

豪雨時における都市河川の水位上昇が雨水吐流出量に及ぼす影響

名城大学理工学部 学生員 ○ 塚原大輔
名城大学理工学部 正会員 原田守博
名城大学理工学部 瀧本陽平
名城大学理工学部 山下泰世

1. はじめに

一般に河川の流量は支川の合流に伴って増加するが、都市域を流れる中小河川では、側岸に設けられた多数の雨水吐からの流出量によって流量が増加するという特徴をもっている。雨水吐は周辺市街地からの雨水排水口であって、沿川地域の内水被害を防ぐ重要な役割を果たしている。通常、その排水機能は雨水管（合流式区域では下水管）の規模と勾配に基づいて設計され、排水先河川の水利条件が考慮されることは少ない。しかしながら、近年、“ゲリラ豪雨”の頻発によって河川水位が急上昇することが度々あり、雨水吐が河川水によって塞がれるという、設計時には想定されない事態が生じている。本研究では、そうした河川水位上昇によって河道への排水が抑制される現象について、現地観測を踏まえて水理的な評価を試みた。

2. 植田川における河川水位および雨水吐水位の観測

現地観測の対象地点として、名古屋市天白区を流れる植田川の右岸に位置する雨水吐（写真-1）を選定した。この雨水吐は、植田川の支川である八事裏川流域（面積 1.48km^2 ）の末端となっている。

雨水吐からの流出量を測るには、流出口に水位センサを設置する必要がある。しかし、流出口の形状には円形や矩形など種々のものがある上、センサが流出することなく、流れの阻害にもならないように配慮することが望ましい。今回採用した水位計は KS コンサルタントが開発したスイッチセンサ方式（測定精度 1.0cm ）のもので、柔軟で細い板状であることから、管路壁面に貼り付けるように設置することも可能である。今回は図-1 に示すように、水位センサを塩ビ保護管に挿入し、雨水吐の側壁に沿わせて設置した。データロガーは側岸の小段上に設置し、記録間隔を 10sec とし、データ回収は SD カードで行った。図-2 は 2013 年 8 月 31 日の降雨に対する雨水吐での水位変化を示したものである。流域面積が非常に小さいこともあって、降雨に対する出水応答は鋭いものとなっている。

なお、河川水位の観測には、雨水吐から上流 30m の側岸にロガー内蔵式水圧計（OYO 製 S&DL mini, 5m 計）を設置した。降雨量は流域内に設置した転倒升雨量計によって 1 分間雨量を測定した。

3. 雨水吐流出量と河川水位との係わり

図-3 は雨水吐からの流出量と河川水位との係わりを示したものである。前述の通り、雨水吐流出量は排水先の河川水位を考慮することなく、いわば「完全流出」として設計される。しかし、写真-2 のように河川水位が雨水吐の流出口を上回るほどに上昇する場合、不完全流出を経て「もぐり流出」となることが予想される。この形態での流出は雨水吐水位 h と河川水位 H の差によって生じることになり、さらに河川水位が上昇すると、河川から雨水吐内部へ逆流が発生し、ひいては沿川地域の雨水排水が滞ることも考えられる。



写真-1 対象とする植田川の雨水吐

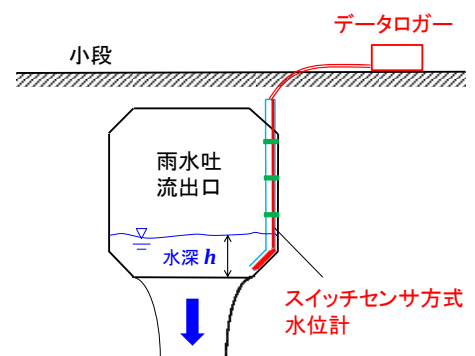


図-1 雨水吐の水位観測システム

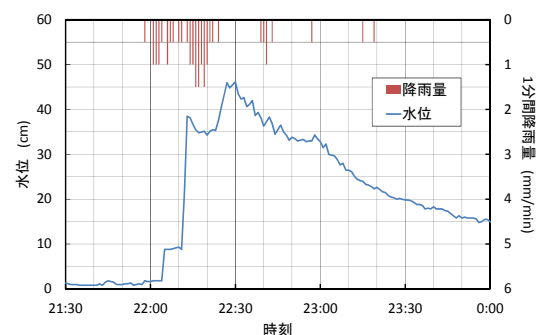


図-2 降雨時の雨水吐の水位変化

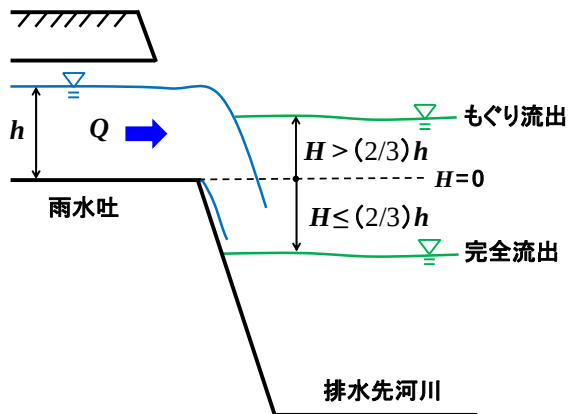


図-3 雨水吐からの流出と河川水位との関係



写真-2 出水時の雨水吐流出状況 (2013年9月4日)

