

3.0 배출수 처리시설

3.1 단위시설별 개량계획

3.1.1 안산정수장

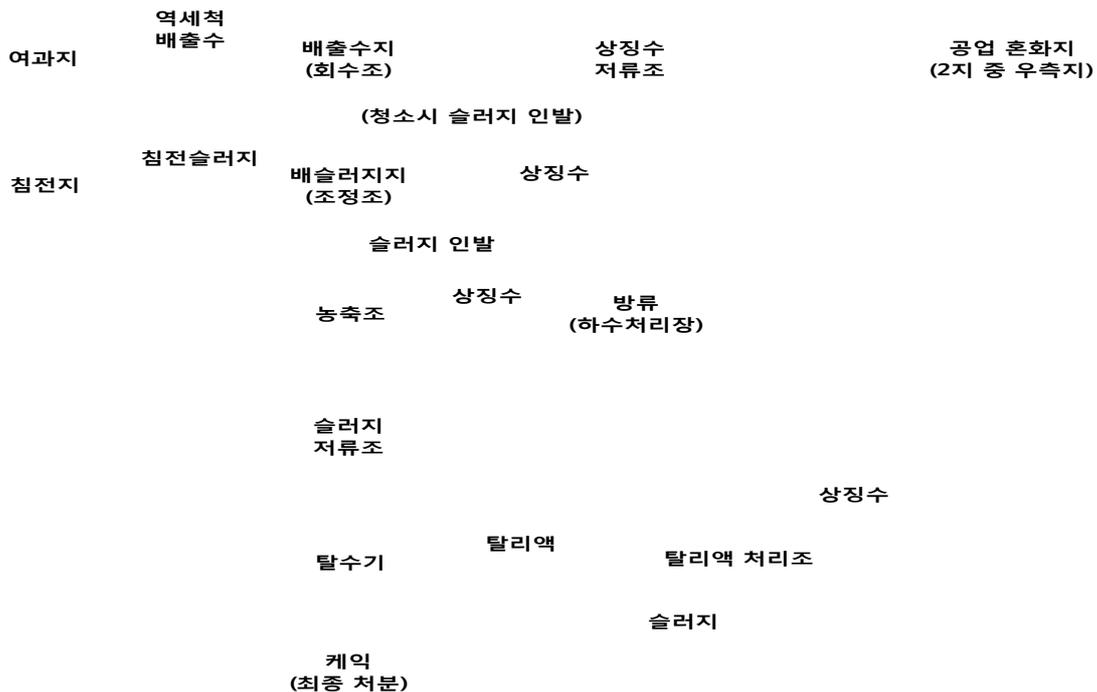
가. 시설 및 운영현황

아래 그림에 나타낸 바와 같이, 배출수처리시설의 공정은 배출수지(회수조), 배슬러지지(조정조), 농축조, 탈수시설(Belt press, 탈수보조제로 폴리머 주입) 등으로 구성되어 있다.

배출수지로 회수된 역세척 배출수는 전량 상징수 저류조를 통해 공업용수계통 혼화지(2지 중 우측지)로 반송되며, 청소시에만 슬러지를 배슬러지지로 인발하고 있다.

배슬러지지 상징수는 상징수 저류조를 통해 공업응집침전지의 유입배관으로 반송되며, 슬러지는 농축조로 인발된다.

농축조 상징수와 탈수기 탈리액 처리조 상징수는 하수처리장으로 방류된다.



<그림 5.3-1> 배출수처리 계통도

<표 5.3-1>

배출수처리 시설현황

항목		시 설 현 황
배출수지 (회수조)	제원	-W10.0m×L20.0m×H3.8m×2지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-760m ³ × 2지 = 1,520m ³
	슬러지 이송펌프	-11kW×3.1m ³ /min×8mH(125A×125A)×3대
배슬러지지 (조정조)	제원	-W7.8m×L25.2m×H3.85m×2지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-756.75m ³ × 2지 = 1,513.5m ³
	슬러지수집기	-수중대차식, 0.2~0.8m/min×1.5kW
농축조	제원	D21.0×H3.5×2지
	형식	-원형 RC 구조
	유효용량	-1,212.3m ³ × 2지 = 2,424.5m ³
	슬러지수집기	-중심축 구동형, 주행속도 : 0.6m/sec
슬러지 저류조	제원	-W6.0m×L11.0m×H3.5m×1지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-231m ³ × 1지 = 231m ³
	교반기 수변속도	1.6~2.0m/sec
여포세척수조	제원	-W3.8m×L6.0m×H3.5m×1지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-79.8m ³ × 1지 = 79.8m ³
	여포세척수조 공급펌프	-30m ³ /h×35mH×3대
탈리액 처리조	제원	-D10.0m×H3.5m×1지
	형식	-원형 RC 구조
	유효용량	-275m ³ × 1지 = 275m ³
	슬러지수집기	-중심축 구동형, 주행속도 : 0.6m/sec
상징수 저류조	제원	-W7.0m×L12.0m×H3.5m×1지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-294m ³ × 1지 = 294m ³
	상징수 이송펌프	-30HP×4m ³ /min×19mH×1대 -22kW×4m ³ /min×19mH(125A×125A)×2대

제5장 | 시설개량계획

<표 5.3-2>

배출수처리 시설현황

항목		시 설 현 황
탈수시설	형식	-벨트프레스(3대 중 1호기는 고압탈수기)
	벨트 폭	-1~3호기 : 2.5m
	대수	-3대
	용량	-1호기 : 2.2kW×10~20m³/h, 고압탈수기 -2호기 : 1.5kW×6~15m³/h -3호기 : 1.5kW×6~15m³/h
	슬러지 공급펌프	-3.7kW×2.4m³/h×9mH×3대
	약품주입펌프	-0.75kW×2.4m³/h×9mH×3대
	약품희석수 공급펌프	-130L/min×30mH×2.0kW×2대
	여포세정수 공급펌프	-0.45m³/min×85mH×1.5kW×3대



배출수지(회수조)



배슬러지지(조정조)



농축조



탈리액 처리조



폴리머 용해설비 및 제어반



탈수기(Belt press)

<그림 5.3-2> 배출수 처리시설

나. 기술진단 및 개선방안

1) 처리계통의 적정성 평가

상수도시설기준(2004)에서는 침전슬러지가 단시간에 유입되는 배슬러지지에서는 고액분리가 어려울 뿐 아니라, 슬러지의 부패로 인한 맛·냄새문제의 발생, 크립토스포리디움 등 원생동물의 오염이 우려되므로, 배슬러지의 상징수를 정수공정으로는 절대로 반송하지 않도록 규정하고 있다.

그러나, 배출수지(회수조) 상징수와 배슬러지지(조정조) 상징수가 상징수 저류조를 통해 공업용수계통 혼화지로 반송되고 있다. 공업용수만으로 사용할 경우에는 문제가 되지 않으나, 현재와 같이 여름철 생활용수의 시간최대배수량이 크게 증가할 경우, 회수수가 포함된 원수를 침전 후 생활용수계열로 전환하여 운영할 경우에는, 원생동물에 오염된 원수일 경우 침전과정에서 농축에 의해 발생이 가능하므로, 잠재적인 위험을 회피하기 위해서 배슬러지지(조정조) 상징수를 회수하지 않고 방류하는 것이 가장 바람직하다. 그러나, 손실수량이 많아지게 되는 단점이 있으므로 개선이 필요하다(개량안은 ‘라. 정수처리공정 기술진단 및 개량방안’의 ‘2) 계통별 유량배분’ 부분 참조).

2) 배출수 처리시설 용량 검토

① 슬러지 발생량

슬러지 발생량은 상수도시설기준에 제시된 다음 식으로 구할 수 있다.

$$S = Q(T \times E1 + C \times E2) \times 10^{-3}$$

여기서, S : 슬러지 발생량 (kg/일), Q : 계획 정수량 (m³/일),

T : 계획 원수탁도 (NTU), E1 : 탁도와 부유물질(SS)의 환산율

C : 응집제 주입율 (산화알루미늄으로서의 주입율) (mg/l)

E2 : 수산화알루미늄과 산화알루미늄의 비

슬러지 발생량 산정을 위한 적용값은 아래 표와 같다.

<표 5.3-3> 슬러지 발생량 산정을 위한 적용값

구분	탁도(NTU)	응집제 주입율 ¹⁾ (mg/L as Al ₂ O ₃)	SS/탁도	응집제 환산계수 ²⁾
평균유량 평균탁도	33.00	3.97	0.93	2.06
설계유량 설계탁도	11.29	2.54	0.81	2.06

주 1) 응집제 주입율(mg/L as Al₂O₃)은 PAHCS의 Al₂O₃함량과 비중을 적용하여 환산함

2) 2Al(OH)₃ · 3H₂O/2Al₂O₃

제5장 | 시설개량계획

설계탁도는 2006년~2008년 원수 일간탁도 자료에서 누적빈도 95%값을 적용하였으며, 평균탁도는 원수 평균탁도를 적용하였다.

SS/탁도비는 동일한 원수의 경우에도 계절에 따라 변화되고, 원수의 유기물 함량이 많은 경우 다소 낮은 값을 가지며, 점토성분이 많은 하천수보다 호소수에서 낮은 값을 갖는 것이 일반적이다. 문헌에 보고된 일반적인 SS/탁도비는 0.7~2.2 정도이다. 측정된 원수의 SS와 탁도의 상관성을 분석한 결과 SS/탁도비는 0.93으로 나타났다.

응집제 주입율은 탁도와 응집제 주입율의 상관성을 회귀분석하여, 평균탁도와 설계탁도에 해당되는 응집제 주입율을 산정하였다.

응집제 환산계수(수산화알루미늄과 산화알루미늄의 비)는 1.53으로 제시되나, 산화알루미늄에 의해 발생하는 수산화알루미늄은 물분자를 포함하며, 이를 고려하지 않으면 실제 발생하는 슬러지 양보다 작게 계산된다는 Cornwell(1999) 등의 의견을 수용하여 1몰의 산화알루미늄이 3개의 물분자를 갖는 수산화알루미늄을 생성하는 것으로 보아($Al_2O_3 \rightarrow 2Al(OH)_3 \cdot 3H_2O$), 환산계수는 2.06을 적용하였다.

