

(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

特開平11-271169

(43)公開日 平成11年(1999)10月5日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
G 0 1 M 3/24		G 0 1 M 3/24	F
F 1 6 L 55/00		G 0 1 N 29/20	
G 0 1 N 29/20		G 0 1 V 1/00	B
G 0 1 V 1/00		F 1 6 L 55/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-77109

(22)出願日 平成10年(1998)3月25日

(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 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

(72)発明者 高木 聡

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

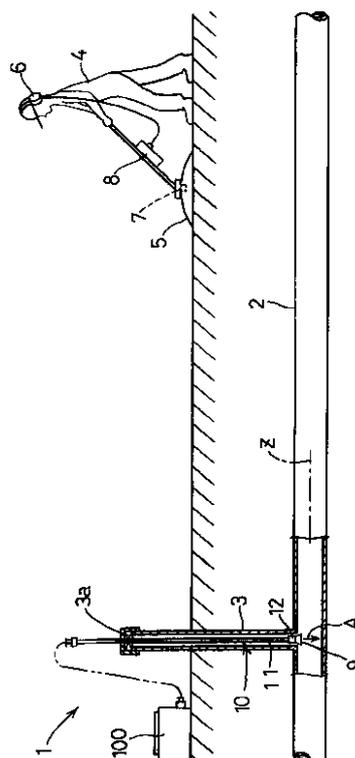
(74)代理人 弁理士 北村 修一郎

(54)【発明の名称】 管検査装置及び管の検査方法

(57)【要約】

【課題】 管の位置探査、さし水の存否の探査、さらには管に発生している開口破損部の検出等の作業項目を、合理的におこなうことができる管検査装置を得る。

【解決手段】 検査音を発生させる検査音発生機構9と、前記検査音発生機構9により発生される前記検査音の、検査対象の管内への送出方向を設定する検査音送出方向設定機構12とを備え、前記検査音送出方向設定機構12に於ける前記検査音の送出方向が、前記管の管軸Zに対して傾斜角度変更可能に構成されている管検査装置。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 検査音を発生させる検査音発生機構と、前記検査音発生機構により発生される前記検査音の、検査対象の管内への送出方向を設定する検査音送出方向設定機構とを備え、前記検査音送出方向設定機構により設定される前記検査音の送出方向が、前記管の管軸に対して傾斜角度変更可能に構成されている管検査装置。

【請求項 2】 前記検査音の送出方向が前記管軸に直交する方向である第 1 姿勢と、前記検査音の送出方向が前記管軸に沿った方向である第 2 姿勢との間で、前記検査音送出方向設定機構に於ける前記検査音の送出方向が択一設定可能に構成されている請求項 1 記載の管検査装置。

【請求項 3】 検査音を検査対象の管内に伝播させるとともに、前記検査音を管外において受信検出して、受信音の音圧空間分布状況から前記管の状況を検査する管の検査方法であって、検査音発生機構から、前記検査音としての複数の周波数成分を含むパルス音を前記管の管軸方向に送出して、前記パルス音を管軸方向に伝播させ、前記パルス音の直接波の音圧空間分布状況を検出して、検出される前記音圧空間分布状況から、前記管の状況を検査する管の検査方法。

【請求項 4】 検査音を検査対象の管内に伝播させるとともに、前記検査音を管外において受信検出して、受信音の状況から前記管の状況を検出する管の検査方法であって、前記管の管径方向に第 1 検査音を送出して、管内壁間で反射させながら、反射音を管軸方向に伝播させ、前記受信音の音圧空間分布状況を検出して、前記受信音の第 1 音圧空間分布状況を得る第 1 検査ステップと、前記管の管軸方向に第 2 検査音を送出して、前記第 2 検査音を管軸方向に伝播させ、前記第 2 検査音の直接波の前記受信音の音圧空間分布状況を検出して、前記受信音の第 2 音圧空間分布状況を得る第 2 検査ステップとを実行して、前記第 1 音圧空間分布状況と前記第 2 音圧空間分布状況との両者を得て、前記両者から、管の状況を検査する管の検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、管内に検査音を伝播させ、床や壁面に隠蔽されている管の位置あるいは管内に発生しているさし水の位置を探查、特定する、もしくは管に発生している破損箇所である開口漏洩部位置を特定する等の、音波を利用した管の非破壊検査技術に関する。

