

2. 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 管谷悌治
交流研究員 岡本辰生

1. はじめに

都市型水害の頻発を背景に、新たに「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推進するとともに、貯留浸透施設などを流域全体で整備していくことが求められている。しかし、これまでは必ずしも下水道と河川の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いないことから、具体的な調整方法を検討してゆくことが求められている。

現在調整が求められている事項の一つに河川を排水先とするポンプ施設の運転調整がある。運転調整とは、洪水時に河川の水位が危険な高さまで上昇した場合、堤防の決壊等を避けるために行う排水制限のことである。運転調整を実施した場合、河川の負担を軽減することができるが、そのトレードオフとして内水による浸水が発生する。河川流量に占めるポンプ排水量の割合が高い場合には、ポンプの運転方法が地域の浸水被害に与える影響が大きく、適切な運転方法の策定がより重要となる。

本研究では、仮想流域における流出解析を行い、ポンプ運転調整方法が浸水被害に与える影響を試算することにより、河川増水時のポンプ運転方法の最適化について基礎的な検討を行った。

2. 検討方法

2.1 解析モデル

本研究では、河川と下水道が相互に影響する非定常的な解析を行うことから、流出解析モデル利活用マニュアル¹⁾で挙げられている一体解析が可能な流出解析モデルの一つであるInfoWorksを用いた。

2.2 仮想流域の諸元

仮想流域は、以下の点を勘案し、図-1、図-2に示すような諸元を設定した。

- ①現象特性把握の容易性を考慮し、単純なモデルとする。
- ②河川沿線複数のポンプ施設の運転による相互の影響を検討できるよう、河川の上・中・下流部にポンプ施設を配置し、各々の流域諸元は全ての流域で統一する。
- ③ポンプ運転停止時にポンプ井 H. W. L. を超えた雨水は調整池に越流するようポンプ場流入部に調整池をモデル化し、内水域での浸水量は、代替的に調整池湛水量で評価する。
- ④降雨は K 市の雨水計画に用いられている確率降雨強度式 (1/10) より中央集中型の降雨を作成した。

2.3 運転調整が浸水被害に与える影響の評価方法

浸水被害は、内水由来と外水由来に大別できる。ここで

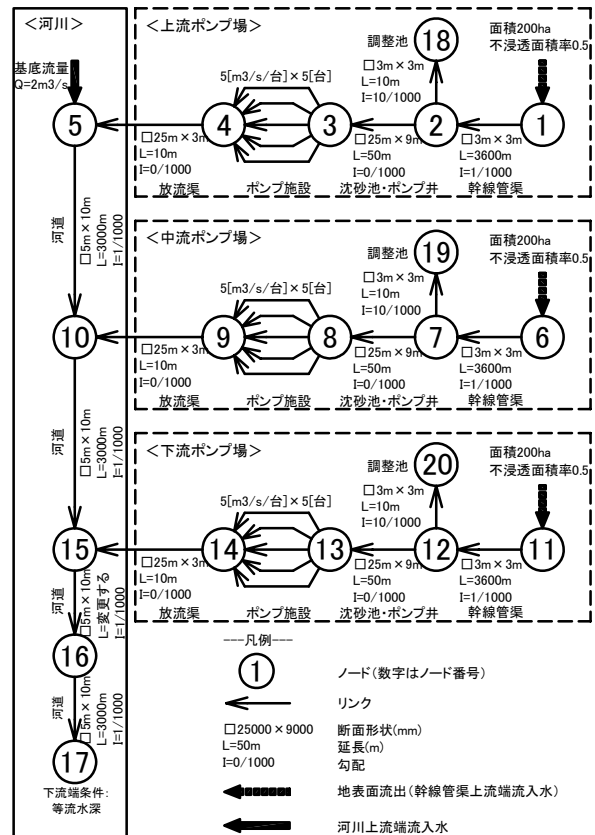


図-1 仮想流域のモデル図(平面図)

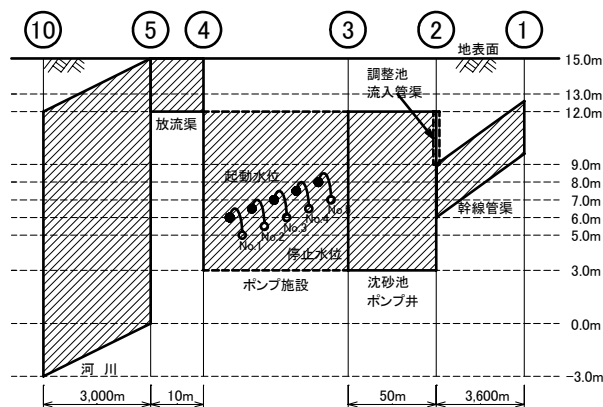
は、運転調整が浸水被害に与える影響について、内水被害と外水被害の二つの観点から評価を行うこととした。内水被害の評価には、内水区域における浸水量（＝調整池湛水量）を用いた。また、外水とは河川の溢水、越水、破堤等によるものであることから、その被害ポテンシャルは河川最大水深（ノード⑤、⑩、⑮、⑯、⑰の水深のピーク値）および基準点最大水深（基準点における水深のピーク値）によって評価した。

