

건설자재 미세먼지 제거율 평가를 위한 선형 회귀 분석법 제안

박광민^{1*}, 민경성², 정상화³, 노영숙⁴

Linear Regression Analysis to Evaluate the Particulate Matter Removal Rate of Functional Construction Materials

Kwang-Min Park^{1*}, Kyung-Sung Min², Sang-Hwa Jung³, Yonug-Sook Roh⁴

Abstract: In order to remove particulate matter, functional construction materials are developed. However, there is no evaluation method and infrastructure for particulate matter removal rate. Therefore, the purpose of this study was to build a particulate matter removal rate test chamber and to present a method for particulate matter removal rate. As a result, since construction materials have effectiveness in an environment where particulate matter is generated, the particulate matter injection step was proposed as a comparison target. The evaluation of the particulate removal rate was proposed by relative comparison of the slope values obtained by linear regression analysis for all concentration values measured in the particulate matter injection step. In linear regression method, all measured values can be evaluated, and the variability can be evaluated with the coefficient of determination (R-square), so that the reliability of the particulate matter removal rate can be secured.

Keywords: Particulate matter, Removal rate, Linear regression analysis, Functional construction materials, Concrete block

1. 서 론

먼지는 입자 크기에 따라 50 μm 이하 총 먼지(Total Suspended Particles, TSP)와 입자 크기가 매우 작은 미세먼지(Particulate Matter, PM)로 구분한다. 미세먼지는 다시 지름이 10 μm 이하 미세먼지(PM10), 지름 2.5 μm 이하 미세먼지(PM2.5) 및 지름 1.0 μm 이하 미세먼지(PM1.0)로 나뉜다. 우리나라에서는 통상적으로 PM10을 미세먼지, PM2.5를 초미세먼지로 구분했으나, 2020년 4월 ‘미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법(약칭: 미세먼지법)’에 근거하여 국제 부합화를 위해 PM10은 부유먼지, PM2.5는 미세먼지, PM1.0은 초미세먼지로 용어를 정비했다.

미세먼지는 생성 원인에 따라 1차 배출과 2차 배출로 나뉜다. 1차 배출은 산업배출물 및 자동차 배기가스, 건설현장 비산먼지 등 오염원으로부터 직접적으로 발생하는 입자상의 미세먼지를 말하며, 2차 배출은 배기가스 등의 오염원에 존재하는 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x), 휘발성유기물(VOCs)

등의 미세먼지 전구물질이 공기 중의 수분 및 오존, 암모니아와의 화학반응으로 발생하는 경우이다.

도심 미세먼지의 주된 요인인 질소산화물 발생 요인은 자동차 배출가스가 절대적이며, 차량 정체구간 및 도심지를 중심으로 그 오염도가 집중된다. 따라서 건축물 외벽, 도로시설물, 보차도 블록 등에 이용되는 기존의 건설자재에 미세먼지 제거 기능성 건설자재를 적용할 경우, 별도의 오염물 저감 시설 없이 효과적으로 도심 미세먼지를 제거할 수 있다. 실제로 국외에서도 자동차에 의한 도로변 대기측정이 도시 대기측정보다 높은 것으로 나타났다(National Institute of Environmental Research, 2017). 국내에서도 서울의 2019년 PM2.5 배출량은 총 2,714 톤으로, 단위면적당 약 4.5 톤/km²이다. 배출원의 절반 이상은 비산먼지(29%), 난방·발전(21%), 도로이동 오염원(19%)과 비도로이동 오염원(19%)이 차지하고 있다. 특히 인구 및 자동차 활동이 집중된 서울에서는 도로이동 오염원에 의한 대기오염이 심각한 수준이다(국가미세먼지정보센터, 2020).

도심 미세먼지를 저감하기 위하여 도로변 미세먼지 제거 기능성 건설자재 개발이 진행되고 있으며, 대표적으로 Ji-Woo Lee et al.(2020)의 실리카졸 바인더를 이용한 대기오염 정화 시멘트 블록 개발, Won-Jun Lee et al.(2020)의 바텀애시의 공극구조를 활용하여 도로변 대기오염물질인 PM2.5, PM10 및 가스상 대기오염 전구물질을 흡착·저감하는 기능성 콘크리트

¹정회원, (재)한국건설생활환경시험연구원, 건설기술연구센터, 책임연구원

²정회원, (재)한국건설생활환경시험연구원, 건설기술연구센터, 연구원

³정회원, (재)한국건설생활환경시험연구원, 건설본부, 본부장

⁴정회원, 서울과학기술대학교, 건축공학과, 교수

*Corresponding author: kmpark@kcl.re.kr

Korea Conformity Laboratories(KCL), Seoul, 08503, Korea

•본 논문에 대한 토의를 2021년 11월 30일까지 학회로 보내주시면 2021년 12월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

트 블록 개발 등이 있다.

그러나 미세먼지 제거 기능성 건설자재 성능 평가 방법 및 기반 시설은 국내에 전무한 실정이다. 제한적으로 ‘KS L ISO 22197-1:2016 파인 세라믹스-반도성 광촉매 재료의 공기 정화 성능 측정 방법-제 1부:산화질소 제거’에 근거하여 이산화 타이타늄(Titanium dioxide, TiO₂)에 의한 대기오염 전구물질 제거 성능 평가에 국한하여 진행하고 있다.

따라서 본 연구에서는 입자상 미세먼지 제거 성능을 평가하기 위하여 ‘KS C 9314:2019 공기청정기’에 준하는 미세먼지 제거율 시험 챔버를 활용하여 미세먼지 제거 기능성 건설자재의 제품 단위 성능 평가 방법 제안을 목표로 한다.

