

[報告]

ガソリンスタンド地下タンクからの蒸気排出量調査

上野 広行 秋山 薫 佐々木啓行*

(*現・東京都下水道局)

1 はじめに

ガソリンスタンドから大気に排出されるガソリン蒸気は、光化学オキシダントや浮遊粒子状物質の原因のひとつである。

ガソリンスタンドからの排出パターンとしては、①タンクローリーから地下タンクへの荷降ろし時に地下タンクから押し出される蒸気の通気管からの放出(受入ロス)、②自動車への給油時に自動車の燃料タンクから押し出される蒸気の放出(給油ロス)、③温度や気圧変化等による地下タンクからの放出、が考えられる。このうち、①については、東京都環境確保条例においてステージ1ベーパーリターン装置の設置が義務化されている。これは、地下タンクから押し出される蒸気をホースによりタンクローリーに戻すものである。その効果は、過去の調査¹⁾においては100%とされているが、PRTR では効果が不明な場合は85%として計算²⁾することとなっている。②については、理論的に対策を講じない場合の①と同程度の排出が見込まれ、対策としては自動車への活性炭を充填したキャニスター(ORVR)の装着やステージ2ベーパーリターン(給油ノズルから蒸気を吸い込み地下タンクへ戻す装置)があるが、費用的な問題もあり普及していない。③については、地下タンクの温度変化が小さいことから通常は排出量が無視できると考え計算されていない。しかし、実測データは見当たらず、これを回収する装置が市販されている。

この調査では、①のベーパーリターンの効果の実測、③の排出量の実測及びガソリン蒸気回収装置の効果を把握することを目的とした。調査は排出が最大になると思われる夏期に実施した。

2 調査対象ガソリンスタンドの概要

図1にガソリンスタンドの概念図を示した。このガソリンスタンドにはステージ1ベーパーリターン装置と、ガソリンベーパー回収装置が設置されている。

タンクローリーから地下タンクへの荷降ろしの際にはステージ1ベーパーリターン装置の弁が閉じ、通気管へ蒸気が流れなくなる。地下タンクから押し出される蒸気はタンクローリーへ戻される。同時にガソリンベーパー回収装置も作動し、蒸気の一部を吸引し膜分離することにより蒸気を液化回収し地下タンクへ戻す。ガソリン蒸気回収装置は受入れ時以外にも、内圧が高くなると自動的に作動し蒸気を吸引回収する。この場合はステージ1ベーパーリターンの弁は開いているが、通気管には圧力弁が設置されており通気管から排出される前に回収装置が作動する仕組みとなっている。

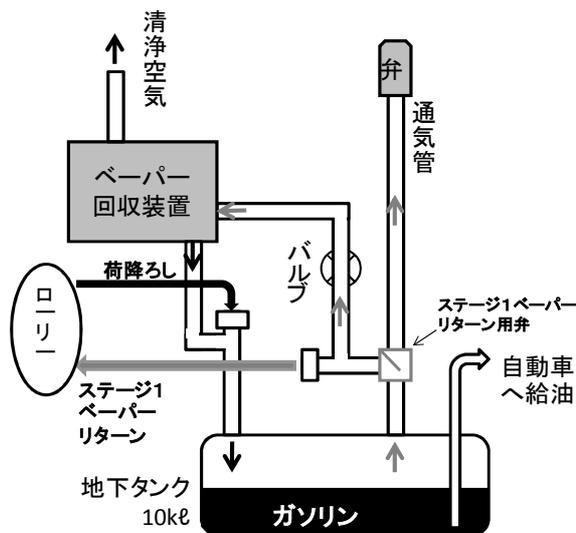


図1 調査したガソリンスタンドの概念図

3 調査方法

(1) ベーパーリターンの効果及び地下タンクからの排出量の測定

地下タンクからガソリンベーパー回収装置への配管途中にあるバルブを閉じ、ベーパー回収装置をOFFにした。さらに、弁付通気管の弁を外すことにより、通気管から蒸気が排出される状況にした。通気管出口にフードを被せ、ここに希釈用の活性炭を通した空気をブローにより一定流量で送り込み、この希釈ガスを連続VOC計で

