KDS 61 00 00 : 2019

하수도설계기준

2019년 11월 19일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

환경부

하수도설계기준 체계

KDS 61 10 00 하수도설계 일반사항	`22.01
KDS 61 15 00 하수도내진설계	`19.04
KDS 61 31 05 전기계측제어설비 설계기준	`21.01
KDS 61 40 00 관로시설 설계기준	`22.12
KDS 61 45 00 펌프장시설 설계기준	`22.11
KDS 61 50 00 수처리시설 설계기준	`22.01
KDS 61 55 00 찌꺼기(슬러지)처리시설 설계기준	`19.11
KDS 61 60 00 분뇨처리시설 설계기준	`19.11
KDS 61 90 05 일반관리시설 및 설계시 고려사항	`19.11

설계기준 Korean Design Standard

KDS 61 10 00: 2025

하수도설계 일반사항

2025년 1월 21일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

환경부

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 하수도설계 일반사항과 관련한 연구 결과와 하수도설계기준 개정 소위원회 및 자문위원 검토의견 결과에 따라 개정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
KDS 61 10 00:2017	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2017.10)
KDS 61 10 00:2018	• 우수배제계획 수립시 우수유출량 산정에 필요한 방법 및 고려사항 추가	개정 (2018.12)
KDS 61 10 00:2019	• 하수도용 자재와 제품의 사용기준 추가	개정 (2019.11)
KDS 61 10 00:2022	•기후변화에 선제적 대응을 위한 강우 설계빈도 내용 개정	개정 (2022.1)
KDS 61 10 00:2025	•내수침수 방지를 위한 우수배제 개선계획 수립 시 구조적 대책과 비구조적 대책을 고려하도록 내용 추가	개정 (2025.1)

제 정 : 2017년 10월 27일 개 정 : 2025년 1월 21일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 환경부 생활하수과
관련단체 : 한국상하수도협회 작성기관 : 한국상하수도협회

- 환경부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 하수도설계 일반 ····· 1
1.1 총설 ····· 1
1.2 하수도계획의 기본방침 ····· 1
1.3 하수도계획의 기본적 사항 ····· 3
1.4 조사 ····· 5
1.5 우수배제계획 ····· 7
1.6 오수배제계획 ····· 9
1.7 하수처리계획 및 재이용계획 ····· 11
1.8 찌꺼기(슬러지)처리·이용계획 ····· 14
1.9 분뇨처리계획 ····· 15
1.10 합류식하수도 강우시 방류부하량 저감계획 ····· 16
1.11 시설계획 ····· 16
1.12 설계기준 ····· 18
1.13 유역별 통합운영관리계획 ····· 18

1. 하수도설계 일반

1.1 총설

1.1.1 적용범위

본 하수도설계기준은 공공하수도의 설치에 필요한 하수도시설의 계획 및 설계에 적용하는 설계기준이다.
하수도시설은 시설규모 전체를 대상으로 하며 시설규모에 맞도록 공정과 세부시설을 구성하고 하수도기능이 적정하게 유지될 수 있는 효율적인 계획 및 설계가 되도록 하여야 한다.
하수도설계기준은 보다 효율적이고 경제적인 신기술 개발에 대처하기 위하여 계속 보완되어야 한다.

1.1.2 하수도시설의 목적

하수도시설은 하수도법 제1조에 따라 하수와 분뇨를 적정하게 처리하여, 하수의 범람으로 인한 침수 피해를 예방하고 지역사회의 지속가능한 발전과 공중위생의 향상에 기여하며 공공수역의 물환경을 보전함을 목적으로 한다. 또한 건전한 도시 물환경의 회복과 함께 지속발전 가능한 도시조성을 위한 기반시설의 한 축으로서 하수를 자원으로 유효이용 하고 하수처리수를 물 부족지역의 용수로 공급하여 도시의 대사기능 유지와 자원순환형 사회로 전환하기 위한 수단으로 이용하며, 주민생활의 중심이 되도록 친환경·주민친화적 시설로 생활공간으로서 역할을 하는 것이다.
(1) 생활환경의 개선
(2) 기상이변의 국지성 호우 대응 침수피해 방지
(3) 공공수역의 수질환경기준 달성과 물환경 개선
(4) 자원절약, 순환형 사회 기여 및 하수도의 다목적 이용 등 지속발전 가능한 도시구축에 기여

1.2 하수도계획의 기본방침

1.2.1 하수도계획의 기본적 요건

하수도계획은 하수・분뇨의 유출 및 처리・이용, 그리고 찌꺼기(슬러지)처리·이용의 기능을 갖추는 것을 기본요건으로, 건전한 물순환과 물환경 유지, 물재이용과 자원이용 기능을 갖추어야 한다.

1.2.2 우수배제계획

우수배제에 관한 하수도계획은 국지성 집중호우를 고려하여 자연재해 발생 방지를 위한 우수배제와 대상지역의 우수배제와 관련있는 하천, 농업용 배수로 및 기타 배수로 등과 함께 하수도를 포함한 종합적인 우수배제계획을 수립한다. 또한 수로와 하수도, 펌프장 위주의 우수배제계획 이외에도 기후변화와 도시화에 따른 유출량 증가에 대처하기 위해 가능한 한 도시 공공용지의 지하공간 등을 이용한 하수 저류시설이나 배수터널 등 다양한 하수도계획을 수립한다.

1.2.3 오수배제계획

하수처리구역 내에서 발생한 오수는 공공하수처리시설까지 이송하여 처리될 수 있도록 계획하여야 한다. 단, 합류식 하수도의 경우 강우시 계획하수량을 초과하여 공공수역으로 유출이 불가피할 경우 KDS 61 40 00(11. 합류식하수도 강우시 방류부하량 저감시설)에 따라 방류부하량 저감계획을 우선 고려하여야 한다.

1.2.4 하수처리·재이용계획

하수처리·재이용계획은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 수질 및 수생태계 환경기준과 하수도

수질 및 수생태계 환경기준이 설정되어 있는 수역의 하수도계획은 해당수역 기준의 달성을 전제로 하여 정한다. 한편, 수질 및 수생태계 환경기준이 설정되어 있지 않은 수역의 하수도계획은 물이용 상황에 따른 수질환경기준을 예상하여 기준설정수역에 준하여 정한다.

(2) 하수도정비기본계획

하수도정비기본계획이 정해져 있는 관할구역내의 개별적인 하수도계획은 하수도정비기본계획에 적합한 것이어야 한다.

(3) 물 이용계획과 하수도

처리수를 계획적으로 순환 이용하는 경우의 하수도계획은 지역의 물 이용계획을 고려한다.

1.2.5 찌꺼기(슬러지) 처리·재이용계획

하수찌꺼기(슬러지)는 하수처리과정에서 발생되는 오염물질로서 안전한 방법에 의해 자연으로 환원시키거나 순환이용 되도록 처리하여야 한다.

찌꺼기(슬러지)처리·재이용에 관한 계획은 해양투기가 전면 금지됨에 따라 하수찌꺼기(슬러지) 발생량을 원천적으로 감량하고 발생찌꺼기(슬러지)의 성상과 지역여건을 고려하여 찌꺼기(슬러지)의 자원적 가치가 충분히 활용되어 최대한 에너지 자립을 높이고, 탄소배출을 저감할 수 있도록 수립한다.

1.2.6 통합운영관리계획

하수도시설은 사회 및 경제가 고도로 발전함에 따라 종류 및 개소가 다양해지고 증가하고 있으며, 이들 시설의 효율적인 관리가 요구되고 있다.

통합운영관리계획은 관할 구역내 하수도시설 전체와 그 외 환경기초시설을 포함하여 추진하며 하수도시설의 운영관리가 효율적이고 유지관리비용이 저감되도록 계획하여야 하며, 유역별 수질관리체계에 부응되어야 한다.

1.2.7 친환경·에너지절약계획

(1) 하수도시설은 해당 지역 여건을 고려하여 친환경·주민친화적 시설이 되도록 하여야 한다. 친환경 주민친화적 하수도는 사용자재, 주변지역의 향후 개발가능성, 인구밀집지역과의 이격거리,

주변 토지이용현황 등을 종합적으로 고려하고 필요 이상의 과도한 시설이 되지 않도록 한다.

(2) 하수도시설은 운영 및 유지관리시 에너지를 절약할 수 있는 시설로 계획하고 궁극적으로는 에너지자립률을 최대화하는 것을 목표로 하여야 한다.

1.3 하수도계획의 기본적 사항

1.3.1 계획목표년도

하수도계획의 목표년도는 시설의 내용년수 및 건설기간이 길고 특히 하수관로는 하수량의 증가에 따라 단계적으로 단면을 증가시키기 어려우므로 장기적인 관로계획을 수립한다.

하수도계획의 목표년도는 원칙적으로 20년으로 하며, 해당지역에 따라 국가환경종합계획 등 환경관련 계획과 도시기본계획을 고려하여 계획목표년도를 결정하도록 한다.

1.3.2 계획구역

하수도의 계획구역은 처리구역과 배수구역으로 구분하여 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 하수도 계획구역은 원칙적으로 관할 행정구역 전체를 대상으로 하되, 자연 및 지역조건을 충분히 고려하여 필요시에는 행정경계 이외구역도 광역적, 종합적으로 정한다.

(2) 계획구역은 원칙적으로 계획목표년도까지 시가화될 것이 예상되는 구역 전체와 그 인근의 취락지역 중 여건을 고려하여 선별적으로 계획구역에 포함하며, 기타취락지역도 마을단위 또는 인근마을과 통합한 하수도계획을 수립한다.

(3) 공공수역의 수질보전 및 자연환경보전을 위하여 하수도정비를 필요로 하는 지역을 계획구역으로 한다.

(4) 새로운 시가지의 개발에 따른 하수도계획구역은 기존시가지를 포함한 종합적인 하수도계획의 일환으로 수립한다.

(5) 처리구역은 지형여건, 시가화 상황 등을 고려하여 필요시 몇 개의 구역으로 분할할 수 있다.

(6) 처리구역의 경계는 자연유하에 의한 하수배제를 위해 배수구역 경계와 교차하지 않는 것을 원칙으로 하고, 처리구역외의 산지 등 배수구역으로부터의 우수 유입을 고려하여 계획한다

(7) 찌꺼기(슬러지)처리시설과 소규모하수처리시설의 운영에 대해서는 필요시 광역적인 처리와 운전, 유지관리가 가능하도록 시설을 계획한다.

1.3.3 배제방식

하수의 배제방식에는 분류식과 합류식이 있으며 지역의 특성, 방류수역의 여건 등을 고려하여 배제방식을 정한다.

공공수역에서는 최근 녹조발생 등과 같은 수질오염문제를 방지하기 위해 하수도의 역할이 커지고 있으므로 하수도계획시의 배제방식은 공공수역의 수질오염방지를 위해서 분류식으로 할 수 있다. 또한 기존 하수도시설의 형태 및 지하매설물의 매설상태 등 여러 가지 여건상 분류식의 채택이 어려운 경우, 공공수역의 수질보전에 지장이 없고 방류수역의 제반조건에 대하여 적절한 대책이 강구하여 합류식으로 계획할 수 있다.

하수의 배제는 분류식하수도의 오접합 같은 기술적인 문제와 경제적인 문제, 기존하수도의 여건, 방류수계의 수질보전문제, 초기우수처리시설 설치 필요성 등을 종합적으로 검토하여 방식을 결정하여야 한다.

1.3.4 분뇨처리와 하수도

하수처리구역내에서 발생하는 수세분뇨는 관로정비상황 등을 고려하여 하수관로에 배출하는 것을 원칙으로 한다. 또한, 수거식화장실에서 수거되는 분뇨는 하수처리시설에서 전처리 후 합병처리하는 것을 원칙으로 한다.

합류식에서 정화조 등 개인하수처리시설 설치는 관로정비가 시행되기까지의 잠정적인 조치이고 공사비 및 유지관리비 등에 따른 이중투자의 방지를 위해서 처리구역내에서 발생하는 수세식분뇨는 하수관로를 통하여 하수처리시설로 유입하는 것을 원칙으로 한다.

1.3.5 하수도시설의 배치, 구조 및 기능

하수도시설의 배치, 구조 및 기능은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 하수도시설의 배치, 구조 및 기능은 유지관리상의 조건, 지형 및 지질 등의 자연조건, 방류수역의 상황, 주변환경조건, 시설의 단계적 정비계획, 시공상의 조건 및 건설비 등을 충분히 고려한다. 특히, 토구(吐口)의 위치 및 구조는 방류수역의 수질 및 수량에 미치는 영향을 종합적으로 고려하여 결정하여야 하며, 계획외수위는 하천의 경우 해당하천의 계획홍수위, 해역의 경우 삭망만조위(朔望滿潮位)로 한다

(2) 하수도시설의 용량은 시설의 변동요인에 대응할 수 있도록 여유를 둔다.

(3) 하수도시설은 예측하기 어려운 사고 및 고장뿐만 아니라 보수 및 점검시에도 시설로서의 일정한 기능을 유지할 수 있도록 필요에 따라 예비시설을 설치하며, 시설의 신뢰성, 확실성 및 안전성을 높이기 위해 필요에 따라 시설의 복수화를 고려한다.

(4) 하수관로 시설은 인근에 도로함몰이나 지반침하를 발생시키지 않아야 하며, 또한 누수 및 지하수 유입 대책을 강구하여야 한다.

(5) 하수관로, 펌프장 및 처리장의 시설계획은 오수의 양 및 질의 파악과 시설의 운전관리를 원활히 하기 위하여 적절한 계측제어설비를 설치한다.

(6) 장래 하수량의 증감이 예상되는 경우에는 이를 반영한 시설계획을 하여야 한다.

1.3.6 법령상의 규제

하수도계획은 하수도법 및 관련 법령상의 규정을 검토하여 반영하여야 하며, 또한 법령상의 규정에 위배됨이 없도록 하여야 하고 국토의 이용 및 계획에 관한법률 등과 이들 법령에 따른 시행령 및 조례와 환경정책기본법의 수질 및 수생태계에 관한 환경기준, 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 및 기타 환경관련 법규상의 규제에 대하여 충분히 고려한다.

1.4 조사

1.4.1 자연적 조건에 관한 조사

하수도계획은 계획대상지역의 자연적 조건에 관하여 다음 사항을 조사한다.

(1) 지역 연혁 및 개황
- ① 지역연혁
- ② 위치, 면적, 지세
- ③ 지형도, 지질도 및 토질조사자료
- ④ 지하수위 및 지반침하상황 등

(2) 하천 및 수계현황
- ① 조사지역내 수역의 유량 및 수위 등의 현황
- ② 하천 및 기존배수로의 상황
- ③ 하천 및 수로의 종·횡단면도
- ④ 호소, 해역 등 수저의 지형, 이용상황, 유량 등

(3) 기상개황 및 재해현황
- ① 강우, 침수의 기록 및 침수피해상황
- ② 펌프장 및 처리장 예정위치 부근에서의 풍향
- ③ 기온
- ④ 지진발생 현황 등

1.4.2 관련계획에 관한 조사

하수도계획시에는 조사지역에 관한 장래계획에 대하여 다음 사항을 조사하여야 한다.

(1) 장기계획
- ① 국가물관리기본계획, 국토종합계획, 초광역권계획, 도종합계획, 시·군 종합계획, 지역계획 및 부문별계획, 광역도시계획, 도시·군계획, 국가탄소중립·녹색성장기본계획 등
- ② 국가환경종합계획, 물환경관리기본계획, 유역물관리종합계획, 중권역 관리계획, 소권역 관리계획, 시·도 환경계획, 시·군·구 환경계획 등
- ③ 국가하수도종합계획, 유역하수도 정비계획, 소하천정비종합계획
- ④ 자연재해저감 종합계획, 특정도시하천 침수피해 방지 기본계획 및 시행계획, 수자원 장기종합계획, 물 재이용 기본계획
- ⑤ 인구, 산업배치 등 계획지역에 관련된 각종 장기계획

(2) 도시계획
- ① 도시계획구역 또는 군계획구역에 따른 도시지역 및 관리지역
- ② 토지이용계획
- ③ 도로계획
- ④ 구획정리, 주택단지 및 공업단지 등의 시가지개발계획
- ⑤ 지역별 방재성능 목표

(3) 하천기본계획 및 하천환경정비사업계획
① 계획종·횡단면
② 계획홍수위 및 계획홍수량
③ 계획저수위 및 계획저수량
④ 기타 흐름상황 개선계획
(4) 오염총량관리계획 및 수계환경관리계획
① 오염총량관리계획
② 오염총량관리시행계획
③ 수계영향권별 환경관리계획
(5) 자연재해대책 계획 및 물수요관리종합계획, 물 재이용 관리계획
① 댐 및 식수전용저수지 계획
② 종합적 치수계획 및 강우유출수 관리계획
③ 수도정비기본계획 및 유수율 제고계획
④ 물수요관리종합계획 및 물 재이용 관리계획
(6) 기타 관련계획
① 지하매설계획
② 토지개량사업계획
③ 폐기물처리에 관한 계획
④ 농어촌 발전계획
⑤ 인접지역의 하수도정비기본계획
⑥ 휴양시설현황 및 개발계획
⑦ 지하수관리기본계획

1.4.3 부하량에 관한 조사

하수도계획시에는 조사지역에서의 발생부하량, 삭감부하량, 배출부하량과 방류예정수역의 허용부하량 및 관리목표에 대하여 다음 사항을 조사한다.

(1) 오염물질의 발생, 삭감, 배출부하량의 조사
① 인구, 주택, 산업, 농축산업, 양식업, 매립시설의 현황 및 계획
② 상수도현황 및 계획
③ 공업용수의 현황 및 계획
④ 주요 공장 및 사업장의 폐수량 및 수질자료 등
⑤ 공장폐수 관련 부하량 조사
⑥ 하수처리구역내 지하수 사용현황 및 계획
⑦ 하수처리구역내 토지이용 현황조사(주거, 상업, 공업, 농지 등)
(2) 오염원별 오염부하량의 발생특성조사
① 하수처리구역내 오염량 조사지점의 설치현황 및 계획
② 조사지점의 위치도 및 수질자료

(3) 오염부하량의 배출특성조사
(4) 공공수역의 허용부하량조사
① 수질현황 및 수질측정시의 수량
② 방류수역의 수질환경기준
③ 물의 이용현황 및 장래계획
(5) 오염부하량의 관리목표
(6) 방류수 및 배출허용기준 등 현황 조사

1.4.4 기존시설에 관한 조사

조사지역의 기존시설에 관하여 다음 사항을 조사한다.
(1) 하수도시설현황 및 계획
(2) 분뇨, 가축분뇨 및 음식물류 폐기물 탈리액의 처리·처분현황
(3) 폐수종말처리시설 현황
(4) 지하매설물 및 기타시설(지하매설물 설치를 위한 굴착으로 인한 굴착영향 범위까지 지질 및 지반공학적 특징을 고려한 조사 포함)

1.4.5 하수의 자원화 및 시설의 유효이용에 관한 조사

하수의 자원화 및 시설의 유효이용에 관해서는 다음 각항을 조사한다.
(1) 처리수의 재이용
(2) 찌꺼기(슬러지)의 재이용
(3) 시설의 다목적 이용

1.4.6 기타 필요한 조사

하수도계획시에는 필요에 따라 다음 사항을 조사한다.
(1) 문화재 및 사적
(2) 지리정보시스템(GIS) 구축에 관한 조사

1.5 우수배제계획

1.5.1 계획우수량

계획우수량은 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 우수유출량의 산정식
최대계획우수유출량은 합리식에 의해 산정하는 것을 원칙으로 하며, 기후변화, 수문분석, 유역특성 분석 등을 고려하여 수정합리식 및 다양한 우수유출 산정식(모형)들이 사용 가능하다.
(2) 유출계수
유출계수는 토지이용도별 기초유출계수로부터 총괄유출계수를 구하는 것을 원칙으로 하며, 지역에 따라 최근 집중호우성 강우양상변화에 의한 침수피해를 저감하기 위해 기초유출계수

를 표준값 범위에서 중간값 이상이나 상한값을 적용할 수 있다.

(3) 설계강우

측정된, 강우자료 분석을 통해 하수도 시설물별 최소 설계빈도는 지선관로 10년, 간선관로 30년, 빗물펌프장 30년으로 하며, 기후변화로 인한 강우특성의 변화추세, 방재상 필요성, 지역 특성 및 경제성을 고려하여 설계빈도를 지선관로 30년, 간선관로 50년, 빗물펌프장 50년으로 하거나 이보다 강화된 기준을 적용할 수 있다.

20년 이상의 강우자료가 있는 지역에서 설계빈도에 따른 강우강도는 강우강도-지속시간-발생빈도곡선(IDF)을 이용하여 산정한다. 강우자료가 부족한 유역 또는 미계측 지역에서는 확률강우량도(http://www.k-idf.re.kr)를 이용하여 강우강도를 결정할 수 있다.

(4) 도달시간

도달시간은 유입시간과 유하시간을 합한 것으로서 유입시간은 최소단위 배수구역의 지표면 특성을 고려하여 구하며, 유하시간은 최상류 관로의 시작으로부터 하류관로의 특정 지점까지의 거리를 계획유량에 대응한 유속으로 나누어 구하는 것을 원칙으로 한다.

(5) 배수면적

배수면적은 지형도를 기초로 도로, 철도 및 기존하천의 배치 등을 답사에 의해 충분히 조사하고 지형에 따라 시가지 후면의 산지 등의 처리구역 외에서 우수가 유입하는 경우는 이를 고려하여야 하며 장래의 개발계획도 고려하여 정확히 구한다.

1.5.2. 내수침수 방지를 위한 우수배제 개선계획

(1) 우수배제 개선 대책에는 구조적 대책과 비구조적 대책이 있으며, 효율적인 침수대응을 위하여 과거 침수흔적도 및 이중배수체계 시뮬레이션(Simulation)을 통한 침수예측분석 결과와 지역 특성에 맞추어 개선 대책을 수립하되, 비구조적 대책을 우선적으로 고려하여 계획한다.

(2) 비구조적인 대책으로 하수관로, 빗물펌프장, 하수저류시설 등 제반시설의 운영 및 유지관리를 강화하고, 유역별 도시침수예보를 활용하여 침수피해를 예방하거나 경감할 수 있으며, 강우 및 침수관련 정보를 수집하여 운영방안 개선계획을 수립한다.

(3) 구조적인 대책으로 하수관로의 통수용량을 늘리고, 빗물펌프장, 하수저류시설을 설치 또는 증설하는 등 우수배제 개선계획을 수립한다.

1.5.3 우수관로계획

관로시설의 계획은 다음사항을 고려한다.

(1) 관로는 계획우수량을 기초로 계획한다.

(2) 관로의 배치는 수두손실을 최소화하도록 고려하며 지형, 지질, 도로폭원 및 지하매설 등을 충분히 고려한다.

(3) 관로의 단면형상 및 경사는 관로내에 침전물이 퇴적하지 않도록 적정한 유속이 확보될 수 있게 정하도록 한다.

(4) 우수관로의 수리계산시 방류수역의 계획외수위를 고려한다.

(5) 기존 배수로의 이용을 고려한다.

1.5.4 빗물펌프장계획

펌프장시설의 계획은 다음 각항을 고려하여 결정한다.

(1) 펌프장 위치의 선정 및 시설계획에 대해서는 입지조건 및 환경조건을 충분히 고려하여 계획한다.

(2) 우수펌프는 계획우수량을 기초로 계획한다.

(3) 펌프장은 우천시에 침수로 인해 기능이 정지하지 않도록 계획한다.

(4) 펌프장의 위치는 배수구역내로 부터 우수를 합리적으로 집수가능한 지점 및 방류수역을 확보할 수 있는 곳으로 한다.

1.5.5 우수유출량의 저감계획

우수배제계획시에는 우수유출저감대책에 대해 검토하고 필요에 맞게 시설계획에 반영한다.

(1) 우수유출저감계획은 우수배제계획이 우수유출첨두량에 대응하기 어려운 지역에 대해 지역의 실태를 반영하여 계획을 수립하는 것으로 한다.

(2) 우수유출저감방법은 우수저류형과 우수침투형으로 적용하며, 우천시 방류수역 유출오염부하 저감, 불투수지역 지하수 함양대책 등의 기능이 충분히 발휘될 수 있도록 한다

(3) 계획우수량을 산정할 때에는 우수유출첨두량을 어느 정도까지 저감시킬 것인가를 설정하고 유출량의 시간적 변화를 나타내는 유출수문곡선을 산출하여 유출저감시설의 저류량과 침투량을 산정한다.

1.5.6 하수저류시설계획

강우시 도시화에 의해 우수유출량이 증대하고, 하류시설의 유하능력이 부족한 경우에는 필요에 따라 하수에 포함된 오염물질이 하천·바다 등의 공유수면으로 방류되는 것을 줄이고 하수가 원활하게 유출될 수 있도록 하수를 일시적으로 저장하거나 오염물질을 제거 또는 감소하게 하는 하수저류시설의 설치를 계획한다.

1.6 오수배제계획

1.6.1 계획오수량

계획오수량은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 오수관로는 계획시간최대오수량을 기준으로 계획한다.

(2) 합류식에서 하수의 차집관로는 우천시 계획오수량을 기준으로 계획한다.

(3) 우천시 계획오수량의 산정시 생활오수량 외에 우천시 오수관로에 유입되는 빗물의 양과 지하수의 침입량을 추정하여 합산하여 구한다.

1.6.2 오수관로계획

오수관로계획은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 분류식과 합류식이 공존하는 경우에는 원칙적으로 양 지역의 관로는 분리하여 계획한다. 부득이 합류시킬 경우에는 분류식지역의 오수관로는 합류식지역의 우수토실보다 하류의 차집관

로(간선관로)에 접속함으로써 합류관로에 접속하는 것은 피한다.

(2) 관로는 악취발생 및 환경위생사항을 고려하여 원칙적으로 암거로 하며, 수밀한 구조로 하여야 한다.

(3) 관로배치는 지형, 지질, 도로폭 및 지하매설물 등을 고려하여 정한다.

(4) 관로단면, 형상 및 경사는 관로내에 침전물이 퇴적하지 않도록 적당한 유속을 확보할 수 있도록 정한다.

(5) 관로의 역사이펀은 반드시 필요한 경우에 설치하도록 하며, 유속을 충분히 확보하고 유지관리가 쉬운 구조 및 기능을 갖추도록 한다.

(6) 오수관로와 우수관로가 교차하여 역사이펀을 피할 수 없는 경우에는 오수관로를 역사이펀으로 하는 것이 바람직하다.

(7) 기존관로는 수리 및 용량 검토와 관로실태를 조사하여 기능적, 구조적 불량관로에 대하여 오수관로로서의 제기능을 회복할 수 있도록 개량계획을 시행하여야 한다.

1.6.3 오수펌프장계획

펌프장계획은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 펌프장의 설치는 경제성, 시공성, 유지관리의 난이도 및 주변환경에 미치는 영향을 종합적으로 검토하여 정한다.

(2) 오수펌프는 분류식인 경우는 계획시간 최대오수량으로 하고, 합류식인 경우는 우천시 계획오수량으로 계획한다.

(3) 펌프장의 유입하수량의 변동에 충분히 대응할 수 있도록 하고 침수되지 않는 구조로 한다.

(4) 펌프장의 위치선정과 시설계획은 입지조건 및 주변의 환경조건을 충분히 고려하여 계획한다.

(5) 주변 지형에 비해 현저히 낮아 자연유하 관로로 매설시 하류관로 심도가 깊어지는 국부적인 지역의 경우에는 소규모(맨홀) 펌프장 또는 자가오수펌프를 설치할 수 있다.

1.6.4 불명수 유입량의 저감계획

오수관로 계획시 불명수 유입을 대비하여 필요에 따라 시설계획을 하여야 하며, 기존 오수관로의 경우에는 불명수 유입량 저감대책을 수립하여야 한다.

(1) 불명수 유입량 조사 및 분석

(2) 경과연수 또는 노후도에 따른 불명수의 지속적 발생을 최소로 하기 위한 유지관리모니터링 계획

(3) 불명수 저감대책 수립

1.6.5 오수이송계획

오수배제를 위한 관로계획은 일반적으로 자연유하 방식으로 이송하는 것이 유리하나, 오수배제 구역의 지역적 특성에 따라 오수이송계획을 경제성, 시공성 등을 검토하여 합리적인 방법으로 달리 정할 수 있다. 하수관로를 합류식에서 분류식으로 전환하는 경우 강우시 수집된 하수가 하수처리시설로 이송되는 과정에서 부적정하게 월류 또는 배출되지 않도록 계획을 수립하여야 한다.

1.6.6 악취저감계획

하수도시설의 악취저감은 발생원에서의 저감, 발산억제, 배출 차단 등 세 가지 방식이 있으며, 악취저감을 위한 시설계획이나 개선대책을 필요한 구간에 반영한다.

1.7 하수처리계획 및 재이용계획

1.7.1 계획인구

계획인구는 계획목표년도에서의 계획구역내 발전상황을 예측하여 다음 사항을 기초로 하여 정한다.

(1) 계획총인구의 추정

계획총인구는 국토계획 및 도시계획 등에 의해 정해진 인구를 기초로 결정한다. 단, 이와 같은 계획이 결정되지 않은 경우는 계획구역내의 행정구역단위별로 과거의 인구증가추세에 의해 계획목표년도의 인구를 정한다.

(2) 인구분포의 추정

계획구역내의 인구분포는 토지이용계획에 의한 인구밀도를 참고로 하여 계획총인구를 배분하여 정한다.

(3) 주간인구

주간인구의 유입이 현저히 큰 지역에 대해서는 주간인구를 고려한다.

1.7.2 계획오수량

계획오수량은 생활오수량(가정오수량 및 영업오수량), 공장폐수량 및 지하수량으로 구분해 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 생활오수량

생활오수량의 1인1일 최대오수량은 계획목표년도에서 계획지역내 상수도계획(혹은 계획예정)상의 1인1일 최대급수량을 감안하여 결정하며, 용도지역별로 가정오수량과 영업오수량의 비율을 고려한다.

(2) 공장폐수량

공장용수 및 지하수 등을 사용하는 공장 및 사업소 중 폐수량이 많은 업체에 대해서는 개개의 폐수량조사를 기초로 장래의 확장이나 신설을 고려하며, 그 밖의 업체에 대해서는 출하액당 용수량 또는 부지면적당 용수량을 기초로 결정한다.

(3) 지하수량

지하수량은 1인1일최대오수량의 20% 이하로 하며, 지역실태에 따라 필요시 하수관로 내구연수 경과 또는 관로의 노후도, 관로정비 이력에 따른 지하수 유입변화량을 고려하여 결정하는 것으로 한다.

(4) 계획1일최대오수량

계획1일최대오수량은 1인1일최대오수량에 계획인구를 곱한 후, 여기에 공장 폐수량, 지하수량 및 기타 배수량을 더한 것으로 한다.

(5) 계획1일평균오수량

계획1일평균오수량은 계획1일 최대오수량의 70~80%를 표준으로 한다.

(6) 계획시간최대오수량

계획시간최대오수량은 계획1일 최대오수량의 1시간당 수량의 1.3~1.8배를 표준으로 한다.

(7) 합류식에서 우천시 계획오수량은 원칙적으로 계획시간최대오수량의 3배 이상으로 한다.

(8) 강우시 계획오수량에 대해서는 기존 하수처리시설 및 간이공공하수처리시설에서 적정 처리할 수 있도록 한다.

(9) 강우시 계획오수량을 초과하여 하수저류시설에 저류되었던 하수를 청천시에 다시 하수처리시설로 수송해 연계처리하는 경우 기존 하수처리시설 용량이 충분히 확보되어야 한다.

1.7.3 계획오염부하량 및 계획유입수질

계획오염부하량은 생활오수, 영업오수, 공장폐수, 관광오수 및 기타오수의 오염 부하량으로 구분하고 다음 각항을 고려해서 정한다.

또한, 계획유입수질은 계획오염부하량과 계획1일평균오수량을 기초로 정한다.

(1) 계획오염부하량

계획오염부하량은 생활오수, 영업오수, 공장폐수 및 관광오수 등의 오염부하량을 합한 값으로 한다.

(2) 계획유입수질

하수의 계획유입수질은 계획오염부하량을 계획1일평균오수량으로 나눈 값으로 한다.

(3) 대상 수질항목

계획오염부하량의 산정에 있어서 대상 수질항목은 처리목표수질의 항목에 일치시키는 것을 원칙으로 한다.

(4) 생활오수에 의한 오염부하량

생활오수에 의한 오염부하량은 1인1일당 오염부하량 원단위를 기초로 하여 정한다.

(5) 영업오수에 의한 오염부하량

영업오수에 의한 오염부하량은 업무의 종류 및 오수의 특징 등을 감안하여 결정한다.

(6) 공장폐수에 의한 오염부하량

폐수배출부하량이 큰 공장에 대해서는 부하량을 실측하는 것이 바람직하며, 실측치를 얻기 어려운 경우에 대해서는 업종별의 출하액당 오염부하량 원단위에 기초를 두고 추정한다.

(7) 관광오수에 의한 오염부하량

관광오수에 의한 오염부하량은 당일관광과 숙박으로 나누고 각각의 원단위에서 추정한다.

(8) 기타 오염부하량

가축폐수 등에 관한 오염부하량은 필요에 따라 고려한다.

1.7.4 처리방법

처리방법은 유입하수의 수량, 수질의 부하 및 그 변동, 방류수역의 유량, 물의 이용상황, 수질환경기준의 설정현황, 처리장의 입지조건 및 유지관리상의 조건 등에 의하여 정한다.

1.7.5 처리장계획

(1)처리장계획은 다음 (2)~(8) 사항을 고려하여 정한다.
(2) 처리장은 건설비 및 유지관리비 등의 경제성, 유지관리의 난이도 및 확실성 등을 충분히 고려하여 정한다.
(3) 처리장위치는 방류수역의 물 이용상황 및 주변의 환경조건을 고려하여 정한다.
(4) 처리장의 부지면적은 장래 확장 및 향후의 고도처리계획 등을 예상하여 계획한다.
(5) 처리시설은 계획 1일 최대오수량을 기준으로 하여 계획하며, 합류식 하수도에서 강우시는 계획시간최대오수량의 3배 이상을 기준으로 계획한다
(6) 처리시설은 이상수위에서도 침수되지 않는 지반고에 설치하거나 또는 방호시설을 설치한다.
(7) 처리시설은 유지관리가 쉽고 확실하도록 계획하며, 주변의 환경조건에 대하여 충분히 고려한다.
(8) 관광지 등과 같이 계절별·시기별 오수발생량 변동폭이 큰 지역의 소규모 공공하수처리시설은 효율적인 시설 운영을 위해 계열화를 검토할 수 있다.

1.7.6 하수처리수 재이용 기본계획

하수처리수의 재이용은 다음사항을 기본으로 하여 계획한다.
(1) 하수처리 재이용수의 용도는 생활용수, 공업용수, 농업용수, 유지용수를 기본으로 계획하며, 용도별 요구되는 수질기준을 만족하여야 한다.
(2) 하수처리수 재이용량은 해당지역 물 재이용 관리계획과에서 제시된 재이용량을 참고하여 계획하여야 한다.
(3) 하수처리수 재이용지역은 해당지역 뿐만 아니리 인근지역을 포함하는 광역적 범위로 검토·계획한다.

1.7.7 하수처리수 재이용 시설계획

하수처리수의 재이용 처리시설은 다음 사항을 고려하여 계획한다.
(1) 처리시설의 위치는 공공하수처리시설 부지내에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
(2) 처리시설의 규모는 시설설치비, 운영관리비 등의 경제성과 수처리의 효율성, 공급수의 수질 변동성 등을 종합적으로 고려하여 합리적으로 정한다.
(3) 처리시설의 부지면적은 장래요구량이 있을 경우 확장을 고려하여 계획한다.
(4) 처리시설은 이상 수위에서도 침수되지 않는 지반고에 설치하거나 또는 방호시설을 설치한다.
(5) 처리시설에서 발생되는 농축수(역세척수, R/O농축수 등)는 해당 처리장의 영향을 고려하여 반류하도록 한다.
(6) 처리시설은 유지관리가 쉽고 확실하도록 계획하며, 주변의 환경조건에 대하여 충분히 고려한다.
(7) 재이용수 저장 시설 및 펌프장은 일최대 공급유량을 기준으로 공급에 차질이 없도록 계획 한다.
(8) 재이용수 공급관로는 계획시간최대유량을 기준으로 계획한다.
(9) 재이용시설 유입 및 공급유량계를 설치하여 배수설비 등에 설치한 수위계 또는 펌프장과 연동하여 운전할 수 있는 시스템 구성을 검토한다.

1.8 찌꺼기(슬러지)처리·이용계획

1.8.1 찌꺼기(슬러지)처리 계획방향

(1) 하수찌꺼기(슬러지) 환경부하를 감소시키는 자원순환 방식을 도입하고 재활용하거나 자원화 할 수 있는 방안을 검토한다.
(2) 하수찌꺼기(슬러지)의 발생량이 적은 경우 인근 처리시설과의 연계처리를 원칙으로 한다.
(3) 최종처분방식이 소각인 경우 지역단위로 광역처분방식 도입을 고려한다.

1.8.2 계획찌꺼기(슬러지)량

발생하는 찌꺼기(슬러지)의 양 및 질의 파악은 처리·이용방법의 결정이나 시설계획에서 중요하기 때문에 계획찌꺼기(슬러지)량의 산정이나 추정시에 특히 신중을 기해야 한다. 찌꺼기(슬러지) 처리·이용계획의 기본이 되는 계획발생찌꺼기(슬러지)량은 계획1일최대오수량을 기본으로 하여 하수중의 SS농도, BOD농도 제거율 및 찌꺼기(슬러지)의 함수율을 정하여 산정한다.

1.8.3 이용방법

찌꺼기(슬러지)를 안정적이며 동시에 계속적으로 처리하기 위해서는 찌꺼기(슬러지)에 함유되어 있는 병원균 및 중금속 등에 따른 위해여부를 고려한 후, 찌꺼기(슬러지)의 이용가치에 따라 자원의 유효이용의 관점에서 적극적으로 찌꺼기(슬러지)의 이용을 계획하여야 한다.

1.8.4 운송방법

하수찌꺼기(슬러지)의 수집, 운송은 경제적이며, 주변환경에 대한 영향이 적은 방법으로 한다. 처리장내 및 처리장간을 운송시키는 찌꺼기(슬러지)형태로서는 인발찌꺼기(슬러지), 농축찌꺼기(슬러지) 및 찌꺼기(슬러지)케익 등이 있고, 운송수단으로서는 탱크로리, 찌꺼기(슬러지)이송관 및 트럭 등을 들 수 있으며, 찌꺼기(슬러지)의 발생량, 형태 및 운송거리에 따라 어느 수단이 효율적인가에 대해서 검토하여 결정한다.

1.8.5 처리·처분방식

찌꺼기(슬러지)는 안정화, 감량화를 도모하는 것과 함께 집약·광역적으로 처리·처분하는 것을 원칙으로 한다. 처리방식은 발생하는 찌꺼기(슬러지)의 양과 성상, 찌꺼기(슬러지)의 이용, 반송수의 성상과 수처리에의 영향, 처리장의 입지조건, 경제성 및 유지관리성을 잘 검토하고 찌꺼기(슬러지) 유효이용, 에너지절약을 고려하여 결정한다.

1.8.6 찌꺼기(슬러지)의 광역처리

찌꺼기(슬러지)의 이용촉진 및 처리의 효율화를 위해서 찌꺼기(슬러지)의 광역처리계획을 수립하는 경우에는 다음 각 항을 고려한다.
(1) 대상지구 및 대상처리장은 유역하수도 정비계획을 반영하여 시·군간 하수찌꺼기(슬러지) 연계처리 등으로 광역처리로 계획한다.

(2) 연차별, 형태별 발생찌꺼기(슬러지)량 및 찌꺼기(슬러지)성상은 대상처리장의 현황 및 장래계획 등을 충분히 고려해서 정한다.
(3) 처리시설은 주위의 환경을 충분히 고려해서 정한다.
(4) 찌꺼기(슬러지)처리 과정에서 생기는 반류수 및 가스에 대해서는 그 성상을 예측하고 주변의 상황을 감안하여 처리방법을 정한다.

1.9 분뇨처리계획

1.9.1 분뇨처리 계획방향

(1) 계획 처리구역 내의 발생 분뇨를 적정하게 처리하기 위하여 하수도정비기본계획에 처리계획을 반영하고 이를 기본으로 하여 처리시설을 계획하고 설치한다.
(2) 하수처리구역내에서 발생하는 수세분뇨는 관로정비상황 등을 고려하여 하수관로에 직접 투입하는 것을 원칙으로 하며, 수거식화장실에서 수거되는 분뇨는 하수처리시설에서 전처리후 합병처리하는 것을 원칙으로 한다.

1.9.2 분뇨처리 계획량 및 성상

(1) 계획분뇨처리량은 계획지역 수거량을 기준으로 한다.
(2) 분뇨처리시설 계획에 적용되는 분뇨의 성상은 원칙적으로 실측조사결과를 근거로 적용하되 필요시 통계자료 등 참고 자료를 이용할 수 있다.

1.9.3 분뇨처리시설

분뇨처리시설 계획은 다음 사항을 고려하여야 한다.
(1) 분뇨처리시설 및 인근 하수처리시설을 연계하여 설치, 운영하여야 한다.
(2) 처리시설의 효율적인 운영을 위해 처리시설 및 설비를 적절하게 계열화하여야 한다.
(3) 후속공정 및 연계시설의 부하경감과 처리효율을 증대할 수 있도록 협잡물과 토사류가 완벽하게 제거될 수 있도록 하여야 한다.
(4) 처리시설의 제어 계측을 통해 처리장의 원활한 운영을 위한 운영관리시스템이 구축되어야 한다.

1.9.4 분뇨처리방식 및 방법

분뇨처리방식 및 방법 선정시 다음사항을 고려하여야 한다.
(1) 처리수질과 경제성에 대한 사항을 고려하여야 한다.
(2) 2차적인 환경영향 피해가 발생되지 않도록 충분한 방지사항을 고려하여야 한다.
(3) 처리방법은 하수처리시설 등 타 처리시설과 연계처리하는 연계처리방법을 원칙으로 하며, 특별히 경제성이 확보되는 경우에는 분뇨만 단독처리하는 완전 개별처리법을 고려할 수 있다.

1.10 합류식하수도 강우시 방류부하량 저감계획

1.10.1 강우시 방류부하량 저감 목적

합류식하수도에서 공공수역의 수질 및 수생태계 보전을 위해 강우시에 배출되는 방류부하량을 저감한다.

1.10.2 강우시 방류부하량 저감 목표

우천시 합류식하수도의 방류부하량 저감목표는 대상 처리구역 혹은 배수구역에서 배출되는 연간 오염 방류부하량이 인근 수계에 악영향을 미치지 않을 수준 이하로 삭감하거나 혹은 분류식하수도로 전환하였을 경우에 배출되는 연간 오염 방류부하량과 같은 정도로 하거나 그 이하로 한다.

1.10.3 강우시 방류부하량 저감계획

합류식하수도의 강우시 방류부하량 저감계획은 각종 부하량 조사 및 산정, 유역의 물질수지 파악, 부하량 저감목표 설정, 저감 시나리오 구축 및 검토, 저감대책 시행, 시행효과 분석 및 관리계획 구축 등과 같은 단계 순으로 종합적으로 비교·검토해야 한다.

1.10.4 강우시 방류부하량 저감 대책

합류식하수도 방류부하량을 저감하는 대책은 실효적 효과, 경제성, 유지관리성 등을 종합적으로 평가하여 결정한다. 대상 합류식하수도 유역의 특성을 감안한 단기, 중·장기 단계별 저감목표에 부합하는 다양한 저감대책을 시행하고 그에 따르는 효과검증 및 생애주기평가(LCA)를 반영하여 종합적으로 대책을 수립한다.

강우시 방류부하량을 저감하기 위한 대책을 수단적 관점으로는 다음의 4가지 방식으로 검토한다.

① 유지관리기법
② 관로시스템개선
③ 저류시설
④ 처리기술

1.11 시설계획

1.11.1 기본적 사항

전체시설계획의 목표년도는 약 20년 후로 하는 것을 원칙으로 한다. 시설계획에서는 투자효과가 조기에 발휘되고 시설이 효율적으로 운전될 수 있도록 배려함과 동시에 개축 등에도 유의한다. 또한 경제성뿐만 아니라, 안전성, 신뢰성 및 개축의 난이도 등에 대해서도 검토하여야 한다.

1.11.2 효율적인 시설계획

간선관로, 펌프장, 처리장 등의 기간시설에 대해서는 효율적인 정비를 위해 유입수량의 증가에 따른 단계시공을 고려한다. 또, 사용개시초기의 적은 유량 유입시 등 단계시공을 하여도 처리효율이

나쁘고, 통상의 유지관리가 곤란한 경우에는 초기대책에서 검토한다.

1.11.3 설비 및 기기의 적절합 조합

설비 및 기기의 조합은 다음 각 항을 고려한다.

(1) 설비 및 기기의 용량은 설비전체의 효율 및 운전초기의 적은 유입하수량을 고려하고 유입하수량의 경년변화를 고려하여 설비의 용량 및 대수의 조합을 정한다.

(2) 1단계에 설치하는 설비 및 기기는 유입하수량의 급증이나 차기의 설비 및 기기의 설계, 제작, 설치, 시운전 및 조정기간을 고려하여 단기적으로도 충분히 가동할 수 있는 용량으로 정한다.

1.11.4 계획의 재검토

전체 계획의 중간년차에서 인구, 원단위 등의 기본수치를 충분히 검토한 후에 예측수량 등과 차이가 생기는 경우는 유입하수량 및 유입부하량을 가능한 한 정확히 예측하여 시설의 능력을 결정한다. 또한 시설은 장기간의 사용에 의해 노령화되어 물리적, 기능적으로 능력이 감소하여 최종적으로는 개량·갱신 등의 개축이 필요하므로 기존시설의 상황을 정확히 파악·판단하여 계획적이고 합리적으로 재검토 한다.

1.11.5 기존하수처리시설 성능개선 및 고도처리계획

기존하수처리시설의 고도처리 및 성능 개선시는 다음사항을 고려하여 처리공법의 변경 또는 시설 증설계획을 수립한다.

(1) 처리장 운영실태 정밀분석

(2) 기존시설에 의한 처리가능성을 충분히 검토

① 운전방식 개선에 의한 처리효율 증대

② 부하율 개선에 의한 처리효율 증대

③ 기존시설 일부 개조 또는 증설에 의한 처리효율 증대

(3) 기존 시설에 적절한 처리공법 변경계획 수립

① 유기물(BOD, COD)과 부유물질 문제시 시설개선계획 수립

② 총질소(T-N) 및 총인(T-P) 문제시 시설개선계획 수립

1.11.6 시설의 다목적 이용

처리장, 펌프장 및 간선관로 등 하수도시설 공간의 다목적 이용에 있어서는 목적, 용도 및 지역의 상황 등을 근거로 하여 효율적인 시설의 운영관리나 공공성의 확보 등의 면에서 적절한 것으로 한다. 특히, 이용시설이 하수도시설의 구조·관리 등에 지장을 가져오지 않고 장래에는 하수도시설의 개축·수선에 방해가 없도록 고려하여야 한다.

1.12 설계기준

1.12.1 시설의 일반기준

하수도시설은 다음과 같은 일반기준에 부합하게 설치되어야 한다.

(1) 하수도시설의 설계 및 설치는 현행법령 및 관련 상위기준에 적합하여야 한다.

(2) 시설은 하수배제, 침수방지, 공공수역 수질보전과 물순환회복 및 지속가능한 도시기반구축 등의 목적과 하수이송, 유입하수 고도처리, 하수재이용 등 시설의 목적에 부합되어야 한다.

(3) 구조적으로 안전하고 사용성과 내구성이 있어야 한다.

(4) 시설설치에 따른 사업비 및 공사비가 최소화되도록 하여야 한다.

(5) 시설의 효율화를 위하여 유지관리가 용이하고 운영관리비용이 최소화되도록 하여야 한다.

1.12.2 하수도용 자재와 제품

하수도시설에서 사용되는 하수도용 자재는 하수도법 시행령 제10조(설치기준 등) 제2항에서 정한 기준에 적합하여야 한다. 그리고, 상기기준에 적합한 제품으로써 물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법 제10조에 따른 물산업 우수제품이나 기술로 지정된 자재나 제품 사용을 우선 검토할 수 있다.

1.12.3 기타 재료 및 기구기준

시설에 사용하는 재료, 기계 및 기구는 장기간에 걸친 기능의 확보이 확보되도록 선정하고 시공성, 경제성 및 안전성을 고려하여야 한다.

(1) 재질이 변화되지 않고 강도도 충분하며, 장기사용에 견딜 수 있는 것으로 한다

(2) 관리, 운전 및 조작 등이 쉽고 부품의 신속한 조달이 가능하고 타사제품과 호환성이 있는 것으로 한다.

(3) 습기나 염분 등의 대기 환경에 적응하는 것으로 한다.

(4) 설치에 따른 비용뿐만 아니라 운영에도 많은 비용이 소요되므로 유지관리비용이 최소화되는 것으로 한다.

1.13 유역별 통합운영관리 계획

1.13.1 유역별 통합운영관리 기본방향

시설의 통합운영관리는 다음 사항을 기본방향으로 계획한다.

(1) 통합운영관리계획은 하수도시설의 운영관리 효율화 및 유지관리비용 저감을 주목적으로 한다.

(2) 관할 구역의 유역별로 하수도시설의 통합운영관리를 계획하되, 관할 구역 외 수질오염총량관리계획상의 수계를 고려하여 계획한다.

1.13.2 유역별 통합운영관리 방안

하수도시설의 통합운영관리계획은 다음과 같이 계획한다.

(1) 유역별 통합운영관리를 위한 중심 하수도시설을 선정·계획하고, 유역범위 및 시설범위 등을

고려하여 소유역별 중심(지역)시설을 추가로 계획한다.

(2) 통합운영관리계획에는 현재 및 장래계획의 모든 하수도시설을 포함하고, 하수도시설외 환경기초시설의 통합운영관리도 함께 검토·반영되어야 한다.

(3) 통합운영관리시스템은 하수도시설의 무인자동화, 유지관리인원의 최소화로 계획하여야 한다.

(4) 중심처리시설은 운영관리시스템 뿐만 아니라, 행정·유지보수, 실험실 등 전체적 유지관리의 중심시설로 구성되어야 한다.

1.13.3 통합운영관리시스템 계획

하수도시설의 통합운영관리시스템은 각 시설별로 다음과 같은 기능을 갖추도록 하여야 하며, 아래 사항을 고려하여 시스템을 계획한다.

(1) 통합관리시스템은 감시 및 제어기능, 시설물 정보관리기능, 운영관리 기능을 갖추도록 하여야 한다.

(2) 중심처리시설 통합운영관리시스템은 최상위 시스템으로 소유역 중심시설 및 단위시설의 운영관리시스템의 모든 기능을 수행할 수 있어야 한다.

(3) 소유역 중심시설은 단위시설 운영관리와 밀접하게 관계되는 시설로, 단위시설의 원격감시 및 제어기능에 우선을 둔 시설관리 기능 수행이 요구된다.

(4) 하수처리시설, 펌프장 등 개별단위 하수도시설은 자체시설의 원격감시 및 제어에 우선하며, 일부 예속된 하부시설에 대한 원격감시 및 제어의 기능을 수행하도록 한다.

KDS 61 15 00 : 2019

하수도내진설계

2019년 4월 10일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

환경부

건설기준 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발령한 날부터 시행하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 적용할 수 있습니다.

KDS 61 15 00 하수도 내진설계

1. 일반사항

1.1 목적

이 기준은 하수도시설의 내진성능 확보에 필요한 최소 설계요건을 규정한 것으로서, 지진 발생시 하수도시설 내진 능력을 최대한 확보하여 하수도 제 기능을 유지함으로써 환경오염 및 수인성 전염병 발생 등 2차 재해를 최소화하는 것을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 하수도법 제12조 ①항 제1호, 지진화산재해대책법에 따라서 하수도설계기준에 의해 신설 및 개량되는 하수도시설의 내진설계에 적용한다.
(2) 이 기준을 적용할 수 없는 경우(관리동, 운영실 및 사무실 등)나 특수한 형식의 하수도시설인 경우에는 이 기준의 내진설계 개념 및 원칙을 준수하면서 적절한 보완을 거쳐 적용할 수 있다.
(3) 이 설계기준에 규정되어 있지 않은 사항은 내진 관련 시설물에 대한 설계기준과 객관적으로 입증된 설계법을 따른다.

1.3 참고 기준

1.3.1 하수도법 제12조 ①항 제1호
1.3.2 지진화산재해대책법 제14조 및 동법 시행령 제10조 (내진설계기준 공통적용사항 적용)

1.4 용어의 정의

(1) 하수도 : 하수와 분뇨를 유출 또는 처리하기 위하여 설치되는 하수관로·공공하수처리시설·간이공공하수처리시설·하수저류시설·분뇨처리시설·배수설비·개인하수처리시설 그 밖의 공작물·시설의 총체를 말한다.
(2) 공공하수처리시설 : 하수를 처리하여 하천·바다 그 밖의 공유수면에 방류하기 위하여 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 처리시설과 이를 보완하는 시설을 말한다.
(3) 내진성능목표 : 국가가 지진에 대비해서 국가적 기능을 유지하기 위하여 설정한 목표를 말한다.
(4) 내진설계 : 설계지진에 의해 입력된 에너지를 충분히 견디거나, 소산시키거나, 저감시키도록 하여 시설물에 요구되는 내진성능수준을 유지하도록 구조요소의 제원 및 상세를 결정하는 작업을 말한다.
(5) 내진율 : 내진대상 전체시설물 중 내진설계 반영, 내진설계 미반영이더라도 내진성능평가 결과 만족, 내진성능평가 결과 불만족이라도 내진보강이 이루어진 시설의 총합의 백분율을 말한다.

(6) 내진등급 : 시설물의 중요도에 따라 내진설계수준을 분류한 범주로써‘내진특등급’,‘내진Ⅰ등급’,‘내진Ⅱ등급’의 3가지 등급으로 구분한다.
(7) 내진성능수준 : 설계지진에 대해 시설물에 요구되는 최소 성능수준으로 ‘기능수행’,‘즉시복구’,‘장기복구/인명보호’,‘붕괴방지’의 4가지로 분류한다.
(8) 기능수행 수준 : 설계지진하중 작용 시 구조물이나 시설물에 발생한 손상이 경미하여 그 구조물이나 시설물의 기능이 유지될 수 있는 성능수준을 말한다
(9) 붕괴방지 수준 : 설계지진하중 작용시 구조물이나 시설물에 매우 큰 손상이 발생할 수는 있지만 구조물이나 시설물의 붕괴로 인한 대규모 피해를 방지하고, 인명 피해를 최소화하는 성능수준을 말한다.
(10) 기반암 : 전단파속도가 760m/s 이상인 지층을 말한다.
(11) 설계지반운동 : 내진설계를 위해 정의된 지반운동으로서 댐이 건설되기 전에 부지 정지작업이 완료된 지면에서의 지반운동을 말한다.
(12) 액상화 : 포화된 사질토 등에서 지진동, 발파하중 등과 같은 충격하중에 의하여, 지반 내에 과잉간극수압이 발생하여, 지반의 전단강도가 상실되어 액체처럼 거동하는 현상을 말한다.
(13) 위험도 계수 : 평균 재현주기별 지진구역계수의 비
(14) 유효지반가속도 : 지진하중을 산정하기 위하여 국가지진위험지도나 행정구역을 기준으로 제시된 지반운동 수준을 말한다.
(15) 응답스펙트럼 : 지반운동에 대한 단자유도 시스템의 최대응답을 고유주기 또는 고유진동수의 함수로 표현한 스펙트럼을 말한다.
(16) 응답(시간)이력해석 : 지진의 지속시간 동안 각 시간단계에서의 구조물의 동적응답을 구하는 방법을 말한다.
(17) 재현주기 : 지진과 같은 자연재해가 특정한 크기 이상으로 발생할 주기를 확률적으로 계산한 값으로, 일 년 동안에 특정한 크기 이상의 자연재해가 발생할 확률의 역수를 말한다.
(18) 지반증폭계수 : 기반암의 스펙트럼 가속도(속도)에 대한 지표면의 스펙트럼 가속도(속도)의 증폭비율을 말한다.
(19) 지진구역(Seismic Zone) : 유사한 지진위험도를 갖는 행정구역 구분으로서 지진구역Ⅰ, Ⅱ로 구분한다.
(20) 지진구역계수 : 지진구역 I과 II의 암반지반(S_1) 상에서 평균재현주기 500년 지진의 지반운동 가속도를 중력가속도 단위로 표현한 값을 말한다.
(21) 지진위험도 (Seismic Hazard) (=지진재해도) : 내진설계의 기초가 되는 지진구역을 설정하기 위하여 과거의 지진기록과 지질 및 지반특성 등을 종합적으로 분석하여 산정한 지진재해의 발생확률이다.

1.5 기호의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

내용 없음

4. 내진설계 일반

4.1 내진설계의 기본방침

(1) 이 기준은 하수도시설의 내진성능을 확보하기 위한 최소요건을 규정한 것이므로, 이 기준을 적용하지 않는 경우 이 기준과 동등이상의 내진성능을 확보하여야 하며 그 근거를 명시 하여야 한다.

(2) 지진 발생 시 시설물의 내진성능수준은 '기능수행', '즉시복구', '장기복구/인명보호', '붕괴방지'의 4가지로 분류할 수 있으며, 이 기준에 의한 하수도시설은 '기능수행' 및'붕괴방지' 수준에 대해서 고려한다. 다만, 이 기준에서 제시된 방법으로 내진설계를 하는 경우에는 기능수행 수준과 붕괴방지수준을 모두 만족하는 것으로 한다.

(3) 하수도를 구성하는 개개 시설의 중요도, 지진에 의한 시설의 손상으로 초래될 수 있는 영향 범위를 고려하여 내진등급을 분류한다.

(4) 지진에 의한 영향을 관련 설계기준에 근거하여 설계에 반영하여야 한다.

(5) 하수도시설은 내진성능이 우수한 재료와 제품을 사용하여 건설 및 설치하여야 한다.

(6) 지진 발생 시 피해 위험이 높은 관로와 구조물의 접속부, 관로의 이음부는 내진성능이 확보될 수 있도록 한다.

4.2 내진등급 및 등급별 내진성능 목표

(1) 하수도시설의 내진설계는 원칙적으로 내진Ⅱ등급의 성능을 갖도록 한다. 다만 하수도시설의 방류수역내에 상수원보호구역, 수변구역 또는 특별대책지역이 있는 경우 등 지진재해 시 중대한 2차 피해가 예상되는 중요도가 높은 시설은 내진I등급을 적용한다.

내진등급	하수도시설
내진 I 등급	방류수역 내에 상수도보호구역, 특별대책지역, 수변구역 등이 있는 경우, 군사시설 등 주요시설과 연결된 하수도시설
내진 II 등급	내진 I 등급 이외의 시설

(2) 등급별 내진성능 목표에 따른 설계지진강도는 기능수행과 붕괴방지수준으로 한다.

표 4.2-1 지반운동 수준

성능목표	Ⅰ등급	Ⅱ등급
기능수행	평균재현주기 100년	평균재현주기 50년
붕괴방지	평균재현주기 1,000년	평균재현주기 500년

4.3 설계지반운동 수준 및 표현방법

(1) 설계지반운동은 지상구조물의 경우, 구조물이 건설되기 전에 부지 정지작업이 완료된 지면에서의 자유장운동으로 정의하고, 지중구조물의 경우는 기반암에서의 자유장운동으로부터 산정된 대상 구조물 위치에서의 지반운동으로 정의된다.

(2) 설계지반운동수준은 지진구역계수, 위험도계수, 지반분류에 의한 지반증폭계수로부터 결정하고 이때 적용되는 지반분류체계를 다음과 같다.

