

神鋼神戸発電所向け総合排水処理設備の紹介

A Comprehensive Wastewater Treatment System for Shinko Kobe Power Station



(環)水処理本部技術部第2グループ
池田進吾
Shingo Ikeda

当社はこのたび、(株)神戸製鋼所神鋼神戸発電所向けに総合排水処理設備を納入した。当発電所は神戸市内に位置する都市型発電所であるため、排水処理設備は、厳しい放流基準を十分に満足できる設備構成と設備仕様が要求された。さらに多種類にわたる排水系統を含有成分により分別し、処理水の回収再利用システムを積極的に取り入れた。本稿では、今回納入した総合排水処理設備のプロセスと設備の概要について紹介する。

A comprehensive wastewater treatment system was delivered to the coal-fired power plant (output: 0.7 mil. kW × 2 units) for Kobe Steel, Ltd. Due to its location in the urban area of Kobe city, the system had to be designed to fulfill the strict water discharge criteria. Generated wastewater was divided into two for effective treatment, depending on the salt content; discharge line and recovery line. The former line was treated with N-S decomposition, coagulation/settling, biological denitrification, filtration/AC adsorption, COD adsorption, neutralization, and sludge treatment suitable for respective contaminants. The latter was recovered with oil separation, filtration, AC adsorption and neutralization to the industrial water level for recycling.

Key Words :

石炭火力発電所
脱 硫 排 水
放 流 系
回 収 系

Coal-fired power plant
De.SOx waste water
Discharge line
Recovery line

まえがき

当社はこのたび、(株)神戸製鋼所神鋼神戸発電所向けに総合排水処理設備を納入した。当発電所は、1995年4月の電気事業法改正により入札制度の下で電力卸供給事業に参入したもので、建設工事は一期工事と二期工事に分かれている。1号機は2002年4月から営業運転を開始しており、2号機は2004年4月の営業運転開始へ向けて現在建設工事中である。

本総合排水処理設備は1・2号基共用で、2号機稼働後の排水負荷量を設計条件としている。

本稿では、今回納入した総合排水処理設備のプロセスと設備の概要について紹介する。

1. 発電所の概要

神鋼神戸発電所は、出力70万 kW × 2機 (計140万 kW) の石炭火力発電で、IPP (Independent Power Producer の略称) としては国内最大の発電所である。

図1に神鋼神戸発電所の全体配置図を、図2に発電所の概略フロー図を示す。設備構成は、発電設備として、ボイラ・蒸気タービン・発電機、ばい煙処理設備として、排煙脱硝装置・電気式集塵装置・排煙脱硫装置、また水処理設備として、給水処理設備・復水脱塩処理設備・総合排水処理設備からなる。なお、水処理設備については全て当社が納入した。

神鋼神戸発電所は(株)神戸製鋼所神戸製鉄所内に位置する都市型発電所であるため、大気汚染、水質汚濁、騒音などの環境保全対策についてはとくに配慮された発電所である。

2. 設備計画における配慮事項

前述のとおり、本排水処理設備は都市型発電所に対応した設備構成と設備仕様が要求されるため、周囲環境への影響に重点を置き計画した。

1) 厳しい放流基準値に対し、多種のプロセスを組み合わせることで、基準値を十分に満足した

処理水がえられ、かつ安定した処理を継続できるような設備構成とした。特にCOD値については放流基準が日平均5mg/L以下と非常に厳しいために、3段の凝集沈殿とろ過処理に加え、活性炭吸着による処理、さらにはイオン交換によるCOD除去プロセスも組み込み、高度処理が可能なものとした。

2) アルカリ凝集沈殿（放流系2次凝集沈殿設備）においては、排水中に含まれるアンモニアが気化して悪臭を発生しやすい条件となることから、沈殿槽を含めてすべての槽に蓋板を設置して周囲への拡散を防止するとともに、脱臭装置を設置して悪臭を発生させない設備構成とした。

