

複合的な治水システムを構成する低平地都市河川の安全度評価に関する研究

名古屋大学工学研究科 学生員 ○千葉晃史
正 員 鷲見哲也
正 員 辻本哲郎

1. はじめに

都市型水害においては、排水区にある資産増大に伴う水害被災リスクの増大、流域の都市化に伴う流出特性の変化や、排水区の地形的特性、および都市の主な排水施設である下水道・排水路整備の進捗、周辺の通常河川の整備進捗度等が密接な関係をもつ。しかし、複合的な治水システム（合分流河川網、ポンプ排水）においては、それぞれの治水施設は管理者が異なっていることや、それぞれの整備の早さや規模が異なることにより、安全度に不均衡がある場合がある。また、内水排除による河川流量負荷が大きい事も含め、都市型水害に対する安全度をこれらの複合的な評価によって示し、それぞれの整備進捗度の連携が必要である。

2. 想定治水モデルと本研究の目的

そこで図-1 の様に、ある規模の河道とそこに排水するポンプ排水区、および河道上流の流出域による治水システムを想定した。モデルは、2001 年に自然堤防帯での外水氾濫が起きた新川 15.7km 付近（流域は久地野地点、ポンプ排水区は左岸氾濫域）を参考に下記の様に設定した。本研究では、ポンプの排水流量が河川流量に迫るような低平地都市河川について、外水氾濫の危険性をいかに排除するかについて考えるため、ある規模の外力の下で、内水氾濫量が河道整備の進捗とポンプ排水能力規模の組み合わせによってどのように現れるのかについて議論することにより、ポンプ能力の計画規模に関する考察を行う。

3. 解析モデルの概要

(1)降雨外力の設定 「久地野上流流域平均雨量」(愛知県氾濫シミュレーション技術検討会)を基に、確率雨量による降雨強度式を用いて、中央集中型降雨波形を作成した(図-2)。これに基づき、降雨波形は確率年 80 年に対応するものを、流域および排水区に与えることとした。また、ポンプ規模を確率年で示すにあたり、この降雨強度式の継続時間 1 時間の強度と確率年との関係を利用した。

(2)流出域の設定 JICE の「流出解析システム」を用いた流出解析により、河道の上流端流量を計算した。有効降雨モデルは f_1-R_{sa} モデルを採用し、パラメータは、新川流域の土地利用状況を参考に、 $f_1=0.6$, $R_{sa}=90\text{mm}$, $f_{sa}=0.95$ を用いた。また、流出モデルは「一価非線形貯留関数法」を採用し、パラメータは $k=9.14$, $p=0.823$, 遅れ時間 $T_1=0.75\text{hr}$ 流域面積 $A=98\text{km}^2$ としてシミュレーションを行った。

(3)ポンプ排水域 排水面積を $A_p=12.4\text{km}^2$ とし、四方を自然堤防体などで区切られた氾濫原をモデルとした。その氾濫原に貯留する雨水量、すなわち内水氾濫水をポンプ排出のみで考え、以下の水収支式を用いた。

$$\frac{dV}{dt} = r_e A_p - Q_p \quad \dots\dots (1)$$

$$Q_p = \begin{cases} r_e A_p : V = 0 & , Q_{pa} > r_e A_p \\ Q_{pa} : V > 0 & , h_r < h_{rc} \\ 0 : V > 0 & , h_r > h_{rc} \end{cases} \quad \dots\dots (2)$$

ここに、 r_e :雨量、 A_p :氾濫原面積、 Q_p :ポンプ排出量、 V :貯留量=内水氾濫量、 Q_{pa} :ポンプ排出能力、 h_r :河川水位、 h_{rc} :河川水位の氾

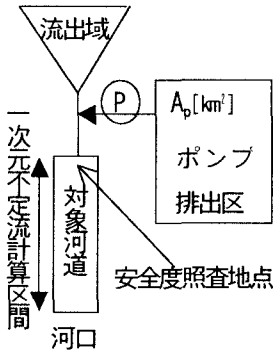


図-1. 治水モデル

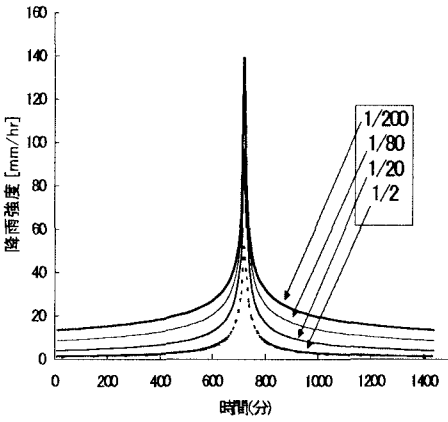


図-2. 中央集中型降雨強度曲線

溢臨界点＝ポンプ停止水位）である．つまり，降雨強度が弱い場合はポンプをフル稼働させて雨水排水を行うが，河川水位が堤防破壊に至るとする高さでポンプをストップし排水を停止する，というルールを設けた．

