

MECHANICAL과 Fugitive Dust Model을 이용한 비포장도로에서의 비산먼지 발생량 산정 및 주변영향 평가

김인수* · 장영기**

농업기반공사 농어촌연구원*, 수원대학교 환경공학과**

Estimation of fugitive dust emission and impact assessment by MECHANICAL and Fugitive Dust Model on a unpaved road

Kim, In-Sou* · Jang, Young-Kee**

Rural Research Institute, KARICO*, Department of Environmental Engineering, Suwon University**

Abstract

This study is to investigate the methodology and applicability on emission control by both MECHANICAL Model and Fugitive Dust Model (FDM) through the comparison of field measurement data and calculated data.

Comparing to the method of AP-42 emission factor on the production of flying dust the MECHANICAL Model was proved to be more applicable to the calculation emission rate on the various dust emission conditions on a unpaved road.

The separate calculation on annual mean emission amount and a 24working hours amount was undertaken for the easy management of fugitive dust. Dust concentration predicted by FDM is similar with a measurement value.

Key words : MECHANICAL, fugitive dust

I. 서론

사업장이나 비포장도로 등의 다양한 open dust source들에 의해 발생하는 비산먼지는 주변 생활 환경 및 작물 등에 적지 않은 피해를 주고 있다. 특히 공사현장에서 주로 발생하는 민원 중의 하

나가 비산먼지에 의한 것들이다. 이러한 비산먼지의 피해를 줄이기 위한 노력으로 환경영향평가서에서는 공사로 인한 비산먼지의 발생량 산정 후 대기오염 확산모델을 이용하여 주변지역에 미치는 영향을 파악하고 이에 대한 저감대책을 제시하고 있다.¹⁾

비산먼지의 발생량을 산정하는 방법으로는 주로 배출계수에 의한 방법을 사용한다.⁵⁾ 이 방법의 기본원리는 단위 지역의 활동도(activity level)를 지수화한 다음, 그 활동도에 따른 배출계수를 곱함으로써 배출량을 산정하는 것이 일반적인 방법이다.^{2,13)} 그러나 이러한 배출계수에 의한 방법은 수작업에 의해 이루어지고, 배출원 내에서의 배출조건이 다른 경우에 배출조건을 변경하여 발생량을 산정하는 것이 용이하지 못하며, 비산먼지 배출원에 대한 살수 등의 제어 상황을 고려한 발생량을 산정하는 데 어려움이 있다.

비산먼지 확산에 의한 대기오염 예측에 흔히 사용되는 확산모델로는 TCM(장기), TEM(단기) 등이 사용된다. 그러나 이러한 예측모델들은 비산먼지의 입경과 밀도에 따른 특성을 잘 고려하지 못하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 미국 EPA에서 개발한 비산먼지 발생량 산정 및 제어에 따른 발생량을 프로그램화한 MECHANICAL program을 소개하

고 비포장도로에서의 비산먼지 발생량을 산정하려 한다. 그리고 비산먼지 확산모델인 Fugitive dust model을 이용하여 비포장도로에서 비산먼지의 확산을 예측하고 현장조사 실측치와 비교·평가하고자 한다.^{11,12)}

II. 연구범위 및 방법

1. 개요

비포장도로에서의 비산먼지 발생량 산정과 확산 형태를 검토할 수 있도록 연구 목적에 맞는 비포장도로를 선정하고, 비산먼지 및 입도분석, 기상인자 등에 대한 현장조사를 실시하였다. 이 현장조사를 통하여 얻은 자료를 본 연구의 기본 자료로 사용하였다.

