

하수수집 시스템의 새로운 기술

진공식 하수수집 시스템

글 _ 전태홍 부사장 그린엔텍(주)



1. 진공식 하수수집 시스템의 개요 및 원리

1.1 기술의 개요

진공식 하수수집 시스템은 이미 40여년 전부터 미국, 유럽 등 선진국가에서 사용되고 있으며 최근에는 일본 등에서도 하천 및 지하수의 수질보호는 물론 시공의 용이성 및 경제성 등의 장점으로 급속히 보급되고 있는 하수수집 시스템이다. 이 하수수집 시스템은 자연 유하식으로는 해결하기 힘든 지역의 시공상의 문제점이나 운영상의 문제점을 해소한 것으로 기존 방식의 자연유하나 압송에 의한 차집 형태와 크게 구별되는 차세대 하수수집 시스템으로 평가되고 있다.

1.2. 기술의 원리

본 시스템은 평상시 관로내부를 진공으로 유지하고 있다가 각 가정으로부터 일정량의 오수가 진공 밸브실에 유입되어 진공밸브를 동작시키면 대기압과의 압력차를 이용하여 유입된 하수를 수집·이송하는 시스템으로 진공밸브실, 진공관로, 진공펌프장 등으로 구성된다.

2. 진공식 하수수집 시스템의 구성

2.1. 진공밸브실

각 가정으로부터 배출된 오수는 진공 밸브실에 유입되며 유입된 오수가 일정수위가 되면 센싱파이프에 공기가 압축되게 되는데 이 공기는 밸브상단의 컨트롤러의 센서막에 일정한 힘을 가하게 된다. 이 압력차이로 밸브가 개방되며 이 순간 밸브실에 모인 오수는 흡입파이프를 통해 진공라인에 유입된다. 위와 같은 과정은 전원이 불필요하며 그로인해 각 밸브실은 전원을 필요로 하지 않는다.

2.2. 진공관로

하수를 진공으로 흡입하므로 유속이 평균 4~5m/sec이고 이로인해 관경이 적어진다. 설계물량에 따라 관경은 보통 100mm부터 최대 250mm



그림 1) 진공식 하수수집 시스템의 개략도

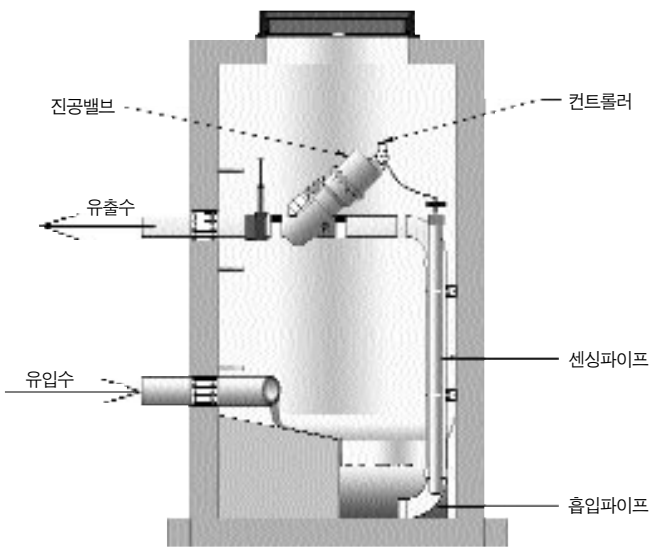


그림 2) 진공밸브실 단면도

정도로 한다. 진공관로의 형태적 특징은 톱니모양의 경사면을 가지며 이를 “리프트(lift)”라고 한다. 통상 관로는 0.2%의 하향 구배로 매설되며 관로의 사이마다 설계 값에 따라 리프트가 설치된다. 각 지형에 따른 진공관로의 단면은 다음과 같다.

