

건설현장 비산먼지 규정 개선방안

노현준¹ · 유정호*

¹광운대학교 건축공학과

Improvement Plan of Fugitive Dust Regulations in Construction Site

Noh, Hyunjun¹, Yu, Junggho*

¹Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University

Abstract : A recent issue of fine dust is particulate matter with a diameter of less than $10\mu\text{g}/\text{m}^3$. It's classified as a pollutant that has a fatal effect on the human body when inhaled. The fugitive dust must be well controlled, since the adverse effects of dust on the surroundings are increased when the dust is blown away by the wind. Since the construction site is the place where the most fugitive dust is discharged in Korea, managing the fugitive dust discharged from the construction site can be an important issue to solve the problem of domestic fine dust. However, since the construction industry in Korea is the largest in Korea, it is difficult to control the emission of fugitive dust in the domestic construction site. In this paper, we compare and analyze the fugitive dust regulations applied to construction sites in major cities and propose the improvement plans to help control the fugitive dust generated in domestic construction sites.

Keywords : Fine Dist, Particulate Matter, Fugitive Dust, Construction Site, Regulations, Fugitive Dust Control

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

미세먼지는 입자의 크기가 매우 작은 먼지로서, 보통 직경이 $10\mu\text{m}$ 이하인 먼지를 일컫는다. 미세먼지는 대기 중에 머물러 있다 호흡기를 거쳐 폐 등에 침투하거나 혈관을 따라 체내로 이동하여 들어감으로써 건강에 나쁜 영향을 미칠 수도 있다(Jennifer A, 2014). 2012년 국립환경과학원의 자료에 따르면, 전국에서 발생하는 미세먼지 PM10은 약 12만 톤에 달하고 있다. 이 중 건설공사 현장에서 발생하는 비산먼지의 발생량은 23,472톤으로, 전체 PM10의 발생비율에서 20%를 차지하고 있다. 또한 2012년 수도권 미세먼지 배출량 자료에서는, 비산먼지가 미세먼지의 배출량 중에서 71.1%를 차지함으로써 부문별 최고를 기록하고 있음을 확인할 수 있다(한국 환경공단, 2015). 따라서 건설공사 현장에서의 비산먼지 관리의 중요성이 크게 부각되고 있다.

국내 건설현장의 비산먼지는 대기환경보전법 제43조, 동법 시행령 제44조, 그리고 동법 시행규칙 제57조와 제58조

(비산먼지의 발생을 억제하기 위한 시설의 설치 및 필요한 조치)에 따라 관리된다. 이에 따르면 신고 대상이 되는 공사현장의 종류와 현장에서 취해야 할 필요한 조치 내용들이 규정되어 있다. 특히 시행규칙 58조의 별표 14는 비산먼지 발생사업자가 준수해야하는 수칙인 '비산먼지 발생을 억제하기 위한 시설의 설치 및 필요한 조치에 관한 기준'을 제시하고 있다.

2016년 기준으로 서울시내에서 신고된 비산먼지 발생사업장 1750개소 중 건설업이 1697개소로, 전체 비산먼지 발생사업장의 대부분을 차지하고 있다. 사업장별 민원 건수를 보면, 전체 민원발생 3,771건 중에서 3,748건으로 건설업이 대다수를 차지한다. 또한 건설업 비산먼지 발생사업장 관련 민원은 2015년 이후 2만 건을 돌파했다고 되어있다. 즉 건설현장에서 발생하는 비산먼지의 관리가 제대로 되지 않고 있으며, 주변 생활환경에 막대한 피해를 주고 있음을 알 수 있다. 민원의 대다수를 차지하고 있는 건설현장 비산먼지의 원인은, 단순히 최대 규모의 비산먼지 발생사업장이기 때문인 것만은 아니다. 지도점검 내용을 보면, 건설현장에서 준수해야하는 비산먼지 억제시설의 설치·조치에 관한 위반 내역이 과반을 넘고 있다. 즉, 현장 담당자가 별표 14의 규정을 제대로 준수하고 있지 않음을 알 수 있다.

이러한 문제가 지속적으로 발생한다는 점에서 현장의 불성실한 비산먼지 관리이외에 수칙사항이나 단속체계 등 제도적

* Corresponding author: Yu, Junggho, Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul 139-701, Korea
E-mail: myazure@kw.ac.kr
Received July 2, 2017; revised August 22, 2017
accepted September 5, 2017

인 장치의 실효성을 점검해 볼 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 건설현장에서 발생하는 비산먼지 억제규정 및 단속체계와 관련하여, 국내의 주요도시에서의 비산먼지 규정분석을 통해 개선해야할 점을 제시하고자 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구는 건설현장에서 발생하는 비산먼지저감 일환으로 서울, 미국의 Los Angeles (LA), 영국의 London 건설현장에 적용되는 규정 분석 및 비교를 통해, 국내 관리 규정의 개선점을 도출하고자 한다.

연구 목적을 달성하기 위한 연구의 방법은 다음과 같다.

- (1) 각 도시 건설현장의 규정내용 및 규정체계를 파악한다.
- (2) 규정내용을 바탕으로 각 도시에서 실제로 건설현장을 어떻게 관리하고 있는지에 대한 조사를 통해, 국내 건설현장의 비산먼지 관리에서 발생하는 문제점을 도출한다.
- (3) 도출된 문제점을 바탕으로, 국내 건설현장에 적용되는 규정의 개선항목을 구성한다.
- (4) 개선항목을 바탕으로 실제 건설현장에서 종사중인 전문가(들) 인터뷰를 통해 개선항목의 타당성 및 현실성검토를 거쳐 수정 및 보완한다.

연구범위를 LA 및 London으로 정한 이유는 LA, London에서는 각기 스모그(Smog) 발생으로 피해를 겪은 경험이 있으며, 최근 한국의 미세먼지는 LA와 London에서 발생한 스모그가 혼합된 형태¹⁾이기 때문에 비교·분석하는데 의의가 있다.

