

第1編 圧力・真空の測定

1. 圧力の単位と測定

1.1 圧力について	1
1.2 圧力の単位と標準	2
1.2.1 圧力の単位	2
1.2.2 圧力の標準と圧力定点	5
1.3 圧力の測定方法	5
1.3.1 液柱を用いる方法	7
1.3.2 ピストン底面に働く圧力を用いる方法	8
1.3.3 沈鐘を利用する方法	10
1.3.4 圧力の変化による弾性変位量を利用する方法	10
1.3.5 その他の物理現象を利用する方法	10
1.4 真空の測定方法	12
1.5 圧力の測定	13
1.5.1 圧力計の選定について	13
1.5.2 圧力の基準としての機器	14
1.5.3 測定の手順, 測定系の構成など	18

2. 液柱式による測定

2.1 U字管形圧力計	21
2.2 単管形圧力計	23
2.3 傾斜管形圧力計	24
2.4 2液マノメータ	25

2.5	零位法による微圧計	26
2.5.1	圧力水準器	27
2.5.2	レイレイゲージ	27
2.5.3	チャトックゲージ	28
2.5.4	ミニメータ	28
2.5.5	排水ゲージ	29
2.6	U字管式浮子形圧力計	30
2.6.1	機 械 式	32
2.6.2	電 気 式	32
2.7	液柱式圧力計使用上の注意	34
2.7.1	封入液について	34
2.7.2	ガラス管について	35
2.7.3	液柱補正について	35
2.7.4	使用上の注意および保守について	38

3. 弾性式による測定（ブルドン管式）

3.1	ブルドン管の特性	41
3.1.1	内圧と管端の変位	42
3.1.2	変位の方向	46
3.1.3	外力とタワミ	48
3.1.4	強 度	50
3.1.5	体積変化率	54
3.1.6	負荷による誤差	54
3.1.7	非直線性誤差	56
3.1.8	温 度 誤 差	57
3.2	ブルドン管の構造ならびに製造	58
3.2.1	断 面	58
3.2.2	巻 形	60
3.2.3	取 付 法	62
3.2.4	素管の成形法	66
3.2.5	管曲ゲの加工法	67
3.2.6	熱 処 理	69
3.3	ブルドン管の材料	69

3.4	各種のブルドン管式計圧器	72
3.4.1	丸形指示圧力計	72
3.4.2	拡大指示圧力計	77
3.4.3	記録圧力計	77
3.4.4	指示差圧計	78
3.4.5	絶対圧力計	79
3.4.6	プレッシャリレー	79
3.4.7	圧力発信器	79
3.5	隔膜式圧力計	81
3.5.1	はじめに	81
3.5.2	ダイヤフラムの体積変化率	82
3.5.3	封入液	83
3.5.4	残存空気	84
3.5.5	隔膜部の温度変化	85
3.5.6	封入液の落差	86
3.5.7	隔膜装置の各種	86
3.6	圧力計の選択・装備・保守	88
3.6.1	法 規	88
3.6.2	圧力計の装備	90
3.6.3	圧力計の選択と保守	92

4. 弾性式による測定（ペロー式）

4.1	ペ ロ ー	98
4.1.1	製 法	98
4.1.2	材 料	99
4.1.3	形 状, 寸 法	99
4.1.4	特 性	103
4.1.5	使 用 法	112
4.1.6	特殊なペロー	113
4.2	ペロー式圧力素子	114
4.2.1	ゲージ圧測定用ペロー式圧力素子	114
4.2.2	差圧測定用ペロー式圧力素子	115
4.3	ペロー式圧力計	117

4.3.1	ペロー式指示圧力計	117
4.3.2	ペロー式指示圧力発信器	119
4.3.3	ペロー式無指示圧力発信器	120
4.4	ペロー式圧力計の使用上の注意	121

5. 弾性式による測定 (ダイヤフラム式)

5.1	ダイヤフラム要素	123
5.1.1	ダイヤフラム要素の定義	123
5.1.2	ダイヤフラム要素の種類	123
5.1.3	非金属ダイヤフラム	124
5.1.4	金属ダイヤフラムと空盒	149
5.2	電気式圧力発信器	176
5.2.1	力平衡式によるもの	177
5.2.2	偏位平衡式によるもの	190
5.2.3	偏位式によるもの	193
5.2.4	実 例	195
5.3	空気式圧力発信器	200
5.3.1	力平衡式によるもの	200
5.3.2	偏位平衡式によるもの	202
5.3.3	実 例	203
5.4	使用上の注意	206
5.4.1	計器の取付け	206
5.4.2	計器の接続	206
5.4.3	保 守	210

