

II-104

水撃载荷による管破壊の研究

東北学院大学工学部 学生会員○内海 光樹

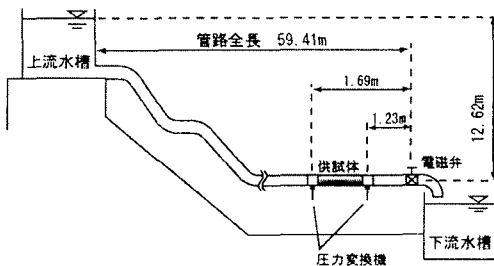
東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫

1、実験目的

管路の弁を急閉鎖した場合、管内に急激な圧力上昇が発生する。これが水撃現象と呼ばれているものである。本実験では、水撃圧が管にどのような影響を与えるかを考慮するために、上流水槽から下流水槽に水が自然流下する管路内に弁を急閉鎖することにより水撃圧を発生させ、そこに取り付けられた塩化ビニル管の水撃破壊実験を行うことを目的とする。実験により得られた実験結果を以下の項目についてまとめる。

- (1) 供試体破壊状況・破壊位置
- (2) 流速と破壊圧力(破壊強度)の関係
- (3) 载荷時間と破壊圧力(破壊強度)の関係

2、実験装置概略図



図(1) 実験装置概略図

この実験装置は、全長 59.41(m)、高さ 12.61(m)、管の内径 0.052(m)の鉄管で出来ている。電磁弁から圧力変換器までの距離は、ch1 : 1.23(m)・ch2 : 1.69(m)である。電磁弁側から ch1(下流側)・ch2(上流側)とした。

3、実験手順

供試体を偏心、引張等の外力がかからないように固定器具で十字に固定し、実験装置に供試体を取り付ける。圧力変換器を取り付ける。電磁弁、手動弁を全開

にし、上水槽から水を下水槽へ流出させる。水を流出させる際は静水圧、流速を正確に測定するために上水槽をオーバーフローさせておく。流速を測定する。下水槽に流出する流量が安定した時点で電磁弁を閉鎖する。水撃圧が発生し供試体が破壊する。発生した圧力変化は圧力変換器から動歪計を通してオシロスコープに入力される。オシロスコープから GPNET を通してパソコンにデータを入力しフロッピーディスクに記録する。オシロスコープからプロッターに波形を出力させる。気温、水温、破壊状況を記録する。以上の手順で流速を変えて必要回数分繰り返す。

4、供試体の破壊形状・破壊位置

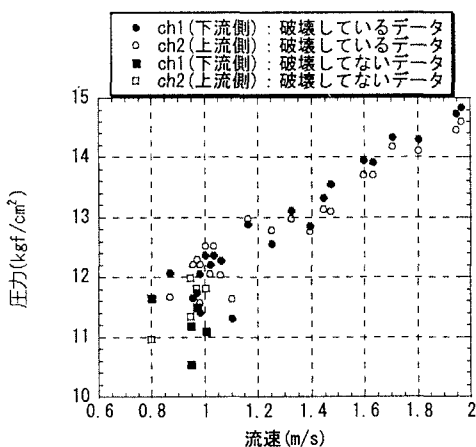
破壊形状は、供試体が固定されているので供試体面直角方向にのみ圧力がかかる。実験結果、破壊したものはほぼ同形状に破壊していた。供試体の破壊は、ある一点から発生し八方にひびが入り破壊するが、ひびは X を描くように大きく発生し、その他にも無数の小さなひびが発生していた。図(2)が供試体の破壊した瞬間の画像である。



図(2) 供試体の破壊の瞬間

5、流速と破壊圧力の関係

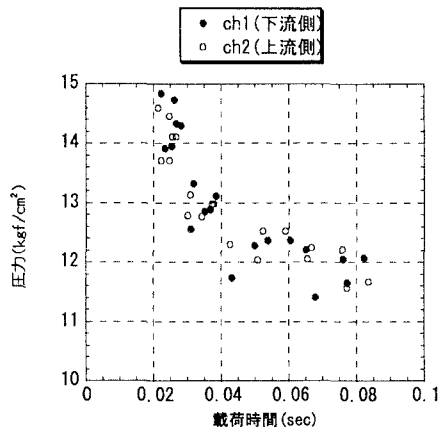
流速と供試体の関係については、管路の流速を横軸にとり圧力を縦軸にとった。破壊の原因となる水撃圧の推移を図(3)に表すと、流速が速くなるに従い圧力も比例して増加していくことがわかった。但し、各流速において圧力のばらつきが生じているのは、実験過程において供試体を破壊する際に流速を測定している間やオシロスコープのトリガーをかけている間に上流槽がオーバーフローしている状態よりも水位が低下しそのために流速が低下する。この理由により、圧力のばらつきが出ているものと考えられる。



図(3) 載荷時間－圧力のグラフ

6、載荷時間と破壊圧力の関係

載荷時間と破壊圧力の関係については、載荷時間が短くなるにつれて圧力が増加していったことがグラフから読み取れる。また、載荷時間が 0.04(sec) 付近までは最大破壊圧力が $12.0(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 付近に集中している。載荷開始である。供試体が破壊するまでの時間が載荷時間であるから、供試体が破壊するまでの時間によって最大破壊圧力は変化する。以上より、載荷時間が短くなると圧力が上昇し載荷時間が長くなると圧力が減少するものとする。



図(4) 載荷時間－圧力のグラフ

7、水撃圧における供試体の破壊強度

最小破壊圧力及び載荷時間は流速 $V=0.87(\text{m}/\text{sec})$ のとき、破壊圧力は入力波 $=12.075(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 、載荷時間は入力波 $=0.082224(\text{sec})$ であった。しかし、流速 $V=0.971(\text{m}/\text{sec})$ のとき破壊圧力が入力波 $=11.497(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 、のように破壊圧力が出なかった実験もあったことを考慮して、流速 $V=1.0(\text{m}/\text{sec})$ 付近、極端に数値の違うものは削除、入力波・出力波の差が $0.5(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 以内のものと限定した結果、流速 $V=0.87$ 、 1.00 、 1.02 、 1.03 、 1.06 、 1.10 の平均を供試体の破壊強度とする。また、供試体の膨張によって出力波の方が圧力が低下するので、破壊した際の出力波の圧力を入力波の圧力として載荷させても破壊しないので、入力波を破壊圧力とする。

8、結論

- 1、流速と破壊圧力の関係は、流速が増加するとともに圧力はそれに比例して増加していくといえる。
- 2、載荷時間と破壊圧力の関係は、載荷時間によって最大破壊圧力は変化する。その関係は、反比例の関係にあるといえる。
- 3、供試体の破壊強度は $12.102(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ であり、そのときの載荷時間は $0.06416(\text{sec})$ であった。そのときの流速 $(V)=1.032$ であった。

参考文献

- (1) 岩崎敏夫：応用水理学 技報堂出版
- (2) 植田辰洋：気液二相流－流れと熱伝播－養賢堂出版