

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第3883466号
(P3883466)

(45) 発行日 平成19年2月21日(2007.2.21)

(24) 登録日 平成18年11月24日(2006.11.24)

(51) Int.Cl.

GO 1 N 29/12 (2006.01)

GO 1 N 29/04 (2006.01)

F I

GO 1 N 29/12

GO 1 N 29/04 5 O 1

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2002-107938 (P2002-107938)	(73) 特許権者	000000516
(22) 出願日	平成14年4月10日 (2002.4.10)		曙ブレーキ工業株式会社
(65) 公開番号	特開2003-202328 (P2003-202328A)		東京都中央区日本橋小網町19番5号
(43) 公開日	平成15年7月18日 (2003.7.18)	(74) 代理人	100105647
審査請求日	平成17年3月25日 (2005.3.25)		弁理士 小栗 昌平
(31) 優先権主張番号	特願2001-330755 (P2001-330755)	(74) 代理人	100105474
(32) 優先日	平成13年10月29日 (2001.10.29)		弁理士 本多 弘徳
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100108589
			弁理士 市川 利光
		(74) 代理人	100115107
			弁理士 高松 猛
		(72) 発明者	坂井 孝
			東京都中央区日本橋小網町19番5号 曙 ブレーキ工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 充填物検知方法及び充填物検知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電気エネルギーを機械エネルギーに変換するセンサ素子に所定の範囲で周波数が連続的に変化する電気信号を印加し、前記センサ素子を所定の空間内に充填される充填物に接触させた際のその振動周波数特性変化に応じた当該センサ素子に印加された前記電気信号の周波数 - 電圧特性におけるピーク電圧の位置と大きさの変化を検出することで、前記空間内における前記充填物の充填状況を検知する共に前記充填物となるコンクリート又はモルタルの物性の違いを検知することを特徴とする充填物検知方法。

【請求項2】

電気エネルギーを機械エネルギーに変換するセンサ素子を複数個離間配置させてそれぞれに所定の範囲で周波数が連続的に変化する電気信号を印加し、前記各センサ素子を所定の空間内に充填される充填物に接触させた際のそれぞれの振動周波数特性変化に応じた当該センサに印加された前記電気信号の周波数 - 電圧特性におけるピーク電圧の位置と大きさの変化を検出することで、前記充填物の構成物質の充填状況を検知すると共に、前記充填物となるコンクリート又はモルタルの物性の違いを検知し、さらに前記センサ素子のいずれか1つでも他のセンサ素子の振動周波数特性変化と異なる変化を検知したときは前記充填物をコンクリートとすることを特徴とする充填物検知方法。

【請求項3】

電気エネルギーを機械エネルギーに変換するセンサ素子と、
所定の範囲で周波数が連続的に変化する電気信号を繰り返し発生し、発生した電気信号

10

20

を前記センサ素子に印加する信号発生・印加手段と、

前記信号発生・印加手段にて発生した電気信号を前記センサ素子に印加された際の前記センサ素子の振動周波数特性を検出する周波数特性検出手段と、

前記周波数特性検出手段の出力である前記センサ素子の振動周波数特性変化に応じた周波数 - 電圧特性におけるピーク電圧の位置と大きさの変化から、前記センサ素子に何も接触させないときの前記周波数特性検出手段の出力を基準として、前記センサ素子に対する所定の空間内における検知対象物の接触・非接触を判定すると共に前記検知対象物となるコンクリート又はモルタルの物性の違いを判定する判定手段を具備することを特徴とする充填物検知装置。

【請求項 4】

電気エネルギーを機械エネルギーに変換する複数のセンサ素子と、

所定の範囲で周波数が連続的に変化する電気信号を繰り返し発生し、発生した電気信号を前記各センサ素子に印加する信号発生・印加手段と、

前記信号発生・印加手段にて発生した電気信号を前記各センサ素子に印加された際の前記各センサ素子の振動周波数特性を検出する周波数特性検出手段と、

前記周波数特性検出手段の出力である前記各センサ素子の振動周波数特性変化に応じた周波数 - 電圧特性におけるピーク電圧の位置と大きさの変化から、前記各センサ素子に何も接触させないときの前記周波数特性検出手段の出力を基準として、前記各センサ素子に対する所定の空間内における検知対象物の接触・非接触を判定すると共に前記前記検知対象物となるコンクリート又はモルタルの物性の違いを判定する判定手段を具備し、

