

## 자원회수시설용 폐기물 병커의 환기설비설계 개선에 관한 연구

이태구<sup>†</sup>, 문정환, 허진혁, 이재현<sup>\*</sup>  
 한양대학교 대학원 기계공학과, <sup>\*</sup>한양대학교 공과대학 기계공학부

### Improvement of the Ventilation Equipment in a Waste Bunker For a Municipal Waste Incinerator

Tae-Gu Lee<sup>†</sup>, Jung-Hwan Moon, Jin-Huek, Hur, Jae-Heon Lee<sup>\*</sup>

Department of Mechanical Engineering, Graduate School of Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

<sup>\*</sup>Department of Mechanical Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

(Received September 7, 2006; revision received December 1, 2006)

**ABSTRACT:** The waste bunker usually consists of waste entrance zone and waste pit. In this paper, the distributions of air flow, NH<sub>3</sub> concentration and H<sub>2</sub>S concentration in a waste bunker were investigated to prevent an odor generated in a waste pit from dispersing to the waste entrance zone by numerical method. Four cases were considered such that 1) the waste incinerators is operated, 2) the waste incinerators is stopped, 3) the waste incinerator is operated and the direction of a supply diffuser is 45° upward, 4) the waste incinerator is stopped and the direction of a supply diffuser is 45° upward. In case of 1), the fresh air from the waste entrance zone is exhausted smoothly to the main exhaust grill of the waste pit. It means that an odor dispersion to the waste entrance zone will not occur. However in case of 2), the induction of fresh air is so small and the supply air with an odor in waste pit can flow to the waste entrance zone. Therefore, an odor will be dispersed to the waste entrance zone. This paper shows the solution that the supply diffuser with the direction of 45° upward is chosen. As a result in case of 3) and 4), an odor dispersion to the waste entrance zone does not occurred and on odor is exhausted smoothly to the auxiliary exhaust grill.

**Key words:** Waste bunker(폐기물 병커), Odor(악취), Waste entrance zone(폐기물 반입장), Waste gate(폐기물 투입구)

#### 기 호 설 명

<p><math>a</math> : 이산화방정식의 계수</p> <p><math>b</math> : 생성항</p> <p><math>C_{\mu}, C_{1\epsilon}, C_{2\epsilon}</math> : 난류상수</p>	<p><math>D</math> : 악취의 확산계수 [<math>m^2/s</math>]</p> <p><math>D_t</math> : 난류확산계수 [<math>m^2/s</math>]</p> <p><math>g</math> : 중력가속도 [<math>m/s^2</math>]</p> <p><math>G_k</math> : 유동에 의한 난류생성항 [<math>kg/(m \cdot s^3)</math>]</p> <p><math>k</math> : 난류운동에너지 [<math>m^2/s^2</math>]</p> <p><math>L</math> : 폐기물 단위부피당 악취발생량 [<math>kg/(m^3 \cdot s)</math>]</p> <p><math>R</math> : 수렴 정도를 점검하기 위한 잉여치</p> <p><math>S</math> : 급기구에서 유입되는 악취량 [<math>kg/s</math>]</p>
---	--

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-2-2220-0425; fax: +82-2-2220-4425

E-mail address: mybluetear@freechal.com

- $Sc_t$  : 난류 Schmidt 수,  $\mu_t/\rho D_t$
- $u, v, w$  :  $x, y, z$  방향 공기속도 [m/s]
- $V$  : 면에 대한 수직방향 속도 [m/s]
- $x, y, z$  : 절대좌표계

**그리스 문자**

- $\epsilon$  : 난류운동에너지 소산율 [ $m^2/s^3$ ]
- $\mu_t$  : 층류점성계수 [ $kg/(m \cdot s)$ ]
- $\mu_t$  : 난류점성계수 [ $kg/(m \cdot s)$ ]
- $\rho$  : 공기밀도 [ $kg/m^3$ ]
- $\sigma_k, \sigma_\epsilon$  : 난류상수
- $\sigma_l$  : 층류 Prandtl 상수
- $\sigma_t$  : 난류 Prandtl 상수
- $\phi$  : 일반변수

**하첨자**

- e1 : 주배기구
- e2 : 보조배기구
- i, j : 텐서성분
- nb : 인접 제어체적의 격자점
- p : 계산 제어체적의 격자점
- s : 급기구

**1. 서 론**

단위면적당 거주하는 인구가 증가되면서 도시 폐기물 발생량이 급증함에 따라 폐기물을 소각시키고 지역난방 등에 이용되는 자원회수시설의 건설이 증대되고 있다. 그러나 자원회수시설의 폐기물 병커에서 발생하는 악취는 황화수소(H<sub>2</sub>S), 암모니아(NH<sub>3</sub>) 등으로 인간에게 정신적, 생리학적 스트레스를 유발시켜 마스크용, 두통, 호흡곤란 및 알레르기 현상 등의 인체반응을 나타낸다. 이 경우 자원회수시설에서 발생하는 악취 및 유해가스로 인해 환경운동단체와 주민들의 반발이 거세게 제기되고 있는 현실이다. 따라서 폐기물 반입 및 공급시 발생하는 악취를 제거하는 과정에서 자원회수시설 폐기물 병커의 환기설비에 대한 중요성이 점차 증대되고 있다.<sup>(1)</sup>

본 연구에서는 Y시에 건설 예정인 자원회수시설 폐기물 병커에 설치계획된 환기설비의 악취확산 여부를 이론적인 방법으로 예측해 보고자 한

다. 또한 악취확산 문제가 발생하였을 경우 환기설비설계 변경을 통해 악취확산을 방지할 수 있는 방안에 대하여 논의하고자 한다.

