

폐목재 재활용업 사업장 운영시 스크린모델 이용 인근지역 미세먼지 농도예측

이 상 신

충남연구원 기후변화대응연구센터 책임연구원
sinslee@cni.re.kr

홍 현 수

(주)나인에코 대표이사
nineco@nineco.kr

이 연구는, 당진 시내 폐목재 재활용업 신규 사업장 운영에 따른 주변지역 대기환경영향을 검토하는데 목적이 있음.

CONTENTS

1. 연구 개요
2. 스크리닝 모델
3. 미세먼지(PM₁₀) 농도예측
4. 제언

참고문헌

부록. AERSCREEN 모델결과

요약

- 당진시는 2015년 기준 충청남도내 시·군 중 대기오염물질 배출량이 가장 많아 배출량 저감이 절실한 지역이며, 대기오염물질 농도 측면에서도 2018년 PM₁₀ 대기환경기준 초과일수가 10일(국가대기환경기준)로 환경정책기본법 상 1년 중 기준 초과일수인 약 4일을 2.5배 상회하고 있는 상황에서 당진 시내 신규 폐목재 재활용 사업장의 대기질 영향검토를 통해 지역 주민의 건강영향에 대한 우려를 사전 검토하고자 함.
- 예비검토 모델인 스크리닝 모델을 활용하여 대기배출시설 설치신고서에 근거하여 검토하였으며, 연돌의 배출량은 PM₁₀ 배출량을 대상으로 [Case 1] 0.0663g/sec인 경우와 [Case 2] 0.0532g/sec(80% 수준 운영)인 경우에 대해 예측한 결과 연간평균 농도는 국가대기환경기준(연간 평균 50 μ g/m³) 대비 Case 1,2 모두 기준을 초과하는 것으로 나타남. 특히, 최근 2015년 이후 당진시의 연간 평균 PM₁₀ 농도가 44 μ g/m³을 초과하고 있어 신규사업장 주변지역의 지속적인 대기환경기준 초과가 우려됨.
- 본 연구에서 진행한 미세먼지(PM₁₀) 영향예측에 한하여 대기환경기준을 초과할 우려가 있으므로 주변 지역의 건강권 보호와 환경복지, 건강 위해도 등을 고려하여 면밀한 영향 검토가 필요하며 당진시는 신규 대기오염물질 배출시설 설치에 신중할 필요가 있음. 더욱이 시행예정인 대기 배출 총량제 대응을 위해서 지역차원의 대기오염물질 배출시설 신설에 대한 세밀한 영향 검토가 필요함.

01 연구 개요

1. 연구 배경

- 최근 고농도 미세먼지 발생일 증가로 대기오염물질 배출시설의 관리강화 요구가 높으며, 특히 신규시설에 대해서는 주변지역 주민들의 우려와 함께 철저한 사전점검과 관리를 당부하고 있음.
- 국가대기오염물질배출량(국가대기오염물질배출량 서비스, 2019)에 따르면 당진시는 충청남도내 시·군 중 대기오염물질배출량이 가장 많으며(2015년 기준), 특히 먼지(TSP, PM₁₀, PM_{2.5})는 도내 배출량의 50% 내외를 차지하고 있어 배출량 저감이 절실한 상황임.
- 대기오염물질농도 측면에서도 당진시는 2018년 PM₁₀ 농도 대기환경기준(24시간 평균치 국가 100 μ g/m³, 충남 80 μ g/m³) 초과일수가 10일(충남기준 29일)로 14일인 아산시(충남기준 37일)와 천안시(충남기준 30일) 다음으로 높은 빈도를 보이고 있음.

[표 1] 2018년 충남지역 PM₁₀ 대기환경기준 초과일수 - ()는 지역대기환경기준

구분	초과일수	구분	초과일수	구분	초과일수	구분	초과일수
천안시	14(30)	서산시	4(14)	금산군	3(11)	홍성군	9(23)
공주시	3(11)	논산시	7(17)	부여군	3(13)	예산군	6(20)
보령시	5(19)	계룡시	2(6)	서천군	2(5)	태안군	5(11)
아산시	14(37)	당진시	10(29)	청양군	2(9)	충청남도	4(19)

※ 평균농도 : 시·군내 측정망 평균값(충청남도는 도내 모든 측정망 평균값), 자료 : 에어코리아(2019)
 ※ PM₁₀ 국가대기환경기준(환경정책기본법) : 100 μ g/m³
 ※ PM₁₀ 지역대기환경기준(충청남도 환경기본조례) : 80 μ g/m³

- 환경정책기본법 시행령(별표, 개정 2019.2.8.)에 따르면 대기기준 24시간 평균치는 99백분위수의 값이 그 기준을 초과해서는 안 되는 것으로 명시하고 있어, 1년 중 기준 초과일수가 약 4일을 넘지 않도록 규정하고 있으나 당진시의 경우 약 2.5배의 초과일수를 기록함.