표 4.3-1 지반분류체계

지반종류	지반종류의 호칭	분류기준	
		기반암[1] 깊이, H (m)	토층 평균 전단파속도, $V_{S,Soil}$ (m/s)
S_1	암반 지반	1 미만	-
S_2	얕고 단단한 지반	1~20 이하	260 이상
S_3	얕고 연약한 지반		260 미만
S_4	깊고 단단한 지반	20 초과	180 이상
S_5	깊고 연약한 지반		180 미만
S_6	부지 고유의 특성 평가 및 지반응답해석이 요구되는 지반		

※ 기반암 깊이와 무관하게 토층 평균 전단파속도가 120 m/s 이하인 지반은 S_5지반으로 분류

주 1) 전단파속도 760 m/s 이상을 나타내는 지층

(3) 설계지반운동의 특성은 표준설계응답스펙트럼으로 표현한다.

① 설계지반운동의 특성은 <그림 4.3-1>, <그림4.3-2>, <그림 4.3-3>과 같이 표준설계응답스펙트럼으로 표현하며, 지상구조물은 가속도응답스펙트럼(<그림 4.3-1>과 <그림 4.3-3>)을, 지중구조물은 속도응답스펙트럼(<그림 4.3-2>)을 적용한다.

② 암반지반(S_1지반) 설계지반운동의 표준설계응답스펙트럼

가. 암반지반인 S_1의 5% 감쇠비에 대한 수평설계지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼과 속도 표준설계응답스펙트럼은 각각 <그림 4.3-1> 및 <표 4.3-2>과 <그림 4.3-2> 및 <표 4.3-2>으로 정의한다.

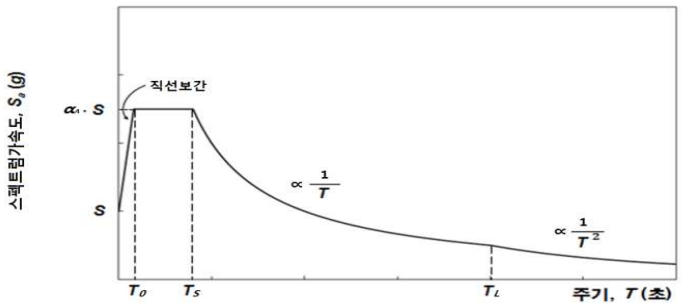


그림 4.3-1 암반지반 수평설계지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼(5% 감쇠비)

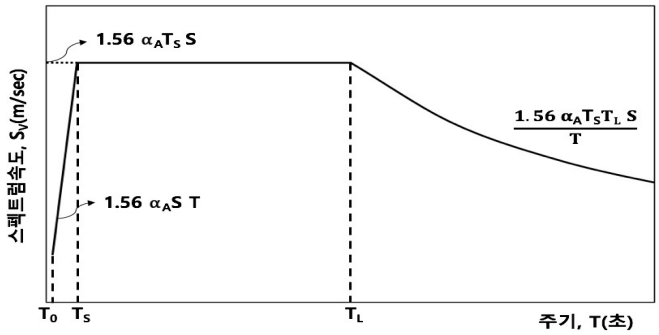


그림 4.3-2 암반지반(기반암) 수평설계지반운동의 속도 표준설계응답스펙트럼(5% 감쇠비)

표 4.3-2 수평설계지반운동의 표준설계응답스펙트럼 전이주기

구분	α_A (단주기스펙트럼증폭계수)	전이주기(sec)		
		T_0	T_S	T_L
수평	2.8	0.06	0.3	3

나. 5% 감쇠비에 수직설계지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼은 가.에 있는 수평설계지반운동의 가속도 표준설계스펙트럼과 동일한 형상을 가지며, 최대 유효 수평지반가속도에 대한 최대 유효 수직지반가속도의 비는 0.77이다.

다. 수평 및 수직 설계지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼과 수평 속도 표준설계응답스펙트럼의 감쇠비(ζ, %단위)에 따른 스펙트럼 형상은 <표 4.3-3>에 제시한 감쇠보정계수 C_D를 표준설계응답스펙트럼에 곱해서 구할 수 있다. 단, 감쇠비가 0.5%보다 작은 경우에는 적용하지 않으며 해당 구조물의 경우 시간이력해석을 권장한다.

표 4.3-3 감쇠보정계수(C_D)

주기 (T, sec)	T=0	$0 \le T \le T_0$	$T_0 \le T$
C_D	모든 감쇠비에 대해서 1.0	T=0일 때, 1.0 T=T_0일 때, $C_D = \left(\frac{6.42}{1.42+\zeta}\right)^{0.48}$ 그 사이는 직선보간	$C_D = \left(\frac{6.42}{1.42+\zeta}\right)^{0.48}$

③ 토사지반(S_2~S_5지반) 설계지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼

가. 토사지반인 S_2, S_3, S_4, S_5 지반의 5% 감쇠비에 대한 수평설계지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼은 기반암의 스펙트럼 가속도와 지표면의 스펙트럼 가속도의 증폭비율을 의미하는 '지반증폭계수(F_a, F_v)'로부터 <그림 4.3-3>과 같이 구할 수 있다.

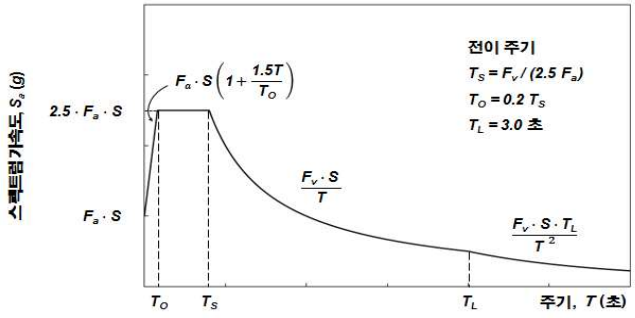


그림 4.3-3 토사지반 수평설계지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼(5% 감쇠비)

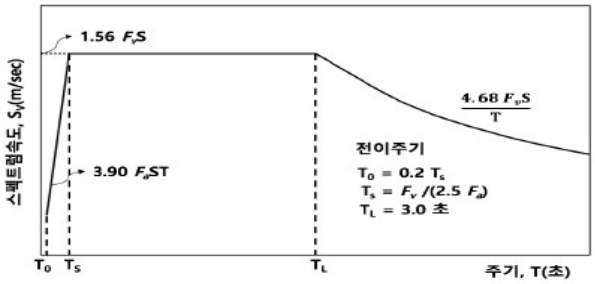


그림 4.3-4 토사지반 수평설계지반운동의 속도 표준설계응답스펙트럼(5% 감쇠비)

나. 유효수평지반가속도(S)에 따라 단주기 지반증폭계수(F_a)와 장주기 지반증폭계수(F_v)는 <표 4.3-4>을 이용하여 결정한다. 유효수평지반가속도(S)의 값이 중간 값에 해당할 경우 직선보간하여 결정한다.

다. 감쇠비에 따른 스펙트럼 형상은 해당 토사지반에 적합한 가속도 시간이력을 이용하여 공학적으로 적절한 분석과정을 통해 결정할 수 있다.

표 4.3-4 지반증폭계수(F_a 및 F_v)

지반분류	단주기 지반증폭계수, F_a		장주기 지반증폭계수, F_v	
	S≤0.1	S=0.2	S≤0.1	S=0.2
S_2	1.4	1.4	1.5	1.4
S_3	1.7	1.5	1.7	1.6
S_4	1.6	1.4	2.2	2.0
S_5	1.8	1.3	3.0	2.7

라. 5% 감쇠비에 대한 S_2~S_5 지반의 수직설계지반운가속도 표준설계응답스펙트럼은 가.에 있는 수평설계지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼과 동일한 형상을 가지며, 최대유효 수평지반가속도에 대한 최대 유효 수직지반가속도의 비는 공학적 판단으로 결정할 수 있다.

④ 설계지반운동 이력

가. 지반가속도, 속도, 변위 중 하나 이상의 시간이력으로 지반운동을 표현할 수 있다.

나. 3차원 해석이 필요할 때 지반운동은 동시에 작용하는 3개의 가속도 성분으로 구성하여야 한다.

다. 부지에서 계측된 시간이력이 사용되는 것이 원칙이나, 필요시에는 대상 부지에서 예상되는 시간이력과 유사한 다른 지역에서 계측된 지반운동 시간이력 또는 ⑤항에서 기술하는 인공합성 지반운동 시간이력을 사용할 수 있다.

⑤ 인공합성 지반운동 시간이력

가. 실제 기록된 지진 지반운동을 표준설계응답스펙트럼에 부합되도록 수정하거나 표준설계응답스펙트럼에 부합되도록 인공적으로 합성하여 생성한다.

나. 지반운동의 장주기 성분이 구조물의 거동에 미치는 영향이 중요하다고 판단될 경우에는 지진원의 특성과 국지적인 영향을 고려하여 시간이력을 생성하여야 한다.

다. 인공합성 지반운동의 지속시간은 지진의 규모와 특성, 전파경로 및 부지의 국지적인 조건이 미치는 영향을 고려하여야 한다.

5. 지반조사

(1) 하수도시설의 내진설계를 위해서는 통상적인 지반조사뿐만 아니라 지반의 동역학적 특성 파악을 위한 지반조사가 필요하다.

(2) 하수도시설의 내진설계 시, 지반조사는 KDS 17 10 00 내진설계일반에 따라 검토하여야 한다.

6. 지진해석 및 내진설계 방법

6.1 입지조건

하수도시설은 내진성능을 확보한 위치에 입지하여야 한다.

6.2 하중

내진설계에서는 상시상태에서 고려되는 하중 외에 지진으로 인한 추가하중도 고려하여야 한다.

6.3 기본적인 지진해석 및 설계 방법

하수도시설의 지진해석 및 내진설계는 1.2 적용범위에 해당되는 시설 및 설비에 대해 실시하되, 시설별로 관련 내진설계기준과 연구결과를 반영하여 합리적인 지진해석 및 설계방법을 적용하여야 한다.

7. 품질보증에 대한 기본적인 사항

7.1 일반사항

(1) 하수도시설의 내진성을 확보하기 위한 품질보증은 각 시설의 내진성능수준 확보에 필요한 품질보증요건을 문서화하고, 설계, 시공 및 운영 각 단계별로 계획적으로 확인 할 수 있도록 하여야 한다.

(2) 품질보증활동과 관련된 수행과정 및 결과는 기록하고 보존하여야 한다.

7.2 설계품질관리

타당성 조사, 기본설계, 실시설계의 각 단계별로 내진설계에 대하여 검토하여야 한다.

7.3 시공품질관리

(1) 공사도급자에 의해 직접 고용된 자가 아닌 제3자가 품질보증계획에 의한 검사 및 시험을 수행해야 한다.

(2) 품질보증계획에는 검사 및 시험계획, 품질시험 및 검사요원의 기준, 시험실 및 시험 검사 장비에 대한 기준, 검사와 시험결과로 부적합 판정이 난 경우의 후속 조치사항 등이 포함하여야 한다.

7.4 유지관리

(1) 하수도시설의 유지관리는 시설의 내진성능이 저하되지 않도록 유지관리계획에 따라 실시하여야 한다.

(2) 시설운영기간 중의 내진성능 확보를 보증할 수 있도록 구조물을 구성하는 하중전달 경로상의 부재나 충분한 연성도가 확보되어야 하는 구조요소에 대한 내진성능 평가 요건이 포함된 유지관리계획을 수립하여야 한다.

7.5 지진기록 계측에 관한 요구사항

(1) 하수도 구조물과 관로의 유지관리와 내진설계 기술 개발 및 개선을 위한 자료수집이 필요하다고 판단되면 관할기관은 사업자로 하여금 지진응답 계측을 위한 기기를 설치하고 유지하도록 요구할 수 있다.

(2) 하수도 구조물과 관로의 지진응답을 계측하기 위한 계측기기의 설치위치, 종류 및 개수는 이 기준의 목적을 달성할 수 있도록 결정되어야 한다.

KDS 61 31 05 : 2021

전기계측제어설비 설계기준

2021년 1월 20일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

환경부

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 하수도설계기준 개정 소위원회 및 자문위원 의견검토 결과에 따라 개정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
KDS 61 31 05:2017	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2017.10)
KDS 61 31 05:2022	• 한국전기설비규정(KEC) 제정사항 적용	개정 (2022.1)

제 정 : 2017년 10월 27일	개 정 : 2022년 1월 20일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 환경부 생활하수과	
관련단체 : 한국상하수도협회	작성기관 : 한국상하수도협회

목 차

1. 총론 ····· 38
1.1 기본사항 ····· 39
1.2 법규의 준수 ····· 39
1.3 규격 등의 적용 ····· 39
1.4 시공범위 ····· 39
1.5 공정 및 지역적 특성 ····· 39
1.6 설비계획 ····· 40

2. 전기설비 ····· 40
2.1 수변전설비 ····· 40
2.2 부하설비 ····· 42
2.3 예비전원설비 ····· 43
2.4 제어용 전원설비 ····· 44
2.5 보호 및 안전설비 ····· 45
2.6 방재설비 ····· 45
2.7 에너지계획 ····· 46

3. 계측제어설비 ····· 46
3.1 계측항목 ····· 46
3.2 계측기기의 선정 ····· 46
3.3 계측기기의 종류 ····· 46
3.4 수질원격감시체계(TMS) ····· 47
3.5 감시제어설비 ····· 49
3.6 원격감시제어장치 ····· 50
3.7 통합관리시스템 ····· 51
3.8 중앙감시반 ····· 52

3.9 CCTV장치 ····· 52
3.10 하수처리 시설의 제어방식 ····· 52

1. 총론

하수도시설에서의 전기·계측제어설비는 시설운전에 필요한 동력 공급원으로서 시설 전체를 합리적이고 효율적으로 운영하는데 필요한 설비로 처리방식, 시설규모, 유지관리체계나 운영자의 기술수준, 장래확장계획, 설비의 수명과 교체 주기 및 투자 효과 등을 충분히 검토 후 계획하여야 한다.

또한, 토목 구조물이나 기계 설비 등의 설계 제반 조건을 충분히 파악하고 기술혁신의 동향, 환경보전 대책이나 자원 절감, 에너지 절약을 고려하여 설계하여야한다.

전기·계측제어설비는 수전에서 말단 부하까지 일관된 보호 협조가 되어야하고 감전이나 화재사고 등을 방지할 수 있도록 하고 사고 발생 시 피해 범위를 최소화하여 시설전체의 기능이 문제 없도록 하여야한다, 유지관리가 용이하고 잘못된 조직이나 판단 실수로 인한 사고를 방지할 수 있는 시설 구축을 위하여 가능한 간결하고 통일된 시설이 되도록 하여야한다. 또한, 전기·계측제어설비는 전력설비, 계측제어설비 및 건축부대설비로 크게 분류할 수 있으며, 이 장에서는 펌프, 송풍기 등의 기계설비나 조명, 환기 등의 건축부대설비에 전력을 공급하고 운전을 하기 위한 전력설비, 하수도시설을 적절히 운전하고 관리하기위한 계측제어설비에 대하여 기술한다.

전력설비는 수변전설비, 부하설비, 자가발전설비 및 제어계측설비용 전원설비로 구성된다. 수변전설비는 한국전력공사(KEPCO)의 송·배전 선로에서 3상4선 154kV 또는 3상4선 22.9kV로 인출하여 수전된 전력을 부하의 종류, 용량 등에 따라 3상 6.6/3.3kV, 3상4선 380/220V 등의 전압으로 변성하기위한 설비이다.

부하설비는 배전설비와 동력설비로 구분되며 배전설비는 처리장내 전기실 상호간 고압으로 배전하는 고압배전설비와 저압으로 변성된 전원을 동력설비, 건축부대설비에 공급하는 저압배전설비가 있다. 동력설비에는 펌프 등의 부하와 부하를 운전하기 위한 MCC(motor control center)등의 부하제어장치 및 전력을 공급하는 배선 등이 있다.

자가발전설비는 정전 시 비상용으로 펌프. 배수시설 및 주요 하수처리시설 등의 부하에 전력을 공급하기 위한 것이다. 상용전원으로 시설될 수 있으며 발전기, 전동기, 전동기 보조기기, 배전반, 배선, 배관 등으로 구성된다.

계측제어용 전원설비는 시설의 감시, 제어를 위한 필요 설비로 상용전원, 직류전원장치, 무정전전원장치(UPS)가 있다.

계측제어설비는 하수도시설을 계측, 감시, 제어를 하기 위한 시설로서 정보처리설비가 이용되며 계측설비와 감시제어시스템으로 크게 분류된다.

계측설비는 시설의 상태감시나 자동제어를 목적으로 처리시설의 양(量), 질(質) 및 운전상태 등을 수량적으로 파악하기위한 설비이다. 감시제어시스템은 계측설비에 의해 수집된 물리량 등을 기초로 처리시설의 운전관리를 용이하고 더욱 효율적으로 수행하여 시설의 운전은 물론 지속적인 정보수집과 분석을 실시하며 감시제어설비, 운전조작설비 및 관리.운용설비로 구분된다.

감시제어설비는 운전원과의 인터페이스를 위한 것으로서 감시반, 조작반, 계측기기반 및 감시제어기 등이다. 또한 운전조작설비는 시설을 운전 및 제어하는 것으로서 process controller, sequence controller, 현장반, 보조 릴레이반 등으로 구성된다.

관리운용설비는 시설의 운전에 관계되는 지원정보, 운전예측 등을 제공하는 것으로서 감시제어기에서 정보처리기능을 분산시킨 데이터수집 및 제어기와 정보처리설비로 구분된다.

1.1 기본사항

전기·계측제어설비의 계획은 다음 사항을 고려하여 결정하여야 한다.

(1) 전기설비 계획 시 기본적으로 고려하여야 할 사항 중에는 신뢰성, 경제성, 유지관리성, 안전성, 확장성, 조작성 등이 있다. 각 설비별 연관사항에 대해서는 충분히 검토하여야 하며, 특히 토목·건축구조물 및 기계설비의 설계조건을 고려하여 이들과 부합된 전기설비가 설치되도록 계획한다. 그리고 장래 다가올 시설 교체를 참고하여 전체을 계획하여야 한다.

(2) 계측제어설비를 도입하는 경우에는 감시제어 시스템간의 조화와 개개의 계측제어설비의 특징을 고려하여 전체의 효과를 발휘할 수 있게 하여야 한다. 또한 사용초기의 대책도 고려하여 대상으로 하는 시설과 규모, 처리과정, 환경조건, 유지관리체계, 작업 내용 등을 충분히 파악하여 시설들의 특징, 특성 및 문제점을 명확히하여 처리시설 전체가 조화를 이룰 수 있도록 하여야 한다.

계측제어설비는 다른 설비와 비교하여 설치환경에 의해 기능적 사용한계 도달이 쉽고 또한 기술 혁신으로 상대적 노화가 빨리 진행되므로 수선, 개보수 및 신규 교체에 대하여 고려할 필요가 있다.

1.2 법규의 준수

전기·계측제어설비의 설계에서는 관계법령에 저촉되지 않도록 충분히 검토하여야 하며, 관련된 법규는 하수도법을 비롯하여 전력기술관리법, 전기사업법, 전기공사업법, 산업안전보건법, 소방관련법 등이 있다.

1.3 규격 등의 적용

전기·계측제어설비 설계 시 기술적인 사항은 관련 국내표준, 규정, 지침을 적용하여야 하며, 해당 내용이 불충분 할 경우에는 국제표준이나 지침을 적용할 수 있으며 관계되는 국내표준, 규정, 지침은 전기설비기술기준, 한국전기설비규정(KEC), 배전규정, 한국산업표준, 한국전기공업협동조합 단체표준, 전기공급약관 등이 있고 국제 규격 및 기준은 ISO, IEC, NEMA, JEM, JIS, NEC 등이 있다.

1.4 시공범위

전기·계측제어설비의 설계에 있어서는 타 공종과의 시공범위, 상호관계 및 장래 공사와의 시공범위를 명확히 한다.

1.5 공정 및 지역적 특성

전기·계측제어설비의 설계에 있어서는 해당지역의 적설, 한랭, 해변지역 등의 지리적, 기후적 환

경조건 및 관광지, 그 지방 산업지역 등의 사회적 입지조건에 대해서 고려한다.

1.6 설비계획

전기·계측제어설비의 계획 시에는 처리시설 내 부하 수, 용량, 부하의 분포상황 등을 파악하여 설치방식, 용량, 대수 및 기종을 결정하되 설비전체를 일관성 있는 시스템으로 구성하여 배치하고, 연차계획에 따른 단계적인 시설용량 증대 시 설비의 증설 및 개조가 용이하도록 계획한다.

2. 전기설비

2.1 수변전설비

2.1.1 수전계획

(1) 수전설비 용량은 시설 단계별 최대수요전력으로 한다.
(2) 계약전력은 한국전력공사의 전기공급 약관에 따라 결정한다.
(3) 수전전압이 고압이상 수전인 경우에는 2회선 수전방식을 채택하여 전력공급의 신뢰도를 높인다.
(4) 변압기는 사고에 대비하여 예비변압기 설치를 원칙으로 한다.

2.1.2 수전방식

(1) 계약전력과 전기공급방식 및 공급전압의 관계는 전기공급약관에 따른다.

구 분	전기공급방식 및 공급전압
1,000 kW 미만	교류 단상 220 V 또는 교류 삼상 380 V중 설비의 정격 및 한전공급 가능전압에 따라 선정
1,000 kW 이상 10,000 kW 이하	교류 삼상 22,900 V
10,000 kW 초과 400,000 kW 이하	교류 삼상 154,000 V
400,000 kW 초과	교류 삼상 345,000 V

(2) 수전설비의 인입은 한국전력공사의 일반 배전선로 또는 전용선로로 한다.
(3) 주회로 기본구성은 판단기준과 내선규정 및 한국전력공사의 설계기준에 의한다.

2.1.3 수변전설비 계획

수변전설비의 계획은 아래사항을 고려하여 결정한다.
(1) 신뢰성이 높아야 하며 안전성을 확보하여야 한다.
(2) 건설비뿐만 아니라 유지관리비도 절감될 수 있도록 경제적으로 계획하여야 한다.
(3) 증설 및 개보수가 용이하도록 계획을 한다.
(4) 실내 설치를 원칙으로 한다.
(5) 홍수 시에 침수피해가 없도록 지상 일정높이 이상의 위치에 설치한다.
(6) 수변전설비 설계 시에는 다음 해당 항목을 검토하여 최적의 시설이 설치되도록 한다.

① 신뢰성의 수준, 유지관리 형태, 증설계획 등에 대하여 기본구상을 결정
② 기상, 지형, 유사시설 예, 사고 예, 법규 등 사전 조사 실시
③ 설비용량을 결정
④ 수전전압, 수전방식 결정
⑤ 규모, 배치, 운용 방법을 고려하여 모선 구성 및 배전 방식을 결정
⑥ 주요 기기와 케이블의 사양을 결정
⑦ 각종 기기의 보호방식, 계측방식, 고조파 대책 검토
⑧ 관계관청 등과의 협의 수시 실시

2.1.4 전기실 계획

(1) 전기실은 부하의 분포상황, 부하 수 및 용량, 유지관리체제 등을 고려하여 시설의 경제성 및 유지관리 편의성 확보가 용이토록 계획한다.
(2) 전기실은 침수 또는 누수의 우려가 없고 유해한 부식성가스, 분진, 습기 등의 침투가 곤란하고 온도 변화가 적은 위치에 배치한다.
(3) 건축법, 소방기본법, 기타 관련법령에 의하여 규제를 받는 경우에는 법령 등을 기준으로 하여 관련 설비를 설치한다.

2.1.5. 수변전설비 구성

수변전설비는 다음 사항을 고려하여 구성한다.
(1) 수전선로를 안전하게 개폐할 수 있는 개폐기나 부하전류 또는 고장전류를 안전하게 차단할 수 있는 차단기를 설치한다.
(2) 폐쇄형 배전반 사용을 원칙으로 하며 특고압 수변전설비의 경우에는 가스절연형배전반 등의 사용을 고려할 수 있다.
(3) 변압기는 2뱅크 구성을 표준으로 하며 시설규모에 따라서 그 이상의 뱅크로 구성할 수도 있다.
(4) 수전은 상용 및 예비의 2회선 수전을 표준으로 하며 2회선 수전 시에는 자동부하절환개폐기(ALTS)를 설치하던지, LB(S)에 의한 완전 2회선을 검토한다.
(5) 상태 감시에 필요한 계기 및 표시등을 설치하여야 하며, 원격감시제어가 가능하도록 구성한다.
(6) 전력 및 계통 구성 방식에 따른 적정 보호계전기를 설치한다.
(7) 변압기 2차측 중성선에는 누설(지락) 영상 전류를 검출한다.

2.1.6 차단기

고압 및 특고압 차단기는 진공 및 가스차단기를 표준으로 하고, 폐쇄형 배전반에 수납되는 차단기는 진공차단기가 일반적으로 사용되고 있으며, 최근에는 가스차단기도 사용이 확대되고 있는 추세임에 따라 경제성 및 유지관리성을 종합적으로 검토하여 적정 차단기를 선정한다.

2.1.7 변압기의 선정

변압기는 다음 사항을 고려하여 결정한다.

(1) 변압기의 용량은 변압하는 전력을 피상전력으로 환산한 값에 적정한 여유를 주어 결정하며, 각 시설별 적용공법 등에 따른 특수성, 설비별 용량산정 기준, 초기 운전 방안 및 장래 증설 계획과 부하의 시간 특성(부등률)등을 고려하여 변압기 용량이 과대하게 선정되지 않도록 유의하여야 한다.

(2) 3상 변압을 하는 경우에는 3상 변압기 사용을 표준으로 한다.

(3) 변압기의 절연 및 냉각방식은 시용조건, 설치장소 및 경제성 등에 따라 결정하되 화재예방이나 내습성, 설치면적 등을 고려하여야 할 경우에는 몰드변압기를 사용한다.

(4) 변압기의 뱅크수는 설비의 신뢰성 요구조건, 증설계획, 운용형태, 자가발전실의 유무 등을 고려하고 종합적인 경제성을 고려하여 결정한다.

(5) 변압기 용량을 결정할 때는 부하 가동 시 전압변동을, 부하단자 전압강하 및 사고시 단락전류 등을 고려한다.

2.2 부하설비

2.2.1 배전설비

배전설비는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 전기실에서 각 시설에 전력을 공급하는 배전선로는 원칙적으로 전력케이블을 사용한다.

(2) 주요 부하의 배전선로에는 전력량계를 붙일 수 있다.

(3) 배전반에 붙이는 계전기와 기구는 수전반에 준한다.

(4) 배전설비에는 폐쇄형배전반 사용을 표준으로 한다.

(5) 배전전압은 사용목적 및 부하측의 특성을 충분히 고려하여 결정한다.

(6) 모선방식 및 배전방식은 시설의 중요성, 규모 및 운전조건 등을 고려하여 결정한다.

(7) 각 전선로에는 부하전류 및 고장전류를 안전하게 투입·차단할 수 있는 차단기를 설치한다.

2.2.2 동력설비

동력설비는 다음 각항을 고려하여 결정한다.

(1) 고압부하의 개폐장치는 금속폐쇄형배전반 및 고압전동기기동반 사용을 표준으로 한다.

(2) 저압부하의 개폐장치는 저압 금속폐쇄형배전반 및 저압전동기제어반(MCC)사용을 표준으로 한다.

(3) 유도전동기의 기동방식은 부하의 특성과 전원용량 등을 고려하여 결정한다.

(4) 전동기의 공급전압은 전동기 출력과 최적전압의 관계에 의해 전력계통에 적합한 전압으로 선정한다.

2.2.3 속도제어설비

속도제어방식은 운전시간, 회전수 조정범위, 대상 기기의 용량 및 대수, 시설비, 설치공간, 유지관리의 용이성 및 경제성을 종합적으로 검토하여 결정하며, 그 방식은 다음과 같다.

(1) 2차저항 제어방식
(2) 정지셀비우스장치
(3) 인버터제어
(4) 와전류 제어
(5) 극수변환

2.2.4 역률 개선 설비

역률 개선 설비는 다음 각 항을 고려하여 정한다.
(1) 역률을 개선하기 위하여 역률개선용 커패시터를 사용한다. 이 경우 경제성, 보수관리성 등을 고려한 후 아래의 2가지 방식중 한가지를 사용하거나 병용으로 사용한다.
① 전동기와 병렬로 개별적으로 콘덴서를 설치한다.
② 모선에 콘덴서군을 집중 설치한다.
(2) 커패시터는 방전장치 설치를 원칙으로 하며 대용량 커패시터에는 직렬리액터를 설치한다.
(3) 특고압 및 고압수전설비의 종합역률은 90% 이상 유지되도록 한다.
(4) 커패시터군의 대수 제어는 자동 및 수동 제어를 할 수 있어야 한다.
(5) 역률개선설비에는 운전 및 감시에 필요한 장치를 마련한다.

2.2.5 조명설비

(1) 조명은 사용목적에 적합하고 작업면에서 충분한 조도를 확보할 수 있어야 하며, 효율이 높은 광원을 사용해야 한다.
(2) 운전관리상 필요한 장소에는 비상용조명등을 설치한다.
(3) 조명기구의 배치는 유지관리를 용이하게 할 수 있도록 하여야 한다.

2.3 예비전원설비

2.3.1 자가발전설비

자가발전설비는 다음과 같이 계획한다.
(1) 처리장 또는 펌프장의 수전방식이 1회선 수전일 경우에는 비상용 또는 상용자가발전설비를 설치하되 빗물펌프장은 상용자가발전설비를 설치한다. 단, 정전시간 내에 주변환경 및 하수도시설의 기능에 중대한 손상을 줄 가능성이 적은 경우는 이동식 비상용발전기설비로 대체할 수 있다.
(2) 초기 유입하수량이 적은 경우는 장래시점에서 설치를 검토한다.
(3) 발전기 구동용 내연기관는 디젤기관 또는 가스 터빈기관으로 한다.
(4) 자가발전설비 운전시간은 지역적 특성, 정전예측시간 등을 고려하여 결정한다.
(5) 자가발전설비 계획은 관련규정을 준수하여 결정한다.
(6) 무인 관리되는 설비의 발전기는 원격감시제어가 가능한 시스템구축을 원칙으로 한다.

2.3.2 발전기 형식

발전기는 3상 교류 발전기를 표준으로 한다.

(1) 3상 교류 발전기 형식은 동기발전기 형식을 표준으로 한다.

(2) 발전기 여자방식은 브러시레스 방식을 표준으로 한다.

(3) 발전기의 정격 전압 결정은 하수처리시설의 부하 설비 중 고압부하가 있는 경우 3,300 V, 6,600 V를 표준으로 하고 저압부하만 있는 경우는 380 V를 표준으로 한다.

2.3.3 발전기 대상부하

발전기용량은 배수 및 양수능력이 확보될 수 있고 처리기능을 최소한 유지할 수 있음과 동시에 펌프장, 처리장 유지관리나 보안상 필요한 부하를 확보할 수 있는 용량으로 한다.

2.3.4 발전기 및 내연기관 용량

발전기의 용량 결정은 그 사용목적에서 따라 부하용량뿐만 아니라 부하군으로서 기동특성, 기동순서 등을 충분히 검토할 필요가 있으며, 용량을 적정하게 산출하기 위하여 PG 방식과 RG 방식을 도입하여 산출하고 있으나, 최근 RG 방식을 많이 사용하고 있다.

(1) 발전기의 용량은 제작자의 표준품 중에서 선정해야 하며, 정상적으로 필요한 부하용량, 전동기 기동시의 전압강하 허용치에 의한 용량, 단시간과부하내량, 역상전류의 허용치에 의한 용량 등 중에서 가장 큰 용량의 것으로 한다.

(2) 발전기 구동을 위한 내연기관 용량은 적정하게 산출한다.

(3) 발전기와 내연기관의 출력은 적절하게 조합되어야 한다.

2.4 제어용 전원설비

직류전원장치는 다음의 각 항을 고려하여 결정한다.

(1) 고압 또는 특고압 수변전설비의 제어용 전원과 비상용 조명의 전원으로 직류전원장치를 설치하며, 축전지는 가능한 연축전지를 사용한다.

(2) 직류전원장치의 충전장치는 부동충전방식을 사용한다.

(3) 직류전원장치에는 필요에 따라 부하전압보상장치, 과방전방지보호장치를 추가로 설치한다.

(4) 직류전원장치에는 동작 및 감시에 필요한 장치를 설치한다.

2.4.1 무정전전원장치

교류무정전전원장치는 아래의 각 항을 고려하여 정하며, 상세 사양은 한국전기공업협동조합규격 KEMC 1114(교류 무정전 전원장치)의 규정에 따른다.

(1) 교류무정전전원장치는 상용전원의 순간적 정전에도 부하에 무정전으로 교류전력을 공급하는 장치로 인버터 상시 운전 방식을 표준으로 한다.

(2) 인버터용량은 원칙적으로 정상부하의 용량에 따라 결정한다.

2.4.2 축전지 및 충전기의 용량 산출

(1) 축전지의 용량을 구하기 위해서는 축전지에서 공급하는 부하의 종류별 용량, 최대정전시간 예측, 축전지의 사용방법, 온도 및 경년변화에 따른 용량의 변동, 축전지 배선케이블의 전압강하, 자가발전설비의 유무, 유지관리체계 등을 종합적으로 검토한다.
(2) 충전기의 용량은 축전지에 충전되는 전류와 상시부하전류의 합의 값에 따라 구한다.

2.5 보호 및 안전설비

2.5.1 계통보호 및 보안장치

전력설비에는 다음 각 항을 고려하여 적용된 계통을 보호할 수 있는 장치를 설치한다.
(1) 전력회사와의 보안상 책임분기점(terminal Point))에는 구분개폐기를 설치한다.
(2) 특고압수전 또는 고압 수전 시에는 소내 계통의 과전류 및 지락전류를 검출하여 전로를 자동으로 차단할 수 있는 장치를 설치한다.
(3) 특고압변압기에는 온도상승 및 내부고장을 검출하여 경보를 발하거나 전로를 차단할 수 있도록 한다.
(4) 부하설비에는 단락전류, 과부하전류 및 지락전류검출에 따라 전로를 자동차단하는 장치를 설치한다.
(5) 콘덴서에는 용량에 따라 과전류, 과전압 및 내부고장을 검출하고 전로를 자동으로 차단할 수 있는 장치를 설치한다.
(6) 자가발전설비에는 전로 등의 이상검출시 전로를 자동차단하고, 기관을 자동으로 정지시키는 장치를 설치한다.
(7) 직류전원공급장치 및 교류무정전전원공급장치에는 축전지 이상 및 전로의 이상을 검출하는 장치를 설치한다.

2.5.2 접지 시스템

전기설비의 접지는 그 목적 및 계통보호 기준에 따라 적합한 종별과 계통을 선정하여 시공한다.
(1) 직접접지계통인 경우는 접지 시스템화를 고려한 등전위 본딩 및 구조체 접지극을 위주로한 통합 접지시스템을 원칙으로 하고, 비접지계통의 경우는 전기설비기술기준에 정한 바에 따라 해당 종별 저항값 이하로 하는 개별 접지방식을 원칙으로 하되 공용접지 방식을 검토할 수 있다.
(2) 접지공사에서 현장특성을 고려하여 적정한 시공방법을 선정한다.
(3) 각 접지선은 고장전류에 대응하는 충분한 용량으로 선정한다.
(4) 지락전류 경로를 확보하여야 한다.

2.6 방재설비

하수 처리장에는 화재와 뇌해 등에 의한 방재 설비를 갖추어야 한다.
(1) 소방관련법에 의해 처리장내 건축물에 경보 설비를 설치하여야 한다.
(2) 피난설비는 피난구 유도등과 통로 유도등 및 비상조명으로 구분되며 화재 시 신속하게 대피할 수 있도록 유도하는데 그 목적이 있다.

(3) 피뢰시스템은 내부 뇌(개폐 써지 등)와 외부 뇌(낙뢰, 유도뢰 등)와 접지를 연관하여 설계에 반영 하여야 한다.

2.7 에너지계획

하수처리시설에는 에너지 계획이 검토되어야 한다.
(1) 에너지 절감 계획
(2) 건축전기설비 에너지 절감
(3) 수변전설비 에너지 절감
(4) 신재생 에너지 도입 검토

3. 계측제어설비

3.1 계측항목

계측 설비를 설치할 경우 프로세스 상태 감시를 목적으로 하는 경우와 프로세스 제어를 목적으로 하는 경우가 있으며 또한 관련 법규 및 법령에 의해 계측기기를 의무적으로 설치해야 하는 경우 등이 있다.
(1) 프로세스 상태 감시를 목적으로 하는 경우에는 프로세스 상태를 명확히 감시, 파악하여 조작의 확실성, 안전 확보 및 작업 조건의 개선 등을 고려하여야 한다.
(2) 프로세스 제어를 목적으로 하는 경우에는 처리효율의 향상, 작업 환경의 개선, 인력 투입 절감, 자원 및 에너지 절감을 도모하기 위한 경우이며 이를 위하여 계측기기 차체의 안전성, 신뢰성, 보수성이 확보되어야 하고 제어계의 안전성에 대한 배려도 필요하다.
(3) 법령, 법규상 설치하여야 하는 경우에는 환경부 법령, 법규 및 관련 지침에 의해 설치하여야 하는 계측기기는 반드시 설치하여야 한다.
(4) 계측항목의 선정은 계측 목적을 명확히 인식하고 입지조건, 방류지역, 처리방법, 시설의 규모, 유지관리 체계 및 관계 법령 등을 충분히 고려하여 그에 적합한 기기를 선정하여야 한다.

3.2 계측기기의 선정

처리시설에는 각종의 계측기기가 사용되며 운전관리, 감시 및 제어에 중요한 역할을 수행하고 있다. 이들 계측기기의 선정은 다음의 각 항을 고려함과 동시에 기기의 규모, 사양 및 취급 방법이 간편하고 유지관리가 용이한 것을 채택하여야 한다.
(1) 계측 목적
(2) 측정 장소의 환경 조건
(3) 정밀도, 재현성 및 응답성
(4) 유지 관리성
(5) 측정 대상의 특성
(6) 신호 전송 방식
(7) 측정 범위

3.3 계측기기의 종류

하수처리시설에 주로 사용되는 계측기기는 양적인 계측기와 질적인 계측기로 구분되며, 형식 및 종류는 산업 기술에 발달에 따라 다양한 방식으로 제공되고 있으므로, 설계 시 설계자의 충분한 근거와 검토를 통해 설계가 되어야 한다. 또한, 계측장치를 설치하더라도 측정치의 오차가 커지거나 신뢰성이 낮게 될 우려가 있는 경우에는 계측기기의 설치를 자제할 필요가 있으며, 측정기기가 많아지면 경제적으로 불리할 뿐만 아니라 유지관리에도 많은 노력과 비용이 들기 때문에 비용과 효과 및 보수의 밸런스를 고려하여 최소한의 개소에 설치하는 것이 바람직하다. 특히, 질적 계측기를 사용하는 과도한 계측제어화는 가능한 최소화하며, 대표값을 이용한 제어, 각각의 계측을 통한 제어로 구분하여 이에 적합하도록 시스템(기계 장치 포함)을 구성한다.

3.4 수질원격감시체계(TMS)

3.4.1 일반사항

수질오염물질 배출을 발생원에서부터 원격 관리함으로서 국가 수질오염을 사전에 저감하고 보다 체계적이고 효율적인 통합관리체계 구축과 양질의 물 공급, 종합적이고 체계적인 물환경 관리를 위한 환경정보화 기반을 마련하기 위하여 수질원격감시체계(TMS)를 구축하고 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률을 개정하여 하수 배출량을 기준으로 700톤/일 이상의 시설에 pH, 유기물(COD, BOD), SS, TN, TP, 유량계, 자동시료채취장치, 자료전송장치(data logger) 등을 설치하도록 규정하고 있다. 수질원격감시체계(TMS) 구축 대상 사업장은 주변 환경이 측정기에 영향을 미치지 않도록 측정시스템을 별도 공간에 격리시키고 외기온도, 수분, 먼지, 진동, 전원 전압 불안정, 주파수 변동 등으로 인해 측정기의 오동작이 유발될 우려가 있는 경우 항온·항습 장치, 무정전을 포함한 정전압장치(UPS), 방진장치, 접지 등을 설치하여야 하며, 낙뢰 등으로부터 보호하기 위한 피뢰침 설치 등의 대책을 세워야 하고, 채수지점 선정, 설치장소 및 규모, 보수·점검의 신속성 등을 종합적으로 검토하여야 한다.

3.4.2 수질원격감시체계의 구성

수질원격감시체계는 크게 다음과 같이 구성된다.

(1) 시료 채취부
(2) 연속 측정부
(3) 전기 제어부
(4) 공조설비
(5) 전송장치
(6) 측정소건물
(7) 기타 필요 설비

3.4.3 수질자동측정기기의 선정의 일반사항

수질자동측정기기는 기능, 정밀도, 측정결과의 처리, 전송방법 등의 계획을 명확히 하여 이에 적합한 측정기기를 선정하여야 하며, 설치 환경 조건 및 내구성과 신뢰성도 함께 고려되어야 한다. 선정 시 일반적 고려 사항은 다음과 같다.

(1) 관련 규정상의 적합성
(2) 목적에 대한 적합성
(3) 신뢰성의 확보
(4) 측정기술 동향 파악

3.4.4 수질자동측정기기의 선정의 구체적 검토사항

수질자동측정기기 선정 시 구체적 검토 사항은 다음과 같다

(1) 측정기기의 성능
(2) 측정기기의 가격
(3) 설치 비용
(4) 유지관리 비용
(5) 시운전 및 교육
(6) 하자보증

3.4.5 항목별 측정기기의 성능 기준

수질자동측정기기의 성능은 환경측정기기의 형식승인·정도검사 등에 관한 규정을 만족하여야 하며, 구체적 내용은 한국환경공단의 수질자동측정기기의 선정 및 일반 지침을 참고한다.

(1) 수소 이온 농도(pH)
(2) 생물학적 산소요구량(BOD)
(3) 화학적 산소요구량(COD)
(4) 부유물질량 (SS)
(5) 총질소(TN)
(6) 총인(TP)
(7) 유량
(8) 자동시료채취장치

3.4.6 수질자동측정기기의 설치

수질원격감시체계(TMS)를 위한 수질자동측정기기의 설치 방법은 수질오염공정시험방법을 기초로 하며, 측정기기의 특성 및 기기와 방류수 특성 등에 따라 철저하게 검토 후 설치하여야 한다.

(1) 시료채취지점
(2) 시료 채취조
(3) 배수관

(4) 측정소 입지 조건
(5) 측정소 구조
(6) 측정소내 기타 설비
(7) 전기, 수도 등의 Utility 설비

3.5 감시제어설비

3.5.1 일반사항

감시제어설비는 광범위하게 분산되어 있는 처리장 설비를 운영 요원이 중앙감시실에서 일괄감시, 조작 및 제어를 수행함으로서 안전하고 효율적으로 처리장을 감시제어 하기 위한 설비로서 유지관리비 절감, 에너지절감, 노동환경의 개선 및 작업성의 향상 등을 목적으로 설치된다.
따라서 감시제어설비는 처리장 각 요소로부터 대량의 정보를 신속하고 확실히 반영할 수 있는 시스템(감시제어장치, 데이터 전송장치, 원격감시제어장치, CCTV장치 등)으로 구성된다.
또한, 감시제어설비와 정보처리설비는 기능 및 시스템 구성에서 명확히 구분되지 않고 어느 정도 중복되고 있지만 본 장에서는 POS감시제어기능 까지를 포함시킨 범위로 하였으며, 최근 급속한 기술적 진보를 이루고 있는 IT분야 기술과 병행하여 표현한다.

3.5.2 기본설계

감시제어설비의 설계기준은 처리장시설의 규모(펌프, 수처리, 찌꺼기(슬러지)처리) 및 계획처리수량 외에 적용범위, 적용조건, 유지관리의 형태, 각 설비의 배치, 처리방식, 장래의 대응성, 경제성 등을 충분히 검토하여 최적의 설비로 선정한다.

3.5.3 시스템 형태

감시제어시스템은 유지관리가 편리한 집중관리방식을 표준으로 하며, 감시제어 시스템 형태에는 다음과 같은 방식들이 있다.
(1) 집중감시·집중제어방식
(2) 집중감시·분산제어방식(비계층형)
(3) 집중감시·분산제어방식(계층형)
(4) 집중감시·분산제어방식, 통합제어방식(N : N)

3.5.4 감시제어설비의 기능분류

감시제어설비를 기능으로 분류하면
(1) 맨 - 머신 인터페이스 기능(표시운전부)
맨 - 머신 인터페이스 기능은 감시실에서 운영요원이 각 시설(설비, 기기)의 정보를 수집하여 각 시설의 상황파악과 원격조작을 하는 기능
(2) 프로세스제어 기능(감시제어부)
시퀀스제어, 대상설비의 프로세스량을 제어하는 연산제어 등은 설비의 구성이나 기능 운전의

신뢰성을 좌우한다. 이러한 제어기능은 컴퓨터를 이용하여 구성하며 컴퓨터가 없는 설비를 채택할 경우에는 제어기능에 적합한 설비를 선택하여 구성하여야 한다.

(3) 데이터 전송기능(시설운영부)

각 부하설비와 제어장치, 중앙감시실의 기기간, 제어장치간 상호의 데이터 수집을 행하는 기능을 말한다. 그 방법에는 직송, 원격감시제어장치, LAN, WAN 등이 있다.

3.5.5 시스템 구축 시 검토사항

시스템 구축에 있어서 아래의 사항에 관하여 항목별로 검토하고 이들을 종합적으로 판단하여 그 시설에 적합한 시스템을 구성하여야 한다.

(1) 방식의 검토 (처리규모, 관리형태, 감시방식, 제어방식, 전송방식)
(2) 항목의 검토(감시제어항목, 데이터 처리항목, 전송항목)
(3) 구성 기기의 검토(감시제어장치, 전송장치, 제어장치, 전원설비)
(4) 신뢰성 확보의 검토
(5) 시스템의 완전 개방형 구조 검토
(6) 전체와의 부합성 검토(초기투자, 증설시, 타 설비와의 부합)
(7) 시·군 단위별 통합운영
(8) 시스템 선정 기준

3.5.6. 시스템 구성의 고신뢰성

시스템구성은 고신뢰성을 확보하기 위해 아래 사항에 대하여 검토한다.

(1) 감시제어장치의 기능분담, 위험분산, 고장시 대응
(2) POS 감시제어, 그래픽 판넬의 기능분담
(3) 데이터 전송방식, 타시설과 입출력 인터페이스
(4) 제어장치의 루프제어, 시퀀스제어, 릴레이반 기능분담
(5) 제어장치의 분산설치, 증설시의 대응
(6) 중요설비의 이중화
(7) 전원 구분의 분할 등 검토를 필요로 한다.

3.6 원격감시제어장치

3.6.1 일반사항

원격감시제어설비는 처리장내의 분산된 부하 또는 펌프장을 처리장의 중앙감시실에서 제어하고 상태표시, 계측정보 등을 전송받아 통일된 집중관리를 위해 도입한다. 도입 계획에 있어서는 피 제어소의 규모, 제어·표시항목, 결합방식, 전송속도 전송로의 종류, 경제성, 유지관리 등을 고려하여 선정한다.

3.6.2 원격감시제어장치 선정

원격감시제어장치의 전송방식은 상시 디지털 사이클방식, 포링 디지털방식을 표준으로 하며 선정은 아래의 사항에 대하여 검토한다.

(1) 피제어소의 규모, 제어·표시·계측항목
(2) 결합방식
(3) 전송속도
(4) 전송로의 종류
(5) 인터페이스에 관해서 검토하여 최적의 것을 선정한다.

3.7 통합관리시스템

3.7.1 통합관리시스템 계획

통합관리시스템은 시·군 단위로 산재되어 있는 각종 환경 기초시설물을 시·군을 대표하는 하수처리시설에서 중앙집중식 원격감시·제어 시스템을 도입하여 환경기초 시설물의 효율적인 관리 시스템을 구축하기 위한 것으로 아래사항을 검토하여 계획하여야 한다.

(1) 통합관리의 범위 검토
(2) 중앙통합관리 처리장 선정
(3) 통합관리형태 검토

3.7.2 통합관리시스템 구축 시 검토사항

통합관리시스템 구축에 있어서 아래사항에 관하여 개별 검토하고 이들을 종합적으로 판단하여 그 시설에 알맞은 최적의 통합관리시스템을 구축한다.

(1) 감시·제어방식
(2) 전송방식
(3) 통합관리항목
(4) 구성기기
(5) 신뢰성 확보
(6) Web server구축
(7) 보안 및 안정성 확보
(8) 장래증설에 대한 시스템

3.7.3 비상 통보 장치

비상통보장치는 원격감시에 사용하는 것으로 하수처리시설의 고장신호를 원격의 관리자에게 유·무선 네트웍을 이용하여 PDA, 휴대폰, 전화 사서함 등으로 문자 및 음성 등을 통보하는 장치를 말하며 음성은 미리 녹음한 내용으로 하고, 문자의 경우는 이벤트에 따른 등록 메시지로 하며 방식은 H/W형식과 S/W형식으로 구분하며 처리장의 설치공간, 유지관리체제 등을 고려하여 선정한다.

3.8 중앙감시반

3.8.1 일반사항

중앙감시반은 다음 사항에 대하여 충분히 검토하여야 한다.

(1) 설치 목적

(2) 중앙감시반 구성 요소 및 형식

중앙감시반으로 projector 감시반 설치를 검토할 경우 감시·제어 외에 발주처와 활용도를 충분히 협의하여 선정하여야 한다.

3.8.2 시스템의 선정

시스템선정은 최신의 기술동향, 경제성, 현장조건 등을 고려하여 가장 적합한 형식을 선정하여야 한다.

3.9 CCTV장치

3.9.1 일반사항

CCTV장치 도입에 있어서 도입의 목적 및 적용 장소에 대해 충분히 검토 후 계획한다.

3.9.2 시스템 기능

CCTV시스템 선정에는 처리장의 규모, 관리체제, 자동화, 감시제어설비 구성 등을 고려하여 그 처리장에 최적인 것을 선정한다.

카메라의 설치기준은 옥내, 옥외(일반형, 정밀형)형으로 분리하여 검토한다.

주요한 시스템 구성은 다음과 같다.

(1) TV카메라

(2) 영상 모니터

(3) 녹화장비

(4) 영상분배기

(5) 케이블 보상장치

(6) 제어장치

(7) 사용 케이블

(8) 조 명

(9) 피뢰설비

3.10 하수처리 시설의 제어방식

3.10.1 일반사항

하수처리시설 및 중계펌프장의 자동, 연동, 원격제어는 계측 설비를 이용한 제어 시스템 구성이 주체가 된다.

3.10.2 설계사항

처리시설의 제어시스템 설계에 있어서 다음 사항을 고려한다.

(1) 목적
(2) 처리시설
(3) 유지관리체제
(4) 신뢰성 및 안전성
(5) 지역성
(6) 토목시설, 기계설비와의 부합화

3.10.3 제어 장치 및 제어 기능

(1) 제어장치 중 시퀀스 컨트롤러 및 원루프 컨트롤러는 1개 장치의 다운이 다른 루프에 미치는 영향을 피하기 위해 단위 루프마다 구축하는 것을 원칙으로 한다. 그러나, 시퀀스 컨트롤러는 복수의 루프제어와 공통되므로 처리시설마다 위험요소를 최소화 할 수 있도록 하여야 한다.
(2) 시퀀스제어는 시퀀스 컨트롤러, 계측제어는 디지털 제어장치(원루프 컨트롤러 등) 또는 아날로그 제어장치(지시조절계 등)를 적용하는 것을 원칙으로 한다. 또 제어장치는 취급, 조작성도 고려한다.

3.10.4 각 시설의 제어 방식

각 시설의 제어방식은 각 설비 제어 방식 일람표를 참조하되 기본적 내용은 다음과 같다.

(1) 긴급차단 유입 수문(오수) 제어
오수의 이상 유입에 따른 침사지 설비 등의 수몰을 방지하기 위해서 펌프정 수위가 규정치 이상일 경우 유입 수문을 닫는다.
(2) 유입 수문(우수) 제어
우수 유입에 따른 펌프 운전을 위하여 유입 맨홀 수위가 규정치 이상일 경우 유입수문을 연다.
(3) 오수 및 우수 펌프
오수 펌프는 유입하수를 하수처리시설에 송수하기 위하여 맨홀, 침사지 및 펌프정의 총용적량의 버퍼 효과를 이용하여 펌프정 수위 변화에 따라 펌프의 운전 제어를 실시하며, 우수 펌프는 침사지에 유입되는 우수를 안전하게 배제하기 위해 댓수를 조절한다.
(4) 오수 펌프 제어
수위 폭 일정 제어는 수위 변동 폭을 일정 폭 내에서 운전될 수 있도록 펌프의 댓수와 회전수를 제어하는 것이고, 여기에 하수 유입량 대비 목표 양수량을 연산하여 펌프의 회전수를 제어하는 것이 수위 및 유량 제어 방식이 있다.
(5) 일차침전지 찌꺼기(슬러지) 펌프 제어
일차침전지 유출 수질을 안정화하고 찌꺼기(슬러지) 부패를 방지하기 위해 정해진 시간에 의해 인발밸브를 순차적으로 제어하는 타이머 제어와 1지당 인발량과 주기를 설정하는 방식과 1일 인발량과 주기를 설정하는 프리세트 제어 방식이 있다.

(6) 송풍기 제어

풍량 증감에 대해 관로 저항이 변동하는 것을 보정하여 송풍기의 안정적 운전을 도모하는 것으로 송풍기의 토출 압력이 설정된 압력에 의해 흡입 밸브 또는 회전수의 제어를 시행하는 방식이 있다.

(7) 반응조 송풍량 조절밸브 제어

반응조의 송풍량을 제어하여 활성찌꺼기(슬러지)의 성상을 안정화하여 처리 효율을 높이는 것으로 풍량 설정값에 의해 송풍량을 일정하게 제어하는 방식과 반응조 유입 하수량과 방류유량에 비례하여 제어하는 방식 및 반응조내 DO값을 일정하게 제어하는 방식이 있다.

(8) 반송찌꺼기(슬러지) 펌프 제어

반응조내 MLSS를 일정하게 유지하여 처리 수질 안정화를 도모하기 위하여 설정값에 따른 반송찌꺼기(슬러지) 펌프의 회전수를 제어하는 반송량 일정제어와 반응조 유입하수량(방류유량)에 대하여 설정한 반송비율을 일정하게 유지하는 반송비율일정제어 방식이 있다.

(9) 잉여찌꺼기(슬러지) 펌프 제어

증식된 찌꺼기(슬러지)를 인발하여 프로세스내 찌꺼기(슬러지)를 일정하게 유지하기 위해 정해진 시간에 의해 인발밸브를 순차적으로 제어하는 타이머 제어와 1지당 인발량과 주기를 설정하는 방식과 1일 인발량과 주기를 설정하는 프리세트 제어 방식이 있다.

(10) 농축찌꺼기(슬러지) 펌프 제어

농축조에서 적정 찌꺼기(슬러지)를 인발하여 찌꺼기(슬러지) 부패를 방지하기 위해 정해진 시간에 의해 인발밸브를 순차적으로 제어하는 타이머 제어와 1지당 인발량과 주기를 설정하는 프리세트 제어 방식이 있다.

(11) 찌꺼기(슬러지) 탈수/약품주입펌프 제어

약품량을 적절하게 주입하여 탈수케익의 함수율을 저하시키기 위해 투입찌꺼기(슬러지) 농도로부터 약품의 주입률을 산출하여 주입 펌프의 속도를 제어한다.

(12) 반류수 펌프 제어

수처리 시설에서 반류수 유량을 일정하게 유지하여 수처리의 안정화를 꾀하며, 요구 반류수량에 대하여 일정 유량을 유지하여 반류수 펌프의 회전수를 제어한다.

KDS 61 40 00: 2025

관로시설 설계기준

2025년 1월 21일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

환경부

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 하수도설계기준 개정 소위원회 및 자문위원 의견검토 결과에 따라 개정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
KDS 61 40 00:2017	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2017.10)
KDS 61 40 00:2019	• 작업자 안전사고 예방을 위해 맨홀내 안전표지판 설치기준 마련 • 최소유속확보가 어려운 초기관로의 최소경사 기준 신설	개정 (2019.11)
KDS 61 40 00:2022	• 상습침수구역 등 도시침수 대응 안전관리 조치 신설 • 코드간 형식 통일화를 위한 개정	개정 (2022.12)
KDS 61 40 00:2025	• 맨홀 내 사고예방을 위한 부속물 강도확보 내용 신설 • 하수저류시설 용도별 세부 설계기준 명확화 • 빗물받이 내 악취방지시설의 배수기능 확보 내용 신설	개정 (2025.1)

제 정 : 2017년 10월 27일 개 정 : 2025년 1월 21일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 환경부 생활하수과
관련단체 : 한국상하수도협회 작성기관 : 한국상하수도협회

- 환경부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 총설 ····· 1
1.1 계획하수량 ····· 1
1.2 유량의 계산 ····· 1
1.3 유속 및 경사 ····· 3

2. 관의 종류와 단면 ····· 3
2.1 관의 종류 ····· 3
2.2 관로의 단면 ····· 4
2.3 최소관경 ····· 4

3. 매설위치 및 깊이 ····· 4
3.1 매설위치 ····· 4
3.2 매설깊이 ····· 4
3.3 관로의 표시 ····· 5

4. 관로의 보호 및 기초공 ····· 5
4.1 외압에 대한 관로의 보호 ····· 5
4.2 관로의 내면보호 ····· 5
4.3 관로기초공 ····· 5

5. 관로의 접합과 연결 ····· 6
5.1 관로의 접합 ····· 6
5.2 관로의 연결 ····· 7

6. 역사이펀 ····· 7

7. 맨홀 ····· 8
7.1 맨홀 ····· 8
7.2 맨홀부속물 ····· 10
7.3 소형맨홀 ····· 11

8. 관로검사 ····· 11
8.1 관로검사의 종류 및 특징 ····· 11
8.2 관로검사방법 선정 및 기본사항 ····· 12

9. 악취방지시설 ····· 12
9.1 악취발생 원인 및 형태 ····· 12
9.2 악취발생 및 저감대책 ····· 13

10. 하수처류시설 ····· 13
10.1 정의 및 계획 ····· 13
10.2 용량 및 형식 ····· 14
10.3 위치 ····· 15
10.4 구조 ····· 15
10.5 하수저류수 처리방법 계획 ····· 16

11. 합류식하수도 강우시 방류부하량 저감시설 ····· 16
11.1 방류부하량 산정 ····· 16
11.2 처리방법의 선정 ····· 17
11.3 배수설비 및 관로의 방류부하 저감대책 ····· 17
11.4 우수토실 및 토구의 방류부하 저감대책 ····· 17
11.5 차집관로의 방류부하 저감대책 ····· 17
11.6 CSOs 저류시설의 방류부하 저감대책 ····· 17

12. 개거의 종류와 단면 ····· 18
12.1 개거의 종류 ····· 18

12.2 개거의 단면 ····· 18
12.3 개거의 여유고 ····· 18

13. 우수토실 및 토구 ····· 19
13.1 우수토실 ····· 19
13.2 토구 ····· 19

14. 물받이 및 연결관 ····· 20
14.1 물받이의 분류 ····· 20
14.2 오수받이 ····· 20
14.3 빗물받이 ····· 21
14.4 집수받이 ····· 21
14.5 연결관 ····· 22
14.6 기타시설 ····· 22

15. 배수설비 ····· 23
15.1 배수설비의 일반사항 ····· 23
15.2 배수관 ····· 23
15.3 물받이 ····· 24
15.4 부대설비 ····· 25
15.5 제해시설 ····· 25

16. 해양방류시설 ····· 26
16.1 설계시의 고려사항 ····· 26
16.2 해양방류관 ····· 26

17. 압력관로 시스템 ····· 26
17.1 압력관로 시스템의 종류 ····· 26
17.2 압송식 하수도 수송 시스템 ····· 27
17.3 진공식 하수도 수집 시스템 ····· 27

17.4 압력식 하수도 수집 시스템 ····· 28

18. 하수관로 개·보수 ····· 29
18.1 적용범위 ····· 29
18.2 개·보수의 목적 ····· 29
18.3 하수관로 개·보수 계획 ····· 29
18.4 기존관로 조사 ····· 29
18.5 하수관로 개·보수 판단기준 ····· 30
18.6 하수관로 개·보수시 최소유속 기준 ····· 30
18.7 개·보수범위 ····· 30
18.8 하수관로 개·보수 공법 ····· 30
18.9 맨홀보수 ····· 30

1. 총설

관로시설은 관로(管路), 맨홀(manhole), 펌프장, 우수토실(雨水吐室, 차집유량조정시설), 토구(吐口, 방류구), 물받이(오수, 우수 및 집수받이) 및 연결관 등을 포함한 시설의 총칭이며, 주택, 상업 및 공업지역 등에서 배출되는 오수나 우수를 모아서 처리시설 또는 방류수역까지 이송 또는 유출시키는 역할을 한다.

