

정수장 배출수처리시설 설계 프로그램의 개발

배병욱[†] · 허 국 · 주대성* · 정연구** · 김영일*** · 하창원***

대전대학교 환경공학과 · *에스아이비(주) · **금오공과대학교 토목, 환경 및 건축공학부 · ***한국수자원공사

(2006년 3월 21일 접수, 2007년 2월 18일 채택)

A New Program to Design Residual Treatment Trains at Water Treatment Plants

Byung-Uk Bae[†] · Kuk Her · Dae-Sung Joo* · Yeon-Gu Jeong** · Young-Il Kim*** · Chang-Won Ha***

Department of Environmental Engineering, Daejeon University · *S.I.B Co. Ltd.

**Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering, Kumoh National University

***Korea Water Resources Corporation

ABSTRACT : For more accurate and practical design of the residual treatment train at water treatment plants(WTPs), a computational program based on the commercial spreadsheet, MicroSoft Excel, was developed. The computational program for the design of a residual treatment train(DRTT) works in three steps which estimate the residual production to be treated, analyze the mass balance, and determine the size of each unit process. Of particular interest in the DRTT program, is provision for a filter backwash recycle system consisting of surge tank and sedimentation basin for more efficient recycling of backwash water. When the DRTT program was applied to the Chungju WTP, the program was very beneficial in avoiding errors which might have occurred during arithmetic calculations and in reducing the time needed to get the output. It is anticipated that the DRTT program could be used for design of new WTPs as well as the rehabilitation of existing ones.

Key Words : Computational Program for the Design of Residual Treatment Train(DRTT), Amount of Residual Production, Mass Balance, Iterative Calculation, Filter Backwash Recycle

요약 : 본 연구에서는 보다 정확하고 실용적인 배출수처리시설 용량산정 및 설계 도구를 개발하고자, Excel 프로그램을 이용하여 계산과정을 전산화한 배출수처리시설 설계용 프로그램을 개발하였다. 배출수처리시설 설계용 프로그램은 슬러지 발생량 산정, 물질수지의 계산, 그리고 단위공정의 제원결정을 순서대로 수행할 수 있도록 구성되어 있다. 특히, 본 프로그램에는 여과지 역세척수를 회수하기 위한 시스템이 포함되어 있다. 배출수처리시설 설계용 프로그램을 대청호 원수를 취수하는 청주정수장을 대상으로 실행한 결과, 반복계산으로 인한 계산착오 문제를 해결할 수 있었으며, 계산과 설계에 소요되는 시간을 크게 줄일 수 있었다. 본 프로그램은 기존 정수장 배출수처리시설의 성능개선 뿐만 아니라 새로운 정수장에도 적용될 것으로 기대된다.

주제어 : 배출수처리시설 설계용 프로그램, 슬러지 발생량, 물질수지, 반복계산, 역세척수 회수시스템

1. 서론

정수공정에서 발생하는 배출수(슬러지)의 양과 특성은 정수공정과 밀접한 관계가 있음에도 불구하고, 배출수처리시설은 종종 정수공정과 별개의 문제로 취급되는 경향이 있었다. 그러나, 최근에는 배출수를 어떻게 처리하느냐에 따라 배출수 자체가 정수의 수질에 영향을 미칠 수 있고, 배출수의 처리 비용이 증가함에 따라 배출수 처리는 정수공정의 중요한 부분으로 인식되고 있다.¹⁾

정수장 배출수처리시설은 일반적으로 조정, 농축, 탈수, 그리고 최종처분의 4단계로 구분된다. 배출수처리시설의 설계는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 계획배출수처리량의 산정, 배

출수처리시설을 구성하는 각 단위공정의 선정과 물질수지 계산, 그리고 각 단위공정의 설계 순서로 진행된다. 계획배출수처리량은 배출수처리시설의 규모를 결정하는 요소로서, 정수장의 계획정수생산량, 설계탁도, 원수의 부유물질농도와 탁도(SS/NTU)의 비, 그리고 응집제 투입량과 환산계수 등에 의해 결정된다.

계획배출수처리량이 결정되면 현장의 특성을 고려하여 배출수처리시설을 구성하는 각 단위공정을 선정하고, 전체적인 물질수지를 세운다. 배출수처리시설을 구성하는 단위공정의 물질수지가 확립되면, 각 단위공정의 설계인자(design parameters)를 이용하여 각각의 제원을 결정한다. 설계자는 원수의 특성과 처리대상 슬러지의 특성을 제대로 반영할 수 있는 설계인자를 이용하여 모든 단위공정을 신중하게 설계하여야 한다. 여건이 허락하는 경우, 정수장 배출수를 하수처리장으로 이송하여 처리하는 방법도 사용될 수 있다.

