

都市河川の氾濫形態について

長崎大学工学部 正 野口正人 同 中村武弘
学○武田 篤 同 松本尚樹

1. まえがき

昭和57年7月23日午後、長崎県南部地方を襲った豪雨は、長崎市を中心に甚大な被害をもたらした。河川災害もその例外ではなく、各地で、洪水の氾濫が起った。本研究では、長崎市内河川の浦上川を取り上げ、浸水実態調査の結果とともに、数値解析により 都市河川の洪水の氾濫形態を明らかにしようとするものである。

2. 数値解析とその結果

河道の洪水計算は、流れを一次元的とみなし、開水路非定常流に関する連続式とエネルギー式により構成される基礎式を 直接数値的に解く。ここでは その一つの方法として 基礎式を特性曲線に改めた後、特性曲線の方向に応じた差分式を導き、これを数値積分することによって解析を行う。

境界条件としては、上流端において 中安総合単位図による流量ハイドログラフを、下流端では 長崎湾の潮位(水位-時間曲線)を与えた。また、支川としては岩屋川・城山川・下の川の各流量を与え、その他の流域の流出量は横流入量(分布流量)として与えた。また、水位が堤防天端高を越えた場合は、長方形の堰に関する本間の越流公式を用い、堤内地への氾濫水量を計算し、それは横流出量として河道外へ出てしまうものとして扱った。なお 計算の安定条件を満たすように 計算時間間隔は3秒とし、さらに 計算を進めるにあたって 河床・河幅及び、流速の移動平均を取った。

以上の解析方法による計算結果は、図-1～図-3に示されている。図-1では、竹岩橋地点での流量と水位の時間変化を表したものであり、明らかに両者の相関が見られるが、ピークを過ぎてからは かなりのずれがある。これは 洪水により相当量の土砂が流出し、これが堆積して河床を上げ、同じ流量に対応する水位を上昇させたためと思われる。また 同図中に、流出解析により求められた流量も記されており、これとの比較を見ると 増水及び減水の様子は良く一致しているが、出水時間は多少流出解析によるもののほうが早くなっている。これは 各小流域での流出解析結果を重ね合わせるにあたって 遅れ時間の算出に問題が残っているためであろう。同図で最も顕著な差異は、ピーク流量に $120 \text{ m}^3/\text{sec}$ あまりの違が見られることであり、これは前述されたように 不定流解析では実際の場合と同様 越流量(図-3)を河道外へ出すためである。ただ、それだけでは 流量の差をすべて説明することはできず、計算条件等について さらに検討する必要がある。

図-2は 河川水位の時間的変化を示したものであり、これによると 19時から20時の間で水位が急上

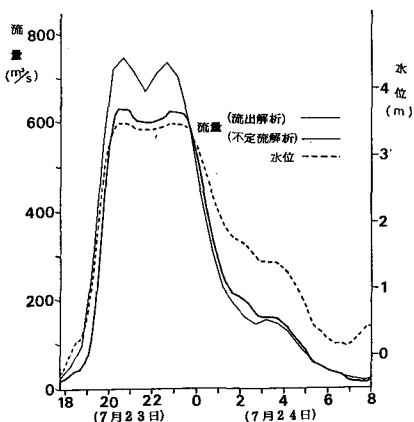


図-1 流量及び水位(竹岩橋)

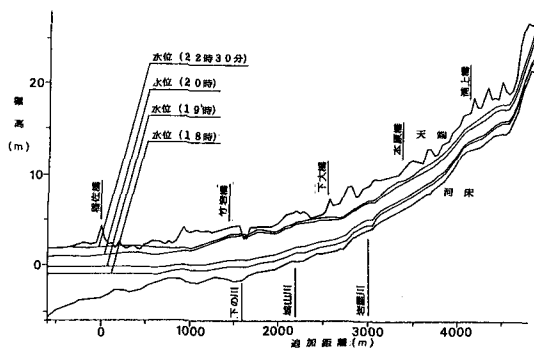


図-2 浦上川の水位変化

昇していることがよくわかる。この時間は、また、図-1で 流量が激増している時間とも一致している。ここで示されている 10時30分の水位は、最高水位に達した時間のものであるが、これによると 追加距離400m付近と 竹岩橋の直上流の2地点のみで氾濫を起こしている。したがって 計算水位は実際のものよりも幾分低くなっているが、この原因は越流量の処理の問題、あるいは 移動平均を取ることににより、河道を洪水が流れ易い状態にしたことなどが考えられる。いずれにしても最も早く越流を始めたのは 竹岩橋の直上流であり、当然越流量も最高となり、その付近での相当の浸水の被害が予想される。この地点での越流の第一の原因は、図から明らかなように かなりの堤防高不足があげられる。2地点での越流量を示したのが図-3であり、これによると 竹岩橋では20時前から越流が始まり、24日の零時過ぎより洪水は引き始めている。一方、追加距離400m付近では 竹岩橋地点とはその越流形態を異にしている。この地点での越流量と潮位（同図）との間には はっきりとした相関が見られ、満潮がより被害を大きくしたと思われる。