**2. 연구모델**

Y시 자원회수시설에 계획된 폐기물 병커의 상세도를 Fig. 1에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 병커는 폭 31 m, 길이 40 m, 높이 38 m이며 크게 폐기물 반입장(waste entrance zone)과 폐기물 피트(waste pit)로 구성되어 있다. 폐기물 반입장은 차량 출입구와 폐기물 투입구가 있으며, 폐기물 피트에는 크레인과 호퍼가 존재한다. 차량 출입구를 통해 폐기물을 운반하는 차량이 출입하며 적재된 폐기물은 폭 4 m, 높이 6.4 m 크기를 갖는 6개의 폐기물 투입구를 통해 폐기물 피트로 적재된다. 평상시에는 약 3 m 높이의 폐기물이 폐기물 피트에 항상 적재되어 있다. 피트에서 적재된 폐기물은 크레인에 의해 호퍼로 투입되며 폐기물 병커 우측의 소각로 플랜트(incinerator plant)로 운반되어 연소공정을 통해 처리된다.<sup>(2-3)</sup>

폐기물 피트에 발생하는 악취를 제거하기 위한 환기설비를 Fig. 2에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 폐기물 피트 동쪽 측벽에는 총배기풍량 31,100 CMH인 2개의 주배기구와 총급기풍량 11,400 CMH인 2개의 급기구가 존재한다. 피트 북쪽 측벽에는 총배기풍량 14,400 CMH인 1개의 보조 배기구가 존재한다.

폐기물에서 발생하는 악취는 2개의 급기구에서

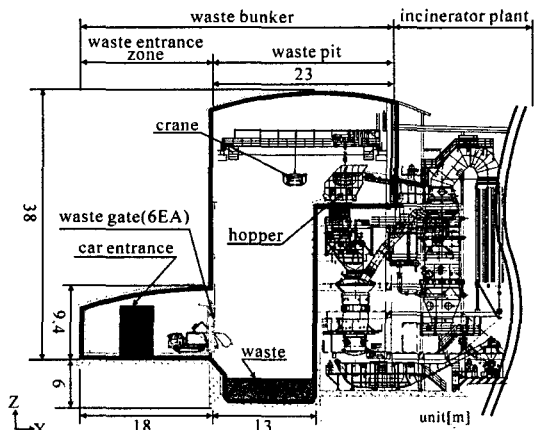


Fig. 1 Schematics of the waste bunker.

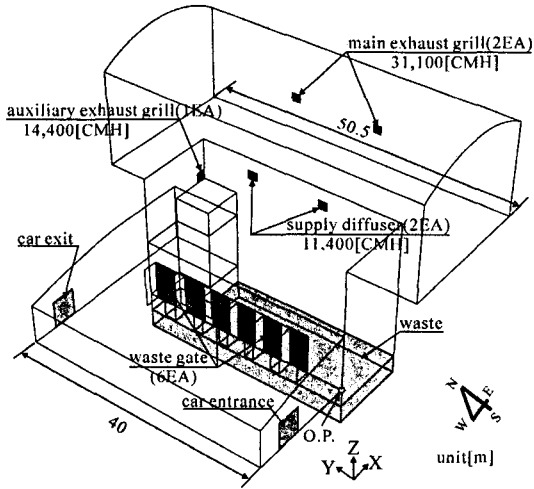


Fig. 2 Ventilation equipments in a waste bunker.

급기되는 공기와 폐기물 피트에 적재된 폐기물로부터 기인된다. 급기구를 통해 폐기물 피트 내부로 급기된 공기는 소각로 플랜트의 폐수 및 침출수 처리실로부터 유인된 공기로서 악취를 유발하는 암모니아(NH<sub>3</sub>)와 황화수소(H<sub>2</sub>S) 등이 각각 5 ppm, 0.5 ppm 정도 포함되어 있다. 또한 약 3m 정도 높이로 폐기물 피트에 적재된 폐기물에서는 암모니아와 황화수소 등이 각각 9 ppm, 0.04 ppm 정도 포함되어 있다. 폐기물 소각을 위한 소각로 가동시의 경우와 정지시의 경우 급기구로부터 급기된 오염공기는 서로 다른 배기구로 배출된다. 소각로 가동시는 급기구로 급기된 오염공기는 주 배기구를 통해 배기되며 소각로 정지시는 급기구로 급기된 오염공기는 보조배기구를 통해 배기된다. 이때 급기구를 통해 급기되는 급기량은 소각로 가동시나 정지시 모두 동일하다. 일반적으로 피트에서 발생하는 악취가 폐기물 반입장으로 확산되는 것을 방지하기 위하여 피트 내부는 보통 음압 상태로 유지하여야 한다. 본 연구모델의 경우 소각로 가동시 주배기구에서 배기되는 풍량이 급기풍량보다 3배 이상 크게 설계되어 있어 외부의 신선외기는 차량 출입구를 통해 폐기물 투입구로 유인되어 주배기구로 배기될 것으로 예상된다. 그러나 소각로 정지시의 경우에는 보조배기구를 통해 배기되는 유량과 급기구를 통해 급기되는 유량이 유사하므로 피트에서 발생한 악취가 반입장으로 확산될 우려가 있다.

