

日本興業（株）	正会員	○右近	雄大
愛媛大学大学院	学生員	重田	尚秀
愛媛大学大学院	正会員	渡辺	政広
松山市役所	非会員	山内	陽平

1. はじめに

都市下水道流域において、集中豪雨等に起因するマンホール蓋の浮上・飛散が問題となっている。マンホール蓋飛散は、人命を失う事故の発生に繋がる現象であり、その発生原因とメカニズムを明らかにし、飛散防止対策を早期に確立する必要がある。

本研究では、これまで一般的に用いられてきた管渠・マンホール内空気圧の算定法について、流出実験を行い、その妥当性について検討を行った。

2. 管渠・マンホール内空気圧の算定法¹⁾

これまで、マンホールの浮上・飛散現象を検討する際に用いられてきた管渠・マンホール内空気圧の算定法は、空気と水の流れを別々に計算する水理解析モデルを用いた手法が一般的であった。その計算手順は図-1に示すとおり、まず、下水管渠内の水の流れを計算し、次に、 $(\text{空気断面積}) = (\text{管渠断面積}) - (\text{流水断面積})$ として空気量を算出し、管渠・マンホール内空気圧を計算するものである。

本計算手法では、同時刻において下水道管渠システム内の管渠およびマンホール内の空気圧は均一であるとして計算が行われている。しかし、実際の管渠システムは、延長が数 km に及ぶ場合もあり、マンホール蓋が飛散するような急激な空気圧変動を伴う流出において、サージの伝播速度、マンホールの圧力解放効果、マンホールからの排気等を考慮すると、管渠システム内で空気圧を均一とする仮定が成立しないことが考えられる。

本研究では、下水道管渠模型による空気流動実験を行い、管渠およびマンホール内の空気圧の時間的・場所的变化について検討した。

3. 下水管渠内空気流動実験

都市下水道管渠網のポンプ場で豪雨時に行われるゲート閉操作に起因して発生するマンホール蓋の浮上・飛散現象を想定した空気流動実験を行った。

(1) 下水道管渠網の水理模型

実験に使用した下水道管渠模型の概念図を図-2に示す。

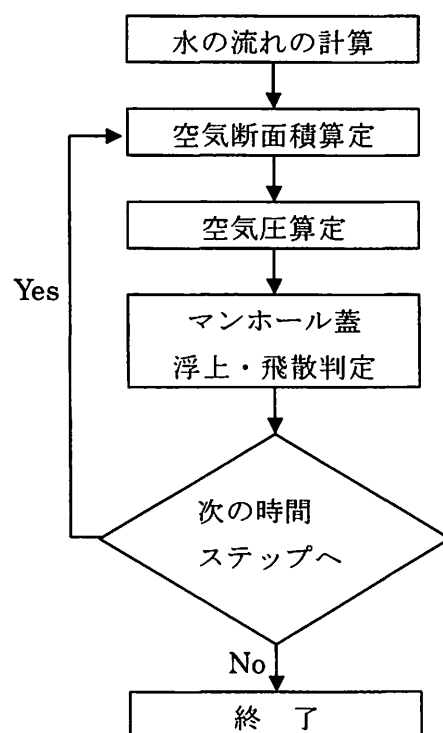


図-1 管渠・マンホール内空気圧の算定
計算フロー

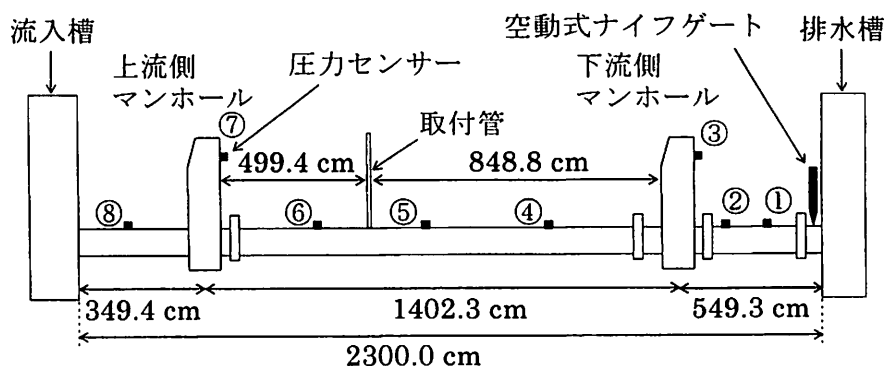


図-2 下水道管渠模型の概念図

(2) 実験条件

実験は、上流端より定常流を与え、下流端ゲートを閉じることによって起こる管渠内空気圧縮について管渠内空気圧の時間的・場所的变化を圧力センサーで測定し、取付管設置の有無を変えて2ケースで行った。

