



厨房用・油脂分離回収装置「Pattol 15F」

The "Pattol 15F" oil separation and recovery system for commercial kitchens

福重 俊二 立花 美実 篠原 史敏 三井 昇 杉浦 弘明 服部 寛 吉田 俊洋



図 1 Pattol 15F

Abstract

As a developer and marketer of commercial-use oil-water separation systems, Yamaha Motor Co., Ltd. received a request from McDonald's Company (Japan) that resulted in the development of an automatic recovery system for grease traps (※1) in 2004, which we named the "Pattol 1200F." This Pattol 1200F is designed as a completely automatic system capable of recovering oil from the wastewater of commercial kitchens. It is fitted with a Programmable logic controller that makes it possible to change the program to highly precise settings to accommodate different operating and use conditions. The exterior of the system was also carefully designed to blend into the kitchen environment with measures such as giving generous curves to the corners. As a result, the Pattol 1200F won high approval and was officially certified by McDonald's Company (Japan) for use in its franchise kitchens. Subsequently, however, requests were received from our clients asking for a unit that was even easier to use and even less expensive. This led us to develop the new "Pattol 15F," a model designed and engineered for high performance, high quality and excellent cost performance. Here, we report on the development of this new model.

※1 Grease trap: A device that uses cold solidification to isolate and remove the oil and grease component in kitchen wastewater in order to prevent the clogging of drain pipes.

1 はじめに

工業用油水分離装置を開発、販売していたヤマハ発動機は、日本マクドナルドからの要望で、2004年にグリストラップ※1用の油脂自動回収装置「Pattol 1200F」(図2)を開発した。Pattol 1200Fは、厨房排水中の油脂を全自動で回収することができる。プログラマブルロジックコントローラー(PLC)を搭載しており、プログラムを変更することで、使用条件に合ったきめ細かい設定が可能である。また、本体角部に大きなRを付ける等、デザインにも気を配り、厨房内にしっかりと溶け込む外観とした。これらが認められ、Pattol 1200Fは、マクドナルドの承認機となった。しかし、もっと扱いやすく、もっと安価なものが欲しいと

の顧客要望を受け、高性能と高品質と低コストの実現にチャレンジした新モデル「Pattol 15F」(図1)を開発したので、紹介する。

※1 グリストラップ:厨房設備排水中の油脂を冷却凝固させ分離し、配管の閉塞を防止するためのもの。グリース阻集器とも呼ばれる。



図2 Pattol 1200F

2 開発のねらい

2.1 新モデル開発までの経緯

ファーストフードチェーンなど、外食産業の厨房排水には、多くの油脂が含まれている。厨房には、配管の詰りを防止するためのグリストラップが設置されているが、管理不足により油脂が流出すると、下水道のトラブルにつながる。行政では、その対策に苦慮しており、パンフレットを配り、油脂をすくい取ることやバキューム清掃を指導しているが、浸透度は低く、問題視されている。

一方、日本マクドナルドでは、グリストラップにたまった油脂の回収を、店の従業員が、時間をかけて手作業で行っている。それ以前には、曝気装置^{※2}を使用した乳化剤やバクテリアを試したこともあるが、良い結果を得られなかった。また、最近では、都市部を中心に曝気装置をグリストラップに入れることを禁止している自治体が増えている。

そこで、当社は、油脂を物理的に分離回収するという原点に返って、Pattol 1200Fを開発した。この装置は、手を汚すことなく、全自動で油脂を回収することができる。1,000人分の昼食をまかなう当社の従業員食堂でも問題なく作動し続けた。しかし、全自動を目指したことが、逆にその扱いを難しくした。

一般的に厨房排水の状況は日々変化するため、センサーやプログラムをいくら変更追加しても追いつかず、装置のコストも上がる。また、全自動を維持するためには、専門業者によるメンテナンスを必要とした。そこで、ユーザー(実際に装置を扱うマクドナルドの従業員)と取り扱い方法について話し合い、自主保全を提案した。1日に1回、装置とグリストラップ内の状態を見てもらい、少しでも油脂が固形化した部分があれば、棒で砕いてもらうようにした。自主保全という人間の手をほんの少し加えるだけで、グリストラップの状況は飛躍的に改善され、異臭も無くなった。