② 배출수처리 공정별 슬러지 부하량

각 처리공정별 유량부하를 평가하기 위한 공정별 적용조건은 운영자료를 감안하여 아래 표와 같이 결정하였다.

<표 5.3-4> 슬러지 발생량 산정을 위한 공정별 적용조건

공정		적용조건			
		설계유량 설계탁도		평균유량 평균탁도	
침전	침전수 탁도	생활용수계통	공업용수계통	생활용수계통	공업용수계통
		1.92NTU	2.00NTU	0.79NTU	0.67NTU
	인발슬러지 SS	3,000mg/L		1,400mg/L	
여과	여과수 탁도	0.14NTU		0.04NTU	
	역세척 수량	700m³/지		700m³/지	
	역세척 빈도	2일/회		3일/회	
배슬러지	인발슬러지 SS	10,000mg/L		10,000mg/L	
농축조	인발슬러지 SS	30,000mg/L		16,000mg/L	
방류수	방류수 SS	25mg/L		15mg/L	
탈수기	함수율	75%		75%	
	제거율	97%		97%	

침전수 및 여과수 탁도, 역세척 수량, 역세척 빈도 등은 최근 3년간의 운영자료를 적용하여 평가하였다.

침전지 배출슬러지 농도는 설계탁도조건에서는 0.3%, 평균탁도조건에서는 0.14%로 가정하였다.

설계탁도조건에서 배슬러지지 인발슬러지농도는 1%, 농축조는 3%로 가정하였으며, 평균탁도조건에서 농축조 인발슬러지농도는 운영자료의 산술평균값(1.6%)을 적용하였다.

방류수는 하수종말처리장으로 유입되고 있으며, 실측값을 적용하여 설계탁도조건에서는 25mg/L, 평균탁도조건에서는 15mg/L로 설정하였다.

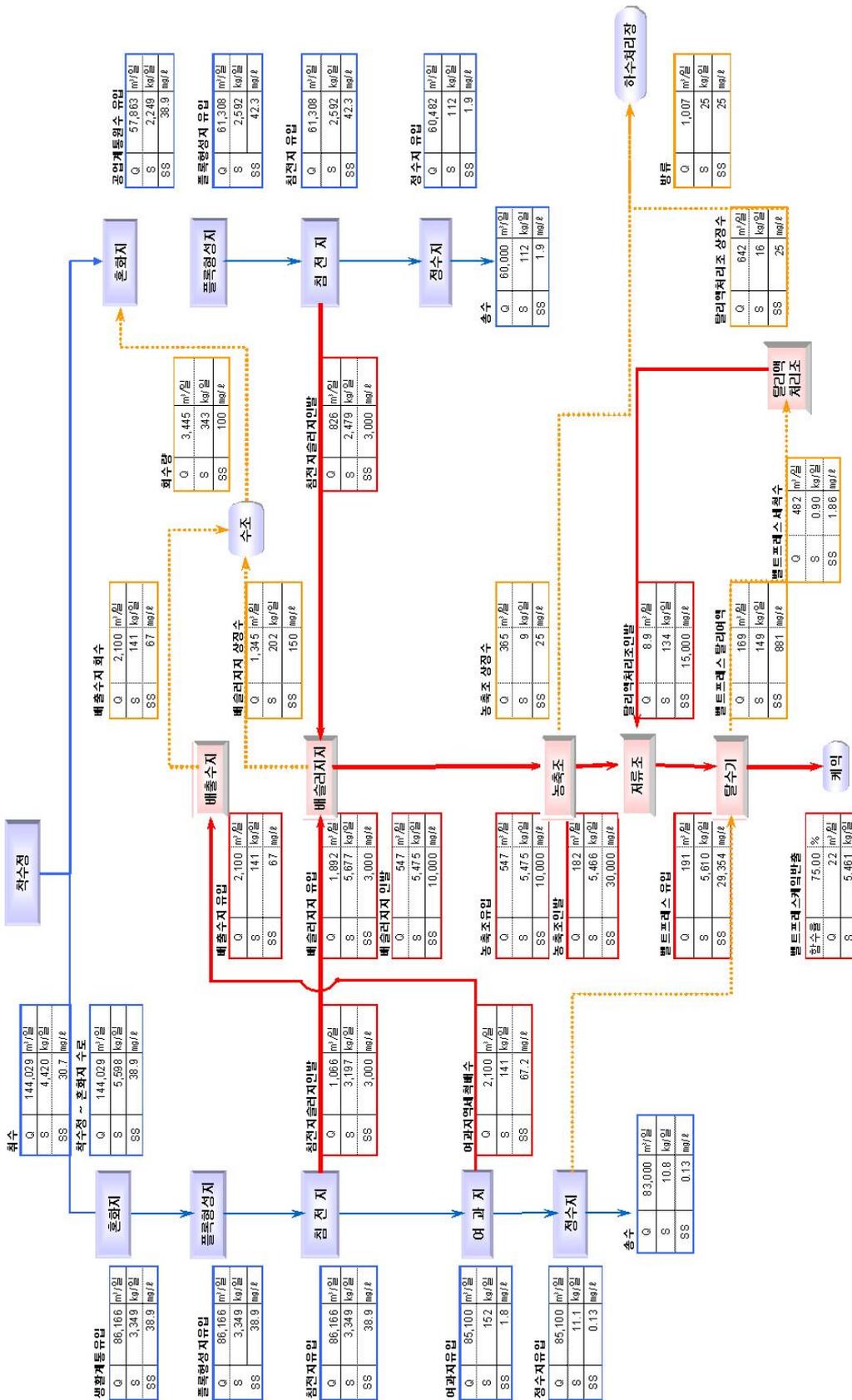
탈수케익 함수율은 측정값을 적용하여 75%로, 제거율은 97%로 산정하였으며, 여포세척수량은 여포세척수 펌프사양에 준하여 산정하였다.

물질수지는 설계조건과 평균조건에서 대해 분석하였다. 또한, 현 운영현황 및 배출수 처리계통 운영개선안(공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입해야 할 경우 배출수지 상징수만 회수하고, 배슬러지지 유입슬러지는 모두 농축조로 이송되도록 운영하고, 농축조 상징수는 방류하도록 함)에 대하여 각각 분석하였다.

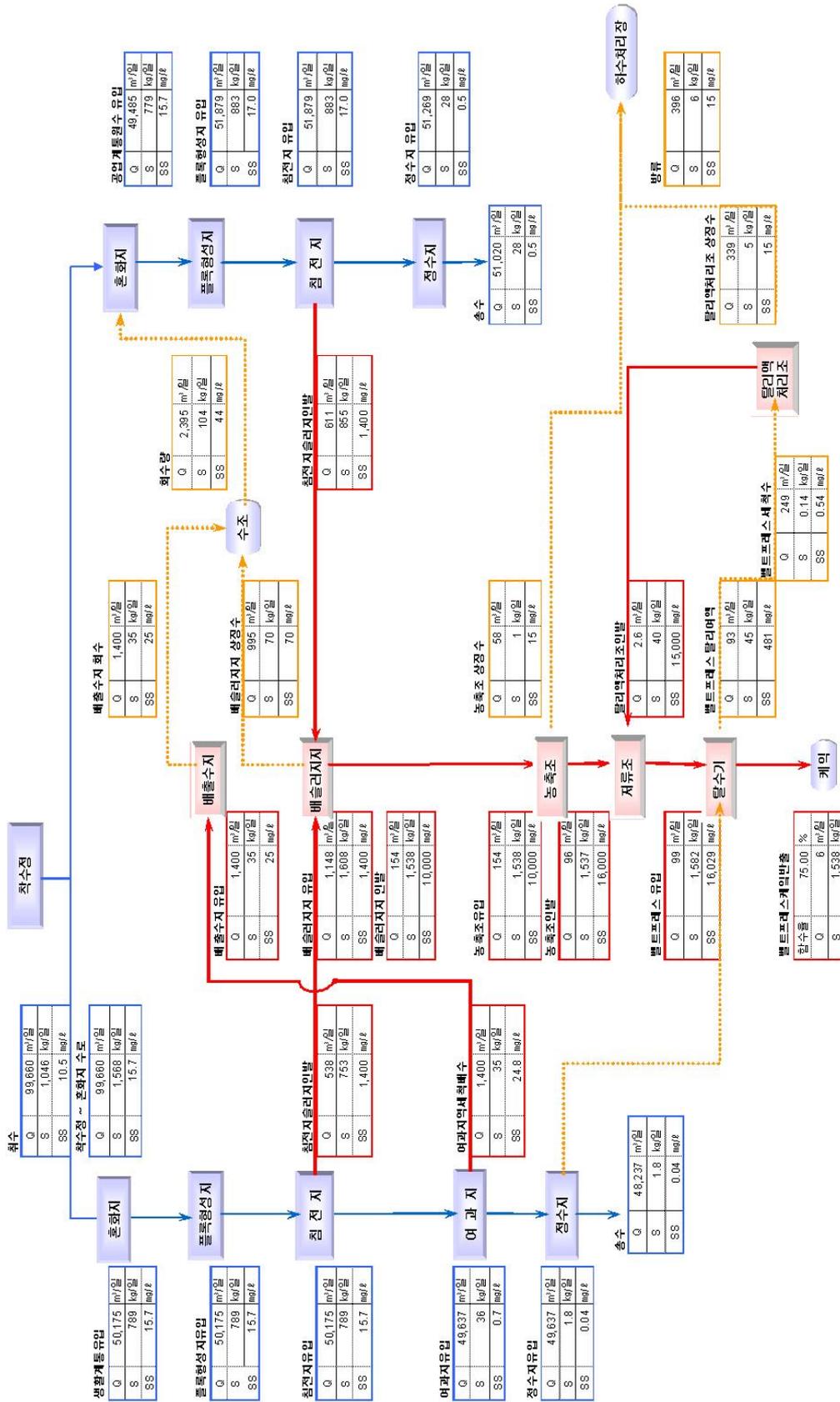
<표 5.3-5> 배출수처리 공정별 슬러지량(현 운영공정)

