

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7686861号
(P7686861)

(45)発行日 令和7年6月2日(2025.6.2)

(24)登録日 令和7年5月23日(2025.5.23)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 N 29/04 (2006.01) G 0 1 N 29/04

請求項の数 5 (全20頁)

(21)出願番号	特願2024-159330(P2024-159330)	(73)特許権者	000103769
(22)出願日	令和6年9月13日(2024.9.13)		オリエンタル白石株式会社
審査請求日	令和6年9月17日(2024.9.17)		東京都江東区豊洲五丁目6番52号
早期審査対象出願		(74)代理人	100120868
前置審査			弁理士 安彦 元
		(72)発明者	懸樋 洸大
			東京都江東区豊洲五丁目6番52号 オ リエントタル白石株式会社内
		(72)発明者	本庄 慧
			東京都江東区豊洲五丁目6番52号 オ リエントタル白石株式会社内
		(72)発明者	進藤 匡浩
			東京都江東区豊洲五丁目6番52号 オ リエントタル白石株式会社内
		(72)発明者	正司 明夫
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コンクリート構造物の空隙評価システム及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンクリート構造物の第1打撃音を含む基準信号を取得する基準信号取得手段と、
前記第1打撃音と異なる、コンクリート構造物の第2打撃音を含む評価信号を取得する
評価信号取得手段と、

前記基準信号取得手段により取得された基準信号と、前記評価信号取得手段により取得
された評価信号とに基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する空隙評価手段と、

前記基準信号取得手段により取得された基準信号の周波数解析に基づく基準用データを
取得する基準用データ取得手段と、

前記評価信号取得手段により取得された評価信号の周波数解析に基づく評価用データを
取得する評価用データ取得手段と、

コンクリート構造物を連続的に打撃する打撃手段と、
前記打撃手段の打撃により生じた前記第2打撃音を連続的に集音する集音部と
を備え、

前記評価信号取得手段は、更に、前記集音部が集音した第2打撃音を含む前記評価信号
を取得し、前記第2打撃音取得時の前記集音部の位置を示す位置情報を取得し、

前記空隙評価手段は、更に、

前記基準信号取得手段により取得された基準信号と、前記評価信号取得手段により取
得された評価信号、及び位置情報とに基づいて、前記集音部の位置に対する、基準用デー
タと評価用データの差を定量化した指標である異常度を取得し、

10

20

前記集音部の位置に対する、前記異常度の微分値を取得し、前記微分値に基づいて、前記集音部の位置に対するコンクリート構造物の空隙を評価すること

を特徴とするコンクリート構造物の空隙評価システム。

【請求項 2】

前記基準用データ取得手段は、前記基準信号取得手段により取得された基準信号から、周波数 f_1, \dots, f_n に対する基準信号のパワースペクトル x_1, \dots, x_n を取得し、

前記評価用データ取得手段は、前記評価信号取得手段により取得された評価信号から、周波数 f_1, \dots, f_n に対する評価信号のパワースペクトル y_1, \dots, y_n を取得し、

前記空隙評価手段は、(1)式で示すコサイン類似度 C に基づいて、(2)式で示す異常度 Z を取得し、

前記異常度に基づいて、前記集音部の位置に対する、コンクリート構造物の空隙を評価すること

を特徴とする請求項 1 に記載のコンクリート構造物の空隙評価システム。

【数 1】

$$C = \frac{\sum_{k=1}^n x_k y_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^n x_k^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n y_k^2}} \quad (1)$$

【数 2】

$$Z = 1 - C \quad (2)$$

【請求項 3】

コンクリート構造物の第 1 打撃音を含む基準信号を取得する基準信号取得手段と、

前記第 1 打撃音と異なる、コンクリート構造物の第 2 打撃音を含む評価信号を取得する評価信号取得手段と、

前記基準信号取得手段により取得された基準信号と、前記評価信号取得手段により取得された評価信号とに基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する空隙評価手段と、

前記基準信号取得手段により取得された基準信号の周波数解析に基づく基準用データを取得する基準用データ取得手段と、

前記評価信号取得手段により取得された評価信号の周波数解析に基づく評価用データを取得する評価用データ取得手段と、

コンクリート構造物を連続的に打撃する打撃手段と、

前記打撃手段の打撃により生じた前記第 2 打撃音を連続的に集音する集音部と

を備え、

前記評価信号取得手段は、更に、前記集音部が集音した第 2 打撃音を含む前記評価信号を取得し、前記第 2 打撃音取得時の前記集音部の位置を示す位置情報を取得し、

前記基準用データ取得手段は、前記基準信号取得手段により取得された基準信号のピークに関する第 1 ピーク情報を取得し、

前記評価用データ取得手段は、前記評価信号取得手段により取得された評価信号のピークに関する第 2 ピーク情報を取得し、

前記空隙評価手段は、前記評価用データ取得手段で取得された第 2 ピーク情報と、前記集音部の位置を示す位置情報とに基づいて、前記集音部の位置に対する、前記第 2 ピーク情報の微分値を新たに取得し、前記微分値に基づいて、前記集音部の位置に対する、コンクリート構造物の空隙が存在する深さを評価すること

を特徴とするコンクリート構造物の空隙評価システム。

【請求項 4】

コンクリート構造物の第 1 打撃音を含む基準信号を取得する基準信号取得ステップと、
前記第 1 打撃音と異なる、コンクリート構造物の第 2 打撃音を含む評価信号を取得する
評価信号取得ステップと、

前記基準信号取得ステップにより取得された基準信号と、前記評価信号取得ステップに
より取得された評価信号とに基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する空隙評価ス
テップと、

前記基準信号取得ステップにより取得された基準信号の周波数解析に基づく基準用デー
タを取得する基準用データ取得ステップと、

前記評価信号取得ステップにより取得された評価信号の周波数解析に基づく評価用デー
タを取得する評価用データ取得ステップと、

コンクリート構造物を連続的に打撃する打撃ステップと、

前記打撃ステップの打撃により生じた前記第 2 打撃音を、前記第 2 打撃音を集音する集
音部によって連続的に集音する集音ステップとをコンピュータに実行させ、

前記評価信号取得ステップでは、更に、前記集音ステップで集音した第 2 打撃音を含む
前記評価信号を取得し、前記第 2 打撃音取得時の前記集音部の位置を示す位置情報を取得
し、

前記空隙評価ステップでは、更に、

前記基準信号取得ステップにより取得された基準信号と、前記評価信号取得ステップ
により取得された評価信号、及び位置情報とに基づいて、前記集音部の位置に対する、基
準用データと評価用データの差を定量化した指標である異常度を取得し、
前記集音部の位置に対する、前記異常度の微分値を取得し、前記微分値に基づいて、前記
集音部の位置に対するコンクリート構造物の空隙を評価すること

を特徴とするコンクリート構造物の空隙評価プログラム。

【請求項 5】

コンクリート構造物の第 1 打撃音を含む基準信号を取得する基準信号取得ステップと、
前記第 1 打撃音と異なる、コンクリート構造物の第 2 打撃音を含む評価信号を取得する評
価信号取得ステップと、

前記基準信号取得ステップにより取得された基準信号と、前記評価信号取得ステップによ
り取得された評価信号とに基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する空隙評価ステ
ップと、

前記基準信号取得ステップにより取得された基準信号の周波数解析に基づく基準用デー
タを取得する基準用データ取得ステップと、

前記評価信号取得ステップにより取得された評価信号の周波数解析に基づく評価用デー
タを取得する評価用データ取得ステップと、

コンクリート構造物を連続的に打撃する打撃ステップと、

前記打撃ステップの打撃により生じた前記第 2 打撃音を、前記第 2 打撃音を集音する集
音部によって連続的に集音する集音ステップとをコンピュータに実行させ、

前記評価信号取得ステップでは、更に、前記集音ステップで集音した第 2 打撃音を含む前
記評価信号を取得し、前記第 2 打撃音取得時の前記集音部の位置を示す位置情報を取得し、
前記基準用データ取得ステップでは、前記基準信号取得ステップにより取得された基準信
号のピークに関する第 1 ピーク情報を取得し、

