「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

## 5.2.15　水道業

1．水道業の主なプロセスと $CO_2$ 排出の概要

水道業は一般の需要に応じて水を供給する上水道業と、需要家が排出した汚水や雨水を処理・排除する下水道業に大別される。水道業の主な工程とエネルギーフローを図 5.2.15-1 に例示する。フロー図に挙げられている上水道業の主な工程の内容については表 5.2.15-1、下水道業の主な工程の内容については表 5.2.15-2 に示す説明を参照されたい。

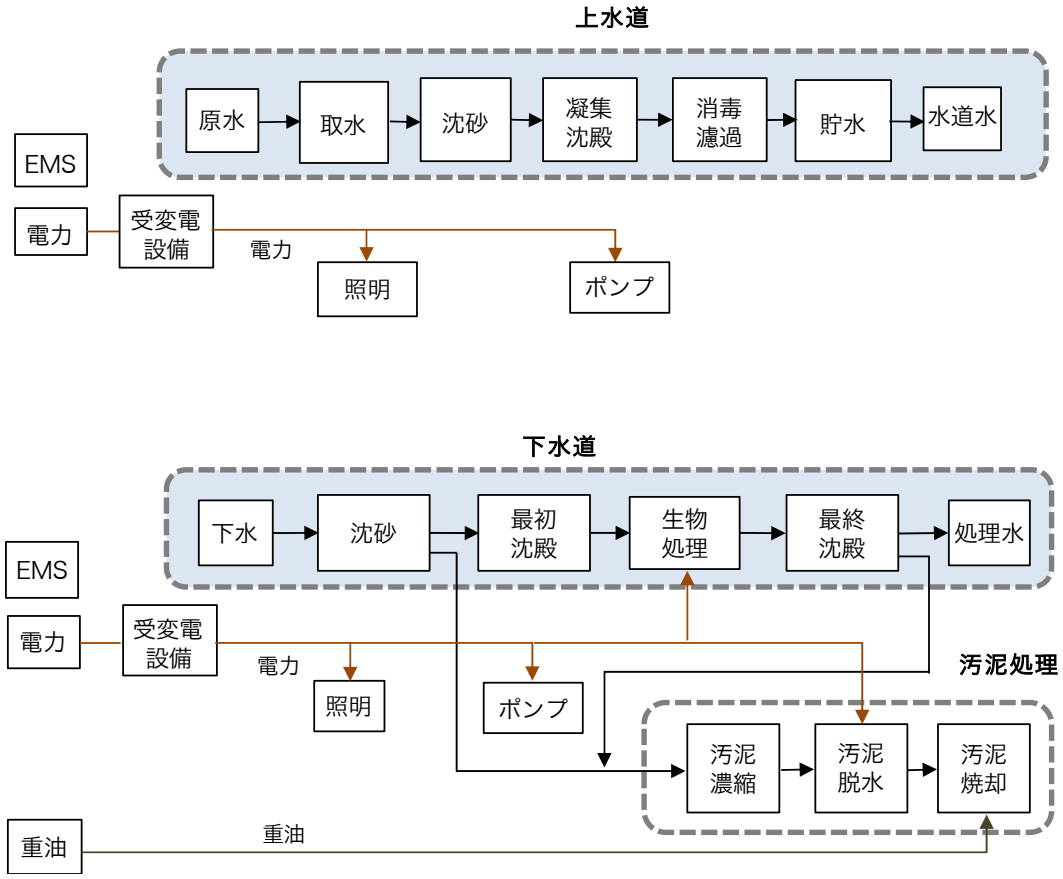



図 5.2.15-1　水道の主な工程とエネルギーフローの例

表 5.2.15-1　上水道の主な工程

| No. | 工程 | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 取水 | 原水を湖や川から取り入れる |
| 2 | 沈砂 | 原水とともに流入した砂や土を沈降させて取り除く |
| 3 | 凝集・沈殿 | 原水に凝集剤を注入して、原水中の浮遊物を除去する |
| 4 | 消毒・濾過 | 凝集・沈殿で除かれなかった微細な浮遊物を砂と砂利の層を通して取り除いた後、薬品（次亜塩素酸ナトリウム）を加えて消毒する |
| 5 | 貯水 | 消毒した水道水を蓄える |