前記判定手段は、前記センサ素子のいずれか 1 つでも他のセンサ素子の振動周波数特性変化と異なる変化が検知されたときは前記検知対象物をコンクリートと判定することを特徴とする充填物検知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばプレキャストコンクリートで作られた型枠へのコンクリートの充填状況を検知する充填物検知方法及び充填物検知装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、建築物の構造体には、プレキャストコンクリートで作られた型枠（以下、プレキャストコンクリート型枠と呼ぶ）の内部に鉄筋を配し、コンクリートを充填する方法が採られている。

近年、デザインの多様化などからプレキャストコンクリート型枠の形状も複雑になり、その複雑な形状の末端部までコンクリートが正しく充填されているかどうかを非破壊検査で容易に検出することができる方法が望まれている。

【0003】

現在商品化されている方法としては、例えば特開平 7 - 269120 号公報、特開平 10 - 197467 号公報又は特許第 2836799 号公報で開示されているものがあり、いずれも 2 つの電極をプレキャストコンクリート型枠内に配置し、その 2 つの電極にコンクリートが接触した際に発生する電位を検出してコンクリートが充填されたことを検知するようにしている。

【0004】

また、前記の 3 つの方法とは別な方法として、熱電対をプレキャストコンクリート型枠内に配置し、空気とコンクリートの比熱の違いを利用して温度変化でコンクリートの充填の状態を見分けるようにしたものもある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来のコンクリート充填検出方法にあっては、次のような問題があった。

すなわち、プレキャストコンクリート型枠内に設置した電極間の電位は、コンクリート

10

20

30

40

50

に含まれる水の硬度や周囲温度の影響によって一定しないため、毎回現場で基準値をとる作業が必要となり、作業効率が良くない。

【0006】

また、熱電対を用いて空気とコンクリートの比熱の違いを利用してコンクリートの充填状況を検出するものでは、コンクリートと気温の温度差が小さいとコンクリートの充填状況を正確に検出することができない。特に、海洋に埋設されたような建造物では内部が海水で満たされているため、温度差による検出は困難である。

【0007】

また、モルタルと骨材の入ったコンクリートの違いを識別することができない。この理由は、現在商品化されているシステムは、両者ともモルタルの化学的物性を利用して充填を検知するものであり、コンクリートとモルタルの違いは骨材の有無であることから、骨材の存在を認識できなければコンクリートとモルタルの識別ができないからである。

【0008】

本発明に係る事情に鑑みてなされたものであり、所定の空間例えば閉鎖空間及び開放空間であっても充填が目視等によって容易に確認できない空間内へのコンクリート等の充填物の充填状況を正確且つ容易に検知することができる充填物検知方法及び充填物検知装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決する為の手段】

請求項1に係る発明の閉鎖空間内充填物検知方法は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換するセンサ素子に所定の範囲で周波数が連続的に変化する電気信号を印加し、前記センサ素子を所定の空間内に充填される充填物に接触させた際のその振動周波数特性変化に応じた当該センサ素子に印加された前記電気信号の周波数 - 電圧特性におけるピーク電圧の位置と大きさの変化を検出することで、前記空間内における前記充填物の充填状況を検知する共に前記充填物となるコンクリート又はモルタルの物性の違いを検知することを特徴とする。

【0010】

この方法によれば、センサ素子に充填物を接触させたときと、接触させなかったときとでセンサ素子の振動の周波数特性が変化することを利用して、空間内への充填物となるコンクリート又はモルタルの充填状況を検知するようにした。これにより、周囲温度の変化に関係なくコンクリート又はモルタルの充填状況を正確且つ容易に検知することが可能となる。例えば、充填物がコンクリートの場合、気温やコンクリートの温度、使用する水の硬度などに影響を受けることがなく、正確に充填状況を検知することができる。

【0011】

また、センサ素子の固有の振動周波数特性は予め判っているので、現場での特別な基準値の設定等の作業が不要であり、充填状況の検知を短時間で行うことができる。さらに、センサ素子の振動周波数特性はセンサ素子に接している物質の比重や粘度などによって変化するので、この変化量を観測すれば、充填された物質がコンクリートなのか、モルタルなのかを識別することが可能となる。

