

学位論文要旨 Dissertation Summary

氏名 (Name) 友近 榮治

論文名: 都市雨水排水管渠網の空気圧縮を考慮した雨水流出解析モデル
(Dissertation Title) に関する研究

近年、各地の都市下水道流域で、気候の温暖化とも相まってゲリラ豪雨が頻発するようになり、浸水氾濫災害がたびたび発生するようになってきているが、こうした都市の雨水流出現象をシミュレートする雨水流出解析モデルについてみると、今日までに、既に、開水路流れとサーチャージ流れが混在する複雑な雨水排水管渠網内の流れと地表面上を複雑な様相を呈して流下する浸水氾濫流れを共に精度高く追跡計算できる幾つもの流出解析モデルが提案されてきており、もはや残された課題は、マンホール蓋飛散現象などが引き起こされる可能性のある、空気圧縮を伴う雨水排水管渠網の雨水流出をシミュレートできる雨水流出解析モデルが未だ開発されていないことである。本論文は、そうした都市下水道流域の雨水流出解析モデルの開発を目指したものである。

第1章では、都市下水道流域の雨水流出モデルに関する研究の歩みを明らかにしている。すなわち、都市化現象が急速に進展してきた1960年代から、地表面および下水道管渠の雨水の流れをいずれも kinematic wave 流れとして、下水道管渠の流れは open-channel flow として取り扱うところの都市雨水流出モデルが提案され始めてきた。1980年代に入り、都市化がさらに進展するようになると、計画を上回る大量の雨水が流出するようになり、下水道管渠網では surcharged flow (満管流れ) がしばしば発生するようになってきたため、下水道管渠の雨水の流れを dynamic wave 流れとして取り扱い、open-channel flow と surcharged flow の両流れをシミュレートできる雨水流出モデルが提案されるようになってきた。さらに、2000年代に入ると、世界の各地の都市下水道流域で、気候の温暖化の進行とも相まって、豪雨が頻発するようになるとともに都市の雨水流出も激しさを増し、マンホールからの氾濫・溢水による大規模な地表面浸水氾濫流が発生するようになってき

たため、この複雑な流れの様相を呈する地表面浸水氾濫流を、dynamic wave 流れとして取り扱い、下水道管渠の流れと組み合わせてシミュレートできる雨水流出モデルが提案されるようになってきた。近年では、豪雨時、下水道管渠網の激しい流れが空気を圧縮してマンホール蓋を飛散させる雨水流出現象がしばしば発生するようになっており、こうした豪雨時の空気圧縮を伴う激しい雨水の流れをシミュレートできる都市下水道流域の雨水流出モデルが必要とされるようになってきているが、現在までのところ、そうした雨水流出モデルは未だ開発されていない。

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ると、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。次いで、下水道管渠網の空気流れの空気圧の場地的変動を考慮して、空気・水二層流の水の流れの基礎式を導出している。なお、これら基礎式は、下水道管渠網内の雨水と空気の実際の流れを厳密に記述できているものとしては、都市雨水流出の分野では初めて、導出されたものである。

第3章では、上述した雨水と空気の流れの基礎式を、厳密に数値解析するため、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。雨水と空気の二層流を、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ことは、こうした分野の雨水流出解析法では、はじめての試みでもある。

第4章では、本論文で新たに導出・提案された下水道管渠網における空気・水二層流の流出解析モデルの適合性・妥当性について、本解析モデルを下水道管渠水理模型による二層流流出実験に適用し、解析結果を実験結果と比較して調べて、本流出解析モデル（すなわち、それら流れの基礎式およびその数値計算式）が高い適合性と妥当性をもつものであることを明らかにしている。

以上、本研究で得られた主要な成果を要約して述べた。ここに得られた諸成果が、豪雨時に都市雨水排水管渠網内の空気圧縮による被害や豪雨流出に関する諸問題を解決する一助となれば幸いである。