

## 局地的集中豪雨に対する表六甲河川の河道内流況の変化

神戸大学大学院 学生員 ○宇野 秀一  
 神戸大学大学院 正会員 藤田 一郎

### 1. はじめに

近年、中小の都市河川において局地的集中豪雨が要因となった水位の急上昇による水災害が相次いで発生している<sup>1)</sup>。従来、河川整備計画等の検討においては洪水氾濫の防御が主な対象となっているが、河川内利用者を意識した研究はあまり行われてきていないのが現状である。そこで、本研究では地元の河川である表六甲の中小河川を対象を絞り、局地的な集中豪雨が発生した時を想定した河川の河道内流れの急激な変化について数値シミュレーションによる検討を行った。本研究では水難事故のあった都賀川と同様に河道内の利用者の多い住吉川に対して検討を進めた。局地的な集中豪雨の発生を想定した解析から、河道内の遊歩道の冠水範囲、冠水深さの時間変化を求め、避難行動の観点から局地的集中豪雨時に河道内にいることの危険性について考慮した。

### 2. 数値計算と解析条件

流れの解析には、非構造格子の浅水流モデルを用いた<sup>2)</sup>。生成した非構造の三角メッシュのサイズは一辺が1~0.5メートル程度となるように調整し、約2.5km区間で約16万ヶのメッシュを生成した。河床の粗度係数は、河床の状況から判断して0.025程度とする。

### 3. 河床データ

河道に急激な流量が流入したときの流れの状況を詳しく知るためには、詳細な河床データが必要である。調査の結果、住吉川には詳細な数値河床データは存在しないことがわかったため、この流域の2メートルメッシュのレーザプロファイラの数値データから地形の再現を試みたが、空間解像度がまだ十分ではないため、遊歩道まで識別することはできなかった。そこで、現在の河道の設計に使われた縦横断の図面を取り寄せ、その横断図面から数値データを読み取り、縦横方向にデータを内挿補間して河床データを再現した。河道途中の落差や横断構造物などの微地形までの再現はできないが、遊歩道と低水路の識別は明確に行うことはできている。以上のようにして取得した河床地形データは流れ解析における河床の境界条件として利用する。

### 4. 解析結果

流量ハイドログラフを河道モデルの上流端から供給し、河道内の水深や流速がどのように変化するかを調べた。ここでは、一例として図-1に示したように住吉川の住宅域のすぐ上流域の2km四方のエリアに20分間、10分間雨量強度25ミリの雨が降った場合を取り上げる。伊藤<sup>3)</sup>による流出解析ではピーク流量60 m<sup>3</sup>/sに達するハイドログラフが得られており、本解析では30分でこの流量を上流の境界条件として与えた。都賀川水難事故の際の流量が毎秒40立方メートルと推定されていることと照らし合わせても、この流量は十分に発生する可能性のある流量と考えられる。住吉川の河道区間は河口から2.5km程度の範囲である。河床勾配は、全体的に非常に急であり、上流で1/20、下流で1/100程度ある。河川幅は20~30メートル程度でほぼ同一断面の区間が長く続く。下流での低水路幅は約8メートル、遊歩道はその両側にそれぞれ約3メートルの幅が取られている。前述のように、微地形までを再現したモデルではないため、実際に存在する落差工や小規模な横断構造物などの影響はまだ反映できていないが、これらが無いとして行った今回の解析は河道内利用者からは安全側に見積もられる。その理由は横断構造物などがあればそこで流れのせき止めが生じ、遊歩道などはより冠水しやすくなると考えられるため

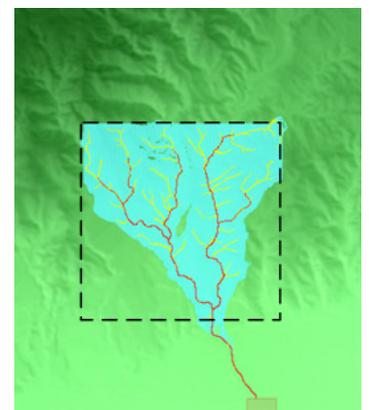


図-1 集水域(2x2km, 20分間)

キーワード 局地的集中豪雨, 二次元解析, 鉄砲水, 親水施設

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 藤田一郎 Tel:078-803-6439

である。解析対象の降雨のピーク流量は毎秒約 60 立方メートルであり、30 分程度でその値に到達する典型的な局地的集中豪雨である。都賀川水難事故の際の流量が毎秒 40 立方メートルと推定されていることと照らし合わせても、十分に発生する可能性のある流量と考えられる。解析結果からは、勾配の急な上流部分では遊歩道の冠水は生じないが、勾配が緩くなる下流側で遊歩道の冠水が発生することを確認した。

