

오수차집관거 유입구 자동개폐시설 개선 설치

김기철 _ 대전광역시 시설관리공단 기획조정부

서론

대전시 하수처리장 차집관로로 하수가 유입되는 부분 중 합류식 관거지역의 245개소에 우기 시 차집관로 차집량 이상의 우수를 배출하는 우수토실이 설치되어 있고, 우수토실 설치 지역 중 우기 시 토사 유입량이 많은 29개소에 특허 제0350735호(2002. 8. 17)의 토사유입방지장치를 설치 운영하고 있다.

우수토실은 우기 시 하수처리장으로 유입되는 토사를 일정부분 저감시킬 수 있지만, 우수 차단이 되지 않아 하수처리효율에 악영향을 미치므로 토사와 우수의 유입을 차단할 수 있는 토사유입방지장치 설치범위의 지속적인 확대 추진이 필요하다.

본 론

1. 기존 토사유입방지장치의 문제점

- 기존 토사유입방지장치는 수압과 스프링의 압력을 이용하여 수량에 따라 개폐되는 형식으로 정밀한 작동 시점의 조절이 곤란할 뿐만 아니라 스프링의 장력 변동, 이물질 부착 등에 의하여 정상 작동이 되지 않는 사례가 많아 정상적인 기능을 유지하려면 수시 점검과 보수가 필요하다.
- 토사유입방지장치의 성능 저하 또는 고장으로 보수보강이 필요하거나 당해 지역의 하수량 변동으로 차집하수량의 조절이 필요할 때는 설치업체에 의뢰하여야 하므로 보수시기가 지연되거나 추가비용이 발생한다.
- 특허장치 사용으로 설치에 소요되는 실제 비용 이상의 예산이 낭비된다.

2. 하수유입구 자동개폐시설 개선 설치 필요성

- 하수처리장에 토사가 유입되면 단계별 침사지에서 침사인양기를 이용하여 준설을 하지만 그중 일부는 최초침전지, 포기조, 최종침전지, 농축조, 소화조까지 운반되어 펌프 등의 설비를 마모시키고 하수 처리에 악영향을 미친다. 때문에 토사 유입을 최소화하는 것은 하수처리장 운영에 아주 중요한 부분이다.

- 기존 토사유입방지시설은 수량 변동에 따라 수압이 스프링의 압력을 가감하여 작동하므로 스프링의 압력을 정밀하게 유지하는 것이 관건이다. 그런데 스프링의 장력 변동, 이물질 유입 등으로 작동이 적시에 되지 않을 가능성이 있다.
- 우기 시 토사 유입을 차단하는 토사유입방지시설 대부분이 정상적으로 작동되지만 일부 개소는 수량에 따른 개폐가 이루어지지 않았다.
 - ⇒ 2004년 7~8월에 공단관리 토사유입방지시설 29개소 중 11개소의 스프링·볼트 교체 또는 스프링 압력 조정
- 따라서 유입 수량에 따라 작동될 수 있는 방안을 모색한 결과 물문막이판 자체 무게와 물의 무게가 무게중심추의 무게와 무게 균형이 맞도록 설정하여 수량 변동 시 정밀하게 자동개폐되어 우기 시 토사 유입을 방지하고 우수를 차단하는 '무게 균형을 이용한 토사유입방지장치' 를 고안하였다.
- 우리 공단에서는 본 고안 장치를 우수토실 1개소(평송수련원 갑천변)에 2004년 12월 8일 실험설치 운영 중이다. 이 장치는 계획수량 유입 시 정확하게 자동개폐되고 중력에 의해서만 작동되는 단순한 구조로 고장 요인이 없어 안정적인 하수처리장 시설관리를 위하여 절대적으로 필요한 장치이다.
 - ⇒ 대전 유성구 원신흥교밀 2기 시범 설치(2005. 7. 14 준공)

