

【技術分類】 1 - 1 1 - 3 単位操作 / 電気化学 / 電気分解

【技術名称】 1 - 1 1 - 3 - 1 電極

【技術内容】

電極は、電気を消費して、化学反応を起こさせ、電気分解を行う起点である。

電極には、陽極と陰極があり、陽極（正極）では、電子を放出する酸化反応が起こり、陰極では電子を受ける還元反応が起こる。

また、電極は、溶性電極と不溶性電極に分類され、溶性電極には、炭素電極、アルミ電極、Cu 電極、Sn 電極、Pb 電極などがある。不溶性電極には、金属メッキ電極 Pt / Ti 電極、金属焼成電極 IrO₂ / Ti 電極などがある。

このうち、水の電気分解に多用される金属メッキ電極 Pt / Ti 電極は、バルブ金属上に電解触媒を設置して、陽分極されても溶出しないチタン（Ti）材の様な機能材料を使用して構成されるもので、下記の様な事項が電極としては重要になる。

1. 電解触媒金属により、異なった電解触媒機能を有すること。
2. 基材（Ti 材等）とメッキ金属（触媒）の電機的接合力があること。
3. メッキ金属（触媒）の物理的な強度があり、剥離、磨耗などの劣化がないこと。
4. 電解触媒の化学的な耐久性があり、電極としての寿命が長いこと。
5. 電極としての製造コストが安価になる事が重要（極力薄膜化する技術が必要）

電解電圧とは下式で表される値であり、この大小により電解操作に必要なエネルギー量が定まる。

$$\text{電解電圧 (Volt)} = \text{理論電解電圧} + \text{過電圧} + \text{溶液抵抗}$$

低電流密度では、Pt / 金属電極が適し、その場合には触媒性能が重要となる。一方、高密度電流では、Ir・Pt 酸化物電極が適し、耐酸素性能が重要となる。

電解触媒表面は凹凸があり、この凹凸により、陽陰極間距離が狭い電解操作では流れる電流値に差異が発生して、実行電流密度が見掛け電流密度より大きな値となり、電極寿命に大きな影響を及ぼす。

電解反応は、酸化還元される物質の電解触媒面への吸着・拡散のしやすさと、反応効率との間には強い相関があり、希望する化学反応効率を最大限に高める電極の選択と電極表面の製作精度が重要事項となる。

【図】

表 電極の組み合わせ

	陽 極	電 解 液	陰 極
1	白 金	塩化ナトリウム水溶液	白 金
2	炭素棒	硫酸銅（ ）水溶液	銅
3	白 金	水酸化ナトリウム水溶液	白 金
4	銅	塩 酸	銅
5	炭素棒	ヨウ化カリウム水溶液	銅

出典：本標準技術集のために作成

【出典 / 参考資料】

「電極構造と原理、田中貴金属ホームページ」

<http://www.tanaka.co.jp/products/technology/ee1.html>

【技術分類】 1 - 1 1 - 3 単位操作 / 電気化学 / 電気分解

【技術名称】 1 - 1 1 - 3 - 2 電気分解装置 (有機物分解)

【技術内容】

電気分解方式では、他の方式に比べて分解工程で酸やアルカリなどの化学物質を使用しないという利点がある。さらに、COD 低減効果も有するクリーンな水処理技術である。また、連続処理ができることから、装置がコンパクトで、生産と直結した工程管理が可能となる。

水の電解を抑え、目的の有機物のみの分解を促進する工夫により、従来は分解が困難であった有機物質を高い効率で分解し、生産工程における水の効率的な浄化が可能となる。

その具体的な実験例として、活性汚泥浄化処理装置等で浄化処理された処理水の電気分解処理について記述する。

活性汚泥浄化処理水は、茶褐色を呈している場合が多く、河川等に放流する際には脱色することが求められるケースが増えている。そこで、有機物によって茶褐色を呈した浄化処理水に、飽和塩水を電気分解して得られた電解水を自動制御によって適正量添加することで分解し、脱色する安価な脱色装置が開発されている。

