

Ⅱ－26

ライニング鋼管(パイプネットワーク) における水撃圧の波形に関する研究

東北学院工学部 学生会員○佐々木 祐也

東北学院工学部 正会員 河野 幸夫

< 1 > 実験目的

本研究は、実際に水撃圧を発生させて水撃圧の実験波形をとり、以下の項目について実験で得られたデータについて検討し、また理論値とも比較しながら、水撃現象の基本的な部分について学んでいくことを目的として行う。

1. 各流速において水撃圧を発生させ、得られた実験波形についての検討を行う。
2. 各流速において水撃圧を発生させ、ライニング鋼管における水撃圧の実験の伝播速度について検討する。また理論値との比較も行う。
3. 各流速において水撃圧を発生させ、ライニング鋼管における水撃圧第一波の最大圧力、最低圧力について、実験値データを検討する。また理論値との比較も行う。

< 2 > 水撃圧とは何か

管路を水が高速で流れている場合にバルブを急激に閉めると、水流が持っている大きな速度水頭は圧力水頭に急変換されるが、このとき水の圧縮性を無視できない場合がある。このとき、バルブ部で生じた圧縮波は、縦波（疎密波）として管路の上流に向かって伝播し、上流の管路入り口で負の圧縮波として反射されてくる。この反射波は、バルブで正の圧縮波としてまた上流に向かって反射されるという現象を繰り返す。この現象を水撃作用（Water Hammer）と呼び、圧力上昇を水撃圧と呼ぶ。水撃圧が大きいと管が変形したり、場合によっては破裂し危険となる。

- (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) すべてのバルブを全開に開き、下部水槽に流出させる。
- (3) 手動弁で流量を調節し、流速を測定する。
- (4) 流速測定後、実験装置につながれた記憶装置が正しく作動することを確認し、電磁弁を急激に閉鎖して水撃圧を発生させる。
- (5) 圧力変換機→動歪計→オシロスコープ→GP-NET→波形データ
- (6) 一連の作業を各流速ごとに行う。

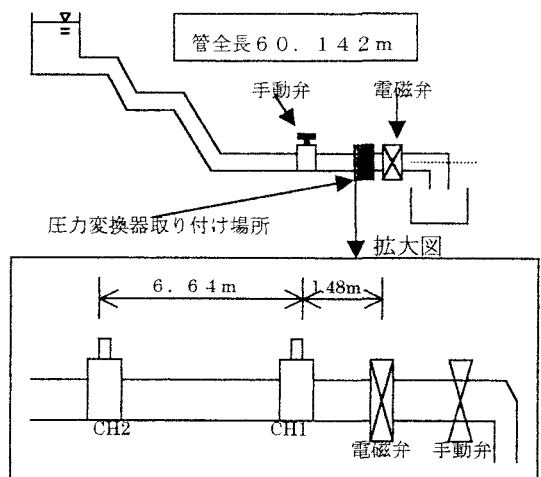


図-1 実験装置図

< 3 > 実験方法

<4>実験結果と考察

(1) 実験で得られた水撃圧の波形についての検討

実験で得られた波形データより、第一波の圧力の立ち上がり部分に着目すると大きく圧力が出ている部分がある。これは、流速が遅いときのほうが大きく現れる傾向がある。この現象は、電磁弁の急閉鎖の際におこる振動が原因とおもわれる。

次に、負圧部に着目すると、波形より圧力の値は -1kgf/cm^2 よりも低い値をとらないということが分かる。また、第一波負圧の長さは流速が速くなるにつれて伸びているということが分かる。

(2) ライニング鋼管における伝播速度

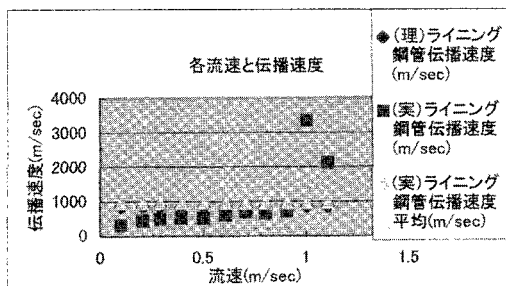


図-2

本実験の伝播速度の理論値 $850.89(\text{m/sec})$

本実験の伝播速度の実験値 $937.89(\text{m/sec})$

(3) ライニング鋼管における第一波最大圧力、最低圧力について

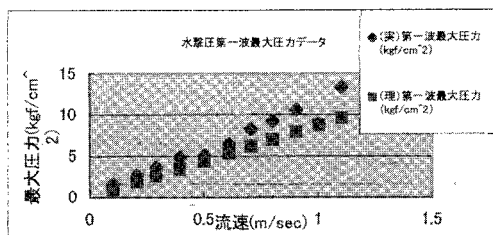


図-3

$0.6108(\text{m/sec})$ まで理論値に近い値をとっている、それ以降の流速では大きく誤差がでた。

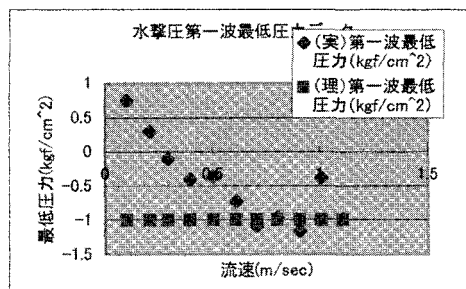


図-4

ほとんどの流速が -1kgf/cm^2 以上だった。それに対し 0.7065m/s と 0.9074m/s は -1kgf/cm^2 以下になった。

<5>結論

- ・負圧部において流速が速くなるにつれてに圧力が -1kgf/cm^2 の時間が長くなることが分かる。
- ・負圧部においてわずかな圧力上昇が見られる。
- ・両圧力において、実験データからプロット点を得たため実験波形では見ることでない細かな値を得ることができた。
- ・流速が速くなるにつれて減衰が大きくなった。原因として摩擦、せん断力、熱、音による振動が考えられる。