

フジ工業(株) 正会員 土橋 勝則

○ 多賀 幸夫

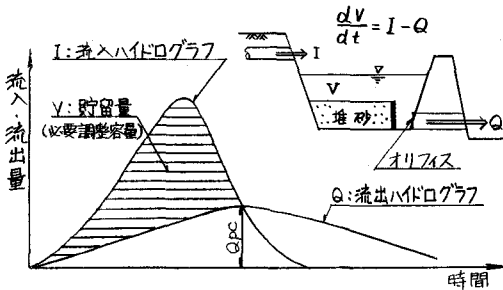
田中 常夫

1. はじめに

(1) 調整池とは

河川上流域における宅地開発等に伴い、河川流域の流出機構が変化し、当該河川の流量を著しく増加させる場合に、下流河川改修に代って洪水を調節する手段として設けられる池である。(図1)

図1 調整池の洪水調節機構



宅地開発等の計画設計において調整池は重要な位置を占めており、基本計画の時点から土地利用計画・造成計画および排水計画などに大きく影響する。これは区域内の洪水時降雨を安全に調整池へ集中させるためその位置とHWLが限定され、又下流洪水位に対し安全に放流するため池の底高も制限を受けるという条件のなかで必要調整容量に堆砂容量を加算した池容量を確保しなければならず、有用な土地を調整池用地として大きく割かれるケースが多いためである。

(2) 調整池の解析手法

実際の設計において、必要調整容量の解析が最も重要なものであるいろいろと比較検討を要する。この解析手法は、略算法と精算法に入別でき、前者にはヘクタル当り調整容量を規定する原単位法と図1の貯留量の近似式から求める簡便法(暫定基準¹⁾とも)がある。後者は図1の貯留追跡計算を行う方法(恒久基準²⁾)で、降雨波形の採り方により、計画年確率降雨強度式によるものと実績洪水時の降雨波形によるものがある。

(3) プログラムの開発経過

当社は、原単位法を除いて、早くからこれらの調整池容量解析のプログラム化をしてきた。(表1 CHOSEI 1,2,3)その後、対数式システム(TSOシステム³⁾)の導入をきっかけに、山丘丘陵地帯での造成計画などを対象に複数の池を扱うものを開発した。(表1 CHOSEI 4,5)

表1 調整池容量解析プログラム一覧

プログラム	特 徴
CHOSEI 1	1. 一つの池の設計 2. 解析手法 — 簡便法 3. アウトプット — リスト、図・時間降雨曲線図 4. 対象官公庁 — 住宅公団、静岡県
CHOSEI 2	1. 一つの池の設計 2. 解析手法 — 降雨強度式データより、後方集中型波形を計算し、貯留追跡計算をする。 3. アウトプット — リスト、図・降雨曲線、ハイドログラフ(バーサナック)、貯留追跡曲線、V-H曲線 4. 対象官公庁 — 住宅公団、各都道府県
CHOSEI 3	1. 一つの池の設計 2. 解析手法 — 任意の降雨波形より貯留追跡計算をする。 3. アウトプット — リストのみ 4. 対象官公庁 — 千葉県、横浜市(市西対象に開発)
CHOSEI 4	1. 複数の池(一つの池でも可能)の設計 2. 解析手法 — 任意の降雨波形又は後方集中型降雨波形で貯留追跡計算をする。 3. アウトプット — T.S.O. + リスト 4. 対象官公庁 — 住宅公団、各都道府県
CHOSEI 5	1. 2. 4. — CHOSEI 4と同一内容 3. アウトプット — リスト、図(バーサナック)

詳しい解析理論は技術基準等⁴⁾にゆずり、以下は図化による出力、繰返し計算の改善およびメニュー方式による複数の池の扱いなどについて、個々のプログラムで順を追って報告する。

2. CHOSEI 1

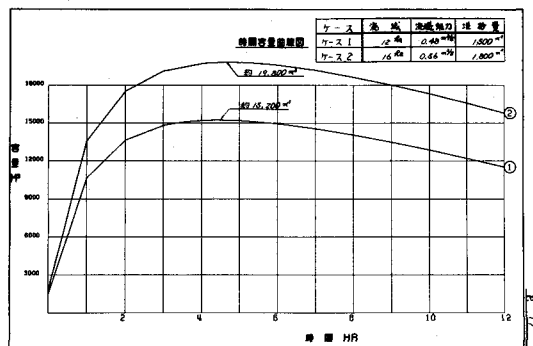
・一つの池の設計

・解析手法 — 簡便法

簡便法の近似式⁵⁾は、時間変数 t に関する貯留量 V の函数式で表わされ、必要調整容量 V は手計算で簡単に求まる。しかし、時間変数による貯留量の変化曲線図

は手計算では難しい為プログラム化した。(図2参照)

