

II-218 マンホール付き管水路の気液混入流の気液混相流について

東洋大学工学部 正員 荻原 国宏
正員 田中 修三

目 的 土木構造物での気液混相流としては、低速では下水管のなかの流れ、高速ではダムの放流管の中の流れがある。これらについては若干の研究がされているがまだ多くの問題が残されている。特に合流式の下水管では設計が等流計算のもとで空気の混入を前提としないでやっている。しかもその設計流量が降雨量の30mm/h rに対応出来れば良いとの前提にされているので、年間何回となく設計流量を越える事が発生し、それに伴ういくつかの設計時に考慮されていない現象が発生してくる。

その代表的な現象は、マンホールの蓋が飛ぶような現象であり、これは水の流れによって空気が連行され、その空気の抜ける道が無いことにより、マンホールから抜けようとして起こる現象である。このような事を背景としてこの研究は開始され、特に下水管の中の流れの様な低速な混相流に注目して研究をした。下水管の中の流れは流路が長いことと、低速な流れであるために空気と水が分離しやすく、管路のなかで高速流の部分と低速の部分が存在し、流れの形態が同じ管路の中で変化してくる。このために機械工学とか化学工学の場合の混相流と若干趣が変わって来る。そこでこの研究では流れの分類とともに抵抗係数、ブライミング現象などの面についても研究をした。

研究方法 研究は過去の気液混相流の文献による取りまとめをおこなうとともに、下水管を想定した実験を主体に行った。気液混相流では空気と水の混相を考えると、現地での流れを支配している要因、重力、摩擦力、粘性力、流れの乱れによる摩擦力のいずれも、模型でも空気と水を使う限り同じ働き方をするはずである。従って原型のある縮尺の模型を作成しても、水の流れと、水の中の空気の気泡の上昇速度との間に模型の縮尺に対応した相似率が成り立っていないと模型と原型でまったく異なった現象が発生して来る可能性がある。このことを考慮して今回の研究では原型を想定せず模型での現象解析に主体をおいた。

模型 この場合の記号の説明は次のごとくなっている。

A: 斜水路 B: 水平管路 C: マンホール D: エアバイブ E: 下流水路 G: エアバイブ F: 下流水槽

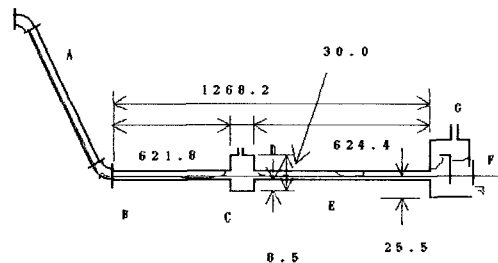
マンホール内に水路の形状と連続性を持たせた水路底を付けた場合と、付けない場合の双方について実験をしている。またマンホールの蓋に穴が開いている場合と開いていない場合の2つのケースについても実験している。

また水路の底面の圧力分布を測定

するためにマノメーターを設置している。これにより動水勾配が測定出来て圧力勾配から抵抗係数等のあたいが求められる。測点の間隔は50cmのピッチで配置してある。実験は水路の上流側に設定してあるバルブで流量を調節出来るようになっていて、その回転数によって流量調節をしている。空気の流量は特に調節をせずに流入するの任せている。従って水の流れによって自然に混入され流送される量を測定している。

圧力の測定はマノメーターによってそのまま読み取りを行い、特に周期的な流動が発生するときには最低値と最高値を写真に撮り現像後デジタイザーによってその値を求めている。またブライミングの発生しているケースでは、その発生周期及び発生周波数を測定している。

図-1 マンホールを付けた場合の水路



結果 流下抵抗係数について流れの流下抵抗を決める指標としてワイスバッハの式での f を求めてみたこの場合流速としては見かけの流速を使用している。動水勾配は管路が水平に設定されているのでエネルギー線の勾配 (h_r/L) で求めている。水の見かけの流下抵抗係数と水の見かけの流速によるレイノルズ数との関係を見たのが図-2である。この図の中で黒い印で書いた点は周期的な流動が発生した場合であり、そのときの抵抗係数の最大値と最小値を示してある。

空気が混入していない場合のBでは抵抗係数の変化が比較的小さい値を取っている。マンホールのある場合（C, E）と無い場合（A）の差が余り無い事は空気がかから抜けて行かないと下流側の流れは同じであると考えて良いであろう。マンホールで空気が抜けているケースD, Fではレイノルズ数の大きいところで抜けないケースより抵抗係数は小さ目に出ている。

空気の見かけの摩擦抵抗係数は周期的な流動が起こっても余り変化していないことが注目される。レイノルズ数と摩擦抵抗係数の間には両対数グラフの上でほぼ直線関係が成り立っている。

この場合には縦軸の目盛りが他の場合に比較して細かくなっている、この事はレイノルズ数による摩擦損失係数の値の変化が水の摩擦抵抗係数より大きい事を表している。またその値も水の場合に比べて大きな値を取っており、この場合には空気の流れが、空気自身で流れていないためには大きな抵抗があるのかも知れない。

しかしこれも見かけの流速から抵抗係数を出しているの、空気の流れる面積の小ささに起因しているとも考えられる。

図-3 見かけの空気の抵抗係数

おわりに ここに書ききれない研究結果

果については講演時に発表する。この研究は文部省の科学研究費（一般研究B）を昭和60年から3年間に渡って受けて研究を行ったものである。関係各位に謝意を記して表します。当初考えていたより現象が複雑であり、沢山の研究すべき事を積み残してしまったので今後とも続けて研究をして行くつもりである。

図-2 見かけの水の抵抗係数とレイノルズ数の関係

