

대기배출시설 관리용 확산 모델링 Software AirMaster¹⁾

구윤서/안양대학교 환경공학과
박성순/안양대학교 컴퓨터공학과
이임학/(주)에니텍

1. 서론

국내에서 사용되고 있는 대기확산모델은 거의 대부분이 외국에서 개발한 모델이다. 특히 대기환경영향평가에 사용되는 모델은 미국 환경보호청(U.S. EPA)에서 추천한 모델들을 사용하고 있고, 모델링에 사용되는 중요한 입력자료중의 하나인 기상입력자료 작성에도 미국환경보호청에서 제공되고 있는 기상처리용 program을 이용하고 있다. 미국과 기상자료체계가 다른 우리나라에서 대기확산모델링을 위한 기상 입력자료 작성시 미국환경보호청에서 제공하고 있는 program을 사용하므로 많은 어려움과 혼란이 있고, 자료 작성에 적지 않은 시간과 비용이 낭비되고 있다. 또한 현재 사용되고 있는 대기확산모델 자체가 일반인이 이해하기가 어렵게 구성되어 있어 일부 전문가들만이 모델링을 수행할 수 있기 때문에 실제로 대기오염물질 배출 시설을 관리하는 환경관리자들은 자신들이 관리하고 있는 배출시설에서 배출된 오염물질이 주변에 미치는 영향에 대해서는 전혀 인식하지 못하고 배출시설을 운영하고 있는 실정이다.

따라서 사용이 용이하여 대기배출시설 관리자가 자신이 운영하는 굴뚝에서 방출된 오염물질이 주변에 미치는 영향을 쉽게 파악할 수 있는 GUI(Graphic User Interface) Windows용 대기확산모델 Software 개발이 절실히 필요한 실정이다. 본문에서는 굴뚝에서 배출되는 오염물질이 주변에 미치는 영향을 손쉽게 파악할 수 있도록 개발된 대기확산용 Software인 AirMaster에 대해서 소개하고자 한다.

2. AirMaster의 구성과 기능

AirMaster는 현재 국내 대기환경영향평가에서 많이 사용되고 있고, 미국 환경보호청의 추천모델인 ISC3(Industrial Source Complex Model - version 3)에서 채택하고 있는 가우시안 확산이론을 근거로 하여 C++언어로 제작된 GUI Windows용 software이다. AirMaster에 내장된 모델의 종류는 Screen모델, 단기 및 장기 확산모델로서 각각 독립적으로 모델이 수행된다.

AirMaster는 사용자의 편의를 최대한 도모하기 위해

1) 데모용 ... AirMaster는 (주)에니텍의 홈페이지(www.enitech.com)에 오시면 다운받아 사용하실 수 있습니다.

서 현재 국내에서 수집 가능한 고도 및 기상자료 DB를 구축하여, 모델링시에 사용자가 별도의 기초 자료 조사 없이 모델링을 수행할 수 있도록 하였다. 모델링은 Screen 모델, 단기모델 및 장기모델로 구성되어 있어 현장에서 발생할 수 있는 모든 경우의 확산 계산이 가능하도록 구성하였다. AirMaster의 개략적 구성은 그림1에 나타내었다.

일반적으로 국내에서 ISC3 모델링에 의해서 대기확산모델을 수행할 때에 요구되는 입력자료는 배출원자료, 지형자료 및 기상자료이다. 기상자료는 전국 72개소 기상대에서 측정된 자료가 단기 및 장기 기상입력자료를 가공되어 AirMaster내 DB로 구축되어 있다. 지형자료는 전국을 100m 간격으로 고도자료가 있는 DB를 이용하여 AirMaster에서 자동으로 농도를 계산하는 수용지점에 고도가 계산된다. 배출원자료는 공장에서 매년 작성하는 대기배출시설조사표의 의무 기재사항인 굴뚝 농도 측정자료 및 연료사용량 자료를 이용하여 Software에서 자동으로 계산된다. 또한 사용자의 편의를 도모하고자 사용자가 필요시는 배출량 자료를 입력할 수 있게 하였다. 또한 굴뚝주변에 위치한 건물이 대기확산에 미치는 영향(세류현상; Building downwash)을 손쉽게 계산할 수 있다.