前記評価用データ取得ステップでは、前記評価信号取得ステップにより取得された評価信
号のピークに関する第 2 ピーク情報を取得し、

前記空隙評価ステップでは、前記評価用データ取得ステップにより取得された第 2 ピーク
情報と、前記集音部の位置を示す位置情報とに基づいて、前記集音部の位置に対する、前
記第 2 ピーク情報の微分値を新たに取得し、前記微分値に基づいて、前記集音部の位置に
対する、コンクリート構造物の空隙が存在する深さを評価すること

を特徴とするコンクリート構造物の空隙評価プログラム。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、コンクリート構造物の空隙評価システム及びプログラムに関する。

【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の亀裂や浮きなどの空隙を診断することは、建築及び土木の分野において極めて重要であった。コンクリート構造物に発生する空隙は、構造物の安全性と耐久性とに負の影響を与える。例えば、コンクリート構造物の空隙を放置した場合、コンクリートの耐久性が低下することに加えて、周囲のコンクリート構造物の劣化を進行させる場合がある。また、空隙を放置すると、コンクリート構造物がいずれ剥離、剥落を起こし、重大な事故につながる恐れがある。このため、この空隙を早期に発見し、修繕を行うことが必要とされている。

10

【0003】

コンクリート構造物の空隙の診断には、打診検査が行われている。打診検査では、作業者がコンクリート構造物を手作業で打撃し、この音を聞いてコンクリート構造物の空隙を診断する。打診検査は、素早く広範囲を診断できる一方、診断の精度は、作業者の経験や技能といった属人性に依存し、検査の結果にばらつきが生じるという課題があった。また、打診検査を行うことが可能な作業員が不足した場合、コンクリート構造物の検査が十分に実施できなくなるおそれがあるという課題があった。

20

【0004】

このため、コンクリート構造物の空隙の診断から、属人性や判断のばらつきを排除するために、集音したコンクリートの打撃音を解析する手法として、例えば特許文献1が開示されている。

【0005】

特許文献1では、コンクリート構造物の打撃時の振動波形を計測し、振動波形を周波数解析することで、コンクリート構造物の内部（背面）の状態を評価する方法が開示されている。この方法により、特許文献1に開示されている技術は、打撃したコンクリート構造物の空隙の有無を自動的に検出することが可能である。特許文献1では、コンクリート構造物に空隙が発生している場合、打撃音の周波数解析結果にはシャープなピーク周波数が現れるという性質に着目している。特許文献1に開示されている技術は、この性質を利用し、コンクリート構造物の空隙の評価において、近接する測定点でも計測を行い、ある測定点においてシャープなピーク周波数が、測定点がずれるにつれて次第にブロードになる箇所で、空隙が存在すると評価する。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

【文献】特開2023 005667号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

40

【0007】

しかしながら、特許文献1に開示されている技術は、ピーク周波数の鋭利さの変化が、どの程度コンクリート構造物の空隙の状態を表しているのかという点において、明確な評価基準や指標を決めることが難しいという課題があった。また、このため、コンクリート構造物に空隙があると評価された場合であっても、この結果を信頼できる基準に基づいて確認することができないという問題点があった。

【0008】

本発明は、上述した問題点に鑑みて案出されたものである。その目的とするところは、第1打撃音を含む基準信号と、第2打撃音を含む評価信号とに基づいてコンクリート構造物の空隙を評価することで、コンクリート構造物の空隙を自動的にかつ高精度に評価するこ

50

とが可能なコンクリート構造物の空隙評価システム及びプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

第1発明に係るコンクリート構造物の空隙評価システムは、コンクリート構造物の第1打撃音を含む基準信号を取得する基準信号取得手段と、前記第1打撃音と異なる、コンクリート構造物の第2打撃音を含む評価信号を取得する評価信号取得手段と、前記基準信号取得手段により取得された基準信号と、前記評価信号取得手段により取得された評価信号とに基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する空隙評価手段と、前記基準信号取得手段により取得された基準信号の周波数解析に基づく基準用データを取得する基準用データ取得手段と、前記評価信号取得手段により取得された評価信号の周波数解析に基づく評価用データを取得する評価用データ取得手段と、コンクリート構造物を連続的に打撃する打撃手段と、前記打撃手段の打撃により生じた前記第2打撃音を連続的に集音する集音部とを備え、前記評価信号取得手段は、更に、前記集音部が集音した第2打撃音を含む前記評価信号を取得し、前記第2打撃音取得時の前記集音部の位置を示す位置情報を取得し、前記空隙評価手段は、更に、前記基準信号取得手段により取得された基準信号と、前記評価信号取得手段により取得された評価信号、及び位置情報とに基づいて、前記集音部の位置に対する、基準用データと評価用データの差を定量化した指標である異常度を取得し、前記集音部の位置に対する、前記異常度の微分値を取得し、前記微分値に基づいて、前記集音部の位置に対するコンクリート構造物の空隙を評価することを特徴とする。

10

【0013】

第2発明に係るコンクリート構造物の空隙評価システムは、第1発明において、前記基準用データ取得手段は、前記基準信号取得手段により取得された基準信号から、周波数 f_1, \dots, f_n に対する基準信号のパワースペクトル x_1, \dots, x_n を取得し、前記評価用データ取得手段は、前記評価信号取得手段により取得された評価信号から、周波数 f_1, \dots, f_n に対する評価信号のパワースペクトル y_1, \dots, y_n を取得し、前記空隙評価手段は、(1)式で示すコサイン類似度 C に基づいて、(2)式で示す異常度 Z を取得し、前記異常度に基づいて、前記集音部の位置に対する、コンクリート構造物の空隙を評価することを特徴とする。

20

【0017】

第3発明に係るコンクリート構造物の空隙評価システムは、コンクリート構造物の第1打撃音を含む基準信号を取得する基準信号取得手段と、前記第1打撃音と異なる、コンクリート構造物の第2打撃音を含む評価信号を取得する評価信号取得手段と、前記基準信号取得手段により取得された基準信号と、前記評価信号取得手段により取得された評価信号とに基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する空隙評価手段と、前記基準信号取得手段により取得された基準信号の周波数解析に基づく基準用データを取得する基準用データ取得手段と、前記評価信号取得手段により取得された評価信号の周波数解析に基づく評価用データを取得する評価用データ取得手段と、コンクリート構造物を連続的に打撃する打撃手段と、前記打撃手段の打撃により生じた前記第2打撃音を連続的に集音する集音部とを備え、前記評価信号取得手段は、更に、前記集音部が集音した第2打撃音を含む前記評価信号を取得し、前記第2打撃音取得時の前記集音部の位置を示す位置情報を取得し、前記基準用データ取得手段は、前記基準信号取得手段により取得された基準信号のピークに関する第1ピーク情報を取得し、前記評価用データ取得手段は、前記評価信号取得手段により取得された評価信号のピークに関する第2ピーク情報を取得し、前記空隙評価手段は、前記評価用データ取得手段で取得された第2ピーク情報と、前記集音部の位置を示す位置情報とに基づいて、前記集音部の位置に対する、前記第2ピーク情報の微分値を新たに取得し、前記微分値に基づいて、前記集音部の位置に対する、コンクリート構造物の空隙が存在する深さを評価することを特徴とする。

