

과제 #5

제출일 및 제출장소: 12/16 18:00, 35-517

* 과제는 여러분들의 자가학습을 위한 것으로, ABEEK 관련 증빙을 위하여 선별된 6개를 제외하고는 채점하지 않을 계획입니다. 그러나 답안 작성과 컨닝 여부는 점검하니, 반드시 본인이 직접 풀기 바랍니다. 문제풀이를 한 노력이 보이면 감점은 전혀 없습니다. 답안 작성을 하지 않았을 경우 해당 문제는 0점, 컨닝하였을 경우 과제#5에 대하여 수강생 최저점수의 80%를 부여합니다.

1. 다음의 동일한 오염물질 배출 및 기상 조건을 갖는 경우에 대하여, 아래 서로 다른 두 가지의 air stability 조건, 서로 다른 두 개의 지표상 지점($z=0$)의 오염물질 농도를 구하시오(즉, 총 $2 \times 2 = 4$ 가지). 각 조건에 따른 농도값을 비교하고, 그러한 결과를 얻게 된 이유를 간단하게 기술하시오.

(다음) 동일조건

- Effective stack height = 40 m
- Wind speed = 3.5 m/s
- Emission rate = 1000 g/s
- Total reflection 가정

(아래) 개별조건

- i) Air stability class: A, 굴뚝에서 바람방향으로 0.5 km
- ii) Air stability class: F, 굴뚝에서 바람방향으로 0.5 km
- iii) Air stability class: A, 굴뚝에서 바람방향으로 5 km
- iv) Air stability class F, 굴뚝에서 바람방향으로 5 km

(30점)

2. 음식물쓰레기 종량제 시행 이후 음식물쓰레기의 자원화를 통한 재활용률 및 발생량 저감 측면에서는 어느 정도의 성과를 거두었으나, 거리 및 주거지역 위생, 시민의 위생 및 편의성의 측면에서는 상당한 부정적인 측면도 지적되고 있다. 이러한 문제의 해결을 위하여 일각에서는 가정 음식물쓰레기 분쇄기(디스포저; disposer)의 도입을 추진하고 있다. 디스포저는 가정의 주방 싱크대에 분쇄기를 설치, 잘게 분쇄한 음식물쓰레기를 흘려보내어 배출하게 하는 장치이다. 미국 등에서는 디스포저가 일반적으로 사용되고 있으며, 배출된 분쇄 음식물쓰레기는 하수와 혼합되어 하수처리장으로 배출, 처리되게 된다. 이러한 디스포저 도입으로 인하여 발생하게 될 부정적 영향과 이를 해결하기 위한 방안을 기술하시오. (20점)

Note: 근거를 가지고 서술하되, 반드시 문헌 등을 참조할 필요는 없음(즉, 나름대로의 근거를 가진 문제 분석과 창의적인 해결책 환영)

3. 락 페스티벌에 12시간동안 진을 치고 줄을 선 끝에 맨 앞자리에 앉아 공연을 관람하였다. 그런데 좌석 바로 앞에 앰프가 있어 소리가 너무 큰 나머지 공연을 즐길 수 없음을 깨달았다. 앰프는 당신의 전방 2 m 앞에 위치해 있었으며 소리를 측정해 보았더니 sound pressure level로 100 dB이 나왔다. 관리자에게 불편을 호소했더니 앰프를 당신 전방 4 m까지 물릴 수 있다고 하였다. 또한, 객석 맨 끝으로 가는 방법도 있었는데, 이 경우 앰프로부터 100 m 떨어지게 된다. 당신이 락 페스티벌을 즐겁게 즐길 수 있는 소리범위가 60~90 dB이라고 할 때, 위 두 방법 중 어느 방법을 선택하겠는가? (20점)
4. 앱스토어에서 무료로 다운받을 수 있는 소음측정기를 이용하여 생활 속 소음을 한 번 측정해 보시다. 본인이 측정한 소음 중 최고값을 스크린 캡처하여 제출하고, 그 소음의 발생원과 측정을 통한 간단한 소회를 기술하시오. (30점)

과제 #5 - Solutions

제출일 및 제출장소: 12/16 18:00, 35-517

* 과제는 여러분들의 자가학습을 위한 것으로, ABEEK 관련 증빙을 위하여 선별된 6개를 제외하고는 채점하지 않을 계획입니다. 그러나 답안 작성과 컨닝 여부는 점검하니, 반드시 본인이 직접 풀기 바랍니다. 문제풀이를 한 노력이 보이면 감점은 전혀 없습니다. 답안 작성을 하지 않았을 경우 해당 문제는 0점, 컨닝하였을 경우 과제#5에 대하여 수강생 최저점수의 80%를 부여합니다.