3. 무게 균형을 이용한 토사유입방지장치 제작

【무게 균형을 이용한 토사유입방지장치 제작도면】

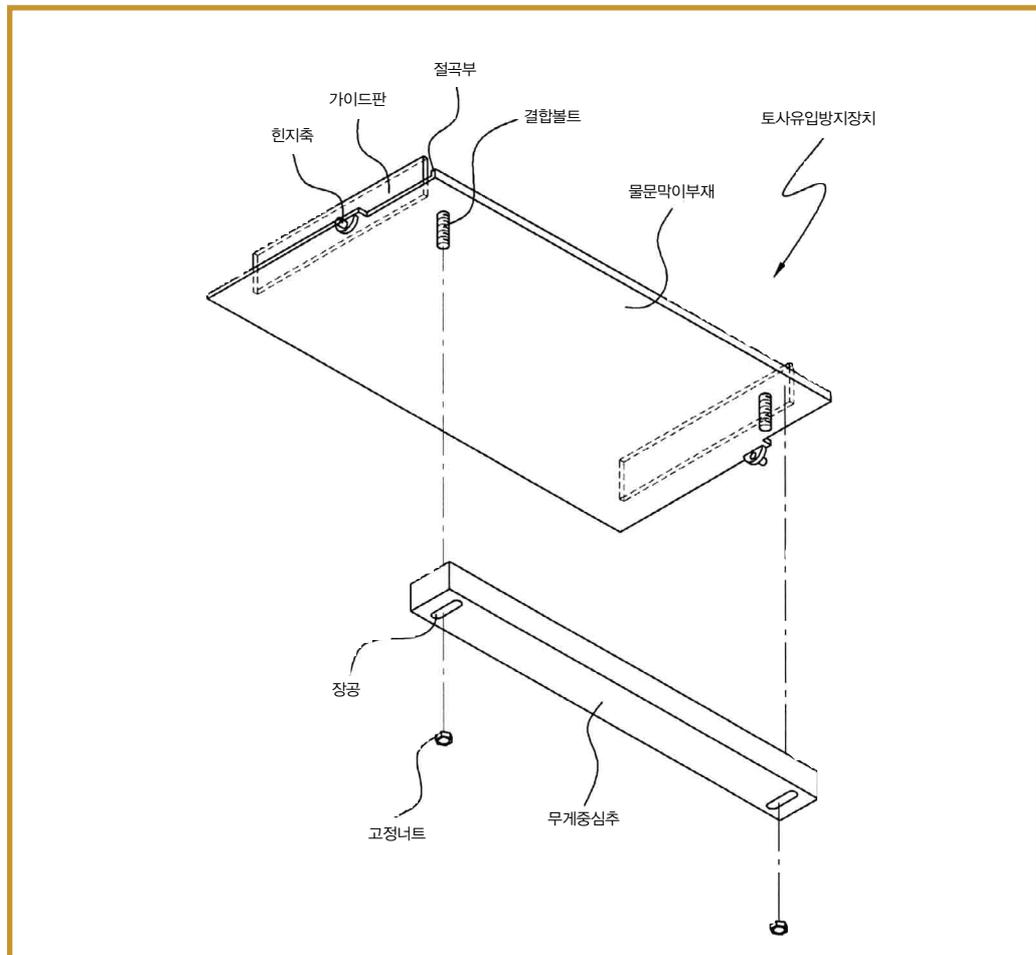


그림 1 토사유입방지장치의 분해사시도

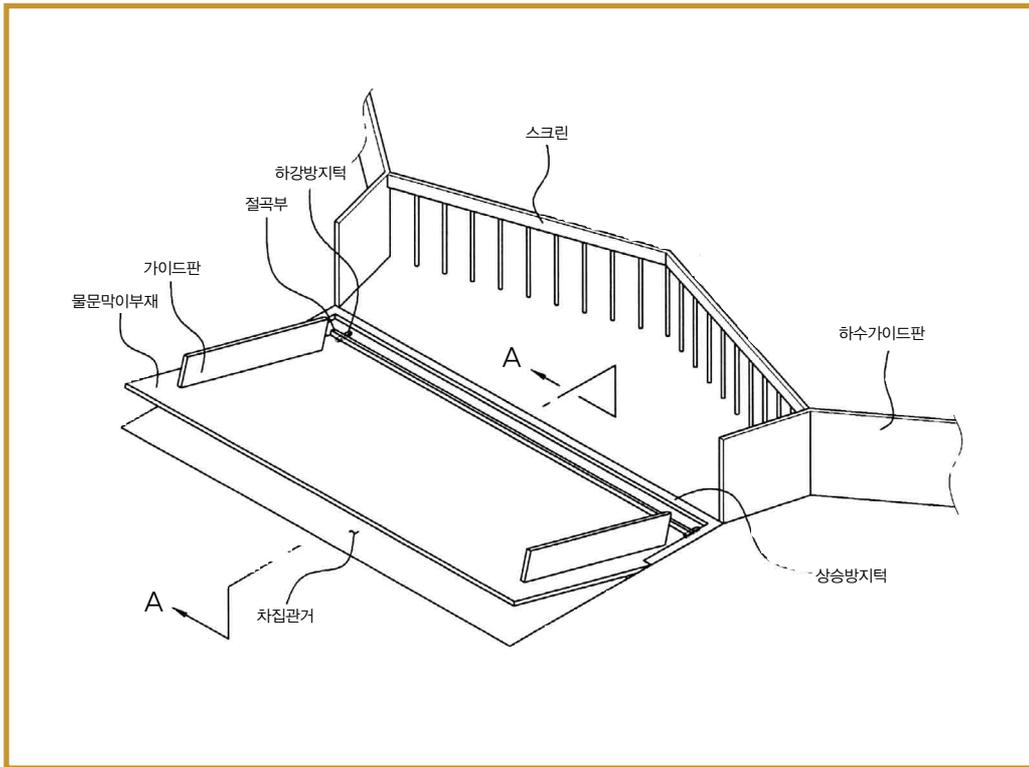


그림 2 토사유입방지장치가 하수로의 차집관거에 설치된 상태를 나타낸 사시도

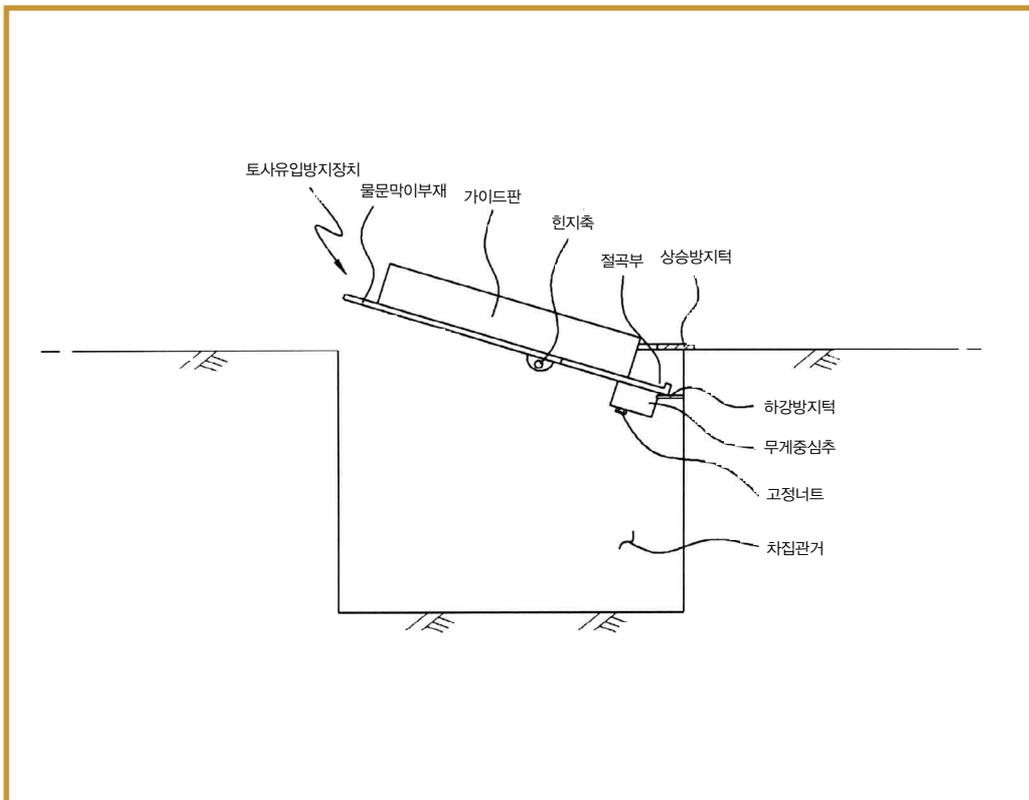


그림 3 그림 2의 A-A선 요부 확대 단면도

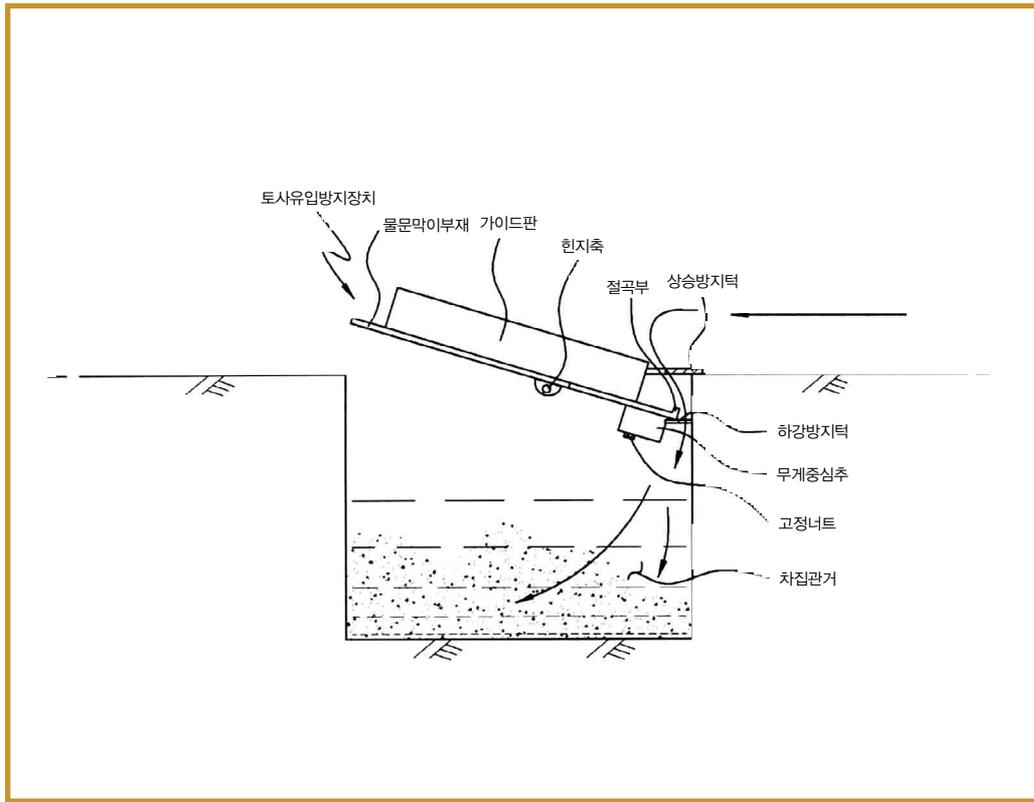


그림 4-1 토사유입방지장치의 사용 상태를 나타낸 단면도

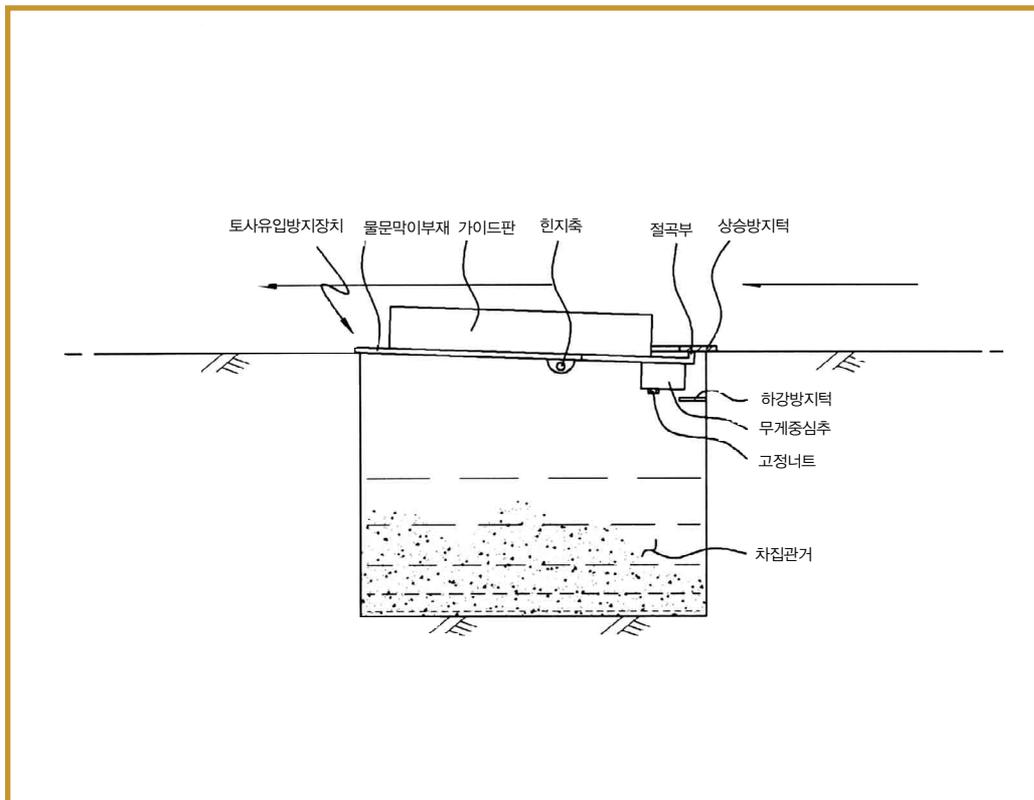


그림 4-2 토사유입방지장치의 사용 상태를 나타낸 단면도

【제작의 구성】

힌지축을 중심으로 길이 방향의 일측보다 타측의 폭을 좁게 형성하고, 하수로에 설치된 차집관거의 상부에 상기 힌지축을 중심으로 시소운동이 가능하도록 설치한다. 