

奨励賞

給油取扱所における「ずれ」監視のすすめ

上村 直久

1. はじめに

国内のガソリン需要は、およそ年率2パーセントで減少している。それでも、令和2年度末の給油所数は2万9千5か所（資源エネルギー庁）と依然相当な数である。

給油取扱所には、法規制に基づく設備点検が義務付けられているが、平成15年総務省令第143号附則第3項第2号の規定に基づく届出を行った事業者は、「漏れ覚知に係る実施要領」*¹による管理が求められている。その一つに、「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」の運用がある。

さて、平成26年7月、港区の給油取扱所において、タンクローリー車から地下貯蔵タンクへ荷下ろししている間に通気管から灯油が溢れ出た、という事故が起きた。液面計の誤表示に気づけなかったことが原因という稀な事故で、鍵となる再発防止策は、液面計の適正な維持管理である。

この事例は次のような印象を残した。リスクアセスメントを行っても高リスクには分類されないだろう。しかし、油種がガソリンであったらどうだろうか。この事例を知らない他事業者が「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」で防ぐことができるだろうか。

「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」は、月単位の評価様式であり、地下タンクの外部漏洩の発見に主眼が置かれている。それぞれの入力値には制御し難い誤差因子（機器固有の誤差（液面計、流量計、通信機器等）、燃料油の受け入れ・払い出しに伴う油面の波立ち、温度（密度）変化による自然発生的欠減、長年の結露の蓄積に伴う液面の底上げ、タンクローリーの積み込み・荷下ろしに伴うハッチおよびホースの内壁への付着など）が内在している。これらの総合的な評価は、危険物取扱責任者に委ねられている。

通常、漏洩検査管点検の結果に異常がなければ、事業所内には「異常なし」の認識が浸透し、タンクローリー車からの荷降ろし時、事前に確認する液面計の健全性を疑う意識がなくても不思議ではない。当該事故の意識と知識が埋もれた状況下では、類災防止は低い発生確率に期待することになる。一方、計器の故障に気づかないことが原因となる事故は、液面計に限ったことではないだろう。そこで、あらためて、計器で管理する体制における、計器を管理する体制について勘考してみた。

* 1；地下貯蔵タンク等及び移動貯蔵タンクの漏れの点検に係る運用上の指針について（消防危第33号、平成16年3月18日）の別添2

2. 地下タンク在庫と漏洩検査管点検表

「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」の様式は、「石油連盟・SS施設安全点検記録帳」にある、図1のような構成である。もっとも安価でシンプルな運用は、当該冊子の記録表に直接書き込んでいくやり方である。

では、この点検表の運用方法を、筆者の理解ではあるが今一度確認してみよう。

入力項目は、計算対象とする時間枠における、開始時の在庫量(A)、タンクローリーからの受入量(B)、販売数(出荷・払出)量(C)、終了時の在庫量(E)である。より具体的には、AおよびEは液面計の値、Bはタンクローリー車から荷下ろしされた補給量、Cは流量計の累積計量値の差、である。

以上の入力値を基に、計算在庫量(D=A+B-C)、当日の増減量(F=E-D)、流量計からの販売量累計(G=前日G+C)、増減量の累計(H=前日のH+F)、累積増減率(I=H÷G)を計算する。

AとEの時間は、受け払いの収支を計算する趣旨から、原則的に営業の開始前および終了後であるが、営業形態や管理者の出勤形態を考慮して設定することもあるだろう。

この点検表で評価される数値は、Hである。すなわち、始業時の在庫量(A)からの計算在庫量(D)と終業時の在庫量(E)との差を求めて、その変動幅を評価する。異常の有無を判断するための参考値情報として、米国環境保護庁(EPA)の計算式*²

がある。

*2：(取扱い数量の)1%+130ガロン(約500リットル)

【図1】 地下貯蔵タンク漏洩点検記録表

月	始業前の 在庫数量	ローリー 受入数量	計量機の 販売数量	計算 在庫量	終業時の 実在庫量	本日の増 減量	計量機の販 売量累計	増減量 の累計	累計 増減率	$\Sigma C \times 0.01$ + 250
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
				A+B-C		E-D	前日のG+C	前日のH+F	(H÷G)%	
5 火	11,040	4,000	627	14,413	14,420	7	627	7	1.116%	34
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
29 金	9,480	4,000	1,892	11,588	11,600	12	28,506	98	0.343%	785
月末計		44,000					28,506	98	0.343%	785

在庫（液面計）

計量器流量計値から計算

在庫（液面計）

3. 「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」の限界

「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」については、手書きしていくほかに、各入力項目に該当するデータすべてを計量器から遠隔通信を介して処理まで一元管理するシステムを利用する方法がある。また、「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」では考慮されていない気化分も補正して在庫量の精度を高めるシステムも提案されている。

