

今まで説明してきたレベル計には、液面測定と粉粒面測定の両方が可能な方式がいくつかありました。今回は、粉粒面測定専用のレベル計である重錘式レベル計と、粉粒面測定にウエイトを置いて最近発売されたガイド付マイクロ波式レベル計^{注)}について説明します。

1. 粉粒面レベル測定について

従来粉粒面のレベル測定に主に使用されてきたレベル計は、重錘式、超音波式、静電容量式です。粉粒面は液面と大きく異なる特性があるので、レベル測定にはいろいろな配慮が必要です。

粉粒体をサイロなどに投入すると、通常中央部が高い円錐状になります。この円錐の表面がもつ勾配角を安息角といいます。この角度は粉粒体の種類やその粉粒体の含水率によって大きく変化します。またサイロから粉粒体を抜き出しますと、逆に中央部が陥没します。さらにサイロ内には、はしごなどの突起物がありかつ粉塵などの浮遊物もあります。そのため、超音波式レベル計の使用にあたっては、かなりの注意が必要です。

一方、粉粒体の静電容量は物質によって大きく異なりますし、また含水率によっても変化します。そのため静電容量式レベル計では、現場での校正が必要になります。

一方重錘式レベル計には、上に

述べたような問題点はほぼないのですが、たえずおもりを上下させる原理のため、保守面での心配があります。

ガイド付マイクロ波式レベル計は、1997年ドイツのKrohne、Endress + Hauser、Vegaの3社が同時に発売した最も新しいレベル計で、粉粒体用レベル計の問題点をほぼすべてクリアした製品といえるでしょう。

2. 重錘式レベル計

図1に示すように、ワイヤロープで吊したおもりをモータで定期的に巻上げ巻下げします。降下中のおもりが粉粒面に接触するとワイヤロープの張力が減少するのでこれを検出し、ワイヤロープの繰り出し長さから粉粒面のレベルを求めます。粉粒面をさぐるという意味でサウンディング式(Sounding)ともいいます。また海外では、ヨーヨー式ともいわれています。

このレベル計はおもりを機械的

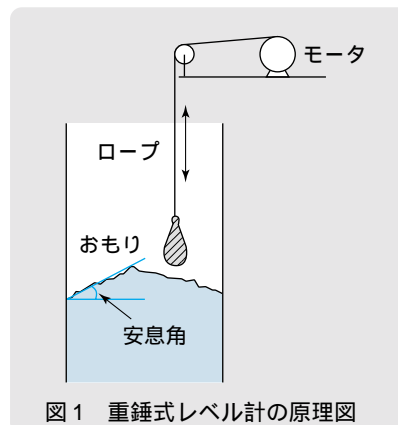


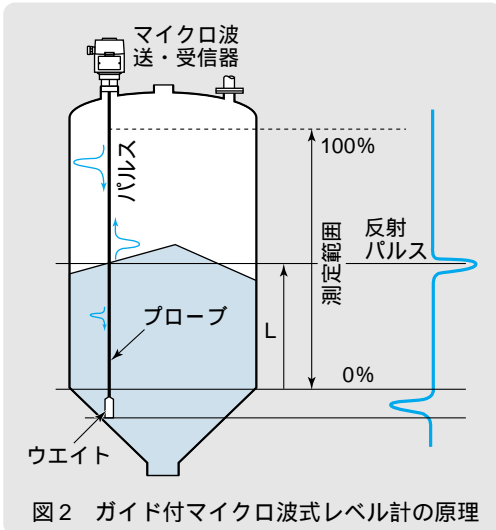
図1 重錘式レベル計の原理図

に上下させるので、粉塵、ミスト、蒸気、ガス、温度、圧力、タンク形状などの影響を受けないなどの長所があります。そのため、粉粒体のレベル測定に従来広く使用されていました。しかし、最近の使用は減少していると見られます。

3. ガイド付マイクロ波式レベル計

3.1 測定原理

ガイド付マイクロ波式レベル計は、前回説明したマイクロ波式レベル計と同じくマイクロ波を使用し、対象レベル面で反射されて帰ってくるまでの時間を測定してレベルを知る方式です。ただし、マイクロ波式レベル計のように開放空間に向けてマイクロ波を発信するのではなく、導体のロープまたはロッドをガイドとして用います。導体にマイクロ波を流すと、マイクロ波はその導体表面に沿って進みます。この導体(プローブといわれます)を測定対象である粉粒体もしくは液体中に上から挿入し、上からマイクロ波のパルスを発射すると、粉粒面もしくは液面で反射されて上方へ逆行します。したがってパルスを発射してから受信するまでの時間からレベルを測定することができます(図2参照)。なお、このマイクロ波の反射については、粉粒面もしくは液面の上下の物質間に比誘電率の差がかなりあることが必要です。この条件は機種や



