紙パルプ液の輸送配管における圧力損失計算ソフト*

株式会社キッツ 営業技術部 齋 藤 茂

Introduction of Calculation Soft for Pressure Dropping in the Transportation Piping of Liquid Pulp

Sigeru Saito

Engineering Dept, KITZ Corporation

Generally speaking, the pressure dropping degree of pulp liquid depends upon the nominal size of piping and concentration, speed and freeness of the liquid.

On the equipment designing, the calculation of pressure dropping is one of the most important things in selections of pump and nominal size of piping and control valves, however, as indicated in the Figure 1, it seems very difficult to calculate manually in each case.

Upon the requests from our customers and under the above situation, we have developed the unique calculation soft with our own invention, in order to realize an easy calculation by the personal computer.

It has already been introduced for some particular customers, but we, hereby, would like to make it open for all customers. We are very pleased, if this soft could be useful for you.

分類：J, 移送, L, 紙料処理・調成一般

1. はじめに

パルプ液は濃度、流速、フリーネスおよび配管の口径などによって圧力損失が異なると言われている。

図1はパルプ液（Lパルプ）の濃度と流速および配管口径と配管の圧力損失係数との関係を参考までに表したものである。装置設計において、配管の口径選定、ポンプの選定および調節弁の口径選定では配管の圧力損失を求めることは欠かせないことの一つだが、図1で示したようにその都度マニュアルにて計算することは、容易なことではないと考えられる。

このような背景から、各ユーザーの皆様からのニ

ズなどもあり、圧力損失の計算を容易にできる工夫を模索し、コンピュータにて計算できるように、ソフトを開発したので、紹介するが、一部のユーザーの方々には既に紹介済である。このソフトが少しでも皆様のお役に立てば幸いと思う。

2. ソフトの概要

配管には抵抗係数の異なるバルブ、エルボ、レギュレーサ、ストレーナなど流が接続されており、且つサイズも異なったものも取付けられている。

ここで紹介するソフトは、このような配管条件においても容易に計算できるようにプログラミングされている。また、調節弁が接続されている場合は、その調節弁のコントロール差圧も算出できるようにし、ポン

*平成13年度年次大会講演（講演 No. A 10）

図 1 パルプ液 (L パルプ) の濃度と流速および配管口径と配管の圧力損失係数との関係

図 2 配管図

ブの流量特性を入力すれば、コントロール弁、配管などを含んだ実行特性も容易にシミュレーションすることができる。以下に、このソフトで計算できる内容について説明致す。

3. 圧力損失計算について

例えば図 2 において、下記仕様の配管の圧力損失と調節弁の差圧を求める場合を想定し、マニュアル計算と自動計算の違いについて説明する。

3.1 配管仕様

1) 流体仕様

流量：100 m³/h および 40 m³/h

流体名：パルプ液 (3%)

ポンプ吐出圧：700 kPa (G) から 300 kPa (G)

2) 調節弁一次側仕様

配管仕様：サイズ 80 A, 長さ 30 m

サイズ 100 A, 長さ 100 m

手動弁：チャッキ弁 80 A 2 個, ボール弁 100 A 3 個

エルボ：溶接形ロング 100 A 5 個

レギュラ：80 A × 100 A 2 組

3) 調節弁 2 次側仕様

配管仕様：サイズ 100 A, 長さ 50 m

サイズ 125 A, 長さ 130 m

手動弁：ゲート弁 100 A 5 個, ボール弁 125 A 3 個

エルボ：溶接形ロング 125 A 8 個

レギュラ：100 A × 125 A 3 組

3.2 計算項目

①各配管サイズ毎の内径における各流量の流体の平均流速。

②各配管サイズ毎のパルプ液濃度における各流量の

100 m あたりの損失水頭。

- ③各配管の長さに対する圧力損失。
- ④各バルブおよび各サイズ毎の各流量に対する圧力損失。
- ⑤各エルボのサイズ毎および各流量の圧力損失。
- ⑥各レジューサのサイズ毎および各流量の圧力損失。
- ⑦調節弁の1次側と2次側毎の圧力損失。
- ⑧コントロールする各流量のポンプの吐出圧力。
- ⑨以上を全て計算した上で、最後に調節弁で消費させる差圧(余剰エネルギー)の計算。

