

8. 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

Flow Measurement Method of Radio Current Meters in Intake Facilities and
River Water Level Observation during Water Intake

技術支援課 小作好明、高崎忠勝

1. はじめに

東京都では、水害に対する安全度を向上させるため、神田川・環状七号線地下調節池の整備を行っている。このうち、神田川から取水するための神田川取水施設は平成 9 年 4 月から供用を開始し、善福寺川から取水するための善福寺川取水施設は平成 17 年 9 月から供用を開始している。現在、神田川・環状七号線地下調節池には複数の取水施設から流入する。そのため、各取水施設からの取水量を分けることができない。そこで、神田川取水施設と善福寺川取水施設において個別に流量観測を行う必要があるが、取水施設内では、浮子による流量観測やプロペラ式流速計による流量観測ができない。そこで、土木技術支援・人材育成センターでは、取水施設の上流と下流において水位流量曲線による流量推定の方法の検討や非接触型の電波流速計や超音波水位計を用いた流量観測の方法の検討を行った。その結果について報告する。

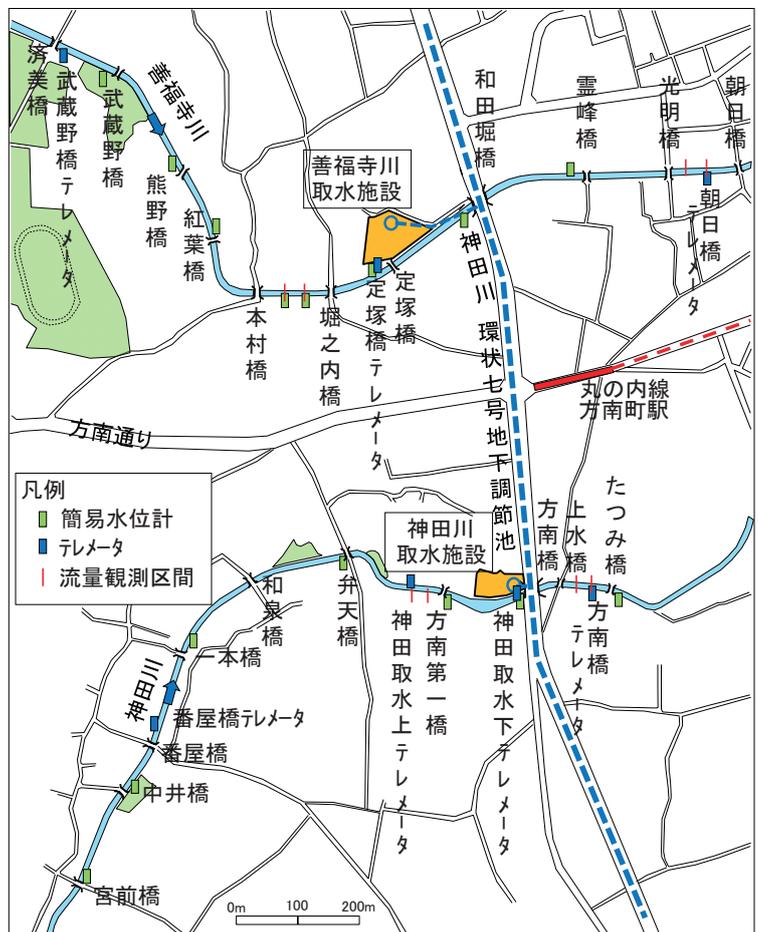


図-1 位置図

2. 水位流量曲線

図-2 に示すように取水施設での取水量を算出するには、取水地点から上流と下流の流量を、水位流量曲線を用いて流量を算出し、その差を取水量とすることが考えられる。図-3 と図-4 に神田川取水施設下流側と上流側の水位流量曲線と断面を示す。取水施設の下流側では、取水によって流量が減ることで水位が下