1.1 계획하수량

각 관로별 계획하수량은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 오수관로에서는 오수량의 시간적 변화에 대응할 수 있도록 계획시간최대오수량으로 한다.

(2) 우수관로에서는 해당지역의 적합한 강우강도, 유출계수 및 유역면적을 반영한 계획우수량으로 한다.

(3) 합류식 관로에서는 계획시간최대오수량에 계획우수량을 합한 것으로 한다. 관로단면결정의 중요한 요소는 계획우수량이다.

(4) 차집관로는 각 지역의 실정, 차집·이송·처리에 따른 오염부하량 저감효과 및 그에 따른 필요한 비용 등을 고려한 강우시 계획오수량으로 한다.

(5) 계획하수량과 실제 발생하수량 간에 큰 차이가 있을 수 있으므로 이에 대응하기 위하여 지역실정에 따라 오수관로의 관경결정 시 계획하수량에 여유율을 둘 수 있다. 여유율은 일반적으로 관경증가에 따른 비용부담, 배수구역의 유하시간 차이로 인한 여유율 등을 감안하여 정한다.

1.2 유량의 계산

유량은 자연유하일 경우 식(1,1.1) 매닝(Manning)공식 또는 식(1.1.2) 쿠터(Kutter)공식을 사용하고, 압송식일 경우 식(1.1.3) 하젠윌리암스(Hazen-Williams)공식을 사용하여 산출한다.

(1) 유량계산 공식

$$Q = A \cdot V$$

(Manning 공식)

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \cdots\cdots (1.1.1)$$

여기서, Q : 유량(m^3/s)

A : 유수의 단면적(m^2)

V : 유속(m/s)

n : 조도계수

R : 경심(m) (=A / P)

P : 유수의 윤변(m)

I : 동수경사(분수 또는 소수)

(Kutter 공식)

$$V = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{I}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R \cdot I} = \frac{N \cdot R}{\sqrt{R} + D} \quad \cdots\cdots (1.1.2)$$

여기서, $N : \left(23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}\right)\sqrt{I}$

$D : \left(23 + \frac{0.00155}{I}\right) n$

(Hazen·Williams 공식, 압송의 경우)

$$V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54} \quad (1.1.3)$$

여기서, V : 평균유속(m/s)

C : 유속계수

I : 동수경사(h/L)

h : 길이 L에 대한 마찰손실수두(m)

(2) 관로의 유량계산 인자

① 경사는 관저경사를 사용한다.

② 조도계수는 Manning식 또는 Kutter식에서 철근콘크리트관 및 도관의 경우 각각 0.013, 경질염화비닐관 및 강화플라스틱복합관의 경우는 0.011을 표준으로 한다.

③ Hazen·Williams식에서 유속계수 C 값은 110을 표준으로 하고, 직선부(굴곡손실 등은 별도 계산한다)만의 경우는 130을 표준으로 한다.

④ 관로 단면적은 유량과 경사의 결정으로 식(1.1.1)~식(1.1.3)에 따라 구하며, 수심을 결정할 때 원형거는 만류, 직사각형거는 높이의 90%, 말굽형거는 높이의 80%로 한다.

(3) 개거의 유량계산 인자

① 유량은 등류(等流) 혹은 부등류(不等流)를 고려하여 계산한다.

② 평균유속은 일반적으로 Manning식을 사용하여 구하고, 조도계수는 미국상하수도협회(Water Environment Federation, WEF)에서 제공하는 설계매뉴얼 MOP FD-20 등의 자료에서 제시하는 범위로 한다.

③ 적당한 여유고를 갖도록 단면을 결정한다.

(4) 관로의 단면은 각 단면형의 수심에 따른 유속 및 유량 수리특성을 고려하여 정한다.

1.3 유속 및 경사

유속은 저유속인 경우 관로내 입자물질 침전과 이로 인한 통수능 부족과 준설 등의 유지관리가 요구되고, 고유속인 경우 관로손상, 내용연수 감소 등을 유발하므로 중력식인 경우 하류방향 흐름에 따라 관경이 점차 커지고, 관로경사는 점차 작아지도록 다음사항을 고려하고 유속과 경사를 결정한다.

(1) 오수관로

① 계획시간최대오수량에 대하여 유속을 최소 0.6 m/s, 최대 3.0 m/s로 한다.

② 지표경사로 관로경사가 급하게 되어 최대유속이 3.0 m/s를 넘게 될 때에는 단차(段差)를 설치하여 유속을 감소시키거나 단차설치가 곤란한 경우에는 감세공(減勢工) 설치, 관경이나 맨홀의 종별 상향 또는 수격(水擊)에 의한 맨홀파손 방지조치를 고려한다.

③ 오수관로의 시점부에서 다른 지선관로에 접합하지 않는 구간에 설치된 관로의 계획하수량이 적어 최소유속 확보가 불가능한 경우는 현장여건을 반영하여 최소경사 5‰이상을 확보한다.

(2) 우수관로 및 합류식관로

① 계획우수량에 대하여 유속을 최소 0.8 m/s, 최대 3.0 m/s로 한다.

② 우수관로 및 합류식관로에서는 비중이 상대적으로 큰 토사류의 침전방지가 필요하며, 급경사지 등에서 과유속에 따른 관로손상, 유달시간 단축에 따른 하류지점 유량집중을 방지하기 위하여 단차 및 계단을 두어 경사를 완만하게 하여야 한다.

2. 관의 종류와 단면

2.1 관의 종류

하수도용 자재기준은 하수도법에서 규정하고 있으며 관로는 내압과 외압에 대하여 충분히 견딜 수 있는 구조 및 재질이어야 하고 내구성 및 내식성을 갖추어야 한다. 일반적으로 매설특성 등에 따라 다음과 같은 종류를 사용한다.

(1) 콘크리트관

① 철근콘크리트관에는 원심력철근콘크리트관(흄관), 코아식프리스트레스트콘크리트관(PC관), 진동 및 전압철근콘크리트관(VR관), 철근콘크리트관

② 제품화된 철근콘크리트 직사각형거(정사각형거 포함)

③ 현장타설철근콘크리트관

(2) 도관

(3) 합성수지관

① 경질염화비닐관

② 폴리에틸렌(PE)관

(4) 덕타일(ductile)주철관

(5) 파형강관

(6) 유리섬유 강화 플라스틱관

(7) 폴리에스테르수지 콘크리트관
(8) 기타 하수관은 관의 재질 및 매설지역 특성을 고려하여 사용한다.

2.2 관로의 단면

관로의 단면은 단면형상에 따른 수리적 특성을 고려하여 선정하되 원형 또는 직사각형을 표준으로 하고, 소규모 하수도에서는 원형 또는 계란형을 표준으로 한다.
관로의 단면형상 결정시에는 수리학적, 하중, 시공비용, 유지관리비용 및 매설장소 특성이 고려되어야 한다.
복단면 또는 분할관 단면형상은 관로의 유지관리측면이 크게 요구될 때 적용한다.

2.3 최소관경

최소관경은 다음과 같이 한다.
(1) 오수관로는 관로내 점검 및 청소 등 유지관리를 위하여 200 mm를 표준으로 한다.
(2) 우수관로 및 합류관로는 관로내 점검 및 청소 등 유지관리를 위하여 250 mm를 표준으로 한다.
(3) 오수관로에서 장래 하수량증가 계획이 없는 경우, 유지관리 하는데 지장이 없는 범위 내에서 초기관로에 국지적으로 150 mm를 제한하여 사용할 수 있다.

3. 매설위치 및 깊이

3.1 매설위치

매설위치는 다음 사항을 고려해서 결정하여야 한다.
(1) 관로는 공공도로상에 매설하는 것을 기본으로 하고, 그 매설위치 및 깊이를 도로관리자와 협의하여 정한다.
(2) 관로를 하천변에 매설할 경우에는 그 매설위치 및 깊이에 대하여 하천관리자와 사전 협의하여 정한다. 하천 매설 관로의 관체보강 및 보호, 수밀성확보를 위하여 관보호공 설치를 기본으로 한다.
(3) 철도횡단의 경우에는 관로가 교통하중 및 진동을 직접 받지 않도록 충분한 깊이로 매설해야 한다. 그러나 종단경사의 특수성에 의하여 교통하중 및 진동이 작용하는 경우에는 관로에 직접 영향을 주지 않도록 방호공을 설치하여야 한다.
(4) 관로를 사유지내에 매설하는 경우에는 토지소유자와 협의하여야 한다.
(5) 관로노선계획은 해당지역의 지형, 매설위치, 관로배열 및 지하매설물과의 교차 등을 고려하여 정한다.

3.2 매설깊이

관로의 최소 흙두께는 원칙적으로 1 m로 하나, 연결관, 노면하중, 노반두께 및 다른 매설물의 관계, 동결심도, 기타 도로점용조건을 고려하여 적절한 흙두께로 한다.

부득이하게 흙두께가 적어지는 곳에 간선도로 및 윤하중 등에 의해 진동의 영향이 있는 경우는 관로의 안전성 검토, 고강도 관으로의 대체, 관로의 보강 또는 방호공 등을 검토 적용하여야 한다.

3.3 관로의 표시

관로의 표시는 관로의 위치 및 목적에 따라 다음사항을 참고하여 계획한다.

(1) 관로의 오접 및 굴착파손 방지와 관로 위치 또는 상태를 알 수 있도록 관체표시, 관로 경고테이프 설치, 관체 페인팅, 위치 또는 상태 인식장치 등을 필요시 설치하고, 굴착파손을 방지하기 위한 관로경고테이프는 관경 및 현장여건을 고려하여 관상단 20~50cm에 설치하되 잘 찢어지지 않는 재질을 사용하여야 한다.

(2) 하천변 등에 부설된 관로중 하상변화에 따라 매몰되기 쉬운 곳이나 수목의 성장에 따라 관로위치의 육안확인이 곤란한 곳에는 관로의 위치 및 방향을 알 수 있도록 매설위치 또는 매설위치와 일정한 거리에 관위치표시기를 설치한다.

(3) 관로시설이 계획되고 시공이 완료되며 시공현황을 반영한 관로매설정보는 관로관리시스템에 반영하거나 반영할 수 있는 형태의 자료로 작성·제출되어야 한다.

4. 관로의 보호 및 기초공

4.1 외압에 대한 관로의 보호

흙두께 및 재하중이 관로의 내하력을 넘는 경우, 철도 밑을 횡단하는 경우 또는 하천을 횡단하는 경우 등에는 콘크리트 또는 철근콘크리트로 바깥둘레를 쌓아서 외압에 대하여 관로를 보호한다. 하천노선에 따라 부설되는 관로에도 관보호를 하여야 한다.

4.2 관로의 내면보호

관로의 내면이 마모 및 부식 등에 따른 손상의 위험이 있을 때에 내마모성, 내부식성이 우수한 재질의 관로를 사용하거나 관로의 내면을 적당한 방법에 의해 라이닝(lining) 또는 코팅(coating)을 하여야 하고, 관로를 연결하는 연결구도 내부식성이 있는 재질로 하여야 한다.

4.3 관로기초공

관로의 기초공은 관로의 종류, 토질, 지내력, 시공방법, 하중조건 및 매설조건 등에 따라 다음 사항을 고려하여 정하되, 내구성 및 경제성도 검토되어야 한다.

관종에 따른 일반적인 기초는 다음과 같다.

(1) 강성관로(剛性管路)의 기초공

철근콘크리트관 등의 강성관로는 조건에 따라 모래, 쇄석(또는 자갈), 콘크리트, 철근콘크리트, 벼개통목, 말뚝 등의 기초를 실시하며, 필요에 따라 이들을 조합한 기초를 실시하되, 모래기초의 경우 관의 부식방지를 위하여 한국산업표준 KS F 2526『콘크리트용 골재』에서 규정한 염화물(NaCl) 함유량이 허용값 이하의 모래를 사용하여야 한다. 단, 지반이 양호한 경우에는 이들

기초를 생략할 수가 있다.

모래기초에서 관로하단의 기초두께는 최소 100～200 mm 또는 관로외경의 0.2～0.25배를 기본으로 하고, 매설지반이 암반인 경우는 다소 두껍게 하는 것이 안전하다.

강성관의 강도계산에서 매설토의 수직토압에 의해 작용하는 수직등분포 하중을 구하기 위해 수직토압공식, 마스톤(Marston)공식 및 Janssen공식 등을 이용하고 차량 등에 의한 활하중을 고려하여 계산하되 관의 외압에 대한 강도는 철근콘크리트관의 경우 균열 하중을 적용하고, 도관의 경우 파괴하중을 적용한다.

(2) 연성관로(軟性管路)의 기초공

경질염화비닐관, 폴리에틸렌관 등의 연성관로는 모래, 벼개동목, 포(布), 배드시트, 소일시멘트 등으로 기초로 하되 자유받침 모래기초를 원칙으로 하며, 관체의 보강이나 부등침하방지 등 기초의 주목적 조건에 따라 단독 또는 조합하여 설치한다. 압송관로의 경우 기초는 모래 대신 양질토를 사용 할 수 있으나 이때에는 엄격한 품질검사를 거쳐야 한다.

관하단의 모래두께는 100～300mm가 바람직하며, 관상단 200mm이상은 모래등 양질의 토사를 사용하여 다짐·시공되도록 한다. 연성관의 기초받침각은 360°가 바람직하다.

연성관의 강도계산에서 작용하는 하중중 수직토압은 관로폭만의 토압으로 하고, 활하중에 의한 수직토압은 강성관과 같이 적용한다. 매설토 및 활하중에 의한 휨모멘트 및 휨응력을 구하고 수직방향의 변형량 및 변형율을 구한다.

5. 관로의 접합과 연결

5.1 관로의 접합

관로의 방향, 경사, 관경이 변화하는 장소 및 관로가 합류하는 장소에는 맨홀을 설치하여야 하고, 관로내 물의 흐름을 원활하게 흐르게 하기 위해서는 원칙적으로 에너지경사선에 맞추어야 한다. 관로접합은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 관로의 관경이 변화하는 경우 또는 2개의 관로가 합류하는 경우의 접합방법은 수면접합, 관정접합, 관중심접합, 관저접합이 있으나 원칙적으로 수면접합 또는 관정접합으로 한다.

(2) 지표의 경사가 급한 경우에는 관내의 유속 조정과 하류측의 최소 흙두께를 유지하고 상류측 굴착깊이를 줄이기 위해서 관경변화에 대한 유무에 관계없이 원칙적으로 지표의 경사에 따라서 단차접합 또는 계단접합으로 한다.

단차접합에서 1개소당 단차는 1.5 m이내로 하고, 0.6 m 이상일 경우 합류관 및 오수관에는 부관(副管)을 사용하는 것을 원칙으로 한다.

계단접합은 통상 대구경관로 또는 현장타설관로에 설치하고, 계단의 높이는 1단당 0.3 m이내 정도로 하며, 단차접합이나 계단접합의 설치가 곤란한 경우 감세공을 설치하거나 고낙차로 관로접합이 필요한 경우에는 맨홀저부의 세굴방지 및 하수의 비산방지를 목적으로 드롭샤프트 등을 적용할 수 있다.

(3) 물의 흐름을 원활하게 하고 유속이 커지는 것을 방지하기 위하여 2개의 관로가 합류하는 경우의 중심교각은 되도록 30~45°로 하고 장애물 등이 있을 경우에는 60° 이하로 한다. 대구경관에

합류하는 소규경관이 대구경관 지름의 1/2이하이고 수면접합 또는 관정접합으로 붙이는 경우의 중심교각은 90° 이내로 할 수 있으며, 곡선을 갖고 합류하는 경우의 곡률반경은 내경의 5배 이상으로 한다.

반대방향의 관로가 합류하여 곡절하는 경우나 예각으로 곡절하는 경우는 2단계 이상으로 곡절하도록 하여 흐름을 원활하게 하여야 한다.

5.2 관로의 연결

(1) 관로의 연결은 수밀성, 내구성 및 내부식성이 있는 것으로 한다. 연결방법에는 소켓연결, 맛물림 연결, 맞대기 연결, 압송관의 플랜지 및 메카니칼 연결 등이 있으며 연결은 일반적으로 하수관종에 최적화된 하수관 제조사에서 제시하는 방법을 사용하며 필요에 따라 연결방법을 조합하여 사용한다.

연결에 사용되는 충진제, 고무링 및 밴드 등은 내구성이 확보되어야 하며, 연결구체에 포한된 금속류(볼트, 너트 등)는 내부식성이 확보되어야 한다.

(2) 연약지반 등에서 관로와 맨홀 등이 강성이 높은 구조물과 접속하는 경우에는 연결각도, 연결방향, 접합부 천공에 따른 관로파손과 부등침하 등에 의한 편하중으로 관로의 손상사고를 일으키는 경우가 있으며, 이를 방지하고자 할 경우 필요에 따라 연성연결을 사용한다.

6. 역사이펀(inverted syphon)

지하매설물의 아래에 하수관을 통과시킬 경우에 역사이펀 압력관으로 시공하는 부분을 역사이펀이라고 하며, 시공이 어렵고 지속적인 유지관리가 필요한 시설이나 다양한 지하매설물의 간섭을 최소화하고 관로매설 깊이 증대방지에 따른 공사비 저감이나 펌프시설 등을 최소화할 수 있는 방안이므로 역사이펀시설은 지장물의 이설이 곤란한 곳, 지장물에 따른 관로매설 깊이가 지나치게 커지는 곳, 펌프시설 설치가 곤란한 곳 등에 적용하며, 다음 각 항을 고려하여야 한다.

(1) 역사이펀의 구조는 장해물의 양측에 수직으로 역사이펀실을 설치하고, 이것을 수평 또는 하류로 하향 경사의 역사이펀 관로로 연결한다. 또한 지반의 강약에 따라 말뚝기초 등의 적당한 기초공을 설치한다.

(2) 역사이펀실에는 유량의 조정과 차단을 위한 수문설비 및 깊이 0.5 m 정도의 이토실을 설치하고, 역사이펀실의 깊이가 5 m 이상인 경우에는 중간에 배수펌프를 설치할 수 있는 설치대를 둔다.

(3) 역사이펀 관로는 복수로 하되, 유량변동이 큰 경우에는 관경과 설치높이를 다르게 하여 유량변동에도 일정 유속을 확보할 수 있도록 하고, 호안, 기타 구조물의 하중 및 그들의 부등침하에 대한 영향을 받지 않도록 한다. 또한 설치위치는 교대, 교각 등의 바로 밑은 피한다.

(4) 역사이펀 관로의 유입구와 유출구는 손실수두를 적게 하기 위하여 종모양(bell mouth)으로 하고, 관로내의 유속은 상류측 을 20~30% 증가시킨 것으로 한다.

(5) 역사이펀 관로의 흙두께는 계획하상고, 계획준설면 또는 현재의 하저최심부로부터 중요도에 따라 1 m 이상으로 하며 하천관리자와 협의한다.

(6) 하천, 철도, 상수도, 가스 및 전선케이블, 통신케이블 등의 매설관 밑을 역사이펀으로 횡단하는

경우에는 관리자와 충분히 협의한 후 필요한 방호시설을 한다.

(7) 하저를 역사이펀하는 경우로서 상류에 우수토실이 없을 때에는 역사이펀 상류측에 재해방지를 위한 비상 방류관로를 설치하는 것이 좋다.

(8) 역사이펀에는 호안 및 기타 눈에 띄기 쉬운 곳에 표식을 설치하여 역사이펀 관로의 크기 및 매설깊이 등을 명확히 표시하는 것이 좋다.

(9) 역사이펀은 지속적인 유지관리가 필요한 시설이므로 소규모인 경우 인력으로 유지관리가 가능하도록 하여야 하며, 중대형인 경우 장비나 차량이 접근할 수 있는 접근로가 확보되어야 한다.

7. 맨홀

7.1 맨홀

맨홀은 다음 사항을 고려하여 설치한다.

(1) 배치

① 맨홀은 관로의 기점, 방향, 경사 및 관경 등이 변하는 곳, 단차가 발생하는 곳, 관로가 합류하는 곳이나 관로의 유지관리상 필요한 장소에 반드시 설치한다.

② 관로 직선부에서는 맨홀의 최대 간격은 600mm 이하 관에서 최대간격 75m, 600mm 초과 1,000mm 이하에서 100m, 1,000mm 초과 1,500mm 이하에서 150m, 1,650mm 이상에서 200m를 표준으로 하며, 관로 곡선부에서도 현장여건에 따라 곡률반경을 고려하여 맨홀을 설치한다.

③ 연성관을 사용하는 경우 관로의 방향이 변화하는 곳이라도 하수의 흐름과 유지관리 장비의 진입 등 관로의 기능유지에 문제가 없는 경우에는 맨홀을 생략하고 곡관으로 부설할 수 있다.

(2) 종류 및 구조

① 맨홀의 종류 및 구조는 공공하수도(맨홀) 표준도를 기준으로 하며, 접합관경에 따라 <표 1.7.1> 표준맨홀에 준하며, 지형의 특성, 지하매설물과의 관계 및 관로의 구조 등에 따라 특수한 맨홀을 필요로 하는 경우에는 <표 1.7.2>를 표준으로 한다.

② 하천변에 부설하는 맨홀은 현장타설이나 맨홀종류에 관계없이 상하부구체 일체형으로 거동하는 구조를 가져야 하며, 안정적인 고정과 외부 충격으로부터 견딜 수 있는 내구성이 확보된 것이어야 한다. 맨홀의 내·외부면은 방수를 실시하고, 맨홀뚜껑의 높이는 강우시 발생되는 년중 하천수위를 고려하여 정하되 최소 풍수위이상으로 한다.

<표 1.7.1> 표준맨홀의 형상별 용도

명 칭	치수 및 형상	용 도
1호맨홀	내경 900 mm 원형	관로의 기점 및 600 mm 이하의 관로 중간지점 또는 내경 400 mm까지의 관로 합류지점
2호맨홀	내경 1,200 mm 원형	내경 900 mm 이하의 관로 중간지점 및 내경 600 mm 이하의 관로 합류지점
3호맨홀	내경 1,500 mm 원형	내경 1,200 mm 이하의 관로 중간지점 및 내경 800 mm 이하의 관로 합류지점
4호맨홀	내경 1,800 mm 원형	내경 1,500 mm 이하의 관로 중간지점 및 내경 900 mm 이하의 관로 합류지점
5호맨홀	내경 2,100 mm 원형	내경 1,800 mm 이하의 관로 중간지점

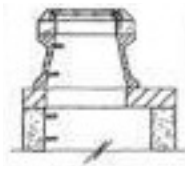
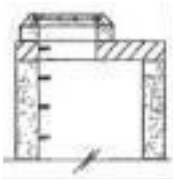
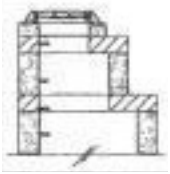
<표 1.7.2> 특수맨홀의 형상별 용도

명 칭	치수 및 형상	용 도
특1호맨홀	내부치수 600×900 mm 각형	흙두께가 특히 적은 경우, 다른 매설물 등의 관계 등으로 1호맨홀이 설치 안되는 경우
특2호맨홀	내부치수 1,200×1,200 mm 각형	내경 1,000 mm 이하의 관로 중간지점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특3호맨홀	내부치수 1,400×1,200 mm 각형	내경 1,200 mm 이하의 관로 중간지점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특4호맨홀	내부치수 1,800×1,200 mm 각형	내경 1,500 mm 이하의 관로 중간지점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특5호맨홀	내부치수D×1,200 mm 각형(D는내경+인버트 폭)	현장여건상 표준맨홀 및 특1, 2, 3, 4호 맨홀이 설치가 불가능한 경우에 600 mm 이상의 흄관에 적용
현장타설 관로용 맨홀	내경 900, 1,200 mm 원형	직사각형거, 말굽형거 및 실드(shield)공법에 의한 하수관로의 중간지점
부관붙임 맨홀		관로의 단차가 0.6 m 이상인 경우

(3) 형상 및 재질에 따른 적용범위

표준, 특수 맨홀의 형상 및 재질에 따른 적용범위는 공공하수도(맨홀)표준도를 기준으로 다음과 같이 분류된다.

<표 1.7.3> 표준, 특수 맨홀의 형상 및 재질에 따른 적용범위

구분	A 형	B 형	C 형	D 형
형상 및 재질				상부 : 프리캐스트 제품 (KS F 4012) 측벽 : 프리캐스트 제품 (KS F 4012)
	상부 : 프리캐스트 제품 (KS F 4012) 측벽 : 현장타설	상부 : 상판상에 뚜껑고정 측벽 : 현장타설	상부 : 현장타설 측벽 : 현장타설	감독관의 승인을 받은 공장제품
적용범위	맨홀깊이 2.5m이상인 곳	맨홀깊이 2.5m이하인 곳	맨홀깊이 2.5m이상인 곳	감독관의 승인에 따름

7.2 맨홀부속물

맨홀부속물에는 인버트(invert), 발디딤부 및 중간슬래브, 맨홀뚜껑 및 받침, 맨홀 내 안전표지판, 맨홀 내 추락방지시설이 있으며, 다음 사항을 고려하여 설치한다.

(1) 인버트(invert)

① 인버트는 하류관로의 관경 및 경사와 동일하게 한다.

② 인버트의 발디딤부는 10~20%의 횡단경사를 둔다.

③ 인버트의 폭은 하류측 폭을 상류까지 같은 넓이로 연장한다.

④ 상류관과 인버트 저부는 3~10 cm 정도의 단차를 두는 것이 바람직하다.

⑤ 인버트는 중간맨홀, 합류맨홀의 합류 및 흐름방향에 적합하게 설치하여 하수의 흐름이 원활하도록 하여야 한다.

(2) 발디딤부 및 중간슬래브

① 발디딤부 및 중간슬래브는 부식이 발생하지 않는 재질을 사용한다.

② 발디딤부는 폭 30cm를 표준으로 이용하기에 편리하도록 설치하여야 하며, 맨홀깊이가 3m 이상인 경우 2열로 설치하여야 한다.

③ 깊은 맨홀의 유지관리는 필요시 이동용 사다리를 이용하고, 진출입이 빈번한 깊이 4m이상에서는 중간슬래브를 설치한다.

(3) 맨홀뚜껑 및 받침

① 맨홀뚜껑 및 받침은 유지관리의 편리성 및 안전성을 고려하여 설치하고, 안전사고 방지를 위해 필요한 강도를 가져야 하며, 상부슬라브에서 도로외쪽(인도쪽)으로 위치하도록 한다.

② 도로측에 설치되는 맨홀뚜껑 및 받침은 관련 제품의 표준에서 정하는 무게를 갖추어야 한다.

③ 맨홀뚜껑은 불명수가 유입되지 않는 수밀구조이어야 하며, 상습침수발생 지역과 같이 강우시 급격한 하수량 증가에 따른 내부압력 변화가 예상되는 지역에서는 맨홀받침과 일체화 등 맨홀뚜껑이 이탈되지 않도록 한다.

(4) 맨홀 내 안전표지판

① 맨홀 내 안전표지판은 점검이나 유지관리 시 질식, 추락 등 안전사고 예방을 위하여 맨홀뚜

껑 아래에 속뚜껑 형식으로 설치하되, 맨홀뚜껑과 받침 사이의 수밀성을 저해하지 않아야 한다.

② 맨홀내 안전표지판은 부식이 발생하지 않는 재질을 사용한다.

③ 맨홀내 안전표지판 상부에는 질식, 추락 등의 위험을 알릴 수 있는 안전문구를 표시하고 글씨는 어두운 곳에서도 잘 보일 수 있도록 성능이 우수한 반사 재료를 사용한다.

(5) 맨홀 내 추락방지시설

① 하천변 및 상습침수 발생 또는 우려 지역 등에 부설되는 맨홀의 경우 강우시 급격한 하수량 증가로 인하여 맨홀 뚜껑 이탈이 예상되므로 추락 등 안전사고 예방을 위하여 맨홀 뚜껑 아래에 추락방지시설을 설치하는 등 대책을 강구하여야 한다.

② 추락방지시설은 사람 및 물체 등이 추락하지 않도록 필요한 강도를 가져야 하고, 파손, 부식, 이탈이 되지 않는 안전한 구조이어야 하며, 유지관리 편의성을 고려하여 개폐가 용이한 구조이어야 한다.

7.3 소형맨홀

소형맨홀은 협소한 기존의 도로 및 골목길에 장비투입이 어렵고 기존지장물의 이설이 곤란할 경우에 설치한다.

(1) 소형맨홀은 일반적으로 내경치수에 따라 용도별로 분류된다.

(2) 소형맨홀의 구성 및 기능은 표준맨홀을 준용한다.

8. 관로검사

8.1 관로검사의 종류 및 특징

관로검사는 시공 중이거나 시공 후 하수관로(하수관, 맨홀, 연결관, 배수관 등)의 시공적정성을 조사하고 판정하기 위한 것이다.

관로검사는 다음과 같이 구분한다.

(1) 검사시기에 따라 시공중에 실시하는 시공검사와 시설준공시 실시하는 준공검사로 구분한다.

(2) 검사대상에 따라 경사검사, 수밀검사, 내부검사, 오접 및 유입수·침입수 경로검사, 변형검사로 구분하다.

(3) 검사구간에 따라 수밀검사는 맨홀-맨홀구간으로 시행하는 수밀검사와 개보수 등 특정구간에 한정하여 시행하는 부분수밀검사로 구분한다.

(4) 검사방법에 따라 수밀검사는 관로내에서 관로밖으로 침출되는 것을 확인하는 누수시험, 공기압시험, 압송관 수압시험으로 구분하고, 관로밖에서 관로내로 침입되는 것을 확인하는 침입시험, 부공기압시험으로 구분한다.

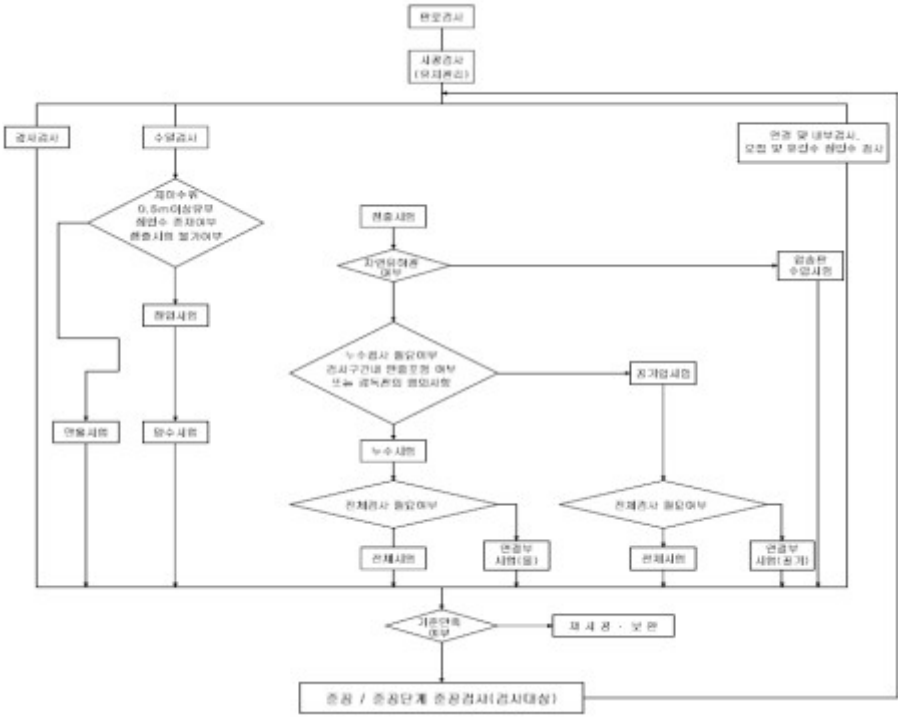
(5) 관로내부검사는 조사원이 직접 관로내에 진입하여 육안이나 장비로 확인하는 육안조사와 관로내로 진입하지 않고 촬영장비를 사용한 CCTV조사, 관내부 변형을 확인하는 변형율검사로 구분한다.

(6) 오접여부를 확인하고, 유입수·침입수발생시 그 경로 등을 확인하는 오접조사, 유입수, 침입수 경로조사로 구분한다.

8.2 관로검사방법 선정 및 기본사항

관로검사의 방법는 검사시기, 검사대상 및 검사구간 등의 조건에 따라 선정하고, 검사시 기본사항을 준수하여야 한다.

(1) 관로검사방법은 다음 흐름도를 참고하여 선정한다.



[그림1.8.1] 관로검사 흐름도

(2) 관로시공검사 시기는 되메우기전에 시행하는 것이 원칙이다.

(3) 검사방법은 “하수관로공사 표준시방서”에 규정한 기준을 따른다.

(4) 검사구간은 맨홀과 맨홀(연결관 조사구간 포함)을 한 구간으로 검사하는 것이 원칙이다.

(5) 검수수량은 시공검사의 경우 시공관로전체, 준공검사의 경우 시공관로의 5%를 기준으로 한다.

9. 악취방지시설

9.1 악취발생 원인 및 형태

하수도에서 악취는 수집단계(배수설비), 이송단계(지선관로.간선관로, 펌프시설) 및 처리단계(처리시설) 전 구간에서 발생할 수 있으며, 발생된 악취의 처리보다 발생방지를 중점적으로 추진되어야 한다. 여기서는 하수도 중 수집 및 이송에 대하여 제시한다.

(1) 악취는 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말한다.

(2) 하수도 시설에서 발생하는 악취는 유발 물질의 형태 및 흐름에 따라 발생원, 발산원 및 배출원으로 구분한다.

9.2 악취발생 및 저감대책

하수도시설 악취저감은 발생원에서의 저감, 발산억제, 배출 차단 등 세 가지 방식이 있으며, 악취저감을 위한 시설계획이나 개선대책을 필요한 구간에 반영하여야 한다.

(1) 악취방지시설을 계획하기 위해서는 우선 발생원을 조사하여 이에 대응한 시설이 되도록 하여야 하며, 발생방지를 우선으로 시설계획을 하여야 한다. 또한 가장 효과적이고, 비용절감적인 측면에서 계획되어야 한다.

(2) 악취저감은 발생원에서의 저감, 발산억제, 배출 차단을 신규지역과 기존시설지역에 대하여 단기대책 및 장기대책으로 구분하여 적용한다.

(3) 악취저감을 위한 시설개선대책은 관로내부, 맨홀, 받이, 토구, 우수토실에 대하여 신규지역과 기존시설지역으로 구분하고 단기대책 및 장기대책으로 구분하여 적용한다.

(4) 하수관로시설의 악취저감방법은 관로내부, 맨홀, 받이, 토구, 우수토실에 대하여 필요에 따라 적용한다

① 하수관로 내부에 대한 악취저감방법은 최소유속확보, 대형관 낙차보완시설, 환기시설, 약품투입, 청소 및 준설, 오접개선, 관로개선(분류식화 등)을 적용한다.

② 맨홀에 대한 악취저감방법은 부관설치, 인버트설치, 악취차단장치 등을 적용한다.

③ 받이와 토구에 대한 악취저감방법은 원인제거 및 차단장치를 중심으로 적용한다.

10. 하수저류시설

10.1 정의 및 계획

(1) 하수저류시설이란 하수관로로 유입된 하수에 포함된 오염물질이 하천·바다 그 밖의 공유수면으로 방류되는 것을 줄이고, 하수가 원활하게 유출될 수 있도록 하수의 일정 부분을 일시적으로 저장하여 침수피해를 예방하거나 오염물질을 제거 또는 감소하게 하는 시설을 말한다.

① 침수방지기능 하수저류시설

강우시 하수관로의 통수능력을 초과하는 첨두유출량의 일정부분을 일시적으로 저장시켜 하류측 하수도 시설이 부담하는 유출량을 저감시키고 침수를 방지하기 위한 시설이다.

② 오염저감기능 하수저류시설

강우시 공공하수처리시설로 유입되지 못하고 하천으로 배출되는 미처리 하수의 일정부분을 저장시켜 오염물질로 인한 방류수역의 수질오염을 저감하기 위한 시설로, 강우시 합류식지역에서 발생하는 월류수(CSOs)와 분류식지역에서 발생하는 초기우수의 오염부하량을 저감하기 위한 시설을 포함한다.

(2) 하수저류시설 설치계획 수립시 기존 하수도시설과 연계방안, 시공방법 및 경제성 등을 검토하여 배수계통 전체에 대하여 종합적으로 판단한 후 하수저류시설 계획을 수립한다.

① 침수방지기능 하수저류시설

기존 하수도시설 개량 및 신설 등을 통한 배수개선방안(관로신설·개량, 빗물펌프장 신·증설, 수계조정 및 분리 등)에 대하여 다양한 대안을 검토하고, 침수방지 효과, 시공성, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 저류시설 설치의 타당성이 충분하게 확보되도록 설치한다.

② 오염저감기능 하수저류시설

강우시 하수처리대책 및 하수배제방식 변경 등 사업대상구역의 중·장기계획과 연계하여 하수도시설 전체 오염저감대책과 병행하여 검토하고 기존시설을 최대한 활용하는 방안을 우선 검토한 후 저류시설 설치의 타당성이 충분하게 확보되도록 설치한다.

(3) 하수저류시설은 침수방지기능과 오염저감기능 등 다양한 목적의 수행을 고려한 계획수립이 가능하며, 이 경우 본래의 목적 수행에 지장이 없어야 하고, 경제성, 유지관리 효율성 등 다양한 목적 수행에 따른 효과를 면밀히 검토하여 계획을 수립한다.

10.2 용량 및 형식

(1) 하수저류시설 용량

유역표면조건, 하수관로, 빗물펌프장 등이 반영된 모델 구축 및 시뮬레이션(Simulation)을 통해 정량적으로 제시하도록 한다.

① 침수방지기능 하수저류시설

가. 설계빈도는 사업대상구역에 대하여 관련 상위계획에서 정한 설계빈도를 준용하되 지역의 특성 또는 방재상 필요성, 기후변화로 인한 강우특성의 변화추세, 장래 시설 증설의 난이도 등을 고려하여 이보다 강화된 기준을 적용할 수 있다.

나. 사업대상구역 내 다양한 위치와 용량의 하수저류시설을 조합, 분석하여 최적안을 도출한다.

② 오염저감기능 하수저류시설

가. 공공수역의 목표수질 달성을 위한 목표 오염부하량을 설정하고 이를 달성하기 위한 최적 저류용량 및 처리방법을 결정한다.

나. 배수구역 내 별도의 비점오염저감대책이 포함되어 있는 경우 그에 상응하는 규모나 용량은 제외한다.

다. 저류시설 운영수질 및 강우사상을 고려하여 연속강우 등으로 오염도가 낮은 강우 유출수는 저류하지 않는 것으로 계획한다.

(2) 하수저류시설 형식

설치위치, 시설규모에 따른 부지확보 가능성, 지하에 매설된 지장물 등을 고려하여 정한다.

① 설치방식에 따른 분류: 분산형, 집중형

② 구조에 따른 분류: 일반지하식, 지하터널식

③ 연결형식에 따른 분류: 직렬연결, 병렬연결

④ 깊이에 따른 분류: 천심도(5m 이내), 저심도(5~20m), 중심도(20~40m), 대심도(40m 이상)

10.3 위치

(1) 침수방지기능 하수저류시설

가능한 한 유역 상류에 설치하여 저류시설 설치부 하류 하수도 이송시설(관로, 펌프장) 전체의 부하를 저감할 수 있도록 위치를 선정한다.

(2) 오염저감기능 하수저류시설

가능한 한 유역 하류에 위치하여 상류에서 발생하는 오염부하를 최대한 차집하여 저류하는 것이 바람직하며, 고농도 하수 저류에 따른 악취문제 등을 종합적으로 고려하여 위치를 선정한다.

10.4 구조

(1) 유입시설

① 저류시설로 하수가 유입되는 방식은 직렬식, 병렬식으로 구분되며, 직렬식의 경우 하수가 저류시설로 모두 유입되므로 별도의 유입시설이 필요하지 않고, 병렬식의 경우 전동수문, 가동보 등 유량제어 시설과 유입관로로 구성된다.

② 제어시설은 유량계, 수위계, 수질계측기기 등 계측장비와 연계하여 설치한다.

③ 제어시설을 이용한 유입시설 계획 시 침사, 협잡물 등에 따른 제어시설의 가동에 문제가 발생하지 않도록 유의하고 내식성 및 내마모성을 확보할 수 있어야 한다.

④ 또한 제어시설의 가동에 소요되는 시간(수문의 개폐, 가동보의 전도/기립)을 고려하여 계획하고, 우수 월류 및 침수가 발생하지 않도록 한다.

⑤ 분리된 유량은 제어시설 운영계획에 따라 유동해석(CFD) 등 검증된 방법을 통하여 적정성을 확인한다.

⑥ 대심도 하수저류터널과 같이 유입관로의 낙차고가 큰 경우 위치에너지 감쇄용 낙차공 적용을 검토한다.

⑦ 유입관로는 분리유량의 이송을 위한 통수능력을 확보하도록 계획한다.

(2) 전처리시설

저류시설 유입 전 부유물, 모래 등을 제거하여 후단 기기설비 보호 및 저류시설 내 퇴적물 발생을 최소화하도록 계획한다.

(3) 저류시설

① 오염저감기능 하수저류시설의 경우 강우에 따른 유입유량 변동에 탄력적으로 대응할 수 있도록 계열 계획을 수립하고, 계열별 저류수 농도 분리를 고려한 합리적인 운전방안을 구상한다.

② 저류수 배제 후 저류시설 내 잔류 오염물질 제거를 위한 세척설비 등을 설치한다.

③ 저류시설 바닥은 오염물질 제거방식에 따라 일정 경사를 확보하고, 제거된 오염물질 배출을 위한 설비를 설치한다.

④ 기자재의 유지관리를 위한 반입 및 반출설비를 고려하고, 준설차량 등을 이용한 유지관리가 가능하도록 계획한다.

(4) 배수시설

① 침수방지기능 하수저류시설

가. 배수시설 용량은 후단 하수관로의 통수능력과 저류에 따른 악취발생 등 유지관리 및 지역별 특성을 고려하여 가급적 빠른 시간 내에 배수할 수 있도록 계획한다.

나. 배수시점은 연속강우 등을 대비하여 가능한 한 빠른 시간 내에 이용기능이 회복될 수 있도록 계획하는 것이 바람직하며, 강우종료 후 배수를 원칙으로 하되 강우종료 전이라도 하류지역의 상황을 고려하여 배수할 수 있다.

② 오염저감기능 하수저류시설

가. 저류수 처리방식에 따라 연계처리의 경우 하수처리시설의 여유용량, 차집관로 용량, 시간대별 하수발생량 변화 등을 고려하고 자체 처리의 경우 저류시설 처리용량을 고려하여 계획한다.

나. 저류수는 해충 및 악취발생 등을 대비하여 가능한 한 빠른 시간 내에 방류하는 것으로 계획한다.

(5) 부대시설

유지관리 효율성을 제고하기 위하여 필요시 설치하는 세척, 탈취, 환기시설 등이 있으며, 제반 기준에 맞게 설치한다.

10.5 하수저류수 처리방법 계획

(1) 하수저류수는 공공하수처리시설로 연계처리 하는 것을 원칙으로 하며, 연계처리 여유용량을 사전에 충분히 검토하여 계획한다.

(2) 연계처리시점은 가능한 한 저부하 시간대로 계획하고 처리기간은 공공하수처리시설의 운영상황을 고려하여 탄력적으로 조정한다.

(3) 공공하수처리시설로 연계처리가 불가할 경우 자체처리를 검토하며, 하수저류수 특성에 따라 여과, 소독 등 최적의 물리적·화학적 처리방법을 조합하여 오염저감 성능을 갖추도록 하되, 유지관리 효율성과 악취 등에 따른 민원발생 가능성을 고려하여 계획한다.

11. 합류식하수도 강우시 방류부하량 저감시설

11.1 방류부하량 산정

합류식하수도 시스템의 강우시 방류부하량은 다음의 단계적 방법을 통해 정확히 산정함을 원칙으로 한다.

(1) 대상처리구역의 유역특성 및 관로특성 조사

(2) 처리구역의 방류량 및 방류수역의 수질조사

(3) 방류량 및 방류부하량 산정

(4) 모델링을 통한 검토

11.2 처리방법의 선정

비용·효과적인 대책의 수립을 위해서는 다양한 저감방법들의 유기적인 적용방식을 검토하고 적용대상구역에서 최대한의 효과를 나타낼 수 있는 방법들을 선정한다. 또한 선택된 저감(처리) 방법에 따른 유지관리 대책의 적용성을 충분히 검토한다.

(1) 시스템 개요

(2) 오염부하 저감·처리방법의 구분 및 종류

① 관로시스템 개선방법

② 저류시설 활용방식

③ 처리기술

11.3 배수설비 및 관로의 방류부하 저감대책

강우시 오염부하 방류량을 저감하기 위하여 배수설비 및 관로시설에 다양한 대책을 적용할 수 있으며, 지역특성이나 기존시설과의 연계 상황을 고려하여 다음 대책의 적용을 검토한다.

(1) 배수설비 기름제어

(2) 관로퇴적물제어

(3) 관로분류화

(4) 펌프장개선

(5) 실시간 제어방법

11.4 우수토실 및 토구의 방류부하 저감대책

우수토실 및 토구에서의 대책은 주로 하천 등의 방류수역에서 월류 후에 고형물 및 협잡물이 쌓이는 경우가 많아 위생상, 미관상으로 문제가 발생하는 것을 대응하기 위한 것이다. 지역특성이나 기존시설의 상황을 고려하여 방류지점 공공수역의 이용상황, 유지관리성, 경제성 등을 종합적으로 감안하고, 강우시 하수의 배제기능을 충분히 검토하고 대책을 강구한다.

(1) 협잡물 제어

(2) 우수토실 개선

11.5 차집관로의 방류부하 저감대책

차집관로의 개선은 합류식하수도의 월류수대책에 적합하도록 효과, 경제성, 유지관리성 등 종합적으로 평가하여 결정한다. 차집관로의 용량은 강우시 계획시간최대오수량에 차집우수량을 더하여 정하며, 차집우수량은 합류식하수도의 강우시 방류부하량저감계획에 적합하도록 결정한다.

11.6 CSOs 저류시설의 방류부하 저감대책

합류식하수도의 강우시 방류부하량을 저감하기 위해 필요에 따라 CSOs저류시설을 계획한다. CSOs저류시설의 계획은 다음 각 항을 고려하여 정한다.

(1) CSOs저류시설은 우수토실, 펌프장 및 처리장주변에 설치하고 우수토실 등에서 배출하는 강우시 방류부하량을 효과적으로 삭감할 수 있는 시설로 한다.
(2) CSOs저류시설의 형식은 강우시 방류부하량의 삭감효과, 입지조건, 방류수역의 상황, 경제성 및 유지관리의 용이성 등을 고려하여 종합적으로 선정한다.
(3) CSOs저류시설의 계획유입량은 강우시 방류부하량의 삭감효과, 경제성 및 유지관리의 용이성 등을 종합적으로 검토하여 결정한다.
(4) CSOs저류시설은 침수되지 않도록 하며, 유지관리 및 주변환경조건 등을 충분히 고려하여 계획한다.

12. 개거의 종류와 단면

12.1 개거의 종류

개거는 일반적으로 무근콘크리트, 돌쌓기, 콘크리트블록쌓기, 철근콘크리트 및 철근콘크리트조립흙막이 등을 사용한다.
(1) 무근콘크리트
(2) 돌쌓기 및 콘크리트블록쌓기
(3) 철근콘크리트
(4) 철근콘크리트조립흙막이
(5) 기성L형 블록

12.2 개거의 단면

(1) 개거의 단면형은 사다리꼴형, 직사각형 또는 반원형 등으로 한다.
(2) 개거의 단면형은 유량, 유속, 수로용지 및 호안의 종류 등에 따라 다음 사항을 고려하여 결정한다.
① 수리학적으로 유리할 것
② 토압 등에 대하여 충분히 견딜 수 있는 구조일 것
③ 저부의 변동이 일어나지 않을 것
④ 설치비가 저렴할 것
⑤ 유지관리가 용이할 것
⑥ 설치장소의 환경에 적응할 것

12.3 개거의 여유고

개거의 여유고는 개거의 깊이에 따라 정한다.

13. 우수토실 및 토구

13.1 우수토실

우수토실은 다음 사항을 고려하여 결정한다.

(1) 우수토실을 설치하는 위치는 차집관로의 배치, 방류수면 및 방류지역의 주변환경 등을 고려하여 선정한다.

(2) 우수토실에서 우수월류량은 계획하수량에서 강우시 계획오수량을 뺀 양으로 한다.

(3) 우수월류위어의 위어길이를 계산할 때는 식(1.13.1)에 의한다.

$$L = \frac{Q}{1.8H^{3/2}} \quad \cdots\cdots (1.13.1)$$

여기서, L : 위어(weir)길이(m)

Q : 우수월류량(m^3/s)

H : 월류수심(m)(위어길이간의 평균값)

유입관로에서 월류가 시작될 때의 수심은 수리특성곡선에서 구하며, 이 수심을 표준으로 하여 위어높이를 정한다.

(4) 우수토실에는 출입구 및 진입도로 등을 만들어 항상 월류위어 또는 오수유출관로의 상태를 점검할 수 있도록 유지관리 방안을 수립한다

(5) 우수토실의 오수유출관로에는 소정의 유량 이상은 흐르지 않도록 한다.

(6) 우수토실은 위어형 이외에 수직오리피스, 기계식 수동수문 및 자동식수문, 볼텍스 밸브류 등을 사용한다.

(7) 우수토실이 안전하게 제기능을 유지하도록 적절하게 정하고 이상을 통보하는 적절한 감시 설비를 설치한다.

13.2 토구

토구는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 토구의 위치 및 구조는 방류하는 하천, 항만 및 해안 등의 관리자와 사전에 충분한 협의를 거친 후에 결정한다.

(2) 토구에서 유속은 선박의 운항 및 하저의 세굴 등 주변환경에 영향을 미치지 않을 정도로 한다.

(3) 토구의 저면높이는 하천, 해역 또는 호소 계획홍수위와 저수위의 중간에 둔다. 단, 어떠한 경우라도 토구의 저면은 하천 및 해역의 저면보다 높게 한다.

(4) 토구의 위치 및 방류의 방향은 우수가 부근에 정체되지 않도록 정한다.

(5) 방류수면 수위가 우수토실의 위어정보다 높아지는 경우에는 방조수문을 설치한다. 이 경우 수문은 일정한 중량을 가지고 반드시 자동으로 개폐되도록 하고 예비로 수동수문을 설치한다.

(6) 주민편의시설 등이 있는 사람 왕래가 잦은 하천, 해안 등으로 방류하는 토구에는 악취차단, 토구내 출입차단을 할 수 있는 시설을 설치한다.

14. 물받이 및 연결관

14.1 물받이의 분류

공공하수도로서의 물받이는 오수받이, 빗물받이 및 집수받이 등이 있는데 배제방식에 따라 적절히 선정하여 배치한다. 개인하수도시설인 배수설비의 물받이와 구분된다.

14.2 오수받이

14.2.1 오수받이의 설치

오수받이는 공공도로상에 설치하는 것을 원칙으로 하되 목적 및 기능을 고려하고 유지관리상 지장이 없는 장소에 설치한다. 단독주택 지역 등의 경우 오수받이의 설치간격은 유지관리상 1필지당 하나를 원칙으로 하나 택지와 도로의 상황에 따라 다수의 필지당 하나를 설치한다.

14.2.2 형상 및 구조

(1) 형상 및 재질은 원형 및 각형의 콘크리트 또는 철근콘크리트제, 플라스틱제로서 <표 1.14.1>을 표준으로 하나 형상치수별 용도는 오수받이 설치 위치, 설치장소, 제조사 등에 따라서 다양한 조건들이 있을 수 있음에 유의하여 필요시 적정 변경하여 적용한다. 다만, 도로와 배수지의 상황에 따라 오수받이 설치가 곤란한 경우에는 유지관리를 위하여 연결관 관경 이상의 점검구를 설치한다.

<표 1.14.1> 오수받이의 형상별 용도의 예

명 칭		형 상 치 수	용 도
콘크리트제	1호 오수받이	내경 300 mm 원형 또는 내경 300 × 300 mm 각형	연결관 내경 150 mm, 깊이 1.2 m미만의 경우에 사용
	2호 오수받이	내경 500 mm 원형 또는 내경 500 × 500 mm 각형	연결관 내경 150 mm, 깊이 1.2 m이상의 경우에 사용
	3호 오수받이	내경 700 mm 원형 또는 내경 700 × 700 mm 각형	연결관 내경 200 mm 이상인 곳에 사용
플라스틱제	경질염화비닐제, 폴리에틸렌제, 폴리프로필렌오수받이	내경 300, 350 mm 원형 또는 내경 300 × 300 mm, 350 × 350 m 각형	연결관 내경 150 mm 이하인 곳에 사용

(2) 플라스틱제 오수받이는 품질이 확보되는 경우 콘크리트제 1~3호 오수받이 형상 및 치수를 적용한다.

(3) 오수받이의 규격은 내경 300~700 mm 정도로서 원활한 하수의 흐름과 유지관리 관점에서 계획한다.

(4) 오수받이의 저부에는 인버트를 반드시 설치한다.

(5) 오수받이의 뚜껑은 밀폐형으로 하고, 외뚜껑은 주철제(ductile 포함), 철근콘크리트제 및 그 외

의 견고하고 내구성이 있는 재료로 만들어진 뚜껑으로 한다.

(6) 오수받이의 높이조절재(입상관) 및 오수 유출·입관 연결부는 수밀성을 가져야 한다.

(7) 동결심도가 깊은 한냉지에서는 오수받이 내부에 보온 방안을 강구하여 결빙을 방지한다.

14.3 빗물받이

14.3.1 빗물받이의 설치

(1) 빗물받이는 도로옆의 물이 모이기 쉬운 장소나 L형 측구의 유하방향 하단부에 반드시 설치한다. 단, 횡단보도, 버스정류장 및 가옥의 출입구 앞에는 가급적 설치하지 않는다.

(2) 빗물받이의 설치위치는 보·차도 구분이 있는 경우에는 그 경계로 하고, 보·차도 구분이 없는 경우에는 도로와 사유지의 경계에 설치한다.

(3) 노면배수용 빗물받이 간격은 대략 10~30 m 정도로 하나 되도록 도로폭 및 경사별 설치기준을 고려하여 적당한 간격으로 설치하되, 상습침수 발생 또는 우려 지역에 대해서는 이보다 좁은 간격으로 설치할 수 있다.

(4) 빗물받이는 협잡물 및 토사의 유입을 저감할 수 있는 방안을 고려한다.

(5) 빗물받이에 악취발산을 방지하는 방안을 적극적으로 고려하여야 하며, 악취차단장치를 설치하는 경우에는 강우시 빗물받이의 원활한 배수에 지장이 없어야 한다.

14.3.2 형상 및 구조

(1) 형상 및 재질은 원형 및 각형의 콘크리트 또는 철근콘크리트제, 플라스틱제로서 <표 1.14.2>를 표준으로 하되 설치 위치, 설치장소, 제조사 등에 따라서 다양한 조건들이 있을 수 있음에 유의하여 필요에 따라 변경 적용한다.

<표 1.14.2> 빗물받이의 형상별 용도

명 칭	내부치수	용 도
차도측 1호 빗물받이	300×400 mm	L형 측구의 폭이 50 cm 이하의 경우에 사용
차도측 2호 빗물받이	300×800 mm	L형 측구의 폭이 50 cm 이하의 경우에 사용 교차로나 도로의 종단경사가 큰 곳에 사용
보도측 빗물받이	500×600 mm	도로의 종단경사가 급하지 않은 곳에 사용 차도측 1호 및 2호 빗물받이 적용이 곤란한 곳에 사용

(2) 빗물받이의 규격은 내폭 30~50 cm, 깊이 80~100 cm 정도로 한다.

(3) 빗물받이의 저부에는 깊이 15 cm 이상의 이토실을 반드시 설치한다. 다만 악취 및 해충 발생으로 위생안전에 위해를 줄 우려가 있는 지역에 한하여 제한적으로 설치하지 않을 수 있다.

(4) 빗물받이의 뚜껑은 강제, 주철제(덕타일 포함), 철근콘크리트제 및 그외의 견고하고 내구성이 있는 재질로 한다.

(5) 빗물받이는 <표 1.14.2>의 표준형 이외에 협잡물 및 토사유입을 막기 위한 침사조(혹은 여과조) 및 토사받이 등을 설치한 개량형 빗물받이를 설치한다.

14.4 집수받이

집수받이는 개거와 암거를 접속하는 경우 및 횡단하수구 등에 설치하며 <표 1.14.3>을 표준으로 한다.

<표 1.14.3> 집수받이의 형상별 용도

명 칭	내부치수	용 도
1호 집수받이	300×400 mm	폭 300 mm까지의 U형 측구에 사용
2호 집수받이	450×450 mm	폭 300~450 mm까지의 U형 측구에 사용
3호 집수받이	450×450 mm	폭 450 mm까지의 U형 측구에 사용

14.5 연결관

연결관은 다음 사항을 고려하여 결정한다.

(1) 재질 및 배치

① 재질

재질은 도관, 철근콘크리트관, 경질염화비닐관 또는 이것과 동등 이상의 강도 및 내구성이 있는 것을 사용한다.

② 평면배치

가. 부설방향은 본관에 대하여 직각으로 부설한다.

나. 본관연결부는 본관에 대하여 60° 또는 90°로 한다.

③ 경사 및 연결위치

연결관의 경사는 1% 이상으로 하고, 연결위치는 본관의 중심선보다 위쪽으로 한다.

④ 관경

연결관의 최소관경은 150 mm로 한다.

(2) 연결부의 구조

본관이 도관, 철근콘크리트관 등 강성관인 경우에는 지관 또는 가지달린관을, 주철관, 합성수지관 등 연성관인 경우는 접속용 이형관, 분기관 등을 주로 사용하나 본관과 연결관의 재질, 현장여건, 시공의 편리성 등에 따라 다양한 연결방식을 사용한다.

(3) 유지관리를 위하여 종단면배치상의 내각은 120°이상이 바람직하며, 연결관 평면배치 연장이 20m이상 이거나 굴곡부 등에는 연결관 관경이상의 점검구를 설치한다.

14.6 기타시설

(1) 연결관이나 하수관에는 필요한 경우 점검구를 설치하여 유지관리가 용이하도록 하여야 한다.

(2) 빗물받이에는 협잡물 낙엽 및 토사 등 협잡물유입방지 및 제거를 용이하게 하기위한 장치를 설치할 수 있다.

15. 배수설비

15.1 배수설비의 일반사항

(1) 배수설비는 개인하수도의 일종이다.

(2) 배수설비의 설치 및 유지관리는 의무가 있는 개인이 하는 것을 기본으로 한다.

(3) 배수설비중의 물받이의 설치는 배수구역 경계지점 또는 배수구역안에 설치하는 것을 기본으로 한다.

(4) 결빙으로 인한 우·오수 흐름의 지장이 발생되지 않도록 한다.

15.2 배수관

배수관은 암거로 하며 관종 및 크기는 다음 사항을 고려하여 정한다. 단, 우수만을 배수하는 경우에는 개거로 하여도 좋다.