6. ピストン形による測定

6.1	分銅式標準圧力計	215
6.1.1	概 要	215
6.1.2	測 定 原 理	216
6.1.3	構 造	217
6.1.4	性 能	218
6.1.5	使用上の注意	218

6.2	工業用ピストン形圧力計	221
6.2.1	概要	221
6.2.2	測定原理	222
6.2.3	構造	223
6.2.4	性能	223
6.2.5	使用上の注意	223

7. 沈鐘式による測定

7.1	概論	227
7.2	単鐘形圧力計	227
7.3	複鐘形圧力計	229
7.4	沈鐘式圧力計の用途および使用上の注意	232

8. リングバランス式による測定

8.1	測定原理, 構造および仕様	235
8.2	リングバランス形圧力計使用上の注意	237
8.2.1	取付けについて	237
8.2.2	配管について	238
8.2.3	使用上の注意	238

9. 電気式による測定

9.1	概説	241
9.2	電気式圧力発信器の種類と得失	241
9.3	抵抗線式圧力発信器	243
9.3.1	抵抗線ヒズミゲージの原理	243
9.3.2	ヒズミゲージの構造と種類	244
9.3.3	ヒズミゲージの諸特性	245
9.3.4	圧力発信器	248
9.4	磁わい式圧力発信器	262

9.4.1	磁わい式圧力発信器	262
9.4.2	圧力発信器の構造と性能	264
9.4.3	測定回路	266
9.5	ピエゾ式圧力発信器	268
9.5.1	ピエゾ電気	268
9.5.2	圧力発信器の構造, 性能および測定器	269

10. 真空の測定

10.1	概 説	273
10.2	液柱差を利用する真空計	275
10.2.1	水銀マンメータ	275
10.2.2	油マンメータ	277
10.2.3	マクラウド真空計	278
10.3	熱伝導を利用する真空計	281
10.3.1	ピラニ真空計	282
10.4	放電, 電離を利用する真空計	285
10.4.1	冷陰極電離真空計	286
10.4.2	熱陰極電離真空計	289
10.5	その他の形式の真空計	294
10.5.1	ダイヤフラム真空計	294
10.5.2	クヌーセン真空計	296
10.5.3	ガス分圧計	297
10.5.4	ペロー真空計	298
10.6	真空計の選択	301
10.7	真空計の校正	303

11. 圧力制御

11.1	圧力制御対称	305
11.1.1	概 要	305
11.1.2	数学的考察	306

11.1.3	圧力制御対称の実例	310
11.2	圧力制御系	310
11.2.1	制御系の構成と制御方式	310
11.2.2	制御特性	311
11.3	圧力制御系の分類	313
11.3.1	測定流体による分類	313
11.3.2	制御の目的による分類	314
11.3.3	制御端による分類	314
11.3.4	制御動作, 制御形態による分類	315
11.4	圧力制御の実例	316
11.4.1	都市ガス圧力制御	316
11.4.2	炉内圧制御	316
11.4.3	セメントキルンの内圧制御	316
11.4.4	サージング防止制御	317
11.4.5	ボイラの蒸気圧制御	317
11.4.6	木釜の圧力制御	318
11.4.7	配水制御	318

