

Water Treatment Engineering for Overseas Plant



野間 秀明
Hideaki Noma
エンジニアリング事業
本部 環境エンジニア
リング部 主任部員
(課長補)



宮本 康治
Yasuharu Miyamoto
エンジニアリング事業
本部 環境エンジニア
リング部 主任部員
(課長)



隈崎 勝雄
Katuo Kumasaki
エンジニアリング事業
本部 環境エンジニア
リング部

要旨

川崎製鉄が1980年以来取り組んできた海外向けの水処理エンジニアリングの特徴は、製鉄所の水処理設備の建設、運転で蓄積した技術をベースに、お客様の立場に立ったエンジニアリングを実施できることである。エンジニアリングの範囲は、設計、機器納入からスーパーバイザー派遣、トレーニングを含めたフルターンキーまで柔軟に対応できる。実績として、台湾向けの熱間圧延環水設備、電炉・形鋼環水設備、冷間圧延排水処理設備、バーン油再生設備さらにフィリピン向けの自動車塗装排水処理設備の概要と特徴を紹介した。

Synopsis:

Kawasaki Steel's Engineering and Construction Division has provided water treatment engineering for overseas plants since 1980, and has gathered large data and developed many techniques through its construction, operation and maintenance of various kinds of steelmaking plants, and is able to execute engineering from the customer's viewpoint. In this report are described the recent achievement of a variety of water treatment engineering for industries such as hot strip mill, cold strip mill, electric furnace and H beam mill in Taiwan, and cars painting factory in the Philippines.

1 緒 言

鉄鋼業は、多量・多種の水を使用する用水型産業である。川崎製鉄では、長年にわたって製鉄所に付帯して水処理設備を建設し、運転・維持管理を行ってきた。そこで培った技術をもとに、1980年代に実施したブラジルツバロン製鉄所の建設を発端として、以来、海外において数々の水処理プロジェクトに取り組んできた。

当社の水処理エンジニアリングの特徴は、厳しい排水基準をクリアするとともに、生産者として高品質の鉄を生産するために要求される用水の水質レベルを確保し、さらに鉄鋼製品の競争力のためその建設費、運転・維持管理費をいかに抑えるかという、一見相反する要求をバランスよく満たすようなエンジニアリングを提供することである。

本論文では、当社の保有する鉄鋼関連の水処理技術と、エンジニアリングの基本的考え方を述べた後、近年の四つの実績について紹介した。

2 当社の水処理技術

製鉄所の各生産工程および関連事業における水供給・処理設備と、それを構成する主要処理プロセスをTable 1に示す。

これらの設備は、運転、維持管理および水質の定期分析を実施

し、生産側の要求・改造や排水基準の強化などに合わせて改善を行ってきた。特に、多量の水を使用するため、水回収の強化を図り、回収率を最大限にまで高めるとともに、できるだけ排水を外部へ放流しないようクロズドシステムをめざした種々の改善を行うことにより、技術ノウハウの蓄積を図ってきた。

一方、これら設備で使われている個々の水処理プロセスは、世間で一般的に適用される水処理プロセスをほとんど網羅しており、逆に言えばこれら個々のプロセス技術を効果的に組み合わせることにより、ほとんどの水処理システムを組み立てることができる。

このように、当社の水処理技術は、鉄鋼関連の水処理を中心として、さまざまなニーズに応えることができるものである。

3 エンジニアリングの特徴

当社の実施する水処理エンジニアリングの特徴は以下のとおりである。

- (1) お客様のところでの水量・水質等の設計条件が決定されていない時点においても、当社の実績により条件を推定し設計を先行できる。
- (2) 設計条件を提示されている場合でも、実績値を参考に変動など留意点を織り込んだ設計ができる。
- (3) 維持管理性を考慮し、できるだけ現地調達を行う。その際、製鉄所で運転してきた種々の機種種のデータが参考となる。
- (4) 豊富な建設・運転経験をもつスーパーバイザーを派遣し、品質・工程管理を十分におこなうとともに、建設管理をととして、

