

都市下水道管渠網の二相流（空気・水）雨水流出実験

愛媛大学大学院	正 員	○渡辺政広
日本興業（株）	正 員	右近雄大
愛媛大学大学院	学生員	重田尚秀
大阪市立大学大学院	非会員	唐 振国

1. はじめに

近年、都市下水道流域では、豪雨時にマンホール蓋が浮上・飛散する現象が多発するようになってきている。このような現象を防止・軽減するためには、その発生原因とメカニズムを明らかにし、対策の立案・検討に用いるための精度高く詳細なシミュレーションモデルを開発する必要がある。

本研究では、これまで一般的に用いられてきたマンホール蓋浮上・飛散解析モデル（空気塊を封入する下水道管渠網の圧力流れの水理解析モデル）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. 下水道管渠網のマンホール蓋浮上・飛散解析モデル

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シミュレーションモデルは、空気と水の流れを別々に計算する水理解析モデルが一般的であった。その計算手順は図-1に示すとおり、まず、管渠内空気圧＝大気圧として下水管渠内の水の流れを計算し、次に、空気断面積＝管渠断面積－流水断面積として空気量を算出し、管渠内空気圧を計算するものである。

しかし、実際の下水道管渠網においてマンホール蓋が浮上・飛散するほど急激な空気圧縮が管渠内で起こる場合には、水面形の時間的・場所的变化が管渠内空気圧＝大気圧で計算したものと実現象の間に誤差が生じ、精度良くシミュレートできない恐れがある。

本研究では、下水道管渠模型による流出実験を行い、管渠内空気圧＝大気圧の状況（開放型）と管渠内空気圧＞大気圧の状況（密封型）で水面形の時間的・場所的变化を比較検討した。

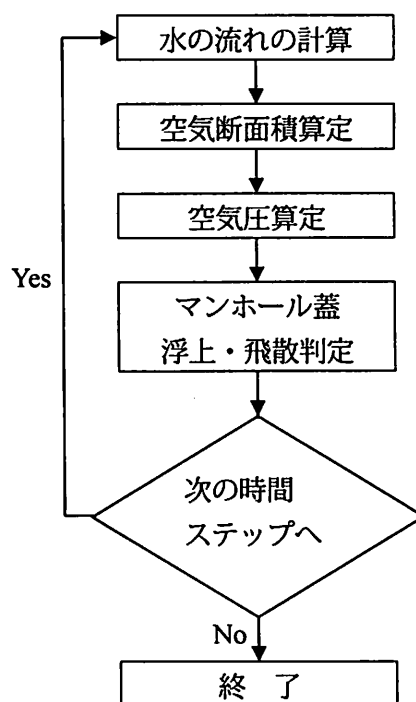


図-1 マンホール蓋浮上・飛散解析モデル
計算フロー

3. 二相流（空気・水）雨水流出実験

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二相流（空気・水）の雨水流出実験を行った。

(1) 下水道管渠網の水理模型

流出実験に使用した下水道管渠模型は図-2に示すとおりである。

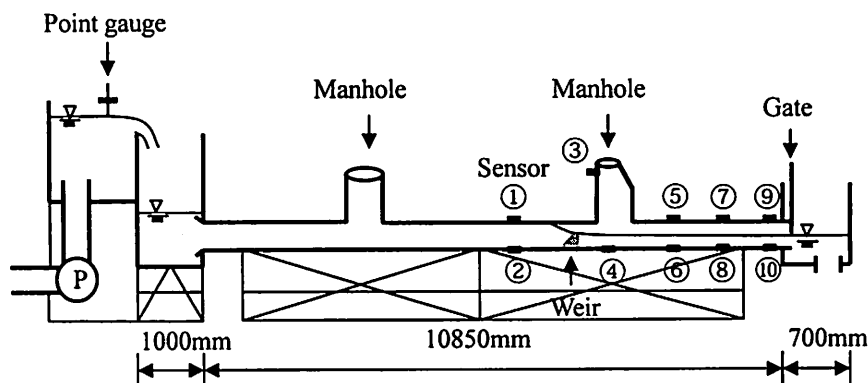


図-2 下水道管渠模型（縦断面）

(2) 実験条件

図-2 に示すように、下流側マンホールの上流に堰を設置し、堰上流側が圧力流れ、堰下流側が開水路流れとなるようにし、管渠内の空気が圧縮されやすい状態を作り、初期条件とした。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および水面形の時間的・場所的变化を圧力センサーで測定し、管渠システムが開放型の場合と密封型の場合の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。

図-3 より、圧力センサー⑨および⑩地点における全水頭、圧力水頭および位置水頭のハイドログラフを見ると、開放型と密封型ではピーク値、波形ともに異なっていることがわかる。