(1) 관의 종류

암거는 도관, 철근콘크리트관 및 경질염화비닐관 등 내구성이 있는 것을 사용한다.

(2) 관의 크기

① 오수관의 크기

오수관의 크기는 <표 1.15.1>에 의한다. 단, 일부의 오수 배제를 위한 연장 3m 미만의 지관은 관경 75mm의 관을 사용할 수 있다.

<표 1.15.1> 배수인구에 의한 오수관의 크기

배수인구(명)	150 이하	300 이하	600 이하	1,000 이하
관경(mm)	100 이상	150 이상	200 이상	250 이상

② 합류관 및 우수관의 크기

합류관 및 우수관의 크기는 <표 1.15.2>에 의한다. 단, 일부의 우수 배제를 위한 연장 3m 미만의 지관은 관경 75mm의 관을 사용할 수 있다.

<표 1.15.2> 배수면적에 의한 합류관 및 우수관의 크기

배수면적(㎡)	200 미만	600 미만	1,200 미만	1,200 이상
관경 (mm)	100 이상	150 이상	200 이상	왼쪽 기준에 따라 관의 지름 또는 개수를 늘린다.

주)우수관의 지관으로서 총 길이가 3m 미만인 것은 지름이 75㎜인 관을 사용할 수 있다.

③ 배수량이 특히 많은 장소에서의 관의 크기는 <표 1.15.3>에 의한다.

<표 1.15.3> 배수량에 의한 관의 크기

배수량(㎥/일)	1,000 미만	2,000 미만	4,000 미만	6,000 미만	6,000 이상
관경(mm)	150 이상	200 이상	250 이상	300 이상	왼쪽 기준에 따라 관의 지름 또는 개수를 늘린다.

(3) 관로의 경사 및 유속

관로의 경사는 관로내 유속이 0.6~1.5 m/s가 되도록 정한다.

(4) 최소토피

최소토피는 건물의 부지내에서는 20 cm 이상으로 한다.

(5) 반지하주택등 침수대책

반지하주택과 같이 주변 지반보다 저지대에 위치한 주택은 강우시 하수관로에서 역류가 발생하므로 필요한 대책을 수립한다.

15.3 물받이

물받이는 빗물받이 및 오수받이가 있으며, 배치 및 구조 등은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 물받이의 배치

① 관로의 기점, 종점, 합류점, 굴곡점, 신설관과 기존관과의 연결지점 및 기타 유지관리상 필요한 장소에 설치한다.

② 관로의 내경, 경사 또는 관종이 다른 장소에 설치한다.

③ 배수관의 합류점이나 굴곡점에 물받이 설치가 곤란하거나 타시설로 동일한 기능발휘가 가능한 경우에는 점검 및 청소·보수를 할 수 있는 청소구를 설치한다.

(2) 물받이의 크기, 형상 및 구조

내경 또는 내부치수가 30 cm 이상되는 원형 또는 각형의 벽돌, 콘크리트제 및 철근콘크리트제 등으로 하고, 깊이별 내경 및 내부치수와의 관계는 <표 1.15.4>를 참고로 한다.

<표 1.15.4> 깊이별 내경 및 내부치수

깊이 (cm)	내경 및 내부치수 (cm)
30~60 미만	30
60~90 미만	40
90~120 미만	50
120~150 미만	60

다만, 하수본관의 규격이 최소관경이 적용되는 소규모 지역에서 부지의 여유, 기타시공조건 유지관리 등을 고려하여 소형 오수받이를 설치할 수도 있으나 최소화 하여야 한다.

<표 1.15.5> 소형오수받이의 크기

구 분		소형오수받이의 내경(mm)
배수관의 내경(mm)	설치깊이(m)	
75	0.60이하	125이상
100~150	0.90이하	150이상
200	1.20이하	200이상

(3) 물받이의 뚜껑 및 저부구조

오수받이는 14.2.2의 (4)~(5)에 의하며, 빗물받이는 14.3.2의 (3)~(4)에 의한다.

(4) 특수받이

① 트랩(trap)받이

배수설비용의 기구에 방취트랩이 되지 않는 경우에 방취 등을 목적으로 설치한다.

② 드롭(drop)받이

관의 합류점에서 관저고에 단차가 큰 곳에 설치한다.

③ 청소구

배수관의 합류점이나 굴곡지점에 오수받이 설치가 곤란한 경우 보수점검을 위하여 설치한다.

④ 분리받이

하수도시설의 오염부하량 경감이 필요한 경우 고형물, 유지, 토사 등을 분리하기 위해 설치한다.

15.4 부대설비

부대설비는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 쓰레기 차단장치

고형물질이 유입되는 유입구에는 유효간격 10 mm 이하의 스크린 또는 스트레이너(strainer)를 설치한다.

(2) 방취장치

필요한 장소에 악취방지트랩(trap)을 설치한다.

(3) 유지차단장치

유지류가 유입되는 유입구에는 유지차단장치를 설치한다.

(4) 모래받이

토사가 다량으로 유입되는 유입구에는 적당한 크기의 모래받이를 설치한다.

(5) 통기장치

방취트랩의 봉수(封水)의 보호 및 배수관내의 흐름을 원활히 하기 위하여 설치한다.

(6) 배수펌프

저지대, 지하실 등에서 공공하수도로 자연유하로 배수되지 않는 경우에는 배수펌프를 설치한다.

15.5 제해시설

제해시설(除害施設)은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 공장폐수 등을 공공하수도에 유입시키는 경우에는 관로를 손상시키고, 그 기능을 저하시키거나 또는 처리장에서의 처리능력을 방해하거나 방류수의 수질기준을 유지하기가 어려우므로 제해시설을 설치하여 폐수의 종류에 따라 배출 전에 배출 처리한다.
(2) 다음 사항에 해당하는 폐수를 하수도로 배출하는 경우에는 적당한 제해시설을 설치한다.
① 온도가 높은(45℃ 이상) 폐수
② 산(pH 5이하) 및 알칼리(pH 9이상) 폐수
③ BOD가 높은 폐수
④ 대형 부유물을 함유하는 폐수
⑤ 침전성 물질을 함유하는 폐수
⑥ 유지류를 함유하는(30 mg/l 초과) 폐수
⑦ 페놀 및 시안화물 등의 독극물을 함유하는 폐수
⑧ 중금속류를 함유하는 폐수
⑨ 기타 하수도시설을 파손 또는 폐쇄하여 처리작업을 방해할 우려가 있는 폐수, 사람, 가축 및 기타에 피해를 줄 우려가 있는 폐수
(3) 제해시설의 설치 또는 개조에 있어서는 충분한 사전조사를 하여 적절한 처리방법을 선택한다.

16. 해양방류시설

16.1 설계시의 고려사항

해양방류시설은 다음의 사항을 고려하여 결정한다.
(1) 주변해역의 이용상황
(2) 방류해역의 물이용 형태와 해안으로의 이동시간
(3) 방류해역의 조위
(4) 해저상태, 조석간만차 및 수위 등 제반여건
(5) 기타

16.2 해양방류관

방류관로는 처리수를 확산관까지 수송하는데 그 길이는 유속, 수두손실, 구조물의 고려 및 경제성에 의해서 결정된다.

17. 압력관로 시스템

17.1 압력관로 시스템의 종류

압력관로 시스템에는 수송시스템으로서의 압송식과 수집시스템으로서의 진공식 및 압력식이 있다. 각 방식에서 다른 특성을 갖기 때문에 관로 시설의 규모나 중요성을 고려하여 적절한 것을 선정한다.

17.2 압송식 하수도 수송 시스템

압송식 하수도 수송 시스템은 펌프 시설과 압력 관로로 구성된다. 압송식에 의한 압력관로는 다음 각 항을 고려하여 정한다.

(1) 정비 대상 구역의 지형이나 지질, 사회적 조건을 고려하여 자연유하방식과의 비교 검토를 한다.

(2) 관로 노선의 선정이나 펌프장의 배치 계획은 시공성, 유지관리성, 경제성 등을 고려한 것으로 한다.

(3) 압송관로에는 내압이 작용하기 때문에 수격압을 포함한 설계 수압에 대해 충분히 견디는 구조 및 재질로 한다.

(4) 유량계산은 Hazen-Williams식을 이용한다. 또한 유속은 최소 0.6 m/s, 최대 3.0 m/s를 원칙으로 한다.

(5) 관로의 적절한 장소에 역지밸브, 공기밸브 등을 설치한다.

(6) 황화수소 대책을 검토한다.

17.3 진공식 하수도 수집 시스템

진공식 하수도 수집 시스템은 다음 시설에 의해 구성된다.

(1) 오수와 일정한 비율의 공기를 흡입하는 진공밸브 유닛

(2) 오수와 공기가 혼합된 상태에서 이송되는 진공 관로

(3) 진공을 발생시키고 오수의 수송 매체인 공기를 오수 발생원에서 흡입하고 배출하는 중계 펌프장(진공 발생 장치 등을 포함)

① 진공 밸브 유닛

진공 밸브, 컨트롤러 및 저수 탱크 등에서 구성되는 진공 밸브 유닛은 다음 각 항을 고려하여 정한다.

가. 진공 밸브

(가) 진공 밸브의 구경은 이물질에 의한 막힘에 대해 안전한 구경으로 한다.

(나) 진공 밸브의 흡입 능력은 시설 전체의 진공도의 유지를 고려하여 정한다.

나. 진공 밸브 유닛

(가) 진공 밸브 유닛의 구조는 가옥 등으로부터의 오수의 유입량, 유입 형태, 설치 장소 등을 고려하여 적절하게 정한다.

(나) 진공 밸브 유닛으로의 접속 호수는 가옥 등의 배치, 유입 오수량, 저수 탱크의 용량 등을 검토하여 정한다.

②진공 관로

진공 관로는 진공식 특성이 충분히 발휘될 수 있도록 다음 각 항을 고려하여 정한다.

가. 진공 관로의 관경, 경사

(가) 진공 관로의 관경은 수리 계산 및 진공 밸브 유닛의 접속 상황을 거쳐 기능성, 경제성을 고려하여 정한다.

(나) 진공 관로는 일정한 내리막 경사와 리프트라 불리는 짧은 오르막 경사의 반복에 의

한 「톱날상」의 종단 형상으로 부설한다.

나. 관재의 종류와 이음

(가) 진공 관로에 사용하는 부재는 관로에 작용하는 부압 및 외압에 충분히 견디는 구조 및 재질로 한다.

(나) 진공관로의 이음은 기밀성이 높고 안전하며 기능적이고 경제적인 구조로 한다.

③ 중계 펌프장 시설

가. 중계 펌프장은 설치 장소, 시설 규모 등의 조건을 통해 시공성, 경제성, 유지관리성 등을 고려하여 정한다.

나. 진공발생 장치는 시설 규모, 경제성, 유지관리성 등을 고려하여 방식을 선정한다.

다. 오수 펌프는 집수 탱크 내의 진공도가 가장 높고 실 양정이 가장 높은 경우에 설계 대상 오수량을 배출할 수 있는 능력을 갖는 것으로 한다.

라. 집수 탱크의 용량은 오수 펌프의 운전 빈도를 고려하여 정한다.

마. 전기·계측제어설비는 중계 펌프장이 안전하게 소정의 능력·기능을 유지하도록 적절하게 정하고 이상을 통보하는 적절한 감시 설비를 설치한다.

바. 관련 설비의 설치를 필요에 따라 검토한다.

17.4 압력식 하수도 수집 시스템

압력식 하수도 수집 시스템은 다음 시설로 구성된다.

(1) 오수 중의 이물질을 파쇄하고 압송하기 위한 파쇄기가 부착된 소형 수중 펌프(그라인더 펌프 : 이하, 「GP」라고 한다) 유닛

(2) 오수를 압송 상태로 반송하는 압송관로

압송식 하수도 수집 시스템 시설은 다음 각 항을 고려하여 정한다.

① GP 유닛

GP 유닛은 펌프와 저수 탱크 등으로 이루어지는 GP 유닛 본체와 부속시설로 구성된다.

가. 펌프

(가) 펌프는 GP를 사용한다.

(나) 펌프의 토출량은 GP 유닛에 유입하는 오수량, 펌프의 운전 시간, 운전 빈도를 고려하여 결정한다.

(다) 펌프의 전 양정은 실 양정과 압송관로의 손실수두 및 유닛내 배관, 밸브류의 손실수두를 고려하여 결정한다.

나. GP 유닛

(가) GP 유닛으로의 접속 호수는 입지조건, 지반의 상황 등을 고려하여 정한다.

(나) 저수 탱크의 용량은 유입 오수량, 펌프 능력, 운전 시간 및 운전 빈도를 고려하여 결정한다.

(다) GP 유닛 내에는 수위계를 설치하고 수위에 의한 펌프의 자동 운전을 원칙으로 한다.

② 압송 관로

가. 압송관로의 설계 유량은 각 펌프의 토출량과 펌프의 동시 운전 대수를 고려하여 정한다.

나. 압송관로는 내압 및 외압에 충분히 견디는 구조 및 재질로 한다.

18. 하수관로 개·보수

18.1 적용범위

본 하수관로 개·보수기준은 노후화된 기존 관로의 개·보수에 필요한 설계에 적용하는 기준이다. 하수배제방식에 따라 기준이 다르게 적용하여야 할 경우를 고려하여 해당 항목별로 구분하였다. 본 설계기준은 보다 효율적이고 경제적인 신기술 개발에 대처하기 위하여 계속 보완되어야 하며, 설계지침에서 정하지 않은 시설 또는 방안을 계획하고자 하는 경우에는 이와 동등하거나 그 이상의 기준이나 지침에 의하여 계획하도록 하여야 한다.

18.2 개·보수의 목적

하수관로 개·보수의 목적은 다음과 같다
(1) 하수관로 기능의 회복
(2) 구조적 안정성의 확보
(3) 하수의 누수방지를 통한 지하수 오염가능성 배제

18.3 하수관로 개·보수 계획

하수관로 개·보수계획은 관로의 중요도, 계획의 시급성, 환경성 및 기존관로 현황 등을 고려하여 수립하되 다음과 같은 사항을 포함한다.
(1) 기초자료 분석 및 조사우선순위 결정
(2) 불명수량 조사
(3) 기존관로 현황 조사
(4) 개·보수 우선순위의 결정
(5) 개·보수공사 범위의 설정
(6) 개·보수공법의 선정

18.4 기존관로 조사

조사는 점검에 의해 발견된 이상 장소를 육안조사 및 각종 조사에 의하여 파악하는 것이다. 조사의 목적은 이상 장소에 대한 문제의 정도를 관측하여 개·보수 계획을 수립하기 위함이다. 조사의 주요 내용은 다음과 같다.
(1) 관로 내부 조사(변형, 손상 및 토사 등의 퇴적물)
(2) 침입수 조사(오접합, 수량 및 수밀성)
(3) 부식 및 노후도 조사
(4) 부설환경상태 조사(지하수위 및 공동)
(5) 조사 결과보고서 작성

18.5 하수관로 개·보수 판단기준

하수관로 개·보수 사업을 위한 판단기준은 발생 우·오수를 효과적으로 계획된 양만큼 배제할 수 있도록 하는 관로의 구조/운영적, 기능적 개선에 목표를 두어 다음과 같이 구분하여 설정한다.

(1) 관로 정비 우선순위 선정을 위한 판단기준

(2) 관로 개·보수 규모 결정을 위한 판단기준

18.6 하수관로 개·보수시 최소유속 기준

하수관로의 퇴적방지 및 하수악취 해소를 위하여 청천시 시간최대오수량에 대한 최소유속 기준은 다음과 같이 적용한다.

(1) 하수관로 정비시 기존관로의 최소유속을 유지할 수 있도록 개선하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 청천시 최소유속 미달관로는 통수능력을 고려한 관 내부 단면 변형(복단면), 오수 배수 전용관의 기존관과 병렬부설, 플러싱(Flushing) 시설, 맨홀펌프장 등을 이용한 최소유속 확대 대책을 강구한다.

18.7 개·보수 범위

하수관로의 결함에 대한 개·보수범위는 2.18.5와 같이 설정하며 보수목적, 현장조건, 유하능력 향상의 필요성, 관로 불량상태, 시공비용 등을 고려하여 다음과 같은 방안을 비교하여 사업계획을 수립하여야 한다.

(1) 긴급 및 일반보수

(2) 전체보수와 부분보수

(3) 굴착 및 비굴착

18.8 하수관로 개·보수 공법

하수관로의 결함에 대한 개·보수공법은 보수방안을 고려하여 적용 가능한 공법들을 비교한 후 선정한다.

(1) 공법의 선정

(2) 비굴착 보수, 보강공법의 종류

18.9 맨홀보수

맨홀의 결함에 대한 보수방법은 보수 항목별 보수방안을 고려하여 적용 가능한 공법들을 비교한 후 선정한다. 맨홀 불량상태에 따라 침투수차단 및 부식방지법, 보강 라이닝공법 등 적절한 보수공법을 선정하여 시행함으로써 당초 맨홀 제기능<참조 1.7 맨홀>이 유지될 수 있게 한다.

KDS 61 45 00 : 2022

펌프장시설 설계기준

2022년 11월 20일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

환경부

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 소규모 공공하수처리시설의 용량이 다른 펌프 또는 조절가능한 설비설치로 유량의 연속 균등화 문구 추가개정

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
KDS 61 40 00:2017	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2017.10)
KDS 61 40 00:2019	• 펌프장시설 부관 관련 규정 명확화	개정 (2019.11)
KDS 61 40 00:2022	• 소규모 처리시설의 연속 균등화가 가능하도록 개정	개정 (2021.4)

제 정 : 2017년 10월 27일 개 정 : 2022년 1월 20일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 환경부 생활하수과
관련단체 : 한국상하수도협회 작성기관 : 한국상하수도협회

목 차

1. 총설 ····· 96
1.1 펌프장의 구분 ····· 96
1.2 계획하수량 ····· 96
1.3 위치 및 안전대책, 환경대책 ····· 96
1.4 흡입수의 ····· 97
1.5 배출수위 ····· 97
1.6 구동장치 ····· 97

2. 침사설비 및 파쇄장치 ····· 97
2.1 침사지설비 ····· 97
2.2 침사지의 형상 및 지수 ····· 97
2.3 수문 ····· 98
2.4 스크린 ····· 99
2.5 침사 제거시설 ····· 99
2.6 침사 및 협잡물의 처리 ····· 99
2.7 안전시설 ····· 100

3. 연결관로 및 부관 ····· 100
3.1 연결관로 ····· 100
3.2 부관 ····· 100

4. 펌프시설 ····· 100
4.1 계획하수량과 대수 ····· 100
4.2 펌프의 선정 ····· 101
4.3 펌프구경 ····· 101
4.4 펌프의 전양정 ····· 101
4.5 흡입 실양정 ····· 102
4.6 전동기의 축동력 ····· 102

4.7 전동기의 출력 ····· 102
4.8 펌프흡수정 ····· 103
4.9 흡입관 ····· 103
4.10 펌프계통의 수격작용 ····· 104
4.11 기초 ····· 104
4.12 부대시설 및 보조시설 ····· 104

5. 펌프의 자동운전 ····· 105
5.1 제어방식의 선정 ····· 105
5.2 자동운전용 기기 ····· 105
5.3 펌프설비 보호장치 ····· 105

6. 전동기 ····· 105
6.1 종류 ····· 105
6.2 형식 ····· 106
6.3 기동장치 ····· 106
6.4 동력전달방식 ····· 106
6.5 전동기 보호장치 ····· 106

7. 비상발전기 ····· 106
7.1 종류 ····· 106
7.2 출력 ····· 107
7.3 바상발전기실 ····· 107
7.4 보조시설 ····· 107
7.5 기초 ····· 108

8. 소음 및 진동방지 ····· 108
9. 펌프장 ····· 108
10. 방류시설 ····· 109
11. 악취방지시설 ····· 109

1. 총설

하수처리시설의 펌프장시설은 처리구역내 및 처리장내 하수이송용, 하수처리공정에 따른 수처리 공정용과 처리수 방류를 위한 방류용으로 구분할 수 있다. 하수이송용으로는 지형적인 자연경사에 의해 하수를 유하시키기가 곤란한 경우, 관로의 매설깊이가 현저히 깊어져 우수를 공공수역으로 자연방류시키기가 곤란한 경우 또는 처리장에서 자연유하에 의해 처리할 수 없는 경우에 설치하는 양수시설이다. 수처리 공정용으로는 하수처리의 생물학적 처리공법에서 중요한 미생물을 원활히 공급하여 수처리의 효율성을 유지할 수 있도록 하는 경우에 설치하는 이송시설이며, 처리수 방류용으로는 하수처리를 거쳐 처리수질이 법적기준이내로서 방류구 위치가 자연적으로 흐름을 유지할 수 없을 경우 양수하여 방류하기 위해 설치하는 시설이다.

1.1 펌프장의 구분

하수처리시설의 펌프장은 하수 또는 빗물 이송용의 빗물펌프장, 중계펌프장, 유입펌프장, 소규모펌프장이 있고, 수처리 공정용의 내부반송펌프, 외부반송펌프 등이 있으며 처리수 방류용 방류 펌프장 등으로 구분되며 펌프장은 용도에 따라 시설이 다르므로 용도의 특성을 고려하여 계획한다.

1.2 계획하수량

펌프장시설의 계획하수량은 다음과 같이 정한다.

<표 1.1.1> 펌프장시설의 계획하수량

하수배제방식	펌프장의 종류	계 획 하 수 량
분 류 식	중계펌프장, 소규모펌프장 유입·방류펌프장	계획시간최대오수량
	빗물펌프장	계획우수량
합 류 식	중계펌프장, 소규모펌프장 유입·방류펌프장	우천시 계획오수량
	빗물펌프장	합류식관로 계획하수량 − 우천시 계획오수량

1.3 위치 및 안전대책, 환경대책

(1) 펌프장의 위치는 용도에 가장 적합한 수리조건, 입지조건 및 동력조건을 고려하여 정한다.
(2) 펌프장은 빗물의 이상 유입 및 토출측의 이상 고수위에 대하여 배수기능 확보와 침수에 대비해 안전대책을 세운다.
(3) 펌프장의 설계시에는 펌프 운전시 발생할 수 있는 비정상 현상(캐비테이션, 서어징, 수충격 현상)에 대해서 검토하여야 한다.
(4) 펌프장에서 발생하는 진동, 소음, 악취에 대해서 필요한 환경대책을 세운다.

1.4 흡입수위

펌프의 흡입수위는 유입관로 수위에서 펌프 흡수정에 이르기까지의 손실수두를 빼서 결정한다.
(1) 오수 펌프의 흡입수위는 원칙적으로 유입관로의 일 평균 오수량이 유입할 때의 수위로 정한다.
(2) 빗물 펌프의 흡입수위는 유입관로의 계획하수량이 유입할 때의 수위로 정한다.

1.5 배출수위

빗물펌프장에서는 배수구역의 중요도에 따라 최고배출수위를 정한다.

1.6 구동장치

펌프장의 원활하고 안정적인 운영을 위한 구동장치는 시설의 안정성 및 경제성과 불시의 운전정지가 배수구역에 주는 영향을 고려하여 정한다.

2. 침사설비 및 파쇄장치

2.1 침사지설비

침사지는 일반적으로 하수중의 직경 0.15 mm 정도 또는 0.2 mm 이상의 비부패성 무기물 및 입자가 큰 부유물을 제거하여 방류수역의 오염 및 토사의 침전을 방지하고 또는 펌프 및 처리시설의 파손이나 폐쇄를 방지하여 처리작업을 원활히 하도록 펌프 및 처리시설의 앞에 설치한다.
침사지는 첨두유량 유입시에도 그리트(grit)제거를 효율적으로 할 수 있도록 설계하여야 한다. 특히, 합류식에서 우천시 계획오수량(약 3Q)을 처리할 수 있는 용량이 확보되어 있어야 한다. 최근에는 종전보다 적은 무기물입자까지도 제거하는 것을 목표로 설계하고 있는데, 이것은 작은 입자들이 다음의 공정들에 악영향을 미친다는 것이 밝혀졌기 때문이다.
침사설비가 설치된 중계펌프장을 거쳐 하수가 유입되는 경우는 중계펌프장의 침사설비 용량을 제외한 하수처리시설 침사설비 용량으로 계산한다.
침사지방식을 선정할 경우에는 중력식, 포기식, 기계식(선회류식, 선와류식 등) 등에 대해서 경제성, 기술성, 환경성 및 유지관리측면을 종합적으로 비교 검토한 후 선정하고 그 결과를 설계보고서에 함께 제시하여야 한다.

2.2 침사지의 형상 및 지수

2.2.1 중력식 침사지

(1) 침사지의 형상은 직사각형이나 정사각형 등으로 하고, 지수는 2지 이상으로 하는 것을 원칙으로 하며, 점검정비 등 시설물 유지관리를 위해 지 배수가 원활히 이루어질 수 있도록 배수구 또는 별도의 배수시설을 설치하여야 한다.
(2) 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.
① 견고하고 수밀성 있는 철근콘크리트구조로 한다.

② 유입부는 편류를 방지하도록 고려한다.
③ 저부경사는 보통 1/100~2/100로 하나, 그리트 제거설비의 종류별 특성에 따라서는 이범위가 적용되지 않을 수도 있다.
④ 합류식에서는 청천시와 우천시에 따라 오수전용과 우수전용으로 구별하여 설치하는 것이 좋다.

(3) 침사지의 평균유속은 0.30 m/s를 표준으로 한다.
(4) 체류시간은 30~60초를 표준으로 한다.
(5) 수심은 유효수심에 모래퇴적부의 깊이를 더한 것으로 한다.
(6) 표면부하율은 오수침사지의 경우 1,800 $m^3/m^2 \cdot d$ 정도로 하고, 우수침사지의 경우 3,600 $m^3/m^2 \cdot d$ 정도로 한다.

2.2.2 포기식 침사지

포기식 침사지는 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 형상 및 침사지수는 중력식 침사지기준에 따른다.
(2) 구조는 중력식 침사지기준에 따른다.
(3) 체류시간은 1~2분으로 한다.
(4) 유효수심은 2~3 m, 여유고는 50 cm를 표준으로 하고, 침사지의 바닥에는 깊이 30 cm 이상의 모래퇴적부를 설치한다.
(5) 송기량은 하수량 1 m^3에 대하여 1~2 m^3 / h의 비율을 표준으로 한다.
(6) 필요에 따라 소포장치를 설치한다.

2.2.3 원형 침사지

원형 침사지는 다음사항을 고려하여 정한다.
(1) 지수 및 구조는 중력식 침사지 기준에 따른다.
(2) 유입부는 와류가 자연적으로 형성될 수 있는 구조로 한다.
(3) 하부에는 침사 퇴적부를 설치한다.

2.2.4 일체형 기계식 침사설비

일체형 기계식 침사설비는 다음사항을 고려하여 정한다.
(1) 대수는 원칙적으로 2대 이상을 설치한다. 단, 소규모 처리시설에서는 경제성을 고려하여 1대를 설치할 수 있으며 바이패스관을 반영하여야 한다.
(2) 평균유속 및 체류시간은 중력식 침사지 기준에 따른다.
(3) 별도의 침사 세정장치 없이 반출이 가능한 구조이어야 한다.

2.3 수문

침사지의 조작, 불시의 정전 및 펌프장의 보수와 긴급시 펌프장시설의 보호 등을 위하여 펌프장 및 침사지 등 시설물 유입 및 유출구에 수문 또는 각락(stoplog)을 설치하며, 설치는 수문 개폐시 좌우

로 밀리는 추력(thrust)방지를 위해 물의 흐름과 직각성분의 전압력이 작용되도록 하여 수문의 개폐용이성과 유지관리성을 확보하여야 한다.

(1) 수로의 유입 및 유출구의 수문은 원칙적으로 수동조작을 원칙으로 한다.

(2) 무인 원격감시운전 등을 위한 자동화시스템이 도입된 경우에는 현장조작 및 중앙조작이 가능하도록 하여야 한다.

(3) 자중강하식 수문은 비상 정전시 등 펌프장내 급격한 하수유입이 우려될 경우를 제외하고는 설치하지 않는 것을 원칙으로 한다.

(4) 시설물의 유지관리 용이성과 안전성을 고려하여 각락을 설치할 경우, 용도에 따라 각락 블럭자중 등에 의한 수밀이 확보되어야 하고, 하수흐름의 유속에 따라 삽입과 인출에 어려움이 없어야 한다.

2.4 스크린

스크린(screen)은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 침사지 앞에는 세목스크린, 침사지 뒤에는 미세목스크린을 설치하는 것을 원칙으로 하며, 대형하수처리시설 또는 합류식인 경우와 같이 대형협잡물이 발생하는 경우는 침사지 앞에 조목스크린을 추가로 설치한다.

(2) 스크린 전후의 수위차 1.0 m 이상에 대하여 충분한 강도를 가지는 것을 사용한다.

(3) 협잡물 제거장치는 오수용 및 우수용으로 구분하며, 스크린은 협잡물의 양 및 성상 등에 따라 적절한 방식을 사용한다.

(4) 인양장치는 기종(조목, 세목 및 미세목), 스크린협잡물의 양, 그 형상, 스크린을 통과하는 하수량 등에 따라 큰 차가 있으며, 또 사용조건이 특히 나쁘므로 사용재료, 강도 등 여유를 감안하여 용량을 결정토록 하는 것이 안전하다.

(5) 스크린에서 인양된 협잡물은 컨베이어 등으로 한곳에 수집하여 조기에 처분한다.

(6) 소규모의 처리시설에서 발생하는 협잡물은 협잡물 버킷으로 직접 수집하여 조기에 처분한다.

(7) 스크린 부분을 통과하는 유속을 크게 하면 침사지의 효율을 저하시키므로 통과 유속에 신중을 기하여야 한다.

2.5 침사 제거시설

침사지에는 원칙적으로 침사제거시설을 설치한다.

(1) 침사제거시설에는 탈취에 대한 대책을 세워야 한다.

(2) 소규모의 처리시설에 침사지를 설치할 경우 원칙적으로 기계일체형 침사제거기를 설치하여야 한다.

2.6 침사 및 협잡물의 처리

침사 및 협잡물의 처리는 다음 각항을 고려하여야 한다.

(1) 침사지에는 침사세정장치 설치를 고려하여야 한다. 또한, 필요시 협잡물은 탈수장치 설치를 할 수 있다.

(2) 운반 및 저류장치에는 침사 및 협잡물의 비산 및 낙하를 방지하여야 하며 탈취시설을 설치하는 것이 좋다.
(3) 협잡물제거는 연속 자동스크린에 의해 제거하는 것을 원칙으로 한다. 협잡물량이 적은 경우 수동식 스크린을 설치할 수 있다.
(4) 빗물펌프장의 경우는 필요시 초기우수(CSO) 처리방안을 고려할 수 있다.

2.7 안전시설

침사지 및 스크린에는 다음 사항을 고려하여 안전시설 및 환경보전시설을 설치한다.
(1) 보수점검용 통로 및 작업상 위험한 장소에는 원칙적으로 위험방지용 난간 또는 울타리를 설치한다.
(2) 실내에 침사지를 두는 경우에는 환기에 충분히 유의한다.

3. 연결관로 및 부관

3.1 연결관로

침사지와 펌프흡수정이 떨어져 있는 경우에는 연결관로로 연결하고 관로 내의 유속은 1 m/s를 표준으로 한다. 연결관로와 펌프흡수정과의 접속은 가능한 한 직각으로 한다.

3.2 부관

자연재해 등 비상시 펌프장의 정상가동이 불가능한 경우를 대비하기 위해 자연유하로 배수될 수 있도록 부관 설치가 필요하다. 오수를 부관으로 배수하는 경우에는 스크린 설치 등 수질오염을 최소화할 수 있는 방안을 강구하여야 한다.

4. 펌프시설

펌프의 하수이송용과 처리수방류용으로는 원심펌프, 왕복펌프, 회전펌프 및 스크류(screw)펌프가 있고, 수처리공정용으로는 편흡입볼텍스펌프, 편흡입무폐쇄나선형펌프, 단일축나사식정량펌프 등이 있다. 또한 빗물펌프용으로 사류펌프, 축류펌프 등이 사용되고 있다.

4.1 계획하수량과 대수

하수이송용과 처리수방류용에 대한 펌프의 계획하수량과 설치대수는 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 펌프대수는 계획오수량 및 계획우수량의 시간적 변동과 펌프의 성능을 기준으로 정하며, 성능은 단독운전과 조합운전 방법에 따라 차이가 있으므로 상관관계를 검토하여 결정한다. 아울러, 수량의 변화가 현저한 경우에는 용량이 다른 펌프를 설치하도록 한다.
(2) 펌프의 설치대수는 계획오수량과 계획우수량에 대하여 각각 2~6대를 표준으로 한다.
(3) 소규모 하수처리시설은 계획하수량 대비 과다한 펌프설비로 후속공정에 악영향이 발생되지 않도록 용량이 다른 펌프 또는 조절가능한 설비를 설치하여 유량의 연속균등화가 가능하도록 설치한다.

4.2 펌프의 선정

펌프의 형식은 표준특성을 고려해서 다음 사항에 따라서 정한다.

(1) 펌프는 계획조건에 가장 적합한 표준특성을 가지도록 비교회전도를 정하여야 한다.

(2) 펌프는 흡입실양정 및 토출량을 고려하여 전양정에 따라 <표 1.4.1>를 표준으로 한다.

<표 1.4.1> 전양정에 대한 펌프의 형식

전양정(m)	형 식	펌프구경(mm)
5 이하	축 류 펌 프	400 이상
3~12	사 류 펌 프	400 이상
5~20	원심 사류 펌프	300 이상
4 이상	원 심 펌 프	80 이상

(3) 침수될 우려가 있는 곳이나 흡입실양정이 큰 경우에는 입축형 혹은 수중형으로 한다.

(4) 펌프는 내부에서 막힘이 없고, 부식 및 마모가 적으며, 분해하여 청소하기 쉬운 구조로 한다.

(5) 펌프는 그 효율이 <표 3.4.7>에서 지시하는 값 이상의 것으로 하며, 여기서 <표 3.4.7>의 효율은 단독운전일 경우 적용하며 조합(병렬, 직렬)운전일 경우는 다르게 적용하여야 한다.

4.3 펌프구경

펌프구경(口徑)은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 펌프의 흡입구경은 토출량과 펌프흡입구의 유속으로부터 식(1.4.1)에 의해 정한다.

$$D = 146\left(\frac{Q}{V}\right)^{1/2} \quad \cdots\cdots (1.4.1)$$

여기서, 펌프토출량 Q는 전체용량에서 펌프대수에 의해 정한 단위펌프용량을 말한다.

D : 펌프의 흡입구경(mm), Q : 펌프의 토출량(m3/min), V : 흡입구의 유속(m/s)

단, 흡입구의 유속은 펌프의 회전수 및 흡입실양정 등을 고려하여 1.5~3.0 m/s를 표준으로 한다.

(2) 펌프의 토출구경은 흡입구경, 전양정 및 비교회전도 등을 고려하여 정한다.

4.4 펌프의 전양정

펌프의 전양정(全揚程)은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 펌프의 전양정은 실양정과 펌프에 부수된 흡입관, 토출관 및 밸브의 손실수두를 고려하여 식(1.4.2)에 의하여 정한다.

$$H = h_a + h_{pv} + h_o \quad \cdots\cdots (1.4.2)$$

여기서, H : 전양정(m)

ha : 실양정(m)

hpv : 흡입 및 토출관의 손실수두의 합(m)

ho : 토출관 말단의 잔류속도수두(m)

토출관의 손실수두는 펌프 단일관로일 경우이며, 단일관로에서 전체가 합류되어 이송되는 통합관로의 최고위치까지 손실수두를 계산하여 반영하여야 한다.

(2) 실양정은 펌프의 흡입수위 및 배출수위의 변동, 범위, 계획하수량, 펌프특성, 사용목적 및 운전의 경제성 등을 고려하여 정한다.

4.5 흡입실양정

펌프의 흡입실양정은 다음 사항을 고려한다.

(1) 펌프의 흡입실양정은 공동현상이 발생하지 않도록 펌프의 형식에 따라 가능한 한 작게 한다.

(2) 펌프의 흡입실양정 및 회전수는 공동현상을 피하기 위하여 토출량 및 전양정과의 관계를 충분히 고려하여 정한다.

4.6 펌프의 축동력

펌프의 축동력은 식(1.4.3)에 의하여 정한다.

$$P_s = \frac{1}{60\times10^3\times\eta} \times \rho g Q H \left(P_s = 0.163 \frac{\gamma \times Q \times H}{\eta} \right) \quad \cdots\cdots (1.4.3)$$

여기서, Ps : 펌프의 축동력(kW)

Q : 펌프의 토출량(m^3/min)

ρ : 양정하는 물의 밀도(kg/m^3) (단, 하수의 경우는 1,000 kg/m^3)

g : 중력가속도(9.8 m/s^2)

H : 펌프의 전양정(m)

η : 펌프의 효율(소수)

γ : 물의 비중량

4.7 전동기의 출력

펌프를 운전하는 전동기 출력은 축동력의 여유율을 보아 식(1.4.4)에 의하여 계산한다.

$$P = \frac{P_s(1+\alpha)}{\eta_b} \quad \cdots\cdots (1.4.4)$$

여기서, P : 전동기 출력(kW)

Ps : 펌프의 축동력(kW)

α : 여유율

η_b : 전달효율(직결의 경우 1.0)

단, 여유 α는 펌프의 형식, 전동기의 종류 및 양정의 변동에 따라 다르므로 <표 1.4.2>을 표준으로 한다.

<표 1.4.2> 전동기의 여유율(α)

펌프형식 \ 전동기의 종류	전동기		내연기관	
	A의 경우	B의 경우	A의 경우	B의 경우
원 심 펌 프	0.10	0.15	0.15	0.20
사 류 펌 프	0.15	0.20	0.25	0.30
축 류 펌 프	0.20	0.25	0.30	0.35

주 : A의 경우는 양정의 변화가 비교적 적은 경우(규정양정보다 원심펌프에서는 20% 정도까지 낮게 될 때, 축류펌프에서는 높게 될 때)
B의 경우는 양정의 변동이 비교적 많은 경우(A이외의 경우)
※ 내연기관의 경우 전동기 가동 불가로 엔진펌프 대용처리시 적용

4.8 펌프흡수정

펌프흡수정은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 수밀성 있는 철근콘크리트 구조로 한다.

(2) 합류식에서는 오수전용과 우수전용으로 구별해서 설치하는 것이 좋다.

(3) 종류 및 형식에 적합하게 배치하고, 펌프고정부 위치로부터 수직 또는 수평으로 설치한다. 또한, 흡수정 내에서 와류(Vortex)가 발생하지 않도록 계획한다.

(4) 펌프흡수정이 실내에 설치되고 펌프실 바닥면이 지반보다 낮은 경우에는 펌프흡입부의 바닥판, 건물바닥 및 측벽 등은 일체로 하고, 수밀성 있는 구조로 한다.

(5) 펌프흡입부의 상부에는 수밀성 있는 맨홀을 설치한다.

4.9 흡입관

펌프의 흡입관은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 흡입관은 펌프 1대당 하나로 한다.

(2) 흡입관을 수평으로 부설하는 것은 피한다. 부득이 한 경우에는 가능한 한 짧게 하고 펌프를 향해서 1/50 이상의 경사로 한다.

(3) 흡입관은 연결부나 기타 부분으로부터 절대로 공기가 흡입하지 않도록 한다.

(4) 흡입관 속에는 공기가 모여서 고이는 곳이 없도록 하고, 또한 굴곡부도 적게 한다.

(5) 흡입관 끝은 벨마우스의 나팔모양으로 하며, 관의 끝으로부터 최저수면 및 펌프흡입부 바닥까지의 깊이를 충분하게 잡고, 흡입관 상호간과 펌프흡입부의 벽면과의 거리도 충분히 확보한다([그림 3.4.22] 참조).

(6) 흡입관이 길 때에는 중간에 진동방지대를 설치할 수도 있다.

(7) 횡축펌프의 토출관 끝은 마중물(priming water)을 고려하여 수중에 잠기는 구조로 한다.

(8) 펌프의 흡입부는 간벽(수문 포함)을 설치하여 조내부 점검정비 및 청소 등 유지관리가 가능하도록 한다.

(9) 펌프흡입부와 흡입관의 구조, 형상, 크기 및 위치는 흡입부내 난류로 인한 공기흡입으로 펌프

운전에 지장을 초래하지 않게 각 펌프의 흡입조건이 대등하도록 해야 하며, 필요시 난류방지를 위한 정류벽 또는 간벽설치를 검토한다.

(10) 펌프흡입부의 유효용적은 계획하수량, 펌프용량, 대수 등을 감안하여 결정하되 가능한한 충분한 용량으로 계획하여 빈번한 가동중지에 따른 기기손상 및 전력 낭비를 방지토록 한다.

4.10 펌프계통의 수격작용

펌프의 토출측 관로의 상황에 의하여 수격작용(水擊作用, water hammer)이 발생할 우려가 있는 경우에는 이것을 방지하기 위하여 적당한 장치를 설치한다.

4.11 기초

펌프의 기초는 다음 사항을 고려한다.

(1) 펌프와 전동기는 가능한 한 같은 기초로 하고 하중 및 진동과 지반의 내압을 고려해서 충분한 콘크리트 기초면적으로 한다.

(2) 펌프를 펌프흡입부의 상부 바닥 위에 설치하는 경우, 바닥두께는 펌프 및 흡입관의 중량과 물무게 및 스러스트(thrust) 하중에 견디는 철근콘크리트 구조로 한다.

4.12 부대시설 및 보조시설

펌프의 부대설비 및 보조설비는 다음 사항을 고려한다.

(1) 펌프의 토출구 또는 토출관 중에는 반드시 슬루스밸브 또는 버터플라이밸브를 설치하는 것을 표준으로 하고 유체특성 및 관경 등을 고려하여 다른 종류의 밸브를 선정할 수 있다. 밸브의 개폐조작은 필요에 따라 수동식 또는 동력식으로 한다.

(2) 펌프가 정지할 때 역류를 방지하기 위해 토출관의 중간, 관의 끝 및 배수관의 끝에 역류방지용의 밸브를 설치한다.

(3) 펌프의 흡입측 및 토출측에는 반드시 진공계 및 압력계를 설치한다.

(4) 펌프의 운전에 필요한 수위를 검지하기 위해 수위계(지시계 또는 기록계)를 설치하고, 펌프의 유지보수를 위하여 필요한 경우 수동 혹은 전동 슬루스밸브를 설치한다.

(5) 마중물을 필요로 하는 경우는 적당한 진공펌프 또는 진공설비를 설치한다.
진공펌프는 기동후 2~3분간에 펌프를 물로 꽉 채울 수 있는 용량으로 한다.

(6) 펌프장에는 천정크레인 또는 전기기중기 등을 설치하는 것이 좋다.

(7) 펌프의 축봉용, 냉각용 및 윤활용 등의 급수장치와 실내 배수펌프를 필요에 따라 설치한다.

5. 펌프의 자동운전

5.1 제어방식의 선정

펌프의 제어방식은 펌프의 형식과 사용조건, 건설비, 유지관리비 및 전동기의 종류 등을 고려하고 운전의 합리화를 도모하기 위하여 적당한 제어방식을 선정한다.

(1) 수위제어

유량의 변동에 따라 펌프흡수정의 수위 또는 그 변화를 검출하여 펌프흡수정의 수위를 일정하게 유지하도록 유입하수량에 비례한 유량을 양수하는 방식이다.

(2) 유량제어

펌프흡수정의 수위에 의한 목표토출량을 수위목표 토출량곡선 및 수위변화 보정률로부터 토출량을 제어하는 방식이다.

5.2 자동운전용 기기

펌프를 자동 또는 원격제어하는 경우 기동 및 정지의 작동과정을 자동적으로 진행시키기 위하여 다음 사항 중 필요한 장치를 설치한다.

(1) 만수(滿水)검지장치

(2) 토출압력 검지장치

(3) 축봉수, 냉각수, 윤활용수 등의 압력 또는 물의 흐름 검지장치

(4) 마중물(priming water), 축봉, 냉각, 윤활용 등의 소배관에 전기식 또는 압력 개폐식 밸브

(5) 토출측 밸브에 제한스위치 및 안전장치

5.3 펌프설비 보호장치

펌프에는 운전중 발생되는 이상을 검출하고, 이상정도에 따라 운전정지, 경보 또는 고장표시를 할 수 있는 적합한 보호장치를 설치한다.

6. 전동기

6.1 종류

전동기의 종류는 다양하지만 그 중에서도 3상유도전동기는 구조가 간단하고 운전보수가 용이한 점 등의 이점이 있기 때문에 가장 일반적으로 사용되므로 하수도용 기계의 전동기도 이것을 표준으로 하며, 에너지이용합리화법 등에 근거하여 고효율 전동기를 적용한다.

6.2 형식

(1) 전동기의 형식은 설치(지지)장소 및 주위의 상황에 따라 <표 1.6.1>을 표준으로 한다.

<표 1.6.1> 전동기 형식

설치(지지)장소의 상황	형 식	
	외 피 형	보 호 방 식
건조하고 한적한 장소	개 방 형	보호형
물방울을 받을 우려가 있는 장소	개 방 형	포말보호형
물이 고이거나 습기가 현저한 장소	전 폐 형	전폐방수형
부식성 가스를 받을 우려가 있는 장소	전 폐 형	전폐외선형 또는 전폐방식형
옥외에 설치하는 경우	전 폐 형	전폐실외형
수중에서 사용하는 경우	전 폐 형	전폐수중형

(2) 전동기의 용량과 대수는 펌프의 용량과 대수 결정시 연계 검토한다.

6.3 기동장치

전동기는 전전압기동의 경우 외에는 <표 1.6.2>의 기동장치를 설치한다.

<표 1.6.2> 기동장치(起動裝置)

전 동 기 종 별	기 동 장 치
바스킷형(농형) 유도전동기	스타델타 기동장치 기동보상기 기동리액터
권선형 유도전동기	2차저항기

6.4 동력전달방식

동력전달방식은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 전동기와 부하의 연결은 플랙시블축이음(flexible joint)에 의한 직결을 표준으로 한다.

(2) 회전수 관계로 직렬로 할 수 없을 때는 기어 및 벨트 등의 방법으로 한다.

(3) 부하의 변동이 급격하여 전동기와 부하사이에 기능상 슬라이딩 등의 완충을 둘 필요가 있는 경우에는 유체축(流體軸)커플링, 분체축(粉體軸)커플링 및 전자축(電磁軸)커플링 등을 사용한다.

6.5 전동기 보호장치

전동기의 보호장치는 전기설비기술기준에 따르며, 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 전동기의 개폐기와 기동장치 및 2차측 단락장치의 상호간에 연동장치를 설치한다.

(2) 전동기에는 과부하 및 저전압의 차단장치를 부착시킨다.

7. 비상발전기

7.1 종류

비상발전기에 사용하는 내연기관은 기동이 쉽고 취급이 간편하고 운전경비가 싼 것으로 한다. 이 조건을 만족시키기 위해 디젤기관 또는 가솔린기관이 쓰여진다. 디젤기관은 소용량으로 부터 대

용량까지 널리 쓰이고 있지만 가솔린기관은 30PS 정도 이하의 소용량의 것에 쓰이고 있다.

비상발전기에 사용하는 내연기관은 <표 1.7.1>을 표준으로 한다.

<표 1.7.1> 내연기관의 종류

출 력(PS)	내연기관의 종류
30 미만	디 젤 기 관 가 솔 린 기 관
30 이상	디 젤 기 관

7.2 출력

비상발전기용 내연기관의 출력은 식(1.7.1)에 의하여 정한다.

$$P_E \geq \frac{1.36\,P_r}{\eta_G} \quad \cdots\cdots (1.7.1)$$

여기서, P_E : 내연기관의 출력(PS)
P_r : 소요전력(kW)
η_G : 발전기의 효율(0.85～0.90)

7.3 비상발전기실

발전기실의 위치와 크기는 다음 사항을 고려하여 결정한다.

(1) 기기의 반출, 반입과 점검정비 등 운영유지관리가 편리하여야 한다.
(2) 가급적 배기가스 배출구를 엔진 가까운 곳에 설치하여 실내의 온도상승을 억제할 수 있는 곳이어야 한다.
(3) 실내환기를 충분히 행할 수 있는 곳으로 급유 및 급·배수가 용이하여야 하며, 연료유 급유와 냉각수 급수의 배관이 용이한 곳이어야 한다.
(4) 전기부하선, 콘트롤 조작선 등의 작업이 용이한 장소로서 판넬에 가까운 장소이어야 한다.
(5) 엔진소음 및 진동등으로 인한 공진현상이 없고 주위에 영향이 없으며, 발전기 세트하중에 충분히 견딜 수 있는 구조의 장소이어야 한다.
(6) 소규모시설의 경우 처리구역별 또는 단위지역별로 이동식 비상발전기시설을 고려하여야 한다.

7.4 보조시설

비상발전기용 내연기관에는 보조설비로서 다음 사항의 설비를 설치한다.

(1) 연료탱크
(2) 기동탱크 장치

① 공기기동인 경우 : 압축공기탱크 및 공기압축기
② 전기기동의 경우 : 축전지 및 충전기

(3) 냉각수설비
(4) 천정크레인(crane) 또는 호이스트(hoist)(대형기관의 경우)

7.5 기초

비상발전기용 내연기관의 기초는 적어도 기관중량의 4배 이상의 콘크리트 기초로 하는 것이 바람직하다. 특히 연약지반인 곳에서는 충분한 기초파일을 한다. 또한, 필요하다면 독립기초를 할 필요가 있다.

8. 소음 및 진동방지

펌프, 비상발전기 및 전동기, 송풍기 등의 소음에 의하여 주위의 주민에게 악영향을 미칠 우려가 있는 곳에서는 다음과 같은 방음 및 방진조치를 강구하며, 특히 생물반응조에 급기하기 위해 공기를 생산하는 송풍기와 그 시설의 건물에 대책을 중점적으로 강구하여야 한다.

(1) 펌프는 가능한 한 회전수를 적게 하며, 필요에 따라서는 입축펌프나 수중모터 펌프를 사용한다.
(2) 전동기 및 비상발전기는 충분한 기초위에 방진시설과 함께 설치하고, 소음기 등의 방음장치를 설치하며, 가능한 저속기를 사용한다.
(3) 펌프장은 진동이 발생되지 않는 구조로 하고 벽면에 흡음판을 설치하는 등 적당한 방음 및 방진구조로 한다.
(4) 송풍기와 전동기의 경우 비상발전기와 동일한 방법으로 충분한 기초위에 일체형 베드로 방진시설과 함께 설치하고, 대기중의 흡입공기에 함유된 습도 처리대책을 감안한 소음기와 고주파형 기계소음을 차단하기 위한 방음함 등의 방음장치를 설치한다.
(5) 방음 및 방진대책으로는 그 재료의 성질과 역음장의 성질을 함께 고려해서 가장 유효적절한 사용법을 적용해야 한다.

9. 펌프장

펌프장은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 펌프장은 가능한 한 철근콘크리트로 하거나 철골콘크리트 등의 불연성 건물로 하고, 지하수의 침투 및 우수의 침입 등이 없는 구조로 한다.
(2) 펌프장의 넓이는 펌프, 관, 밸브 및 기타 기계를 분해할 때에 이들을 보관하기에 필요한 여유를 둔 크기로 하며, 높이는 설치되는 펌프의 반입, 반출 및 분해, 조립, 설치시에 지장을 초래하지 않는 적정한 높이로 한다.
(3) 펌프장은 환기와 채광을 좋게 한다.
(4) 펌프장의 조명은 조작에 지장을 초래하지 않는 충분한 조명설비로 한다.
(5) 기계의 감시에 적당하고 환기가 좋은 곳에 감시실을 설치하고, 이것에 근접하여 채광과 환기가 좋은 곳에 담당자 대기소를 설치한다. 단, 무인펌프장에서는 이 제한이 없다.

(6) 펌프장에서 소방관련법 등에 의하여 규제를 받는 것에 대해서는 관계법령에 따르는 구조로 하고 소화설비 등을 설치한다.
(7) 펌프장의 벽과 기계의 선단과의 간격은 취급자가 통행하기에 충분한 여유를 갖도록 한다.
(8) 펌프장 바닥은 구내의 지반면보다 적어도 15 cm 높게 한다. 펌프의 흡입실 양정 관계로 바닥을 지반 아래로 하지 않으면 안되는 경우에는 입구부분을 구내 지반면보다 높게 한다.
(9) 펌프장에는 기계반입을 위해 필요한 넓이의 반입구를 설치한다.
(10) 펌프 인양 하중량 3 ton 이상의 시설은 천정크레인의 설치를 표준으로 한다.
(11) 소규모 펌프장은 계획오수량, 펌프형식 및 구조, 설치대수, 유지관리공간과 깊이, 운전시간 및 시동간격 등을 고려하여 정한다.

10. 방류시설

처리장 유입하수는 각 공정을 거쳐 처리되어 지정된 방류수역(하천, 호소, 해역 등)으로 방류하는 시설로 방류펌프와 방류관로 및 처리수 재이용 등과 관련한 관로 등의 재이용시설이 있는데, 이에 적용되는 시설에 대해 검토시 다음사항을 고려하여야 한다.
(1) 처리수 방류는 방류수역의 상황에 따라 자연유하와 펌프시설에 의한 강제유하로 구분하여 방류하며, 하수도법규정에 따라 처리수 재이용 활성화로 양질의 자원을 확보할 수 있도록 일정규모의 양에 대해 재이용 의무화 방안에 따라 처리수 방류방법을 정해야 한다.
(2) 처리수 방류방법은 방류수를 재이용하지 않고 방류수역에 바로 방류하는 직접방류와 재이용을 한 후 다른 매체를 통해 방류수역에 방류하는 간접방류가 있으며, 이에 따른 환경을 검토하여 적정한 시설을 설치하여야 한다.
(3) 고도처리공정의 양질의 처리수를 공업, 농업, 생활용수로 용도를 전환하여 공급하므로서 수자원의 효율적인 이용을 도모하고 향후 물부족에 대비하고 도심건천하천에 유지용수공급으로 수생태 기능을 회복과 함께 친수공간을 제공할 수 있는 처리수 재이용 방안을 검토한다.
(4) 방류구의 잔류수두가 2 m이상이 되고 유량이 0.2 m^3/s이상 유지될 경우 기후변화에 대비한 이산화탄소 저감대책일환으로 소수력발전을 검토한다.
(5) 방류관로 및 부속설비는 다음 사항을 고려하여 정한다.
① 방류관로가 개거인 경우
측면의 높이는 펌프로부터 토출관단의 속도수두 및 최대조위(最大潮位), 최대 수위에 대하여 충분한 여유가 있는 높이로 하며, 토구에는 각락 또는 수문을 설치한다.
② 방류관로가 암거인 경우
정전시의 역류에 의한 동수압에 대하여 적당한 조치를 강구한다.
③ 배수펌프장은 필요에 따라 적당한 장소에 바이패스관을 설치한다.

11. 악취방지시설

하수이송용 펌프장 내부에서 발생하는 악취는 시설물의 부식을 촉진시키고, 펌핑시 토출부에서 발생하는 악취는 민원의 원인이 되므로, 펌프장에서는 하수 중 악취 물질의 생성을 억제할 수 있도록 화학적, 물리적 및 생물학적 방법 등을 이용한 악취제거 및 저감대책을 강구하여야 한다.

(1) 펌프장의 하수 중에 약품을 주입하여 악취 생성을 방지할 경우에는, 약품의 효율, 경제성, 유지관리 편의성, 하수처리장에 미치는 영향 등을 고려하여 약품을 선정하여야 한다.

(2) 공기 및 산소주입 등과 같은 물리적인 방법으로 하수중의 악취생성을 제어할 경우, 주입 위치, 주입량, 주입 시간 등을 적절히 결정하여야 한다.

(3) 펌프장 내의 악취가 대기 중으로 발산한 경우에는 시설물의 부식 방지 및 악취의 외부 배출을 방지하기 위하여 적절한 탈취설비를 적용하여 악취를 저감하여야 한다.

KDS 61 50 00 : 2022

수처리시설 설계기준

2022년 1월 20일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

환경부

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 하수도설계기준 개정 소위원회 및 자문검토 결과에 따라 개정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
KDS 61 50 00:2017	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2017.10)
KDS 61 50 00:2019	• 공공하수처리시설 반류수 관리방안 보완 • 총인처리시설 설계고려사항 보완	개정 (2019.11)
KDS 61 50 00:2022	• 소규모 하수처리시설에서 부하변동이 크게 발생하는 경우 반드시 유량조정조 설치를 검토하도록 개정 • 하수 유입유량계의 설치위치, 시간대별 측정사항 추가 • 잉여찌꺼기(슬러지)발생량 관련 자구 및 파라미터 수정	개정 (2022.1)

제 정 : 2017년 10월 27일	개 정 : 2022년 1월 20일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 환경부 생활하수과	
관련단체 : 한국상하수도협회	작성기관 : 한국상하수도협회

목 차

1. 총설 ····· 118
1.1 계획하수량과 수질 ····· 118
1.2 처리방법의 선정 ····· 118
1.3 처리시설의 배열 및 구조 ····· 119
1.4 처리시설간의 수위차 ····· 119

2. 유량조정조 ····· 120
2.1 용량 ····· 120
2.2 조의 형상 및 수 ····· 120
2.3 구조 및 수심 ····· 120
2.4 교반장치 ····· 120
2.5 유출설비 ····· 121

3. 침전지 ····· 121
3.1 일차침전지 ····· 121
3.2 이차침전지 ····· 123
3.3 다층식침전지 ····· 125

4. 생물학적처리의 기본원리 ····· 126
4.1 활성슬러지법의 기본원리 ····· 126
4.2 활성슬러지법의 동역학해석 ····· 126
4.3 부착미생물에 의한 생물학적 처리의 기본원리 및 처리특성 ····· 127
4.4 부유미생물+부착미생물에 의한 생물학적 처리의 기본원리 ····· 127

5. 활성슬러지법 ····· 127
5.1 활성슬러지법의 설계인자 ····· 127
5.2 포기에 의한 산소용해기구 ····· 131
5.3 활성슬러지법 처리방식 ····· 132
5.4 표준활성슬러지법 ····· 132

5.5 순산소활성슬러지법 ····· 137
5.6 심층포기법 ····· 138
5.7 연속회분활성슬러지법 ····· 139
5.8 산화구법 ····· 141
5.9 장기포기법 ····· 142

6. 부착미생물에 의한 생물학적 처리 ····· 143
6.1 부착미생물에 의한 생물학적 처리방식 ····· 143
6.2 접촉산화법 ····· 143
6.3 호기성여상법 ····· 145

7. 고도처리 ····· 146
7.1 개요 ····· 146
7.2 처리방식의 선정 ····· 146
7.3 질소제거 ····· 147
7.4 인제거 ····· 149
7.5 질소·인 동시제거 ····· 150
7.6 기존하수처리장의 고도처리시설 설치 ····· 154
7.7 잔류 SS 및 용존유기물 제거공정 ····· 155

8. 소독시설 ····· 157
8.1 소독의 필요성 및 방법 ····· 157
8.2 염소소독 ····· 158
8.3 탈염소 ····· 161
8.4 오존에 의한 소독 ····· 162
8.5 자외선(UV)소독시설 ····· 162

9. 간이공공하수처리시설 ····· 163
9.1 설치기준 ····· 163
9.2 계획수립시 고려사항 ····· 164
9.3 용량산정 ····· 164

9.4 설계시 고려사항 ····· 164

10. 하수처리장 내 부대시설 ····· 166
10.1 처리장 내 연결관로 ····· 166
10.2 공동구 ····· 167
10.3 방류구 ····· 167
10.4 급배수관 ····· 167

11. 친환경 주민친화시설 ····· 167
12. 악취방지 및 탈취설비 ····· 168

1. 총설

1.1 계획하수량과 수질

계획하수량과 수질은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 처리시설의 계획하수량은 1차처리, 2차처리, 고도처리 및 3차처리의 각 시설에 대하여 <표 1.1.1>을 표준으로 한다. 합류식 하수도는 우천시 일차침전지의 침전시간을 0.5시간 이상 확보하고, 표면부하율은 계획1일최대오수량에 대해 25～50 ㎥/㎡·d 정도로 하여, 우천시 계획오수량을 유입시켜 1차처리해야 하며, 소독시설 고려시 우천시 일차침전 후 생물반응조로 유입되지 않고, By-pass되는 하수에도 소독이 고려되어야하므로 고탁도에도 안정적인 소독이 가능하도록 소독방법을 선정하여야 한다.

