

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-154888

(P2000-154888A)

(43) 公開日 平成12年6月6日 (2000.6.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
F 1 6 L 1/024		F 1 6 L 1/02	Z 2 D 0 6 3
E 0 3 B 7/00		E 0 3 B 7/00	A 5 J 0 8 3
E 0 3 F 3/00		E 0 3 F 3/00	
G 0 1 V 1/28		G 0 1 V 1/28	
// G 0 1 S 15/08		G 0 1 S 15/08	

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全9頁)

(21) 出願番号 特願平10-329727
 (22) 出願日 平成10年11月19日 (1998.11.19)

(71) 出願人 000000284
 大阪瓦斯株式会社
 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
 (72) 発明者 松村 昌彦
 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
 大阪瓦斯株式会社内
 (72) 発明者 川口 圭史
 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
 大阪瓦斯株式会社内
 (74) 代理人 100107308
 弁理士 北村 修一郎

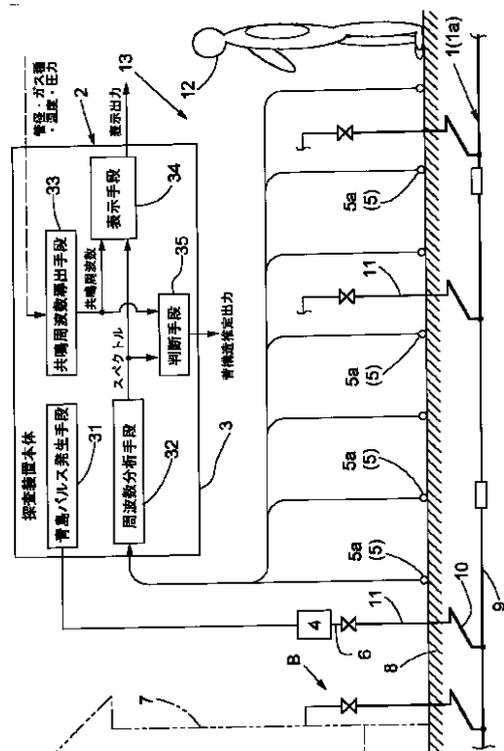
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 配管構造の探索方法及び配管探索装置

(57) 【要約】

【課題】 現場において比較的簡便な方法を採用しながら、埋設管等の構造を、他の埋設物とは独立に探索することが可能な手法を得ることにある。

【解決手段】 埋設配管1の構造を、この埋設配管1の構造を、これが配設される土壌外から探索する場合に、埋設配管内に音波を伝播させるとともに、土壌表面において埋設配管1から土壌層を介して伝播してくる伝播音を検出し、検出された検出音の周波数分析を行い、配管内を伝播する音の共鳴周波数を利用して、得られる周波数分析結果から検出位置に対応する配管部位に於ける配管の構造を探索する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 配管の構造を、前記配管が配設される被覆層外から探査する配管構造の探査方法であって、前記配管内に音波を伝播させるとともに、前記被覆層外において前記配管から前記被覆層を介して伝播してくる伝播波を検出し、検出された検出波の周波数分析を行い、得られる周波数分析結果から検出位置に対応する配管部位に於ける配管の構造を探査する配管構造の探査方法。

【請求項2】 前記配管が内径が異なる複数の配管部材からなる場合に、前記複数の配管部材の内径及び配管内に存在する媒体の音速から、前記配管部材内における媒体の共鳴周波数と、求められた周波数分析結果におけるピーク位置あるいは検知レベルとの対応において、前記検出位置に対応する配管部位の配管部材を特定する配管構造の探査方法。

【請求項3】 配管の構造を探査する配管構造の探査方法であって、前記配管内に音波を伝播させるとともに、前記音波の音源とは異なった前記配管内の探査位置で、伝播する伝播音を検出し、検出された検出音の周波数分析を行い、得られる周波数分析結果から前記探査位置に於ける配管の構造を探査する配管構造の探査方法。

【請求項4】 音の発信装置と、振動波の検出装置とを備えとともに、探査対象の配管を構成する複数の配管部材に関する径関連情報と、前記配管内に存する媒体の音速情報に基づいて、前記配管部材個々に関して、それらの中にある媒体の共鳴周波数を求める共鳴周波数導出手段とを備え、前記検出装置により検出される検出波の周波数分析をおこなう周波数分析手段を備え、前記周波数分析手段により得られる周波数分析結果と、前記共鳴周波数導出手段により各配管部材に対して得られる各共鳴周波数とを、対応させて出力する出力手段を備えた配管探査装置。