【0002】

【従来の技術】上記のような管の検査を目的として、様々な管検査手法が提案されている。このような方法にあ

10

20

30

40

50

って、その一例として検査音を検査対象の管内に伝播させるとともに、この検査音を管外において受信検出して、受信音の状況（例えば管軸に沿った受信音の音圧の分布状況）から管の状況を検査する手法が提案されている。地中に埋設されている埋設管の位置を検出する場合にあっては、管内に検査音を伝播させ、この伝播音を地表側において埋設管の埋設方向に対して直交する方向において移動しながら受信し、受信音の空間分布状況が捕らえる。この場合にあっては、受信音圧が最も高い位置を、埋設管の位置であると推定することができる。さらに、埋設管内に所謂さし水（侵入水）がある場合、管の埋設方向に沿って受信音の音圧分布を検出すると、このさし水が発生している部位において、音圧の大幅な減少が認められるため、この大幅な減少が発生する部位を、管内にさし水が無い部位と、さし水がある部位との境界部位であると判断できる。これらの検査項目を、本願において第 1 検査項目と呼ぶ。このような検査にあたっては、従来、埋設管に接続されている、所謂、たて管（地中に水平方向に埋設されている管に対して、この管から分岐し、地中に導出されている管で、一般に、埋設管より小径の管である場合が多い）の地上側端部に、スピーカ等を連結して、埋設管内への音波の導入を図っている。

【0003】地中に埋設されている埋設管に漏洩箇所がある場合にあっては、管内に所謂、インパルス音と呼ばれるパルス音を伝播させ、このパルス音の直接波（受信位置において最初に検出される音波）の音圧の空間分布状況を、埋設管に沿った地上側部位で検出する。この場合にあっては、受信音圧が最も高い位置を、埋設管に漏洩がある位置と推定することができる。ここで直接波の音圧を検出して、これを検査に使用する理由は、管内に検出音を伝播させ、例えば、その音圧の最も高い部位を漏洩位置と推定しようとする場合、管内で共鳴が発生している場合は、この共鳴部を漏洩部と誤認し易いためである。この検査項目を、本願において第 2 検査項目と呼ぶ。このようにパルス音を管内に伝播させる場合にあっては、従来は、埋設管に接続されている、所謂、たて管の地上側端部に、スピーカ等を連結して、埋設管内への音波の導入を図っている。即ち、従来、前述の第 1 検査項目と第 2 検査項目とにおいて、検査音の管内への挿入方法は、実質同一であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第 1 の検査項目と第 2 の検査項目を比較検討すると、両者間において、検査音の伝播状態（特に共鳴の発生状態）は、異なることが好ましいことを、発明者らは見出した。即ち、第 1 の検査項目に関しては、管の全ての部位において強い共鳴状態が発生しているのが好ましいのに対して、第 2 の検査項目に関しては、管の径方向の共鳴が起こっていないことの方が好ましい。このような状況を考

察すると、従来型の技術にあっては、改良の余地があり、音波を利用した管検査装置、特に、音波を管内に送出する（挿入する）スピーカを主要部とする機構の構造にあっては、改良の余地があった。しかし、従来技術にあるように、この観点からスピーカシステムを差別化するという考えはなかった。