2. 예비적 고찰

2.1 미세먼지의 개념 및 심각성

일반적으로 알려져 있는 미세먼지는 PM, 즉 미립자물질(Particulate Matter)을 나타내며, 공기 중 발견되는 고체입자와 액체방울이 혼합된 것을 정의한다²⁾. 오염물질로 분류되는 미립자물질은 직경 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하인 것을 뜻하며, 오염물질 PM10은 직경 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하물질, PM2.5는 직경 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하의 물질을 뜻한다. 미립자물질의 크기가 작을수록 인체에 미치는 영향이 더 크며, PM10보다 PM2.5가 위해성이 더 높다³⁾. 따라서 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 큰 먼지, 흙, 그을음 및 연기와 같은 입자는 육안으로 볼 수 있을 만큼 크기 때문에 오염물질로서 규제받지 않는다. 오염물질로서의 미립자 물질이 바람에 날려서 비산하는 것을 비산미립자물질(Fugitive Particulate Matter)라고 하며, 국내에서는 비산먼지라고도 쓰인다. 본 연구는 국내에서 통용되는 용어인 비산먼지를 사용한다.

현재 국내에서는 중국발 미세먼지의 유입 등 고농도의 미세먼지 발생사태가 증가하면서 국민들의 불안감이 커지고 있다. 대기오염물질인 미세먼지는 환경오염뿐 아니라 국민 건강 피해, 생활환경 불쾌감 조성 등 우리 삶의 질에 악영향을 미치고 있다. 한 연구에 따르면 PM2.5 배출량이 1%변화 시 호흡기 질환으로 인한 내원 확률은 0.75%에서 1.216% 증가하며, PM2.5 배출량 1톤 저감의 건강 편익은 2.14 억 원으로 추정 된다⁴⁾.

또 다른 연구에 따르면 미세먼지에 대해 별도의 조치가 이행되지 않을 경우 미세먼지로 인한 2024년 사회적 비용은 연간 총 12조 3,259억원, 미세먼지 대비 조치의 미 이행으로 발생하는 초과사망⁵⁾자가 19,958명, 호흡기질환으로 인한 입원 환자 최대 11,447명, 급성 및 만성기관지염 환자 811,115명이 발생할 것으로 추정된다(임중환, 2012).

2.2 각 도시별 비산먼지 관할구역체계

미국의 대기환경은 전반적으로 미국 환경보호청인 EPA (Environmental Protection Agency)에서 관리하고 있다. EPA를 중심으로 대기환경의 관리 및 책임은 각 주정부로 위임되어 있다. 캘리포니아 주정부는 효과적인 대기환경관리를 위해 대기구역(Air District)을 설정하여 지역단위를 관리하고 있다. 대기구역은 Air Basin을 고려한 것으로 대기관리의 편의상 설정한 구역이다. 캘리포니아 주 내의 Air Basin은 총 15개로 구분되어 있으며 이는 지역행정상의 경계도 어느 정도 반영되지만, 주로 지질학적 혹은 기상학적으로 유사한 지역을 그룹화한 것이다. 이러한 구분은 지역단위별 대기환경 통제를 효과적으로 수행할 수 있다. 캘리포니아 주의 대기구역은 총 35개로, 23개의 APCD (Air Pollution Control Districts)와 12개의 AQMD (Air Quality Management Districts)로 구성되어 있다.

영국은 중앙정부가 관할하는 잉글랜드를 제외한 스코틀랜드, 북아일랜드, 웨일스의 각 행정부에서 관할지역의 대기환경을 관리하고 있다. 그러나 전반적인 대기환경관리는 중앙정부 부처인 환경식품농무부(DEFRA)에서 담당하고 있다. 지역에서는 지역 대기질 관리 시스템(Local Air Quality Management, LAQM)을 운영하고 있다. LAQM은 지역 자체적으로 대기질에 대하여 검토하고 평가하는 시스템으로서, 국가 대기질 전략에서 지정한 대기기준을 준수하기 위한 목적을 갖고 자율적으로 관리하는 시스템이다.

국내 대기환경 관할체계는 환경부가 최상단에 위치하고 있다. 그리고 환경부를 중심으로 대기환경의 관리 및 책임은 각

1) 미세먼지 위험을 둘러싼 공중 군집 분석 (김영욱 외, 2016).

2) Particulate Matter (PM) Basics, U.S EPA.

3) 미세먼지로 인한 인체 및 경제 위해도의 예비적 평가 (김예신, 2003).

4) 초미세먼지(PM2.5) 배출량이 호흡기계 질환에 미치는 영향 연구, 최종일 (이영수, 2015).

5) 통상 발생한다고 기대되는 사망을 훨씬 초과하여 사망이 발생하는 것 (임수정과 이승호, 2016).

특별시·광역시·도·특별자치도 등의 행정구역별로 위임 되어있다. 각 행정구역은 환경부가 제시한 기준 이외에 필요한 경우 더욱 강화된 환경기준을 개발할 수 있으며, 여기에는 인구 50만 이상의 시도 해당한다. 행정구역별로 적용되는 환경기준에 따라 하위의 관할구역인 시·군·구에서는 점검 및 단속 등의 실무적인 업무를 수행하고 있다.

2.3 각 도시별 건설현장 비산먼지 관리규정체계

2.3.1 미국 LA의 규정체계

미국에서 대기환경부분의 가장 상위규정은 Clean Air Act (CAA)이다. CAA는 포괄적으로 적용되는 연방법으로 미국의 전반적인 대기환경을 관리하는 법이다. 이 법은 고정오염원 및 이동오염원에서 발생하는 배출을 규제하고 있다. CAA는 미국 대기환경기준(National Ambient Air Quality Standards, NAAQS)을 지정하고, 각 주에서는 기준 준수를 위해 주정부 이행계획(State Implementation Plans, SIPs)을 수립하여 미국 환경보호청인 EPA에 제출하게 된다.

캘리포니아 주의 경우는, 관할구역을 통제하기 위해 캘리포니아 환경보호청인 CARB (California Air Resource Boards)에서 독자적으로 제정한 규정인 California Clean Air Act (CCAA)를 함께 사용하고 있다. CCAA는 또한 CARB에서 독자적으로 개발한 대기환경기준인 California Ambient Air Quality Standards (CAAQS)을 적용하고 있다. 이러한 주 정부의 독자적인 시스템은 SIPs를 달성하기 위한 전략으로 볼 수 있다⁶⁾.

