

第5回 静電容量式レベル計

松山技術コンサルタント事務所 所長 松山 裕
まつ やま ゆたか

1. 静電容量式レベル計の概要

静電容量式レベル計の原理を説明するには、まず静電容量とは何か？というお話をする必要があります。

面積 A の2枚の金属板を距離 d だけ離して平行に置きます(図1)。これを電気回路に接続しますと、ここに静電容量^{注1)}を生じます。両平板の間に何らかの物質が存在しますと、この静電容量は $k \cdot A / d$ に比例した値となります。この k は誘電率といい、物質に固有の値です。この定義において、両平板間に物質がまったくない場合(つまり真空)の誘電率を1として物質の誘電率を決めるとき、これを比誘電率といいます。一方両平板間に物質が部分的に存在する場合は、静電容量はその物質の量に応じて変化します。液体用レベル計の原理図を図2に示します。内部電極と外部電極間に液体がまったくない場合と液体がある場合の静電容量の差は液体レベル h に比例しますので、両電極間の静電容量を測定して液位を知ることができます。

静電容量式レベル計には、(1)設置・保守が容易 (2)温度・圧力等の

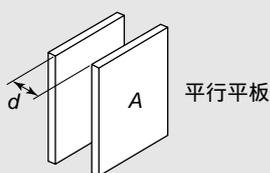


図1 静電容量の定義

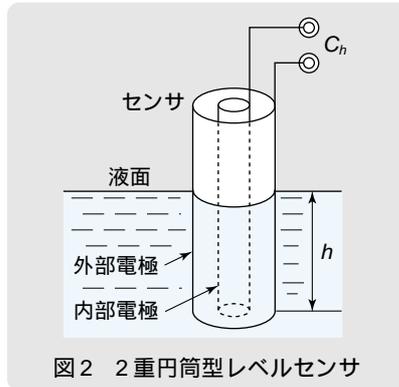


図2 2重円筒型レベルセンサ

使用可能範囲が広い (3)液体・粉粒体の両方に使用可能 (4)比較的安価などの長所がありますが、一方対象物体の誘電率の変化により誤差が発生するという短所があります。

参考までに物質の20での比誘電率の例を挙げると、空気は1.0005、水は約80、砂は2.5~5、エチルアルコールは24.3です。

静電容量式レベル計には、制御用レベル計、タンク用レベル計およびレベルスイッチがあります。

2. 制御用レベル計

静電容量式レベル計にとってとくに問題になるのは、測定対象(以下液体として説明します)が導電性であるかどうかです。液体が非導電性でかつ液体を入れる容器が金属の場合は、1本の金属棒を容器内に入れるだけでレベルを測定できます。この場合は、容器の壁が図2の外部電極になるからです。しかし容器が非金属の場合は、2重円筒型センサを使用する必要があります。

一方液が導電性の場合は、電極間および電極と容器の間は短絡に近い状態になり、このままではレベルの測定はできません^{注2)}。そこで、電極をテフロンなどの絶縁性物質でコーティングします。この場合は、容器と液体がセンサの外部電極に相当し、コーティングした絶縁性物質に発生した静電容量を測定することになります(図3)。