【0012】

請求項2に係る発明の閉鎖空間内充填物検知方法は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換するセンサ素子を複数個離間配置させてそれぞれに所定の範囲で周波数が連続的に変化する電気信号を印加し、前記各センサ素子を所定の空間内に充填される充填物に接触させた際のそれぞれの振動周波数特性変化に応じた当該センサに印加された前記電気信号の周波数 - 電圧特性におけるピーク電圧の位置と大きさの変化を検出することで、前記充填物の構成物質の充填状況を検知すると共に、前記充填物となるコンクリート又はモルタルの物性の違いを検知し、さらに前記センサ素子のいずれか1つでも他のセンサ素子の振動周波数特性変化と異なる変化を検知したときは前記充填物をコンクリートとすることを特徴とする。

【0013】

この方法によれば、複数のセンサ素子それぞれに同一の電気信号を印加して、それぞれの振動周波数特性変化を検出するので、充填物の構成物質の充填状況を検知することができる。例えば、充填物がコンクリートの場合、構成物質はモルタルと骨材であり、モルタルに接触したセンサ素子の振動周波数特性変化と骨材と接触したセンサ素子の振動周波数特性変化に違いが現れる。このときセンサ素子のいずれか1つでも他のセンサ素子の振動周波数特性変化と異なる変化を検知したときは、モルタルと骨材が混在するとして、コンクリートが充填されたことを知ることができる。

【0014】

請求項3に係る発明の充填物検知装置は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換するセンサ素子と、所定の範囲で周波数が連続的に変化する電気信号を繰り返し発生し、発生した電気信号を前記センサ素子に印加する信号発生・印加手段と、前記信号発生・印加手段にて発生した電気信号を前記センサ素子に印加された際の前記センサ素子の振動周波数特性を検出する周波数特性検出手段と、前記周波数特性検出手段の出力である前記センサ素子の振動周波数特性変化に応じた周波数 - 電圧特性におけるピーク電圧の位置と大きさの変化から、前記センサ素子に何も接触させないときの前記周波数特性検出手段の出力を基準として、前記センサ素子に対する所定の空間内における検知対象物の接触・非接触を判定すると共に前記検知対象物となるコンクリート又はモルタルの物性の違いを判定する判定手段を具備することを特徴とする。

10

【0015】

この構成によれば、電気信号を機械信号に変換するセンサ素子（例えば圧電スピーカ）を正弦波によって振動させ、またこの正弦波の周波数を任意の範囲で変化させることによってセンサ素子の振動周波数特性変化に応じた周波数 - 電圧特性におけるピーク電圧の位置と大きさの変化を検出するようにしたので、センサ素子にコンクリート又はモルタルの充填物が接触したときの振動周波数特性の変化によって充填物の空間内での充填状況を検出することが可能となり、またコンクリート又はモルタルの物性の違いを容易に判断することができる。

20

【0018】

請求項4に係る発明の充填物検知装置は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する複数のセンサ素子と、所定の範囲で周波数が連続的に変化する電気信号を繰り返し発生し、発生した電気信号を前記各センサ素子に印加する信号発生・印加手段と、前記信号発生・印加手段にて発生した電気信号を前記各センサ素子に印加された際の前記各センサ素子の振動周波数特性を検出する周波数特性検出手段と、前記周波数特性検出手段の出力である前記各センサ素子の振動周波数特性変化に応じた周波数 - 電圧特性におけるピーク電圧の位置と大きさの変化から、前記各センサ素子に何も接触させないときの前記周波数特性検出手段の出力を基準として、前記各センサ素子に対する所定の空間内における検知対象物の接触・非接触を判定すると共に前記前記検知対象物となるコンクリート又はモルタルの物性の違いを判定する判定手段を具備し、前記判定手段は、前記センサ素子のいずれか1つでも他のセンサ素子の振動周波数特性変化と異なる変化が検知されたときは前記検知対象物をコンクリートと判定することを特徴とする。

30

【0019】

この構成によれば、複数のセンサ素子それぞれに同一の電気信号を印加して、それぞれの振動周波数特性変化に応じた周波数 - 電圧特性におけるピーク電圧の位置と大きさの変化を検出するので、充填物の構成物質の充填状況を検知することができる。例えば、充填物がコンクリートの場合、構成物質はモルタルと骨材であり、モルタルに接触したセンサ素子の振動周波数特性変化と骨材と接触したセンサ素子の振動周波数特性変化に違いが現れる。このときセンサ素子のいずれか1つでも他のセンサ素子の振動周波数特性変化と異なる変化を検知したときは、モルタルと骨材が混在するとして、コンクリートが充填されたことを知ることができる。