구 분		설계유량 설계탁도				평균유량 평균탁도			
		현 운영공정		운영개선안		현 운영공정		운영개선안	
		m ³ /일	kg/일						
역세척 배출수		2,100	141	2,100	141	1,400	35	1,400	35
배출수지 유입		2,100	141	2,100	141	1,400	35	1,400	35
침전지 슬러지	생활용수계통	1,066	3,197	1,066	3,197	538	753	538	753
	공업용수계통	826	2,479	776	2,328	611	855	572	800
배슬러지지 (조정조)	유입	1,892	5,677	1,842	5,525	1,148	1,608	1,109	1,553
	인발	547	5,475	1,842	5,525	154	1,538	1,109	1,553
농축조	유입	547	5,475	1,842	5,525	154	1,538	1,109	1,553
	인발	182	5,466	183	5,484	96	1,537	96	1,538

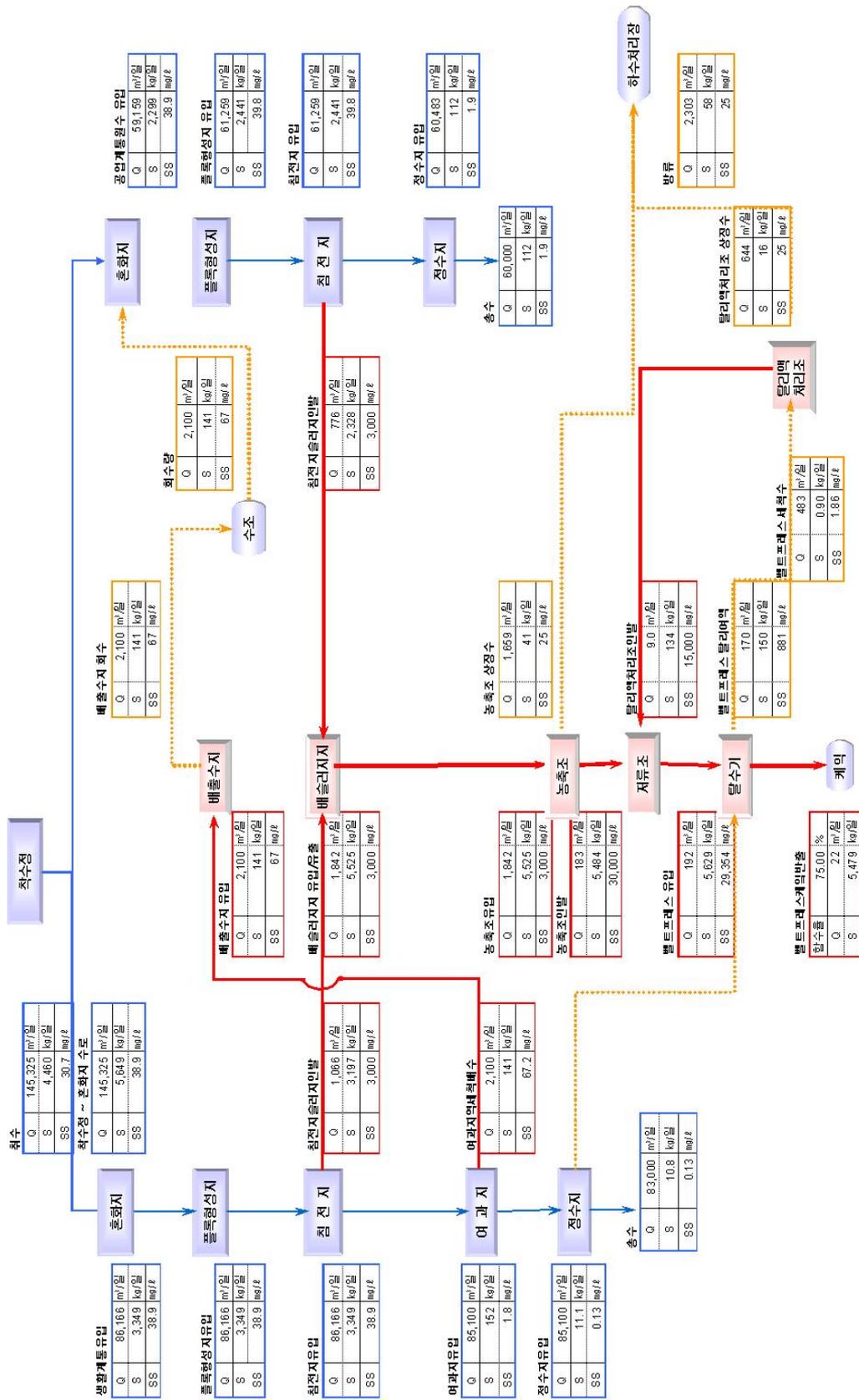




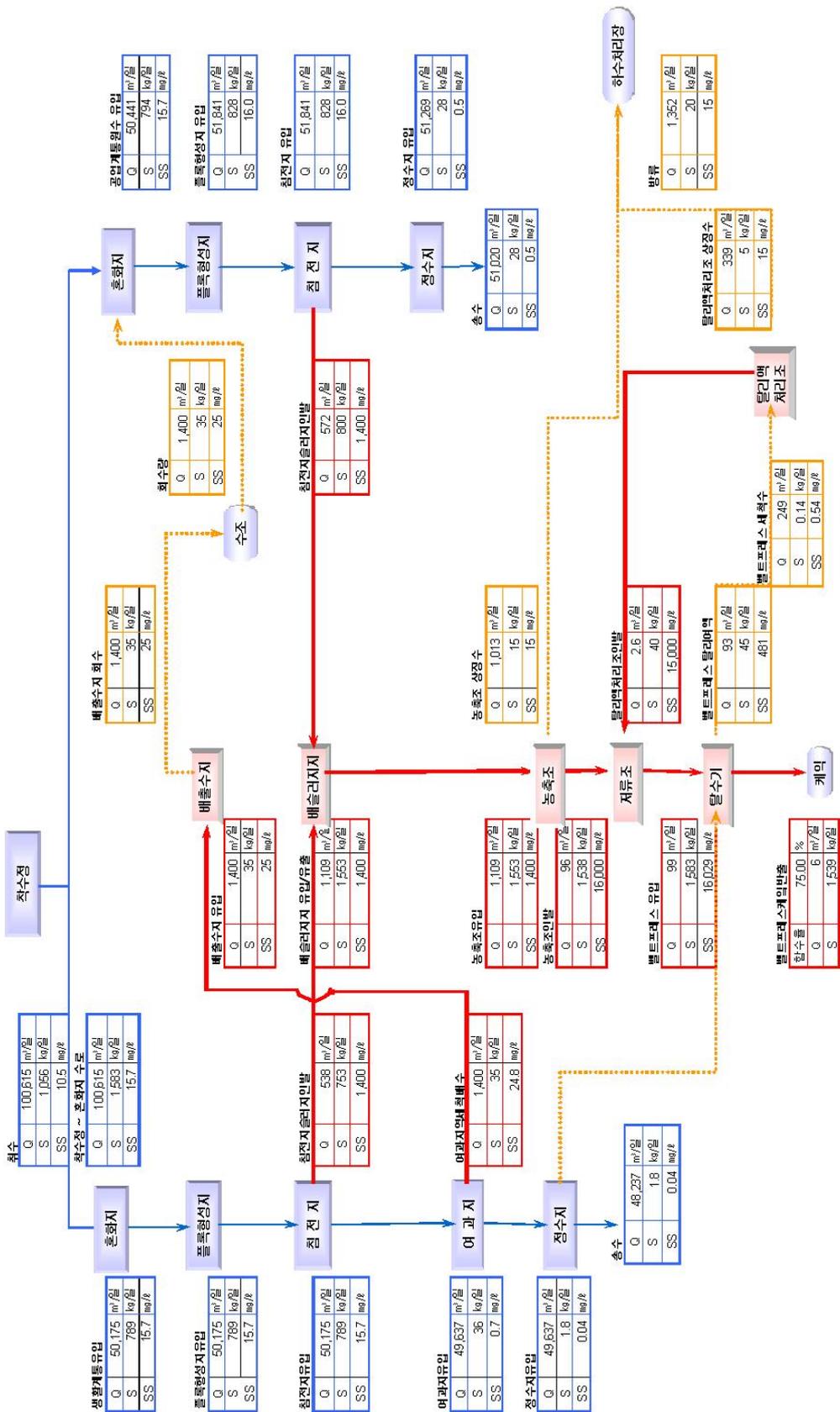
<그림 5.3-3> 현 400만인구 분질수지(설계유량 설계탁도)



<그림 5.3-4> 현 태영아정 배급수지(평균유량 평균탁도)



<그림 5.3-5> 운영개선안 적용시 물질수지(설계유량 설계탁도)



〈그림 5.3-6〉 운영개선안 적용시 분급수지(평균유량 평균탁도)

③ 배출수 처리시설별 용량평가

배출수 처리시설별로 시설기준에 따라 용량 검토하였으며, 결과는 다음과 같다.

배출수지의 용량평가는 상수도시설기준에 제시된 바와 같이 여과지 1지역세척 배출수에 대한 집수가 가능한지의 여부를 판단기준으로 하였다. 여과지에서 발생하는 1회 역세척 배출수량은 약 700m³/회이며, 배출수지 용량은 1,520m³으로 역세척배출수량을 만족하고 있다. 회수율은 현 운영공정의 경우, 설계조건에서 6.0%, 평균조건에서 4.8%로 시설기준(10% 이내)을 만족하는 것으로 조사되었다. 운영개선안 적용시에도 설계조건에서 3.5%, 평균조건에서 2.8%로 시설기준(10% 이내)을 만족하는 것으로 나타났다.

배슬러지지의 조정기능을 위해서는 발생하는 슬러지의 양과 질을 적절히 조정할 수 있는 체류시간이 확보되어야 하므로 연속배출이 이루어지는 정수장의 경우 24시간 평균 배출슬러지량을, 1일 1회 미만으로 배출될 경우 1회 배출량을 기준으로 하도록 되어 있다. 배슬러지지 용량은 1,513.5m³으로, 현 운영공정의 경우 평균조건에서 발생하는 24시간 평균 배출슬러지량인 1,148m³에는 만족하나, 설계조건에서는 슬러지량 1,892m³에 대해 부족한 것으로 나타났다. 운영개선안 적용시에도 평균조건에서 발생하는 24시간 평균 배출슬러지량인 1,109m³에는 만족하나, 설계조건에서는 슬러지량 1,842m³에 대해 부족한 것으로 나타났다. 그러나, 농축조의 체류시간이 충분하므로 완충이 가능할 것으로 판단된다.