がるだけなので、水位流量曲線上にデータがあり、水位流量曲線で流量を推定できる。一方、取水施設の上流側では、取水を始めると、データが水位流量曲線から外れてしまう。取水ゲートを開くことによって水位が強制的に下げられてしまうが、取水施設上流側では流量がそのままなので、流速を上げることによって流量を維持しようとするためである。つまり、取水口の

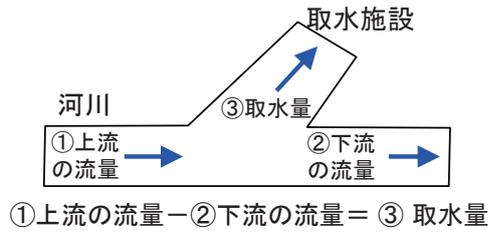


図-2 模式図

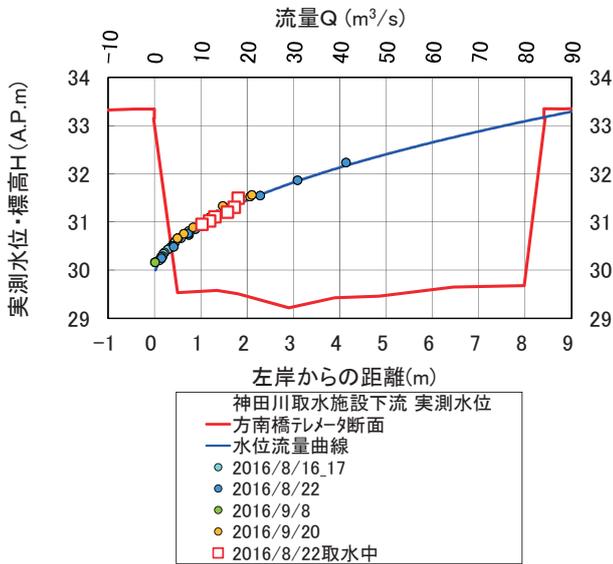


図-3 水位流量曲線(神田川取水施設下流)

すぐ上流で水位を測定しても、取水中は、水位流量曲線で流量を推定できない。図-5 に善福寺川取水施設上流側の水位流量曲線と断面を示す。神田川取水施設と同様に取水を始めるとデータが水位流量曲線から外れ、取水中は、水位流量曲線で流量を推定できないことが分かる。

3. 取水施設付近の河道水位

取水による影響範囲を調べるため、取水施設の上流と下流に絶対圧式の水位計を仮設的に設置した。写真-1 に設置例を示す。設置方法は、塩化ビニールパイプに穴を開けた防護管を自作し、絶対圧式水位計を収納した上で、護岸の足掛け金物にステンレスバンドで固定した。設置後、測量を行い、絶対圧式水位計のセンサ高さを算出した。

図-6、図-7、図-8 に 2016 年 8 月 22 日(台風 9 号)の 10 分間雨量と神田川取水施設、善福寺川取水施設付近の水位を示す。データは、設置した水位計と東京都の水防災総合情報システム(以下、テレメータという)での値である。取水施設のゲート開閉操作では 4 から 5 分程度を必要とし、11:07 からゲートを開

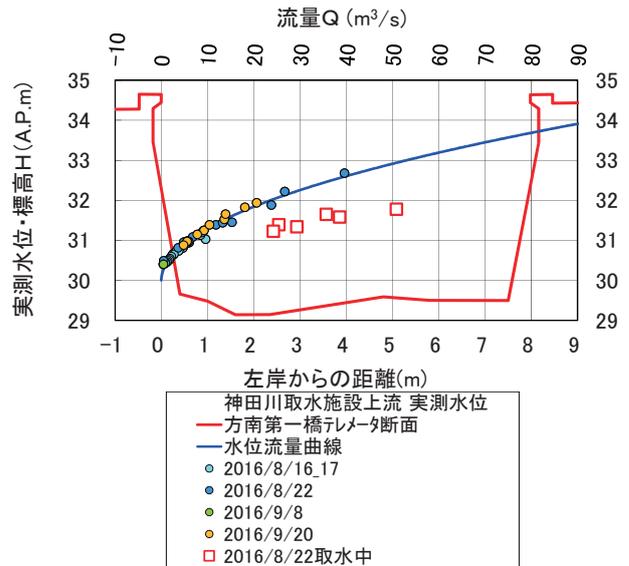


図-4 水位流量曲線(神田川取水施設上流)

