

学位論文審査の結果の要旨

氏名	東 正史
審査委員	主査 渡邊 政広 副査 伊福 誠 副査 中村 孝幸

論文名 都市下水道管渠網のマンホール蓋飛散を伴う
豪雨流出シミュレーションモデル

審査結果の要旨(2,000字以内 標準書式：日本工業規格A4, 11ポイント, 1行38字, 1頁40行, 左右余白25mm)

近年、気候の温暖化とも相まって、各地の都市下水道流域で、ゲリラ豪雨が頻発するようになり、浸水氾濫災害がしばしば発生してきている。こうした豪雨時の都市下水道管渠網の雨水流出を見ると、開水路流れと圧力流れが混在しそれらが時空間的に変動・移動する流れであるとともに下水道管渠網内の空気が圧縮されてマンホール蓋が浮上・飛散する、あるいは下水道管渠網と地表面との間を流出雨水（氾濫水）が流入・流出するなど、極めて複雑な様相を呈している。本論文は、下水道管渠網内の空気が圧縮されてマンホール蓋が浮上・飛散する現象を伴う豪雨時の雨水流出シミュレーションモデルの開発を目指したものである。

第1章では、都市雨水流出モデルの1960年代からの開発と発展の経緯を詳細に述べるとともに、近年においては、下水道管渠網内の空気が圧縮されてマンホール蓋が浮上・飛散する現象を伴う豪雨時の雨水流出シミュレーションモデルの早期の開発が喫緊の課題となってきたことを述べている。

第2章では、はじめに、下水道管渠網内に多数存在しそれらを通じて空気の排気・吸気が行われるところの、これまで全く考慮されることのなかったマンホール蓋孔と取付管を組み入れ、空気の流れを等エントロピー流れと考えて、下水道管渠網の空気・水二層流の流出における空気の流れの基礎式（運動方程式と連続の式）を導出している。ここに、雨水の流れが開水路流れ⇔圧力流れの遷移流部に対する空気の流れの基礎式も新たに導出している。次に、上述した空気の流れの基礎式を厳密に数値解析するために特性曲線法を採用し、その数値解析のための数値計算式（差分式）を展開している。なお、そうした雨水と空気の二層流における空気の流れの基礎式を、開水路流れ⇔圧力流れの遷移流部についても含めて、特性曲線法を用いて厳密にかつ精度高くまた安定的に数値解析しようとする試みは、都市流出分野の雨水流出解析法では、はじめてのことでもある。

第3章では、これまで明確にかつ正確に記述されることのなかった、下水道管渠網内に多数設置されているマンホール蓋がマンホール内の空気圧の上昇に伴って浮上・飛散するときの空気の流れの基礎式と蓋の飛散運動の基礎式を導出している。

第4章では、豪雨時における下水道管渠網のマンホール蓋浮上・飛散を簡便に診断できるシミュレーションモデルを開発している。はじめに、下水道管渠網内の雨水の流れが開水路流れの場合について、ゲート操作や合流によって発生する雨水流のサージ (surge) や移動跳水 (moving hydraulic jump) が取付管とマンホールが多数存在する下水道管渠網内を遡上するときの空気の流れの基礎式とマンホール蓋浮上・飛散運動の基礎式を組み合わせ、(開水路流れ時の) 蓋飛散を簡便に診断するシミュレーションモデルを開発している。次に、下水道管渠網内の雨水の流れが圧力流れの場合について、管渠網内でゲートの急閉塞が行われたときの雨水流の急変圧力流れの基礎式とマンホール蓋浮上・飛散運動の基礎式を組み合わせ、(圧力流れ時の) 蓋飛散を簡便に診断するシミュレーションモデルを開発している。

第5章では、第2章で述べたマンホール蓋飛散を伴う豪雨流出シミュレーションモデル(すなわち、空気流れの基礎式とその数値解析法)ならびに第5章で提案した蓋飛散簡易診断シミュレーションモデルの妥当性について、前者については下水道管渠模型を用いた流出実験を行って、後者については数値実験を行って検討し、これらより、両シミュレーションモデルとも、実用上の立場からは、十分な妥当性と適用性を備えていることを明らかにしている。

第6章では、本研究で得られた主要な成果を要約して、結論としている。

以上のように、本論文は、下水道管渠網内の空気が圧縮されてマンホール蓋が浮上・飛散する現象を伴う豪雨時の雨水流出シミュレーションモデルの開発を目指したものであり、本研究成果が土木工学、特に都市雨水流出分野の研究の進展に寄与するところ大である。このように、本論文は、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認められる。