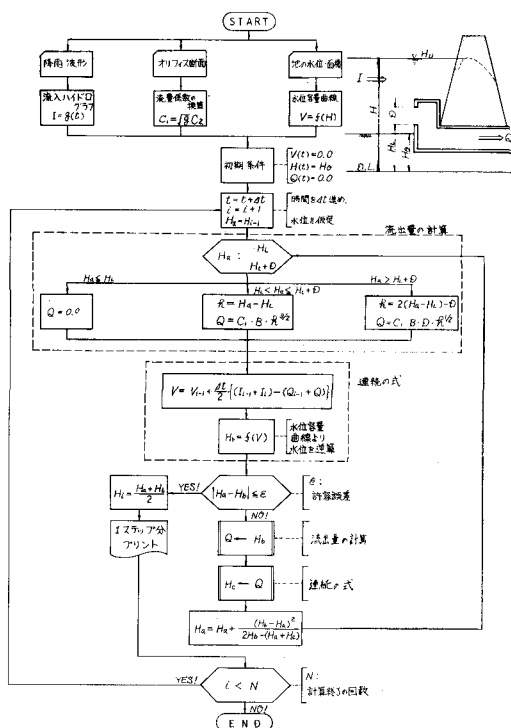
図2 時間容量曲線図



3. CHOSEI 2, 3

- 一つの池の設計
- 解析手法 2...後方集中波形を計算し、貯留追跡計算
- 3...任意の降雨波形より、貯留追跡計算

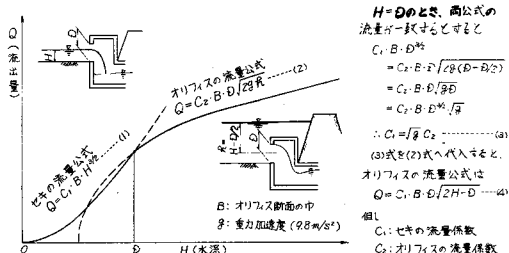
(1) 調整池の貯留追跡フローチャート



(2) 流出量の算定

オリフィスからの流出量は池水位Hに支配されるがその算定式はHの状態により異なる。(図3参照)

図3 セキとオリフィスの流出量算出



セキの状態とオリフィスの状態の流出量に一貫性を持たせる必要があり、2相間の状態遷位に中を持たせて算定する方法が紹介されている。ここでは実用上の簡潔性を重んじて、 $H = D$ の水位が2相間の持点であるとして算定した。

(3) 繰返し収束計算の改善

図4-1 単純な収束計算

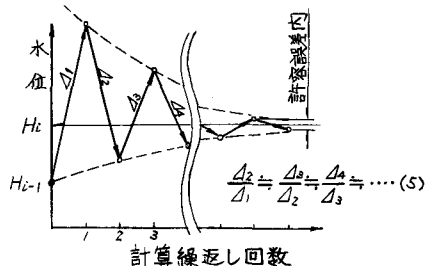
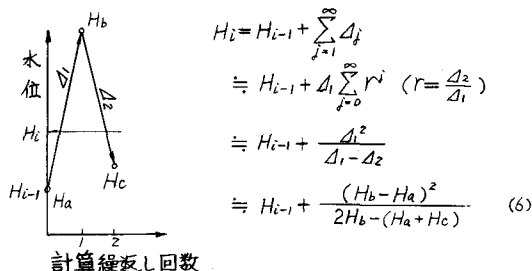


図4-2 改良後の収束計算



池の形状は、底から天端まで一様面積ということはなく、水位容量曲線はカーブを描くため(一様面積の場合は横分法により試行計算不要)、試行計算を要する。著者は、水位の刻み巾を数段階用意して試行計算により許容誤差内におい込む方法、積分法を重ねていく方法、前の解を初期値とする方法などを試みたが、いずれも望ましい結果が得られなかった。そこでこの

改善策として図4に示す方法を採用した。すなわち、図4-1の方法では単純なルーチンで済むが試行回数が多くかつ収束の保障がない。そこで、図4-2に示すように試行計算を2回行った後で収束すると思われる推定値を求め、これを許容誤差内まで繰返す方法で解消した。