1. 다음의 동일한 오염물질 배출 및 기상 조건을 갖는 경우에 대하여, 아래 서로 다른 두 가지의 air stability 조건, 서로 다른 두 개의 지표상 지점($z=0$)의 오염물질 농도를 구하시오(즉, 총 $2 \times 2 = 4$ 가지). 각 조건에 따른 농도값을 비교하고, 그러한 결과를 얻게 된 이유를 간단하게 기술하시오.

(다음) 동일조건

- Effective stack height = 40 m
- Wind speed = 3.5 m/s
- Emission rate = 1000 g/s
- Total reflection 가정

(아래) 개별조건

- i) Air stability class: A, 굴뚝에서 바람방향으로 0.5 km
- ii) Air stability class: F, 굴뚝에서 바람방향으로 0.5 km
- iii) Air stability class: A, 굴뚝에서 바람방향으로 5 km
- iv) Air stability class F, 굴뚝에서 바람방향으로 5 km

(30점)

답)

Total reflection을 가정할 때 지표에서의 오염물질의 농도를 구하는 식:

$$C = \left(\frac{E}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \right) \left[\exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2} \right) \right] \left[\exp\left(\frac{-z^2}{2\sigma_z^2} \right) \right]$$

모든 조건이 굴뚝에서 바람방향인 지점에서의 농도를 구하도록 되어 있으므로, $y=0$ 을 적용하면,

$$C = \left(\frac{E}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \right) \left[\exp\left(-\frac{z^2}{2\sigma_z^2} \right) \right]$$

여기서, $\sigma_y = ax^{0.894}$, $\sigma_z = cx^d + f$

각각에 대하여 계수 a , c , d , f 및 그에 따른 σ_y , σ_z 값, 이에 따른 오염물질 농도를 구하면,

i) $a = 213$, $c = 440.8$, $d = 1.941$, $f = 9.27$, $x = 0.5 \text{ km}$

$$\sigma_y = 213 \cdot 0.5^{0.894} = 115 \text{ m}$$

$$\sigma_z = 440.8 \cdot 0.5^{1.941} + 9.27 = 124 \text{ m}$$

$$C = \left(\frac{1000 \text{ g/s}}{3.14 \cdot 3.5 \text{ m/s} \cdot 115 \text{ m} \cdot 124 \text{ m}} \right) \left[\exp\left(-\frac{(40 \text{ m})^2}{2 \cdot (124 \text{ m})^2} \right) \right]$$

$$= 6.06 \times 10^{-3} \text{ g/m}^3 = 6060 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

ii) $a = 34$, $c = 14.5$, $d = 0.740$, $f = -0.35$, $x = 0.5 \text{ km}$

$$\sigma_y = 34 \cdot 0.5^{0.894} = 18.3 \text{ m}$$

$$\sigma_z = 14.35 \cdot 0.5^{0.740} - 0.35 = 8.24 \text{ m}$$

$$C = \left(\frac{1000 \text{ g/s}}{3.14 \cdot 3.5 \text{ m/s} \cdot 18.3 \text{ m} \cdot 8.24 \text{ m}} \right) \left[\exp\left(-\frac{(40 \text{ m})^2}{2 \cdot (8.24 \text{ m})^2} \right) \right]$$

$$= 4.61 \times 10^{-6} \text{ g/m}^3 = 4.61 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

iii) $a = 213$, $c = 459.7$, $d = 2.094$, $f = -9.6$, $x = 5 \text{ km}$

$$\sigma_y = 213 \cdot 5^{0.894} = 898 \text{ m}$$

$$\sigma_z = 459.7 \cdot 5^{2.094} - 9.6 = 13400 \text{ m}$$

$$C = \left(\frac{1000 \text{ g/s}}{3.14 \cdot 3.5 \text{ m/s} \cdot 898 \text{ m} \cdot 13400 \text{ m}} \right) \left[\exp\left(-\frac{(40 \text{ m})^2}{2 \cdot (13400 \text{ m})^2} \right) \right]$$

$$= 7.56 \times 10^{-6} \text{ g/m}^3 = 7.56 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

iv) $a = 34$, $c = 62.6$, $d = 0.18$, $f = -48.6$, $x = 5 \text{ km}$

$$\sigma_y = 34 \cdot 5^{0.894} = 143 \text{ m}$$

$$\sigma_z = 62.6 \cdot 5^{0.18} - 48.6 = 35.0 \text{ m}$$

$$C = \left(\frac{1000 \text{ g/s}}{3.14 \cdot 3.5 \text{ m/s} \cdot 143 \text{ m} \cdot 35.0 \text{ m}} \right) \left[\exp \left(- \frac{(40 \text{ m})^2}{2 \cdot (35.0 \text{ m})^2} \right) \right]$$

$$= 9.46 \times 10^{-3} \text{ g/m}^3 = 9460 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

결과값은 iv) > i) > iii) > ii)의 순으로 나타난다.

