発明は、前述した構成から、周囲の騒音の影響を受けることなく高精度な非破壊検査が行えることになり、しかも、被検査面 51 a から直接弾性波を受信するから、それだけ高精度な非破壊検査を行うことができる。更に、従来例とは異なり、非破壊検査のたびに停止する必要はなく、被検査対象部 51 の被検査面 51 a を移動させながら迅速且つ広範囲に非破壊検査が行えることになる。

10

【実施例】

【 0 0 2 7 】

本発明の具体的な実施例について図面に基づいて説明する。

【 0 0 2 8 】

本実施例は、コンクリート構造物に対する非破壊検査方法であって、下記の非破壊検査装置 X を用いて実施される。尚、この非破壊検査装置 X には、弾性波データを基に被検査対象部 51 の欠損発生状態を確認する図示省略のデータ処理装置（コンピュータ）が接続される。

20

【 0 0 2 9 】

この非破壊検査装置 X は、被検査体対象部 51 の被検査面（コンクリート表面）51 a に風圧により圧接保持状態となる圧接保持手段 2 を備えた移動基体 1 に、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a を転動して該コンクリート表面 51 a を打撃する回転式打撃部 3 と、この回転式打撃部 3 で打撃することにより発生する弾性波（例えば衝撃弾性波の反射波）を該被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に転動当接して受信する弾性波受信部 4 を備えたものである。

【 0 0 3 0 】

具体的には、移動基体 1 は、図 1 ~ 3 に図示したように適宜な金属製の部材で形成された板状構造体であり、その上面前方位置には後述する風力移動手段 7 を支承する一対の第一支承部 10 が設けられ、上面後方位置には後述する圧接保持手段 2 を支承する第二支承部 11 が設けられている。

30

【 0 0 3 1 】

第二支承部 11 には、圧接保持手段 2 の角度を調整する角度調整部 11 a が設けられている。

【 0 0 3 2 】

この角度調整部 11 a は、圧接保持手段 2 を止着部材 12 を介して取り付けるための複数の取付孔 11 a ' を並設して構成されており、取付位置を可変することで圧接保持手段 2 の角度を調整することができる。

【 0 0 3 3 】

また、移動基体 1 には、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a を走行移動するための車輪部 8 が設けられている。

40

【 0 0 3 4 】

この車輪部 8 は、図 1 , 2 に図示したように移動基体 1 の前端部及び基端部に設けられる車輪取付部 8 a に、車軸 8 c の左右に車輪 8 b を設けた車輪体を回転自在に設けて構成されている。

【 0 0 3 5 】

また、この前後の各車輪部 8 は、適宜な駆動源 14（モーター）によって駆動回転するように設けられており、後述する風力移動手段 7 による移動力に加えて移動基体 1 の移動を補助する。尚、車輪体の車軸に対する駆動源の駆動力は図示省略の歯車を介して伝達する

50

ように構成されている。

【 0 0 3 6 】

また、移動基体 1 には、風力移動手段 7 が設けられている。

【 0 0 3 7 】

この風力移動手段 7 は、図 1 に図示したように筒状体 7 a 内に回転翼 7 b を設けた風車構造体であり、移動基体 1 の上面前方位置に設けられた第一支承部 10 夫々で支承される。

【 0 0 3 8 】

この各風力移動手段 7 は、移動基体 1 の後方へ風を噴射する向きに設定され、この後方への風の噴射により移動基体 1 は前方へ移動するように構成されている。

【 0 0 3 9 】

圧接保持手段 2 は、図 1 に図示したように筒状体 2 a 内に回転翼 2 b を設けた風車構造体であり、移動基体 1 の上面後方位置に設けられた第二支承部 11 夫々で支承される。

【 0 0 4 0 】

この各圧接保持手段 2 は、移動基体 1 を被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に配した際、該コンクリート表面 51 a と交差する方向へ風を噴射するように設定され、この風の噴射により移動基体 1 は被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に圧接保持せしめられるように構成されている。

【 0 0 4 1 】

また、移動基体 1 の下面前方位置には弾性波受信部 4 (転動構造体) が設けられている。

【 0 0 4 2 】

この弾性波受信部 4 は、図 2 , 3 に図示したように移動基体 1 の下面に設けられる後述する取付部 13 に回転不能に設けられる非回転軸部 4 a と、この非回転軸部 4 a に対して回転自在に被嵌する回転環状部 4 b とで構成されており、この非回転軸部 4 a と回転環状部 4 b との接触部位には図示省略のベアリング構造が設けられている。

