

1. 最適都市雨水対策確立手法に関する調査

下水道研究室 室長 藤生 和也
主任研究官 吉田 敏章
研究官 田本 典秀

1. はじめに

都市型水害の頻発を背景に、平成 15 年に「特定都市河川浸水被害対策法」が制定され、下水道と河川が緊密な連携を図りつつ都市雨水対策を重点的に推進するとともに、貯留浸透施設等を流域全体で整備していくことが対応として盛りこまれた。しかしながら、必ずしも両者が一体となった計画策定や施設の運転管理は行われておらず、具体的な調整方法はこれから緊急に検討していく必要がある。

このような中、平成 17 年には、下水道政策研究委員会浸水対策小委員会より「投資余力が限られてくる状況において、安全性を緊急に確保するためには、多様な主体との連携の一層の強化を図りながら、住民と目標を共有しつつ、ハード整備の着実な推進とあわせて、自助並びにそれを促すためのソフト対策を組み合わせた総合的な施策を推進していくべきである。」との浸水対策の目指すべき方向性が提言され¹⁾、最適な都市雨水対策手法の確立が緊急の課題となっている。

2. ポンプ運転調整に関する検討

下水道における内水排除においては、放流先河川との下水排水ポンプ運転に関する調整が緊急な課題である。過年度より、下水排水ポンプの運転に関して、基準となる外水位の位置・水位、降雨条件による浸水リスクを仮想流域等においてシミュレーションにより検討している。今年度は、より効率的な内水排除を目指して、降雨、下水流入量、外水位の予測に基づく予測型ポンプ運転による浸水リスクの低減について調査・研究を行った。

(1) 仮想流域によるシミュレーション

降雨予測に基づくポンプ運転調整手法（「予測型運転手法」）について、その特徴、効果を明らかにするために、シミュレーション（下水道流出解析モデル「MOUSE」）による流出解析を実施した。

(2) 仮想流域について

仮想流域は現象特性把握の容易性を考慮し、単純なモデルとして図-1、2 のとおり、河川に対し下水排水区が 1 つおよび 3 つのものを設定し、それぞれについて、河川の流域面積を大・小の 2 パターン設定した。

(3) 降雨予測

対象降雨はK市計画降雨（10 年確率）とした。また、雨量予測については、K市で用いられている図-3 に示すトレンド予測の手法を

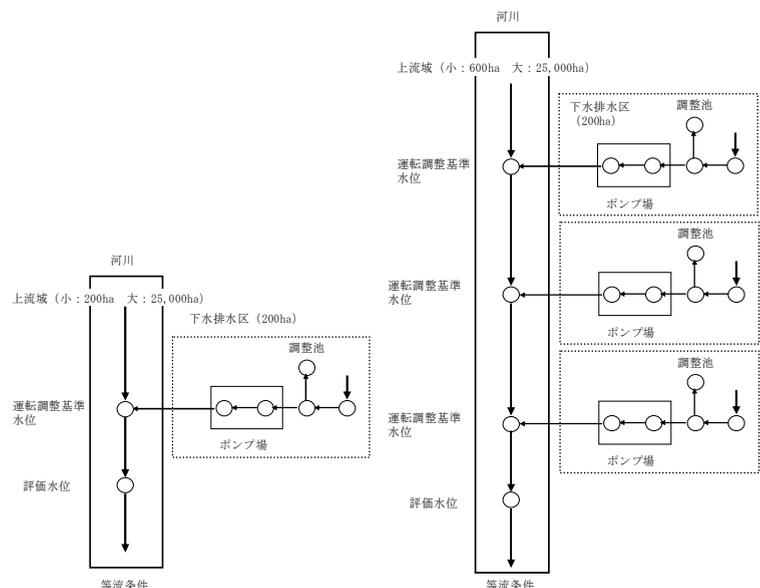


図-1 仮想流域
(下水排水区数 1)

図-2 仮想流域
(下水排水区数 3)

採用した。

(4) ポンプの運転方法

ポンプ運転調整（緊急停止）は、放流先河川の水位情報に基づいて行うものとする。また、運転については以下のとおり設定を行った。

1) 現行のポンプ運転手法の場合（予測型運転手法を行わない場合）

ポンプ場のポンプ運転調整方法は、表-4 に示すように、地先水位が HWL（河川天端高-0.6m）に達する以前の HWL より 0.7m 低い水位からポンプを順次停止し、河道水位が HWL-0.2m に達した際に、ポンプ場のポンプ全台が停止するように設定する。