이러한 시스템을 바탕으로, 캘리포니아 주 정부는 지역을 대기구역으로 구분하여 통제하고 있다. 대기구역 중 특히 남부해안 대기관리구역(The south Coast Air quality Management District, SCAQMD)과 안텔로프밸리 대기관리구역(Antelope Valley Air Quality Management District, AVAQMD)에는 건설업과 같은 고정된 오염원(stationary source)에 초점을 맞춘 규정 지침이 존재한다. LA는 SCAQMD에 속해 있으며, 비산먼지관련 규정 지침은 'Rule 403'이다.

2.3.2 영국 London의 규정체계

영국의 대기기준은 유럽연합(EU)에 의해 제정된 'The 2008 Ambient Air Quality Directive'에 통합되어 있었다. 그러나 현재는 영국 'Environment Act 1995'에 의해 수립된 '국가 대기질 전략'(National Air Quality Strategy, NAQS)에서 설정되는 대기기준을 따르고 있다. 국가 대기질 전략에서는 대기기준을 설정하고 국가 및 지역 차원의 조치를 취할 것을 지시하지만 직접적인 가이드나 행동계획수립에 대한 내용은

제시되어 있지 않다.

이에 지역에서는 'Environment Act 1995' 법에 근거한 LAQM 정책을 기반으로 대기기준을 준수하기 위한 자체적인 규정 및 가이드를 제정하여 적용하고 있다. 본 연구에서는 London에서 수립한 'The Control of dust and emissions during construction and demolition SPG (Supplementary Planning Guidance)' 을 영국 지역단위에서 자체적으로 실시하는 규정의 한 가지 예시로서 분석하였다.

2.3.3 서울의 규정체계

국내의 전반적인 환경 규정은 환경정책기본법에 의해 정해진다. 환경정책기본법에서 대기분야에서의 전반적인 규정은 오염물질의 배출량을 제한하는 환경기준의 설정 및 특별시·광역시·도·특별자치도와 같은 광역행정구역에서 확대·강화된 별도의 환경기준으로 변경할 수 있는 권한을 준다. 국내 대기환경관리의 가장 상위 규정은 대기환경보전법이다. 규정의 운영주체는 환경부로서, 비산먼지를 통제하기 위한 제도적 기반을 제공하는 규정이다. 이 규정은 비산먼지를 규제하기 위한 사항, 비산먼지 발생사업 허가, 사업시행을 위한 행정적 지침 및 위반한 자에 대한 벌칙 등 포괄적인 내용으로 구성되어 있다.

대기환경보전법 시행령은 대기환경보전법에 제시된 규정을 시행하기 위해 필요한 내용이 제시된다. 시행령에서 정책적인 주요 사항은 특별시·광역시·도·특별자치도와 같은 광역행정구역에서 담당하고 있으며, 상위 기관인 환경부의 일부권한도 시·도지사(광역자치단체장)에게 위임된다. 시행령에서는 비산먼지 발생 사업을 총 11가지로 분류하고 있으며, 건설업도 이에 해당한다. 비산먼지 발생 사업으로서의 건설업은 지반 조성공사, 건축물 축조 및 토목공사, 조경공사로 한정된다.

대기환경보전법 시행규칙은 대기환경보전법 및 시행령에서 제시된 사항을 수행하기 위해 필요한 사항을 규정한다. 해당 내용은 시행령보다 상세하여, 구체적으로 수행해야 하는 수칙사항을 확인할 수 있다. 시행규칙은 사업장 단위에 직접적으로 영향을 미치며 비산먼지 발생사업장을 단속할 때 법적 근간이 되는 규정이다. 해당 규정의 책임대상은 시장·군수·구청장과 같은 기초지방자치단체장에게까지 해당하므로 대기 환경관리에서 가장 기초적인 규정이다. 시행규칙에는 각 비산먼지 발생 사업의 구체적인 사업내용, 사업장 내 배출시설의 규모 및 연식을 반영하는 배출허용기준 등이 있다. 이를 기반으로 비산먼지 발생사업장의 사업주는 사전 신고와 같은 절차를 수행해야 한다. 또한 사업장 자체적으로는 비산먼지 억제를 위해 수행해야 하는 '비산먼지 발생을 억제하기 위한 시설의 설치 및 필요한 조치에 관한 기준'을 따라야 하며, 서울시에서는 이를 바탕으로 건설현장의 단속을 실시한다.

6) Stationary Source Regulation in California, ARB.

2.4 각 도시별 건설현장 비산먼지 관리 동향

2.4.1 LA 건설현장 비산먼지 관리 동향

캘리포니아 주는 대기구역별로 구분하여 대기환경을 관리하는 체계를 갖추고 있다. LA의 건설현장은 SCAQMD에서 제공하는 Rule 403에 의해 관리된다. 해당 규정은 규모 및 종류에 상관없이 건설현장에서 발생하는 비산먼지를 억제하기 위한 목적을 가지고 있다. 이 규정에서는 비산먼지를 발생시키는 모든 작업을 Active operations로, 건설관련 작업은 Construction/Demolition activities로 정의하고 있다. 정의된 용어를 바탕으로, 비산먼지발생작업수행 시 지켜야하는 요구사항이 제시된다. 이는 11가지의 배출작업공정을 선정한 뒤 이를 중심으로 요구사항을 제시하는 국내 규정과는 다르게, Rule 403에서는 모든 건설작업을 관리할 수 있다.

