

E104

管路網内における流れモニタリングのためのダイナミックシミュレーション

(東工大院理工) ○ (学) 万尾 潤・(正) 松本 秀行*・(正) 黒田 千秋

1. 緒言

プラントオペレーションにおいて管路の閉塞等の現象に対して管路内流れの時間的変化を予測するシステムが求められている。本研究では管路網流れモニタリングにおいて圧力センサー情報が有用と考え、圧力現象モデルに基づくモジュールの作成・組合せによるシミュレーションシステムの構築および、その有効性を検討した。

2. モジュールによる圧力変化の表現

プロセスシミュレーター(Visual Modeler Custom Mode)上に圧力エネルギー収支のモデルに基づく様々なモジュールを作成し、組合せる事でマイクロリアクターや管路網を表現するシステムを構築した。作成したモジュールを大別すると(1)管路内の圧力損失を表現するモジュール(2)管路のジオメトリーによるエネルギー損失を表現するモジュール(3)運動エネルギーの変化による圧力変動を表現するモジュール(4)その他補助的なモジュールに分けることができる。Fig.1に円管内乱流状態での合流部とエルボーにおけるエネルギー損失のモジュールの一例を示す。本研究では合流・エルボーによるエネルギー損失は $\Delta P = \zeta \rho v^2/2$ とし ζ は形状や流量比に関する係数である。管径と流量を r, Q とした場合 Fig.1(a)~(c)の ζ は下記のようになる^[1]。

(a) $\zeta = 0.33 - 0.658 \times (Q_1 Q_2 / Q_3^2)$

(b) $m = (r_1 / r_2)$

$$\zeta = [0.45/m + (1.35 + 0.021m + 0.0052m^2) \times Q_2/Q_3 - (1.03 - 0.145m + 0.0102m^2) \times (Q_2/Q_3)^2] \times Q_1/Q_3 + [(-1 - 0.08/m) + (2.89 + 0.73m - 0.13m) \times (Q_2/Q_3) - (0.95 + 1.66m - 1.13m) \times (Q_2/Q_3)^2] \times Q_2/Q_3$$

(c) $\zeta = 1.129$

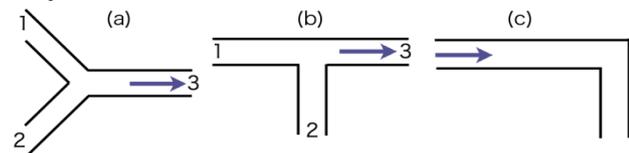


Fig.1 合流・エルボーにおけるエネルギー損失

3. 流量分布のシミュレーション

プロセスシミュレーター上において2で作成したモジュールを組合せるだけでは精緻な流量分布のシミュレーションを行うのは難しい。そこで Fig.2 に示すように最適化ソフトウェア(modeFRONTIER 4.1.1)上に上記モデルと同じモジュールを用い計算を行うことにより、合流部における2管の圧力の一致や目標出口圧力等のユーザーによる制約条件等を満たす流量分布、圧力状態を求める事が可能となった。物性の変化があ

る場合はこの流量分布を Visual Modeler Standard mode に反映させることにより求めることができる。さらにこの物性を Custom mode や modeFRONTIER に反映させることで、より精緻なシミュレーションが可能となる。また、このようにデータを取り扱うことで管路網における反応や熱、物質移動を考慮したシミュレーションを行う場合、Standard mode 内の物性データベースを有効に利用できる。

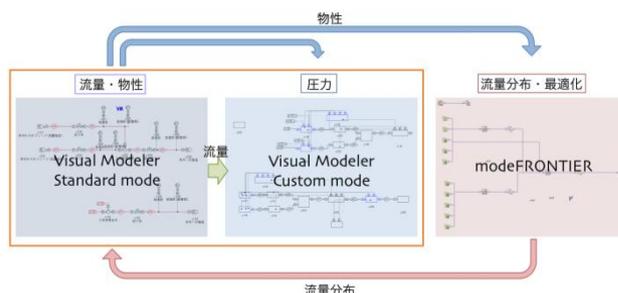


Fig.2 シミュレーター間のデータの移動

Fig.3 に4 流路からなる管路網のモジュール化例を示す。この管路網の入口流量を Fig.4 のように増加させたシミュレーションを行った場合の管路④出口における圧力変化をモニタリングした。管路④出口における圧力の減少が見られシステムの健全性が確かめられた。

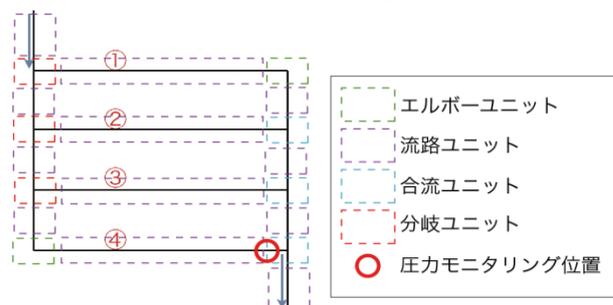


Fig.3 管路網のモジュール化

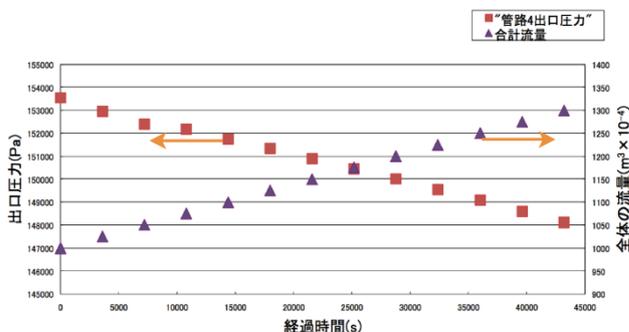


Fig.4 入口流量変化に伴う出口圧力変化

[1] H. Ito and K. Imai, Proc. Civ. Eng., J. Hyd. Div., 99-HY9 p.1353-1368(Sep.1973)

* Tel&Fax:03-5734-2140

e-mail: hmatsumo@chemeng.titech.ac.jp