測定した。ここで、希釈空気の流量は通気管からの蒸気排出流量より十分大きいものとした(約 4.5m³/分)。VOC 計は OSP 社製 VOC-121H (吸引量 200ml/min) を用いた。VOC 計は、実験室において、一定量のガソリンをバッグに揮発させ島津製作所製全炭化水素計 HCM-1B によって濃度 (ppmC) を測定したガスで校正した。ガソリン蒸気排出量は、濃度と吸引流量の積で計算できる。

(2) ペーパー回収装置の効果

ガソリンペーパー回収装置を作動させる場合(図 1 の状態)は、ペーパー回収装置出口にフードを被せ、清浄空気の全量を周辺の空気とともに 150ℓ/min で吸引し、VOC 計でガソリン蒸気の有無を確認した。なお、ペーパー回収装置の作動時の清浄空気流量はおおよそ 50ℓ/min であった。また、(1)と同様の測定で弁付通気管からの蒸気の排出の有無を確認した。ペーパー回収装置の効率は、各測定時の状況(気温)に大きな差がなければ、(1)の通気管からの排出量と、清浄空気出口からの排出量から求めることができる。

4 結果及び考察

(1) 通気管からの排出量について

図 2 に通気管からのガソリン蒸気排出状況の測定結果例を示す。ガソリン蒸気 1ppmC は、比重を 0.75 とし、全てオクタン (M=114) とすると 0.791 μℓ(液体)/m³ に相当する。図 2 では、10 秒ごとに記録したガソリン蒸気濃度 (ppmC)、上記換算係数及び測定した空気流量 0.763m³/10sec の積、すなわち 10 秒あたりの排出量 (mℓ 液体) として示した。



図 2 通気管からのガソリン蒸気測定結果例

図 2 に表われたピークは、ローリーから地下タンクへの荷降ろしの際の蒸気排出を示している。また、そ

れ以外の時間帯では単位時間当たりの排出量は少ないものの、排出はゼロではなく、開放している通気管からの蒸気排出(ここでは呼吸ロスと呼ぶ)があることがわかる。この排出は、自動車への給油時にはタンク内が負圧になるため日中は観測されないが、給油の少ない夜間に観測される傾向があった(図 2)。

地下タンクへの荷降ろし時の排出量と呼吸ロスを計算し表 1 に示した。地下タンク荷降ろし時の排出量は 1 回当たり液体換算で 200~600mℓ であった。ちなみに、地下タンク容量は 10 kℓ であり、仮に半分の 5 kℓ 分の体積のガソリン蒸気(30℃)が排出されたとすると、

$$5000[l] \times \frac{273[^\circ\text{C}]}{(273 + 30)[^\circ\text{C}]} \times \frac{114[\text{g/mol}]}{22.4[l/mol]} \times \frac{0.4}{0.75[\text{g/ml}]} = 12000[\text{ml}]$$

のガソリンが排出されることになるが、この蒸気のほとんどはステージ 1 ペーパーリターン装置によりローリーへ戻される。その効率は上記結果から概ね 95%以上と考えられる。

表 1 通気管からのガソリン排出量

月日	内容	ガソリン排出量(mℓ)
8/3	荷降 22:50-23:05	352
	呼吸ロス	1678
	計	2031
8/4	荷降 6:04-6:14	338
	荷降 20:29-20:45	318
	呼吸ロス	1083
	計	1738
8/5	荷降 14:14-14:26	422
	呼吸ロス	860
	計	1282
8/6	荷降 4:46-4:57	181
	呼吸ロス	800
	計	981
8/7	荷降 22:43-22:50	219
	呼吸ロス	548
	計	767
8/8	呼吸ロス	578
	計	578
8/9	荷降 6:14-6:22	123
	呼吸ロス	651
	計	774

表1に示した地下タンクからの呼吸ロスは、合計すると1日あたり600~2000mlであった。これは上記のようにステージ1ベーパーリターンで回収される蒸気が12000ml程度であるとする、その10%程度に相当する量となる。

(2)ベーパー回収装置の効果

図3及び図4に、ベーパー回収装置がONの状態の清浄空気と弁付通気管からの排出測定結果を示した。図3及び4から、地下タンクへの給油時にはベーパー回収装置出口及び弁付通気管においてピークが観察されガソリン蒸気の漏洩が確認されたが、図2と比較するとその量は非常に少なかった。