Rule 403을 바탕으로 LA의 건설현장은 SCAQMD에서 파견되는 대기질 검사관(Air Quality Inspector)이 지도점검하고 있다. SCAQMD의 대기질 검사관은 Smoke School Certification을 취득하여 배출에 대한 가시적 평가가 가능한 사람으로, 단속에 필요한 지식 및 소양을 갖추고 행정·법률처리 등을 수행할 수 있는 전문가이다. 검사관은 건설현장을 단속 시 자체적인 보고서를 작성하고 위반여부를 판단하여 사업장을 징계할 수 있는 권한을 갖는다. 검사관의 방문단속은 예고 없이 진행되며, 단속의 일반적인 진행과정은 Pre-Inspection, Inspection, Post-Inspection 으로 나뉜다. 'Pre-Inspection'은 검사관이 단속대상에 대한 서류를 검토함으로써, 단속에 앞서서 사전준비를 하는 과정이다. 'Inspection'은 검사관이 방문 현장을 둘러보고, 사업장 내의 시설 및 장비의 운영에 대한 서류 및 자체검사자료(Self-Inspection)와 같은 현장모니터링 서류 등을 요청하여 검토하게 된다. 'Post-Inspection' 과정에서는 단속 후 검사관이 평가하는 것으로서, 시설 담당자와 제출서류에 대한 보충 및 문제 사항에 대한 지적 및 논의를 하는 과정이다. 단속 후 벌칙 및 개선사항 등에 대해 통지하며, 일련 과정들은 모두 보고서로 기록된다.

2.4.2 London 건설현장 비산먼지 관리 동향

'The Control of dust and emissions during construction and demolition SPG'는 London에서 자체적으로 수립한 환경목표를 준수하는데 도움을 주는 지침서이다. 여기에서는 비산먼지 발생작업으로서 철거·토공사·건축공사·track out을 선정하고, 각 작업별 비산먼지의 발생규모 및 위험도를 평가한다. 또한 현장 거리별로 영향을 받는 주변 수용자(receptor)들에 대한 민감도 평가 자료도 함께 제공된다. 억제시설의 설치 및 억제조치도 제공되기는 하지만 우수사례로서만 활용된다. 규정상의 억제시설설치 및 억제조치의 구체

적인 이행여부를 점검하는 국내 규정과 달리, London의 현장은 자율적인 방법으로 비산먼지를 관리해야 한다. 관할 부서는 지도점검 시 모니터링 기록으로 규정 준수여부를 판단한다.

영국 건설현장의 단속·규제는 환경청(Environment Agency)에서 담당하고 있다. 영국의 환경청은 DEFRA 장관에게 성과에 대한 책임을 지는 책임집행기관(executive agency)이지만, 행정부처는 아니다. 책임집행기관은 정부 정책업무 수행의 공공성을 유지하면서도, 실적등록과 같은 경쟁원리에 따라 운영하는 것이 유리한 사무를 위해 편성되는 조직기관이다. 영국의 환경관리체계가 책임집행기관 위주로 운영되는 이유는 효율적인 환경관리 및 행정서비스의 질적 향상을 도모하기 위함이다. 영국에서는 구역을 6개의 'Region'과 하위 14개의 'Areas'로 구분하고 있으며, 각각 8개의 지방 환경사무소(Regional offices)와 22개의 지역사무소(Local Environment Agency Offices)가 구역을 운영하고 있다. 지도점검 및 단속에 대한 업무는 지역사무소에서 담당하고 있다. 담당 사무소에서는 건설현장을 단속하기 위한 방법으로 표본선정, 검토보고서, 현장검사, 감사(심층평가) 등이 사용된다. 특히 현장검사의 경우는 평상시의 운영 실태를 파악하기 위해 횡수 및 일시 등이 전부 비공개로 진행된다. 담당 직원들에 대한 전문 교육훈련프로그램은 300여개의 훈련 과정이 있는데, 해당 과정을 이수한 직원은 건설현장 단속 시 현장 모니터링 자료 및 비산먼지 억제조치의 이행여부 등을 점검하고 있다⁷⁾.

2.4.3 서울 건설현장 비산먼지 관리 동향

서울시의 건설현장은 대기환경보전법 시행규칙 제 58조 4항과 관련하여 '비산먼지 발생을 억제하기 위한 시설의 설치 및 필요한 조치에 관한 기준'에 따른 억제시설의 설치·운영 및 조치의 이행여부를 기준으로 지도점검하고 있다. 해당 규정은 가공업, 제조업, 건설업 등을 포함한 11가지의 비산먼지 발생 사업에 대하여, 야적·수송 등 비산먼지를 배출하는 11가지의 공정을 정의하였다. 그리고 각 11가지 공정별로 작업수행 시에 비산먼지를 억제하기 위한 시설의 설치 및 조치에 관한 기준을 제시하고 있다.

이를 바탕으로 서울시는 구 단위별로 건설현장을 지도점검하고 있다. 규정상의 지도점검대상은 건설현장의 규모가 건축물의 축조공사일 경우 연면적 1000㎡ 이상, 해체공사일 경우는 연면적 3000㎡ 이상인 경우이다. 대상 공사장은 도시 일반관리공사장과 특별관리공사장으로 나누어진다. 지도점검규정상에서 일반관리공사장은 공사면적이 1,000㎡ 이상 10,000㎡ 미만인 공사장이고, 특별관리공사장은 비산먼지 발

7) 환경오염행위 감시 단속 활성화 방안연구 (김종순 외, 2012).

생사업 신고대상 최소규모의 10배 이상 되는 공사장이다. 단속주기는 규모에 따라 달라지는데, 일반관리공사장은 분기에 1회 이상이고 특별관리공사장은 매월 1회 이상 실시하도록 지침이 정해져 있다. 주요 지도점검내용은 시행규칙 별표 14와 관련하여 억제시설의 설치 여부 및 살수여부, 공사장 주변 청소상태 확인 등이 있다. 지도점검을 수행하는 사람에 대한 교육은 정규과정처럼 정해진 것이 없으며, 특별교육 및 점검 전의 사전교육 등이 진행되고 있다.

3. 건설현장 비산먼지 관리규정 개선방안

각 도시별 비산먼지 관리규정의 내용 분석과 더불어 현재 전반적으로 건설현장이 어떻게 관리되고 있는가에 대한 실태 파악을 통해, 국외 사례에 비하여 국내에는 미비하고 부실하여 개선해야 할 필요가 있는 총 4가지 항목들을 도출하였다.