2) 予測型運転手法を行う場合

予測型運転手法の場合においては、表-4 に示す 6 つの運転方法より、最適な運転方法を採用するものとする。つまり、6 つ運転方法について予測解析を実行し、その予測解析結果より、河川水位が設定水位（HWL、堤防高等）以下で、ポンプ場排水区域の浸水が最小限となる運転方法を採用し運転を行うものとする。

(5) 検討結果

今回の検討結果をまとめて表-5 に示す。予測型運転手法を用いることで、河川の溢水の防除しつつ、かつポンプ運転調整を実施するポンプ場排水区域の浸水被害を最小化できることが示されており、予測型運転手法の有効

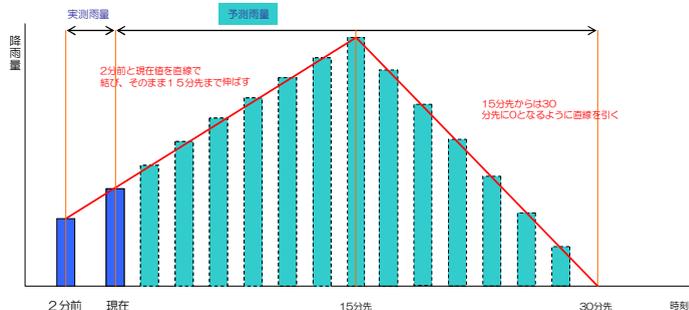


図-3 K市の雨量予測手法（トレンド予測）

表-4 ポンプの運転方法

運転ケース	運転調整時のポンプ停止水位（河道水位:ポンプ場地先）				
	1号ポンプ (6m ³ /s)	2号ポンプ (6m ³ /s)	3号ポンプ (6m ³ /s)	4号ポンプ (6m ³ /s)	5号ポンプ (6m ³ /s)
調整なし	—	—	—	—	—
現行	HWL-0.7m	HWL-0.6m	HWL-0.5m	HWL-0.3m	HWL-0.2m
予測①	HWL-0.5m	HWL-0.4m	HWL-0.3m	HWL-0.2m	HWL-0.1m
予測②	HWL-0.4m	HWL-0.3m	HWL-0.2m	HWL-0.1m	HWL
予測③	HWL-0.2m	HWL-0.1m	HWL	HWL+0.1m	HWL+0.2m
予測④	HWL	HWL+0.1m	HWL+0.2	HWL+0.3m	HWL+0.4m

表-5 解析結果総括表

検討ケース	下水道排水区数	河川流域の規模	ポンプ運転手法	①河川治水安全度 溢水の有無 (有:×, 無:○)	②排水区内浸水安全度 浸水被害の有無 (有:×, 無:○)	評価
ケース1	1 (200ha)	小 (200ha)	調整なし(連続運転)	×	○	予測④が望ましい
			現行	○	×	
			予測①	○	×	
			予測②	○	×	
			予測③	○	×	
ケース2	3 (200ha×3)	大 (25,000ha)	調整なし(連続運転)	×	○	予測④が望ましい 排水区域内の浸水被害を解消するには、 至らないが、現行の運転方法と比較して 浸水被害を大きく軽減することが可能。
			現行	○	×	
			予測①	○	×	
			予測②	○	×	
			予測③	○	×	
ケース3	3 (200ha×3)	小 (200ha)	調整なし(連続運転)	×	○	予測④が望ましい
			現行	○	×	
			予測①	○	×	
			予測②	○	×	
			予測③	○	×	
ケース4	3 (200ha×3)	大 (25,000ha)	調整なし(連続運転)	×	○	予測③が望ましい 排水区域内の浸水被害を解消するには、 至らないが、現行の運転方法と比較して 浸水被害を大きく軽減することが可能。 * 予測④では、河川溢水を回避できない。
			現行	○	×	
			予測①	○	×	
			予測②	○	×	
			予測③	○	×	

性が確認された。ただし、解析による結果は、あくまでも予測値であるために誤差が含まれるため、予測運転手法においてもある程度余裕を見込む必要がある。

2-2. 実流域におけるシミュレーション

ポンプ運転調整を実施している実流域（K市Kポンプ場）を対象として、予測型運転手法について、シミュレーションによる流出解析を行った。

(1) 解析モデル

今回は、下水道と河川の流出解析を同時に行うために、下水道流出解析モデルは、「MOUSE」を、河川モデルは、下水道流出解析モデル「MOUSE」と結合することが可能な河川流出解析モデル「MIKE11」を用いることとした。図-6にはN川流域と解析モデルの概要を示している。

