

VI-118 打撃振動分析によるガス管/水道管の判別

伊藤建設株式会社 正会員 佐藤 光 寿

" 大西 國 雄

" 埴 忠 夫

1. まえがき

公道を掘削する土木工事においては、その掘削途上管の種類つまりガス管か水道管かが不明な埋設管(鉄管)に遭遇し、工事の進行上からもその管がガス管か水道管かを迅速にしかも正確に判別する必要性がしばしばある。このようなとき、現状は熟練した配管技能者などがハンマなどで当該管を打撃し、その打撃音を注意して聴くことによりその種類を判別する方法が一般的に広く行なわれている。しかし、このような人間の主観による判断では、その者の熟練度、心身の状態、周囲の環境などによって左右され易く信頼性に欠ける。本研究は、熟練者が耳で聴き分けている音、すなわちその音源である管の打撃振動を科学的に分析することにより、放射線などを使うことなく工事現場に即した使いやすい、確実な判別法を確立することにある。

2. 実験と考察

熟練者が打撃音によって耳でガス管か水道管かを聴き分けているということは、管の内容物が水とガスではその音の高低や音色などに微妙な差異が生じていることになる。それならば、打撃振動の波形をとらえてそれをフーリエ変換した振動数スペクトル(振動数とその振幅の分布図)に、ガス管と水道管では、同条件で打撃した場合、何らかの差異が生じていることが容易に推定される。このような推論に基づいて、基礎実験ならびに現場での検証を行なった。以下その概要を示す。

(1) 基礎実験

ガス管と水道管を打撃しフーリエ変換して得る振動スペクトルの基本的な差異を見るため、短管を埋設し基礎実験を行なった。

①対象管: 口径150mmの鉄管、露出長さ1m(埋設長さ10m)、土被り1m

②測定方法: 図1の測定系統図に概要を示す。

打撃により発生した管の振動を加速度計でとらえ、発生した電荷の信号をチャージアンプで電圧に変換し、さらに増幅させ一旦データレコーダに記録した。その際、信号の有効とする振幅範囲を設定し、オシロスコープでモニターしながらSN比を一定にした。解析は、振幅が有効範囲に入った信号のみFFTアナライザに入力し実施した。FFT時間は、振動波形が立ち上がった測定開始時間より、過渡振動を省いた0.6msecから開始し、20msec後の20.6msecまでとした。また振動スペクトルの範囲は0.1kHzから10kHzまでとした。

③測定条件

a)打撃具: 球状の高炭素鋼(直径20mm, 30mm, 40mm, 50mm)

にピアノ線の柄を付加した4種のハンマ

b)加速度計の取付位置: 打撃位置と水平対向位置

c)加速度計取付位置と打撃位置との距離: 口径の2倍

d)チャージアンプの増幅度: 0.2V/g

④測定結果: 図2に打撃具として40mmの球を使用した場合のガス管と水道管の振動スペクトルの一例を示す。

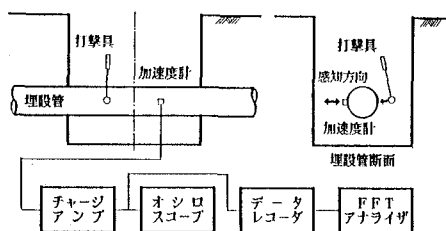


図1 測定系統図

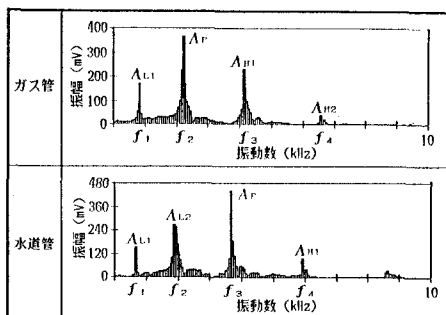


図2 40mmの球を使用したときの振動スペクトル図

ガス管の振動スペクトル図では、 f_2 の固有振動数（低い方から2番目）が最大振幅（以下 A_P という）を示している。水道管のそれでは f_3 の固有振動数（低い方から3番目）が最大振幅 A_P を示している。一見してスペクトルの分布状態に差が見られる。この差異を定量的に表わすため次の処理を施した。