본 연구에 적합한 대상지역으로 경기도 안산시 고잔역 주변의 택지개발지구를 선정하였다. 이곳

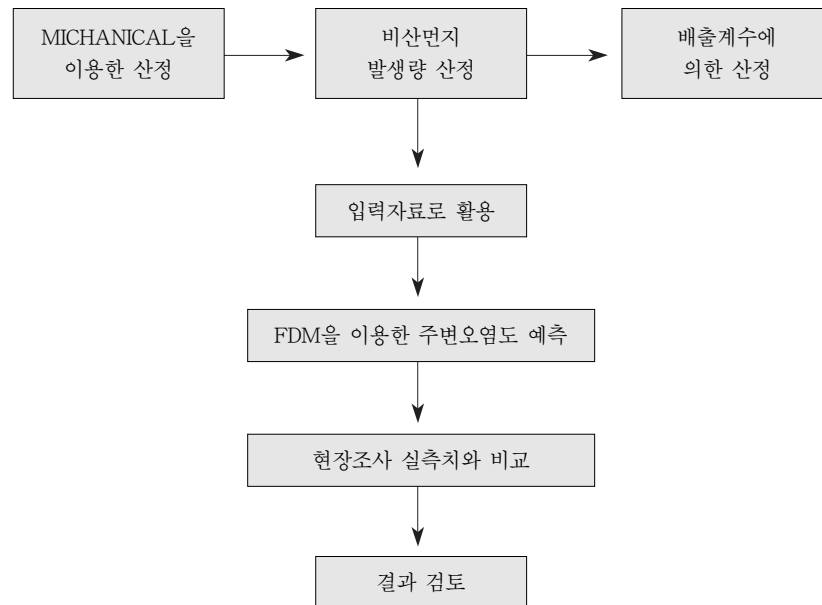


Fig. 1. Flowchart about research process



Fig. 2. Sampling site

을 대상지역으로 선정한 이유는 사업규모가 크고 현장 조사시 주요 공정이 트럭을 이용한 공사장 내 토석재 운반이기 때문이다. 따라서 공사장 내 비포장도로에서의 비산먼지 발생 및 영향의 관찰이 용이하기 때문이다.

2. 현장조사

본 연구의 주요 현장 조사항목으로는 기상상태, 비산먼지, 입도분석, 비포장도로 길이 등 배출량 산정을 위한 입력자료(교통량, Silt 함량, 차량속도, 살수량)들이다. Figure 2는 연구대상지역 및 실측지점을 나타낸 것으로 원으로 표시된 부분은 연구대상지역이며 점으로 표시된 A, B, C지점은 실측지점이다. 그리고 Figure 3은 연구대상지역내의 비포장도로 및 실측지점의 개요도 이다. 현장조사 결과 주풍향이 북서풍(Figure 4)인 것으로 조사되었으며 연구대상지역 북측에 위치한 A지

점은 비산먼지의 영향이 적으며 연구대상지역 남측에 위치한 B, C지점은 비산먼지의 영향을 크게 받는 것으로 나타났다. 조사항목별 조사방법 및 조사결과는 다음과 같다.

가. 기상상태

기상조사는 1999년 9월 10일에서 9월 20일까지 11일 동안 매시간별 기상을 연구대상지역 주변에서 측정하였다. 이 중 MECHANICAL과 FDM모델의 입력자료로 사용한 것은 9월 13, 14, 15일 자료를 이용하였다. 측정항목은 대기온도, 대기압, 풍향, 풍속이다. 기타 강우일수 및 증발량 등의 MECHANICAL과 FDM모델의 입력자료로 필요한 기상자료는 수원 기상청의 자료를 인용하였다.

대상지역의 기상을 측정된 결과는 대기온도가 26.63~27.88°C, 기압은 989.94mb~1,017.86mb, 풍향은 0.68°~358.68°, 풍속은 0m/s~3.42m/s로 조사되었다.

