

1. 상하수도의 개요

① 물

- (1) 좋은 물 : 물의 용도에 따라 다름. 기본적으로는 깨끗하고 맑은 물
- (2) 물의 특성 : 모든 생명체에 없어서는 안 되는 필수 물질
- (3) 물의 이용 : 사람의 생명활동 유지에 1일 2 L의 물 섭취, 생활용수를 합하면 1일 300 L 이상 필요, 기타 산업활동, 농업용수, 하천유지용수 등으로 이용
- (4) 물의 관리
 - 유엔의 지속가능한 개발위원회(1998년 3월 21일 발표 자료)
 - 2020년에는 전 세계 약 80억 인구의 2/3가 물 부족으로 고통을 받을 것이라고 경고
 - 우리나라
 - 연평균 강수량 : 세계 평균값의 1.3배(약 1283mm)로 비교적 풍부함
 - 인구 1인당 연 강수량 : 세계 평균값의 1/11로 매우 적음(수자원 빈국)
 - 연간 강수량의 2/3가 6~9월에 집중하고 유역의 유출특성이 불리하여 연간 수자원 총량(1267억m³)의 25.6%에 해당하는 325억m³만이 현재 공급 가능
 - 1인 1일 급수량 : 산업화와 국민소득 및 인구의 증가로 물 수요가 급격히 증가하는 추세임
 - 2000년대에 물 기근국가로 분류
- (5) 수자원 부족량 : 해수 약 97.5%, 담수 약 2.5%
 - ⇒ 사용가능 수자원 : 약 0.77 %
- (6) 물의 순환 : 증발, 증산, 강수, 차단, 침투, 침류, 저류, 유출
 - ⇒ 물의 구성 : 대기수(기권수), 수역수(수권수), 지하수(암권수)

② 상하수도

1) 상수도

- 일반적으로 수도라 하면 상수도를 말함
 - 수도란 관로, 그 밖의 공작물을 사용하여 원수나 정수를 공급하는 시설의 전부를 말함(일시적으로 설치된 시설과 농업생산기반 시설은 제외)
 - 일반수도, 공업용수도, 전용수도로 구분
- (1) 상수도의 목적 달성을 위한 기술적인 3요소
- **수량** 확보 : 물의 수요 충족
 - **수질** 확보 : 양질의 물 공급
 - **수압** 확보 : 적절한 수압 충족

(2) 상수도의 기능(효과)

- ① **보건위생** : 비위생적인 물의 공급으로 발생하는 수인성 전염병(이질, 장티푸스, 파라티푸스, 콜레라, 유행성 간염 등)을 예방
- ② **소방** : 도시 또는 공업단지 등에서 구조물의 고층화, 대형화, 밀집화 등에 따른 소방능력의 부족을 해결함으로써 인명 및 재산상의 피해를 감소
- ③ **생산성 증가** : 오염된 물의 사용으로 인한 기계의 마모 및 부식, 제품의 품질 저하 등을 예방함으로써 생산성을 증가

2) 하수도

- 하수도는 하수(우수, 오수, 폐수)를 유출 또는 처리하기 위하여 설치되는 도관(하수관거)과 기타의 공작물 및 시설(하수처리시설, 분뇨처리시설, 부대시설, 펌프시설 등)의 총체를 말함
- 공공하수도와 개인하수도로 분류

▶ 하수도의 기능(역할, 효과)

- ① 지역의 생활환경 개선
 - ㉠ 생활환경의 개선 : 저습지대의 배수기능 원활, 우수배제기능 향상, **우수로 인한 시가지의 침수 등 재해방지, 토지이용의 증대**
 - ㉡ 생활양식의 개선 : 수세식 화장실의 사용 확대, **분뇨에 의한 오염방지 및 처분비용의 절감**
 - ㉢ 주변환경의 개선 : 모기·파리 등 서식 억제, **보건위생상의 효과**(질병·전염병 등의 유발 억제)
- ② 공공 수역의 보전 : 수중 및 수생 동식물의 생육환경 보호, **공공수역의 수질보전, 쾌적한 도시미관의 증대**
- ③ 수자원의 이용성 제고 : 수원의 이용률 증대, 재이용성 증대, **도로 및 하천의 유지비 감소**

