

# 침수방지와 방충·방취 기능을 갖는 오우배수장치의 개발

김용석\*, 박성호<sup>+</sup>, 양순용<sup>++</sup>

(논문접수일 2008. 1. 31, 심사완료일 2008. 4. 4)

## The Development of Sewer Drainage for Harmful Insect and Bad Smell Prevention

Yong-Seok Kim\*, Sung-Ho Park<sup>+</sup>, Soon-Young Yang<sup>++</sup>

### Abstract

New type of the sewer drainage has been developed to overcome present sewer drainage's shortcoming. This system has the function of drainage, sewerage, reverse flow prevention, and harmful insect and smell prevention. Numerical simulation has been carried out in order to minimize the troubles that can be happened in the process of manufacture and installation process. This sewer drainage system for harmful insect and smell prevention intercepts pollution source, and then it prohibit second pollution. Harmful insect cannot go in and out in this system. Also, this system can reduce the damage of flooded districts due to heavy rain because it is impossible to flow backward from sewer drainage.

**Key Words** : sewerage(하수처리), sewer drainage(오우배수장치), harmful insect prevention(방충), smell prevention(방취)

## 1. 서론

환경에 대한 오염의 문제는 인류사회가 시작되면서부터 시작되었고 산업의 발전과 편리함을 추구하는 인간생활의 변화는 환경오염을 급속히 진행시켜왔다.

환경오염에는 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 대기오염과 수질 오염이다. 대기오염의 주요인은 화석연료의 사용으로 인한 것이며 수질 오염의 주요인은 공업용수로 인한 오염과

생활하수에 의한 오염이다.

생활하수의 수질오염은 우리인간생활과 밀접한 관계가 있다. 1차적으로 오염된 생활하수는 배수관로를 통하여 흘러가면서 2차적인 오염원인 악취를 발생시킨다. 1차적인 대기오염이나 수질오염에 대한 것은 강하게 규제되어 왔으나 2차적 오염원인 악취에 대한 부분은 등한시 되어왔다. 늦은 감이 없진 않지만 악취에 대한 오염의 심각성을 인식하여 악취방지특별법을 제정하여 2005년부터 시행을 위해 공포된

\* 울산대학교 대학원 기계자동차공학과

+ 경일대학교 기계자동차학부

++ 교신저자, 울산대학교 기계자동차공학과 (soonyy@mail.ulsan.ac.kr)

주소: 680-749 울산광역시 남구 무거2동 산29

바 있다<sup>(1)</sup>. 악취발생은 시가지에 설치된 생활오수관로나 우수배수관로의 유입구로부터 배출된다.

특히 시가지 도로주변에 설치된 오우수배수구는 각종 생활쓰레기가 함께 유입되어 관로내부에서 부패하여 악취발생을 가중시키는 원인이 되고 있다. 오염된 오우수배수관은 전염병 매개체인 파리, 모기, 쥐 등이 서식하기 알맞은 환경을 제공하는 역할을 하여 하절기뿐만 아니라 동절기에도 모기가 출현하는 등 위생에 악영향을 끼치고 있다. 또한 방충을 위한 방역작업은 생활의 불편과 약물에 의한 피해 그리고 막대한 예산을 낭비하고 있다. 이러한 문제들은 주택가나 상가가 밀집된 지역일수록 더욱 심각하며, 더욱이 상가지역의 악취는 영업에 직접적인 영향을 미치게 되어 오우수배수구를 판재 등으로 막는 현상이 일어나고 있으며 이는 도시미관을 저해하고, 우천 시에는 배수능력을 상실도록 하는 등의 문제점으로 나타나고 있다.

특허조사를 통해 특허맵을 작성하고 이를 분석한 결과 관련기술로는 오우수배수구로부터 분출되는 악취를 막기 위한 수단으로 기존에 설치된 그릴이나 맨홀 뚜껑의 구멍마다 덮개를 부착하는 방법<sup>(2)</sup>과 악취 분출구를 전체적으로 막기 위하여 악취방지장치를 제작하여 설치하는 방법<sup>(3,4)</sup> 등이 적용되고 있다. 부가적으로 악취방지를 위한 대부분의 오우수배수장치에는 오우수의 역류방지를 위한 장치<sup>(5-7)</sup>를 동시에 구비하고 있다. 이러한 역류방지장치가 호우 시에는 일정지역의 침수와 역류압력을 이기지 못해 배수장치 자체가 유실되는 역기능을 낳고 있다.

본 연구에서는 오염된 배수구로부터 분출되는 악취를 막아주고, 집중호우 시 특정지역 침수방지를 위한 역류 분산처리 가 가능하고, 해충들의 출입을 막을 수 있는 방충 및 방취 기능을 갖는 오우수배수장치를 개발하고자한다.

## 2. 장치개념설계 및 기구적 모델링

### 2.1 장치설계

지금까지는 오우수배수시설 및 하수도 맨홀의 설치등 공공하수도의 맨홀 규격은 환경부장관이 정하여 고시한 표준도에 의해서만 설치하도록 의무화하고 있다<sup>(8)</sup>. 공공하수도 맨홀 규격은 현장여건 재질 및 강도 등과 관계없이 일률적으로 고시된 표준도(표준설계도)에 따르도록 의무화되어 있는 것을 개선하기 위하여 2007년 하수도법 시행규칙 일부개정령(안)을 입법예고 한 바 있다<sup>(9)</sup>.

본 연구에서는 지방자치단체(울산시)의 설치기준에 준하여 설계하였다.