* 平成7年3月15日原稿受付

Table 1 Water treatment process in steelmaking plant

Water treatment system	Parameter	Coagulation sedimentation	Filtration	Ultra-high rate filter	Dissolved air flotation	Activated carbon adsorption	Neutralization	Ion exchange	Membrane filter separation	Oxidation & reduction	Activated sludge	Contact aeration	Dehydration	Composting	Disinfection (ozone, chlorine)	Others
Industrial water treatment system	SS	○	○										○		○	
Potable water treatment system	SS	○	○										○	○	○	
Softened water treatment system	Hardness (cation)							○								
Demineralized (ultra-pure) water treatment system	EC, Cation, Anion					○		○	○							
Coke gas liquor treatment system	COD, NH ₃ , Phenol	○				○					○		○			○
Blast furnace gas cleaning water treatment system	SS, Zn	○											○			
Converter gas cleaning water treatment system	SS	○	○										○			○
Continuous casting water treatment system	SS, Oil	○		○									○			
Hot strip mill water treatment system	SS, Oil	○		○									○			
Cold strip mill oily water treatment system	Oil, COD	○	○		○	○							○			
Cold strip mill pickling waste water treatment system	pH, SS, Fe	○	○				○			○			○			
Cold strip mill cleaning waste water treatment system	pH, Oil, COD		○		○	○	○				○	○	○			
Plating waste water treatment system	Heavy metal, COD	○	○			○	○			○			○			
Oil regeneration system	Oil						○						○			○

オペレーターのトレーニングも実施できる。

- (5) 必要に応じ、当社製鉄所にて実設備での運転トレーニングを実施できる。
- (6) お客様の要望により、お客様にかわって建設全体をマネジメントできるスーパーバイザーを派遣することができる。

4 納入実績の紹介

4.1 台湾向け熱間圧延工場水処理設備

4.1.1 プロジェクト概要

台湾安鋒鋼鉄股份有限公司の熱間圧延工場は、半製品スラブをホットコイルに圧延するための工場、水処理設備としては圧延する際に発生する鉄のスケールを除去・冷却する直接冷却系水処理設備、また、加熱炉をはじめ油圧機器の冷却等を行う間接冷却系水処理設備が必要である。

本プロジェクトでは、当社は水処理設備のみを受注し、圧延工場および加熱炉は、欧米のメーカーが受注・建設した。

当社のエンジニアリング範囲として、基本設計、詳細設計、機器納入、スーパーバイザー派遣およびトレーニングに加えて、全体の性能保障を行うための種々のマネージメントも実施してきた。

なお、本プロジェクトは、当社にとって台湾における初めての本格的な水処理エンジニアリングであったが、当社の「お客様の立場に立ったエンジニアリング」という基本的姿勢が評価され、この実績が次の東和プロジェクトの受注にも寄与することができた。

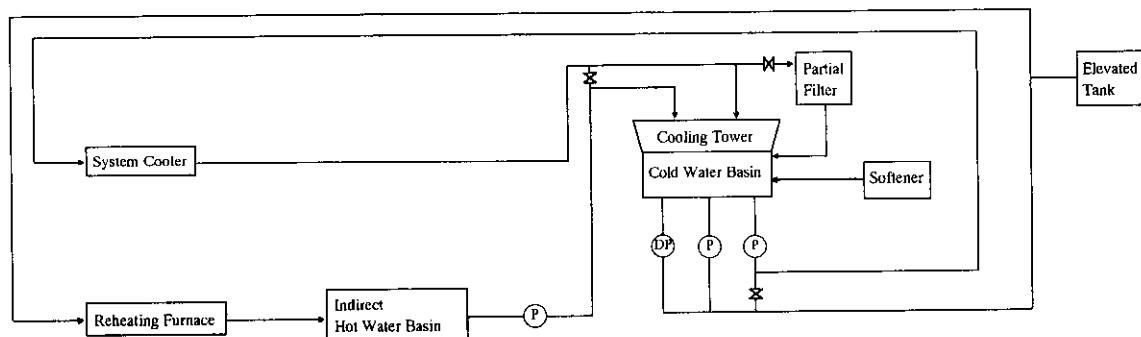
4.1.2 水処理設備の特徴

水処理設備のフローシートを Fig. 1 に示す。本圧延工場では、間接冷却系は 3 600 m³/h、直接冷却系は 9 100 m³/h と多量の水を使用するため、循環再利用率（水回収率）を高めて水使用の効率化をはかった。