3) 상하수도의 구성

(1) 상수도 : 취수, 도수, 정수, 송수, 배수, 급수

(2) 하수도 : 하수 집·배수시설, 하수처리시설

- 처리수의 수질이나 지형, 기타 조건에 따라 다양하게 변화될 수 있음
- 하수처리 과정

가정, 공장 → 하수 집·배수시설 → 하수처리시설 → 방류



슬러지 처분

(3) 상하수도의 계통도

- | | |
|-----------|-------------|
| ① 수원 | ⑥ 배수/급수시설 |
| ② 집수/취수시설 | ⑦ 소비자 |
| ③ 도수시설 | ⑧ 하수 집·배수시설 |
| ④ 정수시설 | ⑨ 하수처리시설 |
| ⑤ 송수시설 | ⑩ 방류/처분 |

▶ 계통도 설명

- ① 수원(water source) : 수돗물의 원료가 되는 물로서 지표수원(하천, 호소, 저수지)과 복류수를 포함한 지하수원이 거의 대부분을 차지
- ② 집수/취수(water intake) : 수원에서 깨끗한 물을 소요되는 충분한 수량에 맞추어 취입하는 것으로 수원의 종류나 취수량에 따라 취입 방법 및 규모를 달리함
- ③ 도수(conveyance of water) : 취수한 원수를 가급적 누수와 오염을 피하면서 정수시설(정수장)로 운반하는 것
- ④ 정수(purification of water) : 원수의 수질을 사용목적에 적합하도록 정화하는 것으로 원수의 수질상태나 상수도의 용도, 급수과정의 특성 등에 따라 정수 방법이 달라짐.
 - 일반적으로 침전·여과·살균하고 수질에 따라 철/망간 제거, 연수화, 기타 고도정수처리법을 채택함
- ⑤ 송수(transmission of water) : 정수시설을 거친 정화된 물을 가급적 누수를 피하고 외부로부터의 오염을 완전하게 방지하면서 배수시설까지 운반하는 것
- ⑥ 배수/급수
 - ㉠ 배수(water-distribution) : 정화 처리된 물을 적정 수압 하에서 소요 수량만큼 분배하는 것으로 공공도로 아래에 설치된 배수관까지를 그 범위로 함.
 - 배수시설은 소화용수에 대해 고려해야 하며, 배수의 시간적 변화에 대비하여 배수지나 배수탑 등의 일시적인 저장시설을 설치하기도 함
 - ㉡ 급수(water-supply service) : 배수관에서 분기하여 사용자(수용가)에게 공급하는 급수전에 이르는 것
- ⑦ 소비자 : 가정, 사업장 등
- ⑧ 하수 집·배수시설 : 소비자로부터 배출된 오수를 중력에 따라 낮은 곳으로 유하 합류시켜 배제함
 - 하수의 자연유하를 위하여 하수관거는 계속 상향으로 경사지게 매설되나 펌프장에서는 예외로 압력관로를 통하여 고지에 매설된 하수관거에 하수가 흘러가도록 함.
- ⑨ 하수처리시설
 - ㉠ 1차 처리 : 하수의 경우 BOD 35% 제거, 침전성 고형물 90% 제거(공업폐

수인 경우 10%까지도 저하됨)

- ㉞ 약품 응집 : BOD 약 70% 제거, 총고형물 90% 제거
- ㉟ 미생물학적 처리 : BOD 약 95%까지 제거 가능
- ㊱ 고도처리 : 탈인, 탈질, 용존염류, 색도, 취기, 세균 등의 처리
- ⑩ 방류/처분 : 처리수의 공공수역 내 방류 또는 슬러지의 해양투입, 유효이용, 매립 등