3) 操作、監視を中央操作室に一元化し、日常の運転管理情報の集中化、共有化を図り、プロセス異常時に迅速な対応がとれるようにした。

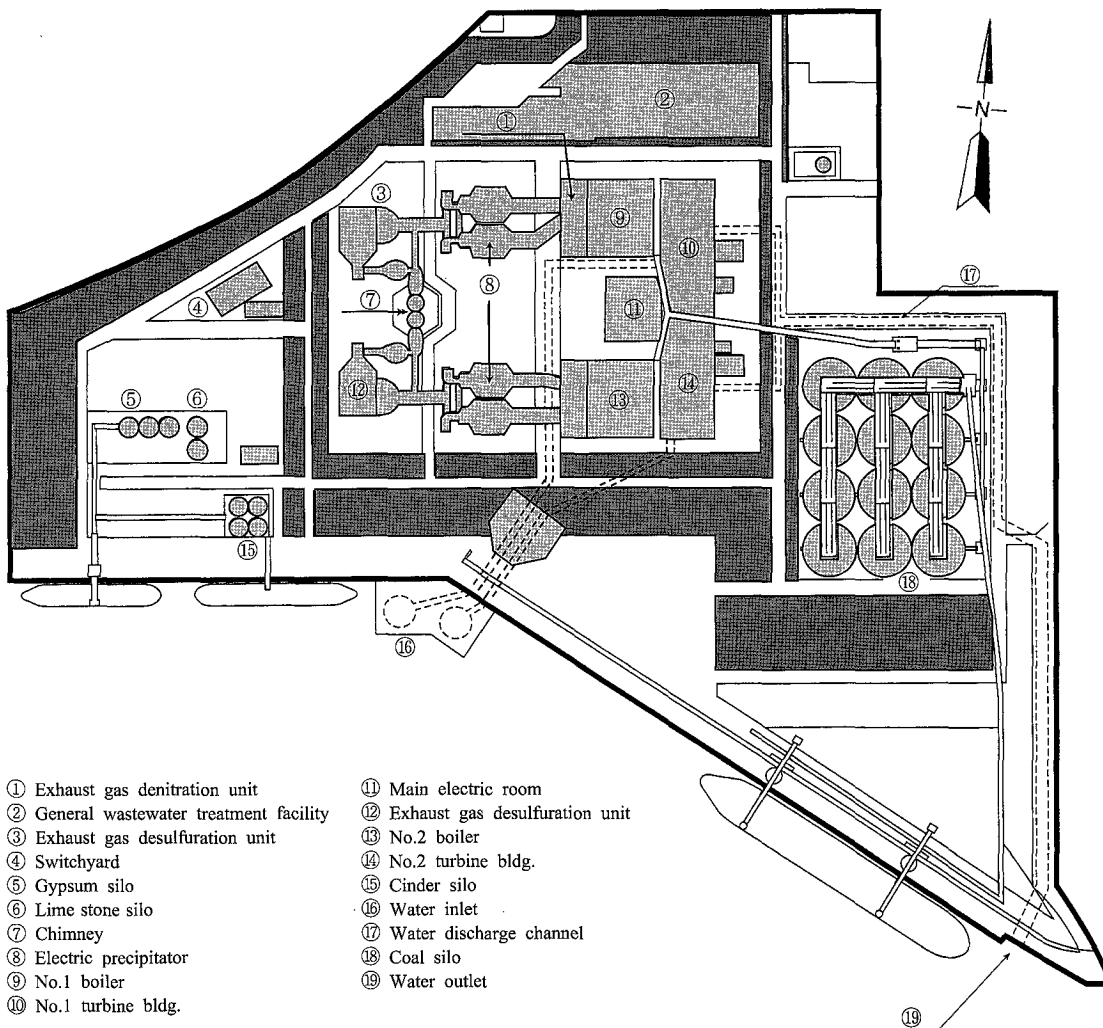


図1 神鋼神戸発電所 全体配置図
Fig.1 Plot plan of Shinko Kobe Power Station

3. 総合排水処理設備の概要

総合排水処理設備を写真1～6に示す。またそのフローシートを図3, 4に示す(図3:放流系処理設備, 図4:回収系処理設備)

排水は含有塩類濃度の違いによって放流系と回収系に分別して受け入れる。塩類濃度が高い排水は放流系処理設備にて、放流基準に合致した処理水をえるために成分毎に処理し放流する。また比較的塩類濃度の低い排水は回収系処理設備にて、工業用水レベルに処理して回収することで、再利用化を図る。