直接冷却系は、スケールピット、傾斜板沈澱池、超高速ろ過機、冷却塔、ポンプ、スラッジ脱水機等で構成されている。この処理設備は、主に微細な鉄のスケールを除去するためのものであり、傾斜板沈澱池と超高速ろ過設備を組み合わせることでコンパクトに設計し、設置面積を小さくした。

間接冷却系については、工業用水の硬度が高いため補給水には軟

Indirect Cooling System



Direct Cooling System

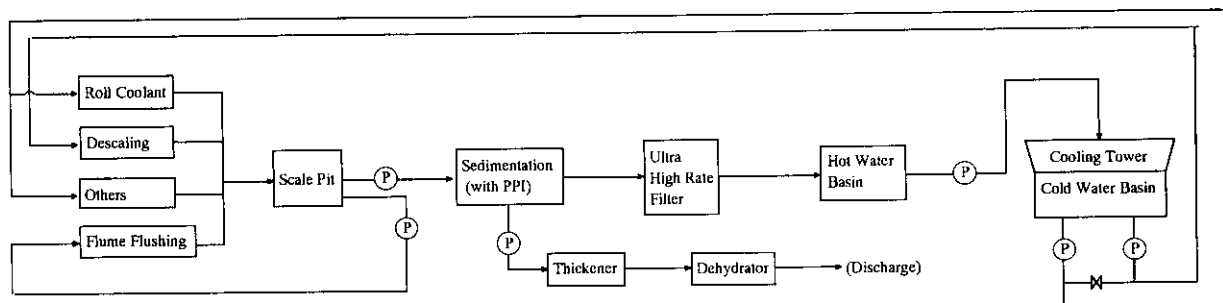


Fig. 1 Hot strip mill water treatment system

水を使用するとともに、加熱炉への給水系統には停電など非常時に備え、ディーゼルポンプ、非常用電源、貯水タンクなどを組み合わせたバックアップシステムを設け、安全には細心の注意を払った。

また、この設備では大容量の水を循環させるので特に送水ポンプの運転方法に当社の運転ノウハウを生かしている。

4.2 台湾向け電炉・形鋼圧延水処理設備

4.2.1 プロジェクト概要

台湾東和鋼鉄股份有限公司の電炉・形鋼圧延工場は鉄スクラップを溶融製鋼し分塊鋼片を鋳造する電炉・連鑄工場と、鋼片を加熱し形鋼を圧延する圧延工場から成る。水処理設備としては、(1)電気炉、連続鑄造機モールド、加熱炉および機械を冷却するための間接冷却系水処理設備と、(2)ロール冷却、デスケリング、連鑄機のための直接冷却系水処理設備が必要である。

本プロジェクトは、フルターンキーで受注した。つまり、設計、機材調達、スーパーバイザー派遣、現地工事（土建工事、据付工事）、試運転調整およびトレーニングの全ての業務を遂行した。

フルターンキー受注のため、土建設計、機械配管設計、電気工事設計のインターフェース調整がスムーズにでき、また土木工事と据付工事を平行させて工期短縮が可能となった。

海外物件では現地メーカーの品質や施工業者の能力に通常不安がつきものであるが、以前のプロジェクトの経験を基に信頼のおける業者を起用し、所定の品質と納期を達成した。

4.2.2 設備の特徴

本設備のフローシートを Fig. 2 に、外観を Photo 1 に示す。本設備の構成は熱間圧延水処理設備と基本的に同様であるが、電気炉・連続鑄造機用の給排水設備が加わっている。