【0005】従って、本発明の目的は、上記の検査項目、それぞれに適合した、検査音の管内での伝播状況を実現できる管検査装置を得るとともに、各検査項目に従った、管検査情報を得ることができる管検査方法を得ることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するための本発明による管検査装置の特徴構成は、検査音を発生させる検査音発生機構と、この検査音発生機構により発生された検査音の、検査対象の管内への送出方向を設定する検査音送出方向設定機構とを備え、検査音送出方向設定機構により設定される検査音の送出方向が、管の管軸に対して傾斜角度変更可能に構成されていることにある。検査音が検査音発生機構により発生される。ここで、発生された検査音は、検査音送出方向設定機構により、これが設定する検査音の送出方向に、管内に送出される。この送出方向は、管軸方向に対して傾斜角度変更可能に構成されているため、例えば、先に説明した第1検査項目を検査したい場合は、管軸に対して直交する方向（管径方向）に検査音を送出し、第2検査項目を検査したい場合は、管軸に対して、これに沿った（平行に）方向に検査音を送出し、各項目に合致した検査をおこなうことができる。さらに、上記のように、完全に、管軸と検査音の送出方向が直交もしくは平行しているのみならず、僅かに、傾斜させたい場合にあっては良好にその調整を行って、所定の項目の検査を実行することができる。

【0007】このような装置にあって、上記のように、第1検査項目あるいは第2検査項目を、比較的構成容易な構成でおこないたい場合は、装置を下記のように構成することが好ましい。即ち、検査音の送出方向が前記管軸に直交する方向である第1姿勢と、検査音の送出方向が管軸に沿った方向である第2姿勢との間で、検査音送出方向設定機構に於ける検査音の送出方向を択一設定可能とする。このようにすると、簡易な装置構成で、先に説明した様々な項目の検査に対応できる管検査装置を得ることができる。

【0008】さて、上記の目的を達成するための第2の検査項目等に対する本願の管検査方法は、以下ようになる。即ち、検査音を検査対象の管内に伝播させるとともに、この検査音を管外において受信検出して、受信音の音圧空間分布状況から前記管の状況を検査する管の検査方法を実行するにあたって、以下の手順を経るようにしておこなうのである。即ち、検査音発生機構から、管

10

20

30

40

50

の管軸方向に検査音としての複数の周波数成分を含むパルス音を送出して、このパルス音（例えばインパルス音）を管軸方向に伝播させ、パルス音の直接波の音圧空間分布状況を検出して、検出される前記音圧空間分布状況から、管の状況を検査する。この方法が対象とする検査項目は、例示的には、先に説明した第2の検査項目である。この検査を行う場合は、管内で検査音の共鳴（管径方向のガス振動に伴う共鳴）が起こらないことが好ましく、所謂、粗密波である音波がその粗密部を管軸方向に形成しながら伝播する場合に、余分な共鳴を管内部で起こすことはない。従って、管の開口破損箇所からの漏洩音であって、直接波の音圧を最も高くできる。結果、この方法を採用することで、例えば、管の開口破損箇所をより確実に検出することができる。

【0009】さて、上記のように、第1及び第2の検査項目を順次、所定の管を対象としておこないたい場合もある。このような場合に、以下の方法を採用することが好ましい。即ち、検査音を検査対象の管内に伝播させるとともに、この検査音を管外において受信検出して、受信音の状況から前記管の状況を検査する管の検査方法を実行するに、以下の手法を採用するのである。管の管径方向に第1検査音を送出して、管内壁間で反射させながら、反射音を管軸方向に伝播させ、受信音の音圧空間分布状況を検出して、受信音の第1音圧空間分布状況を得る第1検査ステップと、管の管軸方向に第2検査音を送出して、この第2検査音を管軸方向に伝播させ、第2検査音の直接波の受信音の音圧空間分布状況を検出して、受信音の第2音圧空間分布状況を得る第2検査ステップとを実行して、第1音圧空間分布状況と第2音圧空間分布状況との両者を得て、両者から、管の状況を判断する。この手法を採用する場合にあっては、第1検査ステップにあっては、第1検査音が管径方向に送出され、この音は、管内壁間の反射を伴いながら、管内を管軸方向に伝播していく。従って、この場合、管径に従った共鳴音を発生させやすく、結果的に、この方法に従って、受信音の空間的な音圧分布状況を把握すると、例えば、管の位置探査、管のさし水位置探査に、主に有用な第1音圧空間分布状況を得ることができる。次に、第2検査ステップにあっては、第2検査音が管軸方向に送出され、この音は、共鳴の程度が低い状態で、そのまま粗密波として管軸方向に伝播していく。従って、この場合、例えば、その直接波の音圧の空間的な音圧分布状況を把握すると、例えば、管の漏洩位置探査に、主に有用な第2音圧空間分布状況を得ることができる。結果、様々な検査項目を対象として、これらの項目検査に良好に対応できる音圧データを、容易に得ることができ、管の状況を適切に把握できる。