<표 1.1.1> 각 시설의 계획하수량

구 분		계 획 하 수 량	
		분류식 하수도	합류식 하수도
1차처리 (일차침전지까지)	처리시설(소독시설 포함)	계획1일최대오수량	우천시계획오수량
	처리장내 연결관로	계획시간최대오수량	우천시계획오수량
2차처리	처리시설	계획1일최대오수량	계획1일최대오수량
	처리장내 연결관로	계획시간최대오수량	계획시간최대오수량
고도처리 및 3차처리	처리시설	계획1일최대오수량	계획1일최대오수량
	처리장내 연결관로	계획시간최대오수량	계획시간최대오수량

(2) 유입하수량과 유입수질의 결정시 그 지역의 환경과 유사한 처리구역을 사전에 충분히 조사를 통해 시간적 변동등을 반영하고, 분뇨등의 연계처리, 주야간 인구변동 및 그 이외의 장래계획도 고려해서 정한다.

(3) 유입되는 하수의 수량과 수질변동에 대처하기 위해서 필요에 따라 유량조정조를 설치한다.

1.2 처리방법의 선정

처리방법의 선택시에 다음 사항을 고려한다.

(1) 유입하수량과 수질

(2) 처리수의 목표수질

(3) 연계 및 장내반류수 처리계획

(4) 처리장의 입지조건

(5) 방류수역의 현재 및 장래 이용상황

(6) 건설비 및 유지관리비 등 경제성

(7) 유지관리의 용이성

(8) 법규 등에 의한 규제

(9) 처리수의 재이용계획

1.3 처리시설의 배열 및 구조

처리시설의 배열과 그 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 각 시설은 유지관리가 용이하고 기능이 충분히 발휘될 수 있어야 한다.

(2) 처리시설은 각 시설특성에 적합한 방수대책과 방식도장으로 수밀성과 내구성이 있는 구조로 한다.

(3) 처리장의 주요시설은 점검, 수리, 청소, 고장에 의한 운휴를 감안하여 2계열 이상으로 설치함으로써 무중단 운전이 되도록 한다.

(4) 단계적 시공을 고려해서 정한다.

(5) 주변에 미치는 악취, 소음 등을 고려해서 정한다.

1.4 처리시설간의 수위차

1.4.1 수리계산의 필요성

하수처리시설은 일반적으로 침사지까지 하수를 자연 유하시킨 다음 펌프로 양수하여 본 처리시설을 거쳐 자연유하의 형식으로 방류될 수 있도록 하며, 수리계산은 이러한 유수의 자연유하가 가능하도록 각 시설간의 소요 수위차를 산정한 후 수리종단도를 작성하기 위하여 필요하고, 수리종단도를 작성함으로써 시설의 수리학적 안정성확보, 펌프소요수두 및 각 시설 설치지반고 산정 등이 가능하다.

1.4.2 수리계산시 고려사항

수리계산시 다음과 같은 사항을 고려한다.

(1) 계획방류수위 및 계획지반고 : 계획홍수위를 반영한 계획방류수위를 설정하고, 계획홍수위에도 자연유하로 방류되도록 계획지반고 및 유입펌프 소요 양정 산정

(2) 계획수량 및 유속

(3) 각 시설간의 연결관

(4) 여유치 : 각 시설은 구조상의 수위변화량에 관로, 계량설비 등의 수위변화량을 가산하여 소요 수위차를 갖도록 함

(5) 시설의 구조 : 단위처리시설 사이의 유량분배를 균등화할 수 있고, 미생물의 손실을 방지하기 위하여 극도의 첨두유량에서는 이차처리시설을 우회할 수 있는 대책을 마련하여야 하며, 관로나 수로에서 하수가 흐르는 방향이 변환되는 경우를 최소화하는 것이 필요

(6) 각종 수리학적 악조건의 발생 : 처리장내의 기계설비 고장 등으로 인하여 가동을 중지한 상태에서의 수리학적 상태 와 유량이나 수질면에서 최악의 상태 등에 대비하여 수리계산 시행

1.4.3 수리계산 방법

(1) 수리계산은 계획방류수위를 정한 후 방류관로로부터 처리시설의 펌프시설 또는 유입관로까지 역으로 계산한다.
(2) 수리계산시에는 적합한 수리공식이 적용되어야 하고 그 계산은 정확하여야 한다.

1.4.4 수리종단도

수리계산시는 수리종단도를 작성하여 처리시설에 대한 수리계산의 적합성 및 수리경사의 안정성 등을 확인하여야 한다.

2. 유량조정조

유량조정조는 유입하수의 유량과 수질의 변동을 균등화함으로써 처리시설의 처리효율을 높이고 처리수질의 향상을 도모할 목적으로 설치하는 것이 기본 목적이나, 합류식지역의 경우 우천시 처리장 유입수(하수+강우유출수)의 일시저류 목적으로 사용될 수 도 있다.
특히, 소규모 하수처리시설에서 시간대별 유량 또는 수질의 부하변동이 크게 발생하는 경우 반드시 유량조정조 설치를 검토하여야 한다.

2.1 용량

조의 용량은 처리장에 유입되는 하수량의 시간변동에 의해 정한다. 일반적으로 유입패턴 조사결과의 시간대별 최고 하수량이 일간평균치(계획1일최대하수량의 시간평균치)에 대해 1.5배 이상이 되는 경우, 고려할 수 있다. 유량변동 특성이 조사되면 유입량 누가곡선을 작성하여 도상에서 소요조정조 용량을 구한다.

2.2 조의 형상 및 수

(1) 형상은 직사각형 또는 정사각형을 표준으로 한다.
(2) 부속기계설비의 점검 및 수리를 위해 조의 배수가 필요한 경우에는 2조 이상을 원칙으로 하나, 그 이외의 경우, 수량 및 수질의 균등화를 위해 1조를 원칙으로 한다.

2.3 구조 및 수심

(1) 조는 수밀한 철근콘크리트구조로 하고 부력에 대해서 안전한 구조로 한다.
(2) 유효수심은 송수펌프의 양정을 작게 하기 위하여 3~5 m를 표준으로 한다.
(3) 유량조정조의 경우, 혐기화된 하수가 공기와 접촉하여 황하수소(H2S)를 발생시킬 가능성이 큰 곳으로 악취와 함께 상부가 복개된 경우 부식의 우려가 큰 곳으로 조 내부의 콘크리트 방식처리를 고려한다.

2.4 교반장치

유량조정조에는 오염물의 침전을 방지함과 동시에 유출수의 수질을 균질화하기 위해 교반을 한다. 또한 체류시간이 긴 경우에는 유입하수가 부패될 수 있으므로 방지대책을 고려한다.

2.5 유출설비

유량조정조의 유출은 직렬방식의 경우에는 펌프로, 병렬방식의 경우에는 자연유하로 유량조정조 하부로부터 침사지 등에 반송하는 것이 유리한 경우를 제외하고, 펌프에 의해 수처리시설로 송수한다.

3. 침전지

침전지는 고형물입자를 침전, 제거해서 하수를 정화하는 시설로서 대상 고형물에 따라 일차침전지와 이차침전지로 나눌 수 있다.
일차침전지는 1차처리 및 생물학적 처리를 위한 예비처리의 역할을 수행하며, 이차침전지는 생물학적 처리 또는 화학적처리(응집제 주입시)에 의해 발생되는 찌꺼기(슬러지)와 처리수를 분리하고, 침전한 찌꺼기(슬러지)의 농축을 주목적으로 한다. 소규모 하수처리시설에서는 처리방식에 따라서 일차침전지를 생략할 수도 있다.

3.1 일차침전지

3.1.1 형상 및 지수

침전지의 형상 및 지수는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 형상은 원형, 직사각형 또는 정사각형으로 하며, 침전지내에서 단락류(short circuiting)나 국지적인 와류가 발생되지 않도록 저류판등을 설치한다.

(2) 직사각형인 경우 길이에 비해 폭이 지나치게 크면, 지내의 흐름이 불균등하게 되어 정체부가 많이 발생되고 이로 인해 편류 등이 발생하여 침전효과가 저하되므로 폭과 길이의 비는 1 : 3 이상으로 하고, 폭과 깊이의 비는 1 : 1~2.25 : 1 정도로, 폭은 찌꺼기(슬러지)수집기의 폭을 고려하여 정한다. 원형 및 정사각형의 경우 폭과 깊이의 비는 6 : 1~12 : 1 정도로 한다.

(3) 침전지 지수는 청소, 수리, 개조 등을 위하여 최소한 2지 이상으로 한다.

3.1.2 구조

침전지의 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 침전지는 수밀성 구조로 하고 부력에 대해서도 안전한 구조로 하며 침전지내 설비의 유지보수 등을 위한 지배수 용도로 배수밸브 등의 배수시스템을 갖춰야 한다.

(2) 침전된 찌꺼기(슬러지)가 장시간 체류하게 되면 부패현상이 일어날 수 있으므로 이러한 부패현상을 막고 또한 유효침전 구역을 되도록 넓게 하기 위해서 찌꺼기(슬러지)를 제거목적의 찌꺼기(슬러지)수집기를 설치한다.

(3) 찌꺼기(슬러지)수집기를 설치하는 경우의 조의 바닥은 침전된 찌꺼기(슬러지)를 어느 한쪽으로 모으기 쉽게 적당한 기울기를 두며, 침전지 바닥 기울기는 직사각형에서는 1/100~2/100으로, 원형 및 정사각형에서는 5/100~10/100으로 하고, 찌꺼기(슬러지) 호퍼(hopper)를 설치하며, 그 측벽의 기울기는 60° 이상으로 한다.

(4) 악취대책 및 지역특성을 고려하여 복개를 검토할 수 있다.
(5) 가동초기에는 유입수량 및 유입수질이 계획수량 및 계획수질에 도달하지 못하는 경우가 많아 반응조의 생물처리에 필요한 영양원을 확보할 수 없는 경우가 발생하므로 초기운전대책으로 우회수로(by-pass line)의 설치를 검토할 수 있다.

3.1.3 표면부하율

표면부하율은 계획1일최대오수량에 대하여 분류식의 경우 SS제거율이 높아지면 반응조유입수의 BOD/SS비가 상승하여 벌킹의 원인이 되기도 하고 활성슬러지의 SVI가 높게 되어 처리수질을 악화시킬 수도 있으므로 35~70 ㎥/㎡·d, 합류식의 경우 우천시 처리 등을 고려하여 25~50 ㎥/㎡·d로 한다.

3.1.4 유효수심

실제 침전지 깊이가 너무 얕으면 유체의 흐름에 의해 영향을 받거나 찌꺼기(슬러지)를 제거할 때 찌꺼기(슬러지)가 부상할 수도 있으므로, 유효수심은 2.5~4 m를 표준으로 한다.

3.1.5 침전시간

침전시간은 계획1일 최대오수량에 대하여 표면부하율과 유효수심을 고려하여 정하며, 일반적으로 2~4시간으로 한다.

3.1.6 여유고

여유고는 수위의 변화 및 바람에 의한 요소 등을 고려하여 40～60 cm 정도로 한다.

3.1.7 분배시설

일차침전지 분배시설은 지별로 균등하게 분배할 수 있어야 하며, 부유물 침전방지시설 설치 필요성을 검토한다.

3.1.8 정류설비

정류설비는 유입수를 단면전체에 대해 균등하게 분포시켜 침전지로 유입하는 유체의 흐름을 층류(laminar flow)로 유지시키기 위하여 설치하는 것이다. 정류설비에 대하여 다음 사항을 고려한다.
(1) 직사각형 침전지와 같이 하수의 유입이 평행류인 경우에는 유입된 하수가 침전지의 전체 폭에 균일하게 도달하게 하기 위해 저류판 혹은 유공정류벽을 설치한다.
(2) 원형 및 정사각형 침전지에서와 같이 하수의 유입이 방사류인 경우에는 유입구의 주변에 원통형 저류판을 설치한다. 원형침전지의 정류통의 직경은 침전지 직경의 15～20%, 수면 아래의 침수 깊이는 90 cm 정도가 되도록 설치한다.

3.1.9 유출설비 및 스컴제거기

유출설비 및 스컴제거장치는 다음 사항을 고려하여 설치한다.

(1) 유출부분의 유출설비는 침전지의 전면적에 대하여 유체가 일정하게 유출되도록 월류위어를 설치하고, 유출설비 앞에서 스컴이 유출되지 않도록 스컴저류판(scum baffle), 스컴제거기를 설치한다.

(2) 스컴은 자연적으로 월류위어 쪽으로 모이게 되므로 스컴저류판의 상단은 수면위 10 cm, 하단은 수면아래 30～40 cm 가량 되도록 설치한다.

(3) 미립자의 부상효과를 억제하고 침전효율을 높이기 위해서는 월류길이당의 월류량(월류부하)를 작게 하는 것이 필요하며, 월류위어의 부하율은 일반적으로 250 ㎥/m·d 이하로 한다.

3.1.10 찌꺼기(슬러지)수집기

(1) 직사각형지의 경우에는 연쇄(chain-flight)식이 좋다.

(2) 원형지 및 정사각형지의 경우에는 회전식으로 한다.

(3) 수집기의 이동속도는 침전물의 침전을 방해하거나 침전된 찌꺼기(슬러지)가 뜨거나 또는 스컴이 발생하지 않을 정도로 완만하게 하며, 연쇄(chain-flight)식의 경우 0.3～1.2 m/min 정도, 원형침전지에서 스크레이퍼(scraper)의 원주속도는 1.5～3.0 m/min, 회전속도는 1～3회/h가 적당하다.

3.1.11 찌꺼기(슬러지)배출설비

찌꺼기(슬러지)수집기에 의하여 모아진 찌꺼기(슬러지)는 다음 사항을 고려하여 배출한다.

(1) 일차침전지찌꺼기(슬러지)는 이차침전지찌꺼기(슬러지)에 비해 무기질을 다량 포함하여 비중이 크고 큰 협잡물이 다량 포함되어 있으므로 수위차에 의한 찌꺼기(슬러지)배출은 폐쇄가 되기 쉽고, 특히 우천시에는 배출관의 폐쇄가 심화될 수 있으므로 일차침전지의 찌꺼기(슬러지)는 펌프에 의한 강제배출을 기본으로 한다.

(2) 찌꺼기(슬러지)배출관은 주철관 또는 이와 동등이상의 기능을 갖는 재질의 관이어야 하며, 직경은 찌꺼기(슬러지)에 의해 폐쇄되지 않을 정도록 최소한 150 mm 이상으로 한다.

(3) 배출관은 폐쇄되기 쉬우므로 청소가 용이하도록 배관의 굴곡부 등에 청소구를 설치하고, 적당한 장소에 점검구 및 압력수세척배관을 설치한다.

3.2 이차침전지

3.2.1 형상 및 지수

침전지의 형상 및 지수는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 형상은 원형, 직사각형 또는 정사각형으로 한다.

(2) 직사각형인 경우, 폭과 길이의 비는 1 : 3 이상으로 하고 ,폭과 깊이의 비는 1 : 1~2.25 : 1 정도로, 폭은 찌꺼기(슬러지)수집기의 폭을 고려하여 정한다. 원형 및 정사각형의 경우, 폭과 깊이의 비는 6 : 1~12 : 1 정도로 한다.

(3) 침전지 지수는 최소한 2지 이상으로 한다

3.2.2 구조

침전지의 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 침전지는 수밀성 구조로 하며 부력에 대해서도 안전한 구조로 하며, 침전지내 설비의 유지보수 등을 위한 지배수 용도로 배수밸브 등의 배수시스템을 갖춰야 한다.

(2) 찌꺼기(슬러지)를 제거시키기 위해 찌꺼기(슬러지)수집기를 설치한다.

(3) 찌꺼기(슬러지)수집기를 설치하는 경우의 침전지 바닥 기울기는 직사각형에서는 1/100~2/100으로, 원형 및 정사각형에서는 5/100~10/100으로 하고, 찌꺼기(슬러지)호퍼(hopper)를 설치하며 그 측벽의 기울기는 60° 이상으로 한다.

3.2.3 표면부하율

이차침전지에서 제거되는 SS는 주로 미생물 응결물(floc)이므로 일차침전지의 SS에 비해 침강속도가 느리고, 따라서 표면부하율은 일차침전지보다 작아야하므로, 표준활성슬러지법의 경우, 계획1일 최대오수량에 대하여 20~30 ㎥/㎡ · d로 하되, SRT가 길고 MLSS농도가 높은 고도처리의 경우 표면부하율을 15~25 ㎥/㎡·d로 할 수 있다.

3.2.4 고형물부하율

이차침전지의 고형물부하율은 40~125 kg/㎡ · d로 한다. 이차침전지에서 침전되는 찌꺼기(슬러지)의 SS농도가 매우 크므로 지역침전(zone settling)현상이 일어나므로, 침전시키려는 고형물의 양을 토대로 하여 계산된 값과 표면부하율에 의하여 계산된 값을 비교하여 소요면적이 큰 것으로 침전지의 표면적을 결정한다.

3.2.5 유효수심

유효수심은 2.5~4 m를 표준으로 한다.

3.2.6 침전시간

침전시간은 계획1일 최대오수량에 따라 정하며, 표준적인 표면부하율 및 유효수심의 경우는 3～4시간 정도, 침강특성이 양호하지 않을 경우는 4～5시간 정도 확보하여야 한다.

3.2.7 여유고

침전지 수면의 여유고는 40~60 cm 정도로 한다.

3.2.8 정류설비

정류설비에 대하여 다음 사항을 고려한다.

(1) 직사각형 침전지와 같이 하수의 유입이 평행류인 경우에는 저류판 혹은 유공정류벽을 설치한다.

(2) 원형 및 정사각형 침전지에서와 같이 하수의 유입이 방사류인 경우에는 유입구의 주변에 원통형 저류판을 설치한다.

3.2.9 유출설비 및 스컴제거기

유출설비 및 스컴제거장치는 다음 사항을 고려하여 설치한다.

(1) 유출부분에는 월류위어와 스컴저류판(scum baffle), 스컴제거기를 설치한다.

(2) 스컴저류판의 상단은 수면위 10 cm, 하단은 수면아래 30~40 cm 가량 되도록 설치한다.

(3) 월류위어의 부하율은 일반적으로 190 ㎥/m·d 이하로 한다.

(4) 월류위어 및 유출수로에 조류가 발생되면 부분적으로 월류가 방해되어 편류가 생성되기 쉬우므로, 월류위어 및 위어수로에는 필요에 따라 조류증식 방지대책을 고려할 수 있다.

3.2.10 찌꺼기(슬러지)수집기

찌꺼기(슬러지)수집기는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 직사각형지의 경우에는 연쇄식, 주행사이펀식을 이용하는 것이 좋다. 주행사이펀식은 진공주행장치 및 사이펀관 선회장치를 설치하여 약 30～120 cm/min의 속도로 왕복하면서 저부에 침전된 찌꺼기(슬러지)를 뽑아 올리는 방식이다.

(2) 원형지 또는 정사각형지의 경우에는 회전식으로 한다.

(3) 찌꺼기(슬러지)수집기의 속도는 침전된 찌꺼기(슬러지)가 교란되지 않을 정도로 한다. 이차침전지에서의 찌꺼기(슬러지)수집기 속도는 일차침전지에 비해 느리게 하여, 연쇄식에서는 0.3 m/min 정도가 일반적이다. 원형에서는 원주속도가 0.6～1.2 m/min 정도이며, 2.5 m/min을 초과하지 않도록 한다.

3.2.11 찌꺼기(슬러지)배출설비

찌꺼기(슬러지)수집기에 의하여 모아진 찌꺼기(슬러지)는 다음 사항을 고려하여 배출한다.

(1) 찌꺼기(슬러지)를 배출하기 위해서는 수위차를 이용하거나 펌프 또는 주행사이펀을 사용한다.

(2) 찌꺼기(슬러지)를 배출하기 위한 관은 주철관 또는 이와 동등이상의 기능을 갖는 재질의 관이어야 하며 직경 150 mm 이상으로 한다.

(3) 배출관은 폐쇄되기가 쉬우므로 배관에 특히 유의하며, 적당한 곳에 청소구를 설치한다.

3.3 다층식침전지

침전지를 다층식으로 하는 경우는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 형상은 직사각형을 원칙으로 하며 평행류로 한다.

(2) 유입부 및 월류부에 대해서는 상하 각 층에 균등하게 유입하도록 한다.

(3) 유출설비는 월류위어, 구멍난 관 등에 의하며 일차침전지의 유출설비는 월류위어방식으로 한다.

(4) 상하층 분할 슬래브(slab) 단에 스컴이 부착될 염려가 있으므로 찌꺼기(슬러지)수집기로 제거하는 것이 좋다.

(5) 찌꺼기(슬러지)배출관은 수심이 커지므로 폐쇄에 대해 안전한 구조로 한다.
(6) 유효수면적은 상하층의 평면적의 합계로 한다.

4. 생물학적처리의 기본원리

4.1 활성슬러지법의 기본원리

활성슬러지법에 의한 하수중의 오염물질 제거과정은 활성슬러지 미생물에 의한 반응조에서의 오염물질 제거(흡착·산화·동화)와 이차침전지에서의 활성슬러지 고액분리로 요약될 수 있다. 활성슬러지 미생물은 생리적인 특성에 의해 다음과 같이 네 가지 군으로 나누어 생각해 볼 수 있다.

① 호기적 조건(산소가 존재하는 조건)에서 탄소계유기물을 이용하여 증식하는 종속영양미생물(세균류 외에 원생동물과 대형생물 포함)
② 호기적 조건하에 암모니아성질소를 아질산성질소, 또는 질산성질소로 산화시키는 독립영양미생물(Nitrosomonas 등의 암모니아 산화미생물, Nitrobactor 등의 아질산 산화미생물을 포함하며 이 반응을 질산화라 하며, 이러한 미생물을 질산화미생물이라 함)
③ 무산소상태(용존산소가 존재하지 않는 상태)하에서도 질산성호흡, 아질산성호흡을 행하는 통기성미생물(종속영양미생물로 분류되며 탈질미생물이라 함)
④ 혐기상태(산소와 질산 및 아질산도 존재하지 않는 상태)와 호기상태를 교대로 반복하여 다중인산을 통상적으로 다량 축적하도록 하는 미생물(종속영양미생물로 분류되며 탈인미생물, 인축적미생물이라 함)

활성슬러지의 정화기능은 다음과 같다.

① 활성슬러지에 의한 유기물의 흡착 : 활성슬러지에 의한 유기물의 흡착은 활성슬러지의 표면에 유기물이 농축되는 현상
② 흡착된 유기물의 산화 및 동화

흡착된 유기물 ─┬─ 산화에 의한 분해(에너지 생산)
└─ 동화에 의한 합성(세포합성)

③ 활성슬러지 플록의 침강・분리 : 이차침전지에서의 활성슬러지의 양호한 응집성과 침강성이 보장 필요
④ 질산화 : 질소화합물을 산화하는 질산화미생물에 의한 질산화반응
⑤ 탈질산화 : 통성혐기성 미생물군인 탈생미생물에 의해 유기물을 이용하여 아질산성질소와 질산성질소를 질소가스로 환원하는 반응
⑥ 생물학적 인 제거 : 활성슬러지 미생물에 의한 인 과잉섭취 현상을 이용

4.2 활성슬러지의 동역학해석

활성슬러지의 동력학적 모델의 유기물제거 원리를 정리하면 다음과 같다

① 처리수 유기물 농도는 SRT에 의해 결정된다.
② 유입수 유기물농도가 증가되면, 활성슬러지의 미생물농도가 증가되어 SRT가 일정정도 유지됨

에 따라 처리수의 유기물농도가 안정된다.

③ 활성슬러지법에 의한 하수의 유기물 제거는 비교적 작은 SRT로 양호한 처리수질이 기대된다.

4.3 부착미생물에 의한 생물학적 처리의 기본원리 및 처리특성

부착미생물에 의한 생물학적 처리는 접촉제 및 유동담체의 표면에 부착된 미생물을 이용하여 처리하는 방법으로, 매체의 표면에 미생물을 부착시켜 전체적으로 반응조내 미생물양을 증대시켜, pH 변동 등의 충격부하에 대한 적응성이 강하고 난분해성 물질 유입에 따른 처리성능이 저하를 완화할 수 있는 처리특성이 있다.

(1) 부착미생물에 의한 생물학적 처리의 기본원리

① 생물막에서의 물질이동

② 생물막의 탈리

③ 반응조내의 미생물량의 조정

(2) 부착미생물에 의한 생물학적 처리의 처리특성

① 생물학적 특징 : 반응조 후단으로 갈수록 유기물농도가 저하하여 질산화미생물의 증식에 적합한 환경이 조성됨과 동시에 미생물의 생물막이 탈리되지 않는 한 반응조로부터 유출되지 않기 때문에 부착 미생물의 SRT가 길어져 질산화반응이 진행되기 쉽다.

② 반응조의 다단화와 단계(step) 유입 : 생물상의 다양성은 반응조를 다단화함으로써 촉진

③ 고액분리상의 특징 : 반응조 유출수중의 고형물은 대부분이 생물막으로부터 탈리된 부착 생물이고 그 농도는 20～150 mg/l로 활성슬러지법에 비하여 작다.

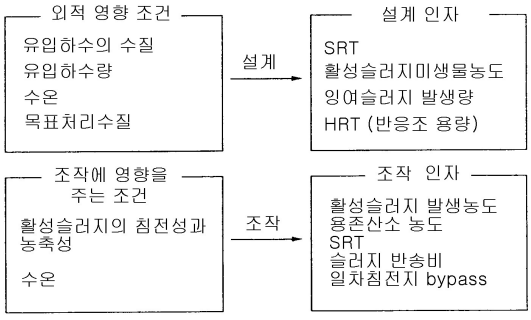
4.4 부유미생물+부착미생물에 의한 생물학적 처리의 기본원리

활성슬러지 공정에서 사용하기 위한 여러 가지 종류의 합성 담체가 개발되었으며, 이 담체는 미생물 부착목적으로 활성 슬러지의 혼합액과 함께 부유되거나, 생물반응조 안에 고정된다. 담체 이용 처리법은 크게 유동담체를 이용하는 방법과 고정담체를 이용하는 방법이 있다.

5. 활성슬러지법

5.1 활성슬러지법의 설계인자

5.1.1 설계·조작인자에 영향을 미치는 조건



5.1.2 반응조의 종류

(1) 반응조의 형상

활성슬러지법의 반응조의 형상에는 사각형 수로와 장원형 무한수로가 있다.

(2) 혼합방식

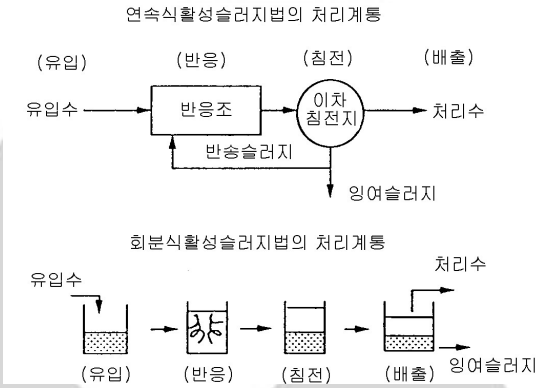
반응조는 혼합액의 혼합방식에 따라 플러그흐름형 반응조와 완전혼합형 반응조로 구분된다.

(3) 호기상태, 무산소상태와 혐기상태에 의한 반응조의 구별

생물반응조액을 처리목적에 따라 부분적으로 포기하거나 간헐포기 하는 경우가 있으며, 질소제거시에는 공기가 공급되지 않은 상태에서 교반만 적용하는 무산소상태로 만들고, 인제거시에는 인방출을 위하여 혐기상태로 만든다.

(4) 하수의 유입방법과 단위조작의 구성

하수의 유입방법은 연속식활성슬러지법과 회분식활성슬러지법으로 구분된다.



5.1.3 SRT (고형물체류시간 : Solids Retention Time)

SRT는 반응조, 이차침전지, 반송찌꺼기(슬러지)등의 처리장내에 존재하는 활성슬러지가 전체 시스템내에 체재하는 시간을 의미한다.

$$\mathrm{SRT(일)} = \frac{\text{수처리 시스템 내에 존재하는 활성슬러지량(kg)}}{\text{하루에 시스템 외부로 배출되는 활성슬러지량(kg/d)}}$$

$$= \frac{V \cdot X}{Q_W \cdot X_W}$$

V : 생물반응조 용량 (㎥), X : 생물반응조 MLSS농도

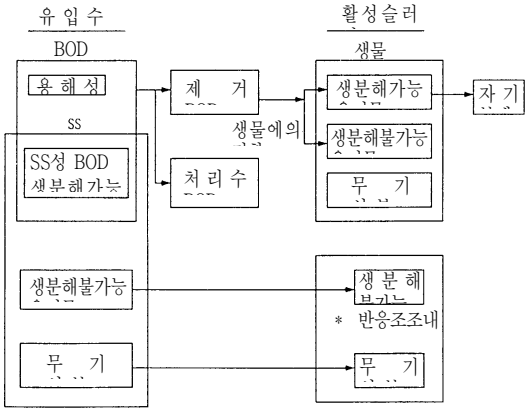
QW : 잉여찌꺼기(슬러지) 량, XW : 잉여찌꺼기(슬러지) 농도

5.1.4 유기물부하

SRT를 관리하기 위해서는 HRT, 활성슬러지 미생물량, 유기물량 등의 인자가 사용되며, 일반적으로 이러한 인자를 유기물량과 활성슬러지 미생물량의 비(F/M비)로 표현하고, 실제로는 유기물을 BOD, 활성슬러지 미생물을 반응조내의 SS로 대표하여 BOD-SS부하 (kg BOD/kg MLSS·d)로써 설계와 운전관리의 지표로 활용하고 있다.

5.1.5 미생물농도

일반적으로 활성슬러지 미생물농도를 대표하는 것으로서 MLSS농도 또는 MLVSS농도를 사용하고 있지만, 유입하수의 조성, 일차침전지에서의 BOD와 SS의 제거율, F/M비, SRT의 대소에 따라 미생물농도, MLVSS농도 및 MLSS농도의 비율이 달라진다.



5.1.6 잉여찌꺼기(슬러지)발생량

잉여찌꺼기(슬러지) 발생량은 생분해성 유기물을 이용하는 종속영양미생물에 의한 세포합성량(A)과 질산화를 담당하는 독립영양미생물(질산화미생물)에 의한 세포합성량(B), 미생물의 사멸에 의한 세포잔류물(C)과 유입수내 생물학적으로 분해 불가능한 VSS량(D)의 합으로 다음 식처럼 구할 수 있다.

$$P_{x,vss} = \underbrace{\frac{QY(S_o - S)}{1 + k_d\theta_c}}_{\text{(A) 종속영양미생물}} + \underbrace{\frac{QY_n(NO_x)}{1 + k_{dn}\theta_c}}_{\text{(B) 독립영양미생물}} + \underbrace{\frac{f_d k_d Y Q(S_o - S)\theta_c}{1 + k_d\theta_c}}_{\text{(C) 세포잔류물}} + \underbrace{QX_{o,i}}_{\text{(D) 유입수내 분해 불가능한 VSS량}}$$

여기서, $P_{x,VSS}$: 매일 생산되는 잉여찌꺼기(슬러지)발생량(VSS 기준), kg/d

Q : 유입유량, m^3/d

Y : 종속영양미생물 증식계수, mg/mg

S_o : 유입 용해성 기질 농도, mg/L

S : 유출 용해성 기질 농도, mg/L

k_d : 종속영양미생물 사멸계수, d^{-1}

θ_c : 고형물(미생물)체류시간, d^{-1}

Y_n : 독립영양미생물(질산화미생물) 증식계수, mg/mg

NO_x : 질산화된 유입수의 암모니아성 질소 농도, mg/L

k_{dn} : 독립영양미생물 사멸계수, d^{-1}

f_d : 활성미생물중 비생분해성분율,

$X_{o,i}$: 유입수내 비생분해성 VSS, mg/L

5.1.7 찌꺼기(슬러지) 침강성

(1) 찌꺼기(슬러지)지표(SVI)

찌꺼기(슬러지)지표는 활성슬러지의 침강성을 보여주는 지표로서 광범위하게 사용되며, 간단히 찌꺼기(슬러지)지표라고 하면 통상 슬러지용량지표(SVI : sludge volume index)를 의미하며, SVI는 반응조내 혼합액을 30분간 정체한 경우 1 g의 활성슬러지 부유물질이 포함하는 용적을 ml 로 표시한 것이며, 동일한 시료에 대해 MLSS농도 및 활성슬러지 침전율(SV30 : 용적 1l의 메스실린더에 시료를 30분간 정체시킨 후의 침전찌꺼기(슬러지)량을 그 시료량에 대한 백분율로 표시한 것)을 측정하여 다음의 식에 의해 산출한다.

$$SVI = \frac{SV_{30}(\%) \times 10{,}000}{\text{MLSS 농도}(mg/l)}$$

(2) 활성슬러지계면의 초기침강속도

활성슬러지의 이차침전지에서 침강성과 농축성을 보다 잘 예측하기 위해서는 침강과정에서의 벽면효과를 가능한 한 적게 하도록 직경과 높이가 큰 침강관에서 정지상태의 활성슬러지 계면 침강곡선을 조사할 필요가 있다. 일반적으로 활성슬러지의 초기 침강속도는 수온과 MLSS농도에 의해 영향을 받는다. 즉, 수온이 낮은 동절기에는 사상균의 벌킹이 일어나지 않아도 활성슬러지의 농축성이 저하되고, 반송찌꺼기(슬러지)의 SS농도가 떨어질 수 있다.

5.1.8 용존산소농도 및 필요산소량

포기의 목적은 활성슬러지 미생물의 산화 및 동화작용(BOD제거)와 질산화 반응에 필요한 산소의 공급과 하수와 활성슬러지와의 혼합액을 교반하여 활성슬러지를 부유상태로 유지하기 위함이다. 활성슬러지법의 하수처리에 있어서 필요산소량은 다음의 식과 같다.

필요산소량 (AOR: Actural Oxygen Requirement) = OD1 + OD2 + OD3 + OD4 (1.5.22)

여기서, OD1 : BOD의 산화에 필요한 산소량

OD2 : 내생 호흡에 필요한 산소량

OD3 : 질산화 반응에 필요한 산소량

OD4 : 용존산소농도의 유지에 필요한 산소량

5.1.9 필요공기량

필요공기량의 산출에 사용되는 포기장치의 산소이동효율은 청수상태에서의 성능이기 때문에, 필요산소량(AOR)은 청수상태에서의 산소공급량(SOR)으로 환산하고, 그 산소이동효율에서 실제필요공기량(Gs)을 구한다.

$$SOR = \frac{AOR \cdot C_{S1} \cdot \gamma}{1.024^{T_2 - T_1} \cdot \alpha \cdot (\beta \cdot C_{S2} \cdot \gamma - C_O)} \times \frac{101.3}{P}$$

여기서, SOR : T1℃에서의 청수상태에서의 산소공급량, kgO2/d

AO\R : 생물반응조 T2℃에서의 필요산소량, kgO2/d

T1 : 포기장치성능의 기준 청수온도(20℃)
T2 : 생물반응조 혼합액의 수온(℃)
CS1 : 청수 T1℃에서의 포화산소농도
CS1 : 청수 T2℃에서의 포화산소농도
CO : 혼합액의 DO농도
α : KLa의 보정계수(저부하법 0.93, 고부하법 0.83)
β : 산소포화농도 보정계수(저부하법 0.97, 고부하법 0.95)
γ : 산기수심에 의한 Cs의 보정계수

여기서, $\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{10.332 + h}{10.332} + 1 \right)$

h : 산기수심(m)
P : 처리장에서의 대기압(kPa abs)

5.2 포기에 의한 산소용해기구

5.2.1 총산소이동용량계수(KLa)

포기에 의한 산소의 용해는 가스상 산소가 용액중으로 확산하는 현상으로 총산소이동용량계수 KLa는 단위 부피당 산소이동속도를 의미한다.

5.2.2. KLa에 영향을 주는 인자

(1) 송풍량과 산기심도
기포 직경이 작고 수중에서의 기포 체류시간이 길면 KLa는 증가한다.
(2) 수온
물에 대한 산소의 용해는 수온이 높을수록 용해속도는 증가하지만 용해도, 즉 용존산소농도는 감소된다.
(3) 하수중 함유성분과 농도
활성슬러지에서 포기를 행하는 경우 하수중에 함유되어 있는 성분이나 그 농도에 의하여 KLa 값에 차이가 발생한다.

5.2.3 하수의 포화용존산소농도

하수 중에 함유된 성분이나 그 농도에 의하여 용존산소농도에 차이가 발생한다.

5.2.4 포기장치 효율

포기장치 효율은 일반적으로 산소전달효율이나 산소이동 동력효율로서 나타내는 경우가 많다. 동일 포기장치에 있어서도 효율은 포기 조건에 따라 변화하기 때문에 효율을 나타내는 경우는 송풍량, 산기심도, 수온, 하수 특성, 반응조의 크기 등 조건을 모두 포함하여 나타내는 것이 바람직하다. 산소전달효율은 반응조에 송입된 산소 중량에 대한 용해 산소 중량의 비로서 표시할 수 있다.

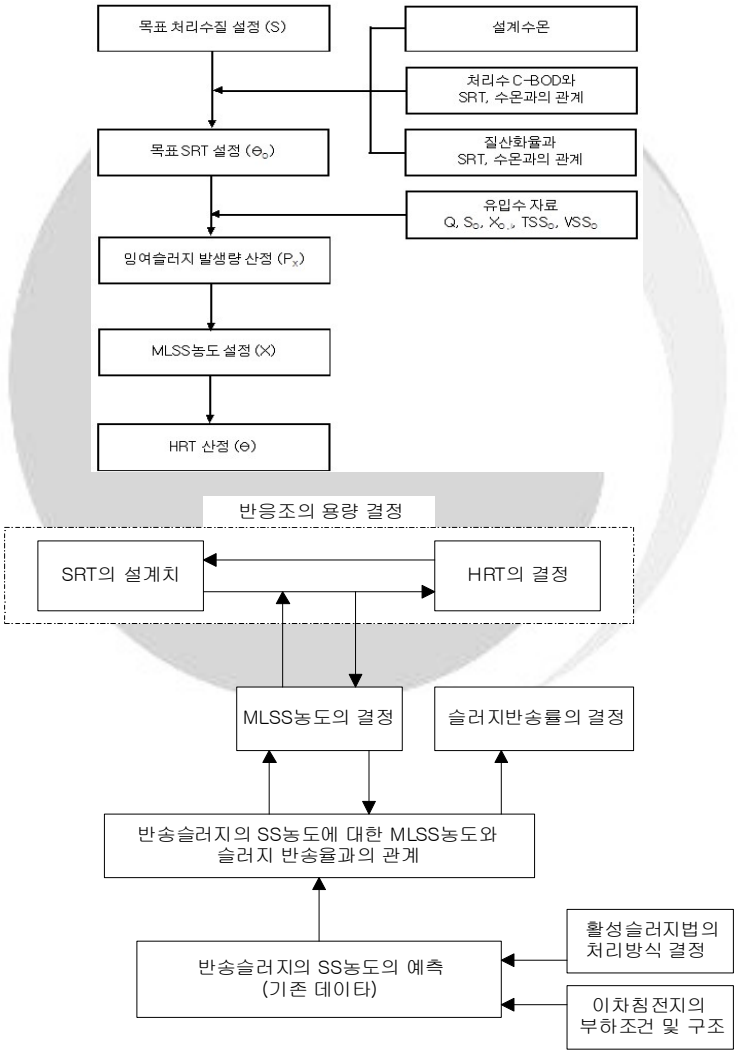
5.3 활성슬러지법 처리방식

5.3.1 활성슬러지 변법

표준활성슬러지법외 활성슬러지 변법에는 step aeration법, 순산소 활성 슬러지법, 장기 포기법, 산화구법, 연속 회분식 활성 슬러지법등이 있으며, 계획수질외 시설의 규모, 주변 환경조건, 경제성 등을 고려하여 적절한 방식을 선택한다.

5.3.2 반응조의 설계

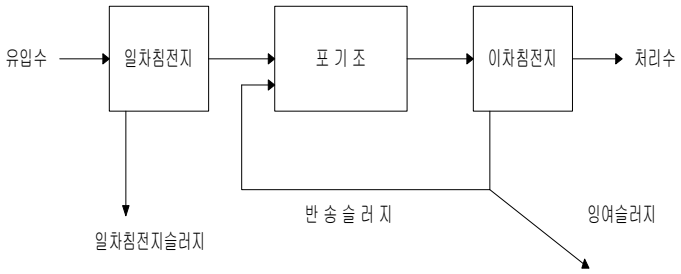
활성슬러지법의 반응조 설계는 수리학적체류시간(HRT)의 설정을 기본으로 하는 방법과 고형물 체류시간(SRT)의 설정을 기본으로 하는 방법을 사용할 수 있다.



5.4 표준활성슬러지법

표준활성슬러지법은 생물반응조에의 유입수는 반송찌꺼기(슬러지)와 함께 반응조에 투입되어

조내에서 혼합되며 일정시간동안 연속적으로 포기가 이루어진다. 그 후 활성슬러지 혼합액은 이차침전지에 유출되어 고액분리를 행하게 된다. 이차침전지의 상징수는 처리수로서 월류되고 침전된 찌꺼기(슬러지)는 반송찌꺼기(슬러지)로서 반응조에 이송되어 다시 생물처리에 사용된다. 이중 일부는 잉여찌꺼기(슬러지)로서 배출되게 된다.



5.4.1 수리학적 체류시간(HRT)

표준활성슬러지법의 HRT는 6~8시간을 표준으로 하나, 유입수온이 낮거나 유입수질(용해성 BOD, SS)농도가 높아 처리수질을 만족할 수 없는 경우에는 필요한 SRT로부터 HRT를 구한다.

5.4.2 MLSS농도와 찌꺼기(슬러지)반송비

MLSS농도가 너무 낮게 되면 처리가 안정되지 않고, 너무 높으면 필요산소량이 증가하거나 이차침전지의 침전효율이 악화될 우려가 있으므로 MLSS 농도는 1,500~2,500 mg/l를 표준으로 한다. 또한, 찌꺼기(슬러지)반송비는 반송찌꺼기(슬러지)의 SS농도를 고려하여 적정하게 설정한다.

5.4.3 포기방식

포기방식은 전면포기식, 선회류식, 미세기포 분사식, 수중교반식 등이 있다. 이들의 선택은 충분한 기액혼합과 높은 산소전달효율, 경제성, 입지조건 등을 고려하여 정한다.

<표> 산기방식별 설계항목

산 기 방 식		설 계 항 목
산기식	선회류식 전면 산기방식 기포분사식 수중교반식	필요공기량 필요공기량과 순환펌프의 대수 및 능력 필요공기량과 수중교반기의 대수 및 동력
기 계 교 반 식		기계교반장치의 대수 및 동력

5.4.4 반응조의 형상, 구조 및 수

반응조의 형상, 구조 및 수는 다음의 항목을 고려하여 정한다.

(1) 형상은 장방형 혹은 정방형으로 하고 활성슬러지를 혼합시키기 위해 포기조내에서의 수류상태를 최적으로 하기 위해 폭은 수심의 1~2배 정도이나, 심층식의 경우는 수심과 같은 정도로

한다.

(2) 단락류(short circuiting)방지와 포기조내의 균질화를 목적으로 흐름방향에 대하여 도류벽을 설치한다.

(3) 수밀된 철근 콘크리트 구조로 주벽의 상단은 토사나 지표수가 포기조에 유입되는 것을 방지하기 위해 지반으로부터 15 cm이상 높게 한다.

(4) 보수 및 유지를 위하여 약 90 cm이상의 폭을 가지는 인도와 안전설비를 설치한다.

(5) 청소, 보수 등을 고려하여 수는 2조 이상으로 한다.

(6) 심층식에는 산소전달효율과 혼합액의 순환효율을 높임과 동시에 저면유속을 확보하기 위하여 흐름방향에 대해 수평으로 도류판을 설치한다.

5.4.5 수심 및 여유고

포기조의 수심 및 여유고는 다음 사항을 고려한다.

(1) 수심이 너무 깊으면 구조물의 건설비 등이 늘어나 비경제적이 되며, 수심이 너무 얕으면 포기효과를 충분하게 할 수가 없고 동시에 생물반응조의 소요면적이 커져서 불리하게 되므로, 생물반응조의 유효수심은 표준식은 4.0~6.0 m를 표준으로 한다. 심층식은 처리장의 면적이 협소한 경우 등 용지의 이용효율을 높이기 위하여 고려할 수 있고, 10 m를 표준으로 한다.

(2) 여유고는 표준식은 80 cm 정도를, 심층식은 송풍관구경이 크므로 송풍관 공간을 고려하여 100 cm 정도를 표준으로 한다.

5.4.6 계측제어설비

포기조에는 유입하수량, 반송찌꺼기(슬러지)량 및 공기량을 계측할 수 있는 계측제어설비를 설치한다.

5.4.7 포기장치

포기장치는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 포기장치는 산기식과 기계식으로 구분된다.

(2) 산기식 포기장치는 공기의 산기판, 산기관, 다공관 및 미세산기판 등이 있다.
산기판 및 산기관류에는 공기의 분출방법, 기포의 크기, 부착위치 등에 의해 각종 구조 및 재질이 사용되고 있고 미세기포장치와 조대기포장치로 구분된다. 통상 반응조에는 미세기포장치가 채용되고 있다.

(3) 산기식 포기장치는 설치 및 탈착이 간편한 형식을 선정하여 청소 및 유지관리가 간편한 구조로 한다.

(4) 산기식 포기장치는 균일하게 공기를 분출하지 않으면 포기효과가 저하되므로, 공기가 균등하게 분배되는 것으로 한다.

(5) 산기식 포기장치는 가능한 한 장기간에 걸쳐 고장 없이 사용할 수 있어야 하므로 내구성이 크고 내산성 및 내알칼리성의 재질로 한다.

(6) 기계식 포기장치는 기계식 표면포기기, 수중교반식 포기기로 구분되며, 표면포기기는 방사형

저속형(radial flow low speed), 축류형 고속형(axial flow high speed)과 브러시 로터형(brush rotor)으로 나누며, 수중교반식 포기기는 수중모타식 교반산기장치, 흡입튜브(draft tube)식 교반산기장치 등이 있다.

(7) 포기장치의 선정에 있어서 포기장치의 산소공급능력 이외에 포기조내에 MLSS가 침전되지 않도록 충분한 혼합을 줄 수 있는 능력을 고려한다.

5.4.8 송풍량 및 송풍압

송풍기의 송풍량 및 송풍압은 다음 사항을 고려한다.

(1) 송풍량은 생물반응조 등과 같이 연결되는 시설 등에 필요한 최대 송풍량을 공급할 수 있는 공기량으로 한다.

(2) 반응조의 필요공기량은 유입수질, 질산화의 유무 등을 고려하여 구한 필요산소량을 기준으로 산기장치의 산소전달효율로부터 구한다.

(3) 송풍압은 산기장치에 걸리는 수압과 산기장치, 송풍관 풍량측정장치, 공기여과기 등의 통과저항의 합계에 여유를 둔 것으로 한다.

5.4.9 송풍관

송풍관은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 송풍관은 강관을 원칙으로 하나 부식 등이 우려될 경우 스테인레스관, 경질 염화비닐관 등을 사용하는 등 부식대책을 한다.

(2) 송풍관은 송풍관이 포기기의 수면 이하에 있을 때 운전조작 등의 실수로 송풍관내의 하수가 역류하여 녹이 생기게 되는 원인이 되고 동시에 다시 송풍을 시작하는데 지장을 줄 수 있으므로 하수가 역류 또는 저류 되지 않도록 배관한다.

(3) 송풍관의 이음은 공기가 새지 않도록 신축이음 설치를 고려하여야 한다.

(4) 송풍관에는 각 분기점, 기타 소요되는 곳에 밸브를 설치한다.

(5) 송풍관에는 측정이 정확하고 압력손실 및 고장이 적은 풍량측정장치를 설치한다.

5.4.10 송풍기(blower) 설비

(1) 산기식 및 수중형 포기기에는 송풍기(blower)로 공기를 공급하는데 기계식 표면 포기장치보다 포기조 내로 공급되는 공기량을 쉽게 조정할 수 있다.

(2) 송풍기의 기종 및 구조는 송풍량, 송풍압 및 경제성 등을 고려하여 선정한다.

(3) 송풍기의 구조는 송풍기는 고속회전으로 연속 운전할 때 허용한계를 초과하면 진동, 베어링의 온도상승 등 악영향이 발생하므로 감시제어장치, 감압변, 안전변 등을 설치하여 장시간 연속운전시 지장이 없는 구조이어야 한다.

(4) 송풍기의 용량 및 대수는 다음사항을 고려하여 정한다.

① 송풍기는 장시간 운전되고 회전수가 높아서 마모와 고장 등이 발생하기 쉬우므로 송풍기의 용량 및 대수는 2대 이상으로 하고 향후 증설계획 등을 고려하여야 한다.

② 유입하수량의 일변화 및 계절변화 등을 고려하여 송풍량 제어가 가능하도록 한다.

(5) 산기기의 구멍은 수중에서 폐쇄될 가능성이 있으므로 송풍기에 공급되는 공기는 깨끗한 바깥 공기를 사용하며 필요에 따라서 여과 처리된 공기를 사용한다.
(6) 송풍기는 고속회전에 의한 진동과 마모로 인한 고장이 발생하기 쉬우므로, 송풍기의 기초는 가능한 한 진동을 방지하는 구조로 한다.
(7) 송풍기의 원동기의 동력은 소요공기량, 설치장소의 기압, 토출공기압, 온도 그리고 여유율 등을 고려하여 정한다.

5.4.11 송풍기실

송풍기실은 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 송풍기실은 열이 발생하므로 가능한 한 불연성 건물로 부등침하, 지하수의 침투, 우수에 의한 침수가 없는 구조로 한다.
(2) 송풍기는 그 회전수와 공기의 유속이 크기 때문에 소음이 많이 발생하므로, 송풍기실은 필요에 따라 적당한 방음설비를 한다.
(3) 송풍기실은 기계조작 및 송풍기, 송풍관, 밸브류 등 예상되는 기타 기계의 분해 및 조립 등의 점검에 지장이 없도록 충분한 공간을 확보하고 송풍기설비로부터의 방열에 의해 실내온도가 상승하는 것을 방지하기 위하여 환기를 고려하여야 한다.
(4) 송풍기 및 그 원동기의 기초는 운전시의 진동 및 최대하중을 고려하여 설치한다.

5.4.12 찌꺼기(슬러지)반송설비

이차침전지의 찌꺼기(슬러지)를 생물반응조로 반송하기 위해서는 다음 사항을 고려해서 찌꺼기(슬러지) 반송펌프 및 기타 설비를 정한다.
(1) 반송찌꺼기(슬러지) 펌프의 계획용량은 처리방법과 규모, 분류식 및 합류식에 따른 구분, 예상되는 반송찌꺼기(슬러지)농도 및 장래의 단계적 시공 그리고 잉여찌꺼기(슬러지)의 배출을 같은 펌프로 할 경우 등을 고려하여 필요한 반송찌꺼기(슬러지)양의 50~100%의 여유를 두고 정한다.
(2) 반송찌꺼기(슬러지) 펌프는 포기조의 규모, 계획반송찌꺼기(슬러지)양 및 반송찌꺼기(슬러지)양의 변동폭을 고려해서 펌프의 대수를 정하며, 보통 2대 이상으로 한다.
(3) 활성슬러지의 침전율과 SVI는 가능한 한 매일 여러 번 측정하여 처리조작을 정확하게 할 필요가 있으므로 반송찌꺼기(슬러지) 시료의 채취 및 계량 등을 쉽게 할 수 있도록 설비한다.

5.4.13 부대설비

부대설비는 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 반응조의 하수의 차단과 유량조절을 목적으로 유입구와 유출구에는 제수밸브 및 제수문을 설치하며, 적절한 위치에 배수관 또는 배수펌프를 설치한다.
(2) 생물반응조의 표면에 많은 거품이 생성되면 거품이 포기조의 보도와 수면을 덮어서 작업에 위험을 초래할 뿐만 아니라 거품에 포함된 오염물질에 의하여 의류, 도장 및 구조물 등을 손상시키므로, 생물반응조에는 소포장치를 설치한다.

5.5 순산소활성슬러지법

5.5.1 원리

순산소활성슬러지법의 기본적인 원리는 공기 대신에 산소를 직접 포기조에 공급하는 방법으로 이것 이외에는 일반 활성슬러지법과 동일하다. 순산소활성슬러지법에는 산소분압이 공기에 비해 5배 정도 높으므로 포기조내에서 용존산소를 높게 유지할 수 있다.
순산소활성슬러지법의 시설은 일차침전지, 반응조 및 이차침전지외 산소발생장치로 구성되어 있다. 표준활성슬러지법에 비해 반응시간이 짧아 유량변동의 영향을 받기 쉽기 때문에 필요에 따라 유량조정조를 설치할 수 있다.

5.5.2 특징

MLSS농도는 표준활성슬러지법의 2배 이상으로 유지 가능하여 표준활성슬러지법의 1/2 정도의 수리학적 체류시간이 필요하며, 포기조내의 SVI는 보통 100 이하로 유지되고 찌꺼기(슬러지)의 침강성은 양호하고, 이차침전지에서 스컴이 발생하는 경우가 많다.

5.5.3 반응조의 용량

순산소활성슬러지법은 MLSS농도(3,000～4,000mg/L)가 높고 용존산소농도도 높기 때문에 반응조의 용량은 HRT 1.5~3.0시간을 표준으로 한다.

5.5.4 반응조의 형상, 구조 및 수

조의 형상 및 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 조는 산소이용률을 높이기 위해서 특별한 경우가 아니면 기밀성으로 된 복개구조로 하고 산소가스의 누출을 방지할 수 있는 구조라야 하므로 기밀성의 철근콘크리트구조로 하며 덮개를 설치한다. 또한 각 실의 형상은 정사각형을 표준으로 한다.

(2) 교반기 날개의 회전에 따라서 혼합액이 함께 도는 것을 방지하고, 하수와 활성슬러지의 혼합 및 조의 깊은 부분까지 산소가 충분히 공급되도록 조류벽, 격벽 등을 설치한다.

(3) 구조, 재질 등은 산가스의 축적으로 야기되는 콘크리트의 중성화에 따른 부식에 대해 안전한 것으로 한다.

(4) 수는 청소, 보수 등의 경우를 고려하여, 2조 이상으로 한다.

5.5.5 포기장치

포기장치는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 산소를 효율적으로 잘 용해시킬 수 있는 장치로 한다.

(2) 조의 기밀성이 유지되어야 한다.

(3) 유입부하의 변동에 대해 에너지 절약을 할 수 있도록 산소공급제어가 쉬운 장치로 한다.

5.5.6 산소발생장치

산소발생장치는 대규모 방식에 적용하는 공기의 액화분류에 의한 것(심냉분리방식)과 선택적으로 산소를 흡착하는 흡착제를 이용해서 압력변화에 따라 산소를 분리하는 것(흡착분리방식)이 있다. 산소발생장치는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 용량은 계획1일 최대오수량에 대해서 필요산소량과 산소전달효율(80～90%)을 고려하여 정하며, 산소발생장치의 설계에 있어서는 수량 및 수질의 시간변동을 고려하여 첨두부하(peak loading)에 대해 설계하여야 한다.

(2) 산소발생장치는 예비를 마련해 두고 계열수가 작은 경우 고장에 대비해서 예비의 액체 산소저장설비를 설치한다.

(3) 공기흐름, 자동교체밸브 등에 의한 소음에 대한 대책을 고려한다.

5.5.7 이차침전지

이차침전지의 형상, 지수 및 구조는 표준활성슬러지법에 준한다. 또한, 반응조와 마찬가지로 콘크리트 중성화에 대한 배려가 필요하다.

5.6 심층포기법

5.6.1 개요

심층포기조는 수심이 깊은 조를 이용하여 용지이용율을 높이고자 고안된 공법이다.

5.6.2 크기, 형상, 구조 및 수

포기조의 크기 및 형상은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 조의 용적은 계획1일 최대오수량에 따라서 설정한다.

(2) 조의 수는 2조 이상으로 한다.

(3) 수심은 10 m 정도로 하며, 산기수심을 깊게 할수록 용존질소의 재기포화에 대한 대책을 확실하게 한다.

(4) 형상은 직사각형으로 하고, 폭은 수심에 대해 1배 정도로 한다. 조내에서 유체의 흐름은 플러그흐름형으로 하고, 혼합방식 및 포기방식에 따라서 정류벽을 설치한다.

5.6.3 포기방식 및 송풍량

포기방식 및 송풍량은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 심층포기방식으로 혼합액에 용해된 가스가 과포화된 상태이면 이차침전지에서 과포화분의 용존가스가 다시 기포화되어 찌꺼기(슬러지) 침강성을 악화시키므로, 포기방식은 포기에 따라 용해한 용존질소의 농도가 이차침전지에서 과포화상태가 되지 않도록 한다.

(2) 산기장치는 수심 5 m를 한도로 하여 조의 밑바닥에서 중간부분의 높이에 설치할 경우 선회류에 의해 균일하게 혼합되도록 배열한다.

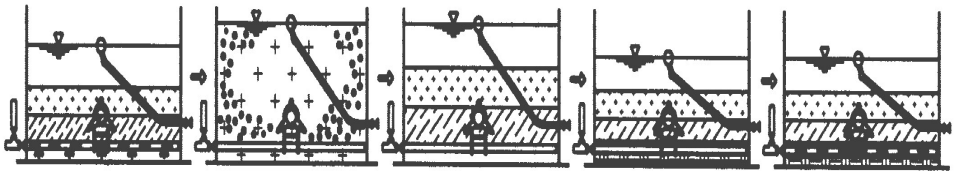
(3) 수심 5 m를 넘어서 저부에 산기장치를 설치하는 경우에는 혼합액이 이차침전지로 넘어가기 전

에 용존질소가스를 탈기하기 위해 재포기를 한다.

5.7 연속회분활성슬러지법

5.7.1 원리

연속회분식(sequencing batch)활성슬러지법은 그림과 같이 1개의 반응조에 반응조와 이차침전지의 기능을 갖게 하여 활성슬러지에 의한 반응과 혼합액의 침전, 상징수의 배수, 침전찌꺼기(슬러지)의 배출공정 등을 반복하여 처리하는 방식이다.



[그림] 회분조의 처리공정

5.7.2 특징

① 유입오수의 부하변동이 규칙성을 갖는 경우 비교적 안정된 처리를 행할 수 있다.
② 오수의 양과 질에 따라 포기시간과 침전시간을 비교적 자유롭게 설정할 수 있다.
③ 활성슬러지 혼합액을 이상적인 정치상태에서 침전시켜 고액분리가 원활히 행해진다.
④ 단일 반응조내에서 1주기(cycle) 중에 호기-무산소-혐기의 조건을 설정하여 질산화 및 탈질반응을 도모할 수 있다.
⑤ 운전방식에 따라 사상균 벌킹을 방지할 수 있다.
⑥ 침전 및 배출공정은 포기가 이루어지지 않은 상황에서 이루어짐으로 보통의 연속식침전지와 비교해 스컴 등의 잔류가능성이 높다.

5.7.3 시설의 구성

시설은 산기장치 및 상징수 배출장치를 설치한 회분조로 구성된다.

5.7.4 회분조의 형상, 구조 및 수

회분조의 형상, 구조 및 수는 다음의 각항을 고려하여 결정한다.
(1) 평면형상은 일반적으로 정사각형 또는 직사각형으로 하며 유효수심은 4~6 m 정도로 한다.
(2) 수밀성 구조로 하며 부력에 대하여 안전한 구조로 한다.
(3) 조의 수는 원칙적으로 2조 이상으로 한다.
(4) 단락류를 방지할 수 있도록 배치를 강구한다.
(5) 상징수 배출장치 등을 고려하여 여유고를 설정한다.