電気炉および加熱炉冷却水の給水系統には、安鉄鋼鉄向けと同

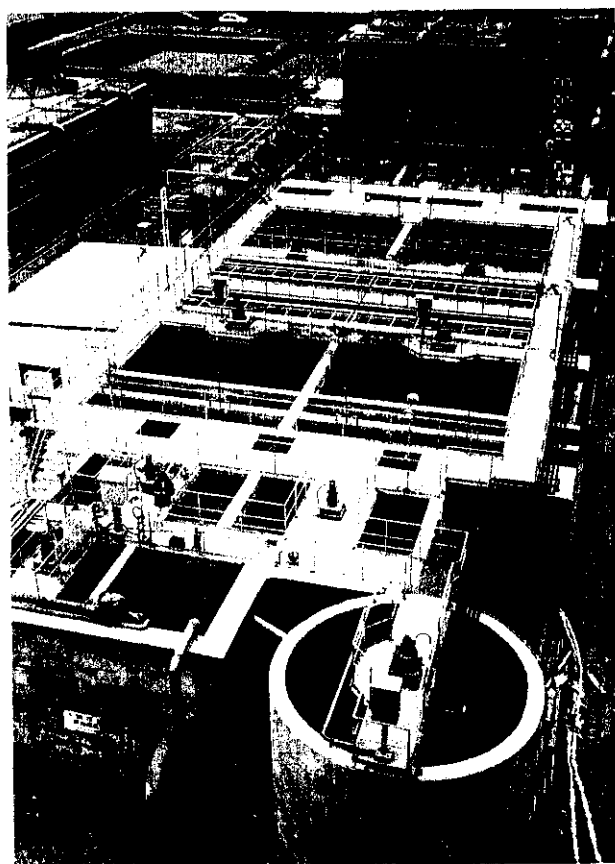
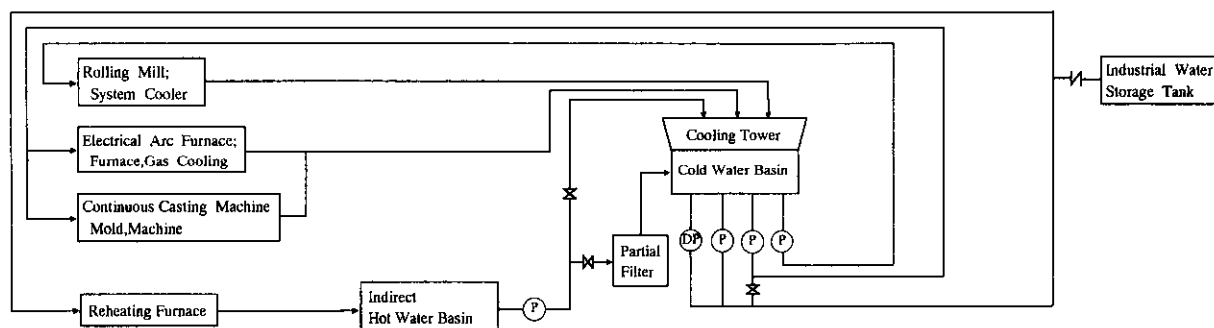