これらの経緯を踏まえ、より扱いやすく、もっと安価なものを、という顧客要望に応えるため、自主保全を前提とした新モデルの開発に着手した。

※2 曝気装置:空気の吹き込みや攪拌などをして、液中に酸素を供給すること。有機汚濁物質を分解する微生物の働きを促す。

2.2 開発目標

Pattol 15Fの開発では、Pattol 1200Fでの顧客要望と我々自身の現場での経験から、下記6項目を開発目標とした。

- ① 性能・機能は維持したまま
 - ・分離性能、本体分離槽容量はPattol 1200F同等以上とする。
 - ・回収油脂中の水分を低減する。
- ② より小さく
 - ・本体の高さ、幅、奥行寸法をPattol 1200Fに対しそれぞれ70%以下とする。
 - ・本体重量を40%低減、ポンプユニット重量も40%低減する。
- ③ より扱いやすく
 - ・現地での設定を簡便にする。特にポンプ流量は調整容易にする。
 - ・メンテナンスは専門知識を必要とせず、誰でもできること。
- ④ より強く
 - ・設置環境(特に水・水蒸気)に対する耐性の向上。
 - ・異物に対し、詰りにくいポンプを開発する。
- ⑤ より便利に
 - ・メンテナンスとして、大量の油脂を短時間で回収する運転モードを設定する。
 - ・配管内をきれいにする運転モードを設定する。
- ⑥ より安く
 - ・Pattol 1200Fに対し、コストを6割低減する。

そして上記を達成するために、次の5項目について重点的に開発を進めた。

- (1) 全体レイアウトの最適化
- (2) 油水分離槽の形状最適化
- (3) スクレーパー・アクチュエーターの新規開発
- (4) ポンプの新規開発
- (5) 制御系のマイコン化

開発目標と結果は表1の通りである。

表1 Pattol 15Fの開発目標と結果

開発目標		Pattol 15F	Pattol 1200F	結果
①性能・機能は維持	・分離槽容量は同等以上	14.5 ℓ	12 ℓ	○ +20%
	・回収油脂中の水分低減	2次処理で対応 (水切りフィルターで水分除去)	2次処理で対応 (高分子吸収体による水分ゲル化)	○
②より小さく	・本体寸法(高さ×幅×奥行)を、それぞれ70%以下	495x469x211mm	585x510x219mm	△ 高さ 85% 幅 92% 奥行 96%
	・本体重量 40% 低減	17.5 kg	28.6 kg	○ 39% 低減
	・ポンプユニット重量 40% 低減	7.1 kg	12.5 kg	○ 43% 低減
③より扱いやすく	・ポンプ流量調整を容易に	アナログ的に連続可変可能	シーケンサープログラム係数入力	○
	・メンテナンスが誰でもできる	誰でも可能	シーケンサー知識、パソコン必要	○
④より強く	・耐水性の向上	水のかからない場所への設置が前提 IP 等級 5 相当 (防水) [社内評価]	水のかからない場所への設置が前提	○
	・詰りにくいポンプ	異物径 19mm 以下	異物径 10mm 以下	○
⑤より便利に	・大量油脂回収の運転モード設定	メンテナンスモード設定	手動運転モードで可能	○
	・配管内をきれいにするモード設定	メンテナンスモード設定	なし	○
⑥より安く	・コスト 6 割低減	60%	100%	△ 4 割低減

2.3 全体レイアウト

Pattol 15FとPattol 1200Fの比較を表2、図3に示す。開発目標のうち、性能・機能を維持したまま、より小さく、より安くを達成するために、本体分離槽の形状と配置、作り方を見直した。その形状は、Pattol 1200Fの横長に対しPattol 15Fは縦長とし、本体の大きさを小さくしたにもかかわらず槽容量を20%アップすることができた。