2. 실험 개요 및 방법

2.1 미세먼지 제거율 시험 챔버

시험 챔버는 Fig. 1과 같이 (29.5 ± 1) m³ 체적을 가진 직육면

체 형상으로 설계하였다. 시험 챔버 내부는 무정전 패널로 제작하였다. 시험 챔버에는 시험 입자의 배경 농도를 만족하는 공기를 공급할 수 있는 고성능 HEPA 필터 및 실내 과잉 공기를 자동으로 배출할 수 있는 댐퍼가 연결된 배출구가 있다. 시험 챔버 내의 온도는 (21 ± 3) °C, 상대습도는 (40 ± 5)%로 하였다. 시험 챔버 기밀도는 입자 크기가 0.3 μm 입자 농도에 대해 20분 경과 후의 입자 농도가 초기 농도의 80% 이상 확보하는 것을 만족하였다. 챔버 상단에는 1300 mm(W) × 280 mm(H) 크기의 날개수 3개 교반용 팬을 설치하였다. 190 회전수/분으로 교반하였으며, 이 때 팬과의 거리 30 cm 위치에서의 풍속은 3.4 m/s로 나타났다. 시험 전경은 Photo 1과 같다.

2.2 미세먼지 발생기

ASHRAE 52.2 및 ISO 16890-1의 시험 입자(test aerosol) 요구 사항을 만족하는 입자 발생기(Aerosol Generator)를 적용하였다. 시험 입자는 다분산의 고체상 염화칼륨(potassium

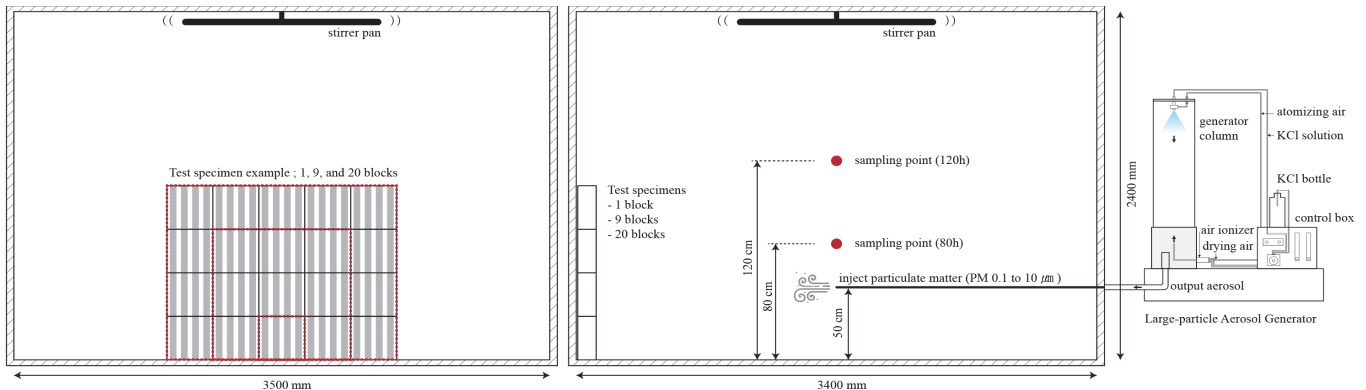


Fig. 1 Chamber for particulate matter removal rate

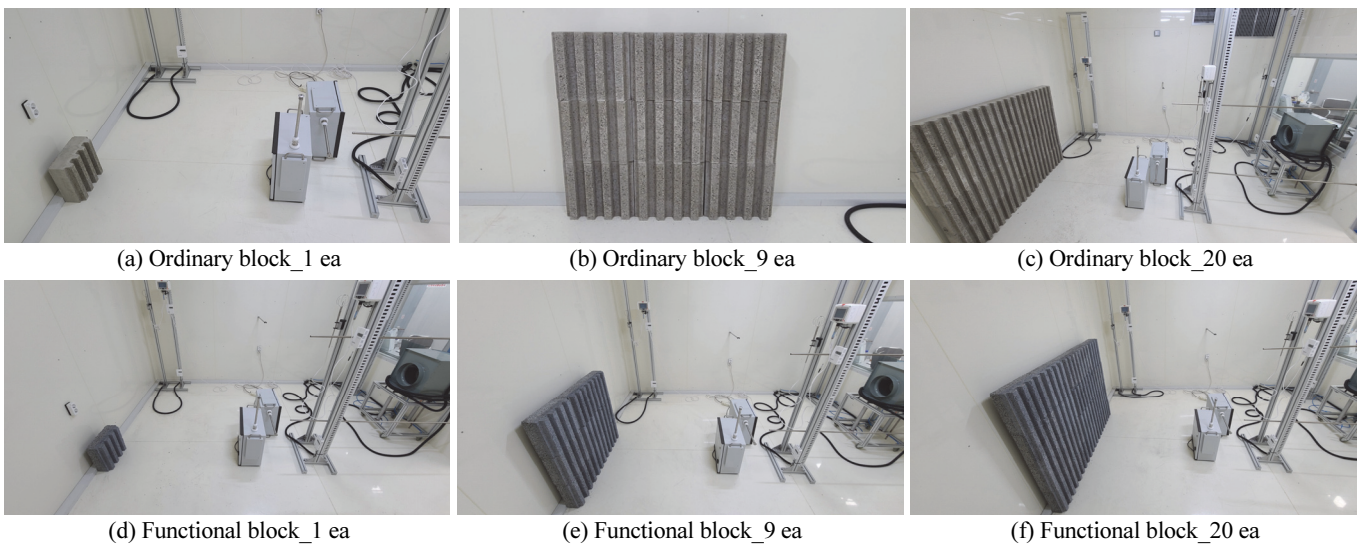


Photo 1 Chamber for particulate matter removal rate

chloride, KCl)을 아토마이징(atomizing)하여 분사하였다. 본 시험에서는 4% KCl 수용액(물 100 mL에 대하여 KCl 4 g의 비율로 혼합한 용액)을 사용하여 직경 0.1 μm ~ 10 μm 시험 입자를 발생하였으며, 시험 입자는 챔버 중앙 바닥 위 50 cm 위치에서 분사하였다. 미세먼지 발생기 개념도는 Fig. 1과 같다.