30

40

【0018】

第4発明に係るコンクリート構造物の空隙評価プログラムは、コンクリート構造物の第1打撃音を含む基準信号を取得する基準信号取得ステップと、前記第1打撃音と異なる、

50

コンクリート構造物の第2打撃音を含む評価信号を取得する評価信号取得ステップと、前記基準信号取得ステップにより取得された基準信号と、前記評価信号取得ステップにより取得された評価信号とに基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する空隙評価ステップと、前記基準信号取得ステップにより取得された基準信号の周波数解析に基づく基準用データを取得する基準用データ取得ステップと、前記評価信号取得ステップにより取得された評価信号の周波数解析に基づく評価用データを取得する評価用データ取得ステップと、コンクリート構造物を連続的に打撃する打撃ステップと、前記打撃ステップの打撃により生じた前記第2打撃音を、前記第2打撃音を集音する集音部によって連続的に集音する集音ステップとをコンピュータに実行させ、前記評価信号取得ステップでは、更に、前記集音ステップで集音した第2打撃音を含む前記評価信号を取得し、前記第2打撃音取得時の前記集音部の位置を示す位置情報を取得し、前記空隙評価ステップでは、更に、前記基準信号取得ステップにより取得された基準信号と、前記評価信号取得ステップにより取得された評価信号、及び位置情報とに基づいて、前記集音部の位置に対する、基準用データと評価用データの差を定量化した指標である異常度を取得し、前記集音部の位置に対する、前記異常度の微分値を取得し、前記微分値に基づいて、前記集音部の位置に対するコンクリート構造物の空隙を評価することを特徴とする。また、第5発明に係るコンクリート構造物の空隙評価プログラムは、コンクリート構造物の第1打撃音を含む基準信号を取得する基準信号取得ステップと、前記第1打撃音と異なる、コンクリート構造物の第2打撃音を含む評価信号を取得する評価信号取得ステップと、前記基準信号取得ステップにより取得された基準信号と、前記評価信号取得ステップにより取得された評価信号とに基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する空隙評価ステップと、前記基準信号取得ステップにより取得された基準信号の周波数解析に基づく基準用データを取得する基準用データ取得ステップと、前記評価信号取得ステップにより取得された評価信号の周波数解析に基づく評価用データを取得する評価用データ取得ステップと、コンクリート構造物を連続的に打撃する打撃ステップと、前記打撃ステップの打撃により生じた前記第2打撃音を、前記第2打撃音を集音する集音部によって連続的に集音する集音ステップとをコンピュータに実行させ、前記評価信号取得ステップでは、更に、前記集音ステップで集音した第2打撃音を含む前記評価信号を取得し、前記第2打撃音取得時の前記集音部の位置を示す位置情報を取得し、前記基準用データ取得ステップでは、前記基準信号取得ステップにより取得された基準信号のピークに関する第1ピーク情報を取得し、前記評価用データ取得ステップでは、前記評価信号取得ステップにより取得された評価信号のピークに関する第2ピーク情報を取得し、前記空隙評価ステップでは、前記評価用データ取得ステップにより取得された第2ピーク情報と、前記集音部の位置を示す位置情報とに基づいて、前記集音部の位置に対する、前記第2ピーク情報の微分値を新たに取得し、前記微分値に基づいて、前記集音部の位置に対する、コンクリート構造物の空隙が存在する深さを評価することを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

第1発明によれば、コンクリート構造物の空隙評価システムは、第2打撃音を集音した集音部の位置に対する、異常度の微分値に基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する。これにより、コンクリートの空隙の位置や深さを詳細に評価することが可能となる。

【0023】

特に、第2発明によれば、コンクリート構造物の空隙評価システムは、基準信号のパワースペクトルと、評価信号のパワースペクトルとに基づいて、(1)式に示すコサイン類似度と、(2)式で示す異常度 Z とを計算し、コンクリート構造物の空隙を評価する。これにより、基準用データと評価用データとの間の定量的な差に基づいてコンクリートの空隙を評価することが可能となる。

【0027】

特に、第3発明によれば、コンクリート構造物の空隙評価システムは、集音部の位置に対する、第2ピーク情報の微分値に基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する。こ

10

20

30

40

50

れにより、コンクリートの空隙が存在する位置や深さを詳細に評価することが可能となる。

【0028】

第4発明によれば、コンクリート構造物の空隙評価プログラムは、第2打撃音を集音した集音部の位置に対する、異常度の微分値に基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する。これにより、コンクリートの空隙の位置や深さを詳細に評価することが可能となる。また、第5発明によれば、コンクリート構造物の空隙評価プログラムは、集音部の位置に対する、第2ピーク情報の微分値に基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する。これにより、コンクリートの空隙が存在する位置や深さを詳細に評価することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】図1は、本発明を適用したコンクリート構造物の空隙評価システムの全体構成を示す図である。

【図2】図2は、移動体と集音部の一例を示す図である。

【図3】図3(a)は、本実施形態における評価装置の構成の一例を示す図である。図3(b)は、評価装置の具体的な機能の一例を示す模式図である。

【図4】図4は、コンクリート構造物の空隙評価システムの処理動作フローの一例を示す図である。

【図5】図5(a)は、基準信号の一例を示す図である。図5(b)は、基準信号を周波数解析した結果の一例を示す図である。

【図6】図6は、基準用データの一例を示す図である。

【図7】図7(a)は、評価信号の一例を示す図である。図7(b)は、評価信号を周波数解析した結果の一例を示す図である。

【図8】図8は、評価用データの一例を示す図である。

【図9】図9は、コンクリート構造物の異常度を計算した一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明を適用したコンクリート構造物の空隙評価システムについて、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0031】

図1は、本発明を適用したコンクリート構造物4の空隙評価システム1の全体構成を示す図である。空隙評価システム1は、コンクリート構造物4の打撃音を含む信号に基づいて、コンクリート構造物4の空隙を評価する。空隙評価システム1は、図1に示すように、移動体6と、移動体6に取り付けられた集音部5と、集音部5に接続された評価装置2と、評価装置2に接続されたデータベース3とを備えている。

【0032】

図2は、集音部5と移動体6の一例を示す図である。図2に示すように、移動体6は回転式打診球61を含み、集音部5は、例えば図2に示すように、移動体6に取り付けられたマイクロホン51を含む。また、集音部5は、集音時の位置を取得するGPS(Global Positioning System)、加速度計等のセンサを含んでもよい。移動体6は、コンクリート構造物4上を等速で移動し、回転式打診球61は、移動体6の移動に伴ってコンクリート構造物4を連続的に打撃してもよい。マイクロホン51は、コンクリート構造物4が回転式打診球61により打撃されたことにより発生する打撃音を集音し、評価装置2へ送信してもよい。

【0033】

図3(a)は、本実施形態における評価装置2の構成の一例を示す図である。評価装置2は、例えば図3(a)に示すように、筐体20と、CPU(Central Processing Unit)201と、ROM(Read Only Memory)202と、RAM(Random Access Memory)203と、保存部204と、I/F205~207とを備える。CPU201と、ROM202と、RAM203と、保存部204と、I/F205~207とは、内部バ

10

20

30

40

50

ス 2 1 0 により接続される。

【 0 0 3 4 】

C P U 2 0 1 は、評価装置 2 全体を制御する。R O M 2 0 2 は、C P U 2 0 1 の動作コードを格納する。R A M 2 0 3 は、C P U 2 0 1 の動作時に使用される作業領域である。保存部 2 0 4 は、各種データが保存される。保存部 2 0 4 は、例えば H D D (Hard Disk Drive) の他、S S D (Solid State Drive) や S D カード、m i n i S D カード等のデータ保存装置が用いられる。なお、例えば評価装置 2 は、図示しない G P U (Graphics Processing Unit) を有していてもよい。

【 0 0 3 5 】

I / F 2 0 5 は、データベース 3 及び集音部 5 等と各種データの送受信を行うためのインターフェースである。I / F 2 0 6 は、入力部 2 0 8 とのデータの送受信を行うためのインターフェースである。入力部 2 0 8 として、例えばキーボードが用いられ、評価装置 2 を利用するユーザ等は、入力部 2 0 8 を介して、各種データ又は評価装置 2 の制御コマンド等を入力する。I / F 2 0 7 は、表示部 2 0 9 との各種データの送受信を行うためのインターフェースである。表示部 2 0 9 は、保存部 2 0 4 に保存された各種データ、または評価装置 2 の処理状況等を出力する。表示部 2 0 9 として、ディスプレイが用いられ、例えばタッチパネル式でもよい。

