

超臨界水酸化プロセスにおけるエネルギー収支計算ツールの開発

武田研究室 5012-2009 豊田優作

Abstract : The supercritical water oxidation (SCWO) process is a promising technology for the treatment of industrial wastewaters and sludge. It is necessary to think energy balance in order to utilize this technology. We developed a program to compute energy balance of SCWO process in Visual Basic. And we calculated a high efficient temperature on a certain condition.

Key words : supercritical water oxidation , energy balance , Visual Basic programming

1. 緒言

超臨界水酸化プロセスは、有機化合物の分解に水のみ使用する技術で、廃棄物処理に役立つといわれている。この技術を最大限に生かすためにはエネルギー収支を考える必要がある。本研究では実験データを元に超臨界水酸化プロセスにおけるエネルギー収支計算プログラムを作成する。

2. 超臨界水酸化

液体が高温高圧下で気体と液体の双方の性質を持つ超臨界状態になると難溶性物質を含め高い溶解性を示し、また化学反応が起こりやすくなる。液体の密度のまま、気体の強い浸透力と熱エネルギーにより、牛糞などの廃棄物を分解でき、硫酸化物、窒素酸化物を排出しない技術である。

以下に超臨界水酸化プロセスの一例を図1に示す。

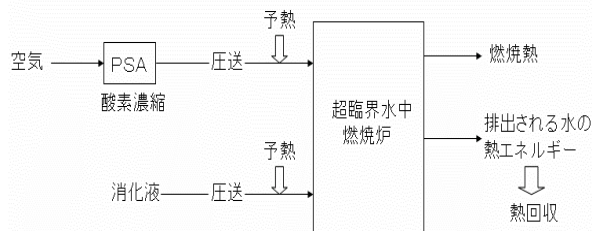


図1.超臨界水酸化プロセス概略図

別のプロセス構成として、酸素濃縮を行わず直接空気圧縮する構成があり、さらに、燃焼炉においては、650℃付近で一度に処理する構成と、450℃付近および300℃付近で二度に分けて処理する構成がある。これらの組み合わせにより、プロセス構成は一段空気圧縮、一段酸素濃縮、二段空気圧縮、二段酸素濃縮の四種類が考えられる。

収支計算の詳細は、投入エネルギー [kJ] = PSAによる空気中の酸素濃縮 + 酸素の圧縮エネルギー + 酸素の予熱に要するエネルギー + 消化液の圧送エネルギー + 消化液の加熱エネルギー、排出エネルギー [kJ] = 消化液の燃焼熱 + 超臨界水中燃焼炉より排出される水の熱エネルギーと計算し、さらにこの差を余剰エネルギーとして求めた。

3. 結果および考察

Visual Basic を用いて超臨界水酸化プロセスにおけ

るエネルギー収支を四つの構成それぞれで計算するプログラムを設計した。

消化液の組成を水溶性：96wt% (TOC：2900ppm、NH₃：1248ppm)、固形物：4wt% (C：34.9wt%-s、H：4.9wt%-s、N：3.0wt%-s、O：34.2wt%-s)として、このプログラムを用いて次の計算結果が得られた。

一段プロセス時の操作温度 650℃、二段プロセス時の操作温度 450℃と 300℃、圧縮後の圧力 15MPa、発電効率 0.35、ポンプ効率 0.9、供給酸素過剰 1.2、燃焼熱回収率 0.95、最小接近温度差 10℃を入力したとき、余剰エネルギーが一段空気圧縮 1.8e5kJ、一段酸素濃縮 4.0e5kJ、二段空気圧縮 2.7e5kJ、二段酸素濃縮 4.4e5kJとなった。これらの結果より、上記条件であれば二段酸素濃縮の構成が最も余剰エネルギーが多いことがわかった。

また一段酸素濃縮のときに温度を変化させた場合の余剰エネルギーの変化を図2に示す。温度範囲は380℃から800℃で計算した。

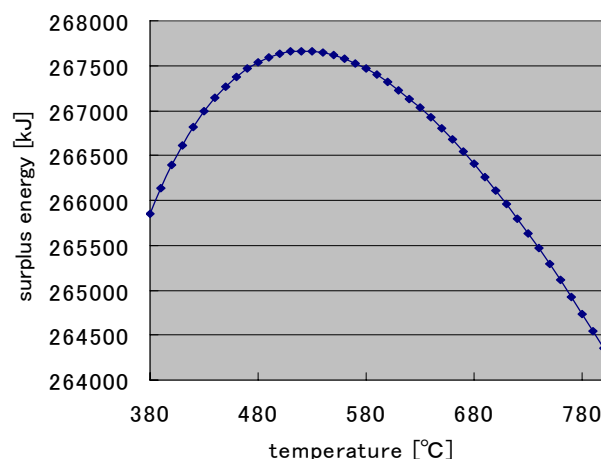


図2.一段酸素濃縮条件下の温度による余剰エネルギーの変化

このグラフから一段酸素濃縮の場合、温度 520℃のとき最も余剰エネルギーが多いことがわかった。

4. 結言

本研究では実験データを基にして Visual Basic を使い超臨界水酸化プロセスにおけるエネルギー収支計算プログラムを作成した。今後の課題としてこのプログラムに圧力変化を加え、より高効率の条件を探りたい。