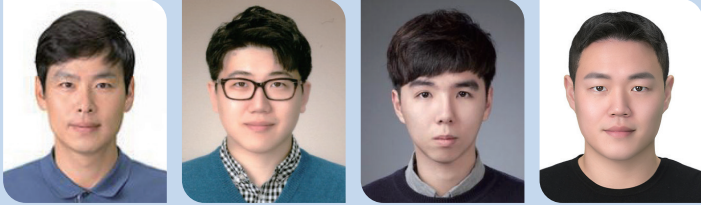




## 건설현장 환경 유해요소 통합 모니터링 기술 현황 및 전망

KICEM



**홍태훈** 연세대학교 건축공학과 교수, hong7@yonsei.ac.kr  
**최진우** 연세대학교 건축공학과 연구원, jinwoo818@yonsei.ac.kr  
**홍주원** 연세대학교 건축공학과 연구원, juwona@yonsei.ac.kr  
**송상길** 연세대학교 건축공학과 연구원, uphillroad\_@yonsei.ac.kr

### 1. 서론

환경은 인간 산업 활동 전반의 향방을 결정짓는 핵심 화두가 되었다. 1992년 US Agenda 21에서 처음 발의된 '지속 가능성'이라는 키워드는 당시 모호한 개념이라고 비판받아 왔지만 다양한 국제단체의 협의를 통해 빠른 속도로 구체화되었으며, 이를 위한 제도와 규제 또한 나날이 증가해왔다. 2012년 UN의 'Global Ministerial Environment Forum'을 기점으로, OECD의 2015년 파리 기후변화협약을 거쳐 현재까지 지속된 'Global Forum on Environment'를 통해 관련 환경 제도들은 더욱 증가하는 추세이다. 산업계 전반에서의 저탄소 효율화 실현, 폐기물 절감 등에 대한 의무적 이행 또한 점차적으로 강제되고 있으며 이를 촉진하기 위한 페널티와 인센티브 정책 (탄소배출권, 징벌적 손해배상 등)이 강화됨에 따라 궁극적으로는 산업시장 구조까지도 함께 개편되고 있다. 다시 말해, 각 산업계에서 주목하고 있는 환경 성능 보장은 이제 단순한 삶의 질 향상을 넘어 지속 가능성과 시장성 모두를 아우르는 산업계의 핵심 달성 사항으로 자리하게 된 것이다.

이는 건설 산업에서 또한 예외가 아니다. 4차 산업혁명, 소위 digital transformation의 도입 및 건설 관련 신기술 발달에 힘입어 주요 건설사를 중심으로 스마트 건설에 대한 역량이 그 어느 때보다도 요구되고 있으며, 거대해지고 고도화된 건

설 프로젝트로부터 발생하는 환경 유해요소(소음, 진동, 분진, 휘발성 유기화합물 등)의 관리 필요성 또한 부각되고 있다. 산업 특성상 현장으로부터 인근 지역으로 확산하는 다량의 환경 유해요소는 인근 주민의 건강에 피해를 주며, 이로 인한 민원 및 분쟁 발생, 공기 증가 등 심각한 경제적 피해를 건설사에 야기한다. 이에 따라, 건설현장 환경성능을 보증하고 경제, 환경, 사회적 비용을 효과적으로 절감하기 위한 환경 유해요소 통합 모니터링의 수요가 나타나고 있다. 건설현장에서 주로 발생하는 환경 유해요소인 소음, 진동, 분진에 대한 통합 모니터링은 인근 주민의 건강과 건설사의 경제성을 증진할 수 있으며 이와 동시에 민원과 분쟁과 같은 사회적 문제를 예방하는 것이 가능해진다. 한편, 위와 같은 배경 하에서 건설현장 환경 유해요소 통합 모니터링 기술 관련 사업이 경제, 환경, 사회적 측면의 개선을 기대할 수 있는 핵심 산업으로 거듭날 것이 자명함에도 불구하고, 관련 시장의 규모나 발전 속도는 여전히 답보 상태에 머물러 있다.