40

【0022】

【発明の実施の形態】

50

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施の形態に係る充填物検知装置の構成を示すブロック図である。

【0023】

この図において、本実施の形態に係る充填物検知装置は、同期信号発生器1と、可変周波数発振器2と、増幅器3と、圧電スピーカ（センサ素子）4と、抵抗5と、差動増幅器6と、4象限掛け算器7と、ローパスフィルタ8と、判定部9とを備えて構成される。

【0024】

同期信号発生器1は、可変周波数発振器2を繰り返し動作させるための同期信号を発生する。可変周波数発振器2は、周波数が所定の周波数範囲（例えば1kHzから20kHz）で連続的に変化する正弦波の電気信号を発生する。この場合、同期信号発生器1から同期信号が出力される毎に、初期周波数（例えば1kHz）から繰り返し正弦波信号を発生する。増幅器3は、可変周波数発振器2からの正弦波信号を、圧電スピーカ4を駆動できるレベルまで増幅し、加振用信号 V_r として出力する。なお、本実施の形態では、同期信号発生器1、可変周波数発振器2及び増幅器3を含めて信号発生・印加手段と呼ぶ。

【0025】

圧電スピーカ4は、圧電素子を使用したものであり、電気信号を機械信号に変換して出力する。抵抗5は、増幅器3と圧電スピーカ4との間に直列に介挿され、その両端には圧電スピーカ4に流れる電流に対応する電圧が発生する。圧電スピーカ4に流れる電流は周波数の変化によって変化するので、抵抗5の両端に現れる電圧は圧電スピーカ4の周波数特性を反映したものになる。

【0026】

差動増幅器6は、抵抗5の両端の電圧を増幅して電圧 V_i を出力する。4象限掛け算器7は、加振用信号 V_r と電圧 V_i を乗算してこれらの電圧に対するノイズの影響を除去する。ローパスフィルタ8は、4象限掛け算器7の出力信号から以下で説明する $\cos(2t + \quad + \quad)$ 分を除去した信号（出力電圧 V_o ）を出力する。なお、本実施の形態では、抵抗5、差動増幅器6、4象限掛け算器7及びローパスフィルタ8を含めて周波数特性検出手段と呼ぶ。

【0027】

判定部9は、図示せぬマイコンやLCD（液晶表示器）等の表示器を備えており、圧電スピーカ4にコンクリートを接触させないときの固有の振動周波数特性を基準として、ローパスフィルタ8から出力される信号から、圧電スピーカ4に対するプレキャストコンクリート型枠内におけるコンクリートの接触・非接触を判定し、その結果（良否）を表示器上に表示する。この場合、圧電スピーカ4の固有の振動周波数特性を一度設定しておけば以後メンテナンス時以外、再設定する必要はない。なお、この圧電スピーカ4の固有の振動周波数特性はマイコンのメモリに記憶される。

【0028】

このような構成において、可変周波数発振器2にて発生した正弦波信号は、増幅器3にて増幅されて加振用電圧 V_r として圧電スピーカ4に入力されて、圧電スピーカ4にて機械的振動が発生する。加振用電圧 V_r は4象限掛け算器7へも入力される。圧電スピーカ4に機械的振動が発生すると、抵抗5の両端には圧電スピーカ4に流れる電流に対応する電圧が発生する。この電圧が差動増幅器6にて増幅されて電圧 V_i が出力される。電圧 V_i と増幅器3からの加振用電圧 V_r とが4象限掛け算器7にて乗算される。そして、その出力がローパスフィルタ8にて $\cos(2t + \quad + \quad)$ 成分が除去されて出力電圧 V_o として得られる。

【0029】

この出力信号 V_o は、加振用信号の周波数変化に対する圧電スピーカ4の周波数特性（振幅と位相）を反映した信号になる。このとき、圧電スピーカ4の表面に何も接触していないと圧電スピーカ4の持つ固有振動数付近の周波数にピークを持った電圧が図2に示すように現れる。そして、この圧電スピーカ4の周りにコンクリートが充填されると、圧電スピーカ4の振動特性が変化して、図3に示すようにピーク電圧の位置と大きさが変化する

10

20

30

40

50

る。判定部 9 はこのピーク電圧の変化からコンクリートの充填状況を判定し、その結果を表示器上に表示する。これにより、容易にコンクリートの充填を判別することができる。