2.4 ポンプ施設の運転方法

本研究では、ポンプ施設の運転方法について、表－1に示す8ケースを設定し、それぞれの場合で運転調整が浸水被害に与える影響の相違を検討した。case1-1～1-6に関しては、運転調整の基準となる河川水位の観測地点（以下、基準点）をノード⑯一箇所とした場合、基準点位置（ノード⑮～⑯間の距離）が浸水被害に与える影響を比較することが目的であり、運転停止水深は1.5～3.5mに変化させ検討を行った。case2-1、2-2は、基準点を各ポンプ場の吐口近傍（ノード⑤、⑩、⑮）とした場合に発生する浸水被害について、case1-1～1-6と比較した。

3. 検討結果

解析によって得られた結果のうち代表的なものとして、case1-1、case1-4、case2-1の河川水深およびポンプ排水量の時系列データを図－3～図－8に示す。

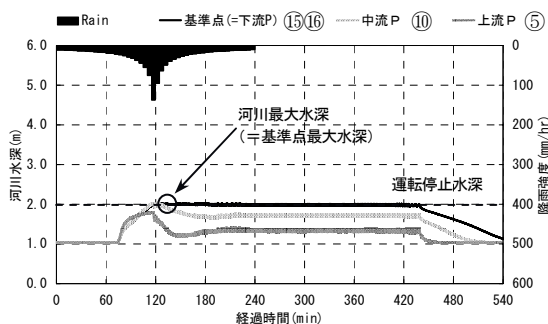


図－2 仮想流域のモデル図(断面図)

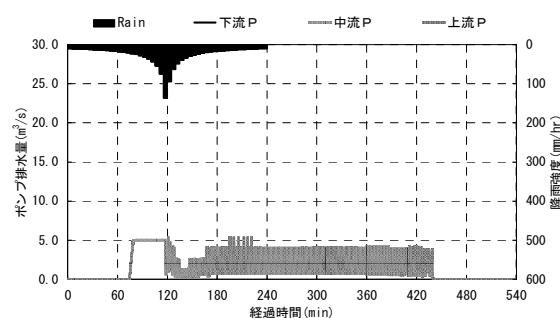
表－1 排水ポンプの運転方法

運転方法	運転調整の基準となる水位観測地点				運転停止(再開)水深
	上流P	中流P	下流P	概要 ノード⑮～⑯の距離	
case 1-1	⑯	⑯	⑯	下流ポンプ場吐口より下流側の水位によって、上・中・下流ポンプの運転を一齐に停止(再開)する。	0km
case 1-2					1.5m
case 1-3					2.0m
case 1-4					2.5m
case 1-5					3.0m
case 1-6					3.5m
case 2-1	⑤	⑩	⑮	各ポンプ場の吐口位置の水位によって、それぞれのポンプの運転を独立して停止(再開)する。	0km
case 2-2	⑤	⑩	⑮		0km
					上流: 2.2m 中流: 2.2m 下流: 2.2m
					上流: 1.6m 中流: 2.0m 下流: 2.2m

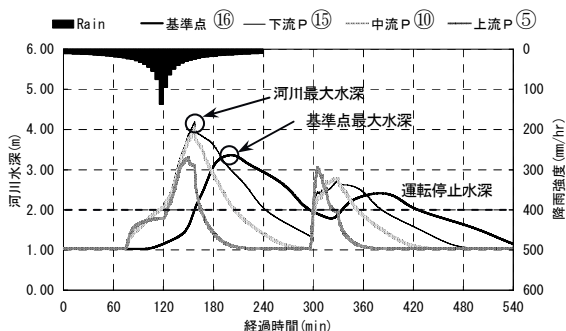
※「P」はポンプ場の略を表す。



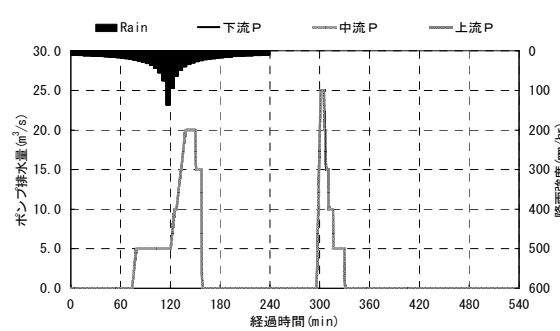
図－3 河川の水深(case1-1,運転停止水深2.0m)



