

## 5. 環七地下調節池による水害抑制効果に関する検討

Study on flood control effect by Ring Road No.7 Underground Regulating Reservoir

技術支援課 河川・緑化支援担当 課長代理 高崎忠勝 主事 渡邊健吾

### 1. はじめに

東京都では水害から都民の命と暮らしを守るため河川断面拡幅や調節池構築等の中小河川整備を進めている。これまでに整備された河川施設は浸水被害の軽減に寄与していると考えられるが、その定量的な評価はあまり行われてこなかった。河川整備には多くの都民の理解と協力が必要であり、これまでに整備された施設の効果を定量的に説明することが河川整備をすすめていく上で重要である。

土木技術支援・人材育成センターでは、中小河川のハード・ソフト対策に資するため洪水時等の河川流量の観測調査<sup>1)</sup>や水位・降水量等のデータ収集を行っている。本検討では、これらの調査結果やデータを用いて環七地下調節池周辺の水理特性や降雨流出特性等を解析し、調節池による水害防止効果を明らかにする。

### 2. 検討範囲および使用データ

環七地下調節池は、環状七号線の上流側に神田川取水施設と善福寺川取水施設がある。調節池の容量は限られているため、2つの取水施設では大きな増水が予想される場合、予め取水施設内のゲートを閉め、河川水位が大きくなった時点でゲートを開けて取水する運用を行い治水安全性の向上を図っている。

検討において水位、雨量データは東京都水防災総合情報システム<sup>2)</sup>の1分値を使用し、それぞれのデータは、以下、水防災水位、水防災雨量と記す。検討に使用した水位観測所を図-1に、雨量観測所を図-



図-1 対象水位観測所



図-2 対象雨量観測所と流域分割

2)に示す。

図-1について取水施設と水位観測所の位置関係をみると、番屋橋、神田取水上、武蔵野橋、定塚橋は取水施設の上流区間に位置し、方南橋、朝日橋、寿橋は取水施設の下流区間に位置する。寿橋は神田川に善福寺川が合流する下流区間に位置しており、こ

の周辺では平成17年等に浸水被害が発生している<sup>3)</sup>。

降雨流出計算で用いる流域平均雨量は水防災雨量よりティーセン法で算定する。検討対象とした洪水は、表-1に示すように寿橋流域平均における60分最大雨量が30mm以上で、かつ環七地下調節池による取水が行われた近年の7洪水である。

### 3. 検討手法

環七地下調節池周辺の水理特性および流出特性を以下の(1)~(6)の手順で検討した。各手順における作業内容および計算結果を記す。

#### (1) 水防災水位の校正

検討に用いる河川断面の標高と水防災水位の整合を図るため、水防災水位の校正を行う。流量観測時に現地において確認した水位観測所付近の水位（以下、流量観測水位）と同時刻の水防災水位を比較し、これらの水位の違いから校正量を求める。以下の検討では表-2に示す校正を行った水位を用いる。

#### (2) 調節池下流区間の流量

図-1に示した水位観測所のうち、地下調節池取水による水面勾配の変化が小さいと考えられる寿橋、方南橋、朝日橋の3観測所については、流量観測結果を用いてn次式の水位流量曲線<sup>4)</sup>を作成し、水位流量曲線と水防災水位により流量を算定する。この水位流量曲線は、観測範囲より大きな水位流量部分の推定を行った上でn次式による近似を行っており、外挿での利用も想定している。図-3および式(1)~(3)に3観測所地点の水位流量曲線を示す。

$$\text{寿橋} \quad Q = 17.728 \times (H - 25.848)^{1.626} \quad \text{式(1)}$$

$$\text{方南橋} \quad Q = 12.699 \times (H - 30.078)^{1.460} \quad \text{式(2)}$$

$$\text{朝日橋} \quad Q = 12.499 \times (H - 27.935)^{1.579} \quad \text{式(3)}$$

ここに、 $Q$ ：流量(m<sup>3</sup>/s)、 $H$ ：水位(A.P.m)

#### (3) 調節池上流区間の流量

##### 1) 計算方法

地下調節池の上流区間は、取水施設内のゲート開閉により水位が変化し、その影響は番屋橋や武蔵野橋にも及ぶ<sup>5)</sup>。このため1地点の水位と流量の関係を図-3のように1つの曲線で近似することができず、水防災水位から流量を算定できない。そこで2地点の水位と流量の関係を一次元不等流計算によって求め、

