



日本冷凍空調学会賞 技術賞

給油所におけるガソリン蒸気液化回収装置

Gasoline Vapor Liquefaction Recovery Unit at the Gas Station

1. はじめに

塗装や洗浄工程を中心に使用されている揮発性有機化合物（以下、VOCと称す）は、浮遊粒子状物質（SPM）や光化学オキシダントの原因物質とされながら、図1に示すように、その大部分は処理されることなく大気中へ放出されてきた。

ガソリンスタンドなどの給油所も排出源であるので、この度、自動車やガソリンスタンドの地下タンクに給油する際に発生するガソリン蒸気の排出を抑制する技術を開発した。

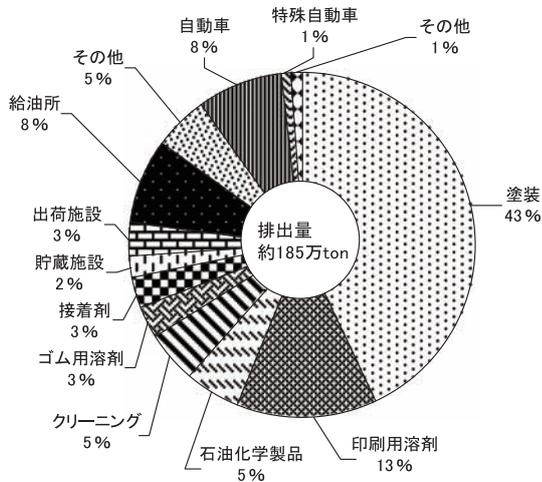


図1 VOC 排出量 (環境省推計 2000 年度)

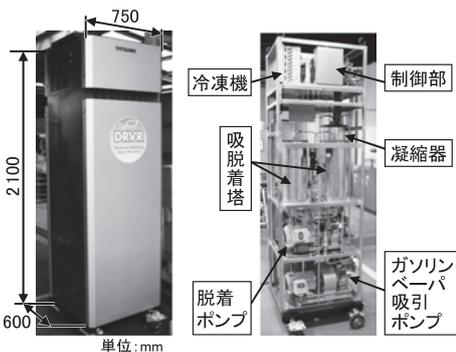


図2 給油機用ガソリン蒸気回収装置



杉本 猛\* Takeshi SUGIMOTO 谷村泰宏\* Yasuhiro TANIMURA 森本裕之\* Hiroyuki MORIMOTO 関谷勝彦\*\* Katsuhiko SEKIYA 藍 勇太\*\* Yuta AI

2. 開発機の概要

図2に給油機用ガソリン蒸気回収装置の外観図、図3に地下タンク用ガソリン蒸気回収装置の外観図を示す。

図4に今回開発した給油機用ガソリン蒸気回収装置のガソリン蒸気の処理フローを示す。

この技術は、高濃度のガソリン蒸気を圧縮・冷却して液化することと、低濃度のガソリン蒸気を吸着・濃縮することを組み合わせたことで、コンパクト・高効率に液化できるようにしたものである。

3. 開発機の特長

図4を用いて給油機用ガソリン蒸気回収装置の処理フローを説明する。

給油ノズルを同軸円筒構造とし、内筒からガソリンを給油し、外筒から車両給油時に発生するガソリン蒸気を加圧ポンプによって吸引する。ガソリン蒸気含有空気は、加圧ポンプによって加圧・圧縮され、凝縮器に供給される。凝縮器でガソリン蒸気の一部が液化され、地下タンクへ戻り再利用される。液化されないガソリン蒸気

は吸着塔に供給され、吸着塔内に充填された吸着剤によって吸着除去され、分離された空気は外部へ放出される。吸着塔は二塔備えられており、一塔が吸着操作の場合

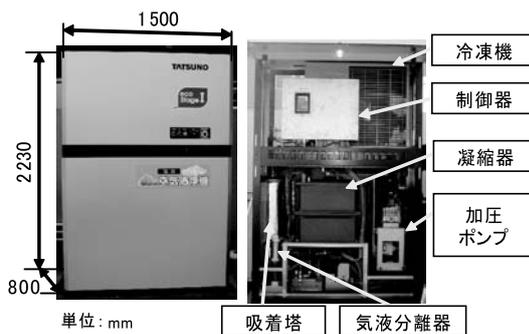


図3 地下タンク用ガソリン蒸気回収装置

\*三菱電機㈱ Mitsubishi Electric Corp.  
 \*\*㈱タツノ・メカトロニクス Tatsuno Corp.  
 原稿受理 2011年1月22日