- 특히, 고농도 발생 사례일수가 많았던 2019년 1월~4월 기간을 분석한 결과 당진시의 PM₁₀ 대기환경기준 초과일수는 19일로 충남도내에서 가장 높았으며, 이는 환경정책기본법에서 규정하고 있는 초과일수의 5배에 육박하는 수치로 주민건강에 대한 우려는 갈수록 가중되고 있음.

[표 2] 2018년 1월~4월 충남지역 PM₁₀ 대기환경기준 초과일수 - ()는 지역대기환경기준

구분	초과일수	구분	초과일수	구분	초과일수	구분	초과일수
천안시	13(29)	서산시	6(13)	금산군	5(11)	홍성군	9(15)
공주시	8(15)	논산시	14(23)	부여군	7(13)	예산군	11(16)
보령시	10(13)	계룡시	6(15)	서천군	8(14)	태안군	11(17)
아산시	14(32)	당진시	19(41)	청양군	10(14)	충청남도	11(15)

※ 평균농도 : 시·군내 측정망 평균값(충청남도는 도내 모든 측정망 평균값)
 ※ PM₁₀ 국가대기환경기준(환경정책기본법) : 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 ※ PM₁₀ 지역대기환경기준(충청남도 환경기본조례) : 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- 지역 주민의 건강권과 환경복지를 위해 대기오염물질 다량배출지역과 고농도 발생지역은 지역 배출량 저감을 통해 대기오염농도를 낮출 수 있는 정책에 좀 더 세밀한 배출원 관리감독이 필요함.

2. 연구 목적

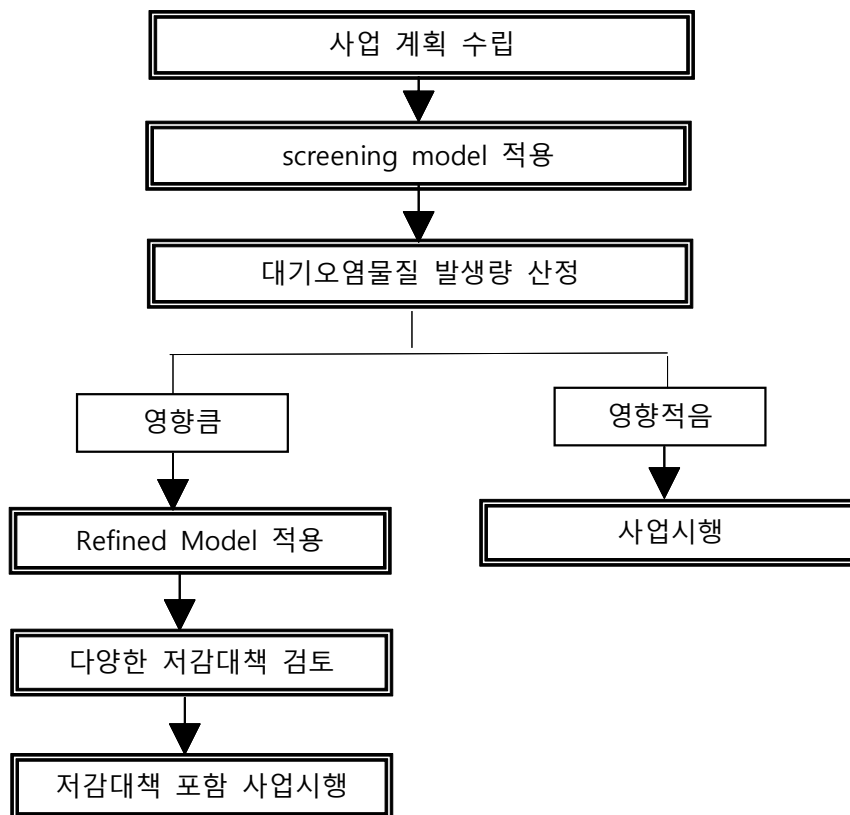
- 본 연구는 당진시에 예정된 신규 대기오염배출시설(폐목재 재활용 사업장) 설치에 따른 미세먼지(PM₁₀) 연 평균 최대 농도변화를 스크리닝모델을 통해 검토하는데 있음.