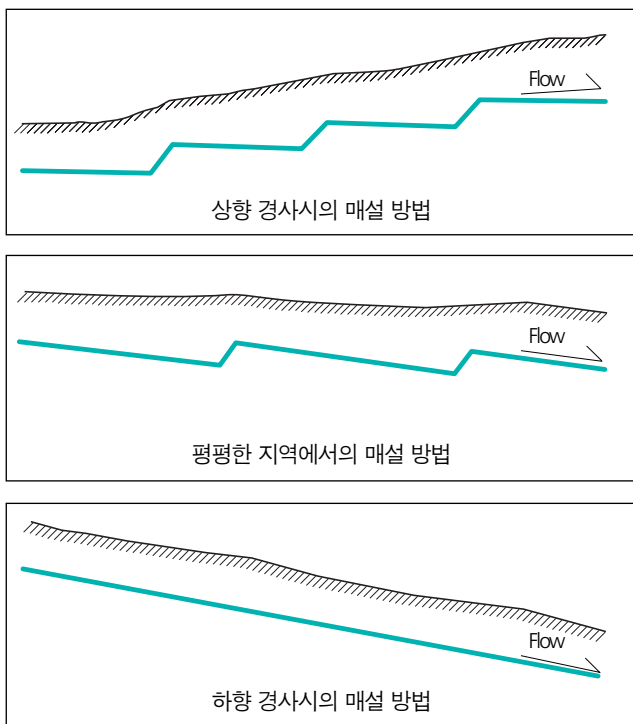


그림 3) 각 단면에 따른 진공관로의 매설

2.3. 진공펌프장

진공펌프장은 설치위치에 따라 전지하식, 반지하식 또는 2층식으로 구성되며 관로에서 이송된 오수는 집수탱크에서 수집되어 인근의 하수 처리장이나 차집관거로 안전하게 이송시키는 역할을 한다. 주요 구성품은 진공펌프, 오수펌프, 집수탱크, 제어판넬 등이다.

1) 진공펌프

보통 2~3대가 기본 유니트가 되며 전체 관로 및 집수탱크 내부를 진공으로 유지하며 집수 탱크내의 진공도가 떨어지면 진공펌프가 작동되어 통상 5.5~6.9mAq의 진공압을 유지시킨다. 1일 평균 3~4시간 가동된다.

2) 오수펌프

통상 2대로 구성되며 집수탱크가 일정 수위에 오르면 자동으로 오수를 방출하고 자동으로 멈추게 되어있다.

3) 집수탱크

일반적으로 철판 등으로 제작되며 그 크기는 최대 유량에 따라 설계된다. 보통 탱크 상부나 측면에 수위 감지장치 Sensor 및 압력계 등이 부착된다.

4) 제어판넬

자동제어를 위하여 진공기록계, Auto-Dialer, 유량계가 부착되어 있으며, 전체 시스템의 진공도를 자동으로 조정하는 진공스위치, Level 게이지 등이 설치된다. 평상시에는 조정된 조건하에서 시스템을 무인운전하고 시스템에 이상이 발생한 경우 Auto-Dialer에 의해 지정된 전화번호로 문제점을 통보하여 준다.

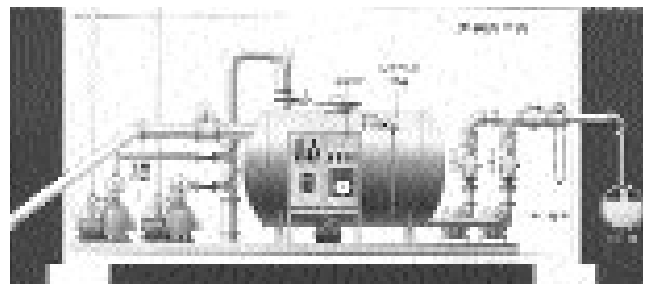


그림 4) 진공펌프장 단면도

3. 진공식 하수수집 시스템의 특징

3.1 시스템별 특징 비교 및 평가

구분	자연 유하식	진공식	압력식
시스템	<ul style="list-style-type: none"> · 중력에 의한 자연 유하로 이송하는 시스템 · 가장 일반적이며 보급률도 높다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 관로내를 진공으로 유지하다가 밸브 개방시 공기의 유입으로 인한 대기압과의 차이를 이용하여 집수하는 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> · 그라인더 펌프 유니트(GP Unit)를 이용하여 이송하는 시스템
구성	자연 유하 관로, 맨홀, 중계펌프장	진공밸브실, 진공관로, 진공펌프장	압송관로, 펌프유니트, 중계펌프장
특징	<ul style="list-style-type: none"> · 가장 간단한 방식이나 중계펌프장의 유지관리가 필요하다. · 경우에 따라서 관로의 깊이가 5~6m로 깊어져 건설비가 비싸 진다. · 지하수위가 높은 연약지반 등에서는 가설비용이 높아진다. · 중계펌프장을 설치한 경우에는 동력비가 소요된다. · 관로의 청소가 필요하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 배관을 얇게 매설하므로(평균1.0m), 지하수위가 높고 암반이 견고한 지역에서 건설비가 싸다. · 진공밸브의 내경은 76.2mm이므로 보통 하수로 취급되는 이물은 거의 흡입집수가 가능하다. · 진공밸브는 외부 동력이 필요없다. (단, 진공펌프장에만 동력 필요) · 유속이 충분히 빠르므로 관내의 청소가 필요없다. · 넓은 지역(반경 2~3km 정도)의 하수수집이 가능 · 호기성의 하수수집 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> · 배관을 얇게 매설하므로(평균1.0m), 지하수위가 높고 암반이 견고한 지역에서 건설비가 싸다. · 펌프를 이용하므로 실양정이 있는 경우에는 펌프의 능력 범위 내에서 처리가 가능하다. · 이물을 잘게 부쇄 압송하므로 배관구경을 작게 할 수 있다. · 각 펌프 Unit에 전원을 공급해야 하므로 유지, 관리 비용이 많이 든다.
장단점	<ul style="list-style-type: none"> · 가장 간단한 방식이고 경제적이나 관의 매설깊이가 깊어지면 건설비가 비싸다. · 유지관리가 어렵고, 펌프장 운영비가 소요되므로 불리하다 	<ul style="list-style-type: none"> · 배관을 얇게 매설하므로(평균1.0m), 건설비가 싸다. · 환경이 자연유하식에 비해 작아도 침적없이 빠른수집이 가능하고 공사비도 싸다. · 공장등 넓은 지역(반경 2~3km)의 하수수집도 가능 · 진공펌프장 등의 설비가 추가된다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 각 펌프 Unit에 전원을 공급해야 하므로 유지, 관리 비용이 많이 든다. · 유지관리가 어렵고, 펌프 Unit 및 중계펌프장 운영비가 소요되므로 불리하다.

