

II - 46

地下放水路設計における管渠貯留効果の取扱いについて

(株) 日水コン 正員 加藤幸一

(株) 日水コン 正員 蔵重俊夫

(株) 日水コン 正員 田中成尚

1 はじめに

大都市においては都市化の進展に伴って内水域の遊水・保水機能が低下、雨水流出量が増大し、そのピークが先鋭化している。このため、下水道整備区域内においても浸水が多発する状況となっている。これに対し、排水機能の集約による浸水対策効果の速効性や用地制約等の理由から、1つの対応策として地下放水路による雨水排除が計画されている。しかし、放流先が河川となり放流規制があるような場合、これを満たすよう放流量が一定値以下となる規模設定を行う必要が生じる。

一方、従来の施設規模決定の際の考え方は、「速やかに洪水を排除する」、「完全に貯留する」のどちらかの立場にたっている。具体的問題として、前者は排水を短時間で行えるものの、その結果として放流量は大きく、河川放流の場合は洪水移動の可能性等があり、後者は放流量を極力小さく抑えられるものの大きな施設規模を必要とし、計画超過洪水に対して脆弱であることなどが挙げられる。

ここで、地下放水路の貯留効果に着目し、ダムの洪水調節機能と同様な効果を地下放水路に期待できれば前記の課題を部分的にせよ克服でき、適切な貯留と流下機能の分担を実現できる可能性がある。このような地下放水路における貯留を考慮した施設規模決定の考え方については、従来あまり議論されていないと考えられる。管渠内の水理現象の解析を目的とするならば、従来提案されている手法により詳細な解析が可能であるが、施設の規模設計を行う立場からは規模を表現する放流量 m^3/s /貯留量 mm 相当等を決定変数として持つ設計手法が実用上有効であると考えられる。

したがって、本稿では施設の水理現象を簡略化し表現した規模決定手法の考え方を提案し、詳細な水理検討を行うことでその妥当性を検証する。

2 貯留効果を考慮した施設規模決定に係わる基本的特性の分析。

(1) 必要貯留量・最大放流量の特性分析

地下放水路は流入量を流下放流すると同時に貯留する施設として捉えられる。この流下貯留の方式は地下放水路においてもダムの考え方をすれば、図-1に示すように、管渠の流下特性に応じた下流端流出量相当を放流する「自然調節方式」と、一定量以上の流下量を管渠内に貯留する「一定量放流方式」を考えることができる。

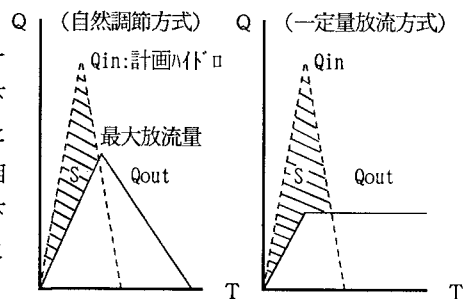


図-1 放流方式概念

図中 Sはそれぞれ両運用方式で必要となる管渠貯

留量（必要貯留量）であり、一定量放流方式でピークカット流量（最大放流量）を小さく設定する事は管渠の必要貯留量を増大することを示している。

次に、表-1に示す規模設定条件の基に、必要貯留量と最大放流量の関係を概算した結果を図-2に示す。必要貯留量は完全溜めきりで最大であり、最大放流量を大きくとれば必要貯留量は減少し、管渠特性（管径・勾配）によって定まる自然調節放流量（疎通能力相当）時に最小となる。図中、曲線上●印の左側領域が一定放流方式である。また、管渠勾配が緩い（管径大）の管渠では大きな貯留効果を期待できる

表-1 施設規模設定条件

設定項目	設定条件
排水区面積	1000ha
計画降雨	60mm/hr相当 後方集中
流出解析	修正RRL 既施設能力以上を分水
流入水量	総流入量約30万 m^3 ピーク流入量約90万 m^3/s
管渠規模	設計流速相当の等流 流下能力確保 全長約8 km