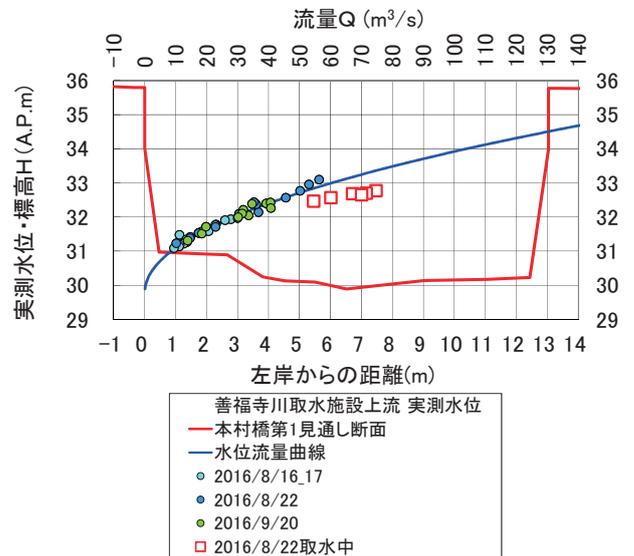


図-5 水位流量曲線(善福寺川取水施設上流)



写真-1 絶対圧式水位計の設置例

け始め、11:11 に開放が完了している。また、12:41 から 12:45 にゲート閉鎖操作を行っている。表-1 と表-2 に取水直前の 11:05 の水位と取水直後の 11:15

の水位を示す。取水によって、取水施設の上流側、下流側いずれでも水位が下がる。神田川取水施設の上流直近の方南第一橋水位計では、11:05 から 11:15 のわずか 10 分間で約 1m、下流の方南橋テレメータでも 76cm、水位が低下する。善福寺川取水施設においても、上流直近の定塚橋水位計では 64cm、下流の朝日橋テレメータでも 29cm、10 分間で水位が低下する。図-9 に神田川取水施設付近の水位縦断面図、図-10 に善福寺川取水施設付近の水位縦断面図を示す。水位の値は、取水直前の 11:05、取水直後の 11:15、取水停止後の 13:00 である。図-11、図-12 に図-7、図-8 における神田川取水施設上流と善福寺川取水施設上流の水位を抜き出す。神田川では、取水施設から約 730m 上流の番屋橋テレメータの水位がゲート操作に反応しており、約 860m 上流の中井橋水位計では、反応が明確ではない。神田川では、取水施設上流側の流量が $50\text{m}^3/\text{s}$ 程度の場合、取水による上流側の水位の影響は、概ね 800m 程度と推定できる。善福寺川では、取水施設から約 820m 上流の武蔵野橋テレメータの水位がゲート操作に反応しており、善福寺川では、取水による上流側水位の影響が 800m 以上に及んでいる。取水施設による水位低下によって上流側では、水位流量曲線による

表-1 取水直前と直後の水位(神田川)

神田川 水位(A.P.m)	取水直前		差(m)
	8/22 11:05	8/22 11:15	
宮前橋水位計	33.81	33.76	-0.05
中井橋水位計	33.55	33.48	-0.07
上流側			
番屋橋テレメータ	33.13	32.97	-0.16
一本橋水位計	33.12	32.89	-0.22
弁天橋水位計	32.77	32.16	-0.61
神田取水上テレメータ	32.60	31.62	-0.98
方南第1橋水位計	32.59	31.57	-1.03
下流側			
神田取水下テレメータ	32.47	31.67	-0.80
方南橋水位計	32.41	31.63	-0.78
方南橋テレメータ	32.28	31.52	-0.76
たつみ橋水位計	32.05	31.29	-0.76

