

PE11) 인천항 Dome내에서의 비산먼지 제진특성에 관한 연구 A Study on the Dust Control Characteristics inside the Test Dome in the Port of Incheon

방진철 · 전기준 · 정용원
 인하대학교 지구환경공학부

1. 서 론

우리나라의 주항의 하나인 인천항을 통하여 수입되는 사료, 곡물, 고철등에 의하여 다량의 비산먼지가 발생하고 있으며, 인근지역에 심각한 피해를 입히고 있는 실정이다. 이러한 비산먼지로 인한 오염을 방지하기 위하여 현재 Dome이 설치되어 시범운영되고 있고, Dome 내부에서의 하역작업을 통하여 외부로의 비산먼지의 유출을 억제할 수 있다. 그러나 Dome 내부에서 사료등의 상·하차에 의하여 고농도의 분진이 발생되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 Dome 내부에서 작업자에게 건강상 위해를 미치는 분진의 유동특성을 분석하고, 적절한 제진방안을 도출하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 각 사료종의 입경분석을 통하여 다량의 비산먼지를 발생시키는 사료종과 분진의 입경을

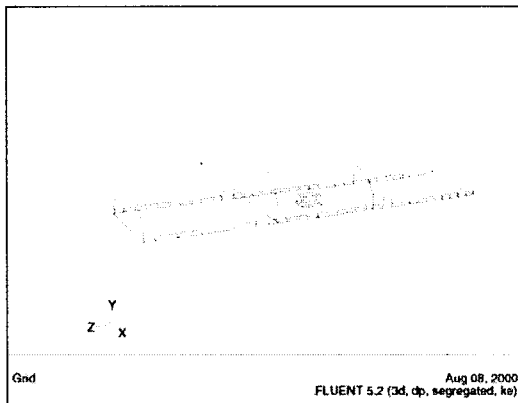


Fig 1. Schematic of test dome.

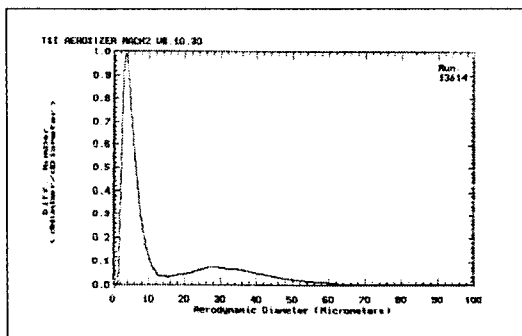


Fig. 2. Particle size distribution of soy bean shell sample.

조사하였다. 입경분석은 표준망체를 통하여 비산 가능성이 있는 50 μ m 이하(US sieve #230)의 분진을 대상으로 TSI AeroSizer를 이용하여 조사하였다. 입경분석 결과 다량의 비산먼지를 발생시키는 사료종은 대두박으로 입경분석 자료는 그림(2)와 같다. 그림에서 확인할 수 있는 바와 같이 가장 발생빈도수가 높은 분진의 공기역학적 직경은 3.44 μ m 이었다. 인천항에 설치된 Dome은 160m \times 30m \times 15m의 철골구조에 poly propylen 재질로 제작되었고, 개요도는 그림(1)과 같다. Dome 내부에서 비산먼지는 사료의 상·하차 작업시 주로 발생함에 따라 Dome 내부의 비산먼지 농도를 측정하기 위하여, 휴대형 Aerosol Monitoring System (Casella MicroDust 880nm)으로 사료의 상·하차시 분진 농도를 측정된 결과, 출입문을 통한 유입 유속이 0.1m/s 일때 약 3,000~5,500 μ g/m³를 나타내었다.

인천항에서 Dome 출입문을 통한 공기의 유속을 산정하기 위하여 인천의 1982년부터 1992년까지의 연간풍속 자료를 평균하여 계산하였으며, 계산결과 평균풍속 3.3m/s, 최대풍속은 16.8m/s 였다.

본 연구에서는 이러한 자료들을 바탕으로 Dome 내에서의 분진발생 양상을 상용 전산유체역학 코드인 FLUENT Ver. 5.2를 사용하여 분석하였다. 모사시 그림(1)에서와 같이 Dome 내부에서 10m \times 3m \times 4m 크기의 차량의 적재함에서 분진이 0.3m/s의 유속으로 적재함 상부 방향으로 발생하는 것으로 가정하였다. 입자의 운동궤적은 Dome

내의 분진의 운동방정식에 의하여 산출되었으며, 입자의 침착여부에 따라 입자의 배출비율(emission fraction)을 계산하였다. 모사에서 입자의 운명은 Dome 내부에서 침착, 출입구를 통한 외부 유출, 그리고 Dome 내부에서의 부유하는 세가지 경우를 고려 하였다.