02

스크리닝 모델(Screening model)

- Screening mode(예비검토모델)은 사전검토를 목적으로 개발된 모델로 사업시행으로 발생할 수 있는 최악의 대기질 영향을 간편하게 제시하는데 목적이 있음.
- 대상사업의 시행으로 인한 대기질 영향이 어느 정도인지를 간단한 형태로 사전에 검토한 후, 대기질 영향이 심각할 것으로 판단되는 경우에 한하여 보다 심도 있는 대기질 평가(지형조건이나 기상조건 등을 구체적으로 고려할 수있는 모델)가 필요함.
- 예비검토모델은 모델링 결과의 정확성은 떨어지나 이를 통해 예측된 대기질 농도는 매우 보수적(Conservative)이기 때문에 예비검토모델의 결과 대기질영향이 미미할 것으로 예측된 경우라면 더 이상의 정교한 모델링은 불필요하다고 판단할 수도 있음.
- 스크리닝 모델의 특징
 - 매우 보수적인 결과를 제공함으로 모델링 결과가 만약 기준내 결과가 도출된다면 권장모델을 통한 검증이 불필요 할 수 있으나, 기준에 부합하지 않는다면 권장모델을 통해 추가 검토하는 것이 바람직함.
 - 별도의 기상자료를 필요치 않으나 모델링 결과 대기오염물질 확산에 불리한 기상자료가 실제로 나타날 수 있는 확률이 어느 정도인지를 검증 할 필요가 있음(풍속 1m/sec, 대기안정도 6등급인 경우 심각한 영향을 끼침).

- 스크리닝 모델을 활용시 영향이 적을 경우 사업시행이 가능하다고 판단할 수 있으나 영향이 큰 경우 좀 더 정교한 권장모델을 적용하여 다양한 저감대책을 검토한 후 저감대책이 포함되어 사업을 시행할 필요가 있음.
- 스크리닝 모델 활용 절차



[표 3] 스크린 모델 및 권장모델의 특징

모델명	모델특성	적용대상지역	
스크리닝 모델	SCREEN3 KSCREEN	<ul style="list-style-type: none"> ISC3모델의 스크린 버전임 공동(cavity)구역, 역전층 파괴와 해안선에서의 연기침강(Fumigation)을 고려한 대기질예측은 물론 점오염원, 면오염원, 섬광(Flare), 부피오염원(Volume)에 대한 지상 농도들을 예측할 수 있는 단일 오염원 가우시안플룸 모델임 대기질예측시 소규모 개발사업 등에 적용가능 	<ul style="list-style-type: none"> •평탄/복잡 •해안가
	AERSCREEN	<ul style="list-style-type: none"> AERMOD모델의 스크린 버전임 공동(cavity)구역, 역전층 파괴와 해안선에서의 연기침강(Fumigation)을 고려한 대기질예측은 물론 점오염원, 면오염원, 섬광(Flare), 부피오염원(Volume)에 대한 지상 농도들을 예측할 수 있는 단일 오염원 가우시안플룸 모델임 대기질예측시 소규모 개발사업 등에 적용가능 	•평탄/복잡지형
권장모델	AERMOD	<ul style="list-style-type: none"> ISC3모델의 단점을 보완하고, 복잡지역의 지형을 고려할 수 있는 알고리즘의 추가로 CTDM예측 결과와 유사 기존 ISC모델의 사용방법과 유사 	•평탄/복잡지형
	CALINE-3 CAL3QHC CAL3QHCR	<ul style="list-style-type: none"> 도로 건설사업시단기,교차로, 장기 대기질 예측에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> •평탄 •복잡지역의 경우 별도방안 강구
	CALPUFF	<ul style="list-style-type: none"> 대규모 점오염원인 발전소/소각장 대기질예측시 적용 특히 해안가 대규모 점오염원에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> •해안가 •평탄/복잡지형
	OCD	<ul style="list-style-type: none"> 해안가에 입지하는 소규모 사업에 적용 	•해안가

※ 자료 : 충남연구원(2017) 재정리

03

미세먼지(PM₁₀) 농도예측

- 대기배출시설 설치신고서(당진시, 2017)를 기준으로 연돌에서 배출되는 오염물질이 배출될 때 최악의 기상조건으로 인한 영향을 검토하기 위해 US. EPA의 AERSCREEN 모델을 이용하여 검토함.
- 총 대기오염물질발생량(먼지, SO₂, NO₂)은 6.87톤/년으로 4종 사업장에 해당되며, 대기오염물질 배출량은 여과집진시설로 90% 제거효율을 보여 배출된 대기오염물질 배출량은 총 발생량의 10% 수준인 0.687톤/년임. 조업가동 시간은 연간 300일, 1일 8시간으로 초당 배출량 환산시 0.0663g/sec 이며, 모델링은 배출량이 0.0663g/sec 인 경우(Case 1), 설치신고서의 80% 수준으로 운영될 경우를 가정하여 배출량이 0.0532g/sec 인 경우(Case 2), 두 경우에 대해 연평균 PM₁₀ 최대 농도를 산정함.

[표 4] 배출량 및 연돌특성 가정 조건

구분	배출량 (g/sec)	연돌높이 (m)	배출온도 (K)	배출속도 (m/sec)	연돌직경 (m)	비고
Case 1	0.0663	10	298	5.0	0.7	80% 수준
Case 2	0.0532					

- 원료는 폐목재류로 1등급 비율이 2,3등급대비 평균사용량시 41.5%, 최대사용량시 42.9%를 나타내고 있어 등급별 사용량에 따른 검토가 가능하나 등급별 특성이 명확하게 제시되지 않아 등급별 영향예측은 진행하지 못함.

