

과제 #6 - Solutions

제출일: 12/7 수업시간

1. 풍속이 3.20 m/s인 화창한 6월 어느 날 정오에 충북 영동에 위치한 화력발전소 굴뚝으로부터 PM2.5가 80 g/s의 비율로 배출되고 있다. 다음의 조건을 이용하여 굴뚝으로부터 바람 방향으로 2 km 떨어진 지점 지상에서의 PM2.5 농도가 우리나라 24시간 평균치 기준을 상회하는지 여부를 판별하시오. 단, 지표면에 도달한 분진은 다시 부유하지 않음을 가정하시오(즉, no reflection).

Stack parameters:

Height = 75.0 m
 Diameter = 1.50 m
 Exit velocity = 12.0 m/s
 Temperature = 322°C

Atmospheric conditions:

Pressure = 100 kPa
 Temperature = 28°C

(25점)

답)

충북 영동의 위도가 약 36도이고, 하지에 가까운 날 정오임을 감안하였을 때(하지 때 태양광은 위도 23.5도 지점에 수직으로 입사), "Incoming solar radiation"은 "Strong"으로 판단할 수 있다. 따라서, stability class는 "B".

따라서, $a = 156$, $c = 108.2$, $d = 1.098$, $f = 2$

$$\sigma_y = ax^{0.894} = 156 \cdot 2^{0.894} = 290 \text{ m}$$

$$\sigma_z = cx^d + f = 108.2 \cdot 2^{1.098} + 2 = 234 \text{ m}$$

$$\Delta H = \frac{v_s d}{u} \left[1.5 + \left(2.68 \times 10^{-2} \cdot P \cdot \left(\frac{T_s - T_a}{T_s} \right) \cdot d \right) \right]$$

$$= \frac{12.0 \text{ m/s} \cdot 1.50 \text{ m}}{3.20 \text{ m/s}} \left[1.5 + \left(2.68 \times 10^{-2} \cdot 100 \text{ kPa} \cdot \left(\frac{595 \text{ K} - 301 \text{ K}}{595 \text{ K}} \right) \cdot 1.50 \text{ m} \right) \right]$$

$$= 19.6 \text{ m}$$

$$H = 75.0 \text{ m} + 19.6 \text{ m} = 94.6 \text{ m}$$

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

$$= \left(\frac{2000 \text{ g/s}}{2 \cdot 3.14 \cdot 3.20 \text{ m/s} \cdot 290 \text{ m} \cdot 234 \text{ m}} \right) \left[\exp\left(\frac{-(94.6 \text{ m})^2}{2 \cdot (234 \text{ m})^2} \right) \right]$$

$$= 6.4 \times 10^{-5} \text{ g/m}^3 = 64 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

우리나라 PM2.5 24시간 평균치 기준은 $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ 이므로, 이를 상회함.

2. 수도권매립지에서는 서울, 인천, 경기 지역의 폐기물을 매립, 처분하고 있다. 지난 6월 서울시장, 인천시장, 경기도지사 간 합의로 기존 2016년 12월까지의 매립지 사용계약을 연장하기로 하였다. 이에 따라, 제2매립장이 2017년말 사용이 종료될 것에 대비, 제3매립장 건설을 추진 중에 있으며, 향후 협약에 따라 제4매립장 건설도 추진할 가능성이 있다. 수도권매립지에 종량제 봉투를 통하여 수거되는 가정생활계폐기물과 사업장생활계폐기물만이 매립된다고 가정할 때, 2018년 1월부터 진행될 매립으로 제3 및 제4매립장이 모두 포화되는 시점이 언제인지 예측하시오.

Hint 1: 우리나라 폐기물 발생량 통계에 대한 최신 자료를 입수하여 각 행정구역 별 폐기물 발생량을 구하시오. 통계자료의 폐기물 발생량이 향후 일정하게 유지된다고 가정하시오.

Hint 2: 수도권매립지 제3 및 제4매립장의 매립용량은 수도권매립지관리공사 홈페이지를 통하여 확인할 수 있음.

(25점)

답)

2013년도 전국 폐기물 발생 및 처리 현황(환경부, 2014)으로부터 각 지역 별 생활 폐기물(가정생활계폐기물+사업장생활계폐기물) 일간 발생량을 구할 수 있음. 자료에 따르면:

서울특별시: 3079.0 톤/일

인천광역시: 1447.0 톤/일

경기도: 4684.6 톤/일

계: 9210.6 톤/일

수도권매립지관리공사 홈페이지로부터 제3 및 제4매립장의 매립용량은 8600만톤임을 확인할 수 있음.

따라서 매립가능일수는

$$\frac{8.6 \times 10^7 \text{ ton}}{9210.6 \text{ ton/day}} = 9337 \text{ days}$$

즉, 약 25년 7개월임

따라서, 2044년 7~8월경 포화

3. 최용주 교수는 어느 날 락 페스티벌에 가서 공연을 관람하였다. 무대 앞쪽에는 두 개의 앰프로 있었는데, 처음에 무대 바로 앞 중앙 자리를 배정받았더니 소리가 너무 커서 관계자에게 요청하여 자리를 바꾸게 되었다. 처음 배정받은 자리가 두 개의 앰프로부터 동일하게 5 m 떨어져 있었고 이 때의 sound pressure level이 75 dB이었으며, 옮긴 자리는 두 개의 앰프로부터 각각 25 m, 30 m 떨어져 있었다면, 옮긴 자리에서의 sound pressure level은 얼마였을지 구하시오.

(25점)

답)

먼저, 75 dB에 해당하는 sound pressure를 구하면,

$$L_p = 20 \log_{10} \frac{p_{rms}}{(p_{rms})_o} = 75 \text{ dB} \quad , \quad (p_{rms})_o = 20 \mu Pa$$

$$p_{rms} = 20 \mu Pa \cdot 10^{L_p/20} = 1.12 \times 10^5 \mu Pa$$

따라서, 단일 앰프로부터 5 m 위치에 도달하는 sound pressure는 $5.6 \times 10^4 \mu Pa$ 임.

이 때의 sound pressure level은

$$L_p = 20 \log_{10} \frac{5.6 \times 10^5 \mu Pa}{20 \mu Pa} = 68.9 \text{ dB}$$

단일 앰프로부터 25 m, 30 m 거리의 sound pressure level은

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

$$L_p(25 \text{ m}) = 68.9 \text{ dB} - 10 \log_{10} \left(\frac{25 \text{ m}}{5 \text{ m}} \right)^2 = 54.9 \text{ dB}$$

$$L_p(30 \text{ m}) = 68.9 \text{ dB} - 10 \log_{10} \left(\frac{30 \text{ m}}{5 \text{ m}} \right)^2 = 53.3 \text{ dB}$$

두 sound pressure level을 합하면,

$$L_{total} = 10 \cdot \log_{10} (10^{54.9/10} + 10^{53.5/10}) = 57.3 \text{ dB}$$

4. 최근 5년간 국내에서 발생한 환경관련 사고 중 하나와 관련한 신문 기사를 스크랩하고, 사고 발생 원인과 경과에 대해서 서술하시오. 또한, 동일한 사고가 추후에 발생하였을 때 피해 저감을 위한 환경공학적 해결책을 본인의 생각을 바탕으로 기술하시오.

(25점)