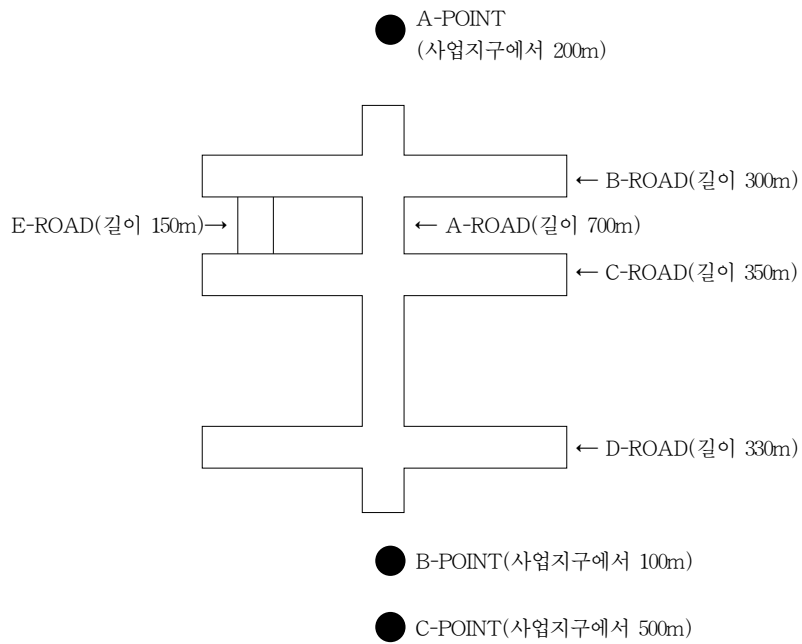


Fig. 3. Schematic of sampling site

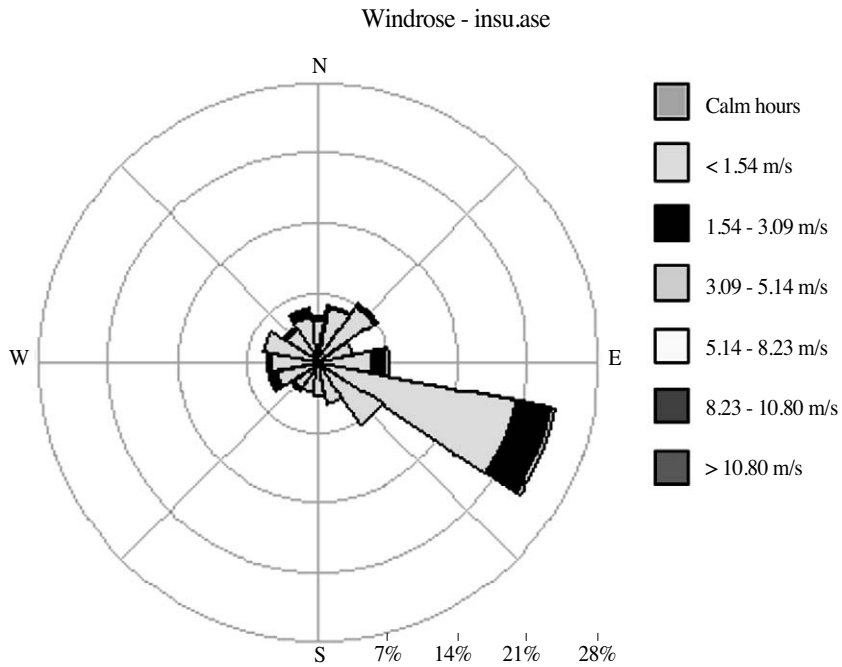


Fig. 4. Wind rose in the study area(1999. 9. 10 - 1999. 9. 20).

나. 비산먼지 농도

비산먼지의 측정은 공사가 진행된 날인 9월 13, 14, 15일 낮과 밤 그리고 공사가 이루어지지 않은 9월 26일(공휴일) 낮에 이루어졌다.

비산먼지 측정지점은 3지점(A, B, C지점)으로 A지점은 공사장 북측에 B, C지점은 공사장 남측에 위치하였으며, 주풍향이 북서풍이므로 B, C지점이 비산먼지의 영향을 크게 받는 것으로 조사되었다.

비산먼지 조사결과는 A지점이 9월 13, 14, 15일 낮(09:00~18:00)에 180.3~186.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 밤(18:00~09:00)에는 340.2~343.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사되었으며 현장이 쉬는 날인 26일에 낮에는 178.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사되었다.

B지점은 9월 13, 14, 15일 낮(09:00~18:00)에 340.3~362.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 밤(18:00~09:00)에는 220.4~230.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사되었으며 현장이 쉬는 날인 26일에 낮에는 214.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사되었다. 그리고 C지점은 9월 13, 14, 15일 낮(09:00~18:00)에 178.6~180.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 밤(18:00~09:00)에는 140.7~147.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사되었으며 현장이 쉬는 날인 26일에 낮에는 145.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사되었다.

다. 입경별 분포율

대기 중에 부유하는 10 μm 이하의 입자상물질

Table 1. Classification of partical sizes

Particle size(μm)	Con.($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Size range(%)
9.0 이상	6.5	3.6
5.8~9.0	6.5	3.6
4.7~5.8	6.5	3.6
3.3~4.7	19.0	10.6
2.1~3.3	19.0	10.6
1.1~2.1	26.2	14.6
0.65~1.1	33.4	18.6
0.43~0.65	62.2	34.8
계	179.3	100

을 Cascade(8단)를 이용하여 입경별로 8등분하여 일정기간 동안 여과지에 포집하여 포집 전·후의 무게차를 이용하는 방법으로 조사하였다. 현장에서 측정된 비산먼지의 입경별 분포도는 포집된 입경 중 가장 미세한 입경인 0.43~0.65 μm 가 분포율이 34.8%로 가장 높게 나타나는 등 입경이 작고 미세할수록 분포도가 높은 것으로 조사되었다.

라. 입도분석

Hydrometer method (비중계법)을 사용하였으며 분석결과는 비포장도로에서의 Silt 함량은 29%로 조사되었다⁸⁾.

1) 과정

- 2mm체를 통과한 시료 50g을 취해 500ml비이커에 넣는다.
- 분산제(5%) 100ml를 가한다. → Stirring → 1day 재유
- Homo mixer기로 약 1분정도 교반시킨다. (Clay가 많을 경우 더 오랫동안)
- 메스실린더 (1l)에 넣고 물을 1l로 채운다.
- 1분 교반 후 30초 후 눈금을 읽는다.
- 7시간 20분후 눈금 읽음.