【請求項5】 音の発信装置と、振動波の検出装置とを備えとともに、探査対象の配管を構成する複数の配管部材に関する径関連情報と、前記配管内に存する媒体の音速情報に基づいて、前記配管部材個々に関して、それらの中にある媒体の共鳴周波数を求める共鳴周波数導出手段とを備え、前記検出装置により検出される検出波の周波数分析をおこなう周波数分析手段を備え、前記周波数分析手段により得られる周波数分析結果におけるピーク位置が、前記共鳴周波数導出手段により各配管部材に対して得られる各共鳴周波数のいずれかである場合に、前記検出波を検出する検出位置に対応する配管部位が、共鳴周波数で対応する配管部材である可能性が高いと判断する判断手段を備えた探査装置。

【請求項6】 配管の構造を探査する配管構造の探査方

10
20
30
40
50

法であって、前記配管内を伝播している伝播音を探査位置で検出し、検出された検出音の周波数分析を行い、得られる周波数分析結果から前記探査位置に於ける配管の構造を探査する配管構造の探査方法。

【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、地中に埋設されている配管であって、複数の配管部材（例えば複数の径の導管、管継手等）からなる配管の構造（例えば、管径を特定することによる配管部材の種類等の構造識別等）をおこなう配管構造の探査方法及び、このような方法を実施する場合に使用できる探査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、複数の配管部材の組み合わせとしてなる地中埋設配管の構造を推定する手法としては、以下のような方法が取られている。手法1 配管埋設時に作製された埋設配管図面に基づいて、配管構造を推定する。手法2 現場において、探査波の送信・検出を伴ったレーザ探査機あるいは超音波探査機を、探査域に多点配置して、探査波の反射信号状況により配管の位置、構造を特定する。手法3 掘削作業を実際におこない、配管を露出させて配管の構造を特定する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】以上、それぞれの従来技術にあつては、以下のような問題がある。手法1を採用する場合は、埋設作業からの時間が経過している場合は、配管図面が失われていたり、改良作業の状況が反映されていなかったりする場合がある。さらに、配管図面に誤りがあったり、配管の詳細（例えば継手部の有無）等が省略されている場合があり、正確な状況を把握するには充分でない。手法2を採用する場合は、探査波の反射を利用するため、地中に他の埋設物があつてもそれから探査波が反射されるため、必ずしも見つけたい配管を検知できるとは限らない。さらに、探査波としてレーザ波を使用する場合は、地中に鉄筋が施工されていると、レーザが鉄筋に反射されて鉄筋より深い位置に埋設された配管を探査できない。手法3にあつては、実際に掘削作業を要するため、作業手間が過大となるとともに、現場によっては、安易に掘削作業をおこなうことが不可能な場合がある。

【0004】

従つて、本発明の目的は、現場において比較的簡便な方法を採用しながら、埋設管等の構造を、他の埋設物とは独立に探査することが可能な手法を得ることにある。また、今日、配管内に管内走行車を走行させ、管状況の検査をおこなう試みが成されているが、このような管内走行にあつては、現在走行車が走行している部位の配管内径が、どの程度かを知る必要がある場合がある。このような場合に、あつても、比較的簡便な構造で走行位置に於ける配管内径を決定できることが好ま

しいが、このような技術を得ることが、本願の目的である。

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明による、配管の構造を、前記配管が配設される被覆層外から探査する配管構造の探査方法の特徴構成は、請求項1に記載されているように、前記配管内に音波を伝播させるとともに、前記被覆層外において前記配管から前記被覆層を介して伝播してくる伝播波（この波は、音波としてのものであっていいし、被覆層の振動波であってよい）を検出し、検出された検出波の周波数分析を行い、得られる周波数分析結果から検出位置に対応する配管部位に於ける配管の構造を探査することにある。この手法にあっては、探査のための音が配管内（配管材料内ではなく、配管内に形成され、音の伝播媒体である流体が満たされている配管内空間）に挿入され、伝播させられる。挿入された音は、管内を伝播していき、この管がたとえば土壌等の被覆層に覆われている場合は、配管から被覆層に伝わり、この音を被覆層の表面位置で、振動信号（検出波）として検出することができる。そして、本願にあっては、この検出波の周波数分析をおこなう。結果、検出波のスペクトルを得ることができるのであるが、このスペクトルには、検出位置に対応する配管部位に於ける配管の構造に関連した情報が含まれている。ここで、対応するとは、例えば、図1に示すように水平に土壌内に埋設された埋設管の場合は、検出位置のほぼ鉛直下方に埋設されている配管部分を意味している。この対応関係は、探査対象の音響環境に依存するが、探査対象の概略的な状態が判明している場合、ある程度の対応関係の特定が可能であり、充分、実用的である。さて、例えば、配管が、内径の異なる通常配管とスリーブとの組み合わせによって成立している場合は、配管内の媒質の音速を一定とみなすことができるため、これらの配管部材からなる配管部位から伝播してくる音のスペクトルは、その内径に従った、異なった周波数にピークを有するものとなる。結果、このようなピーク位置の相異により、配管の管径・不連続部分の存在等の配管の構造に関する情報を得ることができる。