방충·방취용 오우수배수장치의 개념적 작동과 구성을 나타내면 Fig. 1과 같다. Fig. 1의 (a)는 정상적인 배수일 때의 상태를 나타내고, (b)는 비정상적인 역류가 발생할 때의 상태를 나타낸 것이며, (c)는 악취의 분출과 오염물질의 유입을 차단하는 평상상태를 나타낸 것이다.

방충·방취용 오우수배수장치는 몸체(Supporting Body), 배수개폐장치(Forward Flow Open-Close Cover), 역류개폐장치(Backward Flow Open-Close Cover), 균형 추(Balancing Weight) 등으로 구성되었으며 외관은 Fig. 1 (d)와 같다.

각 부분에 대한 기능은 다음과 같다.

지지대(Supporting body)는 모든 장치가 부착되는 부분이며, 배수구에 설치 할 때 받침대의 역할을 한다.

배수개폐장치(Forward flows open-close cover)는 오우수의 유입량에 따라 자동으로 개폐가 조절되는 부분이다. 경첩이 부착되는 피봇 점을 중심으로 내부는 덮개부분이고, 외부는 추의 기능을 하는 부분이다. 덮개 부분에는 역류개폐장치의 덮개가 안착할 수 있는 요철부가 있으며, 요철부에는 여러 개의 구멍을 뚫어, 덮개가 완전히 개방되었을 때 관로내 오우수의 흐름을 원활히 하고, 역류 시에는 역류가 이루어지도록 하는 기능을 한다.

역류개폐장치(Backward flow open-close cover)는 호우시 상류에서 유입된 우수가 역류 분산되어 일정지역의 침수를 막는 안전장치부분이다. 역류개폐장치의 덮개는 경첩으로 배수개폐장치에 부착되며, 역류 시에는 관로내의 유동압력에 따라 개폐가 조절된다.

균형추(Balancing weight)는 배수개폐장치의 덮개가 부착되는 반대쪽에 부착되어 개폐장치의 덮개가 항상 닫혀있도록 하는 기능을 한다. 균형추의 크기는 배수개폐장치에 오우수가 유입되었을 때 개폐가 원활하게 이루어질 수 있는 크기로 한다.

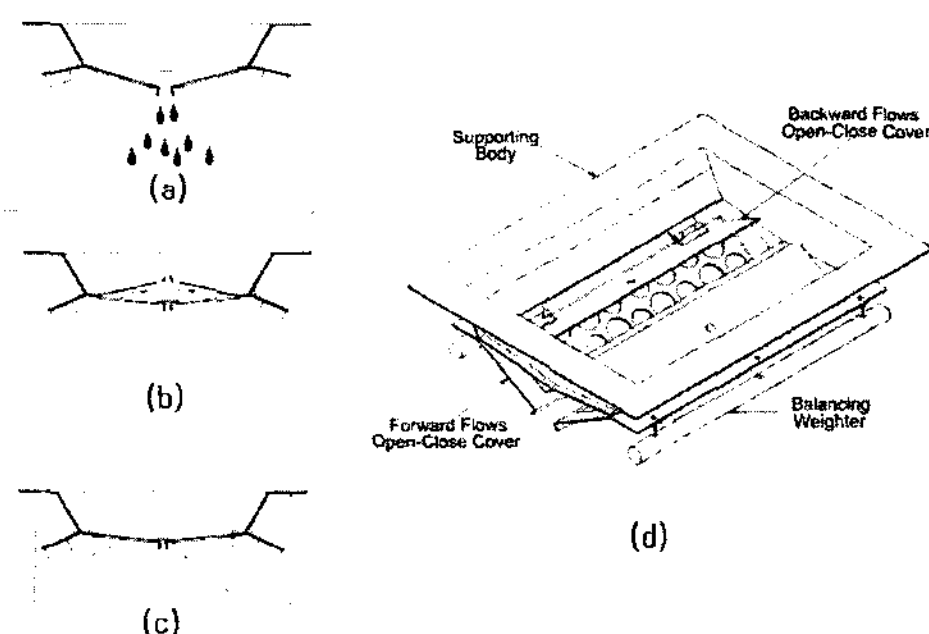


Fig. 1 Scheme of the sewerage device

## 2.2 기구해석

오우배수개폐장치의 기구학적 모델링을 하기 위한 좌표계는 Fig. 2와 같다.

여기에서 배수 측(forward side)은 오우배수장치에 오우수가 유입되면 배수개폐장치가 개폐되어 배수가 이루어지는 방향이고, 역류 측(backward side)은 오우수가 배수관로부터 역류압력에 따라 역류개폐장치가 개방되는 방향이며, 균형추 측(weight side)라 함은 배수개폐장치가 항상 닫혀있도록 균형추를 설치한 쪽을 지칭한다.

오우배수장치에 유입된 유량과 역류에 따른 개폐장치의 역학적 관계는 경첩의 피봇점  $O_1, O_2$ 을 중심으로 한 모멘트 평형 식을 적용하였다.

$$\sum_{i=1}^n M=0 \quad (1)$$

오우배수장치의 배수개폐장치의 무게 중심은 개폐정도에 따라 무게중심의 궤적이 변하게 되므로 표현은 식 (2)와 식 (3)과 같다<sup>(10,11)</sup>.

$$L_{w1} = \cos(\alpha_1 + \theta_1) \times d_1 \quad (2)$$

$$L_{w2} = \cos(\alpha_2 + \theta_1) \times d_2 \quad (3)$$

여기에서  $L_{w1}$ 은 배수개폐장치의 무게중심변화를 나타내고,  $L_{w2}$ 는 균형추의 무게중심변화를 나타낸다.