【0030】

上記作動原理を、数式を用いて説明すると以下のようになる。

ここで、 $V_r = A \sin(t + \phi_r)$ 、 $V_i = B \sin(t + \phi_i)$ とする。但し、 A 、 B は振幅、 t は周波数、 ϕ_r と ϕ_i は位相のずれとする。

$$\begin{aligned} V_r \times V_i &= A \sin(t + \phi_r) \times B \sin(t + \phi_i) \\ &= AB [\cos(\phi_r - \phi_i) - \cos(2t + \phi_r + \phi_i)] / 2 \quad (1) \end{aligned}$$

【0031】

式 (1) の $\cos(\phi_r - \phi_i)$ の部分は、位相差に合わせて変化する直流成分であり、ここに電圧 V_i の振幅成分も含まれる。また、 $\cos(2t + \phi_r + \phi_i)$ の部分は、元の加振用電圧 V_r と電圧 V_i の 2 倍の周波数の信号である。必要とする周波数特性の情報は、電圧 V_i の振幅 (大きさ) であるので、式 (1) の $\cos(\phi_r - \phi_i)$ のみで良い。したがって、ローパスフィルタ 8 を通過させて $\cos(2t + \phi_r + \phi_i)$ の成分を除去すればよい。このようにして出力電圧 V_o には周波数特性が電圧の形で現れる。

【0032】

図 2 及び図 3 で示したように、プレキャストコンクリート型枠内等の空間内にコンクリートが充填されると、ピークの周波数とレベルが変化することで、その状況を検知することができる。

【0033】

このように、本実施の形態によれば、所定の範囲で周波数が連続的に変化する正弦波の電気信号を発生させて、この電気信号を圧電スピーカ 4 に印加して振動周波数特性を検出し、この振動周波数特性をもとに圧電スピーカ 4 をプレキャストコンクリート型枠内に充填されたコンクリートに接触させた際の周波数特性の変化を検出するようにしたので、気温やコンクリートの温度、使用する水の硬度などに影響を受けることがなく、コンクリートのプレキャストコンクリート型枠内における充填状況を検知することができる。すなわち、プレキャストコンクリート型枠内におけるコンクリートの充填状況を正確且つ容易に検知することが可能となる。

【0034】

ところで、一般のコンクリートの場合、モルタル (セメントと砂と水から成る) と粗骨材がコンクリートミキサで十分に攪拌された後にプレキャストコンクリート型枠内に充填されるが、過密配筋などで粗骨材が鉄筋に引っ掛かってモルタルだけが充填される場合が考えられる。この場合、コンクリートの強度不足が懸念されるため、粗骨材の有無を確実に認識できる方法が望まれる。

【0035】

通常、センサ素子である圧電スピーカ 4 に粗骨材が接触した場合には、図 3 に示すようなピーク電圧が殆ど無いフラットな波形になるが、粗骨材のないモルタルに接触した場合には図 4 に示すようにピーク電圧が低周波数領域にずれ込み、またその値も低くなる。

【0036】

ここで問題となるのは、圧電スピーカ 4 を小型化した場合、コンクリートの充填を検出しようとする個所に圧電スピーカ 4 を設置してコンクリートを充填した際に、図 5 に示すように圧電スピーカ 4 に粗骨材 30 が接触しないと図 4 のような波形となり、充填されているものがモルタル 31 と認識してしまう。これに対して、図 6 に示すように粗骨材 30 が圧電素子 4 に接触していれば図 3 のような波形となり、コンクリートが充填されたと認識できる。なお、図 5 及び図 6 において、符号 32 で示す部材はコンパネである。

【0037】

なお、圧電スピーカ 4 そのものを大きくすると、粗骨材 30 に接触する割合が多くなるが、圧電スピーカ 4 の質量も増加して振動しにくくなり、この場合圧電スピーカ 4 の感度が悪くなるので、圧電スピーカ 4 を大きくすることはできない。そこで、圧電スピーカ 4 を小型化してもその数を多くすることで粗骨材 30 に接触する確率を高くでき、判定精度

10

20

30

40

50

の向上を期待できる。以下に、コンクリートの構成素材である粗骨材 30 の有無を検出することで充填状況を検知することができる実施の形態について説明する。

【0038】

図7は、本発明の他の実施の形態に係る充填物検知装置の構成を示すブロック図である。

この図において、本実施の形態に係る充填物検知装置は、加振用信号発生・印加部20と、複数の周波数特性検出部21と、判定部22とを備えて構成される。加振用信号発生・印加部20は、実施の形態1に係る充填物検知装置の周波数信号発生器1、可変周波数発振器2及び増幅器3と同一のものを備えており、周波数が所定の周波数範囲（例えば1kHzから20kHz）で連続的に変化する正弦波の電気信号を発生する。