따라서 본 연구에서는 소각로 가동시 및 정지시의 상황에서 피트에서 발생된 악취가 폐기물 반입장으로 확산되는가의 여부를 판단하고자 기류 분포, 암모니아 농도분포 및 황화수소 농도분포를 이론적인 방법으로 예측하였다. 추가적으로 반입장에서의 악취확산 문제가 발생하였을 경우 환기설비설계 변경을 통해 악취확산을 방지할 수 있는 방안에 대하여 검토하였다.

### 3. 기류 및 악취 해석방법

#### 3.1 지배방정식

본 연구에서는 3차원 형상의 폐기물 병커 모델

Table 1 Governing equations and model coefficients

Continuity equation;
$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = 0$
Momentum equation;
$\frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j u_i) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ (\mu + \mu_t) \left( \frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) \right\} + S_{u_i}$
Turbulent kinetic energy equation;
$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i k) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left\{ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right\} + G_k - \rho \epsilon$
Dissipation rate equation of turbulent kinetic energy;
$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i \epsilon) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left\{ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_i} \right\} + G_k C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} - C_{2\epsilon} \rho \frac{\epsilon^2}{k}$
Concentration conservation equation;
$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i m) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \left( \rho D + \frac{\mu_t}{Sc_i} \right) \frac{\partial m}{\partial x_i} \right] + S$
where,
$\mu_t = \frac{c_\mu \rho k^2}{\epsilon}, \quad G_k = \mu_t \left( \frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) \frac{\partial u_j}{\partial x_i}$
$C_\mu = 0.09, \quad C_{1\epsilon} = 1.44, \quad C_{2\epsilon} = 1.92$
$\sigma_k = 1.0, \quad \sigma_\epsilon = 0.9, \quad Sc_i = 0.7, \quad D = 2.88 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

의 기류 및 악취해석을 평가하기 위하여 정상상태 농도방정식을 사용하였다. 농도방정식에는 폐기를 병커 내부의 국소공기속도항이 포함되어 있으므로 공기유동에 관한 연속방정식, 운동량방정식, 난류운동에너지방정식 및 난류운동량 소멸방정식이 함께 풀이되었다. 본 연구에서 사용된 지배방정식을 Table 1에 나타내었으며 각 식들에서의 기호 선정은 일반적인 교과서를 인용하였다.<sup>(4)</sup>

3.2 격자계 및 경계조건

본 연구에서는 비정렬 격자계를 사용하였으며, 제어체적의 수는 약 320,000개로서 이의 외형을 Fig. 3에 나타내었다. 경계조건은 차량 출입구, 급기구, 주배기구, 보조배기구, 폐기물 및 벽면에서 정의될 수 있으며 상세한 내용은 Table 2에 나열하였다. 차량 출입구를 통해 유입된 신선외기는 폐기물 투입구를 통해 주배기구 또는 보조배기구로 배기되는데 폐기물 투입구의 경우 폐기물 적재차량이 수시로 출입하기 때문에 신선외기가 유입되는 폐기물 투입구의 개구면적을 정확하게 예측할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 폐기물 투입구의 하부를 통해 신선외기가 유입된다고 가정하였으며 총개구면적은 16.2 m<sup>2</sup>이다. 피트에서 발생하는 악취의 경우 하나의 급기구로부터 암모니아 1.78×10<sup>-5</sup> kg/s 및 황화수소 3.14×10<sup>-6</sup> kg/s가 질량유량 상태로 병커 내부로 급기된다. 3m 높이로 적재된 폐기물에서는 암모니아 9 ppm 및 황화수소 0.04 ppm이 발생된다고 가정하였으며 이

를 발생량으로 환산하면 1.1×10<sup>-5</sup> kg/(m<sup>3</sup>·s) 및 5.0×10<sup>-8</sup> kg/(m<sup>3</sup>·s)이다. 이때 V는 해당면에 수직인 속도를 의미하며 하첨자 s, m 및 e는 각각 급기구, 주배기구 및 보조배기구를 나타낸다. S는 하나의 급기구를 통하여 실내로 유입되는 악취량을 의미하며, L은 폐기물에서의 단위부피당 악취량을 나타낸다.