각 장치들의 무게는 식 (4)와 같다.

$$\begin{aligned} w_{t1} &= w_{d1} + w_{d3} + w_h \\ w_{t2} &= w_{d3} + w_b + w_h \end{aligned} \quad (4)$$

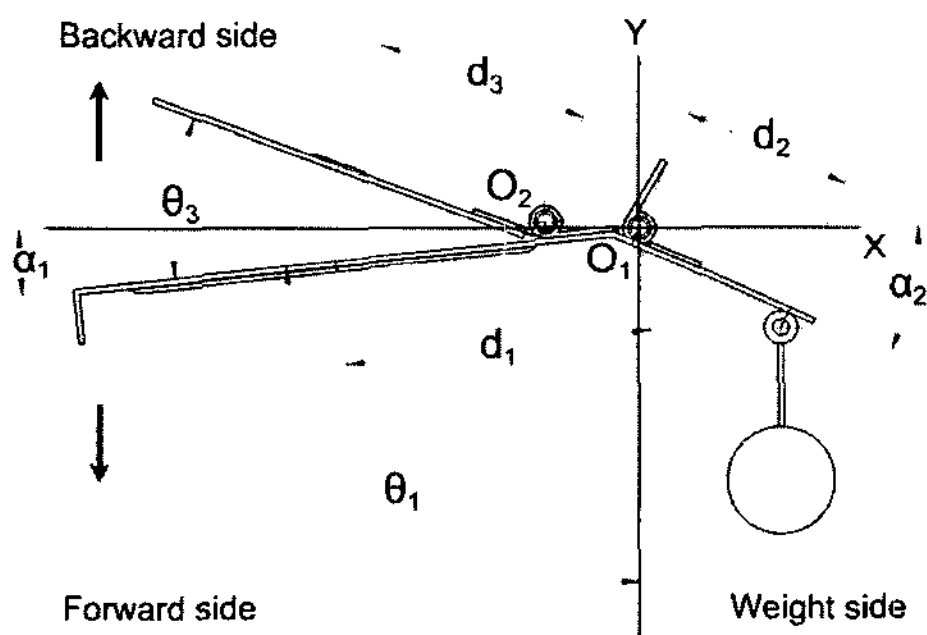


Fig. 2 Schematic diagram of sewage device

여기에서  $w_{t1}$ 은 배수개폐장치와 역류개폐장치를 합한 배수측의 전체무게를 나타내고,  $w_{t2}$ 는 배수개폐장치의 균형추측의 전체무게를 나타낸다.  $w_{d1}, w_{d2}, w_{d3}$ 는 배수개폐장치의 배수측, 배수개폐장치 균형추 측 그리고 역류개폐장치의 무게를 각각 나타낸다. 그리고  $w_b, w_h$ 는 균형추와 장석의 무게를 각각 나타낸다.

개폐장치의 개폐각도에 따른 오우수의 유입량은 식 (5)와 같이 되며, 역으로 유입유량에 따른 개폐장치의 개폐각도를 산출할 수 있다.

$$Q_v = \left[ \left( \frac{L_{w2}}{L_{w1}} \times w_{t2} - w_{t1} \right) / \rho_w \right] \times 2 \quad (5)$$

여기에서  $Q_v$ 는 오우수의 배수체적유량을 나타내고,  $\rho_w$ 는 오우수의 밀도를 나타낸다.

역류개폐장치의 오우수의 역류에 따른 개폐의 각도는 역류개폐장치에 작용하는 압력에 따라 결정되고, 작용압력은 역류개폐장치의 무게중심에 집중적으로 작용하는 것으로 가정하면 오우수의 역류압력에 따라 발생하는 힘은 식 (6)과 같다.

$$F_{d3} = P_{s3} \times A_{d3} \quad (6)$$

여기에서  $P_{s3}$ 는 오수관로부터 역류되는 압력을 나타내고,  $A_{d3}$ 는 배수개폐장치 면적을 나타내며,  $F_{d3}$ 는 역류압력에 의해 역류개폐장치에 작용되는 힘을 나타낸다.

오우수의 역류에 의한 힘과 역류개폐장치의 자중에 의해 발생하는 모멘트의 차이로부터 피봇점  $O_2$ 에서 역류개폐장치가 힘을 받는 점까지의 거리는 식 (7)과 같다.

$$\begin{aligned} L_{w3} &= \cos(\alpha_3) \times d_3 \\ M_{F3} &= F_3 \times L_{w3}, \quad M_{w3} = W_3 \times L_{w3} \\ D_{i3} &= L_{w3} - \left( \frac{M_{F3} - M_{w3}}{F_3} \right) \end{aligned} \quad (7)$$

여기에서  $L_{w3}$ 는 역류개폐장치의 개폐에 따른 무게중심의 변화를 나타내고,  $M_{F3}, M_{w3}$ 는 오우수의 역류에 의해 발생하는 모멘트, 역류개폐장치의 자중에 의해 발생하는 모멘트를 각각 나타낸다.  $D_{i3}$ 는 역류개폐장치에 발생하는 모멘트와 자중에 의한 모멘트 차에 의한 무게중심의 차이를 나타낸다.

