

滞水池の有効性の評価 ～ 水量制御の側面について ～

建設省 正員 稲場 紀久雄

1. はじめに

High Speed の都市化による流出現象の変化に対して水量制御のため滞水池を暫定的に造ることが多い。しかし、滞水池が暫定的施設であるという極めて一般的になってしまった基本思想が誤解されて、滞水池の有効性の限界についての評価をなおざりにする傾向があるように思われる。そこで本論文で水量制御の側面から滞水池の有効性の限界について検討する。滞水池は、合流式下水道の水質的側面の欠陥から水質制御目的で設置されるものもあるが、ここでは水量制御目的に焦点を絞っている。

2. 滞水池の有効性に関する具体的検討

2-1. 滞水池と流域の特性

- (イ) 滞水池：深淺測量により求められた水位－水面積曲線及び水位－貯水量曲線を図-1, 2に示す。図-3に示す放水塔が設置されており池内水位を調節できる。在来灌漑池を改造した池である。
- (ロ) 流域特性：才25回土木学会年次学術講演会議録集Ⅱ-178の1. 調査区域特性の項参照。紙数の関係で省略する。新しく宅地造成されたいわゆる新市街地で開発後3～4年経過している。(但調査時点で)

2-2. 流出観測

- (イ) 水位：水研62型3ヶ月巻き自記水位計を交流同期電動機を用い紙送り速度60mm/時、フルスケール20cm(縮尺1/1)に改造。フロート全400mm。雨量計と連動。池内水位を常時測定する。
 - (ロ) 雨量：水位計と同じく紙送り速度60mm/時。フルスケールで雨量10mm。水位計と連動。
- 水位計及び雨量計には、一時間毎に同時に記録紙上にタイムチェックポイントが記入できる刻時装置が設置されている。観測資料は、流出解析のために利用した。観測は、昭和43年7月から44年10月末まで行なわれた。資料は、1分間隔に判読し整理した。また流域界設定は、踏査を基本に行った。

2-3. 解析内容

24時間継続の5年、10年、50年の確率降雨(ハイトグラフ)と流出観測によって得られた降雨損失曲線を用いて有効降雨を算出。同時に観測資料から得られた流出常数を基に次の計算を行った。流出解析は、貯留函数法を都市域に適用しえるように修正した方法を用いた。方法自体の詳細内容は、才25回土木学会年次学術講演会議録集Ⅱ-178の2～5節に述べてあるので本論文では省略する。

- (イ) 滞水池への流入ハイドログラフ。確率降雨別に流域が宅地化される前のハイドログラフの予測及び宅地化した後のハイドログラフの計算。
- (ロ) 滞水池内放水塔を次のように操作した場合の池内の水位変動状況の計算。
 - (i) 降雨前に滞水池が空であって、放水塔の下扉・中扉が閉まっている場合。
 - (ii) 降雨前に滞水池が空であって、下扉が開いている場合。
 - (iii) 降雨前に滞水池が放水塔上部放水口まですでに一杯になっている場合。
- (ハ) 上記の操作別の滞水池からの流出ハイドログラフの計算。

2-4. 解析手順

- (イ) 確率降雨型の設定

24時間継続ハイトグラフをタルボット型で求める。計算順序は、5年、10年、50年の確率降雨量を1時間雨量、24時間雨量について計算する。次に調査流域近隣の降雨観測所の観測資料および今回の資料のうち降雨量の多いものから順に10降雨を選び、降雨継続時間に対する降雨開始時刻から降雨ピーク発生時刻までの時間の比率を求める。この比率は、0.49～0.85の範囲にあり、8降雨については、0.69～0.85で残り2降雨は0.49、0.58であった。そこで8降雨の平均値0.77を採用した。以上の計算結果を用いると簡単にハイトグラフが求まる。確率年別のハイトグラフを図-4に示す。