2) 계산

- 30초 후 (눈금치-Blank) × 2 = Silt+Clay (%)
- 7시간 20분 후 (눈금치-Blank) 2 = Clay (%)
- 100 - (Silt-Clay) = Sand (%)

마. 기타 배출량 산정을 위한 입력자료

현장에 상주하여 비포장도로 및 교통량, 차량 속도, 살수차량 운행횟수 등의 입력자료를 조사하였으며 조사결과는 다음과 같다. 비포장도로의 길이는 A-ROAD가 700m로 가장 길며, E-ROAD가 150m로 가장 짧게 조사되었다. 차량평균속도가 40km/h로 조사되었으며, 9월 13, 14, 15일의 교통량으로 A-ROAD가 212-284대/일로 가장 교통

Table 2. The result of input variables on the classification of roads

Input variables	A-ROAD	B-ROAD	C-ROAD	D-ROAD	E-ROAD
도로길이(m)	700	300	350	330	150
차량속도(k/h)	40				
교통량(대/일)	212-284	143-167	104-124	92-102	65-114
바퀴수(개)	10				
차량무게(ton)	15				
살수량(L/m ² /h)	0.36				

량이 많았다. 그리고 차량바퀴수와 차량무게는 10개 및 15ton으로 하였으며 간혹 자가용 자동차의 운행도 있었으나 작업차량의 교통량에 비해 미미한 양으로써 고려하지 않았다. 또한 살수량은 현장 조사결과 0.36L/m²/h로 조사되었다(48,000/(1830m×6m×12h)).

III. 이론적 배경

1. MECHANICAL 프로그램¹²⁾

MECHANICAL은 미국 EPA에서 개발한 비산먼지 발생량 산정 프로그램으로¹²⁾ AP-42에 의한 배출계수에 활동도를 곱하여 배출량을 산정하던 것을 간단한 입력형식에 맞게 자료를 입력함으로써 대상 배출량을 산정한다. MECHANICAL의 특징은 크게 다음과 같이 요약된다.

첫째, 비산먼지의 배출구간을 세분하여 계산함으로써 세분화된 배출구간의 특성을 충분히 고려할 수 있다.

둘째, 살수 등의 방법으로 비산먼지 발생을 제어할 경우 제어의 효율과 효능에 따라 비산먼지의 발생량을 산정할 수 있다.

셋째, 비산먼지 발생을 제어(watering 또는 chemical suppressants)할 경우 필요한 용량을 계산할 수 있다.

넷째, 비산먼지 발생량 산정 기간을 단기(worst case, 공사시, 1일)와 장기(annual, 공사시와 비공사시 평균, 1년)로 구분하여 비산먼지 배출량을 산정 할 수 있는 특징이 있다.¹²⁾

MECHANICAL은 비산먼지 발생원에 적용하며, 비산먼지 발생원의 분류는 비포장도로(unpaved roads), 포장도로(paved roads), 산업활동(materials handling), 농업활동(agricultural tilling), 건설활동(construction/demolition)등 5가지로 분류하여 적용한다. MECHANICAL의 구성은 4개의 실행문으로 구성되어 있으며, 이중 ENTRY, VIEW에 대화식으로 자료를 입력시켜 사용한다.

2. FDM모델¹¹⁾

FDM(Fugitive Dust Model)은 1990년 EPA에서 개발·보급된 대기 확산 모델로서 Point, Line, Area등 각각의 비산먼지 발생원으로부터 비산먼지 침착의 영향과 농도를 계산한다.

본 모델의 기본 확산식은 가우시안 연기공식(Gaussian Plume Formulation)이며, 주요 알고리즘은 CALINE3 MODEL(California Department of Transportation, 1979)의 알고리즘을 이용하고 있다. 본 모델의 특징은 비산먼지에 대하여 입경을 최대 20종류로 구분하여 중력 낙하속도와 침강속도를 계산할 수 있다.

IV. 모델에 의한 계산결과

1. MECHANICAL에 의한 결과

AP-42의 배출계수에 의한 산출결과와 MECHANICAL의 산출결과를 직접적으로 비교하기 위해서는 AP-42의 배출계수에 의한 발생량 산정 농도와 MECHANICAL의 저감대책 미시행시의 worst 농도를 비교하여야 한다. MECHANICAL 입력 및 산정결과-1, 2, 3은 MECHANICAL 출력양식으로 9월 13, 14, 15일 연구대상지역의 입력자료 및 살수시 각 도로별 비산먼지 발생량과 비살수시 비산먼지 발생량 결과를 나타내고 있다.

대상지역 비포장도로에서의 비산먼지 발생량 산출결과, AP-42의 배출계수에 의한 방법은 MECHANICAL의 저감대책 미시행시 annual(년 평균)과 worst(공사시 1일)의 중간정도로 MECHANICAL의 저감대책 미시행시에는 worst의 산정농도보다 낮게 발생량을 산정하였다. 그 이유는 AP-42의 배출계수에 의한 방법은 기상조건에 따른 비산먼지 발생량을 고려하지 못하지만 MECHANICAL은 증발량에 따른 비산먼지의 발생량을 산정할 수 있기 때문이다. 따라서 본 연구의 실험시기가 증발량이 많아 토양이 건조하기 쉬운 여름(9월)에 이루어져 MECHANICAL에서 산정한 농도가 더 높게 나타났다.¹²⁾