만약에  $D_{i3} \leq 0$  이면 역류개폐장치가 닫혀있음을 의미하며, 오우수로부터 받는 힘에 의한 역류개폐장치의 개폐각도

는 식 (8)과 같다.

$$\theta_3 = \cos^{-1}(D_{i3}/L_{w3}) - \alpha_1 \quad (8)$$

오우배수장치의 배수처리능력은 다음과 같이 예측할 수 있다. 강우측정을 위한 기상청 표준 집수면적의 직경은 20 cm이고, 기상청 발표 강우기준을 적용하였다.<sup>[A1]</sup>

우수의 유입속도에 따른 체적유량은 식 (9)와 같다.

$$\dot{V}_{d1} = L_{t1} \times W_{t1} \times v_{dr} \quad (9)$$

여기에서  $L_{t1}$ ,  $W_{t1}$ 은 배수장치의 배수구 길이와 폭을 각각 나타낸다. 그리고  $v_{dr}$ 은 배수되는 유속을 나타내고,  $\dot{V}_{d1}$ 은 배수장치에서 처리되는 배수체적유량을 나타낸다.

기상청 발표기준에 따른 강우의 체적유량은 식 (10)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\dot{V}_{ra} = \frac{\pi \times D_s^2}{4} \times R_q \quad (10)$$

여기에서  $R_q$ 는 기상청 발표에 따른 강우량을 나타내고,  $D_s$ 는 강우측정을 위한 표준 집수면적의 직경을 나타낸다. 그리고  $\dot{V}_{ra}$ 는 강우에 따른 강우체적유량을 나타낸다.

배수장치의 배수체적유량과 내리는 강우의 강우체적유량을 비를 식 (11)과 같이 정의하면, 체적유량비로부터 배수처리면적은 식 (12)와 같다.

$$N_{dr} = \frac{\dot{V}_{d1}}{\dot{V}_{ra}} \quad (11)$$

$$A_{ca} = \frac{\pi \times D_s^2}{4} \times N_{dr} \quad (12)$$

여기에서  $N_{dr}$ 은 배수처리체적유량과 강우체적유량의 비이고,  $A_{ca}$ 는 내리는 강우량을 처리할 수 있는 배수처리면적을 나타낸다.

### 3. 결과 및 고찰

장치의 설계도구로 3D CAD Tool인 CATIA V5을 이용하여 모델링하였고, Assembly 기능을 이용하여 가상적으로 부품들을 조립하여 부품간의 작동상태를 DMU(Digital Mock-Up)<sup>[12]</sup> 기능을 이용하여 검토하였다.

설계된 오우배수장치를 나타내면 Fig. 3과 같고, (a)는 평

상상태를 나타내고 (b)는 작동상태를 나타낸다.

방충·방취용 오우배수개폐장치의 열림과 닫힘을 조절하는 균형추 크기의 결정과 오우수의 유입량에 따른 오우배수개폐장치의 개폐각도 그리고 오우수의 역류유량에 따른 역류개폐장치의 개폐각도를 전산모사를 통해 검토하였다. 또한 강우량에 따른 배수처리능력을 예측하였다.

전산모사 수행은 MatLab과 CATIA V5와 Interface한 MSC사의 SMO(SimDesigner Motion) module<sup>[13-15]</sup>을 활용하였고, 후처리과정은 ADAMS 2003 PostProcess<sup>[16]</sup>을 활용하였다. 시뮬레이션을 단순화하기 위하여 다음과 같이 가정하였다. 장치에 작용하는 힘은 무게중심에 집중력으로 작용하며 작용하는 압력은 작용면에 균일압력이 작용한다. 오우수관 내에 오우수의 유동속도는 고려하지 않고 경첩의 회전에 의한 마찰은 무시한다고 가정한다.

이러한 가정 하에 균형추의 크기를 결정하기 위한 전산모사 결과는 Fig. 4와 같다.

Fig. 5에서 (a)는 균형추 직경의 증가에 따른 오우수배수개폐장치의 개폐 측과 균형추 측과의 모멘트 차를 나타낸 것이며, (b)는 균형추의 무게를 나타낸다. Fig. 5의 (a)에서 모멘트차가 0일 때 개폐 측(Forward side)과 균형추 측(Weight

