



# 目 次

1. 概 説	1
2. 容積流量計による流量測定方法	
2.1 ま え が き	3
2.2 液体用容積流量計の種類	3
2.2.1 歯車または葉形回転子型	3
2.2.2 往復動ピストン型	4
2.2.3 旋回ピストン型	5
2.2.4 円板型	6
2.2.5 ロータリ型	7
2.3 液体用容積流量計の性能	7
2.3.1 容積流量計の一般的特性	7
2.3.2 容積流量計の器差と粘度との関係	9
2.3.3 容積流量計の器差の決定法	13
2.4 液体用容積流量計の構造、機能およびその用途	17
2.4.1 流量計本体部について	17
2.4.2 計数部の種類と用途	29
2.5 容積流量計の補器	40
2.5.1 汙 過 器	40
2.5.2 空気またはペーパー分離器	41
2.5.3 背圧調整弁	43
2.5.4 流量制限弁または流量調節弁	44
2.6 容積流量計の取付	45
2.6.1 取付姿勢	45
2.6.2 取付位置	46
2.6.3 配管要領	47
2.7 容積流量計のプルーピング	54

2.8	容積流量計の発展とその応用	55
2.8.1	サーボ型容積流量計および制御型流量計	56
2.8.2	サーボ型ブレンダ	56
2.8.3	受入・出荷設備の自動化	58
2.9	ガス用容積流量計	59
2.9.1	概 要	59
2.9.2	ガス用容積流量計の構造および材質	59
2.9.3	ガス用ロータ型流量計の性能および流量範囲	60
2.9.4	ガス用容積流量計の計数装置	62
2.9.5	ガス用容積流量計の器差試験方法, 補器, 配管要領	63
	参 考 文 献	64
3.	面積流量計による流量測定方法	
3.1	面積流量計発達の経過	67
3.2	差圧式流量計との比較	68
3.3	原 理	68
3.3.1	流量の一般公式	68
3.3.2	流量係数	70
3.3.3	浮子の形状と流量係数	72
3.4	面積流量計の構造	74
3.4.1	直視形面積流量計(浮遊式流量計)	74
3.4.2	面積流量変換器	76
3.5	流量の目盛定めおよび補正	80
3.5.1	流量の目盛定めの方法	80
3.5.2	流量計の目盛を使用条件に換算する方法	82
3.5.3	使用条件の変化による補正	84
3.5.4	流量計の校正	85
3.6	面積流量計の据付けと圧力損失	86
3.6.1	圧力損失	86
3.6.2	据付けに要する注意	86

3.7 特殊条件下の流量測定	88
3.7.1 腐食性流体を測定する場合の材質	88
3.7.2 脈動のある流体に用いる面積流量計	93
3.7.3 流体の温度に対する留意	94
3.7.4 気体流量を計測する場合の脱湿と液体流量を計測する場合の脱泡	94
3.7.5 流体に夾雑物を含む場合	95
3.8 面積流量計の応用	95
3.8.1 分流面積流量計	95
3.8.2 パージ用面積流量計	97
参考文献	97

## 4. 物質を流して流量を測定する方法

4.1 塩水速度法	99
4.1.1 測定管路	100
4.1.2 測定装置	101
4.1.3 測定上の注意	102
4.2 塩水濃度法	103
4.2.1 塩水濃度法の原理	103
4.2.2 注入塩溶液に必要な性質	104
4.2.3 測定区間の選定	104
4.2.4 塩溶液の注入と採取	105
4.2.5 混合液の希釈比決定法	107
4.3 アイソトープ法	109
4.4 移動幕法	110
4.5 浮子法	112
4.5.1 表面浮子	112
4.5.2 二重浮子	112
4.5.3 棒浮子	113
参考文献	113