모델 계산의 출력은 보고서 작성을 위한 text 형태의 파일과 공간적 분석을 용이하게 하기 위해서 전자지도 위에 등농도 곡선이 plotting 되는 jpg확장자 형식의 이미지파일로 출력된다. 모델에 사용된 기상데이터의 특성을 사용자가 눈으로 쉽게 파악할 수 있도록 바람장미 기능을 탑재하였다. 바람장미란 모델링에서 사용된 기상 데이터를 풍향과 풍속의 등급별로 나타낸 그림으로서, 모양이 장미와 같아서 바람장미라고 한다. 보고서 작성용 출력파일은 Screen 모델인 경우에는 각각의 수용체에서 1시간 최대 기여 농도 및 해당 기상조건이 출력되고, 장기모델인 경우에는 계절 및 기간별 기여농도가 출력된다. 또한 단기모델인 경우에는 1시간으로

부터 1년까지 기여 농도를 출력할 수 있다. 이와 같은 기여농도는 공간적으로 모델링영역의 지도 위에 등농도분포곡선을 나타낼 수 있기 때문에 굴뚝에서 배출되는 오염물질이 주변에 미치는 영향을 시각적으로도 쉽게 파악할 수 있다.

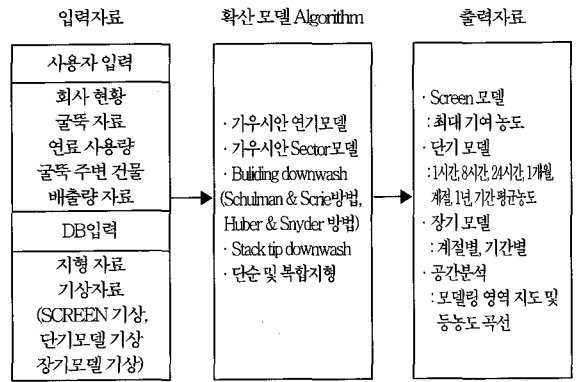


Fig. 1. A program structure of AirMaster.

3. AirMaster의 장점

AirMaster의 장점은 다음과 같다.

1. 세계 유일의 배출시설을 친환경적으로 관리하기 위한 소프트웨어이다.
2. 건물 세류현상(Building downwash effect)을 모델링에 손쉽게 반영한다. ISC3모델에서는 BPIP라는 별도의 전처리 프로그램을 사용하지만 AirMaster는 Window 화면에서 건물의 높이와 좌표만을 입력하므로 건물자료 입력이 매우 간편하다.
3. AirMaster는 대기확산 모델링 소프트웨어로서 배출원 자료의 입력, 모델의 수행, 결과분석, 보고서 작성 등, 일련의 과정이 Window 화면에서 이루어지므로 사용자 편의성을 제고할 수 있다.
4. 하나의 모델링 프로그램 안에서 스크린모델, 단기모델, 장기모델 등 3가지 모델을 모두 구현할 수 있는 프로그램은 세계에서 단 하나, (주)에니텍의 AirM

aster이다.

5. AirMaster에는 우리나라 72개 기상대의 기상데이터와 우리나라 전국의 지형고도 자료를 DB로 탑재할 수 있어서, 우리나라 실정을 가장 잘 반영한 모델링이라고 말할 수 있다.

4. AirMaster의 용도와 효과

1. 용이한 대기환경영향평가 수행 : 소각장, 발전소, 기타 대기오염배출시설의 입지선정을 위한 대기환경영향평가를 AirMaster를 사용하여 용이하게 수행한다.
2. 사업장 대기배출시설의 환경친화적 관리 : 사업장에서 배출되는 오염물질이 주변에 미치는 영향도를 자체적으로 평가하여 배출량을 관리함으로써 환경친화적으로 사업장을 운영한다.
3. 분쟁시 객관적 자료제공 : 배출원 주변지역의 민원이 발생하여 관공서와 사업장간 분쟁시 객관적인 데이터를 제공한다.

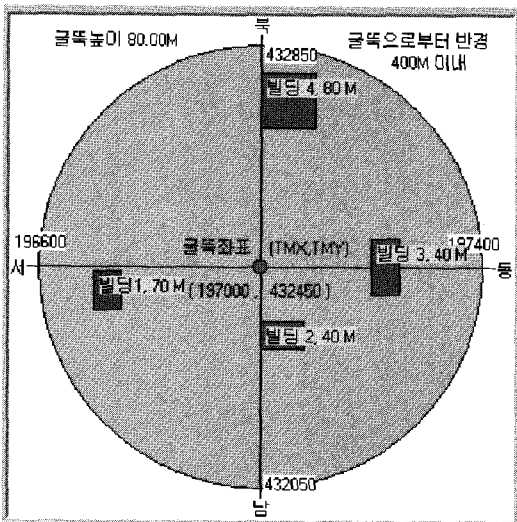


Fig. 2. Building locations around the stack #1 displayed in AirMaster.