【0010】

【発明の実施の形態】本願の管検査装置1の実施の形態例を以下に図面に基づいて説明するとともに、前記管検

査装置1を使用して、本願の管検査方法を実行する場合に関して説明する。図1、図2には、本願の管検査装置1を現場にて使用している状態が示されている。現場の地中には、検査対象の埋設管2がほぼ水平に埋設されているとともに、この埋設管2から、縦管3が地上に延出されている。さて、検査にあたっては、検査作業員4は、本願の管検査装置1と、集音具5を備えたヘッドホン6を現場に持参して検査作業をおこなう。この集音具5内には、マイクロフォン7が備えられており、このマイクロフォン7で受信された受信音を作業員4は、先のヘッドホン6で聞くことが可能となっているとともに、マイクロフォン7によって受信される音を記録装置8に記録可能に構成されている。本願の管検査装置1は、基本的には管内に導入されるスピーカ9と、このスピーカ9を支持するとともに、スピーカ9の姿勢を管内において設定する支持機構10とを備えて構成されている。即ち、スピーカ9は、本願の検査音を発生させる検査音発生機構としての働きをおこなうものであり、支持機構10は、この検査音発生機構により発生された検査音の、検査対象の管内への送出方向を設定する検査音送出方向設定機構としての役割を有している。この支持機構10の先端部分には、前記スピーカ9の姿勢を、支持機構基端側部位11に対して設定(基端側部位11に対して、90度まで傾斜角度自在)する姿勢設定機構12を備えている。従って、図1、図2に示すように、本願の管検査装置1を、縦管3の開口端部3aに防爆状態を保てる状態で装着し、スピーカ9を管内に導入して、スピーカ9の方向を、埋設管2の管軸Zに対して、これに直交する第1姿勢(図1に示す姿勢)と、管軸Zに対して、これが沿う第2姿勢(管径方向に沿った姿勢で、管軸とスピーカの中心とをほぼ一致させることが好ましい姿勢である)とに設定することができる。さらに、この姿勢設定機構12により、スピーカ9は、上記2姿勢の中間の姿勢をも取ることが可能となっている。即ち、検査音送出方向設定機構を備えることで、検査音の送出方向が、管の管軸Zに対して傾斜角度変更可能に構成されている。

【0011】前記のスピーカ9が採ることができる姿勢に関して説明すると、基本的には、検査音の送出方向Aが管軸Zに直交する方向である第1姿勢と、検査音の送出方向Aが前記管軸Zに沿った方向である第2姿勢との間で、択一設定可能に構成されている。さて、スピーカ9には、この駆動用の検査音発生機構本体100が備えられており、これから発生する発信信号に従ってスピーカ9からは、連続音、一定リズムを有するリズム音、インパルス音等が検査音として発生できるように構成されている。以上が、本願の管検査装置1の基本構成である。