【0005】上記の手法において、請求項2に記載されているように、前記配管が内径が異なる複数の配管部材からなる場合に、前記複数の配管部材の内径及び配管内に存在する媒体の音速から、前記配管部材内における媒体の共鳴周波数と、求められた周波数分析結果におけるピーク位置あるいは検知レベルとの対応において、前記検出位置に対応する配管部位の配管部材を特定することが好ましい。即ち、配管を構成する配管部材は、通常、その使用目的等に従って、種類が限られているため、このように限定された種類の配管部材、それぞれにおいて、その内径等が確定でき、結果的に、これらの配管部材内にあるガスのガス種・状態（圧力・温度）が特定されると、その管内に於ける媒体の共鳴周波数（例えば、

管断面方向に共鳴を起こす共鳴周波数）は特定される。従って、配管部材内における媒体の共鳴周波数と、求められた周波数分析結果におけるピーク位置とを、比較対照して、これらに一致が見られる場合に、この一致状態を基準として、特定の配管位置に位置される配管部材が一致が認められる配管部材からなる可能性が高いと判断できる。この場合、必ずしもピークと認識できない場合にあっても、共鳴周波数近傍の検知レベル（スペクトル強度）が上昇することによって、同様な判定をおこなうことができる。

【0006】さて、上記の方法にあっては、被覆層に覆われている場合の手法に関して説明したが、本願の手法は、先に説明したように、管内径を確認しながら管内を走行車により走行したい場合等においても有用に使用することができる。即ち、配管の構造を探査する配管構造の探査方法において、請求項3に記載されているように、前記配管内に音波を伝播させるとともに、前記音波の音源とは異なった前記配管内の探査位置で、伝播する伝播音を検出し、検出された検出音の周波数分析を行い、得られる周波数分析結果から前記探査位置に於ける配管の構造を探査することが好ましい。この場合も、管内を伝播する音が、その伝播位置に対応する配管部位の構造に依存したスペクトルを示すことを利用するものである。この例の場合も、探査音を配管内に伝播させ、配管内でその伝播音を検出する。このような検出音は、その検出位置の配管構造に依存するため、この周波数分析結果から、検出している位置の例えば、配管の内径を上述の手法に従って、特定することができる。このような内径データは、管内走行車の姿勢制御・走行制御の上で、有用となる。

【0007】以上が本願が提案する手法であるが、このような手法を使用する探査装置としては、以下の構造を採用することが好ましい。即ち、請求項4に記載されているように、音の発信装置と、振動波の検出装置とを備えるとともに、探査対象の配管を構成する複数の配管部材に関する径関連情報と、前記配管内に存する媒体の音速情報に基づいて、前記配管部材個々に関して、それらの中にある媒体の共鳴周波数を求める共鳴周波数導出手段とを備え、前記検出装置により検出される検出波の周波数分析をおこなう周波数分析手段を備え、前記周波数分析手段により得られる周波数分析結果と、前記共鳴周波数導出手段により各配管部材に対して得られる各共鳴周波数とを、対応させて出力する出力手段を備える。発信装置は探査音の管内への挿入発信を行い、管内を伝播する音を検出装置により、請求項1に対応する場合は被覆層外から、請求項3に対応する場合は、発信装置とは異なった配管内位置で、検出する。このように検出される検出波は、周波数分析手段により周波数分析を施される。別途、本装置には、共鳴周波数導出手段が備えられており、この手法にあっては、探査対象の配管を構成す

る複数の配管部材に関する径関連情報と、前記配管内に存する媒体の音速情報に基づいて、前記配管部材個々に関して、それらの中にある媒体の共鳴周波数が求められる。例えば、管横断面方向の共鳴周波数が求められる。そして、このようにして求まる周波数分析結果と、管の構造に従った共鳴周波数とを出力手段により対応させて出力すると、作業者は、この対応結果に基づいて、探査部位の配管部材を特定することができる。