3.1 放流系処理条件

放流系で処理すべき排水は、排煙脱硫装置からのブロー排水(以下脱硫排水と記す)が主で、その他給水処理および復水脱塩の高塩系再生廃液および定検時にのみ排出されるAH(エアヒータ)などの洗浄排水(非定常排水)がある。

次に主な排水の計画諸元を記述する。

(1) 脱硫排水

計画処理水量 960 m³/d

| | 原水水質 | 処理水水質 |
|--------------------|-------------|---------------|
| pH | 4~5 | 5.8~8.6 |
| SS | 1 500 mg/L | 日平均10 mg/L 以下 |
| COD | 30 mg/L | 日平均 5 mg/L 以下 |
| Mg | 1 000 mg/L | |
| Ca | 2 500 mg/L | |
| Si | 200 mg/L | |
| Fe | 20 mg/L | 3 mg/L 以下 |
| Cl | 10 000 mg/L | |
| SO ₄ | 5 500 mg/L | |
| F | 400 mg/L | 15 mg/L 以下 |
| NH ₄ -N | 10 mg/L | |
| NO ₃ -N | 38 mg/L | |
| NS-N | 2 mg/L | |
| T-N | 50 mg/L | 20 mg/L 以下 |
| T-P | 10 mg/L | 1 mg/L 以下 |

(2) 非定常排水

計画処理水量 5 000 m³/回

| | 原水水質 |
|--------------------|---------------------|
| pH | 2 ~ 10 |
| SS | 6 000 ~ 23 000 mg/L |
| COD | 400 ~ 450 mg/L |
| Fe | 1 000 ~ 3 000 mg/L |
| Cl | 40 ~ 210 mg/L |
| SO ₄ | 8 500 ~ 13 000 mg/L |
| F | 20 ~ 3 000 mg/L |
| NH ₄ -N | 300 ~ 600 mg/L |
| NO ₃ -N | 200 mg/L |
| T-N | 500 ~ 700 mg/L |

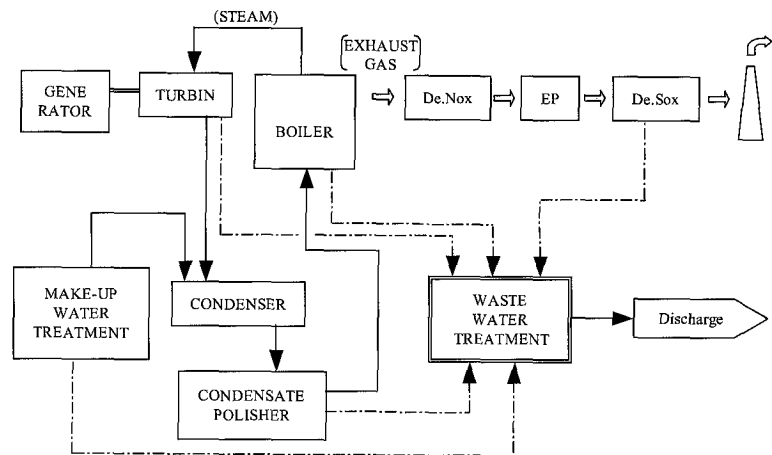


図 2 発電設備の概略フロー図

Fig.2 Block Flow Diagram of Power Plant

3.2 放流系 主要設備

(1) 原水受け入れ設備

脱硫排水中には N-S 化合物が含まれる。これは、排煙脱硫装置内の吸収塔の吸収液中で排ガス中の主成分である SO_x と NO_x より生成されるものであり、スルファミン系窒素 (NH₂SO₃H-N) とヒドロキシルアミン系窒素 (NH₂OH-N) に大別される。これらを処理するために、脱硫排水は、まず N-S 分解槽に流入させ適温条件下で亜硝酸ソーダの作用により分解する。その後、放流系原水槽にて他の排水と混合する。原水槽は、排水の均質化を目的として約 1 日分の滞留容量を有する。また、定検時にのみ排出される非定常排水は高濃度でかつ排出時間経過により濃度に変化するため一旦全量を受け入れ可能な水槽を設置した。