5.7.5 유입방식

회분조에의 오수 유입방식에는 연속식과 간헐식이 있지만 유입방식은 원칙적으로 간헐적으로 한다.

5.7.6 설계제원

회분조의 계획오수량은 계획1일최대오수량으로 하며, 설계제원은 계획오수량에 따라 아래 표를 표준으로 한다.

<표> 회분조의 설계제원

항 목	제 원	
	고부하형	저부하형
HRT	12~24	24~48
F/M비 (kg BOD/kg SS·d)	0.2~0.4	0.03~0.05
MLSS농도 (mg/l)	1,500~2,000	3,000~4,000
유출비 (1/m)	1/2~1/4	1/3~1/6
주기 수 (회/d)	3~4	2~3
필요산소량 (kg O2/kg BOD)	1.4~1.7	1.8~2.2

5.7.7 산기장치 및 송풍량

산기장치 및 송풍량은 다음의 각항을 고려하여 결정한다.

(1) 산기장치는 막히지 않으면서 필요 산소량의 공급, 혼합액의 교반을 충분히 행할 수 있는 기능을 가진 것으로 하며, 무산소공정과 혐기공정을 설정하여 생물학적인 질소, 인의 제거를 수행할 수 있기 때문에 비포기공정 중 교반이 가능하도록 하는 기능을 갖추어야 한다.

(2) 산기장치의 형식, 기종선정에 있어서 장치의 능력 및 운전방법의 차이에 유의해야 한다.

(3) 송풍량은 고부하형에서는 유기물의 산화를, 저부하형에서는 유기물의 산화와 내생호흡 및 암모니아성질소의 질산화를 고려하여 결정하며, 실제 포기시간을 고려하여 송풍기 용량을 산정한다.

5.7.8 상징수 배출장치 및 스컴제거장치

상징수배출장치 및 스컴제거장치는 다음의 각항을 고려하여 결정한다.

(1) 상징수배출장치는 설정된 배출시간내에 활성슬러지가 부상없이 상징수를 배출할 수 있는 것으로 하며 상징수 배출공정 초기 SS유출대책을 고려한다.

(2) 상징수배출장치의 고장 등에 대비한 수중에 고정된 배출구등의 비상용 배출장치를 설치한다.

(3) 상징수배출장치는 스컴유출방지의 기능을 갖는 것으로 한다.

(4) 스컴제거장치를 설치한다.

5.8 산화구법

5.8.1 개 요

산화구(oxidation ditch)법은 일차침전지를 설치하지 않고 타원형무한수로의 반응조를 이용하여 기계식 포기장치에 의해 포기를 행하며, 이차침전지에서 고액분리가 이루어지는 저부하형 활성슬러지 공법이다.

5.8.2 용량, 형상, 구조 및 수

산화구의 용량 및 형상 등은 다음의 각 항을 고려하여 정한다.

(1) BOD제거를 안정적으로 수행하기 위해서는 질산화, 탈질반응을 함께 고려하여 설계하며, 용량은 HRT가 24～48시간이 되도록 정한다.

(2) 형상은 장원형무한수로로 하며 수심 1.0～3.0 m, 수로폭 2.0～6.0 m 정도가 되도록 한다.

(3) 구조는 수밀한 철근콘크리트조를 표준으로 하지만, 간이 구조로서 아스팔트라이닝, 모르터라이닝, 석적, 석장, 블록쌓기 등을 이용하는 것도 가능하나, 포기 장치의 설치부분은 수류가 격렬하기 때문에 철근콘크리트조로 하여야 한다.

(4) 지수는 청소, 보수 등의 경우를 고려하여 2지 이상으로 한다.

5.8.3 포기장치

포기장치는 다음의 항목을 고려하여 결정한다.

(1) 포기장치는 1지에 2대 이상을 표준으로 한다.

(2) 산소의 공급, 혼합액의 교반, 유속의 확보가 충분하도록 한다.

(3) 유기물의 산화 및 질산화, 탈질은 구내의 용존산소농도 상태와 깊게 관련되어 있으므로, 간헐운전, 운전 대수 제어, 회전수 제어, 침적심도의 변경 등에 따라 운전방법의 선택이 가능하도록 한다.

(4) 포기장치의 종류로는 종축형, 횡축형, 스크루형 등의 기계식교반장치, 축류펌프형 및 프로펠라형 등이 있다.

5.8.4 부대설비

부대설비는 다음의 각 항을 고려하여 정한다.

(1) 유입 및 유출구(수위조절)에는 각각 게이트를 설치한다.

(2) 포기장치에는 필요에 따라서 위험방지, 비산방지, 점검 등을 위해 덮개 및 보행로를 설치한다.

5.8.5 이차침전지

이차침전지는 다음의 각 항목을 고려하여 결정한다.

(1) 형상은 찌꺼기(슬러지)수집기의 유지관리가 용이하며 일반적으로 소규모인 경우 경제적인 원형 방사류식으로 한다.

<표> 산화구법용 이차침전지 설계제원

항 목	제 원
침전 시간 (시간)	6~12
유효 수심 (m)	3.0~4.0
수면적 부하 ($m^3/m^2 \cdot d$)	8~12
월류 부하 ($m^3/m^2 \cdot d$)	25~30

(2) 방식은 연속식을 원칙으로 한다.

(3) 지수는 원칙적으로 2지 이상으로 한다.

5.8.6 이차침전지 부대설비

부대설비는 다음의 각항을 고려하여 정한다.

(1) 찌꺼기(슬러지)수집기

원형방사류식 침전지는 찌꺼기(슬러지) 침강성 개선을 위해 picket fence 부착형으로 한다.

(2) 스컴제거장치

산화구법은 일차침전지를 설치하지 않으므로 스컴이 이차침전지에 유입되기 때문에 이차침전지에는 스컴제거장치를 설치한다.

(3) 찌꺼기(슬러지)인발기 및 찌꺼기(슬러지)반송설비

반송찌꺼기(슬러지)펌프 능력은 일최대오수량의 100~200% 정도로 한다. 각 펌프는 예비 포함 2대 이상으로 한다. 찌꺼기(슬러지) 배관의 최소 구경은 100 mm로 한다.

5.9 장기포기법

5.9.1 개 요

장기포기법은 활성슬러지법의 변법으로 플러그흐름 형태의 반응조에 HRT와 SRT를 길게 유지하고 동시에 MLSS농도를 높게 유지하면서 오수를 처리하는 방법이다.

5.9.2 시설의 구성

시설은 산기장치를 설치한 반응조와 이차침전지로 구성되며, 유량변동이 매우 큰 경우에는 이차침전지에의 유입량의 균등화를 도모하기 위해 유량조정조 및 유량조정장치의 설치 등을 검토할 필요가 있다.

5.9.3 반응조의 형상, 구조 및 수

반응조의 형상, 구조 및 수는 다음의 각 항을 고려하여 결정한다.

(1) 형상은 장방형 또는 정방형으로 하며 장방형의 경우 유로의 폭은 활성슬러지의 혼합과 조내의 수류상태를 양호하게 하기 위해 유효수심의 1~2배의 범위에서 결정한다.

(2) 유효수심은 4~6 m를 표준으로 한다.

(3) 여유고는 80 cm 정도를 표준으로 한다.

(4) 플러그흐름형 반응조의 경우에는 조의 내부를 분할할 수 있는 저류벽 등을 설치한다.
(5) 수밀성 철근콘크리트조로 하며 벽의 최상단이 지면으로부터 15 cm 이상이 되도록 한다.
(6) 유지관리를 위한 보도를 설치한다.
(7) 수는 원칙적으로 2조 이상으로 한다.

5.9.4 반응조의 설계제원

항 목	제 원
F/M비 (kg BOD/kg SS·d)	0.03~0.05
BOD용적부하 (kg BOD/㎥·d)	0.13~0.2
MLSS농도 (mg/l)	3,000~4,000
SRT (일)	13~50
HRT (시간)	16~24
찌꺼기(슬러지)반송비 (%)	100~200

5.9.5 산기장치 및 송풍량

(1) 산기장치는 반응조의 운전방법에 대응할 수 있는 기종 및 구성이 되도록 유의한다.
(2) 송풍량은 유기물의 산화와 내생호흡 및 암모니아성 질소의 질산화를 고려하여 결정한다.

6. 부착미생물에 의한 생물학적 처리

6.1 부착미생물에 의한 생물학적 처리방식

부착미생물에 의한 생물학적 처리는 대기, 하수 및 생물막의 상호 접촉양식에 따라 회전원판법, 접촉산화법 및 침적여과형의 호기성여상법으로 분류되며, 반응조내의 여재 등과 같은 접촉제의 표면에 주로 미생물로 구성된 생물막을 만들어 오수를 접촉시키는 것으로 오수중의 유기물을 분해·처리하는 것이다.

6.2 접촉산화법

(1) 원리
접촉산화법은 생물막을 이용한 처리방식의 한가지로서, 반응조내의 접촉재 표면에 발생 부착된 호기성미생물(이하 '부착생물'이라 칭함)의 대사활동에 의해 하수를 처리하는 방식이다.
(2) 특징

<표> 접촉산화법의 장단점

장 점	단 점
• 유지관리가 용이하다. • 조내 찌꺼기(슬러지) 보유량이 크고 생물상이 다양하다. • 분해속도가 낮은 기질제거에 효과적이다. • 부하, 수량변동에 대하여 완충능력이 있다. • 난분해성물질 및 유해물질에 대한 내성이 높다. • 수온의 변동에 강하다. • 찌꺼기(슬러지) 반송이 필요없고 찌꺼기(슬러지)발생량이 적다. • 소규모시설에 적합하다.	• 미생물량과 영향인자를 정상상태로 유지하기 위한 조작이 어렵다. • 반응조내 매체를 균일하게 포기 교반하는 조건설정이 어렵고 사수부가 발생할 우려가 있으며 포기비용이 약간 높다. • 매체에 생성되는 생물량은 부하조건에 의하여 결정된다. • 고부하시 매체의 폐쇄위험이 크기 때문에 부하조건에 한계가 있다. • 초기 건설비가 높다.

6.1.1 시설의 구성

시설은 일차침전지, 반응조(접촉산화조), 이차침전지 등으로 구성된다.

6.1.2 침전지

일차 및 이차 침전지 형상은 장방형, 정방형 또는 원형방사류로 한다.

<표> 접촉산화법의 일차침전지의 제원

항 목	제 원
수면적부하($m^3/m^2 \cdot d$)	20～30
유효수심(m)	2.5～4.0
월류부하($m^3/m \cdot d$)	100 이하

<표> 접촉산화법의 이차침전지의 제원

항 목	제 원
수면적부하($m^3/m^2 \cdot d$)	20～30
유효수심(m)	2.5～4.0
월류부하($m^3/m \cdot d$)	80 이하

6.1.3 반응조의 형상, 구조 및 수

(1) 형상은 장방형 또는 정방형으로 하며, 유로의 폭은 하수가 조내의 접촉재 전체에 균등히 접촉되어 양호한 수류상태를 유지하기 위해 수심의 1～2배의 범위내에 결정한다.

(2) 유효수심은 3~5 m를 표준으로 한다.

(3) 청소, 보수 등의 경우를 고려하여 수는 2기 이상으로 한다.

(4) 반응조의 실수는 조 내에서의 유입수의 단락류방지를 위하고 각 실의 기능의 상호보완작용에 의한 처리성능의 향상을 위해 2실 이상으로 한다.

(5) 수밀한 철근콘크리트조로 제작하며 조의 최상단은 지면으로부터 15 cm 이상으로 한다.

6.1.4 BOD 용적부하

BOD 용적부하는 계획오수량에 대하여 0.3 kg/㎥·d 정도를 표준으로 한다.

6.1.5 송풍량

송풍량은 접촉재를 전면에 설치하는 경우 조내의 오수를 균일하게 교반하고, 조 유출구에서의 용존산소를 2～3 mg/*l* 정도로 유지하기 위해 계획오수량에 대하여 8배를 표준으로 한다.

6.1.6) 접촉재의 형상 및 재질

(1) 접촉재는 비표면적이 크고 충분한 공극률을 갖고 있는 것으로 한다.
(2) 재질은 내부식성이 큰 찌꺼기(슬러지)의 축적에 의한 중량 증가 및 교반 수류에 의해서 변형 및 파손이 발생하지 않을 강도를 가진 것이어야 한다.

6.3 호기성여상법

6.3.1 원리

호기성여상법은 3～5 mm 정도의 접촉여재를 충전시킨 여상의 상부에 일차침전지 유출수를 유입시켜 여재를 통과하는 사이에 여재의 표면에 부착된 호기성미생물로 하여금 유기물의 분해와 SS의 포착을 동시에 행하게 하는 처리방식으로 이차침전지는 설치하지 않는다.

6.3.2 특징

이차침전지가 필요없어 체류시간이 짧고 필요 부지면적이 적다.

6.3.3 시설의 구성

호기성여상법의 시설은 일차침전지 및 호기성여상조와 송풍기, 역세수를 저류하는 처리수조, 역세배수를 저류하는 역세배수조 등으로 구성된다. 안정된 처리효율 및 운전을 위해서는 일차침전지 전단에 유량조정조의 설치를 검토하여야 한다.

6.3.4 여상의 형상, 구조 및 수

(1) 평면형상은 정방형, 장방형 혹은 원형으로 한다. 그 단면형상은 단락류 및 찌꺼기(슬러지) 의 퇴적이 생기지 않도록 한다.
(2) 수는 2기 이상으로 한다.
(3) 수밀한 철근콘크리트조를 원칙으로 하며, 조의 상단 높이는 역세시의 수위를 고려하여 결정한다.

6.3.3 설계제원

(1) 여과속도는 유입오수량의 시간변동을 고려하여 계획오수량에 대하여 25 m/d 이하로 한다.
(2) BOD 용적부하는 안정된 처리수질을 얻기 위해서 계획오수량에 대하여 2 kg/㎥·d 이하로 한다.

6.3.4 산기장치 및 송풍량

(1) 산기장치는 다공관을 표준으로 하여 여상에 균일하게 공기를 공급할 수 있도록 배치한다.
(2) 송풍량은 유입 BOD 1 kg당 0.9~1.4 kg O2를 표준으로 한다.

6.3.5 여재 및 여층의 높이

(1) 여재는 내구성이 좋고 생물이 부착되기 용이하도록 표면이 거칠며 입경이 고른 것을 사용한다.
(2) 여재의 경험적인 최적 입경은 3~5 mm 정도이다.
(3) 여재의 입경이 3～5 mm인 경우 여층의 높이는 2 m 정도로 한다.

6.3.6 역세척공정

(1) 역세척공정은 세척공정은 여과시간이 경과함에 따라 포착된 SS와 여재 사이에 증식된 생물에 의하여 여상이 폐쇄되기 때문에 여과기능을 회복하기 위하여 강제적으로 여재를 세척하는 것으로 공기세척, 공기 및 물의 동시세척, 수세척의 3공정을 원칙으로 한다.
(2) 여과지속시간이 24시간이 넘어도 양호한 수질을 유지할 수 있어도 운전조작을 용이하게 행하기 위하여 역세척은 타이머 설정에 의하여 1일 1회 정도로 유입수량이 적은 시간대에 행하는 것이 좋다.
(3) 역세배수는 역세배수조에 일시 저류하여 처리기능에 지장이 없는 시간대에 일차침전지 혹은 유량조정조의 유입부에 반송한다.

7. 고도처리

7.1 개요

고도처리를 도입하는 이유는 다음과 같다.
(1) 방류수역의 수질환경기준의 달성
(2) 폐쇄성 수역의 부영양화 방지
(3) 방류수역의 이용도 향상
(4) 처리수의 재이용

7.2 처리방식의 선정

고도처리를 도입하는 이유는 다음과 같다.
(1) 질소제거공정
(2) 인제거공정
(3) 질소, 인 동시 제거공정
(4) 잔류 SS 및 잔류 용존유기물 제거공정

7.3 질소제거

7.3.1 생물학적 질소제거 원리

하수에 포함되어 있는 질소의 생물학적 질소제거는 미생물에 의해 질소화합물을 산화시켜 질산성질소로 전환시키는 질산화반응과 질산성질소를 질소가스로 환원시키는 탈질반응에 의해 주로 처리가 되며, 기타방법으로는 혐기성암모늄산화반응에 의한 제거방법이 있다.

7.3.2 순환식질산화탈질법

(1) 개요

순환식질산화탈질법은 반응조를 무산소(탈질)반응조, 호기(질산화)반응조의 순서로 배열하여 유입수 및 반송찌꺼기(슬러지)를 무산소반응조에 유입시키고 한편으로는 연속되는 호기반응조의 질산화 혼합액의 일부를 무산소반응조에 순환시켜 처리하는 방식이다

(2) 처리 특성

일반 도시하수의 경우 유입수(일차침전지 유출수)에 대하여 총질소(T-N)제거율은 연 평균 60~70% 가능

(3) 설계 및 유지 관리상의 유의점

① 질소제거율의 목표치를 60~70%로 설정한 경우 반응조의 용량을 표준활성슬러지법의 반응조의 용량에 비하여 크게 한다.

② 무산소 반응조는 무산소상태가 항상 유지될 수 있는 구조로 하여야 한다.

③ 질산화액을 순환시키기 위해 펌프 등이 필요하다. 질산화액의 순환방법으로는 순환펌프를 사용하면서 호기반응조의 포기와 동반한 에어리프트효과에 의한 순환류를 이용하는 방법이 있다. 단, 이 경우는 순환수량의 파악이 어렵기 때문에 반송수유입게이트의 형상 등에 대하여 검토를 요한다.

④ 강우시와 사용개시시점의 대책으로 무산소반응조에 필요한 유기물을 확보하기 위해서 유입수가 일차침전지를 우회하는 bypass 수로를 설치한다.

⑤ 반응조의 MLSS농도는 활성슬러지법에 비해 높은 2,000~3,500 mg/l 를 유지하여야 한다. 따라서 이차침전지에의 유입고형물부하가 크게 되므로 수면적부하를 작게 하고 유효수심을 크게 할 필요가 있다.

⑥ 무산소반응조에서 스컴의 발생이 많은 것으로 보고되므로 스컴파쇄장치의 설치가 바람직하다.

⑦ 반응조의 수리학적체류시간, 호기조고형물체류시간(ASRT), 필요공기량, 알칼리제 및 추가 유기물원 주입설비, 일차침전지, 이차침전지 등에 대한 사항은 1.7.5 질소·인 동시제거 항의 1) 혐기무산소호기조합법을 참조한다.

7.3.3 질산화내생탈질법

(1) 개요

질산화내생탈질법은 질산화공정 이후에 탈질공정을 배치하여 탈질반응에 필요한 수소공여체로서 활성슬러지에 흡착되어 세포내에 축적된 유기물을 이용하는 공정

(2) 처리 특성

일반적인 도시하수의 경우 일차침전지를 설치하지 않은 하수처리장에 있어서 T-N제거율은 70～90% 정도가 가능

(3) 설계 및 유지 관리상의 유의점

질산화반응조 이후에 무산소반응조가 설치되기 때문에, 생물반응조 말단에 재포기반응조를 설치할 필요가 있으며, 생물반응조 용량은 통상, 순환법의 용량에 1.2～1.3배가 필요하다.

7.3.4 외부탄소원탈질법

분리단계 질산화공정의 경우처럼 C-BOD 제거와 질산화-탈질이 분리된 반응조에서는 탈질을 유도하기 위하여 외부탄소원을 사용하게 되는 경우를 의미하는데 필요이상의 외부탄소원이 유입될 경우에는 유출수의 수질악화를 초래하게 되므로 설계 및 운전시에 주의가 필요하다.

7.3.5 단계혐기호기법

(1) 개요

유입하수를 2단이상으로 분리하여 유입시키면서 생물반응조를 혐기(무산소), 호기, 무산소, 호기(재포기) 반응조의 순서로 배치하여 질산화, 내부순환 없는 내생탈질 반응이 동시에 일어나게 하는 방법이다.

(2) 처리특성

유입부하의 변동과 수온저하에 대해서 안정된 처리를 기대할 수 있으며 특히 동절기의 사상성 벌킹을 방지할 수 있다.

7.3.6 고도처리 연속회분식활성슬러지법

반응조에 분리된 혼합기능이 있으면 포기기간의 호기조건 운전 뿐만 아니라 주입기간 동안 혐기 혹은 무산소 조건의 운전으로 질소제거가 가능하다.

7.3.7 간헐포기탈질법

간헐포기법은 단일단계 질소 제거방법으로 활성슬러지법에서 포기를 일정주기로 간헐적으로 행함으로써 호기성 및 무산소단계를 반복하여 질소를 제거하는 방법이다.

7.3.8 고도처리 산화구법

산화구법은 SRT가 길기 때문에 처리과정에서 질산화반응이 일어나기 쉽다. 반응조내에 무산소 상태를 도입하여 탈질반응을 발생시키고 생물학적 질소제거를 도모함으로써 안정성의 향상을 기할 수 있다.

7.3.9 분할주입 다단탈질법

무산소조+호기조를 직렬로 다단으로 구성하고, 다중흐름(유입수 분할주입) 질소를 제거한다.

7.3.10 탈질생물막법

부유성장식의 순환식질산화탈질법, 질산화내생탈질법, 외부탄소원탈질법 등은 매체를 이용한 생물막법에 의하여서도 가능하다.

7.4 인제거

7.4.1 하수의 인제거 필요성 : 상수원 및 용수의 안정적인 수질확보를 위해서 하수의 인제거가 필요

7.4.2 인제거 방법의 종류

하수처리에서의 인제거 방법은 다음의 3가지로 구분된다.

(1) 생물학적 인제거

(2) 반송찌꺼기(슬러지) 탈인제거

(3) 화학적 인제거

7.4.3 생물학적 인제거

(1) 원리

생물학적 인제거는 미생물에 의한 인 과잉섭취 현상을 이용, 잉여찌꺼기(슬러지)내 인 함량을 높여, 원수중의 인을 생물학적으로 제거하는 방법으로 혐기호기조합법을 활용한다.

(2) 처리 특성

본법은 도시하수의 처리에 있어서 ① 처리수의 BOD 및 SS농도를 표준활성슬러지법과 동등하게 처리할 수 있고, ② 유입수중에 총인농도가 5.0 mg/l 정도되면, 처리수의 총인농도를 1.0 mg/l 이하로 처리하는 것이 가능하며, 총인 제거율은 80% 이상 가능하다. 그러나 최종유출수의 총인 농도를 1 mg/l 이하로 유지하기 위해서 용존성 BOD와 용존성 인의 비가 10～15가 되어야 하며, 유출수 총인 농도를 0.5 mg/l 이하로 유지하기 위해서는 용존성 BOD와 용존성 인의 비가 20～25가 되어야 하는 것으로 보고되고 있다.

(3) 설계 및 유지 관리상의 유의점

찌꺼기(슬러지) 처리시설에 있어서 잉여찌꺼기(슬러지)가 혐기상태에서 섭취한 인을 재방출하기 때문에 반류수의 인부하에 의해 처리수의 인농도가 증대될 수 있으므로 인의 재방출 방지대책을 고려할 필요가 있다.

7.4.4 반송찌꺼기(슬러지) 탈인제거 공정

반송찌꺼기(슬러지) 탈인제거공정은 반송찌꺼기(슬러지)의 일부만이 포기조로 유입되고, 분리된 단위 공정에 의해 생물학적 탈인조에서 찌꺼기(슬러지)의 인을 방출시킨 후 그 상징액을 화학적인 방법으로 침전시켜 제거한다.

7.4.5 화학적 인제거

(1) 개요

화학적 인제거는 Al3+, Fe3+, Fe2+등의 금속이온이 포함된 무기응집제를 주입하여 아래의 식과 같이 오르토인산염(Orthophosphate)형태의 인을 입자상 물질로 전환시켜, 침전,여과,부상등의 고액분리공정을 통해 제거하는 공정이다.

(2) 무기응집제 주입량

무기응집제와 반응하는 인의 형태는 오르토인산염(Orthophosphate)형태로 목표 처리인량에 따라 주입량은 비례한다.

(3) 응집제 주입에 따른 처리공정 분류

① 일차침전지 전단 무기응집제 주입

② 이차침전지 전단 무기응집제 주입

③ 이차침전지 후단 무기응집제 주입 : 별도의 총인처리시설 설치

(4) 총인처리시설 설치시 다음사항을 고려한다.

① 방류수수질기준에 따른 목표수질을 설정한다.

② 생물학적 인 제거로 총인이 목표수질 이하로 충분히 제거되지 않은 경우에 한해 화학적 인 제거를 고려한다.

③ 화학적 인 제거를 위한 약품주입설비, 혼화·응집설비 및 고액분리설비를 설치한다.

④ 고액분리공정에서 분리 회수된 탈리액 및 총인찌꺼기(슬러지)는 성상을 고려하여 하수찌꺼기(슬러지)처리계통 및 반류수 처리계통으로 이송하여 처리한다.

⑤ 화학적 인 제거시 발생한 총인찌꺼기(슬러지)는 무기응집슬러지로서 혐기성소화조 투입시 소화조 운영에 악영향을 끼칠 수 있으므로 투입을 지양하며, 기존 하수찌꺼기(슬러지)처리계통과 분리·처리하는 등 대책을 수립한다. 만약 기존 하수찌꺼기(슬러지)와 혼합처리 할 경우 성상변화를 검토하여 소화조 운영에 악영향을 최소화할 수 있는 방안 및 적정한 최종처분(재활용 등) 방안을 적용한다.

⑥ 기존시설에 총인처리시설 추가 설치시 자연유하로 방류가 곤란할 경우에는 24시간 유입유량 패턴을 고려하여 방류펌프를 설치하는 등 수리적으로 안정된 구조로 계획한다.

7.5 질소·인 동시 제거

7.5.1 혐기무산소호기조합법

(1) 개요

혐기무산소호기조합법은 생물학적 인제거공정과 생물학적 질소제거공정을 조합시킨 처리법으로 활성슬러지 미생물에 의한 인 과잉섭취현상 및 질산화, 탈질반응을 이용한 것이다. 본법에 적용한 인제거공정은 혐기호기조합법이며 혐기반응조, 무산소(탈질)반응조, 호기(질산화)반응조의 순서로 배치하여 유입수와 반송찌꺼기(슬러지)를 혐기반응조에 유입시키면서, 호기반응조 혼합액을 무산소반응조에 순환시키는 방법이다.

(2) 처리특성

표준 도시하수의 경우 일차침전지 유출수에 대하여 총질소 제거율 60～70% 정도, 총인 제거율 70～80% 정도가 기대된다.

(3) 설계 및 유지 관리상의 유의점

① 우천시나 가동초기대책으로 혐기반응조 또는 무산소반응조에 필요한 유기물을 공급하기 위해 유입수가 일차침전지를 우회하는 by-pass 수로를 설치하는 것이 바람직하나, 협잡물이 혐기조에 유입되어 수중교반기의 고장원인이 되기도 하므로 주의가 필요하다.

② 표준 도시 하수의 경우에는 탈질을 위한 메탄올이나 pH 조정용의 수산화나트륨 등의 첨가가 필요 없지만, 유역특성에 의해 유입수중의 알칼리도가 낮은 경우나 강우 등의 영향이 큰 경우에는 알칼리제나 메탄올 등의 탈질보조제의 주입 설비가 필요하게 된다.

③ 질산화액의 순환은 기본적으로 순환펌프에 의하지만 호기반응조의 산기에 동반된 에어리프트효과에 의한 순환류를 이용할 수도 있다.

④ 인제거를 효과적으로 행하기 위해서는 일차침전지 찌꺼기(슬러지)와 잉여찌꺼기(슬러지)의 농축을 분리하는 것이 바람직하며 찌꺼기(슬러지) 처리계통으로부터의 인 반류부하가 적은 찌꺼기(슬러지)처리공정을 선택할 필요가 있다.

⑤ 방류수의 인농도를 안정적으로 확보할 필요가 있는 경우에는 호기반응조의 말단에 응집제(PAC 등)를 첨가할 설비를 설치하는 것이 바람직하다.

(4) 반응조 수리학적체류시간 및 호기조 고형물체류시간(ASRT)

수리학적체류시간은 생물반응조로 유입되는 하수의 성상, 목표처리수질 및 수온에 따라 다르게 설계된다. ASRT는 설계수온 조건에서 질산화미생물의 계내 유지에 필요한 중요한 운전 제어 인자이다. 호기상태에서 질산화미생물의 계내 유지에 필요한 고형물체류시간은 반응탱크 전부를 기준으로 한 고형물 체류시간(SRT, Solid Retention Time, θc)이 아니라, 호기조 고형물 체류시간(ASRT, Aerobic－SRT, θcA)으로 표현된다.

(5) 필요공기량

필요공기량은 유기물의 산화, 질산화 및 내생호흡에 의한 산소 소비량과, 호기조의 용존산소농도 유지를 위한 필요산소량을 확보할 수 있어야 하며, 산기장치의 산소이동효율 등을 고려하여 산정한다

(6) 알칼리제 및 추가유기물원 주입설비

① 질산화 촉진 및 응집제 첨가 등으로 반응조내 pH가 저하되는 경우 수산화나트륨 설비를 설치한다.

② 유입수중의 BOD농도의 저하로 인한 혐기조, 무산소조 운전에 필요한 BOD원이 부족할 경우 아세트산, 메탄올등의 추가유기물원 공급설비를 설치한다.

(7) 응집제첨가설비

① 목표 처리수 총인 농도 달성에 필요한 목표 처리수 용해성 총인 농도를 산정한다.

② 응집제 첨가를 통한 인제거를 도입하는 경우 처리대상 용존성 총인 농도 대비 목표 처리수 용해성 총인 농도 달성에 필요한 응집제 첨가 몰비를 실험을 통해 확인하여 적용한다.

(8) 일차침전지

① 수면적부하는 25～70㎥/㎡일 정도로 설정하는 것이 바람직하다.

② 강우시 및 통수초기에 유기물부하가 저하될 경우를 대비하여 일차침전지를 우회하여 반응조내에 유입시킬 수 있는 바이패스 수로를 설치하는 것이 바람직하다.

(9) 이차침전지

① 수면적부하는 MLSS농도를 높게 유지하여 운전하기 때문에 이차침전지에 유입되는 고형물 부하가 증가하므로 표준활성슬러지보다 낮은 15~25 ㎥/㎡·d 정도로 한다.

② 유효수심은 설계 MLSS농도를 고려하여 3.5~4.0 m 정도로 한다.

③ 기존시설의 개조시 운전 및 구조개선을 통한 효율향상 방안을 고려하여야 한다.

(10) 수질관리항목

수질관리항목은 처리프로세스를 적절히 관리하기 위하여 필요하다. 시설의 규모나 관계법령 등에 따라 운전관리에 필요한 수질관리항목을 설정하여야 한다.

<표> 질소, 인 제거에 관한 수질항목

항 목	T-N	NOX-N	NH4-N	T-P	PO4-P	활성슬러지중 인 함유율	ORP	pH	MLSS	MLDO
유입수	○		○	○	○			○		
혐기조		△			○		○			
무산소조		○			△		○			
호기조말단		△	△		△	○		○	○	○
처리수	○	○	○	○	○			○		

○ : 수질 관리를 목적으로 정기적으로 실시하는 항목

△ : 적절한 시험실시가 바람직한 항목

7.5.2 응집제병용형 생물학적 질소제거법

(1) 개요

응집제병용형 생물학적 질소제거법은 생물학적 질소제거법의 순환식질산화탈질법 또는 질산화내생탈질법의 생물반응조에 응집제를 첨가하여 기존의 생물처리기능에 인 제거기능을 부가한 고도처리공정이며 인 및 질소를 동시에 제거할 수 있는 공정이다.

(2) 처리특성

표준 도시하수의 경우 유입수(일차침전지 유출수)에 대한 총질소 제거율은 60～70%, 총인제거율은 70～80%로 기대할 수 있다.

(3) 설계 및 유지관리상의 유의점

① 응집제 주입량은 응집제첨가활성슬러지법을 참조하며, 응집제 주입위치는 반응조말단부근 및 이차침전지 유입관랑에 주입한다.

② 응집제 주입에 의한 찌꺼기(슬러지)량은 주입한 알루미늄양의 5배정도의 SS가, 철염을 이용할 경우 첨가한 철의 3.5배정도의 SS가 새롭게 발생하므로 찌꺼기(슬러지)량의 증가를 예상하여 찌꺼기(슬러지)시설 용량을 검토한다.

③ 응집제를 첨가함에 따라 알칼리도가 소비되어 질산화가 저해될 우려가 있으므로 알칼리제 주입설비를 설치할 필요가 있다.

④ 응집제를 첨가함에 따라 활성슬러지중에 응집제에 의한 무기물이 포함되어 과잉투입될 경우 반응조내의 MLSS 조성이 변하므로 질산화 및 탈질속도가 감소할 우려가 있으므로 반응조설계시 고려하여야 한다.

⑤ 반응조의 수리학적체류시간, 호기조고형물체류시간(ASRT), 필요공기량, 알칼리제 및 추가유기물원 주입설비, 일차침전지, 이차침전지 등에 대한 사항은 1.7.5 질소인 동시제거 항의 1) 혐기무산소호기조합법을 참조한다.

7.5.3 반송찌꺼기(슬러지) 탈질탈인 질소인동시제거 공정

질소와 인을 동시에 제거하고자 고안된 반송찌꺼기(슬러지) 탈질탈인 질소인동시제거 공정은 기존의 phostrip 공법에서 탈인조 앞에 탈질조를 설치하여 탈질과 후속되는 탈인조에서 질산성질소의 영향을 최소화하여 탈인 효율을 높인 수정 phostrip 공법이다.

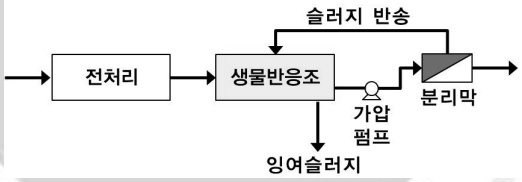
7.5.4 막결합형 생물학적처리법(MBR공법)

(1) 개요

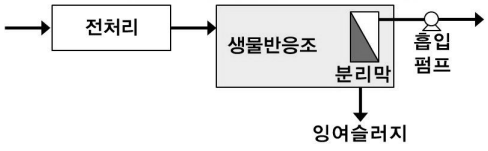
생물반응조와 분리막을 결합하여 이차침전지 및 3차처리 여과시설을 대체하는 시설로서, 생물학적 처리의 경우는 통상적인 활성슬러지법과 원리가 동일

(2) 막결합형 생물학적처리법의 종류

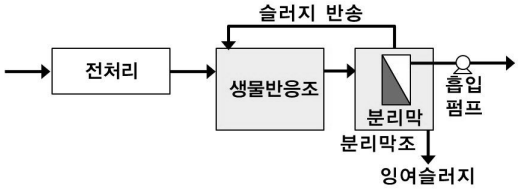
막결합형 생물학적처리법은 [그림]과 같이 크게 가압식과 침지식으로 분류할 수 있으며, 침지식은 생물반응조내 분리막을 침지하는 방식과 별도의 분리막조에 분리막을 침지하는 방식이 있다.



(a) 가압식 막결합형 생물반응조



(b) 침지식 막결합형 생물반응조(생물반응조 분리막 침지)



(c) 침지식 막결합형 생물반응조(분리막조 분리)

[그림] 막결합형 생물학적처리법의 종류

(3) 막결합형 생물학적처리법의 공정구성

① 유량조정조 : 유량변동에 대하여 설계 막투과량을 초과하지 않도록 적정 용량의 유량조정조 설치가 필요

② 전처리시설 : 분리막 파손을 유발할 수 있는 모래, 협잡물, 머리카락등의 제거가 필요

③ 생물반응조 : 생물반응조의 구성은 일반적인 고도처리공법과 유사하게 혐기조, 무산소조, 호기조를 구성하며, 목표수질에 따라 구성순서 및 단위공정의 수를 다르게 구성할 수 있다.

④ 분리막 관련설비는 처리수 생산설비, 막투과율 유지설비, 처리수 모니터링 설비, 분리막 운전제어반등이 있다.

(4) 막폐색 방지 방안

① 막폐색 방지방안으로는 물리적 세정과 화학적 세정이 있으며, 물리적 세정은 휴지, 역세척, 공기세정이 있고, 화학적 세정은 약품을 이용한 유지세정과 회복세정이 있다.

②분리막 세정시에도 정상처리가 가능하도록 분리막모듈 수를 결정하여야 한다.

7.6 기존하수처리장의 고도처리시설 설치

7.6.1 기존 하수처리시설의 고도처리시설 설치시 사전검토사항

(1) 기본설계과정에서 처리장의 운영실태 정밀분석을 실시한 후 이를 근거로 사업추진방향 및 범위 등을 결정하여야 한다.

(2) 시설개량은 운전개선방식을 우선 검토하되 방류수수질기준 준수가 곤란한 경우에 한해 시설개량방식을 추진하여야 한다.

(3) 기존 하수처리장의 부지여건을 충분히 고려하여야 한다.

(4) 기존시설물 및 처리공정을 최대한 활용하여야 한다.

(5) 표준활성슬러지법이 설치된 기존처리장의 고도처리개량은 개선대상 오염물질별 처리특성을 감안하여 효율적인 설계가 되어야 한다.

7.6.2 생물반응조 개량

(1) 혐기조 및 무산소조의 교반장치 : 활성슬러지의 침강을 방지하고 유입하수와 활성슬러지와의 접촉을 양호하게 유지

(2) 질산화액의 내부순환장치 : 무산소조의 탈질을 위해 호기조 말단에서 무산소조 유입부로 질산화액을 순환

(3) 생물반응조내의 격벽 : 혐기조, 무산소조, 호기조 구분시 설치

(4) 스컴 제거장치

(5) 일차침전지의 by-pass 수로 강우시 또는 운전초기시 유입하수의 유기물부하가 낮을 경우를 위한 대책

(6) 수질계측장치 : 수질계측장치로서는 DO계, MLSS계, ORP계 및 반송찌꺼기(슬러지)농도계 등이 있음

(7) 보완설비(응집제, 수산화나트륨 등 첨가설비)
(8) 단위처리수량당 필요공기량이 증대되므로 송풍량의 증대로 인한 기존 공기공급설비의 교체 또는 증설

7.7 잔류 SS 및 용존유기물 제거공정

7.7.1 개요

방류수 재이용 필요조건을 충족시키기 위해 재래식 2차처리 공정으로 제거할수 있는 효율 이상으로 유기물과 부유물질을 제거해야 하거나, 보다 효과적인 소독을 위한 처리된 하수내의 잔류 총 부유물질의 제거가 필요하다.
잔류 SS 처리기술은 입상여재 여과, 표면여과, 정밀여과 및 한외여과등이 있으며, 용존유기물 처리기술은 역삼투가 있다.

7.7.2 입상여재 여과법

(1) 개요
입상여재 여과법은 안정된 처리성능을 얻을 수 있고 운전도 용이하며 2차 처리수질의 향상을 기대할 수 있는 고도처리의 기본공정이다. 급속여과법은 모래, 모래와 안트라사이트, 섬유사, 폴리에틸렌 등의 여재로 이루어진 여층에 비교적 높은 속도로 유입수를 통과시켜 부유물을 제거하는 방법이다.
(2) 설계 및 유지 관리상의 유의점
본법의 계획처리수량은 고도처리로서 전량여과를 행하는 경우는 계획1일 최대여과수량(계획1일 최대처리수량), 재이용 등을 위해 처리수의 일부를 여과하는 경우에는 목표로 하는 최대수량으로 한다.
(3) 계획여과수량

<표 1.7.7> 급속여과시 계획여과수량

시 설	계 획 여 과 량	적 용
입상여재 여과지	계획일최대여과수량	시설규모, 세척용 펌프, 송풍기
처리시설 연결관로	계획시간최대여과수량	원수양수 펌프

(4) 형식 결정시 고려사항
① 여과방법은 중력식과 압력식이 있고, 그 선택은 설치조건, 계획수량 등에 따라서 정한다.
② 여재 및 여층의 구성은 SS제거율, 유지관리의 편의성 및 경제성을 고려하여 정한다.
③ 여과속도는 유입수와 여과수의 수질, SS의 포획능력 및 여과지속시간을 고려하여 정한다.
④ 여층의 역세척은 세척방법으로 여과장치의 종류에 따라 다르나 역세척수를 이용하는 방법과 공기와 역세척수를 병용하는 방법이 있다.
(5) 여과지 면적, 지수 및 기종

① 여과면적은 계획여과수량을 여과속도로 나누어서 구한다.
② 대수는 유지관리를 고려하여 원칙적으로 2대 이상 설치를 원칙으로 한다. 역세척시 유입수량의 저류방법 등을 결정시 1대당 최대여과면적, 역세척시 운전시간 등을 고려하여 결정한다.
③ 여과장치의 구조 및 기종은 처리장의 규모, 처리수질, 유지관리 및 경제성을 고려하여 정한다.

7.7.3 기계식 표면여과기

표면여과(surface filtration)는 얇은 격벽(septum; 여재)을 통해 액체를 통과시켜 기계적 체거름에 의해 액체 안의 부유입자들을 제거하는 것이다. 여과 격벽으로 사용되는 물질에는 엮여진 금속 직물, 섬유 직물, 합성물질 등이 있다. 여재(여과막) 표면여과의 간극 크기는 10～30㎛ 정도이다. 대표적인 여재(여과막) 표면여과기에는 디스크필터(disc filter, DF)와 섬유여재디스크필터(cloth-media disk filter, CMDF) 등이 있다.

7.7.4 막분리법

압력차에 의해서 막을 통과시켜 물질을 분리하는 방법이 막분리법이다. 역삼투막의 투과수는 무취, 무색투명하고 수도물과 같은 외관을 띠며, 입자에서 용존성물질이 대부분 제거되는 반면 한외여과막 및 정밀여과막의 투과수는 약간의 색도와 악취가 남아있고 무기물 및 박테리아보다 작은 크기의 미생물류는 제거가 어렵다. 일반적으로 막분리법은 설치 및 유지비용이 높기 때문에 현 시점에서는 설치부지가 협소하거나, 고품질의 처리수질이 필요할 경우 적용하는 등, 그 적용분야가 한정되어 있다.

(1) 분리막 선정시 고려사항
① 분리막의 성능
② 투과능력
③ 내구성

(2) 종류
주요 막분리시설로는 다음과 같은 시설들이 있으며 각각의 특징을 파악하여 처리목적에 적합하게 선택한다.
① 정밀여과시설
② 한외여과시설
③ 역삼투시설

(3) 분리막 모듈의 형식
① 판형
② 관형
③ 나선형
④ 중공사형

(4) 막분리시설의 구성
① 정밀여과와 한외여과의 일반적 운전모드는 유입저류조 유무 및 재순환에 따라 운전모드가 결정되며, 막결합형 생물반응조(MBR)의 경우 가압형 여과방식과 침지형 여과방식이 있다.

② 역삼투압 시설은 모듈, 가압펌프로 구성되며, 다단식, 병렬식, 직렬식 등으로 모듈배열에 따라 구분된다.

(5) 막분리 여과시스템 설계시 주요 고려사항

① 투과플럭스

② 수온

③ 구동압력

④ 회수율

8. 소독시설

8.1 소독의 필요성 및 방법

8.1.1 소독의 필요성

하수처리시설에서 시행되는 소독의 목적은 처리 중에 생존할 우려가 있는 병원성미생물을 사멸시켜 처리수의 위생적인 안전성을 높이는데 있다.

8.1.2 소독의 원리

소독제의 역할을 설명하기 위해 제안된 다섯가지 기본적인 메카니즘은 (1)세포벽에 손상을 주고, (2) 세포의 투과력을 바꾸고, (3) 원형질의 콜로이드 성질을 바꾸며, (4)미생물의 DNA 및 RNA를 바꾸고, (5)효소활동의 방해이다.

8.1.3 소독방법의 종류

일반적으로 이용될 수 있는 소독방법에는 다음과 같은 것들이 있다.

① 물리적 방법

- 가열
- 자외선(UV)조사
- 감마선 조사
- X선 조사

② 화학적 방법

- 할로겐족 산화제 : 액화염소, 차아염소산나트륨, 클로라민, 유기염소제, 이산화염소 등 각종 염소화합물, 브롬
- 비할로겐족 산화제 : 오존, 과망간산칼륨, 과산화수소
- 금속 : 은이온, 동이온
- 계면활성제
- 이온교환체 : 이온교환수지, 이온교환막

8.1.4 소독방법의 선택

소독방법은 방류수역의 이수특성, 경제성, 효율성을 종합적으로 검토하여 적정한 소독방법을 선정하여야 한다.

소독방법의 선택시에는 다음과 같은 요건을 고려하여 가장 적절한 방법을 택하여야 한다.

① 소독제의 물에 대한 용해도가 높을 것
② 소독력이 강할 것
③ 잔류독성이 거의 없을 것
④ 경제적일 것
⑤ 안정적인 공급이 가능할 것
⑥ 주입조작 및 취급이 쉬울 것

8.1.5 소독시설 설계시 주요 고려사항

소독시설의 설계시 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

① 기존처리장에 소독시설 설치사업계획을 수립할 경우에는 처리장의 대장균군수에 대한 처리실태분석을 실시한 후 이를 근거로 소독시설 설치여부를 결정하여야 한다. 처리수의 대장균군수가 방류수 수질기준이하로 배출되는 경우에는 소독공정을 설치하지 않아도 된다.
② 기존 처리장에 염소소독시설이 일부 또는 전부가 설치되어 있는 경우에는 기존시설물을 최대한 활용하여 중복투자가 발생되지 않도록 소독시설 설치계획을 수립하여야 한다.
③ 소독시설의 처리방법을 선정할 경우에는 시설비뿐만 아니라 유지관리의 효율성에 대해서도 충분히 검토하여 적정한 처리방법이 선정되도록 조치하여야 한다.

8.2 염소소독

8.2.1 염소(Cl_2) 소독

(1) 염소 소독시설의 구성

염소소독시설은 염소실, 염소중화실, 염소주입기, 염소기화기, 중화설비, 염소접촉조, 탈염소화 설비 등으로 구성되며, 염소는 기체상태 또는 수용액의 형태로 직접 주입된다.

(2) 주입위치

염소는 하수가 접촉조에 유입하기 전에 주입되어야 하며, 주입되는 즉시 하수와 잘 혼합되어야 하며, 필요시 혼합기를 설치한다.

(3) 접촉조

접촉조는 다음 사항을 고려하여 설계한다.

① 계획하수량은 계획1일최대오수량으로 한다. 단, 합류식에 있어서는 우천시를 고려한다.
② 접촉조에서의 접촉시간은 요구되는 살균효율을 얻을 수 있을 만큼 충분히 길어야 하며 15분 이하가 되어서는 안 된다.
③ 접촉조는 침전물제거시설을 갖추든지 아니면 침전이 일어나지 않는 구조로 한다.

(4) 염소주입

염소주입은 하수의 수질과 요망되는 살균효율 및 방류수역의 대장균수에 대한 환경기준을 감

안하여 결정한다.

각종 하수의 소독에 요구되는 염소주입농도는 일반적으로 다음 <표 1.8.20>과 같다.

<표 1.9.20> 염소주입률

하수의 종류	주입률(mg/l)
유 입 하 수	7~12
일차침전지 유출수	7~10
2차 처리수	2~4

(5) 액체염소주입장치

① 용량은 계획1일 최대오수량과 주입률에 따라 정한다. 단, 합류식인 경우 우천시를 고려한다.

② 염소주입기의 용량 및 대수는 처리수의 수량 및 수질변동에 대응할 수 있도록 한다.

③ 염소주입기는 습식진공형으로 한다.

④ 염소주입기는 예비주입기를 설치한다.

(6) 염소주입기실

① 염소주입기실은 가능한 한 주입점 근처에 독립시켜 설치하되 지하실이나 낮은 부분을 피하고 지면보다도 높게 한다.

② 건물은 내화성으로 하고 내실의 채광이 잘 되도록 하며, 환기용의 작은 창을 측벽 하부의 바닥부근에 설치한다. 또한 마루바닥은 콘크리트로 하고 실내 온도는 항상 15℃이상이 유지되어야 한다.

③ 마루면적은 주입기가 1대일 때 최소한도 6 ㎡를 하고, 2대의 경우는 15 ㎡, 2대 이상일 때에는 1대를 증설할 때마다 3 ㎡를 증가시킨다.

④ 염소주입기는 주위의 벽 또는 인접주입기로부터 적어도 60 cm 격리시켜 수리나 정비에 편리하도록 한다.

⑤ 주입량과 잔류량을 조사하기 위하여 계량기를 준비한다.

⑥ 적당한 작동압을 유지하도록 주입기의 용량 1 kg/h에 대하여 50 kg실린더 1대의 비율로 장치될 수 있도록 설비한다.

⑦ 염소주입관은 경질의 고무관, 염화비닐관 또는 고무호스 등을 사용하며, 전기기구나 기구금속류는 부식되기 쉽기 때문에 내산처리를 한다.

⑧ 염소주입기실내의 기계의 배치는 주입기의 보수, 가스배관의 점검, 조작반 등의 감시에 편리하도록 한다.

⑨ 고압가스 안전관리기준에 맞도록 한다.

(7) 액체염소의 저장

① 액체염소의 저장량은 평균주입량의 7~8일 분으로 하는 것이 바람직하다.

② 저장방법은 실린더에 의한 것과 조에 의한 것이 있다. 일반적으로 실린더의 용량은 100 kg과 1 ton이다.

③ 조에 의한 저장방법은 대규모 살균시설에 이용되며 2조 이상을 병설한다.

④ 주입량과 잔류량을 검사하기 위하여 계량장치를 설치한다.

(8) 염소저장실

① 내화성으로 하며 안전한 위치에 시설한다.

② 저장능력 1 ton 이상의 경우는 염소주입량과 분리시켜 실린더의 반출입이 편리한 위치에 또한 감시하기 쉬운 장소에 설치한다.

③ 지하실이나 기타 습기가 많은 장소를 피하여 외부로부터 밀폐 가능한 구조로 하고저장실에는 환기용의 작은 창을 측벽하부에 설치한다.

④ 필요에 따라 실린더 이동용의 기중기(hoist)를 설치한다.

(9) 중화설비

염소는 독성이 강하기 때문에 누출 및 기타의 사고에 대비하여 필요한 방독 및 재해시설을 다음 사항을 고려하여 설계한다.

① 100 kg 용량의 실린더를 사용하는 경우에는 새어나오는 염소의 검출, 중화 및 흡수용의 약품류를 비치하여 두어야 한다.

② 1 ton 용량의 실린더나 저장탱크를 사용하는 경우에는 염소의 누출에 대비하여 누출검지기, 중화반응탱크 및 배풍기 등의 중화시설을 설치한다.

③ 중화장치의 능력은 누출염소를 충분히 중화시켜 무해하게 할 수 있어야 한다.

8.2.2 이산화염소 소독

(1) 이산화염소 소독시설의 구성

이산화염소 소독시설은 기본적으로 염소 소독시설과 유사하나 이산화염소 발생기, 아염소산나트륨 저장탱크 및 주입펌프등의 시설이 추가된다.

현장에서 생산된 이산화염소는 전형적인 염소주입방법에서 사용되는 것과 동일한 방법으로 주입되는 수용액에 존재하게 된다.

(2) 이산화염소의 주입

이산화염소를 생산하기 위해서는 pH를 4이하로 유지해야 하므로 주입되는 염소용액의 pH도 4 이하가 되어야 한다. 이는 염소용액의 농도가 결코 500 mg/l 이하가 되어서는 안 된다는 것을 뜻한다. 또한 주입점에서 분자상태의 염소가 파괴되지 않도록 염소농도가 3,500 mg/l를 초과해서는 안 되므로 결국 이산화염소의 생산을 위한 효율적인 범위는 약 7 : 1이 되는 셈이다. 그러나 실제 약품주입기는 유량에 비례해서 20 : 1까지 주입통제시스템에 의하면 200 : 1까지 취급할 수 있게 되어 있다.

(3) 아염소산나트륨의 주입

이산화염소의 생산을 위한 아염소산나트륨의 용액은 농도가 무게로 20% 이하가 되도록 공급되어야 하며, 용기는 1일 소비량을 저장할 수 있는 크기가 되어야 한다.

(4) 이산화염소의 반응탑

이산화염소의 생산을 위하여 주입되는 염소용액은 반응탑에 들어가기 직전에 아염소산나트륨용액과 혼합되어야 하며, 반응탑에서도 생성된 이산화염소용액은 바로 주입점으로 보낸다.

8.2.3 차아염소산나트륨 소독

차아염소산나트륨은 시판용을 주입하는 방법과 현장에서 염수 또는 해수를 원료로 해서 전기분해에 의한 방법으로 차아염소산나트륨을 생산해서 주입하는 방법이 있다.

(1) 차아염소산나트륨 주입장치

① 차아염소산염은 약 7~8일 분이 저장되어야 하며, 내식성의 용기에 저장하여야 한다.

② 저장방법은 저장조에 의한 것을 표준으로 한다.

③ 저장장소는 차고 어둡고 통풍이 좋은 장소로 한다.

④ 저장조는 2조 이상으로 하고 차아염소산나트륨에 의해 손상되지 않는 재질을 사용하며 적당한 부대장치를 설치하는 것으로 한다.

⑤ 잔류량을 감시하기 위해 계량장치를 설치한다.

⑥ 현장 제조형 차아염소산나트륨의 저장은 시판용과 다음 사항을 구분한다.

- 소요량에 따른 연속적인 발생으로 저장은 2일 이내로 한다.
- 차고 어둡고 통풍이 좋은 장소를 표준으로 하되 저장기간이 길지 않음으로 일반 노출형 탱크로도 가능하다.

(2) 차아염소산나트륨 용액저장실

① 구조는 내진 및 내화성으로 한다.

② 차아염소산나트륨이 새는 경우에 유출방지를 위하여 전체 저장분에 대응하는 용량의 방액벽 또는 피트를 설치한다.

③ 필요에 따라서 환기장치를 설치한다.

8.3 탈염소

8.3.1 아황산가스

(1) 주입률 : 잔류염소 1 mg/l를 제거하기 위하여 약 1 mg/l의 비율로 아황산가스를 주입할 수 있도록 탈염소 시설을 설계한다.

(2) 저장 및 공급 : 아황산가스 실린더를 액체염소 실린더와 같은 곳에 저장하도록 고려한다.

(3) 혼합 : 주입된 아황산가스는 하수와 충분히 혼합하여야 한다.

(4) 주입통제시설 : 아황산가스에 의한 탈염소 효율을 좋게 유지하기 위해서는 염소접촉조 유출수의 잔류염소측정기를 위시하여 각종 통제시설을 설치한다.

8.3.2 아이중황산나트륨(Na2S2O5)

(1) 주입률 : 탈염소를 위하여 아이중황산나트륨(sodiummetrbisalfite, $Na_2S_2O_5$)을 사용하는 경우 주입시설은 1 mg/l의 염소를 제거하기 위하여 1.5 mg/l의 율로 주입될 수 있도록 설계한다.

(2) 저장 및 취급 : 아이중황산나트륨은 생산업자로부터 공급되는 용기내에 그대로 저장되어야 하며 취급기기는 내식성이어야 한다.

8.3.3 활성탄

탈염소를 위한 활성탄접촉조의 설계를 위해 다음 사항들을 고려하여야 한다.
① 접촉조의 하수주입률은 2 $l/m^3 \cdot s$를 초과하여서는 안 된다.
② 접촉조의 크기는 접촉조가 텅 빈 상태에서 체류시간이 15~20분 정도 되도록 한다.

8.4 오존에 의한 소독

8.4.1 오존 소독시설의 구성

오존소독시설은 오존반응설비와 오존발생설비로 크게 구성되며 오존반응설비는 주입장치, 반응조, 배오존처리장치로, 오존발생설비는 원료가스공급장치, 오존발생장치, 냉각장치 등으로 각각 구성된다.

8.4.2 오존반응설비 용량계획

(1) 주입장치 용량은 계획수량과 주입률에 의해 산출된 주입량에 의해 결정한다.
(2) 미반응 오존의 처리를 위하여 배오존장치를 설치하며, 실내 오존농도를 상시 모니터링 하기 위해 오존검출기를 예비포함 2대이상 설치하도록 하여야 한다.

8.4.3 오존접촉방식의 형식

오존접촉방식은 아래와 같은 형식으로 분류되며 형식의 선정은 사용목적, 설치공간, 유지관리성을 고려하여 결정하여야 한다.
(1) 산기식 접촉방식(디퓨저 또는 미세기포 장치 이용 등)
(2) 가압식 접촉방식(전체가압 방식, 측면가압 방식)으로 구분한다.

8.4.4 오존발생설비

(1) 원료가스공급장치는 필요한 원료가스를 공급하기에 충분한 용량으로 설계하고 효율 높은 운전이 가능하도록 하여야 하며 충분한 안전성을 갖도록 하여야 한다.
(2) 오존발생장치는 발생효율이 높고 내구성, 안전성을 충분히 갖도록 하여야 하며 예비시설을 설치한다.
(3) 오존발생장치의 온도를 일정하게 유지하기 위하여 냉각장치를 설치한다.

8.5 자외선(UV) 소독시설

253.7 nm의 파장을 갖는 자외선은 박테리아나 바이러스 등이 갖고 있는 유전인자의 특성에 변형을 주어 이들이 번식하지 못하게 하며 특히 각종 세균의 세포막을 투과하여 핵산(DNA)을 손상시킴으로써 소독을 하게 된다.

8.5.1 소독수로

자외선(UV) 소독시설에서는 UV 램프 모듈이 설치되는 소독수로를 함께 설계해야 한다. 용량이

작은 하수처리장에서는 스테인레스 스틸 재질의 반응조를 제작하여 최종방류수의 배관에 플랜지를 연결하여 사용할 수도 있으나 용량이 큰 하수처리장에서는 철근콘크리트 구조물의 수로에 소독장비를 장착하여 운영한다. 모듈은 수개의 램프를 하나의 단위로 묶은 것이며 뱅크는 수개의 모듈이 합쳐져서 구성된다. 램프와 모듈, 뱅크의 규격은 설계시 제품의 특성을 충분히 파악하여 결정하여야 한다.

소독수로는 다음 사항을 고려하여 설계하여야 한다.

① 설계유량은 일최대하수량유량으로 하고 합류식의 경우에는 우천시의 설계 유량을 고려한다. 우천시 이차처리수만을 UV로 소독하고 우회 유량은 별도의 수로에서 차아염소산나트륨 또는 차아염소산칼슘 소독이 바람직하다.

② 수로의 치수는 설계 안전인자를 고려하여 UV 램프 모듈이 밀집하여 배치될 수 있고 적은 소요부지를 요하도록 설계한다.

③ 설계유량이 5,000 ㎥/d 이상인 경우에는 소독효과를 높이기 위해 두개 이상의 뱅크를 설치한다.

④ 수로 유입부에는 스크린을 설치하여 작은 부유물이나 조류 덩어리가 램프와 모듈 사이에 걸리는 것을 방지하며 유출부에는 수위조절장치를 둔다.

⑤ 수로에는 격자모양의 뚜껑을 덮어 유지관리를 용이하게 한다.

8.5.2 자외선(UV) 소독시설의 투과율 계획 : 원수의 자외선투과율은 70% 이상을 표준으로 한다.

8.5.3 자외선(UV)램프의 종류

(1) 저압(고출력을 포함) 자외선램프 : 살균효과가 높은 260 nm 부근의 자외선을 발생하기 때문에 에너지 효율이 높은 장점을 갖고 있다.

(2) 중압자외선 램프 : 중압자외선램프는 비교적 에너지 효율이 낮지만 살균력이 있는 광역의 파장에 의해 램프당 소독력이 강하다.

8.5.4 장치의 형식

자외선소독장치는 아래와 같은 형식으로 분류되며 형식의 선정은 사용목적, 설치공간, 보수관리성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

(1) 설치방식은 개수로방식(channel) 및 관수로방식으로 대별된다.