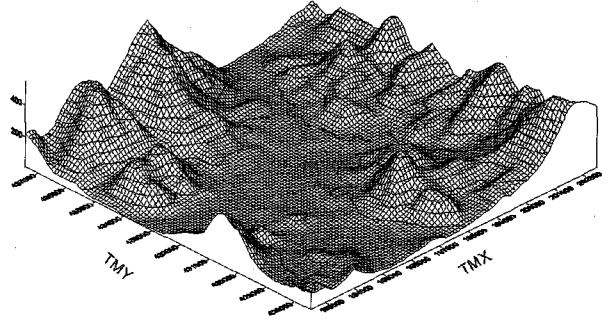


Fig. 3. Terrain map around the source used for the comparison of AirMaster and ISCST3 model results. (* : source location)

5. AirMaster에서 Screen 모델의 적용 사례

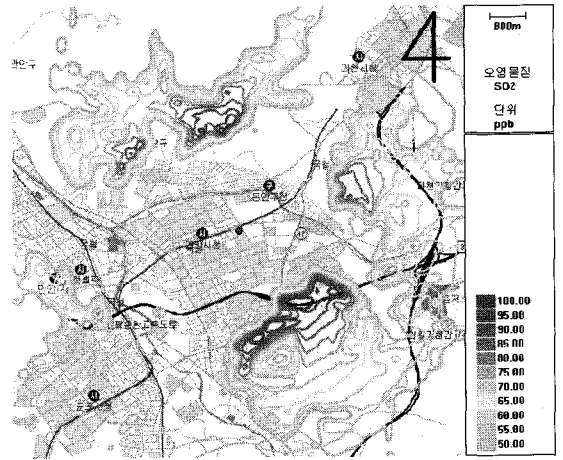
AirMaster에서 수행되는 Screen 모델을 안양지역에 위치한 대형 배출원을 대상으로 하여 적용하였다. 굴뚝 사양 및 배출량은 표 1에 있다. 먼저 Screen 모델을 이용하여 최악의 기상조건일 때에 주변에 미치는 영향을 1시간평균 최대기여 농도분포를 계산하여 그림4(a)에 나타내었다. 1시간 최대기여농도는 102.53ppb로 배출원을 중심으로 북쪽 및 남동쪽에 나타났는데, 최대값이 이 곳에서 나타난 것은 이 지역 고도가 비교적 높기 때문이다. 실제 1997년도 수원기상대에서 관측한 기상자료를 이용하여 AirMaster의 단기모델을 이용하여 계산한 1시간 최대기여농도 분포가 그림4(b)에 있고, 이때의 최대 농도값은 100.14ppb로 나타났다.

Screen 모델로 계산한 경우와 실제 기상자료를 이용하여 계산한 경우에 비슷한 최대 기여농도값과 최대 농도 착지점이 유사하게 나타났다. 좀 더 많은 경우에 대해서 비교 연구를 해야하지만, 현재 결과로써 판단하면, 최악의 기상 조건을 가정하여 작성된 Screen 모델이 배출원이 주변에 미치는 1시간 최대기여농도를 추

정하는데 매우 유효한 수단임을 알 수 있다. 한편 연간 기여 농도를 계산하여 공간적 분포를 그림 5에 나타냈는데 연간 최대 기여농도는 2.44ppb로 예측되었다. Screen모델의 장점은 별도의 기상자료없이 최악의 기상조건하에서 AirMaster에서 DB로 제공되는 배출원 주변의 지형을 고려하여 배출원의 최대기여농도를 예측할 수 있다는 것이다. 그림 4 ~ 그림 5는 AirMaster로 그린 기여 등농도 곡선이고, 그림 6은 1997년 수원 기상대 기상자료의 바람장미 그림이다.