3.2. 적용이 적합한 지역

일반적으로 다음 지역에서는 자연유하식 하수수집 시스템보다 진공식 하수수집 시스템이 훨씬 경제적이다.

- 구배가 적고 평탄한 지역
- 지반이 연약하여 배관의 기초공사비가 높은 지역
- 지하수위가 높아 지하수 침투의 가능성이 높은 지역
- 암반이 많아 굴착비용이 많이 들고 우회와 관련한 지역
- 현장의 물류 이동이 많아 공사기간의 단축이 요구되는 지역
- 작업 현장의 지하에 매설물이 많아 자연 유하식으로 시스템의 설치가 곤란한 지역
- 하수수집 시스템의 설치장소가 생태학적으로 민감한 지역



그림 5) 진공식 하수수집 시스템 적용지역

4. 국내 적용 사례

4.1. 삼성전자 수원공장 하수수집 시스템

1) 공사기간

- ① 1단계 공사 : 1994. 01. ~ 1994. 09.
- ② 2단계 공사 : 1995. 03. ~ 1995. 12.
- ③ 증 설 공 사 : 2001. 03. ~ 2001. 08.

2) 사업장 및 공사규모

① 사업장 규모

- 1일근무 총인원 : 약 2만명
- 1일 최대 발생 오수량 : 약 4000m³/day

② 공사규모

구분	1단계 공사	2단계 공사	증설 공사	합계
진공 펌프장	1 개소	4 개소	-	5 개소
진공 밸브	28 개	157 개	36 개	221 개
진공 관로	2.4 km	8.9 km	1.5 km	12.8 km

3) 시스템의 채택 배경

- ① 관로의 매설심도를 알기 어렵어 공사비 절감

- ② 공장 내 물류이동이 너무 많아 공사기간이 짧은 시스템을 채택
- ③ 기존 매설물이 많아 자연유하식으로 불가
- ④ 도로 파손 면적이 작아 공사기간의 단축 및 환경훼손 최소화
- ⑤ 누수로 인한 지하수 오염이나 악취의 발생을 방지

4) 적용결과

1994년 9월에 시범적으로 1단계 공사를 완료한 후 시스템이 만족스럽게 성능을 발휘 하는 것으로 평가받아 1995년 12월에 2단계를 완료하였으며, 또한 공장 증설에 따른 오수량 증가에 따라 2001년에 증설공사를 완료하여 현재 완벽히 가동중에 있다.



그림 6) 삼성전자 수원공장 오수관로 현장

4.2. 경기도 광주시 경안 하수처리시설 건설공사

1) 진공식 하수수집 시스템 개요 (제 19 Line)

- ① 대상 가구수 : 220 가구
 - ② 1일 최대 발생 오수량 : 330m³/day
 - ③ 진공관로 길이 : 6.2 km
 - ④ 진공밸브 : 71 개
- #### 2) 시스템의 채택 배경
- ① 긴 차집거리의 공사비 절감, 공사기간 단축
 - ② 5개의 압송 중계 펌프장을 1개의 진공 펌프장으로 대체
 - ③ 수밀성이 우수하여 경안천 오염 방지