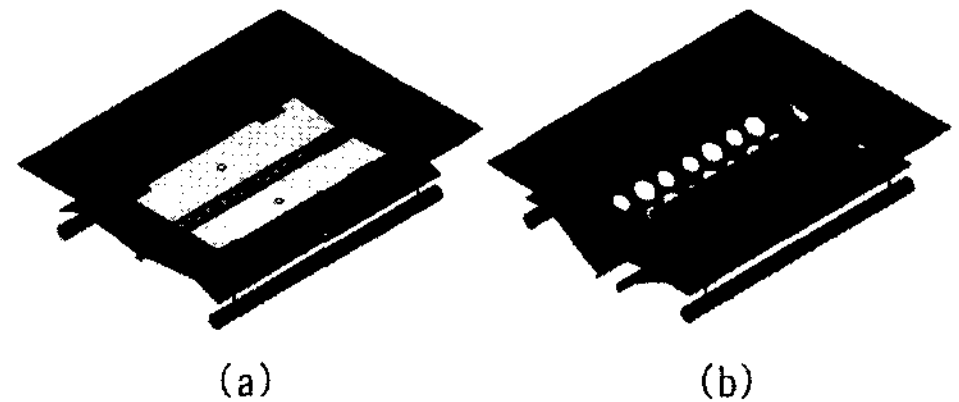


Fig. 3 3-D Modeling of the sewage drainage device

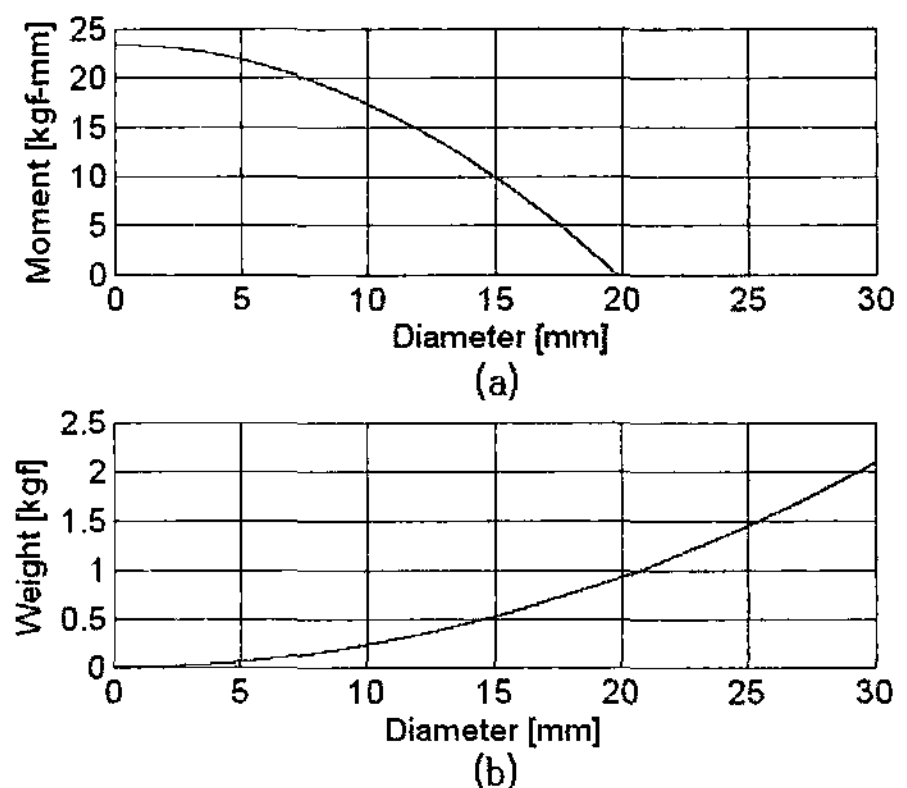


Fig. 4 Simulation result of the balance weight

side)이 균형을 이룬다. 이때 Fig. 5의 (b)로부터 균형추의 무게와 직경은 각각 0.9kgf(8.82N)와 19mm로 결정된다. 선정된 균형추의 적용과 오우배수장치에 유입되는 유량을 작용력으로 환산하여 SMO 모듈에서 전산모사 한 결과는 Fig. 5와 같다.

Fig. 5의 (a)는 오우수의 유입유량에 따른 개폐장치의 상태를 나타내고, (b)는 오우수의 유입이 없는 경우 개폐장치의 상태를 나타낸다. Fig. 5 (a)의 그래프에서 개폐장치가 완전히 개방하는데 필요한 오우수의 무게는 26.3N이다. 그리고 (b)의 그래프는 균형추의 무게에 따른 개폐장치의 닫힌 상태를 나타낸다. 이때 균형추의 무게는 8.75N이며 개폐장치는 0.5도 범위에서 진동하면서 균형을 이루고 있다. 여기에서 기구해석에 의한 것과 응용소프트웨어를 활용한 전산모사의 결과가 상사됨을 확인할 수 있다. 실제의 균형추의 무게 선정에 있어서는 균형추의 무게는 8.75N이상으로 하여야한다. 이것은 우천 시가 아닌 평시상태에서는 오우배수장치위에 쓰레기나 낙엽 등이 쌓일 수 있으며, 이들이 오우배수관로 속으로 유입되는 것을 방지하기 위해서는 이를 지지할 수 있었어야 하기 때문이다. 본 연구에서는 산출된 균형추의 무게에 대한 30%을 더 고려하였다.

오우배수역류장치에 작용하는 오우수의 역류압력에 따른 SMO 모듈에서 전산모사 한 결과는 Fig. 6과 같다. Fig. 6 (a)는 상승시간을 5초로 한 경우이고 (b)는 2.5초로 한 경우이다. 오우배수역류장치의 개방에 필요한 초기의 힘은 1.8N이며, 75°의 개방에는 2.5N의 힘이 필요함을 알 수 있다. 즉 오우수의 역류압력이 73Pa이상이면 개방이 시작되고, 109Pa 이상이면 완전 개방됨을 의미한다. 여기에서 오우배수장치의 전체무게는 40N이며, 오우수의 역류에 대한 저항 압력을 산출하면 442Pa이 된다. 따라서 오우수관로로부터 역류압

력이 발생했을 때 109Pa이면 오우배수역류장치가 개방되므로 오우배수장치가 설치된 장소로부터 쉽게 이탈되지 않음을 예측할 수 있다.

오우배수장치의 배수처리능력은 배수구의 배수처리속도에 따라 결정된다. 실제적용에 있어서 배수처리속도를 알아내기란 어려움이 있다. 일반적으로 오우수의 배수가 진행될 때는 아주 강한 난류가 발생할 것으로 예상할 수 있다. 그리고 난류는 레이놀즈수가 4,000이상일 때를 말한다<sup>(17)</sup>. 이로부터 오우수의 유속을 유추하면 0.013m/s가 됨을 알 수 있다. 따라서 배수처리속도의 범위는 0.01~0.1m/s의 범위를 선정하였다. 오우수배수장치의 기구해석에 의한 배수처리능력 예측의 결과는 Fig. 7과 같다. 그래프에서 가로축은 기상청기상예보 발표 강수량이고, 세로축은 배수장치의 배수처리 가능면적을 나타낸다.