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）



表 5.2.15-2 下水道主な工程

| No. | 工程 | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 沈砂 | 下水に含まれる大きなごみを取り除き、土砂類を沈殿させる |
| 2 | 最初沈殿 | 2～3 時間かけて下水をゆっくり流し、沈みやすい汚れを沈殿させる |
| 3 | 生物処理 | 微生物の入った泥（活性汚泥）を加え、空気を送り込み 6～8 時間ほどかき混ぜる。下水中の有機物を微生物が分解するとともに、浮遊性の汚れが微生物に付着して沈殿しやすい大きな塊になる |
| 4 | 最終沈殿 | 生物処理でできた活性汚泥の塊を 3～4 時間かけて沈殿させ、上澄み（処理水）と汚泥に分離する |
| 5 | 汚泥処理 | 分離した汚泥を、濃縮、圧縮後に焼却処分する |

**ノート**

上下水道は電気の使用量が大きく、電力消費に関わる $CO_2$ 削減対策が重要です。

上水道の使用エネルギーは、ほぼすべて電気であり、その約 90%はポンプ設備（取水ポンプ、送水ポンプ等）が消費している。$CO_2$ 排出は約 90%が電気の消費、約 2%が燃料消費に由来し、残りは凝集・沈殿や消毒に使用される塩素剤、凝集剤などの薬品の使用や埋め立て浄水発生土から発生する温室効果ガスに由来している。

下水処理場の使用エネルギーは約 90%が電力、残りが燃料である。機器別には、生物処理で用いられる曝気用ブロワーのエネルギー消費が約 60%を占めており、次いで、汚泥ポンプが約 10%、汚泥脱水装置が約 5%を消費している。一方、$CO_2$ 排出は約 60%が電気の消費、約 5%が燃料消費に由来し、残りは水処理や汚泥焼却の際に発生するメタン（$CH_4$）と亜酸化窒素（$N_2O$）*1 に由来している。

**＊1 亜酸化窒素（$N_2O$）**
地球温暖化効果が $CO_2$ の約 300 倍大きい、温室効果ガスの一種です。汚泥焼却においては、汚泥の中の窒素の一部が酸化されることによって発生します。焼却温度が上昇すると発生量は低下します。その他、水処理工程でも発生します。

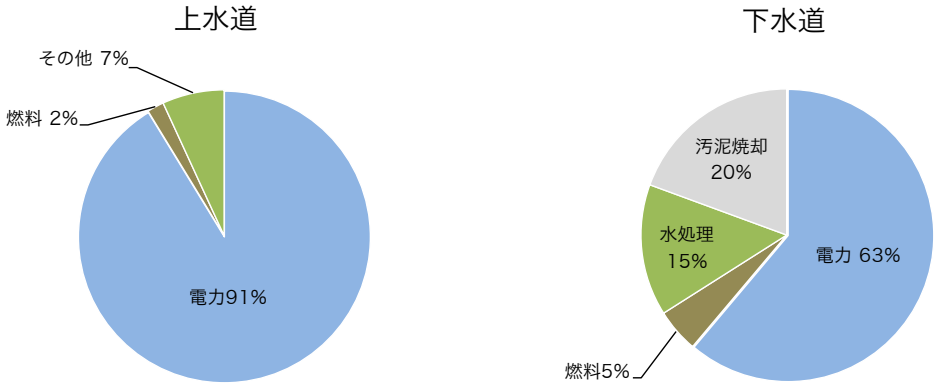



図 5.2.15-2 水道業のエネルギー源別 $CO_2$ 排出割合の例

2．水道業に特有なエネルギーロスの例

●過曝気によるファン動力損失

生物処理反応槽に吹き込む空気から水中に効率的に酸素を供給できていないと、必要な空気吹き込み量が増加する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- ポンプの電力使用量削減が重要である。
- 下水道事業では、生物処理のため曝気に用いるブロワーの効率的な運用が重要である。
- 下水処理後に多量に発生する汚泥の焼却で使用するエネルギーを削減することが重要である。
- 下水道事業では、$CO_2$排出削減だけでなく、汚泥焼却により発生する $N_2O$ の削減、埋め立てにより発生する $CH_4$の削減も検討する必要がある。

