

要旨

我が国の平野形成過程の自然的条件と都市化による人為的原因によつて、最近内水災害が増加する傾向にある。内水を排除するために排水路を整備し、又は新たに設置して内水を出来るだけ早く排除する方法をとるが、排水路が内水の流出にどんな影響を与えるか不明な点が多い。そこで内水災害の常襲地帯である寝屋川流域の一部を試験地（約 1.22 km^2 ）に選んで、内水位の面的な測定と計算値の比較、排水路が流出に与える影響に関する実例とモデル実験の比較などについて述べた。

1. 概説

内水河川の中で寝屋川流域は低平地の都市化がめざましく、時間雨量 20 mm 前後で内水氾濫がしばしば発生している。又この流域では農地、用水路が農地の宅地化に伴つて排水路に切り換えられた例が多いが、排水路の不備のために内水氾濫を起している。そのため最近排水路の改修が行なわれて、その改修の効果が内水氾濫に影響を与えているので、寝屋川流域の内水害常襲地域の一部、約 0.25 km^2 を試験地として、ここに自記水位計を 3 ヶ所つけて、降雨による流出と氾濫水位の平面的な動きを観測するとともに、排水路の効果が内水位に与える影響などについて、現地観測とモデル実験によつて確かめた。モデル実験は $1/1.2\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ の大きさに勾配が自由にかけられる実験台上に排水路を作り、排水路の全流域面積に占める割合と流出の関係などについて実験によつて解析した。又内水による氾濫がさけられないものであるとするならば前もつて、降雨から水位予報が出来れば氾濫地域住民の民心安定と被害防御対策上極めて有利であるので、試験地の既往洪水水位について計算値と実測値を比較して降雨からの水位予測を行つた。

2. 内水流出の現地観測

I) 試験流域の観測概況

この試験地は寝屋川の北部に位置し、淀川の左岸にある図2-1のような流域である。北は水受堤、東は京阪電鉄の堤防、西は友呂岐水路に接するほぼ三角形の地域で流域面積約 1.22 km^2 、地盤勾配 $1/6,000$ である。

この流域内には用排水兼用の水路が縦横に通じ、そのほぼ中央に南北に走る幹線水路があり、その下流端にこの流域を代

表する水位計 $6/3$ がある。水位計は縮尺 $1/0$ 分の 1 の週巻のリシヤール式自記水位計で観測を行なつた。雨量については転倒マス式の週巻の自記雨量計を試験地の北方にある北小学校に設置して観測した。



図2-1

II) 観測結果とその考察

観測は昭和43年10月より開始し、代表的大雨時の記録4例すなわち、昭和44年6月25日～6月27日総雨量101^{mm}、昭和44年7月8日～7月10日総雨量65^{mm}、昭和45年6月15日～6月17日総雨量106^{mm}、昭和45年6月25日～6月26日総雨量61^{mm}