これらのシステム導入への投資は、計測管理を全自動化でき、従業員の省力化とヒューマンエラー低減の効果に寄与する。一方で、遠隔通信機器由来の信頼性を維持する維持費用が増加するうえに、計器自体の誤表示（真の値との「ずれ」）を知らせる機能はないため、計器の誤表示を見逃す問題点は解消されないまま残る。また、「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」の「在庫差の累積増減量」と比較されるEPAの計算式は、月500リットルを越える場合が漏洩との判断になるが、これではタンク容量からみて相当な量が漏れたことになり、後の祭りである。

では、それより少ない場合、つまり、「在庫差の累積増減量」が、参考評価基準（米国EPAの計算値）に抵触することはないものの、変動が大きいもしくは増加傾向を示していると感じた場合はどうするのか。施設の使用を停止して地下貯蔵タンクや地下配管の漏洩の有無を総点検できればよいが、その判断に迷う段階での使用停止は、場合によっては地面のはつり工事に踏み切るだけの覚悟も必要になる。ここで、漏洩検査管検査に異常がなければ、計器誤差による「ずれ」であろうことを期待する感情と不安の狭間の中で、もうしばらく様子を見ようとの判断に至るのが現実ではないだろうか。

このように、「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」の限界は、増減量の異常を判断する基準が厳格ではない点にある。しかし、基準を厳格することも現実的ではない。ならば、もう少し異常の判断を支援できる仕組みがあれば、危険物取扱責任者の不安を軽減できるのではないかと考えた。

4. 「ずれ」の見える化

ここで提案するのは、同じ計測対象の異なる計器間の「差（=ずれ）」の傾向監視である。給油取扱所に必要最小限とする計装設備のまま、「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」の「A」「C」「E」のデータを収集したあとに、パソコンの汎用表計算ソフトを用いて機器の「ずれ」を「見える化」する、シンプルな仕組みである。ちなみに、必要最小限の管理設備とは、売上管理を行うための給油量の積算値を管理する販売時点情報管理システム（POS）中央端末、液体ポンプの体積流量計の値をPOSに送信する電気通信機器、地下タンクの液面計、地下タンクの漏洩検査管としている。

具体的な業務フローは次のとおりである。あらかじめ図2のような「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」の様式に、給油機毎の始業前の現場計量器累積値の読み取り値、POSの集信値、現場液面計の読み取り値、POS計算在庫表示値を入力する。併せて、漏洩検査管検査の検査記録欄も設けておく。

入力したデータは、内蔵された計算式により処理され、自動的に図1の様式（「地下タンク在庫と漏洩検査管点検

表)) に表示される。ひとつのタンクに2~3個の給油機が接続されている場合には、入力されたデータは、給油機が所属するタンクの値に合算される。なお、前述のEPAの参照値となる計算式を「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」の右側の列に組みこんでみると、日々参照できる。

図2の記録様式にある「在庫」の「POS表示」は、一般にPOS内の在庫計算のサービスメニューの一つとして表示されるが、この値は「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」においては利用されていない。しかし、同じ計測対象として、「液面計」とは計測上独立した対照であり、両者からタンク在庫の「ずれ」を見ることが出来る。また、図1の「C」欄は、図2の「計量器流量計値」の「積算計」から直接読み取った値から算出されるが、遠隔通信機器経由のPOS内計算値である「計量器流量計値」の「POS表示」との差をとれば、同じように「ずれ」を見ることが出来る。

燃料油の取り扱いが閉鎖系である。したがって、記録される数量データに「ずれ」があっても、人為的な操作（計量テスト等）や入力エラーが介入しない限り、機器に何らかの異常がなければ、毎回その「ずれ」は一定幅に保たれるはずであるから、比較に値する機器毎のデータの日々の「ずれ」の傾向を確認し、特異な逸脱があれば、データの入力エラーか機器の異常の可能性を疑うべきか、を判断することができる。しかも、翻って見れば、「ずれ」の管理は、「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」に対するデータ入力時のヒューマンエラー防止も兼ねている。

【図2】 日常点検内容および液面計とPOS計算在庫の記録様式例

日	受入 (kl)	計量器流量計値 (リットル)						在庫(キロリットル)			
		タンク	T-1			T-2		タンク	T-1	T-2	
		計量器	1	2	3	4	5	計量器	1,2,3	4,5	
X	始業	T-1	積算計	2,986,941	188,318	557,871	6,879,274	3,020,048	液面計	11.04	11.42
			POS表示	2,986,865	188,293	557,767	6,879,263	3,019,920	POS表示	11.08	10.22
			積算計-POS表示	76	25	104	11	128	液面計-POS表示	-0.04	1.20
	終業	T-2	積算計	2,987,156	188,533	558,283	6,879,274	3,020,403	液面計	14.42	14.43
			POS表示	2,987,079	188,508	558,178	6,879,263	3,020,275	POS表示	14.46	13.25
			積算計-POS表示	77	25	105	11	128	液面計-POS表示	-0.04	1.18
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	

