

2001年12月14日

エコロジー工学専攻		紹介教官氏名	藤江幸一教授
申請者氏名	松谷 浩		

論文要旨 (博士)

論文題目	紫外線照射によるガス状有機塩素化合物分解処理装置の実用化に関する研究
------	------------------------------------

(要旨 1,200字程度)

本論文は、土壌および地下水中の汚染物質として最も件数の多いトリクロロエチレン (TCE) を対象に、気相中で紫外線分解処理する技術の実用化に関する開発研究の成果を記述する。TCE が紫外線照射により分解される現象は古くから知られているが、ここでの課題は、現場あるいは時間経過によっても変化する TCE 濃度に対して、いかに効率的な反応操作を実施するかであり、その分解生成物質を吸収・除去する方法を考案することである。本研究では、TCE の紫外線分解反応速度を解析し、装置のスケールアップに関する最適化設計法について考察するとともに、分解生成物を除去するための石灰石充填ガス吸収塔を開発し、現場での実証を行なった。

紫外線を利用した光分解反応槽では、光源の配置、形式が反応操作解析の際に考慮すべき重要な因子になる。このような反応装置の操作解析の方法についての基礎的な知見を得る目的で、液相中の光触媒反応による TOC の分解反応操作の解析を行ない、反応槽半径(光強度)と反応速度を関係づける式を導出した。これにより、次に述べる気相中の TCE 分解反応速度を光強度との関連でとらえる重要な指針が得られた。

TCE の紫外線分解反応速度を机上の連続実験を行なうことにより解析した。ここでは、多段分割が可能な内部照射型反応装置を製作し、TCE の分解率を求めた。ついで、多段完全混合流れ反応槽の操作設計に用いられる図解法を逆に用いることにより反応速度曲線を求め、TCE の分解率 0.8 付近で最大分解速度が得られることを明らかにした。また反応槽内の光強度を求めて、反応速度と反応槽内平均光強度の関係を実験的に明らかにした。

TCE を紫外線分解すると様々な生成物質が確認されるが、これらを無処理のまま外部に排出することはできない。そこで、この生成物質を吸収する目的で、充填材として破碎状石灰石を充填したガス吸収塔を検討し、各成分の吸収率を求めた。その結果、TCE の分解生成物である DCAC、ホスゲン、塩素が本吸収塔で除去できることを明らかにできた。また、石灰石はアルカリ剤と充填材の両方の役割を担っていると考察した。さらに、TCE の紫外線分解反応生成物の中でホスゲンの除去特性を検討し、本吸収装置における総括物質移動容量係数 $K_L a$ を求めた。

TCE の紫外線分解反応速度の最大値は既述したように分解率 0.8 付近で得られる。このような場合、極大を与える変化率までを完全混合流れ型の反応槽、それ以上の高い変化率までを押し出し流れ型の反応槽とし、両者を組み合わせることによって目標とする変化率を得るのに必要な反応槽容積を最小にできる。ここでは、このような考え方に基いて製作したパイロット試験装置ならびに実証試験装置により、広い入口 TCE 濃度範囲にわたって低濃度まで TCE を分解できることを確認し、反応操作の設計方法を具体的に示した。さらに、TCE の紫外線分解反応生成物を石灰石充填塔により除去できることを確認した。

最後に、地下水浄化装置の 1 つである揚水・曝気処理装置の後段に適用できる実用装置を製作し、実際の汚染現場で実証運転を行なうことにより本研究の実用性を明らかにした。