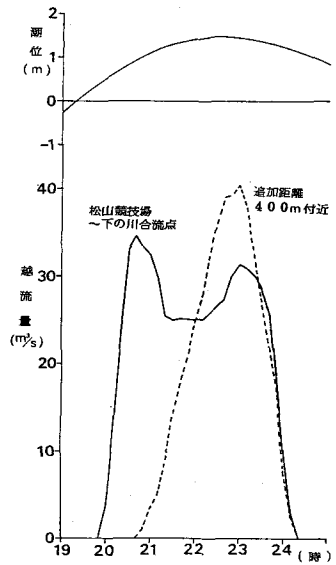


図-3 堤防越流量及び潮位

3. 氾濫の形態

浦上川の流域の主な浸水箇所を浸水理由により分類、表示すれば 表-1 のようになる。ここに最初の3区域を除いて 残りはほとんど連続している。また 同表の最右欄には代表的な浸水理由が掲げられている。ここに、(a) 河積あるいは暗渠断面不足[(a-1)河積不足、(a-2)鉄道・道路等の下の暗渠断面不足]、(b) 本川の水面上昇による支川の排水不良、(c) 河道の彎曲[(c-1)曲率が小なる河心の曲がり、(c-2)曲率が大きな人為的な屈曲部]、(d) 流出物による橋脚部の堰止め、(e) 上の地域からの侵入水、である。

浸水区域	浸水面積 (ha)	支川名	流域面積 (ha)	浸水比率 (%)	最大ならびに 平均浸水深(m)	浸水理由
① 道の尾付近	0.11	大井手川	7.37	1.5	1.1~0.7	d, a-1
② 三川橋付近	0.09	三川川 (本川)	3.18	1.6	1.6~1.1 1.4~1.2	b, c-2 c-2, b
a) 三川川下流	0.05					
b) 本川筋	0.04					
③ 西瀬上小付近 (浦上橋まで)	0.06	"	9.60	2.2	2.2~1.1	c-2
④ 終心坂~岩屋橋付近	0.11	"	5.00	6.0	1.8~1.0 1.7~0.8	c, c-1, a-i c-2, a-2, a-1, b b, a-1
⑤ 岩屋川下流	0.30	岩屋川				
a) 住吉付近	0.24	"				
b) 三芳町	0.06	"	(本川)	0.46	56.5	c, a-1
⑥ 大橋~松山町付近	0.26	(本川)				
⑦ 城栄町・城山町	0.09	城栄川 城山川	0.91 2.93	5.5 1.4	1.5~0.8 2.3~1.3	b, a-1 b, a-1 b, a-1, a-2
a) 城栄川	0.05					
b) 城山川	0.04					
⑧ 下の川下流	0.06	下の川	3.37	1.8	1.4~0.8	b, a-1, a-2
⑨ 浦上川下流	0.79	(本川:左明) (本川:右明)	2.39 2.90	31.0 1.7	1.7~1.0 1.1~1.0	e, a-1 a-1, e
a) 浜口町以南	0.74					
b) 城山町以南	0.05					
総計	1.87		38.11	4.9	2.3~0.9	

表-1 浦上川の浸水状況

一般に、大河川における浸水被害は そのほとんどが破堤によって引き起こされるが、浦上川のような掘込式河川においては、洪水の氾濫・浸水を考える際に 河道の線形や河川構造物等の影響も無視することができない。これらは 都市河川の洪水追跡計算をするにあたって 今後、考慮されねばならない。もちろん、出水規模が大きくなった場合、河積不足による越流・氾濫は避けることができないが、その顕著なものが先の2地点である。

一般に、大河川における浸水被害は そのほとんどが破堤によって引き起こされるが、浦上川のような掘込式河川においては、洪水の氾濫・浸水を考える際に 河道の線形や河川構造物等の影響も無視することができない。これらは 都市河川の洪水追跡計算をするにあたって 今後、考慮されねばならない。もちろん、出水規模が大きくなった場合、河積不足による越流・氾濫は避けることができないが、その顕著なものが先の2地点である。

4. あとがき

先の長崎水害を対象にして、洪水流の不定流解析を行うとともに 都市河川の氾濫形態について調べた。なお、堤内地での氾濫水の二次元的な挙動を解析する必要があるが、家屋の密集地域においては 粗度係数の取扱い等残された課題も少なくない。これらについては 今後、検討していきたい。

〈参考文献〉 岩佐義朗・井上和也・片山猛 開水路非定常流の数値計算法について 京大防災研究所年報 第19号B, 岩佐義朗・井上和也・木島雅文 氾濫水の物理の数値解析法 京大防災研究所年報 第23号B-2, 長崎大学学術調査団 昭和57年7月長崎豪雨による災害の調査報告書。