

# 中国大慶向け廃水処理設備

## Wastewater Treatment Facility for an Ethylene Complex, Daqing, China

環境装置事業部 技術部  
 宝月章 彦  
 Akihiko Hogetsu  
 (環)技術部 計画第2課  
 研田耕 平  
 Kohei Masuda

Shinko-Pfaunder Company completed the installation and guidance for the operation of wastewater treatment facility for an ethylene complex, Daqing, China in June 1986. The construction of the ethylene complex consists of two phases; the first half was finished at the end of June 1986. At the time of completion of the latter half which is scheduled in 1988, the production of 300 000 ton/year of ethylene and its derivatives will become possible, while the wastewater is expected to be 24 000 m<sup>3</sup>/d. The facility is designed to treat the whole amount. Although the operation of the factory was at a phase of trial and adjustment, successful operation could be obtained in spite of the abnormal condition where the quality and quantity of the wastewater fluctuated widely. The outline of the facility and the arrangement taken toward the low temperature in winter time are introduced hereunder.

### まえがき

当社はこのたび、中国大慶 30 万トン/年エチレンコンビナート向け廃水処理設備の建設、運転指導を終了し、1986年7月中国側へ引渡した。エチレンコンビナートは一期工事と二期工事に分れており、1986年7月末に一期工事は完成した。二期工事は1988年に完成する予定となっており、このコンビナートが完成されると 30 万トン/年のエチレンと誘導品の製造が行われることになる。本廃水処理設備は二期工事完成後の廃水も処理すべく計画されたものである。その時点で廃水処理量は 24 000 m<sup>3</sup>/d である。引渡し終了時点では工場プロセス設備も試運転、調整段階であ

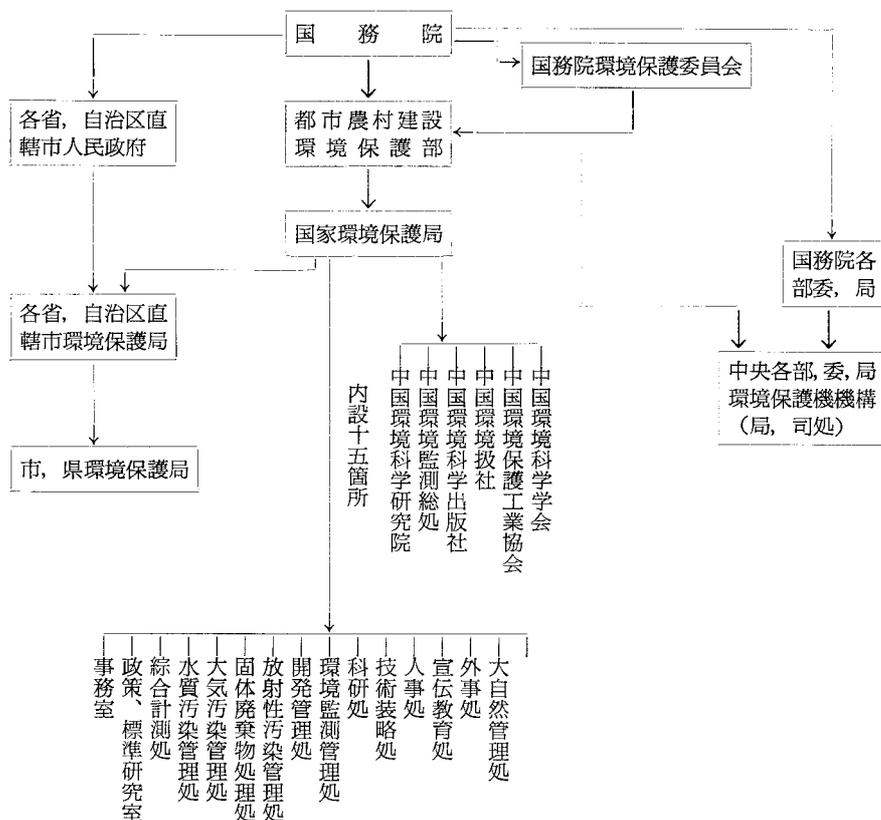
り、廃水の量、質の変動が、大きく正常な状態でなかったが、設計条件の処理水は安定的に得る事ができた。ここに設備の概要及び寒期低温に対する設備上の配慮について紹介する。