- 最大振幅 A_P を示す固有振動数を境界（以下境界振動数という）として低域部と高域部に二分する。
- 固有振動数 f_1 から f_4 を対象に、低域部の固有振動数の振幅の和に対する高域部の固有振動数の振幅の和の割合 D を求める。

$$D(\%) = \frac{A_{H1} + \dots + A_{Hn}}{A_{L1} + \dots + A_{Ln}} \times 100$$

A_{Hn} ：高域部の固有振動数の振幅
 A_{Ln} ：低域部の固有振動数の振幅

図2の実数値を上式にあてはめ、 D （ガス管の場合： D_G 、水道管の場合： D_W ）を算出した。

ガス管の場合 $D_G = 158.5\% = (236.5 + 40.3) / 174.6 \times 100$

水道管の場合 $D_W = 23.4\% = 100.9 / (154.2 + 276.2) \times 100$

この結果 D_G と D_W の数値に開きがあるので、判別境界を設定することにより判別は可能と推測される。

(2)現場実験

基礎実験の結果を検証するため、実際の施工現場のデータを収集し解析した。測定方法、測定条件は基礎実験と全く同様とした。なお、現場における管の有効露出長さは最低80cmとした。

図3に現場実験で得た口径 150mmガス管・水道管の振動スペクトルの代表例を示す。図中a)～d)のデータについて基礎実験と同様に D の値を算出すると下記ようになる。

$$a) D_G = 191.1\% = (123.1 + 47.4) / 89.2 \times 100$$

$$b) D_G = 320.0\% = (163.3 + 17.2) / 56.4 \times 100$$

$$c) D_W = 9.9\% = 30.8 / (82.4 + 227.7) \times 100$$

$$d) D_W = 16.9\% = 47.2 / (65.8 + 212.3) \times 100$$

このように D の値はガス管と水道管では明確にその大きさに差異があり、基礎実験の結果を裏付けている。

図4は、現場実験で得た D_G 、 D_W の値をプロットした図であるが、ガス管、水道管では明確に分かれており、口径150mmでは100%付近に境界値を設定することにより判別が可能であることを示している。以上、口径 150mmの管を例に述べたが、図4には口径 100mmの現場実験の結果もプロットした。口径 150mmと同様に打撃具を変え境界振動数を設定することにより、振動スペクトルの分布差によって判別することが可能であることが検証された。

3. まとめ

以上、基礎実験と現場実験の結果、管の打撃振動をとらえフーリエ変換した振動スペクトルを分析し、その差異からガス管と水道管を判別することが可能であることが判った。

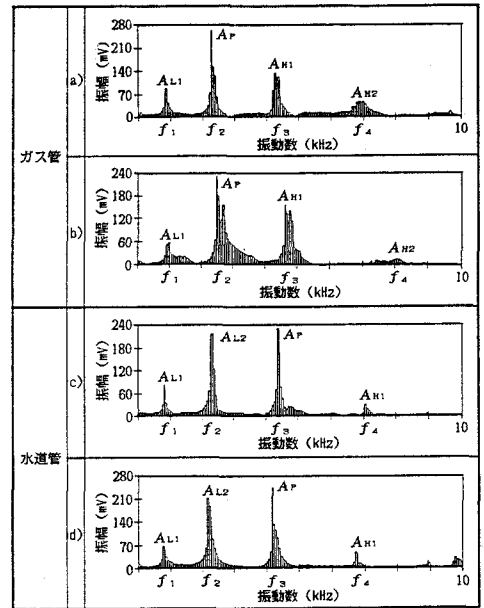


図3 現場データの代表的な振動スペクトル図

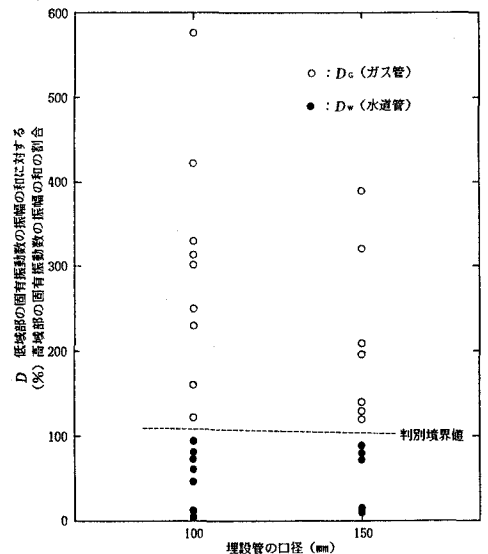


図4 現場実験結果