【 0 0 3 6 】

図 3 (b) は、評価装置 2 の具体的な機能の一例を示す模式図である。評価装置 2 は、例えば図 3 (b) に示すように、基準信号取得部 2 1 と、基準用データ取得部 2 2 と、評価信号取得部 2 3 と、評価用データ取得部 2 4 と、空隙評価部 2 5 とを含む。基準信号取得部 2 1 は、基準用データ取得部 2 2 に接続され、基準用データ取得部 2 2 は、空隙評価部 2 5 に接続される。評価信号取得部 2 3 は、評価用データ取得部 2 4 に接続され、評価用データ取得部 2 4 は、空隙評価部 2 5 に接続される。

【 0 0 3 7 】

基準信号取得部 2 1 は、コンクリート構造物 4 の第 1 打撃音を含む基準信号を取得し、基準用データ取得部 2 2 に送信する。

【 0 0 3 8 】

基準用データ取得部 2 2 は、基準信号の周波数解析に基づく基準用データを取得し、空隙評価部 2 5 に送信する。

【 0 0 3 9 】

評価信号取得部 2 3 は、第 1 打撃音と異なる、コンクリート構造物 4 の第 2 打撃音を含む評価信号を取得し、評価用データ取得部 2 4 に送信する。

【 0 0 4 0 】

評価用データ取得部 2 4 は、評価信号の周波数解析に基づく評価用データを取得し、空隙評価部 2 5 に送信する。

【 0 0 4 1 】

空隙評価部 2 5 は、基準信号と評価信号、又は基準用データと評価用データとに基づき、コンクリート構造物 4 の空隙を評価する。

【 0 0 4 2 】

上述した構成からなる空隙評価システム 1 における動作について説明する。図 4 は、コンクリート構造物 4 の空隙評価システム 1 の処理動作フローの一例である。以下、図 4 の各ステップでの詳細な処理を説明する。

【 0 0 4 3 】

まずステップ S 1 1 において、基準信号取得部 2 1 は、コンクリート構造物 4 の第 1 打撃音を含む基準信号を取得する。基準信号は、コンクリート構造物 4 の空隙の評価において、評価の基準として用いるための信号である。第 1 打撃音は、コンクリート構造物 4 の空隙がない箇所を打撃した際に得られる打撃音である。また、第 1 打撃音は、コンクリート構造物 4 とは別のコンクリート構造物の、空隙がないと評価された箇所を打撃した際に得られる打撃音であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

第 1 打撃音は、作業者がコンクリート構造物 4 を打撃し、空隙がないと評価したときの打撃音であってもよい。また、第 1 打撃音は、作業者がコンクリート構造物 4 を打撃し、空隙がないと評価した箇所を打撃範囲として、この打撃範囲を移動体 6 が移動するとともに、回転式打診球 6 1 がコンクリート構造物 4 を連続で打撃し、マイクロホン 5 1 が集音した打撃音であってもよい。また、第 1 打撃音は、コンクリート構造物 4 と同様の形状、素材等を持つ空隙のないコンクリートを打撃することで、予め取得された打撃音であってもよい。

【 0 0 4 5 】

図 5 (a) は、基準信号の一例を示す図である。図 5 (a) の基準信号は、コンクリート構造物 4 に空隙がない場合における、第 1 打撃音の一例である。図 5 (a) の横軸は、コンクリート構造物 4 上で移動体 6 が移動した経過時間である。この時間内で移動体 6 の回転式打診球 6 1 は、コンクリート構造物 4 を連続的に打撃する。図 5 (a) の縦軸は、時間内に集音部 5 が集音する第 1 打撃音の計測音圧である。

10

【 0 0 4 6 】

次にステップ S 1 2 において、基準用データ取得部 2 2 は、空隙評価に用いる基準用データを取得する。基準用データは、基準信号取得部 2 1 で取得された基準信号の周波数解析に基づくデータである。基準用データは、コンクリート構造物 4 の空隙の評価において、評価の基準として用いられる。

【 0 0 4 7 】

例えば、基準用データ取得部 2 2 は、取得された基準信号に、FFT (Fast Fourier Transform) を適用することにより、周波数と周波数毎の強度との関係を示す数値データに変換してもよい。また、基準用データ取得部 2 2 は、基準信号に、フーリエ変換を適用して、時間と周波数との関係を示す波形数値データに変換した上で、特定周波数領域を除去し、さらに逆フーリエ変換を施すことにより、特定周波数領域を残した信号に変換してもよい。また、基準用データ取得部 2 2 は、取得された基準信号を、パワースペクトル等の強度と周波数との関係を示すデータに変換してもよい。

20

【 0 0 4 8 】

基準用データ取得部 2 2 は、基準信号に FFT を施すことにより、周波数 f_1, \dots, f_n に対する基準信号のパワースペクトル x_1, \dots, x_n を取得してもよい。

30

【 0 0 4 9 】

基準用データ取得部 2 2 は、第 1 ピーク情報を取得してもよい。第 1 ピーク情報は、基準信号のピークに関する周波数、及びパワースペクトルである。なお、ここでピークとはパワースペクトルが極大となる周波数であり、パワースペクトルとは、信号を FFT 等で周波数分解したときの、各周波数における信号の強度である。また、基準信号に複数のピークがある場合、基準用データ取得部 2 2 は、複数のピークに関して第 1 ピーク情報を取得してもよい。

【 0 0 5 0 】

基準用データ取得部 2 2 は、取得された基準信号に対してウェーブレット変換を適用し、時間と周波数との関係を示す数値データに変換してもよい。ウェーブレット変換を施すことにより、フーリエ変換の際には失われてしまう時間特性を残すことができる。このため、ウェーブレット変換を施すことにより、時間と周波数との関係を示す数値データに変換されることとなる。

40

【 0 0 5 1 】

基準用データ取得部 2 2 は、取得された基準信号をフーリエ変換して得たパワースペクトルについて、その値の対数を取り、さらに逆フーリエ変換したケプストラムを示す信号に変換してもよい。また、基準用データ取得部 2 2 は、さらに、ケプストラムを示す数値データから、低次のケプストラムであるスペクトル包絡や高次のケプストラムであるスペクトル微細構造を示す数値データを抽出してもよい。例えば、スペクトル包絡を示す数値データは、ケプストラム次数を定めることにより抽出されるものであってもよい。このケ

50

プストラム次数は、例えば20、100等の任意の値を取り得る。さらに、スペクトル包絡を示す数値データにおいては、各ケプストラム次数の係数を抽出してもよい。また、基準用データ取得部22は、取得された基準信号において、ある時間領域から切り出した振れ幅を周波数領域に変換したときのピークであるフォルマントを示す数値データに変換してもよい。ピークの周波数帯が低い方から、第1フォルマント、第2フォルマント、・・・としたとき、数値データは、例えば、第1フォルマントと第2フォルマントとの関係を示すものとして、周波数と周波数との関係を示すものであってもよい。また、基準用データ取得部22は、取得された基準信号に対して、A F T E (Auditory filterbank temporal Envelope) 変換を施してもよい。また、基準用データ取得部22は、取得された基準信号としての数値データに対して、短時間フーリエ変換を施してもよい。

10

【0052】

基準用データ取得部22は、周波数解析により、取得された基準信号を2次元の数値データに変換してもよい。2次元の数値データは、例えば、時間、振れ幅、周波数、強度、スペクトル、ケプストラム、フォルマント等のうち、2つの関係を示すものであってもよい。また、これらの逆数をとってもよい。