【 0 0 4 3 】

また、弾性波受信部 4 は、非回転軸部 4 a に後述する回転式打撃部 3 により発生する弾性波を受信する受信子 4 c が設けられて構成されている。

【 0 0 4 4 】

この受信子 4 c は、図 2 に図示したように加速度センサーであり、転動構造体の全体にて弾性波を感知するものである。つまり、コンクリート表面 51 a から回転環状部 4 b 及び非回転軸部 4 a を伝達した弾性波を感知するものである。

【 0 0 4 5 】

また、この構造から、受信子 4 c と被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a との距離が一定に保たれ (回転式打撃部 1 との距離もほぼ一定に保たれる) 、高精度な検査を達成し得ることになる。

【 0 0 4 6 】

また、弾性波受信部 4 (転動構造体) は、被検査対象部 51 に配されて移動する際、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a (垂直壁面) を転動するように構成されている。

【 0 0 4 7 】

取付部 13 は、図 2 , 3 に図示したように移動基体 1 の下面前後左右位置に枢着される第一棒材 13 a と第一棒材 13 a の先端部間に枢着される第二棒材 13 b とで構成されたリンク構造体であり、移動基体 1 の下面に対して起伏可能に設けられている。

【 0 0 4 8 】

また、この取付部 13 には付勢部材 6 が設けられており、この付勢部材 6 により起き方向に付勢されている。

【 0 0 4 9 】

この構成から、弾性波受信部 4 (転動構造体) は、取付部 13 の起伏動に伴い移動基体 1 の下面に対して接離方向に移動し、付勢部材 6 の付勢に抗して移動基体 1 に接近する方向に移動可能となる。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

また、弾性波受信部 4（転動構造体）は、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に接地しない状態においては、その下面が車輪 8 b の下面よりも下方位置となるように構成されている（図 6 参照）。

【 0 0 5 1 】

従って、車輪 8 b を表面に接地した際、弾性波受信部 4（転動構造体）は被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に圧接することになる（図 7 参照）。

【 0 0 5 2 】

移動基体 1 には、回転式打撃部 3 が設けられている。

【 0 0 5 3 】

この回転式打撃部 3 は、図 3 に図示したように適宜な金属製の部材で形成したものであり、移動基体 1 に設けられる駆動部 3 a（モーター）の先端に打撃部 3 b を駆動回転自在に設けて構成されている。

10

【 0 0 5 4 】

この打撃部 3 b は、断面六角形状にして略半球形状体であり、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a を転動した際、該コンクリート表面 51 a を六つの角縁で殴打するように構成されている。

【 0 0 5 5 】

また、回転式打撃部 3 は、金属製の付勢部材 5（板バネ）を介して移動基体 1 に設けられている。

【 0 0 5 6 】

20

この構成から、回転式打撃部 3 は、付勢部材 5 の弾性に伴い移動基体 1 の下面に対して接離方向に移動し、この付勢部材 5 の付勢に抗して移動基体 1 に接近する方向に移動可能となる。

【 0 0 5 7 】

また、回転式打撃部 3 は、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に接地しない状態においては、その下面が車輪 8 b の下面よりも下方位置となるように構成されている（図 4 参照）。

【 0 0 5 8 】

従って、車輪 8 b を表面に接地した際、回転式打撃部 3 は被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に圧接することになる（図 5 参照）。

30

【 0 0 5 9 】

また、本実施例に係る非破壊検査装置 X は、前述した各種装置（圧接保持手段 2，風力移動手段 7，回転式打撃部 3 及び弾性波受信部 4）をリモコンにより遠隔操作し得るように構成されている。

【 0 0 6 0 】

以上の構成から成る非破壊検査装置 X を用いたコンクリート構造物に対する非破壊検査方法について説明する。尚、本実施例では、検査対象となるコンクリート構造物として、図 9 に図示したように垂直な壁面構造物を採用しているが、本実施例の特性を発揮する箇所であれば適宜採用し得るものである。

【 0 0 6 1 】

40

本実施例に係る非破壊検査装置 X を被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a で移動させる。

【 0 0 6 2 】

非破壊検査装置 X は、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に対して風力により圧接保持状態となる圧接保持手段 2 を備えており、この圧接保持手段 2 により、例えば被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a が垂直壁面などでも張り付いたような状態となり、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a から落下しない。

【 0 0 6 3 】

この状態で、風力移動手段 7 を作動させると、噴射される風力により被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a を上昇移動する。この際、必要に応じて駆動源 14（モーター）に