作り方については、Pattol 1200Fが2槽構造であるのに対し、1槽構造を採用した。Pattol 1200Fでは、ステンレス鋼材の溶接焼け除去・ヘアライン加工工程を廃止するため、分離槽の外側に化粧板としてステンレス鋼ヘアライン材でボディを形成した2槽構造であり、コストに限界があった。Pattol 15Fでは、溶接焼け等の外観に影響が出にくい形状とすることで、1槽構造とすることができた。

次に、開発目標のうち、より強く(特に水・水蒸気に対する耐性の向上)を達成するために、水・水蒸気に弱い電気部品は、これらが浸入しない隔壁内に集約した。社内の評価ではIP等級5(防水)相当の耐水性を確保した。

表2 仕様諸元表

	Pattol 15F	Pattol 1200F
構造	比重差分離 / スクレーパ付強制排油方式 排油脂回収容器内蔵	←
本体寸法 高さ × 幅 × 奥行	495 × 469 × 211 mm	585 × 510 × 219 mm
ポンプユニット寸法 高さ × 幅 × 奥行	241 × 209 × 140 mm	350 × 152 × 152 mm
回収ノズル寸法 径 × 高さ	φ 120 × 110 ~ 260 (約 150mm の液面変動に追従)	φ 120 × 130 ~ 280 mm (約 150mm の液面変動に追従)
分離槽容量	14.5 L	12 L
乾燥重量 本体 ポンプユニット	17.5 kg 7.1 kg	28.6 kg 12.5 kg
ポンプ	DC24V 水中ポンプ (max.133W) ロック検出機能付き	AC100V 水中ポンプ (max.301W)
処理流量	最大 20L/分 (アナログ式ダイヤル)	最大 20L/分 (11 段階流量セレクトスイッチ)
電源電圧・消費電力	AC100V (50/60Hz) 150W	AC100V (50/60Hz) 325W
運転タイマー	(オプション)	24 時間タイマー付き
設置場所	屋内	←

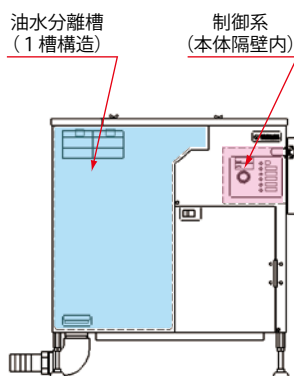


図 3a Pattol 15F 概観

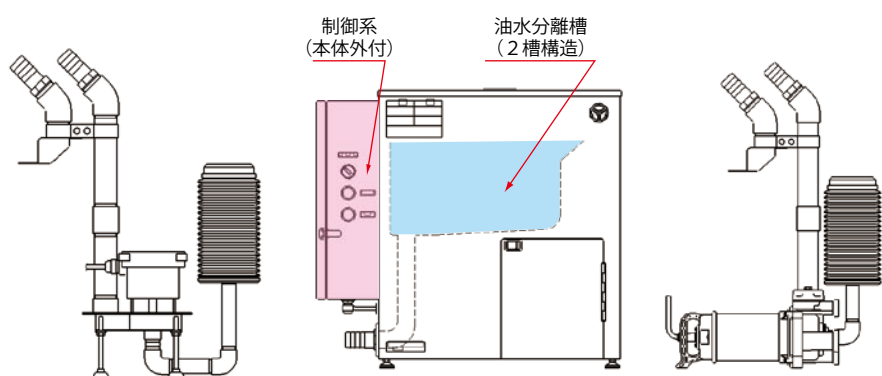


図 3b Pattol 1200F 概観

2.4 油水分離槽

Pattol 15FとPattol 1200Fの分離槽を図4に示す。

一般的に、比重差により油水分離を行う場合、その分離槽は表面積が大きいほうが高効率となる。そのためPattol 1200Fでは、図3bの様に、本体の上面を全て覆う様な横長な形状として水面の表面積を稼いでいた。一方Pattol 15Fでは、図3aの様に、小型化を達成するレイアウトのため縦長の形状としたので、槽容量は稼げても水面の表面積は約3分の2を確保するのが精一杯となった。そこで、油水分離性能を維持させるため、槽内部のレイアウトを試行錯誤することとなった。