## 5. 翼車流量計による流量測定方法

5.1 はじめに	115
----------	-----

5.2 原理, 構造 .....	115
5.3 特 性 .....	119
5.4 計測上の注意 .....	123

## 6. 電磁流量計による流量測定方法

6.1 電磁流量計の原理と歴史 .....	125
6.2 電磁流量計の理論 .....	126
6.3 電磁流量計の構成 .....	130
6.4 電磁流量計発信器の構造 .....	131
6.4.1 横河-フォックスボロ型および島津-テラ型 .....	131
6.4.2 フィッシャ・アンド・ポータ型 .....	132
6.4.3 日 立 型 .....	133
6.4.4 北 辰 型 .....	133
6.4.5 特殊口径電磁流量計発信器 .....	135
6.5 起電力測定方式と増幅器の構造 .....	136
6.5.1 フォックスボロ型 .....	136
6.5.2 フィッシャ・アンド・ポータ型 .....	137
6.5.3 日 立 型 .....	139
6.5.4 横 河 型 .....	139
6.5.5 島津-テラ型 .....	140
6.5.6 北 辰 型 .....	141
6.6 電磁流量計の使用限界と精度 .....	143
6.6.1 温度, 圧力の限界 .....	143
6.6.2 電導度の限界 .....	144
6.6.3 流速の限界 .....	146
6.6.4 混入物の影響 .....	146
6.6.5 流速分布の影響 .....	147
6.6.6 雑音の影響 .....	148
6.6.7 増幅器の入-出力直線性 .....	149
6.6.8 電源変動の影響 .....	149
6.6.9 周囲温度の影響 .....	151
6.7 電磁流量計の設置, 保守および検定 .....	151

6.8 電磁流量計の将来 .....	153
参考文献 .....	153

## 7. 超音波流量計による流量測定方法

7.1 概    説 .....	159
7.2 超音波の伝搬速度変化による流量測定方法 .....	160
7.2.1 概    要 .....	160
7.2.2 位相差法 .....	161
7.2.3 シングアラウンド法 .....	166
7.2.4 パルス伝搬時間法 .....	170
7.3 管内流速分布の影響 .....	171
7.4 ビーム偏位による流量測定方法 .....	172
7.5 その他の流量測定方法 .....	173
参考文献 .....	173

## 8. 熱式流量計による流量測定方法

8.1 熱線風速計 .....	175
8.1.1 測定原理 .....	176
8.1.2 冷却率の測定 .....	178
8.1.3 熱線および測定装置の実際的な例 .....	180
8.1.4 乱れの測定 .....	182
8.1.5 風向の検出 .....	183
8.2 サーミスタ風速計 .....	185
8.3 トーマス・ガスメータ .....	189
8.4 境界層流量計 .....	190
8.5 その他の方法 .....	195
8.5.1 低流速気流の絶対測定法 .....	195
8.5.2 加熱線の冷却を利用した特殊な風速計 .....	197
8.5.3 相関を利用した流速測定 .....	198
8.5.4 分流形の熱式流量計 .....	200

## 9. ピトー管による流量測定方法

9.1	ピトー管の原理	203
9.2	標準ピトー管	206
9.3	ピトー管の特性	208
9.3.1	総 圧	208
9.3.2	静 圧	209
9.3.3	動 圧	211
9.4	ピトー管の検定	211
9.5	ピトー管による流速の測定	213
9.6	ピトー管による流量の測定	216
9.6.1	流量の算出方法	216
9.7	せん断流れにおかれたピトー管	219
9.8	流れの方向と流速の測定ができるピトー管	221
9.8.1	円筒型ピトー管	221
9.8.2	球型ピトー管	222

## 10. 層流流量計による流量測定方法

10.1	はじめに	225
10.2	測定原理および構造	225
10.3	使用上の注意	229
10.3.1	層流条件と運動エネルギーの補正	229
10.3.2	流体の粘度の影響	231

## 11. Bend Flowmeter による流量測定方法

11.1	はじめに	233
11.2	原 理	234
11.3	流量係数に影響を与える諸条件	236
11.3.1	管径と流量係数との関係	236
11.3.2	Bend の曲り角度と流量係数との関係	236

11.3.3	流速と流量係数との関係	237
11.3.4	曲りの曲率半径と管径との比が流量係数におよぼす影響	237
11.3.5	管の材質および内壁の仕上げと流量係数との関係	238
11.4	使用上の限定条件	238
11.5	差圧の検出方法	239
11.5.1	夾雑物質を含まない流体の場合	239
11.5.2	夾雑物質を含む流体の場合	239
11.5.3	実 際 例	241
	参考文献	242

## 12. Loop Flowmeter による流量測定方法

12.1	Bend Flowmeter と Loop Flowmeter との比較	243
12.2	原 理	244
12.3	実測と精度	245
12.3.1	Loop の寸法精度との関係	245
12.3.2	差圧取出タップの位置	246
12.4	測定条件	247
12.4.1	直 管 部	247
12.4.2	流 量	247
12.4.3	流体の脈動	248
12.4.4	差圧の検出方法	248
12.5	流体摩擦による圧力損失を検出する流量測定法	248
	参考文献	250