【0053】

また、基準用データ取得部22は、例えばスペクトログラム等を適用して、取得された基準信号を3次元の数値データに変換してもよい。3次元の数値データは、例えば、時間、振れ幅、周波数、強度、スペクトル、ケプストラム、フォルマント等のうち、3つの関係を示すものであってもよい。

20

【0054】

また、基準用データ取得部22は、表示部209を介して、基準信号及び数値データを表示することができる。また基準用データ取得部22は、これらのデータをストレージ内に記憶し、ユーザによる命令に基づいてこれらのデータを表示部209へ表示し、又は携帯型メモリにこれらデータを書き込むことができる。これにより、ユーザは、この携帯型メモリを基準用データ取得部22から取り外して持ち運びすることが可能となる。さらに基準用データ取得部22は、これら各データを公衆通信網を介して他の電子機器へ転送することも可能となる。

【0055】

図5(b)は、基準信号を周波数解析した結果の一例を示す図である。図5(b)は、図5(a)の信号を基準信号として、基準信号にFFTを行ったときの時間、パワースペクトル強度、及び周波数の関係を示している。

30

【0056】

図6は、基準用データの一例を示す図である。図6は、図5(a)の信号を基準信号として、基準信号を図5(b)のグラフのようにFFTした場合の、基準用データの一例を示している。図6のグラフは、図5(b)のパワースペクトルの強度を、時間平均したデータを基準用データとしている。

【0057】

なお、本発明においてこの基準用データ取得部22の構成は必須ではなく、省略されてもよい。この場合、基準信号取得部21で取得される基準信号は、空隙評価部25へ直接送信されることとなる。

40

【0058】

次に、ステップS13において、評価信号取得部23は、コンクリート構造物4の第2打撃音を含む評価信号を取得する。評価信号は、コンクリート構造物4の空隙の評価において、基準信号又は基準用データと比較することで空隙を評価するための信号である。第2打撃音は、コンクリート構造物4の空隙が評価されていない箇所を打撃した際に得られる打撃音である。

【0059】

第2打撃音は、ステップS12で取得する第1打撃音とは異なる打撃音であってもよい。第2打撃音を取得するために打撃するコンクリート構造物4の箇所は、第1打撃音を取

50

得ために打撃したコンクリート構造物 4 の箇所とは異なる箇所であってもよい。

【 0 0 6 0 】

コンクリート構造物 4 の第 2 打撃音は、移動体 6 の回転式打診球 6 1 によりコンクリート構造物 4 が連続で打撃された際に、集音部 5 のマイクロホン 5 1 が集音する打撃音であってもよい。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 3 において、評価信号取得部 2 3 は集音部 5 が集音する第 2 打撃音に加えて、集音部 5 が第 2 打撃音を集音した時の集音部 5 の位置情報を取得してもよい。位置情報は、例えば、集音部 5 が含む GPS 等のセンサにより取得されるか、集音部 5 の初期位置と移動体 6 の移動速度と時間とに基づき計算によって取得される。集音部 5 は、移動体 6 の移動に伴い、回転式打診球 6 1 とともに移動するため、ステップ S 1 3 で取得された集音部 5 の位置情報は、コンクリート構造物 4 を打撃した箇所を示す位置情報と同等である。

10

【 0 0 6 2 】

図 7 (a) は、評価信号の一例を示す図である。図 7 (a) の信号は、コンクリート構造物 4 に空隙がある場合における、第 2 打撃音の一例である。図 5 (a) と同様に、図 7 (a) の横軸は、コンクリート構造物 4 上で移動体 6 が移動した時間であり、この時間内で移動体 6 の回転式打診球 6 1 はコンクリート構造物 4 を連続で打撃する。図 7 (a) の縦軸は、時間内に集音部 5 が集音する打撃音の計測音圧である。また、図 7 (a) の点線で囲われた部分は、この枠内の時間では、移動体 6 がコンクリート構造物 4 の空隙のある箇所に位置していることを示している。

20

【 0 0 6 3 】

次にステップ S 1 4 において、評価用データ取得部 2 4 は、空隙評価に用いる評価用データを取得する。評価用データは、評価信号取得部 2 3 で取得された評価信号の周波数解析に基づくデータである。また、評価用データは、コンクリート構造物 4 の空隙の評価において、基準信号又は基準用データと比較することで空隙を評価するための、評価信号の周波数解析の結果から抽出するデータであってもよい。

【 0 0 6 4 】

評価用データ取得部 2 4 は、基準用データ取得部 2 2 において基準信号を周波数解析すると同様の方法で、評価信号を周波数解析することで、評価用データを取得してもよい。

30

【 0 0 6 5 】

評価用データ取得部 2 4 は、評価信号に周波数解析を施すことにより、周波数 f_1, \dots, f_n に対する評価信号のパワースペクトル y_1, \dots, y_n を取得してもよい。

【 0 0 6 6 】

評価用データ取得部 2 4 は、第 2 ピーク情報を取得してもよい。第 2 ピーク情報は、評価信号のピークに関する周波数、及びパワースペクトルである。また、評価信号に複数のピークがある場合、評価用データ取得部 2 4 は、複数のピークに関して第 2 ピーク情報を取得してもよい。

【 0 0 6 7 】

図 7 (b) は、評価信号を周波数解析した結果の一例を示す図である。図 7 (b) は、図 7 (a) の信号を評価信号として、評価信号に FFT で周波数解析を行ったときの、時間及び周波数とパワースペクトル強度との関係を示している。また、点線で囲われた部分は、この枠内の時間では、移動体 6 がコンクリート構造物 4 の空隙のある箇所に位置していることを示している。

40

【 0 0 6 8 】

図 5 (b) の周波数解析の結果と、図 7 (b) の周波数解析の結果との比較によると、空隙が存在する箇所を打撃した際の打撃音を周波数解析した場合、 $2 \times 10^3 \sim 3 \times 10^3$ Hz の周波数でパワースペクトルが大きくなっている。

【 0 0 6 9 】

評価用データ取得部 2 4 は、評価信号の周波数解析の結果から、評価用データを取得す

50

る。例えば、評価用データ取得部 24 は、図 7 (b) の周波数解析の結果において、各時間における周波数とパワースペクトルとを評価用データとして取得してもよい。評価用データ取得部 24 は、評価信号の周波数解析の結果をそのまま評価用データとして取得してもよい。

【 0 0 7 0 】

図 8 は、評価用データの一例を示す図である。図 8 における評価用データは、図 7 (b) において点線で囲われた時間内のある時間を選択したときの、周波数とパワースペクトルの関係を示すデータである。すなわち、図 8 における評価用データは、移動体 6 がコンクリート構造物 4 の空隙のある箇所にある時間において取得された評価信号の、周波数とパワースペクトルとの関係を示すデータである。また、図 8 は、図 6 の基準用データを併せて図中に示している。

10

【 0 0 7 1 】

なお、本発明においてこの評価用データ取得部 24 の構成は必須ではなく、省略されてもよい。この場合には、評価信号取得部 23 で取得される評価信号は、空隙評価部 25 へ直接送信されることとなる。

【 0 0 7 2 】

次に、ステップ S 15 において、空隙評価部 25 は、基準用データと評価用データとに基づいてコンクリート構造物 4 の異常度を算出する。異常度は、基準用データと評価用データの差を定量化するものである。異常度を用いることでコンクリートに空隙が存在する可能性を定量化することが可能となる。

20

【 0 0 7 3 】

例えば、空隙評価部 25 は、図 8 の基準用データと評価用データとのパワースペクトルの差を各周波数で計算した結果の平均を異常度として取得してもよい。

【 0 0 7 4 】

例えば、空隙評価部 25 は、ステップ S 12 で取得する周波数 f_1, \dots, f_n に対する基準信号のパワースペクトル x_1, \dots, x_n と、ステップ S 14 で取得する周波数 f_1, \dots, f_n に対する評価信号のパワースペクトル y_1, \dots, y_n とから、(1) 式で示すコサイン類似度 C に基づいて、(2) 式で示す Z を異常度として取得してもよい。