【0012】以下、本願の管検査装置1を利用して管2の検査をおこなう場合に関して、前述の検査項目別に説

明する。

1 第1検査項目を検査する場合

この場合にあつては、図1に示すように、スピーカ9を、管径方向に直交する第1姿勢に維持し、管2の管径方向に第1検査音を送出して、主に、管内壁間で反射させながら、発生する反射音を管軸方向に伝播させる。このようにすることで、管内にあつては、共鳴音が管内を伝播する。この場合は、一定周波数の連続音を使用することが有効である。一方、地上にあつては、作業員4は、集音具5を持参して、管2の埋設方向に移動しながら、その受信音を検出していく。この結果は、記録装置8に記憶され、後の解析の要に使用される。この作業により、受信音の音圧空間分布状況を検出して、受信音の第1音圧空間分布状況を得ることができる。この検出結果は、埋設管2の埋設位置の確認、さし水の有無等検査の用に供することができる。このようにして、第1検査ステップを終了する。

2 第2検査項目を検査する場合

この場合にあつては、図2に示すように、スピーカ9を、その検査音送出方向Aが管軸Z方向に沿った第2姿勢に維持し(この場合、スピーカ9は、支持機構基端部位11に対して折れ曲がったような姿勢となる)、管2の管軸方向に第2検査音を送出して、検査音を管軸方向に伝播させる。このようにすることで、管内にあつては、共鳴音の発生を抑えて検査音が管内を伝播することとなる。さらに具体的には、管の管軸方向に検査音としての複数の周波数成分を含むパルス音(たとえばインパルス音の一種である青島パルス音)を送出して、このパルス音を管軸方向に伝播させる。一方、地上にあつては、複数の作業員4は、集音具5を持参して、管2の埋設方向の異なった位置で、その受信音の直接波を検出する。この結果は、記録装置8に記憶され、後の解析の要に使用される。従って、この作業により、パルス音の直接波の音圧空間分布状況を検出して、検出される前記音圧空間分布状況から、受信音の第2音圧空間分布状況を得ることができる。この検出結果は、管の開口破損箇所20の検出の用に使用することができる。このようにして、第2検査ステップを終了する。

【0013】結果、第1音圧空間分布状況と第2音圧空間分布状況との両者を得て、両者から、管の状況(埋設位置、さし水位置、開口破損部の位置)等の判断資料を得ることができる。

【0014】上記のような検査方法をおこなう場合における、検査音の挿入状態が異なる場合のインパルス応答の差を図3~6に示した。図3、4に200A(200)の鋼管に関し、図5、6に50A(50)のポリエチレン管に関し、音挿入方向(スピーカ側からは音送出方向)の違いによるインパルス応答(上段)と、その周波数特性(下段)を示す。これらの図面において、図3、図5が、検査音を管軸方向にスピーカより送出した

場合に相当し、図4、図6が検査音を管径方向にスピーカより送出した場合に相当する。いずれの図からも音波の挿入方向（スピーカ側からは音送出方向）の比較において、共鳴は、検査音の送出方向が管径方向の方が、共鳴のピークが大きく見られていることが判る。従って、検査音の管軸方向に対する送出方向を適切に調整することで、様々な目的に適合した検査結果を得ることができる。

【0015】〔別実施の形態例〕

(イ) 上記の実施の形態例においては、管検査装置1を、スピーカ4を支持する支持機構10とから構成されている場合を示したが、スピーカ自体を検査対象の管の管端に取りつけて、管軸等に対する姿勢を変更することにより、管内に送出する検査音の送出方向を変更する構成としてもよい。図7に、この構成の例を示す。図示するように、この管検査装置1は、埋設管2の管端部に防爆状態で直接取付け可能に構成されるとともに、スピーカを収納する空間13を内部に備えた装置本体14を備えて構成されている。さらに、この装置本体14において、埋設管2を装置本体14の埋設管接続部15に接続した状態において、スピーカ90は、装置本体内空間13において、その発生音送出方向Bが、管軸Zに対して直交する姿勢（第1姿勢）と管軸Zに対して平行となる姿勢（第2姿勢）とを択一的にとることができるように構成されている。この例にあっては、装置本体14とこの装置本体14に設けられ、スピーカの姿勢を変更可能な機構部（具体的には、埋設管接続部15に対向して設けられるスピーカ90の取付け機構、及び、埋設管接続部15において確定する管軸方向に対して直交する姿勢にスピーカ90を取付ける取付け機構）が、検査音送出方向設定機構を構成することとなる。ここで、装置本体14内に検出音に対して共鳴箱として働く構成とされており、第1姿勢を採る場合にあっては、装置本体14内で図2の縦方向（上下方向）に反射を繰り返しながら、検査音が管内に伝達される。一方、第2姿勢にあっては、スピーカ90の中心軸と管軸Zとが一致するように構成されており、スピーカ90から発生された音波は、そのまま、粗密波として、管内で伝達される。