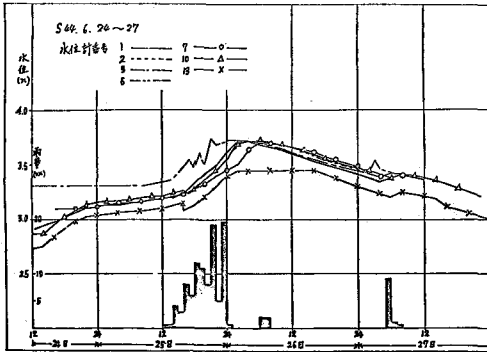


図 2-2 試験地の各所の水位の同時記録

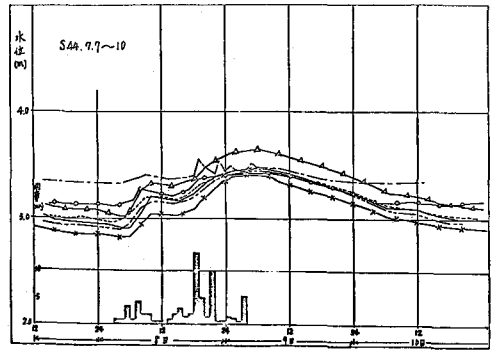


図 2-3 試験地の各所の水位の同時記録

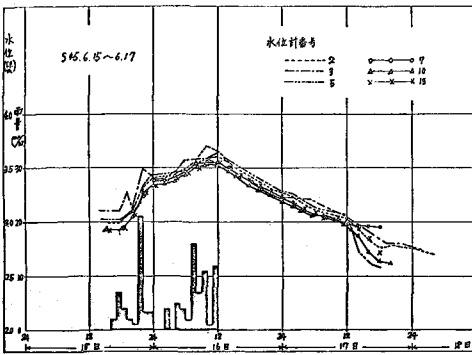


図 2-4 試験地の各所の水位の同時記録

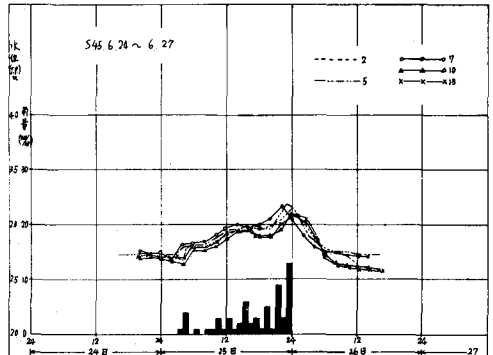


図 2-5 試験地の各所の水位の同時記録

であり、その記録を図の2-2～2-5に示した。流域の代表水位観測地点についての計算は貯留式から求めたもつとも簡単な指数型変換函数 $\rho e^{-\beta t}$ を用いた。そして水位については観測地点の水位流量曲線から実測水位を流量にかえて減水部低減係数 β を用いて、変換函数を求め、時間雨量から流量を計算し、水位流量曲線を使つてもう一度水位に直して実測値と比較し、これを図2-6～2-9に示した。図2-6～2-9から実測値と計算値とは良い一致を見ている。ここで用いた β の値を見ると、昭和44年の平均0.051、昭和45年の平均で0.120 というように増加している結果がえられた。これは宅地化の影響もあると考えられるが、それ以上に昭和44年10月から昭和45年3月の期間水路改修工事の影響が現われて、水が出やすく、引きやすいという流出曲線になつたものである。

試験地内の排水路の改修の流出に与える影響は、水路改修前の昭和45年3月以前の流出曲

線（図2-2、2-3）すなわち昭和44年6月24日、昭和44年7月7日の洪水曲線（図2-4、2-5）と昭和45年6月15日、昭和45年6月24日の洪水曲線を比較して見ると凡そ排水路改修の影響が推定出来るが、水路断面の拡巾、コンクリート護岸などの改修をすると降雨の水位に与える影響に洪水の立ち上がり早く洪水流出曲線も降雨の変動にびんかんに追従し、かつ洪水流出曲線の低減部も急であり、ピーク部も改修前に比較してシャープである。そして $263/0$ m田面上の水位の継続時間もきわめて短い、これは氾濫した氾濫水が急速に水路に流入して排水が良好になったことを示している。

3. 排水路の内水流出に及ぼす影響

に関する実験

内水の実地調査とは別にモデル実験によつて排水路の流出に与える影響を調べた。

すなわち実験台（鋼製板）上に高さ $1/0$ mからシャワー（ 2.2 m間隔 $1/0$ 箇）によつて、斜面を氾濫しながら流れ下つて、末端部の流出口から排水される場合と、実験台上にコンクリート水路を作つて、降雨が水路に一度入つてから排水される場合について実験を行なつて、両者の流出曲線の比較を行なつた。

