

simpleFoamによる拡大管内流 の損失係数解析

TM

第26回 *OpenCAE* 初心者勉強会 (岐阜)

はじめに

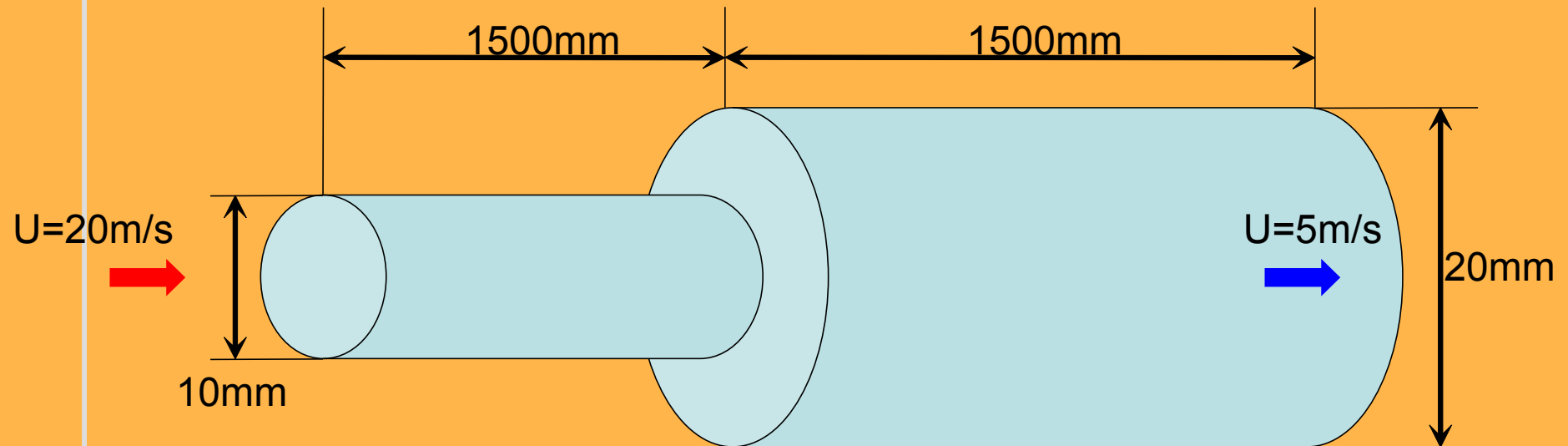
管径が拡大する場合の圧力損失は以下の式で定義。
理論計算で簡単な損失係数(Borda-Carnotの式)が求められており、実験値にもほぼ一致することが確認されている。

⇒SimpleFoamを使って拡大管流れを解析して、損失係数を求め理論値と比較する。

$$\frac{\Delta p}{\rho} = \zeta \frac{U^2}{2}$$
$$\zeta = (1 - m)^2$$

mは面積比(=基準管断面積/拡大管断面積)

計算モデル



- 軸対称2次元流れ ($\theta = 2^\circ$)
- 非圧縮ニュートン流体
- 動粘性係数 $\nu = 1.0 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$
- **$Re = 40000$, $m = 1/4 = 0.25$**
- 乱流モデルは $k-\epsilon$ 標準モデル (**kEpsilon**) を使用
- メッシュは **2mm** メッシュ (セル数 **11,250**)
- 平均速度 U を与えて p を求める。

BlockMesh

```
17 convertToMeters 1;
18
19 //- half angle of wedge in degrees [deg]
20 hA 1;
21
22 //- Radius of pipe [m]
23 r1 0.010;
24 r2 0.020;
25
26 //- Length of pipe [m]
27 l1 1.50;
28 l2 3.00;
29
30
31
32
33 radhA          #calc "degToRad($hA)";
34 yp1           #calc "$r1*sin($radhA)";
35 yn1           #calc "-1.0*$yp1";
36 yp2           #calc "$r2*sin($radhA)";
37 yn2           #calc "-1.0*$yp2";
38 z1            #calc "$r1*cos($radhA)";
39 z2            #calc "$r2*cos($radhA)";
40
41 vertices
42 (
43   (0.0 0.0 0.0) //0
44   ($l1 0.0 0.0) //1
45   (0.0 $yn1 $z1) //2
46   ($l1 $yn1 $z1) //3
47   ($l1 $yp1 $z1) //4
48   (0.0 $yp1 $z1) //5
49   ($l2 0.0 0.0) //6
50   ($l2 $yn1 $z1) //7
51   ($l2 $yp1 $z1) //8
52   ($l1 $yn2 $z2) //9
53   ($l2 $yn2 $z2) //10
54   ($l2 $yp2 $z2) //11
55   ($l1 $yp2 $z2) //12
56 );
57
58 blocks
59 (
60   // inlet block
61   hex (0 1 1 0 2 3 4 5) (750 1 5) simpleGrading (1 1 1)
62   hex (1 6 6 1 3 7 8 4) (750 1 5) simpleGrading (1 1 1)
63   hex (3 7 8 4 9 10 11 12) (750 1 5) simpleGrading (1 1 1)
64
65 );
```