表-1 対象洪水

洪水	年月日	60分最大雨量 (mm)
1	平成26年 7月24日	47.6
2	平成27年 5月12日~13日	34.2
3	平成27年 8月16日~17日	40.5
4	平成28年 8月20日	39.4
5	平成28年 8月22日	31.0
6	平成29年 8月19日	46.0
7	平成29年10月21日~23日	31.2

表-2 校正量

河川	水位観測所	校正量(m)	河川	水位観測所	校正量(m)
神田川	番屋橋	0	善福寺川	武蔵野橋	0
	神田取水上	0		定塚橋	0
	方南橋	-0.06		朝日橋	0.09
	寿橋	0		—	—

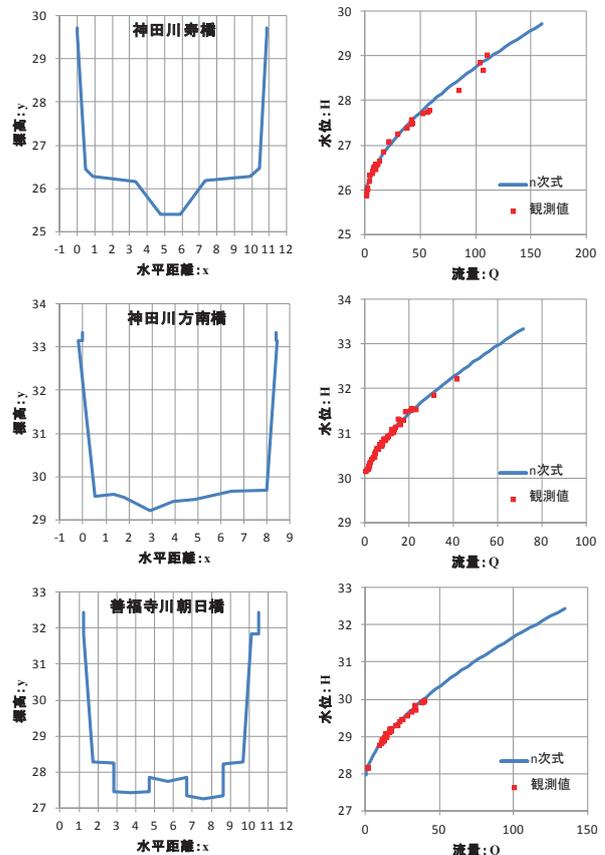


図-3 断面形状と水位流量曲線

ここで得られた関係を用いることで水防災水位から流量を算定できるようにする。

取水施設上流区間の水位観測所についてみると、神田川には神田取水上と番屋橋、善福寺川には定塚橋と武蔵野橋があり、各観測所間には大きな流入出がないことから、これらの水位観測所断面を計算区間の上下流端として用いる。

##### 2) 粗度係数の設定

一次元不等流計算では、まず、流量観測結果をもとに区間の粗度係数を設定する。粗度係数の値を変えながら流量観測時の流量と下流端水位を入力値として不等流計算を行い、上流端水位を算定する。次に流量観測時の上流端水位と算定したものを比較し、水位の再現性を考慮して粗度係数を採用する。

図-4に粗度係数による上流端水位の違いを取水の有無別に示す。取水の有無で粗度係数の大きな違いはみられない。この図より神田川 $n=0.025$ 、善福寺川 $n=0.030$ に設定した。

### 3) 流量と2地点の水位の関係

設定した粗度係数を用いて下流端水位と流量を変化させながら不等流計算により上流端水位を算定する。算定結果をもとに流量毎に上流端水位と下流端水位の関係を求める。

図-5に流量と2地点の水位の関係を示す。

### 4) 取水施設上流区間の流量

取水施設上流区間の流量算定においては、2箇所の水防災水位を入力すると流量を出力するプログラムを作成した。プログラムでは、流量 $1\text{m}^3/\text{s}$ 毎、下流端水位 $0.01\text{m}$ 毎の上流端水位を計算した結果をもとに、線形補間により流量を出力している。