表2にベーパー回収装置ON時の排出量計算結果を示した。ベーパー回収装置からのガソリン蒸気はほぼゼロであった。弁付通気管からの排出量は地下タンク給油時で1回当たり1~60ml、呼吸ロスが1日あたり100~200ml程度であった。

表1と2の排出量計を比較すると、ベーパー回収装置の設置により、通気管からの排出量は1000~2000ml/日であったものが100~200ml/日になっており、その効率は90%程度であった。

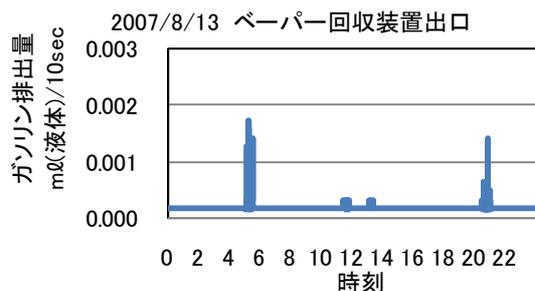


図3 ベーパー回収装置出口における測定結果例

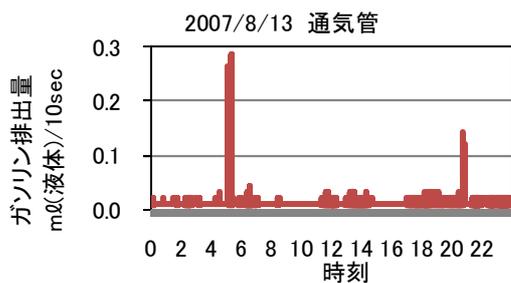


図4 弁付通気管における測定結果例

表2 ベーパー回収装置及び弁付通気管からの排出量

月日	内容	ベーパー回収装置からのガソリン排出量(ml)	通気管からのガソリン排出量(ml)
8/12	荷降 5:53-55	0	1
	呼吸ロス		92
	計	1	93
8/13	荷降 5:07-5:09	0	5
	呼吸ロス		129
	計	1	134
8/14	荷降 7:39-7:42	0	2
	荷降 22:04-22:08	0	4
	呼吸ロス		193
	計	2	197
8/15	荷降 6:44-6:51	0	21
	呼吸ロス		168
	計	1	189
8/18	荷降 5:40-5:49	0	60
	呼吸ロス		157
	計	1	218
8/19	荷降 13:17-13:24	0	6
	呼吸ロス		160
	計	1	166
8/20	荷降 23:33-23:42	0	7
	呼吸ロス		206
	計	2	213
8/21	呼吸ロス	2	163
	計	2	163
8/23	5:39-5:50	0	4
	呼吸ロス		142
	計	2	146

5 おわりに

今回調査した10kℓの地下タンクからの呼吸ロスは、0.6~2ℓ/日程度であり、これはステージ1ベーパーリターン回収量の10%程度であった。

ステージ1ベーパーリターンは、荷降ろし時に排出される蒸気(液体換算で30ℓ/回程度)を95%以上ローリーに戻していた。

ガソリンベーパー回収装置の効果は、ステージ1ベーパーリターン有効時で90%程度であった。なお、この装置の別の効果としては、ローリーに戻す蒸気を地下タンクに回収する効果があると考えられるため、石油精製メーカーではなくガソリンスタンド経営には利点がある可能性がある。

以上のことから、地下タンクからの呼吸ロスは全くないとは言えないが、ステージ1バーパーリターンでローリーに戻される蒸気量（受入ロスにほぼ等しい）の10%程度であった。すなわち、現状では給油ロスが圧倒的に多いことから、まずはORVR等の対策を進めることが急務と言える。

謝辞

本調査の実施にあたり、株式会社デナロ、株式会社ENEOSフロンティア東京の方々に多大なるご協力をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 東京都環境保全局大気保全部：炭化水素類排出低減技術（蒸発防止設備）マニュアル(1995)
- 2) 東京都環境局：化学物質適正管理届出の手引き(2008)