【0016】従って、この装置構成の場合にあっては、検査音の送出方向Bと管軸Zの方向とを適切に設定しながら、本願にいう第1検査ステップと第2検査ステップ

とを実行して、良好な管の検査をおこなうことができる。この構成にあっては、予め、第1、第2姿勢を取る一対のスピーカを固定状態で装備しておいてもよい。

【0017】本願手法を採用する場合に関して、検査音としては、一般的な連続音、特定のリズムを備えた音、特定の周波数の音等を使用できる。このような音は、本願にいう第1姿勢をスピーカが取る場合に特に好ましい。一方、本願にいう第2姿勢を取る場合は、直接波の音圧を利用することが好ましいため、パルス音を検査音とすることが好ましいが、チャープ波、白色雑音等の音も、使用できる。さらに、音の受信検出側にあつては、上述のマイクロフォンの他、圧電型振動センサー、聴診器、場合によっては人間の耳等により検出してもよい。さらに、本願にあっては、上記の使用状況から、できるだけ指向性の高いスピーカを使用することが好ましく、指向性の高いコーン等を使用するのが良い

【図面の簡単な説明】

【図1】本願の管検査装置の使用状態（共鳴を利用する場合）を示す図

20 【図2】本願の管検査装置の使用状態（共鳴を起こしたくない場合）を示す図

【図3】検査音を管軸方向に送出した場合の本願に関する200A鋼管に於ける実証実験の結果を示す図

【図4】検査音を管径方向に送出した場合の本願に関する200A鋼管に於ける実証実験の結果を示す図

【図5】検査音を管軸方向に送出した場合の本願に関する50Aポリエチレン管に於ける実証実験の結果を示す図

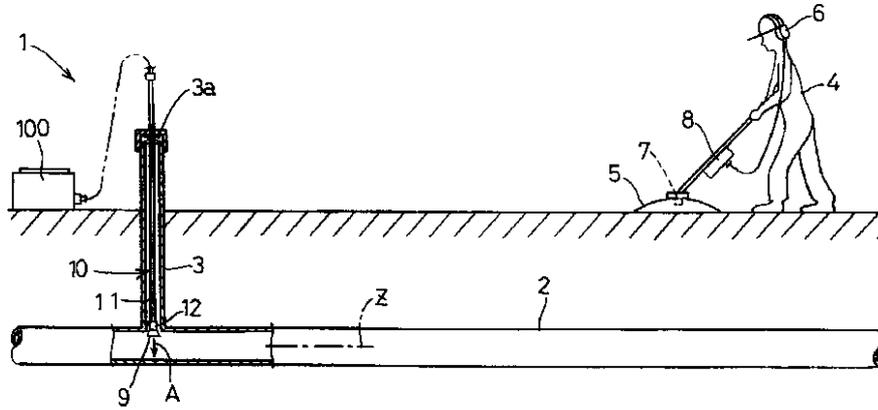
30 【図6】検査音を管径方向に送出した場合の本願に関する50Aポリエチレン管に於ける実証実験の結果を示す図