현 운영공정에서 농축조의 체류시간은 설계조건에서 106시간, 평균조건에서 378시간으로 기준에 과대하게 나타나므로 운영에 주의 필요하다. 운영개선안 적용시에는 농축조 체류시간이 설계조건에서 32시간, 평균조건에서 53시간으로 나타나, 평균조건에서는 기준에 다소 과대한 것으로 나타났다. 고형물 부하는 현 운영공정은 설계조건에서 7.9kg/m³·일, 평균조건에서 2.2kg/m³·일로 나타났으며, 운영개선안 적용시에는 설계조

건에서 8.0kg/m²·일, 평균조건에서 2.2kg/m²·일로 나타나, 기준(10~20kg/m²·일)에 만족하며, 위어부하율은 현 운영공정에서는 설계조건에서 7.6 m³/m·일, 평균조건에서 3.0m³/m·일, 운영개선안 적용시에는 설계조건에서 17.5m³/m·일, 평균조건에서 10.2m³/m·일로 조사되어, 시설기준 150m³/m·일 이하를 만족하는 것으로 나타났다.

탈수기 운영시간은 현 운영공정 및 운영개선안 모두 설계조건에서 6.4 시간, 평균조건에서 3.3시간으로 나타났다.

<표 5.3-6> 배출수 처리시설별 용량 평가

검토항목	검토기준	설계유량 설계탁도		평균유량 평균탁도		
		현 운영공정	운영개선안	현 운영공정	운영개선안	
배출수지(회수조) 용량	1회 배출량 이상	700m ³ /회 < 1,520m ³				
회수율	취수량 10% 이내	6.0	3.5	4.8	2.8	
배슬러지지(조정조)	용량 24시간 평균 배슬러지량 이상	1,892m ³ > 1,514m ³	1,842m ³ > 1,514m ³	1,148m ³ > 1,514m ³	1,109m ³ > 1,514m ³	
농축조	체류시간	24~48시간	106	32	378	53
	고형물부하	10~20kg/m ² ·일	7.9	8.0	2.2	2.2
	위어부하	150m ³ /m·일 이하	7.6	17.5	3.0	10.2
탈수기 운영시간	-	6.4	6.4	3.3	3.3	

3.1.2 연성정수장

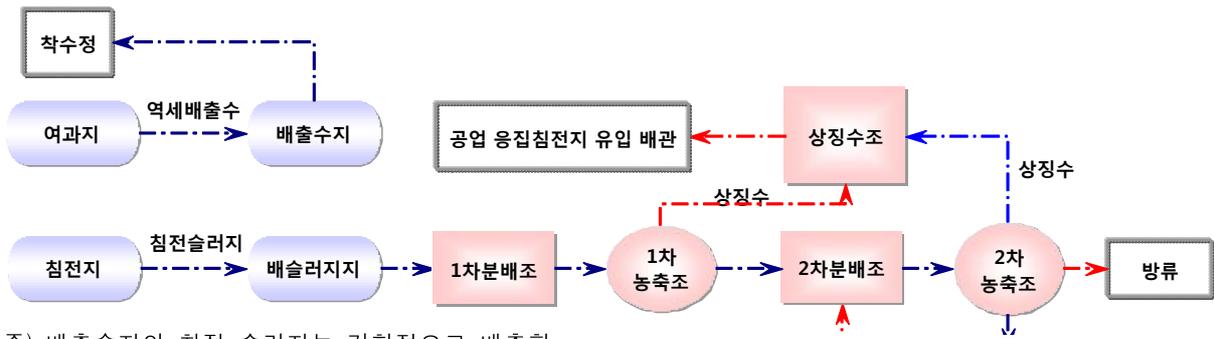
가. 시설 및 운영현황

배출수처리시설은 배출수지, 배슬러지지, 1차 농축조, 2차 농축조 그리고 탈수기(Belt press)로 구성되어 있으며, 농축보조제 시설은 있으나 현재는 사용하지 않고 있는 것으로 조사되었다. 탈수보조제(폴리머)를 벨트프레스 유입쪽으로 주입하고 있다.

여과지의 역세배출수는 전량이 착수정으로 반송되고, 일부 침전 슬러지는 간헐적으로 배출하고 있다.

제5장 | 시설개량계획

1차 농축조 상정수는 상정수조를 통해 공업응집침전지의 유입배관으로 반송되며, 2차 농축조의 상정수는 일부 방류되고, 일부를 상정수조를 통해 공업응집침전지로 반송된다. 탈수기의 탈수여액은 2차 분배조를 통해 2차 농축조로 유입되고 있다.



주) 배출수지의 침전 슬러지는 간헐적으로 배출함

<그림 5.3-8> 배출수 처리 계통도

<표 5.3-7>

배출수처리 시설현황

항목		시 설 현 황
배출수지	제원	-W6.0m×L21.0m×H4.0m×3지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-550m ³ × 3지 = 1,512m ³
	회수펌프	-편흡입볼류트 -7.14m ³ /min×15mH×37kW×4대(1대예비)
	슬러지펌프	-횡축 Non-Clogging 나선형 원심펌프 -3.78m ³ /min×6mH×11kW×2대(1대예비)
배슬러지지	제원	-W4.4m×L15.0m×H3.5m×2지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-231m ³ × 2지 = 462m ³
	슬러지펌프	-횡축 Non-Clogging 나선형 원심펌프 -2.4m ³ /min×6mH×7.5kW×3대(1대예비)

항목		시 설 현 황
1차 농축조	제원	D10.0×H4.0×2지
	형식	원형RC구조
	유효용량	-314m ³ × 2지 = 628m ³
	슬러지수집기	-중심구동형(현수식)
	슬러지펌프	-황축 Non-Clogging 나선형 원심펌프 -2.9m ³ /min×6mH×7.5kW×2대(1대예비)
2차 농축조	제원	D26.0×H4.0×2지
	형식	원형RC구조
	유효용량	-530.5m ³ × 2지 = 1,061m ³
	슬러지수집기	-중심구동형(지주식)
탈수기	형식	-고압 Belt press 탈수기×4대(1대예비)
	슬러지 공급펌프	-Non-Clogging 나선형 원심펌프 -0.13~0.38m ³ /min×20mH×7.5kW×4대(1대예비)
	약품주입펌프	-약품혼화조 : 다이아후렘식 20L/min×3.0kg/cm ² ×1.5kW×2대(1대예비) -탈수기 : 다이아후렘식 20L/min×3.0kg/cm ² ×1.5kW×4대



배출수지



배슬러지지



1, 2차 농축조



Belt press

<그림 5.3-9> 배출수 처리시설

나. 기술진단 및 개선방안

1) 처리계통의 적정성 평가

상수도시설기준(2004)에서는 침전슬러지가 단시간에 유입되는 배슬러지지에서는 고액분리가 어려울 뿐 아니라, 슬러지의 부패로 인한 맛·냄새문제의 발생, 크립토스포리디움 등 원생동물의 오염이 우려되므로, 배슬러지의 상징수를 정수공정으로는 절대로 반송하지 않도록 규정하고 있다.

연성정수장은 여과지의 역세배출수는 배출수지를 통해 착수정으로 유입되고 있고, 1차 농축조와 2차 농축조의 상징수가 별도의 상징수조를 통해 공업용수계통의 응집침전지 유입 배관으로 유입되고 있어 적정한 것으로 평가되었다.

탈수기동에서의 배출수(탈수여액 및 세척수)를 2차 농축조로 보내어 처리하고 있으나, 농축조에 유입시, 유량부하 및 교란에 의해 슬러지 농축을 저해하고, 방류수질을 악화시킬 우려가 있다. 따라서 탈수기동 배출수는 조정기능을 하는 배슬러지지로 이송하여 처리하도록 하는 것이 바람직하다.

2) 배출수 처리시설 용량 검토

① 슬러지발생량

<표 5.3-8> 슬러지 발생량 산정을 위한 적용값

구분	탁도(NTU)	응집제 주입율 ¹⁾ (mg/L as Al ₂ O ₃)	SS/탁도	응집제 환산계수 ²⁾
평균유량, 평균탁도	12.89	2.77	0.81	2.06
설계유량, 설계탁도	40.89	5.09	0.81	2.06

주 1) 응집제 주입율(mg/L as Al₂O₃)은 PACl의 Al₂O₃함량과 비중을 적용하여 환산함.

2) 2Al(OH)₃ · 3H₂O/2Al₂O₃

탁도는 2006~2008년의 평균탁도 및 95%누적탁도(설계조건)를 적용하였다. SS/탁도비는 동일한 원수의 경우에도 계절에 따라 변화되고, 원수의 유기물 함량이 많은 경우 다소 낮은 값을 가지며, 점토성분이 많은 하천수보다 호소수에서 낮은 값을 갖는 것이 일반적이다. 문헌에 보고된 일반적인 SS/탁도비는 0.7~2.2이다. 측정된 원수의 SS와 탁도의 상관성을 분석한 결과 SS/탁도비는 0.81로 나타났다.

응집제 주입율은 탁도와 응집제 주입율의 상관성을 회귀분석하여, 평균

탁도와 설계탁도에 해당되는 응집제(PAC) 주입율을 산정하였다.

응집제 환산계수(수산화알루미늄과 산화알루미늄의 비)는 1.53으로 제시되나, 산화알루미늄에 의해 발생하는 수산화알루미늄은 물분자를 포함하며, 이를 고려하지 않으면 실제 발생하는 슬러지 양보다 작게 계산된다는 Cornwell(1999) 등의 의견을 수용하여 1몰의 산화알루미늄이 3개의 물분자를 갖는 수산화알루미늄을 생성하는 것으로 보아($Al_2O_3 \rightarrow 2Al(OH)_3 \cdot 3H_2O$), 환산계수는 2.06을 적용하였다.