지배방정식들이 비선형이므로 반복계산에 의한 해의 수렴이 필요하다. 반복계산시 종속변수들의 수렴 정도를 점검하기 위하여 아래에 정의된 잉여치(Residual) R값이 조사되었으며, 각 종속변수에 대하여 잉여치값이 10<sup>-3</sup> 이하에 도달하면 수렴된 것으로 간주하였다.<sup>(5)</sup>

$$R = \sum_{cells P} \left| \sum_{nb} a_{nb} \phi_{nb} + b - a_p \phi_p \right| \quad (1)$$

여기서  $\phi$ 는 일반변수,  $a$ 는 이산화방정식의 계수,  $b$ 는 생성항, 그리고 하첨자  $p, nb$ 는 각각 계산제어체적과 인접제어체적의 격자점을 뜻한다.

Table 2 Boundary conditions for present study

Location	Conditions
Supply diffuser (each)	$V_s = 2.83 \text{ m/s}$ $V_s = \sqrt{u_s^2 + v_s^2 + w_s^2}$ $S_{NH_3} = 1.78 \times 10^{-5} \text{ kg/s}$ $S_{H_2S} = 3.14 \times 10^{-6} \text{ kg/s}$
Main exhaust grill (each)	$V_{e1} = -8.81 \text{ m/s}$ $V_{e1} = \sqrt{u_{e1}^2 + v_{e1}^2 + w_{e1}^2}$ $\frac{\partial m}{\partial x} = \frac{\partial m}{\partial y} = \frac{\partial m}{\partial z} = 0$
Auxiliary exhaust grill	$V_{e2} = -8.16 \text{ m/s}$ $V_{e2} = \sqrt{u_{e2}^2 + v_{e2}^2 + w_{e2}^2}$ $\frac{\partial m}{\partial x} = \frac{\partial m}{\partial y} = \frac{\partial m}{\partial z} = 0$
Car entrance	$\frac{\partial v}{\partial y} = 0, \frac{\partial k}{\partial y} = 0, \frac{\partial \epsilon}{\partial y} = 0, \frac{\partial m}{\partial y} = 0$
Car exit	$\frac{\partial v}{\partial y} = 0, \frac{\partial k}{\partial y} = 0, \frac{\partial \epsilon}{\partial y} = 0, \frac{\partial m}{\partial y} = 0$
Odor	$L_{NH_3} = 1.1 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3 \text{ s}$ $L_{H_2S} = 5.0 \times 10^{-8} \text{ kg/m}^3 \text{ s}$
Wall	$u = v = w = 0$

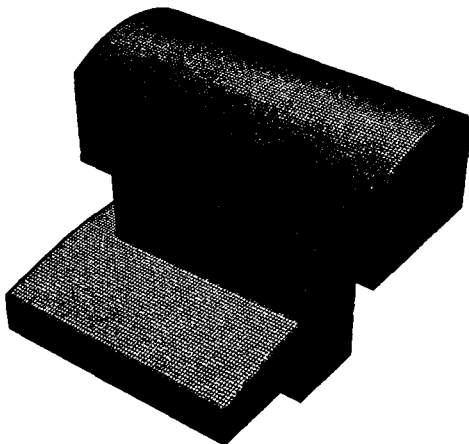


Fig. 3 Control volumes of the waste bunker.

4. 결과 및 고찰

본 연구에서는 폐기물 병커의 기류 및 악취해석을 위하여 Fig.4에서 보는 바와 같이 폐기물 병커 반입장 바닥으로부터 0.5m 떨어진 수평면을 검토단면으로 정하였으며 기류분포, 암모니아의 농도분포 및 황화수소의 농도분포를 해석하였다.

4.1 기존 환기설비 설계안

4.1.1 소각로 가동시

소각로 가동시 폐기물 병커 내의 기류, 암모니아 및 황화수소의 농도분포를 Fig.5에 나타내었다. 폐기물 병커 검토단면에서의 기류 특성을 나타낸 Fig. 5(a)에서 보면 외부로부터 폐기물 반입장 내로 유입된 신선공기는 폐기물 투입구 상하부의 틈새를 통과하여 폐기물 피트 내부로 유입되고 있음을 알 수 있다. 폐기물 병커 검토단면의 평균 기류속도는 0.3 m/s 이하로 낮게 나타나지만, 차량 출입구를 통해 유입된 신선외기는 큰 정체영역 없이 원활하게 폐기를 투입구를 통해 배기되는 것을 알 수 있다. 이는 폐기물 피트 상부 급기구에서의 급기유량(11,400 CMH)에 비해 주배기구에서 배기되는 배기유량(31,100 CMH)이 상대적으로 크기 때문에 폐기물 피트 내부가 부압상태로 유지되어 차량 출입구로부터 신선외기가 유입되기 때문이다. ㉠, ㉡영역의 경우 큰 재순환영역을 형성하고 있음을 알 수 있다. 이는 급기

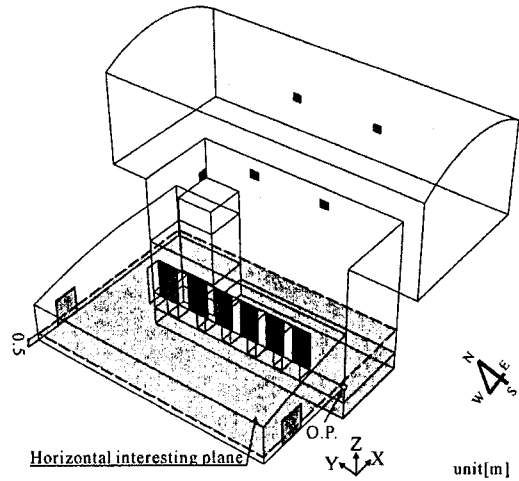


Fig. 4 Horizontal interesting plane of a waste bunker.