Photo 1 General view of water treatment plant for steel-making and rolling mill

Indirect Cooling System



Direct Cooling System

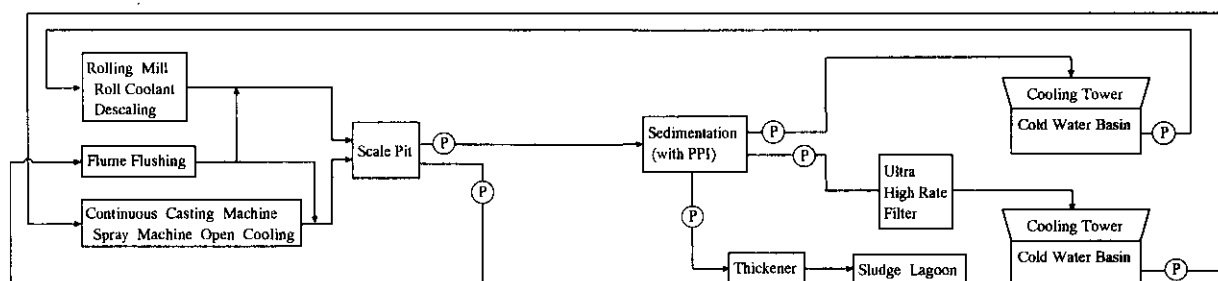


Fig.2 Steelmaking and rolling mill water treatment system

様、非常時に対処するための、バックアップ機構を組み込んでいる。

直接冷却水設備では、工場のレイアウトを調整して連続鋳造機用と圧延設備用のスケールピットを共有化し、下流で再度2系統に分流処理している。これは、工場全体の基本設計からエンジニアリングすることで建設費削減のアドバイスが可能となった成果である。

4.3 台湾向け冷間圧延工場水処理設備

4.3.1 プロジェクト概要

台湾統一実業股份有限公司の冷間圧延工場はホットコイルから薄板（ブリキ用原板のローモ）を圧延する工場で、酸洗、圧延、電解洗浄、焼鈍、調整調質、ロール研磨などの工場主設備向けの給排水設備、およびボイラー、塩酸回収設備などの付帯設備の給排水設備が必要である。給排水設備は、工水、浄水、純水、軟水の用水設備、間接系冷却水設備、直接系冷却水設備、含油废水および酸・アルカリ废水处理設備、パーム油再生設備と多岐にわたる。

当社はこれら給排水設備全体のF/SとEngineering & Construction Management（基本設計、スーパーバイザー派遣、トレーニング等のエンジニアリング）と併せて、直接系冷却水設備、废水处理設備、圧延廃油処理設備の詳細設計・機器供給を受注したものである。

以下に当社の独自技術を多く取り入れた直接冷却水設備とパーム油再生設備について特徴を紹介する。

4.3.2 直接系冷却水設備の特徴

本設備のフローシートをFig.3に示す。本圧延設備は、冷間圧延機ロールの冷却・潤滑方法に、冷却水と圧延油（パーム油）を別々に噴射する一過方式を採用しているため、通常の圧延油循環方式と比較して、多量の水と油が使用される。当社は千葉製鉄所での

約30年間の操業実績から、この直接系冷却水設備に対して数々のノウハウを蓄積している。

本設備は、二段凝集加圧浮上、冷却塔、ストレーナーおよびオゾン殺菌設備から構成される。圧延工場内および加圧浮上設備で分離された廃油は次節に説明するパーム油再生設備で再生処理される。

冷間圧延用直接冷却水に塩分蓄積や固形物混入が生じると、製品（薄板）に錆が発生したり、ロール傷が発生する恐れが高い。そこで塩素系の殺菌剤が使えないため、オゾンによる殺菌方法を採用した。また、固形物除去には砂ろ過が水処理設備では一般的であるが、残留油分の付着やスライムでマッドボールが発生し、ろ過不良になるので自動洗浄ストレーナーを採用した。

オゾン注入は連続オゾン発生機による冷却塔前段注入と、間欠オゾン発生機による給水配管注入の2箇所で行われる。本技術は当社と三菱電機株式会社が共同開発^{1)~10)}し、千葉製鉄所で10年間の操業実績を持つ。間欠オゾン注入の目的は給水配管およびロールスプレーノズルの内壁にスライムが発生するのを防止するためであり、給水そのものの殺菌ではない。したがって間欠オゾン注入時には、水中の有機物で還元されるオゾンを削減するために、配管内の水を直接冷却水から工業用水のろ過水に置換する機構にしている。間欠オゾン注入量は処理水の圧力、pH、有機物濃度、滞留時間によって決定されるが、当プロジェクトでは新規設備から給水されるため、その水質を推定して設計注入量を計算した。

自動洗浄ストレーナーは給水ポンプ後段に配置し、高圧水で筒形ストレーナーの内外面を洗浄する方式を採用してストレーナー内に発生するスライムの除去も効率的に行えるようにした。