4. CHOSEI 4, 5

- ・複数の池（一つの池でも可能）の設計
- ・解析手法 — 任意の降雨波形又は後方集中型降雨波形で貯留追跡計算

山岳丘陵地帯での造成計画（ゴルフ場の造成など）では、谷・尾根が多い自然地形のたに随所に凹地（池）を設けやすいものの逆に一つの大きな池を確保するには困難なケースが多い。こういう地形を活かして調整池を設ける場合、複数の池を設けて多段式の調整池を計画する必要が出てきた。（図5参照）しかしバック処理では、上流側の池の流下能力（オリフィスの断面）の決め方に実用化の難点があるため、対話式システムの導入により、この難点を解消するよう解析手順を次のようにプログラム化した。

(1) まず最下流の池を解析

造成計画上、どの池候補地にも最大容量がほぼ決まっている。そこで、まず最下流の池のみについて解析し、容量が不足すればその上流の候補の池を追加して不足分を吸収するように上流のオリフィス断面を調整する。なお不足する時は、さらに池を追加していく。この手順により、総容量で最小のものが得られる。（図5 解析手順参照）

(2) 事前評価でチェック

同様に最大有効水深もほぼ決まっているので、仮定オリフィス断面で貯留追跡計算をする前に事前評価をする。すなわち、その池の予想最大流出量を入力させ仮定オリフィス断面で水位＝予想H.W.L.の時の流出量の±20%以上の差があれば、メッセージを出しその場でデータ修正ができる。（図6参照）

(3) 入力方式

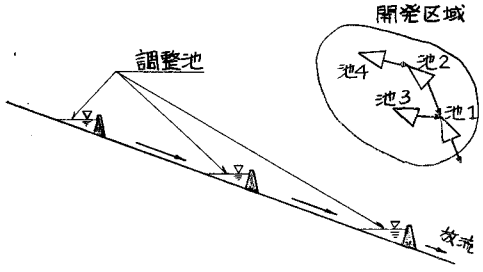
入力は全て、ディスプレイに映し出された入力指示メッセージに従ってキーインさせる方式を採用し、入力手順を固定化する一方、選択処理に関してはメニュー形

式のメッセージを入れ、柔軟性も持たせた。これにより、端末機から利用する時、入力マニュアル書の参照が、不要となった。（図6参照）

(4) プログラムの軽量化

解析計算を行う場と、最終結果を図化する場に分けてプログラムした。図化用データを一括処理すると、ディメンジョンが大きくなるので、1ステップごとに外部記憶にはき出し、各データ変数は池の最大個数分のみの配列の大きさにし、軽量化した。

図5 多段式調整池



解析手順

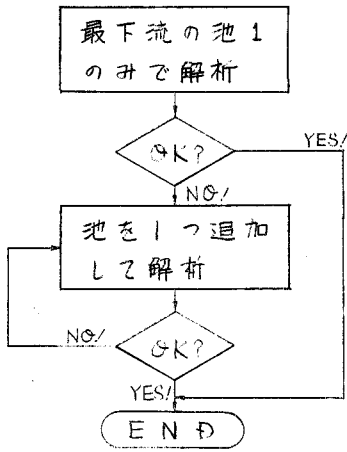
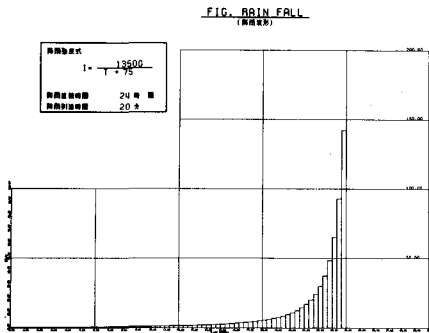