예측 그래프로부터 배수처리속도가 0.1m/sec이고 기상청 발표 강우량이 60mm/h(다소 많은 비)일 때 배수처리면적은 400m<sup>2</sup>임을 확인할 수 있다. 그리고 일반적으로 배수구의 설

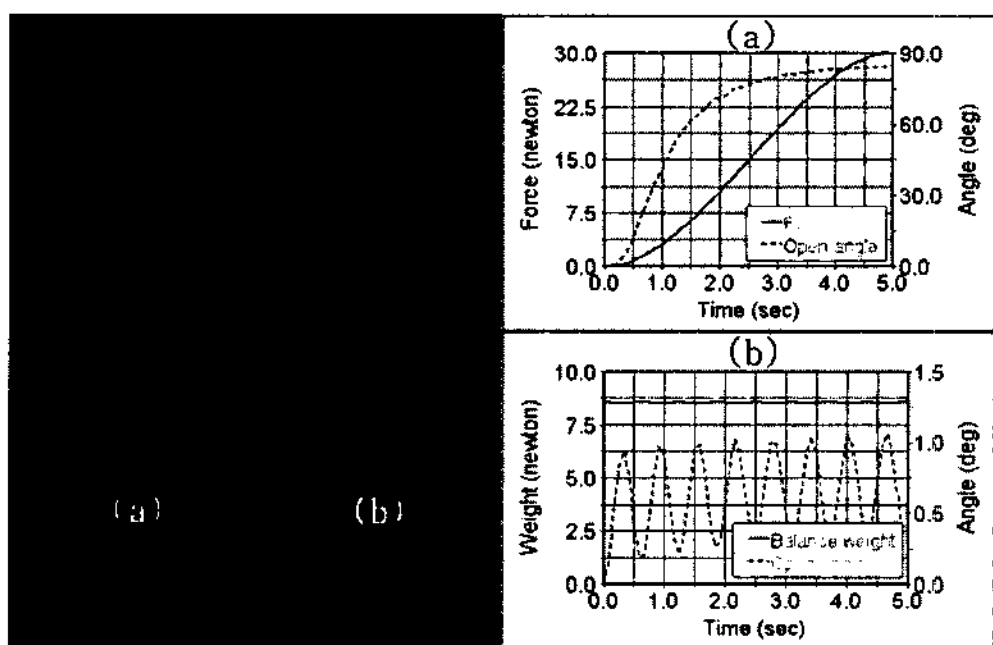


Fig. 5 Simulation of the sewage device with forward-flows

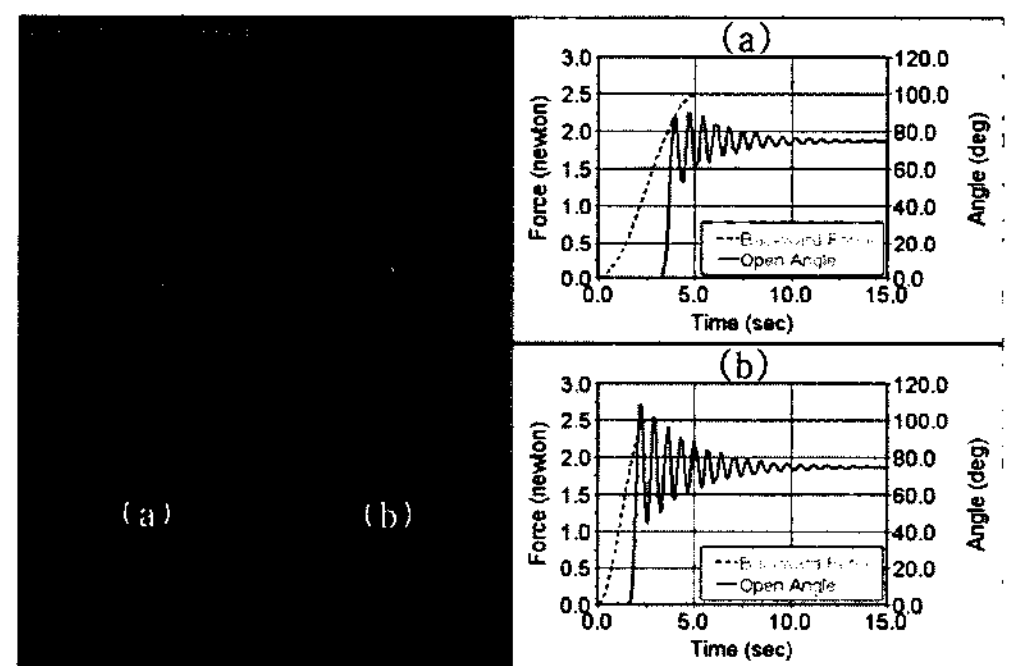


Fig. 6 Simulation of the sewage device with backward-flows

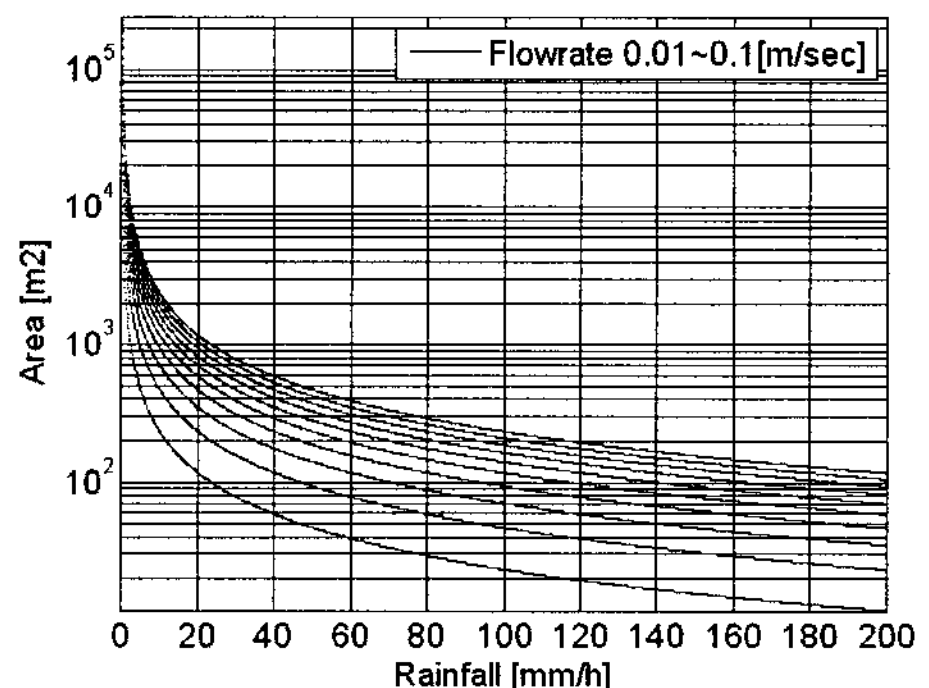


Fig. 7 Capacity of the sewage device



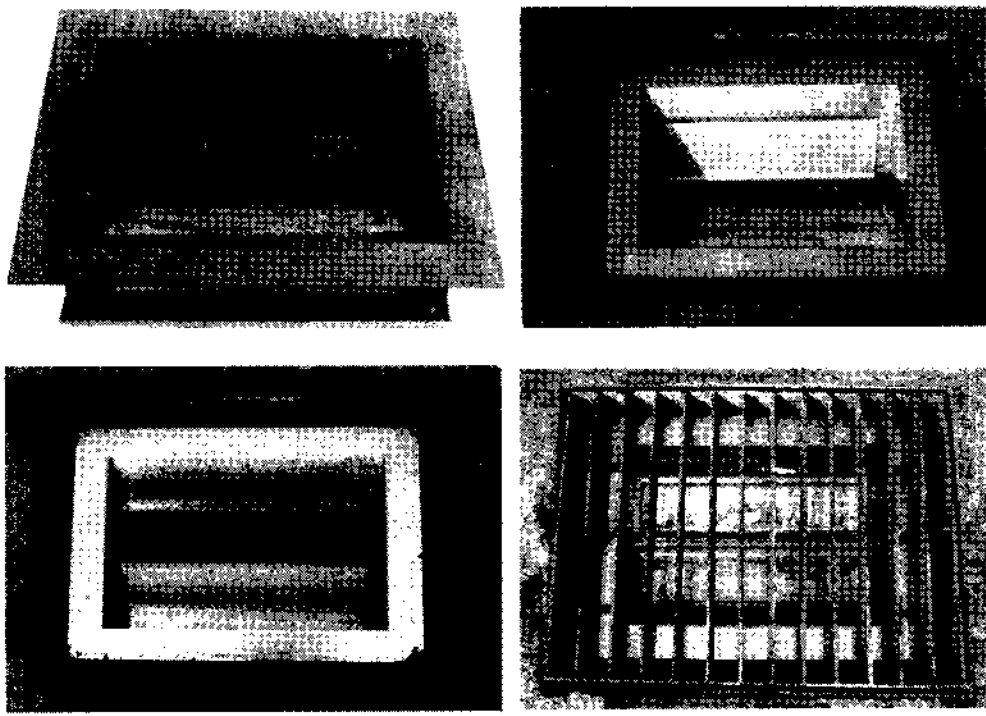


Fig. 8 After installation condition of the sewage device

치는 10~30[m]간격으로 설치된다. 따라서 오우수배수장치가 20m간격으로 설치된 경우라면 다소 강한비가 내리더라도 충분히 배수처리가 가능함을 의미한다.