<設備仕様>

N-S 分解槽: 108 m³

放流系原水槽: 600 m³ × 2 槽

非定常排水槽: 3 250 m³ × 2 槽

(2) 1次凝集沈殿設備

1次凝集沈殿設備では、PAC を添加して SS, フッ素, COD など処理する。

<設備仕様>

1次反応槽: 23.5 m³

1次 pH 調整槽: 23.5 m³

1次凝集槽: 23.5 m³

1次沈殿槽: 10.5 m □ × 3.6 mSH

(3) 2次凝集沈殿設備

2次凝集沈殿では、後段で排水中のカルシウムと炭酸イオンが反応して炭酸カルシウムを生成することにより、散気装置を閉塞させるなどのトラ

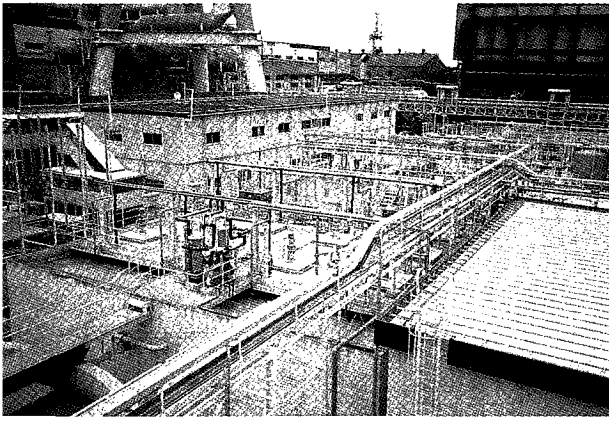


写真 1 放流系処理設備 (1)
Photo 1 Waste water treatment of discharge line (1)

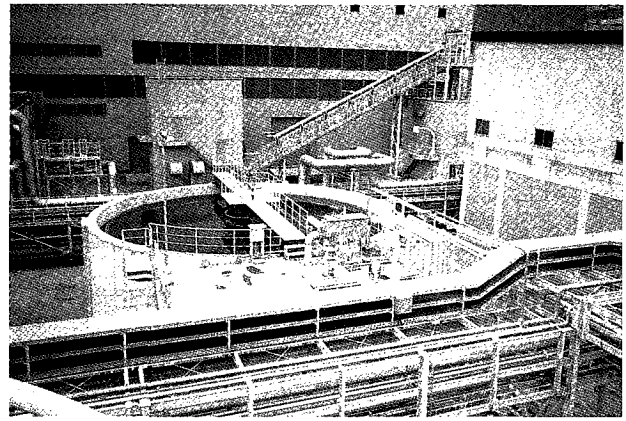


写真 4 シックナー
Photo 4 Thickener

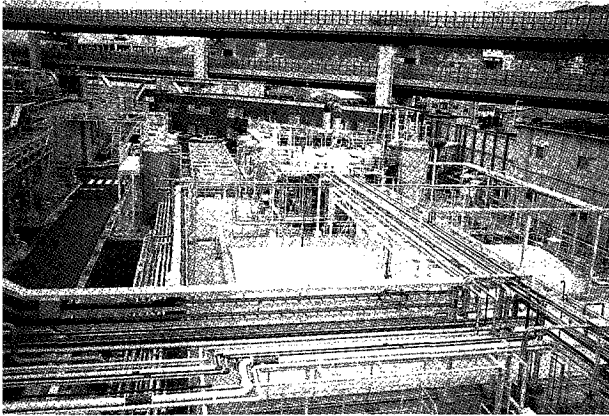


写真 2 放流系処理設備 (2)
Photo 2 Waste water treatment of discharge line (2)