4.3.3 パーム油再生設備の概要

本設備のフローシートをFig.4に示す。本設備は、冷間圧延ミルの圧延油であるパーム油を化学的に再生処理する当社独自の技術

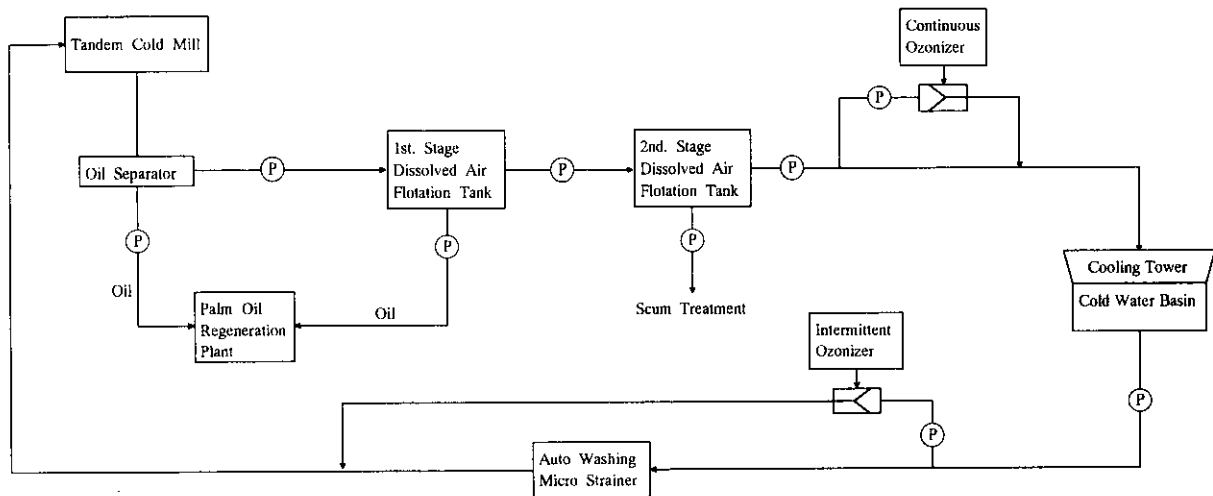


Fig. 3 Tandem cold mill (direct lubrication type) water treatment system

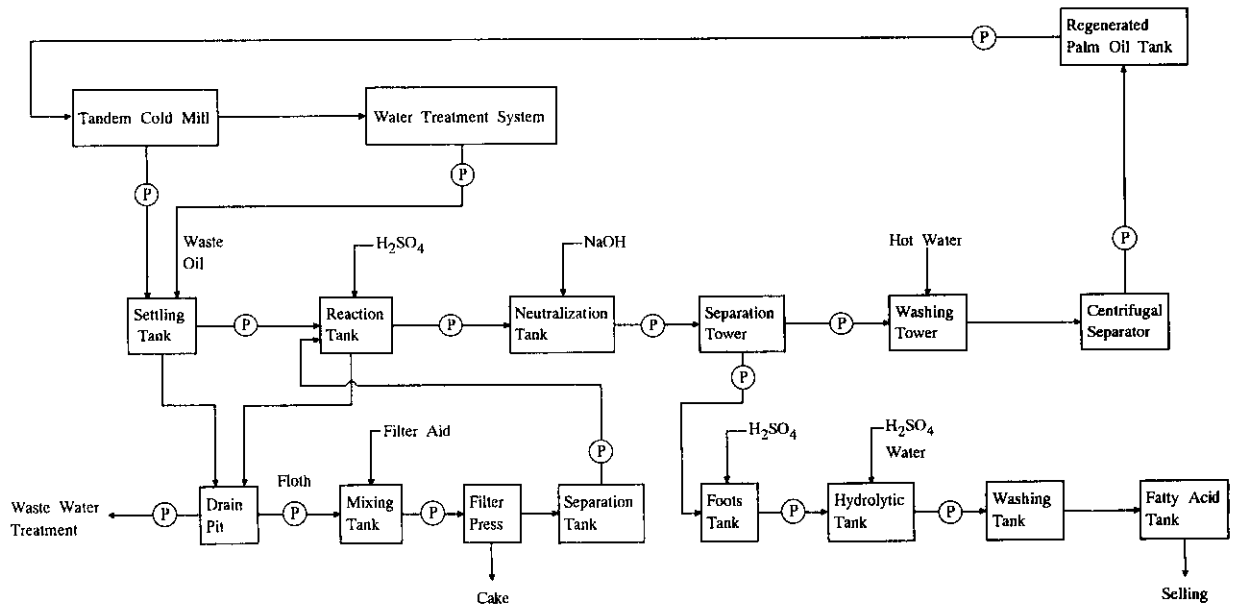


Fig. 4 Palm oil regeneration system

であり、千葉製鉄所で約30年の操業実績を持つ。

直接冷却水と混合された廃パーム油は圧延工場内のオイルスキマー（自然浮上分離）と水処理設備の加圧浮上設備で冷却水と分離され、スカムの状態で再生設備に入る。

このスカムにはパーム油以外に、圧延時に混入した鉄微粒子などの固形物とパーム油分解成分（主成分は脂肪酸）が含まれており、そのまま放置すると脂肪酸鉄を生じて非常に粘性の高いゴム状になり、処理が困難になる。また、このスカムを脱水して焼却処分すると脂肪酸による炉体損傷や鉄分によるクリンカが発生し、焼却炉の寿命が著しく減少する。当設備ではこれらの障害の心配はなく、また再生パーム油の利用でランニングコストの削減にも寄与する。