【0008】探査装置としては、以下の構造を採用することも好ましい。即ち、請求項5に記載されているように、音の発信装置と、振動波の検出装置とを備え、探査対象の配管を構成する複数の配管部材に関する径関連情報と、前記配管内に存する媒体の音速情報に基づいて、前記配管部材個々に関して、それらの中にある媒体の共鳴周波数を求める共鳴周波数導出手段とを備え、前記検出装置により検出される検出波の周波数分析をおこなう周波数分析手段を備え、前記周波数分析手段により得られる周波数分析結果におけるピーク位置が、前記共鳴周波数導出手段により各配管部材に対して得られる各共鳴周波数のいずれかである場合に、前記検出波を検出する検出位置に対応する配管部位が、共鳴周波数で対応する配管部材である可能性が高いと判断する判断手段を備えるのである。この構成の場合も、発信装置は探査音の管内への挿入発信を行い、管内を伝播する音を検出装置により、請求項1に対応する場合は被覆層外から、請求項3に対応する場合は、発信装置とは異なった配管内位置で検出する。このように検出される伝播音は、周波数分析手段により周波数分析を施される。別途、本装置には、共鳴周波数導出手段が備えられており、この手段にあつては、探査対象の配管を構成する複数の配管部材に関する径関連情報と、前記配管内に存する媒体の音速情報に基づいて、前記配管部材個々に関して、それらの中にある媒体の共鳴周波数が求められる。例えば、管横断面方向の共鳴周波数が求められる。そして、請求項5に記載の装置においては、判断手段が、前記周波数分析手段により得られる周波数分析結果におけるピーク位置が、前記共鳴周波数導出手段により各配管部材に対して得られる各共鳴周波数のいずれかである場合に、前記検出波を検出する検出位置に対応する配管部位が、共鳴周波数で対応する配管部材である可能性が高いと判断する構成とされる。従って、自動的にスペクトルと共鳴周波数との間における対応関係がとられ、配管部材の候補が推定される判断結果を得ることができる。この場合も、共鳴周波数を利用して、配管の構造を推定することができる。

【0009】これまで説明してきた探査にあつては、配管内に積極的に音波を伝播させ、この音波を利用して、探査位置に於ける検出音（この検出音を含む検出波）の周波数分析結果に基づいて、探査位置に於ける管の管径、管種等を判断するものとしたが、例えば、比較

的高圧のガス配管内では、常時、供給対象のガスが流れる状態にあり、結果的に、このようなガス流により発生する音が、管内に存在する。このような音は、当然、その部位の配管構造（例えば配管径）に依存した共鳴成分を含有している。従って、このような探査とは、異なった要因に基づいて、探査部に存在する音を、本願の探査の目的に使用することも可能である。この場合は、先に説明した請求項3の記載に対応して、請求項6に記載されているように、配管の構造を探査するに、この配管内を伝播している伝播音を探査位置で検出し、検出された検出音の周波数分析を行い、得られる周波数分析結果から前記探査位置に於ける配管の構造を探査するものことができる。この場合は、管内に音波を伝播させることなく、管内に存在する騒音等を検出して、この音に基づいて、これまで説明してきたと同様の手法で、配管の構造を探査することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】本願の実施の形態例を図面に基づいて説明する。図1には、本願の配管構造の探査方法を適応して、地中に埋設されたガス配管1の構造を探査している状態が示されている。この方法にあつては、探査に配管1内を伝播する音波を利用する。

【0011】本願の配管探査にあつては、本願独特の構成を有する探査装置2が使用される。まず、この探査装置2の概要に関して説明する。探査装置2は、探査装置本体3と、スピーカ4と振動ピックアップ（振動波の検出装置の一種）5とを主な構成機器として備えている。ここで、スピーカ4は防爆型のものであり、地上に露出している管端部6に取付可能に構成されている。このスピーカ4は、探査装置本体側から発音指令を受けて、駆動されて所定の音波を発生できる構成とされており、少なくとも複数の周波数成分を含むパルス音を探査対象の管内に送り込むことができる。次に振動ピックアップ5について説明すると、振動ピックアップ5は複数用意されており、地表側に配設されて地中から伝播してくる振動音を拾う地表振動ピックアップ5aとされている。図1に示す例にあつては、地表振動ピックアップ5aが7個装備されており、これらの振動ピックアップで拾われた受音情報は、探査装置本体3側に送られて、後の用に供される。

【0012】次に、探査装置本体3の構成に関して説明する。探査装置本体3には、スピーカ4から青島パルス音を発生するため所定情報を格納した青島パルス発生手段31、各振動ピックアップ5により検出された音の周波数分析をおこなう周波数分析手段32が備えられている。さらに、この探査装置本体3には、共鳴周波数導出手段33が備えられており、別途入力される配管を構成する複数の配管部材各々の内径情報及び配管内にある流体の音速関連情報に従って、その管断面方向の共鳴周波数を求めることができるように構成されている。前記周