- 연돌의 배출량은 PM₁₀ 배출량을 대상으로 [Case 1] 0.0663g/sec 인 경우에 대해 예측한 결과 1시간 최대 67.09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 24시간 최대 40.26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 연간 6.709 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 농도로 가중될 것으로 예측되었으며, [Case 2] 0.0532g/sec 인 경우에 대해 예측한 결과 1시간 최대 53.91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 24시간 최대 32.35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 연간 5.391 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 농도로 가중될 것으로 예측됨.

[표 4] AERSCREEN MODEL 결과

구분	배출량 (g/sec)	최대농도거리 (m)	1시간 최대농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24시간 최대농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	연간 최대농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	비고
Case 1	0.0663	43.0	67.09	40.26	6.709	평탄지형 적용
Case 2	0.0532	43.0	53.91	32.35	5.391	

- 모델결과에 대해 당진시 연간평균 PM₁₀ 농도를 분석하고 연간평균 농도에 최대농도가 가중되었을 경우 대기환경기준 초과여부에 대해 검토함. 2017년 당진시 PM₁₀ 연간 평균농도는 48.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 2018년은 44.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타나 아산시(45.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 다음으로 높고 농도를 기록함(충남연구원, 2019).

[표 5] 시·군별 미세먼지(PM₁₀) 평균농도(2018년 기준)

구분	초과일수	구분	초과일수	구분	초과일수	구분	초과일수
천안시	43.0	서산시	36.7	금산군	35.1	홍성군	39.5
공주시	35.6	논산시	39.7	부여군	39.8	예산군	40.0
보령시	37.2	계룡시	31.1	서천군	33.3	태안군	36.9
아산시	45.5	당진시	44.9	청양군	34.3	충청남도	39.9

※ 평균농도 : 시·군내 측정망 평균값(충청남도는 도내 모든 측정망 평균값)

- 모델링 결과에 따라 연간평균 농도는 국가대기환경기준(연간평균 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 대비 Case 1 이 가중되었을 경우 2017년, 2018년 모두 기준을 초과했으며, Case 2 의 경우도 모두

초과하는 것으로 나타남(충청남도 지역대기환경기준 연간평균치 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

[표 6] PM_{10} 대기환경기준 초과 검토결과(연간 최대농도)

구분	기준연도	①당진시 평균농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	②모델 연간 최대농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	연간최대농도(①+②) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	기준초과 여부
Case 1	2017년	48.0	6.709	54.709	NG
	2018년	44.9	6.709	51.609	NG
Case 2	2017년	48.0	5.391	53.391	NG
	2018년	44.9	5.391	50.291	NG

- 본 모델은 AERMOD 모델에서 최악의 상황을 가정하여 모델링하는 사전 모델 결과임으로 AERMOD로 정밀한 평가가 진행 될 수 있다면 보다 명확한 대기질 예측 판단이 가능할 것임.

04 제언

- 신규 폐목재 재활용 사업장의 대기배출시설 설치신고서에 근거하여 대기확산모델인 AERSCREEN 모델결과 설치신고서내 배출량(Case 1)과 80% 수준의 배출량(Case 2) 모두 연간 평균 국가대기환경기준인 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 모두 초과하였으며, 특히 최근 2015년 이후 당진시의 연간 평균 PM_{10} 농도가 $44.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 초과하고 있어 신규 사업장 주변지역의 지속적인 대기환경기준 초과가 우려됨.
- 적용한 모델은 예비검토모델로 대기질 농도 결과가 보수적이기 때문에 모델 특성상 추가적인 검토 필요성이 크지 않으나 필요하다면 권장모델로 보다 더 정교한 모델링을 통해 검증해 볼 수도 있음.
- 본 연구는 신규 사업장 설치신고서의 배출량 결과를 활용하여 모델을 수행하였으며, 폐목재 등급별 배출계수를 고려하여 목재 등급별 연료조정을 통한 배출량 저감을 모의할 수도 있으나 설치신고서에 등급별 특성이 명확하지 않아 등급별 연료조정에 대한 검토를 진행하지 않았으며, 현재 제출된 자료로는 등급별 연료를 조정하더라도 유사한 미세먼지(PM_{10})가 발생할 것으로 판단됨. 다만, 하위등급의 목재를 제외한다면 저급 폐목재에 포함된 유해대기오염물질의 발생은 줄 일 수 있을 것임.
- 본 연구에서 진행한 미세먼지(PM_{10}) 영향예측에 한하여 대기환경기준을 초과할 우려가 있음으로 주변 지역의 건강권 보호와 환경복지, 건강 위해도 등을 고려하여 면밀한 영향 검토가 필요하며 당진시는 신규 대기오염물질 배출시설 설치에 신중할 필요가 있으며,

더욱이 시행예정인 대기배출 총량제 대응을 위해서 지역차원의 대기오염물질 배출시설 신설에 대한 세밀한 영향 검토가 필요함.