▶ 일반적인 수돗물 생산과정의 계통

- ① 수원지 : 수도용수의 원수(지표수, 지하수)
- ② 취수장치 : 수원지의 원수를 퍼 올리는 장치
- ③ 침사지 : 모래 등을 가라앉히는 장소(지하수가 원수일 때는 대체로 생략)
- ④ 약품투입실 : 각종 정수용 약품을 투입하는 장소
- ⑤ 침전지 : 여러 종류의 찌꺼기(슬러지 또는 오니)를 가라앉히는 장소
- ⑥ 여과지 : 침전시킨 물을 여러 종류의 여과장치를 거쳐 맑게 걸러내는 장소
- ⑦ 정수지 : 정수 처리된 물을 저장하는 장소
- ⑧ 염소투입실 : 물에 남은 각종 균들을 완전하게 없애는 장소
- ⑨ 송수펌프실 : 물을 수송하기 위해 펌프를 운전하는 장소
- ⑩ 배수지 : 송수되어 온 물을 저장하여 각 가정에 분배하는 장소
- ⑪ 급수시설 : 각 가정이나 건물의 급수전으로 수돗물을 보내는 시설

4) 용어의 정의

(1) **수도** : 영구적으로 먹는 물(음용수)을 공급하는 시설의 총칭

- 관수로를 포함한 댐·정수장·연못 등 모든 구조물·공작물·부속시설
- 일시적 시설은 제외
- 일반수도, 공업용수도, 전용수도로 구분

(2) **일반수도** : 광역상수도, 지방상수도, 마을상수도를 말함

- ① **광역상수도** : 국가, 지방자치단체, 한국수자원공사 또는 건설교통부장관이 인정하는 자가 둘 이상의 지방자치단체에 원수나 정수를 공급하는 수도
 - ㉠ 수자원의 합리적 이용 및 배분을 위해 다목적 댐 또는 용수공급 댐 등을 취수원으로 하여 물을 공급하는 경우
 - ㉡ 하천의 수계를 변경하여 물을 공급하는 경우
 - ㉢ 공업단지가 지정된 지방자치단체에 물을 공급하는 경우
 - ㉣ 두 곳 이상의 광역시 또는 도의 관할구역에 물을 공급하는 경우
- ② **지방상수도** : 지방자치단체가 관할지역 주민, 인근 지방자치단체 또는 그 주민에게 원수 또는 정수를 공급하는 수도(광역상수도 및 마을상수도 이외의 수도)
- ③ **마을상수도** : 지방자치단체가 대통령령이 정하는 수도시설에 의하여

급수인구 100인 이상 2,500인 이내의 주민에게 정수를 공급하는 수도
(1일 공급량은 20m³ 이상 500m³ 미만)

(3) **공업용수도** : 지방 공공 단체가 공업 전용으로 공급하는 수도

- 원수의 수원은 거의 표류수에서 구하며, 극히 일부의 지하수와 도시 하수의 처리수가 이용됨

(4) **전용수도** : 기숙사, 요양소 등지에서 경영자가 100인 이상에게 음용수를 공급하기 위해 독자적으로 만든 수도(자가수도라고도 함) 또는 100명 이상 5000명 이내의 급수인구(학교, 교회 등의 유동인구 포함)에게 음용수를 공급하는 수도

(5) **중수도** : 상수도과 하수도의 중간에 위치하는 수도(수질에 착안하여 분류)

- 중수도시설은 사용한 수돗물을 생활용수, 공업용수 등으로 재활용할 수 있도록 다시 처리하는 시설
- 재생된 수자원은 음용수와 공업용수를 제외한 세정 및 냉각용수, 수세식 화장실 용수, 정원용수 등에 이용

o 중수도의 개발효과

- ① 국지적인 물 공급의 상승을 완화
- ② 하수 부하량의 경감
- ③ 갈수 시에도 원활한 물 공급
- ④ 절수 및 물 이용에 대한 합리적인 의식 고취
- ⑤ 공공투자를 효율적으로 추진

③ 수도의 역사

1) 외국

(1) 고대 우물

- **가장 오래된 우물** : 기원전 2000년경 축조된 이집트 누비아에서 발견
- **가장 유명한 우물** : 이집트 카이로시의 「요셉 우물」로서 암석 중에 깊이 90m로 굴착하여 얻은 지하수
- **가장 깊은 우물** : 중국에 있는 500m 깊이의 우물
- 고대 그리스, 앗시리아, 페르시아, 인도 등에 유적 발견