波数分析手段32から出力される各振動ピックアップ5によって検出される検出波(振動音)の周波数分析結果と、前記共鳴周波数導出手段33からの出力である各配管部材1aに関連した共鳴周波数を共に表示する表示手段34が備えられている。従って、例えば、図3に示すように、各振動ピックアップ5によって検出される検出波の周波数分析結果と、別途求められる共鳴周波数に対応する特定の周波数を示すマーク(矢印)とがともに、表示手段34に表示される。また、探査装置本体3には、前記周波数分析手段32から出力される各振動ピックアップ5によって検出される検出波の周波数分析結果と、前記共鳴周波数導出手段33からの出力である各配管部材1aに関連した共鳴周波数に基づいて、前記周波数分析手段32により得られる周波数分析結果におけるピーク位置Pが、前記共鳴周波数導出手段33により各配管部材1aに対して得られる各共鳴周波数のいずれかである場合に、前記検出波を検出する検出位置に対応する配管部位が、共鳴周波数で対応する配管部材である可*

* 能性が高いと判断する判断手段35が備えられている。従って、この判断手段35による推定結果により、振動ピックアップ5が検出する検出波が出ている配管部位がどのような配管部材からなっているかの推定をおこなうことができる。

【0013】前記共鳴周波数導出手段33の構造をさらに詳細に説明しておく。この手段33に於ける管断面方向(管を横断する方向の断面)の共鳴周波数fは、次式により決定される。

$$f = C \times U_m / (2 a)$$

ここで、Cは管内音速(m/s)であり、管内容ガス種及び管内温度・圧力により公知の式に従って決定される。またaは、管半径(m)である。そして、 U_m は表1に示すような共鳴モードに依存する値であり離散的に存在する。ガス種、ガス圧と温度の情報は、管内音速Cの導出時における参考情報となる。

【0014】

【表1】

m \ n	0	1	2
1	3.832	1.841	3.054
2	7.016	5.331	6.706
3	10.173	8.536	9.969

【0015】各共鳴モードは、図4に示す振動パターンに対応する。具体的な数値例を示すと、例えば1気圧5のメタンの場合、音速は434.1(m/s)であり、空気の場合、音速は334.5(m/s)である。この時、管半径0.1(m)の管に於ける共鳴周波数は低い側からメタンは1337、2187、2732、2999、・・・Hzとなる。また空気も低い方から1030、1685、2105、2310、・・・Hzとなる。表2に、上記条件下における空気の場合の、演算導出例を示した。尚、共鳴周波数は気温20として計算している。

【0016】

【表2】

No.	周波数(Hz)	共鳴モード(m, n)
1	1007	(1, 1)
2	1671	(1, 2)
3	2096	(1, 0)
4	2298	(1, 3)
5	2909	(1, 4)
6	3507	(1, 5)
7	3838	(2, 0)

【0017】従って、所謂管内におえる横断面方向に共鳴を起こす共鳴周波数は、無限個のモードに対応して、

無限個、離散的に存在する。そして、配管部材の内径に対応して、個々に、これらの共鳴周波数を現場の条件にしたがって、共鳴周波数導出手段33が共鳴周波数を導出することができる。

【0018】以上が、本願の探査装置2の基本的な構成であるが、使用する探査方法を、各家庭7の前面道路に埋設されているガス配管1(埋設管の一例)を対象とする場合に関して説明する。図1には、各家庭7に対して都市ガスを供給する都市ガス配管系Bが示されている。即ち、各家庭7に対して、その前面道路8に埋設される低压ガス配管9が設けられており、この低压ガス配管9(配管1の一例)から、引き込み管10を介して、各家庭7の敷地内に引き込まれた配管は、一旦、地上部に立て管11として出された後、各家庭内のガス供給位置(図外)まで配管される。この立て管11の所定位置には、所謂、ガスメータ(図外)が配設される。探査作業にあたっては、前述の立て管11を利用するため、立て管11からガスメータ(図外)を外して、この立て管11の管端部6に、前記スピーカ4を取り付ける。このスピーカ4は、先に説明した青島パルス発生手段31から情報を受けるとともに制御指令を受けて、管内に複数の周波数成分を含むパルス音である青島パルスを送り込む。ここで、青島パルスとは、複数の周波数成分を含むパルス音であり、音響系に伝播させることにより、この音響系のインパルス応答を得ることができる音である。計測技術vol.12-4 pp.35-43(198