먼저, 굴뚝으로부터의 거리가 가까운 0.5 km 지점에서는 보다 unstable한 대기조건인 i)에서는 plume이 지상에 도달한 반면 stable한 대기조건인 ii)은 plume이 지상에까지 거의 도달하지 못하였으므로 i)의 오염농도가 더 높게 나타난 것으로 해석할 수 있다. 반면, 거리가 먼 5 km 지점에서는 stable한 대기조건인 iv)에서 plume이 지상에 도달하였고, unstable한 대기조건인 iii)은 이미 상당한 y, z 방향의 확산이 발생하였으므로 iv)의 오염농도가 더 높게 나타났다.

2. 음식물쓰레기 종량제 시행 이후 음식물쓰레기의 자원화를 통한 재활용률 및 발생량 저감 측면에서는 어느 정도의 성과를 거두었으나, 거리 및 주거지역 위생, 시민의 위생 및 편의성의 측면에서는 상당한 부정적인 측면도 지적되고 있다. 이러한 문제의 해결을 위하여 일각에서는 가정 음식물쓰레기 분쇄기(디스포저; disposer)의 도입을 추진하고 있다. 디스포저는 가정의 주방 싱크대에 분쇄기를 설치, 잘게 분쇄한 음식물쓰레기를 흘러보내어 배출하게 하는 장치이다. 미국 등에서는 디스포저가 일반적으로 사용되고 있으며, 배출된 분쇄 음식물쓰레기는 하수와 혼합되어 하수처리장으로 배출, 처리되게 된다. 이러한 디스포저 도입으로 인하여 발생하게 될 부정적 영향과 이를 해결하기 위한 방안을 기술하시오. (20 점)

Note: 근거를 가지고 서술하되, 반드시 문헌 등을 참조할 필요는 없음(즉, 나름대로의 근거를 가진 문제 분석과 창의적인 해결책 환영)

답)

일반적으로 디스포저 도입으로 분쇄한 음식물쓰레기를 하수와 함께 배출하게 되면 하수 내의 고형물 증가로 인한 배관의 막힘현상, 과도한 하수처리장 오염물질(BOD) 부하, 음식물쓰레기 자원화를 통한 재활용 및 에너지생산 불가 등의 문제가 있음.

이에 대한 해결책으로는 싱크대 오수로부터 고형물을 분리한 후 고형물은 별도 처리 또는 에너지 생산 등으로의 활용 등이 있을 수 있음.

3. 락 페스티벌에 12시간동안 진을 치고 줄을 선 끝에 맨 앞자리에 앉아 공연을 관람하였다. 그런데 좌석 바로 앞에 앰프가 있어 소리가 너무 큰 나머지 공연을 즐길 수 없음을 깨달았다. 앰프는 당신의 전방 2 m 앞에 위치해 있었으며 소리를 측정해 보았더니 sound pressure level로 100 dB이 나왔다. 관리자에게 불편을 호소했더니 앰프를 당신 전방 4 m까지 물릴 수 있다고 하였다. 또한, 객석 맨 끝으로 가는 방법도 있었는데, 이 경우 앰프로부터 100 m 떨어지게 된다. 당신이 락 페스티벌을 즐겁게 즐길 수 있는 소리범위가 60~90 dB이라고 할 때, 위 두 방법 중 어느 방법을 선택하겠는가? (20점)

답)

앰프는 소리의 point source이므로 다음의 식을 적용:

$$L_{p2} = L_{p1} - 10 \log_{10} \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2$$

i) 앰프를 뒤로 물려 4 m 떨어지게 할 경우

$$L_{p2} = 100 \text{ dB} - 10 \log_{10} \left(\frac{4 \text{ m}}{2 \text{ m}} \right)^2 = 94.0 \text{ dB}$$

ii) 객석 맨 끝으로 가 앰프로부터 100 m 떨어질 경우

$$L_{p2} = 100 \text{ dB} - 10 \log_{10} \left(\frac{100 \text{ m}}{2 \text{ m}} \right)^2 = 66.0 \text{ dB}$$

오랫동안 줄을 선 것이 아쉽기는 하지만, 소리만으로 판단하였을 때는 객석 맨 끝으로 가는 게 합리적인 방법임.

4. 앱스토어에서 무료로 다운받을 수 있는 소음측정기를 이용하여 생활 속 소음을 한 번 측정해 봅시다. 본인이 측정한 소음 중 최고값을 스크린 캡처하여 제출하고, 그 소음의 발생원과 측정을 통한 간단한 소회를 기술하시오. (30점)