2013/10/19

Runtime Control

で記述

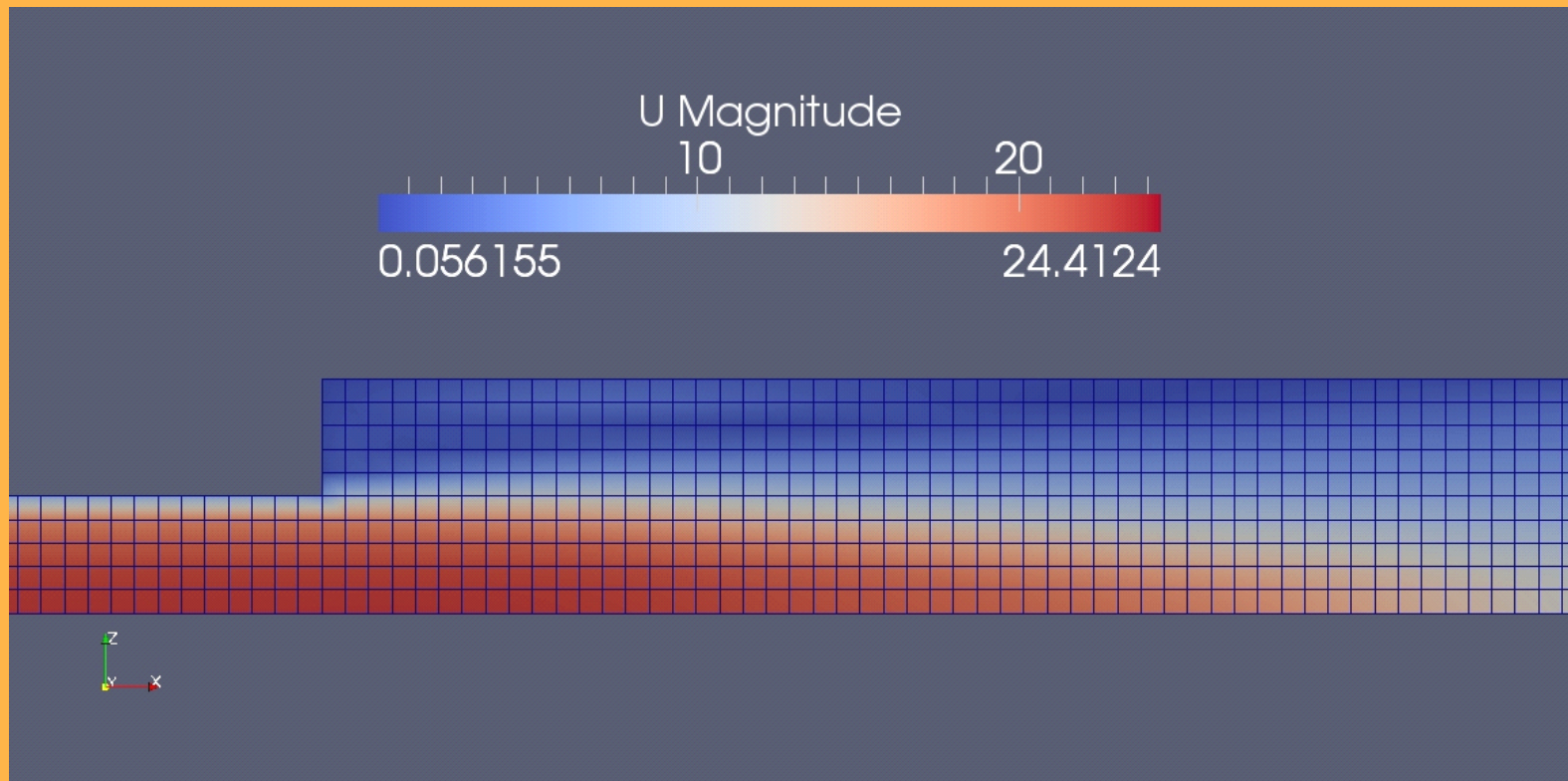
詳しくは第22回勉強会
の資料をご参照

境界条件

```
8 FoamFile
9 {
10     version      2.0;
11     format       ascii;
12     class        volVectorField;
13     object       U;
14 }
15 // *****
16
17 dimensions      [0 1 -1 0 0 0];
18
19 internalField   uniform (0 0 0);
20
21 boundaryField
22 {
23     inlet
24     {
25         // type          fixedValue; // zeroGradient;
26         // value          uniform (10 0 0);
27         type flowRateInletVelocity;
28         flowRate 3.49E-5; //[m3/s]
29         value uniform (0 0 0);
30     }
31
32     outlet
33     {
34         type          zeroGradient;
35     }
36
37     wall
38     {
39         type          fixedValue;
40         value          uniform (0 0 0);
41     }
42
43     "side.*"
44     {
45         type          wedge;
46     }
47
48     axis
49     {
50         type          empty;
51     }
52
53 }
```