Table 3. Comparison of the emission rate by MECHANICAL and AP-42

source		emission by MECHANICAL(g/s)				emission by AP-42(g/s) 배출계수 (저감대책 미시행)
		uncontrolled 저감대책 미시행		controlled 저감대책 시행(현장)		
		annual	worst	annual	worst	
A-ROAD	'99년9월 13일	8.04782	13.79885	2.44506	5.56124	9.82339
	'99년9월 14일	6.46264	11.08089	1.09839	2.49826	7.88848
	'99년9월 15일	8.65750	14.84422	2.47984	5.64033	10.56759
B-ROAD	'99년9월 13일	1.95970	3.36011	0.33829	0.76943	2.39206
	'99년9월 14일	1.86824	3.20331	0.21418	0.48715	2.28043
	'99년9월 15일	2.18180	3.74092	0.36749	0.83584	2.66316
C-ROAD	'99년9월 13일	1.87478	3.21451	0.26538	0.60359	2.28840
	'99년9월 14일	1.89002	3.24064	0.18789	0.42734	2.30701
	'99년9월 15일	1.58518	2.71796	0.16627	0.37819	1.93491
D-ROAD	'99년9월 13일	1.32214	2.26695	0.13998	0.31839	1.61384
	'99년9월 14일	1.46585	2.51336	0.11987	0.27263	1.78926
	'99년9월 15일	1.45148	2.48872	0.14786	0.33630	1.77172
E-ROAD	'99년9월 13일	0.56831	0.97443	0.05690	0.12942	0.69370
	'99년9월 14일	0.42460	0.72802	0.02213	0.05033	0.51828
	'99년9월 15일	0.74468	1.27684	0.08562	0.19475	0.90898

*참조 : annual과 worst는 MECHANICAL의 출력 형식으로 annual은 년평균, worst는 공사시 1일 발생량을 의미함.¹²⁾

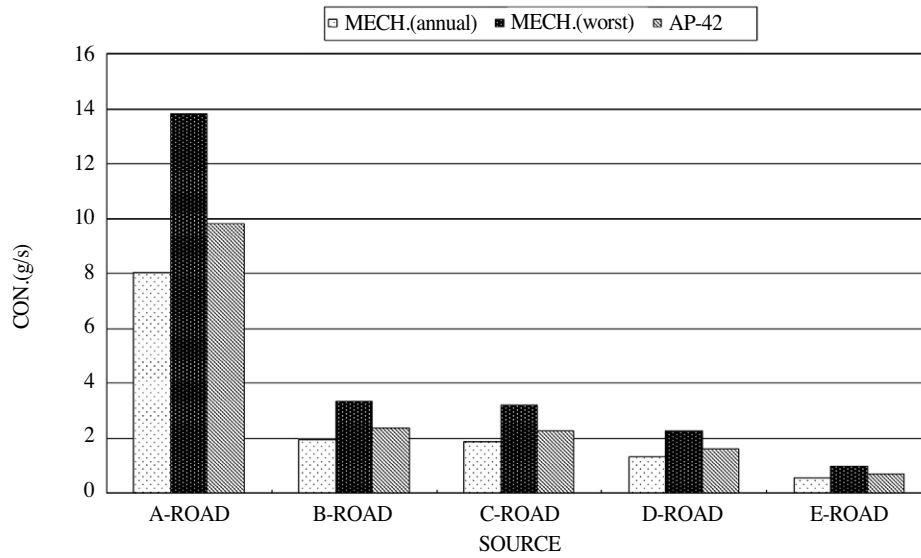


Fig. 5. Comparison of the emission rate by MECHANICAL and AP-42 (1999-9-13)