4. 河川水位上昇に伴う雨水吐流出量の変化

ここでは上述の観点に立って、河川水位の上昇が雨水吐流出量に及ぼす影響について解析を試みる。雨水吐からの流出量 Q は、流出口底部を基準とした河川水位 H の正負に応じて次の2ケースに分けて考える¹⁾。

$$\text{完全流出: } Q = CBh\sqrt{2gh}, \quad H < (2/3)h \quad \text{もぐり流出: } Q = 2.6CBH\sqrt{2g(h-H)}, \quad H \geq (2/3)h$$

ここに、 C : 完全流出時の流量係数 (= 0.405), B : 雨水吐流出口の幅 (= 1.70 m) である。 C の値は、現地の雨水吐で完全流出時に電磁流速計を用いて行った流量測定結果に基づき同定したものである。

解析を行う出水は、名古屋市周辺で避難勧告が出された2013年9月4日夕刻の集中豪雨によるものである。当時の植田川水位および対象とする雨水吐の水位変動を図-4に示す。図から分かるように、17:00に降り出した降雨に対応して河川水位・雨水吐ともに上昇を始めている。雨水吐水位は雨水管の流下流量に上限があるためか、ほぼ一定で推移している。やがて18:00頃には河川水位が雨水吐の高さに接近し、18:10前後には両者が同一の高さになって、河川水位が雨水吐水位を押し上げる現象を見せている。

こうした両者の水位変動に基づいて計算した雨水吐流出量の時間的変化を図-5に示す。水位データの微小変動のために流出量の計算値は $1.0\text{m}^3/\text{s}$ 付近で小刻みに変動しているものの、18:10前後には $0.5\text{m}^3/\text{s}$ 近くまで急減している。これは言うまでもなく河川水位の上昇に起因したものであり、雨水吐の流出量が排水先河川の水利条件によって抑え込まれる事実を示している。

5. おわりに

豪雨時に急激な出水応答を見せる中小河川においては、河川水位の上昇が雨水吐の流出量を抑制し、設計時に期待した排水機能が達成されない可能性があることを示した。同様な現象は多くの都市河川、特に感潮区間においても生じているはずであり、市街地の内水被害を減らすために詳細に検討する必要がある。今後は、他の雨水吐についても検討するとともに、雨水吐の有効な設置形態についても考察を進める予定である。

参考文献 1) 例えば、細井正延・杉山錦雄:「水理学」, pp.86-94, コロナ社, 1997.

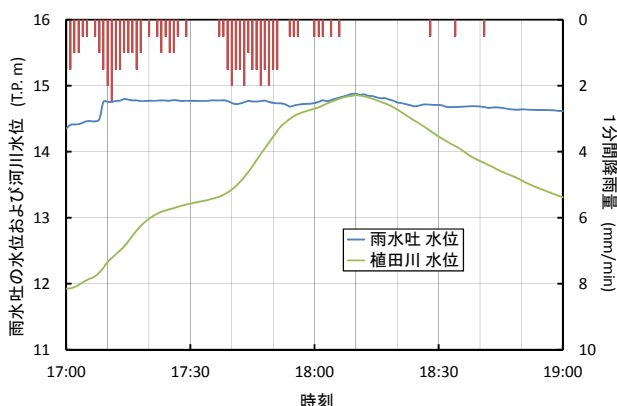


図-4 出水時における河川水位と雨水吐水位の変化

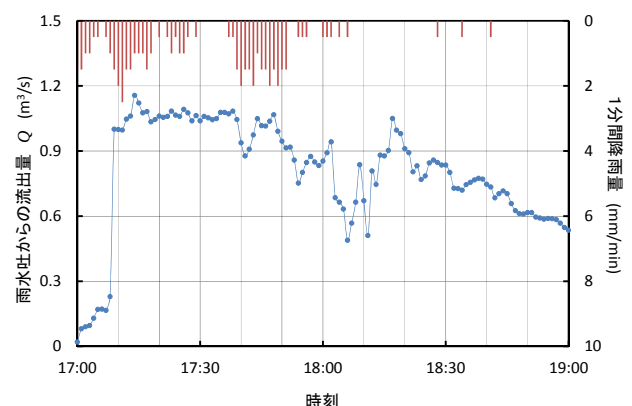


図-5 図-4に対する雨水吐の流出量の試算結果