3.1 현장모니터링시스템의 도입

비산먼지에 대한 현장모니터링은 포괄적으로는 현장 내의 기상조건 및 비산먼지 농도를 관찰 혹은 기록하는 것을 의미한다. 세부적으로는 관찰자가 육안으로 현장을 관찰·기록하는 것부터 모니터링 시스템을 통해 현장 상황을 관찰·기록하는 것 전부 현장모니터링이라고 할 수 있다. LA에서는 지도점검 시 대기질 검사관은 가시적 분진에 대한 모니터링을 진행한다. 검사관은 SCAQMD Rule 403에 근거하여 건설현장을 단속하는데, 해당 규정에서는 육안 모니터링 시 건설현장의 먼지농도가 가시적 불투명도 20%를 넘지 못하도록 되어 있다. 검사관은 육안 모니터링 이후에, 현장 자체적으로 작성한 자율적 모니터링(Self-Monitoring) 자료를 요구한다. 검사관은 육안으로 관찰한 현장을 사진으로 찍어두고, 자율적 모니터링 자료를 바탕으로 현장점검 결과에 대한 보고서를 작성한다. 작성된 보고서는 사진 및 자율적 모니터링 자료를 첨부하여 소속기관에 제출된다.

London에서는 현장담당자와 지역당국 간의 협의를 통해, 시각적 모니터링부터 실시간 자동 모니터링까지, 모니터링의 수준을 결정한다. 비산먼지 발생위험도가 낮은 현장에서는 지역당국 및 지역주민과의 협의를 거쳐 별도의 모니터링 시설을 설치하지 않아도 되지만, 발생위험도가 높은 현장일수록 점검 강도가 높은 모니터링을 실시한다. 지역당국은 모니터링 자료를 통해 건설현장을 단속·관리하고 있다.

현장모니터링의 장점은 공사기간동안 현장내의 먼지농도를 파악함으로써, 현장의 규정준수여부를 가장 확실하게 판단할 수 있는 것이다. 국내의 현장에 모니터링시스템을 도입하고 측정기록을 관찰기관에 제출하도록 제도적 장치가 마련된다면, 지도점검 담당자는 방문점검 이외에 추가적으로 현장을 관리할 수 있고 현장차원에서는 비산먼지발생억제에 대

하여 능동적으로 대처할 수밖에 없다.

3.2 현장 물류 및 교통관리계획

U.S EPA에서 제공하는 AP-42⁸⁾에 따르면, 건설현장 내에서 발생하는 비산먼지의 주요 요인은 가설도로를 이동하는 장비로 인한 것이라고 한다. 이는 트럭이나 장비의 이동과 더불어 굴착, 상·하적 등 장비를 이용해 수행되는 작업이 주요 비산먼지 발생원임을 의미한다. London의 'The Control of dust and emissions during construction and demolition SPG'에 따르면, 건설 현장으로의 운송 및 상·하적 작업은 혼잡함과 먼지배출량이 크게 기여할 수 있다. 그리고 국내 수도권권의 발생원별 PM2.5 배출 기여도를 살펴보면 경유차가 29%, 건설기계 등이 22%를 차지하고 있다. 또한 자동차의 PM10 배출량은 화물부분이 45.2%이고, 건설기계가 31.1%를 차지한다. 즉 건설현장 내의 건설기계 및 화물수송차량의 이동에서 발생하는 비산먼지의 비중이 매우 크므로, 현장 측에서는 건설장비 및 차량에서 발생하는 비산먼지를 잘 관리할 수 있는 계획을 수립하고 준수해야 한다.

London에서는 건설 물류 계획 (Construction Logistics Plans, CLP) 및 건설 교통 관리 계획(Construction Traffic Management Plans, CTMPs)을 수립하고 활용하도록 되어 있다. 해당 계획은 수송차량의 이동 및 건설 장비를 활용한 작업을 수행 시, 비산먼지를 포함한 오염물질 발생을 최소화하기 위한 구체적인 작업일정계획 형식으로 작성해야 한다. 계획서의 주요내용은 일일 통행 차량 대수 및 이동경로, 상·하적 등의 차량 및 장비와 연계되는 작업 수행시의 작업계획 등을 포함하고 있다. 해당 문서는 정기적으로 작성되어 담당 기관에 제출되며, 문제 발생 시 원인 파악 등의 목적으로 활용된다.

국내에서는 관련 계획서류로 환경영향평가법에서 요구하는 환경영향평가서와, 도시교통정비 촉진법에서 요구하는 교통영향평가서, 그리고 환경관리계획서가 있다. 환경영향평가서는 배출계수 및 배출량 산정식을 토대로 사업부지 주변에 미치는 영향을 예측하여 사업적정성을 평가받기 위해 제출하는 서류이다. 교통영향평가서는 사업 시행으로 발생할 수 있는 교통 상의 문제점들을 예측·분석하여 대책을 마련하기 위한 제출서류로서 원안, 수정, 보완의 형식으로 작성된다. 환경관리계획서는 공사현장 내의 환경관련사항들을 규정에 의거하여 관리하기 위한 계획을 수립하기 위해 작성되는 문서이다. 그러나 해당 문서들은 사업허가를 위해 제출하는 서류로서 실질적으로 공사를 수행하면서 준수하기에는 실효성 및 내용의 구체성이 떨어진다. 또한 지도·점검 시에 해당 계

8) Compilation of Air Emission Factors; 산업시설에서 발생하는 대기 오염물질 배출량을 실험식을 통해 계수화 시킨 문서.

Table 1. Processed improvement based on selected improvement items

Improved item	Improvement plans
Introduction of on-site monitoring system	An on-site monitoring system that measures dust concentrations at construction area should be set up and establishing measurement record of dust concentrations to competent authority is required. It makes additional check of guidance without on-site inspection and expect regulatory compliance from person in charge of site.
Construction logistics planning and Construction traffic management plan	construction logistics and construction traffic management plan, such as limitation of heavy-duty vehicle, planning of heavy-duty operation route and working plan of loading and unloading construction material are should be submitted to competent authority before start construction. Plans should be updated regularly and used as a reference for site inspection. It can prevent fugitive dust caused by construction of the work. moreover, it expects decreasing civil complaints from residents.
Delete the lower limit of construction site subject to the regulation	The lower limit of the applicable range should be deleted, regulation can be applied to smaller the 1,000 square meters construction area. This can manage fugitive dust causing by small construction sites in urban area.
Formation of specialized inspection personnel	It is necessary that specialized inspection personnel who have knowledge about fugitive dust. They can inspect about visible dust emissions on construction site. It means inspection standards includes new regulation of fugitive dust, not only whether take measures for dust suppression.