2.3 미세먼지 측정기(입자 계수기)

입자 농도 측정을 위한 샘플링 위치는 시험 챔버 중앙 바닥 위 80 cm 및 120 cm 로 하였다. 본 시험에는 확산관 방식을 이용하여 분진에 의한 산란광량을 검출하는 분진 입경 및 농도 분석기(Aerosol Spectrometer) GRIMM 1109 를 사용하여 PM1.0, PM2.5 및 PM10 질량농도값($\mu\text{m}^3/\text{m}^3$)을 측정하였다.

2.4 미세먼지 제거 기능성 건설자재 시험체 개요

일반 콘크리트 블록 및 미세먼지 제거 기능성 블록 형상은 Fig. 2와 같으며, 공극률은 동일하게 40%(일반 39.5%, 기능성 39.7%)로 제작하였다. 기능성 블록은 TiO₂ 및 야자활성탄(palm activated carbon)을 각각 1%, 15% 혼합된 복합체 골재를 사용하여 입자상 미세먼지를 흡착·저감하도록 개발하였다. 시험체 설치 위치는 Fig. 2와 같으며, 시험 입자 발생관과 반대편 벽면에 설치하였다. 시험체는 1 개, 9 개 및 20 개를 설치하였으며, 9 개는 3 by 3으로 하고 20 개는 5 by 4로 적층하였다.

2.5 시험 조건

밀폐된 챔버에 시험 입자를 약 10 분 동안 주입하면서 질량농도를 측정하였다. 이후 약 10 분 동안은 주입을 중단한 채 챔버 환경을 유지하고, 이후 배기 및 환기를 통해 미세먼지가 0에 수렴하는 것을 확인하는 것으로 시험 조건을 설정하였다. 주입→유지→배기 전 과정에서 교반팬을 가동하였으며, 측정 단위는 6 초 간격으로 PM10, PM2.5 및 PM1.0 질량농도값($\mu\text{m}^3/\text{m}^3$)을 측정하였다.

본 연구에서의 시험 요인 및 수준은 Table 1과 같다. 시험체는 일반 콘크리트 블록 및 미세먼지 제거 기능성 블록으로 선정하여 1 개, 9 개 및 20 개를 설치하였다. 측정 높이는 챔버 중앙 높이 80 cm 및 120 cm에서 측정하였다.

2.6 미세먼지 제거율 평가 방법

일반 블록 및 기능성 블록을 상대 평가하는 것으로 미세먼지

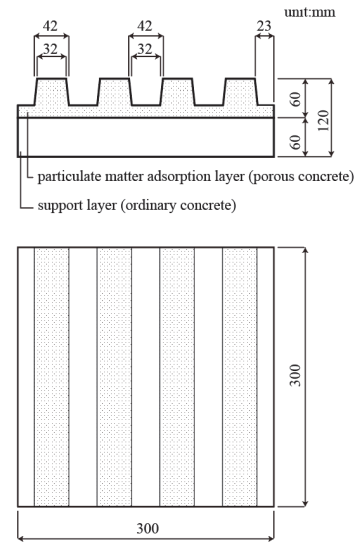


Fig. 2 Functional construction material for particulate matter removal

Table 1 Factor and level

Factor	Level
block type	ordinary block and PM removal functional block
block numbers	1 ea, 9 ea and 20 ea
sampling height	80 cm and 120 cm