ことを示している。

これらのことは制約となる放流量に対し、放流方式、規模（管径、勾配）を選べば適切な貯留・流下の機能分担が可能であることを示唆している。

（2）運用水位計画の特性分析

一定量放流方式で適切に容量設定されたたれた管渠の貯留状態は図-3で表される。流入水はポンプ等の排水施設まで流下し放流されるが、流下量が最大放流量： Q_{max} に達すると、その後は下流端から水平湛水し貯留量は $Q_{in}=Q_{out}$ 時に最大値をとる。このとき水位は H_{max} に達する。この場合 H_u で Q_{max} となるようポンプ運転水位を設定、すなわち運転計画に制約が加わることになる。

3 設計手法の提案

以上のことから、流入・放流ハイドロの収支より必要 H_{max} 貯留量を得て更に $S_p S_a$ に区分し、それぞれの容量を同時に満足する管渠断面を確保することで貯留効果を見込む放水路の設計が可能となる。この際、放流ハイドロの推定が必要であるが、推定手法としては不定流解析、貯留関数法による近似等が挙げられる。具体の規模設計過程では、管渠規模を仮定し放流ハイドロを推定、得られる必要貯留量と仮定した管渠容量とを比較するという試行錯誤が必要となることから、ある程度の精度が得られれば貯留関数法による近似が規模設計上有利であると考えられる。この場合 K 値が直接管渠規模を決定するパラメーターとなり得る。筆者らはこうした規模決定方法についても分析を行っており一つの方法として設計流速とリンクした手法について成果を得ている。

4 おわりに

地下放水路の基本的な水理特性を分析することで貯留効果を見込んだ地下放水路設計の可能性を確認した。今後の課題として、貯留関数法による規模設計の精度の検証、具体の規模決定過程での問題点の抽出、手法の確立が挙げられる。最後に、本稿作成に際し有意義なコメントと知識を提供頂いた（株）日水コン石田宏氏に謝意を表すものである。

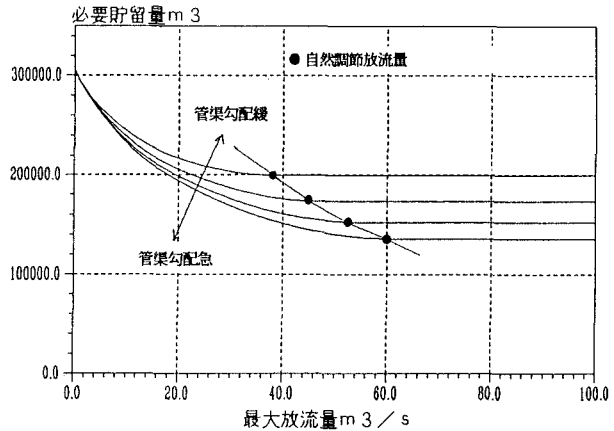


図-2 必要貯留量と最大放流量の関係

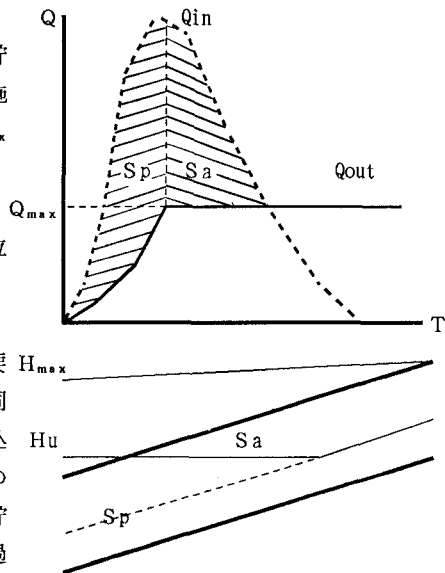


図-3 管渠内の貯留状態