

下水道시설 장래계획 및 현황

- 대구 달서천 하수종말처리장 시설개요 및 전망 -

〈연재 II〉

구분대/달서천하수종말처리사업소·소장

2. 처리공정 및 시설개요

1) 수처리 시설

가) 침사지설비

침사지의 기능은 하수중에 함유되어 있는 사립자 및 비부패성무기물질을 제거하는데 있다. 침사제거를 확실하게 하므로써 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

(1) 펌프, 오탁제거기등, 기계설비의 마모를 방지한다.

(2) 처리장의 배관내에 모래가 침적되어 발생할 수 있는 관의 폐쇄를 방지한다.

(3) 소화조나 침전지에 모래가 침전되는 것을 방지한다.

— 달서천계(가정하수)의 침사지 설비

본계통의 침사지는 중력침사지를 채용하였다. 침사의 제거대상입자의 크기는 0.2mm, 입자의 비중은 2.65로서 수면적 부하 1,800ml/ml/일로 계획하였으며 침사제거 설비는 “그라브바켓”을 채용하였다.

채용이유로서는 우천시 하천 및 수로에 침적되었던 모래가 다량으로 침사지에 유입될 위험이 있기 때문이다. 침사지에서 반출되는 침사는 세사설비(후라이트 콘베야방식)에서 2차 처리수로 세척수 물을 분리시켜 침사호파에 이송된다.

— 삼공단계(공장하수) 침사지 설비—

본 계통의 침사지는 폭기침사지를 채용하였다. 폭기침사지는 체류시간을 시간최대 오수량에 대하여 2분으로 하였으며 분산장치에 의하여 침사지 저부에 지의 길이 1m당 12ℓ/sec의 공

기를 보내 하수를 30cm/sec의 유속으로 선회시켜 그 원심력으로 침사를 분리하여 호파에 이송한다. 이송된 침사는 스크린 콘베어에 의하여 흙바에 이송 반출된다.

본 계통에서 폭기침사지를 채용한 이유는 다음과 같다.

(1) 하수중에 부유된 유분농도가 높으므로 폭기침사지의 부유제거하는 효과를 이용한다.

(2) 공급공기(22ml/분)에 의하여 유입하수의 부패방지 및 예비 BOD, SS의 부수적인 제거효과를 이용한다.

나) 스크린설비

스크린은 하수중에 부유되어 있는 비교적 큰물질이나, 섬유성 물질을 펌프 양수전에 제거하기 위하여 설치, 처리장의 기계설비의 기능보전을 목적으로 설치하는 것이다.

본 계획에서는 달서천, 삼공단계통 공회 조목, 세목 두개의 스크린을 설치하였다.

(1) 조목스크린

조목스크린은 침사지 전방에 눈크기 75mm, 경사각 60°(수평에 대하여)로 설치하였으며 또한 스크린의 찌꺼기는 인력으로 제거한다.

조목스크린의 설치이유는 다음과 같다.

첫째, 제 1기 사업에서는 제거방식의 합류식이기 때문이다.

둘째, 잠정적으로 오수의 차집거가 개거(달서천, 삼공단수로를 이용)로서 비교적 큰 협잡물 혼입의 위험성이 높기 때문이다.

달서천계는 폭 1.5m×4기, 3공단계는 폭 2.0m×2기를 설치하였다.

(2) 세목스크린

세목스크린은 조목스크린을 통과한 하수중의 협잡물을 다시 제거하기 위하여 침사지의 후부에 설치, 스크린의 눈크기는 25mm로 하고 수평에 대한 경사각은 양계통 공히 75°로 하였다.

달서천은 폭 1.5m, 4기, 3공단계는 폭 2.0m, 2기씩을 설치하였다.

다) 유입펌프실

침사 및 스크린 찌꺼기가 제거된 하수는 유입펌프에 의하여 토출조에 양수한다. 주펌프실비는 압축사류 펌프를 채용하며 달서천계는 600mm×48ml/min×11.5m×5대이나 예비 각 1대는 차기에 설치하는 것으로 계획하였다.

라) 최초침전지

최초침전지는 하수중에 혼합되어 있는 침전가능 물질을 제거한다.