具体的には、下記項目を満たすよう留意しながら検討を進めた。(図4c参照)

- ・分離槽内に汲み上げた油脂が、連通路(排出口)へ流れて行かない位置関係。

⇒導入口から連通路まで物理的距離は近いが、水流と横仕切によって直接は流れず、流路的な距離は長くなる。

- ・分離槽内に汲み上げた油脂が、分離、浮上する時間、空間を多く稼げる流路・流速。

⇒導入口からの水流が上・横仕切により減速・整流され、ゆっくりと分離槽を浮上する。

・分離槽内に浮上した油脂が、連通路(排出口)へ流出することのない分離槽内対流。

⇒水面に浮上した油脂を巻き込まない速度で、水分のみゆっくりと分離槽下部へ対流する。

これらを、流体解析や、試作分離槽にプラスチックやゴムで作った擬似油脂を混ぜた水を流し込む実験を行い、槽内部レイアウトを検討した結果、水面の表面積が少なくともPattol 1200Fと同等の分離性能を発揮できるようになった。

また、分離性能を維持しつつも、なるべく仕切の構造が単純なものを選択したので、清掃などのメンテナンス性も確保した。



a) Pattol 15F



b) Pattol 1200F

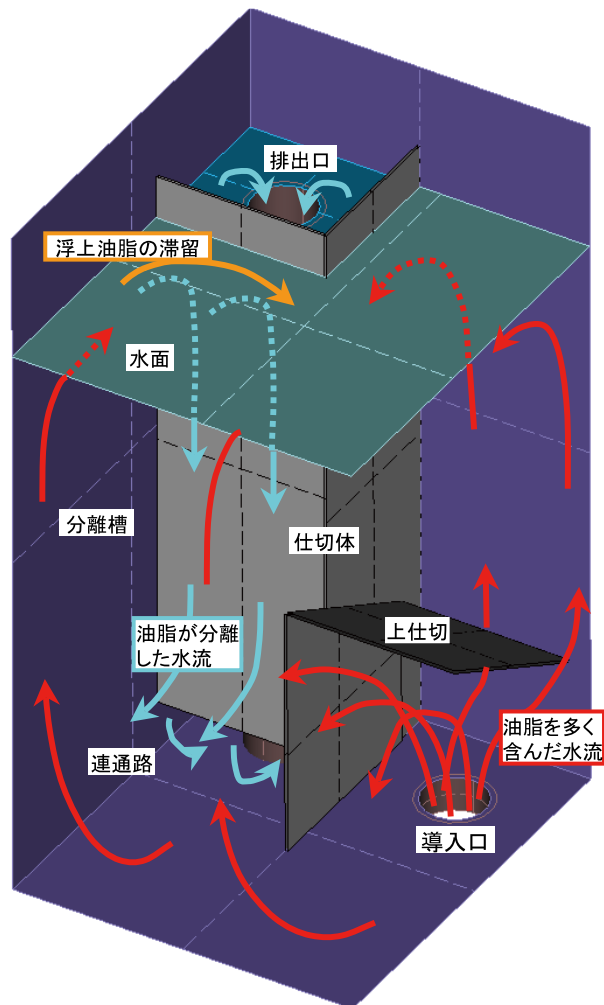


図 4c Pattol 15F の水流模式図

図 4 分離槽

2.5 スクレーパー・アクチュエーター

スクレーパー・アクチュエーターはこの装置の要となる部分である。手で油をすくい上げるようにスクレーパーが動いて油を掻き出すことが、Pattol 1200Fでは最大の売りであったため、この部分を踏襲しつつ、性能向上を図った。Pattol 15FとPattol 1200Fのアクチュエーターを図5に示す。

Pattol 1200Fでは、モーター正逆転による往復動作、そのためのセンサー類が必要であった。また、油脂排出部位ではスクレーパーの動作スピードを減速するため、プログラムの寸動(少し動いて停止を

繰り返す)制御していた。

Pattol 15Fでは、往復動作を発動機メーカーらしくクランク構造とすることで、モーターの正逆転制御をなくし、センサー類を不要とした。また、クランク構造においてその下死点での往復スピードが遅くなる原理を活かし、この下死点と油脂を排出する部位を一致させることで、さらに効果的に油脂を排出することができるようになった。これらにより、より扱いやすく、より安くに寄与することができた。

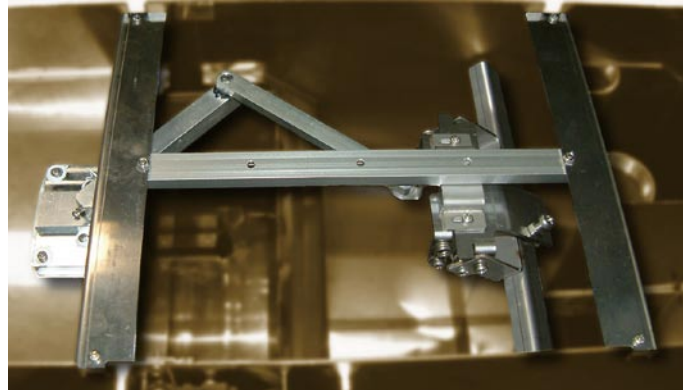


図 5a) Pattol 15F アクチュエーター



図 5b) Pattol 1200F アクチュエーター

2.6 ポンプ

2.6.1 ポンプのDC(直流)化

Pattol 1200FのAC(交流)ポンプでの水量調整は、回転数制御が組み込めないため、回転ON/OFFのパルス動作にて設定していたが、調整が難しい上に調整範囲が限られ、専門知識を必要とした。今回開発したPattol 15Fのポンプは、この回転数制御に重点を置いて、開発に取り組み、ボリューム調整だけで水量をコントロールできるDCポンプが完成した。

2.6.2 異物等でのポンプの目詰りがない工夫

商品として重要な点は、ポンプの目詰りがなく、小型で力量があること、である。目詰りはポンプのケーシング内のインペラ部におこり、詰らせる物としては、床面清掃時のモップの切れ端や、梱包で使われる紐状の異物が多かった。

開発目標とするインペラは、異物が回転するインペラには絡まず、逆に、遠心力の効率を損なわず流量を得ることにある。図6bのPattol 1200Fのインペラは羽幅が16mmあり、この羽に異物が絡まりつくことが目詰りの原因であった。図6aのインペラは今回開発し織り込んだもので、羽幅は5mmまで薄くし、この場合、色々な紐状のもので確認したが絡まるようなことは見られなかった。さらに、ケーシング形状にも目詰りの要因は多々あり、ここにも目詰りしにくい構造を織り込んだ。従来のケーシングとインペラの間

(水の経路)を10mm程度から、効率を落とさずに、約2倍の19mmまで隙間を設けることができた。

結果として、ポンプ効率をモーターの消費電力で換算すると、1ℓ 汲み上げる消費電力は従来比で25%向上し、詰りにくく、効率が良いポンプができた。



a) Pattol 15F



b) Pattol 1200F

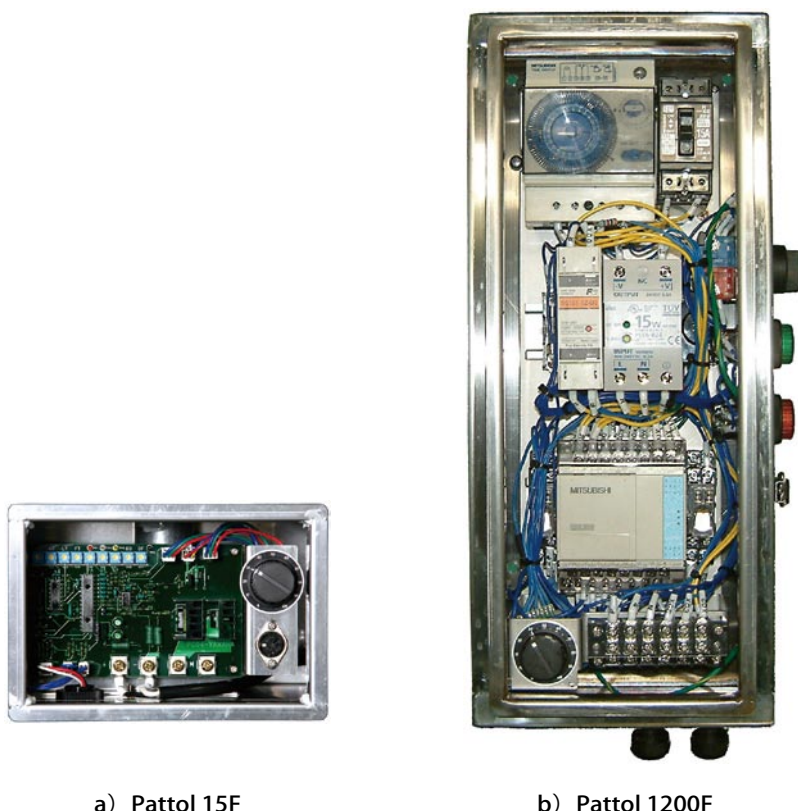
図6 インペラ

2.7 制御系

上記DCポンプを制御するために、今回は専用のコントローラーを開発した。Pattol 1200Fでは、市販のPLCのプログラムを用いて水量調整を行っていたが、この場合、現地にパソコンを持ち込んでのプログラムの書き換え作業が必要である。そこで、水量調整を簡単にするために、ポンプモーターの電圧制御をPWM(パルスワイドモジュレーション)方式とし、アナログボリュームを回すだけで水量調整を可能とした。さらに、このコントローラーには8ビットPICマイコンを使用し、ボリューム電圧をポーリング制御して、アクチュエーター制御、各検出機能、および動作設定の変数設定を、ドライバー1本で現地で簡単にできるようにしている。

また、PLCを用いたPattol 1200Fの生産には、配線組立てに多大な工数がかかっていたが、制御システムを1枚のコントロール基板に集約することで、組立て工数の大幅な削減が可能になった。Pattol 15FとPattol 1200Fの制御系の概要を図7に示す。

結果として、このコントローラーの開発により、より小さく、より扱いやすい制御システムを低コストで実現することができた。また、従来のPLCのシーケンス制御に比べ、他の機能へも付加価値が得られた。ポンプの過負荷を検知して警報を出す方法は、スクレーパー・アクチュエーターの駆動モーターにも応用することができ、これにより、モーター保護用のサーキットプロテクターと、スクレーパー・アクチュエーターの異常を検知するセンサーが不要になった。また、これらセンサー、および電器部品が不要になったため、大きなコストダウンにつながった。



a) Pattol 15F

b) Pattol 1200F

図7 制御系

3 おわりに

顧客要望に応えるべく、高性能と高品質と低コストの実現にチャレンジした新製品Pattol 15Fは、Pattol 1200F同様、マクドナルドの承認機とされ、その他のファーストフードチェーンやホテルの食堂、工場の食堂にも導入が進んでいる。今回の開発を通じ、新商品を開発する上で、ユーザーの声を取り入れるだけでは必ずしも顧客の真のニーズをつかんだ商品にはならないことが分かった。性能、機能、価格、そして時間(開発スピード)のバランスと提供価値の本質を考え、ユーザーに提案し、主張し、対話していくことが、環境装置を開発していく上では、もっとも近道のように思う。

■著者



右から

三井 昇 Noboru Mitsui

コーポレート R & D 統括部 環境装置事業推進グループ

服部 寛 Hiroshi Hattori

コーポレート R & D 統括部 環境装置事業推進グループ

吉田 俊洋 Toshihiro Yoshida

コーポレート R & D 統括部 環境装置事業推進グループ

福重 俊二 Shunji Fukushige

コーポレート R & D 統括部 環境装置事業推進グループ

立花 美実 Yoshimi Tachibana

コーポレート R & D 統括部 環境装置事業推進グループ

杉浦 弘明 Hiroaki Sugiura

コーポレート R & D 統括部 環境装置事業推進グループ

篠原 史敏 Fumitoshi Shinohara

コーポレート R & D 統括部 環境装置事業推進グループ