획서류를 검토하지 않기 때문에, 현장 측으로부터 계획준수 의지를 기대하기 힘들다. 국내에서도 구체적인 내용의 건설 물류계획 및 건설교통관리계획을 시행 전 관할기관에 제출하고 점검 시에 활용된다면, 작업 혼선으로 발생하는 비산먼지 및 발생 민원의 감소를 기대할 수 있다.

3.3 규정적용대상현장 범위의 하한선 삭제

‘비산먼지 발생을 억제하기 위한 시설의 설치 및 필요한 조치에 관한 기준’이 적용되는 건설현장의 규모는 대기환경보전법 시행규칙 제57조에서 정의되고 있다. 기준에 따르면 건축물 축조공사의 경우는 연면적 1,000제곱미터 이상인 공사만 적용된다. 그러나 국내의 2016년 규모별 건축허가비용을 살펴보면, 1,000제곱미터 이하의 건축허가비용이 92.5%로 되어있다⁹⁾. 이러한 1,000제곱미터 이하의 소규모 건축공사는 대다수가 도심지에서 시행되어 인근 거주민들에게 많은 영향을 주게 된다. 그러나 규정의 제한조건 때문에, 도심지에서 발생하는 1,000제곱미터 이하의 소규모 공사에서는 비산먼지 발생관련 법적 규제를 가할 수 없는 실정이다. 이러한 규정하한선을 삭제한다면, 도심지 곳곳에서 발생하는 1,000제곱미터 이하의 소규모 건축공사현장의 비산먼지를 관리할 수 있다.

SCAQMD Rule 403에서는 Large Operations를 50에이커 이상의 대규모의 현장에서 수행하는 작업으로 정의한다. 그러나 건설현장 규모의 상한 및 하한선을 한정하는 규정은 존재하지 않는다. 또한 ‘The Control of dust and emissions during construction and demolition SPG’에서는 50,000제곱미터 이상의 공사를 Large, 20,000제곱미터이상 50,000제곱미터 이하의 공사를 Medium, 20,000제곱미터 이하의 공사를 Small로 분류하고 있다. 건설현장의 규모를 분류한 이유는 규모별 정확한 비산먼지 발생 위험도를 평가하고, 현장

에서는 위험도를 반영하여 비산먼지 억제조치를 수행하기 위함이다.

3.4 전문성을 갖춘 지도점검인력의 편성

비산먼지는 배출 경향이 불확실하고¹⁰⁾ 기상조건에 따라 수시로 변하기 때문에, 지도점검 시에 특히 높은 전문성이 요구된다. LA의 건설현장은 SCAQMD에서 파견되는 대기질 검사관(Air Quality Inspector)이 지도점검하고 있는데, 대기질 검사관은 억제시설의 운영 및 조치에 대한 평가 이외에, 눈에 보이는 분진에 대한 평가도 동시에 진행한다. Rule 403에는 ‘현장 내의 가시적 불투명도가 20%를 초과해서는 안 된다’는 항목이 존재한다. 대기질 검사관은 배출에 대한 관련지식소양을 갖추고 있으며, Smoke School Certification¹¹⁾을 취득하여 가시적인 배출에 대한 평가가 가능한 전문가이다. 검사관은 현장의 배출상황을 정량적으로 판단하여 평가할 수 있는 권한이 있다. 또한 시설설치 및 조치이행과 관련하여 수준 높게 지도·점검할 수 있다. 이처럼 다방면으로 엄격한 평가가 진행되기 때문에, 현장 측에서는 더욱 강력한 비산먼지 방지 대책을 마련할 수밖에 없다.

반면 서울에서 최근 6개월간 공개된 지도점검 현황자료에 따르면 ‘시설관리기준 부적정’이 가장 많은 반면, ‘배출허용기준초과’로 인해 적발된 현장은 단 1건 뿐이다. 건설현장 비산먼지 관련 민원이 최대인 점에 비해 배출량 초과로 인한 적발이 1건 뿐이라는 점은, 초과 배출량을 점검할 수 있는 단속인력의 전문성이 부족함을 알 수 있다. 또한 ‘환경오염행위 감시 단속 활성화 방안 연구 보고서’에 따르면, 국내의 환경감시·단속공무원들은 전문성을 확보할 수 있는 교육 및 연수 기회가 충분치 못함을 알 수 있다. 실제로 건설현장의 비산먼

9) 2016년 건축통계 요약집, 국토교통부.

10) Basic Information of Air Emissions Factors and Quantification, EPA.

11) EPA ‘Method 9 - Visual Opacity’에서 요구하는 눈에 보이는 배출분진에 대한 교육 및 인증 절차를 거쳐 취득되는 자격증.

지 단속공무원을 위한 정기적인 교육은 존재하지 않으며, 사전교육이나 특별교육 같은 비 정기적이고 일시적인 교육만이 존재한다. 국내의 지도점검 인력이 비산면지 관련 지식소양을 갖춘 전문적인 인력으로 구성된다면, 억제시설 및 조치 이행여부에만 한정된 건설현장 점검 기준이 배출량까지 확장되어 효과적인 지도점검이 가능할 것이다.

4. 개선안 평가분석

4.1 평가 개요

본 연구논문은 비산면지 관련 규정을 전반적으로 분석하였으며, 실질적으로 건설현장의 비산면지를 관리하는데 필요한 개선안들을 도출하였다. 해당 개선안들을 도출하기 위해, 외국 주요도시인 미국의 LA와 영국의 London의 건설현장에 적용되는 규정을 분석한 뒤 국내의 규정과 비교하였다. 그 결과 규정의 적용범위 및 적용내용상 개선하였을 때 효과가 높을 것으로 기대되는 4가지의 항목을 도출하여 각기 개선안으로 제안하였다. 그리고 4가지의 개선안이 적용되었을 시 효과를 판단하기 위해 건설현장에서 근무하는 평균경력 19.5년의 건설업무 종사자 25명을 대상으로 전문가 인터뷰를 실시하였다.