図-2 に解析対象のほぼ全区間を示す。ここでは、図中の四角で示した 4 箇所の地点に注目する。それぞれ、河口から 0.4km, 1.1km, 1.7km, 2.5km の地点に対応する。図-3 は、各地点の遊歩道上の水深、流速および流体力の時間変化を示したものである。ここでの流体力は人の脚部分を直径 20cm の円柱と仮定し、その円柱に作用する水による抗力として計算している。図-3(a)の水深の変化から最上流域の遊歩道では冠水状態が発生しないが、1.1km 下流の地点では 20cm を越える水深がわずかな時間であるが発生することがわかる。冠水の水深は下流になるほど増大し、河口から 400m の地点では 50cm に達する。このように水深が下流ほど増大するのは、河床の勾配が緩やかになっていくためである。注意すべきは水深の時間変化であり、400m の地点では 10 分間に 30cm 以上の上昇が発生している。

図-3(b)には同じ地点での流速変化を示すが、冠水のない最上流の地点以外ではピーク流速は 2.5~3.0m/s 程度で場所による違いが見られない。時間的には、冠水と同時にピーク流速に近い値が発生している点の特徴といえる。以上の水深と流速から人に作用する流体力を求めたのが図-3(c)である。バネ秤を使った簡単な実験によれば、水の流体力で一歩も動けなくなるのは約 200N 程度であることがわかっている<sup>1)</sup>。この基準からみると、最上流を除く地点ではピーク値が 200N に達しており、最下流では 400N を上回っている。200N が全く動けない力なので、実際にはピーク値に至るまでに避難ができなくなることが予想される。

5. おわりに

本研究の結果、都賀川とは違って雨水幹線などからの雨水流入がない住吉川においても、非常に激しい局地的集中豪雨が発生すれば、河道内利用者が被災する可能性が十分にあることがわかった。今後は河道内の微地形を再現し、河道途中の落差や横断構造物などの影響も考慮したい。

参考文献

- 1) 土木学会平成 20 年度都賀川出水調査団：2008 年 7 月 28 日突発的集中豪雨による都賀川水難事故に関する調査研究，2009。
- 2) 藤田一郎・椿涼太：中小都市河川に設置された側岸凹部構造物の非構造格子有限体積法による影響評価，水工学論文集，vol.47，2003。
- 3) 伊藤崇博：局地的集中豪雨時における表六甲河川の流出特性に関する研究，卒業論文神戸大学工学部建設学科，2009。

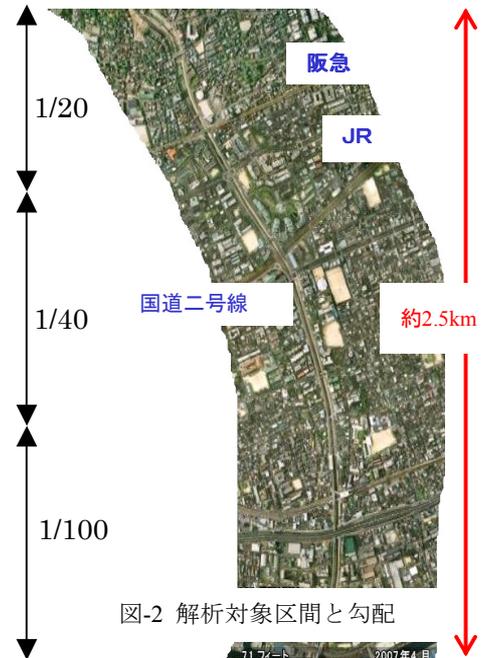


図-2 解析対象区間と勾配

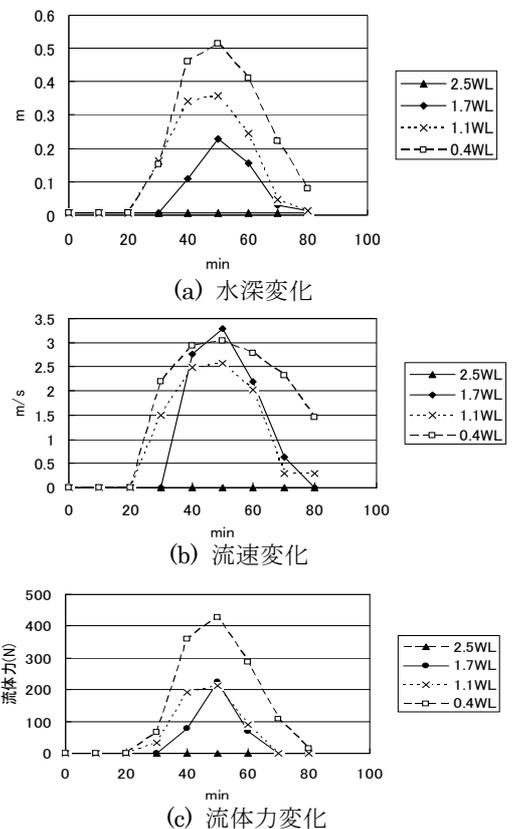


図-3 遊歩道上の各水理量の時間変化