

대기먼지의 수송확산모형화를 위한 침강속도계산에서 제기되는 수정인자결정방법

전영일, 이정철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 지적하시였다.

《공기와 물을 비롯한 환경을 보호하기 위한 연구사업도 강화하여야 합니다.》

(《김정일선집》 제11권 증보판 42페이지)

여러가지 요인으로 대기중에 배출된 먼지는 다른 기체상태의 오염물질과 함께 사람들의 생존활동에 부정적영향을 미친다. 이것을 미리 평가하고 대책을 세우자면 먼지의 침강특성을 정량적으로 모형화하는 문제가 중요하게 나선다.

이로부터 우리는 먼지의 침강속도결정방법을 고찰하였다.

1. 문 제 설 정

립자상태로 된 물질의 침강속도는 다음식으로 결정한다.[1-4]

$$V_g = \frac{(\rho - \rho_0) \cdot g}{18 \cdot \eta} d^2 \quad (1)$$

여기서 V_g 는 립자의 침강속도, d 는 립자의 직경, ρ 는 립자의 밀도, ρ_0 은 공기의 밀도, g 는 중력가속도, η 는 공기의 점성계수이다.

자료에 의하면 측정된 대기먼지의 침강속도보다 식 (1)의 계산값이 훨씬 더 작았다.

식 (1)은 침강물질의 모양이 원칙적으로 구형태일것을 요구한다. 그러나 구형태의 물질일지라도 대기중에서 침강속도가 측정값과 계산값에서 일련의 차이를 가지므로 수정계수 c 를 리용하고있다.[2] 즉

$$V_g = \frac{(\rho - \rho_0) \cdot g \cdot c}{18 \cdot \eta} d^2 \quad (2)$$

여기서 c 는 무차원량이다.

그러나 식 (1), (2)로 계산된 침강속도는 야외측정값과 대단히 크게 차이난다. 그것은 식 (1), (2)는 립자의 형태가 구일것을 요구하지만 현실대기속의 먼지는 각이한 모양을 가지므로 립경이 같다고 할지라도 체적은 구보다 대단히 작고 공극도 많기때문이다.(그림 1)

그림 1에서 보는바와 같이 대기먼지



그림 1. 분급기로 포집한 먼지립자의 모양
a) - c)는 각각 립경이 7.60~10.25, 7.60~5.34, 5.34~3.75 μm 인 경우

의 모양은 대단히 각이한데 립자들의 모양이 구형태에 가깝지 않으며 큰 먼지일수록 공극이 많다.

이로부터 우리는 침강속도결정함수를 측정값을 리용하여 작성하며 이 함수에 따르는 수정결수(c)도 함수형태로 작성하였다.

2. 측정값에 의한 대기먼지의 침강속도결정방법

함수 $\text{polyfit}(d, V_g, 3)$ 을 리용하여 립경에 따르는 실험곡선을 작성하였다. 이것은 MATLAB체계의 함수로서 이때 얻어진 곡선의 방정식은 다음과 같다.(그림 2)

$$V_g(d) = 0.0012d^3 - 0.0402d^2 + 0.4929d + 0.04 \quad (3)$$

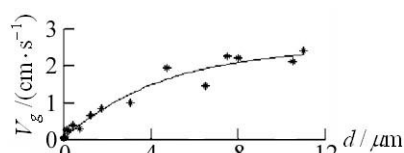


그림 2. 야외측정값(*)과 립경에 따르는 실험곡선

이 곡선은 측정된 대기먼지의 평균침강속도곡선으로 된다.

립자의 밀도를 변화시키면서 침강속도를 얻자면 새로운 수정결수 c 를 결정하여 리용할수 있다.

식 (2), (3)으로부터 c 값들을 얻은 다음 립경에 따르는 이 값들의 분포를 추정하였다. 즉

$$c = 220.14 \times e^{-1.3687d} + 41.442 \times e^{-1.2754d} + 1.4 \quad (4)$$

식 (4), (2)를 리용하면 임의의 립경과 립자의 밀도에 해당하는 침강속도식을 결정할수 있다.

$$V_g = (220.14 \times e^{-1.3687d} + 41.442 \times e^{-1.2754d} + 1.4) \cdot \frac{(\rho - \rho_0) \cdot g \cdot d^2}{18 \cdot \eta} \quad (5)$$

이 식을 리용하면 밀도가 2.0g/cm^3 인 립경에 따르는 침강속도변화곡선이 그림 2의 곡선과 같아진다.(그림 3의 실선)

그림 3에서 파선은 식 (1), (2)로 계산된 곡선으로서 야외측정값 및 우리가 얻은 실험곡선과 크게 차이난다.

이와 같은 방법으로 립경에 따르는 침강속도측정자료가 있으면 임의의 립경에 대한 먼지의 침강속도를 결정할수 있다.

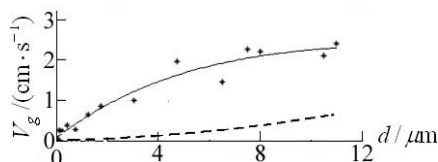


그림 3. 립경에 따르는 침강속도변화

맺는 말

이 방법은 대기먼지의 수송확산모형화에 적용할수 있다.

참고문헌

- [1] 전영일 등; 대기환경학, 김일성종합대학출판사, 147~151, 주체96(2007).
- [2] 문영일 등; 환경화학, 김일성종합대학출판사, 66~68, 주체100(2011).
- [3] V. NoBashkin; Environmental Chemistry, Kluwer Academic Publishers, 75~80, 2003.
- [4] 郝吉明 等; 大气污染控制工程, 高等教育出版社, 89~103, 2009.

주체103(2014)년 5월 5일 원고접수

**Consideration of a Modification Factor Decision Method Occurring
in Calculating Sedimentation Velocity for Modeling
Transportation Diffusion of Air Dust**

Jon Yong Il, Ri Jong Chol

We analyzed the previous research results that calculation value is much smaller than the outside estimation in sedimentation velocity decision of air dust, and made an experiment curve of sedimentation velocity change according to particle diameter by the methods which smooth the estimation values, and also decided a modification coefficient corresponding this curve.

These results can be applied to transportation diffusion modelling of air dust.

Key words: air dust, transportation diffusion model, sedimentation velocity