本設備はパーム油再生工程、脂肪酸回収工程、廃油再処理工程で構成される。パーム油再生工程は油水加熱静置分離→硫酸加熱反応→油水分離→中和→脂肪酸沈降分離→水洗→遠心脱水で構成され、再生油は各工程で圧延に適した品質（酸価、抗乳化度など）に調整

される。

脂肪酸回収工程はパーム油が分解して生じる脂肪酸を回収し、最終的に外販できる品質まで処理するための設備である。ナトリウム石鹼としてパーム油再生工程から分離された脂肪酸は、さらに硫酸酸性高温常圧下の加水分解（トリチェリ法）で約95%の純度まで分解される。

以上のとおり、パーム油再生設備は環境保全と省資源のために非常に有効な設備であり、パーム油以外の廃油処理を含めた当社の長年の実績に基づく技術は、今後海外で一層の展開が可能である。

4.4 フィリピン向け自動車塗装ブース排水処理設備

4.4.1 プロジェクト概要

フィリピンマニラに位置するラグナ工業団地に建設された Honda Cars Phils., INC. 自動車塗装工場の排水処理設備をフルターキーにて受注した。

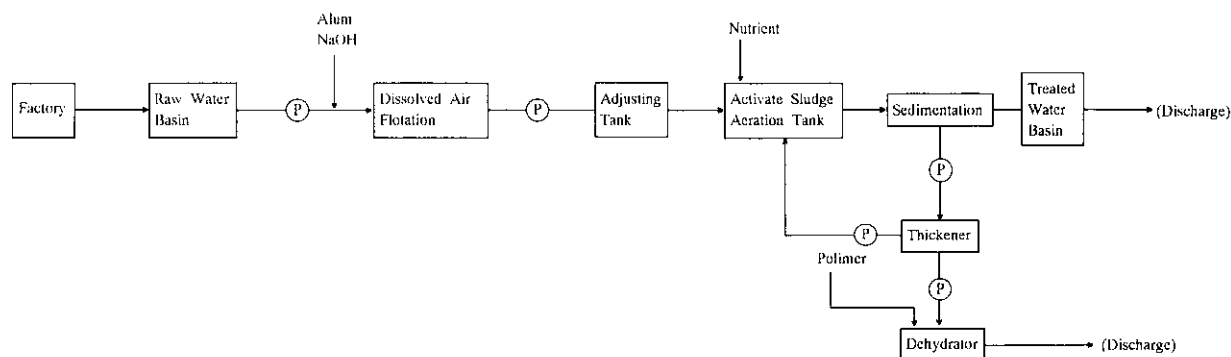


Fig. 5 Cars painting waste water treatment

当該工業団地は、進出日本企業を対象にしたもので、当社も開発に参画し、水処理基本計画を実施した。当該団地周辺およびフィリピンの水処理に熟知していることや、当社現地法人会社による現地工事の体制も十分に整っていたことなどが、お客様からの評価をいただき、受注することができた大きな理由である。

