



(2006)

ㄱ

ㄴ

.

: 1. (20) . ()

: 2007 3 9

:

:

()

:

“

”

.

:

: ()

: ()

()

()

()

: ()

“
”

생활활동의 결과 발생하는 음식물류 폐기물의 처리 및 재활용을 위하여 처리장이 가동 중에 있으나 처리과정에서 발생하는 침출수는 고농도의 폐수성분으로서 처리가 어려운 형편이다. 이에 따라 기존의 완전혼합형 반응조 형태의 한계를 극복하고 플러그흐름 반응조의 장점을 살린 고효율 호기성 생물반응조가 이러한 폐수의 처리에 적합한 것으로 알려졌다. 그러나, 플러그흐름 반응조에 대한 이론과 미생물학적 연구가 부족하여 관련 기술의 파급에 장애가 되고 있어 본 연구를 통하여 반응조 내부에서 일어나는 미생물 및 유체의 동력학에 관한 현상을 규명하고 현장 설계를 위한 인자를 제시하고자 한다.

음식물류 폐기물의 처리시설에서 발생하는 침출수의 처리를 위한 고효율 호기성 생물반응조의 동력학 및 내부 미생물학적 반응기작을 규명하고, 유기물과 질소제거의 원리를 파악하고자 한다. 규명된 결과를 활용하여 모델링을 위한 설계자료를 제공하여 대상 시설별로 최적의 반응조 설계가 가능하도록 하여 안정적이고 효율적인 운전방안을 제시할 수 있도록 하는 것이 본 연구의 내용이다.

고효율 호기성 미생물 반응기가 시범적으로 설치되어 운영되고 있는 지역의 처리시설을 대상으로 처리결과와 이론적 배경을 제시하였다. 완전혼합형 활성슬러지 모델에 비해 플러그흐름형 반응조는 흐름방향의 혼합이 없는 것으로 가정하고 미생물 및 유기물의 정상상태식을 세울 수 있다. 제반 조건을 단순화시킴으로써 기본적인 항목을 유도할 수 있는 식을 얻을 수 있으며 이를 토대로 향후 연구를 수행하고자 한다. 반응조는 H군의 음식물류 폐기물 처리장에 설치하여 2달간 운전하였으며 일일 3m³ 규모의 폐수를 유입시켜 처리하였다.

1차 및 2차 반응조로 구성된 처리장치에 유입된 폐수는 평균 COD 17,668mg/L 였으며 총 질소는 3,216mg/L, 총인은 1,019mg/L로 조사되었다. 전체 운전기간 동안의 처리효율은 BOD의 경우 1차 반응조에서 71%, 2차 반응조에서 93%로 나타났으며 COD는 74% 및 80%로 조사되었다. 한편, 총질소는 55%, 총인은 85~87%의 우수한 처리효율을 보여주었다.

실험실에서의 모형 반응조를 이용한 실험 결과는 현장에서의 실험결과와 유사한 양상을 보여주었다. 유기물의 제거는 주로 호기성 반응에 의존하며 완전혼합형의 장점이 부각되는 것으로 보여진다. 그러나 전체적인 반응조의 특성은 완전한 플러그 흐름형을 유지함으로써 충격부하로부터 발생하는 불안정한 처리효율을 극복할 수 있도록 하는 것으로 조사되었다. 한편, 질소제거의 효율은 비교적 우수한 것으로 나타났으나 현 단계로서는 기존 이론만으로는 설명이 어려운 부분이 존재하는 것으로 여겨진다.

ER-1 반응조의 현장에서의 우수한 유기물 및 질소제거 효율을 이론적으로 예측하기 위하여 완전혼합형과 플러그흐름형 반응조의 반응식을 결합하여 기본 반응식을 도출하였다. 반응식은 기본적으로 체류시간에 관한 함수식으로 표현되었으며, 각 단별 미생물학적 항목에 의해 설명되어진다. 이로부터 미생물 항목 및 유기물/질소 항목을 통하여 운전인자의 도출이 가능하였다.

현장설계를 위한 주요 인자로는 내부산소전달율과 미생물 수율, 그리고 유기물 농도의 단별 분포로 조사되었다.

본 연구를 통하여 얻어진 결과는 음식물 쓰레기 처리과정에서 발생하는 침출수를 비롯한 고농도 유기성 폐수의 처리를 안정적·효율적·경제적으로 처리할 수 있는 공정 보급에 기여할 것으로 기대되며 설계 및 시공에 있어서 현장 상황과 폐수 특성에 맞도록 주요 인자에 대한 예측식을 수립하는 토대를 제공해 줄 수 있을 것이다. 미생물학적으로는 공학적 기술과의 접목을 통하여 이론적 연구 성과가 타 분야에 활용될 수 있는 계기가 될 것이며 궁극적으로 수질보전과 폐기물 문제의 해결에 기여할 것이다.