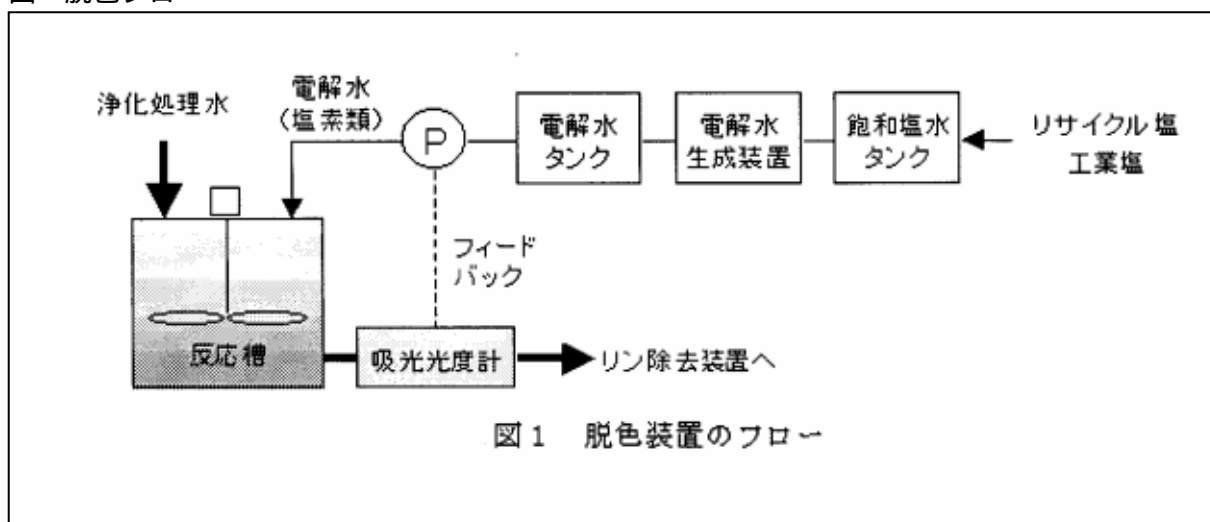
脱色装置は、飽和塩水タンク、電解水生成装置 (無隔膜法)、電解水タンク、反応槽、吸光光度計で構成され、飽和塩水を電気分解して得られた塩素類 (Cl_2 、 HClO など) を含む電解水を茶褐色に呈した浄化処理水に添加し、浄化処理水中の色成分である有機物を塩素類の酸化力で分解し脱色する。

実験報告では、色度 200 程度程度の茶褐色を呈した畜舎排水浄化処理水を色度 100 度以下に脱色でき、その処理能力は 10m^3 / 日 (肥育豚で約 1,000 頭規模に相当) である。

排水の色度を吸光光度計で測定し、色度が 100 度以上にならないよう電解水の添加量を自動制御し、過剰な電解水が排水に流れないように制御でき、飽和塩水の原料として安価なリサイクル塩 (約 5 円 / kg) が使用できる特徴がある。。

【図】

図 脱色フロー



出典：畜舎排水浄化処理水の脱色装置、平成 14 年度共通基盤研究成果情報、生物系特定産業研究支援センター著、中央農業総合研究センター発行、2 頁 図 1 脱色装置のフロー

【出典 / 参考資料】

「平成 14 年度共通基盤研究成果情報」、生物系特定産業研究支援センター著、中央農業総合研究センター発行、1 - 3 頁、http://www.affrc.go.jp/seika/data_common/h14/com210.html

【技術分類】 1 - 1 1 - 3 単位操作 / 電気化学 / 電気分解

【技術名称】 1 - 1 1 - 3 - 3 電気分解装置 (アンモニア性窒素除去)

【技術内容】

窒素除去の方式としては、従来から、生物処理 (硝化・脱窒処理)、不連続点塩素注入法、アンモニアストリッピング法、イオン交換などが行われてきたが、従来の原理と異なる電気分解による窒素除去システムが開発されている。

電解法による窒素除去は、アンモニア性窒素に対して優れた除去能力を発揮する。+極において、塩素が生成し、塩素は更に電極近傍で瞬時に不均化分解して、次亜塩素酸と塩酸を生成する。

その反応式は次の通りである。



排水中にもともと含まれるアンモニアは発生した次亜塩素酸と反応して無害な窒素ガスに転化する。



電解窒素除去法は次のような特徴がある。

1. 電解脱窒素装置は、電気分解を利用した確実な窒素除去機能を有しており、負荷変動に対し安定した処理が可能である。
2. 従来の生物処理に比較して、負荷変動、温度変化などにフレキシブルに対応し、安定した窒素除去機能を発揮するために、運転管理の省力化が可能となる。
3. コンパクトな装置であり、省スペース化が可能である。

但し、電解法窒素除去法は処理対象液中に含まれる共存物質や塩素イオン濃度に大きく影響を受けるために、処理対象液の性状に応じた最適な処理システムとして検討する必要がある。

【図】

図 電気分解装置の原理

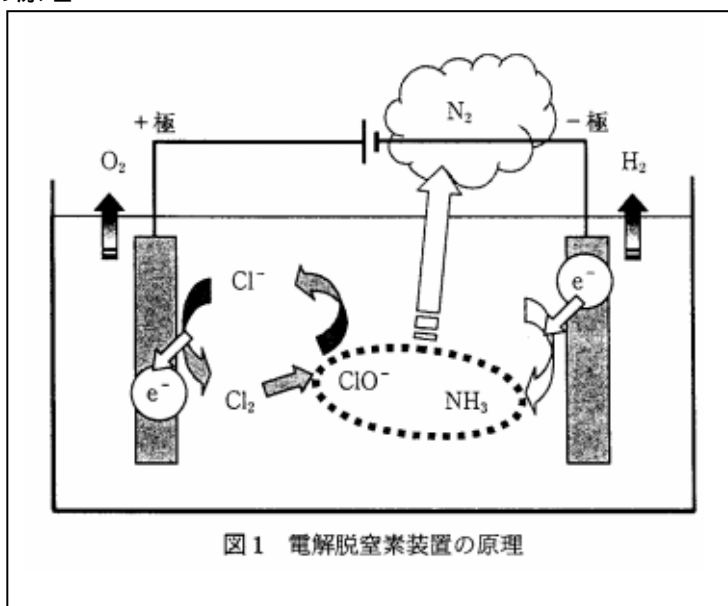


図1 電解脱窒素装置の原理

出典：電解脱窒素システムによる窒素除去技術、化学装置 Vol.47 No.7、2005年7月1日、水谷洋、池卓著、株式会社工業調査会発行、67頁 図1 電解脱窒素装置の原理