침전제거가 가능한 물질은 BOD 물질이 유입량의 30%, SS 물질이 35%이다. 최초침전지의 형상은 달서천계통, 3공단계통 공히 구형침전지를 채용하였다. 구형침전지를 채용한 이유로는 처리장계획용지의 규모를 감안 원형과 구형에 대하여 건설비와 유지관리비를 비교 검토한

결과 구형침전지가 유리하였으므로 이를 채택하였으며 그 시설개요는 옆의 표와 같다.

침전지 유입부의 구조는 침전효율에 크게 영향이 있으며 유입부에는 유입속도의 분산 및 하수의 흐름을 균등화하기 위하여 저류판이나 정류벽을 설치하였다.

정류벽은 구경 150mm의 원형공을 유효유수단면적의 8%정도의 단면을 갖도록 하였으며, 또 유입부에는 침전지 1지에 4개소의 수동제수문을 설치, 유량조정, 정비점검시에 사용할 수 있도록 하였다. 유출부는 월류제(삼각제), 유출구를 설치하여 지내유속을 균일하게 하므로서 침전효율의 저하를 방지하도록 월류제의 길이 및 위치를 충분히 고려 하였다.

최초침전지의 오니는 왕복가교식의 오니제거기에 의하여 침전지전방의 호파에 모아 처리되며 제거오니의 함유율은 97%이다.

달서천계의 오니제거방법은 펌프로 직접 인양하여 오니농축조에 압송한다. 3공단계의 하수는 수질농도가 대구시의 공장폐수처리 대상에 따라 본 처리장내에 전처리 시설(High-Rate 활성오니조)설치 여부를 검토 하였다.

즉, 전처리 시설을 설치하는 경우 3공단계통의 최초침전지는 중간침전지와 같이 기능이 요구된다.

중간침전지로부터 예비폭기조에 반송되는 오니량은 100%로서 인양량은 유입하수량과 동량이 된다. 또 제 1기 계획의 경과는 최초침전지의 기능이 요구된다. 따라서 이와 같이 요구되는 시설의 기능이 유동적인 것을 고려하여 오니의 인양은 수압 테레스토푸 발브를 이용하여 오니핏트에 넣도록 하였다.

마) 폭기조

폭기조는 최초침전지 유출 하수중에 (1차처리수) 부유 또는 용해되어 있는 유기물을 제거하기 위하여 1차 처리수와 호기성미생물군체(활성오니)를 혼합하여 가장 적당한 효과(혼합율과 산소공급)에서 유기물이 활성오니에 흡착되어 침전가능한 물질이 되게 하였다.

폭기조의 운전방식은 표준활성오니법으로 하고 구조는 수질과 수량부하의 증가시에 대응할 수

시설명칭	구 조	능 력	전체 계획	금회
최초침 전지(장방형)	달서천계통 폭 9m, 길이 46m, 수심 3.3m 8지(장래 16지)	수면적부하 : 38.9ml/ml/일 체류시간 : 2시간 무폐쇄형 오니펌프 100mm×10m×1.0ml/분×5.5kw(예비 2대)	4대	2대
	3공단계통 폭 9m, 길이 45.5m 수심 3.3m 12지	수면적부하 : 30ml/ml/일 체류시간 : 2시간 무폐쇄형 오니펌프 100mm×10m×1.0ml/분×5.5kw(예비 2대)	4대	4대

있게 하기 위하여 계단식 폭기방식이 가능토록 하였다. 달서천계통의 운전부하는 $F/M=0.3kg$ BOD/kg, MLSS, D.MLSS=1,900mg/l, 체류시간 6시간이다. 하수성상은 일반가정하수가 주체이므로 생분해성이 양호한 하수로 추정되어 운전부하의 설정에 대하여는 특별한 문제는 없으나 제 1기 계획에서 차집관의 완성시까지의 하수는 달서천 웨어로부터 유입하게 되므로 하수량, 수질, 수온의 변동이 매우 클 것으로 예상된다.

수량은 유입설비로 조정하며 수질 수온의 변동은 운전부하에 의하여 대처토록 하였으며 3공단계통의 운전부하는 $F/M=0.25kg$ BOD/kg, MLSS, D.MLSS=1,900mg/l이며 체류시간은 7시간으로 하였다.