② 배출수처리 공정별 슬러지 부하량

<표 5.3-9> 슬러지 발생량 산정을 위한 공정별 적용조건

공정		적용조건			
		설계유량 · 설계탁도		평균유량 · 평균탁도	
침전	침전수 탁도	생활용수계통	공업용수계통	생활용수계통	공업용수계통
		0.95NTU	1.77NTU	0.47NTU	0.68NTU
	인발슬러지	5,000mg/L		3,500mg/L	
여과	여과수탁도	0.15NTU		0.07NTU	
	역세척수량	460m ³ /지		460m ³ /지	
	역세척빈도	3일/회		3일/회	
배슬러지지	인발슬러지(SS)	SS : 5,000mg/L		SS : 3,000mg/L	
1차농축조	인발슬러지(SS)	SS : 15,000mg/L		SS : 7,000mg/L	
2차농축조	인발슬러지(SS)	SS : 30,000mg/L		SS : 30,000mg/L	
방류수	방류수(SS)	SS : 10mg/L		SS : 10mg/L	
탈수기	함수율	75%		75%	
	제거율	99%		99%	

물질수지는 활성탄을 주입한 경우(10mg/L)와 주입하지 않은 경우에서 설계조건과 평균조건에 대해 분석하였고, 또한 각각의 경우에서 무방류시스템으로 전환하였을 경우에 대해서 나타내었다.

여과지 역세척수량은 조사된 값을 적용하였으며, 설계조건에서 3일 1회의 빈도로 역세척이 이루어지는 것으로 적용하였다.

침전지 인발 고형물 농도는 평균조건과 설계조건에 대해 각각 0.3%와 0.5%를 적용함. 1차 농축조는 평균조건과 설계조건에 대해 각각 1.5%와

제5장 | 시설개량계획

0.7%를 적용하였다.

방류수는 방류수수질기준(SS 10mg/L이하)을 고려하여 10mg/L로 설정하였다.

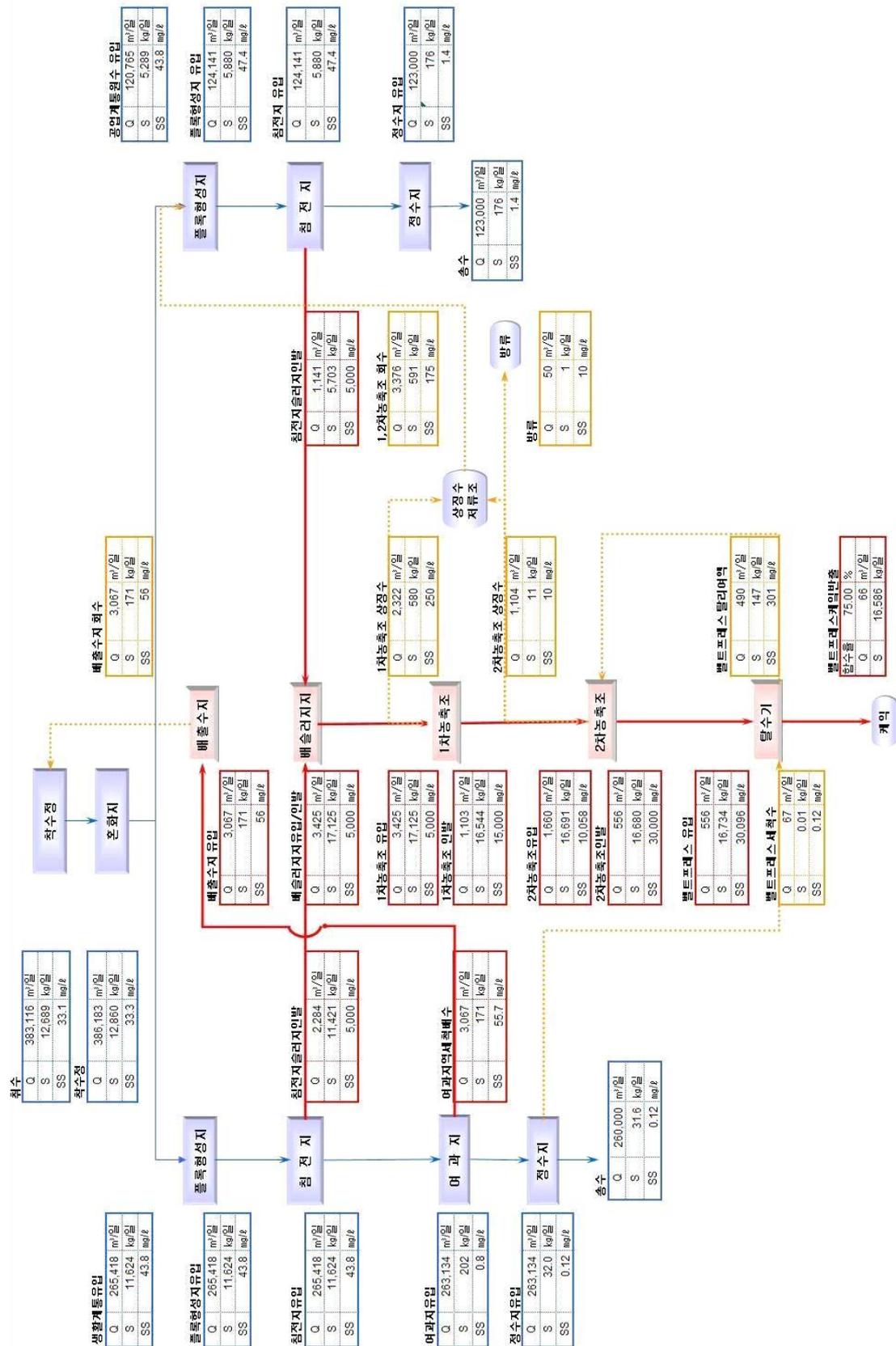
탈수케익의 함수율은 일반적으로 벨트프레스에 적용되는 75%를 적용하였고, 제거율은 99%로 산정하였다. 또한, 세척수량은 세척수펌프 사양에 준하여 산정하였다.

<표 5.3-10> 배출수처리 공정별 슬러지량

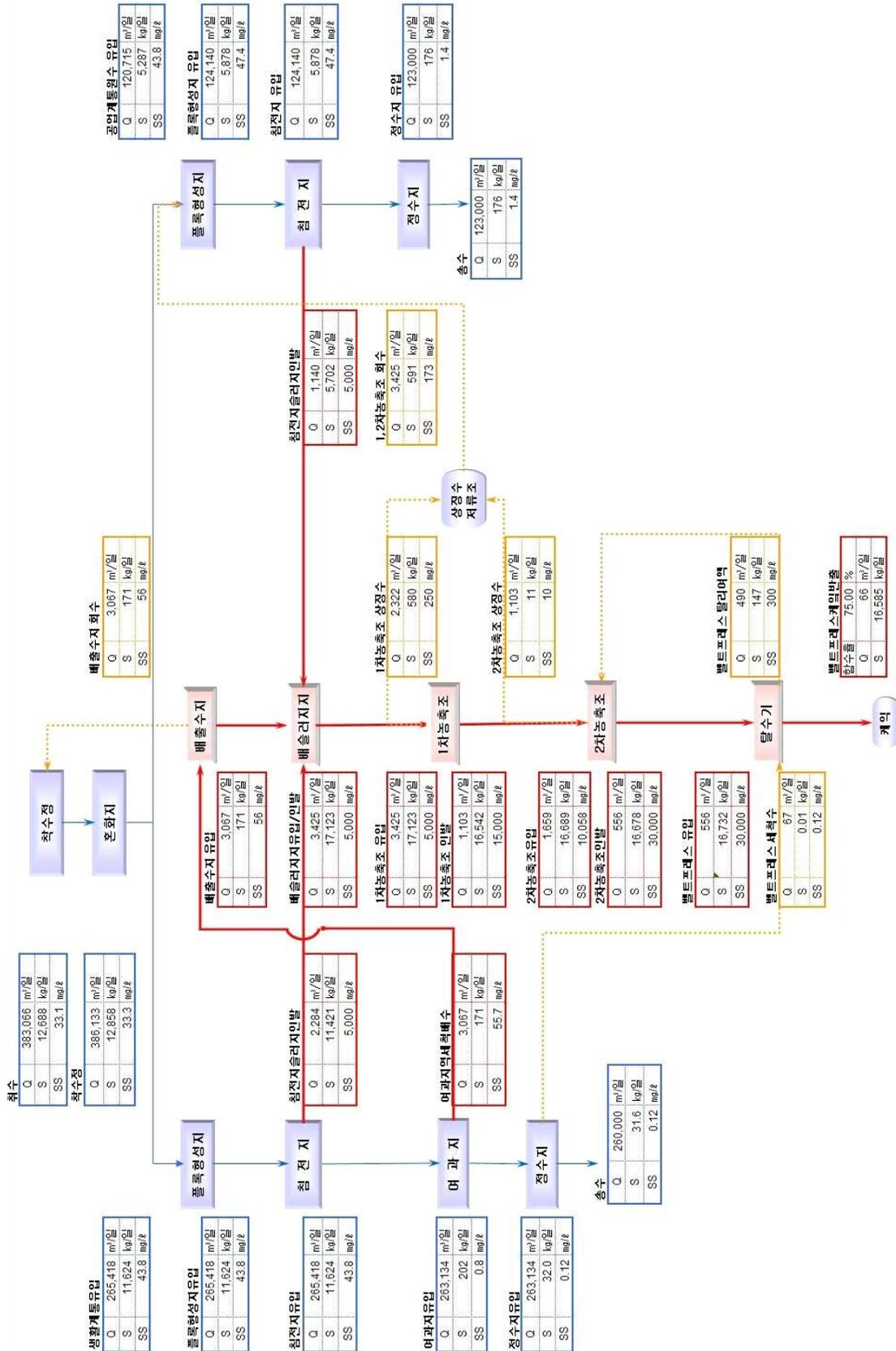
구 분	설계유량 · 설계탁도		평균유량 · 평균탁도		
	m³/일	kg/일	m³/일	kg/일	
역세척배출수	3,067	171	3,067	45	
배출수지 유입	3,067	171	3,067	45	
침전지 슬러지	생활용수계통	2,284	11,421	732	2,197
	공업용수계통	1,141	5,703	584	1,753
배슬러지지	유입	3,425	17,125	1,316	3,949
	인발	3,425	17,125	1,316	3,949
1차농축조	유입	3,425	17,125	1,316	3,949
	인발	1,103	16,544	548	3,834
2차농축조	유입	1,660	16,691	677	3,868
	인발	556	16,680	129	3,863

