

II-32

管路での形状、管径の異なる枝線部における最大水撃圧の研究

東北学院大学工学部 学生員○吉田竜一
東北学院大学工学部 正会員 河野幸夫

1.はじめに

管路中で弁の急閉鎖によって発生する水撃圧は急激な圧力上昇をもたらし管路の破壊を起こすことがある。また、実際に使用されている管路は単線のみではなく長さや管径の異なる管路の組み合わせが一般的に多く使用されている。そこで今回の実験では閉鎖されている枝線がある場合についての研究を以下の目的により行う。

- (a) めくら端における水撃圧が、理論どおりに2倍になるかを、実際にT字型めくら端（1～3m）で実験する。
又、枝線の断面積を変えたときの水撃圧状況を調べる。(b) 上と同じ実験をL字型めくら端（1～3m）で行う。
(c) 枝線部の波形について特異性があるか調べる。

2.実験方法

上流水槽から下流水槽へ自然流下させ手動弁によって流量調整し、下水槽に流出する流量が安定した時点でオシロスコープを作動させ遮断弁を急閉鎖し水撃圧を発生させる。（図1）

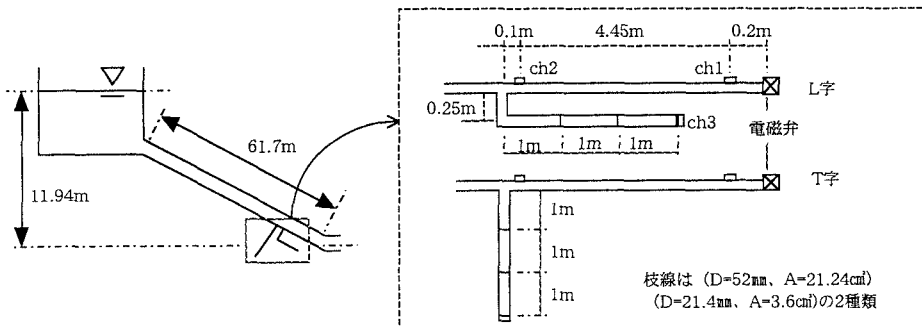


図1. 実験装置及びT、L字の枝線管路

発生した水撃圧は、圧力変換器から動歪計を通じてオシロスコープに入力され、そこからペンレコーダーに波形プロットする。波形は、図2のように表されるが本線と枝線部の比較が困難であるため、反射波が約0.01秒間に1往復することから0.01秒ごとの本線（ch2）、枝線（ch3）それぞれの最大最小圧力を取り図3を表す。

図3から、最大水撃圧、反射波の振幅を分かりやすく本線と枝線とを比較する。（下の図は、共にT字1m（枝線）で流速0.417（m/sec）のch2、ch3の波形であるが模範例として使用した。）尚、今回は流速0.1～1.2（m/sec）のときとして実験する。