방충·방취용 오우수배수장치의 제작에 사용한 판재는 오우수배수장치의 지지가 가능하고, 오우수배수구에 설치할 때 용이한 최소한의 두께로 하였다. 그리고 균형추는 주물로 원형의 바(Bar)를 제작하여 적용하였고, 무게의 조절은 드릴링으로 하였다. 형상은 생산성을 고려하여 프레스 급형으로 제작이 용이한 일체형 구조로 하였다. 본 연구에 따른 시제품의 제작과 현장에 적용한 상태는 Fig. 8과 같다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 기존 오우수배수장치의 단점을 개선하기 위하여 방충·방취기능 및 역류장치를 부착한 오우수배수장치를 제안하고 개발하였다. 개발된 방충·방취용 오우수배수장치는 실용신안등록<sup>(18)</sup>을 하였으며, 시제품을 제작하여 현장 적용실험 단계에 있다. 그리고 양산용 제품화를 위해 추진 중에 있으며, 본 연구에서는 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 방충·방취 기능 및 역류장치를 갖는 오우수배수장치의 개발은 오우수배수구로 유입되는 오염원을 원천적으로 차단되게 하였고, 이로 인해 발생하는 2차적인 오염(부패)을 줄일 수 있게 하였다.
- (2) 개발된 배수장치의 방충·방취 기능 장치는 배수구를 통해 분출되는 냄새를 막아주며, 해충들의 출입을 막아 원천적으로 서식을 차단하는 기능을 하게 하였다.
- (3) 개발된 배수장치의 역류장치는 집중 호우 시에는 오우수배수구관로부터 오히려 역류가 발생도로 하여 일정지

역이 침수되는 피해를 줄이도록 하였다.