[†] Corresponding author
E-mail: baebu@dju.ac.kr
Tel: 042-280-2535

Fax: 042-280-2598

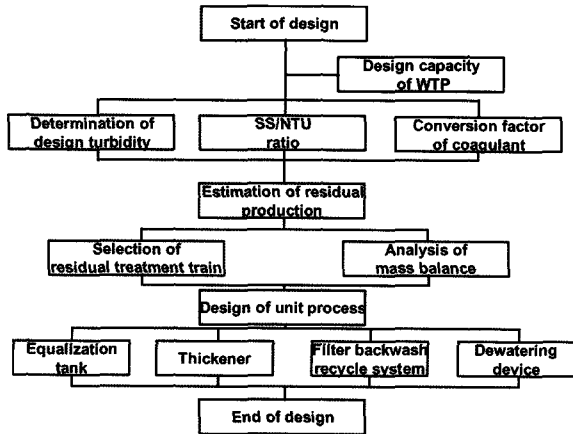


Fig. 1. Design procedure of residual treatment train.

한편, Fig. 2는 기존의 회수조 대신에 ‘역세척수 회수시스템’을 갖춘 배출수처리시설의 흐름도이다. 본 논문에서 소개하고자 하는 배출수처리시설 설계용 프로그램은 Fig. 2와 같은 배출수처리시설에 적용하기 위해 개발한 것이다.²⁾ 일반적으로 배출수처리공정에는 각 단위공정 사이에 반송되는 흐름이 존재하는데, 이들 반송되는 고형물의 양을 고려하기 위해서는 통상 반복계산을 수행해야 한다. 산술적으로 반복계산을 수행하는 것은 시간이 많이 소요될 뿐만 아니라 계산과정에서 오차가 발생할 소지가 많다. 이런 배경에서 본 연구에서는 보다 정확하고 실용적인 설계 도구를 개발하고자 Excel 프로그램을 이용하여 전 계산과정을 전산화한 배출수처리시설 설계용 프로그램을 개발하였다. 본 프로그램에서는 개개 단위공정의 계산과 관련된 변수(설계인자)만 입력하면, 물질수지의 결과로부터 각 단위공정의 제원까지 결정할 수 있도록 하였다. 한편, 상기한 역세척수 회수시스템 대신에 기존의 회수조로 운전되는 정수장에 적용할 수 있도록 별도의 프로그램도 개발하였는데, 이에 대한 내용은 참고문헌에 수록되어 있다.²⁾

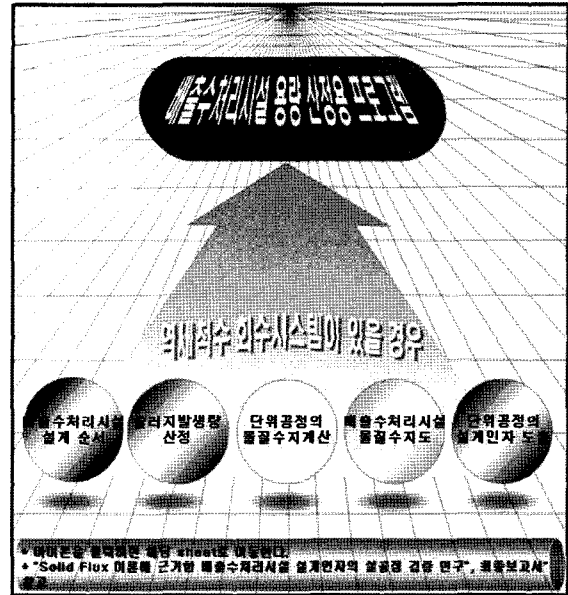


Fig. 3. First sheet of program developed in this study for the design of residual treatment train.

2. 배출수처리시설 설계용 프로그램

2.1. 프로그램의 구성

본 연구에서 개발한 배출수처리시설 설계용 프로그램은 Excel을 이용한 프로그램으로서, 슬러지 발생량 산정, 물질수지의 계산, 그리고 단위공정의 제원결정을 순서대로 수행할 수 있도록 구성되어 있다. Fig. 3은 본 프로그램의 초기화면으로서 아이콘을 클릭하면 해당 sheet로 이동하도록 구성되어 있다.

