

Ⅱ - 27

高速遮断弁を用いた水撃圧による 塩化ビニル管破壊の載荷時間と破壊圧力の関係

東北学院大学 学生会員○神藤利徳

角張健一

東北学院大学 正会員 河野幸夫

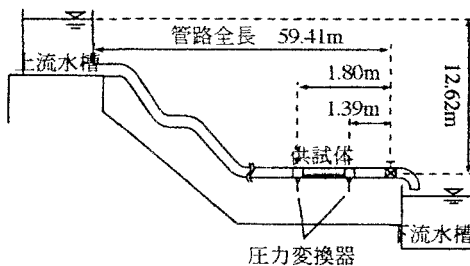
1、実験目的

水が流れている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察し、上流水槽から下流水槽に水を自然流下させ、管路内に取り付けられた高速遮断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を水撃破壊し、それによって得られる載荷時間と破壊圧力の関係を明確にすることを目的とする。

- ① 供試体の破壊状況・破壊位置
- ② 流速と破壊圧力(破壊強度)の関係

2、実験装置概略図



この実験装置は、全長 59.41m、高さ 12.62 m の管の内径 5.28cm の鉄管でできている。電磁弁から圧力変換器までの距離は、ch1:1.39(m)・ch2:1.80(m)である。電磁弁から

ch1(下流側)・ch2(上流側)とした。

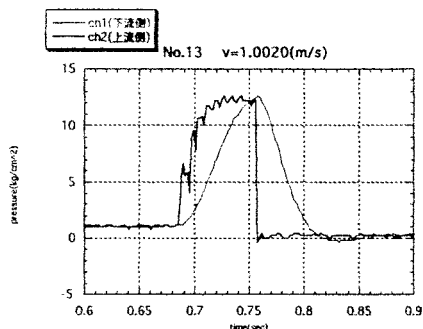
3、実験手順

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。電磁弁、手動弁を全開にし、上流水槽から下流水槽へ水を流出させる。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流水槽をオーバーフローさせておく。流速を測定する。下流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。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

破壊形状について、実験時、供試体は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。実験の結果、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。

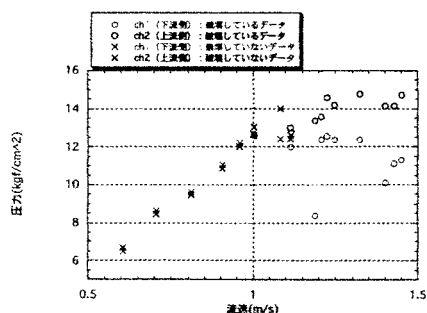
5、供試体が破壊した時の载荷時間と圧力の関係



上のグラフは流速 $V=1.020(\text{m/sec})$ で実験を行い、供試体が破壊したときのグラフである。载荷時間を横軸にとり、圧力を縦軸にとった。

この時の最大破壊圧力及び载荷時間はグラフから読み取れるように、破壊圧力は入力波 (ch1) = $12.611(\text{kgf/cm}^2)$ ・ 出力波 (ch2) = $12.611(\text{kgf/cm}^2)$ であり、载荷時間は入力波 (ch1) = $0.12696(\text{sec})$ ・ 出力波 (ch2) = $0.07226(\text{sec})$ である。また、この時の気温は 10°C であり、水温は 13°C であった。

6、流速と破壊圧力の関係



上のグラフは今回実験を行い得られたデータをもとに作成したグラフである。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グラフに表すと、流速が速くなるにつれて圧力もほぼ比例して

高くなることがわかった。ただし、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、上流水槽がオーバーフローしていなかったために流速が低下して正確な圧力が出なかったものと考えられる。

7、結論

- ① 供試体の破壊位置(破壊角度)は、供試体断面のあらゆる方向に分布し、特異性が見られないため、本実験では水の重力は無視でき、水撃圧以外の外力はかかっていないといえる。破壊形状については、ある一点を中心にひびが X を描くように発生し、その他にも無数の小さなひびが発生していた。
- ② 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やや比例して増加していくといえる。水撃圧は、流速が早くなるにつれて増加していく。さらに、水撃圧の伝播速度が速いため、管が破壊するよりも速く水撃圧が進行していくので、流速を早くしていくと入力波(ch1)・出力波(ch2)は高くなる。

今回の実験で破壊圧力(破壊強度)は $12.675(\text{kgf/cm}^2)$ 、流速は $V=1.0459(\text{m/sec})$ となった。

参考文献

- (1) 岩崎敏夫：応用水理学 技法堂出版
- (2) 植田辰洋：気液二相流—流れと熱伝播—

養賢堂出版