

(II-109) 水平管路の気液二相流の基礎研究

東洋大学 学生員 ○中澤 雅一
東洋大学 学生員 椎名 壮
東洋大学 学生員 遠藤 太

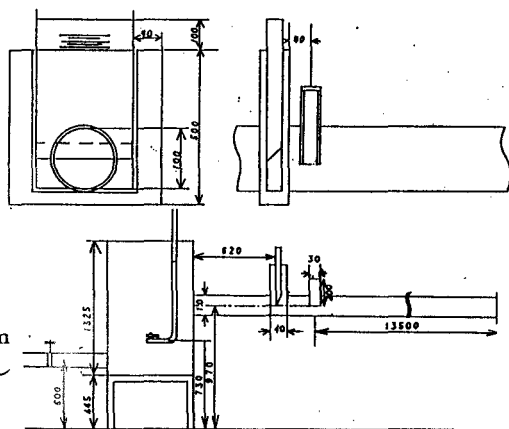
1. はじめに

管水路における気液二相流は、ボイラー水管や水力機械などに見られる現象であり土木構造物では比較的低速での現象として下水管、高速流の現象としてダムの放流管が挙げられる。この気液二相流現象は、管路内の流れに限らず身近な自然現象においても容易に観察することができる。しかし、その現象形態は複雑なものであり容易に分類することはできない。このようなことから我々は、主として水平管路における気液二相流現象の空気量や流況についての研究を行った。

2. 実験方法

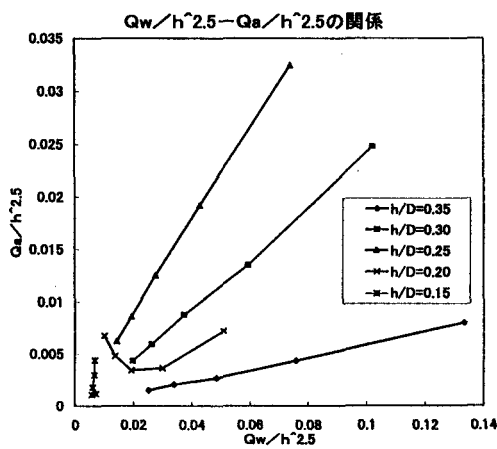
(図-1) に使用した模型の概略図を示す。水平管の直径は $D=6\text{ cm}$ を使用した。模型の素材は管路、ゲート部分ともにアクリル素材である。ゲートの上流側に圧力タンク、マンノメーター、超音波流速計、下流側に空気孔 ($D=3\text{ cm}$)、マンノメーター (ゲートから 50 cm ピッチ) を設けた。

測定項目は、ゲートの上流側にあるマンノメーターで管路内のヘッド、超音波流速計で水の流速を測定しゲートの直下に設けてある空気孔より流入する空気の流れをプロペラ流速計ではかった。またゲートから 50 cm ピッチでマンノメーターを据え付け二相流の水頭も測定し跳水の位置も確認した。

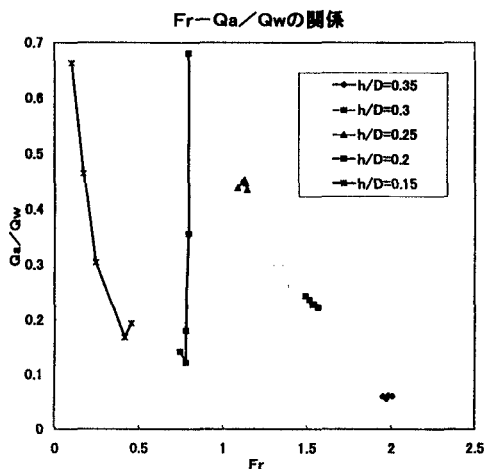


(図-1)

3. 実験結果



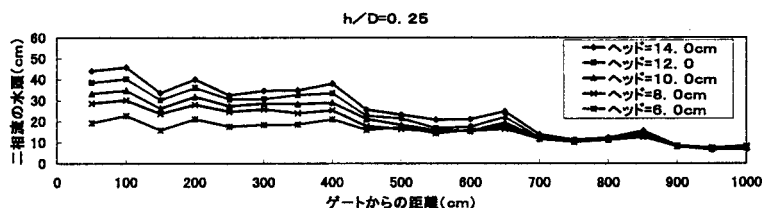
(図-2)



