

Ⅱ - 1

管路内の漏水振動音と漏水探知について

東北学院大学工学部 学生会員○永澤 秋至

東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫

東北学院大学工学部 石川 和己

1 実験目的

本研究では、漏水探知と伝播速度の基礎的な部分について学んでいくことを目的とする。実験により得られた伝播速度を利用し、実際に平面の管路で漏水点を発生させた実験装置で漏水探知を行ない、得られたデータを比較検討する。

2 漏水探知について

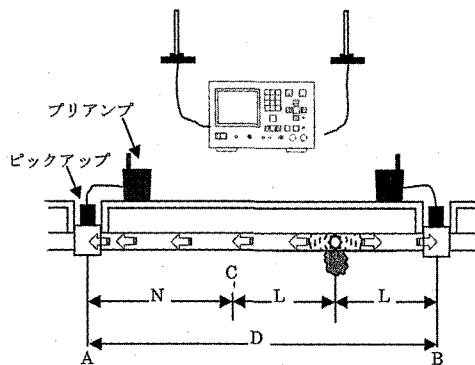


Fig.1 漏水探知図

相関装置は、測定されたピーク点の遅れ時間(Td)と測定条件から計算して漏水箇所を算出する。

測定された遅れ時間(Td)に、管内を伝播する音速Sを掛けると、図に示したA、C間の距離Nが求められる。あらかじめ求めていたA、B点間の距離DからNを引いて2で割った値が、漏水点までの距離Lとなる。

$$L = \frac{D - N}{2} = \frac{D - (S \times Td)}{2}$$

$$N = S \times Td$$

3 実験方法

3.1 漏水探知の実験方法

1) 下部水槽から電動ポンプで水を上部タンクに汲み上げる。その際、上部タンクの水位を一定に保たせるためオーバーフローさせておく。

2) オーバーフローしていることを確認し、管路に水を流す。空気が残らないようにエア抜きをし、バルブを緩め漏水を発生させる。

3) 相関装置の電源を入れ、ピックアップを設置し、ピックアップ間の距離を測定する。

4) 管種番号、伝播速度、ピックアップ間の距離を入力し開始キーを押す。

5) 相関波形が表示され、ピックアップから漏水点までの距離が出る。

6) ピックアップの位置を変え繰り返す。

3.2 伝播速度の測定方法

伝播速度は加速度計、相関装置の二種類の機器で測定する。ここでは加速度計による方法を説明する。

1) パソコン、FFTアナライザ、チャージアンプの電源を入れ、測定したい材質にCH1、CH2を設置し、CH間の距離を測定する。

2) 2つCHの延長線上に衝撃を与えると同時に、パソコンに付いているスイッチを押す。するとそれぞれの波形がパソコンの画面に表示される。

3) 2つの波形のピーク同士の時間差を求め、CH間の距離を利用して伝播速度を求める。

4) 測定位置を変え数回実験を繰り返し、各材質による伝播速度のまとまりを調べる。

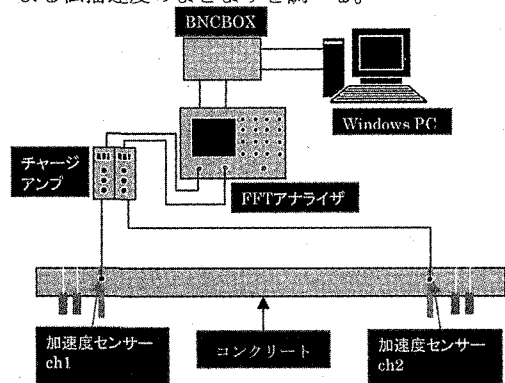


Fig.2 伝播速度測定図

4 4種類の伝播速度について

コンクリートの伝播速度は測定により、2020.2(m/s), 2352.9(m/s), 3333.3(m/s), 2910.9(m/s)の四つとなった。

理論値より計算したコンクリートの伝播速度が、3027.65~3818.81m/sと得られた。これは普通骨材を使用した場合の伝播速度である。だが軽量骨材を使用した場合ヤング率が低くなり伝播速度も遅くなる。ここでは実験を行なったコンクリートの配合計算が分からないため、実験値四つを使用して漏水実験を行なった。

【伝播速度理論式】

$$S = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

S : 伝播速度 [m/s]
E : ヤング率 [kgf/m²]
 ρ : 密度 [kgf/m³]

・コンクリートの伝播速度理論値

ヤング率 $E=0.22 \sim 0.35 \times 10^{10} \text{ kgf/m}^2$

密度 $\rho=0.24 \times 10^3 \text{ kgf/m}^3$

として算出した。

5 実験結果

ポリエチレンパイプの管路で、CH間の距離を6mに設定し、4種類の伝播速度について漏水探知実験をした。実験図は以下になる。

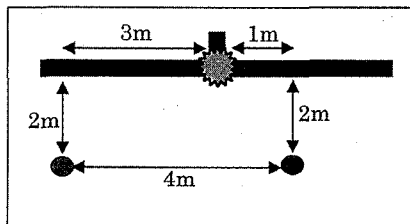


Fig.3 漏水探知実験図

結果は以下ようになった。

・ $S=2020.2\text{m/s}$

この時 $T_d=0.001\text{s}$

青より 0.98m

赤より 3.02m となり誤差は 0.02m であった。

・ $S=2352.9\text{m/s}$

この時 $T_d=0.001\text{s}$

青より 0.65m

赤より 3.35m となり誤差は 0.35m になった。

・ $S=3333.3\text{m/s}$

この時 $T_d=0.001\text{s}$

青より 0.00m

赤より 4.00m となり誤差は 1.00m になった。

・ $S=2910.9\text{m/s}$

この時 $T_d=0.001\text{s}$

青より 0.09m

赤より 3.91m となり誤差は 0.91m になった。

6 結論

漏水実験の波形を比較するとピークの形に統一性があり、ピックアップが感知する振動が、常に一定の位置から発生していることがわかった。

実験では、ピックアップ間の距離 4m のうち、ピックアップ青から 1m、ピックアップ赤から 3m の位置に漏水点ををはさむように設置した。実験により得られた伝播速度は、コンクリートの理論値より遅かった。よって漏水実験を行なったコンクリートは軽量骨材を使用、もしくは骨材を使用していないことが分かった。誤差の傾向としては、入力した伝播速度が理論値に近いほど漏水点から離れたピックアップ赤よりになった。入力した伝播速度が遅いほど本来の位置に近い漏水点が表示された。よって、コンクリート自体の伝播速度より入力した伝播速度が速いほど、本来の漏水点より離れたピックアップ側に漏水点はずれるという結果になることが分かった。

7 参考文献

- 国立天文台：理科年表(平成 15 年) 丸善株式会社
- 千葉 祐介：各材質の伝播速度を考慮した漏水探知の基礎実験, 卒業論文, 2004
- 山本 哲也：土木材料学, 国民化学社
- 高城 元：音響工学概論(改訂新版), 日刊工業新聞社
- 早坂 寿雄：音響工学入門, 日刊工業新聞社
- 八木 純一：土木技術者のための振動便覧, 社団法人土木学会
- 西山 静男：音響振動学, コロナ社
- 長 祥隆：ライフライン施設, 社団法人土木学会