본 글에서는 높은 잠재 가치 및 사업성이 예견된 건설현장 환경 유해요소 통합 모니터링 분야의 활성화를 위해, 관련 기술 및 수요 동향을 확인하고 향후 환경 유해요소 통합 모니터링의 발전에 따른 기술 발전 방향에 대해 논의하고자 한다.

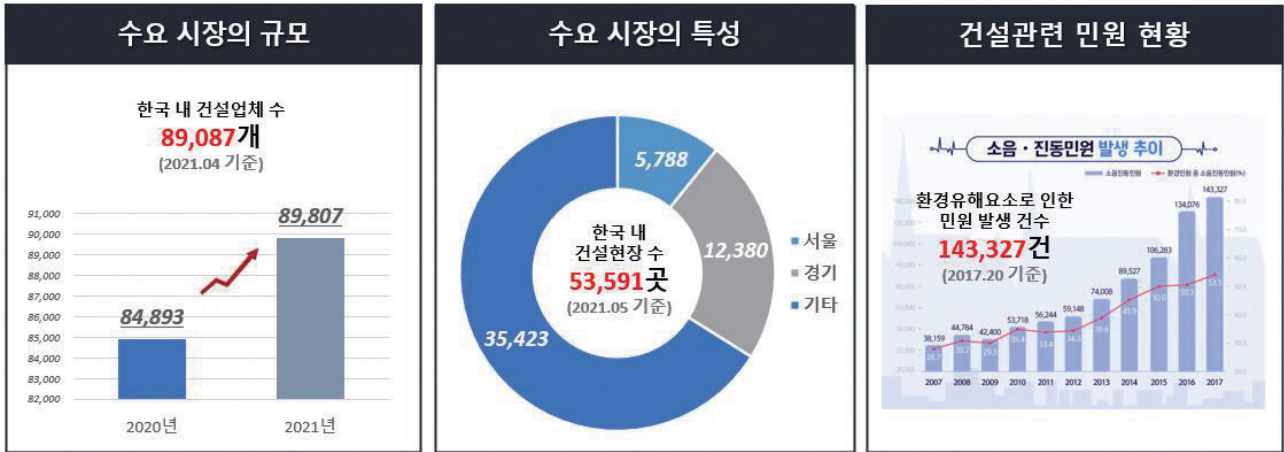


그림 1. 건설 현장 환경 유해요소 모니터링 시스템의 시장 수요 전망

## 2. 건설현장 환경 유해요소 통합 모니터링 시스템의 수요 전망과 발전 방향

### 2.1. 환경 유해요소 모니터링 기술 관련 시장 수요 전망

2021년 4월을 기준으로, 최근 1년간 건설업체의 수는 84,893개에서 89,087개로 집계되어 약 4,000개만큼 증가하였으며, 최근 3년 데이터를 기준으로 건설업체 수는 연간 4~5%씩 꾸준히 증가하는 추세를 보인다. 이러한 추세에 힘입어, 환경 유해요소 통합 모니터링 기술에 대한 잠재 수요는 지속해서 증가할 것으로 예상된다.

또한 2021년 5월을 기준으로 건설현장의 수는 53,591 곳이며, 이중 도심 인구가 밀집된 서울(10.8%) 및 경기(23.1%) 지역에 건설 현장이 집중되어 있어, 환경 유해요소 관리를 통한 민원 관리의 중요성이 부각된다. 즉, 환경 유해요소 통합 모니터링 기술을 적용하여 막대한 사회적 비용을 야기하는 민원을 선제적으로 차단할 수 있기에 해당 기술에 대한 건설현장의 수요가 다수 존재할 것으로 기대된다.