図6 ディスプレイ出力例

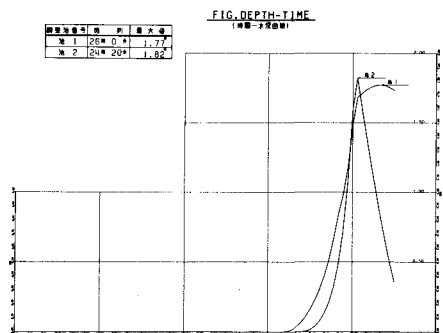
```
(QUESTION): オリフィスノサイズ(M),AA(M),シヤウカ(M) 436 HUL(M) A?
-ENTER THE VALUES!
0.50 0.50 31.7 34.0
(COMMENT): #330 #0910930= 0.485(M3/SEC) ニヤウ,
          #194 #0910930= 0.951(M3/SEC) ナス,
(COMMENT): 2779 #0910930 #091, -REENTER.
(QUESTION): オリフィスノサイズ(M),AA(M),シヤウカ(M) 436 HUL(M) A?
-ENTER THE VALUES!
. . . . . 途中略す . . . . .
(QUESTION): オリフィスノサイズ A?
A (オリフィスノサイズ)
B (オリフィスノサイズ)
C (オリフィスノサイズ + PLOTTER).
-SELECT ONE!
A
(オリフィスノサイズ)
#330#930= 1 (910/4 AF=10.00HA, オリフィスH=0.35H, B=0.35H, シヤウカ= 31.700M)
TIME= 1460. (MIN) ニヤウナトナ.
LWL= 32.200(M) ナカHUL= 34.000(M)
QPEAK= 0.546(M3/S) HPEAK= 34.686(M) VMAX= 7290. (M3) ニヤウ,
          JX JYHA: DH= -0.686(M) DV= -4874. (M3)
***
(QUESTION): QPC= 0.485(M3/S)ナカ -12.5%ノナカナ 78
(QUESTION):
A ナカナナナナ B #330#930 ナカ C ナカナナナナ
D ナカナナナナナ
-SELECT ONE!
```

図7 調整池容量解析図例

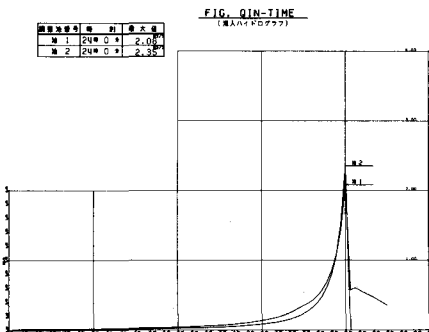
(ア) 降雨波形



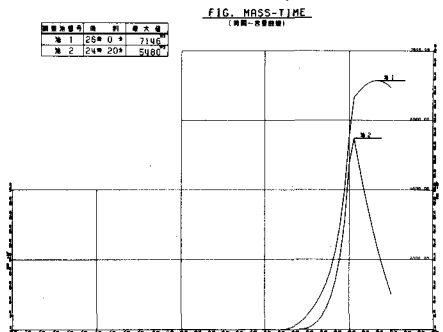
(イ) 時間—水深曲線



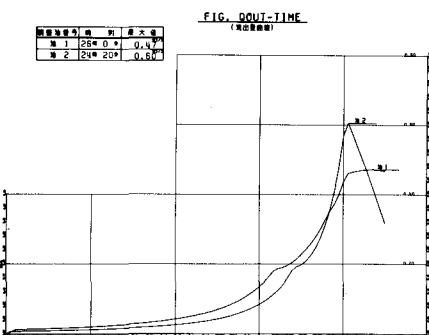
(イ) 流入ハイドログラフ



(ロ) 時間—容量曲線



(ロ) 流出量曲線



5. あとがき

本システムの備えている特徴である(①広い解析手法の網羅 ②対話応答処理(メニュー方式) ③豊富な解析図(バーサテックによる))は、設計者に歓迎され本プログラム使用が定着し、調整池の設計の質的・量的向上と設計期間の短縮につながった。今後も機能アップを継続していく予定である。

- 1) 「大規模宅地開発に伴う調整池技術基準(案)」 昭和46年7月 日本住宅公団・日本河川協会
- 2) 「防災調整池技術基準(案)」 昭和49年3月 日本住宅公団・日本河川協会
- 3) Time Sharing Option の略で、IBM社のTSSシステム。
- 4) 1), 2)および「防災調整池設計々算例」 昭和49年3月 日本住宅公団・日本河川協会
- 5) 1)の第8条「求水調節容量の算定方法その2」の式を指す。
- 6) 「防災調整池設計々算例」に、「(1) $H \leq 1.2D$ の時 $Q = C_1 \cdot B \cdot H^{\frac{3}{2}}$ (2) $1.2D < H \leq 1.8D$ の時 $H = 1.2$ での Q と $H = 1.8D$ での Q を用いてこの間を直線近似する。 (3) $H \geq 1.8D$ の時 $Q = C_2 D \cdot B \sqrt{2g(H - \frac{D}{2})}$ とある。