2.2. 슬러지 발생량 산정

배출수처리시설의 규모를 결정하는 슬러지 발생량의 산정

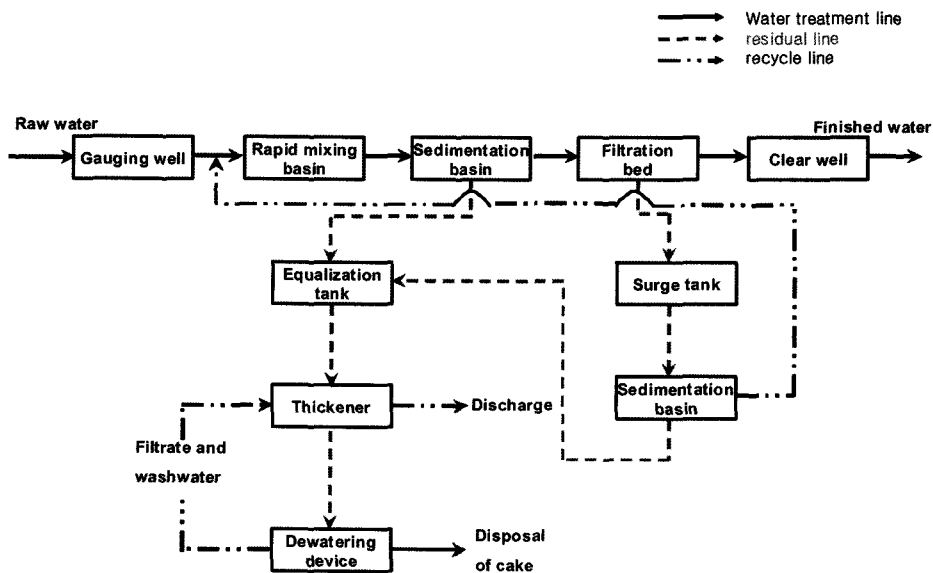


Fig. 2. Flow diagram of residual treatment train with filter backwash recycle system.

을 위해, 식 (1)과 같은 슬러지 발생량 산정식을 함수식 형태로 저장하였다. 즉, 슬러지 발생량에 영향을 미치는 제반 변수(정수생산량, 설계탁도, SS/NTU 비, 그리고 응집제 환산계수와 주입량) 값을 순서대로 입력하면, 슬러지 발생량이 자동으로 계산되도록 하였다.

$$W_s = Q(b \cdot NTU + k_1 \cdot SAS + k_2 \cdot LAS + k_3 \cdot PACl) \times 10^{-6} \quad (1)$$

여기서, WS = 건조중량으로 표시되는 슬러지 발생량(ton/day)

Q = 정수생산량(m³/day)

b = 부유물질과 탁도의 환산비(SS/NTU 비)

NTU = 원수탁도(Nephelometric Turbidity Unit)

k₁, k₂, k₃ = 응집제 환산계수

SAS = 고체 황산알루미늄 주입량(mg/L)

LAS = 액체 황산알루미늄 주입량(ml/L)

PACl = 폴리염화알루미늄 주입량(ml/L)

식 (1)에서 Q×(b · NTU) 부분은 원수탁도에 의해 유발되는 슬러지 발생량이고, Q×(k₁ · SAS + k₂ · LAS + k₃ · PACl)는 응집제에 의해 유발되는 양이다. 대부분의 정수장에서는 세 응집제(SAS, LAS, PACl) 가운데 한 가지만을 사용하므로 본 프로그램에서는 설계자를 위해 해당 응집제의 환산계수를 명시하였고, 그 값을 입력할 수 있도록 구성하였다(Fig. 4 참고). 다만, 소석회나 분말활성탄과 같은 기타 수처리제에 의해 생성되는 슬러지 발생량은 전체 슬러지 발생량에서 차지하는 비율이 미미하기 때문에 본 프로그램에서는 이를 고려하지 않았다.