50

よって前後の各車輪部 8 を駆動回転させる。非破壊検査装置 X の降下は、風力移動手段 7 から噴射される噴射圧を適宜弱めることで行われる。

【 0 0 6 4 】

また、非破壊検査装置 X の移動時に常時、回転式打撃部 3 による打撃と、この打撃により発生した弾性波を弾性波受信部 4 で受信する。

【 0 0 6 5 】

この受信した弾性波に基づき被検査対象部 51 の欠陥発生状態（例えば空洞化した部位の有無や、その位置や大きさなど）を確認する。例えば図 10 のような健全な領域を移動している状態と、図 11 のような被検査対象部 51 に空洞 S がある領域を移動している状態のように、回転式打撃部 3 で打撃してから弾性波受信部 4 で弾性波を受信するまでの時間の違いによって、被検査対象部 51 の空洞 S の有無や深さを特定することができる。

10

【 0 0 6 6 】

よって、本実施例によれば、回転式打撃部 3 による打撃と弾性波受信部 4 による弾性波の受信が移動しながら行える為、広範囲において迅速に非破壊検査が行えることになる。

【 0 0 6 7 】

また、本実施例の弾性波受信部 4 は、弾性波を被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に当接して直接受信する構成の為、高精度な非破壊検査が迅速に行える。

【 0 0 6 8 】

即ち、例えば被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a を打撃した際に生じる音を基に検査する場合、周囲の騒音（車両走行音や打撃の反響音）の影響を受けやすいという問題があるが、本発明は、前述した構成から、周囲の騒音の影響を受けることなく高精度な非破壊検査が行えることになり、しかも、コンクリート表面 51 a から直接弾性波を受信するから、それだけ高精度な非破壊検査を行うことができる。更に、従来例とは異なり、非破壊検査のたびに停止する必要はなく、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a を移動させながら迅速且つ広範囲に非破壊検査が行えることになる。

20

【 0 0 6 9 】

また、本実施例は、弾性波受信部 4 は、非破壊検査装置 X の移動時に被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a を回転する回転構造体で構成されているから、非破壊検査装置 X を移動させながら確実に非破壊検査が行えることになる。

【 0 0 7 0 】

30

また、本実施例は、弾性波受信部 4 は、移動基体 1 に設けられる非回転軸部 4 a とこの非回転軸部 4 a に回転自在に被嵌される回転環状部 4 b とから成り、非回転軸部 4 a に弾性波を受信する受信子 4 c が設けられているから、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に対する受信子 4 c の距離を一定に保つことができ、精度の高い検査が行えることになる。

【 0 0 7 1 】

また、本実施例は、回転式打撃部 3 は、移動基体 1 に設けられた駆動部 3 a により、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a を回転する回転構造体で構成された打撃部 3 b が駆動回転するように構成されているから、非破壊検査装置 X を停止した状態においても打撃部 3 b を駆動回転させて打撃して、非破壊検査が行えることになる。

40

【 0 0 7 2 】

また、本実施例は、回転式打撃部 3 は、付勢部材 5 の付勢により被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に圧接せしめられているから、回転式打撃部 3 を常時被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に当接させた状態が得られる。

【 0 0 7 3 】

また、本実施例は、弾性波受信部 4 は、付勢部材 6 の付勢により被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に圧接せしめられているから、弾性波受信部 4 を常時被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に当接させた状態が得られる。

【 0 0 7 4 】

また、本実施例は、圧接保持手段 2 は、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a と交

50

差する方向へ風を噴射する回転翼 2 b であり、この回転翼 2 b から風を噴射することで移動基体 1 を被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a に圧接保持するように構成されているから、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a が垂直若しくは傾斜していても落下せず移動することができる。

【 0 0 7 5 】

また、本実施例は、移動基体 1 は、風力により移動する風力移動手段 7 を具備しているから、被検査対象部 51 のコンクリート表面 51 a を良好に移動することができる。