- (4) 전산모사를 통하여 개폐장치 균형추의 무게는 0.9kgf를 얻었으며 실제에서는 1.2kgf의 추를 제작하여 적용하였다. 또한 유입되는 오우수량과 오우수의 역류압력에 따른 개폐장치의 개폐정도의 검토결과 최대 개방에 각각 26.3N과 109pa이면 개폐가 이루어짐을 확인하였다. 그리고 기상청 발표 강우량에 따른 오우수배수장치의 배수처리능력을 예측한 결과 다소 많은 비(60mm/h)가 내리더라도 적용 시 문제가 없음을 확인하였다.

#### 후 기

본 연구는 울산대학교 교내연구비 지원에 의한 것입니다.

#### 참 고 문 헌

- (1) A law of Korea, 2004.2.9, *A stench prevention law-legislation No.7170, Enforcement decree of a stench prevention law, Presidential decree No. 186955. legislation 2005.2.7, The Ministry of Environment, Korea.*
- (2) Gwon, H. J., 2001, *The drain-outlet that bad smell and flowing backward prevention*, KR Patent: 20-0239950.
- (3) Shin, J. W., 2001, *Apparatus of cover hole switching for drainage*, KR Patent: 20-0255663.
- (4) Kim, D. J., 2004, *The cover device for joining type lay out a drain manhole*, KR Patent: 20-0338835.
- (5) Song, J. W., 2001, *An Equipment Preventing Offensive Smell and Overflow of Sewage*, KR Patent: 20-0303581.
- (6) Eom, H. E., 2004, *Anti-backward flow and anti-stench apparatus for manhole*, KR Patent: 20-0356482.
- (7) Han, M. T., 2002, *Odor and harmful insect counterflow prevention system of sewer*, KR Patent: 20-0282022.
- (8) A law of Korea, 2006, *A law about sewerage installation ect., Article 15: A sewerage law, Article 11: Enforcement decree of a sewerage law*, The Ministry of Environment, Korea.
- (9) A law of Korea, 2007, *Legislation advance notice of part revision decree of enforcement rule of a sewerage law,* "Public notice of environment ministry. No. 2007-412, The Ministry of Environment, Korea.

부 록

(10) Im, T. H., Choi, J. H., Kim, Y. S., Lee, H. S., and Yang, S. Y., 2004, "Development of displayer on tipping-over rate for hydraulic excavator," *Proceeding of The Korean Society of Machine Tool Engineers 2004 Spring Conference*, Volume. 1, pp. 209~214.

(11) Um, H., Choi, J. H., Kim, S. S., Yang, S. Y., and Lee, J. G., 2004, "A study on reversal of hydraulic excavator for crane work," *Transactions of the Korean Society of Machine Tool Engineers*, Volume. 13, No. 4, pp. 64~72.

(12) Lee, S. S., Hwang, Y. J., and Kim, H. J., 2002, "CATIA V5 to study by PC ver 5.7," pp. 319~370, pp. 631~633.

(13) MSC, 2005, *SimDesigner Catia V5 R14 Manual. Chap: 'SMO' guide part*, Santa Ana, USA.

(14) Kim, C. W., Kang, S. J., Woo. S. H., and Kang, S. G., 2003, "Analysis of Door Effort using 2D Model," *MSC 2003 Korea Users Conference*, Vol. 1, No. 50.

(15) Lee, G. H., Lee, S. G., Park, S., and Lee, S. Y., 2003, "The fatigue life analysis on opening and closing motion of folder type mobile phone," *MSC 2003 Korea Users Conference*, Vol. 1, No. 50.

(16) MSC, 2001, *Basic ADAMS Full Simulation Package Training Guide, Version 12.0, Chap: Adams Postprocessor guide part*, Santa Ana, USA.

(17) Irving Granet., Lee, J. C., et. al., *Fluid Dynamics Fourth Edition*, Prentice Hall, SciTech Media, Portland, USA, pp. 210~212.

(18) Im, D. T., 2004, *A drain trap*, KR Patent: 20-0361514-0000.

[A1] Table of Rainfall the Meteorological Administration

| 용 어     | 강수량           | 비 고    |
|---------|---------------|--------|
| 비 매우조금  | 강수량 1mm미만     |        |
| 비 조금    | 강수량 5mm미만     |        |
| 비 다소    | 강수량 5~20mm미만  |        |
| 비 다소 많음 | 강수량 20~80mm미만 |        |
| 비 많음    | 강수량 80mm이상    | 주의보 기준 |
| 비 매우 많음 | 강수량 150mm이상   | 경보 기준  |

\* 약한 비 : 시간당 강우량이 0.2mm 미만의 비

\* 강한 비 : 시간당 강우량이 20mm 이상의 비

<출처 : 기상청>

[A2] 용어정의

- 1) "하수"라 함은 사람의 생활이나 경제활동으로 인하여 액체성 또는 고체성의 물질이 섞이어 오염된 물(이하 "오수"라 한다)과 건물·도로 그 밖의 시설물의 부지로부터 하수도로 유입되는 빗물·지하수를 말한다. 다만, 농작물의 경작으로 인한 것을 제외한다(하수도법 제2조 정의).
- 2) "배수설비"라 함은 건물·시설 등에서 발생하는 하수를 공공하수도에 유입시키기 위하여 설치하는 배수관과 그 밖의 배수시설을 말한다(하수도법 제2조 정의).
- 3) "악취"라 함은 황화수소·메르캡탄류·아민류 그 밖에 자극성이 있는 기체상태의 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말한다(악취방지법 제2조 정의).
- 4) "악취배출시설"이라 함은 악취를 유발하는 시설·기계·기구 그 밖의 것으로서 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 환경부령으로 정하는 것을 말한다(악취방지법 제2조 정의).