プローブの種類によって異なりますが、おおむね物体の比誘電率が1.8以上ならレベル測定が可能です（物体の上部が空気の場合）。

3.2 特長

- (1) 測定対象やその周囲の状態（温度・圧力・粉塵・含水率など）の影響をほとんど受けない。
- (2) 粉粒体面が傾いていたり、凸凹があっても測定に問題はない。
- (3) 小さい容器にも取り付け可能
- (4) 設置が簡単で現場調整が不要
- (5) 可動部がなくメンテナンスフ

リー

3.3 プローブ

プローブには、ロッド状・ロープ状などがあります。通常、レベル範囲が広いときはロープ状プローブを使用し、下にウエイトを吊すか、下端をサイロに固定します。1本のロッドか1本のロープを使うメーカーが多いのですが、Krohneはシングルロッド、ツインロッド、シングルケーブ

ル、ツインケーブル、同心円筒の5種類のプローブをもっており、アプリケーションによって使い分けるとしています。なお、ツインロッド・ツインケーブルというのは、2本のロッドまたはケーブルを狭い間隔で平行に設置する構造のプローブです。ツイン方式のプローブは、タンク壁との間隔を狭くとれることや、比誘電率が低い物質にも適用可能という特長があります。これらのプローブの選択については、表1に示します¹⁾。なお、

著者紹介



松山 裕
松山技術コンサルタント事務所 所長
(TEL/FAX: 03-3971-5743
E-mail: yumatsuyama@mx6.ttcn.ne.jp)

このように応用範囲が広いので、Krohneでは“ The universal level gage ”と称しています。

参考文献

- 1) 谷 多久二(東京計装): 液面および界面の計測が可能なガイドレダレベル計、in フィールド「計装」増刊) 2003 春号、p. 11 ~ 15

注) ガイド付マイクロ波式レベル計は、本連載第1回の表1に高周波パルス式レベル計として記載したレベル計のようですが、この名称の方が内容をわかりやすく示していると考えて変更しました。

表1 プローブの選択¹⁾

	ツインロッド	シングルロッド	同心円筒	ツインケーブル	シングルケーブル
レンジ	MAX.6m MAX.3m	MAX.3m	MAX.6m	MAX.60m MAX.24m	MAX.60m MAX.24m
基本	液体のレベル、界面測定	液体レベル測定	付着、粘性のないきれいな液体、界面の測定	粉粒体、長いレンジの液体の測定	粉体および長いレンジの液体の測定
推奨アプリケーション	1. 液体全般の測定 2. 小さいタンクのレベル、界面測定 3. 低レンジの粉粒体測定	1. 液体の測定 2. 腐食性の液体の測定（特殊材質の使用） 3. 粘性の高い物質の測定	1. 比誘電率の非常に低い液体の測定 2. 攪拌機をついたタンクの測定 3. 投入、洗浄などをプローブの近くで実施するタンク	1. 比誘電率の低い粉粒体のレベル測定 2. 長いレンジの液体測定 3. 比誘電率の低い液体のレベル測定	1. 粉体測定 2. 粘性のある液体の測定 3. 測定レンジの長い場合 4. 結晶化する液体（FEPコーティング）
使用不可条件	1. 150 以上の物質 2. 付着、固着の発生する物質 3. タンク上部のスペースのないタンク	1. 障害物の多いタンク 2. タンク壁に接触するような取り付け 3. ノズルの長い取り付け	1. 結晶化する物質 2. 粘度の高い物質 3. 粉粒体などパイプ内に入らない物質 4. タンク上部に取り付けスペースのないタンク	1. 細長いノズル取り付け 2. 攪拌機付きタンクには先端固定が必要 3. 付着、固着の激しい物質の測定	1. 細長いノズル取り付け 2. 攪拌機付きタンクには先端固定が必要 3. 4インチ以上のノズル取り付けを推奨
主な測定対象	1. 油、溶剤など比誘電率の低い液体 2. 水など比誘電率の高い液体	1. 排水、液糖、スラリー、蜂蜜 2. 粘性の高い液体の低レンジ測定	1. 灯油、軽油、ガソリン、溶剤、アルコール 2. 小さいタンク、細長いノズル取り付け	1. セメント、フライアッシュ、石灰粉、プラスチックペレット 2. 長いレンジの液体測定	セメント、石灰粉、フライアッシュ、アルミナ、コークス、液糖、蜂蜜、スラリー