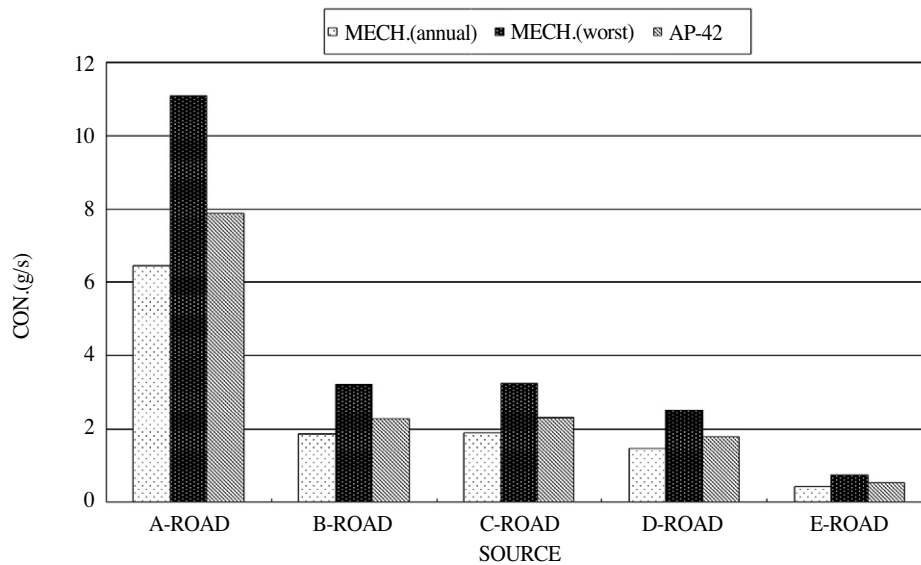


Fig. 6. As shown in figure 5, except for 1999-9-14

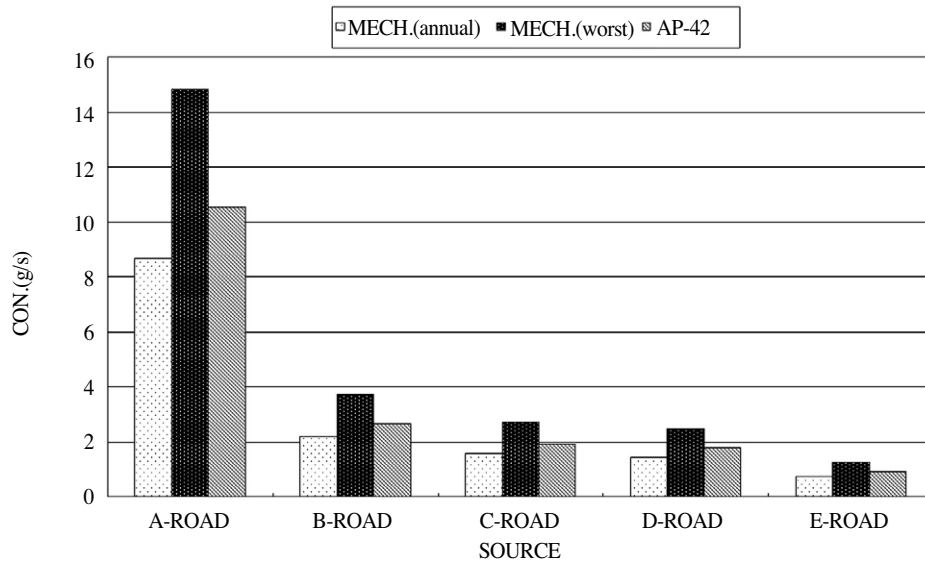


Fig. 7. As shown in figure 5, except for 1999-9-15

□ MECHANICAL 입력 및 산정결과-1

—Unpaved—Control by Watering—

9월 13일 살수시

Unpaved Road Emissions -- Metric Units

- 106 Mean Annual Days with Rain
- 300 Working Days per Year
- 8 Number of daylight working hours
- 89 Mean Annual Class A Pan Evaporation (inches)
- 95 % Vehicle Travel During Daylight Hours
- 3 Average Road Width (m)

Road Segment	Length	Speed	Weight	Silt	Emission Rate (g/s)		Watering	Efficiency		
ID	Daily VP (km)	(kph)	Wheels (Mg)	(%)	Worst Case	Annual	(L/m2/h)	(percent)		
Default Values		40	10	15	29		0.36			
A-ROAD	264	0.7	40*	10*	15*	29*	5.561235	2.445059	0.36	70
B-ROAD	150	0.3	40*	10*	15*	29*	.76943	.3382884	0.36	83
C-ROAD	123	0.35	40*	10*	15*	29*	.6035923	.2653761	0.36	86
D-ROAD	92	0.33	40*	10*	15*	29*	.3183867	.1399823	0.36	89
E-ROAD	87	0.15	40*	10*	15*	29*	.1294181	5.690013E-02	0.36	90

End of Input ... Summary Information Follows

Total Uncontrolled Worst-case and Annual Emission rates: 23.61485 13.77274 (g/s)

Total Controlled Worst-case and Annual Emission rates: 7.382063 3.245605 (g/s)

□ MECHANICAL 입력 및 산정결과-2

—Unpaved—Control by Watering—

9월 14일 살수시

Unpaved Road Emissions -- Metric Units

- 106 Mean Annual Days with Rain
- 300 Working Days per Year
- 8 Number of daylight working hours
- 62 Mean Annual Class A Pan Evaporation (inches)
- 95 % Vehicle Travel During Daylight Hours
- 3 Average Road Width (m)

Road Segment	Length	Speed	Weight	Silt	Emission Rate (g/s)	Watering Efficiency
IDDaily VP	(km)	(kph)	Wheels	(Mg)	(%) Worst Case Annual	(L/m2/h) (percent)
Default Values		40	10	15	29	0.36
A-ROAD	212	0.7	40*	10*	15*	29* 2.498255 1.098385 0.36 83
B-ROAD	143	0.3	40*	10*	15*	29* .4871473 .2141798 0.36 89
C-ROAD	124	0.35	40*	10*	15*	29* .4273449 .1878869 0.36 90
D-ROAD	102	0.33	40*	10*	15*	29* .2726349 .1198669 0.36 92
E-ROAD	65	0.15	40*	10*	15*	29* 5.032513E-022.212601E-02 0.36 95