図－4 ポンプ排水量(case1-1,運転停止水深2.0m)



図－5 河川の水深(case1-4,運転停止水深2.0m)



図－6 ポンプ排水量(case1-4,運転停止水深2.0m)

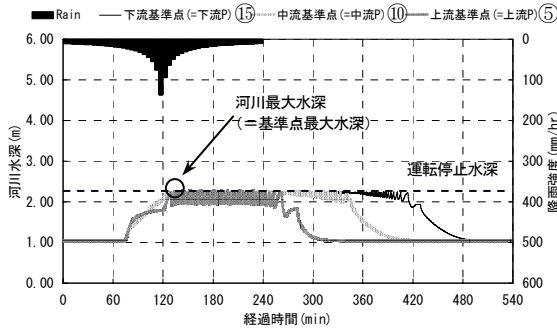


図-7 河川の水深(case2-1)

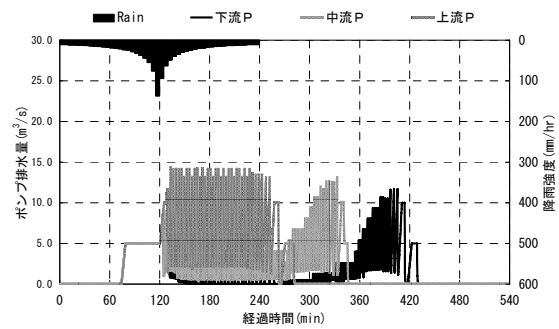


図-8 ポンプ排水量(case2-1)

4. 考察

4.1 運転調整が外水被害に与える影響

case1-1 すなわち下流ポンプ場吐口近傍を基準点とした場合、河川最大水深は運転停止水深とほぼ同等であった(図-3)が、case1-2~1-6 では、基準点最大水深と河川最大水深は運転停止水深よりも大きくなり(図-5)、ポンプ場と基準点の間の距離が大きくなるとともに、基準点最大水深および河川最大水深と運転停止水深の差は大きくなる傾向を示した(図-9)。これは、基準点との距離が大きい場合、上流部でのポンプ排水による水位上昇が基準点に到達するまでの時間差が大きくなり、ポンプ運転停止後も水位が上昇し続けるためであると考えられる。case1-6 では、運転停止水深によらず、河川最大水深は同じ 4.51m であった。これは、基準点が遠いため、基準点で運転停止水深に達する前に、洪水のピークが河川に流出したためと考えられる。

case1-1~1-6 では、河川最大水深は下流ポンプ場吐口部(ノード⑮)で記録され、上・中流ポンプ場吐口部(ノード⑤、⑩)の水深はそれ以下となる傾向がみられた(図-3、図-5)。一方、case2-1、2-2 では、各ポンプ場吐口部における最大水深は、各々のポンプ停止水深と同等に保たれる結果となった(図-7)。

以上のことから、一箇所の基準点によって運転調整を行う場合には、基準点をできるだけポンプ場吐口に近い位置に設けることが河川の水位上昇の歯止めにも有効である、すなわち、外水被害軽減に一定の効果を与える可能性が示唆された。また、基準点を各ポンプ場吐口近傍に設けた場合、各地点の最大水位はほぼ運転停止水深で推移することがわかった。

