

VII-16

雨水調整池の設置位置による効果の相違

北海道大学大学院 学生会員 鈴木憲明

北海道大学工学部 正会員 高桑哲男

北海道大学工学部 正会員 船水尚行

1. はじめに

雨水管網の役割は、降雨を速やかに排除し、浸水を未然に防ぐことである。しかし、道路舗装等による浸透面減少に伴って降雨が雨水管に入る量自体が増加し、また、その流入時間も短くなっていることから都市型浸水がしばしば見られるようになってきている。このような能力不足となった管網を増強する際に雨水調整池が使用されることがある。雨水調整池を計画する際には、その容量と設置場所による影響が大きな問題となる。本研究ではその設置場所による効果の違いについて検討していく。また、あわせて単数の大きな施設を設置した場合と、複数の小さな施設を設置した場合との比較についても行う。

2. 浸水発生のパターンと本研究における注目点

浸水が発生する原因にはいくつか考えられるが、今回は非常に大まかに以下の2つの点から見ていくことにする。

2.1. 設計面から見た原因

設計という面から見た浸水発生の原因は、主に以下の2種類が考えられる。

もし、ある設計法に基づいて設計を行った結果、想定した設計条件に対して十分な能力を持ちあわせない管網が設計されたとしたら、これは設計法そのものに問題があることになる。本研究では、現在我が国で主に用いられている合理式法がそれほど問題のない設計法であるとみなし、この問題については議論しないこととする。

仮に設計法そのものが適切であったとしても、想定した設計条件と現実との間にずれが生じ、雨水管網に想定したよりも大きな負担がかかることがある。この場合、まず適切な設計条件を想定することが重要である。しかし、我が国では既に雨水管網の敷設が行われてしまっている地域が多く、管網の能力の増強を考える必要も出てくる。

2.2. 現象面から見た原因

現象面から見た浸水発生の原因には大きく以下の2種類が考えられる。

一つは、放流水域の管理を十分に行うことができず、降雨にともなって放流先水位が上昇してしまう場合である。この場合、上流側より流下してきた雨水を速やかに系外に排除することができず、下流域で浸水が発生し易くなる。当然、解決策としては放流水域の管理を十分に行うことがあげられる。

もう一つは、過多の流量によって大きな摩擦損失が生じ、結果として管路内の動水勾配が管路勾配を上回ってしまう場合である。この場合にはむしろ中流域から上流域にかけて浸水が発生しやすくなる。この問題は管路における流量を削減することで解決することができる。本研究においては、流量削減の方法として雨水調整池をあげ、その設置場所による流量削減効果の相違について述べていく。

The effect of the location of detention basin
by Noriaki Suzuki, Tetsuo Takakuwa, Naoyuki Funamizu

3. 研究方法

3.1. 対象とした雨水管網と降雨

使用した降雨強度式は式(1)のようなものである。また、対象とした雨水管網は図1のようなものであり、その諸元は表1のとおりである。

$$I = \frac{3200}{t + 20} \quad \dots \text{式(1)}$$

表1 対象とした雨水管網の諸元

マンホール	面積：4(m ²) (幹線管路設置分) 2(m ²) (枝管末端設置分)
幹線管路	管路長：200(m) 管路勾配：0.001(-) 土被り：2.50(m)
枝管	管路長：150(m) 管路直径：0.3(m) 管路勾配：0.001(-) ※幹線管路50(m)おきに設置したとして代表枝管を用いて計算 ¹⁾
単位排水区	面積：4.00(ha) 流出係数：0.5

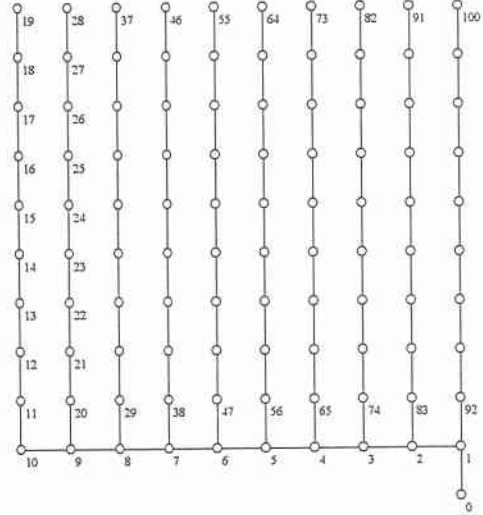


図1 対象とした雨水管網の管網図

3.2. 解析条件の設定

本研究では設計法そのものに関する検討には主眼を置いておらず、設計段階においては予測し得なかったような悪条件に対して雨水管網の能力を増強する場合を想定している。今回はこのような条件として、何らかの理由によって管路直径が管路20~28において2割ほど不足するようになったという状態を想定している。また、図2で示されるような放流水面上昇を設定している。