センサには棒状センサとローブ状センサとがあります。測定範囲が大きい場合(およそ4m以上)ではローブ状センサを使用します。

粉粒体の場合も原理・構造は液体用とほぼ同じですが、含水率の変化による比誘電率の変化に注意する必要があります。

このレベル計では、測定対象物質の比誘電率が変化すると大きな誤差が発生します。そのため、下記のいずれかの対策をとる必要があります。

必要により現場校正を時々行

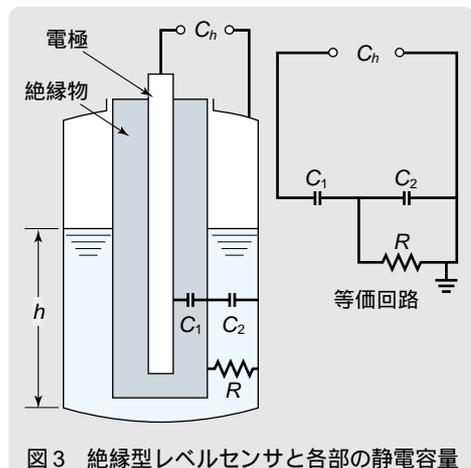


図3 絶縁型レベルセンサと各部の静電容量

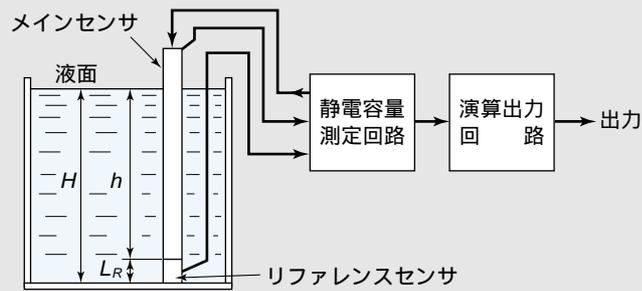


図4 メインセンサとリファレンスセンサ

う。また測定対象物質の温度変化が大きいときは、比誘電率の変化による誤差を防ぐため温度補正を行う。

リファレンスセンサを併用し、誘電率の変化を自動補償する。

リファレンスセンサは、常に測定対象物質内に設置し比誘電率を測定するセンサで、メインセンサと一体の場合(図4参照)と別に設置する場合とがあります。一体型の場合は、図4に示す L_R 部のレベルは測定できません。

3. タンク用レベル計

レベルのお話 第1回で説明したように、レベル測定の目的の一つに原油や石油製品などの取引や課税があります。この目的には、当然ながら高精度測定が要求されます。LNGタンクに多く使用されている静電容量式レベル計は、長さ4m前後の円筒型静電容量センサを垂直に複数個連結して測定範囲全体をカバーするように構成されています。

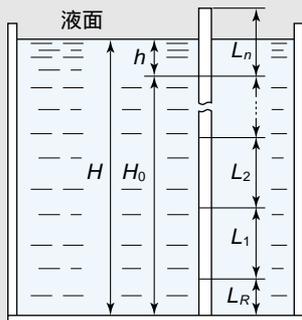


図5 LNGタンク用レベルセンサ

す(図5)。そのため、静電容量を検出するのは液面が存在する場所にあるセンサだけで、それより下にあるセンサは単に長さ

計としてだけ機能します。したがって、誤差はほぼ液面がある1本のセンサだけによるとみなせますので、誤差は測定液位にかかわらずほぼ一定といえます。JIS B 7560

に示されているタンク用レベル計の誤差の許容値は、任意の液位について $\pm 7.5\text{mm}$ (S1級)、 $\pm 10\text{mm}$ (S2級)となっていますが、この構造によって実現したものです。なお、このレベル計のタンク内への設置方式には、ガイドパイプ支持方式、支柱支持方式およびフランジ取付方式の3種類があります。ガイドパイプ支持方式の例を図6に示します。

4. レベルスイッチ

レベルスイッチは、レベルがあ

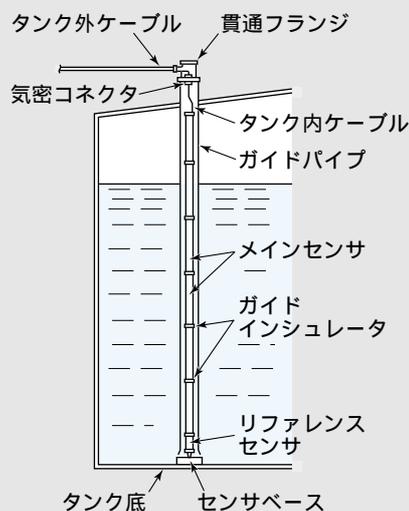


図6 ガイドパイプ支持方式 (JIS B 7560)

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)

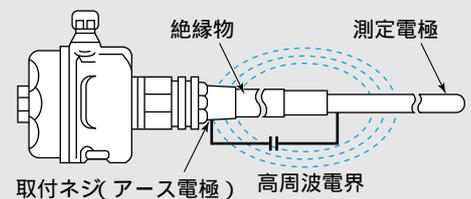


図7 レベルスイッチの例¹⁾

る値以上か以下かのオンオフ信号を発信する機器で、オンオフ制御用や警報用に使用されます。構造例を図7に示します。測定電極を測定対象に挿入すると、測定対象の静電容量と検出回路により共振回路が構成されます。測定電極が空気中にある場合と測定対象内にある場合では比誘電率が異なるので、共振周波数が変わります。これによって、リレーをオンオフさせ外部へ出力します。

参考・引用文献

1) 穴見 幸夫(オムロン阿蘇): 静電容量式レベル計、オートメーション、Vol. 42、No. 12(1997) p. 52

注1 静電容量とは、いわば電気をためる能力です。電気容量とかキャパシタンスともいいます。

注2 液体の導電率が大きいと、図3の等価回路に示すように、液体中に発生した静電容量 C_2 は液体の等価抵抗 R によってほぼ短絡されます。