한편 2017년 기준 전체 민원 발생량 중 소음, 진동, 및 분진 관련 분야가 50% 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 특히 생활 소음 관련 민원 중 약 75.8%는 건설소음으로 인해 발생하였다. 즉, 건설 현장 발 환경 유해요소로 인한 사회적 문제가 정부, 건설회사, 주민 모두에게 해결해야 하는 큰 이슈로 작용함에 따라, 환경 유해요소 통합 모니터링 시스템의 도입 또한 더욱 촉진될 것으로 예상된다(그림 1).

### 2.2. 기존 계측기 시장 동향

국내 계측기 산업은 향후 5년간 3.69%의 연평균 성장률을 기록할 것으로 예측된다. 이는 IMF가 제시한 2024년 세계 경제성장률인 3.7%와 유사한 수준으로, 기술 집약적 산업 분야인 계측기 산업은 안정적인 성장세를 유지할 것으로 기대된다. 또한 국내 건설 산업의 계측 시장 규모는 연간 약 2000억 규모로 형성되고 있으며, 약 430여개의 전문 업체가 시장에 참여하고 있다. 하지만, 업체별 기술력 차이가 상이하며, 계측기기 및 계측 방식에 대한 표준화 및 법제화가 부족하여 표준 기술이 통용되지 못하고 있다.

국내 시장의 경우, 건설현장 주요 환경 유해요소인 소음, 진동, 분진을 모두 통합 모니터링하는 제품은 존재하지 않으나, 소음과 진동 2가지 환경 유해요소에 대한 동시 측정이 가능한 제품들이 일부 존재하였다. 하지만 환경 유해요소에 대한 실시간 측정은 가능하더라도 측정 데이터를 센서 네트워크에 기반하여 실시간으로 송출하는 제품은 부족하였으며, 측정 데이터를 실시간으로 평가 및 분석하는 플랫폼 또한 미비하였다. 또한 기존 계측 시스템의 경우 각 환경 유해요소의 발생 수준만을 제공하며, 해당 환경 유해요소 노출 수준에 따른 실질적인 건강 피해, 경제적 피해, 사회적 피해를 산정하기 위한 지표가 제공되지 못했다.

해외 시장 또한 국내 계측기 시장과 유사한 동향을 나타냈는데, 소음, 진동, 분진을 모두 통합 모니터링하는 제품은 없었으나, 소음과 진동 2가지 환경 유해요소에 대한 동시 측정이 가능한 제품이 일부 존재하였다. 해외 계측기 시장에서 통용되는 기성 제품의 경우에도 대부분 환경 유해요소 대