3공단계통은 달서천계통과 같은 유입형태이나 유입하수중에 공장폐수의 혼입율이 높다. 그러므로 처리가능보전을 위하여 달서천계통의 시설보다 운전부하를 경감시켰다.

폭기조의 구조는 프러그 흐름방식으로 하였으며 운전방식은 표준방법 및 계단식 폭기법이 가능하도록 하였다. 표준법(재래식)은 전량을 주유입 게이트로부터 조내에 투입한다. 또한, 계단식 폭기법은 1조분의 하수량을 4개소로 부

터 투입되며 유입수로의 조는 측벽상부에 설치 각 투입점의 유량이 균등화가 용이한 구조로 하였다.

반송오니는 폭기조의 처리효율을 결정하는 주된 요소이다. 반송오니 분배조는 각조에 반송하는 양의 균등화 및 운전상태에 대응하는 반송량을 조정하기 위하여 설치하였으며 반송오니량은 웨어와 발브설치에 의하여 조정하도록 하였다.

산기설비는 Submerged Turbine 를 채용, 방식은 브로와로 부터 공급되는 압축공기를 Submerged Turbine의 특징은 공급 공기량의 경감이 가능(용해효율이 양호)하므로 소비 전력량이 선회류방식에 비하여 적다.

또한 건설비도 저렴하다.

폭기조의 유출설비는 유입하수량의 변동에 의한 폭기조의 수심변화를 방지하기 위하여 조 전쪽에 유출웨어를 설치하였다.

또 소포설비는 폭기조에 발포현상이 있는 경우 염소소독전의 처리수(간이여과수)를 분사하여 소포한다.

이 발포현상은 하수중의 세제, 조내의 MLSS 농도등에 기인한다.

바) 최종침전지

시설명칭	구 조	능 력	전체계획	금회
최종침전지	달서천 원형방사류형 38.5m × 3.7mH, 4지(장래 8지)	수면적부하 : 27.7 m ³ /m ² /일 체류시간 : 3.2 시간 반송오니펌프(사류와권펌프) 300mm × 12m ³ /분 × 6m × 22kw 잉여오니펌프(무폐쇄와권펌프) 100mm × 1.5m ³ /분 × 6m × 5.5kw (예비 1대) 잉여오니량 : 1,325m ³ /d	8대	4대
	3공단 원형방사류형 43.5m × 3.7mH, 4지	수면적부하 : 20.2 m ³ /m ² /일 체류시간 : 4.4 시간 반송오니펌프(사류와권펌프) 350mm × 11.5m ³ /분 × 6m × 45kw 잉여오니펌프(무폐쇄와권펌프) 100mm × 1.5m ³ /분 × 6m × 5.5kw (예비 1대)	4대 2대	4대 2대

최종침전지는 폭기조의 유출수에 부유된 침전 가능한 물질을 침전 제거한다. 최종침전지의 형상은 달서천 및 3공단계통 공히 원형침전지를 채용하였으며 그 시설개요는 앞의 표와 같다.

최종침전지에 유입되는 하수는 분배조에서 각 지에 균등하게 분배가능토록 하였으며 유량의 분배는 월류웨어에 의하여 분배되며 분배된 하수는 배관을 따라 최종침전지로 송수된다. 송수된 하수는 중앙유입정에 들어가게 되며 유입정의 직경은 침전지 직경의 1/10로 하였다.

유입정의 벽면은 유공은 정류판으로 하여 하수를 방사상으로 지내에 확산한다. 유출수는 침전지 측벽부근에 설치하는 월류웨어를 통하여 지내로 유출된다. 최종침전오니의 제거 설비는 회전식스크레이퍼로 채용하였다.

오니는 지의 중심에 설치하는 호퍼로 물을 압력에 의하여 반송오니펌프정(유량분배조 하부)에 유입된다.

각 침전지로 부터 유출되는 오니량은 전자유량계에 의하여 계량된다. 반송오니는 무폐쇄형, 외권펌프에 의하여 반송오니분배조에 반송된다.