본 프로그램에서 사용한 응집제 종류별 환산계수(단위 부피 혹은 무게의 응집제를 투입할 때 생성되는 수산화알루미늄의 무게)는 Table 1에 수록된 값 가운데 Cornwell이 제시한 값을 사용하였다.³⁾ Cornwel은 수산화알루미늄에 화학적으로 결합되어 있는 결합수가 105℃ 온도에서 수행되어 증발감량 실험과정에서 제거되지 않기 때문에 슬러지 발생량을 추정할 때 이들 결합수를 고려하지 않으면 슬러지 발생량이 과소평가될 우려가 있다고 지적한 바 있다. 한편, 본 프로그램에서는 슬러지 발생량의 산정과 관련된 제반 불확실성을

Table 1. Conversion factor of coagulants used in water treatment plant

Coagulant	Conversion factor used in Korea(k) ¹⁾	Conversion factor suggested by Cornwell(k) ²⁾	Chemical formula
Solid Aluminium Sulfate(SAS)	0.248(k1)	0.410(k1)	Al ₂ (SO ₄) ₃ · 16H ₂ O
Liquid Aluminium Sulfate(LAS)	0.164(k2)	0.277(k2)	Al ₂ (SO ₄) ₃ · 51H ₂ O
Polyaluminium Chloride(PACl)	0.184(k3)	0.308(k3)	[Al ₂ (OH) _n · Cl _{6-n}] _m

¹⁾ Conversion factor which produces residual in the form of Al(OH)₃

²⁾ Conversion factor which produces residual in the form of Al(OH)₃ · 3H₂O

고려함과 동시에 보다 안정적인 설계를 위하여, 식 (1)에 의해 산정된 슬러지 발생량의 1.5배를 설계 슬러지 발생량으로 간주하였다.⁴⁾

2.3. 배출수처리시설 내 단위공정

본 프로그램에서는 배출수처리시설의 구성 요소를 탈수기를 제외한 조정조, 역세척수 회수시스템, 그리고 농축조로 구분하였다. 여기서 역세척수 회수시스템은 기존의 회수조 대신에, 역세척수 회수용 저류조와 역세척수 회수용 증력침전지로 구성하였다. 미국 EPA는 미생물(Cryptosporidium)의 위험에 대응하기 위하여 역세척수의 재사용에 관한 법(Filter Backwash Recycle Rule, FBRR)을 제정하였다.⁵⁾ 2001년 6월 8일에 공포된 FBRR에 의하면, 배출수처리시설에서 정수공정으로 회수되는 물(역세척수, 농축조 원류수, 그리고 탈수 여액)은 반드시 여과공정 이전으로 회수되어야 한다. 이후 EPA는 FBRR을 만족하기 위하여 시설을 개선하고자 하는 정수장을 위하여 매뉴얼을 발표한 바 있다.^{6,7)}

국내의 대규모 정수장은 대부분 역세척수를 주 응집제 투입지점 이전으로 회수하고 있으므로 EPA의 FBRR을 만족하는 것으로 평가된다. 그러나, 국내에서도 역세척수 내에 존재하는 내염소성 미생물의 위험 때문에 회수수의 재사용을 금지하는 환경부의 권고가 있었던 바, 회수시스템을 최적화함과 동시에 수자원을 확보하는 차원에서 보다 적극적인 회수수 처리방안이 요구되고 있다. 이런 배경에서 한국수자원공사에서 지원한 ‘Solid Flux 이론에 근거한 배출수처리시설 설계 인자의 실공정 검증연구’에서는 폴리머를 사용하지 않는 ‘역세척수 회수시스템’이 제안된 바 있다.²⁾

상기 연구에서 제안된 ‘역세척수 회수시스템’은 ‘역세척수 회수용 저류조(surge tank)’와 ‘역세척수 회수용 증력 침전지’로 구성되어 있다. 여과지에서 일정한 간격으로 배출되는 역세척수를 저류조에 일시 저장하면서, 일정량의 역세척수를 역세척수 회수용 침전지로 상시 이송하여 고액분리가 일어나도록 한다. 역세척수 회수용 침전지의 유출수는 급속혼화지 이전으로 이송시켜 회수하고, 침전된 슬러지는 배제하여 침전 슬러지와 함께 조정조로 이송한다. ‘역세척수 회수용 증력 침전지’의 설계를 위해 청주정수장 역세척수를 대상으로 침전관실험을 수행하고, 역세척수 회수용 침전지에서 달성하고자 하는 고형물 제거율이 70%일 때 침전지의 적정 유통부하(overflow rate)가 50 m³/m² · day임을 실험적으로 확인하였다.¹⁾ 이 연구에서 제안된 역세척수 회수시스템은 2004년에 개정된 상수도시설기준에도 수록되어 있으며,⁸⁾ 이미 2005년 7월에 발주된 한강하류권 급수체계구축 1차사업의 생활용수 정수장에 반영된 바 있다.⁹⁾

