

浦上川における洪水解析を用いた高潮と洪水の重畳災害に関する研究

長崎大学工学部 学生会員○山口祥平
長崎大学工学部 正会員 川池健司

長崎大学大学院 学生会員 丸山寛起
長崎大学工学部 フェロー 野口正人

1. はじめに

昨年の山本ら¹⁾の研究によって、勢力の強い台風が最悪の経路、最悪のタイミングで通過した場合には、長崎湾においても十分に高潮災害の発生する危険性が明らかになった。さらに、台風の豪雨によって生じた河川の洪水が、高潮による河口の潮位上昇と重なれば、洪水災害の危険性はより増大するものと懸念される。そこで本研究では、台風による潮位上昇と、豪雨による洪水のピークが重なった時に、河川の水位がどれだけ危険な状況になるのか、またそれはどのような条件のとき発生するのかを、浦上川の洪水解析を用いて検討する。

2. 河川の水位変動の計算方法

解析の対象としたのは、図-1 に示す、浦上川の河口から 3.85km の区間である。洪水解析には、以下に示す連続式と St.Venant 式を基礎式とした、特性曲線法による一次元不定流解析を適用する。

$$\text{＜連続式＞} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

$$\text{＜St.Venant 式＞} \quad \frac{1}{g} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{g} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} = s_0 - s_f$$

ここに、 A は流水断面積、 Q は流量、 q は x 方向の単位長さあたりの横流入量、 u は断面平均流速、 h は水深、 s_0 は水路底勾配で、基準面からの河床までの高さを z とすれば、 $s_0 = -dz/dx$ 、 s_f は摩擦勾配で、抵抗則として Manning 公式を用いるとき、 $s_f = n^2 u |u| / R^{4/3}$ 、 R は径深である。上流端の境界条件には、図-1 の領域で流出解析を行なって得られた流出流量を用いる。流出解析には、以下に示す kinematic wave モデルを適用する。

$$\text{＜斜面流＞} \quad \frac{\partial h_s}{\partial t} + \frac{\partial q_s}{\partial x} = r \quad q_s = a h_s^m$$

$$\text{＜河道流＞} \quad \frac{\partial h_r}{\partial t} + \frac{\partial q_r}{\partial x} = q_s \quad q_r = a h_r^m$$

ここに、 h_s は斜面の水深、 q_s は斜面の単位幅流量、 r は降雨強度、 h_r は河道の水深、 q_r は河道の単位幅流量である。また、斜面流では $a = \sqrt{\sin q_s} / N$ 、河道流では $a = \sqrt{\sin q_r} / n$ 、 m はそれぞれ $m=5/3$ を用いる。 q_s は斜面勾配、 N は等価粗度、 q_r は河床勾配、 n は Manning の粗度係数である。河口では、長崎湾における潮位を下流端の境界条件とする。

3. 解析結果と考察

上流端の境界条件となる対象降雨は、2004 年 9 月 6 日 23:00～7 日 23:00 に長崎海洋気象台で観測された降雨である。降雨データと流出解析によって得られた浦上川の上流端流量を図-2 に示す。斜面、河道の等価粗度はそれぞれ 0.8, 0.02 を用いた。この流量と、下流端の境界条件として同時刻の長崎海洋気象台における実測潮位を与えて浦上川の洪水解析を行なった。浦上川の等価粗度は 0.23 を用いた。浦上川の大橋水位観測所



図-1 計算区間

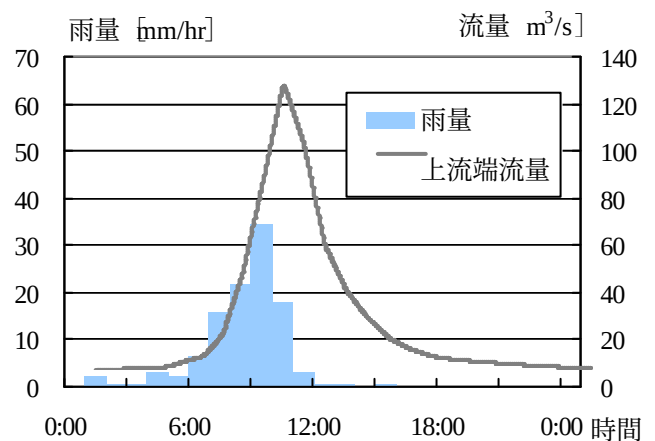


図-2 降雨と流出量

における同時刻の実測水位と解析結果との比較を図-3に示す。両者の比較から、最高水位時の値はおおむね一致しているが、ピーク発生時刻、および平常時水位の値に誤差があることが見て取れる。主な要因として、上流端の流出解析に用いた斜面の等価粗度を全域に一樣としたことや、解析に用いた基底流量が小さすぎたことなどが考えられる。