구에서 수평방향으로 토출된 오염공기가 폐기물 피트 상부와 하부로 유동이 분리되면서 폐기물 반입장 틈새로 유입된 공기와 혼합되어 재순환 영역이 발생된다고 판단된다.

폐기물 병커 검토단면의 암모니아 및 황화수소의 농도분포를 Fig.5의 (b), (c)에서 살펴보면 병커 내의 오염물 농도분포는 기류분포에서 살펴본 바와 같이 폐기물 반입장으로부터 유입된 공기가 폐기물 피트 내부로 원활히 이동하고 있으므로 폐기물 반입장에서의 악취확산은 일어나지 않을 것이라고 예상된다. 이는 피트에 적재된 폐기물

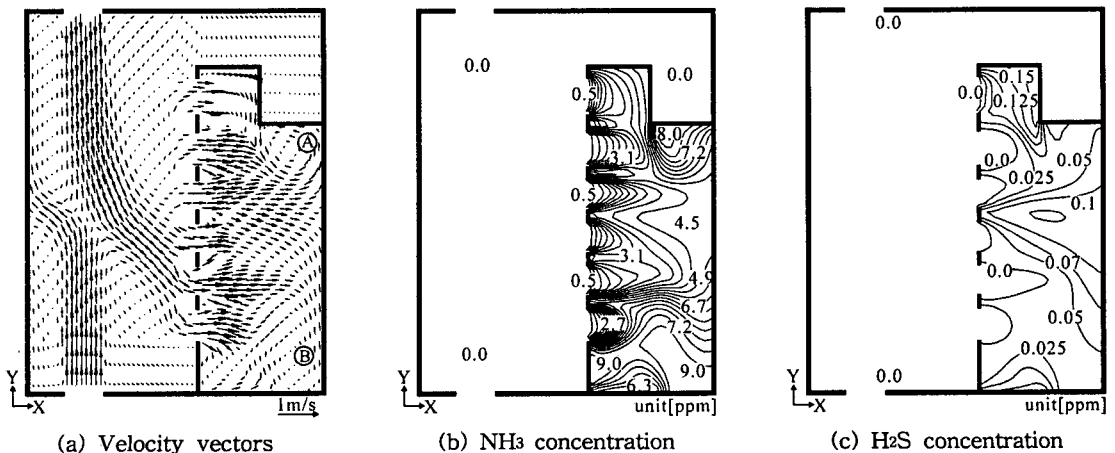


Fig. 5 Distributions of velocity vectors and concentrations in case that the waste incinerator is operated (z =0.5 m).

에 의한 악취와 급기구에서의 급기되는 악취가 폐기물 반입장으로 확산되지 않고 배기구로 원활하게 배출됨을 뜻한다. 폐기물 병커 내의 암모니아 농도분포를 살펴보면 발생한 9 ppm의 농도는 폐기물 투입구의 상하부 틈새로 유입된 신선외기와 혼합되면서 농도가 3~6 ppm으로 희석됨을 알 수 있다. 그러나 재순환 영역이 발생하는 ①, ② 영역의 경우 폐기물 피트에서 발생된 악취는 배출되지 못하고 9 ppm 정도의 오염농도를 유지함을 알 수 있다.

폐기물 병커 내의 황화수소의 농도분포를 살펴보면, 폐기물에서 발생되는 황화수소 및 급기구에서 급기되는 황화수소는 폐기물 투입구에서 유입되는 신선외기와와의 혼합으로 인해 0.025~0.1 ppm 정도의 분포를 보이고 있다. 이때 ①, ② 영역의 경우 암모니아와는 반대로 0.05 ppm의 낮은 농도를 보이고 있는데, 이는 폐기물 피트에서 발생되는 황화수소가 급기구에서 급기되는 황화수소에 비해 그 농도가 훨씬 낮기 때문이다.

소각로 가동시의 폐기물 병커에서의 기류 및 악취분포를 예측한 결과 폐기물 피트 내에서 발생된 악취는 반입장으로 확산되지 않고 주배기구로 원활하게 배출될 것이라고 예측되었다.