第2編 レベル測定

1. レベルの測定法

1.1	概論	321
1.2	レベル測定法の分類	321
1.2.1	直接法	322
1.2.2	間接法	322
1.3	レベル計の選択と使用上の注意	323

2. 検尺および直視式による測定

2.1	検尺式による測定	331
2.1.1	液面の測定	331

2.1.2	粉粒体のレベル測定	332
2.1.3	使用上の注意	333
2.2	直視式による測定	333
2.2.1	液面計に利用されている光学の原理と種類	333
2.2.2	液面計の日本工業標準規	339
2.2.3	液面計の主要寸法	341
2.2.4	特殊な流体用の液面計	342
2.2.5	液面計の取付け	343
2.2.6	液面計の取扱上の注意	345
3. 浮子式による測定		
3.1	浮子の変位を利用するレベル計	348
3.1.1	鎖、テープまたはワイヤを利用するレベル計	348
3.1.2	浮子に磁石を使用するレベル計	353
3.1.3	レバーを使用するレベル計	354
3.1.4	平衡電動機を使用するレベル計	357
3.2	浮子の浮力を利用するレベル計	359
3.2.1	軸とコイルスプリングを使用するレベル計	360
3.2.2	レバーとトルクチューブを使用するレベル計	362
3.2.3	天ピンとシールドダイヤフラム、 シールペローまたはシール管を使用するレベル計	365
4. 圧力式による測定		
4.1	圧力式によるレベル測定法	369
4.1.1	圧力式によるレベル測定	369
4.1.2	差圧式によるレベル測定	371
4.1.3	エアバージによるレベル測定	376
4.2	レベル計	377
4.2.1	液柱式圧力計	377
4.2.2	弾性式圧力計	379
5. 放射線式による測定		
5.1	概 要	385

5.2	測定方式の概要	386
5.2.1	on-off 式	386
5.2.2	連続指示式	387
5.2.3	追尾式	388
5.3	線源量の決定法	389
5.4	設 計 例	392
5.5	追尾式、連続式の特長	395
5.6	放射線レベル計の誤差	396
5.7	選択・取扱上の注意	399

6. 静電容量式による測定

6.1	静電容量形レベル計の原理	401
6.2	静電容量の計算	403
6.2.1	容量変化	403
6.2.2	電極の取付け位置による容量計算	404
6.3	レベル測定用機器	407
6.3.1	警報および制御用機器	407
6.3.2	連続指示および制御用機器	410
6.3.3	プローブ	411
6.4	機器の選定と装備上の注意	412
6.4.1	測定誤差の要因とその対策	412
6.4.2	機器およびプローブの選定	415

7. 超音波式による測定

7.1	概 説	419
7.2	レベルの連続測定法	419
7.2.1	測定原理	419
7.2.2	液中発射式	421

7.2.3	空中発射式	422
7.2.4	金属製超音波伝導体を利用する方式	423
7.2.5	その他	425
7.3	レベルの検出法	426
7.3.1	負荷インピーダンスの変化を利用する方法	426
7.3.2	液中透過波または反射波を利用する方式	427
7.4	超音波レベル計選定上の注意	427
7.5	取付けおよび取扱上の注意	428
8. 電極式による測定		
8.1	測定の原理	431
8.2	測定の実際	432
8.2.1	電磁形継電器を用いた方法	432
8.2.2	誘導円板形継電器を用いた方法	433
8.2.3	真空管を用いた方法	434
8.2.4	トランジスタを用いた方法	435
8.3	電 極	435
8.3.1	電 極 棒	435
8.3.2	電 極 保 持 器	435
8.4	特 性	436
8.5	応 用 例	438
8.5.1	一般的な給水、排水の自動制御	438
8.5.2	電動ポンプの空転防止を兼ねた給水の自動運転	438
8.5.3	異常濁水警報を兼ねた給水の自動運転	439
8.5.4	異常濁水警報を兼ねた排水の自動運転	439
8.5.5	異常濁水、濁水警報を兼ねた給、排水の自動運転	439
8.6	選択法および選択上の注意	439
8.7	取付けおよび取扱上の注意	444

9. 粉粒体のレベル測定

9.1	粉粒体のレベル測定法の分類	447
9.2	連続式レベル測定法	448
9.2.1	静電容量式レベル計	448
9.2.2	落下重錘式レベル計	448
9.2.3	放射線式レベル計	450
9.2.4	エアパージ式レベル計	450
9.2.5	その他の連続式レベル計	450
9.3	固定式レベル計	451
9.3.1	回転翼式レベル計	451
9.3.2	側圧によるダイヤフラム式レベル計	452
9.3.3	振子または懸垂式レベル計	453
9.3.4	その他の固定式レベル計	454
9.4	粉粒体レベル計の使用上の注意	454

10. 液面の制御

10.1	浮子による液面の制御	459
10.1.1	レバーによる方式	459
10.1.2	案内棒によるもの	463
10.1.3	ワイヤーまたは鎖によるもの	464
10.1.4	磁石によるもの	464
10.2	光によって液面を制御するもの	464
10.3	電極によるもの	466
10.4	液圧によるもの	467
10.4.1	ダイヤフラムによるもの	467
10.4.2	差圧によるもの	468