2.4. 단위공정의 물질수지 계산

설계 슬러지 발생량의 산정과 배출수처리공정의 구성이 완료되면, 배출수처리공정에 포함되는 각 단위공정의 유·출입 고형물 양과 유량을 계산하여 물질수지를 확립한다. 물질수지의 계산을 위해서는 Table 2에 수록된 변수의 값을 입력해

Table 2. Input variables required for the analysis of mass balance

Input variable	Unit
Solid removal efficiency of sedimentation basin	%
Solid content of sedimented residual	%
Filter backwash ratio	%
Solid content of sedimented residual in filter backwash water recovery basin	%
Solid removal efficiency of thickener	%
Solid content of thickened residual	%
Solid content of dewatered residual	%
Amount of liquid produced from dewatering step	m ³ /day
Solid concentration of liquid produced from dewatering step	mg/L

야 한다. 이들 변수는 동일한 취수원을 사용하는 정수장에서 현장 측정을 통해 결정하는 것이 원칙이나, 여의치 않을 경우에는 합리적인 수준에서 설계자가 가정한다. Table 2에 수록된 변수를 입력하고 프로그램을 실행하면 물질수지 1회가 계산되고, 이후 2차 계산부터는 각 단위공정 사이에 회수 또는 반송되는 고형물이 더해져 계산되면서, 최종적으로 각 단위공정에 유입되는 고형물의 양과 농도가 일정한 값에 수렴하게 될 때까지 반복계산을 수행한다.

2.5. 단위공정의 제원결정

단위공정별 유입 고형물 양과 농도가 최종적으로 계산되면, 배출수처리공정을 구성하고 있는 조정조, 역세척수 회수용 저류조, 역세척수 회수용 중력 침전지, 그리고 농축조의 제원이 자동으로 결정되도록 하였다. 이를 위해서는 단위공정별 주요 설계인자(design parameters)와 지의 수와 같은 기타 물리적인 변수를 입력하여야 하기 때문에 본 프로그램에서는 이들 설계인자와 변수를 설계자가 직접 입력할 수 있도록 구성하였다(Table 3 및 4 참고).

Table 3. Design parameters of each unit process

Unit process	Design parameter
Equalization tank	Hydraulic retention time(hr)
Surge tank in filter backwash recycle system	Amount of filter backwash water produced per each cycle(m ³)
Sedimentation basin in filter backwash recycle system	Overflow rate(m ³ /m ² · day)
Thickener	Solid loading rate(kg/m ² · day)

Table 4. Input variables required for sizing each unit process

Unit process	Input variables
Equalization tank	Number and depth
Surge tank in filter backwash recycle system	Number of filter bed and frequency of backwash(cycle/day)
Sedimentation basin in filter backwash recycle system	Number and depth
Thickener	Number and depth

3. 배출수처리시설 설계 프로그램의 적용 및 검증

다음은 정수생산량이 250,000 m³/day인 청주정수장의 배출수처리시설을 대상으로 본 연구에서 개발된 배출수처리시설 설계용 프로그램을 적용한 결과이다. 청주정수장은 대청호 호소수를 처리하는 정수장이다. 선행연구에서 산술계산 방식으로 배출수처리시설을 설계한 예가 있기 때문에, 이를 이용하여 본 배출수처리시설 설계용 프로그램의 결과를 검증하였다.¹⁾

3.1. 프로그램 초기화면

본 프로그램의 초기화면(Fig. 3)에서 배출수처리시설 아이콘을 클릭하면 Fig. 1과 같은 배출수처리시설 설계순서가 나타난다. Fig. 1의 배출수처리시설 설계순서는 설계자가 설계를 시작할 때 어떤 순서로 접근해야 하는지를 체계적으로 나타낸 것으로서, 특히 초보자에게 유용할 것으로 기대된다. 아울러 본 프로그램이 수록된 문헌을 제시함으로써 추가적인 정보가 필요한 설계자들이 쉽게 참고할 수 있도록 하였다.²⁾

3.2. 슬러지 발생량 산정 및 물질수지 분석을 위한 변수입력

Fig. 4는 슬러지 발생량 산정과 물질수지 계산에 필요한 변수를 입력하는 화면이다. 2.2절에서 서술한 바와 같이, 정수생산량, 설계탁도, SS/NTU 비, 그리고 응집제 환산계수와 주입량을 순서대로 입력하면, 프로그램에 내장된 식 (1)에 의해 슬러지 발생량이 계산되고, 동시에 안전율(1.5)을 적용한 설계 슬러지 발생량이 계산된다(Fig. 5 참고). 정수생산량인 250,000 m³/day인 청주정수장의 예상 슬러지 발생량은 4,826 kg/day이고, 설계 슬러지 발생량은 7,240 kg/day(4,826 kg/day × 1.5)이다. 이 값은 산술적으로 계산한 결과와 일치한다. 한편, 설계자들이 보다 쉽게 설계요소 값을 입력할 수 있도록 모든 해당 칸에 설명을 추가하였다.

