

電磁流量計開発余話

渡辺 正康

私が電磁流量計の開発に従事し始めたのは、1960年頃ですから、電磁流量計という製品が国内市場に出始めた頃となります。当初、私は研究所に在籍しており、最初の電磁流量計の開発は、人工心肺の研究に使用する応答の速い血流計を試作することでした。血流の流量と波形を正確に把握するために使用するためです。

試作品を作って京都大学の医学部に納入したのですが、医学部の先生は血流計の使い方が判らないというので、私が実験の手伝いに京都まで行きました。実験用の犬を殺して新鮮な血液を入手し、これを用いて実験する訳ですが、この犬の血液の臭いが鼻をつくすごい臭いで、この後、一週間位は食事のときになると、この臭いが思い出され、食事が喉に通らない感じでした。「血の臭」ってすごいものだなと今でも思い出します。

この後、しばらく微量流量が計測できる電磁流量計の開発をして、小口径から大口径の電磁流量計の開発に移りました。電磁流量計もサイズアップして応用範囲が広がると、思いもかけないことに遭遇します。これらのうち、今でも思い出される興味ある事例はいくつかありますが、その内の2、3の事例についてお話してみたいと思います。

1971年頃のことです。東大阪市のM処理場にサイズ900の電磁流量計が設置されており、この電磁流量計は開水路を経て流入する工場排水の流量を測定している。ところが、電磁流量計には異常はみられず流量も一定なのに、平日は夕方4時頃から、土曜日は昼過ぎから、指示が数倍にも亘り、しばらく変動する異常状態が集中し、休日にはこの異常が現れず、大雨の後ではこの異常現象は小さいという妙な報告が入りました。

現地調査をしましたが、電磁流量計それ自体に異常な点は見あたらない。処理場の人と雑談をしていると、この処理場の上流側数kmのところ多数の伸線工場があり、酸洗い等に使用された強酸を作業終了時にこの開水路に排水していることが判りました。

電磁流量計は原理的に導電率の影響は受けないので、強酸を流したところで基本的には問題にならない筈である。しかし、測定流体の導電率が不均一になっていけば、話は別である。こう見当をつけると、全てこの異常現象は合点がいく。

土曜日に、問題の電磁流量計の中に設置した多数の導電率計セルからの導電率信号を多ペン記録計に記録させる準備をして待っていると、午後4時頃から上流の開水路で観察される流量は通常通り一定であるにも一拘らず、流量指示と共に導電率のペンが左右に激しくめちゃくちゃに大きく振れ、導電率が大幅に不均一な分布をしていることを示しました。1cmの距離で400 μ S/cmの変化にも達しました。なお、大雨で異常現象が低減されるのは雨と強酸がよく混合されるからでしょう。

判ってしまえば当たり前のこととはいえ、このような劇的な現象として導電率不均一の影響が現実には起こるとは想像もしていなかったもので、当時、予想が当たったことも手伝って、大いに感激したものでした。

次の事例は、1975 年頃の話です。岡山県の F 揚水機場に設置され農業用水を送るサイズ 1000 の電磁流量計の指示にときどき「ひげ」が出るので原因を調査して欲しいというのです。その「ひげ」の状況を聞き出すと、「ひげ」は夏に出て冬には出ない、「ひげ」の出ている時間は 3 秒前後、水が停止していても「ひげ」は出る、設置後約 1 年は「ひげ」は出ていない、「ひげ」は不規則に出る、というものです。

現地調査の結果、電磁流量計の前後の配管は地中に埋設されて見えないが、電磁流量計は河川から取水する取水口の近くに設置されているとのことでした。電磁流量計は全く正常に動作し、外部ノイズの影響もないことも判りました。

そうであれば、何で「ひげ」が出るのだ？ いろいろ考えたが、全く見当がつかない。まあ、昼飯でも食うか、と取水口の近くの開水路で少し早めの弁当を皆で広げて食べていた。一緒に調査に行った新人が早々と食事を済ませて開水路の中を覗きながら大きい魚がいるぞ！とはしゃいでいる。どれどれと覗くと、なるほど大きな魚が沢山いる。しばらく見とれていたが、まてよ、魚が電磁流量計の中を泳いでいたらどうなるか？ もしかしたらこれが原因ではないのか？ だとすれば、先の ~ の事実は全て合点が行く。しかし、電磁流量計の中は覗けない。

そこで、社内に帰ると、早速、電磁流量計の中で魚を飼って同じ現象が出るか調べることにした。まず、金魚の手配である。金魚を研究費用で買ったことがないので、買えるかどうか手配担当者に聞いたら「女以外なら何でも買える」との返事で、すぐ体長が 4~5cm の金魚と一緒に頼みもしないのに餌まで購入してきた。

両端を透明板で塞いだサイズ 300 の電磁流量計の中に金魚を入れ、磁場を印加して、金魚の動きをみたが、磁気マッサージを受けて居心地が良いようではなかなか動き回らない。仕方がないので、刺激を与えて動かして指示変動を観察・記録したところ、現地で生じた通りの現象が再現されました。

電磁流量計も応用範囲が広がると、予想もしないいろいろなことが起こるものだなあ！と感心したものでした。それにしても面白い経験でした。

少し大口径の話が続いたので、次は中口径の話を紹介します。1967 年頃のことです。北海道の某製紙工場に設置された数台のサイズ 100 と 200 の電磁流量計が、あるパルプ液の流量計測のラインだけに限って 3~4 日で数十%もの指示誤差が生じる。原因究明をしてすぐ対策を立てるというものです。

現場を見ているわけでもないのに、難しい話だなとは思ったが、これだけ大きい変化をするのなら原因究明も簡単かなという感じもしました。情報収集をすると、どうやら他のパルプ液に比べて「ヤニ」の多い新しいパルプ液のようで、特に、パルプ液に問題がありそうでした。しかし、このパルプ液では電磁流量計を使うなと言う訳にも行きません。

電磁流量計は原理的には「ヤニ」の影響はない筈です。そこで、「ヤニ」は絶縁物であるからこの影響を受ける - とすれば電極しかないだろうと見当をつけ構成に特徴ある特殊な電極を 3 種類作って現地に持参し、製品を製造しながら製造ラインに接続されているタワーを用いて 1 週間に亘ってテストを行いました。製造ラインを使うのですから、各部課との連携をとるので、神経を使います。

その結果、この3種類の電極は、構造の違いでそれぞれ25:1もの差がでる特徴ある劇的な指示変化を示しました。良い構造の電極は、その後、長期に亘り1%以内の安定な指示を示すことが確認されました。悪い構造の電極は5%ものドリフトを起こすことになります。

この結果は、その後、下水などの付着性の物質を含む測定流体に応用する際に大いに役に立ちました。さらに、この内容は、詳細な検討をしてSICEに発表してあります。

どうやら、カナメのところはカンを頼りに問題解決をしてきたようです。センサの開発にはこういうこともあります。理屈は後から貨車に載せて送れば良いのです。このほかドラスチックな話はまだまだありますが、予定の字数が来ましたので終わりにします。

以上