洪水1においては神田取水上の水防災水位が欠測しており、上記の方法では神田川取水施設上流区間の流量を算定することはできない。そこで、洪水2~7の計算流量を用いて式(4)~(6)の降雨流出モデルのパラメータを同定し、洪水1の流量を計算した。

$$s = k_1 q^{p_1} + k_2 (d/dt) q^{p_2} \quad \text{式(4)}$$

$$ds/dt = R + q - q_l \quad \text{式(5)}$$

$$q_l = \begin{cases} k_3(s-z) & (s \geq z) \\ 0 & (s < z) \end{cases} \quad \text{式(6)}$$

ここに、 $s$ ：総貯留高(mm)、 $t$ ：時間(min)、 $q$ ：流出量(mm/min)、 $q_l$ ：損失量(mm/min)、 $z$ ：浸透孔高(mm)、 $k_1, k_2, k_3, p_1, p_2$ ：モデルパラメータ。

図-6に7つの洪水における神田川と善福寺川の取水施設上流区間の流量を示す。取水施設による取水がない場合、これらの流量がそのまま下流区間に流下することになる。

### (4) 環七地下調節池の貯留量

環七地下調節池で記録されている貯留量（貯留量

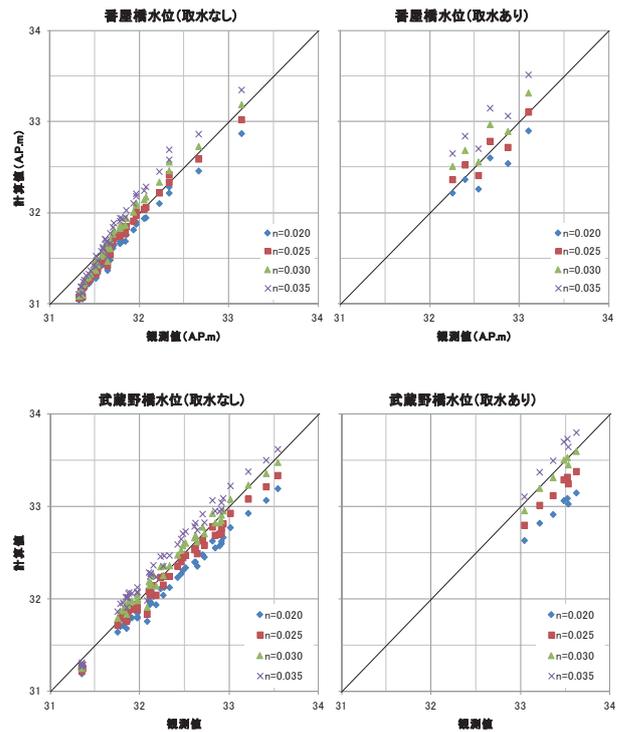


図-4 粗度係数による上流端水位の違い

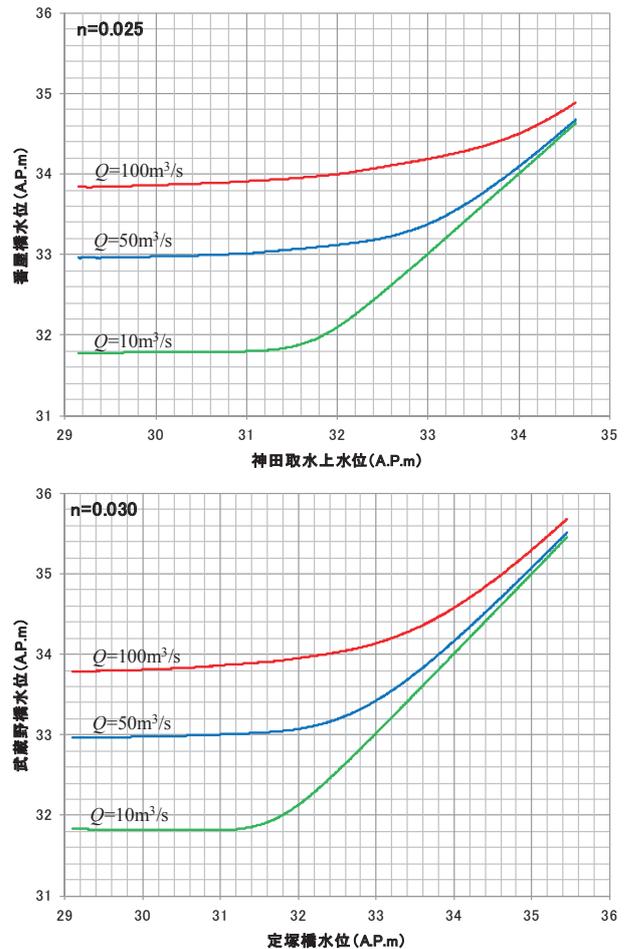


図-5 流量と2地点水位の関係

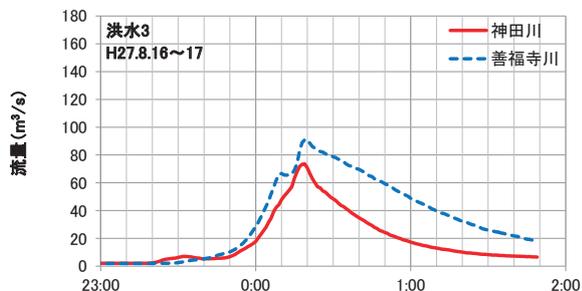
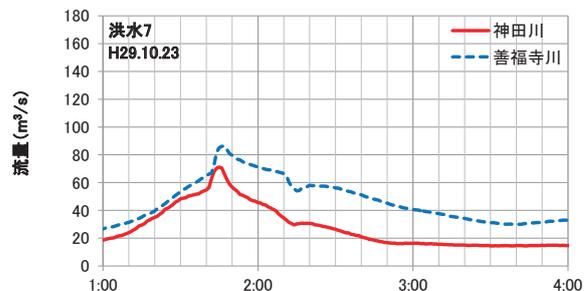
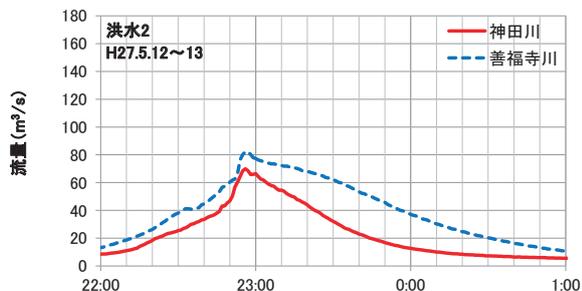
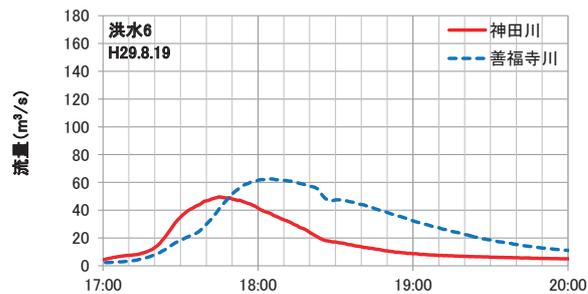
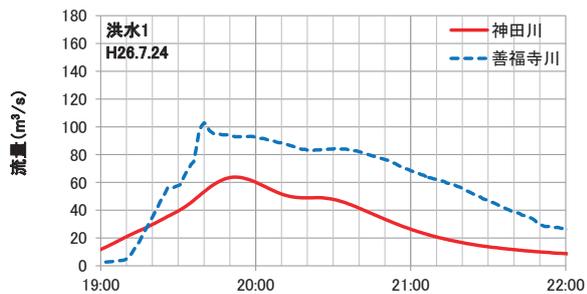


図-6(2) 取水施設上流区間の流量 (洪水6~7)