4.2 평가 내용

서울, LA, London의 비산면지 규정 및 관리체계를 분석한 뒤, 도출된 4가지 개선안을 바탕으로 전문가 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰는 각 개선안이 주는 효과를 평가하기 위한 목적으로 실시하였으며, 실제로 적용되기 위하여 필요한 선결조건 등을 함께 질문하였다. 인터뷰 내용은 다음과 같다.

1. 개선안이 가져오는 효과성에 대한 7점 척도 평가
2. 7점 척도 평가의 근거 또는 사유
3. 개선안을 실제로 적용하기 위해 필요한 선결조건

4.3 결과 분석

Table 2. Acquisition scores of improvement plans

Score	Plan1	Plan2	Plan3	Plan4
Mean	5.04	4.68	5.08	5.28
Standard deviation	1.58	1.86	1.48	0.9

개선안 1은 평균 5.04점을 획득하여 평가자들에게 긍정적인 결과를 얻었다. 표준편차는 1.58로 다른 개선안들에 비해 다소 큰 경향을 보였으나, 최고점인 7점 평가자가 5명으로 가장 많았다. 이는 해당 개선안이 도입 시 파급효과가 가장 클 것이라는 평가자들의 의도를 파악할 수 있다. 개선안 1의 긍정적인 평가근거는 '제도적인 안정화가 된다면 실질적으로 비산면지 관리에 도움이 될 것' 등이 있다. 부정적인 평가근거는 '현장의 인력부족으로 실질적인 시스템 운영 및 유지가 어

려울 것'이다. 개선안 1의 선결조건은 '객관적인 측정기준의 정립', '사전교육 실시' 등이 있다.

개선안 2는 평균 4.68점을 획득하여 가장 낮은 평균점수를 얻었다. 최저점인 1점 평가자가 2명으로 가장 많았으나 최고점인 7점 평가자들도 4명이나 되었다. 표준편차는 1.86으로 개선안 중 가장 크며 이를 통해 평가자들의 생각차이가 가장 많이 드러나는 항목임을 알 수 있다. 개선안 2의 긍정적인 평가근거는 '적용된다면 비산면지 뿐만 아니라 공사관리 및 안전관리에도 도움이 될 수 있을 것'이고, 부정적인 평가근거는 '현장 상황에 따라 공사량의 변동이 심하므로, 실효성을 거두기에는 무리가 있음', '실질적인 관리 불가' 등이 있다. 선결조건으로는 '계획변경 시 이를 반영해 줄 수 있는 제도적 장치' 등이 있다.

개선안 3은 평균 5.08점을 획득하였으며 표준편차는 1.48이다. 특히 1점, 2점 평가자 2인 이외에 6점 이상으로 평가한 평가자 수가 13명으로 가장 많았다. 이는 평가자 대다수가 개선안 3의 효과성을 매우 긍정적으로 평가하고 있음을 알 수 있다. 개선안 3의 긍정적인 평가근거는 '현장규모에 상관없이 필수적으로 환경민원을 관리해야 함'이 있고, 부정적인 평가근거는 '적용되더라도 실질적으로 관리 불가', '소규모 공사현장을 별도로 관리하는 제도가 더 바람직함' 등이 있다. 선결조건으로는 '관계자 간의 공감대 형성' 등이 있다.

개선안 4는 평균 5.28점으로 개선안 중 가장 높은 점수를 획득하여 적용 시 효과가 높을 것이라는 평가를 받았다. 또한 개선안 4는 부정적인 4점미만의 평가자들이 없으며 표준편차도 0.9로 가장 작았기 때문에, 모든 평가자들이 개선안 4의 효과성에 대해 공감하고 있음을 알 수 있다. 개선안 4의 긍정적인 평가근거는 '지식과 경험에 기반 하는 평가가 필요함', '전문 인력의 배치확대를 유도하여 지속적인 관리가 가능할 것'이 있으며, 부정적인 평가근거는 '실제로 이행하기에 쉽지 않을 것'이 있다. 선결조건은 '구체적인 전문성 입증 필요', '지도·점검기준 변화에 따른 관리 매뉴얼 필요' 등이 있다.

인터뷰 중 다수 응답자로부터 받은 긍정적인 평가로는 '적용된다면 비산면지 관리에 도움이 될 것'이고, 부정적인 평가로는 '비용 등의 문제로 실제로 활용되기 어려운 내용임'이다. 선결조건에 대해서는 응답자들로부터 다수의 공통된 의견이 많았는데, 본 논문에서 제시하는 4가지의 개선안들이 적용되기 위한 선결조건은 다음과 같이 정리할 수 있다.

1. 발주자는 환경관련 비용을 원가계산서에 반영해야 한다.
2. 시공자는 현장 내 환경관련 적정인원을 배치하고 업무 활동을 보장해야 한다.
3. 관할기관은 현장 측의 규제 준수 의지를 높이기 위해 인센티브를 마련해야 한다.

5. 결론

미세먼지에 대한 관심이 증대됨에 따라, 국내 최대 규모의 비산먼지 발생사업장인 건설현장에서 발생하는 비산먼지의 관리의 중요성도 커졌다. 그러나 국내의 비산먼지발생 관련 민원 중에서 건설업관련 민원의 수가 최대이며 이러한 문제 상황이 지속되고 있다. 이에 본 연구는 국내의 주요도시에서 적용중인 건설현장 비산먼지규정을 전반적으로 분석한 뒤, 국내에서 부실하거나 문제가 되어 개선할 필요가 있는 항목들을 바탕으로 4가지의 개선안들을 도출하였다.

그리고 4가지 개선안들에 대한 효과성을 평가받기 위해 전문가 인터뷰를 실시하였다. 개선안 2인 '현장 물류 및 교통관리계획'은 가장 낮은 평균점수를 획득하였으며 가장 큰 표준편차를 보였다. 이는 평가자들이 대체적으로 부정적인 시각을 가지고 있으면서도, 효과성에 대해서는 생각이 다르다는 것을 알 수 있다. 개선안 2의 쟁점은 현장내의 통행차량 파악 곤란하며 작업량 및 작업계획 변동 폭이 크다는 점이다. 평균적으로 가장 높은 점수를 획득한 개선안 4인 '전문성을 갖춘 지도점검인력의 편성'은 인터뷰 응답자들로부터 도입이 시급한 개선안이라는 평가를 얻었다.