4.4.2 設備の特徴

本設備のフローシートを Fig. 5 に、外観を Photo 2 に示す。本設備は、自動車工場の塗装設備からの排水を処理して放流する処理水量 56 m³/d の排水処理設備である。処理設備は、加圧浮上処理、活性汚泥処理、スラッジ脱水処理等で構成され、前段の加圧浮上処理により排水中の油分、SS、重金属等を除去し、後段の活性汚泥

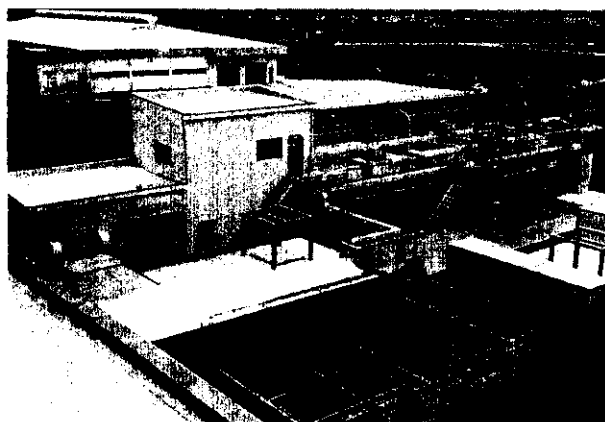


Photo 2 General view of water treatment plant for car painting factory

処理により、排水中の有機分を除去している。

本設備では、放流水の水質モニタリングシステムおよび水質異常時に一次貯留する非常用水槽を設置するなど、マニラで最近問題になっている環境問題に積極的に対処している。

また、本設備は鉄鋼水処理とは異なるため、設計にあたっては国内の同種工場の原水をもとに処理実験を実施して、システムとしての設備性能を事前に確認した。

5 結 言

当社の海外向け水処理エンジニアリングについて概要を紹介した。

- (1) 当社は、製鉄所の水処理設備の建設、運転で培った技術をベースに 1980 年以降、海外への水処理エンジニアリングに取り組んできた。
- (2) 製鉄所の水処理設備は、多岐のプロセスから構成され、長年の建設・運転を通して数々の水処理技術のノウハウを蓄積している。
- (3) 当社自身が製鉄所を持つため、一般の水処理メーカーと異なり、お客様の立場に立った、すなわち工場での生産に配慮した水処理設備のエンジニアリングを行うことができる。
- (4) 実績として、台湾向け熱間圧延水処理設備、電炉・形鋼水処理設備、冷間圧延排水処理設備、パーム油再生設備、フィリピン向け自動車塗装排水処理設備を紹介した。

今後、さらに技術の向上をはかり、お客様に満足していただくような、エンジニアリングに取り組んでいきたい。

参 考 文 献

- 1) 松本正次、北村秀樹、矢田充宏、田中 誠、清野芳一、小沢建樹：川崎製鉄技報，18(1986)3，277-283
- 2) 川崎製鉄㈱，三菱電機㈱：特開昭 61-150706
- 3) 川崎製鉄㈱，三菱電機㈱：特公開 02-39322
- 4) 三菱電機㈱，川崎製鉄㈱：特公開 63-13927
- 5) 三菱電機㈱，川崎製鉄㈱：特公開 63-20194
- 6) 三菱電機㈱，川崎製鉄㈱：特公開 63-13928
- 7) 川崎製鉄㈱，三菱電機㈱：特開昭 61-153399
- 8) 川崎製鉄㈱，三菱電機㈱：特開昭 61-150708
- 9) 川崎製鉄㈱，三菱電機㈱：特開昭 61-150709
- 10) 三菱電機㈱，川崎製鉄㈱：特公開 02-02632