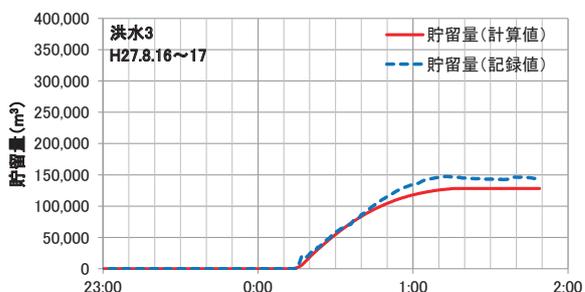
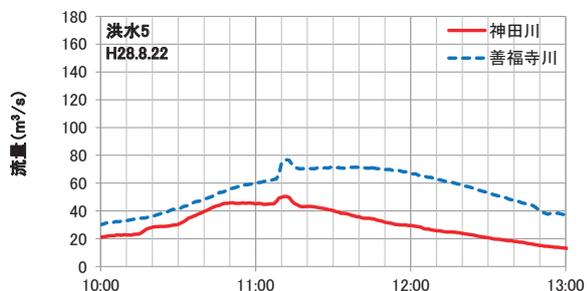
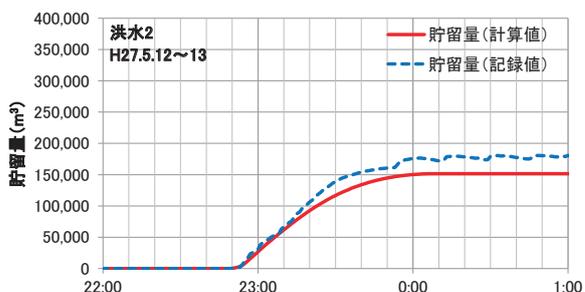
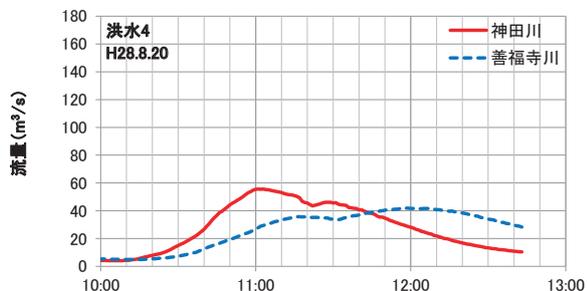
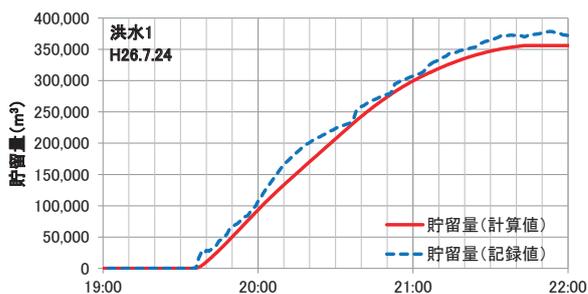


図-6(1) 取水施設上流区間の流量 (洪水1~5)

図-7(1) 調節池貯留量 (洪水1~3)

記録値)を用いて、取水施設上流区間の計算流量の妥当性を確認する。

と下流側流量の差を取水量とし、各取水量の合計

神田川と善福寺川について取水施設の上流側流量

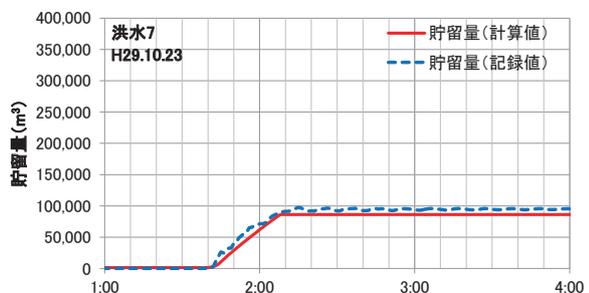
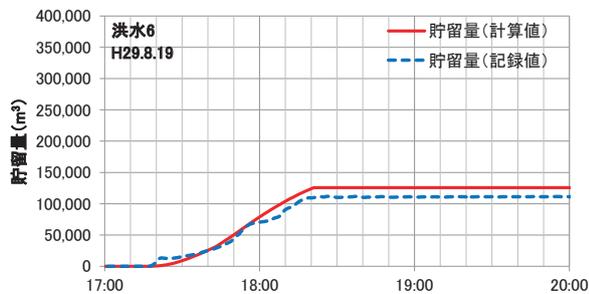
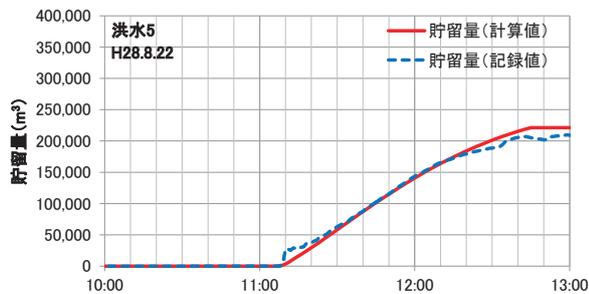
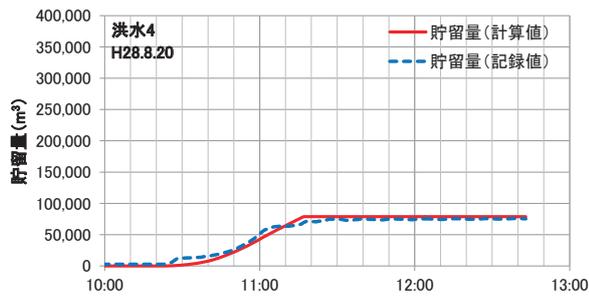