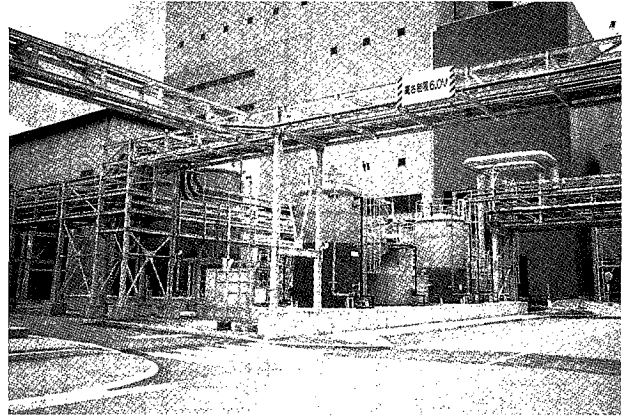


写真 5 薬品タンク
Photo 5 Chemical storage tank

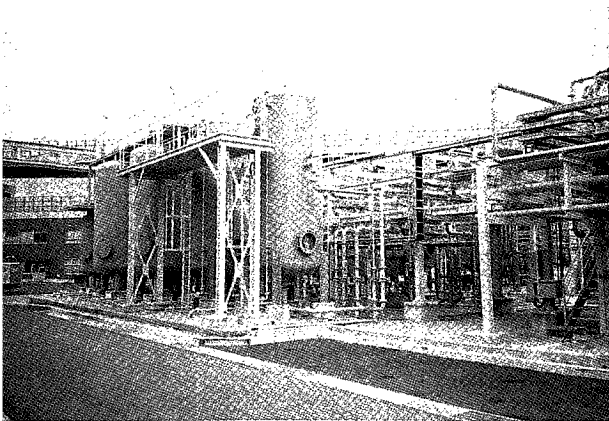


写真 3 ろ過器, 活性炭吸着塔 COD 吸着塔
Photo 3 Filter, AC tower, COD adsorption tower

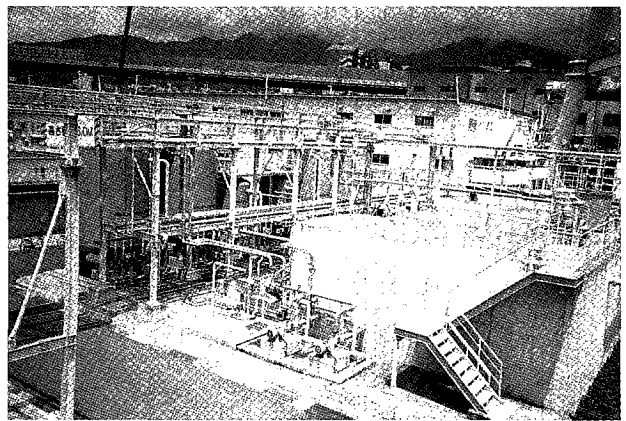


写真 6 回収系処理設備
Photo 6 Waste water treatment of recovery line

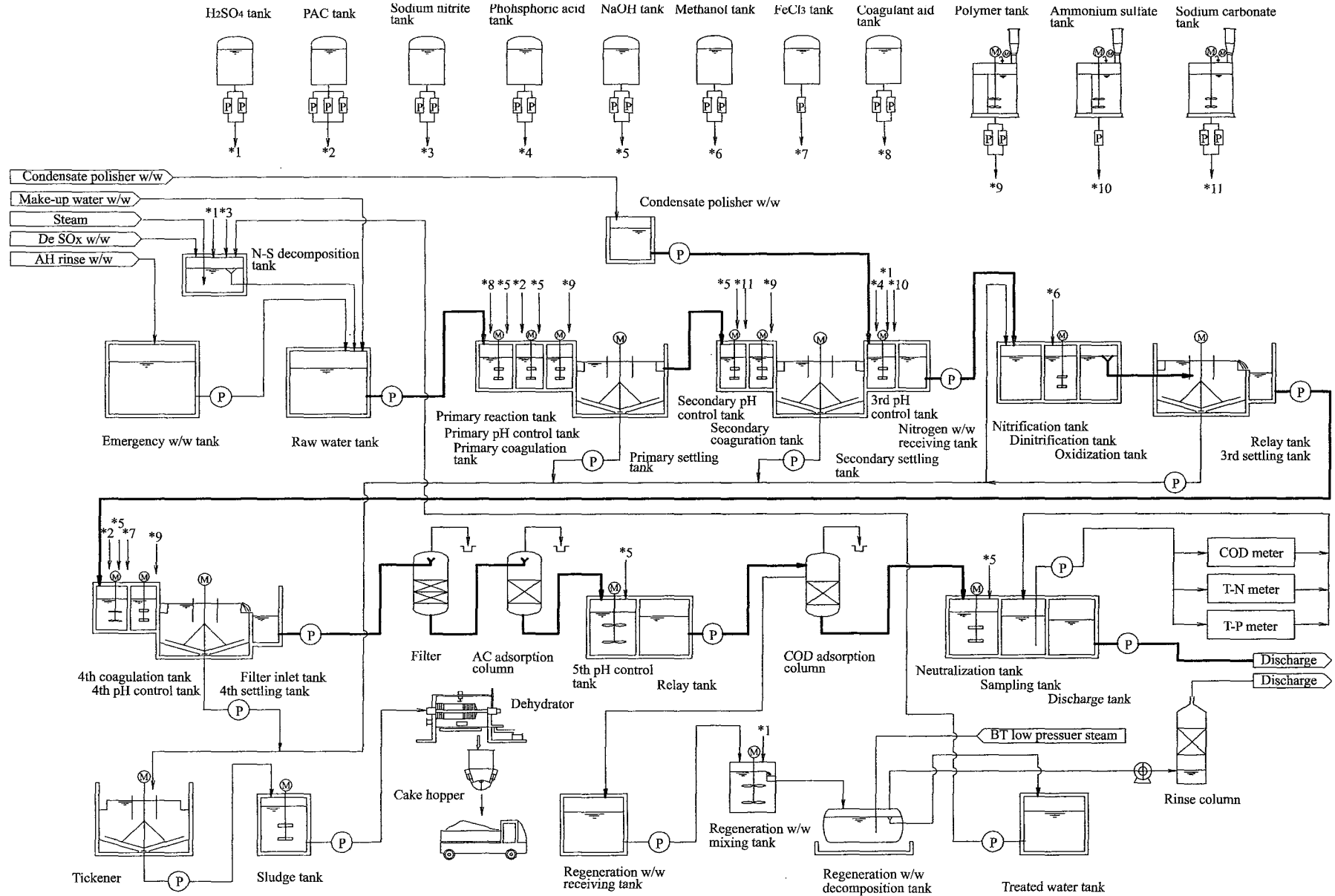


図 3 放流系処理設備フローシート
Fig.3 Flow diagram of discharge line

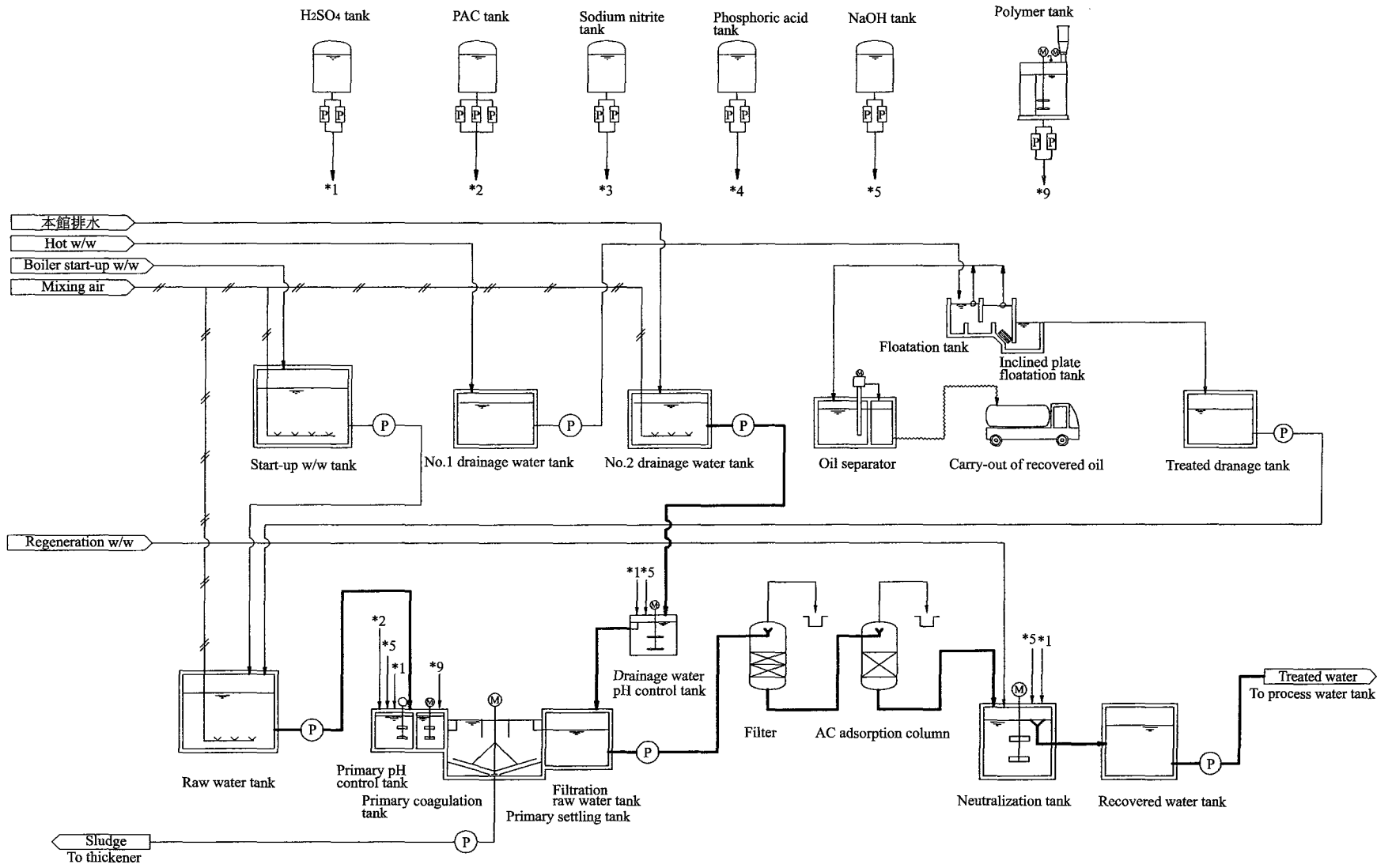