우기 시 수량 변동에 따라 상기 차집관거가 개폐되도록 상기 힌지축을 중심으로 시소운동하면서 차집관거 내로 토사 및 우수가 유입되는 것을 차단하기 위한 **물문막이부재**, 상기 물문막이부재의 타측에 구비되고 평상시 상기 차집관거 내로 하수가 유입되도록 상기 물문막이부재의 타측이 무게 균형에 의해 상기 힌지축을 중심으로 하수 유입 방향으로 기울어지게 하기 위한 **무게중심추**, 상기 차집관거의 타측에 각각 설치되고 상기 물문막이부재가 힌지축을 중심으로 시소운동하는 경우, 물문막이부재의 타측이 하수 유입 방향으로 더 이상 기울어지지 않도록 지지하기 위한 **하강방지턱**, 상기 물문막이부재의 타측과 부합하도록 형성되어 우기 시 수량 변동에 따라 물문막이부재의 타측이 상기 힌지축을 중심으로 상승되는 것을 방지하기 위한 **상승방지턱**을 포함하는 것을 특징으로 하는 무게 균형을 이용한 토사유입방지장치를 제공한다.

이 장치의 특징은 상기 물문막이부재의 타측 저면에는 한 쌍의 결합볼트가 형성되고, 상기 무게중심추에는 상기 결합볼트가 삽입되도록 결합볼트와 상응하는 위치에 장공이 형성되며, 상기 차집관거 내로 유입되는 하수의 수량 변동에 따라 상기 장공으로 끼워지는 결합볼트에 고정너트가 결합되는 과정을 통해 상기 무게중심추가 장공의 범위 내에서 길이 방향으로 이동되어 물문막이부재에 위치 조정이 가능하다.