図-7(2) 調節池貯留量 (洪水4~7)

値を累積したもの（貯留量計算値）と貯留量記録値を比較する。なお、取水開始時点の貯留量を0とする。

図-7に洪水1~7の貯留量を示す。いずれの洪水についても貯留量の計算値と記録値は同様の増加をしており、各洪水の最終貯留量の計算値と記録値の比は0.84~1.13の範囲にあり取水施設上流区間の流量算定は妥当であったと判断した。

#### (5) 取水施設下流区間の流入量

善福寺川合流点より下流に位置する寿橋の流量は、方南橋や朝日橋から流下する流量だけでなく取水施

設下流域（図-2流域C）から河川に流入する流量も加わったものになる。水防災水位と式(1)~(3)の水位流量曲線から算定した流量について、流下時間を考慮した上で寿橋流量から方南橋流量と朝日橋流量を差し引いた流量を取水施設下流域からの流入量とした。

#### (6) 取水施設がない場合の下流区間の流量

取水施設がない場合、善福寺川では定塚橋と同様の流量が朝日橋に生じ、神田川では神田取水上と同様の流量が方南橋で生じる。これらの流量の流下に取水施設下流域からの流入を加えることで取水施設がない場合の寿橋の流量を算定する。

寿橋において水位が天端に達した時の流量（以下、天端流量）は式(1)で算定すると160.2m³/sであり、この流量を超えた場合は河川溢水が生じていることになる。

図-8に洪水1~7における寿橋の流量を示す。図中の取水ありは寿橋の水防災水位と式(1)によって実際

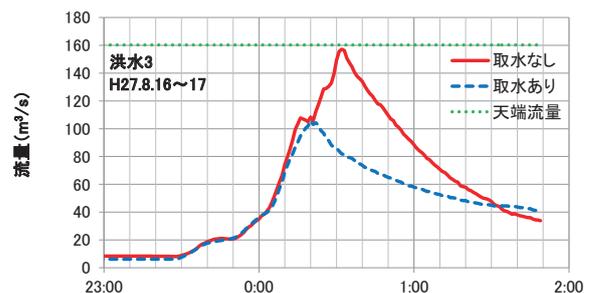
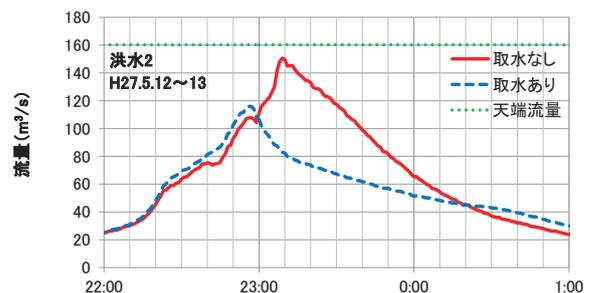
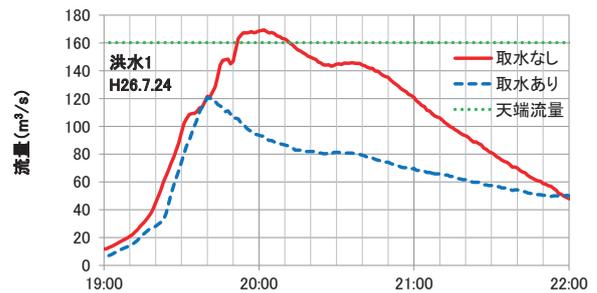
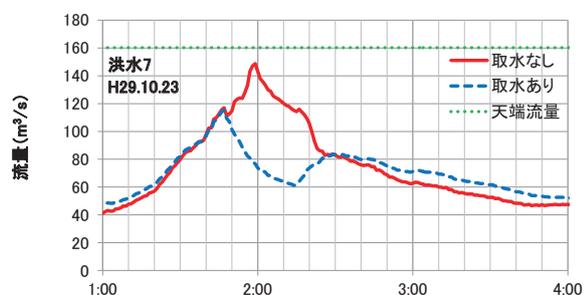
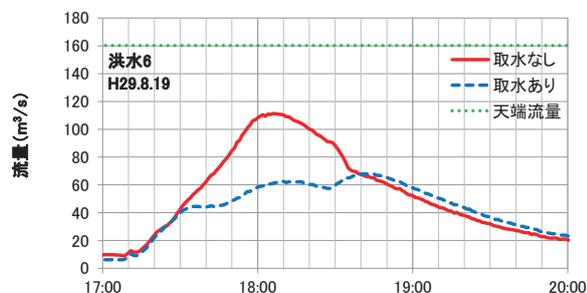
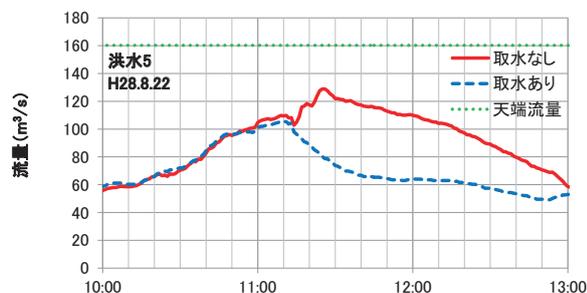
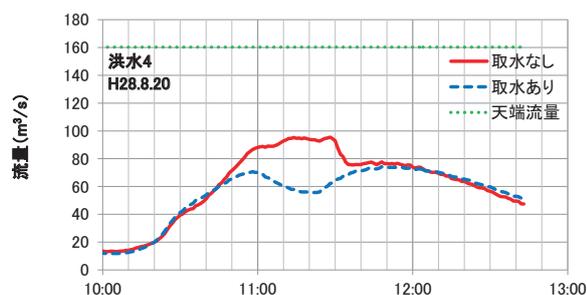