## 13. 動圧板流量計による流量測定方法

13.1	動圧流量計	251
13.2	Drag-Body 流量計	253
13.3	ストレンゲージを用いた風速計	256
13.4	ペーン流量計	257



## 14. せきによる流量測定方法

14.1	せきを越す流れ	259
14.2	せきを越す流れの理論	261
14.2.1	Boussinesq の理論	262
14.2.2	Lauck の理論の結果	263
14.2.3	豊田の理論	264
14.3	全幅せき	265
14.4	四角せき	268
14.5	三角せき	270
14.6	台形せき	273
14.7	円形せき	273
14.8	比例せき	275
14.9	もぐりせき	277
14.10	三角せきによる油の流量測定	279
14.11	土木用せき	281
14.12	せきの設計	282
14.13	せきの構造	285
14.14	流量測定方法	288
14.14.1	流量計算式	288
14.14.2	水頭測定方法	289
14.14.3	水頭零点の測定法	289
14.14.4	算出流量の誤差	290
14.14.5	せきの水頭変化に対する流量変化	291

## 15. 質量流量計

15.1	はじめに	293
15.2	直接形質量流量計	294
15.2.1	熱式質量流量計	294
15.2.2	差圧式質量流量計	295
15.2.3	Li-Lee 質量流量計	298

15.2.4	角運動量式質量流量計	299
15.2.5	ジャイロ式質量流量計	301
15.2.6	翼車式質量流量計	305
15.3	間接形質量流量計	307
15.3.1	$\rho Q^2$ 検出器と密度計の組合せ方式	307
15.3.2	$Q$ 検出器と密度計の組合せ方式	310
15.3.3	$\rho Q^2$ 検出器と $Q$ 検出器の組合せ方式	312
	参考文献	313

## 16. 温度・圧力・密度（組成）自動補正流量計

16.1	まえがき	315
16.2	測定流体の状態変化に対する補正	315
16.2.1	差圧式流量計の計算式	315
16.2.2	補正係数	316
16.3	自動補正回路	319
16.3.1	サーボ演算器による方法	320
16.3.2	演算増幅器による方法	325
16.3.3	その他の方法	334
16.4	未補正および補正流量計の測定範囲について	335
	参考文献	336

## 17. 磁気共鳴を利用した流量測定方法

17.1	序 論	337
17.2	記 号	337
17.3	測定原理	338
17.4	測定器および測定方法	341
17.5	測定例	343
17.6	ま と め	343
	参考文献	344

## 18. ギブソン法による流量測定方法

18.1 測定原理	345
18.2 測定器	350
18.2.1 水圧測定装置	350
18.2.2 時間測定装置	351
18.3 測定条件	351
18.4 実施上の注意	352
参考文献	352

## 19. 流量測定法の応用例

19.1 脈動流の流量測定	353
19.1.1 はじめに	353
19.1.2 熱式流量計による測定	353
19.1.3 電磁流量計による測定	354
19.1.4 絞り機構による測定	354
19.2 粉塵を含む流体の流量測定	359
19.2.1 概 説	359
19.2.2 実用できる流量計	362
19.3 固形物を含む液体の流量測定（付・析出または固化しやすい液の流量測定）	370
19.3.1 適用し得る流量計	370
19.3.2 固形物を含む液体に対する測定例	373
19.3.3 析出または固化しやすい液の流量測定	376
19.4 非ニュートン流体の流量測定	378
19.4.1 非ニュートン流体	378
19.4.2 非ニュートン流体の流量測定方法	379
19.4.3 円管内の粘性流動	381
19.5 大流量の流量測定	384
19.5.1 河川の流量測定	384

19.5.2	水路の流量測定	387
19.5.3	管路の流量測定	390
19.6	微小流量の流量測定	394
19.6.1	各種流量測定法の低流速、低流量域の特性の比較	394
19.6.2	いろいろな微小流量の測定法	400

## 20. 流量の制御

20.1	流量制御の意味	405
20.1.1	プロセス工業の基本的変数	405
20.1.2	制御の基本的操作量	405
20.1.3	流量制御の目的	406
20.2	流量制御系	407
20.2.1	基本的な構成	407
20.2.2	操作の方式	408
20.2.3	流量制御対象の特徴	409
20.2.4	流量制御装置の特徴	410
20.2.5	制御装置の時間おくれと異常応答	420
20.3	流量プロセス	425
20.3.1	流量プロセスの構成装置	425
20.3.2	流体輸送機	425
20.3.3	外乱と干渉	428
20.4	流量制御方式の応用例	433
20.4.1	直列抵抗方式の応用例	433
20.4.2	並列抵抗方式の応用例	436
20.4.3	圧力源方式の応用例	438
	参考文献	439