(ロ) 流出解析

詳細内容は、オーストラリア土木学会年次学術講演会講演集Ⅱ-178の2～5節参照。紙数の関係で省略する。

(ハ) 滞水池内の水位変動および滞水池からの流出ハイドログラフの計算。

放水塔の下扉、中扉は、オリフィスとなるため流量係数を滞水池の水位変動量と流量および変動所要時間の関係の実測から求めたうえで放流量を $Q_1 = 0.7A\sqrt{2gh_1}$ (A :オリフィス断面積, h_1 :水位)によって求める。矩形放水口(最上部)は、 $Q_2 = 1.84Bh_2^{3/2}$ (B :巾, h_2 :越流深)によって計算。

2-5. 結果

滞水池への流入ハイドログラフを図5～7, 滞水池放水塔の操作別の滞水池内水位変動状況を図8～10, 操作別の滞水池からの流出ハイドログラフを図11～13に示す。

3. 滞水池の有効性の評価

上記の解析結果から滞水池の有効性について次のことがいえる。

(イ) 滞水池は、流入ハイドログラフのピークを低下させる。ピークを引き下げる割合は、放水塔の操作方法によって大きな差があるが、降雨が大きくなるとその差は小さくなってしまう。

(ロ) 滞水池は、流入ハイドログラフのピークの発生時刻を遅らせる。遅らせる時間の長さは、放水塔の操作方法によって異なるが、降雨が大きくなるとほとんど同じ長さになりかつ短くなる。

(ハ) 操作方法のうち有効性の最も高いものは前出の(ii)で、その次が(i)、最後が(iii)である。(ii)は、排砂のうえでも最も有効である。

(ニ) 滞水池の有効性は、大降雨に対しては極めて低い。この甚短時間の強雨あるいは大降雨であっても降雨ピーク部分のみを対象とする完全排除の考え方では危険が大きい。

(ホ) 滞水池は、一般にその周辺を公園とし、滞水池そのものは池として利用されることもあって(iii)のような操作が非常に難しい。この点は、滞水池の有効性を減じさせている。

(ヘ) 放水塔、放水管の構造。放水塔についてはボイル現象防止、放水塔からの放水管については、動水勾配と地盤高との関係を考える必要がある。

(ト) 滞水池内水位は、放水塔の操作方法によって異なるが、顕著な差は生じていない。

(チ) 滞水池は、流出ハイドログラフを開発前の流入ハイドログラフ(開発前の流出ハイドログラフに一致する。)程度の規模にしている。

4. おわりに

従来から都市排水は、完全地区外排除を基本思想としてきたが、滞水という思想の導入で経済的な側面も含めて計画に多様性・合理性は生ずる。例えば、設計降雨に対して全域にわたって浸水は生じない限度内で動水勾配を地表面近くもってくるようないわゆる管渠内滞水も従来行なわれている(例

板倉式)。滞水池と管渠内貯水とを組み合わせることが可能とすれば、これは計画の合理化につながるものである。しかし前者に対して後者は、計画変数が多くなるため一般に計画自体は複雑となり、安易に取り組んだ場合危険率が高くなるものと思われる。何故なら、例えば計画降雨型の決定、降雨前の保湿度状態、降雨間隔、連続的降雨に対する滞水池内水位の変動状況、など計画変数の定量的把握が必要となってくるが、従来は降雨ピーク近傍のみを対象として解析しているため、このような思想が定着しておらず考慮に入らないことが多いため危険率が高くなってしまおうと思われるのである。このような意味の危険率が高いという点で暫定施設と決めつけることは、本来本末転倒にほかならない。また河川と下水道という本来的には一体の施設であるが行政的に分離した立場の一方に立って暫定的施設と決めつけてしまっても意味がない。都市排水系統に滞水池を組み込むことは決して暫定的方策ではない。滞水池の有効性の限界を降雨という天然現象の特性を充分に把握したうえで認識し計画に反映させねばならない。特に留意すべき事は、長時間継続大降雨に対するほど有効性が低下するという点である。滞水池の設置位置、滞水池を補完する対策も考えられれば災害を招く恐れもある。

