

II-110 雨水量の一検討

東京大学工学部都市工学科 正員 綾 日出教

下水道の雨水流出量の算定には経験公式と合理式が主として用いられてきた。経験公式を使用している公共下水道は多く、合理式との優劣は長く論議されてきた。経験公式の利点として管路断面が小さくてすみ経済的であり、計算が容易であるといわれるが、その反面計算した流量に大巾な余裕をとって設計したり、流出係数を大きくするようになり経済的に必ずしも考へてゐるとは言い難い場合が多くなつてゐる。地表平均勾配が変化したり、流出係数が変わる場合は平均値で計算しても合理式よりもむしろ煩雜であり、理論的な根拠がなく便宜的に採用されたものであるため合理式の採用が盛んになりつゝある。

合理式は設計に用ゐるには簡便であり流出係数や流達時間を変えることも容易である。しかし合理式にも理論的にも実用的にも多くの欠点があり、改良のために多くの変法が提案されている。

合理式の変法の主要なものを次にあげる。

- (1) 降雨時間により流出係数が変わるもの。
- (2) 流達時間をもとめる方法が異なるもの。(くりかえし計算, *time area graph* を用ゐる *tangent method* ともの改良法, 等価粗度係数を用いた特性曲線法による解法等)
- (3) 図解法, 遡滯図
- (4) 管内の貯留を考慮するもの。(滞流式, *Sargison* の方法等)

その他、減少係数を用ゐる図解法等組合せた方式がいくつか発表されている。残念ながらその多くは逆に煩雜となり合理式の簡便さを失ひ実用には適し難くなつてゐる。

設計には合理式の採用により管路設計が容易となるが、ポンプ場や吐き口の設計の場合不都合なことが多し。これ等の場流出のハイドログラフを知ることがしばしば必要となる。合理式の仮定は降雨時間の間だけ一定強度の降雨がありその前後の降雨は全く考慮されず、継続した降雨ではないとするためハイドログラフは直接には算出できない。下水道における流出ハイドログラフの算出は合理式の降雨の仮定をはなれて始めて可能となる。

下水道に流出ハイドログラフを考慮するのは、逶迤や表面貯留等の水文学的方法をとり入れた *Horton* を始めとする米国における一連の研究がその一例であり、ロサンゼルス法、シウゴ法と発展してきてゐる。しかしこれ等の方法も管路の最大流量を求めて断面設計を行うことが主目的であり、ハイドログラフそのものにはあまり重点がかけられてゐない。

下水道における流出ハイドログラフ算定の意義と応用面につれて以下その大略を列記する。

- (1) 管路の設計、遡滯が明確となり計画降雨に対する正確な断面設計が可能となる。
- (2) 異つた降雨について算定し浸水被害等の比較検討を行う。
- (3) 放流方法の決定、河川に吐き口がある場合、河川の洪水のピークが下水道のピークより遅いと仮定しその時の堤内での浸水は少ないとして逆止水門等を設けたりするがその適否の判断が容易である。
- (4) ポンプ場の設計、河川の洪水の計画確率と下水道との確率が異なるためとピークがずれるのでポン

プの揚程をどこにとるかは多くの設計者の苦慮するところである。さらに管路内の貯留およびポンプ場内での貯留によるポンプ揚水能力の削減ができるといわれるが在来の合理式では完全な計算はできていない。ポンプ運転を台数制御で行う時も流出ハイドログラフの予想がつけば都合がよい。

(5) 雨水滞水池の設計に必要。

(6) 合流式における雨水吐き室等から放流する際の希釈倍率の決定が容易となり、雨天時の汚染の解析に役立つ。

(7) 新しく開発された市街地、住宅地あるいは農地からの雨水流出量は増加するといわれるが、既存排水河川の改修には排水区域内の下水道の設計値以外に河川の計画降雨確率年数と同じ確率での下水道雨水流出量を知る必要がある。特に放流河川の計画が水文学的な方法である時にはハイドログラフが必要である。

流出ハイドログラフの研究が少なかつた理由は、流出量観測値の少ないこと、工事費の大部分は管路布設費であり設計にはピーク流量さえわかればよいこと、流域面積が小さく浸水しても被害が小さい、土盛りがあるので安全率が大きい等で在来の方法で十分であったことによる。さらに技線は実に細かくそれぞれの流域の変化が大きく複雑であり、全体が人工工作物で管路の断面勾配が自由に変わるとし、その流出に与える影響が大きいので河川のようにマクロな計算がやりにくい。現在の排水不良を改善するために建設を急いで排水に支障がなければ満足せざるを得ない我国の下水道の現況では研究が行きとどかなかつたと考えられる。在来の設計法が適正なものであつたかどうかの判定にも信頼性の高い流出量算定法が必要であらう。

流出ハイドログラフを得る代表的な方法は米国のシカゴ法である。本法はすでに広く知られているが、その欠点に大きな仮定がいくつかあること、管路内の追跡を行っていないこと、複雑なため計算が容易ではないこと等がある。しかし現在では最も進んだ方法の一つであらう。

英国の方法で RRL 法 (Road Research Laboratory Method 1962) があるがシカゴ法と異り任意の降雨による流出を容易に計算できる利点がある。time area graph により有効降雨を重ね合せ、管路の貯留を考慮するもので適合性もよく報告されている。これには time area graph の採用、流出係数を用いること、貯留の仮定等理論的な欠点があるが簡単なチェックを行うには良い方式であらう。

その他、ユニットハイドログラフの試み、洪水追跡等河川工学における方法と同様の手法が提案されている。

結論

下水道の雨水流出量の算定には管路の設計には合理式が簡便であり今後と強んに使用されると思われるが、場合によっては流出ハイドログラフが必要になることがあり現行の設計法の盲点となつてゐることを明らかにした。