달서천계통과 3공단계통의 반송율은 서로 다르다. 반송오니량의 총량은 전자유량계로 계량한다. 달서천계통의 반송오니량은 통상운전시에는 계획유량의 32%로 하였으며 이상시의 대책을 고려한 최대 반송가능량은 계획유량의 50%로 하였다. 3공단계의 유입하수의 성상(공장폐수의 혼입량이 큼)을 고려하여 여러 경우의 운전부하(F/M비)설정이 가능토록 하였다. 그러므로 최대반송 가능량은 계획유량의 75%정도이다.

잉여오니의 생성량은 달서천, 삼공단계통 공히 유입하수량의 1%정도이다. 잉여오니량은 전자유량계로 계량한다. 잉여오니펌프는 무폐쇄형, 외권펌프로 하여 오니농축조, 분배조에 잉여오니를 압송한다.

최종침전지의 스크램은 스크램제거장치로 스크램박스에 모아서 스크램핏트에 배출하여 물을 제거한다.

사) 염소산화조

처리수는 하천 방류전에 염소멸균을 실시한다. 수질시험결과에서 보면 유입수의 대장균 군수는 10^7 정도였다. 일반적으로 대장균 군수는 하수처리공정을 진행함에 따라 감소하여 표준활성오니

법에서는 98%정도 제거된다.

제 1기계획은 우천시에는 침전방류(1차처리)하는 경우가 있을 것이므로 소독설비는 안할 수 없다. 한편, 우리나라 하수처리장 방류수 기준에는 대장균 군수에 대한 규정은 없으나 하천수질의 환경기준에는 군수가 규정되어 있다.

그러므로 본 계획에서는 공공수역의 수질보전을 위하여 방류수의 소독설비를 설치 하였다. 염소접촉조의 유효용량은 설계수량(일최대오수량)의 15분 체류시간으로 하고 방류수 소독약제인 액체염소는 기화기를 경유하여 염소접촉조의 유입부에 주입하는 것으로 하였다.

액체염소는 생체에 극히 유해하므로 그 사용에 있어 세심한 주의가 필요하다. 염소가스 누출대책으로 누출검지기 및 염소가스 중화설비도 설치토록 하였다.

아) 방류설비

멸균을 완료한 처리수는 배수문을 경유하여 달서천에 방류된다.

방류거는 압거로서 단면크기 : $2,800\text{mm} \times 2,800\text{mm}$

구 배 : 0.25%

유하능력 : $6\text{m}^3/\text{sec}$ 이다.

방류거단면 결정은 2001년의 시간최대 오수량($Q=6,748\text{m}^3/\text{sec}$)이 자연유하가 가능한 단면으로 하였다.

배수문비는 달서천 수위의 상승에 의하여 장내 침수 및 침수에 의한 처리시설, 설비의 손상을 방지하기 위하여 설치된 것이다.

2) 오니처리 시설

가) 오니농축조

오니농축조는 슬러지상의 오니를 고액분리하여 오니의 고형물농도를 높이며 용적을 감소시키는 시설이다.

농축조에 유입하는 오니는 최초침전오니와 잉여오니의 혼합오니이다.

최초침전지 오니와 잉여오니의 성상은 서로 다르므로 동농축율을 향상시키기 위하여 충분히 혼합하여 균일하게 하여 농축조에 투입한다. 농축방식은 중력식 농축방식으로 그리고 조의 형상은 원형조로 하였다. 최초침전지 및 최종침전지로부터 제거된 오니는 농축조 유입전에 오니 혼합 분

배조에 착수된다.

오니 혼합 분배조는 성상이 서로 다른 2 종류의 오니를 혼합후 각조에 균등량 분배한다. 양의 분배는 율류웨어에서 한다. 오니농축조에 투입된 오니는 12시간 조내에 체류하여 중력에 의해 침강, 압밀, 농축된다. 농축오니의 농도는 $40,000\text{mg}/\ell$ 로 한다. 농축오니는 회전식 오니 제거기에 의하여 조 중심부의 호퍼에 모아 오니 펌프로 직접인양 오니 소화조에 이송한다.

그러나, 오니소화조의 이상시 대책을 고려하여 농축조는 직접탈수가 가능하도록 한다. 농축조 상등액은 농축조 측벽에 설치한 펌프로 부조외에 유출하며 스크امج거후 각 계통의 침사지에 자연유하로 반송한다.