図-8(1) 寿橋流量 (洪水1~3)



図一8(2) 寿橋流量 (洪水4~7)

に発生した流量を算定したものである。図中の取水なしは、施設による取水がなかった場合に寿橋で発生したと想定される流量を算定したものである。また、図中には天端流量も示している。

洪水1の最大流量は、取水ありの場合は120.6m<sup>3</sup>/sであるが取水なしの場合は169.4m<sup>3</sup>/sであり、取水により最大流量を48.7m<sup>3</sup>/s低下させている。また、取水なしの流量169.4m<sup>3</sup>/sは天端流量160.2m<sup>3</sup>/sを上回っており、取水しなかった場合はこの周辺で溢水が生じたものと判断される。他の洪水でも取水により最大流量を21.3~51.2m<sup>3</sup>/s低下させている。

#### 4. まとめ

本検討では流量観測結果を用いながら各種の解析を進めることによって適切な計算結果を得ることができた。

これまで流量観測では、1地点における水位と流量の関係（水位流量曲線）を求めて水位データから流量の算定を行ってきたが、流れの変化が大きい区間では水位流量曲線を作成できず、流量の算定ができなかった。今回の検討では、2地点の水位と流量の関係を求めることによって、流れの変化が大きい区間であっても水位データから流量を推定することが可能になった。また、取水施設上流区間の流量を水位データから算定できるようになったことで、調節池の効果を評価できるようになった。

環七地下調節池周辺の水理特性および流出特性を解析した結果、平成26年7月24日の洪水は、環七地下調節池の取水によって寿橋付近の溢水を防ぐことができたものと判断された。

#### 参 考 文 献

- 1) 高崎忠勝、小作好明（2016）：境川における高水流量観測結果、平28. 都土木技術支援・人材育成センター年報
- 2) 東京都建設局河川部防災課（2017）：平成29年度東京都水防計画
- 3) 東京都建設局河川部計画課（2007）：平成17年における水害記録
- 4) 高崎忠勝、小作好明（2017）：中小河川の洪水流量推定を考慮した水位流量曲線の作成方法、平29. 都土木技術支援・人材育成センター年報
- 5) 小作好明、高崎忠勝（2017）：電波流速計による取水施設における流量観測方法の検討と取水時の河道水位状況、平29. 都土木技術支援・人材育成センター年報