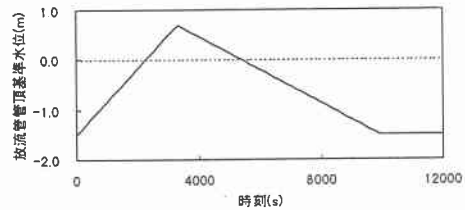


図2 放流水面の変動

3.3. 雨水調整池の設置場所と引抜き管設置高さ

今回は節点20~28を対象とし、雨水調整池の設置場所は表2のような3種類を設定しており、総容量は全ての場合で2400(m³)となっている。

また、雨水調整池を設置する際、幹線管路からの引抜きを行うが、この引抜き管の設置高さが雨水調整池への流入流量に影響する可能性がある。今回は、この引抜き管設置高さを、引抜き管管底と幹線管路管底との高さの差で与え(図3)、この影響についても若干の考察を行っている。

表2 雨水調整池の容量(単位:m³)

設置場所	23の容量	27の容量	総容量
23	2400	0	2400
27	0	2400	2400
23+27	1500	900	2400

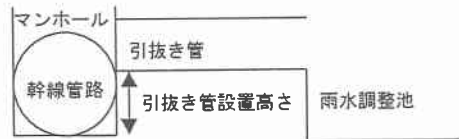


図3 引抜き管設置高さ

※非定常解析には連続の式と運動方程式を基礎式とした計算プログラムを用いている²⁾

4. 解析結果

4.1. 1個所から引き抜いた場合

4.1.1. 下流側(23)より引き抜いた場合

図 4 のように、引き抜き個所であるマンホール 23 よりも下流側管路には流量削減による動水勾配の減少の効果が及び、ピーク水位が低下している。しかし、マンホール 23 よりも上流側管路においては動水勾配が減少せず、そのピーク水位低下は下流側のピーク水位が低下したことに伴うものに限られる。これは、マンホール 23 で引き抜いた場合にはその流量削減がそれよりも上流側(24~28)には有効ではないためである。

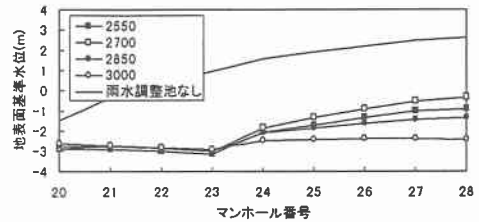


図 4 23 より引き抜いた場合のピーク時刻付近の水位

4.1.2. 上流側(27)より引き抜いた場合

図 5 のように、4.1.1 で示した場合と比べて雨水調整池設置によるピーク水位低下の効果は広範囲に渡っている。これは、マンホール 27 において削減された流量がこれよりも下流側の管路(20~26)においても有効であるためである。しかし、下流側管路がより大きな流量削減を必要としているにもかかわらず、上流側マンホールである 27 からは十分な引き抜きが行われなかったためである。理由としては以下のようなものがあげられる。

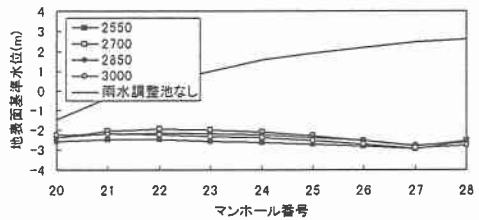


図 5 27 より引き抜いた場合のピーク時刻付近の水位

- 引き抜きが十分に行われるためには引き抜きマンホール（この場合は 27）の水位が十分に上がり、引き抜き管に十分な流量が流れ込むことが必要であるが、この場合はマンホール 27 の水位が低く、管路 20~22 あたりに対しては十分な引き抜き量となっていない。
- 引き抜きを行うことができるのは原則として引き抜き個所よりも上流側からの流入量であるが、この場合は下流側において必要とされる引き抜き量がこれを上回っているため、十分な引き抜きとなっていない。

4.2. 2個所(23,27)より引き抜いた場合

図 6 のように、4.1.1, 4.1.2 いずれの場合よりもピーク水位は低下する。これは、マンホール 27 における引き抜き量が管路 20~27 の流量削減として有効であり、マンホール 23 における引き抜き量が管路 20~23 の流量削減として有効であることの結果である。管路 24~27 まではマンホール 27 からの引き抜き量で十分であり、より大きな流量削減を必要とする管路 20~23 においてはマンホール 23 からの引き抜き量で補っている。