【出典 / 参考資料】

「化学装置」、2005年7月1日、水谷洋、池卓著、株式会社工業調査会発行、Vol.47 No.7 66 - 69頁

【技術分類】 1 - 1 1 - 3 単位操作 / 電気化学 / 電気分解

【技術名称】 1 - 1 1 - 3 - 4 次亜塩素酸ナトリウム製造装置（無隔膜・隔膜）

【技術内容】

生成次亜塩素酸ナトリウムは、有効塩素濃度が1～5%と市販の次亜塩素酸ナトリウムに比較して低いが気泡の発生による注入障害は少ない利点がある。また、原料は塩の形で運ぶために運搬上の危険性がないメリットもある。

生成方式には隔膜式と無隔膜式の二種類がある。図に電解槽での一般的な概略図を示す。

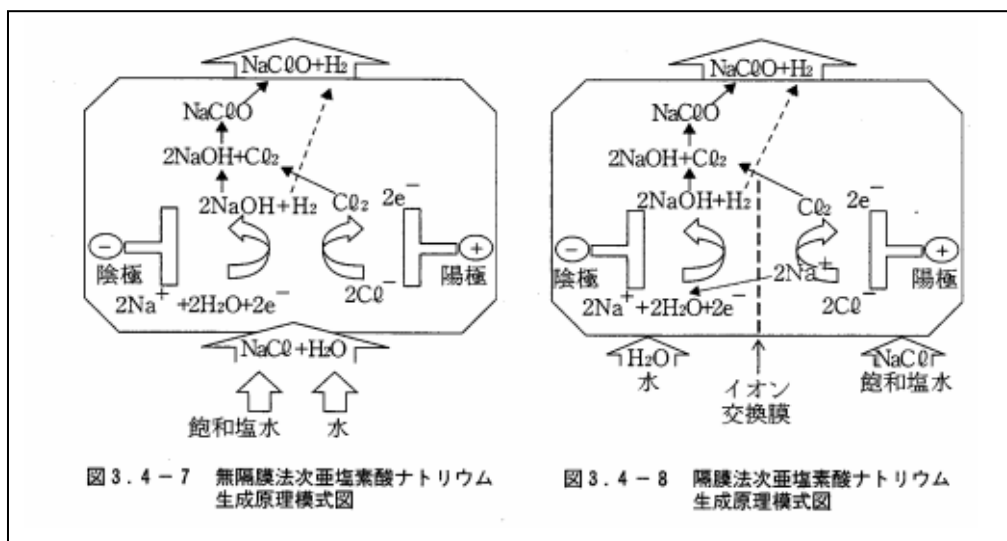
小規模施設では無隔膜方式、大規模施設では隔膜方式が維持管理、経済性等の面で有利となる。

無隔膜式は電解槽に陽極板と陰極板が設置され、両極間を仕切る隔膜はない。供給された食塩水は電解されて、陽極で塩素が、陰極では水素が発生し、水酸イオンが生成する。陰極側では、ナトリウムイオンと水酸イオンでカセイソーダを生成し、陽極で生じた塩素と陰極で生じたカセイソーダが反応して次亜塩素酸ナトリウム（NaClO）を生成する。生成した次亜塩素酸ナトリウム液の有効塩素濃度は、1.0%前後と市販品と比べて低い。また、未反応の食塩が含まれるため、塩化ナトリウムの量は有効塩素量に比べてやや多い。

隔膜式は、電解槽の陽極と陰極間にイオン交換膜を設け、陽極側に食塩水、陰極側に水を供給すると、陽極側では塩素が発生し、ナトリウムイオンが交換膜を透過して陰極側へ移る。陰極側では水素が発生し、水酸イオンが生成する。そして、陽極側から透過してきたナトリウムイオンと水酸イオンとで陰極側にカセイソーダが生成される。陽極側からは塩素ガスが、陰極側からはカセイソーダが取出され、電解槽内反応部において次亜塩素酸ナトリウム（NaClO）が生成される。生成した有効塩素濃度は5%程度と高い。

【図】

図 無隔膜・隔膜次亜塩素酸ナトリウム生成模式図



出典：浄水技術ガイドライン、2000年5月、浄水技術ガイドライン作成委員会編、財団法人水道技術研究センター発行、153頁 図 3.4-7 無隔膜法次亜塩素酸ナトリウム生成原理模式図、図 3.4-8 隔膜法次亜塩素酸ナトリウム生成原理模式図

【出典 / 参考資料】

「浄水技術ガイドライン」、2000年5月、浄水技術ガイドライン作成委員会編、財団法人水道技術研究センター発行、153 - 154頁