4) に詳細に説明されているものである。また、説明からも判明するように、この青島パルスは、最適化青島パルスあるいはTPS (Time - Stretched Pulse) とも呼ばれ、所定の周波数範囲で平坦なパワースペクトルを持つ時間信号を、時間軸上で引き延ばした信号である。形態的には、インパルス音に近いものであり、その周波数範囲は、一般に0 ~ 10 kHzまでに亙る。

【0019】一方、予め用意されたガス配管1の埋設位置に沿って、複数の地表側振動ピックアップaを、地上に配設する。従って、これらの振動ピックアップ5aにより、それぞれの検出域に対応する管内部分から地中に漏れてくる振動音(検出波)を拾うことができる。各地表側振動ピックアップ5aからの情報は、探査装置本体3に集められ、周波数分析手段32により周波数領域での分析が行われ、それぞれの位置に対応した検出波の周波数分析結果(スペクトル)が得られる。一方、探査装置本体3には、別途、入力手段により、配管を構成する配管部材1aの情報及び内部の媒体に関する情報を入力する。ここで、配管部材1aの所謂内径が一つの重要な入力条件である。さらに、配管内に存在するガスに関しても、これに関連する情報が入力される。即ち、配管内にあるガスのガス種・ガス圧・温度が少なくとも入力される。このような入力情報に従って、前記の共鳴周波数導出手段33にあっては、各配管部材に対応した共鳴周波数が求められる。そして、先にも説明したように、表示手段にあっては、各振動ピックアップ5の位置で検出される検出信号のスペクトルと、共鳴周波数とが、作業員12による比較対照が可能で表示される。表示状態の一形態を図3(イ)(ロ)(ハ)に示した。これらの図面において、実線はスペクトル強度を示しており、虚線が、共鳴周波数導出手段33により導出された周波数(共鳴周波数)を示している。一方、同時に判断手段においては、スペクトルのピーク位置Pを、別途求められている共鳴周波数との比較対照が行われ、一致した周波数が存在する場合に、振動ピックアップ5の位置に対応する位置にある配管部材1aが、周波数で対応する配管部材1aである可能性が高いという判定が出力される。

【0020】以下、具体的に作業手順を追って説明する。

1 作業員12は、図1に示すような作業現場13に到着する。この時点で、現場近くของガス配管1の埋設位置を示す埋設マップを用意している。従って、配管1の概略埋設位置及び方向は予め判明している状況にある。さらに配管を構成する複数の配管部材1a単体の構造(内径を含む情報)は予め判明している。このような情報が得にくい場合は、地中レーダー(図外)等を使用して、配管1の位置を確認しておき、地上側で、少なくとも埋設配管の上側位置される。さらに、配管内にあるガス種

及びその圧力・温度に関しては、例えば都市ガスの供給が行われているかどうか、管内圧力・温度等の測定により計測結果を得ておく。このようにして得られたガス種、管内圧力・温度等は、探査装置2に入力され、共鳴周波数導出手段33により、複数の配管部材1aに関する共鳴周波数があらかじめ得られる。

2 特定の家庭7のガスメータ(図外)を立て管11より取り外し、この端部6にスピーカ4を取り付ける。

3 一方、予め判明している埋設管上位置に、複数の地表側振動ピックアップ5aを配設する。

4 このような準備段階を終了した後、青島パルス発生手段31が働いて、スピーカ4から青島パルス音(帯域0 ~ 10 kHz)を管内に伝播させる。

5 配管内を伝播する青島パルス音は、発音側であるスピーカ4から離間する方向へ順次伝播する。この状態において、地上側にあっては、配管上の位置に、その配設方向に沿って配設される各地表側振動ピックアップ5aにより、検出波受信データが収集される。

6 地表側振動ピックアップ5aで検出された検出信号は、探査装置本体3に送られ、先ず、周波数分析手段32により、図3(イ)(ロ)(ハ)に示すようなスペクトルデータとしてスペクトル強度が特定される。

7 そして、上記のようにして得られた共鳴周波数情報及び、各振動ピックアップによって検出された検出信号のスペクトルが、探査装置本体3に備えられる表示装置37側に送られ、作業員が目視により確認できる。一方、スペクトルにピーク部Pがある場合は、このピーク部Pの周波数と別途求められた共鳴周波数とが重なる場合は、周波数で対応する特定の配管部材が、受信位置で対応する配管部位にある配管部材であるとの推定データを判断手段35により出力される。