End of Input ... Summary Information Follows

Total Uncontrolled Worst-case and Annual Emission rates: 20.76622 12.11136 (g/s)

Total Controlled Worst-case and Annual Emission rates: 3.735708 1.642445 (g/s)

2. FDM모델에 의한 예측결과

MECHANICAL 프로그램에서 계산한 비산먼지 발생량을 FDM모델을 이용하여 비산먼지 측정지점인 A, B, C지점에 대한 확산을 예측하였다. 예측된 결과에 의하면 A지점은 주풍향과 반대방향에 위치하여 영향이 적은 것으로 나타났으며, B지점은 39.98~54.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, C지점은 3.29~9.10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 영향을 주는 것으로 나타났다.

그리고 실측치와 비교할 예측결과 농도는 배경농도에 작업 중 비포장도로에서의 비산먼지 발생에 따른 예측농도를 합한 값을 사용하였다. 이 중 배경농도는 공사를 하지 않는 날(9월26일) 각 조사지점(A, B, C지점)의 측정치와 풍상지역 측정치(A지점) 등 두가지의 경우를 적용하였다. 이유는 연구대상지역과 B, C지점사이에 편도 2차선

도로가 있어 B지점이 차량에 의한 비산먼지의 영향을 받아 풍상지역 측정치(A지점)와 비교하기 어렵기 때문이다.

먼저 공사를 하지 않는 날(9월 26일) 측정치를 배경농도로 사용하였을 경우 확산예측 결과(Table 4)는 실측치와 예측치의 농도가 비슷한 경향으로 나타났다.

9월 26일 비공사시(공휴일) 낮(09:00~18:00)에 측정된 A, B, C지점의 농도(배경농도)와 MECHANICAL의 산정 결과에 대한 FDM의 확산 예측치와 합하면 현장에서 측정된 비산먼지의 실측농도와 비교적 비슷한 경향으로 나타나고 있다(Table 4, 참조). 그러나 실측치는 178.6~362.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 예측치는 148.49~268.69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타나 실측치와 예측치의 농도가 다소 차이가 나는 것으로 나타났다. 그 이유는 배경농도에 의한 차이로 판

□ MECHANICAL 입력 및 산정결과-3

—Unpaved—Control by Watering—

9월 15일 살수시

Unpaved Road Emissions -- Metric Units

- 106 Mean Annual Days with Rain
- 300 Working Days per Year
- 8 Number of daylight working hours
- 78 Mean Annual Class A Pan Evaporation (inches)
- 95 % Vehicle Travel During Daylight Hours
- 3 Average Road Width (m)

Road Segment	ID	Length (km)	Speed (kph)	Weight Wheels	Weight (Mg)	Silt (%)	Emission Rate (g/s) Worst Case	Emission Rate (g/s) Annual	Watering Efficiency (L/m ² /h)	Watering Efficiency (percent)
Default Values			40	10	15	29			0.36	
A-ROAD	284	0.7	40*	10*	15*	29*	5.640333	2.479835	0.36	71
B-ROAD	167	0.3	40*	10*	15*	29*	.835842	.3674871	0.36	83
C-ROAD	104	0.35	40*	10*	15*	29*	.3781853	.1662734	0.36	90
D-ROAD	101	0.33	40*	10*	15*	29*	.3362997	.1478579	0.36	90
E-ROAD	114	0.15	40*	10*	15*	29*	.1947471	.0856227	0.36	89

End of Input ... Summary Information Follows

Total Uncontrolled Worst-case and Annual Emission rates: 25.06866 14.62064 (g/s)

Total Controlled Worst-case and Annual Emission rates: 7.385407 3.247076 (g/s)

Table 4. Comparison of measured concentration with predicted one-1

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SOURCE	Pred.(B)	Background (A)	A+B	Meas.
A-POINT	'99년9월13일	0.0	178.7	185.2
	'99년9월14일	0.0	178.7	186.2
	'99년9월15일	0.0	178.7	180.3
B-POINT	'99년9월13일	43.83	214.5	353.7
	'99년9월14일	39.98	214.5	340.3
	'99년9월15일	54.19	214.5	362.8
C-POINT	'99년9월13일	3.94	145.2	180.2
	'99년9월14일	9.10	145.2	180.1
	'99년9월15일	3.29	145.2	178.6

*Pred.(B) : 작업 중 비포장도로에서의 비산먼지 발생에 따른 영향

*Background(A) : 공사를 하지 않는 날(9월26일) 각 지점별 농도

*Meas. : 실측농도

Table 4. Comparison of measured concentration with predicted one-1

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SOURCE		Pred.(B)	Background (A)	A+B	Meas.
B-POINT	'99년9월13일	43.83	185.2	229.03	353.7
	'99년9월14일	39.98	186.2	226.18	340.3
	'99년9월15일	54.19	180.3	234.49	362.8
C-POINT	'99년9월13일	3.94	185.2	189.14	180.2
	'99년9월14일	9.10	186.2	195.3	180.1
	'99년9월15일	3.29	180.3	183.59	178.6