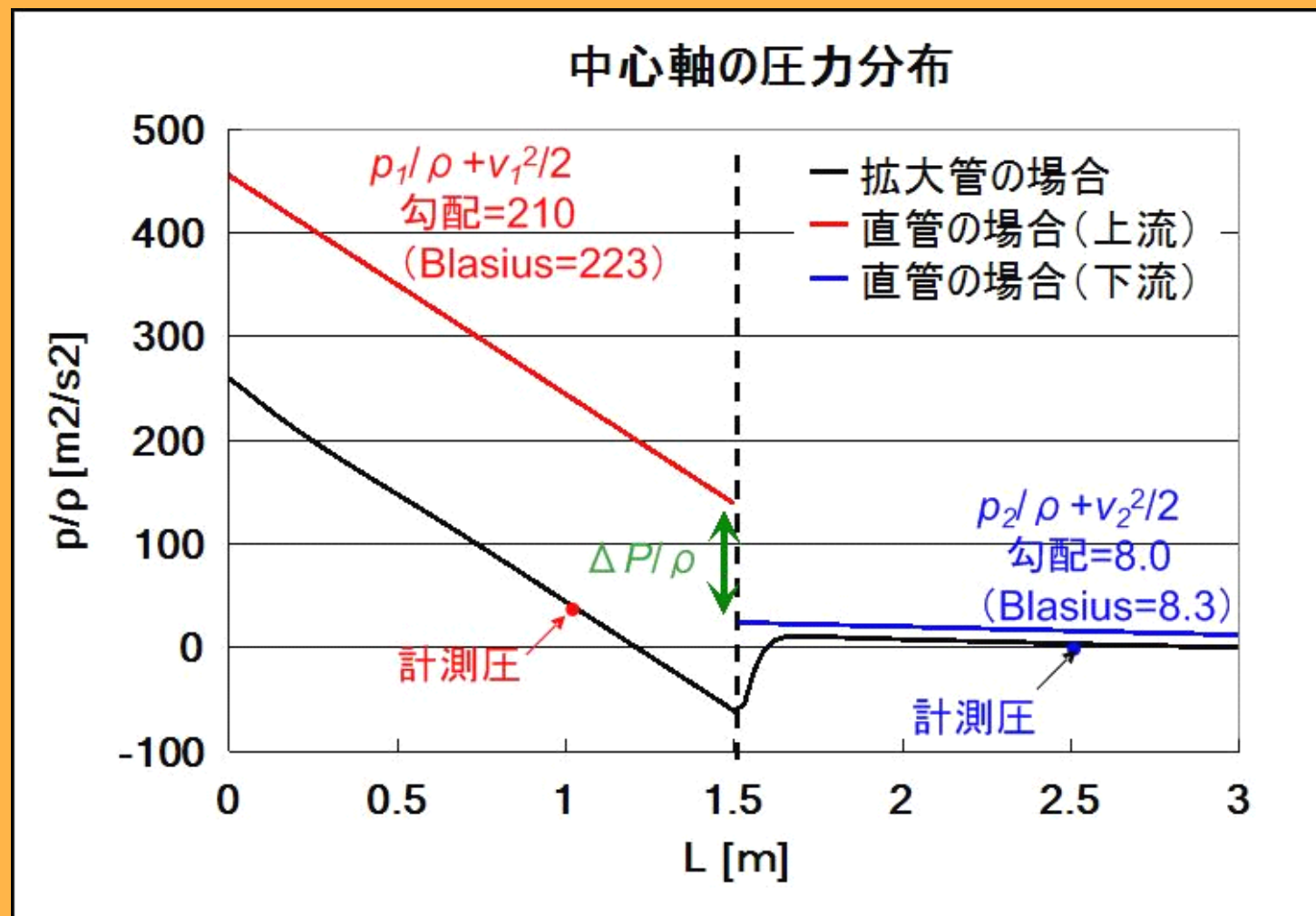
上流で体積流量を規定している。流速分布は一様。

計算結果(U)



平均yPlus=66.7

圧力分布



損失係数の求め方

上流で圧力一定となった場所を選び計算値から勾配を求める。
今回は223



この勾配値から直管であった場合の管拡大位置での全圧/
 ρ を求める
 $P_1/\rho = p_1/\rho + v^2/2$



下流で圧力一定となった場所を選び計算値から勾配を求める。
今回は80



この勾配値から直管であった場合の管拡大位置での全圧/
 ρ を求める
 $P_2/\rho = p_2/\rho + v^2/2$



$$\xi = (\Delta P/\rho) / (v^2/2) = (P_2/\rho - P_1/\rho) / (v^2/2)$$

$$\xi = 0.573$$

Borda-Carnotの式では0.5625なので誤差2%以内

参考文献

井口学、近江宗一、隣接した円形断面急拡大・急縮小部を通る流れの損失係数、
日本機械学会論文集(B編)、52巻481号、(昭和61年9月) 3252-3258