【0021】上記の手法を取ることができる検証結果について以下に説明する。図2に検証に使用した配管の構造を示した。配管は、5個の100A 鑄鉄管A1, A2, A3, A4を4個のスリーブ継手Cで接続したものであり、この配管1を、埋設深度50cmの位置に埋設した。図上A2で示す100A 鑄鉄管の長手方向中央部直上(地表面)での計測結果を図3(イ)に示した。この位置に於ける検出音の周波数特性をみると、2000 Hzで共鳴が起こっており、管半径0.05m・空気の場合の理論値とも一致する。図3(ロ)にスリーブ継手C中心より、A2側に80cm移動した部位の地表面に於ける振動の周波数特性を示す。この結果にあっては、管の共鳴とともに、この周波数より一段低周波側にピーク部Pが表れており、これが、継手内径との関係から継手起因によるものであることが判る。図3(ハ)に、スリーブ継手C直上(地表面)に於ける検出音の周波数特性を示す。図3(イ)とは異なる1500 Hzあたりで共鳴が起こっている。この共鳴周波数は鑄鉄管の理論値とは一致していない。共鳴周波数の低下は、見掛け上

の管径の増加を意味しており、スリーブ継手Cの形状（拡径）と一致している。

【0022】〔別実施の形態例〕

(イ) 上記の実施の形態においては、青島パルス音を使用した。本願の用途にあつては、複数の周波数成分の音から構成されるパルス音等、任意の音を使用できる。さらに、例えば、所謂、インパルス音、ホワイトノイズと呼ばれるほぼ全ての周波数成分が含まれ音を使用することが好ましい。また、所定の時間帯だけ音波を発生する矩形波、三角波も使用できる。さて、上記の共鳴周波数としては、主に、その中心周波数を挙げて説明したが、このような共鳴周波数が、現場の状況において求められる全ての、あるいはいずれかの共鳴周波数を意味するものであってよい。さらに、この共鳴周波数は、所定のバンド域を有している場合も想定される。

(ロ) 上記の実施の形態においては、周波数分析結果に於ける検出波（音を含む）のスペクトルにおけるピーク位置（共鳴周波数）から、配管の構造を探索するものとしたが、ピーク位置のみならず、特定の周波数バンドに於けるスペクトル強度（検知レベル）の増加を見ることが、配管構造を確認することもできる。即ち、例えば、管径の異なる管を複数接続した場合にあつては、この管径に依存した周波数部位にピークが形成されるが、所定の直管に、径の大きな曲がり管が接続されている場合は、径の増大に伴う共鳴周波数の移動が見られるとともに、曲がり構造に伴う、所定のバンド域（所定の周波数帯域）に於ける帯状のスペクトル強度の上昇域が見出せる。例えば、図3（ハ）に対応した例にあつて、継手が曲がり形状を有する場合は、1600～2000Hz辺りのピーク下降を見出せる。従つて、このようにして、管が曲がり管かどうか、さらには、拡径かどうかの判断をおこなうこともできる。従つて、本願方法におい*

*ては、管の構造として、少なくとも異なった管径を有する直管の割り出し、直管、曲がり管等の識別割り出し等をおこなうことができる。

(ハ) 上記の実施形態においては、積極的に音波を探索対象の管内に送り込む構造に関して説明したが、例えば、管内にガス流が存在しており、この流れに起因するノイズを管内走行車に備えた検出装置により検出できる場合等にあつては、このノイズを利用できる。即ち、このようなノイズ内には、検出位置の管の構造を代表する音響成分が含有されている。即ち、このノイズを検出して、周波数分析を施して、ノイズのスペクトルを得ることで、検出位置の於ける管径等に基づく共鳴周波数成分を検出することができる。従つて、このような成分を検出することによつても、管の構造を明らかにすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願の管路検査装置を使用してガス配管の構造を探索している状態を示す説明図