【 0 0 7 6 】

尚、本発明は、本実施例に限られるものではなく、各構成要件の具体的構成は適宜設計し得るものである。

10

【符号の説明】

【 0 0 7 7 】

X 非破壊検査装置

1 移動基体

2 圧接保持手段

2 b 回転翼

3 回転式打撃部

3 a 駆動部

3 b 打撃部

4 弾性波受信部

20

4 a 非回転軸部

4 b 回転環状部

4 c 受信子

5 付勢部材

6 付勢部材

7 b 回転翼

8 車輪部

8 a 駆動モーター

13 取付部

51 被検査対象部

30

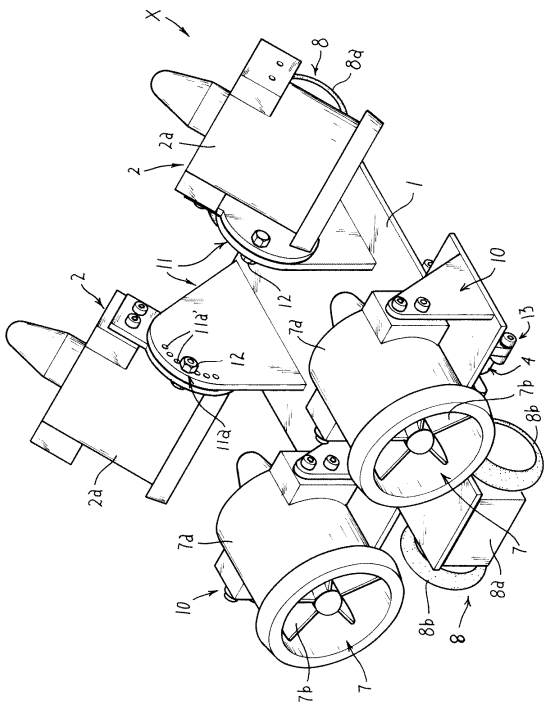
51 a 被検査面

40

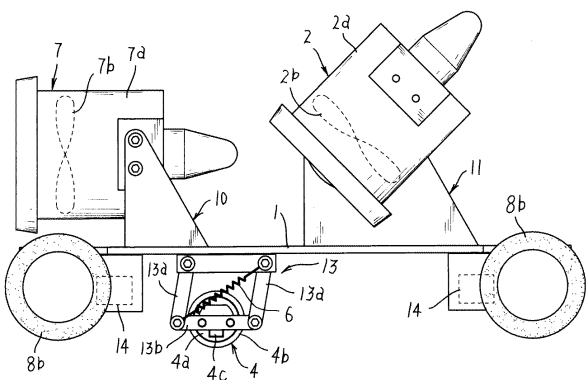
50

【図面】

【図 1】



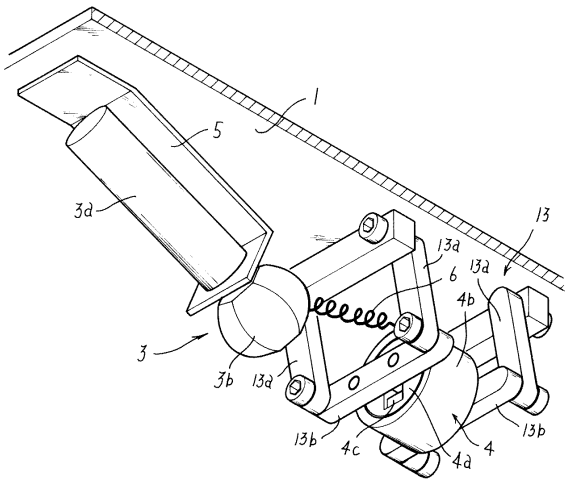
【図 2】



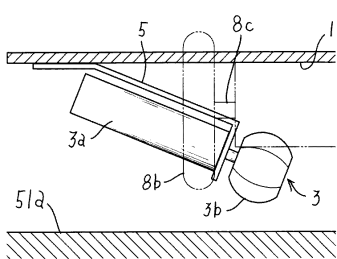
10

20

【図 3】



【図 4】

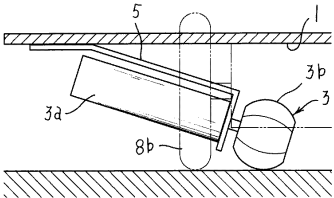


30

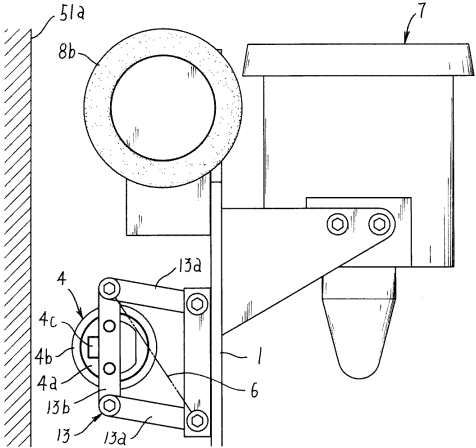
40

50

【図 5】

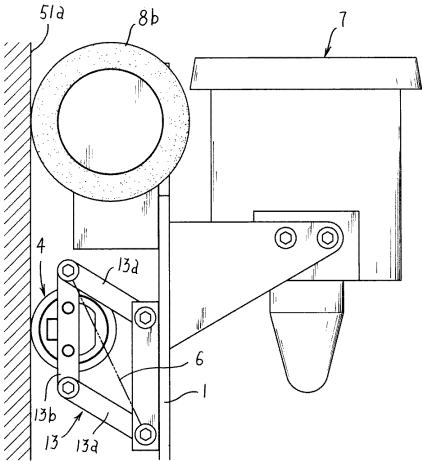


【図 6】

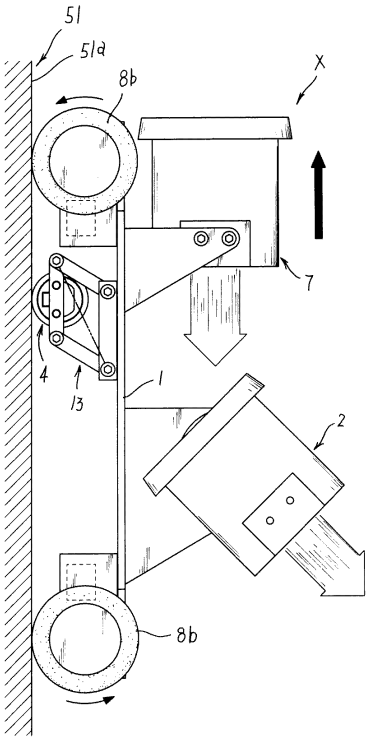


10

【図 7】



【図 8】



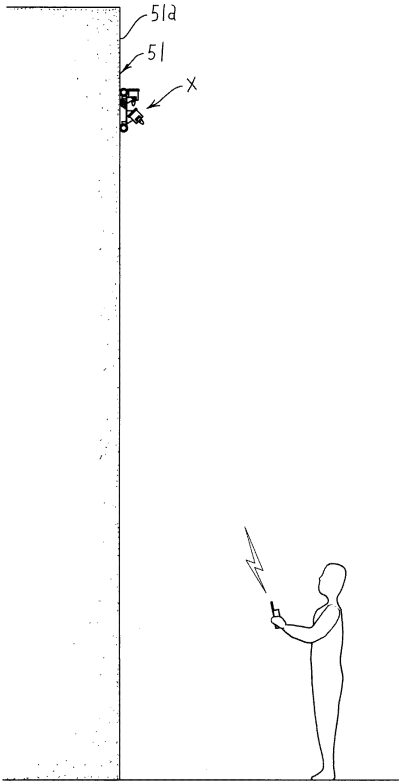
20

30

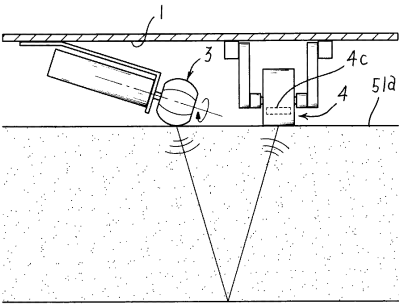
40

50

【図 9】



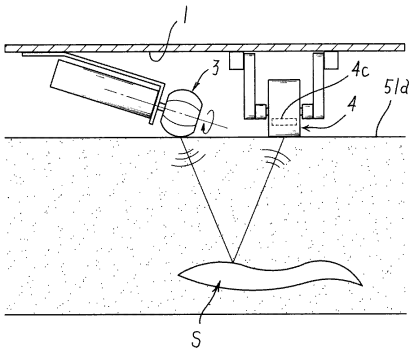
【図 10】



10

20

【図 11】



30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 池田 富士雄