#### 4.1.2 소각로 정지시

소각로 정지시 폐기물 병커 검토단면의 기류, 암모니아 및 황화수소의 농도분포를 Fig. 6에 나타내었다. 소각로 정지시에는 급기구를 통한 급

기는 계속 이루어지지만 배기는 주배기구를 통해 이루어지지 않고 보조배기구를 통해 이루어진다. 폐기물 병커 검토단면에서의 기류 특성을 나타낸 Fig. 6의 (a)에서 보면 폐기물 반입장의 경우 평균 기류속도는 0.1 m/s 이하로 신선외기의 도입이 거의 이루어지지 않고 있으며, ①, ②영역에서는 큰 재순환영역이 형성되고, ③영역은 폐기물 피트에서 폐기물 반입장으로 역류가 발생되고 있음을 알 수 있다. 이는 폐기물 피트 상부의 급기구에서 수평으로 급기된 오염공기가 상부와 하부로 유동이 분리되어 보조배기구를 통해 일부 배기가 이루어지고 나머지 기류는 하부로 이동하게 된다. 이때 급기구에서 하부로 토출된 강한 급기는 폐기물 반입장에서 폐기물 투입구 틈새를 통해 유입되는 신선외기보다 상대적으로 빠르기 때문에 오염공기가 반입장으로 역류되는 것을 볼 수 있다. 소각로 정지시 폐기물 병커 검토단면의 암모니아 및 황화수소의 농도분포를 Fig. 6의 (b), (c)에서 살펴보면 기류분포에서 살펴본 바와 같이 폐기물 반입장으로 오염공기가 일부 역류하여 반입장 내의 암모니아 농도는 1.5~4.5 ppm 정도, 황화수소 농도는 약 0.05~0.025 ppm으로 나타났다. 또한 폐기물 피트 검토단면의 암모니아 농도 분포는 전체적으로 소각로 운전시보다 높은 농도 분포 경향을 보여 암모니아의 경우 약 7.2~9.0 ppm, 황화수소의 경우 약 0.05~0.2 ppm 정도를 보이고 있다. 따라서 소각로 정지시는 폐기물 피트에서 발생된 악취는 폐기물 반입장으로 악취가

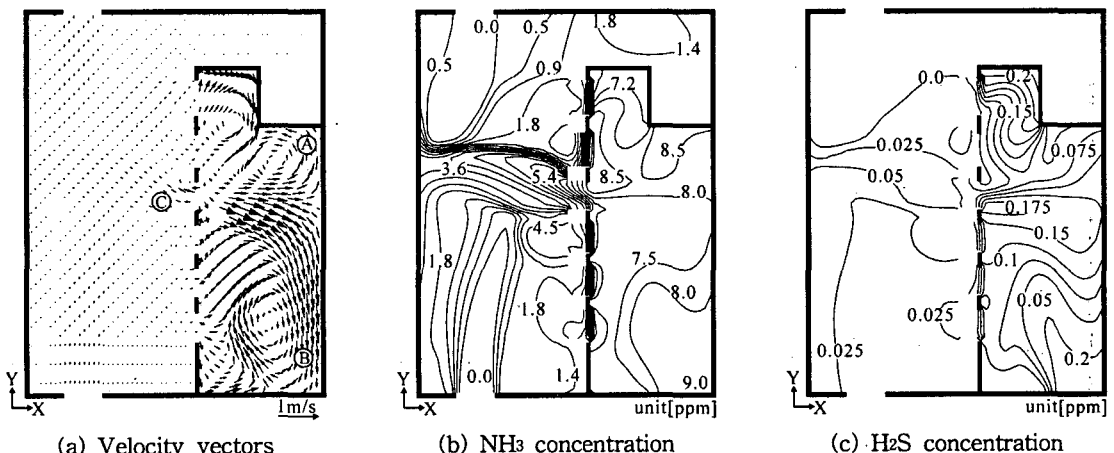


Fig. 6 Distributions of velocity vectors and concentrations in case that the waste incinerator is stopped ( $z = 0.5$  m).

확산될 것으로 판단되며, 반입장으로의 악취확산을 방지하기 위해서는 벅커 내에 추가적인 배기구를 설치하거나 급기구의 위치 또는 보조배기구의 위치를 변경하여 원활한 배기가 가능하도록 해야 할 것이다.

4.2 개선 환기설비설계안

소각로 정지시 폐기물 벅커 수직단면( $y=15\text{ m}$ )의 기류분포를 Fig. 7에 나타내었다. 기존 환기설비 설계의 경우 급기구에서 오염공기는 수평으로 급기되어 폐기물 벽면에 도달하여 상하부로 분리되는 경향을 나타낸다. 따라서 소각로 정지시 하부로 토출된 강한 급기로 인해 폐기물 피트의 오염된 공기가 폐기물 투입구를 통해 폐기물 반입장으로의 역류발생 및 악취확산이 발생한다. 본 연구에서는 악취확산을 방지하기 위한 방안 중의 하나로 급기구의 토출방향을 변경하여 이론 해석을 수행하였다. 이때 고려된 급기구의 토출방향은 급기된 공기가 하부로 토출되는 것을 방지하기 위해 상향으로 설정하였으며 시공의 편의성을 위하여 각도는  $45^\circ$ 로 하였다.