또한 상기 물문막이부재의 상면 양측에는 일측에서 타측에 이르는 길이 방향으로 서로 평행하게 연장되는 가이드편이 직립한 상태로 각각 형성되는데, 우기 시 수량이 많을 때는 상기 차집관거가 닫히도록 우수의 유속을 빨리 하여 상기 물문막이부재의 일측에 작용하는 수압을 증가시키고, 수량이 적을 때는 상기 물문막이부재의 무게 균형에 의해 상기 차집관거가 열리면서 하수가 물문막이부재의 양측으로 누출되는 것이 방지된다.

상기 물문막이부재는 상기 힌지축을 중심으로 일측과 타측의 거리비가 5.5 : 4.5 내지 7.5 : 2.5로 이루어지며, 바람직하게는 6.25 : 3.75로 이루어진다.

이처럼 무게 균형을 이용한 토사유입방지장치는 하수로에 설치되는 차집관거의 상부에 힌지축을 중심으로 시소운동이 가능하게 물문막이부재를 설치하고, 물문막이부재의 타측에 무게중심추를 위치조정이 가능하도록 결합하여 물문막이부재 자체 무게와 물의 수압이 무게중심추 무게와 무게 균형을 이루도록 함으로써 평상시에는 하수가 차집관거 내로 유입되도록 하고, 우기 시에는 수량 변동에 따른 무게 균형에 의해 정밀하게 자동개폐되어 토사 및 우수가 차집관거 내로 유입되는 것을 차단할 수 있다.

그림을 통해 토사유입방지장치를 좀더 상세하게 설명하면 다음과 같다. <그림 1>은 본 제작의 바람직한 실시 예에 따른 토사유입방지장치의 분해사시도이고, <그림 2>는 <그림 1>의 토사유입방지장치가 하수로의 차집관거에 설치된 상태를 나타낸 사시도이다. <그림 3>은 <그림 2>의 A-A선 요부확대 단면도이다.

<그림 1> 내지 <그림 3>을 참조하면, 본 제작의 바람직한 실시 예에 따른 토사유입방지장치는 하수로에 설치된 차집관거의 상부에 설치되어 수량 변동에 따라 차집관거를 개폐시키기 위한 물문막이부재, 평상시 하수가 차집관거 내로 유입되도록 물문막이부재의 타측이 힌지축을 중심으로 하수 유입 방향으로 기울어지게 하기 위한 무게중심추, 차집관거의 타측 내부에 설치되어 물문막이부재의 타측이 더 이상 기울어지지 않도록 지지하기 위한 하강방지턱, 그리고 차집관거의 상부 타측에 설치되어 물문막이부재의 타측이 힌지축을 중심으로 상승되는 것을 방지하기 위한 상승방지턱을 포함한다.