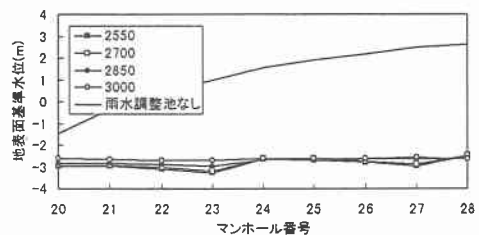


図 6 23 と 27 から引き抜いた場合のピーク時刻付近の水位

4.3. 雨水調整池への引き抜き量と効果の重ねあわせ

図 7は下流側 (23) のみあるいは上流側 (27) のみから引き抜いた場合の雨水調整池の水位を表している。下流側から引き抜いたほうがより多くの流量を引き抜くことができ、雨水調整池の容量を生かすことが出来るようにみえる。しかし、前節の図 4と図 5より、27 から引き抜いた方が全体としてピーク水位は下がっており、どれだけ引き抜くかということよりもむしろどこから引き抜くかということの方が重要であることがわかる。

図 8はマンホール 23 と 27 の両方から引き抜いた場合の各々の雨水調整池の水位を表している。いずれの雨水調整池の容量も生かききっており、そのうち上流側であるマンホール 27 からある程度の引き抜きが行われている。この結果として前節の図 6で示したピーク水位の低下が起こる。

図 9は各々の場合のピーク流量を示している。これより流量削減効果が引抜き点よりも下流で有効であることが分かる。また、○で示したマンホール 27 のみから引抜いた場合は、引抜き点における流量が 0 となってしまう、これ以上引き抜くことが出来なくなっている。×で示したマンホール 23 と 27 の両方から引き抜いた場合は、前者 2つの良いところを併せ持つことが出来る。

図 10は引抜き管設置高さによる違いを表している。今回はマンホール 27 から引き抜きを行い、かつ雨水調整池容量が 900(m³)と不足気味である場合を例として取り上げた。引抜き管設置高さは雨水調整池への流入のタイミングを決定するものであり、重要な要素であることが分かる。

5. まとめ

- ある容量の雨水調整池を 1つ設置するのであれば、下流側よりも上流側に設置したほうが良い。これは、ある点における流量削減はその下流側に対しては有効であり、上流側に対しては無効であるためである。しかし、上流側に設置した場合、その容量を生かすきれない場合がある。
- 1個所からの引抜きよりも数箇所からの引抜きのほうが有効な場合がある。
- 引抜き管設置高さは重要な要素であり、よく検討されなければならない。

<参考文献>

- 1) 鈴木憲明・高桑哲男・船水尚行：雨水管網における枝管流れの表現法に関する研究
土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集 第 7 部
- 2) 高桑哲男・船水尚行：雨水管網の非定常計算プログラム
下水道協会誌論文集, Vol.31 No.375 pp14~31

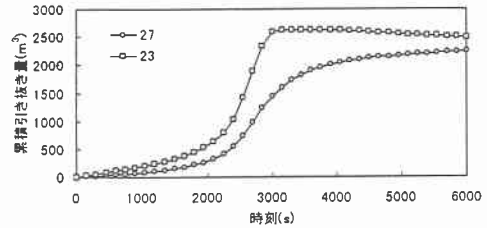


図 7 23 あるいは 27 から引き抜いた場合の雨水調整池水位

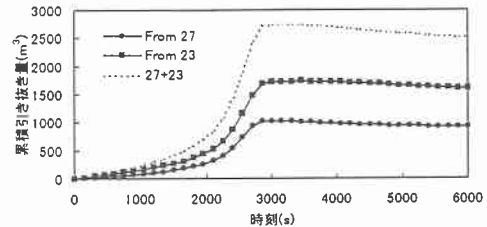


図 8 23 と 27 両方から引き抜いた場合の雨水調整池水位

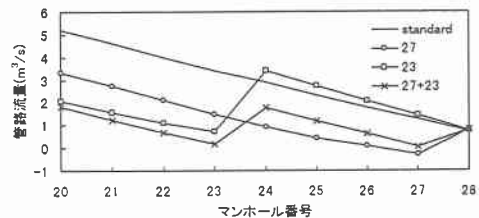


図 9 各場合のピーク流量と効果の重ね合わせ

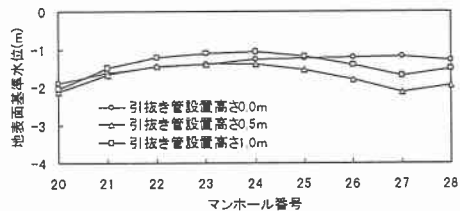


図 10 引抜き管設置高さによるピーク水位の相違