3.3 マニュアル計算

- ①マニュアル計算を行うためには配管, エルボ, レジューサなどのスケジュールによって異なる管の内径, バルブデータ (Cv 値または相当管長), バルブ液の濃度毎の損失データなどを事前に用意しておく。
- ②計算に必要な計算式および計算方法を確認する。
- ③計算を行うためにはその計算方法を熟知していなければならないため, それなりのスキルが必要。
- ④前述の計算項目を全て計算する。
- ⑤計算仕様に一部変更が生じた場合, 変更内容によっては再度初めから計算をし直さなければならない。
- ⑥計算結果を確認するためには, 最低でも2回程度は同じ計算を繰り返す必要がある。このように, マニュアルにて計算する場合は多くの手間と時間が掛かりまた, 計算仕様の一部変更が生じた場合, 変更内容によっては再度初めから計算をし直さなければならない。

3.4 ソフトによる自動計算

- ①計算を行うための配管やそれに取付けられる種々のデータを事前に用意する必要がない。(必要なデータは予めデータファイルを用意してある。)
- ②計算に必要な計算式および計算方法は予めプログラミングされている。
- ③計算を実行するためのスキルは不要である。
- ④前述の計算項目は全てコンピュータが実行する。
- ⑤計算するデータは流量, 温度ポンプデータ, 配管の長さ以外は殆んど表示されたりリストからマウスでクリックして選択する方法ですので, データの入力ミスも少なくて済み, データの入力時間を大幅に短縮できる。
- ⑥一度使用した配管などの入力データは自動的に登録されますので, プログラム終了後, 新たに計算データの変更が生じて, 変更が容易にでき瞬時に再計算を実行することが可能である。

4. データの入力画面

4.1 計算データの入力画面

図3に計算データの入力画面を示す。

4.2 バルブデータの入力画面

図4にバルブデータの入力画面を示す。

4.3 レジューサデータの入力画面

図5にレジューサデータの入力画面を示す。

4.4 エルボデータの入力画面

図6にエルボデータの入力画面を示す。

4.5 配管データの入力画面

図7に配管データの入力画面を示す。

4.6 計算結果の表示画面

図8に計算結果の表示画面を示す。

図3 計算データの入力画面

図4 バルブデータの入力画面

図5 レジューサデータの入力画面

図6 エルボデータの入力画面

図 7 配管データの入力画面

図 8 計算結果の表示画面

5. コントロールバルブの実行特性

図2のコントロールバルブの実行特性は、バルブの固有特性、ポンプの流量特性および配管系の総抵抗によって変化する。

例えばバルブの固有特性およびポンプの流量特性を図9のようなものとすればその実行特性はある条件下においては図10のように変化する。

仮にマニュアルによって計算すると、前述で示した計算を少なくとも弁開度 5 % 毎に行わなくてはならないので、およそ 20 回程度は計算を繰り返す必要がある。このような計算においては、多大な時間をかけても満足な答えが得られない場合もあり徒勞に終わることも覚悟しなければならない。

例えばコンピュータを使用したとき、流体が水の場合 1 回の計算時間が約 5 秒以下、バルブ液の場合でも 20 秒以下程度で計算可能である（但し、コンピュータのプロセッサ 300 MHz 程度以上として）。従って、短時間にていろいろな弁開および弁口径に対してシミュレーションを行うことが可能なる。

6. その他の下記の計算ソフトおよびデータ

- ① 弁の容量計算 (Cv 値) および調節弁の口径サイジング

図 9 バルブの固有特性とポンプの流量特性

図 10 実行特性

- ② ウォータハンマの昇圧および衝撃力の計算
- ③ JIS Z 8762 に準拠したオリフィス計算（流量計算、オリフィス孔径計算、差圧計算など）
- ④ 単位換算ソフト（バルブ関連で使用される単位：13 種類の単位換算）
- ⑤ 化学薬品とバルブ材料の耐食データ
- ⑥ バルブの規格毎の肉厚データ
- ⑦ バルブの圧力・温度レーティングデータおよびその補間計算ソフト
- ⑧ バルブの規格毎による弁座の許容漏れ量データとその計算ソフト
- ⑨ 自由落下による、タンクからの流出流量およびその時間の計算など