농축조 수면에 부유된 스크암은 스크암박스에 모아 스크امج거기로 제거한다.

나) 오니소화조

오니소화조는 오니중의 유기물질을 혐기성 미생물의 생분해 반응을 이용하여 분해한다. 이 분해반응에 의하여 오니의 양은 감소되며 성상은 안정화된다.

오니소화 방식은 혐기성 가온 소화방식으로서 소화 온도는 35°C 소화일수는 30일로 하였다. 이 계획치로부터 소화조의 유기물질 분해효율은 오니중에 함유된 60%의 유기물질을 50% 이상 분해하는 것으로 본다.

오니소화조는 제 1차조, 제 2차조를 1조로 하였는데 1차조는 유기물 분해촉진을 위하여 가온(중기에 의한) 및 가스교반을 행한다. 1차조의 체류일수는 15일이다. 2차조에서는 소화 오니와 소화탈리액의 분리 및 오니농축이 행해지며 체류일수는 1차조와 같은 15일이다. 1차조의 교반은 발생가스를 순환부로와로 조내에 불어넣어 가스 Diffuser에 의한 소화오니와 투입오니의 혼합을 행하며 동시에 조내의 온도를 균일하게 한다.

소화조의 스크암은 교반설비와 같이 가스순환부로와로 부터의 가압가스를 오니수면의 천부에 불어넣어 파쇄한다. 스크암 파쇄설비(배판)는 1차조와 2차조에 모두 설치하였다.

가온용 열원은 오니탈수기동에 설치한 보일러에서 공급되며 투입오니를 소화온도까지 높이는

데 이용하며 보일러의 연료는 소화가스를 이용하므로써 증유의 소비량이 절약된다.

보일러 용수는 상수를 연수기로 철이온, Mn이온, 잔류염소를 제거하여 사용한다.

소화오니의 1차조로부터 2차조에 이송 및 2차조에서의 인양은 가스부로와동에 설치한 무폐쇄형 오니펌프에 의하여 인양된다. 2차조에서 인양되는 소화오니는 탈수기동 지하의 오니저류조에 압송한다.

소화완료후의 오니농도는 $50,000\text{mg}/\ell$ 이다.

소화탈리액은 1차조, 2차조 쌍방으로 부터 인양이 가능하다. 소화탈리액의 성상은 소화조의 운전상태에 영향을 주며 양호한 운전상태에서는 $\text{BOD} : 300\text{mg}/\ell - 600\text{mg}/\ell$, $\text{TS} : 2,000\text{mg}/\ell - 5,000\text{mg}/\ell$ 이다.

이 탈리액은 자연유하로 각 계통의 침사지에 반송된다.

다) 오니탈수설비

소화조에서 감량화, 안정화된 오니는 탈수공정에 이송한다.

오니는 탈수전에 소기의 탈수효율을 얻기 위하여 약품투입에 의한 조정을 행한다. 조정후의 오니는 탈수기에 의해 탈수되어 최종처분된다. 탈수 기종은 벨트 프레스필터를 채용하였으며 본 기종은 탈수후의 오니함수율이 평균 75%정도이며, 운전시의 부하가 극히 적고 전력소비도 적어 경제성이 높은 탈수기이다. 오니 조정은 약품용 집으로 하게 되며 사용약품인 고분자 응집제는 무기계응집제(철염, 석회)에 비하여 투입량이 적으며(건조고형물량에 대한 0.5-1.0%)약제에 의한 오니량의 증가도 없다. 약품주입설비는 오니탈수기동 지하에 약품용해조를 설치하여 상수로 용해(3시간분)하여 탈수기에 압송한다.

약품주입량은 탈수전후의 오니성상을 관찰하여 첨가량을 조정하는 것을 절대조건으로 한다. 약품조정을 완료한 오니는 탈수기로 탈수되어 케익이라 불리우는 고형물이 된다.

이 오니케익은 탈수기 하부에 설치한 벨트콘베이어에 의하여 반출호퍼에 일시저류 처리된다.

Ⅲ. 달서천 하수종말처리장 운영방안

달서천처리장은 관로에서 운반된 하수를 최종

적으로 처리해서 방류하므로써 금호강 하류의 수질보전을 위한 중요한 시설이다.