I) 降雨流出に関する実験

(1) 実験設備と実験方法

実験は水路のない平坦な場合と、そこに水路が開削された場合の流出の変化を見るために、内水氾濫実験台上に図3-1'に示すような水路を作り、水路の数を種々にかえた場合と、水路勾配を $1/1,000$ 、 $1/2,000$ にかえた場合の内水流出に関する実験をした。降雨装置は実験台上 $1/0$ mの所から 24 m離れた2つのシャワーヘッドを 2.2 mピッチで5列すなわち、計 $1/0$ 箇のシャワーヘッドより散水させた。降雨量は毎分 1 m 2 ~ 3 m 2 程度の量を $1/0$ 分或は $2/0$ 分間一様に降らせた積りであるが、実際には風の影響などで、場所によるばらつきが、かなりみられた。流出量の測定は台の中央下端の流出口において、計量マスによつて測定した。

(2) 実験結果とその考察

Benchie Yen と Ven Te chow の研究と同様に実験した結果を無次元表示するために流出量 Q を、降雨量 i 、平板の面積 A で割つて無次元表示し、流出量曲線が排水路の数、降雨時間

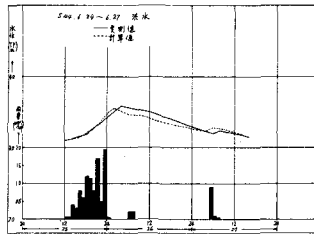


図 2-6 試験地における水位曲線 (No.13)

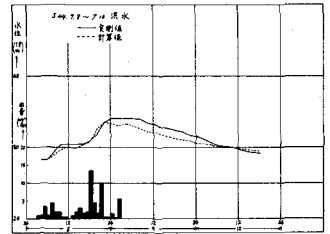


図 2-7 試験地における水位曲線 (No.13)

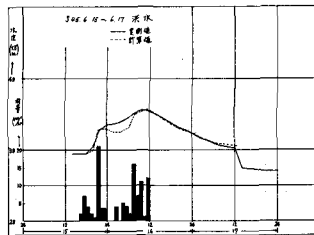


図 2-8 試験地における水位曲線 (No.13)

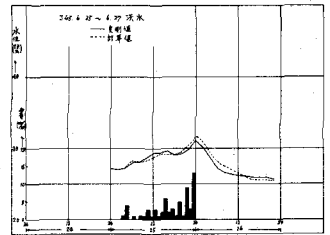


図 2-9 試験地における水位曲線 (No.13)

との間の関係を見るために重ねた。(図3-1、3-2)なおこの実験では降雨の滲透による損失はない。

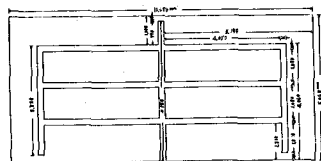


図 3-1

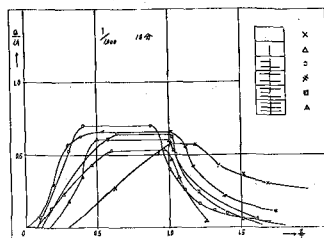


図 3-2

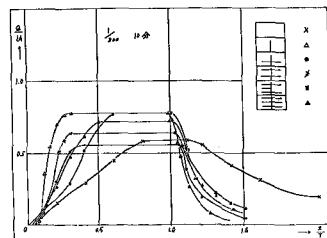


図 3-3

実験結果と指数型の変換函数を用いて出した計算値とを比較すると、図3-3～3-7の如くであり実験値と計算値とはかなり良い適合性のあることがわかった。又排水路面積 α の全面積 A_0 に示める割合 α/A_0 と β との関係を表に現わすと、表3-1の如くである。

β と α/A_0 の関係 表 3-1

降雨継続時間 α/A_0	勾配 1/200		1/1000	
	10分	20分	10分	20分
0	1.28	2.39	1.28	2.17
0.018	7.71	138.6	6.93	7.29
0.048	6.30	8.15	2.31	9.24
0.079	3.47	9.90	3.47	11.55
0.109	3.65	6.93	4.08	6.30