(4)河道計算 河道標準断面は新川のを参考とし，さらに整備進捗度を3段階として図-3のように①現況，②堤防嵩上げ，③さらに河床掘削（計画断面）のものを設定した．計算によると，ここの通水能力の確率年はそれぞれ 30，50 および 150 年である．ポンプ排水停止水位は，天端より 1m 低いとした．また，河道は 20km とし，排水区付近の河床勾配は 1/2700，下流端は平均海水面とした．上記(2)(3)の2つの流量ハイドログラフを上端に与え，DHI Water & Environment社製「MIKE11」による一次元不定流解析により，安全度照査地点の水位変化を得た．

洪水時の治水方策では，ポンプによって雨水の排水を受ける河川があらかじめ設定された危険水位に達した場合，内水氾濫の程度にかかわらず排水を規制することになっている．これによって河川の外水氾濫の危険性を排除する一方で，内水氾濫は当然拡大してしまう．氾濫原における被害規模をその内水氾濫量で表し，この氾濫原モデルの安全度を評価していく．

5. 解析結果

河川については，改修の進捗状況によって安全度が変化していくことが想定される．図-4で示したように，それぞれの河川の安全度に対し，ポンプの排水能力の最適値（当該外力降雨と現況河道断面に対して，それ以上の排水能力が不要となる値）が存在することが確認できた．つまりそれを超えた場合，河川の安全度よりポンプ排水の安全度を低く設定することが，結果的に内水氾濫を減少させることに繋がる，ということも示すことができた．また，確率年によって，河道の通水能力とポンプ排水能力を照らし合わせると，前者は後者の数倍（例えば，改修断面②においては通水能力確率年 50 年に対し，最適ポンプ排水能力 10 年）であり，河道の規模に対し排水区規模が大きい場合は，このような格差が必要であることが示唆された．

6 あとがき

今後は，内水氾濫量から災害規模（コスト）をどのように推定すればよいか，ということを考え，それも含めた上でこのモデルでの河川とポンプの安全度の最適な組み合わせを探っていきたい．

また更に，このモデルを平成 12 年に水害に見舞われた西枇杷島町付近の特性を組み込んだものに拡張することも考えている．即ち，国土交通省の管理する治水安全度 1/200 の本川とそ

の遊水池，県の管理する安全度 1/100 の支川，本川から支川への分岐点に存在する洗堰，そして市町村単位で管理する下水道（安全度 1/5～1/10）の排水ポンプを含んだ複合モデルへと拡張する方針である．

参考文献

- 1). 愛知県建設部河川課：「新川の氾濫解析の課題と方策」，2001.
- 2). 愛知県河川堤防緊急強化検討会：「愛知県河川堤防緊急強化検討会報告書」，2000.
- 3). 中部地方整備局：「庄内川・新川 河川激甚災害対策特別緊急事業」パンフレット，2001.

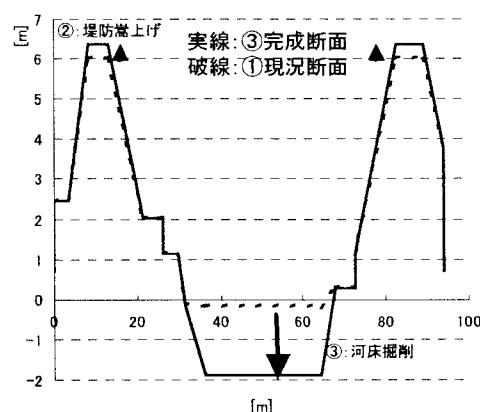


図-3. 河道断面と改修進捗

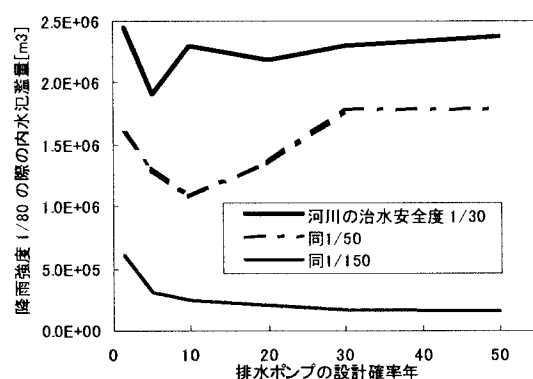


図-4. 内水氾濫量と排水ポンプ規模