【 数 1 】

$$C = \frac{\sum_{k=1}^n x_k y_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^n x_k^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n y_k^2}} \quad (1)$$

30

【 数 2 】

$$Z = 1 - C \quad (2)$$

40

【 0 0 7 5 】

例えば、空隙評価部 25 は、図 7 (b) の評価信号の周波数解析の結果から、評価信号が測定された各時間について、周波数とパワースペクトルとの関係を示すデータを評価用データとして取得してもよい。これにより、基準用データと各時間における評価用データとから、各時間における異常度を取得することができる。

【 0 0 7 6 】

空隙評価部 25 は、ステップ S 13 で取得した、第 2 打撃音を集音した時の位置情報と、取得した異常度とから、コンクリート構造物 4 の位置に対する異常度を取得してもよい。

50

【 0 0 7 7 】

空隙評価部 25 は、取得した異常度を用いて、集音部 5 の位置に対する異常度の 1 回微分、又は 2 回微分の値を取得してもよい。異常度の微分値を計算することにより、集音部が空隙の存在する箇所近づいた時、異常度が変化し始める位置を評価することが可能となる。これにより、コンクリートに空隙が発生している範囲を評価することが可能となる。また、異常度の微分値を計算することにより、空隙の有無だけでなく、空隙の位置、深さについても評価を行うことが可能となる。

【 0 0 7 8 】

図 9 は、コンクリート構造物 4 の異常度を計算した一例を示す図である。図 9 の異常度は、図 6 の基準用データ、及び図 7 (b) の周波数解析の結果から取得する、各時間における評価用データに基づいて計算されている。図 9 によると、移動体 6 がコンクリート構造物 4 の空隙のある箇所に位置しているときの異常度は、移動体 6 が空隙のない箇所に位置しているときに比べて大きくなっている。

10

【 0 0 7 9 】

空隙評価部 25 は、ステップ S 1 2 で取得した第 1 ピーク情報と、ステップ S 1 4 で取得した第 2 ピーク情報とに基づいて、コンクリート構造物 4 の空隙を評価してもよい。例えば、空隙評価部 25 は、第 1 ピーク情報の周波数と第 2 ピーク情報の周波数との差分を異常度として取得し、取得した異常度に基づいてコンクリート構造物 4 の空隙を評価してもよい。例えば、空隙評価部 25 は、第 1 ピーク情報のパワースペクトルと第 2 ピーク情報のパワースペクトルとの差分を異常度として取得し、取得した異常度に基づいてコンクリート構造物 4 の空隙を評価してもよい。

20

【 0 0 8 0 】

また、空隙評価部 25 は、ステップ S 1 4 で取得した第 2 ピーク情報に基づいて、コンクリート構造物の空隙が存在する深さを評価してもよい。例えば、評価信号に複数のピークがある場合、異なるピーク間の周波数又はパワースペクトルの値の差を取ることで、空隙が存在する深さを評価する指標としてもよい。

【 0 0 8 1 】

また、空隙評価部 25 は、ステップ S 1 4 で取得した第 2 ピーク情報と集音部の位置を示す位置情報とに基づいて、集音部の位置に対する、第 2 ピーク情報の微分値を取得し、第 2 ピーク情報の微分値に基づいて、集音部の位置に対する、コンクリート構造物の空隙が存在する深さを評価してもよい。例えば、第 2 ピーク情報の周波数の情報に関して、集音部の位置に対する微分値を計算してもよい。また、第 2 ピーク情報のパワースペクトルの情報に関して、集音部の位置に対する微分値を計算してもよい。例えば、空隙評価部 25 は、集音部の位置に対する第 2 ピーク情報の微分値の変化分を、空隙が存在する深さを評価する指標としてもよい。これにより、コンクリートの空隙がコンクリートの表面側に進展しているか、コンクリートの奥側に進展しているかを評価することが可能となる。

30

【 0 0 8 2 】

次にステップ S 1 6 において、空隙評価部 25 は、ステップ S 1 5 で計算された異常度に基づいてコンクリート構造物 4 の空隙を評価する。例えば、空隙評価部 25 は、計算された異常度が、予め設定された閾値より大きい場合に、空隙が存在すると評価してもよい。

40

【 0 0 8 3 】

また、空隙評価部 25 は、基準信号及び基準用データを用いずに、評価信号又は評価信号に基づく評価用データから空隙の位置、深さを評価してもよい。例えば、空隙評価部 25 は、評価用データの複数のピークにおける周波数の差に基づいて、コンクリート構造物 4 の空隙の位置、深さを評価してもよい。

【 0 0 8 4 】

コンクリート構造物 4 に空隙が存在しない場合、回転式打診球 6 1 の打撃により評価信号として得られる信号は、打撃によって回転式打診球が振動して生じた音と、コンクリート構造物が振動して生じた音とを含む信号である。このとき、評価信号のスペクトル特性には、打診球の振動による音の特性が、主たる特性として現れる。ここで、スペクトル特

50

性とは、信号の周波数と強度に関する特性であり、例えば図 8 の点線で示す評価用データである。

【 0 0 8 5 】

コンクリート構造物 4 に空隙が存在する場合、評価信号として得られる信号は、打撃によって回転式打診球 6 1 が振動して生じた音と、コンクリート構造物 4 が振動して生じた音とを含む信号である。このとき、空隙が存在しない場合に比べて、評価信号のスペクトル特性には、回転式打診球 6 1 振動による音の特性に加えて、コンクリート構造物 4 の空隙を含む欠損部の振動による音の特性が現れる。よって、評価信号のスペクトル特性は、コンクリート構造物内の空隙が存在する位置や深さ等の特徴が反映された特性となる。

【 0 0 8 6 】

例えば、空隙評価部 2 5 は、評価信号の周波数解析により取得される評価信号のスペクトル特性又は評価信号のスペクトル特性のピークに関する情報に基づいて、コンクリート構造物 4 の空隙の位置、深さに関する評価を行ってもよい。例えば、評価信号のスペクトル特性に含まれる、コンクリート構造物 4 の欠損部の振動による音の特性から、コンクリート構造物 4 の空隙が存在する位置、深さを評価してもよい。また、評価信号のスペクトル特性に、コンクリート構造物 4 の欠損部の振動による音の特性が含まれていない場合には、コンクリート構造物 4 に空隙は存在しないと評価してもよい。

【 0 0 8 7 】

例えば、空隙評価部 2 5 は、複数の箇所を取得した評価信号のスペクトル特性に共通して現れる特性に基づいて、回転式打診球 6 1 の振動による音に関する特性を取得してもよい。例えば、空隙評価部 2 5 は、評価信号のスペクトル特性に、回転式打診球 6 1 の振動による音に関する特性以外の特性が現れた場合には、当該スペクトル特性を、コンクリート構造物 4 の欠損部の振動による音に関する特性とみなし、コンクリート構造物 4 に空隙が存在すると評価してもよい。

【 0 0 8 8 】

また、空隙評価部 2 5 は、衝撃弾性波法に基づいて、コンクリート構造物 4 の振動を評価信号として取得し、空隙を評価してもよい。

【 0 0 8 9 】

例えば、コンクリート構造物 4 に空隙が存在しない場合、評価信号として得られる信号は、打撃により発生した弾性波がコンクリート構造物 4 の裏側の端部で反射されたことによる信号を含む。このとき、反射された弾性波に関する信号は、コンクリート構造物 4 の厚みに応じたスペクトル特性を有する。