(3) 実験結果

実験結果を図-3、図-4に示す。これらより、取付管の有無にかかわらず、ゲート遮断後、空気圧の変動が下流から上流（①→⑧）へ伝播していることがわかる。また、サージがマンホール、取付管を通過するごとに、マンホールの

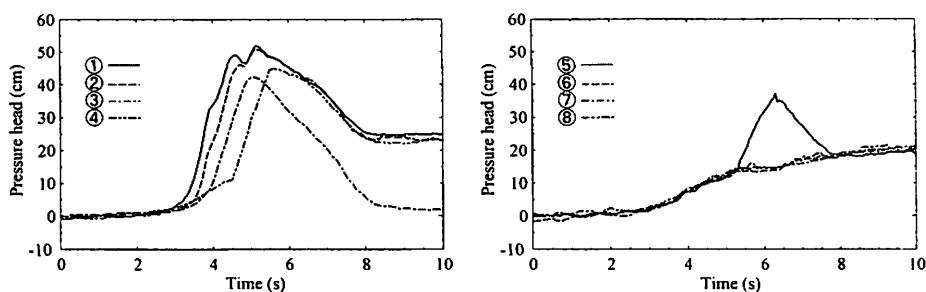


図-3 管渠内空気圧の時間的・場所的変動（取付管なし）

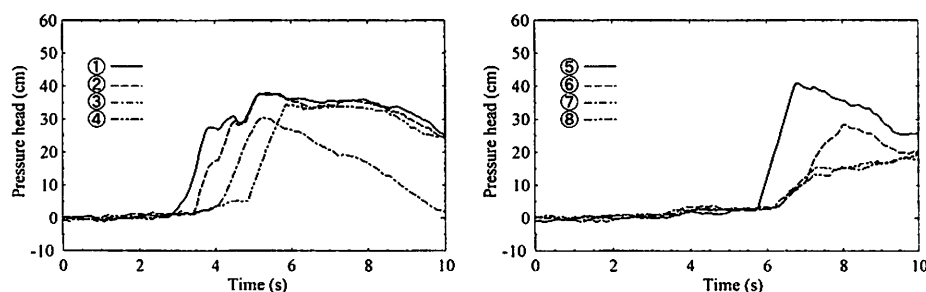


図-4 管渠内空気圧の時間的・場所的変動（取付管あり）

蓋および取付管からの排気によって空気圧縮が緩和され、空気圧のピーク値が下がることがわかる。このことは、取付管がある場合とない場合の空気圧のピーク値を比較すると、明らかである。

以上より、管渠システム内の空気圧の変動は下流から上流へと伝播しており、圧力変動が上流側に伝わるにはある程度の時間がかかるため、また、マンホールおよび取付管によって空気圧縮が緩和されるため、従来のように管渠システム内の空気圧が均一であるとして管内空気圧の計算を行うことは、実際の現象を表現する上で適当ではないことがわかった。

4. まとめ

本研究によって、これまで一般的に用いられてきた計算法（同時刻において下水道管渠システム内の管渠およびマンホール内の空気圧は均一であるとして空気圧を計算する方法）では、実現象を精度良く再現できないことが明らかとなった。したがって、空気塊を封入する下水道管渠網の圧力流れの管渠・マンホール内空気圧の計算では、図-5に示すように、下水道管渠システム内を破線で示すように短い区間で区切り、その区間ごとに水位変動および圧力変動の時間的変化を計算する必要がある。

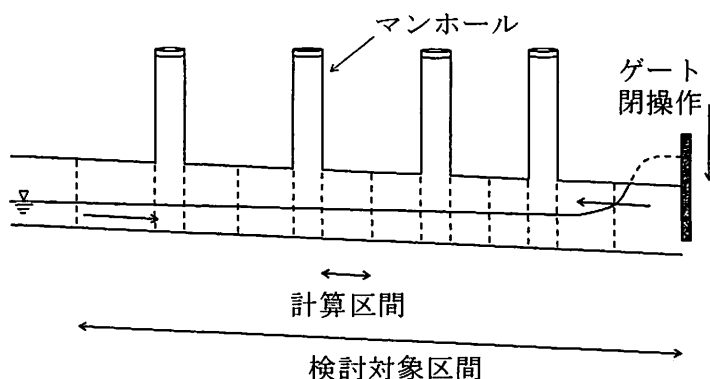


図-5 計算区間間隔

謝辞

本実験は（株）G&U 技術研究センター（埼玉県比企郡川島町）の水理模型を用いて行った。ここに記して謝意を表する。

参考文献

1)（社）日本下水道協会：下水道マンホール安全対策の手引き（案），pp.36-54，（社）日本下水道協会，1999。