

音響式配管系統調査装置

© 大阪ガス(株) エネルギー技術研究所 触媒・センサー・計測技術 T 藤田 智

1.はじめに

大型物件内のガス配管は、壁裏や天井裏などの隠蔽部に配管されている場合が多く、配管の系統を簡単に調べるのは困難である。このようなガス配管の系統確認調査は、圧力ゲージ等を用いて行われているが、現場での作業上の制約や作業に時間がかかる等の問題があった。

この問題を解決するため、短時間でかつガスを遮断しないで系統の確認調査を行うことが可能な技術として、音波を用いた音響式配管系統調査装置を開発したので報告する。

2.開発内容

本装置は、配管の中に音波を導入する送信器（図 1）と、伝搬してきた音波を受信する受信部及び演算装置（図 2）とから構成される。



図 1. 送信器



図 2. 受信部（左）および演算装置（右）

調査方法は図 3 に示すように、送信器を配管の下流側、受信部を上流側に設置する。調査のための施工を簡単にするために、送信器はコンセント継手等を用いて接続することが可能である（図 4）。一方、受信部は配管内に設置する必要があるため、メーター検圧孔等にノーブロー工法により直接挿入する（図 5）。これにより、

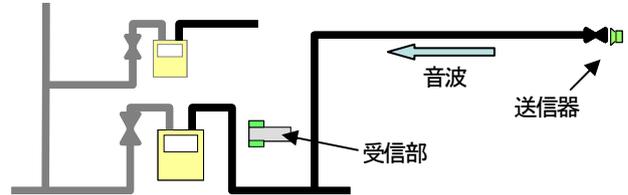


図 3. 配管系統調査概念図



図 4. 送信器接続の様子



図 5. 受信部設置の様子

ガスを遮断することなく調査が可能になる。

送信器で発生した音波は、配管の中に導入され、配管内を伝搬する。この音波を上流側の受信部で受信することにより系統の確認が可能になる。このとき、送信器および受信部が別の系統に接続されていると、検査音波がメーターの一次側を廻り込んで伝搬してくる場合があるため、音波の受信の可否だけでは系統の判別は出来ないことがわかった。

一次側からの音の廻り込みによる誤判定を防ぐためには、どちらから音波が伝搬してきたかを判別する必要がある。すなわち、下流側から音が伝搬してくれば送信器と受信部は同系統であることがわかる。このため、受信部を、マイクロホンを 2 つ並べた構造とし、どちらのマイクロホンが先に音波を受信したかを調べることにより、音波の伝搬方向を判別する方法を検討した。

2つのマイクロホンの間隔は、広いほうが受信時間差が大きくなるため受信順序の判別が容易になる。一方、受信部は配管内に直接挿入するため、その大きさは制限され、検討の結果マイクロホン間隔は10mmとした。

マイクロホン間隔10mmでの受信時間差は、約30 μ sec程度になることが予想される。配管内での音波の減衰等を考慮すると、単一周波数の正弦波ではこの時間差を検出することは困難であると考えられた。このため、調査用の音波としてTSP波³⁾を採用した。用いたのは、

- (1) 帯域：DC～500Hz
- (2) 発振時間：1秒

のTSP波で、このTSP波を5秒毎に送信する仕様とした。

2つのマイクロホン(ch1、ch2)で受信した音波を、それぞれ逆フィルタとの直線状畳み込みを行う。図6、図7にそれぞれ送信波形と受信波形を、図8に畳み込みを行った波形を示す(1チャンネル分の波形のみ)。

受信順序は畳み込みを行った波形の立ち上がりを比較することにより求める(図9)。図9の例では、ch1(赤い線)の方がch2(青い線)よりも早く受信していることがわかる。