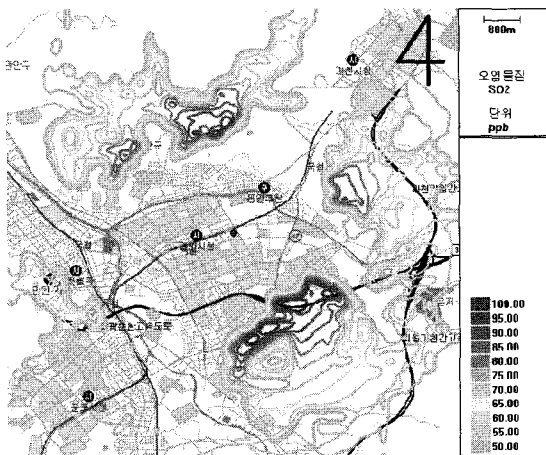
Table 1 Stack parameters and emission

| name | height (m) | diameter (m) | gas velocity (m/s) | gas temp. (°C) | emission rate (g/s) |
|--------|------------|--------------|--------------------|----------------|---------------------|
| Stack1 | 80 | 4.88 | 9.3 | 127 | 49.3 |



(b) short term model

Fig. 4. A distribution of 1hr maximum concentrations calculated by screen and short term model in AirMaster.



(a) screen model

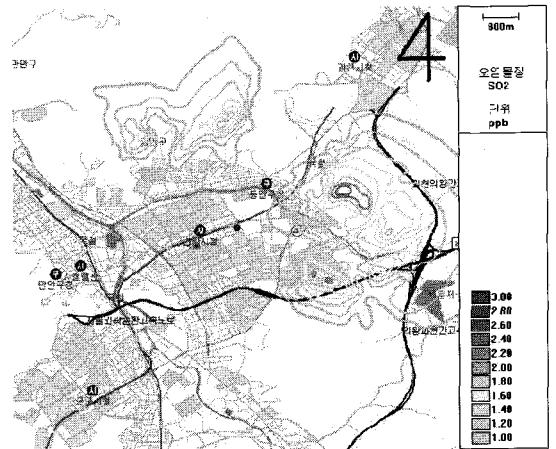


Fig. 5. A distribution of annual average concentrations calculated by long term model in AirMaster.

수원기상대
1997년 01월 01일 1시 - 1997년 12월 31일 24시(시간대: 1시 - 24시)

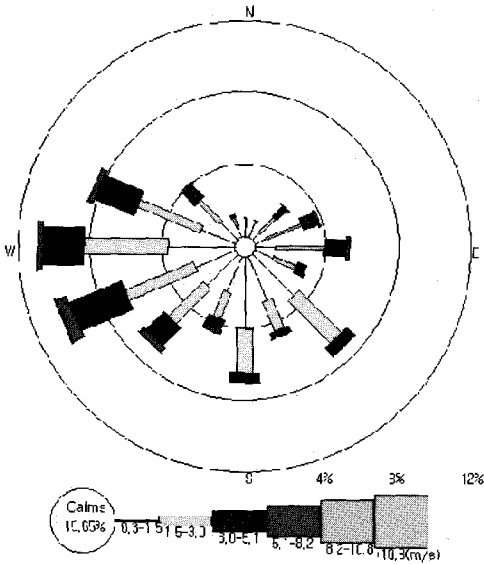


Fig. 6. A windrose of Suwon weather monitoring station in 1997.

6. 결론

한국형 대기확산 모델링 Software인 AirMaster는 Window 환경에서 용이하게 굴뚝 배출원으로부터 방출된 오염물질이 주변에 미치는 1시간 최대기여농도부터 연간 기여농도까지 계산할 수 있다. 특히 전국의 기상 및 지형 입력자료가 AirMaster내 DB에 의해서 지원되므로 사용자가 단지 배출원자료와 굴뚝주변 건물자료만 입력시키면 굴뚝에서 배출되는 오염물질이 주변지역에 미치는 영향이 간편하게 계산되어 전자지도 위에 기여농도곡선으로 출력되며, 보고서 기능까지 갖추고 있어 환경영향평가, 친환경적 사업장 관리, 분쟁시 객관적 데이터제공 등의 용도로 편리하게 사용될 수 있다.

기술상담전화

이임학 (주)에니텍 연구개발 과장
Tel : 031-467-0901
E-Mail / : ihlee@enitech.com)



(주)청풍환경에서
회사상호를 공모합니다.

관심있는 분들의 많은 참여를 바랍니다.

· 상금 : 100만원 ·

문의전화 : (02) 851-3881 (代), 전송 : (02) 851-0668