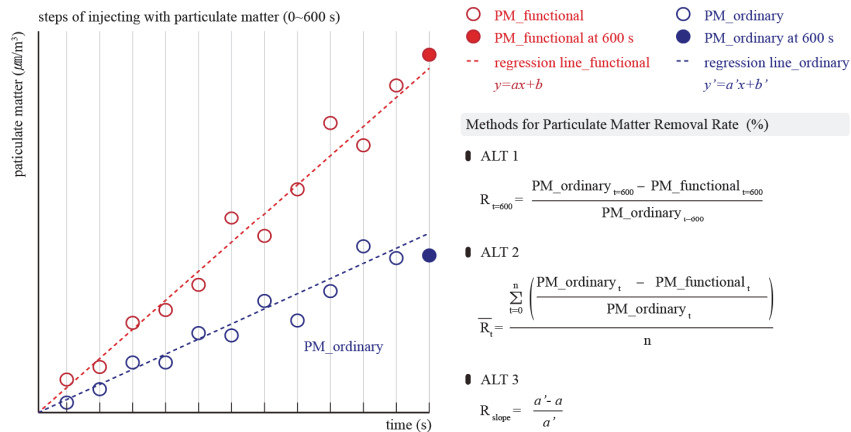


Fig. 3 Methods for particulate matter removal rate

Table 2 Test result

methods	PM	sampling height (cm)	ALT 1 : particulate matter ($\mu\text{m}/\text{m}^3$)						removal rate (%)		
			ALT 3 : slope of regression line (R-Squared)						1 ea	9 ea	20 ea
			ordinary block			PM removal functional block					
1 ea	9 ea	20 ea	1 ea	9 ea	20 ea	1 ea	9 ea	20 ea			
ALT 1	PM1.0	80	327.9	333.1	309.3	296.7	284.4	246.3	9.52	14.62	20.37
		120	273.9	285.8	259.4	247.3	247.2	221.3	9.71	13.51	16.49
	PM2.5	80	1207.2	1166.3	1116.4	1060.2	989.2	900.6	12.18	15.18	19.33
		120	838.4	857.8	783	715.7	714.1	698.8	14.64	16.75	10.75
	PM10	80	2405.2	2265.1	2134.5	2025.2	1904.0	1746.6	15.80	15.94	18.17
		120	1291.1	1266.6	1188.5	1069.2	1068.0	1050.1	17.25	15.68	11.64
ALT 2	PM1.0	80							10.67	13.72	15.29
		120							9.38	15.54	18.58
	PM2.5	80							13.36	16.35	17.23
		120							15.34	19.80	22.88
	PM10	80							18.57	20.81	20.73
		120							20.41	22.85	26.00
ALT 3	PM1.0	80	0.5713 (0.9987)	0.5837 (0.9984)	0.5500 (0.9981)	0.5119 (0.9984)	0.4984 (0.9978)	0.4356 (0.9969)	10.40	14.61	20.80
		120	0.4733 (0.9991)	0.4901 (0.9989)	0.4558 (0.9990)	0.4293 (0.9981)	0.4238 (0.9988)	0.3779 (0.9979)	9.30	13.53	17.09
	PM2.5	80	2.0670 (0.9950)	2.0339 (0.9955)	1.9443 (0.9959)	1.7715 (0.9974)	1.6887 (0.9958)	1.5505 (0.9962)	14.29	16.97	20.25
		120	1.4440 (0.9957)	1.4326 (0.9967)	1.3466 (0.9948)	1.2254 (0.9965)	1.2013 (0.9963)	1.1154 (0.9936)	15.14	16.15	17.17
	PM10	80	3.9560 (0.9907)	3.801 (0.9920)	3.6496 (0.9907)	3.2993 (0.9935)	3.1721 (0.9945)	2.9162 (0.9927)	16.60	16.61	20.10
		120	2.1889 (0.9889)	2.0776 (0.9929)	1.9936 (0.9878)	1.7759 (0.9945)	1.7491 (0.9949)	1.7061 (0.9955)	18.87	15.81	14.42

제거율을 산출하였다. 기능성 건설자재의 경우 미세먼지가 발생하는 환경에서 유효성을 가지기 때문에, 시험 입자 주입 단계 구간(주입 후 10 분)을 비교 대상으로 선정하였다.

미세먼지 제거율 평가는 ‘주입 후 10 분 시점의 질량농도값(이하, ALT 1)’, ‘주입 후 10 분 동안 6 초 간격으로 취득한 100개의 질량농도값의 각 시점별 비교값의 산출평균값(이하, ALT 2)’, ‘주입 후 10 분 동안의 선형 회귀 기울기값으로 제거율(이하, ALT 3)’을 평가하였다. 평가 방법 후보안의 개념은 Fig. 3과 같다.

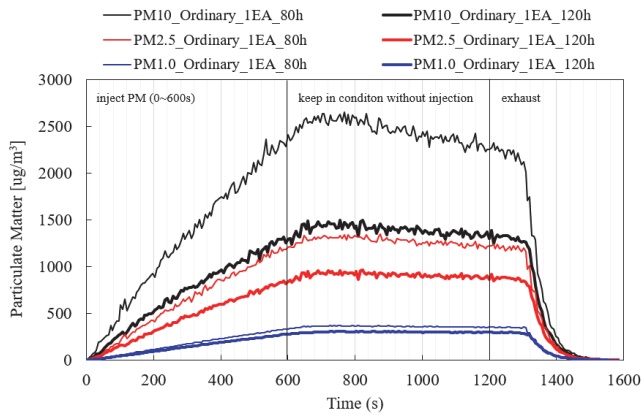
3. 실험 결과 및 분석

3.1 미세먼지 제거 성능

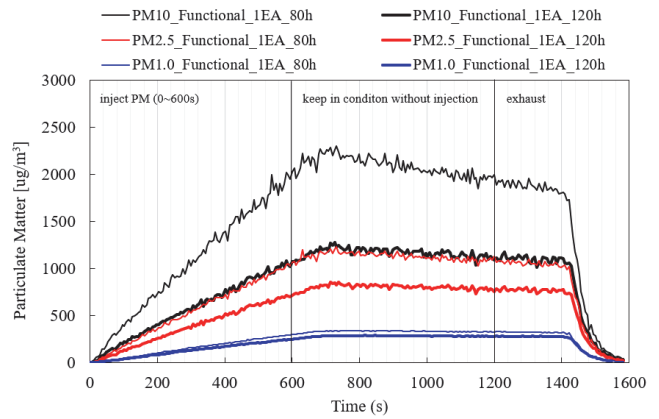
미세먼지 제거율 시험 결과는 Table 2 및 Fig. 4와 같다. 약 10 분 동안 시험 입자를 주입하는 단계에서는 질량농도값이 선형적으로 상승하였고, 이후 약 10 분 동안 챔버 환경을 유지하는 단계에서는 질량농도값이 유지 혹은 저감하는 형상이

나타났다. 이후 배기 및 환기 단계에서는 급격하게 0에 수렴하는 것을 확인하였다.