- 신규 사업장은 집진시설 성능강화를 통해 대기오염물질을 저감하는 방안도 모색할 수 있으나, 대기질에 대한 지역 주민들의 요구도 증가와 이에 따라 대기환경기준 또한 완화보다는 지속적으로 강화될 여지가 있어 이를 고려하여 검토할 필요가 있음.

참 고 자 료

국가대기오염물질배출량서비스, 2019, <http://airemiss.nier.go.kr/>

당진시, 2017, 대기배출시설신고서(민원서류)

에어코리아(환경부 대기환경정보), 2019, <https://www.airkorea.or.kr/>

충남연구원, 2019, 충남기후정보브리핑 39호 ‘2018년 충청남도 미세먼지 일지’

충청남도, 2017, 화력발전소 주변지역 기후환경영향 연구

충청남도 환경기본 조례<개정 2016.12.30.>

환경정책기본법 시행령<개정 2019. 2. 8.>

- AERSCREEN 모델결과(Case 1)

AERSCREEN 16216 / AERMOD 11103		05/09/19 11:02:58
TITLE: Dangjin Shinsung Wood AERSCREEN MODEL		
***** STACK PARAMETERS *****		
SOURCE EMISSION RATE:	0.0663 g/s	0.526 lb/hr
STACK HEIGHT:	10.00 meters	32.81 feet
STACK INNER DIAMETER:	0.700 meters	27.56 inches
PLUME EXIT TEMPERATURE:	298.0 K	76.7 Deg F
PLUME EXIT VELOCITY:	5.000 m/s	16.40 ft/s
STACK AIR FLOW RATE:	4077 ACFM	
RURAL OR URBAN:	RURAL	
FLAGPOLE RECEPTOR HEIGHT:	0.00 meters	0.00 feet
INITIAL PROBE DISTANCE =	5000. meters	16404. feet
***** BUILDING DOWNWASH PARAMETERS *****		
NO BUILDING DOWNWASH HAS BEEN REQUESTED FOR THIS ANALYSIS		
***** PROBE ANALYSIS *****		
25 meter receptor spacing: 1. meters - 5000. meters		
Zo SECTOR	ROUGHNESS LENGTH	1-HR CONC (ug/m3)
1*	1.000	64.65
* = worst case flow sector		DIST (m)
		50.0
		TEMPORAL PERIOD
		WIN
***** MAKEMET METEOROLOGY PARAMETERS *****		
MIN/MAX TEMPERATURE: 270.0 / 310.0 (K)		
MINIMUM WIND SPEED: 0.5 m/s		
ANEMOMETER HEIGHT: 10.000 meters		
SURFACE CHARACTERISTICS INPUT: AERMET SEASONAL TABLES		
DOMINANT SURFACE PROFILE: Urban		
DOMINANT CLIMATE TYPE: Average Moisture		
DOMINANT SEASON: Winter		
ALBEDO: 0.35		
BOWEN RATIO: 1.50		
ROUGHNESS LENGTH: 1.000 (meters)		
SURFACE FRICTION VELOCITY (U*) NOT ADJUSTED		
METEOROLOGY CONDITIONS USED TO PREDICT OVERALL MAXIMUM IMPACT		
YR MO DY JDY HR		
10 02 15 15 01		
H0	U*	W*
-1.67	0.159	-9.000
DT/DZ	ZICNV	ZIMCH
0.020	-999.	145.
M-O LEN	ZO	BOWEN
227.7	1.000	1.50
ALBEDO	REF	WS
0.35	1.00	
HT	REF	TA
10.0	310.0	2.0
WIND SPEED AT STACK HEIGHT (non-downwash): 1.0 m/s		

STACK-TIP DOWNWASH ADJUSTED STACK HEIGHT: 10.0 meters
 ESTIMATED FINAL PLUME RISE (non-downwash): 0.0 meters
 ESTIMATED FINAL PLUME HEIGHT (non-downwash): 10.0 meters

METEOROLOGY CONDITIONS USED TO PREDICT AMBIENT BOUNDARY IMPACT

YR MO DY JDY HR

10 01 04 15 12

H0 U* W* DT/DZ ZICNV ZIMCH M-O LEN ZO BOWEN ALBEDO REF WS
 19.59 0.133 0.300 0.020 52. 111. -11.3 1.000 1.00 0.14 0.50

HT REF TA HT
 10.0 310.0 2.0

WIND SPEED AT STACK HEIGHT (non-downwash): 0.5 m/s
 STACK-TIP DOWNWASH ADJUSTED STACK HEIGHT: 10.0 meters
 ESTIMATED FINAL PLUME RISE (non-downwash): 21.0 meters
 ESTIMATED FINAL PLUME HEIGHT (non-downwash): 31.0 meters