表-2 取水直前と直後の水位(善福寺川)

善福寺川 水位(A.P.m)	取水直前		差(m)
	8/22 11:05	8/22 11:15	
武蔵野橋テレメータ	33.57	33.54	-0.03
武蔵野橋水位計	33.57	33.46	-0.11
上流側			
熊野橋水位計	33.41	33.23	-0.18
紅葉橋水位計	33.31	33.07	-0.24
本村橋第1水位計	33.12	32.70	-0.42
本村橋第2水位計	33.12	32.68	-0.45
定塚橋テレメータ	32.95	32.29	-0.66
定塚橋水位計	32.92	32.28	-0.64
下流側			
和田堀橋水位計	32.81	32.43	-0.38
流			
霊峰橋水位計	30.94	30.63	-0.31
側			
朝日橋テレメータ	30.67	30.38	-0.29

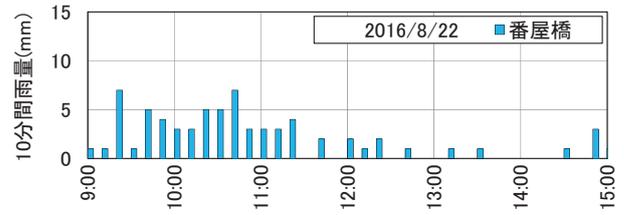


図-6 10分間雨量の時刻変化(神田川)

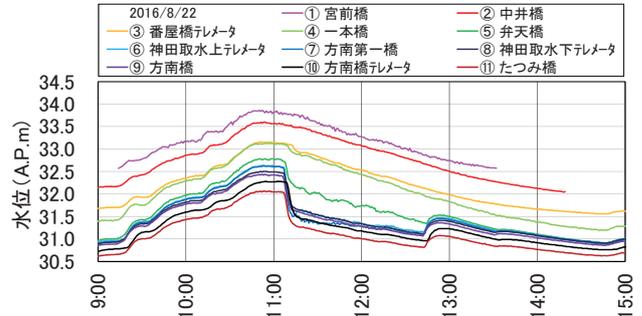


図-7 水位の時刻変化(神田川)

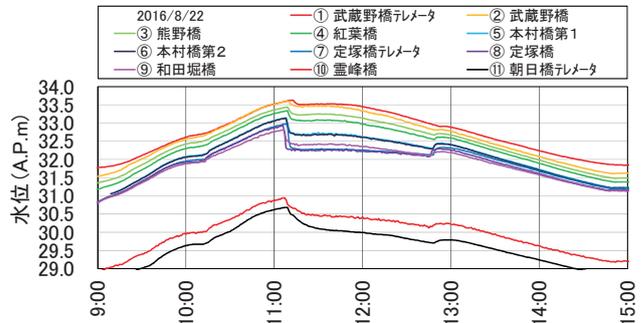


図-8 水位の時刻変化(善福寺川)

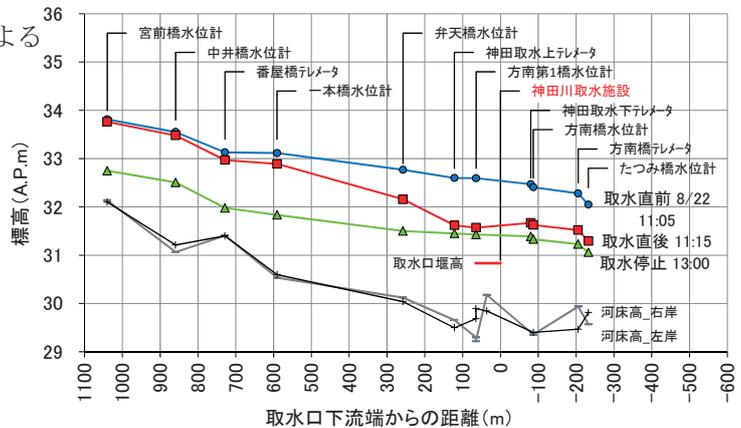


図-9 水位縦断面図(2016年8月22日 神田川)