図 4 回収系処理設備フローシート
Fig.4 Flow diagram of recovery line

ブルが発生するのを防止するために炭酸ナトリウムによる化学軟化をおこない、カルシウムを除去する。

<設備仕様>

- 2次 pH 調整槽：23.5 m³
- 2次凝集槽：23.5 m³
- 2次沈殿槽：10.5 m³ □×3.6 mSH

(4) 生物脱窒設備

浮遊式生物脱窒法をもちいて、硝化・脱窒処理をおこなう。好気性状態で硝化菌の作用により、アンモニア性窒素を硝酸性窒素に硝化し、次に嫌気性条件下で脱窒菌によって窒素ガスに還元して大気中に放散する。発電所からの排水には、ほとんど有機成分を含まないため、栄養塩としてリン酸およびメタノールを添加する。また、定検時などの負荷低下時には硫酸アンモニウムを添加して負荷調整をおこなう。

<設備仕様>

- 硝化槽：181 m³/槽・系列×2系列
- 脱窒槽：52 m³/槽×4槽/系列×2系列
- 酸化槽：102 m³/槽・系列×2系列
- 3次沈殿槽：14 m³ ×3.5 mSH

(5) 4次凝集沈殿設備

4次凝集沈殿設備では、主に生物脱窒処理からの余剰リンを PAC 添加により処理する。

<設備仕様>

- 4次 pH 調整槽：12.5 m³
- 4次凝集槽：12.5 m³
- 4次沈殿槽：10 m³ □×3.5 mSH

(6) ろ過、活性炭吸着設備

仕上げ処理として、ろ過器で微細 SS を処理し、さらに活性炭吸着塔で COD を処理する。活性炭吸着は後段のイオン交換樹脂が有機汚染されるのを防ぐ役割も有する。

<設備仕様>

- ろ過器：2.0 m³ ×2.4 mSH ×2系列
- 活性炭吸着塔：3.2 m³ ×4.0 mSH ×2塔×2系列

(7) COD 吸着設備

脱硫排水中には、難分解性の COD 成分であるジチオン酸イオン (S₂O₆²⁻) が含まれる。この物質は凝集沈殿、活性炭吸着、酸化では処理し難い物質であるため、イオン交換処理を適用する。