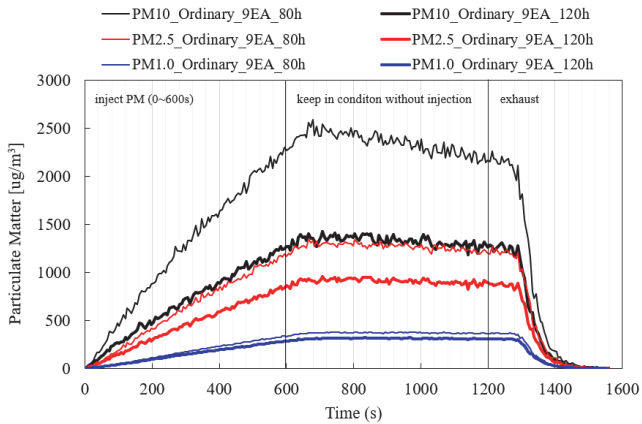
일반 콘크리트 블록 및 미세먼지 제거 기능성 블록의 PM10 질량농도값은 측정 높이 80 cm에서 1개, 9개 및 20개 시험체를 설치했을 경우 각각 2405.2 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, 2265.1 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, 2134.5 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ (일반) 및 2025.2 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, 1904.0 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, 1746.6 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ (기능성)이 나타났다. 측정 높이 120 cm에서 1291.1 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, 1266.6 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, 1188.5 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ (일반) 및 1069.2 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, 1068.0 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, 1050.1 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ (기능성)이 나타났다. 결과적으로 시험 입자 주입 후 10 분 시점에서의 미세먼지 질량농도값은 시험체 블록 수가 많아질수록 낮아지는 결과가 나타났으며, 이는 다공성 콘크리트 구조체가 미세먼지 저감에 효과적이라고 할 수 있다. 20개 시험체의 경우 일반 콘크리트 블록과 미세먼지 제거 기능성 블록의 PM10 질량농도값 차이는 측정 높이 80 cm 및 120 cm에서 각각 387.9 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, 138.4 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ 낮아지는 결과가 나타났다. 결과적으로 미세먼지 제거 기능성 블록의 경우 질



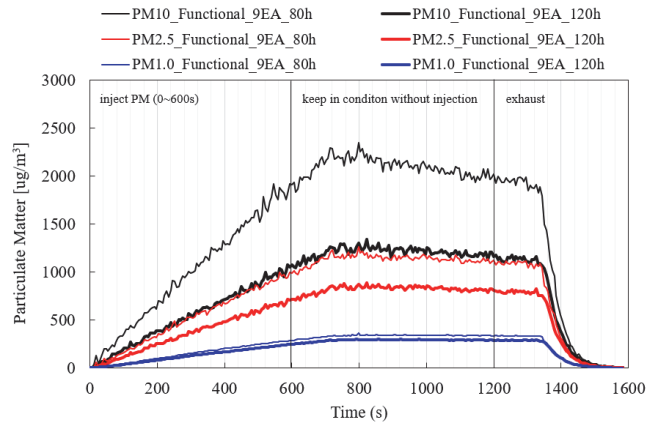
(a) Ordinary block 1 ea



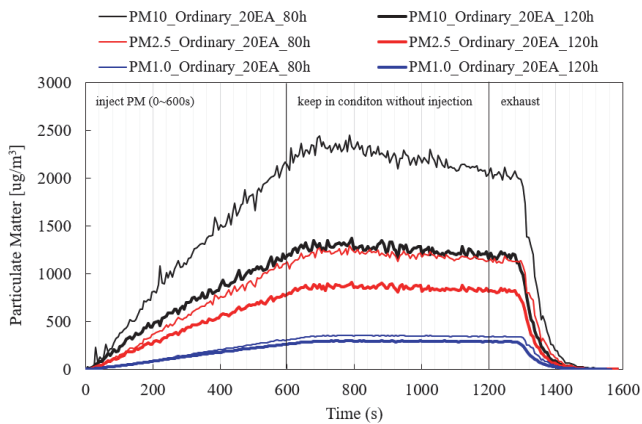
(b) Functional block 1 ea



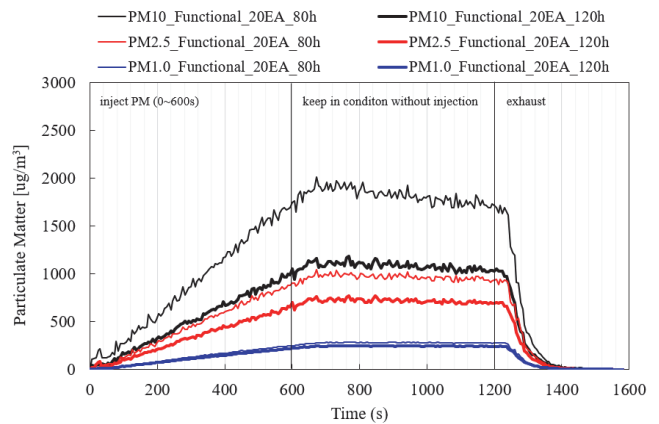
(c) Ordinary block 9 ea



(d) Functional block 9 ea



(e) Ordinary block 20 ea



(f) Functional block 20 ea

Fig. 4 Particulate matter removal test

량농도값이 모든 조건에서 낮아지는 결과로 향상된 제거 능력을 보유하고 있다고 평가할 수 있다.

3.2 미세먼지 제거율 평가 방법

기능성 콘크리트 블록의 미세먼지 제거율을 정량적으로 평가하기 위하여 ‘2.6 미세먼지 제거율 평가 방법’의 3가지 평가

방법을 적용하였다. 그 결과를 Table 2 및 Fig. 5에 나타냈다. 여기서 기능성 블록의 제거율 평가는 일반 블록과의 상대 평가로 수행하였다.