【 0 0 9 0 】

例えば、コンクリート構造物 4 に空隙が存在する場合、評価信号として得られる信号は、打撃により発生した弾性波がコンクリート構造物 4 の裏側の端部で反射されたことによる信号に加えて、打撃により発生した弾性波がコンクリート構造物 4 内部の空隙が存在する箇所で反射されたことによる信号を含む。このとき、評価信号として得られる信号は、コンクリート構造物 4 の厚みと、コンクリート構造物 4 内部に存在する空隙の深さとに応じたスペクトル特性を有する。

【 0 0 9 1 】

空隙評価部 2 5 は、衝撃弾性波法により、評価信号の周波数解析から取得される評価信号のスペクトル特性又は評価信号のスペクトル特性のピークに関する情報に基づいて、コンクリート構造物 4 内部に存在する空隙の深さを取得してもよい。例えば、空隙評価部 2 5 は、図 8 に示す基準用データのピークと、評価用データのピークとを比較することにより、コンクリート構造物 4 の端部から反射された弾性波に関するパワースペクトルを判定してもよい。

【 0 0 9 2 】

例えば、評価信号に含まれる複数のピークについて、異なるピーク間で周波数又はパワースペクトルの差を計算することで、コンクリート構造物 4 内部に存在する空隙の位置、深さを評価してもよい。コンクリート構造物 4 に空隙がある場合、第 2 打撃音には、弾性

10

20

30

40

50

波がコンクリート構造物 4 の端部から反射されたことによる信号と、弾性波がコンクリート構造物 4 内部の空隙が存在する箇所では反射されたことによる信号とが含まれる。また、弾性波が、空隙が存在する箇所では反射されたことによる信号の特性は、空隙が存在する深さによって異なることから、評価用データに含まれる複数のピークの周波数又はパワースペクトルの差に基づいて、空隙の深さを評価することができる。

【0093】

例えば、コンクリート構造物 4 内部に存在する空隙の深さを取得したとき、取得した深さがコンクリート構造物 4 の厚みと対応する場合、コンクリート構造物 4 内部に空隙は存在しないと評価してもよい。

【0094】

上述したステップにより、本発明の実施形態を適用したコンクリート構造物 4 の空隙評価システム 1 の動作が終了する。上述したステップにより、コンクリート構造物 4 の空隙評価システム 1 は、第 1 打撃音を含む基準信号と、第 1 打撃音とは異なる、コンクリート構造物の第 2 打撃音を含む評価信号とに基づいて、コンクリート構造物の空隙を評価する。これにより、コンクリート構造物の空隙を自動的かつ高精度に評価することが可能となる。

【0095】

本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0096】

- 1 : 空隙評価システム
- 2 : 評価装置
- 3 : データベース
- 4 : コンクリート構造物
- 5 : 集音部
- 6 : 移動体
- 2 1 : 基準信号取得部
- 2 2 : 基準用データ取得部
- 2 3 : 評価信号取得部
- 2 4 : 評価用データ取得部
- 2 5 : 空隙評価部
- 5 1 : マイクロホン
- 6 1 : 回転式打診球
- 2 0 : 筐体
- 2 0 1 : CPU
- 2 0 2 : ROM
- 2 0 3 : RAM
- 2 0 4 : 保存部
- 2 0 5 : I/F
- 2 0 6 : I/F
- 2 0 7 : I/F
- 2 0 8 : 入力部
- 2 0 9 : 表示部
- 2 1 0 : 内部バス

10

20

30

40

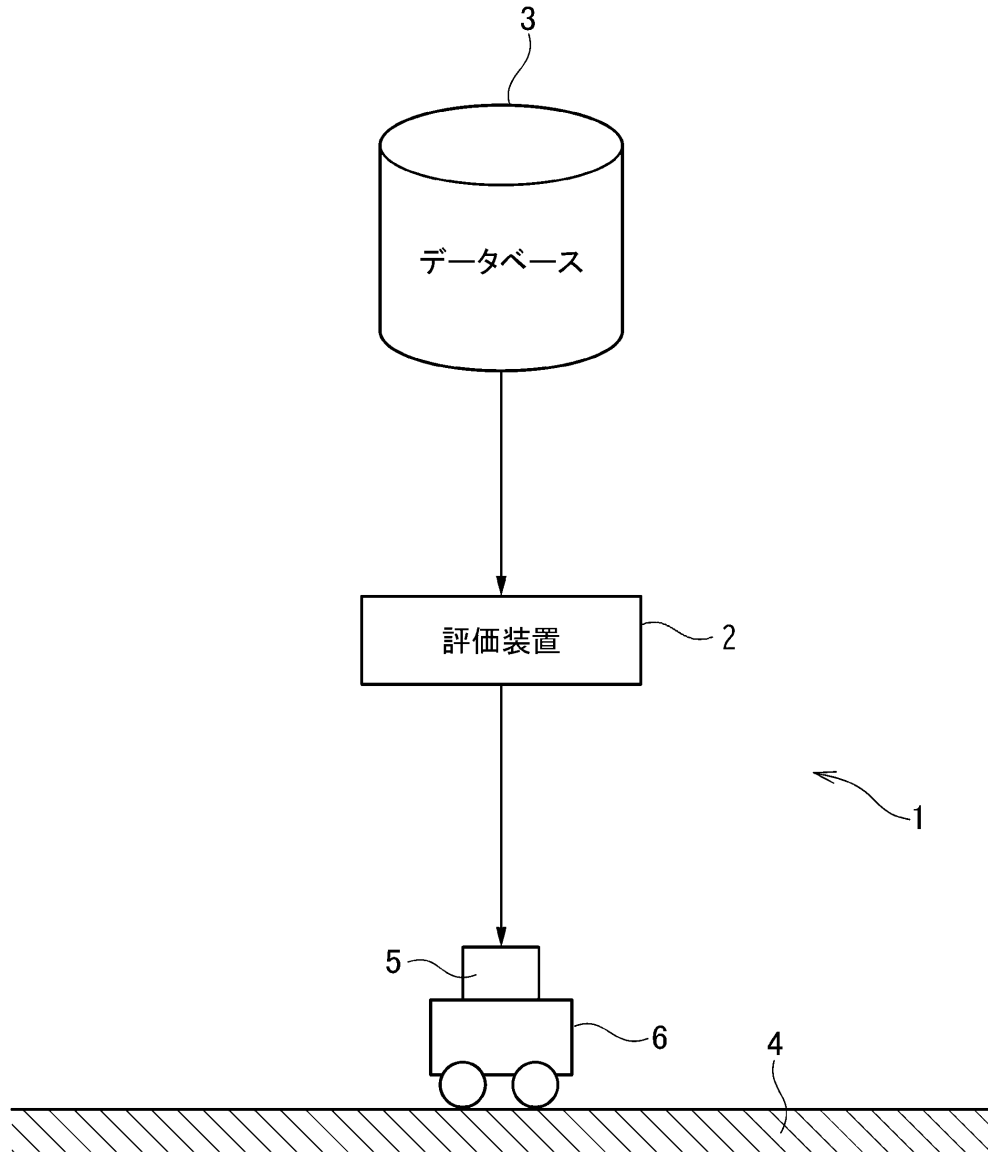
50

【要約】

【課題】コンクリート建造物の空隙を自動的かつ高精度に評価することが可能なコンクリート建造物の空隙評価システム及びプログラムを提供する。

【解決手段】コンクリート建造物の空隙評価システム及びプログラムは、コンクリート建造物の第1打撃音を含む基準信号を取得する基準信号取得部と、前記第1打撃音と異なる、コンクリート建造物の第2打撃音を含む評価信号を取得する評価信号取得部と、前記基準信号取得部により取得された基準信号と、前記評価信号取得部により取得された評価信号とに基づいて、コンクリート建造物の空隙を評価する空隙評価部とを備えることを特徴とする。