본 연구에서 진행한 인터뷰는 개선안으로서의 효과를 평가하는 것이 의도였으나, 개선안 2는 수행주체가 현장 담당자라는 점과 개선안4는 수행주체가 환경담당 관할기관이라는 점에서 어느 정도의 입장 차이를 보이는 것으로 해석된다. 개선안의 효과성 검증에 위한 인터뷰 응답자들이 건설업 종사자이라는 점에서 일반화 시키는데 무리가 있지만, 건설현장의 비산먼지를 저감하기 위해 제도적인 측면으로 접근하였다는 점에서 의의가 있다. 추후 개선안이 적용되기 위한 공사 참여자별 필요한 선결조건들에 대한 제도적인 연구가 진행된다면, 건설현장에서 발생하는 비산먼지를 관리하는데 이바지할 수 있을 것으로 판단된다.

References

Air Resources Board (2017). "California Local Air District Directory" <<https://www.arb.ca.gov>> (June, 2017).

Air Resources board (2017) "Stationary Sources Regulation in California" <https://www.arb.ca.gov/bact/docs/ssrcalifornia.htm#N_2_> (June, 2017).

Air Resources Board (2017). "Glossary of Air Pollution Terms" <<https://www.arb.ca.gov/html/gloss.htm>> (June, 2017).

Choi, J. I., and Lee, Y. S. (2015). "A Study on the Impact of PM2.5 Emissions on Respiratory Diseases"

Journal of Environmental Policy and Administration, 23(4), pp. 155-172.

Department for Environment Food & Rural Affairs, "UK and EU Air Quality policy Context" <<https://uk-air.defra.gov.uk>> (June, 2017).

Enforcement Regulations of Korea Clean Air Conservation Act. (2017). "Standards for installation and necessary measures for suppressing fugitive dust generation" Article 58-4.

E. T. Nij, S Hilhorst, T Spee, and J. Spierings. (2002). "Dust Control Measures in the Construction Industry" *Ann Occup Hyg*, 47(3), pp. 211-218.

Gregory E. Muleski, Chatten Cowherd Jr., and John S. Kinsey. (2012). "Particulate emissions from construction activities" *Journal of the Air & Waste Management Association*, pp. 772-783.

Jennifer, A., Ailshire, and Eileen, M. Crimmins. (2014). "Fine particulate matter air pollution and cognitive function among older US Adults" *Am J Epidemiol*, 180(4), pp. 359-366.

Kim, S. W., and Hur, G. H. (2016). "Status and improvement tasks of special measures for fine dust management" National Assembly Budget Office.

K, J. H., and Lee, D. G. (2015). "Final report of research project on application of monitoring China for road dust reduction" *Korea Environment Corporation*, pp. 3-30.

Kim, J., Moon, T., Hong, G., and Jang, K. (2012). "Study on the enforcement of environmental pollution monitoring" Ministry of Environment.

Kim, H. G. (2005). "Optimization of Fugitive Dust Control System for Meteorological Conditions" *Journal of Korean Society for Atmospheric Environment*, 21(6), pp. 573-583.

Kim, B. R. (2016). "2016 Fugitive dust reduction plan at work site where fugitive dust occurs" Atmospheric Administration Department.

Lim, S. J., and Lee, S. H. (2016). "A Study of the Relationship between Extreme Temperature and Excess Mortality in Seoul" *Journal of Climate Research*, 11(2), pp. 197-205.

Lim, S. Y., and Oh, S. H. (2016). "Fine dust, its reality and reduction direction" *Science and Technology Policy Institute*, 26(9), pp. 40-47.

Lim, J. H. (2012). "To develop the analysis method of

the air quality improvement effect considering the national health risks” Siheung green environment center.

Mayor of London (2014). The Control of dust and emissions during construction and demolition Supplementary Planning Guidance.

Seo, Y. H. (2013). “Development of Construction Site Source Profile by a Chemical Analysis of PM10 Collected at the Construction site” *J. Korea Society of Environmental Administration*, 19(2), pp. 67–72.

South Coast Air Quality Management District (2005). Rule 403. Fugitive dust.

South Coast Air Quality Management District (2017). “Inspection process” <<http://www.aqmd.gov>> (June, 2017).

The Korea Ministry of Environment (2016). “It seems to know properly. What is fine dust?”

UK Environment Agency (2017). “Office access and opening times” <<https://www.gov.uk/environment-agency>> (June, 2017)

U.S Environmental Protection Agency (2017) “Basics of SIP Requirements” <<https://www.epa.gov/ozone-pollution/basics-sip-requirements>> (Jund, 2017).

요약 : 최근 이슈가 되고 있는 미세먼지(fine dust)는 직경이 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하인 미립자물질(particulate matter)로서, 흡입 시 인체에 치명적인 악영향을 주는 오염물질로 분류되어 있다. 미세먼지가 바람에 날려 비산할 때 주변에 끼치는 악영향이 증가하므로, 이러한 비산먼지(fugitive dust)를 잘 통제해야 한다. 특히 건설업은 한국에서 가장 비산먼지를 많이 배출하는 사업 분야이므로, 건설현장에서 배출되는 비산먼지를 잘 관리하는 것이 국내 미세먼지의 문제를 해결하는 중요사안이 될 수 있다. 그러나 현재 국내의 비산먼지 관련 민원 수증 건설업이 가장 큰 비율을 차지하고 있는 실태로 보아, 국내의 건설현장 비산먼지 배출에 대한 제도적인 관리에 대한 점검이 필요하다. 이에 본 논문에서는 국내의 주요도시별 건설현장에 적용되는 비산먼지 규정을 비교분석한 뒤, 도출한 개선안을 제안하여 국내 건설현장 비산먼지의 제도적 관리에 일조하고자 한다.

키워드 : 미세먼지, 미립자 물질, 비산먼지, 건설현장, 규정, 비산먼지 통제