**ノート**

上下水道ともにポンプの電力使用量の削減が大切です。下水道では曝気用ブロワーの省エネルギーや、$CO_2$以外のメタン、亜酸化窒素の削減対策も重要です

4．診断ポイントと対策技術

| 工程等 | 診断ポイント | 対策種類 | 対策の例 | 対策番号 |
|---|---|---|---|---|
| 汚泥焼却 | 焼却ボイラーの効率化が図られているか（臭気や白煙防止を意識し過ぎ、過剰な排気や送風となっていないか） | 運用改善 | 焼却ボイラー排気・送風の適正化（再加熱・過剰送風しない、空気比改善など） | 121141<br>121142 |
| | 安定した汚泥の自燃高温燃焼ができているか | 部分更新・機能付加 | 汚泥の発熱量・含水率に合わせた燃焼用空気量の調整・温度管理のための自動制御システムの導入 | |
| | 汚泥焼却温度が低くないか | | 高温焼却の実施（ただし、高温焼却のために補助燃料の$CO_2$排出量が多くならないように注意） | |
| | 汚泥焼却に流動炉を使用しているか | 設備導入 | 一酸化二窒素（$N_2O$）の排出量が少ない焼却炉への更新（ガス化炉、下級式流動燃焼システム、階段式ストーカ炉などを採用することにより通常の流動炉よりも $N_2O$ の発生量を減らすことができる） | |
| | 汚泥を単純焼却するのではなく、エネルギーとして活用できないか | 燃料転換 | 汚泥のバイオ資源活用（例：堆肥化、固形燃料化、消化ガス発電） | |

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）



| 工程等 | 診断ポイント | 対策種類 | 対策の例 | 対策番号 |
|---|---|---|---|---|
| 生物処理 | 排水処理の曝気量は適正化されているか（曝気量や曝気時間・間隔は必要最低限になっているか。特に処理停止時等に動作が停止しているかも確認すること） | 運用改善 | 過曝気の抑制（溶存酸素濃度による制御、ブロワー給気圧力の低減） | 270111 |
| | | 部分更新・機能付加 | | 270211 |
| | 従来型の多段ターボや歯車増速単段ターボより効率の高いブロワーが使用されているか | 設備導入 | 磁気浮上式ターボブロワーを使用する。 | |
| | ブロワーに関するその他の対策 ☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー | | | |
| 汚泥脱水 | 汚泥の脱水を燃料の燃焼だけで行っているか | 設備導入 | （コージェネ）排熱を利用して汚泥を加温し、汚泥脱水エネルギー消費を低減 | 300311 |
| 電力 | $CO_2$ 削減のために電気事業者の変更を検討したか | 電力低炭素化 | 電気事業者の見直し | 330511 |
| | （処理槽上の）広い面積を有効利用しているか | | 太陽光発電設備の導入 | 300511 |
| | 有効落差・引込余剰圧力を有効利用しているか | | 小水力発電の検討（水質や水量変動に注意） | |
| 下水、処理水 | 下水や処理水の保有する熱を利用しているか | 燃料転換 | 下水熱利用の導入（例：空調利用、給湯利用、融雪利用） | |
| EMS | EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか | 設備導入 | EMS の導入 | 320311 |

参考資料

[1]『下水道における地球温暖化対策マニュアル（H28.3）』（環境省・国交省）
[2] 横浜市水道局ホームページ
[3] 東京都水道局ホームページ