【図2】検証に使用したガス配管の状態を示す図

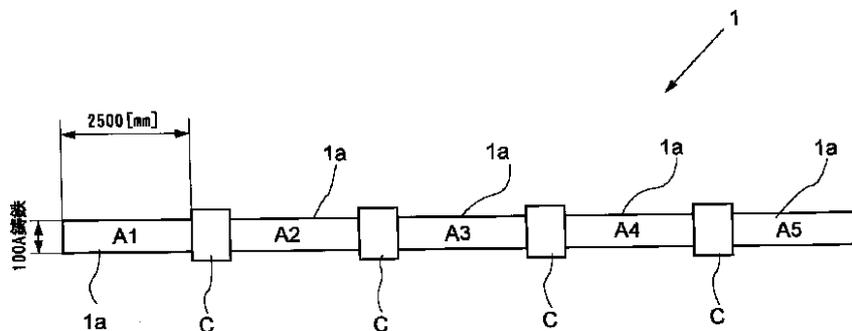
20 【図3】配管各所からの伝播音の周波数分析結果を示す図

【図4】各モードに対応した振動パターンの説明図

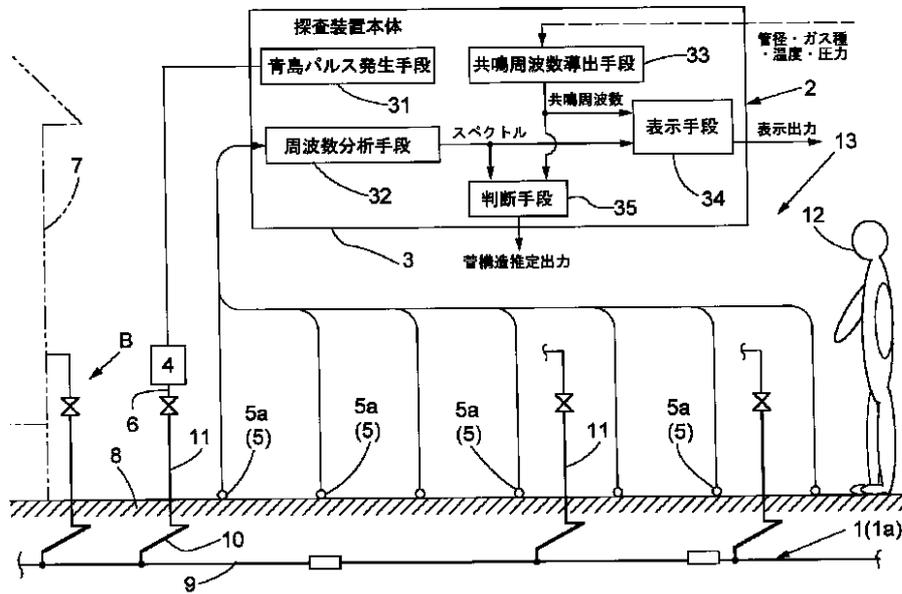
【符号の説明】

- 1 ガス配管
- 2 探査装置
- 4 スピーカ
- 5 振動ピックアップ
- 5 a 地表側振動ピックアップ
- 3 2 周波数分析手段
- 30 3 3 共鳴周波数導出手段
- 3 4 表示装置
- 3 5 判断手段

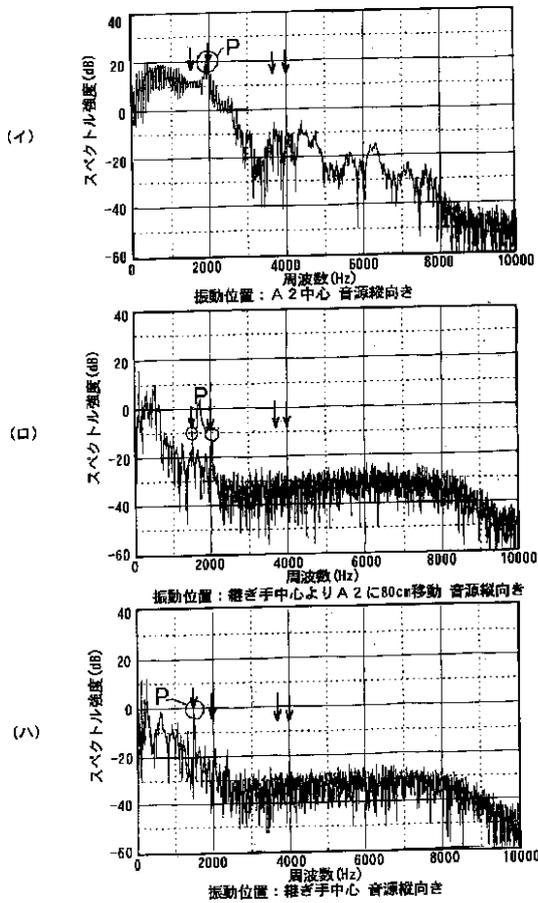
【図2】



【図1】



【図3】



【図4】

	m=1	m=2	m=3
n=0			
n=1			
n=2			

フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 誠一
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
大阪瓦斯株式会社内

(72)発明者 岸 雅樹
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
大阪瓦斯株式会社内

(72)発明者 青木 雅夫
兵庫県神戸市西区美賀多台1 3 7301

Fターム(参考) 2D063 BA00
5J083 AA04 AB12 AC05 AD07 AE10
AF04 BA01 BA14 BE11 BE43
CA02 EB04