(2) 対象流域について

対象のN川流域（約1,880ha）は、N川流末にN排水機場（60 m³/s）が整備されているが、十分な排水能力を有しておらず、豪雨時には、N排水機場からの背水の影響を受け、N川の水位が上昇する。N川へ雨水を放流するK市Kポンプ場においては、N

川河道から溢水し、浸水が発生する恐れのある場合には、河道水位（N川河道の中で越水の危険性が最も高いW橋（Kポンプ場から約2.7km下流部）の水位）に応じてポンプを停止するポンプ運転調整を行うこととしている。

対象降雨はK市において近年最大の浸水被害をもたらした降雨（総降雨量：193.5mm、1時間最大降雨量：59.5mm/hr、降雨継続時間：24時間）を用いることとした。

(3) ポンプの運転方法

ポンプの運転調整を行うための水位情報は、N川河道の中で越水の危険性が最も高いW橋（Kポンプ場から約2.7km下流部）の水位とする。

現況のKポンプ場の運転調整方法は、表-7に示すように、N川河道水位の上昇に伴い、ポンプを順次停止し、HWL（T.P+11.12m）に達すると、Kポンプ場のポンプ全台

（5台）が停止するように設定されている。つまり、N川の河道水位（W橋）がHWLに達する以前（HWLより0.2m低い水位）からポンプを順次停止することとなるため、Kポンプ場の排水区域では、浸水に対する危険が高まることとなる。よって、内水浸水に対応するために、現況の運転調整方法より、ポンプ停止水位を高くした2つの運転方法を設定し検討を行う。

(4) 検討結果

検討結果の比較を表-8に示す。N川の河道からの越水（溢

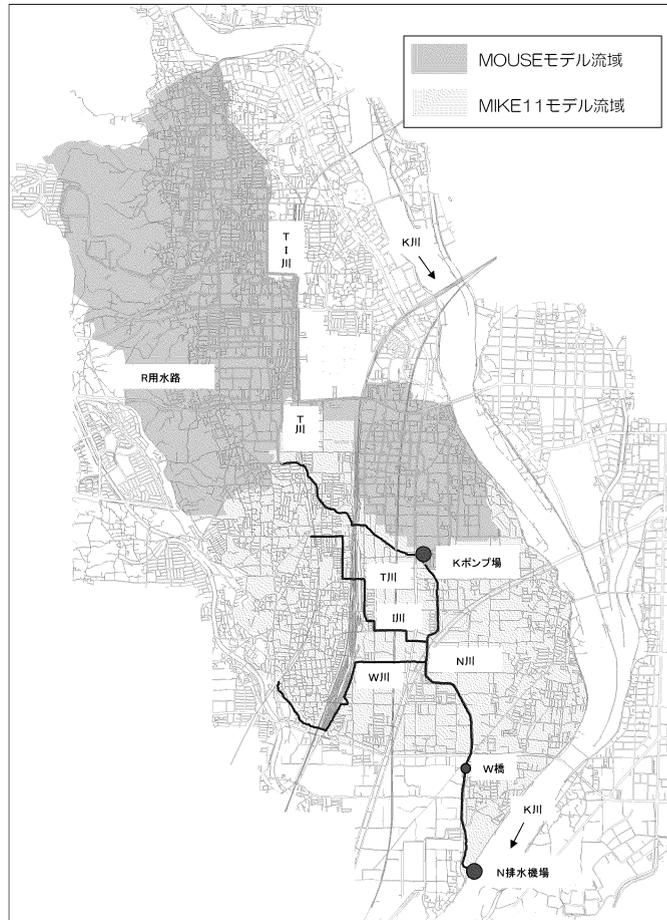


図-6 N川流域の概要と解析モデル

表-7 Kポンプ場の運転方法

運転方法	運転調整時のポンプ停止水位（河道水位：W橋 T.P m）				
	1号ポンプ (3m ³ /s)	5号ポンプ (3m ³ /s)	2号ポンプ (6m ³ /s)	3号ポンプ (6m ³ /s)	4号ポンプ (6m ³ /s)
調整なし (継続運転)	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)
現況	10.92 (=HWL-0.2m)	10.92 (=HWL-0.2m)	11.02 (=HWL-0.1m)	11.02 (=HWL-0.1m)	11.12 (=HWL)
運転方法 ①	11.12 (=HWL)	11.22 (=HWL+0.1m)	11.32 (=HWL+0.2m)	11.42 (=HWL+0.3m)	11.52 (=HWL+0.4m)
運転方法 ②	11.12 (=HWL)	11.22 (=HWL+0.1m)	11.32 (=HWL+0.2m)	11.52 (=HWL+0.4m)	11.72 (=堤防高)