본 논문에서 제시한 평가 방법을 살펴보면, ALT 1은 주입 후 10분 시점의 1개 데이터만으로 분석하기 때문에 그 시점에서 측정된 질량농도값이 시험자 시험 진행 실수 및 시험 장치

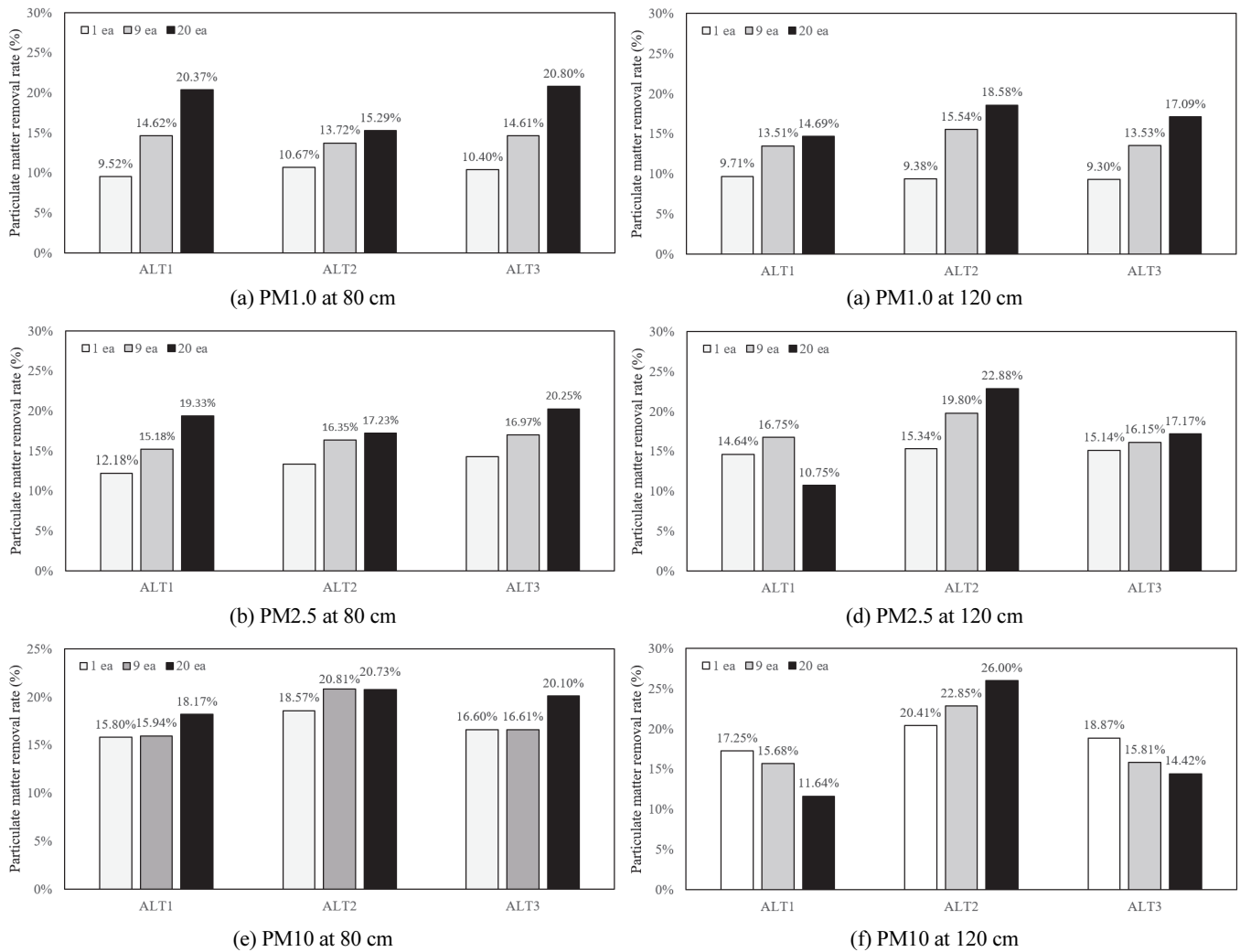


Fig. 5 Comparisons of Particulate matter removal rates according to assessment methods

오작동으로 인한 오차발생 시 적합한 결과값을 얻을 수 없다. 예를 들어, Fig. 5(d) 측정높이 120 cm의 PM2.5 결과값과 같이 ALT 1평가 방법 시 20개 시험체에서 10.75%로 ALT 2의 22.88% 및 ALT 3의 17.17%와 비교해 낮은 결과값이 나타난 것을 알 수 있다.

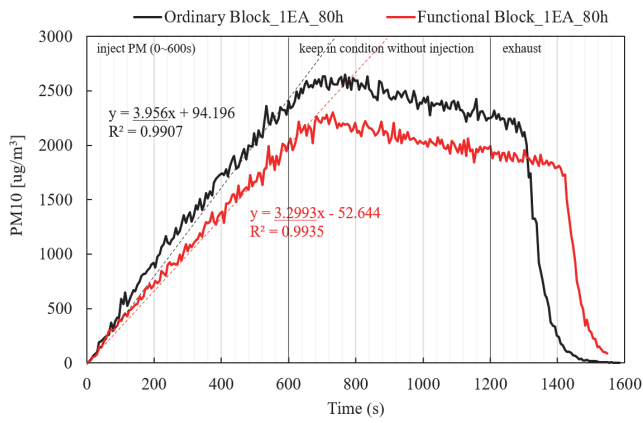
ALT 2는 초기 주입 단계 데이터의 변동성으로 적합한 결과를 얻을 수 없다. 따라서 본 논문에서는 초기 30 초 동안의 5개 결과값은 제외하여 분석하였다. 본 방법은 초기 데이터 포함 여부에 따라 결과값의 변동성이 많은 방법이다. 또한 초기 데이터를 제외하는 기준의 모호함으로 평가자마다 상이한 결과값이 나올 수 있는 우려가 있다.