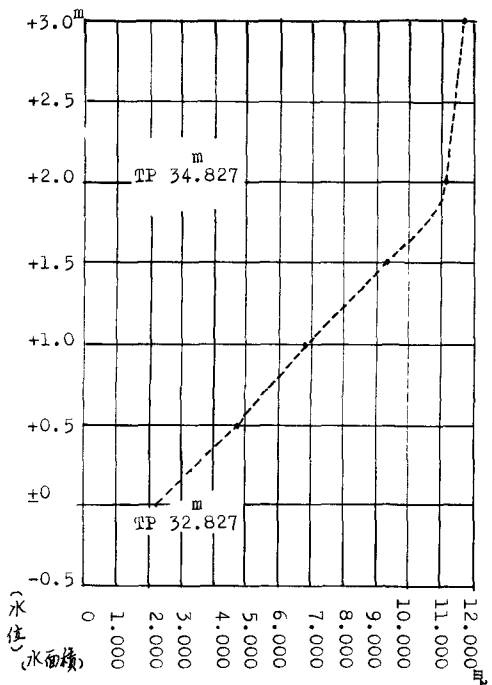


図-1 水位-水面積曲線

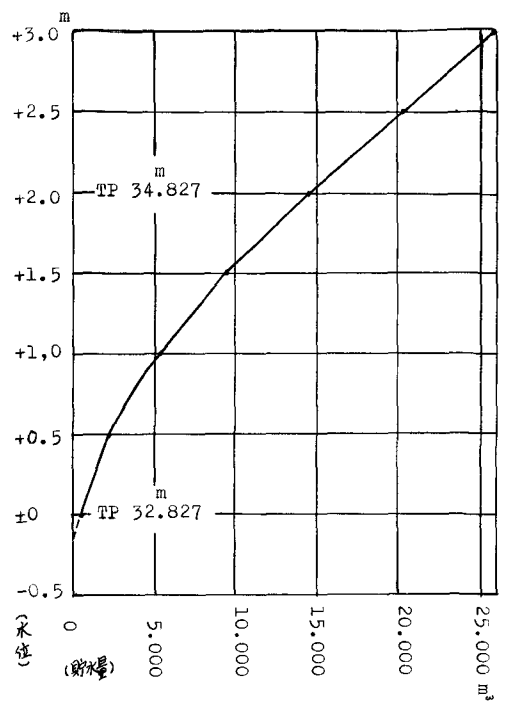


図-2 水位-貯水量曲線

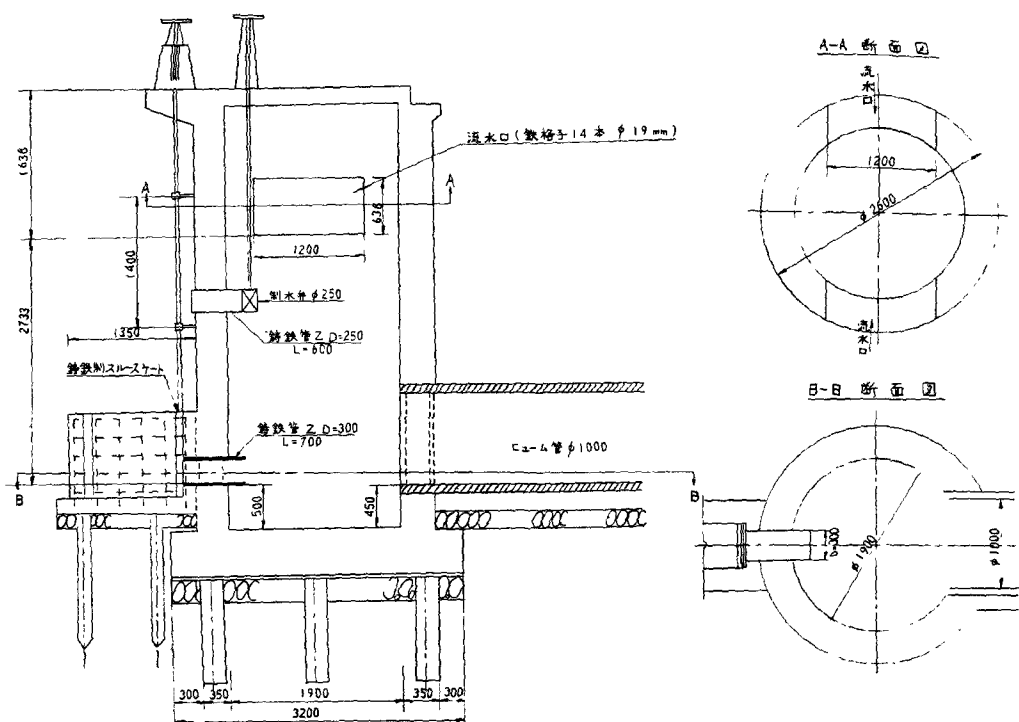