3. 결과 및 고찰

입자의 궤적분석을 통한 모사결과, 모사에 사용된 각 입자의 크기에 따라 Dome 외부로 유출되는 입자의 비율이 달라지는 것을 그림(3)을 통하여 확인할 수 있었다. 입경이 증가할수록 Dome 바닥에 침착되는 비율이 증가한 반면, 내부에 비산된 분진의 비율은 감소하는 것으로 나타났다. 그러나, 입경이 증가함에도 불구하고, 출입구를 통하여 Dome 외부로 배출되는 분진의 비율은 12~18%로 거의 일정함을 알 수 있었다. 입경이 1 μ m 근처에서 낮은 외부배출 비율을 보이는 것은 큰 입경의 분진에 비하여 상대적으로 낮은 관성을 가짐으로 인하여 입자는 기류에 따라서 이동하기 때문인 것으로 사료된다.

풍속의 변화에 따른 입경별 분진의 Dome 외부 배출비율을 그림(4)에 나타내었다. 그림에서 보이는 바와 같이 3.44m/s의 풍속일 때 외부 배출비율이 12~18% 이었던 것에 반하여 풍속이 16.8m/s로 증가 되었을때의 배출비율은 40~50%로 현저히 증가함을 알 수 있었다. 그러므로 풍속이 강할 경우 Dome 내부에서의 작업은 외부로의 분진 배출량을 높여 인천지역의 분진 농도를 증가시키는 결과를 초래할 것이다.

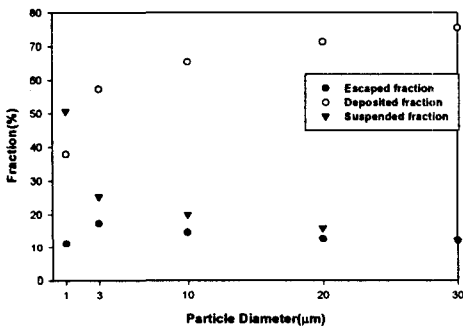


Fig. 3. Fraction of the outcome of emitting particles vs. particle size. (wind speed = 3.3m/s)

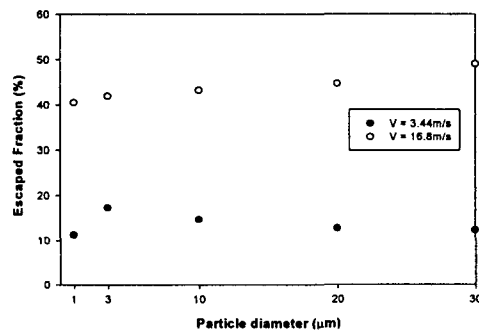


Fig. 4. Fraction of the outcome of emitting particles vs. particle size.

또한 높은 Dome 내부의 비산된 먼지의 농도는 작업자들에게 건강상 위해를 가할 수 있는 것으로 사료된다. 그러므로 Dome 내부에서의 작업자에 대한 유해성, 분진폭발 가능성, 그리고 외부로의 분진 배출량을 저감하기 위하여, Dome 내부에 적절한 환기 및 제진장치가 필요할 것으로 판단되며, 향후 본 연구는 적절한 환기 및 제진장치를 통하여 내부 분진의 비산량과 외부 유출량 저감방안 제시에 중점을 두고자 한다.

4. 사사

본 연구는 서해연안환경연구센터 (RRC)의 연구비 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

Tien, Chi (1989) Granular Filtration of Aerosol and Hydrosols, Butterworths, Chapter 4.
 Versteeg, H.K. and Malalasekera, W. (1995) An Introduction to Computational Fluid Dynamics the Finite Volume Method, Addison Wesley Longman, Chapter 3.
 Fluent Inc. (1999) Fluent User's Guide Vol. 4. Chapter 19.
 Hinds, William C. (1999) Aerosol Technology 2nd edition, John Wiley & Sons Inc.
 OSHA (1988) Final Rule on Air Contaminants Project Extracted from 54FR2324 et. seq.