그림 7) 제 19 Line 관로도

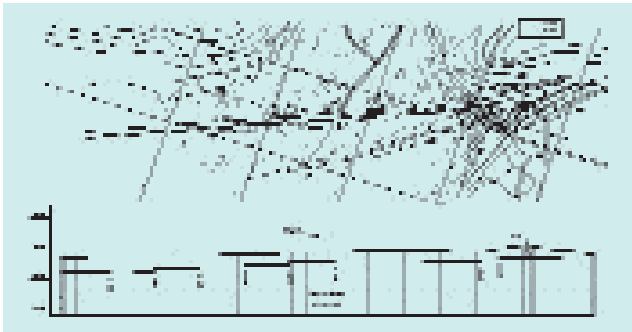


그림 8) 제 19 Line 종단면도 (일부)

4.3. 전남 고흥군 도양 마을하수처리시설 건설공사

1) 진공식 하수수집 시스템 개요

- ① 대상 가구수 : 190 가구
- ② 1일 최대 발생 오수량 : 257m³/day
- ③ 진공관로 길이 : 전체 5.5 km (1단계 1.0 Km)
- ④ 진공밸브 : 전체 58 개 (1단계 13 개)

2) 시스템의 채택 배경

- ① 관로의 매설심도를 낮게 할 수 있어 공사비 절감
- ② 도로 파손 면적이 작아 공사기간의 단축 및 환경훼손 최소화
- ③ 누수로 인한 지하수 및 연안갯벌 오염이나 악취의 발생 방지

5. 향후 전망

본 진공식 하수도 시스템은 세계적으로 이미 600여 개 이상의 프로젝트가 정상 가동되고 있다. 이미 미국 EPA에서는 진공식 하

수도 시스템을 공인하여 자연유하식이나 압송식의 대안으로 사용을 권장하고 있다. 가까운 일본의 경우도 건설성, 농수산성, 후생성 등이 적극적으로 지원하여 100여 개가 넘는 프로젝트가 이미 정상 가동되고 있다. 국내에서는 그간 하수처리장 건설위주의 정책 추진으로 하수처리장은 10여 년 전인 1992년의 26개소에서 현재 172개소로 6배 이상 늘어났으나 하수관거는 4만 6천 km에서 6만 8천km로 1.5배 증가하는데 그쳤다. 그러나 환경정책의 변화와 하수관거 정비의 필요성이 대두됨에 따라 정부가 2002년을 "하수관거특별정비원년" 으로 설정하고 하수관거 정비사업에 치중하게 된 것은 매우 고무적인 일이다. 본 시스템은 전술한 특징 및 적용 사례에서 보는 바와 같이 마을 하수도, 상수원 보호지역, 가옥이 산재하여 자연유하로 수집이 곤란한 지역, 지장물이 많아 추가적인 배관이 어려운 지역 등에 매우 적합한 시스템이다. 이러한 지역에 진공식 하수도시스템을 도입할 경우, 경제적인 면에서는 땅 속의 지장물의 영향을 적게 받으면서 굴삭깊이 및 굴삭폭을 최소화 수 있으므로 가설비와 토공비가 줄어들고 공사기간도 단축되어 관거 공사에서의 경쟁력을 향상시킬 수 있다. 또, 진공밸브실에는 별도의 전원이 필요 없으며 청소도 불필요하므로 유지관리에 수반되는 전력비 및 관로 청소비가 소요되지 않는다. 따라서 공사비 뿐 아니라 유지관리비 또한 현격하게 줄게 된다. 또한, 우수한 수밀성으로 인하여 지하수의 오염을 방지할 수 있으며, 적은 굴삭깊이와 굴삭폭으로 인하여 건설 공사중 불편을 최소화하므로 앞으로 하수관망 차집 시스템 분야의 선진화 및 최적화를 혁신적으로 앞당길 수 있는 계기가 될 것이다. ☺

제 5회 정수장 Operator 인증 시험 일정 안내

한국상하수도협회에서 실시하는 정수장 Operator 인증 시험에 많은 관심을 보내주시는 전국의 수도 가족 여러분들께 감사를 드립니다.

제 5회 정수장 Operator 인증 시험 일정을 공고하오니 수험 공부에 참고하시기 바랍니다.

- 원서접수 : 2003년 9월 22일(월)~10월 2일(목)
- 필기시험 : 2003년 10월 19일(일)
- 합격자 발표 : 2003년 10월 27일 (월)

☞ 정수장 Operator 인증 시험의 응시절차, 시험과목, 시험일정 등에 관한 자세한 내용은 협회 홈페이지 (www.kwwa.or.kr)를 참조하시거나, 전화 문의(담당자: 기술 2부 윤여천 Tel : 02-384-8151~4)를 해주시기 바랍니다.

교육
훈련

정보

행사

시험

www.kwwa.or.kr

물은 생명 그리고 미래입니다