また、図-4 より、水面形の時間的・場所的变化を見ると、開放型では、ゲート閉 ($t = 60$ s) 後、水面が徐々に上昇していくのに対し、密封型では、管渠内空気が圧縮されて空気圧が上昇し、水面の上昇が抑えられることから、両者の水面の誤差が時間経過とともに大きくなっていく。

以上より、管渠内空気圧 $\approx$ 大気圧の下での水面形の時間的・空間的变化と管渠内空気圧 $>$ 大気圧の下でのそれは異なったものであるといえる。

4. おわりに

本研究により、空気塊を封入する下水道管渠網の圧力流れの水理解析モデルにおいて、これまで一般的に用いられてきた計算法（管渠内空気圧 $=$ 大気圧として水の流れを計算し、その結果を基に空気圧を計算する方法）では、実現象を精度良くシミュレート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計算では、空気・水の二相流を同時解析する必要がある。

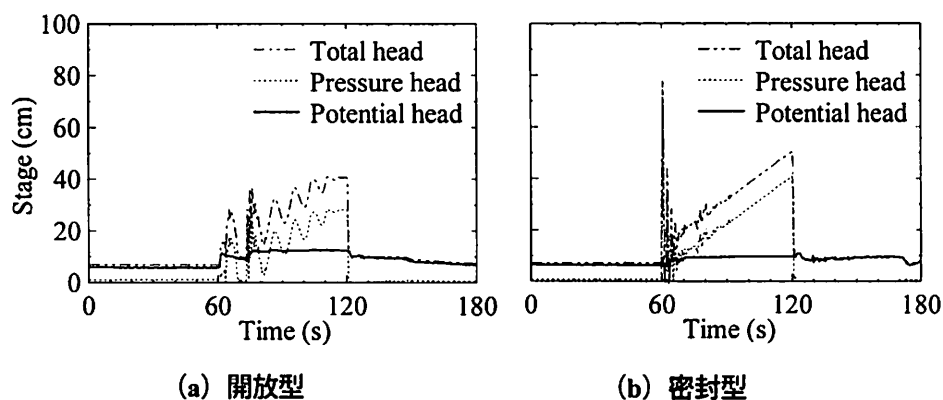


図-3 実験結果（圧力センサー⑨、⑩地点）

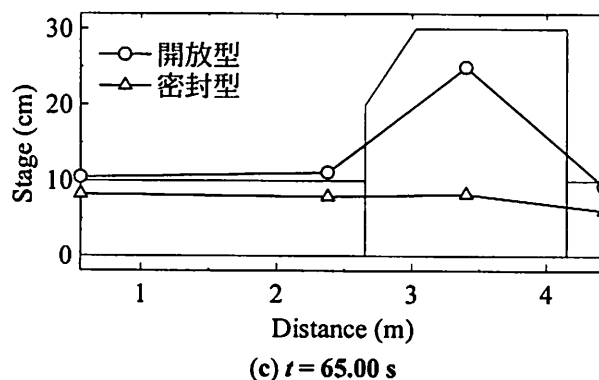
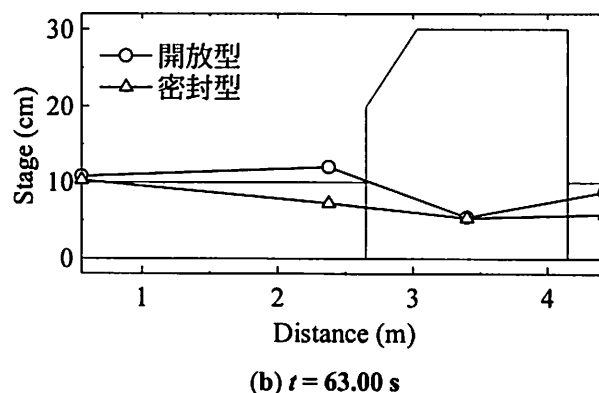
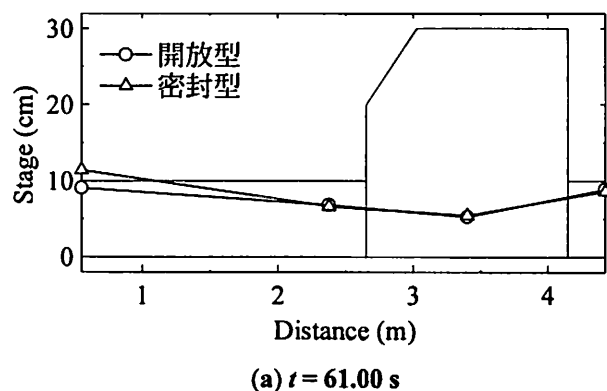


図-4 実験結果（水面形の時間変化）