### 1. 中国の環境行政

#### 1.1 水質汚濁に関する環境行政

中華人民共和国においては、1984年5月に水質汚濁防止改善法を第6回全国人民大会常務委員会で可決し、同年11月1日から施行されている。

同法は公共水域の汚濁防止のために、地方人民政府等に対して水質汚濁防止対策をとることを義務づけている。放



第1図 都市農村建設環境保護部の組織図  
 Fig. 1 Administrative system of environmental protection of town and rural community in China

流基準は国務院がナショナル・ミニマムを制定し、省、自治区、直轄人民政府が地域特性に合った放流基準値を決めることになっている。第1図に中国の環境保護の行政機構を示す。

### 1. 2 放流水質基準

大慶エチレンコンビナートの総合廃水処理設備は、水質汚濁防止改善法が施行される前に建設が決定されたものであり、更に高度処理の要求を含んだものであった。

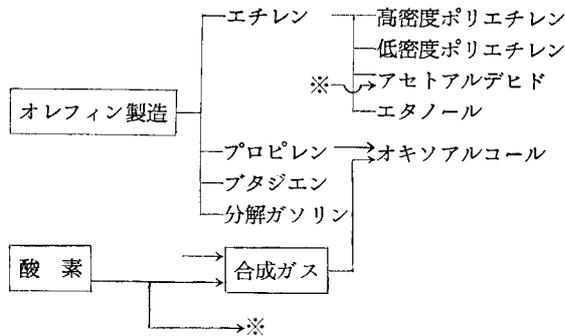
この背景には、中国東北部を流れる松花江周辺の住民パワーによる飲料水、農業用水、水産用水の水源汚濁防止の要求があったと言われており、中国でも環境保全が重要な社会問題となってきた事を伺わせている。

第1表に示す北京市や西安市の放流基準の一例と比べると、大慶エチレンコンビナートの後述される処理水要求値がいかに厳しいものであるかがわかる。

### 2. コンビナート生産設備概要

大慶石油化学プラントの概略は次の生産装置から成っている。

一期工事対象 (1986年7月完成)



二期工事対象装置 (1988年完成予定)

- ・低密度ポリエチレン
- ・酢酸プラント
- ・アクリルニトリル

- ・ニトリルファイバー
- ・芳香族抽出装置

ここで述べる廃水処理設備は、以上の生産装置から関連して発生する汚水を処理するものである。

### 3. 廃水処理設備概要

第2図に廃水処理設備のフローシートを示す。次に計画諸元を記述する。

#### 3. 1 計画水量および計画水質

・計画処理水量 24 000 m<sup>3</sup>/d

原水水質		処理水水質
pH	6~9	6~9
BOD	500 mg/l	<10 mg/l
COD <sub>Cr</sub>	<1 000 mg/l	
Acetaldehyde	150 mg/l	<0.05 mg/l
Butanol	40 mg/l	
Phenol	50 mg/l	<0.01 mg/l
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	100 mg/l	
2-Ethylhexyl alcohol	30 mg/l	
Octaldehyde	15 mg/l	
Sodium acetate	300 mg/l	
Sodium butyrate	70 mg/l	
Methanol	10 mg/l	
Monoethanolamine	30 mg/l	

第1表 放流水質基準値

Table 1 Effluent quality standards

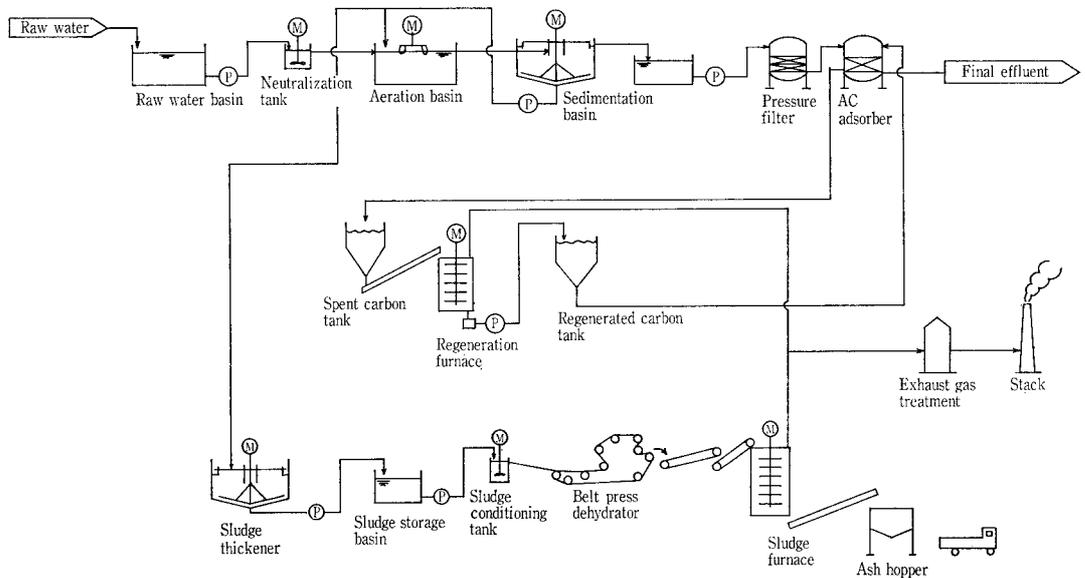
City name	Beijing	Xian
Type of industry	Peper and pulp manufacture	Fiber manufacture
BOD	< 60 mg/l	< 60 mg/l
COD <sub>Cr</sub>	<300 mg/l	<100 mg/l
SS	<500 mg/l	<300 mg/l
pH	6~9	6~9