【図7】本願の別実施の形態例を示す図

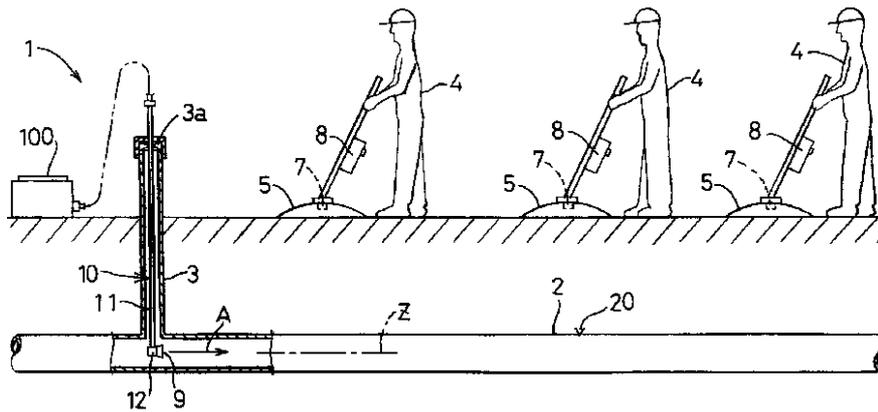
【符号の説明】

- 1 管検査装置
- 2 埋設管（管）
- 9 スピーカ
- 12 姿勢設定機構
- A 検査音の送出方向
- B 送出方向
- 40 Z 管軸方向

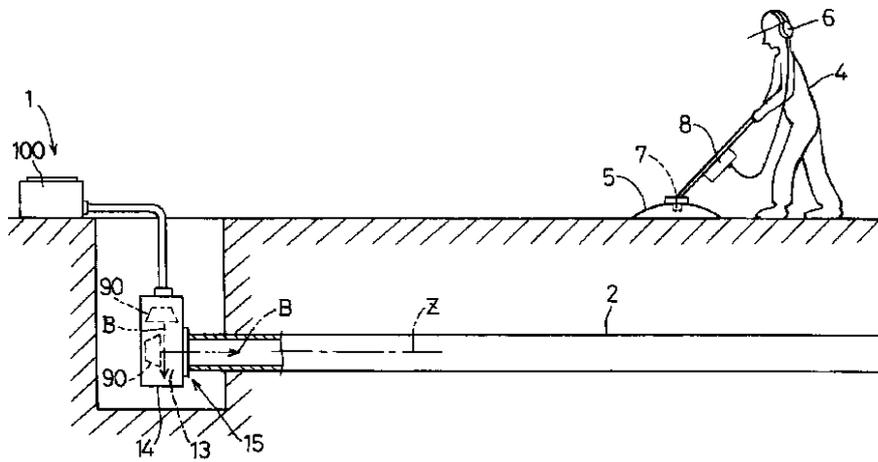
【図1】