물문막이부재는 수량 변동에 따라 차집관거의 상부를 개폐시키기 위한 것으로, 일측에서 타측에 이르는 길이 방향의 중앙부 양측에 각각 형성되는 힌지축을 중심으로 일측보다 타측의 폭이 좁게 형성되고, 하수로에 설치된 차집관거의 상부 양측에 힌지축이 끼워져 힌지축을 중심으로 시소운동이 가능하게 설치된다.

이러한 물문막이부재의 타측 저면에는 무게중심추가 결합될 수 있도록 일정간격으로 이격되는 한 쌍의 결

합볼트가 형성된다.

물문막이부재의 상면 양측에는 일측에서 타측에 이르는 길이 방향으로 서로 평행하게 연장되는 가이드판이 직립한 상태로 형성된다. 이러한 가이드판은 우기 시 수량 변동에 따라 우수의 유속이 빨라지게 안내하여 물문막이부재로 차집관거의 상부를 신속하게 닫고, 닫혀 있던 차집관거가 물문막이부재에 의해 열릴 경우 하수가 물문막이부재의 양측으로 누출되는 것을 방지한다.

즉, 수량이 많을 경우 물문막이부재의 상면으로 흐르는 우수의 유속을 빨리 하여 물문막이부재의 일측에 작용하는 수압을 증가시키므로 물문막이부재가 차집관거의 상부를 신속하게 닫아 토사 및 우수가 차집관거 내로 유입되는 것을 신속하게 차단할 수 있다.

반대로 수량이 적을 경우에는 차집관거를 닫고 있던 물문막이부재의 일측에 작용하는 수압이 소멸되어 물문막이부재의 타측이 무게 균형에 의해 힌지축을 중심으로 기울어져 차집관거가 열리면서 하수가 물문막이부재의 양측으로 누출되는 것을 방지할 수 있다.

물문막이부재의 타측 끝단에는 상방으로 절곡되는 절곡부가 형성된다. 이러한 절곡부는 물문막이부재가 수량 변동에 따라 힌지축을 중심으로 시소운동하여 수집관거가 닫혔을 경우에 상승방지턱에 접촉되면서 걸림되는데, 이때 상승방지턱과의 접촉 면적을 줄여 물문막이부재가 상승방지턱과 접촉 시 발생하는 흡착력을 해소하기 위함이다.

여기에서 물문막이부재는 힌지축을 중심으로 일측과 타측의 거리비가 5.5 : 4.5 내지 7.5 : 2.5로 이루어지며, 가장 바람직하게는 6.25 : 3.75로 이루어진다. 이러한 물문막이부재는 힌지축을 중심으로 일측과 타측의 거리를 다르게 형성하여 물문막이부재 무게와 물의 수압이 무게중심추 무게와 무게 균형을 이루어 힌지축을 중심으로 시소운동하면서 수량 변동 시 정밀하게 자동개폐되도록 하기 위한 것이다.

그리고 무게중심추는 하수가 차집관거 내로 유입되도록 물문막이부재의 타측이 힌지축을 중심으로 하수 유입 방향으로 기울어지게 하기 위한 것으로, 무게중심추는 일정한 길이를 갖는 사각형상으로 형성되고, 물문막이부재에 위치 조정이 가능하게 결합될 수 있도록 결합볼트와 상응하는 위치에 장공이 형성된다.

장공은 물문막이부재의 길이 방향과 수평을 이루도록 형성된다. 이러한 장공에는 결합볼트가 끼워지고, 결합볼트에는 고정너트가 결합되어 무게중심추가 물문막이부재의 타측 저면에 결합된다. 이러한 무게중심추는 차집관거 내로 유입되는 하수의 수량 변동에 따라 물문막이부재가 차집관거의 상부를 신속하게 열 수 있도록 장공의 범위 내에서 길이 방향으로 이동되어 물문막이부재에 위치 조정이 가능하게 결합될 수 있다.

즉, 하수의 수량이 적을 경우 물문막이부재의 힌지축과 가까운 위치에 무게중심추를 이동시켜 결합하면 물문막이부재 무게와 무게중심추 무게와의 무게 균형에 의해 힌지축을 중심으로 물문막이부재가 하수 유입 방향으로 천천히 기울어져 차집관거 내로 하수가 천천히 유입된다. 이와는 달리, 하수의 수량이 많을 경우 물문막이부재의 힌지축과 멀어지는 위치, 즉 물문막이부재의 타측 끝단에 무게중심추를 이동시켜 결합하면 물문막이부재 무게와 무게중심추 무게와의 무게 균형에 의해 힌지축을 중심으로 물문막이부재가 하수 유입 방향으로 신속하게 기울어져 하수가 차집관거 내로 신속하게 유입되는 것이다.