SUMMARY

I. Title

“ Design Parameters of Microbiological and Fluid Dynamics in High-performance Biological Reactor for the Treatment of Food Waste Leachate ”

II. Objectives and Importance

As the amount of food waste has been increasing, it is reused or treated by many treatment plants, however the leachate from the plants is hard to optimally treat because of high strength. ER-1 reactor, a new plug-flow reactor (PFR) is better for the efficient treatment of wastewater than continuously stirred tank reactor (CSTR) which has been conventionally used. Support for the theoretical and microbiological research will be helpful for the distribution of the new technology. This study will give technical data and design parameter for the efficient field application.

III. Research scope

The dynamics of fluid and microbiological parameters in the ER-1 reactor will be studied and the mechanisms of nitrogen status and organic compound removal is given. This results will be helpful for the design of field application which may be different between site or location. The best fitting parameters from this research can support stable and efficient operation of the reactor for the treatment of food waste leachate.

IV. Results

A pilot plant is selected and sampling, analysis, and theoretical study were performed. PFR assumes no mixing in the direction of flow and balanced equation at steady-state can be established. Approximation and simplification of the situation for the reactor give good equation for fundamental parameters in PFR. Further research on the PFR will be performed. Pilot plant in food waste treatment site was operated

during two months and the average quantity of the treated wastewater was 3m³/day. The plant consisted of two parallel ER-1 reactors and characteristics of influent wastewater was as follows; mean values of COD was 17,668mg/L, TN 3,216mg/L, and TP 1,019mg/L. Treatment efficiencies were 71% (1st ER-1) and 93% (2nd ER-1) for BOD. COD was removed with the efficiency of 74% and 80, for the 1st and 2nd ER-1 reactor, respectively. In addition, TN was 55% removed and TP was 85~87%, too.

Results of lab-scale experiment showed that similar pattern with field pilot test results. Removal of organic compounds mainly depends upon aerobic process which underlines the advantages of CSTR. Overall characteristics, however, showed that PFR type which could overcome unstable treatment efficiency resulted from organic load shock. Efficiency of nitrogen removal was relatively high but the mechanisms could not be fully explained by current theories.

Fundamental reaction equation was presented by combining equations of CSTR and PFR to predict removal of organic and nitrogen in ER-1 reactor. Equation was primarily expressed by hydraulic retention time and can be explained by microbiological parameters of each stage. Operation parameters are able to expressed by several terms of microbiological parameters and organic/nitrogen concentrations.

The major factors for the field application was presented as internal oxygen transfer rate, microbial yield coefficient, and distribution of organic compound concentration in each stage.

VI. Application plan

Results from this study will give help to distribute new processes in order to treat high strength wastewater including food waste leachate, stably, efficiently, and economocally. Support for the design for the site specificity also is possible. Experiences of joint research field between microbiology and engineering will be helpful for other fields and ultimately it can be beneficial for national water conservation and solution of the waste problems.

CONTENTS

Summary (Korean)	
Summary (English)	
Contents	
Chapter 1. Introduction	1
1. Objectives and Importance	2
Chapter 2. Technology status	7
1. Domestic technology status	8
2. International technology status	10
Chapter 3. Experiments	12
1. Research Objectives	13
2. Research Methods	13
2.1 Reserach Site Selection	13
2.2 Characterization of Wastewaters	14
2.3 Internal reactor dynamics	14
2.4 Design Parameters for Modelling	16
Chapter 4. Results	17
1. Theoretical Background	18
1.1 Activated Sludge Models	18
1.2 Plug flow Reactor Models	19
1.3 Combine of models and microbial dynamics	19
2. Characteristics of ER-1	27
2.1 Fundamentals of the Reactor	27
2.2 Operation Characteristics of the Reactor	31
2.2.1 Field Experiments	31

2.2.2 Labscale Experiments	39
3. Reactor Dynamics	44
3.1 Dynamics of Organic Compounds and Microorganisms	44
3.2 Status of Nitrogen and Carbon	46
4. Effective operation methods of ER-1	51
4.1 Summary of research results	51
4.2 Effective operation methods	52
Chapter 5. Achievements and Contribution	53
1. Expectation	54
2. Future plan of applications and Feasibility of commercialization	54
Chapter 6. Reference	56

.....

SUMMARY 1

CONTENTS 2

1 1

1. 2

2 7

1. 8

2. 10

3 12

1. 13

2. 13

2.1 13

2.2 14

2.3 14

2.4 16

4 17

1. 18

1.1 18

1.2 19

1.3 23

2. 27

2.1 27

2.2 31

2.2.1 31

2.2.2 39

3. 44

3.1	.....	44
3.2	.....	46
4.	.....	51
4.1	.....	51
4.2	.....	52
5	.....	53
1.	.....	54
2.	.....	54
6	.....	55