김일성종합대학학보 JOURNAL OF **KIM IL SUNG** UNIVERSITY
(자연과학) (NATURAL SCIENCE)
주체106(2017)년 제63권 제7호 Vol. 63 No. 7 JUCHE106(2017).

분립체의 침강운동에서 립도분포의 동특성해석

조현우, 김철희, 장철호

위대한 령도자 **김정일**동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학연구기관들과 과학자, 기술자들은 우리 나라의 실정에 맞고 나라의 경제발전에 이바지할수 있는 과학기술적문제를 더 많이 풀어야 하겠습니다.》(《**김정일**선집》 증보판 제13권 173페지)

우리는 현탁액에서 립자의 분포특성을 해석적으로 고찰하기 위한 연구를 하였다.

분립체의 침강운동에서 립도분포의 동특성을 해석하는것은 침강특성을 응용하는 공학기술공정의 과학화, CNC화를 실현하는데서 중요한 의의를 가진다.

분립체가 분산매질속에서 침강운동할 때 립도와 밀도에 따라 침강속도가 차이나므로 시간에 따라 계에서 립도분포특성은 변하게 된다. 그러나 선행연구[1－3]에서는 현탁액에서 립자들의 분포특성을 매 순간마다 멎어있다고 보고 리론적으로 또는 실험적으로 해석하였다.

론문에서는 현탁액에서 립자들의 침강운동해석모형을 제기하고 시간에 따르는 립도분포밀도함수를 유도하였다.

1. 분립체의 침강운동해석모형

고찰을 편리하게 하기 위하여 다음의 가정을 한다.

가정 1 초기에 분립체는 분산매질속에 공간적으로 균일하게 분포되여있다. 이때 분포밀도함수는 $f(r)$이다.

가정 2 분립체에 작용하는 힘은 중력뿐이다. 즉 수직아래방향으로만 운동한다.

가정 3 분립체의 침강속도는 스톡스식에 따른다.

$$v = Kr^2 \tag{1}$$

가정 4 침강운동에서 분립체들사이의 충돌은 고려하지 않는다.

가정 2와 가정 4에 따라 인위적으로 분립체를 수평방향(x축방향)으로 이동하여도 분립체의 침강운동에는 전혀 영향을 주지 않는다. 따라서 크기가 같은 분립체들을 같은 수평자리표상으로 이동하여 같은 수직축상에 배렬해놓으면 분립체의 침강운동에는 전혀 영향을 주지 않으면서도 침강운동해석을 쉽게 할수 있다.

이때 가정 1에 따라 같은 크기의 분립체는 같은 수직축상에 균일하게 분포된다고 볼수 있다.(그림)

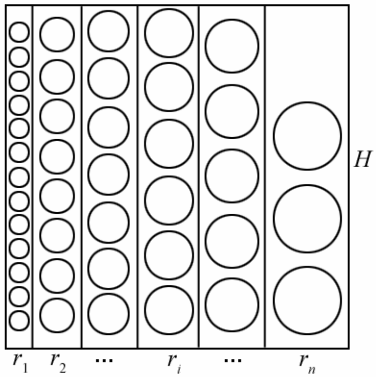

그림. 침강운동해석모형

2. 시간에 따르는 분포밀도함수

고찰하는 계의 전체 알갱이수를 N, 그중에서 크기가 r_i인 알갱이수를 N_i라고 하면

$$N = \sum_{i=1}^{n} N_i \ . \tag{2}$$

$\Delta r = r_i - r_{i-1}$이 되게 n개의 크기등급으로 나누면 크기가 r_i인 알갱이의 분포함수(비률)는

$$P_i = \frac{N_i}{N} \tag{3}$$

이며 이 분포함수와 분포밀도함수 $f(r)$사이에는

$$P_i = f(r_i)\Delta r \tag{4}$$

의 관계가 성립한다.

크기가 r_i인 분립체무리의 침강시간은

$$t_i = \frac{H}{\upsilon_i} \tag{5}$$

이며 t_i인 시각에 r_i보다 큰 분립체의 침강운동은 끝난다.

임의의 시각 t에 침강운동이 끝난 크기가 r_i인 분립체의 수는 $\frac{N_i}{H}\upsilon_i t$이므로 남아있는 분립체수는

$$N_i(t) = N_i - \frac{N_i}{H}\upsilon_i t = N_i\left(1 - \frac{\upsilon_i}{H}t\right) = NP_i\left(1 - \frac{\upsilon_i}{H}t\right) \tag{6}$$

이며 남아있는 전체 분립체수는

$$N(t) = N\sum_{i=1}^{n} P_i\left(1 - \frac{\upsilon_i}{H}t\right). \tag{7}$$

이때 분포함수는 다음과 같다.

$$P_i(t) = \frac{N_i(t)}{N(t)} = \frac{P_i\left(1 - \frac{\upsilon_i}{H}t\right)}{\sum_{j=1}^{n} P_j\left(1 - \frac{\upsilon_j}{H}t\right)} \tag{8}$$

실제로 분립체의 수 N은 대단히 많아 그 크기변화가 련속이라고 고찰할수 있으므로 식 (1), (4)를 리용하여 식 (8)의 분포함수를 분포밀도함수로, 합기호를 적분기호로 바꾸고 $\upsilon = Kr^2$을 리용하면

$$f(r,\, t) = \frac{f(r)\left(1 - \frac{K}{H}r^2 t\right)}{\int_0^{Rt} f(\xi)\left(1 - \frac{K}{H}\xi^2 t\right)d\xi} \tag{9}$$

로 된다.

이때 시간에 따르는 분포밀도함수식 (9)는 규격화조건을 만족시킨다.

맺 는 말

현탁액에서 분립체의 침강운동해석모형을 제기하고 시간에 따르는 립도분포밀도함수를 유도하였다.

참 고 문 헌

[1] 리광영 등; 물리화학, **김일성**종합대학출판사, 66～97, 주체98(2009).

[2] I. N. Levin; Physical Chemistry, Newyork Blockin University, 342～358, 2002.

[3] P. Atkins; Physical Chemistry, Oxford University, 654～661, 2002.

주체106(2017)년 3월 5일 원고접수

Analysis of Dynamic Characteristics of Particle Size Distribution in Sedimentation Motion of Particles

Jo Hyon U, *Kim Chol Hui* and *Jang Chol Ho*

We suggested the model of sedimentation analysis of particle in suspension and derived particle size distribution density function by time in suspension.

Key words: sedimentation, particle size distribution density function