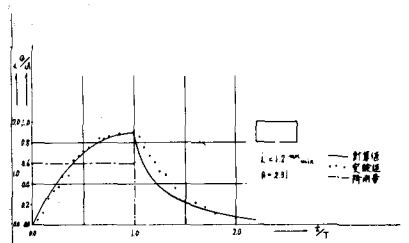


図 3-3 降雨実験の流出曲線

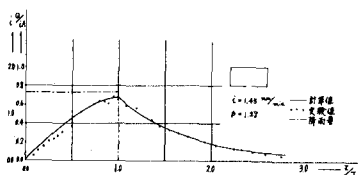


図 3-4 降雨実験の流出曲線

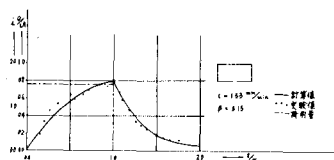


図 3-5 降雨実験の流出曲線

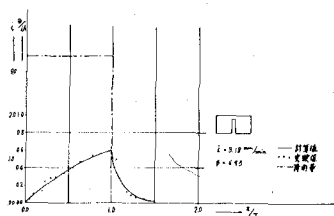


図 3-6 降雨実験の流出曲線

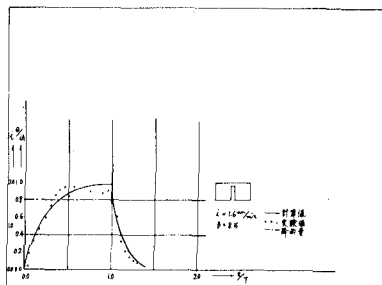
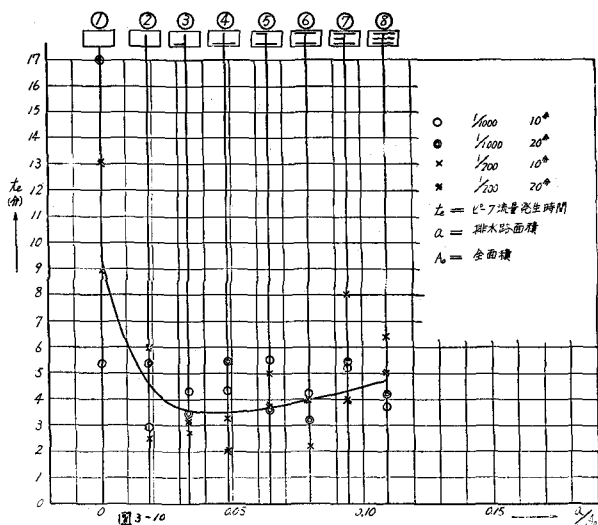
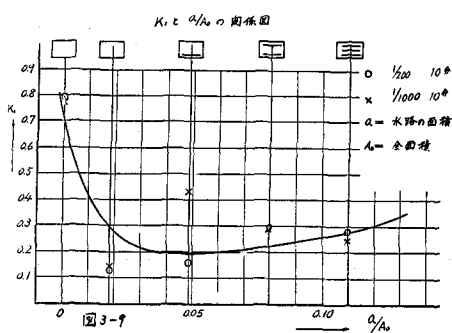
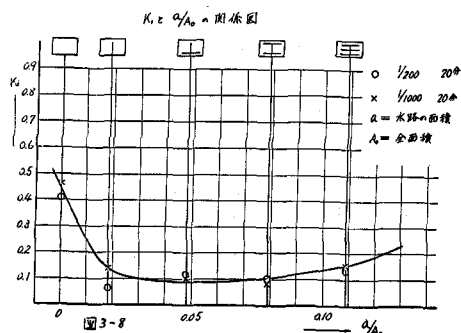


