

II-99 管材料変化における水撃圧伝播速度について

東北学院大学工学部 学生会員○ 豊田 学
東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫

1、序論

多くの水道管や発電所などの各種パイプラインについて静圧や外力については数多くの研究が行われている。しかし、水撃圧伝播速度についての研究はあまりなされておらず、未解明な点が多い。この点を追及すべく鋼管、ライニング鋼管、塩化ビニル管の3種類の管を用い、次の3点について実験を行う。

- 1) 鋼管、ライニング鋼管、塩化ビニル管それぞれの理論値と実験値の比較検討をする。
- 2) ライニング鋼管の水撃圧伝播速度の特徴について調べる。
- 3) 管材料変化にともなう水撃圧伝播速度の特性について明らかにする。

2、実験方法

今回使用した管路は図-1で表わしたものをを用いた。

上流槽のバルブを全開にし手動弁1を閉める。圧力変換器1ch、2chを管路に取り付け上流槽をオーバーフローさせる。電磁弁、手動弁2を全開にし、上流槽から下流槽へ自然流下させ定常流になってから手動弁2にて流量を調節し流速を測定した後、電磁弁を急閉鎖し水撃圧を発生させる。発生した水撃圧を圧力変換器、動歪計を通じオシロスコープ、コンピュータ、プロッターに出力する。

出力された波形データから伝播速度を求める方法は2通りを用い、圧力変換器1・2ch間の距離を ΔL (m)、波形の立ち上

がりの差を Δt (s) として $a = \Delta L / \Delta t$ (m/s) で求めるものを初期伝播速度、管の全長 L (m) と波形の1/2周期を t (s) として $a = 2L / t$ (m/s) で求めるものを平均伝播速度と呼ぶことにする。以上の2つの平均を今回の実験値とした。(図-1・2参照)

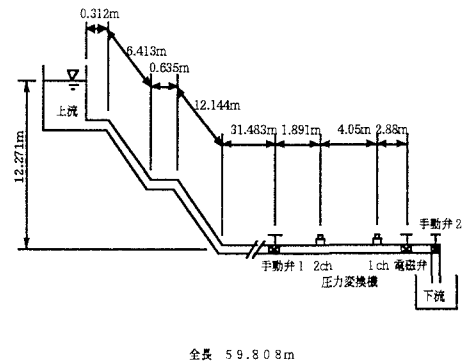


図-1 管路図

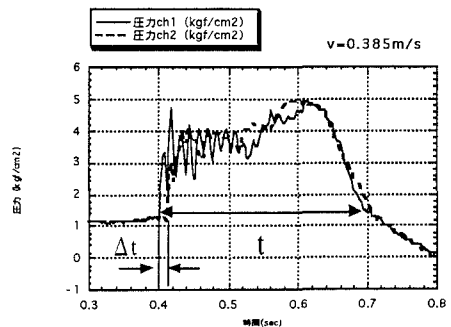


図-2 実験波形

3、理論値の求め方

伝播速度 a は、伝播速度の誘導式で求められる。(式-1)

$$a = \sqrt{\frac{\frac{K}{\rho}}{1 + \left(\frac{K}{E}\right) \cdot \left(\frac{D}{e}\right) \cdot (1 - \mu^2)}} \quad \dots (1)$$

ここで、

K：水の弾性係数、 μ ：ポアソン比、

E：管の弾性係数、D：管径（内径）、

e：管の肉厚、 ρ ：水の弾性係数である。

今回使用したライニング鋼管においては、塩化ビニル部分の肉厚を弾性係数を利用して鋼の肉厚として換算し、鋼部分の肉厚と合計してeに代入し鉄の弾性係数を使用し伝播速度を求める。

4、実験結果及び考察

表-1 を見るといずれの管も理論値より実験平均値の方が低くなっているが、これは摩擦などの影響と考えられる。

表-1 実験結果（単位：m/s）

	理論値	実験平均値
鋼管	1341.73	1330.40
ライニング鋼管	1333.07	806.35
塩化ビニル管	594.84	463.14

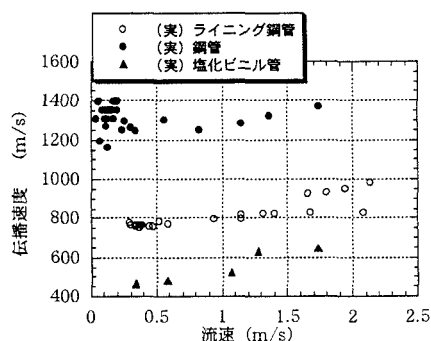


図-3 実験値グラフ

図-3 には実験値の個々が載せてある。全体的に右上がりのようなだが、ライニング鋼管以外では実験平均値をはさんだ形となっている。

ライニング鋼管では理論値と実験平均値の差がかなり開いているので理論式はまったく使用できないようである。しかし、流速が速くなると理論値に近づく可能性もあるが、今回の実験ではそこまで結論づけることができなかった。

5、結論

- 1) 今回の実験では鋼管においては理論値と実験平均値がほぼ等しい結果となったが、ライニング鋼管では理論値と実験平均値とが約 500 (m/s)、塩化ビニル管では約 130 (m/s) の差となった。
- 2) 実験値の個々を見ると、鋼管、塩化ビニル管では流速の変化に対する水撃圧伝播速度のばらつきが多少見られるものの平均値付近に集中しているが、ライニング鋼管では流速が速くなるに連れて徐々に水撃圧伝播速度も速くなっている。このことにより、ライニング鋼管のような複数の材料で構成されている管では水撃圧伝播速度が常に一定ではないと言える。
- 3) ライニング鋼管の様なまわりが硬く内側が柔らかな材質でできている管の場合は、流速が遅いときには柔らかい材質の影響を受け、流速が速くなるに連れて外側の硬い材質の影響を受けるものと推測できる。したがって、管材料が一種類で構成されているものに対しては理論式がそのまま使用できるが、複数のものに対してはそれが当てはまらないことがいえる。

参考文献

岩崎敏夫：応用水理学 技報堂出版