イオン交換樹脂の再生廃液にはジチオン酸イオンが濃縮されているため、強酸性条件下で加熱分解処理して無害化する。

<設備仕様>

- COD 吸着塔：2.0 m³ ×4.5 mSH ×2塔
×2系列

再生廃液混合槽：0.25 m³

再生廃液分解槽：17 m³

(8) 中和、放流設備

最終中和をおこなった後、サンプリングをおこない放流水水質 (pH, COD, T-N, T-P) を常時監視する。各水質とも放流基準を満足していれば放流し、放流基準を逸脱するような場合には自動的に放流が中止され、非常排水槽へ移送して再処理する。

<設備仕様>

- 中和槽：23.4 m³
- サンプリング槽：23.4 m³
- 放流槽：202 m³

(9) 汚泥処理設備

各沈殿槽からの汚泥はシクナーでさらに濃縮させた後、フィルタープレス式脱水機で脱水する。

<設備仕様>

- シクナー：15 m³ ×4.5 mSH
- 汚泥槽：116 m³
- 脱水機：処理量約10 ton-DS/d ×2機
- ケーキホッパー：12 m³ ×2 ×2基

3.3 回収系処理条件

回収系で処理すべき排水は、ボイラ、タービン系からのブロー排水、給水処理および復水脱塩の低塩系再生廃液 (再生時のリンス水) および起動時にのみ排出される起動時排水がある。

次に排水の計画諸元を記述する。

(1) 定常排水

計画処理水量 1 027 m³/d

| | 原水水質 | 処理水水質 |
|----------|--------------|---------------|
| pH | 6~9.5 | 5.8~8.6 |
| SS | 5~1 000 mg/L | 日平均10 mg/L 以下 |
| COD | 1~10 mg/L | 日平均10 mg/L 以下 |
| ヘキサン抽出物質 | 30 mg/L | 1.5 mg/L 以下 |

(2) 起動時排水

計画処理水量 4 000 m³/回

| | 原水水質 |
|-------------------------------|----------|
| pH | 9.5 |
| SS | 20 mg/L |
| COD | 150 mg/L |
| N ₂ H ₄ | 300 mg/L |

3.4 回収系 主要設備

(1) 油水分離設備

排水中の油分を浮上分離により除去する。
処理水は原水槽へ移送する。

<設備仕様>

自然浮上槽： } 1.05 mW×11.3 mL×2.0 mH
傾斜板浮上槽： } × 2 系列

(2) 原水受け入れ設備

原水槽は、排水の均質化を目的として約 1 日分の滞留容量を有する。また、起動時にのみ排出される起動時排水は一旦全量を受け入れた後、硫酸銅を触媒としてヒドラジンを酸化分解する。処理した排水は原水槽へ移送する。

<設備仕様>

回収系原水槽：440 m³ × 2 槽
起動時排水槽：2 000 m³ × 2 槽

(3) 凝集沈殿設備

凝集沈殿では、排水中の SS 分を凝集させ、沈降分離する。

<設備仕様>

pH 調整槽：18 m³
凝集槽：18 m³

沈殿槽：9.0 m □×3.5 mSH

(4) ろ過、活性炭吸着設備

仕上げ処理として、ろ過器で微細 SS を処理し、さらに活性炭吸着塔で COD を処理する。

<設備仕様>

ろ過器：2.0 mφ × 2.4 mSH × 2 系列
活性炭吸着塔：3.2 mφ × 4.0 mSH × 2 塔 × 2 系列

(5) 中和、回収設備

最終中和をおこない、工水として回収・再利用する。

<設備仕様>

中和槽：12.5 m³
回収水槽：60 m³

むすび

以上神鋼神戸発電所向け総合排水処理設備について概要を紹介した。現在、1号機のみではあるが、安定した運転を続けられており、2号機稼動後も十分に性能を発揮し安定運転を継続できるものと確信している。最後に、計画段階から実負荷運転までの長期にわたる関係各位の多大な尽力と協力に深く感謝の意を表する次第である。

連絡先

池田進吾 環境装置事業部
水処理本部
技術部
第1グループ

TEL 078 - 232 - 8105
FAX 078 - 232 - 8056
E-mail sn.ikedada@pantec.co.jp