図 3-7 降雨実験の流出曲線

表3-1から水路のない場合の β の値は、無次元表示で1.3~2.4、水路のある場合の β の値は、無次元表示で3.5~11.6となり、水路の有無が流出曲線に及ぼす影響の大きいことがわかった。又貯留量と流出量との係数 K_1 の値は $Q = \beta S$ から $K_1 = 1/\beta$ となり、水路面積が K_1 にどんな影響を与えるか見るために図3-8、3-9に示した。図3-8、3-9から K_1 の値は q/A_0 が大きくなると減少するが、 q/A_0 がある値で K_1 の値はほぼ一定の値をとる。しかし排水路面積が更にふえるにつれて大きくなっていくことがわかる。 q/A_0 とピークの流出量が表われる時間 t_0 との関係は図3-10の如くであり、これから排水路の全面積に占める割合が大きくなる。すなわち、排水路の数がふえるとピーク流量の到達時間 t_0 は短くなる。しかし実験では q/A_0 がある値以上になると t_0 の値は少しづつ長くなっていくがこれは排水路の貯留の影響によるものである。



4 結 論

内水災害地域の典型として寝屋川流域をとり上げ、上流右岸の水害常襲地を試験地に選び、自記水位計をつけて氾濫水位の平面的な動きを観測した。観測結果によると平面的、地域的な変化は特に見られず、草木の密生した所の様に障害物のある所の水位は水路、田面などに比較して水位の上昇、減水が多少遅れる傾向にある。降雨からの水位予測はもつとも単純な指数型変換函数

によつて実用上充分であることがわかつた。

排水路の改修によつて、流出曲線の上昇部、減水部の上昇減衰が大きくなることが現地観測によりわかつた。これはモデル実験からも実証されたが、モデル実験によれば、排水路流出は排水路のない場合に比較して上昇部の上昇、下降部の減水は急であり、 β の値は排水路のない場合の $\frac{1}{4}$ ～ $\frac{1}{2}$ 程度である。排水路面積と K_1 の値の関係は図3-8図3-9の様に、降雨強度によつても異なるが、排水路面積がふえるにつれて K_1 の値は減少する。しかし排水路面積がある値以上になると K_1 の値は大きくなつてくる、これは下流部の排水量に制約されて排水路の数を多くしても、排水量は大きくならないことである。又図3-1、3-2からわかる様に排水路の流出は一定の降雨を降らせた場合、流出量が早く一定値に達し、その後降雨が降り終るまで一定値が継続し、かつ流出の上昇部の上昇、減水部の減衰が大きいのが特徴である。これに比較して氾濫した場合の流出は一定降雨を降らせた場合になかなか流出量が一定値にならず、降雨が降りやむまで流出量が上昇し、降雨が降り終ると流出量は減少していくことがわかつた。

本論文作成にあつて、ご懇切なご指導を賜つた東北大学工学部岩崎敏夫教授、有益なる御助言を賜つた、建設省土木研究所水文研究室長木下武雄氏に深く感謝致すとともに、実験および計算に科学技術庁国立防災科学技術センターの、岸井徳雄、青木尚子氏の援助と、とりまとめに当り建設省建設大学校建設部各位の援助を賜つた、各位に深く謝意を表する。

参考文献

- (1) Izzard, O. F. : *The Surface Runoff of Overland Flow*, Trans. Am. Geophys. union, Vol. 25, 1944.
- (2) Ben Chie Yen and Ven Te chow: *A Study of Surface Runoff due to Moving Rainstorms*, University of Illinois June, 1968.
- (3) W. M. Snyder, W. O. Mills and J. O. Stephens: *A Method of Derivation of Nonconstant Watershed Response Functions*, United States-Japan Bi-Lateral Seminar in Hydrology Honolulu January, 1971.
- 4) 伊藤秀夫、岸井徳雄、：都市開発に伴う内水氾濫の特性に関する研究、防災科学総合研究報告第29号、昭和47年3月。