

建設技術研究開発費補助金 総合研究報告書【概要版】

- (1) 課 題 名：リアルタイム下水道水位・流量モニタリングに基づく内水氾濫危険度評価モデルの開発
- (2) 研 究 期 間：平成 29～30 年度
- (3) 交 付 申 請 者 名：二瓶 泰雄（東京理科大学・教授）
- (4) 研 究 代 表 者 名：二瓶 泰雄（東京理科大学・教授）
- (5) 共 同 研 究 者 名：仲吉 信人（東京理科大学・講師）
片岡 智哉（東京理科大学・助教）
小野村 史穂（東京理科大学・助教）
柏田 仁（パシフィックコンサルタンツ株式会社・主任技師）
尾ノ井 龍仁（パシフィックコンサルタンツ株式会社・技師）
赤羽 祐也（パシフィックコンサルタンツ株式会社・主任技師）
横山 博光（パシフィックコンサルタンツ株式会社・技師）
- (6) 補助金交付総額：18,849,000 円

(7) 技術研究開発の目的

気候変動に伴う降雨の局地集中化により、都市域の内水氾濫リスクが著しく上昇している。従来、内水氾濫の発生検知や被害状況把握は、通報・巡視に頼っており、いつ、どこで、どの規模の内水氾濫被害が発生したかを定量的かつ確実にモニタリングできておらず、錯綜する定性的な情報の中で避難判断や水防・排水活動が行われてきた。これらの課題を克服し、内水氾濫の予警報から発生・被害情報収集、それに基づく適切な避難判断や水防・排水活動を実現するために、本研究では、リアルタイム下水道水位・流量モニタリングに基づく内水氾濫危険度評価モデルを開発する。研究期間内の開発目標としては、（1）DIEX 法を管路流向けに改良し、リアルタイム下水道水位・流量観測システムを開発する。室内実験管路により基本的な計測性能・特性を検証し、高精度化を図る。現地実証試験により観測精度・適用範囲を明らかにする。（2）データ同化による水位縦断分布推定・内水氾濫危険度評価モデルを開発する。管路系全体の内水氾濫危険度を評価可能とする。仮想管路流・現地観測データに本手法を適用し、有効性を検証する。

(8) 技術研究開発の内容と成果

本研究では、これまで研究例のない「下水道流量算出法」に着目した開発を行う。この際、研究代表者が河川流量算出法として開発・実用化している DIEX 法（Dynamic Interpolation and EXtrapolation method）をベースとする。また、「内水氾濫危険度評価モデル」については多数の先行研究が存在するが、いずれの研究でもモデルの詳細化によって解析精度の向上を目指すアプローチをとっており、モデル構築や調整、維持管理に大変な労力を要するだけでなく、観測・モデル誤差（降雨分布や流出過程など）は必然であるため、精度向上には限界がある。また、近年、整備が進みつつある水位計の観測データを合理的にモデルに反映できているとは言い難い。本研究では、これらの問題すべてに対して「水位データ同化」による解決を試みる。データ同化は、観測値を合理的に数値シミュレーションに反映させる計算手法であり、研究代表者が河川向けに開発している DIEX-

Flood (Dynamic Interpolation and EXtrapolation method for Flood prediction) をベースとする。水位データ同化の導入によって、過度に詳細なモデル化を不要とし、観測・モデル誤差の影響も緩和することを目指しており、従来の発想とは逆転のアプローチとなっている。本研究の目標達成により、従来のモデル精緻化による精度向上の限界を打破することが可能となり、「災害対応の高度化」が期待される。

まず、流量用 DIEX 法については、境界条件と乱流モデルの改良を行うことで、開水路状態～遷移状態～圧力状態のいずれの状態でも、流速計が計測した「点」・「線」流速データから横断面全体の「面」流速・流量データを推算可能となった。本手法の流量推定精度や安定性を評価するために、室内実験（平成 29 年度）と現地観測データに基づく検証（平成 30 年度）を実施した。いずれの検証においても、本手法では reference データと良好に一致する流量データを安定的に推定可能であることが示された。

また、内水氾濫危険度評価用 DIEX 法については、プライスマンスロットの概念を導入することで、方程式系の変更を行わずに開水路状態～遷移状態～圧力状態のいずれの状態でも高精度の水位データ同化・水位縦断分布推定が可能となった（平成 29 年度）。さらに、計算の高速化を実現するために、運動方程式の簡略化とデータ同化アルゴリズムの改良を行った（平成 30 年度）。本モデルの有効性を検証するために、乱数によるパラメータ誤差・境界条件誤差を付与した仮想管路流に基づく検証や、多数の枝管流入を伴う現地実証試験を行ったところ、水位データ同化を導入することでパラメータ誤差や境界条件誤差の影響を緩和し、簡易なモデルを用いながらも高精度で水位縦断分布推算が可能である事が示された。

(9) 論文発表等に関する件数

原著論文 (査読あり)	原著論文 (査読なし)	原著論文以外 (新聞・雑誌等)	その他 (パネル・ポスター等)	合計
2	0	0	0	2

(10) 知的財産権に関する件数

特許権 (取得)	特許権 (出願)	その他 (実用新案・商標等)	合計
なし			

(11) 成果の実用化の見通し

流量算出用 DIEX 法については、河川用モデル・システムが既に市販・普及しており、本補助金により開発した管路用モデルを追加機能として搭載することを予定している。内水氾濫危険度評価用 DIEX 法 (DIEX-Flood) については、構築中の河川用システムを基盤として、本研究成果を取り込んだモデル・システムの構築・公開を検討中である。

(12) その他

なし