10

【0039】

複数の周波数特性検出部21は、それぞれ実施の形態1に係る充填物検知装置の圧電スピーカ4、抵抗5、差動増幅器6、4象限掛け算器7及びLPF8と同一のものを備えており、圧電スピーカ4の振動周波数特性を検出する。判定部22は、各周波数特性検出部21の検出結果からコンクリートの構成物質であるモルタルと粗骨材を検出する。各周波数特性検出部21の圧電スピーカ4は、図8に示すように一定の間隔でプレート23上に隣接配置される。この図では9個の圧電スピーカ4が配置されている。なお、複数の圧電スピーカ4とこれらを固定するプレート23をセンサ部と呼ぶこととする。

【0040】

判定部22は、センサ部に何も接触させないときの各周波数特性検出部21の出力を基準として、センサ部をプレキャストコンクリート型枠内のコンクリートに接触させた際のそれぞれの振動周波数特性変化を検出することで、充填物がコンクリートかモルタルかを判定する。すなわち、センサ部の全圧電スピーカ4の振動周波数特性変化が図4のようであれば粗骨材の無いモルタルと判定し、全圧電スピーカ4のいずれか1つでも振動周波数特性変化が図3のようであれば、コンクリートと判定する。充填物としてコンクリートを用いたにも関わらずモルタルと判定した場合は、過密配筋などで粗骨材が鉄筋に引っ掛かってモルタルだけが充填されたものと判断できる。また、コンクリートと判定した場合は、コンクリートが正しく充填されたものと判断できる。

20

【0041】

ここで、図9は上記センサ部を用いた場合の充填状況の一例を示す図であり、圧電スピーカ4-1が粗骨材30に接触しているので、残りの全ての圧電スピーカ30が粗骨材30に接してなくとも、コンクリートの状態で充填されていることが分かる。なお、圧電スピーカ4の数が多きほど、また間隔が狭いほどコンクリート内の粗骨材30に接触する確率が高くなり判定精度は向上するが、実際には大きさに限度があるため、現実に使われているコンクリートの粗骨材の割合に則した数及び間隔にするのが良い。一般に使用されている粗骨材の最大寸法は20又は25mmで、空隙率（粗骨材で無い部分 モルタル+細骨材）は30～40%が一般的であるため、これを考慮した数と寸法にするのが良い。

30

【0042】

このように、本実施の形態によれば、複数の圧電スピーカ4それぞれに同一の電気信号を印加してそれぞれの振動周波数特性変化を検出するので、コンクリートの構成物質であるモルタルと粗骨材の充填状況を検知することができる。

40

【0043】

なお、上記各実施の形態では、単一の周波数範囲の正弦波を用いたが、周波数範囲を切り替える周波数範囲切替器（図示略）を設けて、複数の周波数範囲の正弦波を択一的に選択できるようにしてもよい。この場合、可変周波数発振器2は、周波数範囲切替器にて切り替えられた範囲の周波数帯で正弦波信号を繰り返し発生させる機能を有することになる。このように、複数の周波数範囲の正弦波を択一的に選択できるようにすることで、プレキャストコンクリート型枠の構造や材質等の物理的な特性に応じて測定に最適な周波数範囲を選択することができ、これによって、より精度の高い測定が可能となる。

【0044】

50

また、上記各実施の形態では、判定部 9、22 を設けたが、必ずしもこれら設ける必要はなく、オシロスコープなどの波形測定装置を用いて、ローパスフィルタ 8 の出力波形を観測するようにしても良い。オシロスコープなどの波形測定装置がある場合は、判定部 9、22 を不要とする分、装置としてのコストの削減が可能となる。

【0045】

また、上記各実施の形態では、コンクリートのプレキャストコンクリート型枠等の閉鎖空間内への充填状況の検出について述べたが、他の木製型枠や鋼材で作られた型枠内への充填状況の検出等に使用できることは述べるまでもない。