ALT 3은 측정된 모든 질량농도값을 대상으로 선형 회귀 분석으로 얻어진 기울기값으로 미세먼지 제거율을 평가하였다. 본 방법은 측정한 모든 측정값을 대상으로 평가한다는 점과 측정값 변동성에 대한 평가를 결정계수 (R^2)로 평가할 수 있다는 점에서 평가 방법의 신뢰성을 확보할 수 있다고 판단된

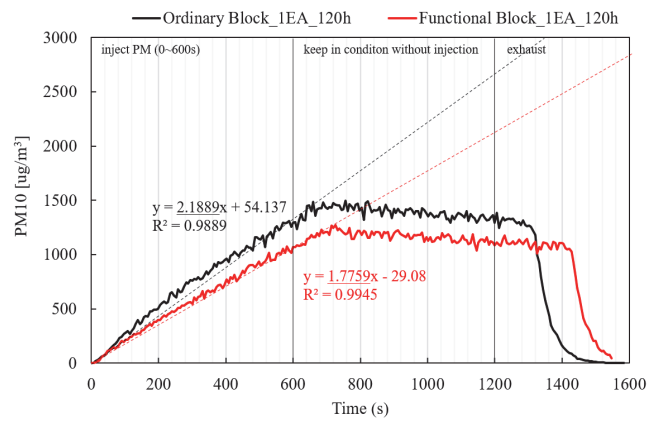
다. 본 시험 결과의 결정계수는 0.9878~0.9991 수준으로 선형 회귀 분석 방법의 높은 신뢰성을 확인하였다.

ALT 1, 2 및 3의 방법을 제안하였고, 이 가운데 ALT 3 방법이 질량농도 측정 데이터 수 및 선형 회귀 결정계수를 고려하여 적합한 방법이라고 판단되었다. 단 본 논문에서는 시험체 별 1회 시험 결과에 한정된 값으로, 추후 지속적인 반복 실험을 통해 제안법의 신뢰성을 향상할 계획이다.

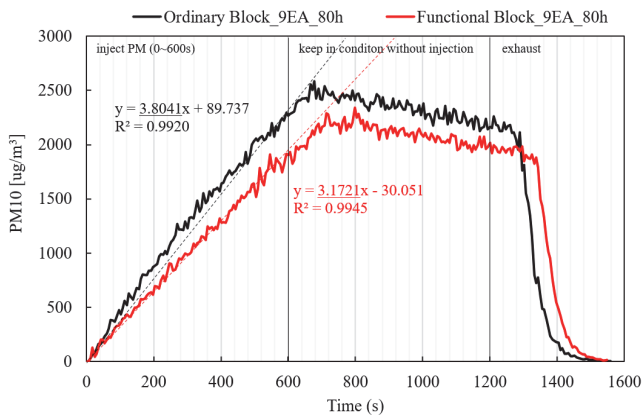
ALT 3을 적용하여 미세먼지 제거 기능성 블록의 제거율을 비교한 결과를 Fig. 6에 나타냈다. 본 논문에서는 PM10 결과값에 한정하여 제시한다. 측정 높이가 80 cm의 경우 시험체 1개 일반 콘크리트 블록 및 기능성 블록의 기울기값은 각각 3.9560 및 3.2993으로 16.60%의 미세먼지 제거율이 나타났다. 시험체 9개의 경우 각각 3.801 및 3.1721로 16.61%의 미세먼지 제거율이 나타났다. 시험체 20개의 경우 각각 3.6496 및 2.9162로 20.10%의 미세먼지 제거율이 나타났다. 측정 높이가 120 cm의 경우 시험체 1개 일반 콘크리트 블록 및 기능성 블