***** AERSCREEN AUTOMATED DISTANCES *****
 OVERALL MAXIMUM CONCENTRATIONS BY DISTANCE

DIST (m)	MAXIMUM 1-HR CONC (ug/m3)	DIST (m)	MAXIMUM 1-HR CONC (ug/m3)
1.00	0.000	2525.00	3.888
25.00	18.04	2550.00	3.839
50.00	64.65	2575.00	3.791
75.00	45.66	2600.00	3.744
100.00	44.56	2625.00	3.697
125.00	52.29	2650.00	3.652
150.00	49.56	2675.00	3.608
175.00	45.64	2700.00	3.564
200.00	41.59	2725.00	3.522
225.00	37.96	2750.00	3.480
250.00	34.97	2775.00	3.439
275.00	32.25	2800.00	3.399
300.00	29.78	2825.00	3.359
325.00	28.26	2850.00	3.321
350.00	26.81	2875.00	3.283
375.00	25.42	2900.00	3.245
400.00	24.12	2925.00	3.209
425.00	22.89	2950.00	3.173
450.00	21.81	2975.00	3.138
475.00	21.08	3000.00	3.103
500.00	20.37	3025.00	3.069
525.00	19.67	3050.00	3.036
550.00	19.00	3075.00	3.003
575.00	18.37	3100.00	2.971
600.00	17.82	3125.00	2.939
625.00	17.30	3150.00	2.908
650.00	16.81	3175.00	2.877
675.00	16.33	3200.00	2.847
700.00	15.87	3225.00	2.818
725.00	15.42	3250.00	2.789
750.00	14.99	3275.00	2.760
775.00	14.58	3300.00	2.732
800.00	14.17	3325.00	2.705
825.00	13.79	3350.00	2.678
850.00	13.42	3375.00	2.651
875.00	13.06	3400.00	2.625
900.00	12.72	3425.00	2.599
925.00	12.39	3450.00	2.573
950.00	12.07	3475.00	2.548
975.00	11.76	3500.00	2.524
1000.00	11.47	3525.00	2.499
1025.00	11.19	3550.00	2.475
1050.00	10.91	3575.00	2.452
1075.00	10.65	3600.00	2.429
1100.00	10.40	3625.00	2.406
1125.00	10.16	3650.00	2.384
1150.00	9.921	3675.00	2.362
1175.00	9.695	3700.00	2.340
1200.00	9.477	3725.00	2.318
1225.00	9.267	3750.00	2.297
1250.00	9.064	3775.00	2.276
1275.00	8.869	3800.00	2.256
1300.00	8.680	3825.00	2.236
1325.00	8.497	3850.00	2.216
1350.00	8.321	3875.00	2.196
1375.00	8.150	3900.00	2.177

1400.00	7.985	3925.00	2.158
1425.00	7.825	3950.00	2.139
1450.00	7.671	3975.00	2.120
1475.00	7.521	4000.00	2.102
1500.00	7.376	4025.00	2.084
1525.00	7.236	4050.00	2.066
1550.00	7.100	4075.00	2.049
1575.00	6.968	4100.00	2.032
1600.00	6.840	4125.00	2.014
1625.00	6.716	4150.00	1.998
1650.00	6.595	4175.00	1.981
1675.00	6.478	4200.00	1.965
1700.00	6.365	4225.00	1.949
1725.00	6.254	4250.00	1.933
1750.00	6.147	4275.00	1.917
1775.00	6.043	4300.00	1.901
1800.00	5.941	4325.00	1.886
1825.00	5.843	4350.00	1.871
1850.00	5.747	4375.00	1.856
1875.00	5.653	4400.00	1.841
1900.00	5.562	4425.00	1.827
1925.00	5.474	4450.00	1.812
1950.00	5.388	4475.00	1.798
1975.00	5.304	4500.00	1.784
2000.00	5.222	4525.00	1.770
2025.00	5.142	4550.00	1.757
2050.00	5.064	4575.00	1.743
2075.00	4.988	4600.00	1.730
2100.00	4.914	4625.00	1.717
2125.00	4.842	4650.00	1.704
2150.00	4.771	4675.00	1.691
2175.00	4.703	4700.00	1.678
2200.00	4.635	4725.00	1.666
2225.00	4.570	4750.00	1.653
2250.00	4.506	4775.00	1.641
2275.00	4.443	4800.00	1.629
2300.00	4.382	4825.00	1.617
2325.00	4.322	4850.00	1.605
2350.00	4.263	4875.00	1.594
2375.00	4.206	4900.00	1.582
2400.00	4.150	4925.00	1.571
2425.00	4.096	4950.00	1.559
2450.00	4.042	4975.00	1.548
2475.00	3.990	5000.00	1.537
2500.00	3.938		