<표 5.3-11> 배출수처리 공정별 슬러지량(활성탄 주입 시)

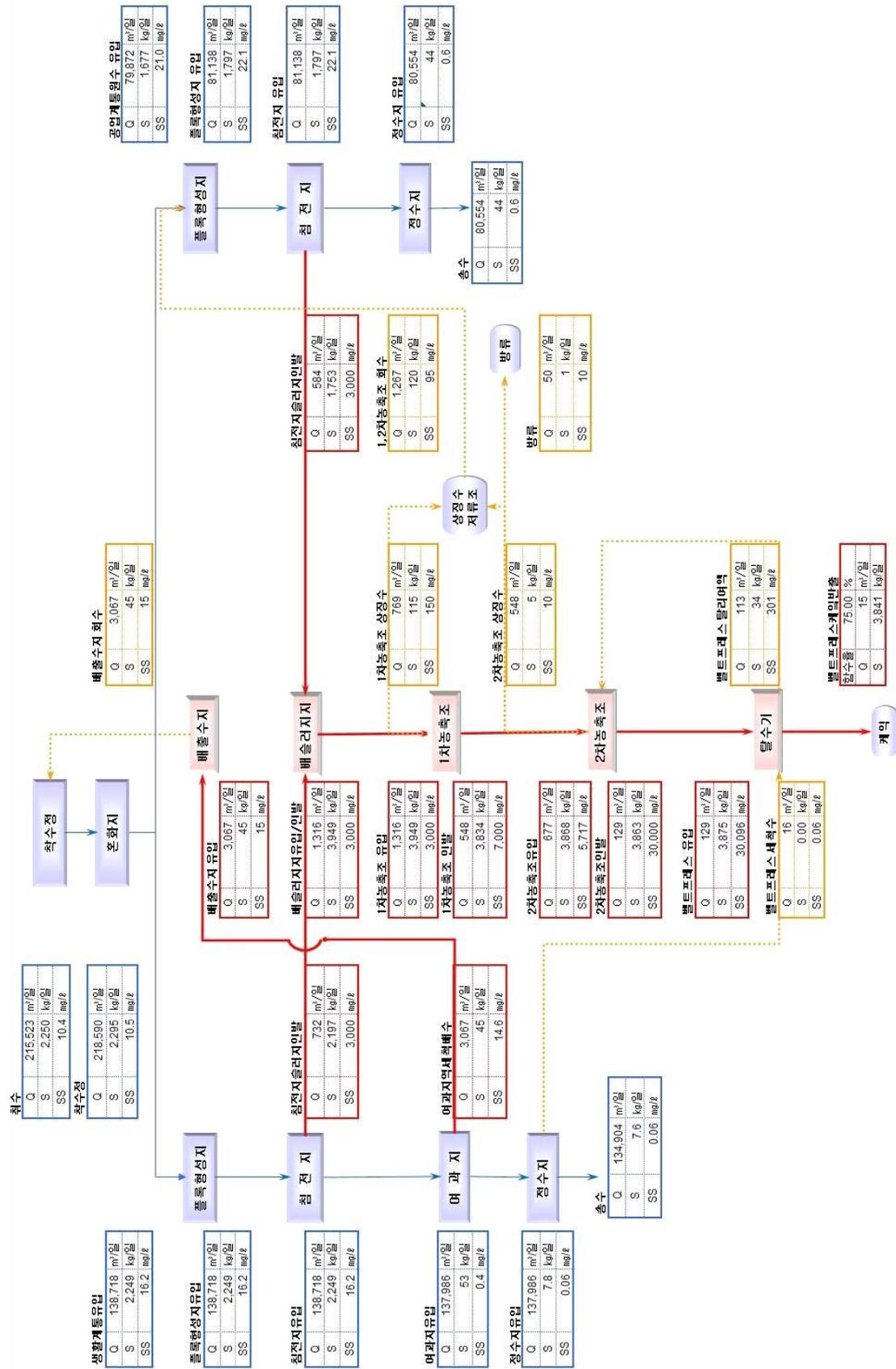
구 분	설계유량 · 설계탁도		평균유량 · 평균탁도		
	m³/일	kg/일	m³/일	kg/일	
역세척배출수	3,067	171	3,067	45	
배출수지 유입	3,067	171	3,067	45	
침전지 슬러지	생활용수계통	2,821	14,105	1,423	4,268
	공업용수계통	1,155	5,775	601	1,803
배슬러지지	유입	3,976	19,880	2,024	6,072
	인발	3,976	19,880	2,024	6,072
1차농축조	유입	3,976	19,880	2,024	6,072
	인발	1,280	19,206	842	5,894
2차농축조	유입	1,927	19,377	1,040	5,947
	인발	645	19,364	198	5,938



<그림 5.3-10> 물질수지(설계유량 · 설계탁도)

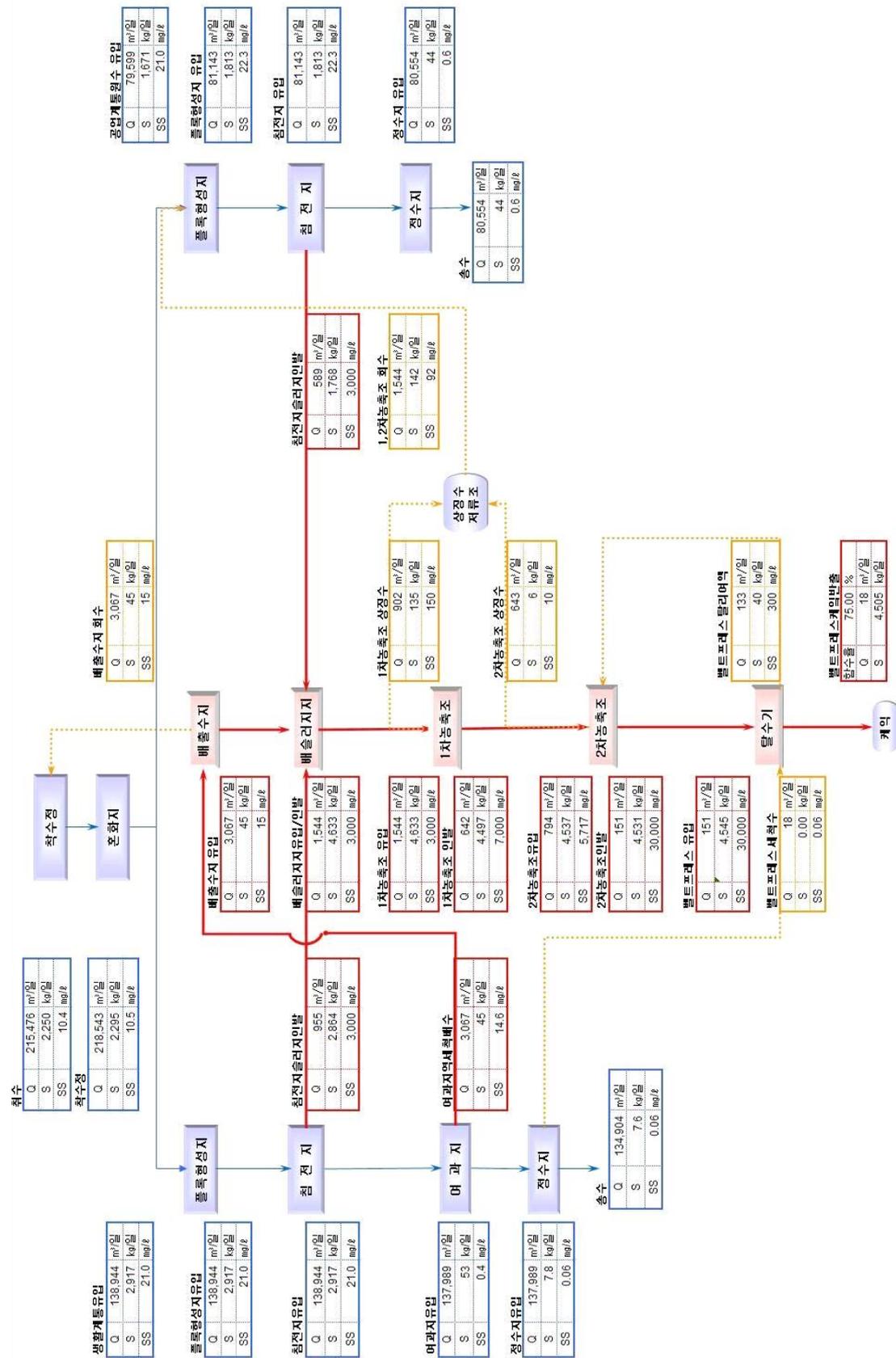


<그림 5.3-11> 뽕집수지(설계유량 · 설계탁도, 방류량 없음)