4.2.1 소각로 운전시

소각로 가동시 폐기물 벅커 내의 기류, 암모니아 및 황화수소의 농도분포를 Fig. 8에 나타내었다. 소각로 가동시는 기존의 환기설비의 경우에도 폐기물 반입장으로의 악취확산 문제는 발생하

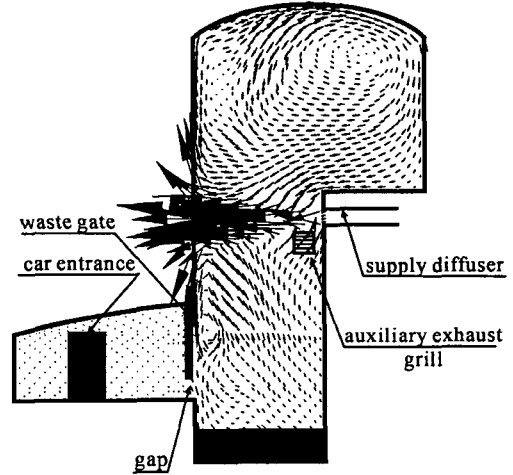


Fig. 7 Distributions of velocity vectors in case that the waste incinerator is stopped ( $y=15\text{ m}$ ).

지 않았기 때문에 환기설비설계를 변경하였을 경우에도 특별한 문제점은 예측되지 않음을 알 수 있다. 기류 특성을 나타낸 Fig. 8의 (a)에서 보면 검토단면의 평균 기류속도는  $0.3\text{ m/s}$  정도로 신선외기는 큰 정체영역 없이 원활하게 폐기물 투입구를 통해 배기되는 것을 알 수 있다.

폐기물 벅커 검토단면의 암모니아 및 황화수소의 농도분포를 Fig. 8의 (b), (c)에서 살펴보면 신선공기가 폐기물 피트 내부로 원활히 이동하고 있으므로 폐기물 반입장으로의 악취확산은 일어나

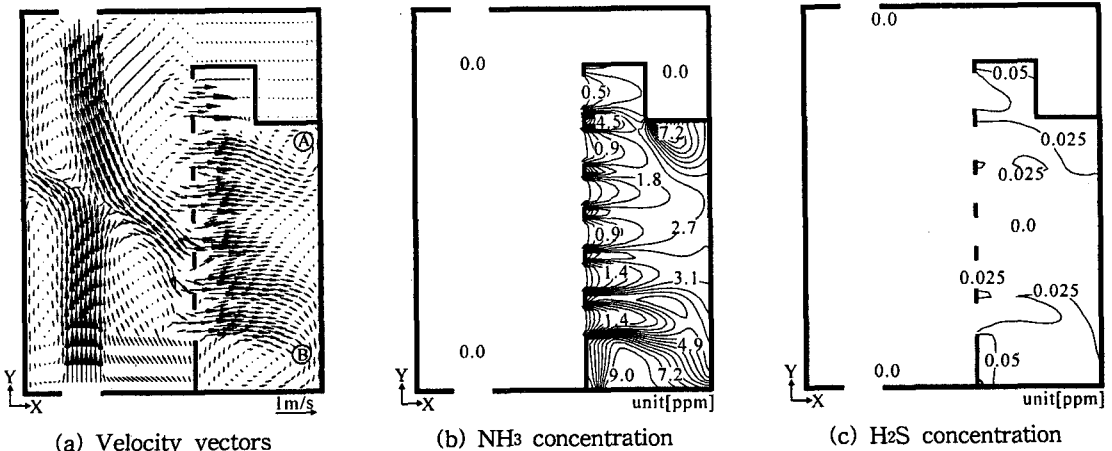


Fig. 8 Distributions of velocity vectors and concentrations in case that the waste incinerators is operated and the supply direction is  $45^\circ$  upward ( $z=0.5\text{ m}$ ).

지 않음을 알 수 있다. 암모니아 농도분포는 신선외기와 혼합되면서 농도가 2~6 ppm으로 희석됨을 알 수 있다. 황화수소의 농도분포 0.0~0.05 ppm 정도의 분포를 보이고 있다.

환기설비를 개선하여 소각로 가동시의 폐기물 병커에서의 기류 및 악취분포를 예측한 결과 폐기물 피트 내에서 발생한 악취는 반입장으로 확산되지 않고 주배기구로 원활하게 배출될 것이라고 예측되었다.

4.2.2 소각로 정지시

소각로 정지시 폐기물 병커 검토탄면의 기류, 암모니아 및 황화수소의 농도분포를 Fig. 9에 나타내었다. 폐기물 병커 검토탄면에서의 기류 특성을 나타낸 Fig. 9의 (a)에서 보면 병커 내의 급기구에서 상향 45°로 토출된 공기는 병커 상부로 이동하여 보조배기구로 배기되고 폐기물 피트 하부방향으로의 유동은 약하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 급기구에서 오염공기가 수평으로 급기 되었을 경우 폐기물 피트에서 폐기물 반입장으로의 역류가 발생했던 것과 달리 상향 45°로 급기가 이루어진 경우 폐기물 반입장에서의 역류는 발생하지 않았으며 차량 출입구로부터 유입된 신선외기는 폐기물 투입구를 통해 폐기물 피트 배기구로 배기됨을 알 수 있다.