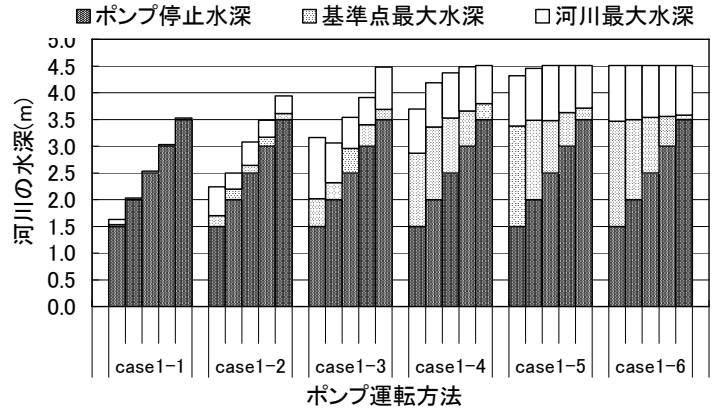


図-9 基準点位置と河川水位との関係

4.2 運転調整が内水被害に与える影響

ポンプ運転方法が内水被害に与える影響を調べるため、case1-1~2-2 の全ての検討結果から得られた河川最大水深と浸水量の関係をグラフ上にプロットした。同じ河川最大水深では、基準点の位置に近いほど、グラフの左側にプロットされ、浸水量が小さくなる傾向がみられた。すなわち、河川の最大水深を 3.0m に抑えるためには、case1-3 では 85,000~130,000m³ 程度の内水浸水が発生したのに対し、case1-2 では 55,000m³、case1-1 では 35,000m³ に抑えることができた(図-10)。case1-4~1-6 では、浸水量は最大でも 25,000m³ 程度と小さかったが、これは基準点が遠い場合は、基準点の水深が運転停止水深に達するまでに、内水の大部分が河道に排出されていたため

である。

case2-1、2-2 のプロットは、case1-1 の一連のプロットとほぼ同じ傾向を示した。しかし、case1-1 では、浸水量は全ての流域で同等であったのに対し、case2-1 では上流部では殆ど浸水量は発生していない一方、下流部にいくにつれて浸水量が増大する結果となった（図-11）。これは、case1-1～1-6 では一箇所の基準点における水位によって全てのポンプを一斉に停止（再開）したため、ポンプ排水量は全ての流域で等しくなったものの（図-4、図-6）、case2-1 では、基準点を各ポンプ場吐口近傍とし、かつ運転停止水深を等しくしたため、上流部では優先的に排水される一方、上流部の排水量を背負う下流部では、排水できない時間帯が長くなり（図-8）、結果として、浸水量が大きくなったためである。上流のポンプ場ほど運転停止水深を小さくした case2-2 では、各流域において浸水量が目立った不均衡はみられなかった。このことから、基準点を各ポンプ場の吐口近傍に設ける場合は、運転停止水深の設定方法によって、地域による浸水量のバランスを調節できる可能性が示唆された。

5. まとめ

仮想流域を対象とした検討によって、以下の結論が得られた。

- 1) 運転調整の基準となる水位観測地点の位置や、運転停止（再開）水位の設定方法の違いによって、浸水の量や発生位置は大きくことなることがわかった。
- 2) ポンプ場下流側の一箇所の水位に基づき運転調整を行う場合には、基準点位置がポンプ場に近いほど、運転停止後の河川水位の上昇量、内水浸水量ともに小さく抑えることができることが示唆された。
- 3) 各ポンプ場の地先水位に基づき運転調整を行う場合、河川の最大水位はほぼポンプ運転停止水位に等しくなることがわかった。
- 4) ポンプ場下流側の一箇所の水位に基づき運転調整を行う場合は、全ての流域において内水浸水量は等しくなるが、各ポンプ場の地先水位に基づき運転調整を行う場合は、運転停止（再開）水位の設定方法によって浸水の発生位置が大きくなることわかった。

今回の検討は、非常に単純な仮想のモデル流域を対象としたが、今回得られた知見の実流域での適用性の検討は今後の課題である。

<参考文献>

- 1) 流出解析モデル利活用マニュアル，（財）下水道新技術推進機構，2003

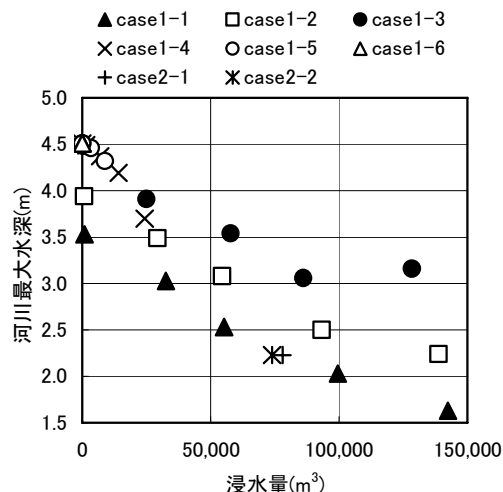


図-10 基準点位置による浸水量と河川最大水深の関係

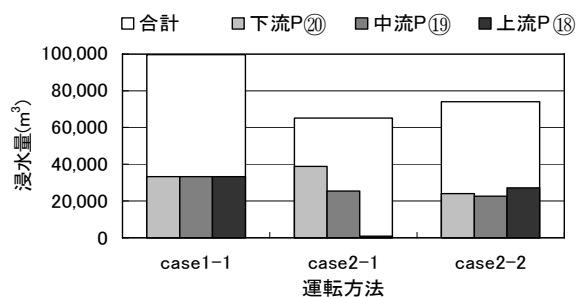


図-11 運転方法による浸水量の分布の違い