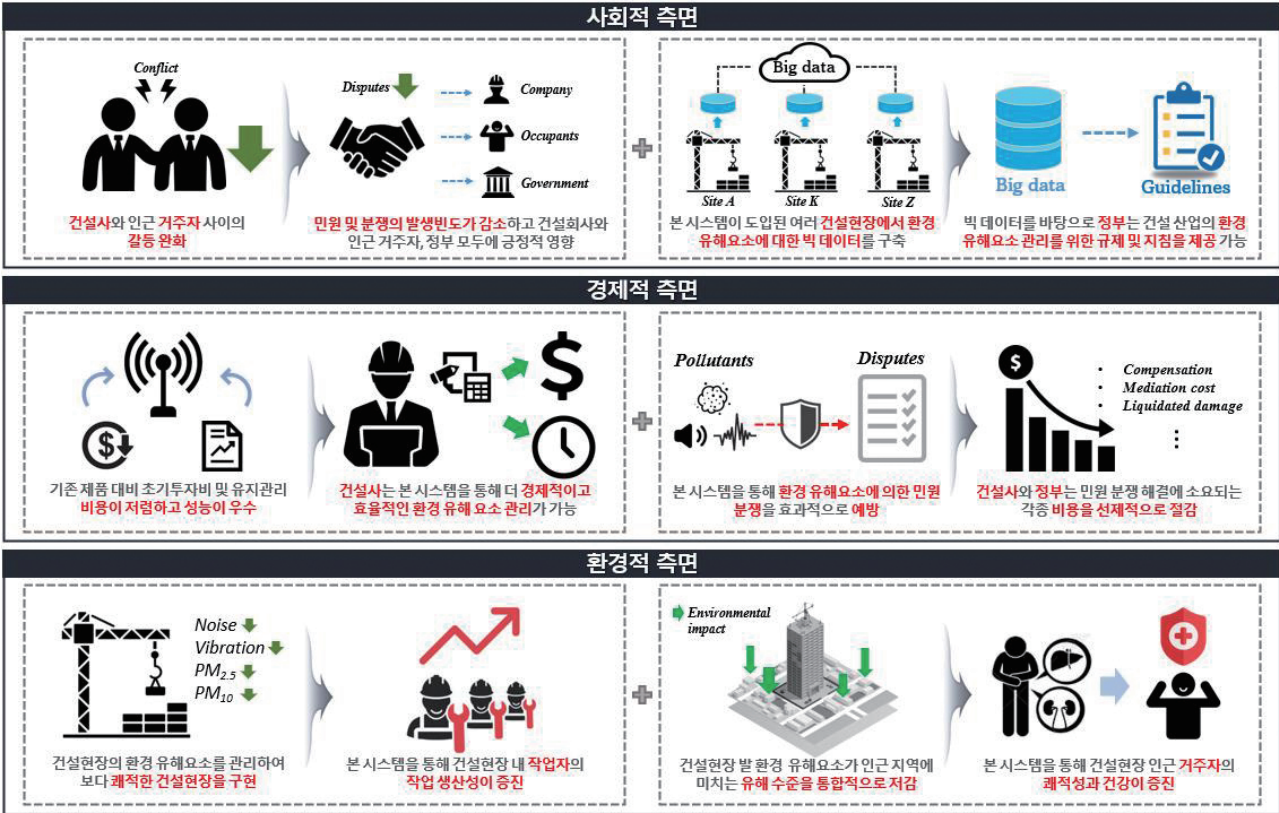


그림 2. 건설 현장 환경 유해요소 모니터링 시스템 도입에 따른 사회, 경제, 환경적 측면의 영향

한 실시간 측정만을 지원하였으며, 이를 센서 네트워크로 송출하여 실시간 모니터링, 평가, 분석을 지원하는 제품은 부족하였다.

위와 같은 배경에서, 최근 더욱 높아지는 건설현장 환경성능 요구사항과 기존 계측 시스템 간의 격차를 제거하기 위해서는 건설현장 주요 3대 환경 유해요소인 소음, 진동, 분진을 실시간으로 통합 모니터링 할 수 있는 시스템의 상용화 및 해당 시스템의 시장 도입이 강력하게 요구된다. 기존 계측 시스템의 한계를 극복하기 위한 환경 유해요소 통합 모니터링 시스템에서는, 단일 하드웨어를 통해 소음, 진동, 분진을 동시에 실시간으로 통합 측정 및 평가할 수 있어야 한다. 또한 서로 다른 환경 유해요소를 측정하는 센서 간의 간섭을 최소화하고 전처리를 통해 데이터 전송 지연시간을 최소화하여야 한다. 최종적으로는, 수집된 실시간 데이터를 바탕으로 각각의 환경 유해요소 노출 수준이 인근 지역에 미치는 사회적, 경제적, 환경적 영향을 정량적으로 평가 및 개선할 수 있어야 한다(그림 2).

### 3. 맺음말

증가하는 환경에 대한 관심은 이제 산업계 전반에서 필연적인 흐름이 되었다. 특히, 환경 관련 규제가 점차 심화되고 있는 건설 분야에 있어 건설현장 환경성능 개선을 위한 환경 유해요소 통합 모니터링 기술의 도입은 이미 예견된 미래라고 해도 과언이 아닐 것이다. 앞서 언급한 환경 유해요소 통합 모니터링의 도입은, 다가오는 smart construction 시대에 환경 유해요소를 통합적으로 관리 및 개선하기 위한 하나의 지침이 될 수 있을 것이다.