

水平管路における気液混相流の基礎的研究

東洋大学	○学生員	中澤 雅一
東洋大学	正員	荻原 国宏
東洋大学	正員	田中 修三
建設技術研究所	正員	工藤 正

1, はじめに

管水路における空気混入流は、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あげられる。この空気混入現象は、管路に限らず身近な自然現象においても観察することができる。しかし、その現象の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、我々としては、水平管路における流入空気量の把握、二相流の流況観察に主眼をおいて研究を行った。

2, 実験手順

図-1に使用した模型の概要を示す。模型は水平管路直径 $D=10\text{ cm}$ 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($D=3\text{ cm}$)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、超音波流速計で管路内の流速を測定しゲートの下流側に設けた空気孔より流入してくる空気の流速をプロベラ流速計で測定した。又そのときの跳水の位置も確認した。実験ケースは、表-1のとうりである。

【実験ケース】

水頭（水銀）	2, 3, 4 cm	3 ケース
ゲート開度	0~10 cm (0.5 cm 刻み)	20 ケース
合計		60 ケース

表-1

3, 実験結果・考察

図-3, 4, 5は、ゲートの開度 h/D （横軸）と空気孔より流入する空気量 Q_a （縦軸）との関係を示したものである。この図の3ケース（水頭（水銀）=2, 3, 4 cm）に共通していることは、 $h/D=0.65$ 以下で空気が流入し始めることが分かる。また水頭（水銀）=3, 4 cmのケース共にみられる傾向として流入空気量のピーク（山）が3つあることが分かった。この傾向の要因としてゲートを越流して流れてくる水の流速が流入空気量に関与していると考えられる。図-2は、ゲート出口での流速 V_g （横軸）と流入空気量 Q_a （縦軸）との関係を示したものである。3ケース共ほぼ $V_g=200\text{ cm/s}$ 以上で空気が入ることが分かった。ところが同じ $V_g=220\text{ cm/s}$ であっても $Q_a=0.18\sim 1.24(1/\text{s})$ と空気量におよそ8倍の幅がある事が分かる。この原因として次のようなことが考えられる。図-6で示したように、空気が流入するメカニズムとして（a）、（c）の様な跳水による空気混入現象と（b）に見られるような空気連行現象がある。図-3, 4, 5で示