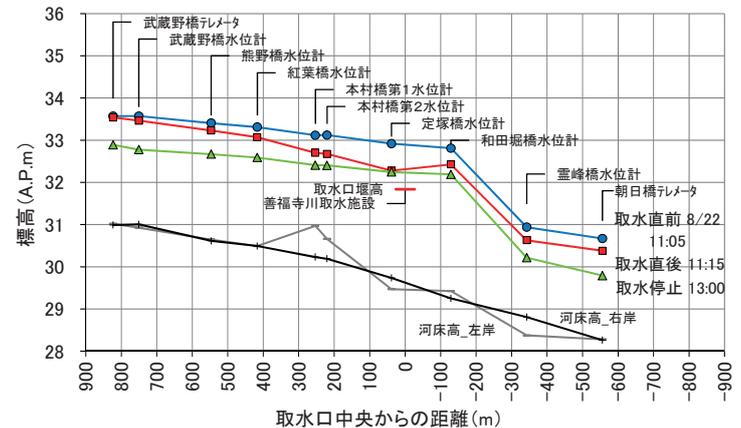


図-10 水位縦断面図(2016年8月22日 善福寺川)

流量推定が難しいことが分かる。なお、武蔵野橋テレメータより上流に水位計を設置しなかったのは、それより上流で河川工事が実施されていたためである。次に、図-13、図-14 に取水施設から近い上流、下流の水位を示す。また、図-9、図-10 の取水直後 11:15 の取水施設付近の水位からも分かるように、取水後、わずかではあるが、上流の方が下流よりも水位が低くなり、水面は逆勾配になる現象がある。

4. 取水施設ゲート開口部での流量観測

取水施設上流側では水位流量曲線を使って単純に流量推定することが難しいので、上流と下流の流量の差を取水量とすることができない。そこで、取水施設への直接流入量を超音波水位計と電波流速計を用いて流量を推定する方法を試みた。図-15 に善福寺川取水施設、図-16 に神田川取水施設の平面図を示す。神田川取水施設のゲートは2つあり、善福寺川取水施設ではゲートが3つある。神田川取水施設と善福寺川取水施設のゲートは、いずれも可動堰であり、河道の水位が高くなったとき、ゲートを開き取水する。取水施設には、機器の設置箇所がなかったため、ゲート開閉のための開口部に機器を設置した。図-17 に観測方法の模式図を示す。写真-2、写真-3 に機器設置例を示す。

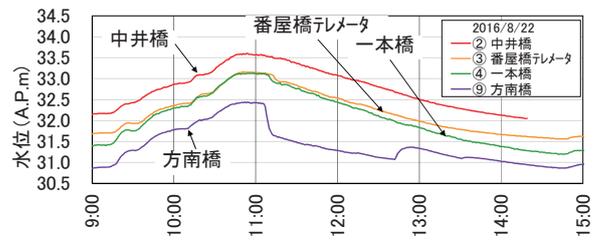


図-11 水位の時刻変化(神田川)

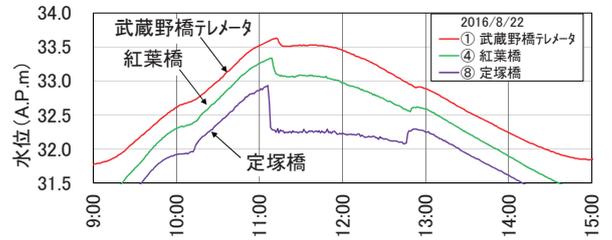


図-12 水位の時刻変化(善福寺川)

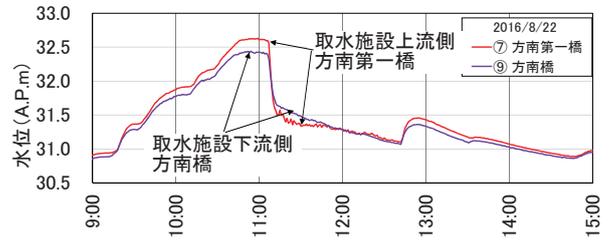


図-13 水位の時刻変化(神田川)