한편, 하강방지턱은 평상시 힌지축을 중심으로 기울어져 있는 물문막이부재의 타측이 하수 유입 방향으로 더 이상 기울어지지 않도록 지지하기 위한 것으로, 하강방지턱은 물문막이부재의 타측 하부 양단을 지지하도록 차집관거의 내부 양측에 서로 평행하게 각각 돌출되어 형성된다.

이러한 하강방지턱은 하수가 차집관거 내로 유입되도록 힌지축을 중심으로 하수 유입 방향으로 기울어지는 물문막이부재의 타측이 하강방지턱에 지지되어 더 이상 기울어지지 않게 된다.

또한 상승방지턱은 물문막이부재의 타측이 힌지축을 중심으로 상승되는 것을 방지하기 위한 것으로, 물문막이부재의 타측과 부합하도록 형성되어 차집관거의 타측 상부에 설치된다. 이러한 상승방지턱은 우기 시

수량 변동에 따라 한지축을 중심으로 시소운동하는 물문막이부재의 타측이 걸림되어 상승이 방지된다. 이때 물문막이부재의 절곡부 상단이 상승방지턱의 하부에 걸림된다.

이와 같은 토사유입방지장치는 도면에 표현한 크기에 한정되지 않으며, 설치되는 장소에 따라 그 크기가 작아지거나 커질 수도 있다.

앞서 설명한 것과 같이 구성된 본 제작의 바람직한 실시 예에 따른 무게 균형을 이용한 토사유입방지장치의 작용을 설명하면 다음과 같다.

먼저, 차집관거의 상부가 열려 하수가 유입되는 경우, 차집관거에 설치된 토사유입방지장치는 <그림 4-1>과 같이 평상시 하수가 차집관거 내로 유입되도록 한지축을 중심으로 물문막이부재의 타측이 하수 유입 방향으로 기울어진 상태로 유지된다. 즉, 물문막이부재는 한지축을 중심으로 일측과 타측의 거리비가 5.5 : 4.5 내지 7.5 : 2.5로 이루어져 일측과 타측의 거리가 각각 다르게 형성되므로 물문막이부재 무게와 무게 중심추 무게와의 무게 균형에 의해 물문막이부재의 타측이 한지축을 중심으로 기울어지는 것이다.

이렇게 물문막이부재의 타측이 한지축을 중심으로 하수 유입 방향으로 기울어진 상태로 유지되면 차집관거의 상부가 열리므로 하수가 차집관거 내로 유입될 수 있다. 이때 한지축을 중심으로 기울어진 물문막이부재의 타측은 차집관거의 내부 양측에 각각 설치된 하강방지턱에 지지되어 한지축을 중심으로 더 이상 기울어지지 않게 된다.

이러한 상태에서 도심 하수관로를 흐르는 하수는 하수 가이드관에 의해 스크린으로 유도되어 스크린에서 오물이 걸러진 후 토사유입방지장치의 하수 유입 방향으로 흐르면서 차집관거 내로 유입된다.

상기와 같은 과정을 통해 차집관거 내로 유입된 하수는 하수처리장으로 운반되어 하수처리된 후 하천으로 방류된다.

또한 토사유입방지장치는 하수의 수량 변동에 따라 차집관거의 상부를 신속하게 열 수 있도록 물문막이부재의 타측에 결합되는 무게중심추의 위치를 조절할 수 있는데, 이러한 무게중심추의 위치 조절을 통하여 하수의 수량에 따라 차집관거의 상부를 신속하게 열 수 있다. 즉, 하수의 수량이 적을 경우 물문막이부재의 한지축과 가까운 위치에 무게중심추를 이동시켜 결합하면 물문막이부재 무게와 무게중심추 무게와의 무게 균형에 의해 한지축을 중심으로 물문막이부재가 하수 유입 방향으로 천천히 기울어져 차집관거 내로 하수가 천천히 유입된다.

이와 달리, 하수의 수량이 많을 경우 물문막이부재의 한지축과 멀어지는 위치, 즉 물문막이부재의 타측 끝단에 무게중심추를 이동시켜 결합하면 물문막이부재 무게와 무게중심추 무게와의 무게 균형에 의해 한지축을 중심으로 물문막이부재가 하수 유입 방향으로 신속하게 기울어져 하수가 차집관거 내로 신속하게 유입된다.