소각로 정지시 45° 상향 급기가 이루어지는 경우 폐기물 병커 검토탄면의 암모니아 및 황화수소의 농도분포를 Fig. 9의 (b), (c)에서 살펴보면

폐기물 반입장에서의 오염농도는 차량 출입구를 통해 유입된 신선외기가 미약하지만 폐기물 피트 내부로 배기되고 있으므로 폐기물 피트에서 발생하는 악취는 폐기물 반입장으로 확산되지 않는 것을 알 수 있다. 암모니아 농도분포의 경우 폐기물에서 발생한 9 ppm의 농도는 폐기물 투입구의 틈새로 유입된 신선외기와 혼합되면서 4.0~8.0 ppm으로 나타나고 있음을 알 수 있다. 황화수소 농도분포의 경우 0.05~0.1 ppm으로 나타나고 있음을 알 수 있다. 암모니아 및 황화수소의 경우 급기구에서 급기된 오염공기는 폐기물 투입구 틈새를 통해 반입장으로 확산되지 않음을 예측할 수 있었다. 따라서 소각로 정지시 폐기물 반입장에서의 악취확산을 방지하기 위하여 급기구의 토출방향을 변경할 필요가 있다고 사료된다.

5. 결 론

본 연구에서는 폭 31 m, 길이 40 m, 높이 38 m 크기의 폐기물 병커의 기류 및 악취해석을 이론적인 방법으로 해석한 후 폐기물 반입장에서의 역류 및 악취확산에 대한 평가를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 급기구가 수평토출인 경우 소각로 가동시 폐기물 반입장으로 유입된 신선공기는 원활하게 폐기물 투입구를 통해 배기되는 것을 알 수 있다. 따라서 폐기물 반입장에서의 악취확산은 일어나지 않을 것이라고 예측되었다.

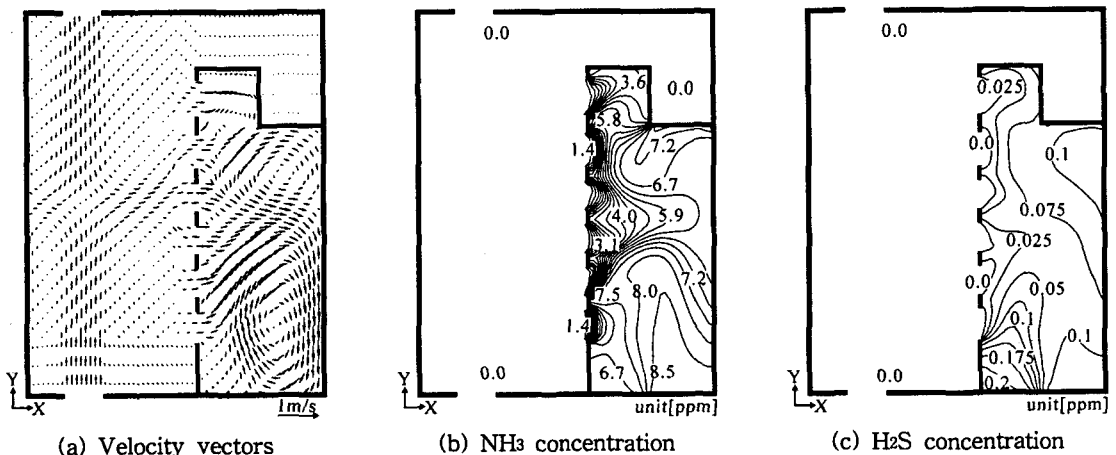


Fig. 9 Distributions of velocity vectors and concentrations in case that the waste incinerators is stopped and the supply direction is 45° upward ( $z=0.5$  m).



(2) 급기구가 수평토출인 경우 소각로 정지시 폐기물 반입장을 통한 신선외기의 도입은 거의 이루어지지 않고 있으며 폐기물 피트에서 폐기물 반입장으로 역류가 발생됨을 알 수 있다. 반입장 내부의 농도분포는 암모니아의 경우 1.5~4.5 ppm, 황화수소의 경우 0.05~0.2 ppm의 분포를 나타내었다. 따라서 악취확산을 방지하기 위해서는 배기구를 추가설치 또는 급기구 토출방향 변경에 대한 설비변경이 필요하다.

(3) 급기구의 토출방향을 45° 상향으로 변경한 경우 소각로 가동시와 소각로 정지시 모두 반입장으로의 역류는 발생되지 않았으며 악취 또한 반입장으로 확산되지 않음을 알 수 있다.

### 참고문헌

1. Sandberg, M. and Sjoberg, M., The use of moments for assessing air quality in ventilated rooms, *Building and Environment*, Vol. 18, No. 4, pp. 181-197.
2. Lee, C. T., Ahn, M. S. and Bae, S. Y., 1995, A study on the investigation of aspects for the domestic municipal solid waste incinerators, *J. Korea Solid Wastes Engineering Society*, Vol. 12, No. 3, pp. 353-364.
3. Min, D. K., Kim, J. G. and Chio, S. K., 1997, A study on the evaluation of incineration treatment of Industrial waste in incheon, *J. Korea Solid Wastes Engineering Society*, Vol. 14, No. 3, pp. 261-270.
4. Patankar, S. V., 1980, *Numerical heat transfer and fluid flow*, McGraw-Hill, New York.
5. Kang, S. Y., Moon, J. S., Lee, T. G. and Lee, J. H., 2003, A study of thermal, air-flow and humidity conditions in an indoor swimming Pool, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 15, No. 8, pp. 683-689.