第2図

廃水処理設備フローシート

Fig. 2

Flow diagram of wastewater treatment plant



原水水質		処理水水質
Dimethyl formamide	10 mg/ℓ	
Organochlorine compounds	15 mg/ℓ	
SS	100~500 mg/ℓ	<5 mg/ℓ
Oil	10 mg/ℓ	<2 mg/ℓ
S <sup>2-</sup>	5 mg/ℓ	
CN <sup>-</sup>	2 mg/ℓ	

### 3. 2 主要設備諸元

- (1) 建設敷地面積 140 m×350 m
- (2) 原水槽容量 23 880 m<sup>3</sup>/1 系列×2 系列  
=47 760 m<sup>3</sup>
- (3) 中和槽 90 m<sup>3</sup>
- (4) 曝気槽容量 1 875 m<sup>3</sup>×4 槽×系2列
- (5) 曝気機 75 kW エアレーター×8 基
- (6) 沈殿槽 40 mφ×3.5 mH×2 系列
- (7) 圧力濾過器 5 mφ×5 mH×5 基
- (8) 活性炭吸着塔 5 mφ×4.4 mH×4 基×3 系列
- (9) 再生炉設備  
立形多段炉 2.8 mφ×6 段  
処理能力  
最大 7.2 ton AC/d  
平均 4.8 ton AC/d  
計画吸着量 0.05 kg COD<sub>Mn</sub>/kg AC
- (10) 焼却炉  
立形多段炉 5.1 mφ×6 段  
処理能力  
最大 400 kg DS/d
- (11) 脱水機  
高圧ベルトプレス×2 基  
処理能力  
250 kg DS/h  
ケーキ水分 80 %

## 4. 各主要機器の説明

### 4. 1 汚水の生物化学処理

流入総合廃水はまず二槽の密閉コンクリート製の原水槽で均一化される。その後、中和槽で硫酸にて pH 制御され曝気槽内で pH が 6~8 となるように調節される。曝気槽はステップエアレーション方式であり、各二系列共に四槽より構成される。通常 MLSS 4 000 mg/ℓ, BOD 負荷 0.2 kg BOD/kg MLSS.d で運転される。また寒期低温時の運転に備え、槽はスラブ張とし、蒸気の吹込装置が設置されている。曝気機の酸素供給量は、各系列最終槽に設けられた水位調節装置により、または曝気機ブレードの枚数の増減で 60~100 % の範囲で調節できる。曝気槽より流出した活性汚泥混合液は、二つの円形沈殿槽にて固液分離が行われる。槽内には、中心駆動のトラス構造汚泥掻寄機が設置され、槽下部に沈殿した汚泥は、槽中心部に設けられた集泥ピットに集められる。沈殿槽の上澄水 (BOD<30 mg/ℓ, COD<sub>Cr</sub><50 mg/ℓ) はポンプで次の圧力濾過器へ圧送される。(写真 1)

### 4. 2 圧力濾過処理

圧力濾過処理は三次処理のための予備処理として、廃水中の SS を除去することを目的とする。濾材はアンフラサイトと濾砂の二層から成っている。濾過と逆洗は、タイマーシーケンスコントロールにより、全自動操作される。また入口と出口の差圧が 0.8 kg/cm<sup>2</sup> になった時点で自動逆洗に入っているようになっている。逆洗廃水は曝気槽へ返送され、濾過処理水はポンプで三次処理装置 (活性炭吸着塔) へ圧送される。