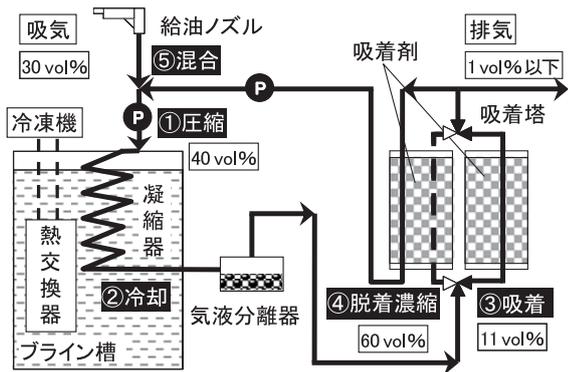


図4 給油機用ガソリン蒸気処理フロー

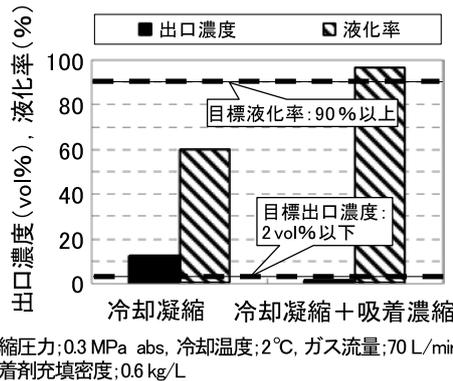


図6 加圧冷却凝縮方法に吸着方式を併用する効果

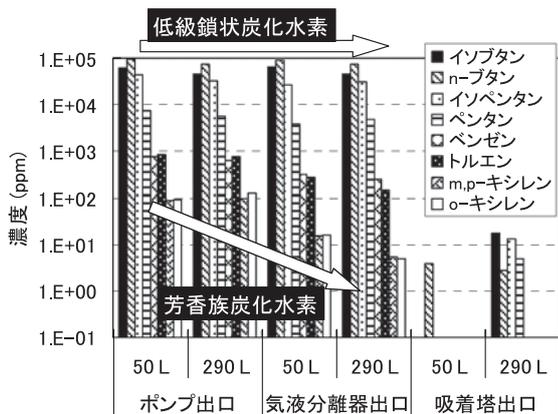


図5 高効率除去方法 (0.3 MPa abs)

は、もう一塔は脱着操作で運転する。

この全体構成において、次に述べる2つの新技術を開発した。

(1) 加圧冷却凝縮と吸着濃縮の組合せによる高効率回収技術

本技術開発では、ガソリン蒸気のように沸点の異なる有機化合物を複数含んだ状態の気体の液化回収に際し、吸引したガソリン蒸気を加圧ポンプおよび凝縮器で圧縮・冷却する工程と、液化できなかったガソリン蒸気を吸着剤により吸着除去する工程をこの順でシーケンシャルに動作させて液化回収する方法を見出した。これにより、図5に示すように、トルエンなどの芳香族炭化水素(圧縮・冷却工程で除去)とブタンなどの低級鎖状炭化水素(吸着工程で除去)を分離除去でき、ガソリン蒸気の高効率回収を実現した。また、吸着したガソリン蒸気を圧力スウィングとガス置換によって脱着することにより、吸着塔に入る前のガソリン蒸気濃度(11 vol%程度)を液化凝縮可能な濃度領域(約60 vol%)に高めることができた。したがって本技術の開発により、給油機用において、大気に放出するガソリン蒸気濃度平均1vol%以下、および取り込みガソリン蒸気の高回収率95%以上を達成した(図6)。

(2) 吸脱着切換え制御技術

ガソリン蒸気を凝縮塔および気液分離器に通過させた後に吸着塔に供給することにより、吸着塔に侵入するガス中のガソリン蒸気濃度が常に一定値(本装置では、0.3 MPa abs, 2°Cでの飽和蒸気圧濃度)になるようにした。また、ガソリン蒸気吸引ガス流量を一定に維持することにより、時間当たりに吸着塔に供給させるガソリン量を一定に保つことができる。したがって、ガソリン蒸気含有ガスを吸い込んだ積算時間で吸脱着塔の切換えタイミングを制御できるようにした。

4. 開発機による環境貢献

本装置の環境貢献について試算した結果を以下に示す。2006年度の国内ガソリン販売量は約6000万kLであり、給油時にはガソリン給油量の0.2%、すなわち、12万kLのガソリン蒸気が大気に排出されていることが知られている。本装置の液化回収率を85%、普及率を60%(国内給油機シェアと同等)とした場合、ガソリン1Lの燃焼エネルギーは34.6MJであることから、年間 $2.1 \times 10^6$  GJのエネルギーを回収したことになる。また、年間4.6万tonのVOC排出削減が可能となり、2000年度VOC排出量の約2.5%を削減できる。

さらに、ガソリン給油時のガソリン臭気発生が軽減されるので、ガソリンスタンドの快適性を推進できるとともに、給油時の静電気による火災発生を防止でき、ガソリンスタンドの安全性を高めることができる。

5. おわりに

今回の開発した技術および装置を国内外に展開することにより、世界規模でVOCやCO<sub>2</sub>の排出削減に貢献することができ、地球規模の環境改善にも貢献できると信じている。また、この技術は塗装や洗浄工程で使用されている有機溶剤の回収技術に展開することが可能であると考えている。