

II-31 低平地部における排水 システムについての考察

国土館大学工学部 正員 伊藤 秀夫

1. まえがき: 低平地部においては排水路はおおむね開水路網を形成しているが、堤防で囲まれた低平地部においては内水が停滞し、その排水を排水路網、樋門、ポンプなどの組合せを用いて排水する場合が多い。しかしながら各対策がお互に良く組合せられて一つのシステムとして排水がなされている場合が少なく、従って工事費においても機能的にも最適でない場合が多く、排水路網流出について考えても外水位との関係で排水路網を制御することによってなお一層の排水効率を上げることが出来ると考えられる。以上の観点から排水システム中の排水路網による排水制御について考察を加えた。

2. 排水システムの諸要素: 排水システムの諸要素として考えられるのは排水路網、ポンプ、樋門、逆流堤、調節池などであって、これら各要素の関係は図-1のようになる。これらの各要素の組合せは低平地部の地形、内外水位の出水状況、被害状況、堤内の資産などによって定ってくるわけであるが、家屋が多く生活に氾濫水位が直接に影響する地域ではポンプが組合せの中に入る場合が多い。農地部のように多少の冠水が許される所では自然排水が維持管理上好ましく、自然排水が基本となって樋門、排水路調節が考えられるし、若し地形上調節地設置が可能であれば調節地による流量調節と、これが高所にあれば圧力水によって外水位が高い場合においても排水が可能になるなど、周囲の状況によってその対策はCase by Caseである。しかし低平地部の排水には開水路が設置される場合が多く、この開水路の運用によってはかなり自然排水が可能になると考えられる。

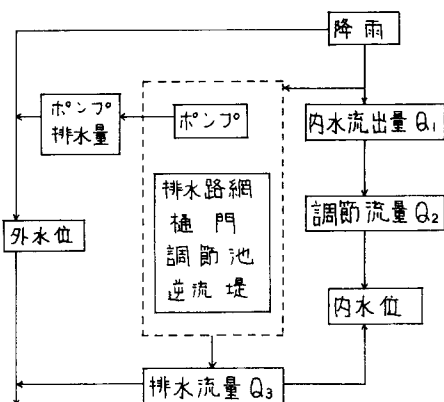


図-1 排水対策システム図

3. 排水システムにおける変換関数: 低平地部に降った雨は一部は蒸発し、一部は地下に滲透し、その大部分は地表面を流下し開水路を通して河川に排水されるが、それぞれの流出過程においてどのような機構要素が加わって流出されるか不明な点が多く、これを細部にわたって解明し、システム内に組み入れてその制御をはかることは困難と考えられる。そこで不明な過程をBlack Boxと考え、これを変換関数で置換えることが必要になる。変換関数はこれまでの実験によれば次のように流域面積と開水路網平面積の関係から求められる。

(1) 降雨 → 開水路網流出 $\text{降雨 } I_i \rightarrow \text{開水路網変換関数 } C = \beta e^{-\beta' \tau} \rightarrow \text{流出量 } Q_i = \int_0^t \beta e^{-\beta' \tau} I_i(t-\tau) d\tau$

(2) 流入量 → 開水路網流出 $\text{流入量 } I_i \rightarrow \text{開水路網変換関数 } \mu = (1 - e^{-\beta' \tau}) \rightarrow \text{流出量 } Q_i = \mu I_i + (1 - \mu) Q_{i-1}$

(3) (降雨 + 流入量) → 開水路網流出 $\text{降雨 } I_i \rightarrow \mu = (1 - e^{-\beta' \tau})$
 $\text{流入量 } I_i \rightarrow \text{開水路網変換関数 } C = \beta e^{-\beta' \tau} \rightarrow \text{流出量 } Q_i = \mu I_i + (1 - \mu) Q_{i-1} + \int_0^t \beta e^{-\beta' \tau} I_i(t-\tau) d\tau$

(4) 開水路網平面積と変換関数の定数 β, β', μ の関係

流域面積 A と開水路網平面積 α との比 α/A と β, β', μ の関係は実験などによれば図-2, 3, 4のような関係がある。

4. 開水路網による排水量の調節: 排水は外水位の影響を受けるので、この影響を少なくして自然排水を可能にするために排水システムの中、開水路網内

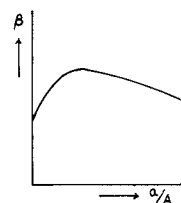


図-2. $\beta \sim \alpha/A$ 関係図

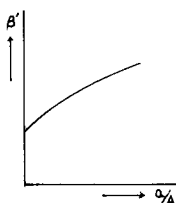


図-3. $\beta' \sim \alpha/A$ 関係図

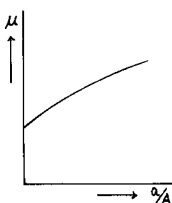


図-4. $\mu \sim \alpha/A$ 関係図

での流出制御を図-5のように考えた。図-5の流出制御によって、次の(1)、(2)のような効果が出てくる。
 (1) 外水位 H が流入量+内水流域降雨流出量に比して遅く上昇する場合