表-8 検討結果の比較

運転方法	評価事項①～③		
	①N川の状況 (位置:W橋)	②Kポンプ場・流入管渠の状況	③Kポンプ場排水区域の状況 (運転調整しない場合との比較)
1)運転調整なし (継続運転)	◇越水あり 約4時間にわたり越水発生	◇Kポンプ場: 運転停止なし ◇流入管渠 : 余裕あり	—
2)現況	◇越水なし ◇ピーク水位: 堤防高より0.60m程度余裕	◇Kポンプ場: 約1時間の全台停止 ◇流入管渠 : 満管	◇浸水発生箇所増加: 大 運転調整しない場合より 浸水箇所が増加する。
3)運転方法①	◇越水なし ◇ピーク水位: 堤防高より0.15m程度余裕	◇Kポンプ場: 約0.5時間の全台停止 ◇流入管渠 : 満管	◇浸水発生箇所増加: 中 現況のポンプ運転調整方法より 浸水箇所は少ない。
4)運転方法②	◇越水なし ◇ピーク水位: 堤防高より0.02m程度余裕	◇Kポンプ場: 全台停止はなし ◇流入管渠 : 満管	◇浸水発生箇所増加: 小 運転調整方法①より 浸水箇所は少ない。

水)の回避が前提であり、現況、手法①、手法②による運用が許容される運転調整方法と言える。現況のポンプ運転調整方法と予測型運転手法を比較すると、予測型運転手法の方がKポンプ場排水区域の浸水被害を小さくできることが示され、予測型運転手法の有効性が確認された。

3. おわりに

今年度の検討のまとめとして、予測型運転手法の特徴と課題点を整理する。

(1) 予測型運転手法の特徴

□浸水被害を最小化するための運転手法の確立が可能

予測型運転手法を用いることによって、図-9に示すとおり河道の安全度(河道から溢水を回避)を確保しつつ、かつ運転調整を受けるポンプ場排水区域の浸水被害を最小限にとどめることができる。

(2) 予測型運転手法の課題点

□予測精度

予測型運転手法では、降雨量(予測値)がインプットデータとなるために、予測精度は降雨量(予測値)の精度に大きく依存する。降雨量(予測値)には必ず誤差が含まれるため、ある程度の余裕を見込んだ運転を行う必要がある。

□実運用への課題(実際のポンプ操作・運転)

予測型運転手法を運用するためには、刻々と変化する状況に対応した複雑なポンプ運転を要するため、施設管理者及び運転員(操作員)に対して、トレーニングの実施などを行い、予測型運転手法の熟練が必要不可欠となる。

参考文献

1) 下水道政策研究委員会浸水対策小委員会: 都市における浸水対策の新たな展開、国土交通省 HP、http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/04/040722_.html

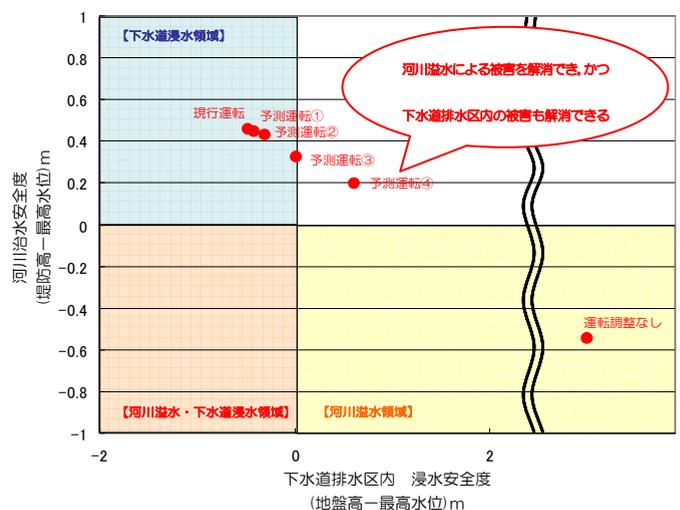


図-9 河川治水安全度と下水道排水区内浸水安全度
(仮想流域ケース1:排水区1河川流域小)