【選択図】図1



10

20

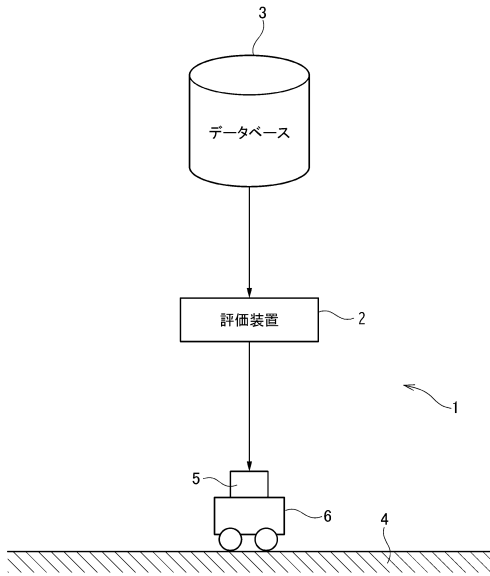
30

40

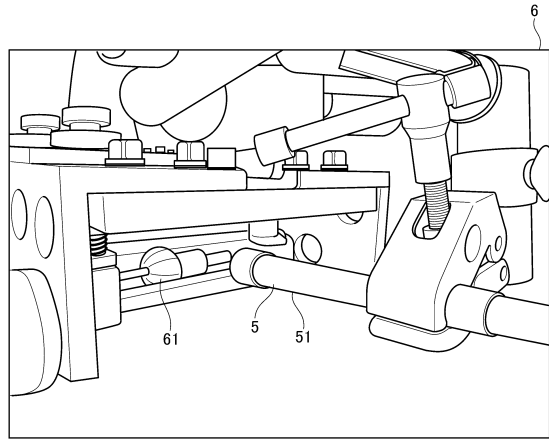
50

【図面】

【図 1】



【図 2】

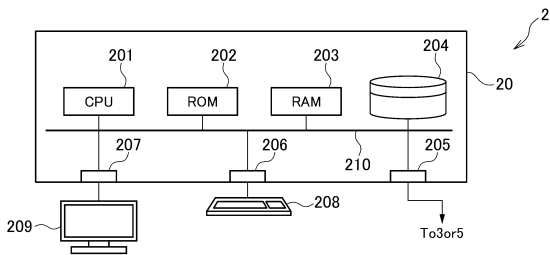


10

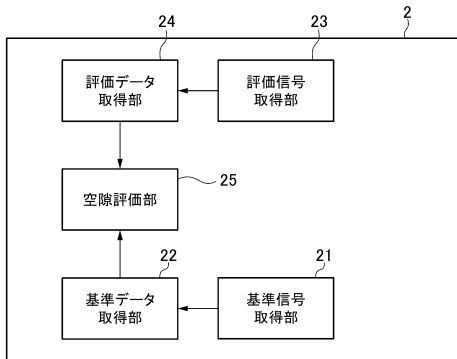
20

【図 3】

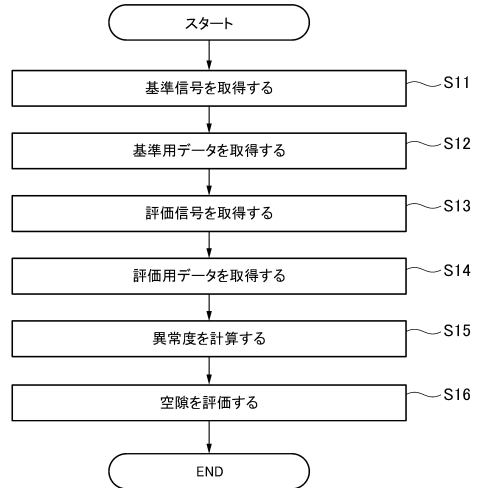
(a)



(b)



【図 4】

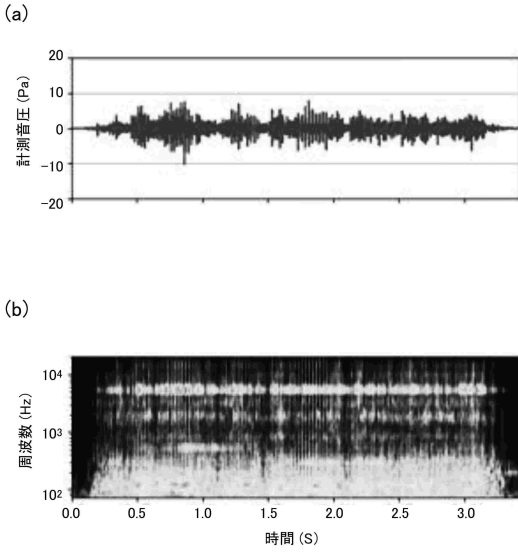


30

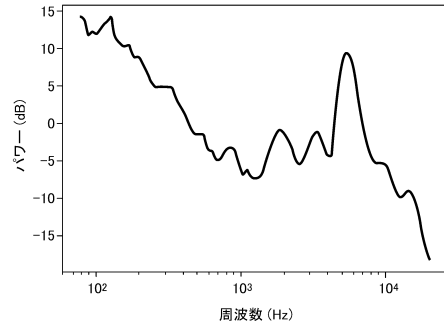
40

50

【図 5】

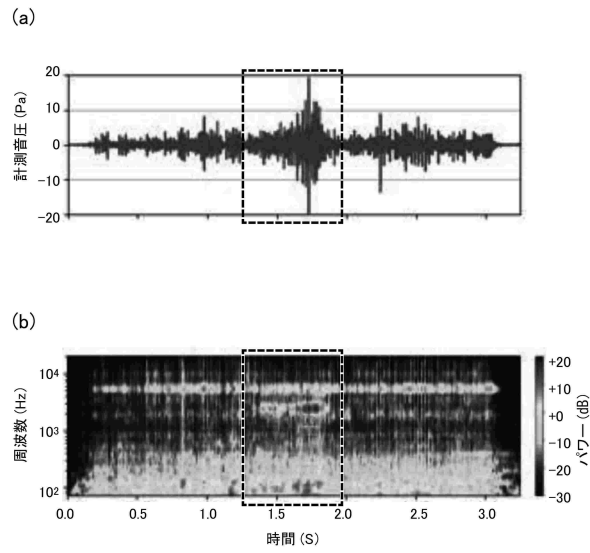


【図 6】

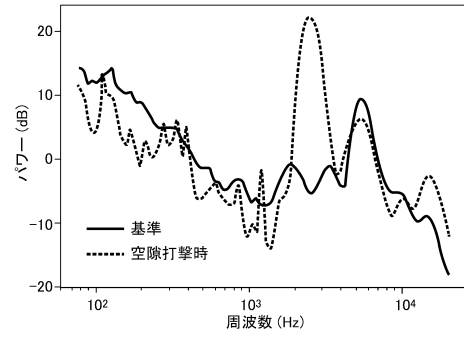


10

【図 7】



【図 8】



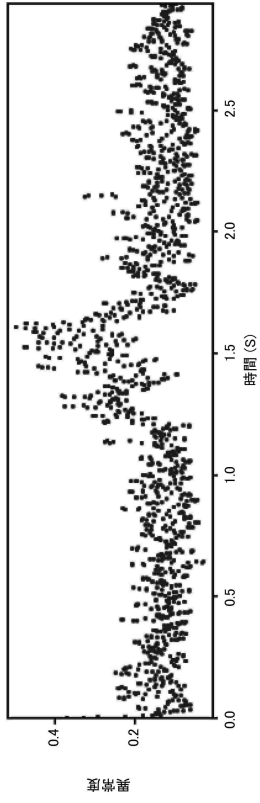
20

30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都江東区豊洲五丁目6番52号 オリエンタル白石株式会社内

審査官 平田 佳規

(56)参考文献 国際公開第2020/179241(WO, A1)

特開2024-005667(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G01N29/00 - G01N29/52

G01H1/00 - G01H17/00

G01M5/00

G01M7/00 - G01M7/08

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)