*Pred.(B) : 작업 중 비포장도로에서의 비산먼지 발생에 따른 영향

*Background(A) : 풍상측 배경농도(A지점 측정농도)

*Meas. : 실측농도

단된다. 배경농도로 적용된 측정치는 9월 26일(공휴일)에 주변지역에서 측정된 자료로 9월 13, 14, 15일과 비교하여 주변교통량의 감소 및 기상조건의 차이로 9월 13, 14, 15일의 배경농도보다 낮게 나타났기 때문인 것으로 판단된다.

그리고 풍상측 지역의 측정치를 배경농도로 적용하였을 경우에 확산결과(Table 5)는 비공사시(9월 26일) 측정치를 배경농도로 사용하였을 경우보다 B지점은 다소 농도가 낮고 C지점은 다소 농도가 높은 것으로 예측되었다. 그 이유는 배경농도의 차이로 풍상측 배경농도가 비공사시 측정치(차량에 의한 비산먼지의 영향을 받음)를 배경농도로 사용하였때 보다 농도가 낮게 측정되었기 때문이다.

VI. 결론

본 연구는 미국 EPA에서 개발한 비산먼지의 발생량 산정 프로그램인 MECHANICAL과 비산먼지 확산예측 모델인 FDM모델을 제시하고 기존의 방법과 실측치와의 결과를 비교·검토하였다. 본 대상지역에서의 비산먼지 배출량 산정결과는 AP-42의 배출계수에 의한 방법이 0.51828~10.56759g/s로 산정되었으며, MECHANICAL에

의한 산정은 저감대책 미시행시 worst(공사시 1일)의 경우 0.72802~14.84422g/s로 산정되어 MECHANICAL에 의한 방법이 더 높게 나타났다. 그 이유는 AP-42의 배출계수에 의한 방법에서는 고려할 수 없는 증발량에 따른 비산먼지 배출량을 MECHANICAL에서는 고려할 수 있기 때문이다. 따라서 본 연구가 진행된 시기(9월)가 증발량이 많아 토양이 건조한 시기에 이루어져 MECHANICAL에서의 산정량이 AP-42의 배출계수에 의한 방법으로 산정한 것보다 많게 나타났다.

기존에 비산먼지 발생량 산정 방법으로 주로 사용된 AP-42의 배출계수에 의한 방법에 비해 다양한 형태의 배출조건에서도 배출량 산정이 용이한 것으로 나타났다. 그리고 배출량 산정 농도를 annual(1년 평균)과 worst(공사시 1일)으로 나누어 배출량을 산정하여 시기에 따른 비산먼지의 관리가 용이하며 이에 대한 저감대책 시행시 저감효과를 계산할 수 있어 환경영향평가 등 비산먼지 발생량 산정시 적용 가능한 것으로 나타났다.

비산먼지 확산예측모델인 FDM(Fugitive dust model)에 의한 주변지역의 비산먼지 농도 예측결과는 주변지역에서 실측된 농도와 비슷한 경향으로 나타났다.

참고문헌

1. 장영기, 1995, 국내 대기오염모델링의 현황과 과제, 한국대기보전학회지, 11(1) : 1-14.
2. 장영기, 1989, 환경영향평가를 위한 가우시안 모델의 평가 및 수정에 관한 연구, 한국대기보전학회지 5(1) : 1-10.
3. 강병준, 1993, 대기확산 모형의 정합도에 관한 연구, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문
4. 대기오염배출계수, 1993, 환경부, 507-513.
5. 조강래, 1993, 자동차에 의한 오염물질 배출계수 및 배출량 산출에 관한 연구, 한국대기보전학회지 9(1) : 69-77.
6. 이종범, 1989, 단일배출원 대기오염 단기모델에 관한 연구, 한국대기보전 학회지 5(2) : 84-96.
7. 김석철, 1999, 환경영향평가지 대기모델링의 문제점과 개선방안, 한국대기환경학회지 춘계 학술대회 논문집 : 247-249.
8. 토양화학분석법, 농촌진흥청, 농업기술연구소, 1998.
9. Paul E. Benson, 1979, CALINE3-A versatile dispersion for predicting air pollutant levels near highways and arterial streets, state of california department of transportation division of construction office of transportation laboratory, 1979.
10. U.S EPA, 1992, User's guide for the fugitive dust model(FDM)
11. U.S EPA, User's manual for the fugitive dust program, 1992.
12. Compilation of air pollutant emission factors(AP-42), U.S EPA, 1995, : 13.2-1
13. <http://www.epa.gov/ttn/chief/software.htm> #fugitive
14. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42.htm> #chapter