圖-3 放水塔詳細圖

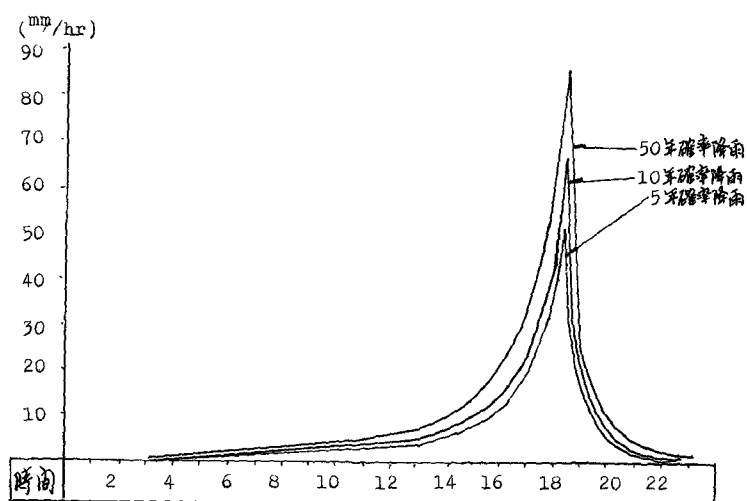


図-4 モデル降雨

図-5 流入ハイドログラフ
(5年確率)

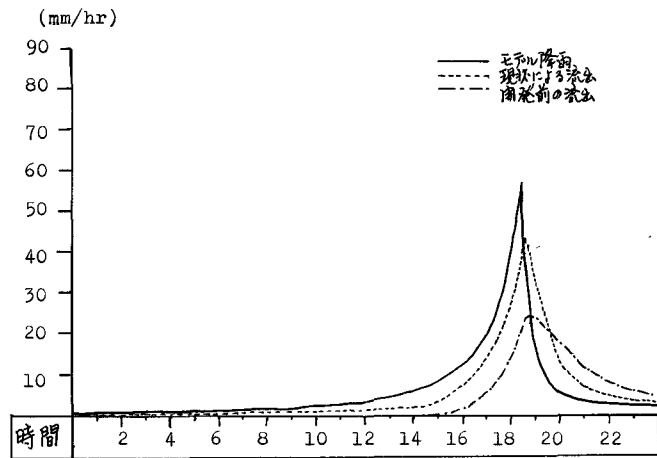


図-6 同上
(10年確率)