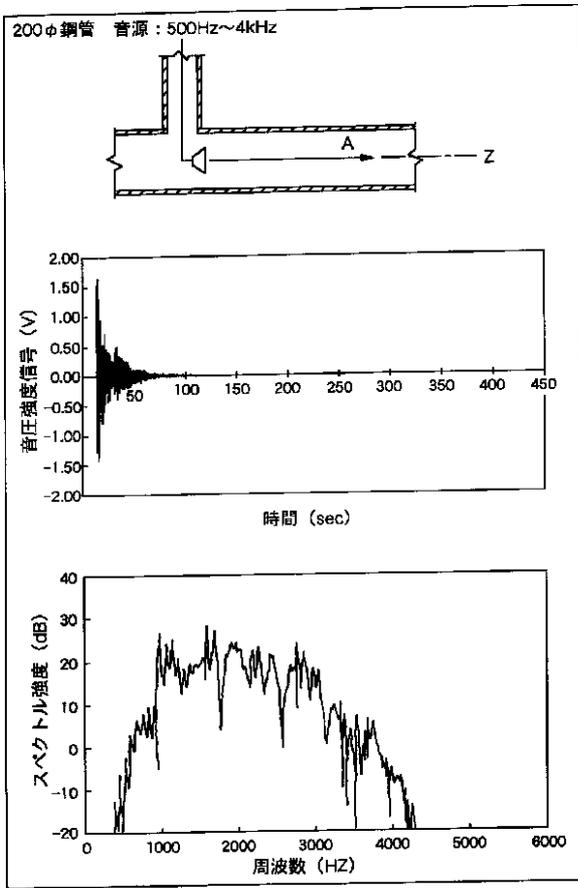
【図2】



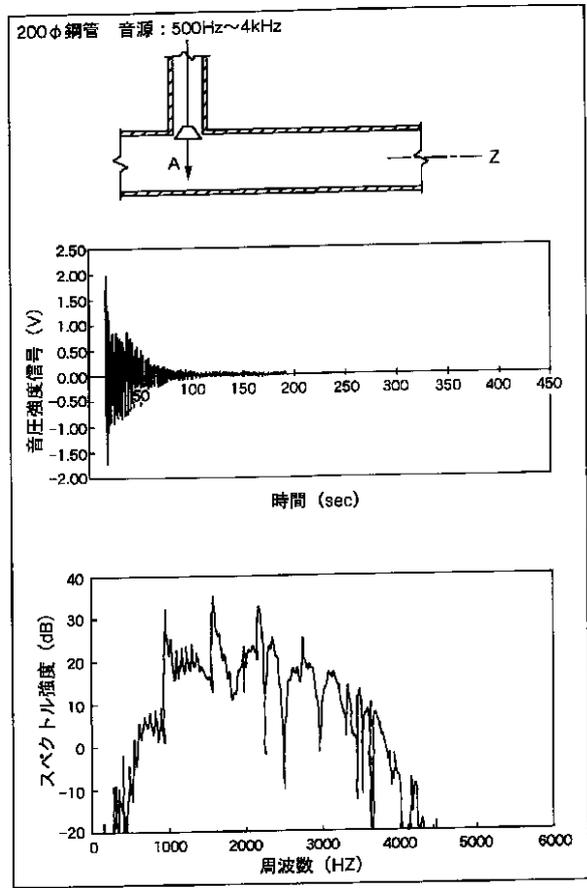
【図7】



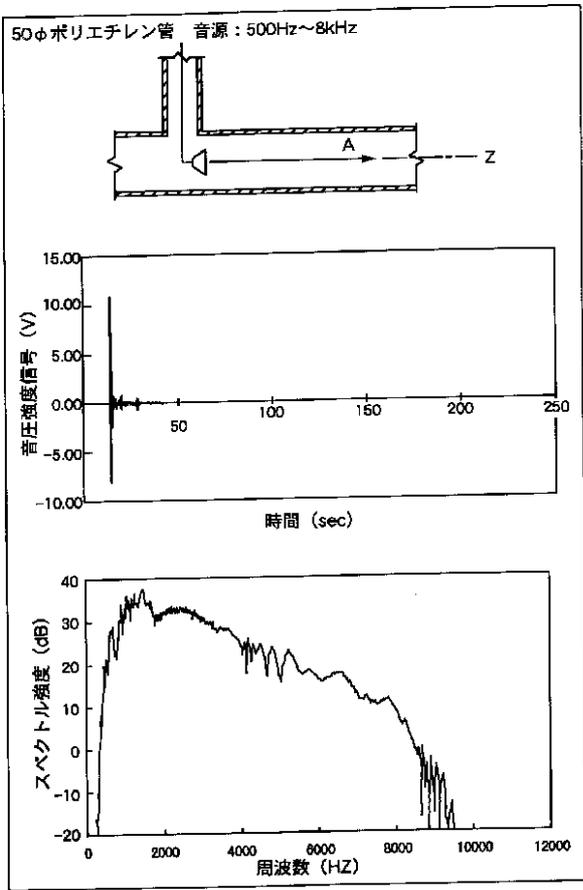
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