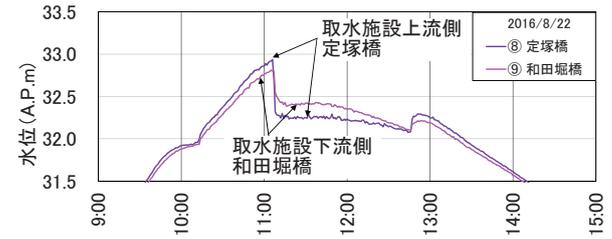


図-14 水位の時刻変化(善福寺川)

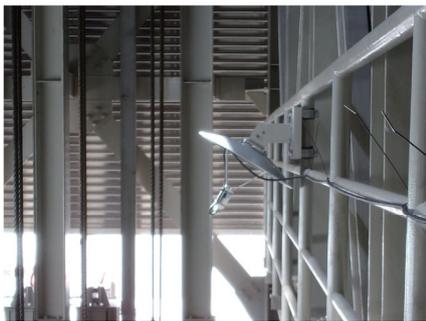


写真-2 電波流速計の設置例

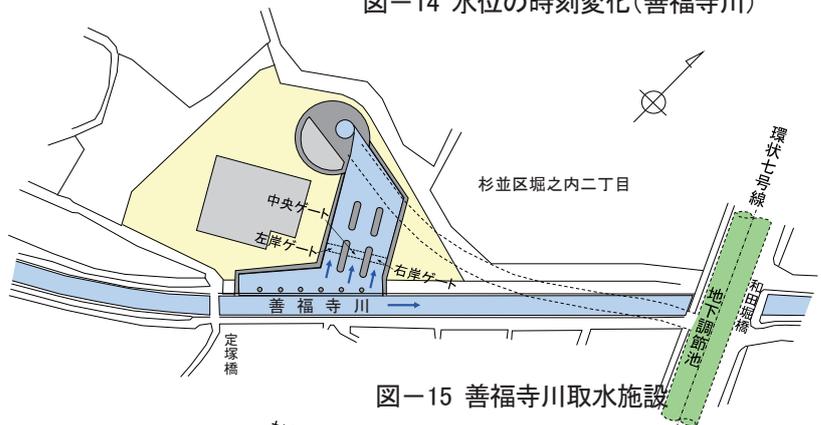


図-15 善福寺川取水施設



写真-3 機器の設置例



図-16 神田川取水施設

ゲート上流側にカーテンがあるため、観測上の支障になる可能性があったので、電波流速計は、上流向きと下流向きに設置した。超音波水位計は各ゲートに設置した。写真-4 に 2016 年 8 月 22 日（台風 9 号）における取水時の善福寺川取水施設の様子を示し、写真-5 にゲートの管理用のモニタ画面を示す。図-18 に神田取水施設ゲートでの水位を示す。底板からの距離とは、水深に対応し、神田取水施設ゲートでは水深 1.5 m～1m で流入した。図-19 に下流向き俯角 45° と 60° による表面流速を示す。水位は時間とともに下がっているにもかかわらず、流速は水位が低い時の方が速く、違和感がある。俯角 45° では遠くを、俯角 60° では近くを捉えることになるが、沈砂池の奥の流速が遅くなっている。ただし、俯角 45° と俯角 60° では、電波流速計の機種が異なっており、そのための可能性も否定できない。図-20、図-21 に 2016 年 8 月 22 日ではなく、前年の 2015 年 8 月 17 日に観測した水位と表面流速について示す。この時の電波流速計は、上流向きで俯角 40° にしており、水位が高いほど、流速が速くなっている。図-17 の模式図に示すように副ダムがあるので、沈砂池は死水域になり、表面流速がゲート付近と同程度になると想定したが、ゲートの上流と下流で流速の傾向が異なることが分かった。図-22、図-23 に 2015 年 8 月 17 日の善福寺川取水施設での水位と表面流速を示す。上流向き俯角 50° で流速を計測したが、流速の値が変動しているか、低い値になっている。俯角 50° にしたため、カーテンの影響があったかもしれない。図-24、図-25 に 2016 年 8 月 22 日の善福寺川取水施設での水位と表面流速を示す。上流向き俯角 60° で流速を計測した。流速の値が水位に対応しており、流速の観測方法としては妥当と考えられる。図-26 に下流向き俯角 60° の場合と上流向き俯角 45° の場合も示す。下流向きの場合、水位が下がると流速が上がり、俯角を上げると流速が遅くなっており、神田川取水施設での場合と同様の傾向である。なお、善福寺川取水施設ゲートでの取水時での水深は、図-22、図-24 で示すように、70cm 以下であり、神田取水施設ゲートでの水深より浅くなっている。

