

Ⅱ-44

軸方向引張力を考慮した水撃圧による管破壊についての研究

東北学院大学工学部

学生会員○菊池宏敬

東北学院大学工学部

正会員 河野幸夫

1.実験目的

上流水槽から下流水槽に水が自然流下する管路内に水撃圧を起こし、そこに取り付けられた肉厚の薄い塩化ビニル管の水撃圧による破壊実験を行う。実験によって得られたデータを以下の項目について検討する。1.肉厚の厚い塩化ビニル管、鉄管における水撃圧との比較 2.軸方向引張力を考慮しない場合の管破壊圧力との比較 3.供試体の破壊位置について。

2.実験装置及び実験方法

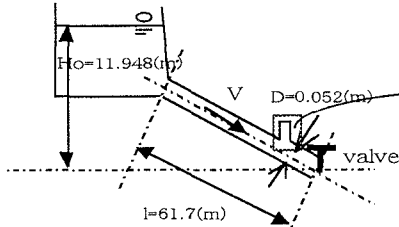


図1-実験装置

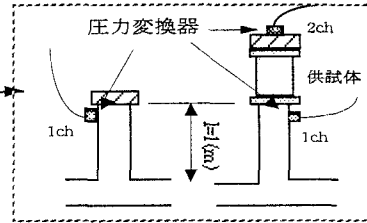


図2-実験装置枝線部

図-1(高さ $H_0=11.94(m)$ 、長さ $l=61.7(m)$) の下方枝線部に長さ $10(cm)$ 、内径 $5.2(cm)$ 、肉厚 $0.4(mm)$ の供試体を偏心をかけないように取り付け、弁を急閉鎖し水撃圧を起こし、供試体を破壊させる。データを取る圧力変換器は供試体至近の枝線部本線側、枝線部先端側に ch.1, ch.2 の 2 つを取り付け、その誤差が $0.5(kgf/cm^2)$ 以内のものをデータとして採用する。管の形状による損失水頭は $0(m)$ とし、水撃の伝播速度は $1323.2(m/sec)$ とする。流速は単位時間あたりに流出する水量をメスシリンダーで量り、管の内径を $5.3(cm)$ として計算する。これを 5 回繰り返してその平均値を流速とする。粒流速は最下流の手動弁で調節する。

3.実験結果及び考察

実験の結果供試体は完全に破壊したもの、水撃圧が弱く破壊に至らなかったものの 2 つに大別された。破壊したものについての流速と破壊圧力の関係は図-3 のようになる。全体的に出力波より入力波の方が高い値を示した。これは圧力変換器 1ch を通過した水撃圧が塩化ビニル管の膨らみが原因で減衰してしまうためであると考えられる。したがって出力波の値を破壊圧力として設定した場合、供試体が破壊に至らないことがあるのでこれを考慮し、入力波の値を破壊圧力とする。

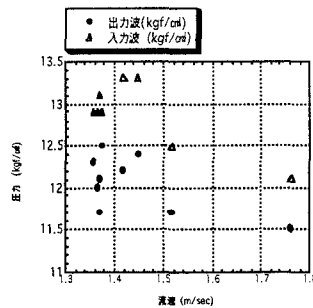


図-3 流速・圧力

(3-1) 肉厚の厚い塩化ビニル管、鉄管における水撃圧との比較

(3-1) 肉厚の厚い塩化ビニル管、鉄管における水撃圧との比較

肉厚の厚い塩化ビニル管（肉厚 1.425mm）、本線と同じ鉄管においても同様の実験を行い、それぞれの流速と水撃圧との関係は図-4 のようになる。なお肉厚の厚い塩化ビニル管、鉄管においても 1ch の値を採用し、両者ともすべて破壊には至っていない。図-4 より破壊した場合の圧力と流速の関係は安定せず、他と比べ 6~10(kgf/cm²)低い値を示した。また、同じ枝線 1m において鉄管、肉厚の厚い塩化ビニル管でもはっきりと圧力差がでていることから推測すると、T 字型枝線部での水撃

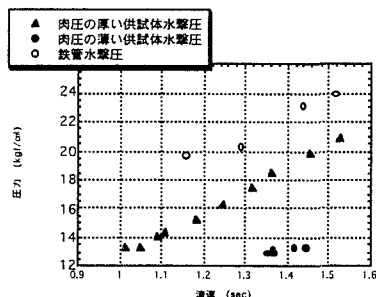


図-4 流速-圧力

圧は、管の材質の内圧に対する強度によって変化し、肉厚の薄いもの、強度の低いものでは低い値、肉厚のあつもの、強度の強いものほど理論水撃圧に近づくと思われ。

(3-2) 軸方向引張力を考慮しない場合の管破壊圧力との比較

軸方向引張力を考慮しない場合と考慮する場合における流速と破壊圧力の関係は図-5 のようになる。グラフより最低破壊圧力は軸方向引張力を考慮しない場合のほうがおよそ 2(kgf/cm²)高い値を示した。この場合破壊時の供試体には軸方向引張力が作用し、破壊に高い圧力を必要とするのはこのためであると思われる。

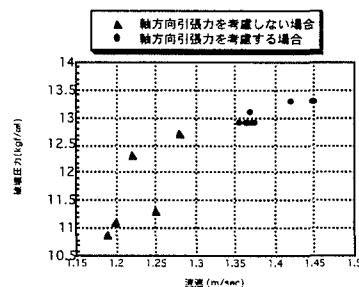


図-5 流速-圧力

(3-3) 供試体の破壊位置について

破壊位置の分布は図-6 のようになる。破壊位置には特異性は見られず本実験の様な小さな管径では重力は無視できるといえる。偏心のかかった供試体では、ねじれなどにより薄くなった部分から破壊していることから、重力を考慮しなければならないような管径の大きなものが今回の実験のように地上に水平に設置された場合は引張力の作用する上面から破壊されると予想される。

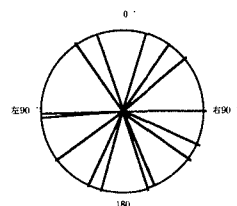


図-6 破壊位置

4. 結論

この実験は気温-5℃~-8℃の条件下のデータであると限定される。実験結果または図-4 から供試体が破壊される場合の破壊圧力には多少ばらつきが見られるが、肉厚の厚い供試体を使用し破壊されなかった場合の圧力より低い値を示し、鉄管を使用した場合の圧力は供試体を使用した場合より高い値を示した。軸方向引張力を考慮する場合の破壊圧力は考慮しない場合よりおよそ 0.16(kgf/cm²)高い値を示し、両者とも破壊位置には特異性がみられず、水撃圧が供試体壁面に垂直にかつ均一にかかり、側面のある一点からそこを中心に無数の亀裂が入り破壊する。