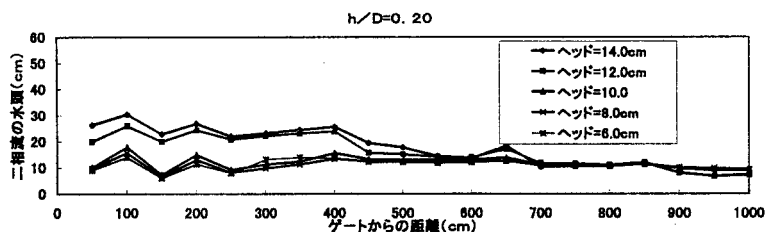
(図-3)

① $Q_a/h^{2.5} - Q_w/h^{2.5}$ の関係

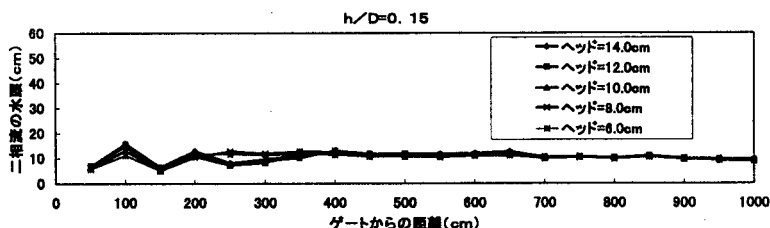
気液二相流は、空気と水が混在する流れを言う。その流れのメカニズムは水の流れに誘発されて空気も流れていく。通常、この水の流れはフルード相似にしたがうことが明らかである。このため水の影響下にある空気の流れもフルード相似の影響下にあると言える。フルード相似では、流量 Q は $\sqrt{g \cdot h}$ に比例する。そこで空気と水の無次元量を求めるため、 $h^{2.5}$ で、 Q_a, Q_w を除して図下 (図-2) した。



(図-4)



(図-5)



(図-6)

$Q_w/h^{2.5}$ と $Q_a/h^{2.5}$ との間には、全体的に比例関係にあることが分かった。また開度が小さい方が直線の傾きが大きく、つまり空気量が増加することが明らかになった。これは開度が小さいと液相の流れる流路面積の割合が小さくなり、気相が流れやすくなるためである。ところが例外的に $h/D=0.15$ は、全体的直線が、小さくなり $h/D=0.20$ では、一度下降してまた上昇する傾向を示している。 $h/D=0.15$ 付近は、同一のヘッドならば空気量が最大になる開度であり、そのときの流況は、管路壁に沿う不安定な流れである。そのため、他のものと異なる挙動を示すと思われる。

② $Fr-Q_a/Q_w$ の関係

(図-3) は、 $Fr-Q_a/Q_w$ の関係である。横軸の $Fr = v/(gh)^{0.5}$ の V は、水の流速をとり、 h はゲート上流側の管路内のヘッドをとった。縦軸の Q_a/Q_w は、水と空気の流量比である。 Q_a/Q_w は、(図-2) の直線の傾きに相当する。そのため当然 $h/D=0.35, 0.30, 0.25$ の場合は、ほぼ一点に集約された。 $h/D=0.15, 0.20$ は、あるフルード数に対して 4～5 倍の幅を持つことが認められ、またゲートの開度が大きくなると Q_a/Q_w が減少傾向になることが分かった。

③ L_g-H の関係

ゲートから流下方向への圧力変動を(図-4, 5, 6)に示す。 L_g はゲートから流下方向の距離で H は二相流の水頭である。3つの図を比較してみよう。 $h/D=0.25$ の場合は、流下するに従って徐々に圧力が減少する。これは $h/D=0.35, 0.30$ についても同様な傾向が見られた。この傾向は管路の摩擦損失によるもので、ゲート長に比例してエネルギー損失が大きくなる。(図-5) $h/D=0.20$ の場合は、性質の異なる2つのグループに大別される。1つは、図の上層の2本の線でありこの圧力変動は、図-4での傾向に類似している。しかし、他の場合は、ゲート直後激しく上下し、その後は大きな変動をしないまま流下していく。その傾向が顕著に現れているのが(図-6)である。その原因として開度が小さくなると流量も小さくなるため管路壁に接する面積も減少する。そのため摩擦による損失は、減少するので圧力損失の変動は小さい。この時の流れは噴霧状の流れとなり他の開度での流れと性質上異なるものである。

4. 今後の課題

模型縮尺を変えた場合の相似則について検討する。