新潟県長岡市西片貝町 8 8 8 番地 独立行政法人国立高等専門学校機構長岡工業高等専門学校内
- (72)発明者 丸山 聡
新潟県新潟市西区的場流通二丁目 4 番地 3 株式会社ダイアテック内
- (72)発明者 高橋 知也
宮城県仙台市青葉区柏木 3 丁目 3 - 2 0 - 5 0 3
- (72)発明者 柳 翼
新潟県長岡市平島 2 丁目 1 5 5 - 1
- 審査官 村田 顕一郎
- (56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 2 1 9 0 7 6 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 6 5 9 1 5 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 2 8 2 7 9 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 9 1 6 6 1 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 7 9 8 1 9 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 3 9 7 8 7 (J P , A)
上半 文昭, ドローンを用いたコンクリート橋部材の詳細検査手法, コンクリート工学, 20
19年09月, Vol.57 No.9, p.699-704
和田 秀樹, ドローンを活用したインフラ点検ロボットの研究開発, 検査技術, 日本工業出
版, 2017年10月01日, Vol.22 No.10, p.48-53
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
G 0 1 N 2 9 / 0 0 - 2 9 / 5 2
G 0 1 N 3 / 0 0 - 3 / 6 2
G 0 1 M 7 / 0 0 - 7 / 0 8