그러므로 처리장의 운전이 장시간 정지되는 일이 없도록 사전에 처리장시설이나 설비에 대한 안전 사고대책을 예측, 이에 충분한 대비태세를 갖추고 있다.

하수는 미생물 활동을 이용한 활성오니로 처리하기 때문에 미생물이 항상 잘 증식할 수 있는 환경이 되도록 하여야 하며 갑작스런 독성물질의 유입으로 미생물의 증식환경이 파괴되는 일이 없도록 유의하도록 하고 또 펌프장과 처리장에서의 주된 유지관리 작업은 주간에 실시하여 주야를 불문하고 그 기능을 충분히 발휘할 수 있는 체제로 되어야 하므로 야간작업은 시설의 운전 감시 정도만 하고, 가동하고 있는 기기가 고장이 났을 때는 예비기기를 교체하는 응급처치를 하고 고장은 가능한 한 주간에 인계하고 있다.

펌프장과 처리장의 유지관리는 연간, 월간 및 주간등 정기적인 작업계획에 의해 실시하고 고장난 기기는 차질없이 수리 및 보충토록할 방침이다.

그리고 처리장에는 수처리와 오폐수에 따른 구조물 이외 전기설비, 펌프기계 및 제어설비 뿐만 아니라 연료 및 염소등의 위험물이 있으므로 인명사고, 화재 및 폭발등의 위험한 요소가 많기 때문에 각종 기기를 취급하는데 필요한 지식의 습득과 자격을 취득하여 재해를 초래하는 일이 없도록 하며, 더우기 처리장에서는 전력을 크게 소비하는 송풍기등의 기기가 있으므로 항상 주의하여 효율적으로 가동되도록 하고 처리수질에 영향을 주지않는 범위에서 에너지 절감에 적극 노력하고 있다.

한편, 취기, 파리나 모기등의 해충, 소음, 진동 또는 스크린 찌꺼기나 탈수케이크의 운반 처분등에 대한 대책도 강구할 계획이다.

그리고 처리장은 설비도 다양하고 그 유지관리에 종사하는 직종도 많기 때문에 직원 한사람 한

사람은 하수처리의 향상이라는 동일 목적을 위해 협력해서 유지관리를 수행할 계획으로 있다.

IV. 결 론

본 처리장은 1980년 1월 한국정부와 OECF 차관협정에 의하여 87년 7월 준공하므로써 약 8년에 걸친 대구시 최초의 하수처리장으로 현재 가동 중이며 본 처리장에 이어 두번째로 87년 12월 착공하여 92년 12월 완공예정으로 막대한 건설비를 투자하여 신천하수종말 처리장이 활발히 건설중에 있다. 양처리장이 원활히 가동, 제기능을 발휘할 수 있도록 하기 위해서는 전문적인 지식 및 비상시 대처할 수 있는 능력을 갖춘 전문지식인의 배치가 요구되며 현재 조야잡수교 지점의 BOD가 26.7ppm→4.6ppm, 강창교 지점의 BOD가 87.8ppm에서 25.9ppm 으로 맑아 지므로써 공공수역의 수질회복으로 금호강이 살아나게 될 것이며 주변 생활환경의 개선등 우리모두에게 혜택을 주게 될 것이다.

그러나 처리장 건설비중 30%만 국고에서 지원하고 나머지 70%를 차관 및 지방비로 충당하는 현재의 실정으로는 시의 부담이 너무 과중하여 장래 유지관리비 조달과 처리장 확충 및 신설계획에 많은 어려움이 있다.

따라서, 최소 50%이상 국고에서 지원함이 요망된다.

경제의 성장과 산업의 발달로 나타난 공장폐수의 증가는 기업주 개개인이 금호강을 살아나게 하는 주인공이라 생각하고 공장폐수를 규정에 맞게 처리하여 방류토록 하여야 하겠다.

또한 하수처리장에 종사하는 관리요원은 한사람 한사람이 환경보전에 일익을 담당한다는 긍지를 가지고 수질개선을 위해 노력할 때 대구시민의 젖줄인 금호강은 살아 움직이는 맑고 푸른강이 될 것이다. *

오염되고 후회말고

늦기전에 환경보전