【0046】

【発明の効果】

10

請求項 1 に係る発明の閉鎖空間内充填物検知方法によれば、所定の範囲で周波数が連続的に変化する正弦波の電気信号を発生させて、この電気信号を、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する素子に印加して素子の振動の周波数特性を検出し、この周波数特性をもとに素子を空間内に充填された充填物に接触させた際の周波数特性の変化を検出するようにしたので、充填物の空間内における充填状況を正確且つ容易に検出することができる。

【0047】

請求項 2 に係る発明の閉鎖空間内充填物検知方法によれば、複数のセンサ素子それぞれに同一の電気信号を印加して、それぞれの振動周波数特性変化を検出するので、充填物の構成物質の充填状況を検知することができる。

【0048】

20

請求項 3 に係る発明の充填物検知装置によれば、電気信号を機械信号に変換するセンサ素子（例えば圧電スピーカ）を正弦波によって振動させ、またこの正弦波の周波数を任意の範囲で変化させることによってセンサ素子の振動周波数特性を検出するようにしたので、センサ素子にコンクリート等の充填物が接触したときの振動周波数特性の変化によって充填物の空間内での充填状況を検出することができる。

【0049】

請求項 3 に係る発明の充填物検知装置によれば、判定手段の出力によって、センサ素子にコンクリート等の充填物が接触した状態か否かを容易に判断することができる。

【0050】

請求項 4 に係る発明の充填物検知装置によれば、複数のセンサ素子それぞれに同一の電気信号を印加して、それぞれの振動周波数特性変化を検出するので、充填物の構成物質の充填状況を検知することができる。

30

【0051】

請求項 5 に係る発明の充填物検知装置によれば、センサ素子として圧電スピーカを利用したので、安価な充填物検知装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施の形態に係る充填物検知装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】 図 1 の充填物検知装置での測定結果の一例を示す図で、プレキャストコンクリート型枠内にコンクリートが無い場合の出力電圧波形図である。

【図 3】 図 1 の充填物検知装置での測定結果の一例を示す図で、プレキャストコンクリート型枠内にコンクリートが有る場合の出力電圧波形図である。

40

【図 4】 図 1 の充填物検知装置での測定結果の一例を示す図で、プレキャストコンクリート型枠内にモルタルが有る場合の出力電圧波形図である。

【図 5】 プレキャストコンクリート型枠内のコンクリートの充填状況を示す図で、圧電スピーカに粗骨材が接触していない場合の図である。

【図 6】 プレキャストコンクリート型枠内のコンクリートの充填状況を示す図で、圧電スピーカに粗骨材が接触している場合の図である。

【図 7】 本発明の他の実施の形態に係る充填物検知装置の構成を示すブロック図である。

。

【図 8】 図 7 の充填物検知装置のセンサ部を示す図である。

50

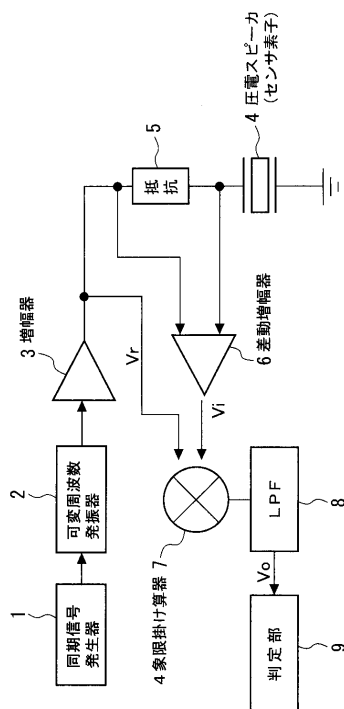
【図 9】 プレキャストコンクリート型枠内のコンクリートの充填状況を示す図で、センサ部の 1 つの圧電スピーカに粗骨材が接触している場合の図である。

【符号の説明】

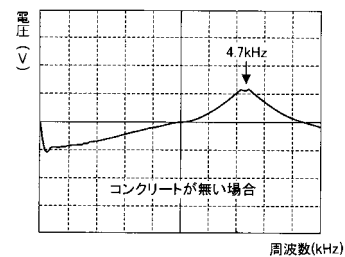
- 1 同期信号発生器
- 2 可変周波数発振器
- 3 増幅器
- 4、4 - 1、4 - 2、4 - 3 圧電スピーカ
- 5 抵抗
- 6 差動増幅器
- 7 4 象限掛け算器
- 8 ローパスフィルタ
- 9、2 2 判定部
- 2 0 加振用信号発生・印加部
- 2 1 周波数特性検出部
- 3 0 粗骨材
- 3 1 モルタル
- 3 2 コンパネ