次に、山本ら¹⁾の解析結果を下流端境界条件とし、この潮位変動に対して、上流端境界条件の流量ハイドログラフの開始時刻を1時間単位で変更しながら、58パターンの洪水解析を行なった。図-4にいくつかの境界条件の組み合わせをパターン1～5として示す。解析によって得られた浦上川の最大水位のうち、図-4に示したパターンでの結果を図-5に示す。図-5から、河川の洪水と高潮による潮位上昇が重なるタイミングは、少なからず河川水位に影響を与えているといえる。また、58パターンのうち特に顕著に影響が現れたのが、パターン5のように潮位上昇のピーク時に洪水の流量の上昇が始まるパターンであった。この条件を用いた時、堤防高を1m以上超える水位が発生することがわかった。また、パターン3のように潮位上昇のピークと洪水の流量のピークが重なったパターンで水位の極端な上昇がみられることが予測されたが、他に比べても特に大きな上昇は見られなかった。よって、台風による高潮のピークと、豪雨による洪水のピークが重なる時でも、そのタイミングによっては、水位上昇に大きな影響を与える可能性があることが考えられる。

4. おわりに

本研究では、浦上川の洪水解析を行なって、高潮と洪水の重畳災害の危険性について検討した。その結果、高潮のピークと洪水のピークが重なった時には、そのタイミングによって重畳災害の危険性が高まることがわかった。

謝辞

本研究においては、浦上川の河道横断面図、大橋水位観測所の実測水位データ等を長崎県土木部長崎土木事務所から提供していただいた。ここに記して謝意とさせていただきます。

参考文献

1) 山本ら：台風0418号を対象とした長崎湾における高潮解析，平成16年度土木学会西部支部研究発表会，2005。

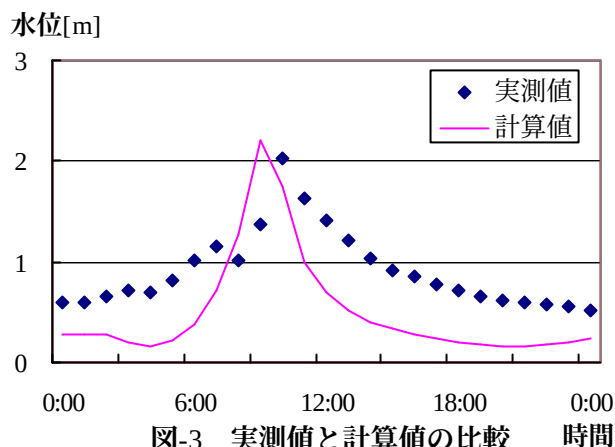


図-3 実測値と計算値の比較

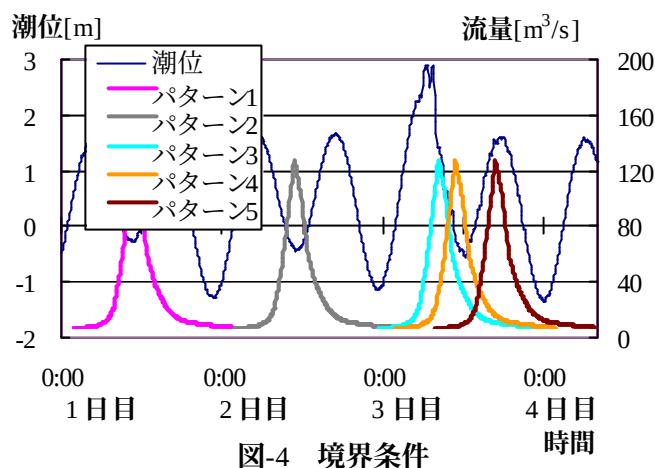


図-4 境界条件

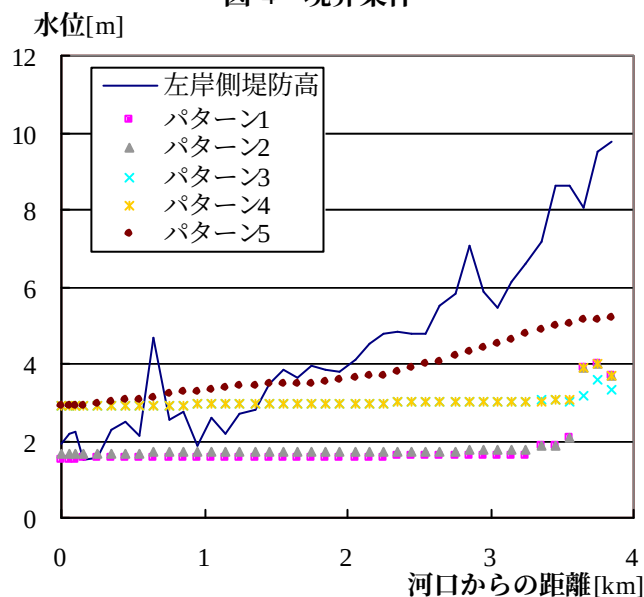


図-5 最大水位