### 4. 3 廃水の三次処理設備

活性炭吸着装置は 4 塔シリーズで 3 系列、計 12 塔から成り、LV≤20 m/h 以下、SV≤2/h で設計されている。各塔は順々に定期的に逆洗を行い、塔内に残留する SS 分を洗浄除去する。活性炭吸着処理水は BOD 10 mg/ℓ 以下、COD<sub>Cr</sub> 40 mg/ℓ 以下が得られ、バッテリー外へ圧送される。

吸着塔内の活性炭は、生物化学処理では除去困難な有機物を吸着し、平衡状態に達した (計画 COD<sub>Mn</sub> 吸着量は 5 %) 時点で、老廃炭は再生炉に送られ、再生後循環使用される。再生炉は 6 段内熱式立形多段炉で、設計処理能力 7.2 ton/d、再生温度約 950 °C である。再生炉排ガスはサイクロン集塵器で除塵された後、脱臭炉で脱臭され大気へ排出される。再生炉、脱臭炉の点火は半自動で行われ、手動で消火される。その他緊急遮断、炉内の圧力及び温度調節はすべて自動操作される。

### 4. 4 汚泥処理

沈殿槽の集泥ピットより引き抜かれた汚泥は直径 12 m の円形濃縮槽に入り濃縮される。濃縮槽の上澄水は曝気槽へ返送され生物化学処理される。濃縮槽の下部に沈殿した濃度 3 % の汚泥はポンプで汚泥貯槽へ送られ、均一化される。そして、凝集調整槽へ送られここで塩化第二鉄、凝集助剤を加えてフロックを形成したのち、高圧ベルト式脱気機に入り、含水率 80 % のケーキに脱水されて焼却炉へ送られる。バッテリー外の汚泥も水分 80 % の状態で搬入され、同一焼却炉に送られ焼却される。

焼却炉は 6 段立形多段炉で、焼却温度約 800 °C、灰分はフライトコンベアで灰ホッパーに送られ調湿後搬出される。焼却炉排ガスは、脱臭炉で 800 °C の高温下で酸化された後湿式サイクロンスクラバーで除塵され、再生炉排ガスと共に大気へ排出される。排出ガス温度は 300~400 °C となる。焼却炉への負荷を安定させるためにバッテリーからの汚泥は、汚泥計量装置で計測され定量供給される。焼却炉、脱臭炉の点火は半自動で行われ、消火の時は全て手動で行われる。その他緊急遮断、炉内の圧力及び温度調節はすべて自動操作される。

### 4. 5 設備の計測と監視

バッテリー内には流量、圧力、液位、温度等の指示、記録、警報調節等の機器が設置される。また設備の正常運転

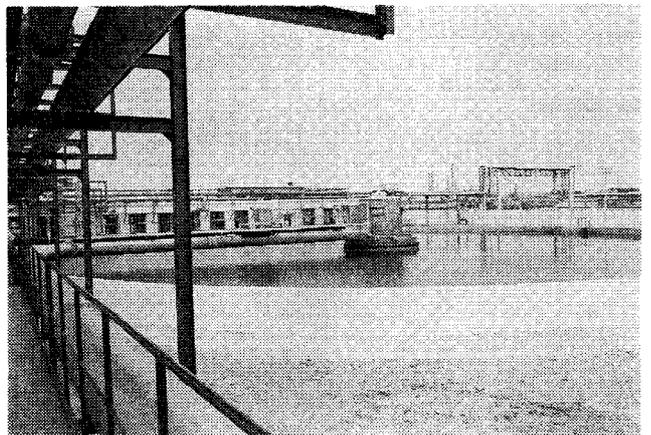


写真 1 沈殿池

Photo. 1 Sedimentation basin

を保証するために pH, DO, TOC, MLSS, 汚泥の界面高さが中央監視でできるようになっている。(写真2)

## 5. 寒期低温に対する設計上の配慮事項

設計上困難な問題の一つに寒期低温対策があった。据付場所は北緯46度で冬期の外気温は最大 $-40^{\circ}\text{C}$ まで下ることがある。設計温度は冬期の平均外気温 $-25.1^{\circ}\text{C}$ で対策することとなった。このような温度条件のもとで装置が故障なく稼動するにはどのような材料を選定するか、また設計上どのような配慮を講ずるかなどの問題があった。

本廃水処理で扱う廃水は $0^{\circ}\text{C}$ 以下になれば凍結して、流体として扱えなくなる。したがって配管材料、容器材料についてはブラインなどの冷媒を扱う考え方ではなく、凍結させないと言う基本的な考えの上で、各設備に以下のような配慮、対策を行った。