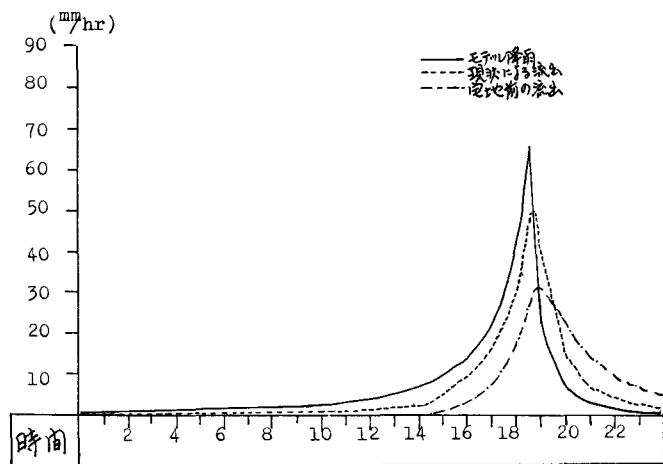


図-7 同上
(50年確率)

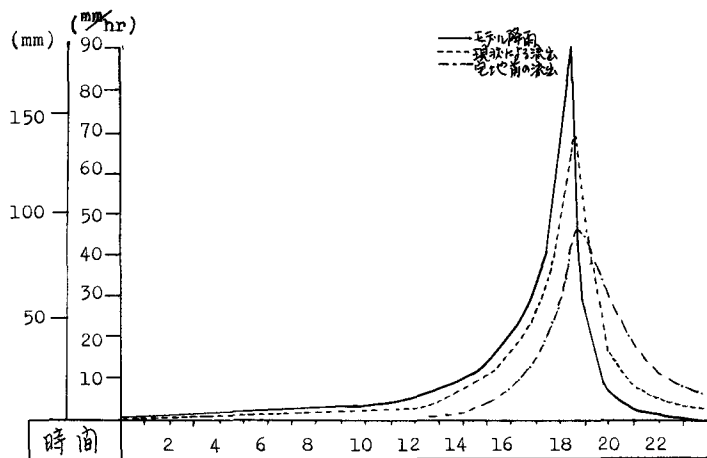


図-8 水位変動状況 (右図)
(5年確率)

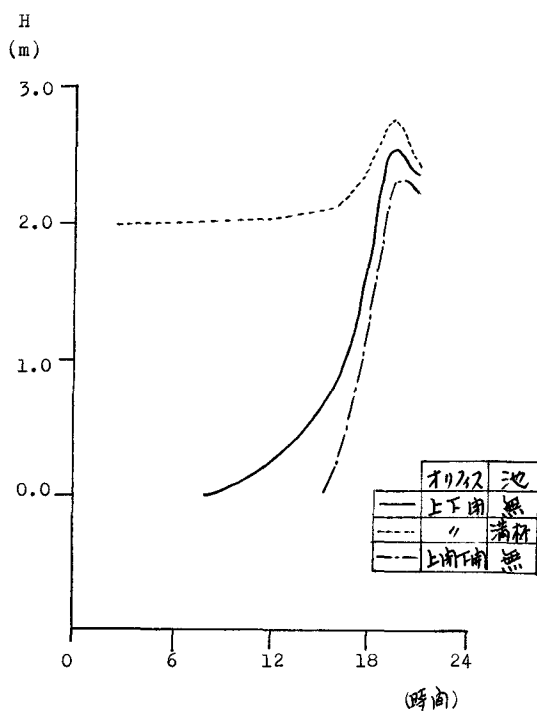


図-9 同上 (下図)
(10年確率)