5. トラブル想定

図3のような設備構成の給油取扱所の管理を考えてみる。

- ① 出勤時刻の午前8時30分、図2の様式の記録紙を手手に、屋内のPOSに集信された現場流量計の累積値、在庫値を記録する。
- ② その後、現場に出て計量器指示値、各タンク液面計値の値を読み取り、記録する。給油者がいる場合は、給油量を記録し、システムに数値を入力する際に補正する。
- ③ 事務所に戻り、パソコン内の図2のワークシートに記録値を入力する。
- ④ ①~③の作業を、退勤時刻にも実施する。

入力エラーがなければ、次の段階として「ずれ」の理由を考察する。一例として、「液面計値」と「POS計算在庫」が挙げられる。

1番タンク(T-1)が2番タンク(T-2)とは異なる「増加傾向」を示していると仮定する。当該タンクには3個の給油機が繋がっている。そこで、3番給油機の使用を停止させたとする。それによって「増加傾向」が停止すれば、3番

給油機の系統に問題が潜んでいる可能性を疑うことになる。

仮定ではあるが、「液面計値」と「POS計算在庫」の「ずれ」が増加する原因と確認方法を考察してみると、以下の5項目が考えられる。

【表1】 給油取扱所(懸垂式給油機)の設備構成例

推定原因	確認方法
液面計の不良	ローリー受入時は相応に動作しているか否か
3番給油機のPOSの不良	・計量機器*3とPOS値の「ずれ」の傾向 ・試験通油により、計量機器が所定数量を計数しているか否か
タンクローリー車から「T-1」への受入数量のPOS入力ミス	「ローリー受入納品書」「POS仕入入力伝票」「在庫管理表」を遡って照合
「T-1」の漏洩	・前回の微加圧試験の報告書 ・過去の漏洩検査管検査の結果 ・今現在の漏洩検査官検査の結果
3番給油機系統の亀裂・開口及び／又は逆止弁不具合による逆流	給油機を復帰させると「ずれ」の増加が再現するか否か

*3；定検により精度が担保されていること

外部漏洩がなければ、内部漏洩の可能性を念頭に置くことになる。例えば、逆止弁の漏洩の可能性を疑う。その場合、「地下タンク在庫と漏洩検査管点検表」の記録だけでは量的に推察することはほぼ不可能であろう。給油機まわりに開口部が出現した場合には、給油機系統が開放系となり、開口部からの外部漏洩の発生とともに、当該箇所からの空気の侵入により空気溜まりが生成し、ヘッド差も相まってキャノピー天井配管の滞油をポンプ側へ押し流す可能性も想定される。

このように、「液面計値」と「POS計算在庫」との「ずれ」の傾向に変化が現れた場合、その裏には内部漏洩などが潜んでいるかもしれないのである。

6. まとめ

図2の様式への入力から法定記録の図1へと展開する表計算システムを組み、運用を始めたところ、図2への入力時のヒューマンエラーが少なくないことに気づいた。それを予防するために読み取り値の「差=ずれ」を「見える化」した。「液面計の誤表示に気づかなかった」への気付きも重なって、計測値と収支計算値の「ずれ」に変化が起きるかもしれない、との発想が浮かんだ。

定期的実施する地下貯蔵タンクの気密検査や計量器の検定合格証は、検定の日までの使用における合格証であって、それ以後の健全性を担保するものではない。また、給油所経営が厳しくなる中、老朽化機器を監視するための投資、事後保全から定周期保全への切り替えは考え難い。

「液面計の誤表示に気づかなかった」を言い換えれば、「(健全であったはずの)液面計が不安全的状態にあることに気づけなかった」であろう。そもそも、不安全的状態とは見えないものである。不安全的状態を「見える化」できれば、不安全的リスクも減少する。では、どうすれば不安全的状態を「見える化」できるのであろうか。その答えは、安全に対する「意識」と「知識」と「想像力」から導かれるものと考えられる。

「ずれ」の監視は、分析化学におけるクロスチェックに似た考え方であり、決して高度な仕組みではない。意識と知識と想像力からの提案である。本案が、老朽化の進む危険物施設に導入され、早期異常検知に役立つことを願う。

【図3】 給油取扱所(懸垂式給油機)の設備構成例