### 5.1 水槽類

- 1) 原水槽：生蒸気吹き込及びスラブ張り密閉構造として放熱損失の低減を計った。
- 2) 油槽：蒸気コイル加熱を行った。
- 3) 曝気槽：生蒸気吹き込及びスラブ張り密閉構造とし、有圧換気扇による新鮮空気の供給。有圧換気扇は蒸気コイル加熱とした。
- 4) 沈殿槽・濃縮槽：Vノッチ板流出堰近傍に蒸気管付設及び水面からの熱放散を防ぐため沈殿槽はスチロール板を浮かべ、濃縮槽は全面カバーを行った。
- 5) 中間槽・汙過水槽・逆洗排水槽、汚泥貯槽等：いずれも生蒸気吹き込及びスラブ張り密閉構造とし、放熱損失の低減を計った。

### 5.2 機器類

機器類は原則として建屋内配置とし、寒期 $5^{\circ}\text{C}$ 以上を保つよう暖房を行うものとした。

- 1) 曝気機・汚泥掻寄機：保温室を設け蒸気暖房を行った。
- 2) ポンプ・ブロー：ポンプ室を2カ所設け、ポンプ・ブローを集中配置し蒸気暖房を行った。
- 3) 汙過器・活性炭吸着塔：建屋内設置とし蒸気暖房を行った。
- 4) 脱水機・焼却炉・活性炭再生炉：建屋内設置とし蒸気暖房を行った。

### 5.3 配管・弁類

- 1) 配管：建屋内配管は蒸気暖房とし、建屋外配管はスチームトレースまたは保温施工、屋外の薬品配管はスチームトレースでは高温での腐食が考えられるため、電気トレースとした。埋設配管は凍土(2 m)より深く埋設し、高低関係から凍土内に埋設される場合は、クボタパーマネントパイプを使いスチームトレースとし全般的に常に流れがあるように考慮した。どうしても停滞する部分は

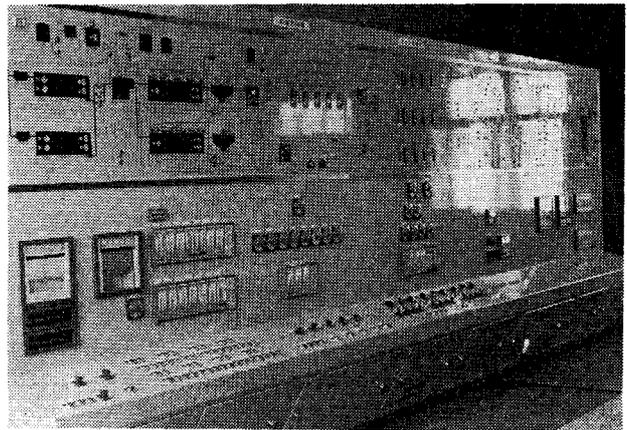


写真2 中央監視板

Photo. 2 Center graphic panel

スチームトレースをするかドレンができるようにした。窒素ガス配管は低温用材料を採用した。

- 2) 弁類：弁類の低温対策、凍結防止策は基本的に配管と同じ考えで行った。

### 5.4 屋外鉄骨架構類

屋外鉄骨架構類は応力がかかった状態で $-40^{\circ}\text{C}$ の温度にさらされる。したがって材料の選定方法としては

- (1) 低温衝撃試験を行い、その時の吸収エネルギーより使用限界温度を決める。
- (2) SM 41 B 材を使用する。
- (3) 使用応力をその材料の最小引張応力の $\frac{1}{6}$ 以下とする。

以上の三つの方法が考えられたが本設備では(3)の方法を選択した。

### 5.5 電気・計装類

- 1) モータ：モータは建屋内設置としたが、輸送・保管時を考慮して耐寒処理を施し、プラスチック部品をステンレス部品とした。
  - 2) 屋外盤：保温箱を設け蒸気コイル加熱を行った。
- 以上簡単に低温に対する対策を述べた。これら対策に使用した蒸気は極力回収に努めた。

### むすび

以上中国大慶向け廃水処理設備について概要を紹介した。設計負荷の状態では1988年以降と予想されるが、十分その機能を発揮してくれるものと確信している。おわりに契約から基本設計打合せ、開梱検査、現地工事、試運転まで8年間の長き年月を要したが、その間中国側各関係者の方々及び日本の関係企業の皆様方の多大の尽力と協力に深く感謝の意を表する次第である。