(2) 조사방식은 접촉식(contact) 및 비접촉방식(noncontact)으로 구분된다.

(3) 램프의 설치방법은 수평과 수직의 두 가지 방법이 있다.

(4) 램프와 유수의 관계는 평행 또는 직각으로 구분된다.

9. 간이공공하수처리시설

9.1 설치기준

간이공공하수처리시설은 다음사항을 고려하여 설치한다.

(1) 간이공공하수처리시설은 Ⅰ, Ⅱ 지역(하수도법, 하수도법 시행령 별표1 지역구분 참조)의 합류식 지역내 500m^3/일 이상 공공하수처리시설에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
(2) 간이공공하수처리시설은 하수처리구역내 강우량, 하수처리시설의 강우시 유입량, 방류량, 유입수질, 처리수질에 대한 모니터링 실시 결과, 일차침전지 유무, 일차침전지가 있는 경우 시설용량 및 처리효율, 새로 설치할 경우 필요한 부지의 확보 여부 등을 고려하여 설치계획을 수립한다.
(3) 향후 강화되는 방류수질을 감안하여 중복 및 과잉투자가 발생하지 않도록 효율적인 시설계획을 수립한다.
(4) 강우시 간이공공하수처리시설의 삭감부하량 목표를 설정하고, 관련 계획 및 지역특성에 적합한 목표 방류부하량을 제시한다.

9.2 계획수립시 고려사항

간이공공하수처리시설의 계획수립시 다음사항을 고려한다.
(1) 기초조사를 위해 배수구역내 강우현황 및 하수도시설현황 등을 조사한다.
(2) 설치타당성 검토를 위해 유량 및 수질조사를 실시하고, 강우시 공공하수처리시설 운영자료 등을 종합 검토하여 강우시 하수처리의 문제점을 분석하고 기존 처리시설의 용량 등을 검증한다.
(3) 강우시 미처리하수의 처리방안을 결정하기 위하여 기존 처리공법의 운전개선, 기존 처리공법의 시설개량, 새로운 간이공공하수처리시설 설치 등에 대한 장·단점, 경제성, 환경성 등을 비교하여 가장 효율적인 방안을 결정한다.
(4) 도심지 기존처리장의 외곽이전 및 재설치 등을 계획시 고도처리공법 등으로 인한 용량감소로 강우시 우수처리에 문제가 발생할 수 있으므로 강우시 3Q 처리가 가능하도록 계획하여야 한다.

9.3 용량산정

간이공공하수처리시설의 용량산정은 다음사항을 고려한다.
(1) 간이공공하수처리시설 용량은 우천시계획오수량과 공공하수처리시설의 강우시 처리가능량을 고려하여 결정하여야 한다.
(2) 분류식화를 추진중인 경우 간이공공하수처리시설의 방류수수질기준 적용시점의 분류식화율을 기준으로 용량을 산정하여야 한다.
(3) 강우시 유입량을 적정하게 검토하여 최소시설 설치로 최대 처리효과를 얻을 수 있도록 용량을 산장한다.
(4) 공공하수처리시설의 강우시 처리가능량은 강우시 유입하수량, 유입수질, 체류시간, 처리수량, 처리수질 등을 종합 검토하여 기존 공공하수처리시설에서 최대 처리할 수 있는 용량으로 한다.

9.4 설계시 고려사항

9.4.1 위치 및 배치

(1) 간이공공하수처리시설은 공공하수처리시설 부지내에 설치하는 것을 원칙으로 하며, 부지에

여유가 없는 경우 기존 공공하수처리시설과 연접하거나 연계가 용이한 부지를 선정한다.

(2) 부지계획고는 방류하천의 하천정비기본계획 및 기존 공공하수처리시설 계획홍수위, 부지계획고 등을 고려하여 최적처리가 가능하도록 계획한다.

(3) 간이처리를 위한 구조물은 기존 공공하수처리시설의 침사지, 유입펌프장 등과의 하수이송계획, 찌꺼기(슬러지)처리계획 등을 감안하여 효율적으로 배치한다.

9.4.2 유입수문 및 유량계

(1) 간이공공하수처리시설 설치시 유입수문은 우천시 계획오수량이 유입될 수 있는 구조로 하며, 침수피해가 우려되는 경우에는 수문이 자동으로 차단될 수 있도록 구성한다.

(2) 유지관리의 편이성을 고려하여 간이공공하수처리시설 유입전단 및 방류지점에 각각 유량을 측정할 수 있는 설비를 설치하고 중앙제어실에서 실시간 모니터링 할 수 있도록 시스템을 구축하여야 한다.

(3) 유입유량계는 반류수와 연계처리수 등의 유량이 유입하지 않는 지점에 설치하고, 시간대별 하수발생량을 측정할 수 있어야 한다.

(4) 농축조, 소화조, 탈수기 등의 반류수와 분뇨처리시설, 가축분뇨 등의 연계수는 간이공공하수처리시설의 효율증대를 위하여 충격부하를 최소화하는 방법을 강구하여야 한다.

9.4.3 침사지 및 유입펌프시설

(1) 일차침전지 증설 및 간이공공하수처리시설 설치에 따라 침사지 및 펌프용량이 부족한 경우 제3장 펌프장시설을 참조하여 신·증설을 검토하여야 한다.

(2) 펌프용량 증설이 필요하나 흡수정 및 펌프실 공간이 부족한 경우에는 구조물 개량보다는 기존 펌프를 고효율 펌프로 대체하는 방안을 우선 검토하여야 한다.

(3) 펌프의 설치대수는 강우시 유입량의 변화에 따라 경제적으로 운전하기 위하여 동일형식의 대·소 펌프용량으로 설치하여야 하고 예비대수는 배제지역의 용도(주거 및 상업용지, 공업용지 등), 지역적 특성과 고장빈도 및 가능성 등을 종합적으로 검토하여 설치여부를 결정하여야 한다.

9.4.4 간이공공하수처리시설

(1) 강우시 유입량, 유입수질 등 모니터링 자료를 토대로 기존 일차침전지, 생물반응조, 이차침전지 등 기존 처리시설의 처리효율, 문제점 분석 등을 통하여 용량한계를 검토하여 간이공공하수처리시설 설치계획을 수립하여야 한다.

(2) 기존 일차침전지 용량이 우천시 계획오수량의 30분 이상 침전시간을 만족하고 간이공공하수처리시설 방류수 수질기준을 준수할 수 있는 경우 간이공공하수처리시설의 설치를 지양하고 기존시설을 최대한 활용하여야 한다.

(3) 기존 일차침전지가 하수도시설기준에 따른 우천시 계획오수량을 30분 이상 체류할 수 있는 용량이나 간이공공하수처리시설 방류수 수질기준을 준수할 수 없는 경우, 경제성, 운영관리 편의성 등을 고려하여 일차침전지의 운전개선, 시설개량 등을 통해 처리효율을 제고하거나 별도

의 시설 설치를 검토할 수 있다

(4) 기존 일차침전지의 간이처리 용량이 부족한 공공하수처리시설은 우천시 계획오수량의 30분 이상 침전시간이 확보되도록 일차침전지를 증설하거나, 일차침전지 개선(개량) 또는 별도 처리시설 설치 등을 통해 간이공공하수처리시설의 방류수 수질기준을 준수할 수 있는 방안을 검토하여야 한다.

(5) 간이공공하수처리시설을 새로 설치할 경우 기존 공공하수처리시설에 대한 공정진단과 운전방법 개선 등을 통해 기존 공공하수처리시설에서 최대한 유입 처리 가능한 용량을 산정하고 이를 고려한 설치계획을 수립하여야 한다.

(6) 일차침전지가 없는 공공하수처리시설은 우천시 계획오수량의 30분 이상 침전시간 확보 및 방류수 수질기준을 준수할 수 있도록 일차침전지를 신설하거나 별도설비 설치를 검토할 수 있다.

(7) 중력침전 방식이 아닌 간이공공하수처리시설을 설치할 경우, 협잡물 제거, 장비수선, 유지관리 등이 용이한 구조로 설치하여야 하며, 방류수 수질기준을 준수할 수 있도록 최적 시설이 도입되어야 한다.

(8) 찌꺼기(슬러지) 계면 측정장치와 연동하여 자동 인발이 될 수 있도록 시스템을 구축하여야 한다.

(9) 기존 일차침전지 효율개선 또는 별도 간이공공하수처리시설 설치시 강우시 유입하수량 변동에 탄력적으로 대응하기 위하여 계열별로 운전이 가능하도록 시설을 설치하여야 한다.

9.4.5 소독시설

(1) 간이공공하수처리시설의 소독방법은 강우시 유입되는 하수의 높은 탁도에 대응할 수 있는 염소소독방법을 원칙으로 하고, 설치부지 및 접촉시간 부족할 경우 효율성, 경제성, 환경성 등의 검토를 통하여 강우시 일시적 사용에 적합한 소독방법을 도입하여야 한다.

(2) 염소소독시설의 설치기준은 “하수도시설기준 제4장 수처리시설의 4.8 소독시설”을 참조하여 설치하고 간이처리수 소독은 발암물질인 THM 발생을 최소화 할 수 있는 방식으로 선정하여야 한다.

(3) 기존 공공하수처리시설에 운영되지 않는 염소접촉지가 있는 경우 이를 최대한 활용하는 방안을 검토하여 중복투자가 발생되지 않도록 한다.

(4) 간이처리수의 별도 방류수로가 있는 경우에는 수로안에 도류벽 등을 설치하여 염소접촉조로 활용하는 간이소독방식을 선택할 수도 있다. 간이소독시설은 약품탱크, 정량펌프, 제어반 등으로 구성하고, 약품투입은 간이처리 유량과 연동하여 투입될 수 있도록 제어되어야 한다.

10. 하수처리장 내 부대시설

10.1 처리장 내 연결관로

(1) 처리장내 연결관로의 계획하수량은 다음을 기준으로 한다.

① 유입펌프토출부 ~ 일차침전지 : 합류식 - 우천시계획오수량
분류식 - 계획시간최대오수량

② 일차침전지~생물반응조 : 계획시간최대오수량

③ 생물반응조~이차침전지 : 계획시간최대오수량 + 계획반송찌꺼기(슬러지)량
④ 이차침전지~방류구 : 계획시간최대오수량
⑤ 일차침전지~방류구 : 합류식 - 우천시계획오수량
분류식 - 계획시간최대오수량

(2) 처리장내 연결관로 내의 평균유속은 0.6~1.0m/s를 표준으로 한다.
(3) 처리장내 연결관로는 수밀 철근콘크리트 관로 또는 주철관 등으로 한다.
(4) 처리장내 연결관로는 가능한 짧게, 굴곡을 작게 함과 동시에 측관이나 기타 연결관을 고려하여 설계한다.

10.2 공동구

(1) 공동구는 수밀한 철근콘크리트 구조로 만들도록 하고 수용하는 관과 밸브의 지지가 충분히 가능한 구조로 한다.
(2) 공동구는 수용하는 관 및 밸브류, 계기류의 반출입, 고정, 분리, 점검, 수리에 편리한 구조로 한다.
(3) 공동구는 환기, 조명, 배수가 잘 되도록 한다.
(4) 공동구는 우수의 침입, 화재, 작업 중의 장해를 방지할 수 있도록 한다.

10.3 방류구

(1) 방류구의 위치 및 구조는 방류수역의 관리자와 사전에 충분히 협의하여 결정하여야 한다.
(2) 방류구의 유속은 선박의 운항, 세굴 등 주변에 영향을 미치지 않도록 하여야 한다.
(3) 방류구의 높이는 가능한 한 하천이나 해역 등의 방류지의 저수위 부근에 위치하도록 하는 것이 바람직하다.
(4) 방류구의 위치 및 방류의 방향은 방류수가 부근에서 정체되지 않도록 결정해야 한다.
(5) 방류구에는 필요에 따라 게이트를 설치한다.

10.4 급배수관

(1) 급수관의 계획유량은 하수처리장에서 사용하는 축봉수, 냉각수, 세척수 등의 용수사용량을 고려하여 결정한다.
(2) 배수관의 계획유량은 장내의 우수, 오수 그리고 각 시설의 배수량을 고려하여 결정한다.
(3) 배수관의 매설 깊이와 수위, 관로의 접합, 관의 이음, 기초공, 맨홀 등은 관로시설 설계기준(KDS 61 40 00)의 1.3, 1.4, 1.5 및 1.7에 따라 정한다.

11. 친환경 주민친화시설

친환경 주민친화적 하수처리시설은 부정적 이미지를 탈피하여 환경개선과 보호를 위한 시설로 지역사회에 도움이 되는 시설, 주민들과 함께 할 수 있는 공간이 조성되는 것을 말한다.
친환경 주민친화시설은 하수처리시설의 본연의 기능, 활용가능한 친환경 자원 이용과 하수처리

시설 근무자, 방문자 또는 지역주민들의 이용이나 편의를 제공하는 형태에 따른 분류를 한다.
친환경 주민친화시설은 기본방향은 다음과 같다.
(1) 지역적 특성을 고려한 계획이 이루어져야 한다.
(2) 환경개선 및 생태보전에 크게 기여하여야 한다.
(3) 에너지 보전적 측면을 고려하여야 한다.
(4) 이용자의 안전성을 최대한 확보해야 한다.
설치시 고려사항은 다음과 같다.
(1) 지역의 특성과 입지여건을 최대한 고려하여야 한다.
(2) 시설의 종류, 위치, 규모가 시설목적과 수용능력에 부합하도록 계획한다.
(3) 친환경적 구조, 소재, 시스템을 사용한다.
(4) 사회적 약자의 편의를 최대한 반영한다.
(5) 친환경 주민친화시설의 계획수립 전·후에 이해당사자가 참여할 수 있도록 한다.
친환경 주민친화시설의 도입 우선순위의 평가기준 및 평가 항목을 합리적이고 타당성 있게 제시하여야 하며, 긴급성, 환경성, 경제성 등으로 분류하여 계량화하여 제시토록 하여야 한다.

12. 악취방지 및 탈취설비

(1) 유량조정조, 침사지, 일차침전지, 생물반응조 등에서 발생하는 악취를 생활환경 보전상 지장이 생기지 않도록 밀폐, 저감, 차단, 포집, 탈취 등의 단계별 처리방안을 계획하여야 한다. 특히 악취의 생성 및 발산이 최소화되도록 설계되어야 한다.
(2) 탈취 방식은 약액세정방식, 미생물탈취방식, 활성탄흡착방식 등이 있으며 악취조건을 고려하여 선정한다.
(3) 상세 설계기준은 KDS 61 90 05의 6. 악취방지설비를 따른다.

KDS 61 55 00 : 2019

찌꺼기(슬러지)처리시설 설계기준

2019년 11월 19일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

환경부

KDS 61 55 00 찌꺼기(슬러지)처리시설 설계기준

1. 총설

1.1 찌꺼기(슬러지)처리시설의 용량

찌꺼기(슬러지)처리시설 용량은 계획발생찌꺼기(슬러지)량을 기초로 하여 각 찌꺼기(슬러지)처리시설로부터 반송되어 순환하는 고형물량을 고려한 시설계획찌꺼기(슬러지)량 및 운전방법을 감안하여 산정한다.

계획발생찌꺼기(슬러지)량(고형물량 t/d) =

계획1일최대오수량(m^3/d) × 계획유입 SS농도(mg/l) × 1/108 × 수처리시설에서의 종합 SS제거율(%) × 제거 SS량 당 찌꺼기(슬러지)발생률

1.2 찌꺼기(슬러지) 처리 및 처분방법

찌꺼기(슬러지) 농축, 개량, 소화, 탈수등의 처리 및 매립, 퇴비화, 고형연료등의 처분 방법은 찌꺼기(슬러지)의 특성, 처리효율, 처리시설의 규모, 최종처분방법, 입지조건, 건설비, 유지관리비, 관리의 난이도, 재활용 및 에너지화 그리고 환경오염대책 등을 종합적으로 검토한 후 지역특성에 적합한 처리법을 평가하여 결정하며 찌꺼기(슬러지)광역처리도 고려하여야 한다.

1.3 반류수 처리

1.3.1 정의

반류수란 하수찌꺼기(슬러지)처리공정에서 발생하는 농축분리액, 소화탈리액, 탈수여액 및 여과공정에서 발생하는 역세척수 등을 재처리하기 위하여 하수처리공정으로 반송하는 물을 말한다.

1.3.2 반류수의 특성

(1) 반류수의 발생원별 주의해야 할 수질항목은 다음과 같다

① 농축 : SS, 질소, 인

② 혐기성소화 : 질소, 인, COD

③ 탈수 : 탈수까지의 처리공정에 따라 달라지나 소화공정이 있는 경우에는 질소, 인

④ 소각, 용융 : 중금속(저비등점의 것), 다이옥신류, 시안류 등

(2) 하수찌꺼기(슬러지)의 농축과 탈수공정 등에서 발생된 반류수의 BOD, 질소, 인 농도는 부유물질(TSS)의 농도와, 농축 및 탈수공정의 고형물회수율에 따라 농도편차가 크다.

(3) 혐기성 소화공정을 거친 하수찌꺼기(슬러지)의 농축과 탈수공정 등에서 발생된 반류수는 고농도의 질소화합물, 암모늄이온, 인산이온 등이 포함되어 있어 유입하수보다 질소와 인의 농도가 매우 높기 때문에 생물반응조로 유입 처리할 경우 부하를 고려하여 전처리 필요성을 검토할 필요가 있다.

1.3.3 반류수 처리방안

반류수의 처리공정 선택시 다음사항을 고려한다.

(1) 하수찌꺼기(슬러지) 처리의 각 처리공정에서 발생하는 농축분리액, 소화탈리액 및 탈수여액 등 반류수는 수처리시설의 물질수지(mass balance)를 고려하여 별도의 처리시설 없이 반송하여 처리하거나, 필요 시 반류수 부하를 감소시키기 위해 반류수 처리공정을 도입할 수 있다. 반류수 처리공정을 도입할 경우 수처리시설의 물질수지를 고려하여 처리수질을 결정하되, 처리비용 등의 경제성과 처리수질의 안정성 등에 대하여 종합적인 판단을 하여 결정한다.

(2) 반류수의 수리적 안정화 및 오염부하 균등화를 위해 혼합균등조를 설치한다.

(3) 하수처리장 반류수의 부유고형물(TSS) 농도가 높은 경우 반류수 처리공정을 도입하기 전에 농축조 운영조건 개선 또는 고형물 회수율이 높은 농축 및 탈수기 선정 등을 검토한다.

(4) 혐기성 소화공정이 있는 하수처리장의 반류수는 고농도의 질소와 인을 함유 할 수 있으므로 수처리공정에서 충분히 처리가 어려울 경우 별도의 반류수 처리공정 도입을 검토한다.

2. 찌꺼기(슬러지)의 수송 및 저류

2.1 찌꺼기(슬러지)의 전처리

찌꺼기(슬러지)의 농축, 소화, 탈수 등 처리공정 전에 찌꺼기(슬러지)의 전처리를 통하여 협잡물 및 그리트에 의한 문제가 발생하지 않도록 다음사항을 고려하여야 한다.

(1) 외부찌꺼기(슬러지)를 반입할 경우 반입설비를 설치하여야 한다.

(2) 1차찌꺼기(슬러지)에 포함된 협잡물 및 그리트를 제거한다.

(3) 1차찌꺼기(슬러지)에 유기성분이 많이 포함될 경우 분리시설을 설치할 수 있다.

(4) 필요에 따라 찌꺼기(슬러지) 분쇄시설을 설치할 수 있다.

(5) 협잡물 및 그리트는 적절하게 최종처분 되어야 한다.

2.2 찌꺼기(슬러지)의 수송관

찌꺼기(슬러지) 수송관 설계시에는 다음 사항을 고려한다.

(1) 관은 스테인레스, 주철관, 플라스틱관 등 견고하고 내식성 및 내구성 있는 것을 사용한다.

(2) 관내유속은 1.0-1.5 m/s를 표준으로 하고, 관경은 관경폐쇄를 피하기 위하여 150 mm 이상으로 한다.

(3) 필요에 따라서는 세척장치를 설치한다.

(4) 배관은 다음과 같이 한다.

① 동수경사선 이하로 배관한다.

② 가능하면 직선으로 하고, 급격한 굴곡은 피한다.

③ 곡관 및 T자관 등은 콘크리트 블록 등을 설치하여 이탈을 방지한다.

(5) 필요에 따라 오목한 부분에 이토밸브 및 배수관을 설치하고 공기밸브의 전후 배수관 및 교량시공장소의 전후 등에는 제수밸브를 설치하여 찌꺼기(슬러지)의 흐름을 중단시킬 수 있도록

준비한다. 관로의 길이가 긴 경우에도 중간에 일정한 간격을 두고 공기밸브와 배수관 설치 등의 안전설비를 한다.

2.3 찌꺼기(슬러지) 펌프

찌꺼기(슬러지) 펌프는 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 찌꺼기(슬러지)펌프는 찌꺼기(슬러지)의 종류와 특성에 따라 선정한다.
(2) 찌꺼기(슬러지) 내의 그리트에 의한 마모 및 부식에 강한 재질을 사용하여야 한다.
(3) 막힘이 없고, 청소 등의 목적을 위하여 분해 및 조립이 용이하여야 한다.
(4) 설치대수는 예비를 포함하여 2대 이상으로 한다.
(5) 위치는 수면 이하이거나 양압력식(positive head)으로 한다.
(6) 찌꺼기(슬러지)펌프를 제어할 수 있도록 관련설비를 갖추어야한다.

2.4 찌꺼기(슬러지) 저류조 및 펌프실

찌꺼기(슬러지) 저류조 및 펌프실은 다음 사항을 고려하여 설계한다.
(1) 철근콘크리트나 철골콘크리트로 축조하되 방수, 방식을 고려하여야 한다.
(2) 찌꺼기(슬러지) 저류조의 용량은 그 기능을 고려하여 정한다.
(3) 찌꺼기(슬러지)저류조는 2조 이상을 원칙으로 하고 교반장치를 설치한다.
(4) 찌꺼기(슬러지)펌프실은 기계의 배치와 반출입이 가능하도록 충분한 공간을 확보하여야 한다.
(5) 찌꺼기(슬러지)펌프실은 조명시설을 갖추도록 하고 전기설비의 설치는 침수를 고려하여 설치위치를 정한다.
(6) 악취를 고려하여 환기시설 및 탈취설비를 설계하여야하며, 역세설비 및 배수설비의 설치를 고려하여야 한다.

3. 찌꺼기(슬러지)의 농축

3.1 중력식 농축조

3.1.1 형상과 수

중력식 농축조의 형상과 수는 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 형상은 원칙적으로 원형으로 한다.
(2) 찌꺼기(슬러지) 제거기(sludge scraper)를 설치할 경우 탱크바닥의 기울기는 5/100 이상이 좋다.
(3) 찌꺼기(슬러지) 제거기를 설치하지 않을 경우 탱크바닥의 중앙에 호퍼를 설치하되 호퍼측벽의 기울기는 수평에 대하여 60° 이상으로 한다.
(4) 농축조의 수는 원칙적으로 2조 이상으로 한다.

3.1.2 용량

찌꺼기(슬러지)농축조의 용량은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 농축조의 용량은 계획찌꺼기(슬러지)량의 18시간 분량 이하로 하고, 유효수심은 4 m 정도로 한다.
(2) 농축조의 고형물부하는 25~70 kg/m^2·d을 표준으로 하나, 대상 찌꺼기(슬러지)의 특성에 따라 변경될 수 있다.

3.1.3 구조

중력식 농축조의 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 구조는 원칙적으로 철근콘크리트 구조물로 하고 내식성을 고려한다.
(2) 찌꺼기(슬러지) 유입관, 찌꺼기(슬러지) 배출관, 상징수 유출관 그리고 월류위어를 설치하여야 한다.

3.1.4 부대장치

중력식 농축조의 부대장치는 다음의 사항을 고려하여 정한다.
(1) 피켓(pickets)을 설치하는 것이 좋다.
(2) 찌꺼기(슬러지) 제거기를 설치하는 경우 침강한 찌꺼기(슬러지)가 재부상하여 혼탁해지지 않을 정도의 속도로 운전한다.
(3) 찌꺼기(슬러지) 배출은 펌프로 하는 것을 원칙으로 한다.
(4) 찌꺼기(슬러지) 배출관은 최소관경 150 mm 이상으로 한다.
(5) 찌꺼기(슬러지) 배출관에는 관이 폐쇄될 경우를 대비해서 적당한 곳에 청소구를 설치한다.
(6) 수면에 스컴제거장치를 설치한다. 또한, 월류위어의 청소가 가능하도록 고려한다.
(7) 필요한 경우에 복개하고 환기 및 탈취설비를 한다.
(8) 조내의 찌꺼기(슬러지) 경계면과 찌꺼기(슬러지)농도가 파악되도록 하는 것이 좋다.

3.2 부상식 농축조

3.2.1 가압부상농축

(1) 용량과 형상
부상식 농축조의 용량과 형상은 다음의 사항을 고려하여 정한다.
① 형상은 원형이나 사각형으로 한다.
② 고형물부하는 100~120 kg·ds/m^2·d 정도로 한다.
③ 깊이는 4.0~5.0 m를 표준으로 한다.
④ 농축조의 수는 원칙적으로 2조 이상으로 한다.
(2) 구조
부상식 농축조의 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.
① 농축조는 수밀성의 철근콘크리트 구조물로 만드는 것이 좋다.
② 농축조에는 부상찌꺼기(슬러지) 제거기와 침전찌꺼기(슬러지) 제거기를 모두 설치한다.
③ 농축조의 수위조절을 위하여 월류위어 등의 설비를 갖추어야 한다.
(3) 가압펌프

가압펌프는 다음 사항을 고려하여 정한다.

① 가압펌프의 형식은 공기의 주입위치에 따라 선정한다.

② 가압펌프의 토출압력은 2~5 kg/cm^{2}의 범위가 되도록 선정한다.

③ 가압펌프의 양수량은 다음에 의해 정한다.

가. 전량가압방식인 경우는 유입찌꺼기(슬러지)량으로 한다.

나. 부분가압방식의 경우는 필요한 공기/고형물 비가 얻어지도록 찌꺼기(슬러지)의 농도 및 가압력 등을 고려해서 정한다.

다. 순환수가압방식의 경우는 유입찌꺼기(슬러지)량으로 한다. 가압펌프는 ②에 따라 정한다.

(4) 공기포화조

공기포화조는 다음 사항을 고려하여 정한다.

① 조는 내압용기구조에 관한 규격에 따라 압력과 부식에 견딜 수 있는 재료로 만들어야 한다. 일반적으로 강철판의 원통형으로 만들고 조내의 물이 완전히 비는 것을 방지하기 위하여 저수판을 설치하는 것이 좋다.

② 조의 용량은 가압수의 체류시간이 2분 정도 되도록 결정한다.

③ 조에는 포화수 확산장치, 자동배기밸브, 압력계를 볼 수 있는 창, 안전밸브, 가압수 유입구와 유출구, 밸브가 부착된 배수구, 그리고 내부점검용의 맨홀 등을 설치한다.

(5) 부대장치

부상식 농축조의 부대장치는 다음의 사항을 고려하여 정한다.

① 유입찌꺼기(슬러지) 저류조

② 부상찌꺼기(슬러지) 탈기조

③ 찌꺼기(슬러지) 펌프

④ 순환수펌프(순환수가압법의 경우)

⑤ 필요한 경우에 복개시설을 설치하고 환기 및 탈취설비를 한다.

3.2.2 상압부상농축

(1) 용량과 형상

부상조의 용량과 형상은 다음의 사항을 고려하여 정한다.

① 형상은 원형을 표준으로 한다.

② 고형물부하는 25 kg/(m^2·h) 정도로 한다.

③ 유효수심은 4.0 m 정도로 한다.

④ 농축조의 수는 원칙적으로 2조 이상으로 한다.

(2) 구조

부상조의 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.

① 내구성, 내식성을 고려한 강판제를 표준으로 한다.

② 수면조절을 위하여 월류위어 등의 설비를 갖추어야 한다.

(3) 기포(起泡)공급·혼합장치

기포공급·혼합장치는 다음 사항을 고려하여 정한다.

① 기포장치를 설치한다.

② 기포용수펌프를 설치한다.

③ 공기압축기를 설치한다.

④) 혼합장치를 설치한다.

(4) 약품공급장치

약품공급장치는 다음 사항을 고려하여 정한다.

① 기포조제주입펌프를 설치한다.

② 기포조제희석조를 설치한다.

③ 응집제용해조를 설치한다.

④ 응집제공급기를 설치한다.

⑤ 응집제주입펌프를 설치한다.

(5)부대장치

부대장치는 다음의 사항을 고려하여 정한다.

① 투입찌꺼기(슬러지) 저류조를 설치한다.

② 부상찌꺼기(슬러지) 탈기조를 설치한다.

③ 농축찌꺼기(슬러지) 저류조를 설치한다.

④ 찌꺼기(슬러지) 호퍼를 설치한다.

⑤ 필요한 경우에 복개시설을 설치하고 환기 및 탈취설비를 한다.

3.3 원심농축기

3.3.3 용량 및 효율

찌꺼기(슬러지)의 농축을 위하여 원심농축기를 선택할 때에는 다음 사항을 고려한다.
(1) 용량은 찌꺼기(슬러지)의 성상, 고형물의 농도 및 운전시간을 고려하여 결정한다.
(2) 대수는 다음 식(1.3.6)을 이용하여 구할 수 있다.

$$N = \frac{Q}{q \cdot t} \quad \cdots\cdots (1.3.6)$$

여기에서, N ：대수(대)
Q ：유입찌꺼기(슬러지)량(m^3/day)
q ：1대당 처리 용량(m^3/대·h)
t ：일 운전시간비(h/day)

(3) 원칙적으로 예비없이 2기 이상 설치한다.
(4) 농축찌꺼기(슬러지)의 함수율은 96% 정도이며, 고형물회수율은 90~95% 정도를 목표로 한다.
(5) 재질은 내구성이 있는 것을 사용한다.
(6) 농축효율 및 고형물회수율을 높이기 위해 약품주입설비를 설치할 수 있다.

3.3.2 찌꺼기(슬러지) 펌프

찌꺼기(슬러지) 공급펌프는 다음 사항을 고려한다.
(1) 원칙적으로 용적형 펌프를 설치한다.
(2) 예비를 포함하여 2대 이상 설치한다.
(3) 배관은 개별배관을 원칙으로 한다.

3.3.3 부대장치

부대장치는 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 필요에 따라 미리 찌꺼기(슬러지)에 포함된 모래나 협잡물을 사전에 제거하도록 한다.
(2) 악취 및 소음에 대한 방지 대책을 강구하며 진동에 대해서도 대비한다.
(3) 유입찌꺼기(슬러지)의 농도변화에 대비한 약품주입설비를 설치할 수 있다.

3.4 중력식 밸트농축기

3.4.1 용량 및 효율

찌꺼기(슬러지)의 농축을 위하여 중력식벨트농축기를 선택할 때에는 다음 사항을 고려한다.
(1) 용량은 처리찌꺼기(슬러지)량으로 한다.
(2) 원칙적으로 2기 이상 설치한다.
(3) 농축찌꺼기(슬러지)의 함수율은 96% 정도이며, 고형물회수율은 85~95% 정도를 목표로 한다.
(4) 재질은 내구성이 있는 것을 사용한다.

3.4.2 찌꺼기(슬러지) 유입펌프

찌꺼기(슬러지) 유입펌프는 다음 사항을 고려한다.
(1) 정량성 있는 것을 사용한다.
(2) 벨트식 농축기 1대마다 설치한다.

3.4.3 부대장치

부대장치는 다음 사항을 고려한다.
(1) 유입찌꺼기(슬러지)의 농도변화에 대비한 찌꺼기(슬러지) 유량 자동제어장치를 설치할 수 있다.
(2) 자동화의 용이성을 위한 폴리머 용해장치를 설치할 수 있다.

3.5 디스크형 농축기

용량 및 효율은
(1) 용량은 찌꺼기(슬러지)의 성상, 고형물의 농도 및 운전시간을 고려하여 결정한다.
(2) 대수는 다음 식(1.3.6)을 이용하여 구할 수 있다.

$$N = \frac{Q}{q \cdot t} \quad \cdots\cdots (1.3.6)$$

여기에서
N ：대수(대)
Q ：유입찌꺼기(슬러지)량(m^3/day)
q ：1대당 처리 용량(m^3/대 ·h)
t ：일 운전시간비(h/day)

(3) 원칙적으로 예비없이 2기 이상 설치한다.
(4) 농축찌꺼기(슬러지)의 함수율은 96% 정도이며, 고형물회수율은 90~95% 정도를 목표로 한다.
(5) 재질은 내구성이 있는 것을 사용한다.
(6) 농축효율 및 고형물회수율을 높이기 위해 약품주입설비를 설치 할 수 있다

4. 혐기성 소화

4.1 혐기성 소화의 원리

혐기성 소화는 하수찌꺼기(슬러지)를 감량화, 안정화하는 것으로 소화과정, 목적, 영향인자 및 운전시 주의사항은 다음과 같다.
(1) 혐기성 소화는 혐기성균의 활동에 의해 찌꺼기(슬러지)가 분해되어 안정화되는 것이다.
(2) 소화 목적은 찌꺼기(슬러지)의 안정화, 부피 및 무게의 감소, 병원균 사멸 등을 들 수 있다.
(3) 공정 영향인자에는 체류시간, 온도, 영양염류, pH, 독성물질, 알칼리도 등이 있다.
(4) 혐기성 소화공정을 적절하게 운전 및 관리하기 위해서는 유입찌꺼기(슬러지)의 상태 및 주입량, 소화조내의 찌꺼기(슬러지) 성상, 거품 등을 지속적으로 파악하여 이상사태가 발생하면 신

속하고 적절한 조치를 취할 수 있도록 하여야 한다.

4.2 설계시 고려사항

혐기성 소화조를 설계할 경우에는 다음 사항을 고려하여 조의 크기를 정한다.

(1) 소화조에 유입되는 찌꺼기(슬러지)의 양과 특성

(2) 고형물 체류시간 및 온도

(3) 소화조의 운전방법

(4) 소화조내에서의 찌꺼기(슬러지) 농축, 상징수의 형성 및 찌꺼기(슬러지) 저장을 위하여 요구되는 부피

4.3 소화방식

소화방식은 일단소화 또는 이단소화방식으로 한다.

4.4 시설계획

(1) 소화조의 용량은 다음에 주어진 공식을 이용하여 계산할 수 있다.

① 1단소화조의 용량은 식(1.4.8)을 이용하여 계산한다.

$$V = \left[\frac{V_1 + V_2}{2}\right] \cdot T_1 + V_2 T_2 \quad \cdots\cdots (1.4.8)$$

여기에서, V : 소화조의 전체용량(m^3)

V1 : 소화조로 주입되는 찌꺼기(슬러지)의 유량(m^3/d)

V2 : 소화조에 축적되는 소화찌꺼기(슬러지)의 유량($m^{3/}d$)

T1 : 찌꺼기(슬러지) 소화기간(일)

T2 : 소화찌꺼기(슬러지) 저장기간(일)

② 고율 이단소화조의 용량은 식(1.4.9)와 식(1.4.10)을 이용하여 계산한다.

$$V_I = V_1 \times T \quad \cdots\cdots (1.4.9)$$

$$V_{II} = \left[\frac{V_1 + V_2}{2}\right] \cdot T_1 + V_2 T_2 \quad (1.4.10)$$

여기서, VⅠ : 1단계 소화조의 용량(m3)

VⅡ : 2단계 소화조의 용량(m3)

V1 : 소화조로 주입되는 찌꺼기(슬러지)의 유량(m3/d)

V2 : 소화조에 축적되는 소화찌꺼기(슬러지)의 유량(m3/d)

T : 찌꺼기(슬러지) 소화기간(일)

T1 : 소화찌꺼기(슬러지)의 농축기간(일)

T2 : 소화찌꺼기(슬러지)의 저장기간(일)

(2) 소화효율이란 유입찌꺼기(슬러지)중의 유기성분이 가스화 및 무기화하는 비율로서 소화일수, 소화온도, 유입찌꺼기(슬러지)의 유기성분함량 등에 따라 정해진다.

(3) 소화찌꺼기(슬러지)량은 투입찌꺼기(슬러지)중의 유기성분, 소화율 및 찌꺼기(슬러지)의 함수율에 따라 정해진다.
(4) 소화조의 수와 형상은 다음 사항을 고려하여 정한다.
① 형상은 원통형, 계란형 등으로 하고 내경과 측심(유효수심)의 비율은 조내의 교반효과를 고려해서 정한다.
② 바닥은 가능한 한 기울기를 크게 하는 것이 좋다.
③ 조의 수는 원칙적으로 2조 이상으로 하는 것이 좋다.
(5) 소화조의 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.
① 소화조는 수밀성, 기밀성 그리고 내식성의 구조로 한다.
② 소화조는 열손실을 방지할 수 있는 재료로 축조하거나 열손실을 줄이기 위한 방법을 강구한다.
③ 혐기성 소화조에는 소화가스의 포집 및 저장, 보온 그리고 혐기성 상태의 유지 등의 목적을 위하여 지붕을 설치한다.
④ 천정과 찌꺼기(슬러지)면간의 여유고는 충분히 둔다.
(6) 소화조 가동에 설치되는 전기설비는 관련법규를 검토하여 필요시 방폭설비로 구성한다.

4.5 혼합장치

찌꺼기(슬러지) 소화조에는 다음에 열거된 방법의 혼합장치를 준비하여 조내의 온도분포를 균일하게 하고, 유입되는 찌꺼기(슬러지)를 조내에 골고루 분산시켜 전체적으로 균질한 상태로 만들어 주는 것이 좋다.
(1) 소화가스에 의한 재순환
(2) 기계식 방법에 의한 혼합
(3) 펌프에 의한 찌꺼기(슬러지)의 재순환

4.6 찌꺼기(슬러지)의 유입 및 배출

찌꺼기(슬러지) 유입관 및 소화찌꺼기(슬러지) 배출관은 다음 사항을 고려하여 설계한다.
(1) 찌꺼기(슬러지) 유입관은 찌꺼기(슬러지)가 소화조내에 균일하게 혼합될 수 있는 위치에 설치한다.
(2) 소화찌꺼기(슬러지) 배출관은 소화조 바닥 중심부근에 위치시킨다.
(3) 찌꺼기(슬러지) 유입관 및 소화찌꺼기(슬러지) 배출관은 내경이 최소한 150mm 이상되도록 하고 Struviet($MgNH_4PO_4$) 및 Viviannite($Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$))에 대한 대비를 하여야 한다.
(4) 찌꺼기(슬러지) 배출밸브 등은 정전시를 고려해야 한다.

4.7 상징수의 제거와 처리

소화조 상징수의 제거와 처리를 위해서는 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 상징수 제거관은 소화조의 적당한 깊이에서 상징수를 제거할 수 있도록 3-4개소에 배치되어야 하며 또한 소화조에는 월류관을 설치한다.

(2) 소화조 상징수는 하수처리시설의 하수처리계통으로 반송하여 재처리시켜야 한다.

4.8 가온 및 보일러

소화조의 가온을 위한 설비는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 가온은 직접가온방식 또는 간접가온식으로 한다.

(2) 가온에 필요한 열량은 유입찌꺼기(슬러지)의 가온에 필요한 열량에 소화조와 가온배관 등에서 외계로의 방사열 등을 고려한다.

(3) 보일러의 구조는 관련법규에 기초를 둔 것으로 안전한 운전이 될 수 있게 해야 한다.

(4) 보일러 및 증기배관 등은 단열재로 덮고, 증기관에는 증기트랩 및 진공방지 밸브를 설치한다.

(5) 증기주입은 진동 및 소음을 방지를 고려하여 결정한다.

(6) 증기보일러에는 급수처리장치를 설치한다.

4.9 소화가스의 포집 및 저장

찌꺼기(슬러지) 소화가스의 포집과 저장을 위한 시설은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 소화가스의 포집은 찌꺼기(슬러지)의 소화상태, 찌꺼기(슬러지)의 유입, 소화찌꺼기(슬러지) 및 상징수의 제거에 따른 소화가스 발생량과 가스압이 100~300mmHg를 항상 유지하도록 설계한다.

(2) 찌꺼기(슬러지) 소화조 지붕의 가스돔 및 가스포집관에 안전장치를 설치한다.

(3) 가스포집관은 내경 100~300 mm 정도로 한다. 배관은 가스흐름방향에 따라 약 1/200 정도의 기울기를 가져야 하며 관의 수직부분 바로 앞에는 제수밸브를 위치시켜야 한다.

(4) 건식이나 습식탈황장치를 설치하며, 설계시 다음사항을 고려한다.

① 황화수소(H_2S)농도는 소화조 유입 찌꺼기(슬러지)의 성상과 연계처리 되는 분뇨, 가축분뇨, 침출수 및 음폐수 등을 고려하여 결정한다.

② 연계처리, 지역적·계절적 특성 등으로 인한 하수찌꺼기(슬러지)의 성상변화는 소화가스내 황화수소 농도에 영향을 미치므로 탈황설비 용량 산정시 이를 충분히 고려하여야 한다.

(5) 하루에 발생하는 가스부피의 1/2 정도를 저장할 수 있는 용량의 가스저장조를 설치한다.

(6) 가스저장조의 구조는 관계법규에 준하여 설계한다.

(7) 잉여가스의 가스연소장치를 준비한다.

일반적으로 소화조의 지붕이나 가스저장조로부터 최소한 15m는 떨어져 있어야 하며 눈에 잘 띠는 곳에 위치시켜야 하며 유량계 역화방지장치, 자동방출장치 등을 설치하고, 연소장치는 노내연소형과 노외연소형이 있고 버너에 공급하는 가스 및 노에 보내는 공기의 가압여부에 따른 구분도 있다. 대규모시설에서는 많은 양의 가스를 이동시켜야 하므로 가압하는 기종이 필요하다 설계시 다음 시항을 고려한다

① 소요공기량

② 배출가스 유량

③ 연돌 배출속도

④ 연소가스 체류시간 (0.3초 이상)
⑤ 연소온도범위 (850-1,200℃)
⑥ 에너지 방출량

4.10 소화가스의 에너지화

가능한 한 소화가스를 폐기시키지 말고 다음에 열거된 목적을 위하여 이용할 수 있도록 필요한 시설을 갖추는 것이 좋다.

(1) 가온
(2) 찌꺼기(슬러지)의 건조 및 소각
(3) 에너지원으로 이용할 경우 다음사항을 고려한다.
① 전력과 열을 얻기 위해 발전하는 경우 발전시설 등의 성능과 운전에 영향을 주는 소화가스의 황화수소(H_2S), 실록산(siloxane), 수분(H_2O), 유분 등을 제거하는 설비를 갖추어야 한다.
② 소화가스를 천연가스 또는 바이오메탄가스 등으로 판매할 경우에는 품질규격에 적합하도록 가스정제시설을 설치할 수 있다.

4.11 부대시설

(1) 찌꺼기(슬러지) 소화조의 밸브 조작실은 다음 사항을 고려하여 설계한다.
① 소화조에 인접시키거나 부근에 설치한다.
② 폭발성의 메탄가스에 대한 자동경보장치를 설치하여야 하고 내화성으로 가스의 누출 및 화재와 폭발에 대하여 안전한 구조로 한다.
③ 필요한 기기의 반출입, 설치, 점검, 수리 등에 편리한 구조로 한다.
④ 실내의 환기, 조명, 배수를 고려한다.
(2) 찌꺼기(슬러지) 소화조에는 가온설비, 교반장치, 소화가스 포집 및 저장설비 외에도 스컴 방지 및 제거장치, 맨홀 및 역화방지기, 시료채취장치, 온도측정장치, 수위계 및 투시창과 보호관, 소화탈리액 부하관리를 위한 반류수 유량계 등을 설치하는 것이 좋다.
(3) 찌꺼기(슬러지) 소화시설의 설계시 소화조를 주기적으로 청소할 수 있는 시설이 되도록 고려한다.

4.12 분뇨, 음식물폐수 등 연계처리

분뇨 및 음식물폐수를 혐기성 소화조에서 연계처리하는 경우에는 다음 사항을 고려한다.

(1) 분뇨 및 음식물폐수처리용량
하수처리시설에서 연계수용가능한 분뇨 또는 음식물폐수 처리용량은 하수처리계통 및 찌꺼기(슬러지)처리계통 전체를 고려한 여유용량만큼으로 한다.
(2) 전처리방법
드럼스크린이나 분쇄기 침사 제거설비를 추가 설치하는 것이 필요하다
(3) 운전방법

유입되는 분뇨 또는 음식물폐수의 특성을 파악하여 적절한 부하량을 선정하여 체류시간을 조절하고 가스생산량과 발생되는 소화찌꺼기(슬러지)량 등도 고려하여 후속처리시설에서의 문제발생을 줄이도록 한다.

(4) 상징수의 처리

하수처리계통으로 반송되어 하수처리시설에 과부하를 유발하지 않도록 주의하여야 한다.

5 호기성 소화

5.1 호기성 소화의 원리

호기성 소화는 미생물의 내생호흡을 이용하여 유기물의 안정화를 도모하며, 찌꺼기(슬러지) 감량뿐만 아니라 차후의 처리 및 처분에 알맞은 찌꺼기(슬러지)를 만드는데 있다.

5.2 설계시 고려사항

(1) 온도가 소화효율에 미치는 영향을 고려한다.

(2) 유입찌꺼기(슬러지)의 농축 필요성을 설계시 고려한다.

5.3 시설계획

(1) 호기성 소화조의 용량은 식 (1.5.1)을 사용하여 계산할 수 있다.

$$V = \frac{Q_i (X_i + Y \cdot S_i)}{X\left(b \cdot P_v + \frac{1}{SRT}\right)} \quad \cdots\cdots (1.5.1)$$

여기에서, V : 호기성 소화조의 실용적 (m^3)

Q : 평균찌꺼기(슬러지)유입량(m^3/d)

X : 유입찌꺼기(슬러지)의 부유물농도(mg/l)

Y : 유입찌꺼기(슬러지)의 BOD 중에서 1차찌꺼기(슬러지)가 차지하는 비율

Si : 유입찌꺼기(슬러지)의 BOD(mg/l)

X : 소화조의 부유물농도(mg/l)

b : 내호흡률(l/d)

Pv : 소화조의 부유물 중에서 휘발성 고형물이 차지하는 비율

SRT : 고형물체류시간(d)

(2) 호기성 소화조의 수와 형상은 다음 사항을 고려하여 정한다.

① 소화조의 수는 최소한 2조 이상으로 한다.

② 형상은 직사각형 또는 원형으로 하며, 원형인 경우 바닥의 기울기는 10~25% 정도 되게 한다.

③ 측심은 5 m정도로 하며, 0.9~1.2 m의 여유고를 주어야 한다.

(3) 호기성 소화조는 수밀성의 구조로 한다.

(4) 호기성 소화조의 설계시 소화조가 다음에 열거된 두 가지 방법중에서 어느 방법에 의하여 운전될 것인가를 고려한다.

① 회분식 운전
② 연속 운전

(5) 호기성 소화조는 찌꺼기(슬러지)의 유입, 상징수의 제거, 소화찌꺼기(슬러지)의 제거, 그리고 포기용 공기공급을 위한 배관을 고려하여 설계한다.

5.4 상징수의 제거와 처리

호기성 소화는 상징수에 관하여 다음 사항을 고려하여 설계한다.

(1) 상징수는 용해성 BOD 및 부유고형물의 농도가 가급적 낮게 되도록 한다.

(2) 상징수는 하수처리시설에서 재처리한다.

산소공급시설

(1) 찌꺼기(슬러지)를 호기성으로 소화시키기 위하여 요구되는 산소의 양은 식 (1.5.5)로 계산할 수 있다.

$$R_i = K(1.67\,S_i - O_a) \quad \cdots\cdots (1.5.5)$$

여기에서, Ri :호기성소화조의 산소요구량(kg/d)

Si :산화되는 폐고형물에 상응하는 유입오수의 BOD5부하(kg/d)

Oa : 주포기조에서 소모된 산소량(kg/d)

K :상수([그림 5.5.5]의 A 곡선과 같이 질산화를 일으키지 않으면 1.0이고 B곡선과 같이 질산화를 일으키면 1.24이다.)

(2) 소화조에서의 산소공급 및 찌꺼기(슬러지)혼합을 위한 포기시설은 다음의 세 종류 중에서 알맞는 것을 선택한다.

① 산기식 포기법
② 기계식 수면포기법
③ 기계식 수중포기법

6. 찌꺼기(슬러지)의 개량

6.1 세정장치

찌꺼기(슬러지) 세정장치는 다음 사항을 고려하여 설계한다.

(1) 찌꺼기(슬러지)의 알칼리도를 400~600 mg /*l* 정도로 낮추기 위하여 최종처리수 등을 이용하여 세정한다.

(2) 세정조의 고형물부하는 50~90 kg / m^2·d 정도로 한다.

(3) 세정조의 형상은 원형 또는 사각형으로 하고 유효수심은 4 m 정도로 한다.

(4) 세정조 상징수의 처리방법을 고려한다.

6.2 약품처리

약품을 이용하는 찌꺼기(슬러지)의 화학적 개량장치는 다음의 사항을 고려하여 설계한다.

(1) 응집제로는 유기응집제(고분자응집제) 및 무기응집제(염화제1철, 염화제2철 및 황산제1철 등)이 이용되고, 응집보조제로서는 소석회, 과산화수소 등이 이용될 수 있다.

(2) 약품용해조의 내면은 부식방지 처리되어야 하며 교반기를 설치한다.

(3) 응집혼합조는 약품용해조에 준하여 설계한다.

(4) 약품저장량은 계획주입량의 3~7일분 정도로 한다.

(5) 약품은 습기가 적고 환기가 잘 되는 곳에 저장한다.

(6) 약품은 취급이 편리하도록 약품주입장치와 동일 건물 또는 인접위치에 저장한다.

(7) 약품주입기는 설계주입률의 0.5~5배의 용량을 가져야 한다.

(8) 고분자응집제를 사용할 경우 저장시에 방습을 고려하여야 하며, 응집제의 용해조작 및 응집효과 개선을 위하여 일정온도 이상의 온수를 용해수(희석수)로 사용하는 것이 좋다.

6.3 열처리설비

(1) 가열온도, 시간, 적용압력은 찌꺼기(슬러지)의 특성을 고려하여 결정하며 시설용량은 계획찌꺼기(슬러지)량에 대하여 10%정도 여유를 고려한다.

(2) 장치는 2계열 이상으로 설치한다.

(3) 장치의 중심부인 반응조, 열교환기, 압력배관 등은 재질 및 구조면에서 특히 안전을 고려하여 설계한다.

(4) 대수는 1계열에 대하여 여비를 포함하여 2대 이상으로 한다.

(5) 열교환기는 이중관식으로 하며 관경과 유속은 찌꺼기(슬러지)중의 협잡물에 의하여 폐쇄되지 않도록 정한다.

(6) 열전달계수는 대략 200~800kcal/m^2·℃·h 정도의 값을 사용한다.

(7) 반응조는 원통형이나 이중관형으로 하되 내부의 청소가 가능한 구조로 한다.

(8) 보일러의 용량은 증발량, 압력, 장치의 처리능력을 고려하여 충분한 여유가 있어야 한다.

(9) 보일러는 예비를 포함하여 2대 이상을 설치한다.

(10) 열처리장치에는 찌꺼기(슬러지) 저류조, 분쇄기, 탈취설비, 열처리 찌꺼기(슬러지) 농축조를 설치한다.

7. 찌꺼기(슬러지)의 탈수

7.1 가압탈수설비

7.1.1 여포형 가압탈수기(filter press)

(1) 가압탈수기

탈수기는 다음 사항을 고려한다.

① 탈수면적으로 표시되는 여포형 가압탈수기의 용량은 다음 식(1.7.1)을 이용하여 구할 수 있다.

$$A = \frac{1{,}000(1-W/100)\cdot Q}{V\cdot t} \quad \cdots\cdots (1.7.1)$$

여기에서, A : 탈수면적(m^2)

W : 찌꺼기(슬러지) 함수율(%)

Q : 유입찌꺼기(슬러지)량(m^3/d)

V : 탈수속도($kg/m^3\cdot h$)

t : 일 운전시간(h/d)

$$N = \frac{A}{a}$$

여기에서, N : 대수(대)

a : 1대당 유효탈수면적(m^2/대)

② 대수는 예비없이 2대 이상으로 한다.

③ 여포는 내구성 있는 것을 사용한다.

(2) 찌꺼기(슬러지) 유입펌프

찌꺼기(슬러지) 유입펌프는 다음 사항을 고려하여 정한다.

① 유입펌프는 회전식, 왕복운동식 및 다이어프램펌프 등으로 선정한다.

② 유입펌프는 탈수기 1대마다 설치하며 대수는 예비를 포함해 2대 이상으로 한다.

(3) 공기압축기

송풍용 공기압축기는 다음의 사항을 고려하여 정한다.

① 토출공기량은 탈수실 용량 $1m^3$당 대기압하에서 약 $2m^3/min$으로 한다.

② 토출압력은 $7kg/cm^2$ 정도로 한다.

③ 대수는 예비를 포함해 2대 이상으로 한다.

(4) 부대설비

부대장치로서 찌꺼기(슬러지) 저류조, 압축설비, 여포세척, 약품주입 및 찌꺼기(슬러지)공급펌프, 탈수케익 이송 및 저장설비 등을 설치한다.

7.1.2 여포형 다중판형 스크류프레스 탈수기

(1) 용량은 다음식에 의해 구한다.

$$N = \frac{Q\times d}{1000\times q\times t} \quad \cdots\cdots (1.7.2)$$

여기에서, N : 스크류 본수(본)

Q : 유입찌꺼기(슬러지)량(m^3/hr)

d : 유입찌꺼기(슬러지) 농도(mg/l)

q : 스크류 1본당 처리량(kg·DS/hr·본)

t : 일 운전시간(hr/24)

(2) 보통 스크류 본수는 1본을 예비로 한다.
(3) 스크류의 속도는 변속이 가능하도록 한다.

7.2 밸트프레스 탈수설비

7.2.1 벨트프레스 탈수기

(1) 용량은 다음 식(1.7.3)에 의해 구한다.

$$B = \frac{1,000(1-W/100)\cdot Q}{V\cdot t} \quad \cdots\cdots (1.7.3)$$

여기에서, B : 유효여포폭(m)
W : 찌꺼기(슬러지) 함수율(%)
Q : 유입찌꺼기(슬러지)량(m^3/d)
V : 탈수속도($kg/m^2\cdot h$)
t : 일 운전시간(h/d)

$$N = \frac{B}{b}$$

여기에서, N : 대수(대)
b : 1대당 유효여포폭(m/대)

(2) 대수는 예비없이 2대 이상으로 한다.
(3) 여포는 잘 막히지 않으며 내구성 있는 것을 사용한다.
(4) 벨트의 속도는 변속할 수 있는 것으로 한다.

7.2.2 벨트프레스 탈수기실

벨트프레스 탈수실은 작업하기에 충분한 넓이로 환기, 조명, 배수가 좋아야 하며, 탈수케익의 반출이 편리한 위치에 설치한다.

7.2.3 탈수케익 수송장치

탈수케익 수송용 컨베이어의 기울기는 20° 이하로 하며, 벨트폭은 40~90cm 정도로 한다.

7.2.4 부대설비

부대장치로서 찌꺼기(슬러지) 저류조, 압축설비, 여포세척, 약품주입 및 찌꺼기(슬러지)공급펌프, 탈수케익 이송 및 저장설비 등을 설치한다.

7.3 원심탈수설비

7.3.1 원심탈수기

원심탈수기에 의한 탈수효율을 증가시키기 위해서는 다음 사항을 고려하여 설계한다.

(1) 탈수기의 용량은 찌꺼기(슬러지)의 성상, 고형물의 농도 및 운전시간을 고려하여 결정한다.
(2) 대수는 다음 식(1.7.6)을 이용하여 구할 수 있다.

$$N = \frac{Q}{q \cdot t} \quad \cdots\cdots (1.7.6)$$

여기에서, N : 대수(대)
Q : 유입찌꺼기(슬러지)량(m^3/d)
q : 1대당 처리 용량(m^3/대·h)
t : 일 운전시간(h/d)

(3) 대수는 예비없이 2대 이상으로 한다.
(4) 스크루 부분의 재질은 내구성 있는 것으로 한다.

7.3.2 원심탈수기실

탈수기실은 작업하기에 충분한 넓이로 환기, 조명, 급배수가 좋도록 한다. 또한, 원심탈수기에서 발생하는 진동이 건물과 공진하지 않도록 배려한다.

7.3.3 탈수케익 수송장치

농축찌꺼기(슬러지)를 탈수시키는 경우는 탈수케익의 악취가 심하므로 탈수케익 수송장치, 저류설비 등의 방취방법을 고려한다.

7.3.4 부대장치

부대장치는 1.3.3의 3)을 참조할 것.

7.4 기타 기계적 찌꺼기(슬러지) 탈수방법

찌꺼기(슬러지)의 탈수를 위하여 지금까지 설명된 기계적 방법 외에도 다음과 같은 기계적 방법을 고려해 볼 필요가 있다.
(1) 중력법
(2) 중력가압법
(3) 반연속적 복합가압시설
(4) 다이어프램이나 나사식 가압기를 이용하는 압출기
(5) 진공차 및 이동용탈수차

7.5 탈수기 부대설비

7.5.1 찌꺼기(슬러지) 및 약품 공급펌프

공급펌프는 다음 사항을 고려하여 결정한다.
(1) 원칙적으로 용적형 펌프를 설치한다.

(2) 예비를 포함하여 2대 이상 설치한다.
(3) 배관은 개별배관을 원칙으로 한다.

7.5.2 공기압축기

공기압축기는 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 용량은 압축기의 운전시간 및 탈수기 요구압을 기준으로 산정한다.
(2) 일시에 요구하는 용량을 고려한 압력탱크와 건조기를 설치한다.
(3) 대수는 예비를 포함해 2대 이상으로 한다.

7.5.3 탈수케익 이송장치

탈수케익 이송장치는 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 용량은 탈수기의 용량 및 대수를 고려하여 정한다.
(2) 이송장치로는 켄베이어식과 펌프압송식 있다.

8. 찌꺼기(슬러지)의 건조

8.1 함수율 및 건조특성

찌꺼기(슬러지) 건조는 다음의 각 항목을 고려하여 결정한다.
(1) 건조찌꺼기(슬러지)의 함수율은 건조찌꺼기(슬러지)의 이용 목적이나 후속 공정에 대하여 적절한 값으로 설정한다.
(2) 찌꺼기(슬러지) 건조 특성을 사전에 파악하는 것이 바람직하다.

8.2 건조방식

건조 방식은 가열 여부에 따라 열적건조방식과 기계식건조방식으로 구분하며, 열적건조방식에는 다음의 두 가지가 있다.
(1) 직접가열 건조방식
(2) 간접가열 건조방식

8.3 건조기 설계 순서

건조기 설계는 다음의 순서에 따라 행한다.
(1) 설계 조건의 설정
(2) 증발 수분량의 산정
(3) 건조기 필요용적 또는 열전달면적의 계산
(4) 필요열량의 산정
(5) 열원의 검토
(6) 건조 장치 결정

(7) 보조 기기의 결정

8.4 용량, 수 및 구조

용량 등은 다음의 항목을 고려하여 결정한다.
(1) 용량은 열용량 계수, 총열전달계수 및 증발 속도 등을 고려하여 결정한다.
(2) 대수는 1대당 증발 능력, 계열수순 및 증설 계획 등을 고려하여 결정한다.
(3) 건조기 내부 재료는 내열, 내식성 또는 내마모성 등의 특성이 있는 것을 사용한다.

8.5 건조 조건 설정

건조 조건은 다음의 각 항목을 고려하여 결정한다.
(1) 열매체의 건조기 입구의 온도
(2) 건조에 필요한 열매체 양
(3) 건조용 공기의 양과 온도

8.6 부대장치

부대장치로서 정량 공급 장치, 보일러 및 열풍 발생로, 가스 세정기, 열교환기, 필요에 따라 독립된 탈취 장치를 설치하기도 한다.