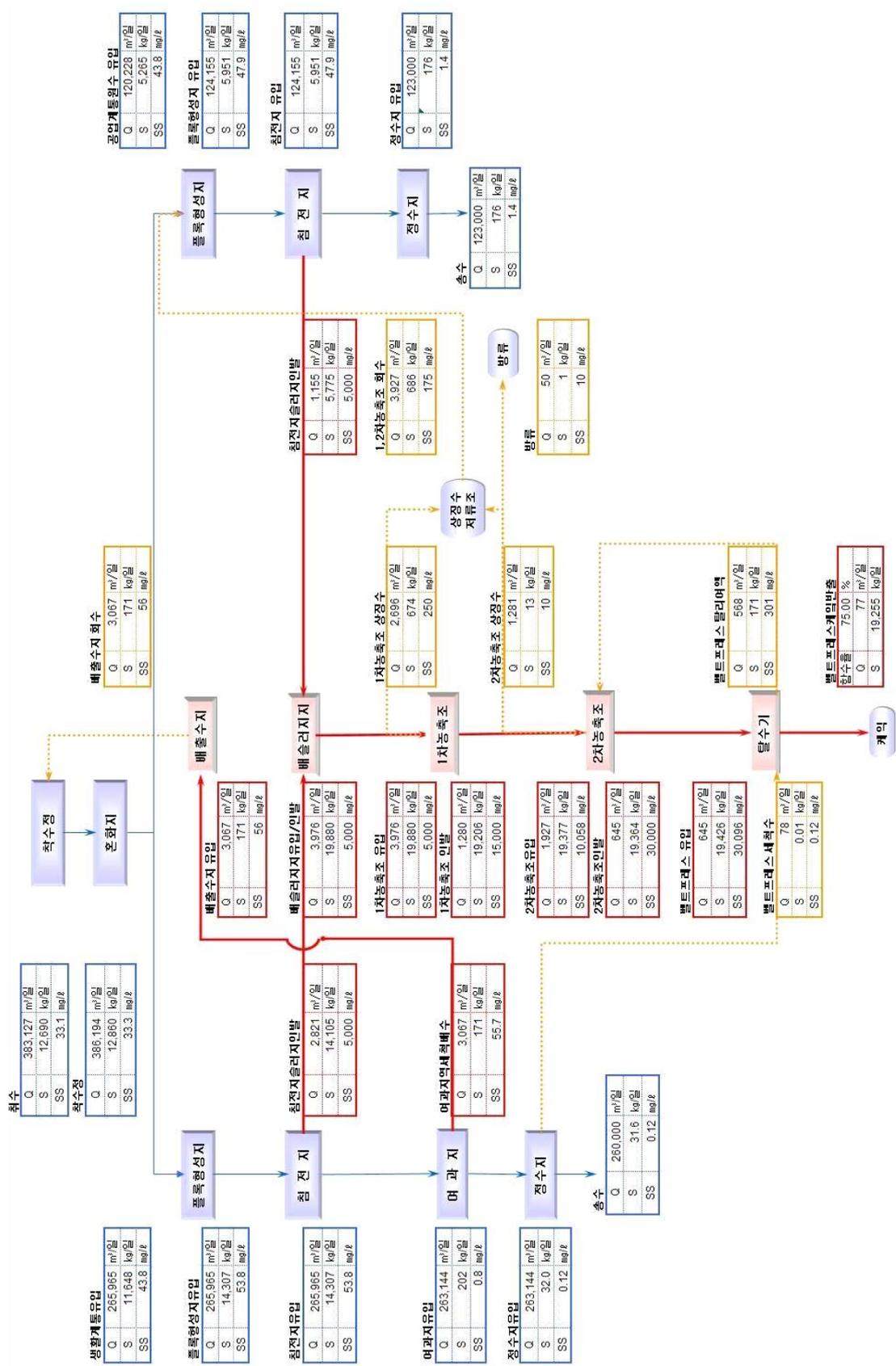


<그림 5.3-12> 팽질수지(평균유량 · 평균탁도)

제5장 | 시설개량계획

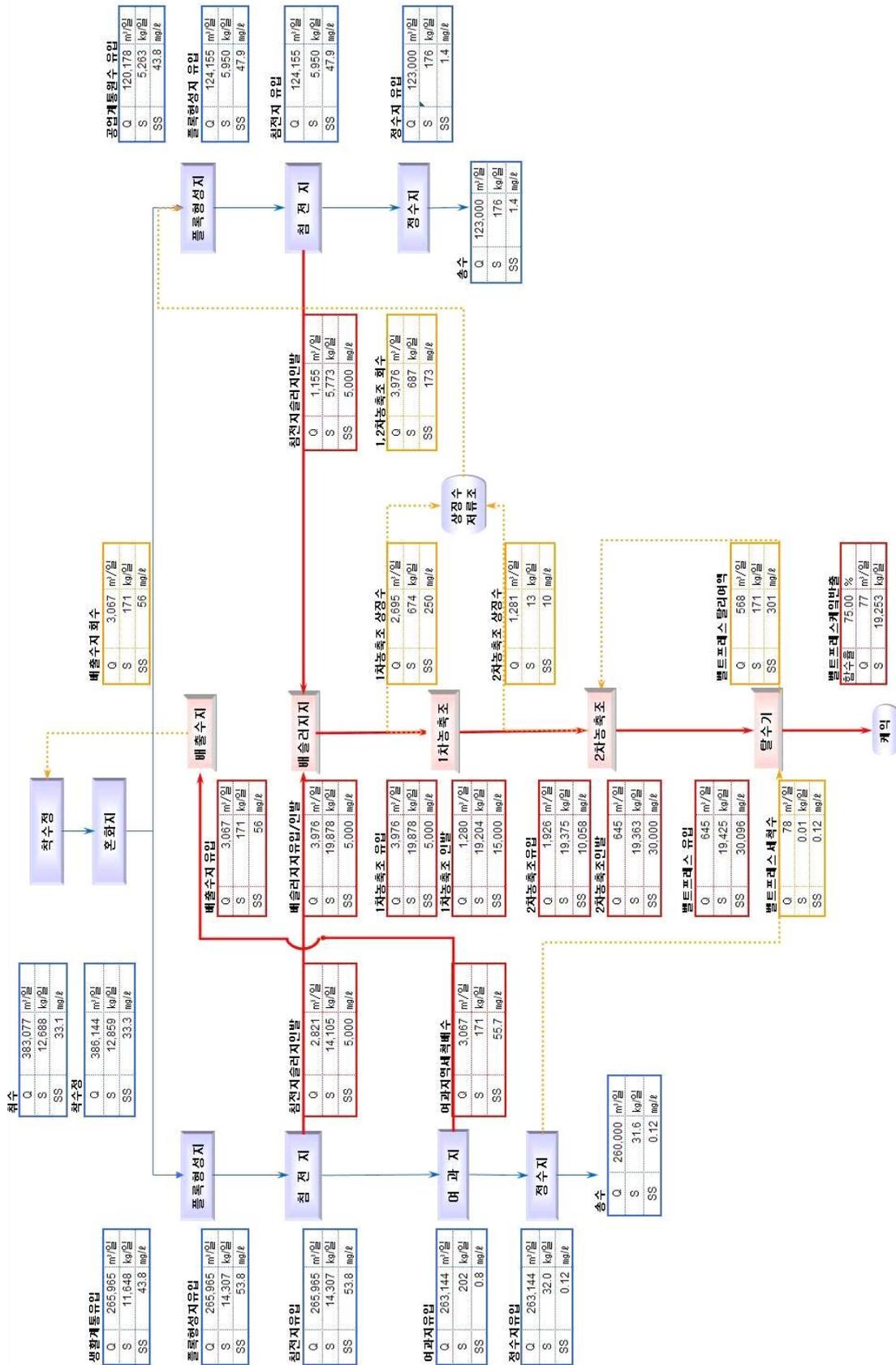


<그림 5.3-13> 폐질수지(평균유량 · 평균탁도, 방류량 없음)

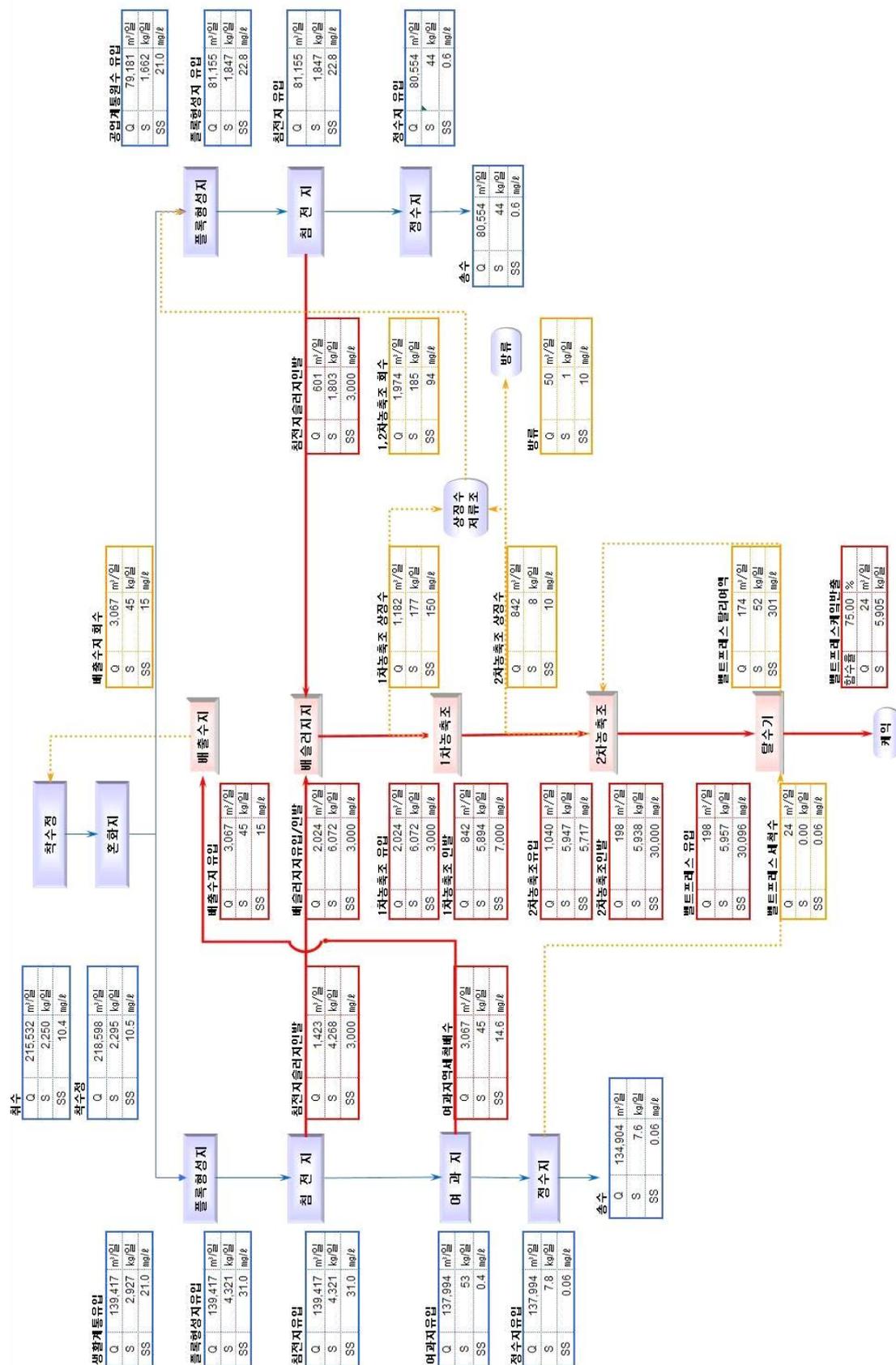


<그림 5.3-14> 물질수지(설계유량 · 설계탁도, 활성탄 주입 시)