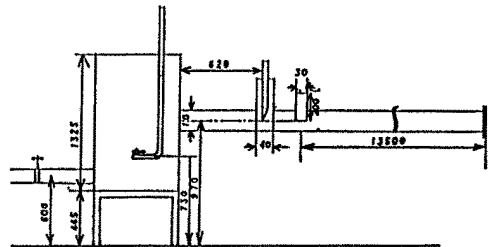


図-1

ゲート出口での流速-空気量

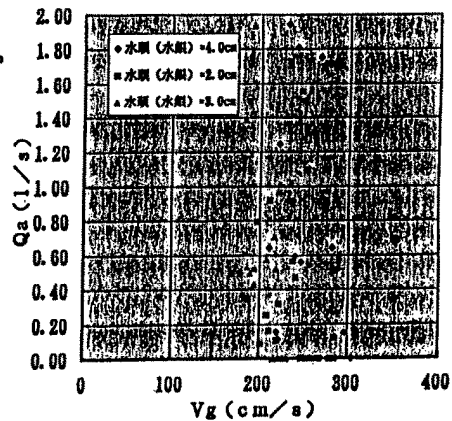


図-2

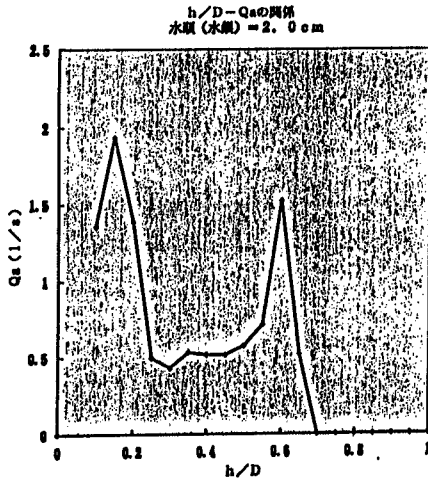


図-3

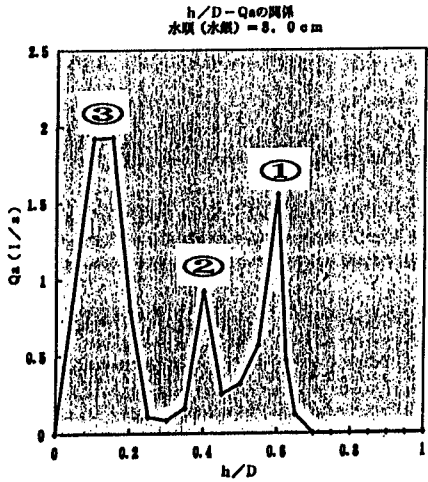


図-4

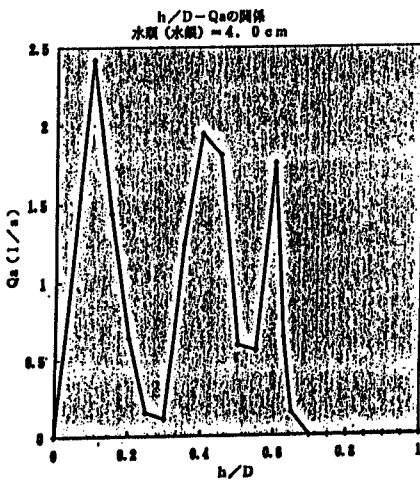


図-5

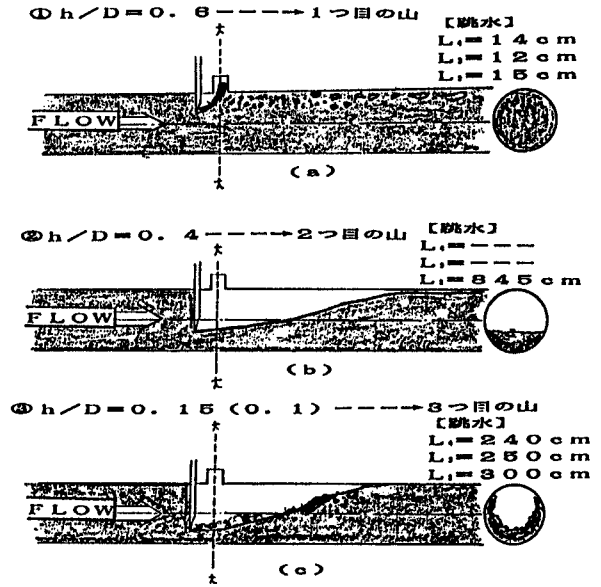


図-6

された空気量のピークは、この2つの流れの現象作用のピークであると考えられる。特に図-3のピーク（山）が他の2ケースに比べてピーク（山）が2つしかないのはヘッドが小さい為、混入作用は働くが連行作用の働きが小さくなった為このような結果になったと考えられる。しかし、気液混相流の流れの形態は、複雑であるためある流れの形態を混入流、連行流と単純に分類することはできない。今後さらに研究が必要である。

4. 今後の課題

① 今回の研究では、流入空気量をゲートを越流する水の流速に検討したが圧力との関係はどうなっているのか。

② 流動形態の把握

③ 模型と原型（実際の土木構造物）との相似性

5. 参考文献

- 1) 高須修二／ダム技研（N0. 75）／ダムと貯水池における気液混相流
- 2) 荻原国宏／昭和63年／管路の空気混入に関する基礎的研究
- 3) 上田辰洋／気液二相流－流れと熱伝達－
- 4) 高須修二ほか／土木技術資料（1986）／ダム放流管における空気連行流水理特性