9. 퇴비화

9.1 기본조건

퇴비화 시설의 기본 조건은 다음의 각 항을 종합적으로 고려하여 결정한다.
(1) 퇴비화 시설의 규모는 퇴비의 수요량에 적합하도록 한다.
(2) 퇴비는 분해 과정에서 65℃ 이상의 온도에서 2일 이상 경과하여야 한다.
(3) 퇴비의 품질목표는 찌꺼기(슬러지) 케익의 성상, 퇴비화 방식, 시비시의 상황, 법령기준 등을 감안한다.
(4) 퇴비화 시설은 입지조건을 충분히 고려하도록 한다.
(5) 투입 조건은 품질목표 이외에도 찌꺼기(슬러지) 케익의 함수율, 퇴비의 반송률, 첨가물의 첨가율 등을 고려한 물질 수지 또는 열수지를 기초로 하여 설정한다.

9.2 전처리 설비

전처리 설비는 다음의 각 항목을 고려하여 결정한다.
(1) 혼합 장치는 교반 또는 분산 기능이 우수한 것으로 한다.
(2) 필요에 따라 건조 설비를 설치한다.

9.3 퇴비화조의 크기

분해 일수 및 유효 용량은 다음의 각 항목을 고려하여 결정한다.

(1) 일차분해 일수는 10~14일을 기준으로 한다. 다만 퇴비성상의 안정화가 필요한 경우는 이차분해를 행한다.

(2) 퇴비화조의 유효 용량은 투입 혼합물의 용적, 퇴비화에 의한 용적의 변화 또는 혼합물의 분해일수를 고려하여 결정한다.

9.4 퇴비화조 형식과 구조

퇴비화조 형식과 구조는 다음의 각 항목을 고려하여 결정한다.

(1) 퇴비화조 형식은 퇴적형 및 횡형, 입형이 있으며 주변 환경에 미치는 영향을 충분히 고려하되 가능한 한 간단한 것으로 한다.

(2) 퇴비화조 구조는 조내 혼합물의 이동이 적절하게 행해지도록 한다.

(3) 혼합물 및 배기가스 접촉 부분은 내식성을 고려한다.

9.5 공기공급량

공기공급설비는 다음의 각 항목을 고려하여 결정한다.

(1) 공기공급량은 퇴비화조 형식, 찌꺼기(슬러지) 케익 종류, 분해 일수 등을 고려하여 결정한다.

(2) 공기공급용 송풍기 등의 설치 대수는 예비를 포함하여 2대 이상으로 한다.

(3) 공기공급장치는 필요 공기공급량을 확보할 수 있는 용량의 것으로 한다.

9.6 제품화 관련 설비

제품화 설비는 필요에 따라 다음의 각 설비를 설치한다.

(1) 체분류 설비

(2) 입상화 설비

(3) 포장 설비

9.7 저류설비

저류 설비는 다음의 각 항목을 고려하여 결정한다.

(1) 저류 방식은 노상저류 또는 호퍼 방식으로 한다.

(2) 저류 용량은 1~2일 정도로 한다.

9.8 저장설비

저장 설비는 수요량의 계절적 변동을 고려한 용량으로 한다.

9.9 악취제거설비

악취제거 시설을 설치한다.

9.10 퇴비화의 문제점

하수찌꺼기(슬러지)를 이용하여 퇴비를 생산할 경우는 다음 사항을 고려하여야 한다.
(1) 품질관리
(2) 유통체계

10. 찌꺼기(슬러지) 소각

10.1 기본 고려사항

찌꺼기(슬러지) 소각로는 다음 사항을 고려하여 설계한다.
(1) 찌꺼기(슬러지)의 열량을 파악하여 보조연료의 필요유무를 결정한다.
(2) 이론공기요구량 및 잉여공기 요구량을 결정한다.
(3) 열회수의 경제성을 파악한다.

10.2 다단소각로

10.2.1 노상면적, 단수 및 기수

다단소각로의 노상면적, 단수 및 기수는 다음의 사항을 고려하여 정한다.
(1) 노상면적은 건조, 소각 및 냉각의 각 과정에 필요한 면적의 합으로 한다.
(2) 단수는 6~12단 정도로 한다.
(3) 기수는 2기 이상으로 하는 것이 좋다.

10.2.2 구조와 재질

다단로의 구조와 재질은 다음 사항을 고려하여 정한다.
(1) 소각로는 자립형으로 지지부와 쉘(shell) 저부는 자중, 적재하중, 풍압, 지진력, 적설하중 등에 충분히 견딜 수 있어야 한다. 또한, 쉘바닥의 벽돌에 접하는 부분에서는 벽돌의 열팽창에 의한 응력발생을 충분히 고려한다.
(2) 바닥벽돌과 내화벽돌은 내화성과 고온강도를 충분히 가져야 하며 내식, 내마모성의 것이어야 한다. 또한, 내화벽과 쉘 사이에는 내화 및 내열재를 이중구조로 하는 등 단열층을 설치하면 좋다.
(3) 노의 측부에는 수리를 위하여 출입구를 설치한다.
(4) 다단로내의 중앙구동축과 혼합기팔, 혼합기의 이(teeth)는 내열성과 내식성이 충분히 있어야 하며, 축과 팔은 이중관 구조로 하여 내부공냉식이 되도록 한다.
(5) 중앙구동축의 회전수는 분당 0.5~2 rpm 정도로 한다.
(6) 비상시를 대비하여 긴급개방밸브를 설치한다.

10.2.3 소각온도, 공기비 및 로내압

소각온도, 공기비 및 로내압은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 다단로에서의 소각온도는 700~900℃로 한다.

(2) 공기비는 1.3~2.0이 적합하다.

(3) 노내압은 부압을 갖도록 한다.

10.2.4 부대장치

부대장치는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 탈수된 찌꺼기(슬러지) 케익은 직접 연속적으로 로에 주입하는 것이 바람직하다. 탈수케익의 발생속도와 케익을 로에 공급하는 속도 간에 차이가 생기는 경우에는 탈수케익을 저류시킬 수 있는 저류조를 설치하여 이곳으로부터 케익이 로 내로 공급되도록 하며, 또한 적절한 정량을 로에 공급할 수 있는 장치를 설치한다.

(2) 다단로에서는 찌꺼기(슬러지) 소화가스나 중유, 등유, 도시가스 등을 보조연료로 사용할 수 있다. 찌꺼기(슬러지)를 혐기성 소화시킬 것인가 소각시킬 것인가를 판단하기 위해서는 신중한 고려가 필요하다. 혐기성 소화와 소각처분은 각각 장단점을 지니고 있으며 이러한 처분방법의 결정에는 건설비와 장기적인 유지관리비, 찌꺼기(슬러지)의 최종처분방법, 지역적 규모와 특성, 운전관리 능력, 매립지의 확보 가능 여부 등의 종합적인 요소를 고려하여야 한다. 하수찌꺼기(슬러지)의 처리방식에 따른 에너지측면에서 유지관리비를 비교해보면, 일반적으로 찌꺼기(슬러지) 처리시에 소요되는 에너지량은 하수처리시설의 총전력사용량의 약 10～20%를 차지하는 것으로 알려져 있으며, 찌꺼기(슬러지)를 소각하는 경우 소각로의 형식, 운전조건 등에 따라 소요 에너지량도 다르게 나타난다.

(3) 소각재 저류조 용량은 1일 발생량 이상을 표준으로 한다. 또한 건조된 소각재는 배출시 비산하기 쉬우므로 가습장치 등의 적절한 조치를 필요로 한다.

(4) 노에서 배출되는 배기가스에 포함된 매연을 제거하기 위해 배기가스 처리장치를 설치한다. 또한, 소각 시 발생하는 악취성분을 제거하기 위한 악취제거장치를 설치한다.

(5) 보조연료연소장치

(6) 공기 공급장치

(7) 기타 탈수케익 이송설비, 펌프설비, 소각재 반출설비 및 소각재 저류조, 배기가스 냉각설비, 배기굴뚝, 방음 및 제진설비, 온도감지기 등

10.3 회전소각로

10.3.1 공정개요

원통형 소각로를 수평으로 설치하여 연속적으로 회전시키면서 소각하는 방법으로 건조와 소각을 동시에 할 수 있다. 노는 역류직화식 형태로 사용하며 전체적으로는 부압상태에서 운전된다. 노의 운전상태는 외부로 배출되는 가스의 온도를 검사하여 조절하는데 대략 850℃ 정도를 유지한다.

10.3.2 형상, 용적 및 대수

회전소각로의 형상, 용적 그리고 대수는 다음 각 항을 고려하여 정한다.

(1) 노의 형식은 역류직화식으로 한다.

(2) 노의 용적은 건조영역과 소각영역에 필요한 부피를 합한 것으로 한다.

(3) 노의 내경과 길이의 비는 1 : 10~1 : 15 정도로 한다.

(4) 노의 대수는 2대 이상으로 하는 것이 좋다.

10.3.3 구조와 재질

회전건조소각로의 구조와 재질은 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 로는 정하중 및 동하중 등에 충분히 견딜 수 있어야 하며, 부등침하가 생기지 않도록 견고한 기초 위에 설치한다.

(2) 로의 벽은 열손실이 적은 내화재 구조로 하여야 하며, 열팽창에 의한 응력 발생을 충분히 고려한다.

(3) 로의 회전수는 2 rpm 정도로 하며 기울기는 2/100를 표준으로 한다.

10.3.4 소각온도

(1) 소각온도는 850℃로 한다.

(2) 공기비는 1.5~2.0으로 한다.

(3) 노내압은 부압을 유지하도록 한다.

10.3.5 부대장치

회전소각로의 부대장치는 다음의 각 항을 고려하여 정한다.

(1) 탈수케익의 공급장치, 보조연료장치, 연료공급장치, 소각재 저류조, 배기가스 처리장치 등의 부대장치를 갖춘다.

(2) 정전이나 기타 사고에 대하여 노의 운전을 단속할 수 있도록 필요한 비상용 구동설비를 설치한다.

10.3.6 보조연료 공급장치

보조연소장치 및 보조연료공급장치는 다음의 각항을 고려하여 정한다.

(1) 보조연소장치는 직접가열방식으로 한다.

(2) 보조연소장치용 버너는 연소량의 변동폭을 크게 변화시킬 수 있는 것으로 한다.

(3) 연료공급장치는 보조연료로서 일반적으로 중유, 등유, 소화가스 또는 도시가스를 사용하며 중유 및 등유 저류탱크의 용량은 적정 사용량의 3~10일분으로 한다.

10.3.7 공기공급장치

회전소각로에 주로 사용되는 공기공급방식은 송・배풍방식을 사용한다. 공기공급장치의 용량은 연소계산에 잉여공기량을 감안하여 산정한다. 공기공급장치의 설치대수는 고장 등에 대비하여 2

대로 하는 것이 좋다.

10.4 유동층소각로

10.4.1 용량 및 수

(1) 용량 및 수는 2대 이상으로 한다.
(2) 찌꺼기(슬러지) 성상의 연간 변화 및 가동률을 예측하여 처리규모를 결정한다.

10.4.2 노상면적

노상면적은 공탑속도, 연소실(유동층)의 용적부하율, 노상면적부하율 및 수분부하율을 검토하여 정한다.

10.4.3 구조 및 재질

구조 및 재질은 다음 사항을 고려한다.
(1) 노는 입형으로 자중, 적재하중, 풍압, 적설하중 등에 견딜 수 있는 구조라야 한다.
(2) 구조 및 높이는 로 내에서 완전소각이 되며 유동매체가 노 밖으로 튀어나오지 않아야 한다.
(3) 내부벽은 내화성, 내식성, 내마모성의 것으로 한다.
(4) 유동층 및 프리보드의 로 벽의 일부에 수리 및 점검을 위한 점검구를 설치한다.
(5) 비상시를 대비해 긴급개방밸브를 설치한다.

10.4.4 소각온도, 공기비 및 로내압

소각온도, 소각용 공기 및 로내압은 다음 사항을 고려하여 결정한다.
(1) 소각온도는 850℃ 정도로 한다.
(2) 공기비는 1.3 정도로 하며 공기와 건조고형물의 무게비는 6~50 kg/kg 정도로 한다.
(3) 프리보드부의 로내압은 항상 -5~-50 mmH^2O를 유지하도록 한다.
(4) 연소용 공기는 배기가스와의 열교환에 의해 500℃ 정도로 예열한다.

10.4.5 탈수케익 및 연료의 공급장치

탈수케익 공급장치는 찌꺼기(슬러지)가 로 내에 골고루 투입될 수 있는 구조로 설치하며, 공급장치와 관련한 기타사항 및 연료공급장치는 1.10.2의 4)에 준한다.

10.4.6 보조소각장치

보조소각장치로는 유동층부에 항상 연료분사기, 송풍실에 시동용 열풍 발생로 등이 있다.

10.4.7 배기가스 처리장치

노에서 배출되는 배기가스중에 포함된 매연을 제거하기 위해 배기가스 처리장치를 설치한다.

10.4.8 유동층소각로 유동매체 및 유동장치

유동매체와 유동장치는 유동층소각로의 중요한 부분이므로 설계 시에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

(1) 유동매체로 주로 사용하는 것은 모래이며 내마모성 및 내열성을 갖추어야 한다.

(2) 투입되는 모래의 양은 모래 대 찌꺼기(슬러지)의 비가 3~8 kg / kg 정도가 되도록 한다.

(3) 유동 시에 매체가 배출되지 않도록 주의한다. 유동매체의 손실은 300시간 운전을 기준으로 5% 이내가 되도록 한다.

(4) 유동장치는 공기를 이용하므로 송풍기를 일반적으로 이용한다. 가압송풍기의 토출압력은 약 2,500 kg/m^2 정도이다.

10.4.9 열회수장치

열회수장치는 다음의 각 항을 고려하여 정한다.

(1) 연소용 공기를 예열하는 경우 공기예열기를 이용하여 배기가스로부터 열을 회수한다.

(2) 배기가스 처리장치로 보내는 배기가스에서는 백연방지 예열기에 의해 열을 회수한다.

(3) 보조연료의 절약을 위해서는 배기가스로부터 회수된 열로 찌꺼기(슬러지) 케익을 건조한다.

(4) 세연배수의 열이용에 대해서도 검토한다.

10.5 찌꺼기(슬러지)의 탄화

10.5.1 탄화원리

예로부터 널리 사용하던 탄화로의 원리에 기초한 것으로 찌꺼기(슬러지) 등 유기성폐기물을 무산소 상태에서 가열하면 로 내에서 수분 및 가스가 발생하고 열분해가 시작되며, 잔존물에는 탄소를 주체로 하는 무기물이 남는 것을 탄화라고 한다.

10.5.2 탄화방식

탄화방식은 열원과 찌꺼기(슬러지)의 열 접촉 방식에 따라 직접가열식과 간접가열식이 있으며, 탄화로 구조에 따라 스크류식과 로타리킬른식, 회전로상식 등이 있다.

10.5.3 규모 및 대수

(1) 탄화로 1기당 처리능력은 1일당 10~140톤 케익 정도이며 , 처리용량 및 대수는 2대 이상으로 한다.

(2) 찌꺼기(슬러지) 성상의 연간 변화 및 가동률을 예측하여 처리규모를 결정한다.

10.5.4 탄화로 노상면적

노상면적 및 단수는 다음의 각 항을 고려하여 정한다.

(1) 로상면적은 탄화조작에 필요한 면적이다.

$$A_n = \frac{F_f \cdot \left(\frac{100 - W}{100}\right)}{V_p} \qquad (1.10.36)$$

여기에서 An : 노상면적(m^2)

Ff : 건조케익공급량(%)

W : 건조케익함수율(%)

Vp : 탄화속도$kg/m^2 \cdot h$) (일반적으로 20～25 $kg/m^2 \cdot h$)

(2) 단수는 4~6 단 정도로 한다.

10.5.5 연소온도, 공기량 및 로내압

연소온도, 공기비 및 로내압은 다음의 각 항을 고려하여 정한다.

(1) 연소단의 온도는 700~900℃로 한다.

(2) 공기비는 0.4~0.8로 한다.

(3) 로내압은 -50～-200 Pa의 부압을 유지한다.

10.5.6 배기가스 처리장치

배출되는 배기가스 중에 포함된 매연을 제거하기 위해서 배기가스 처리장치를 설치한다.

10.6 습식산화시설

10.6.1 습식산화시설 설계 시 고려사항

습식산화시설의 설계에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

(1) 산화도는 찌꺼기(슬러지)의 성상 및 처리방법 등에 따라 달라지지만 통상 50~70% 정도로 한다.

(2) 소요공기량 및 발열량을 산정한다.

(3) 처리용량은 처리량의 10% 정도 여유를 두며, 설치대수는 고장 등에 대비하여 2계열로 하는 것이 좋다.

(4) 반응시간은 40분에서 1시간 정도로 한다.

10.6.2 온도와 압력

반응온도와 압력은 요구되는 산화도 및 적용방법에 따라 결정한다.

10.6.3 구조

습식산화장치는 고온 및 고압에 견딜 수 있는 내압 및 내식성의 재질을 사용한다.

10.6.4 가압펌프

가압펌프는 다음 사항을 고려하여 정한다.

(1) 용량은 계획찌꺼기(슬러지)량에 따라서 정한다.

(2) 가압펌프의 대수는 예비를 포함하여 2대 이상으로 한다.

10.6.5 공기압축기

공기압축기는 다음의 사항을 고려하여 정하는 것이 좋다.
(1) 용량은 찌꺼기(슬러지)량, 찌꺼기(슬러지)의 COD, 산화도, 잉여산소량 등을 고려하여 정한다.
(2) 다단왕복운동식으로 단수는 소요압력에 따라 3~5단으로 한다.

10.6.6 열교환기

열교환기는 다음의 사항을 고려하여 정한다.
(1) 이중관을 사용한다.
(2) 관경과 유속은 찌꺼기(슬러지) 중의 협잡물에 의하여 막히지 않고 오염물의 부착이 적게 일어날 수 있게 선정한다.
(3) 열전달계수는 대체로 500~1500 kcal/m2·℃·h 정도의 값을 사용한다.

10.6.7 반응탑

반응탑은 다음의 사항을 고려하여 정한다.
(1) 용량은 계획찌꺼기(슬러지)량에 대해 반응시간이 40~60분 정도가 되도록 한다.
(2) 원통형으로 하며, 직경과 높이의 비는 1 : 10을 표준으로 한다. 단, 직경은 최소한 75 cm 이상으로 한다.
(3) 내부청소가 가능한 구조로 한다.

10.6.8 관 및 밸브

관 및 밸브는 다음 사항을 고려하여 설치한다.
(1) 압력조절밸브와 수위조절밸브는 2개씩 설치하는 것이 좋다.
(2) 반응탑 입구에는 역류방지밸브를 설치한다.
(3) 고압 하에서의 배관연결은 링(ring) 연결 또는 플랜지 연결을 한다.

10.6.9 부대장치

부대장치로는 저류조, 분쇄기, 기액분리기, 연화제 주입설비, 탈취설비, 약품세척설비, 고액분리조, 세정장치, 시동용보일러, 계측설비 등이 있다.

10.7 기타 찌꺼기(슬러지) 소각 설비

찌꺼기(슬러지)의 소각을 위하여 다단소각로와 회전건조소각로 외에 다음에 열거된 소각법의 채택을 고려해 볼 필요가 있다.
(1) 기류건조소각로
(2) 분사식소각로

(3) 사이클론소각로
(4) 열분해
(5) 전기소각로

10.8 찌꺼기(슬러지) 용융

찌꺼기(슬러지) 용융 설계 시 다음 사항을 고려한다.
(1) 찌꺼기(슬러지) 용융은 용융의 목적과 슬래그의 이용 방법을 고려한 시스템이어야 한다.
(2) 찌꺼기(슬러지)의 용융 특성을 사전에 파악한다.

10.9 대기오염 문제

1) 소각로 배기가스 처리시설
찌꺼기(슬러지) 소각로의 배기가스에 의한 대기오염을 방지하기 위하여 배기가스 처리장치를 설치하여 배기가스 내의 대기오염물 농도가 법에서 규정하는 허용치 이하가 되도록 한다.

11. 찌꺼기(슬러지)의 자원화

11.1 녹지 및 농지 이용

녹지 및 농지에의 이용형태는 시비된 토지의 상황이나 이용자 측의 사용 방법을 고려하여 결정하며 주로 다음의 두가지 종류가 있다.
(1) 하수찌꺼기(슬러지) 부숙토
(2) 지렁이분변토

11.2 건설자재로서의 이용

11.2.1 건설자재로의 이용 형태

건설자재 이용의 주된 이용 형태로서는 다음의 2가지 종류가 있다.
(1) 소각재
(2) 용융 슬래그

11.2.2 품질 또는 사용 방법

품질 또는 사용 방법은 다음의 각 항목을 고려하여 결정한다.
(1) 건설 자재로 이용되는 제품은 품질 또는 성상이 목적에 부합하여야 한다.
(2) 사용 방법의 선정에 있어서는 건설 자재이용에 대하여 지역 상황을 고려하여 수행할 필요가 있다.

11.2.3 저장 및 유통체계

건설자재의 저장 및 유통 체계는 다음의 각 항목을 고려한다.

(1) 수요량의 계절 변동에 대응하기 위하여 제품의 형상에 적합한 저장설비를 설치한다.
(2) 제품의 유통 체계를 명확하게 확립해 두는 것이 바람직하다.

11.2.4 유의사항

건설 자재로의 이용에 있어서는 다음의 각 항목과 같은 요건을 만족할 필요가 있다.
(1) 사용 후에 환경에 대하여 장기간 안전해야 한다.
(2) 시장에 있어서 유통성이 어느 정도 높으며 안정된 공급이 가능하여야 한다.

11.3 에너지 이용

11.3.1 에너지 이용의 형태

찌꺼기(슬러지)의 에너지 이용의 형태로서는 다음의 4가지 종류가 있다.
(1) 소화 가스
(2) 건조 찌꺼기(슬러지)
(3) 소각·용융로 배기가스
(4) 찌꺼기(슬러지) 탄화물

11.3.2 유의사항

찌꺼기(슬러지) 에너지 이용에 있어서는 다음의 각 항목에 유의하여야 한다.
(1) 이용 가능한 에너지량의 변동을 충분히 파악하고, 에너지수지를 종합적으로 검토하여 장치 용량을 결정한다.
(2) 처리 공정 전체의 에너지 절약에 대하여 고려한다. 또한, 시스템 전체의 경제성에 대하여도 고려한다.
(3) 필요에 따라 여유 장치를 설치한다.

12. 찌꺼기(슬러지)의 최종 처분

12.1 고화

12.1.1 고화방법

고화방법은 크게 나누어 다음의 2종류로 구분할 수 있다.
(1) 찌꺼기(슬러지) 케익 + 고화제
(2) 찌꺼기(슬러지) 케익 + 고화제 + 고화보조제

12.1.2 품질

고화된 찌꺼기(슬러지)는 매립작업에 지장이 없는 강도를 가져야 한다.

12.1.3 고화처리 및 이용 시 유의사항

찌꺼기(슬러지)케익의 고화처리 이용에 있어서는 다음의 각항에 유의한다.

(1) 고화된 찌꺼기(슬러지)의 매립 후 환경에 대해서 장기간의 안정성을 검토한다.

(2) 연간에 걸친 하수찌꺼기(슬러지)의 성상 변화를 충분히 파악하여 고화제의 혼합비 및 양생기간을 결정한다.

(3) 필요에 따라서 혼합 및 양생장치를 설계한다.

12.2 매립

찌꺼기(슬러지) 매립에 있어서는 다음의 각 항목에 유의해야 한다.

(1) 매립지와 주변 환경

(2) 찌꺼기(슬러지) 성상에 따른 매립

12.2.1 계획 매립 용량

계획 매립 용량은 계획 목표년도에 도달할 때까지 매년 다음 계획연간매립용량의 총량에 복토의 용량을 더한 것으로 한다.

12.2.2 매립지 선정

매립지 선정에 있어서는 다음의 각 항목을 고려하여 종합적으로 검토한다.

(1) 운반도로의 확보

(2) 지형지질 등

(3) 주변환경조건

(4) 사후 매립지 이용계획

(5) 재해 등에 대한 안전성

12.2.3 매립지의 시설 및 관리

(1) 매립지는 저류구조물, 차수공, 침출수 집배수시설, 침출수 처리시설 등의 주요 시설과 반입관리시설, 모니터링시설, 관리동 등의 관리시설, 그리고 반입도로, 비산방지시설, 방재설비 등의 관련시설들로 구성된다.

(2) 매립지의 관리는 관련법규에 따른다.

13. 악취방지 및 탈취설비

(1) 찌거기(슬러지)의 수송 및 저장(저류), 농축, 소화, 개량, 탈수, 건조, 소각, 자원화, 최종처분 등에서 발생하는 악취를 생활환경 보전상 지장이 생기지 않도록 밀폐, 저감, 차단, 포집, 탈취 등의 단계별 처리방안을 계획하여야 한다.

(2) 탈취 방식은 약액세정방식, 미생물탈취방식, 활성탄흡착방식, 연소방식 등이 있으며 악취조건

을 고려하여 선정한다.

(3) 상세 설계기준은 KDS 61 90 05의 6. 악취방지설비를 따른다.

KDS 61 55 00 : 2019

찌꺼기(슬러지)처리시설 설계기준

2019년 11월 19일 개정

소관부처 환경부

관련단체 한국상하수도협회
07379 서울특별시 영등포구 대림로 244(대림동)
Tel : 02-3156-7777 Fax : 02-3156-7778
http://www.kwwa.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KDS 61 60 00 : 2019

분뇨처리시설 설계기준

2019년 11월 19일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

환경부

KDS 61 60 00 분뇨처리시설 설계기준

1. 총설

1.1 처리공정

원활하고 안정적이며 효율적인 분뇨처리를 위해서는 처리공정별 충분한 검토가 이루어져야 한다.

(1) 분뇨는 원활한 수처리를 위해서 적절하고 충분한 전처리가 이뤄져야 한다.

(2) 전처리를 거친 분뇨는 주처리 공정인 생물반응조로 유입되어 다양한 생물학적 처리공법에 의해 처리되어 진다.

(3) 분뇨를 단독처리 후 방류시키는 처리시설에서는 방류수기준을 부합시킬 수 있는 후단처리시설의 설치를 검토하여야 한다.

(4) 분뇨의 특성을 고려한 냄새와 설비운영에 따른 소음 및 진동에 대한 대책이 관련규정에 따라 수립되어야 한다.

2. 기계시설

2.1 펌프장 시설

펌프형식으로는 전처리, 2차처리, 찌꺼기(슬러지)처리용으로 구분할 수 있으며, 처리장 동선에 가장 적합하고 효율이 우수하며, 내부식성 등을 고려한 다각적인 검토가 필요하다. 상세한 내용은 '제3장 펌프장시설'을 참조한다.

2.2 교반기 시스템

유입유량과 수질의 변동을 흡수해서 균등화함으로서 처리시설의 처리효율을 높이고 처리수질의 향상을 도모하는 시설로서 교반장치는 조내 침전물의 발생 및 부패를 방지하기 위하여 설치한다. 상세한 내용은 제4장 수처리시설의 기준을 참조한다.

2.3 송풍기

폐수의 생물학적처리에 있어서 미생물 성장에 필요한 산소를 공급하는 방법으로 산소가 포함된 대기중의 공기를 이용하게 되며 이러한 공기를 수중으로 이송하는데 일반적으로 송풍기가 사용된다.

2.4 산기장치

'KDS 61 50 수처리시설 설계기준'에 따른다.

3. 협잡물제거 및 전처리 시설

3.1 전처리설비

(1) 본 설계기준에서 전처리설비는 투입설비와 저류설비로 구성되며, 원활한 후속처리를 위하여 완벽한 협잡물 제거장치를 갖추어야 한다.

(2) 전처리 설비에서는 고농도의 취기가 발생하므로 취기의 포집·이송 및 탈취계획에 만전을 기해야 한다.

(3) 분뇨 반입량을 파악하기 위한 반입량 계량장치를 설치하여 반입량을 계량하여야 한다.

3.2 투입설비

(1) 투입구는 분뇨의 시간최대반입량에 적절한 수를 설치해야한다.

(2) 투입구의 구조는 수봉식 또는 호스 고정식(부압식)을 표준으로 하며 취기의 확산을 방지하여야 한다.

3.3 협잡물 제거장치

(1) 협잡물을 제거하기 위하여 로터리스크린(rotary screen) 또는 드럼스크린(drum screen) 등의 협잡물 제거장치와 스크류프레스(screw press) 등의 탈수장치를 조합한 것이 사용된다. 조협잡물 제거장치의 눈금간격은 5~8 mm, 세협잡물 제거장치의 눈금간격은 1~3 mm를 표준으로 한다.

(2) 협잡물 제거공정에서 조·세협잡물의 제거 효율은 분뇨의 성상 및 협잡물 제거장치의 종류 등에 따라 다르기 때문에 정상적으로 가동하고 있는 기설장치의 운전실적 등을 참고로 하는 것이 바람직하다.

3.4 저류설비

(1) 저류조의 평면형상은 장방형 또는 정방형으로 하며, 그 구조는 철근콘크리트조 등의 수밀한 것이어야 한다.

(2) 저류조의 용량은 계획처리량(당해시설에 관계되는 것에 한함)을 저류할 수 있도록 하여 1저류조는 0.5일분 이상으로, 2저류조는 2일분 이상의 용량을 갖추어야 한다. 단, 개인하수처리시설 찌꺼기를 전용으로 처리하는 경우에 있어서의 2저류조 용량은 4일 이상으로 한다.

(3) 개인하수처리시설 찌꺼기의 혼입에 의해 후속 처리공정에서 부하가 현저하게 변동하여 처리효율 저하의 염려가 있을 경우에는 개인하수처리시설 찌꺼기 전용의 저류조를 설치하여야 한다.

4. 주 처리시설

4.1 혐기성 처리시설

전처리설비에서 공급되는 분뇨를 혐기성균으로 소화시키는 것으로 혐기성소화공정이라 칭하며, 처리액은 후속적으로 생물학적 또는 화학적 2차 처리를 필요로 한다.

4.2 호기성 처리시설

전처리 설비에서 공급되는 분뇨를 호기성균에 의해 처리하는 공정을 말하며 호기성 소화 또는 호기성 산화라 칭한다. 1단계 호기성 처리 후에 후속적으로 생물학적, 화학적, 물리학적 처리시설의 추가가 요구된다.

4.3 2차 처리설비

(1) 약품처리설비

생물학적 1차 처리를 거친 유출수에 대하여 황산알루미늄이나 폴리머를 이용, 응집침전 또는 부상분리시켜 부유상태의 유기물질을 제거하는 설비로써 응집분리설비 또는 약품침전설비라 한다.

(2) 생물학적 2차 처리 공정

분뇨 및 개인하수처리시설 찌꺼기 처리 시에는 전처리 및 1차처리 후에도 BOD, 영양염류(T-N, T-P) 등의 수질이 높게 나타날 경우 활성슬러지법 등의 2차 생물학적처리공정을 두어 잔류 유기물질과 영양염류을 제거한다.

4.4 하수처리시설과 연계처리설비

하수처리시설의 처리용량과 유입수질을 고려하여 수집분뇨 및 개인하수처리시설 찌꺼기를 전처리후 하수처리시설 내에 투입시켜 합병으로 처리하는 방식을 말한다.

“공공하수도시설 운영관리업무지침 4. 분뇨 등 전처리수 관리요령“에 근거

(1) 분뇨이송 유량계

분뇨 등을 연계처리할 경우 유입수량을 자동으로 측정할 수 있는 측정장비를 반드시 설치하여야 한다.

(2) 분뇨이송 유량계

공공하수처리시설에 일시적인 충격부하를 주지 도록 일정한 유량을 지속적으로 균등하게 이송할 수 있는 조정조 및 펌프 등의 설비를 설치·운영하여야 한다.

4.5 생물학적 질소제거 처리설비

이 방식은 협잡물을 제거한 분뇨를 직접 생물학적 질산화 - 탈질소화법으로 처리하여 BOD와 질소를 동시에 제거하는 방식이다.

4.6 고도처리설비

4.6.1 응집분리설비

응집분리설비는 혼화조, 응집조, 침전지 (또는 부상분리조) 를 조합한 것으로 ‘9.4.3 (1)약품처리설비 (응집분리설비)’에 준한다.

4.6.2 오존산화처리설비

오존산화처리설비는 오존처리 원수조, 오존발생장치, 오존접촉조, 배오존설비를 조합한 것이다.

4.6.3 사여과설비

사여과설비는 여과원수조, 사여과장치(고정상식 또는 이동상식), 사여과처리 수조, 세정 배수조를 조합한 것이다.

4.6.4 활성탄 흡착처리 설비

활성탄 흡착처리 설비는 원수조, 활성탄 흡착장치, 처리수조 및 세정배수조 등을 조합한 것이다.

5. 분뇨 찌꺼기(슬러지) 처리 처분 시설

5.1 찌꺼기(슬러지)의 농축 및 처리 설비

분뇨찌꺼기(슬러지)의 농축 및 처리 설비는 'KDS 61 55 찌꺼기(슬러지)처리시설 설계기준'의 농축편을 참조한다.

5.2 찌꺼기(슬러지) 탈수설비

찌꺼기(슬러지) 탈수설비는 찌꺼기(슬러지) 개량장치, 탈수기, 탈수찌꺼기(슬러지) 이송장치 및 탈수찌꺼기(슬러지) 저류장치를 조합한 것으로 한다.

5.2.1 찌꺼기(슬러지)개량

(1) 찌꺼기(슬러지)의 질 조정은 화학적 처리 또는 물리학적 처리에 의한다.
(2) 화학적 처리에 의하는 경우는 찌꺼기(슬러지)의 성상에 적합하고 효과적인 찌꺼기(슬러지) 개량제를 선정하여야 한다.

5.2.2 탈수기

(1) 탈수기의 종류는 원심탈수기, 가압탈수기, 스크류프레스 또는 벨트프레스 탈수기 등이 있다.
(2) 탈수찌꺼기(슬러지)의 함수율은 85% 이하로 한다. 단 혐기성 소화처리설비에서 발생하는 찌꺼기(슬러지)를 탈수할 경우에는 75% 이하로 한다.
(3) 탈수기의 용량은 계획처리찌꺼기(슬러지)량에 대하여 충분한 것이어야 한다.
(4) 탈리액은 원칙적으로 주처리 공정의 생물학적 처리설비로 처리해야 한다.

5.3 찌꺼기(슬러지) 퇴비화 설비

찌꺼기(슬러지)퇴비화설비는 탈수찌꺼기(슬러지)를 호기성 조건하에서 발효시켜 이용 가능하도록 예비 건조장치, 혼합기, 1차 발효장치, 2차 발효장치, 송·배풍기, 수분 조정재 저류장치 및 찌꺼

기(슬러지) 공급장치 등을 조합한 것이다.

5.4 탈수케익 및 협잡물 이송장치

협잡물종합처리기 및 탈수기에서 발생되는 침사 및 협잡물을 호퍼로 인양하는 장치로 협잡물종합처리기 또는 컨베이어 바로 뒤에 설치하며, 제5장 찌꺼기(슬러지)처리시설을 참조한다.

6. 기타 부대시설

6.1 악취방지 및 탈취설비

(1) 전처리, 1, 2차 처리설비, 찌꺼기(슬러지)처리설비 등에서 발생하는 악취를 생활환경의 보전상 지장이 생기지 않도록 탈취설비로 처리하여야 한다.
(2) 각종 탈취 방식별 탈취장치는 물리적방법, 화학적방법, 연소법, 생물학적방법 등으로 구분되므로, 그 특징과 장·단점을 비교 검토한 후 당해 처리시설에 가장 적합한 방법을 선정한다.
(3) 상세 설계기준은 KDS 61 90 05의 6. 악취방지설비를 따른다.

6.2 소독시설

소독설비는 주처리 공정 및 후속처리설비를 거친 처리수 전량에 대하여, 소독용 약품을 주입하고 충분히 혼화하여 접촉시간을 가진 후에 방류할 수 있도록 접촉조, 주입장치 및 약품 저장조를 조합한 것이다.
(1) 약품은 염소제로서 원칙적으로 차아염소산으로 한다.
(2) 염소주입율은 방류수중의 대장균군수가 1ml에 3,000개 이하가 될 수 있도록 정해야 한다.
(3) UV, O_3 소독시설(하수처리분야 내용 참조)

6.3 전기·계측제어설비

‘KDS 31 05 00 전기·계측제어설비’ 참조

KDS 61 60 00 : 2019

분뇨처리시설 설계기준

2019년 11월 19일 개정

소관부처 환경부

관련단체 한국상하수도협회
07379 서울특별시 영등포구 대림로 244(대림동)
Tel : 02-3156-7777 Fax : 02-3156-7778
http://www.kwwa.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KDS 61 90 05 : 2019

일반관리시설 및 설계시 고려사항

2019년 11월 19일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

환경부

KDS 61 90 05 일반관리시설 및 설계시 고려사항

1. 관리건물

공공하수처리설의 운영상태 및 오수처리효율은 철저한 감독 및 유지에 의하여 크게 좌우되기 때문에 공공하수처리시설내의 건물은 일반적으로 주간 근무자의 활동을 충분히 고려하여 설계하여야 하며, 원칙적으로 소형화 및 집약화를 하여야 한다. 공공하수처리시설의 건물에 투자되는 비용은 전체투자비에 비하여 적은 비율이지만 건물은 견고하고 수명이 길어야 하며 기기에 접근이 용이하고, 각종 사고와 위험에 대하여 안전하고 적당한 환기, 조명, 급수 및 위생시설도 갖추어야 하며, 내진설계를 수행하여야 한다.

관리건물은 다층으로 설계되기도 하는데 이러한 경우 1층을 주활동공간으로 이용하고 지하실은 배관 및 창고로 이용하면 된다.

특히, 건축물의 난방 또는 냉방하는 바닥면적에 따른 에너지절약계획서 제출대상과 연면적에 따른 녹색건측인증 취득대상의 관리건물은 에너지절약형 건축물이 되도록 계획하여야 한다.

건축물의 소형화 및 집약화

(1) 운영요원의 관리사택 설치는 공공하수처리시설을 자동화하고 운영·관리를 민간위탁하는 경향을 감안하여 심도있게 검토하여야 한다.

(2) 수위실의 기능은 관리동에서 수행할 수 있으므로 원칙적으로 설치하지 아니하고 출입자 관리를 위해 CCTV에 의한 원격감시를 행하도록 한다.

(3) 관리동의 면적은 실제 주간에 근무하는 운영요원을 기준으로 산정하고 용도별 배치계획 및 설계면적의 산출근거를 제시하여야 한다.

(4) 공공하수처리시설이 설치·운영되고 있는 시·군에 공공하수처리시설을 신·증설하는 경우에는 원칙적으로 관리동을 건축하지 아니하고 기존 공공하수처리시설에서 통합관리하여야 한다.

(5) 공공하수처리시설에서 통합관리가 가능한 기능의 시설물은 가급적 단일 건물내에 배치하여 건물을 소형화·집약화함으로써 공사비 및 유지관리비를 절감하여야 한다.

(6) 특히, 규모가 작은 읍·면 지역에 설치되는 공공하수처리시설은 관리동, 전기실, 송풍기실, 탈수기동 등을 단일 건물에 배치하여야 한다.

(7) 건축물의 입면계획에 있어서 획일적인 단순 박스 형태의 외관을 배제하고 공공하수처리시설 주변여건 및 시각적 이미지 관계를 고려하여 혐오시설로서의 이미지 탈피 및 지역특성을 고려한 외관이 되도록 계획하여야 한다.

(8) 건축물의 평면계획은 기능 및 각 건축물의 상호 관련성을 충분히 반영하고 자연채광의 이용, 배관·배선의 단축, 비슷한 작업환경은 집약화(소음, 진동, 악취 등의 영향 최소화)하는 등 경제성 및 유지관리가 용이하도록 하여야 한다.

(9) 건축물은 난방 또는 냉방하는 바닥면적의 합계에 따른 에너지절약계획서 제출 대상과, 연면적에 따른 녹색건축인증 취득대상일 경우 에너지절약형 건축물이 되도록 계획하여야 한다.

1.2 구조물 배치, 공원화 시설 및 내진설계

(1) 공공하수처리시설의 구조물 및 건축물은 배치를 집약화하여 부지면적이 가능한 한 최소가 되도록 하여야 한다.

(2) 향후 시설용량의 증설이 필요한 공공하수처리시설은 관리동 및 주요 설비동은 최종 증설분을 고려하여 위치를 선정하여야 한다.

(3) 공공하수처리시설의 각 구조물은 가급적 이격거리를 두지 말고 연속적으로 설치하여 경제성 및 유지관리의 효율성을 도모하여야 한다.

(4) 구내도로, 주차장 및 운동시설은 공공하수처리시설 운영에 지장을 주지 않는 범위 내에서 면적을 최소화하여야 하며 가능한 한 인근 주민들도 이용하기 쉽도록 동선을 구성하여야 한다.

(5) 공공하수처리시설 설치시 부지 내에 공원화시설(생태공원 등) 및 체육시설 등 인근 주민의 여가활용 공간을 조성하여 주민 민원을 최소화하는 방안을 강구하되, 주변 지역의 향후 개발가능성, 인구밀집지역과의 이격거리, 주변 토지이용현황 등을 종합적으로 고려하여 필요 이상의 시설이 되지 않도록 하여야 한다. 특히, 방류구 주변에 대하여도 친환경적 조경계획을 수립하여 시행하여야 한다.

(6) 읍·면 지역에 설치되는 공공하수처리시설는 대부분 주거지역에서 멀리 떨어져 위치하고 주변에 자연경관이 수려하므로 원칙적으로 공원화시설을 설치하지 아니하여야 한다. 다만, 공공하수처리시설은 주변 환경과 조화를 이루도록 계획하여야 한다.

(7) 공공하수처리시설의 주요 구조물의 구조는 자중, 수압, 토압, 지진력 등에 대하여 충분히 견딜 수 있도록 안전하게 설계한다

2. 관리동

관리동은 공공하수처리시설의 운전과 유지관리를 위한 중추기구로서 처리시설 전체에 대한 행정적인 지원과 서비스를 위해 계획되어야 하며, 크게 관리·사무공간, 제어·실험공간, 복지·후생공간, 기계·설비공간, 견학 및 주민이용공간, 작업공간으로 구분 할 수 있다. 각 공간의 규모 및 배치는 상호간의 연계성과 기기의 배치, 동선계획 등을 고려하여 처리시설의 운영이 가장 합리적이고 최적의 관리기능을 발휘하도록 계획하여야 한다.

관리동의 위치는 처리시설 전체 관리에 용이하고, 외부에서 쉽게 접근 할 수 있는 곳이어야 하며, 찌꺼기(슬러지) 처리시설의 소음 및 악취 등의 영향을 고려하여 배치한다.

지하화 하수처리시설을 설치할 경우에는 기계실(탈수기실, 찌꺼기(슬러지)반출실) 및 전기실을 관리동내에 설치할 수 있다.

2.1 관리·사무공간

공공하수처리시설의 설계시에는 처리시설의 규모에 따라 알맞은 크기의 관리·사무실이 갖추어지도록 고려한다.

2.2 제어·실험공간

공공하수처리시설 관리동의 제어·실험공간으로 중앙제어실과, 실험실, 약품실 등을 설치하도록 하여야 한다.

2.3 복지·후생공간

공공하수처리시설 관리동의 복지·후생공간에는 (1)휴게실, (2)샤워·탈의실 및 화장실 (3)탕비실 등을 설치하도록 하여야 한다.

2.4 기계·설비공간

공공하수처리시설 관리동의 기계·설비공간에는 보일러실, 전기실, 기계실을 설치할 수 있으며, 기기배치 및 장비선정을 고려하여 계획하여야 한다.

2.5 견학 및 주민이용공간

공공하수처리시설 견학 및 주민이용공간으로 전시실, 시청각실 등을 설치할 수 있으며, 방문자수를 고려하여 적정규모로 계획하여야 한다.

2.6 작업공간

공공하수처리시설 관리동의 작업공간으로 수리작업실, 일반저장고, 도구 및 기구공간 등을 설치할 수 있다.

(1) 공공하수처리시설에서 기기수리를 위한 작업실은 충분한 조명 및 환기설비를 갖추도록 한다.
(2) 공공하수처리시설에서 기기의 부속품, 재료 및 기타 처리장운영에 필요한 물품을 저장하기 위하여 처리장의 중앙에 일반저장고가 위치하도록 설계한다.
(3) 공공하수처리시설은 처리장의 규모에 따라 알맞은 수의 도구 및 기구를 설치한다.
(4) 지하 공공하수처리시설은 음압, 급기량과 배기량을 적절하게 조절하여 근무 직원들의 안전을 보장하도록 환기시설 기준을 갖추어야 한다.

2.7 자료보관실 및 열람실

(1) 공공하수처리시설에는 다양한 기록을 보관할 수 있는 자료보관실이 갖추어지도록 고려한다.
(2) 공공하수처리시설에는 필요에 따라 열람실을 준비하도록 고려한다.

3. 설비동

3.1 유입펌프동

(1) 공공하수처리시설에는 유량조정조와 유입펌프가 설치될 경우 필요시 유입펌프동을 계획하여야 한다.

(2) 지하화 하수처리시설에는 관리동 지하에 유입펌프실을 계획할 수 있다.

3.2 송풍기동

(1) 공공하수처리시설에는 송풍기의 원활한 유지관리를 위해 송풍기동을 계획하여야 한다.
(2) 지하화 하수처리시설에는 관리동 지하에 송풍기실을 계획할 수 있다.

3.3 전기동

(1) 공공하수처리시설에는 전력수전 등 동력을 공급하기 위한 전기동을 계획하여야 한다.
(2) 지하화 하수처리시설에는 관리동내에 전기실을 계획할 수 있다.
(3) 전기동은 홍수 시 침수피해가 발생되지 않는 위치에 계획하도록 한다.

3.4 스크린 및 침사지동

공공하수처리시설의 위치, 규모 및 지역기후 등의 여건을 고려하여 스크린 및 침사지건물의 필요성을 설계시 고려한다.

3.5 찌꺼기(슬러지) 소화조 관리건물

찌꺼기(슬러지)소화조 관리건물의 설계시에는 관 및 기구의 적절한 배치와 접근가능성 및 안전 등에 특히 유의한다.

3.6 화학약품건물

화학약품의 저장 및 취급을 위한 건물은 약품수송, 저장, 주입 및 용액준비에 편리하도록 설계하며, 필요한 경우에는 환기 및 냉・난방시설을 갖춘다.

3.7 운영회랑(運營回廊, 공동구, operating galleries)

공공하수처리시설에서는 배관 및 운영자의 통행에 편리하도록 건물이나 처리시설 사이에 운영회랑(공동구)을 설치하는 것을 고려한다.

4. 배관의 식별

공공하수처리시설 배관시스템의 식별을 용이하게 할 수 있도록 일정한 도색 또는 문자표시규정을 정하는 것이 좋다.
① 찌꺼기(슬러지)관 : 어두운 갈색
② 소화찌꺼기(슬러지)관 : 밝은 갈색
③ 탈리액이송관 : 검정색
④ 상수관 : 밝은 청색

⑤ 처리수관 : 청회색
⑥ 역세척 배수관 : 어두운 청색
⑦ 증기관 : 어두운 빨강색
⑧ 소화가스관 : 짙은 노랑색
⑨ 연료유관 : 빨강색
⑩ 염소가스관 : 황색
⑪ 염소희석수관 : 노랑색
⑫ 액체염소관 : 어두운 주황색
⑬ 소화전배관 : 밝은 빨강색
⑭ 탈취배관 : 밝은 연두색
⑮ 공기배관 : 흰색
⑯ 기타 배관 : 유사 용도별 색상

5. 시료채취설비

공공하수처리시설설계시에는 다음 두 종류의 시료채취방법을 고려하여 필요한 시설을 설계한다.
(1) 수동법
(2) 자동법

6. 악취방지설비

6.1 일반적인 고려사항

공공하수처리시설의 악취로 인한 민원, 운영자의 건강, 하수도시설의 부식 등을 해소하기 위해 다음사항을 고려하여야 한다.
(1) 처리시설의 특성
- 공공하수처리시설의 위치
- 악취발생공정의 배치
- 수리학적 고려
- 부패방지를 위한 포기

(2) 민원발생 최소화
- 주 악취원의 복개 여부
- 악취방지시설 배출구의 위치, 방향, 속도, 높이, 미관

(3) 처리장 운영자의 안전 및 건강
- 건물 내 환기 용량

(4) 부식 등 시설물의 노후화 대책

6.2 악취방지시설

악취방지를 위해서는 다음 사항을 고려하여 적절한 방법을 선정한다.

(1) 악취방지법 등의 관계법령을 준수한다.

(2) 처리공정별 악취물질의 종류와 양, 발생장소 및 주변의 환경을 파악하여 악취발생 방지의 목적에 적합한 효율적이고, 경제적인 설비를 설치한다.

(3) 하수처리시설의 분뇨, 가축분뇨, 음폐수 등 연계처리 상황을 고려하여 종합적으로 방지 대책을 수립하여야 한다.

(4) 악취방지시설의 설계시 악취기술진단 결과 등을 종합적으로 검토하여 반영하도록 한다. 단, 신규하수처리시설을 설계할 경우 유사 사례조사를 검토하여 반영한다.

(5) 탈취는 가능한 한 고농도의 악취를 적은 부피가 되도록 포집하여 처리한다.

(6) 탈취방식은 화학적, 물리적 및 생물학적 방법 등이 있으며, 악취조건을 고려하여 선정한다.

(7) 탈취풍량은 환기계통과는 별도 계통으로 하고 악취가스의 희석, 확산을 가능한 피하여 필요한 양으로 한다.

(8) 탈취팬은 원칙적으로 예비용을 포함한 2대 이상으로 하고 형식은 부식방지를 위해 FRP, 스테인리스제 등의 터보팬으로 한다.

(9) 탈취 포집량은 처리시설 전체를 대상으로 할 경우 포집용량이 커져 경제성 및 처리효율이 떨어질 수 있으므로 각 설비별 개별 포집하는 것을 원칙으로 한다.

6.3 악취 배출허용기준

6.3.1 복합악취

<표 1.6.1> 배출허용기준 및 엄격한 배출허용기준의 설정범위(악취방지법 시행규칙 8조 1항 관련)

구분	배출허용기준(희석배수)		엄격한 배출허용기준의 범위(희석배수)	
	공업지역	기타 지역	공업지역	기타 지역
배출구	1000 이하	500 이하	500 ~ 1000	300 ~ 500
부지경계선	20 이하	15 이하	15 ~ 20	10 ~ 15

6.3.2 지정악취물질

구분	배출허용기준(ppm)		엄격한 배출허용 기준의 범위(ppm)
	공업지역	기타 지역	공업지역
암모니아	2 이하	1 이하	1 ~ 2
메틸메르캅탄	0.004 이하	0.002 이하	0.002 ~ 0.004
황화수소	0.06 이하	0.02 이하	0.02 ~ 0.06
다이메틸설파이드	0.05 이하	0.01 이하	0.01 ~ 0.05
다이메틸다이설파이드	0.03 이하	0.009 이하	0.009 ~ 0.03
트라이메틸아민	0.02 이하	0.005 이하	0.005 ~ 0.02
아세트알데하이드	0.1 이하	0.05 이하	0.05 ~ 0.1
스타이렌	0.8 이하	0.4 이하	0.4 ~ 0.8
프로피온알데하이드	0.1 이하	0.05 이하	0.05 ~ 0.1
뷰틸알데하이드	0.1 이하	0.029 이하	0.029 ~ 0.1
n-발레르알데하이드	0.02 이하	0.009 이하	0.009 ~ 0.02
i-발레르알데하이드	0.006 이하	0.003 이하	0.003 ~ 0.006
톨루엔	30 이하	10 이하	10 ~ 30
자일렌	2 이하	1 이하	1 ~ 2
메틸에틸케톤	35 이하	13 이하	13 ~ 35
메틸아이소뷰틸케톤	3 이하	1 이하	1 ~ 3
뷰틸아세테이트	4 이하	1 이하	1 ~ 4
프로피온산	0.07 이하	0.03 이하	0.03 ~ 0.07
n-뷰틸산	0.002 이하	0.001 이하	0.001 ~ 0.002
n-발레르산	0.002 이하	0.0009 이하	0.0009~0.002
i-발레르산	0.004 이하	0.001 이하	0.001 ~ 0.004
i-뷰틸알코올	4.0 이하	0.9 이하	0.9 ~ 4.0

6.3.3 탈취풍량 산정

탈취풍량은 복개여부와 복개정도에 따라 결정되어야 하며, 복개식의 경우 처리장 운영자의 악취에 의한 안전성을 우선적으로 고려하여야 한다. 또한 분뇨 등 고농도의 악취유발 물질이 혼입되는 하수처리시설의 경우에는 이를 감안하여 탈취풍량을 정한다.

(1) 침사지

침사지는 가능한 커버 등으로 개구부를 줄이고, 조목스크린 등의 개구부는 침사지 개구부 수면적당 10㎥/㎡·hr 정도로 하여 흡입한다.

침사지 기계(제사기, 제진기)는 커버를 설치하고, 7회/hr 환기 또는 악취가스를 흡입하는 개구부의 공기유속이 0.6m/sec가 되는 풍량과 비교하여 적은 쪽으로 한다.

탈취풍량 = 슬래브상의 케이싱 용적(㎥)×(1-0.5)×7회/hr(㎥/hr)

또는

탈취풍량 = 기계(제진기, 제사기)커버의 개구부(악취의 누출부분)의 면적(㎡)×0.6m/sec(㎥/sec)

(2) 침사호퍼

호퍼에는 가능한 커버를 설치하고, 7회/hr 환기 또는 악취가스를 흡입하는 개구부의 공기유속을 0.6m/sec로 되는 풍량과 비교하여 적은 쪽으로 한다.

탈취풍량 = 호퍼 유효용량(㎥)×(1-0.5)×7회/hr (㎥/hr)　　또는

탈취풍량 = 호퍼커버의 개구부(악취의 누출부분)의 면적(㎡)× 0.6m/sec (㎥/sec)

(3) 침사 컨베이어

컨베이어 등은 커버를 설치하고, 7회/hr의 환기량 또는 악취가스를 흡입하는 개구부(악취의 누출부분)의 공기유속이 0.6m/sec가 되는 풍량과 비교하여 적은 쪽으로 한다.

탈취풍량 = 케이싱 공적(㎥)×7회/hr (㎥/hr)　　또는

탈취풍량 = 개구부(악취의 누출부분)의 면적(㎡)×0.6m/sec (㎥/sec)

(4) 스킵호이스트

스킵호이스트 설치장소는 적당한 후드를 설치하여 후드 투영면적에 상당하는 공간을 침사지실 환기회수의 3배정도 흡입한다.

호이스트 레일 등의 커버 내에 대해서도 7회/hr 정도의 환기량을 탈취풍량으로 한다.

(5) 일차침전지

① 단복개, 밀폐식

수면적당 2㎥/㎡·hr 정도 흡입한다.

② 2중복개 건물식, 밀폐식

수면적당 2㎥/㎡·hr 정도 흡입한다.

단, 일반적인 환기는 바닥면적당 10㎥/㎡·hr로 한다.

(6) 혐기조, 무산소조

탈취를 필요로 하는 경우에는 복개하는 것을 원칙으로 하고 탈취풍량은 찌꺼기(슬러지)저류조 이하로 한다.

(7) 호기조

①재래식 공법의 경우

탈취를 필요로 하는 경우에는 복개(밀폐식)하는 것을 원칙으로 하고, 포기조에 송기되는 풍량의 110%를 흡입하여 탈취한다.

② 고도처리의 경우

탈취를 필요로 하는 경우에는 복개(밀폐식)하는 것을 원칙으로 하고, 경제성 및 효율성을 고려하여 탈취여부 및 탈취풍량을 결정한다.

(8) 찌꺼기(슬러지)저류조, 세정탱크

탈취를 필요로 하는 경우에는 복개하는 것을 원칙으로 하고, 수면적당 3㎥/㎡·hr 정도(기계식 교반), 공기에 의한 교반은 송기되는 풍량의 110%를 흡입하여 탈취한다.

(9) 탈수기실

① 벨트프레스형 탈수기(점검 스페이스를 포함하여 커버하는 경우)

커버를 설치하고 커버 내를 7회/hr 정도 환기하여 환기량을 탈취한다.

탈취풍량 = 커버내의 용량(㎥)×(1-0.5)×7회/hr (㎥/hr)

② 원심탈수기, 벨트프레스형 탈수기(기기 본체만 커버)

탈취풍량 = 커버내의 용량(㎥)×(1-0.5)×2회/hr (㎥/hr)

③ 탈수기하부에 컨베이어실을 설치하는 경우는 3회/hr 환기하여 탈취한다.

④ 케익컨베이어

침사 컨베이어에 준한다.

⑤ 케익호퍼

침사호퍼에 준한다.

⑥ 포기수로 및 교반수로

혐기조 및 무산소조에 준한다.

(10) 원심(기계)농축기

원심농축기는 원심탈수기에, 타 형식은 찌꺼기(슬러지)저류조에 준한다.

※ (1-0.5)는 기기 또는 내용물에 의한 충진량을 50%로 하여 고려한 것이다.

7. 건축기계설비

7.1 급수시설

급수시설은 다음을 고려하여 정한다.

(1) 급수용량은 처리장내 근무하는 인원, 내방객, 실험실 급수기구, 소화전, 난방 및 냉방수 보충용을 고려하여 산정한다.

(2) 시수는 고가탱크에 양수하여 자연유하식으로 공급되는 것을 원칙으로 한다.

(3) 시수와 처리수는 교차연결이 일어나지 않도록 유의하여 설계한다.

7.2 냉난방시설

냉·난방시설은 다음을 고려하여 정한다.

(1) 건물의 냉·난방은 실별 사용시간대가 다른 특수성을 고려하고, 유지관리 및 경제성이 있는 방식으로 선정한다.

(2) 중앙제어실은 온·습도로 인한 기기의 성능저하가 생기지 않도록 별도로 관리하여야 한다.

(3) 시간대 및 용도별 zoning 분류하여 각 실을 구역으로 나누어 관리하여야 한다.

7.3 교차연결

공공하수처리시설의 급수시설에서는 교차연결이 일어나지 않도록 유의하여 설계한다.

7.4 환기시설

환기시설은 다음을 고려하여 정한다.

(1) 환기의 종류로는 1종환기, 2종환기 및 3종환기로 구분된다.

(2) 열 발생, 악취 발생지역은 원칙적으로 1종환기로 하여야 하며, 전체실이 균등하게 환기되도록 하여야 한다.

(3) 환기의 횟수는 사용용도 및 빈도별로 구분하여야 하며, 열 발생 구역 산출 환기량과 발열량에 의한 환기량 중 큰 쪽을 택한다.

8. 조경

공공하수처리시설의 조경을 위해서는 다음 사항을 고려한다.

(1) 배수

(2) 도로 및 보도

(3) 파종

(4) 잔디

(5) 식수

(6) 울타리 : 공공하수처리시설의 둘레는 완전히 울타리를 설치하여 처리시설이 구분되고 밖으로부터 차폐되도록 하여야 하나, 누구나 이용할 수 있도록 개방형 하수처리시설이 되도록 하여야 한다. 그러나 어린이들이 처리시설 안에 까지 몰래 들어와서 사고를 발생시키지 않도록 주의해야 한다. 울타리는 수목 등에 의한 자연적인 것이 가장 좋으며, 필요시 콘크리트 기초에 고정된 도금파이프에 도금된 철강을 부착시킨 기둥을 설치할 수 있으며, 출입구와 코너의 파이프기둥은 다른 것보다 직경이 크고 단단하게 지지해야 한다.

(7) 조경시설물

KDS 61 90 05 : 2019

일반관리시설 및 설계 시 고려사항

2019년 11월 19일 개정

소관부처 환경부

관련단체 한국상하수도협회
07379 서울특별시 영등포구 대림로 244(대림동)
Tel : 02-3156-7777 Fax : 02-3156-7778
http://www.kwwa.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr