

Q2 管網計算の仕組み について教えてください

Answer

1. はじめに

管網計算とは、給水所などの供給点から各節点(需要点)の水需要を満足するように水が流れた場合の流量と水圧を水力計算で予測する手法です。流量と水圧を求める方法としては、流量計や水圧計を設置して実測するという方法が最も確実ですが、計測器の設置には制約があることに加え、計画段階の管網については予測する手法が求められます。

また、樹枝状管路(図1左)の場合は、対象管路内にループがないため、管路流量の想定が容易ですが、管網管路(同右)は、対象管路内にループがあるため、流量の予測が難しくなります。配水管は、圧力の均衡化、事故及び更新時のバックアップ等の観点から、管網管路の整備が進められているため、管網計算を用いた予測は不可欠といえます。

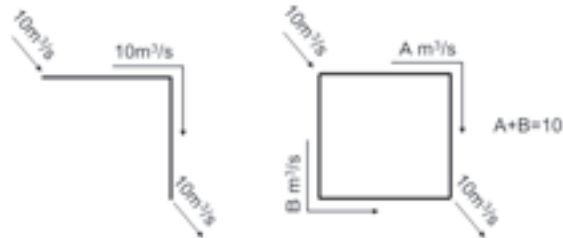


図1 樹枝状管路と管網管路

2. 管網計算の主な手法

管網計算の主な手法には、ハーディクロス法と節点エネルギー法があります(表1)。コンピュータの普及から、現在では節点エネルギー法が主流といえます。

表1 管網計算手法の特徴

	ハーディクロス法	節点エネルギー法
手法	非線形方程式を繰り返し計算して近似 流量を未知数	水頭を未知数
特徴	○閉管路で部分計算可能 (手計算に有利) △閉管路の情報が必要 (樹枝状管路に不利)	△部分計算は困難 (手計算に不利) ○閉管路の情報が必要 (樹枝状管路に有利)

(1) ハーディクロス法

ハーディクロス法は、閉管路において流入流出が満足するよう各管路に流量を仮定し、各節点に

おける閉合誤差から求めた補正流量が十分に小さくなるまで近似する方法です。

(2) 節点エネルギー法(節点水頭法)

節点エネルギー法は、各節点の水頭を未知数として、各節点における流量収支を満たすように水頭を補正していく方法です。計算概要は以下のとおりです(図2)。

①各節点の水頭 h を仮定します。

②各管路の流量は $Q_{jk} = a(h_j - h_k)^m$

③各節点の流入流出量は釣り合うことから

$$\text{節点1} : q_1 - a(h_2 - h_1)^m - a(h_3 - h_1)^m = 0$$

$$\text{節点2} : -q_2 + a(h_2 - h_1)^m - a(h_4 - h_2)^m = 0$$

$$\text{節点3} : -q_3 + a(h_3 - h_1)^m - a(h_4 - h_3)^m = 0$$

$$\text{節点4} : -q_4 + a(h_4 - h_2)^m + a(h_4 - h_3)^m = 0$$

④Newton法近似を用いて Δh を求めます。当初の仮定水頭 h に Δh を加え補正量が十分小さくなるまで、②～④の計算を繰り返します。



図2 節点エネルギー法

3. 節点エネルギー法例

管網計算は、主に以下の場合に利用されています。

- ・配水管新設、更新における計画の作成
- ・既設管断水による周辺影響の試算
- ・系統変更による補給量、水圧の試算

4. 管網計算実施上の留意点

管網計算は、様々な仮定に基づく近似であるため、信頼性の高い解析をするためには、以下の点に留意する必要があります。

- ・管網情報は正確にモデル化されているか
- ・入手可能な実測データと比較して乖離がないか

5. 管網解析プログラムについて

東京都水道局では、平成24年度に管網解析プログラムTKYnet2013を開発しました。TKYnet2013の特徴は、以下のとおりです。

- ・節点エネルギー法を用いている
- ・計算結果のビジュアル表示が可能
- ・以下のとおり東京都水道局のデータを用いている
管網情報：マッピングシステム

水需要量：徴収事務オンラインシステムから抽出した町別配水量

(出典:水道技術ジャーナル 2017年7月)