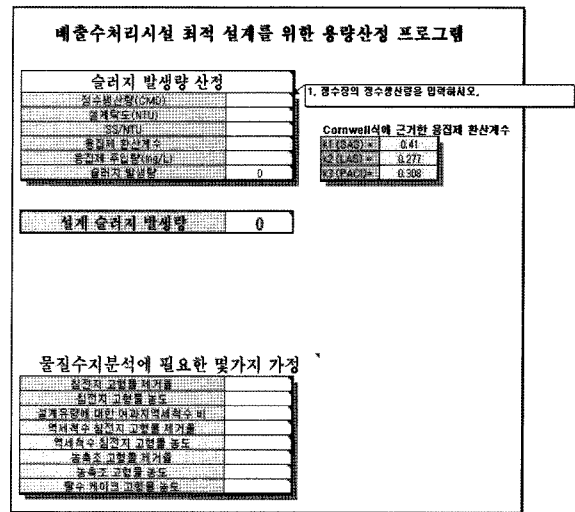


Fig. 4. Data sheet for the estimation of residual production and analysis of mass balance.

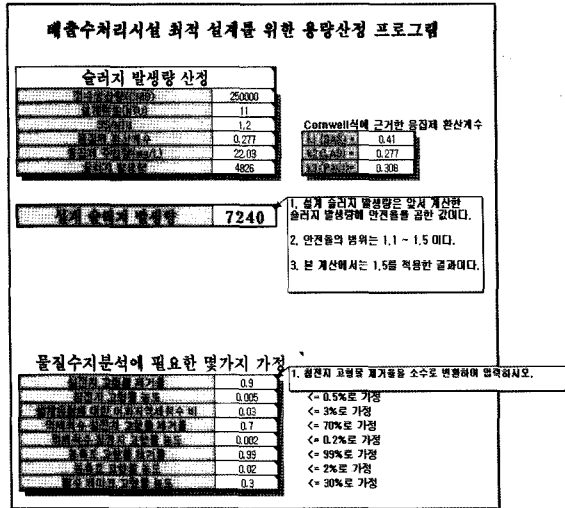


Fig. 5. Results of data input for the estimation of residual production and analysis of mass balance.

3.3. 단위공정의 물질수지 계산

슬러지 발생량이 최종적으로 결정되면, 물질수지분석에 필요한 변수(Table 2 참고) 값을 Fig. 5와 같이 입력함으로써 물질수지 연산이 자동으로 실행된다. Fig. 5는 물질수지의 계산과 관련된 변수를 입력한 화면이고, Fig. 6은 물질수지 연산을 실행한 결과이다. Fig. 6에서 알 수 있듯이 물질수지를 반복적으로 계산한 결과, 3회 계산까지는 각 단위공정의 유입 슬러지 양이 증가하는 것을 볼 수 있었으나, 4회 계산부터는 3회와 동일한 값으로 수렴되는 것을 확인하였다. 이에 반복계산을 종료하고, 4회 계산결과를 각 단위공정의 유입 고형물 양과 유량으로 결정한다. 한편, Fig. 7은 전체 배출수처리시설의 물질수지를 나타낸 그림으로서, 정수처리과정에서 배출되는 슬러지가 이송되는 과정을 보여준다.

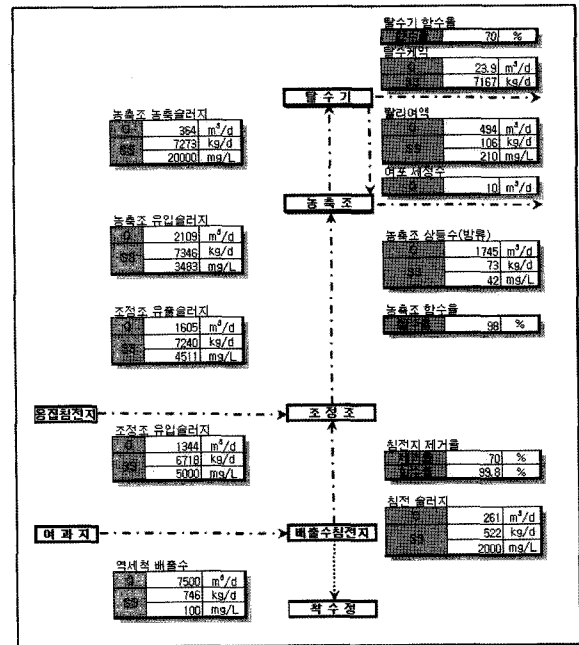


Fig. 7. Mass balance diagram obtained from model plant.