10

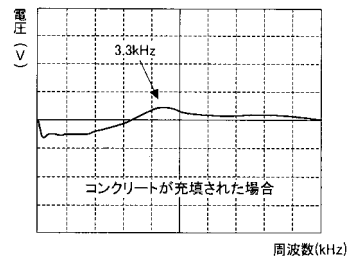
【図 1】



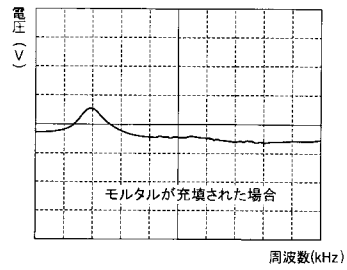
【図 2】



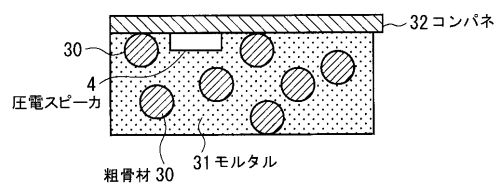
【図 3】



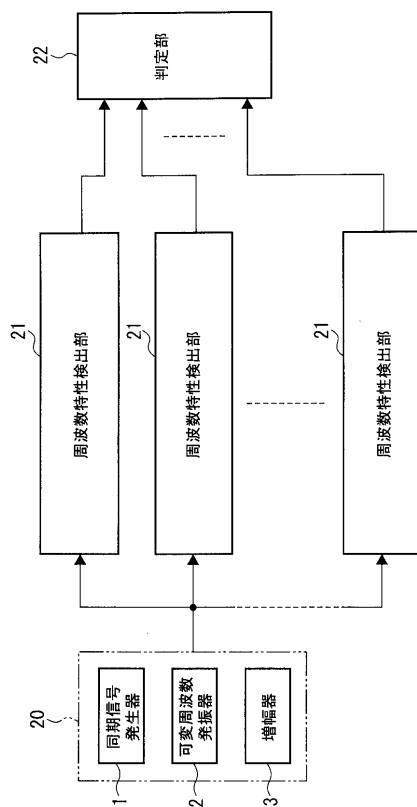
【図 4】



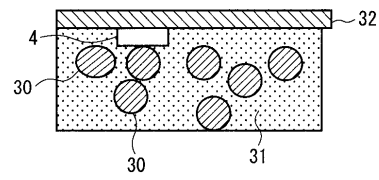
【図 5】



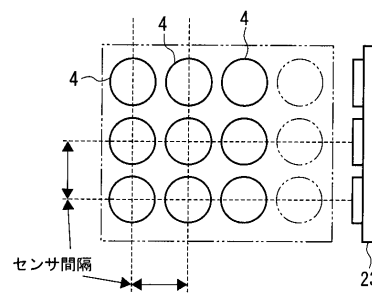
【図 7】



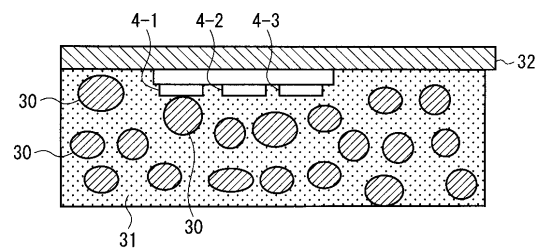
【図 6】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 金子 稔

東京都中央区日本橋小網町19番5号 曙ブレーキ工業株式会社内

審査官 田中 洋介

(56)参考文献 特開平07-098240(JP,A)

特開平11-281462(JP,A)

特公平03-007244(JP,B2)

特表平11-503821(JP,A)

特開平02-059659(JP,A)

特開昭63-235856(JP,A)

特開2001-147146(JP,A)

特許第2968517(JP,B2)

特開平07-019932(JP,A)

特開平09-093696(JP,A)

特開平05-264324(JP,A)

特開昭63-233330(JP,A)

特開昭60-253864(JP,A)

実開昭61-003408(JP,U)

特公平05-045887(JP,B2)

末岡英二 他, 圧電セラミック素子を用いた鋼板とコンクリート間の空隙検知に関する実験, 土木学会年次学術講演会講演概要集 第5部, 2001年 9月 1日, Vol.56th, Page.774-775

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 29/00-29/52

G01F 23/22

JSTPlus(JDream2)

JST7580(JDream2)