図-27 に善福寺川取水施設への流入量を示す。善福寺川取水施設のゲートは 3 つあるが、上流向き俯角

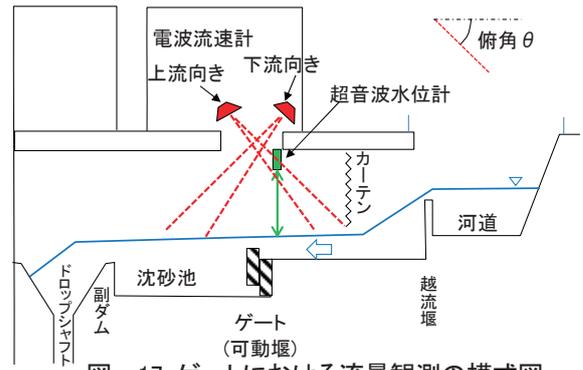


図-17 ゲートにおける流量観測の模式図



写真-4 取水時の善福寺川取水施設 (2016年8月22日)



写真-5 モニタ画面 (善福寺川取水施設ゲート 2016年8月22日)

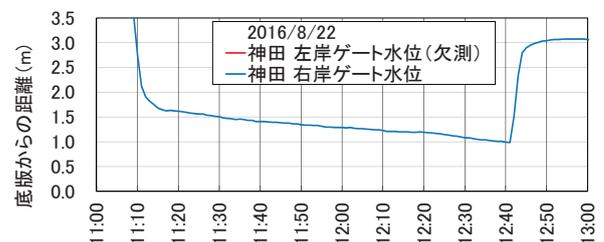


図-18 ゲート位置の水位 (神田川取水施設)

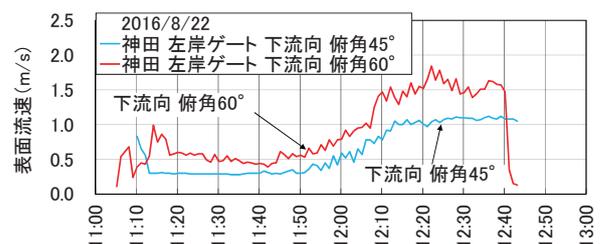


図-19 表面流速 (神田川取水施設)

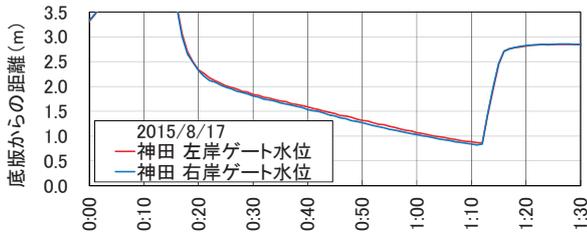


図-20 ゲート位置の水位(神田川取水施設)

