

Ⅱ－34

弁の急閉鎖による塩化ビニル管の破壊

東北学院大学工学部

学生員

○古里 大

東北学院大学工学部

生会員

河野 幸夫

東北学院大学工学部

学生員

伊藤 友紀

1、はじめに

管路内を流れる液体を弁によって急激に閉鎖すると、急激な圧力上昇が発生し、管の破壊発生が考えられる。本実験では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。実験により得られたデータは（1）供試体破壊形状・破壊位置（2）水撃圧における供試体の強度（3）流速と破壊圧力の関係についてまとめる。

2、実験方法

実験装置は、全長 61.7m、高さ 11.94m、管径 5.2cm の铸铁管でできている。この実験装置に、水道用硬質塩化ビニル管で厚さ 2.0mm を 0.4mm に長さ 100mm にわたって削った、内直径 56mm の供試体を取り付ける。この際、供試体に偏心、引張などの外力がかからないように固定器具で十字に固定する。次に電磁弁、手動弁を全開にし上流水槽から下流水槽に水を自然流下させる。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。この操作を流速を変え繰り返し行う。記録装置は小型圧力変換器～動歪測定器～デジタルオシロスコープ～GPNET～コンピューターを接続しデータを記録する。このとき、気温、水温、破壊状況も記録する。

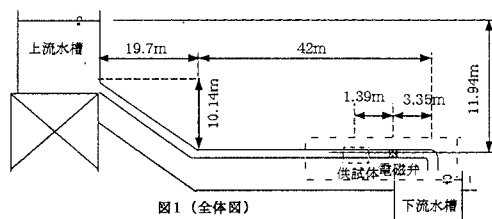


図1（全体図）

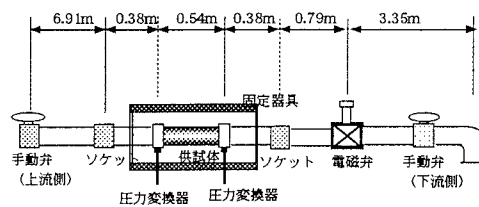


図2（図1被験部拡大図）

3、実験結果と考察

（1）供試体破壊形状・破壊位置

破壊した供試体の破壊形状は、破壊圧力の大きさにかかわらず、一点を中心にそこからX状に無数のひびが入り破裂した。また、破壊角度をまとめてみると供試体断面のあらゆる角度に分布していた。

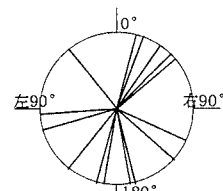


図3 供試体断面破壊角度

(2) 水撃圧における供試体の強度

本実験での最小破壊圧力は、流速 1.190m/sec の時、破壊圧力 10.9kgf/cm²あったが、11.7kgf/cm²で破壊しないものもあったことを考え、①流速 1.200m/sec 付近、②極端に数値の違うものは削除、③入力波、出力波の差が小さいものと限定したデータの平均を供試体の強度とする。以上より、供試体の強度---11.32kgf/cm² 载荷時間---0.08866sec 流速---1.209m/sec となった。

また、電磁弁から近いほうより、入力波(1ch)、出力波(2ch)としたが、この短い距離で0~0.6kgf/cm²もの差がでたのは供試体の膨らみによる水撃圧の減衰によるものと考えられる。これにより、破壊したときの出力波の圧力を入力波の圧力として载荷させても破壊しないので入力波を破壊圧力とした。

(3) 流速と破壊圧力の関係

流速と供試体破壊圧力について、管路の流速を横軸にとり破壊圧力の推移と、破壊の原因となる水撃圧の推移をグラフに表わすと流速が増加するにつれて水撃圧はそれに正比例して増加するという結果になった。

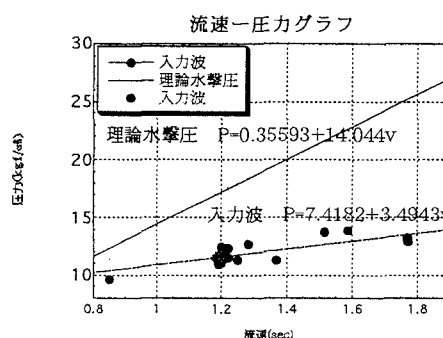


図4 流速-圧力グラフ

4、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、特異性がみられないため、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。

(2) 水撃圧は、流速が速くなるのに比例して増加していく。それは、水撃圧の伝播速度が速いため（本実験の伝播速度=1323.2m/sec）管が破壊するよりも速く水撃波が進行していくためであり流速を早くしていくと②、③のように入力波、出力波は高くなる。そのため、その値で管を破壊してもそれは管の強度とはいえない。さらに④では破壊しない。そのことから、管の破壊するぎりぎりの圧力①が実際の管の破壊強度といえる。

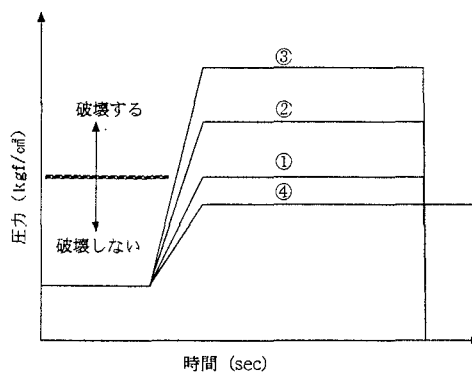


図5 モデル図

本実験における、供試体の破壊強度は、11.32kgf/cm²、そのときの载荷時間 0.08866sec、流速 1.209m/sec である。

(3) 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正比例して増加していく。