

ディビジョン番号	11
ディビジョン名	電気化学

大項目	3. 機能材料／工業電気化学
中項目	3-1. 機能材料
小項目	3-1-4. 工業材料／固体電解質

概要（200字以内）

ソーダ工業では食塩を電解してか性ソーダ、塩素および水素を製造する。日本の場合、発生水素の1/2がボイラーで燃焼され、消費電力に比べると著しく低価値である。この余剰水素を燃料電池発電で利用場合、生産地から消費地までの輸送が問題となる。水素発生極をガス拡散電極に置き換え酸素を供給することで電解電力が1/3削減される。この酸素陰極法食塩電解技術が日本で開発され、商用運転が開始された。本技術は炭酸ガス削減効果が大きく早急な普及が期待される。

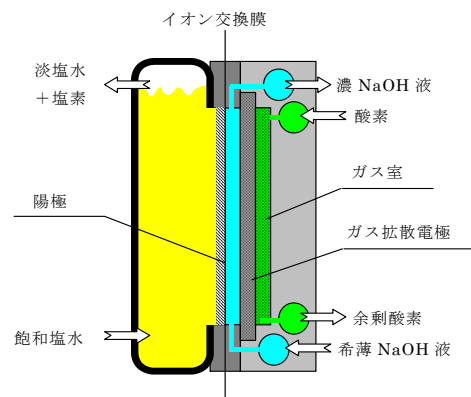


図 酸素陰極法食塩電解の原理

現状と最前線

食塩電解工業は基礎化学品である、か性ソーダ（445万トン／年）と塩素を生産し、日本の年間総発電量の1%以上を消費している。日本では水銀法、隔膜法が廃止され、すべて環境に配慮した省電力型のイオン交換膜法へ転換されている。しかし、日本の場合、陰極で発生した水素は1/2がボイラーで燃焼され熱として回収している。この方法では電解に消費された高価な電力に比べると有効な利用とは言えない。この水素発生極をガス拡散電極に置き換え、水素発生反応を酸素還元反応に変えることで30%もの電力削減が可能な技術が酸素陰極法である。1980年代に内外で研究されたがその当時のガス拡散電極は寿命が短く実用化に至らなかった。また、発生水素を燃料電池発電に用いることも検討されたが燃料電池発電で回収可能な電力は本酸素陰極法の7割以下と小さく、また、電解工場は消費地から離れている場合が多く、水素の消費地への運搬は困難であり現実的な方法ではない。

1990年から日本ソーダ工業会が主体となり酸素陰極法食塩電解技術の開発研究がなされ実用化、商用化研究が行われ成功裏に終了した。本年度から商用サイズの酸素陰極法食塩電解槽の商用運転が2社で開始され順調に運転されている。

現状のガス拡散電極の構成材料は銀微粒子触媒、カーボンブラック、PTFE、銀給電材である。担体のカーボンブラックは耐食性の高いアセチレンブラックが使用されている。撥水性の維持、結着材としてPTFEディスパージョン、給電材は使用する環境で腐食しない材質の銀の網

または銀メッキ発泡ニッケルが使用されている。ガス拡散電極を設置する陰極室は構造が簡単な二室法が用いられ、単極式電解槽となっている。電解性能は酸素陰極の性能として 30Adm^{-2} で 2.0V と現行のイオン交換膜法電解槽に比べ約 1V の電解電圧の削減となっている。現状ではほぼ $1/3$ の省電力を達成し、 $2\sim 3$ 年の電極寿命が確認されている。

環境問題から日本の化学産業の省エネルギー化は限界まで来ているが更なる炭酸ガスの排出削減は避けられず一層の努力が必要とされている。そのため、既存のイオン交換膜法食塩電解槽を酸素陰極法に転換する必要性が出てくると予測される。将来の大幅な普及に向けてガス拡散電極の過電圧は現在より -100mV 低減、電極寿命はイオン交換膜寿命とおなじ 7 年程度が保証目標となる。このため、より低過電圧の触媒の探索、高耐食性のカーボンブラック例えばグラファイト化カーボンブラックの使用、バインダーとしての PTFE の完全フッ素化による耐食性の向上、電解槽からガス拡散電極への低抵抗な給電方法と信頼性の向上、バイポーラ電解槽への装着技術と運転方法、 7kAm^{-2} 以上の高電流密度運転等が課題である。

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

ガス拡散電極の過電圧 50mV 低減

ガス拡散電極の寿命 5年の達成

$5\text{kA}/\text{m}^2$ の高電流密度で運転できるガス拡散電極と電解槽の開発

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

ガス拡散電極の過電圧 100mV 低減

ガス拡散電極の寿命 7年の達成

$7\text{kA}/\text{m}^2$ の高電流密度で運転できるガス拡散電極と電解槽の開発

ガス拡散電極の大量生産可能な安価な製法

キーワード

イオン交換膜法食塩電解、酸素陰極、ガス拡散電極、省電力

(執筆者： 古屋長一)