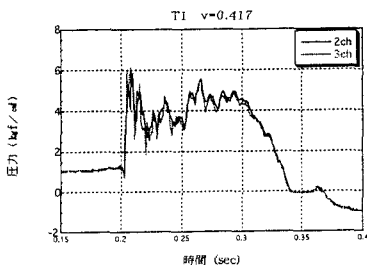


図2. 本線と枝線部の水撃波形

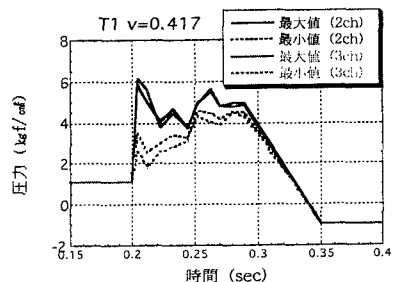


図3. 図2を単純化させた水撃波形

3. 実験結果

[[a)(b)] 理論では電磁弁の急閉鎖で発生させた水撃圧は、めくら端に達成すると圧力上昇はそのまま圧力上昇となって同一の大きさに発生させた水撃圧の 2 倍になり、それは管路の断面積がどうあれ変わらないとされている。しかし実験結果では、形 (T 字 L 字) と長さ (1~3m) による最大水撃圧の違いはみられなかったが、管の断面積による最大水撃圧の違いがみられた。本線と同じ断面積の枝線管路(21.24 cm²)のときは、本線の最大水撃圧 2.5~15 (kg f/cm²) と比較して枝線が 3~16.5 (kg f/cm²) となり約 1.1 倍圧力上昇する。それにたいして断面積が小さい枝線管路 (3.6 cm²) のときは、本線の 2.5~15 (kg f/cm²) に対して 4~20 (kg f/cm²) となり約 1.6 倍になる。さらに最大水撃圧が 1.1 倍もしくは 1.6 倍となるのは、水撃発生から約 0.015 秒間であり、その後は本線の 1~1.1 倍となり急激に圧力降下する。

[[c)] 反射波の最大振幅は、最大水撃圧と同様に、形状 (T 字 L 字) 又は長さ (1~3m) による違いはみられず、管の断面積による違いがみられた。本線と同じ断面積の枝線管路 (21.24 cm²) を使用したときは本線の最大振幅が 2~10 (kg f/cm²) であるのに対して、枝線部の最大振幅は 2.5~13 (kg f/cm²) になり約 1.3~1.5 倍となる。それに対して断面積の小さい枝線管路 (3.6 cm²) では本線の最大振幅 2~10 (kg f/cm²) に対して枝線部の最大振幅は 5~21 (kg f/cm²) となり、約 2~2.5 倍となる。これは水撃発生から約 0.015 秒間であり、その後、最大水撃圧が急激に降下すると振幅は約 1.1~1 倍、または 2~1.3 倍と徐々に振幅が小さくなる。図 4 は流速に対する本線と枝線の最大水撃圧の違いをあらわした図であり、図 5 は同様に反射波の最大振幅 (圧力差) の違いをあらわした図である。共に枝線部が T 字 (1~3m) のときの図であるが模範図としてあらわした。

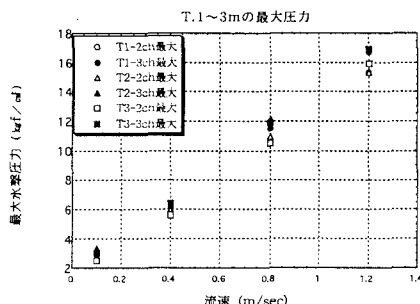


図 4. 本線と枝線の最大水撃圧の比較

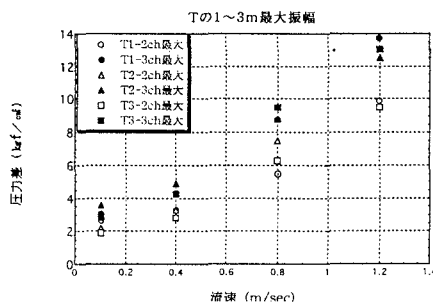


図 5. 本線と枝線の最大振幅圧の比較

4. 結論

[[a)(b)] 理論のように水撃圧は 2 倍にはならず本線に比べ、本線と同じ断面積の枝線管路では 1.1 倍、断面積の小さい枝線管路では 1.6 倍と圧力上昇することが確かめられた。これは理論でとり上げられている反射波の影響であると考えられる。このような急激な圧力上昇がみられるのは水撃発生から約 0.015 秒間と短いため今後は波形第一波のみを解析するなどの研究が必要である。

[[c)] 水撃発生から約 0.015 秒間の反射波の最大振幅は、本線のそれに比べ本線と同じ断面積の枝線管路では約 1.4 倍、断面積の小さい枝線管路では約 2.4 倍と大きな差があらわれることが確かめられた。これは反射波の影響による水撃圧上昇とその反動による圧力波の差が原因であると考えられ管路の破壊は、水撃圧そのものの他にもこのような反射波の振幅が原因で起こると思われる。今後、枝線内の反射波について詳しく研究する必要がある。