(2) 양수장치

- **가장 오래된 장치** : 기원전 3000년경 바빌로니아에 있었다는 방아 두레박 그림이 발견
- 기원전 200년경 페르시아 수차와 아르키메데스의 나사가 발명(노새나 낙타를 동력으로 이용)
- 로마시대 후기에 펌프 출현(수차를 동력으로 사용)
- 1761년 영국 런던에서 처음으로 양수펌프에 증기기관 사용, 이 시기 이후에 피스톤형 펌프가 사용

- 1849년 영국에서 원심펌프 사용

(3) 댐

- **가장 오래된 댐** : 이집트의 와티 게스라워 골짜기에 있는 유적(폭 약 81 m, 길이 약 111 m로 돌로 쌓은 댐)
- 아라비아에도 고대의 댐들이 많이 있음

(4) 수로

- **가장 오래된 수로** : 기원전 700년경에 만들어진 북이라크에 있는 길이 80km 이상인 석조수로
- 로마시대 : **가장 뛰어난 시설**은 기원전 312년에 축조된 로마의 「Aqua Appia」로서 수원으로부터 원거리 수송을 위해 터널 및 아치 수로교를 건설(수로 길이 578km, 아치교 길이 80km)
- 중세 : 1183년 프랑스 파리에서 세느강의 하천수를, 1235년 영국 런던에서는 소량의 용천수를 연관과 석조수로로 시내에 보급, 1619년 런던에 뉴리버 수도회사 설립하여 **최초로 가가호호 급수**

• 근대

- ① 완속 여과법의 개발 : 1804년 영국의 페이슬리에서 처음 적용(탁도 제거 목적으로 완속모래 여과지를 이용하여 정수)
- ② 급속 여과법의 개발 : 1884년 미국의 하이아트(A. Hyatt)가 황산철을 사용하는 응집법의 특허를 얻어 뉴저지주 섬머빌에 급속여과지를 만들었음
- ③ 미생물학적 수질검사 실시 : 1885년 영국의 런던에서 처음으로 미생물학적 수질검사를 실시(1910년 최초 염소소독 시작)

(5) 하수도

- 기원전 3000년경 : 메소포타미아 시대의 도시유적에서 발견(구운 벽돌 사용)
- 기원전 2500년경 : 인더스 문명의 대표적인 도시인 모헨조다르의 시가치
- 가장 유명한 하수도 : 로마의 하수도(기원전 6세기에 축조된 클로아카 마시마로 일부가 현존하고 있음)
- 근대식 하수도 : 영국에서 시작(16세기까지 부분적인 하수도 개량, 1810년 수세식 화장실 발명, 1815년 수세식 화장실과 하수도 연결, 1875년 템즈강 하류로 방류하기 위한 차집관거 완성)

2) 우리나라

- 1894년 : 부산 보수천 상류에 집수거 설치, 자연여과장치 및 대청동 배수지 설치(☞ 최초의 상수도 시설)
- 1900~1902년 : 부산 구덕산 계곡에 구덕수원지를 완속여과지로 축조
- 1906년 : 서울 독도수원지 완속여과지 공사 착공, 1908년 준공(☞ 현대적인 상수도 시설)
- 1946년 이후 : 우리나라 기술진에 의해 상수도 사업 경영, 해방직후의 혼란스런 과도기 현상과 6.25 전쟁으로 파괴된 상수도 시설의 복구에 주력

- 1954년 이후 : 5개년에 걸쳐 외국기관을 통하여 공급된 상수도용 기자재로 시설확충 및 신규공사 시행
- 1960년대 : 상수도 부문에 투자를 크게 증가시켰으나 산업의 발달에 기인한 인구의 도시집중과 생활수준 향상에 따른 상수도 수요의 급격한 증가를 만족하지 못했음
- 1970년대 : 인근 하천의 수원부족 및 오염으로 인하여 광역상수도의 건설과 중화학공업기지에 공업용수 공급사업 추진
- 1980년대 : 하천 수질의 악화로 기존 수원시설의 대체사업과 고도정수처리의 필요성이 증대(수돗물의 질적 안정성 여부가 사회적 문제로 제기)되었고, 도시 하수처리장의 확충이 본격화되었음