

# 石油精製排水への多段流動床式活性炭吸着装置 「マルチアクトス」の適用紹介

## Oil Refinery Wastewater Treatment with Multistage Fluidized-Bed Activated Carbon Adsorption Equipment



(環) 技術部計画第3課  
木 下 勉  
Tsutomu Kinoshita  
永 田 道 明  
Michiaki Nagata

多段流動床式活性炭吸着装置「マルチアクトス」は水質規制の強化に伴い、1993年の販売開始以来、各方面より注目を集めている。マルチアクトスは従来の固定床式活性炭吸着装置に比較して、活性炭消費量が少ない、安定した処理水質が得られる、運転・保守が容易である等の特長をもっている。

本稿では、マルチアクトスの特長とともに、石油精製排水の処理に適用した実例を、装置の内容と運転結果から紹介する。

With strengthening water quality regulations, multi-stage fluidized-bed activated carbon adsorption equipment, Multi-ACTS, has been attracting much attention from various fields since the start of the sale in 1993. The advantage of the equipment includes low consumption of activated carbon, stable quality of treated water, and easy maintenance compared to the conventional system of fixed bed type.

This paper reports an example of most suitable application to oil refinery wastewater and its advantages in view of system components and operating results.

### Key Words :

活 性 炭 吸 着  
多 段 流 動 床  
石 油 精 製 排 水

activated carbon adsorption  
multistage fluidized-bed  
oil refining wastewater

### まえがき

活性炭吸着法は、高度処理技術の1つとして昔から知られている技術であるが、活性炭費用によるランニングコストの問題から敬遠される場合が多かった。しかし、活性炭の性能向上、多段流動床式活性炭吸着装置の出現、排水規制の強化、水不足に伴う再利用の要請等により、改めて活性炭吸着法が脚光を浴びるようになってきた。

多段流動床式活性炭吸着法は、固定床式と比較して活性炭の消費量が少ないこと、活性炭供給量を制御することによって処理水の水質を変えられること、運転管理が容易なこと等の多くの利点があることから、最近、固定床式に代わって数多く用いられるようになってきている。

本報では、多段流動床式活性炭吸着装置「マルチアクトス」の紹介と、石油精製排水についての運動結果を報告する。

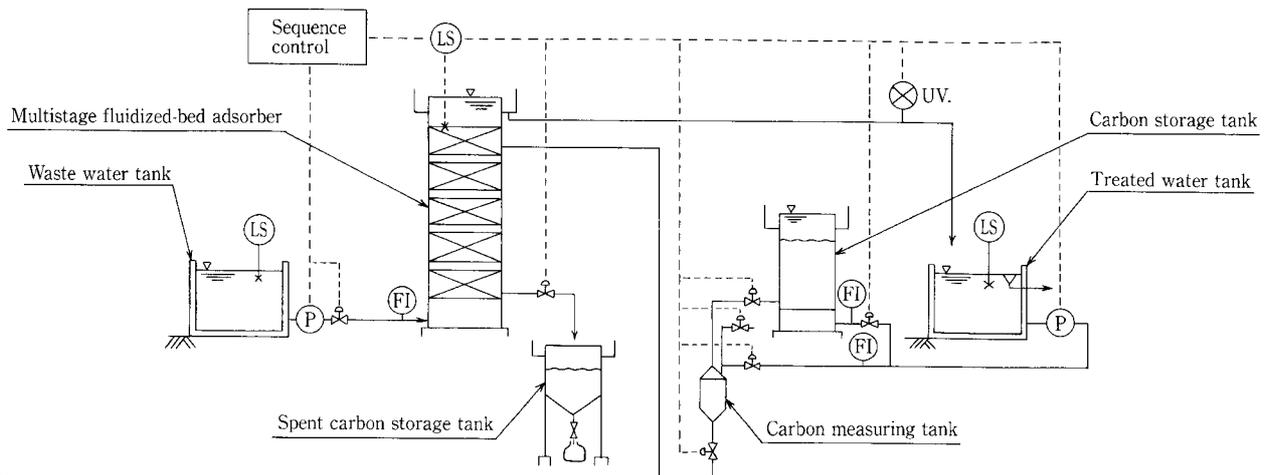
### 1. 多段流動床式活性炭吸着装置「マルチアクトス」

#### 1.1 マルチアクトスのフロー

第1図に今回の石油精製排水に適用したマルチアクトスのフローを示す。

吸着塔は一塔5段式であり、排水中の汚濁物質は、トレイで仕切られた各段において流動している活性炭によって吸着除去される。排水は、吸着塔下部より流入し、上向流で各段の活性炭と接触後、処理水としてオーバーフローする。

活性炭は、新炭が吸着塔の最上段(1段目)に供給され、吸着能力の低下した老廃炭が最下段(5段目)より抜き出されることにより、各段トレイの開口部より順次下段方向へ移送されていく。活性炭の供給量は、処理水の水質(UV)を測定し、調節されるとともに、抜き出しは最上



第1図 石油精製排水に適用したマルチアクトスのプロセスフロー  
 Fig. 1 Process flow diagram of Multi-ACTS for petroleum refinery waste water

第1表 マルチアクトスと固定床式の比較  
 Table 1 Comparison between Multi-ACTS and fixed bed type

〈Condition of case study〉		
Flow rate of wastewater	: $F = 1\,200 \text{ m}^3/\text{d}$	
COD concentration of waste water (inlet of adsorber)	: $C_0 = 54 \text{ mg/l}$	
COD concentration of treated water	: $C_t = 20 \text{ mg/l}$	
〈Results of case study〉		
	Multi-ACTS	Fixed bed type
<b>【Adsorber】</b>		
Specification	2 000 dia × 5 stages × one column	3 200 dia × 4 000 sh × three column
<b>【Activated carbon】</b>		
Amount of holding [ton]	4.5	30
Amount of consumption [kg/d]	130	350

段の活性炭レベル検知により行われる。

活性炭の移送は、処理水を用いスラリー状にして圧送タンク方式で行われる。処理水は活性炭移送前の活性炭の洗浄水や、移送後の配管フラッシング水としても用いられる。

これらの工程は、すべてプログラムタイマーと組み合わせられて自動的に行われる。

### 1.2 マルチアクトスの利点

マルチアクトスの最も大きな利点は、活性炭のもつ吸着能力を十分に使いきることができる点にある。固定床吸着塔方式の場合は吸着能力を使いきっていない活性炭を抜き出すことが多くなる。それに対して、マルチアクトスは、最下段より吸着能力の低下した活性炭のみを徐々に抜き出していくため、活性炭の利用効率がよく、活性炭の使用量を低減することができる。

マルチアクトスは、その他にも数多くの特長を有しており、主なものとして次の点が上げられる。

- ①小粒径の活性炭を利用するため、吸着速度が大きく、かつ活性炭の利用効率も高い。
- ②活性炭は、常に排水と向流接触状態にあり、また、デッドスペースの少ないトレイ構造により、接触効率が高い。
- ③活性炭の供給量を調整することによって、原水の水質が変動しても処理水の水質を維持できる。
- ④活性炭の利用効率が高くとれるため、ランニングコストを低減できる。
- ⑤1塔多段式であり、吸着速度が大きいので、装置がコンパクトになり設置面積を削減できる。
- ⑥流動床式であるので、原水中の汚濁物質による濾床閉塞が無く、固定床式のような逆洗設備が不要である。
- ⑦全自動シーケンスにより運転されるため、運転管理が容易である。

今回の設備は、マルチアクトスのこれらの特長を生かした設備内容となっている。

第 2 表 石油精製排水の設計諸元

Table 2 Design condition of petroleum refinery waste water

Flow rate of waste water: F=1 200 m <sup>3</sup> /d		
Quality	Raw waste water	Treated water
PH	6~8	6~8
SS (mg/l)	50	15
COD (mg/l)	90	20
Oil & grease (mg/l)	300	1
Phenols (mg/l)	20	1

第 3 表 各ユニットの設計処理水質

Table 3 Design treatedwater quality of each unit

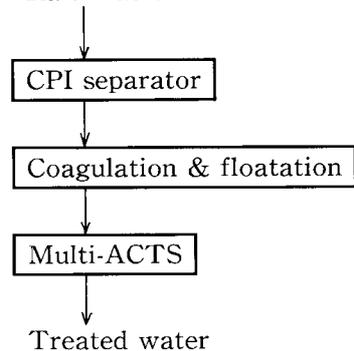
	PH	SS (mg/l)	COD (mg/l)	Oil (mg/l)	Phenols (mg/l)
Raw waste water	6~8	50	90	300	20
CPI separator	6~8	15	90	10	20
Coagulation & floatation	6~8	15	54	5	20
Multi-ACTS	6~8	15	20	1	1
Treated water					

第 4 表 マルチアクトスの主要機器仕様

Table 4 Specification of main equipment for Multi-ACTS unit

Item	Specification	Unit
Multistage fluidized-bed adsorber	2 000 dia×5 stages CS/Epoxy lining	1
Carbon storage tank	2 000 dia×2 000 SH CS/Epoxy lining	1
Spent carbon storage tank	2 000 dia×2 000 SH CS/Epoxy lining	1
Carbon measuring tank	500 dia×700 SH 304 SS	1

Raw waste water



第 2 図 処理フローのブロックダイアグラム

Fig. 2 Block diagram of treatment flow

### 1. 3 マルチアクトスと固定床式との比較

今回の設備計画にあたっては、第 1 段階の検討で生物処理など他の処理方法との比較において、運転管理面でメリットのある活性炭吸着法が選択され、次の検討段階で活性炭吸着法の内、マルチアクトスと従来の固定床式との比較が行われた。

マルチアクトスと固定床式について、今回の条件で比較した結果を第 1 表に示す。

その結果、マルチアクトスは固定床式と比較して、活性炭保有量は 1/6 以下、活性炭消費量も 1/2 以下、建設費は 2/3 以下となり、経済的にかなり有利なことから、マルチアクトスの採用となった。装置の大きさもコンパクトになっており、敷地面積は削減された。

### 2. 設備概要

#### 2. 1 設計諸元

今回の処理設備を設計した条件である石油精製排水の設計諸元は、第 2 表の通りである。

#### 2. 2 処理フローのブロックダイアグラム

前記第 2 表の排水に対し、活性炭吸着処理を行う前にできるだけ汚濁物質を除去し、活性炭への負荷を軽減することによって活性炭消費量を低減するために、自然浮上油分離装置 (CPI セパレーター)、凝集加圧浮上分離装置 (フローテーションセパレーター) を前処理設備として設置した。処理フローのブロックダイアグラムを第 2 図に示す。

それぞれの装置入出口における予想水質を第 3 表に示す。通常であれば活性炭吸着装置原水 (前処理設備処理水)

第 5 表 試運転時のマルチアクトス運転データ  
Table 5 Operation data of Multi-ACTS at test-run

【Operation data-1】

	Design condition		Operation data	
	Coagulation & floatation treated water	Treated water	Coagulation & floatation treated water	Treated water
PH	6~8	6~8	6.6	6.5
SS (mg/l)	15	15	9	6
COD (mg/l)	54	20	28.3	5.7
BOD (mg/l)			28.2	< 5.0
Oil & grease (mg/l)	5	1	4	< 1
Phenols (mg/l)	20	1	2.8	< 0.5

【Operation data-2】

	Design condition		Operation data	
	Coagulation & floatation treated water	Treated water	Coagulation & floatation treated water	Treated water
PH	6~8	6~8	6.6	6.9
SS (mg/l)	15	15	6	< 5
COD (mg/l)	54	20	31.5	5.9
BOD (mg/l)			33.3	< 5.0
Oil & grease (mg/l)	5	1	< 2	< 1
Phenols (mg/l)	20	1	0.9	< 0.5

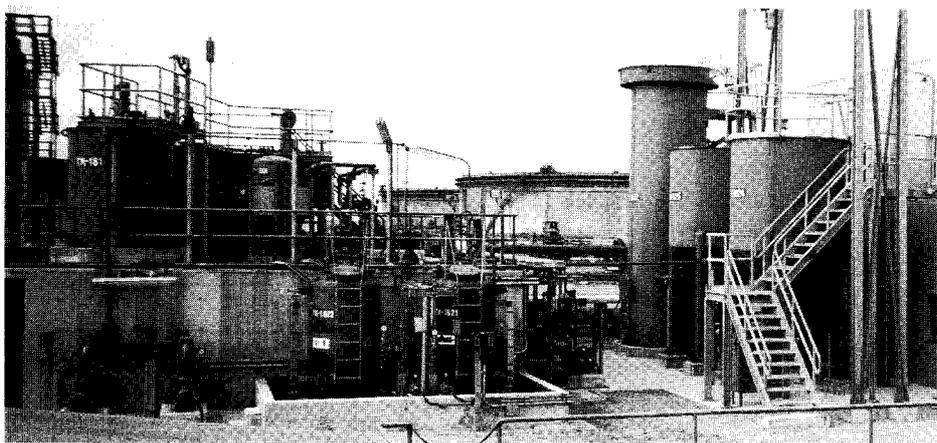


写真 1 マルチアクトス装置外観  
Photo. 1 Outside view of Multi-ACTS unit

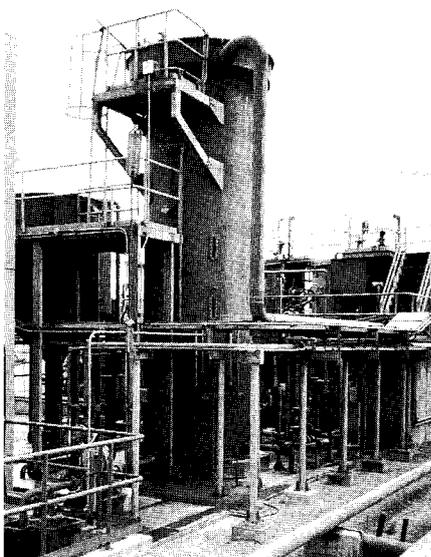


写真 2 マルチアクトス吸着塔外観  
Photo. 2 Outside view of Multi-ACTS Adsorber

の水質としては、まだ有機物濃度が高く、凝集加圧浮上処理の後、活性炭吸着の前にさらに有機物低減装置を設置し、活性炭吸着装置でのランニングコスト低減をはかる場合が多いが、ランニングコストで多少高くなるものの、設備管理面で手間の少ないことがなにより優先され、今回のフローが採用された。

### 2. 3 設備仕様

今回設備におけるマルチアクトス部分の主要機器の仕様を第 4 表に、装置全体外観を写真 1 に、吸着塔外観を写真 2 に示す。

## 3. 運転結果

### 3. 1 排水、処理水の性状

試運転時におけるマルチアクトスへの流入原水（凝集加圧浮上処理水）及び処理水の水質の一例を第 5 表に示す。

原水の水質が設計値よりも低いこともあるが、処理水の水質各項目とも設計値を満足し、良好な処理が行われていることが確認された。

第 6 表 活性炭の物性

Table 6 Properties of activated carbon

Item	Specification
Particle size average [mm]	0.55
Upper 0.71 mm [%]	< 10.0
Under 0.35 mm [%]	< 5.0
Bulk density [g/cm <sup>3</sup> ]	0.49
Specific surface area [m <sup>2</sup> /g]	1 150
Iodine adsorptive capacity [mg/g]	1 050

また、今回の設備に使用した活性炭の物性を第 6 表に示す。

この活性炭は、固定床用の活性炭に比較し、粒径分布が狭く、吸着塔内の活性炭の流動化と処理水中への活性炭の流出防止を考慮したものである。

#### 4. 今後の検討課題

現在、装置の運転は試運転を終了し、実運転に入って数ヶ月経過している。活性炭供給量を制御する処理水 COD 値を UV 計で代用し、設計処理水質 COD 20 mg/l に対し、

本設備では、活性炭の供給開始の COD を 20 mg/l、停止を 18 mg/l に設定し、他設備処理水との混合後、総合排水として水質を守り、かつ経済運転が出来る条件を検討中である。今後この設定値で正確に活性炭の供給と停止が行われ、処理水質を守りつつ、活性炭消費量を節減した運転が出来ているかどうかを確認していく必要がある。

また、その活性炭の消費量が当初の計算値に比較して実運転ではどれだけ変化したかを今後の運転データより解析していくために追跡調査を行っていく予定である。

#### む す び

前述のとおり、石油精製排水におけるマルチアクトス適用の一例を紹介した。今後、さらに水質規制の強化が予想されることより、活性炭吸着装置の活躍する場面も多くなると予想され、従来の固定床式に代わってマルチアクトスが、これまでの実績や今回の石油精製排水にとどまらず、他の各種排水に適用されていくことが期待できる。

#### 【参考文献】

- 1) 野田 晃ほか：神鋼パンテック技報，Vol. 36，No. 1 (1992) P. 10
- 2) 野田 晃ほか：神鋼パンテック技報，Vol. 37，No. 3 (1993) P. 41

#### 連絡先

木 下 勉 環境装置事業部  
技術部計画第 3 課  
担当課長  
T E L 078 - 232 - 8104  
F A X 078 - 232 - 8056  
E-mail ts. kinoshita@pantec. co. jp

永 田 道 明 環境装置事業部  
技術部計画第 3 課  
T E L 078 - 232 - 8104  
F A X 078 - 232 - 8056  
E-mail m. nagata@pantec. co. jp