この場合は図-5の短絡型の短い排水路を使って上流部及び内水域内からの流入量を一刻も早く流すことによって内水位 h と湛水時間 t の減少をはかる。すなわち図-6の h が h' に t が t' になる。

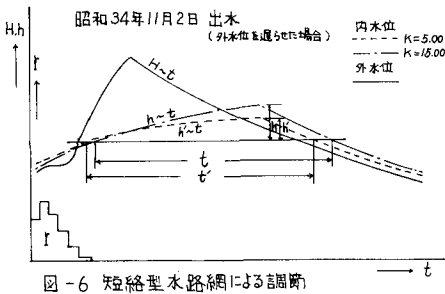


図-6 短絡型水路網による調節

(2) 外水位が流入量+内水流域降雨流出量と殆んど重なる場合または外水位が早く上昇する場合

この場合は内水域内からの流出を遅らせるために図-5の貯留型の経路の長い排水路網を利用して流すことによって下流部に流出量が集中することによる内水位 h の上昇を防ぎ、かつ湛水時間 t の減少をはかる。すなわち図-7の h が h' に t が t' になる。

5. 結び： 内外水位の間に若干の差があれば樋門などによる自然排水は、ポンプ排水などに比べて大きな排水量を確認することが容易であり、しかも維持管理の点からも好ましいので、自然排水を有利にするために開水路網による調節システムを作った。しかしながら開水路網調節を実施するためには、開水路網内の主要な分岐点にゲートをつけて開水路網のネットをかえなければならないため、実際はこの操作が困難かもしれない。以上のように出来るだけ自然排水が可能になるように、開水路網による調節システムを考えたわけであるが、かなりラフな所もあって今後さらに実験及び電算機によるシミュレーション計算などによって精度の良いものにしたいと考えて居ります。

本論立をまとめるに当たり、御教示を下さいました東北大学工学部、岩崎敏夫先生に厚く感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 橋本健、長谷川正：土地利用の変化を評価する流出モデル，土木技術資料19-5，昭和52年5月。
- (2) 都市科学研究所：東大阪地域防災総合対策のための計画調査報告書，昭和49年3月。
- (3) 伊藤秀夫：開水路網の排水特性について，第32回年次学術講演会概要集，昭和52年10月。
- (4) 伊藤秀夫：開水路網の排水機能に関する研究，国土館大学工学部紀要第11号，昭和53年3月。
- (5) P.B.S.SARMA, J.W.DELLEUR AND A.R.RAO: Comparison of Rainfall-Runoff Models Urban Areas, Journal of Hydrology, 18(1973) 329-347.

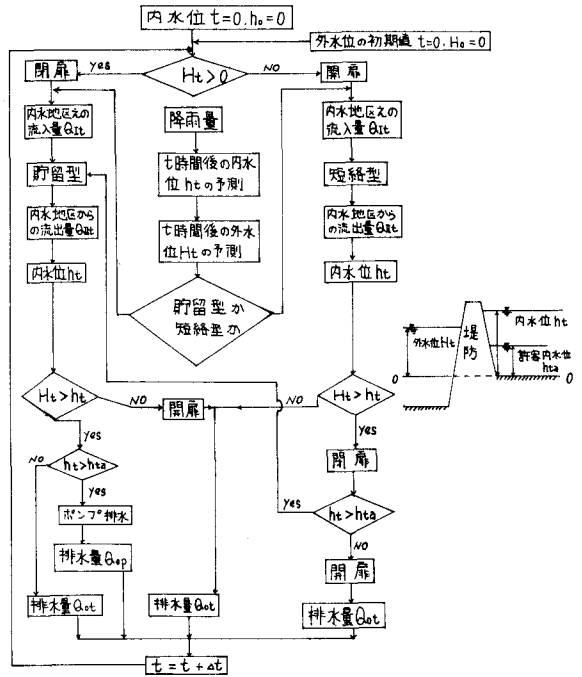


図-5 排水対策上の操作システム図

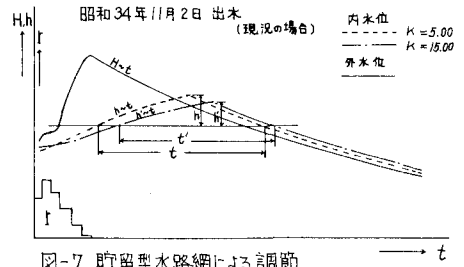


図-7 貯留型水路網による調節