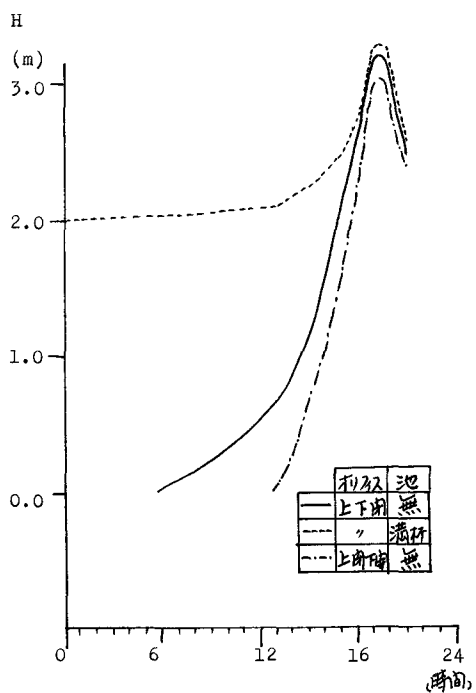


図-10 同上 (右図)
(50年確率)

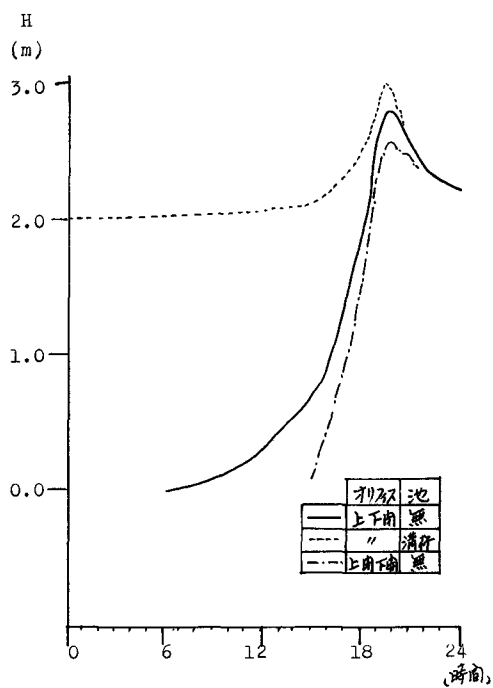


図-11 流出ハイドログラフ
(5年確率)

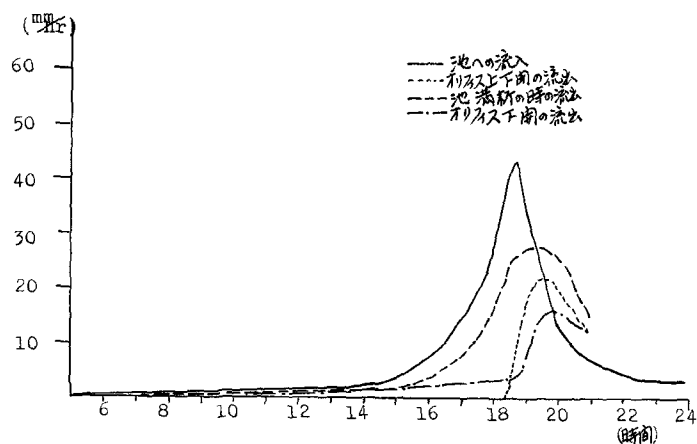


図-12 同上
(10年確率)

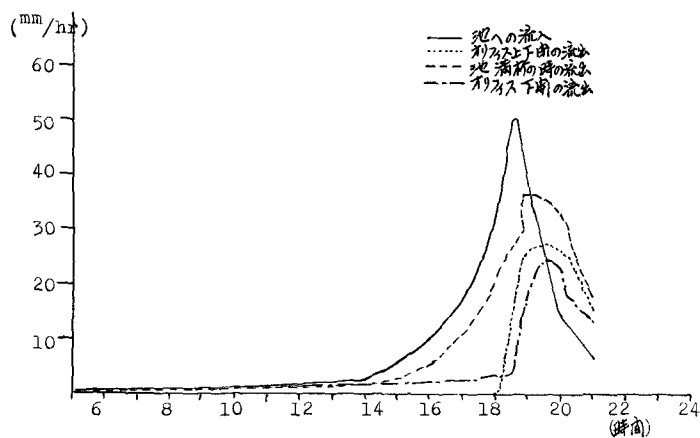


図-13 同上
(50年確率)