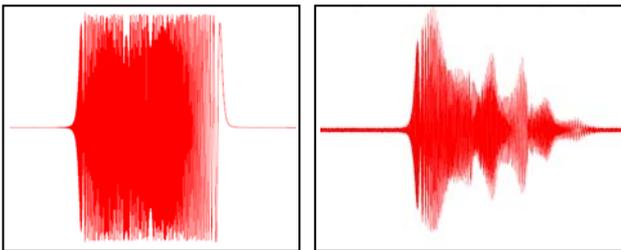


図6. 送信波形 (TSP 波)

図7. 受信波形

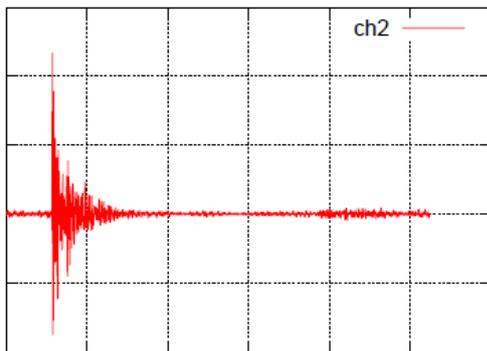


図8. 畳み込み処理後の波形

先にも述べたように、マイクロホン間隔10mmでの受信時間差は非常に短いため、受信順序を精度良く検出するには、データ収録時に高いサンプリング周波数が必要となる。しかし、サンプリング周波数を高くすると測定データが大きくなるため、畳み込みの処理時間が長くなってしまふ。このため最適なサンプリング周波数を検討した結果、サンプリング周波数は500kHzとし、測定時間を2秒とした。

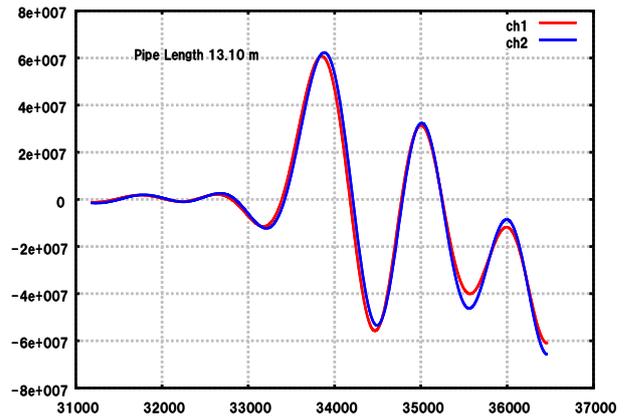


図9. 受信順序の判定

演算処理時間の短縮のためにDSPを採用した結果、1分程度の処理時間で受信順序の判定が可能である。

データ収録および演算処理は全て自動化されており、作業員は測定開始ボタンを押すだけで、約1分後には判定結果が表示される。

さらに、5秒毎に送信される音波を確実に補足するために、送信器および演算装置にそれぞれクロック機能を持たせた。調査前にあらかじめ両者のクロックを同期させておくことにより、音波の送信と同時にデータ収録を開始することができ、音波を確実に受信することが可能になった。同期は、送信器と演算装置をケーブルで一時的に接続して同期ボタンを押すことにより行われる。また、クロック機能により、送信器から受信部までの音波の伝搬時間も測定することが可能であるため、配管系統と同時に配管延長も知る事が可能である。

4.調査手順

本装置を用いて、配管系統の確認調査を実施する調査手順を下記に示す。

- ①系統を調査したい配管の上流側(メーター検圧孔等)に受信部を設置する。
- ②系統を調査したい配管の下流側にコンセント継手等を用いて送信器を接続する。
- ③送信器と演算装置を同期させる。
- ④受信部と演算装置を接続して、データ収録・判定を行う。

以上の手順により、ガスを遮断することなく、30分以内で系統の確認調査が可能になった。

5.まとめ

今回開発した音響式配管系統調査装置は、ガスを遮断することなく短時間で配管系統の確認調査が可能である。従って、特に大型物件での系統確認調査を効率化することが期待できる。

参考文献

- 1) 鈴木 他、時間引き伸ばしパルスの設計法に関する考察、信学技報 EA92-86(1992)