이와 같은 토사유입방지장치는 하수의 수량 변동에 따라 물문막이부재에 결합되는 무게중심추를 한지축과 가깝거나 멀어지도록 그 위치를 조정하여 하수의 수량에 따라 물문막이부재가 차집관거의 상부를 신속하게 열 수 있도록 용이하게 조절할 수 있다.

한편, 차집관거의 상부가 닫혀 토사 및 우수의 유입이 차단되는 경우, 토사유입방지장치는 <그림 4-2>와 같이 우기 시 상술한 <그림 4-1>의 상태에서 차집관거 내로 토사 및 우수가 유입되는 것이 차단되도록 물문막이부재가 한지축을 중심으로 시소운동되어 수평상태로 전환된다.

즉, 우기 시에는 하수와 섞이고 토사를 동반한 많은 수량의 우수가 토사유입방지장치 쪽으로 흐르게 되는데, 이때 물문막이부재의 무게와 수량 변동에 따라 물문막이부재의 일측에 작용하는 수압이 무게중심추 무게와의 무게 균형에 의해 무게중심이 변화되면서 물문막이부재가 한지축을 중심으로 시소운동되어 수평상태로 전환된다.

이때 물문막이부재의 상면 양측에 서로 평행하게 형성된 가이드관에 의해 우수가 안내되면서 물문막이부

재의 상면으로 흐르는 우수의 유속이 빨라지게 되고, 이로 인해서 물문막이부재에 작용하는 수압이 더욱 증가되므로 물문막이부재가 힌지축을 중심으로 신속하게 수평상태로 전환되며, 이와 동시에 물문막이부재의 타측 끝단에 형성된 절곡부의 상단이 상승방지턱의 저면에 걸림되면서 물문막이부재는 힌지축을 중심으로 더 이상 상승되지 않게 된다.

이렇게 물문막이부재가 수평상태로 전환되면, 물문막이부재에 의해 차집관거의 상부가 닫히게 되므로 토사 및 우수가 차집관거 내로 유입되는 것이 방지된다. 따라서 우기 시 발생하는 토사와 많은 양의 우수는 차집관거 내로 유입되지 않고 물문막이부재의 상면을 통과하여 하천으로 방류된다.

한편, 비가 그쳐 토사유입방지장치 쪽으로 흐르는 수량이 적어지면 물문막이부재에 작용하는 수압이 소멸된다. 그러면 <그림 4-1>과 같이 하수가 차집관거 내로 유입되도록 물문막이부재 무게와 무게중심추 무게와의 무게 균형에 의해 물문막이부재의 타측이 힌지축을 중심으로 하수 유입 방향으로 기울어진다. 이때 물문막이부재 상면의 잔여 하수는 가이드판에 의해 물문막이부재의 양측으로 누출되는 것이 방지되면서 차집관거 내로 유입된다.

이와 같은 토사유입방지장치는 하수로의 차집관거에 설치되는 물문막이부재가 평상시 물문막이부재 무게와 무게중심추 무게와의 무게 균형에 의해 힌지축을 중심으로 하수 유입 방향으로 기울어진 상태로 유지되어 차집관거를 열게 되므로 하수가 차집관거 내로 유입되고, 우기 시에는 수량 변동에 의해 물문막이부재 무게와 수압이 무게중심추 무게와의 무게 균형에 의해 신속하게 무게중심이 변화되면서 물문막이부재가 수평상태로 전환되어 차집관거를 닫게 되므로 토사 및 우수가 차집관거 내로 유입되지 않고 하천으로 방류되는 것이다.

결 론

이상에서 설명한 바와 같이, 무게 균형을 이용한 토사유입방지장치는 하수로에 설치되는 차집관거를 개폐하도록 설치되는 물문막이부재의 타측에 무게중심추를 위치조정 가능하도록 결합하여 물문막이부재 무게와 물의 수압이 무게중심추 무게와의 무게 균형을 이루도록 함으로써 평상시에는 하수가 차집관거 내로 유입되도록 하고, 우기 시에는 수량 변동에 따라 무게 균형에 의해 신속하고 정밀하게 자동개폐되어 토사 및 우수가 차집관거 내로 유입되는 것을 차단하여 안정적인 하수처리장의 운영기반을 조성할 수 있다. 또한, 차집관거 내로 유입되는 하수의 수량변동에 따라 차집관거가 신속하게 개폐될 수 있도록 물문막이부재에 결합되는 무게중심추의 위치를 용이하게 조정할 수 있고, 전체적인 구조가 단순하여 고장발생의 요인이 없어 유지보수 및 특허사용에 따른 비용을 절감할 수 있다. ㉠

★ 특허출원신청(2004. 12. 30) 진행 중 / 출원번호 : 특허출원 제10-2004-0116783호