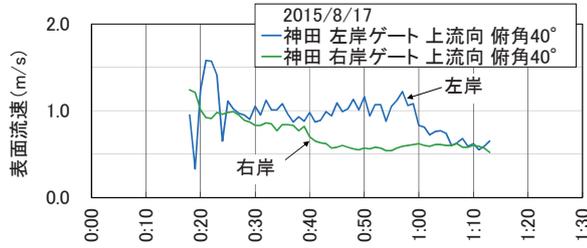


図-21 表面流速(神田川取水施設)

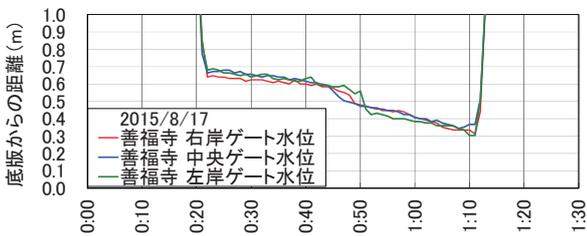


図-22 ゲート位置の水位(善福寺川取水施設)

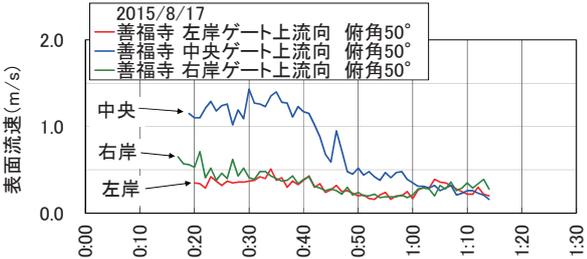


図-23 表面流速(善福寺川取水施設)

60°での観測値は2つのゲートでの値なので、流量を算出する際は、平均して3/2倍した。また、流速の観測値は表面流速であるが、特に補正せずに、流速×面積で流量を算出した。積算量は12.7万 m^3 となった。

5. まとめ

取水施設上流の河道では、取水によって上流側の水位が低下し、水位流量曲線で流量を推定することが難しい。そこで、取水施設のゲート開口部で直接流量を観測した。上流向きと下流向きで電波流速計を用いて流速を観測した結果、下流向きに設置しない方がよい

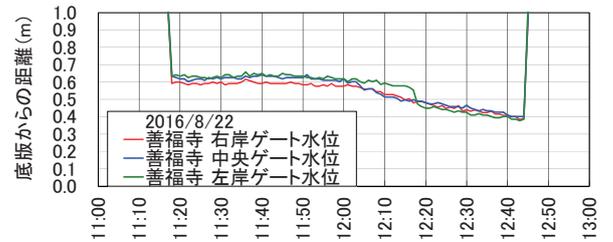


図-24 ゲート位置の水位(善福寺川取水施設)

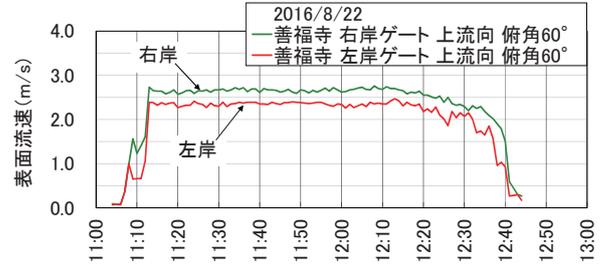


図-25 表面流速(善福寺川取水施設)



図-26 表面流速(善福寺川取水施設)



図-27 流入量(善福寺川取水施設)

ことが分かった。また、取水施設のゲート建屋内では、カーテンなど流速計測上の支障物があり、電波流速計の俯角を変えるなど、設置方法に工夫を凝らす必要がある。

謝辞

神田川と善福寺川、取水施設での観測にあたり、杉並区役所都市整備部土木計画課と東京都第三建設事務所工事第二課施設維持担当に協力して頂きました。この場を借りて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小作好明、大澤健二、(2014)、平成25年の河川流量観測について、平26.都土木技術研究所年報、241-246
- 2) 増田信也、高崎忠勝、(2005)、神田川流域の豪雨出水時の地下調節池洪水抑制効果、平17. 都土木技術研究所年報、115-128