제5장 | 시설개량계획

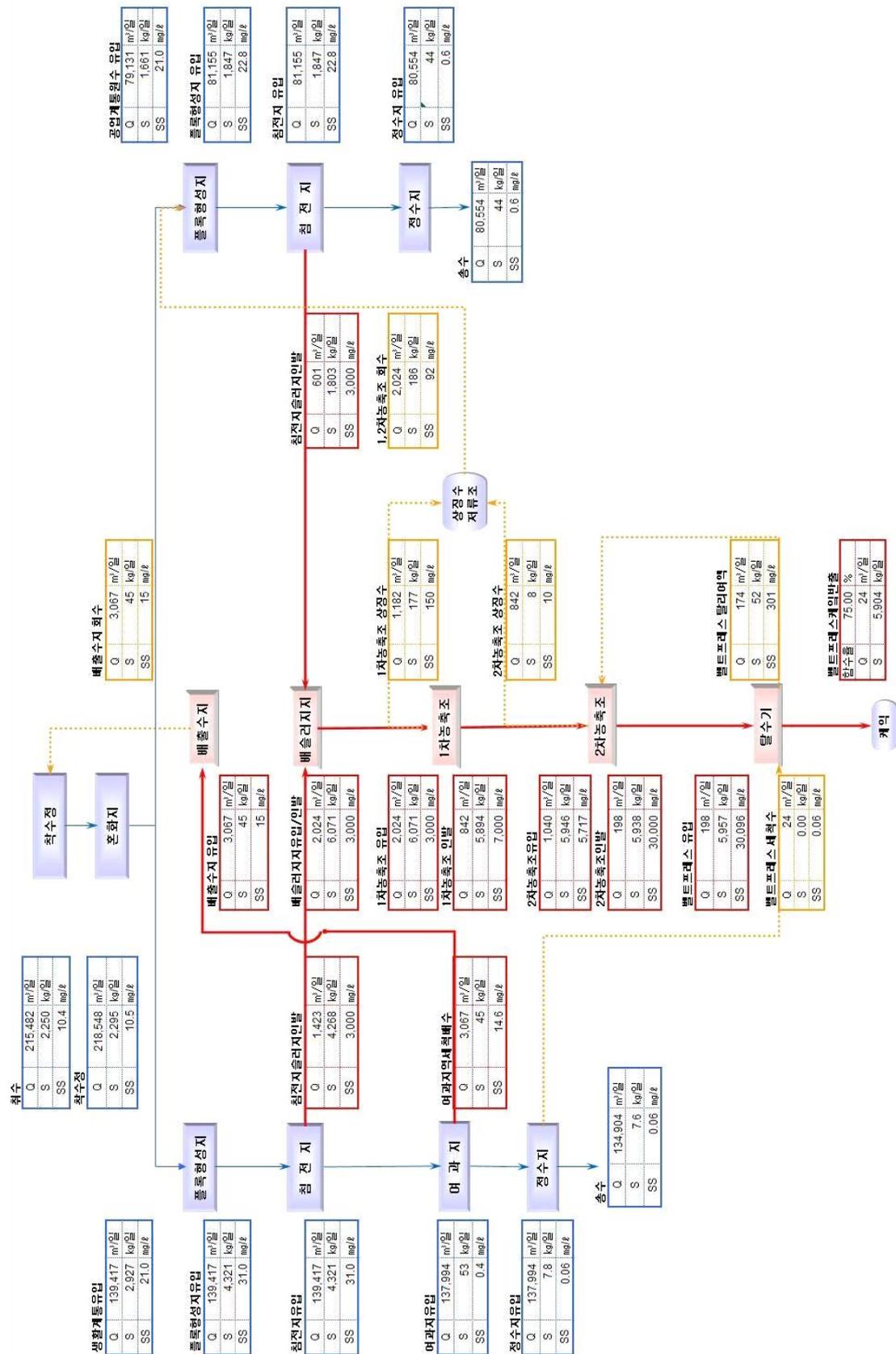


<그림 5.3-15> 물질수지(설계유량 · 설계탁도, 활성탄 주입 시, 방류량 없음)



<그림 5.3-16> 폐수수지(평균유량 · 평균탁도, 활성탄 주입 시)

제5장 | 시설개량계획



<그림 5.3-17> 분질수지(평균유량 · 평균탁도, 활성탄 주입 시, 방류량 없음)

③ 배출수 처리시설별 용량평가

배출수 처리시설별로 시설기준에 따라 용량 검토하였으며, 결과는 다음과 같다.

배출수지의 용량평가는 상수도시설기준에 제시된 바와 같이 여과지 한지의 역세척 배출수에 대한 집수가 가능한지의 여부를 판단기준으로 하였다. 여과지에서 발생하는 1회 역세척 배출수량은 $460\text{m}^3/\text{회}$ 이며, 배출수지 용량은 $1,512\text{m}^3$ 로 역세척배출수량을 충분히 만족하고 있는 것으로 나타났다. 회수율은 설계조건과 평균조건에서 각각 1.7%와 2.0%로 기준을 만족하는 것으로 조사되었다.

배슬러지지의 조정기능을 위해서는 발생하는 슬러지의 양과 질을 적절히 조정할 수 있는 체류시간이 확보되어야 하므로 연속배출이 이루어지는 정수장의 경우 24시간 평균 배출슬러지량을, 1일 1회 미만으로 배출될 경우 1회 배출량을 기준으로 하도록 되어 있다. 연성정수장의 배슬러지지 용량은 462m^3 으로 설계조건과 평균조건에서 발생하는 24시간 평균 배슬러지양인 $3,425\text{m}^3$ 과 $1,316\text{m}^3$ 에 비해 부족한 것으로 나타났다.

1차 농축조는 조정과 농축기능을 동시에 수행하며, 1차 농축조 용량은 628m^3 으로, 조정기능을 하는 배슬러지지의 용량 462m^3 와 합하여 $1,090\text{m}^3$ 이다. 이경우에도 설계조건의 슬러지 발생량 $3,425\text{m}^3$ 에 비해 부족하나(배슬러지지 3.2시간분, 1차 농축조 4.4시간분) 1차 농축조의 농축기능을 통해 2차 농축조로의 조정이 가능할 것으로 판단되고, 2차 농축조의 용량이 충분하므로 설계조건에서도 1차 및 2차 농축조의 유입 및 인발을 적정화하면 운영상 문제는 없을 것으로 판단된다.

2차 농축조의 체류시간은 설계조건과 평균조건에서 각각 61.43시간과 150.66시간으로, 상한 기준인 48시간을 초과하였고, 고형물 부하는 설계조건에서는 적정한 것으로 나타났다.

평균조건에서 체류시간이 지나치게 과다해지므로 1지씩 순환가동을 하고 슬러지 Aging에 의한 상징수 수질악화와 농축 및 탈수성 악화를 방지하기 위해 유입 및 인발의 적정화가 필요하다.

<표 5.3-12> 배출수 처리시설별 용량 평가(활성탄 미주입 시)

검토항목		검토기준	설계유량 · 설계탁도	평균유량 · 평균탁도
배출수지용량		1회 배출량 이상	460m ³ /회 < 1,512m ³	
회수율		취수량 10%내	1.7	2.0
배슬러지	용량	24시간 평균 배슬러지량 이상	3,425m ³ > 462m ³	1,316m ³ > 462m ³
1차농축조	체류시간	24~48시간	4.40	11.45
	고형물부하	10~20kg/m ² · 일	109.02	25.14
	위어부하	150m ³ /m · 일이하	37.0	12.2
2차농축조	체류시간	24~48시간	61.43	150.66
	고형물부하	10~20kg/m ² · 일	15.72	3.64
	위어부하	150m ³ /m · 일이하	6.8	3.4
탈수기운영시간		-	9.3	2.2

④ 방류수 수질과 농축슬러지 및 탈수케익 함수율

「수질및수생태계보전에관한법률시행규칙」 제6조[별표 4]에 따라 1,000 m³/d 이상의 수도사업시설(역세를 하지 않고 물리적으로만 처리하는 시설은 제외)은 폐수배출시설로 분류되며, 이들 시설에서 발생하는 폐수는 「동법시행규칙」 제32조(배출허용기준)에 의한 [별표 13]의 배출허용기준을 적용받게 된다.

그러나 하수처리구역에서 「하수도법」 제28조에 따라 공공하수도관리청의 허가를 받아 폐수를 공공하수도에 유입시키지 아니하고 공공수역으로 배출하는 폐수배출시설 및 「하수도법」 제27조제1항을 위반하여 배수설비를 설치하지 아니하고 폐수를 공공수역으로 배출하는 사업장에 대한 배출허용기준은 공공하수처리시설의 방류수 수질기준을 적용한다. 방류수 수질기준은 2008년 1월 1일부터는 기타지역에 대해서도 특정지역기준을 적용하도록 하였으며, 2008년 11월 13일 개정된 하수도법 시행규칙에서는 하수처리용량을 50m³ 이상과 미만으로 나누어 방류수 수

질기준을 정하고 있다. 이에 따라 SS 10mg/L, COD 40mg/L 이하를 만족 시켜야 한다.

아래 표에 방류수 수질을 나타내었으며, 방류수의 pH, COD는 평균값은 2008년부터 적용되는 방류수 수질기준에 적정하나, SS의 경우 2008년에 기준인 10mg/L를 3번 초과하여 운영되고 있으므로, 농축보조제를 사용하는 등의 운영적정화를 통하여 방류수질을 개선하여야 한다.

<표 5.3-13> 방류수 수질, 농축슬러지 및 탈수케익 함수율

항목		기준	평균	최대	최소
방류수	pH	5.8~8.6	7.3	7.7	7.0
	COD(mg/L)	40	7.6	15.6	2.6
	SS(mg/L)	10	5.5	20.0	1.0
농축슬러지	함수율(%)	-	96.7	98.7	93
탈수케익	함수율(%)	-	74.6	80.9	60

주) 2007년 1월부터 2008년 12월 자료(2008년 9, 10, 11월 자료 없음)