***** AERSCREEN MAXIMUM IMPACT SUMMARY *****

CALCULATION PROCEDURE	MAXIMUM 1-HOUR CONC (ug/m3)	SCALED 3-HOUR CONC (ug/m3)	SCALED 8-HOUR CONC (ug/m3)	SCALED 24-HOUR CONC (ug/m3)	SCALED ANNUAL CONC (ug/m3)
FLAT TERRAIN	67.09	67.09	60.38	40.26	6.709
DISTANCE FROM SOURCE	43.00 meters				
IMPACT AT THE AMBIENT BOUNDARY	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DISTANCE FROM SOURCE	1.00 meters				

- AERSCREEN 모델결과(Case 2)

AERSCREEN 16216 / AERMOD 11103	04/24/18 09:57:52			
TITLE: Dangjin Shinsung Wood AERSCREEN MODEL				
***** STACK PARAMETERS *****				

SOURCE EMISSION RATE:	0.0532 g/s 0.423 lb/hr			
STACK HEIGHT:	10.00 meters 32.81 feet			
STACK INNER DIAMETER:	0.700 meters 27.56 inches			
PLUME EXIT TEMPERATURE:	298.0 K 76.7 Deg F			
PLUME EXIT VELOCITY:	5.000 m/s 16.40 ft/s			
STACK AIR FLOW RATE:	4077 ACFM			
RURAL OR URBAN:	RURAL			
INITIAL PROBE DISTANCE =	5000. meters 16404. feet			

***** BUILDING DOWNWASH PARAMETERS *****				

NO BUILDING DOWNWASH HAS BEEN REQUESTED FOR THIS ANALYSIS				
***** PROBE ANALYSIS *****				
25 meter receptor spacing: 1. meters - 5000. meters				
Z ₀	ROUGHNESS	1-HR CONC	DIST	TEMPORAL
SECTOR	LENGTH	(ug/m3)	(m)	PERIOD

1*	1.000	51.95	50.0	WIN
* = worst case flow sector				

***** MAKEMET METEOROLOGY PARAMETERS *****				

MIN/MAX TEMPERATURE: 270.0 / 310.0 (K)				
MINIMUM WIND SPEED: 0.5 m/s				
ANEMOMETER HEIGHT: 10.000 meters				
SURFACE CHARACTERISTICS INPUT: AERMET SEASONAL TABLES				
DOMINANT SURFACE PROFILE: Urban				
DOMINANT CLIMATE TYPE: Average Moisture				
DOMINANT SEASON: Winter				
ALBEDO: 0.35				
BOWEN RATIO: 1.50				
ROUGHNESS LENGTH: 1.000 (meters)				
SURFACE FRICTION VELOCITY (U*) NOT ADJUSTED				

METEOROLOGY CONDITIONS USED TO PREDICT OVERALL MAXIMUM IMPACT				

YR MO DY JDY HR				

10 02 15 15 01				
H0	U*	W*	DT/DZ	ZICNV
ZIMCH	M-O	LEN	Z0	BOWEN
ALBEDO	REF	WS		

-1.67	0.159	-9.000	0.020	-999.
145.	227.7	1.000	1.50	0.35
1.00				

HT	REF	TA	HT	

10.0	310.0	2.0		
WIND SPEED AT STACK HEIGHT (non-downwash): 1.0 m/s				
STACK-TIP DOWNWASH ADJUSTED STACK HEIGHT: 10.0 meters				
ESTIMATED FINAL PLUME RISE (non-downwash): 0.0 meters				
ESTIMATED FINAL PLUME HEIGHT (non-downwash): 10.0 meters				

METEOROLOGY CONDITIONS USED TO PREDICT AMBIENT BOUNDARY IMPACT				

YR MO DY JDY HR

10 01 04 15 12

H0	U*	W*	DT/DZ	ZICNV	ZIMCH	M-O LEN	Z0	BOWEN	ALBEDO	REF WS
19.59	0.133	0.300	0.020	52.	111.	-11.3	1.000	1.00	0.14	0.50

HT	REF TA	HT
10.0	310.0	2.0

WIND SPEED AT STACK HEIGHT (non-downwash): 0.5 m/s
 STACK-TIP DOWNWASH ADJUSTED STACK HEIGHT: 10.0 meters
 ESTIMATED FINAL PLUME RISE (non-downwash): 21.0 meters
 ESTIMATED FINAL PLUME HEIGHT (non-downwash): 31.0 meters