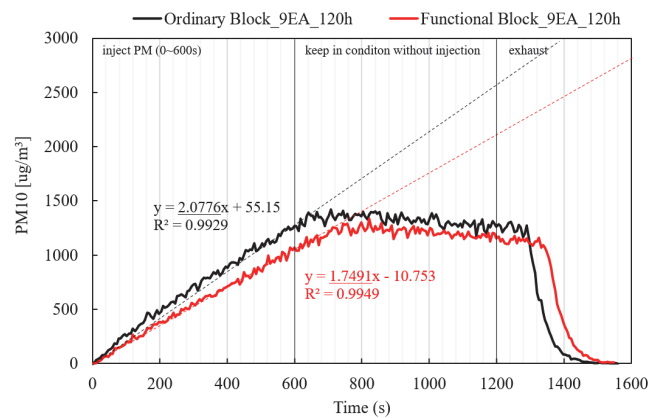
(a) Block number 1 ea_80 cm



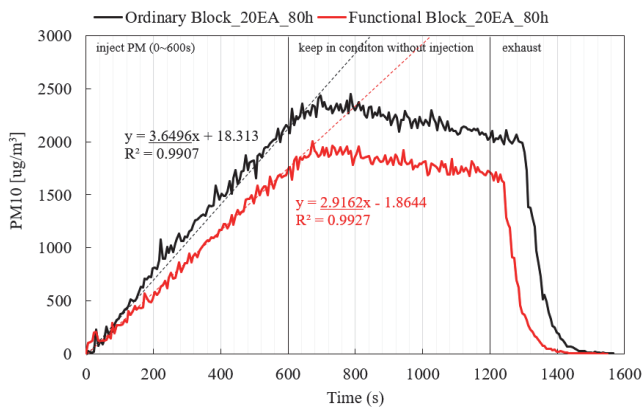
(b) Block number 1 ea_120 cm



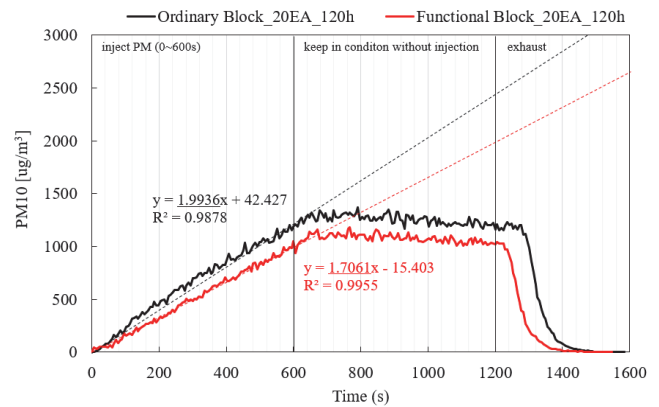
(c) Block number 9 ea_80 cm



(d) Block number 9 ea_120 cm



(e) Block number 20 ea_80 cm



(f) Block number 20 ea_120 cm

Fig. 6 Comparisons of Particulate matter removal rates according to linear regression

록의 기울기값은 각각 2.1889 및 1.7759으로 18.87%의 미세 먼지 제거율이 나타났다. 시험체 9 개의 경우 각각 2.0776 및 1.7491로 15.81%의 미세 먼지 제거율이 나타났다. 시험체 20 개의 경우 각각 1.9936 및 1.7061로 14.42%의 미세 먼지 제거율이 나타났다. 측정 높이 및 시험체 개수에 따라 결과값은 상이하지만 가능성 블록이 14.42% ~ 20.10%의 미세 먼지 제거 효율이 나타난 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구는 콘크리트 기반 건설자재의 미세 먼지 제거율 평가를 위해 미세 먼지 제거율 시험 챔버를 구축하고 입자상 미세 먼지 제거율 평가 방법을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 최종적으로 미세 먼지 주입 구간 측정값에서 선형 회귀 분석으로 얻어진 기울기값으로 제거율 평가 방법을 제안하였다.

연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 미세먼지 제거 기능성 블록의 제거율 평가는 일반 블록과의 상대 평가로 진행하였다. 건설자재의 경우 미세먼지가 발생하는 환경에서 유효성을 가지기 때문에, 시험 입자 주입 단계 구간을 비교 대상으로 선정하는 것을 제안하였다.
- 2) 미세먼지 주입 단계에서 측정된 모든 질량농도값에서 선형 회귀 분석으로 얻어진 기울기값으로 미세먼지 제거율 평가를 제안하였다. 본 방법은 측정한 모든 측정값을 대상으로 하고 측정값 변동성에 대한 평가를 결정계수(R^2)로 평가할 수 있어서 미세먼지 제거율 결과값 신뢰성을 확보할 수 있다.
- 3) 본 연구에서 적용한 기능성 미세먼지 제거 콘크리트의 제거율 평가를 선형 회귀 분석 기울기값으로 평가한 결과, PM10에서 14.42% ~ 20.10%의 제거 효율이 나타났다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 청정화력핵심기술사업 “석탄화력발전소 애시를 활용한 대기오염물질 저감 다공체 제조 및 활용기술 개발(20181110200070)”에 의해 수행하였다.

References

1. National Institute of Environmental Research. (2017), Air Environment Yearbook. pp. 15-300.
2. Ji-Woo Lee, Mi-so Bak, Yong-Sook Roh. (2020), A Study on the Atmospheric Purification of Cement Block Using Silicazole Binder, *Journal of The Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 24(2), 132. (In Korean)
3. Won-Jun Lee, Jae-Seung Lee, Daiki Atarashi, Yong-Hyok Kim, Seung-Heun Lee. (2020), Pore structure and possibility of fine dust removal for bottom ash sand, *Journal of the Korean Ceramic Society*, 57, 378-384.
4. KS L ISO 22197-1 (2016), Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) - Test method for air-purification performance of semiconducting photocatalytic materials - Part 1: Removal of nitric oxide.
5. KS L ISO 22197-1 (2019), Air cleaners.
6. ANSI/ASHRAE Standard 52.2 (2017), Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size.
7. ISO 16890-1 (2016), Air filters for general ventilation — Part 1: Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM).

Received : 08/05/2021

Revised : 08/17/2021

Accepted : 08/19/2021

요 지 : 미세먼지를 제거하기 위하여 미세먼지 제거 기능성 건설자재가 개발되고 있다. 그러나 미세먼지 제거율 평가 방법 및 기반 시설은 국내에 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 입자상 미세먼지 제거 성능을 평가하기 위해 미세먼지 제거율 시험 챔버를 구축하고 입자상 미세먼지 제거율 평가 방법을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 결과적으로 건설자재는 미세먼지가 발생하는 환경에서 유효성을 가지기 때문에, 시험 입자 주입 단계 구간을 비교 대상으로 제안하였다. 미세먼지 주입 단계에서 측정된 모든 질량농도값에서 선형 회귀 분석으로 얻어진 기울기값을 상대 비교함으로써 미세먼지 제거율 평가를 제안하였다. 본 방법은 모든 측정값을 대상으로 하고 측정값 변동성에 대한 평가를 결정계수(R^2)로 평가할 수 있어서 미세먼지 제거율 결과값의 신뢰성을 확보할 수 있다.

핵심용어 : 미세먼지, 제거율, 선형 회귀 분석, 미세먼지 제거 기능성 블록, 콘크리트 블록