3.4. 단위공정의 제원결정

Fig. 8은 Table 3과 4에 각각 수록된 단위공정의 설계인자와 제원결정을 위한 물리적인 변수를 입력하고 프로그램을 수행한 결과이다. 조정조의 체류시간을 12시간, 지의 수와 유효수심을 각각 2지 및 4 m로 입력하였을 때, 지당 조정조 용량은 405 m³, 직경은 11.4 m로 결정되었다. 역세척수 회수용 저류조의 경우, 설계탁도에 해당하는 고탁가 발생할 때 하루에 1회 역세척을 실시하고, 여과지 2지를 동시에 역세척할 때 발생하는 역세척수를 저류할 수 있는 용량으로 가정하였다. 그 결과 역세척수 회수용 저류조의 용량은 625 m³으로 결

계산횟수	1회	2회	3회	4회	5회	6회
슬러지 발생량 (kg/d)	7240	7457	7464	7464	7464	7464
유입수 내 고형물 양 (kg/d)	724	746	746	746	746	746
슬러지로 배출되는 고형물 양 (kg/d)	6516	6711	6718	6718	6718	6718
슬러지 유량 (m³/d)	1303	1342	1344	1344	1344	1344
유입 고형물 양 (kg/d)	724	746	746	746	746	746
역세척수 양 (m³/d)	7500	7500	7500	7500	7500	7500
역세척수 내 고형물 농도 (mg/L)	97	100	100	100	100	100
유입 고형물 양 (kg/d)	724	746	746	746	746	746
유입 유량 (m³/d)	7500	7500	7500	7500	7500	7500
슬러지로 배출되는 고형물 양 (kg/d)	507	522	522	522	522	522
슬러지 유량 (m³/d)	254	261	261	261	261	261
회수 유량 (m³/d)	7246	7239	7239	7239	7239	7239
회수되는 고형물 양 (kg/d)	217	224	224	224	224	224
회수되는 고형물 농도 (mg/L)	30	31	31	31	31	31
유입 고형물 양 (kg/d)	7023	7233	7240	7240	7240	7240
유입 유량 (m³/d)	1557	1603	1605	1605	1605	1605
유입수 내 고형물 농도 (mg/L)	4511	4512	4511	4511	4511	4511
유입 고형물 양 (kg/d)	7023	7339	7346	7346	7346	7346
유입 유량 (m³/d)	1557	2107	2109	2109	2109	2109
농축슬러지 고형물 양 (kg/d)	6953	7266	7273	7273	7273	7273
농축슬러지 유량 (m³/d)	348	363	364	364	364	364
유입 유량 (m³/d)	1209	1744	1745	1745	1745	1745
유입수 내 고형물 양 (kg/d)	70	73	73	73	73	73
유입수 내 고형물 농도 (mg/L)	59	42	42	42	42	42
유입 고형물 양 (kg/d)	6953	7266	7273	7273	7273	7273
유입 유량 (m³/d)	348	363	364	364	364	364
회수수 내 고형물 양 (kg/d)	6847	7160	7167	7167	7167	7167
회수수 내 고형물 농도 (mg/L)	22.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9
8번정기 해당 사용	슬러지 여역 및 여포세정액 발생량 (m³/d)	504	504	504	504	504
8번정기 해당 사용	슬러지 여역 및 여포세정액 고형물 농도 (mg/L)	210	210	210	210	210
8번정기 해당 사용	슬러지 여역 및 여포세정액 고형물 양 (kg/d)	106	106	106	106	106

Ref. : 계산횟수가 증가하면서 반복계산을 통해 각 변수값이 일정하게 수렴하게 값을 확인할 수 있다.
 Ref. : 반복계산에 의한 물질수지가 각 단위공정의 유입, 유출 고형물 양과 유량을 좀 더 정확하게 추정할 수 있게 한다.

Fig. 6. Results of mass balance after iterative calculations.