***** AERSCREEN AUTOMATED DISTANCES *****
 OVERALL MAXIMUM CONCENTRATIONS BY DISTANCE

DIST (m)	MAXIMUM 1-HR CONC (ug/m3)	DIST (m)	MAXIMUM 1-HR CONC (ug/m3)
1.00	0.000	2400.00	3.335
25.00	14.50	2425.00	3.291
50.00	51.95	2450.00	3.248
55.00	49.19	2475.00	3.206
75.00	36.69	2500.00	3.164
76.00	36.13	2525.00	3.124
100.00	35.80	2550.00	3.085
113.00	40.65	2575.00	3.046
125.00	42.02	2600.00	3.008
150.00	39.82	2625.00	2.971
175.00	36.67	2650.00	2.934
176.00	36.54	2675.00	2.899
200.00	33.42	2700.00	2.864
208.00	32.41	2725.00	2.830
225.00	30.50	2750.00	2.796
231.00	29.89	2775.00	2.763
250.00	28.10	2800.00	2.731
275.00	25.91	2825.00	2.699
300.00	23.93	2850.00	2.668
325.00	22.71	2875.00	2.638
341.00	21.95	2900.00	2.608
350.00	21.54	2925.00	2.578
375.00	20.43	2950.00	2.549
400.00	19.38	2975.00	2.521
421.00	18.55	3000.00	2.493
425.00	18.39	3025.00	2.466
450.00	17.52	3050.00	2.439
475.00	16.94	3075.00	2.413
500.00	16.37	3100.00	2.387
508.00	16.18	3125.00	2.362
525.00	15.81	3150.00	2.337
550.00	15.26	3175.00	2.312
575.00	14.76	3200.00	2.288
600.00	14.32	3225.00	2.264
625.00	13.90	3250.00	2.241
650.00	13.50	3275.00	2.218
675.00	13.12	3300.00	2.195
700.00	12.75	3325.00	2.173
725.00	12.39	3350.00	2.151
738.00	12.21	3375.00	2.130
750.00	12.05	3400.00	2.109
775.00	11.71	3425.00	2.088
800.00	11.39	3450.00	2.068
825.00	11.08	3475.00	2.047
850.00	10.78	3500.00	2.028
875.00	10.49	3525.00	2.008
900.00	10.22	3550.00	1.989
925.00	9.952	3575.00	1.970
950.00	9.697	3600.00	1.952
975.00	9.451	3625.00	1.933
1000.00	9.215	3650.00	1.915
1025.00	8.987	3675.00	1.898
1050.00	8.769	3700.00	1.880
1075.00	8.558	3725.00	1.863
1100.00	8.355	3750.00	1.846
1125.00	8.160	3775.00	1.829
1150.00	7.971	3800.00	1.813
1175.00	7.790	3825.00	1.796
1200.00	7.615	3850.00	1.780
1225.00	7.446	3875.00	1.765
1250.00	7.283	3900.00	1.749
1275.00	7.126	3925.00	1.734
1300.00	6.974	3950.00	1.719
1325.00	6.827	3975.00	1.704

1350.00	6.686	4000.00	1.689
1375.00	6.548	4025.00	1.675
1400.00	6.416	4050.00	1.660
1425.00	6.288	4075.00	1.646
1450.00	6.163	4100.00	1.632
1475.00	6.043	4125.00	1.619
1500.00	5.927	4150.00	1.605
1525.00	5.814	4175.00	1.592
1550.00	5.705	4200.00	1.579
1575.00	5.599	4225.00	1.566
1600.00	5.496	4250.00	1.553
1625.00	5.396	4275.00	1.540
1650.00	5.299	4300.00	1.528
1675.00	5.205	4325.00	1.515
1700.00	5.114	4350.00	1.503
1725.00	5.025	4375.00	1.491
1750.00	4.939	4400.00	1.479
1775.00	4.855	4425.00	1.468
1800.00	4.774	4450.00	1.456
1825.00	4.695	4475.00	1.445
1850.00	4.617	4500.00	1.434
1875.00	4.542	4525.00	1.422
1900.00	4.469	4550.00	1.411
1925.00	4.398	4575.00	1.401
1950.00	4.329	4600.00	1.390
1975.00	4.261	4625.00	1.379
2000.00	4.196	4650.00	1.369
2025.00	4.132	4675.00	1.359
2050.00	4.069	4700.00	1.348
2075.00	4.008	4725.00	1.338
2100.00	3.949	4750.00	1.328
2125.00	3.891	4775.00	1.319
2150.00	3.834	4800.00	1.309
2175.00	3.779	4825.00	1.299
2200.00	3.725	4850.00	1.290
2225.00	3.672	4875.00	1.280
2250.00	3.620	4900.00	1.271
2275.00	3.570	4925.00	1.262
2300.00	3.521	4950.00	1.253
2325.00	3.473	4975.00	1.244
2350.00	3.426	5000.00	1.235
2375.00	3.380		

***** AERSCREEN MAXIMUM IMPACT SUMMARY *****

CALCULATION PROCEDURE	MAXIMUM 1-HOUR CONC (ug/m3)	SCALED 3-HOUR CONC (ug/m3)	SCALED 8-HOUR CONC (ug/m3)	SCALED 24-HOUR CONC (ug/m3)	SCALED ANNUAL CONC (ug/m3)
FLAT TERRAIN	53.91	53.91	48.52	32.35	5.391
DISTANCE FROM SOURCE		43.00 meters			
IMPACT AT THE AMBIENT BOUNDARY	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DISTANCE FROM SOURCE		1.00 meters			