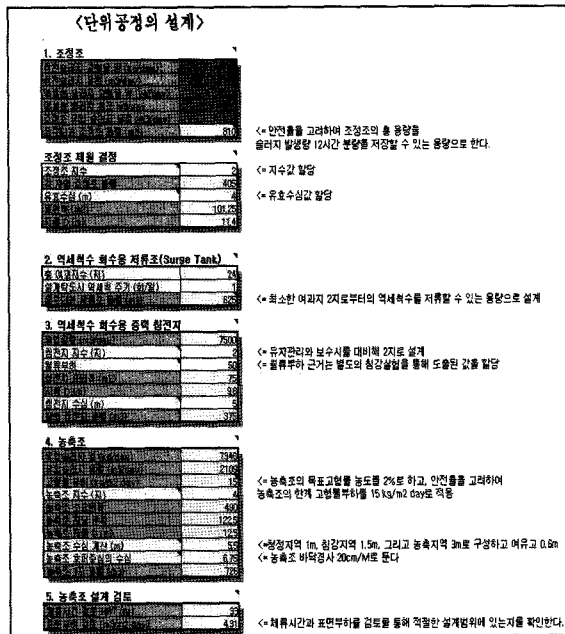


Fig. 8. Results of size determination for each unit process.

정되었다. 역세척수 회수용 증류침전지의 경우에는 월류부하 (overflow rate)를 $50 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 를 적용하였고, 지의 수와 수심을 각각 2지 및 5 m로 가정하였다. 그 결과 원형 침전지의 지당 용량은 375 m^3 , 직경은 9.8 m로 결정되었다.

한편, 농축조의 제원결정을 위하여 고형물부하(solid loading rate)를 $15 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 를 적용하였고, 지의 수는 4지, 수심을 5.5 m, 그리고 바닥의 경사를 $20 \text{ cm}/\text{m}$ 로 가정하였다. 그 결과, 지당 농축조의 용량은 726 m^3 , 직경은 12.5 m로 결정되었다. 이 조건에서 농축조의 체류시간은 33 hr이고, 표면부하는 $4.3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 으로 계산된다. Fig. 8의 결과들은 산술계산 방식으로 제원을 결정한 결과와 동일하다.²⁾

5. 결론

보다 정확하고 실용적인 배출수처리시설 용량산정 및 설계 도구를 개발하고자, 본 연구에서는 Excel 프로그램을 이용하여 전 계산과정을 전산화한 ‘배출수처리시설 설계용 프로그램’을 개발하였다. 본 프로그램을 정수생산량이 $250,000 \text{ m}^3/\text{day}$ 인 청주정수장에 적용한 결과, 반복계산으로 인한 계산

착오 문제를 충분히 해결할 수 있었으며, 계산에 소요되는 시간을 크게 줄일 수 있었다. 현재 본 프로그램은 슬러지 발생량 및 단위공정의 물질수지 계산, 그리고 배출수처리시설을 구성하는 모든 단위공정의 기본적인 설계가 가능한 수준이다. 향후 공학적인 판단기능을 부여한다면 종합적인 배출수처리시설 설계 및 교육 프로그램으로 활용이 가능할 것으로 기대된다.

사 사

본 연구는 한국수자원공사에서 지원한 “Solid Flux 이론에 근거한 배출수처리시설 설계인자의 실공정 검증연구”에 의해 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 한국수자원공사, 원수특성을 고려한 배출수처리시설 최적 설계 연구 최종보고서, pp. 647~696(2002).
2. 한국수자원공사, Solid Flux 이론에 근거한 배출수처리시설 설계인자의 실공정 검증연구 최종보고서, pp. 336~381 (2005).
3. Cornwell, D. A., “Water Treatment Plant Residuals Management,” Water Quality and Treatment. AWWA, 5th ed., McGraw-Hill, pp. 16.1~16.24(1999).
4. Qasim, S. R., Motley, E. M., and Zhu, G., Water Works Engineering - Planning, Design, and Operation, Prentice Hall PTR, pp. 415~428(2000).
5. U.S. EPA, National Primary Drinking Water Regulations: Filter Backwash Recycle Rule, Final Rule, 66(111), (2001).
6. U.S. EPA, Filter Backwash Recycle Rule - Technical Guidance Manual, EPA 816-R-01-014(2002).
7. U.S. EPA, Implementation Guidance for the Filter Backwash Recycle Rule, EPA 816-R-04-006(2004).
8. 환경부, 상수도시설기준, pp. 623~624(2004).
9. 한국수자원공사, 한강하류권 급수체계구축 1차사업 제3공구 생활용수정수장 시설공사 실시설계 보고서, pp. 93~96(2005).