

이슈 1

건설산업의 환경경영 이슈와 탄소중립 성공전략

[이슈 1]

건설산업의 환경경영 이슈와 탄소중립 성공전략



건설산업의 기본적 특성과 제도적 환경변화로 인한 환경경영의 중요성 증대

- ◎ 환경(Environment)은 사회(Social), 지배구조(Governance)와 함께 ESG경영의 3대 핵심 분야 중 하나임. 특히 건설산업은 생산과정 자체가 불가피하게 자연을 일정 부분 훼손하는 특징을 지니고 있어 환경경영의 추진이 중요한 산업임.
- ◎ 또한, 건설 및 철거 과정에서 건설폐기물, 비산먼지 등 다양한 오염물질이 다량 배출된다는 점도 건설산업의 환경경영 추진이 중요한 이유임.
 - 도시의 고형 폐기물 중 40% 이상이 건설 및 철거 폐기물인 것으로 조사됨.¹⁾
 - 건설공사 현장에서 오염물질 배출과 관련한 민원이 지속되고 있는 점에서도 건설산업에서 환경경영이 차지하는 중요성을 알 수 있음.
- ◎ 건설산업은 건설자재 생산과 건설 시공 과정에서 많은 양의 자원과 에너지를 사용하고, 건설 생산품인 건축물의 에너지 소비와 탄소배출도 많음.
 - 전 세계적으로 건축물 부문은 전 세계 에너지 소비 및 탄소배출의 약 30%를 차지하고 있음.
 - 기후변화 대응과 탄소배출 감축은 ESG경영의 가장 핵심적 이슈 중 하나이므로 탄소배출이 많은 건설 산업 특성상 환경경영의 이슈가 매우 중요한 특징을 지님.
- ◎ 이상과 같은 건설산업의 기본적 특성 외에도 건설기업의 온실가스 목표 이행 필요성, 건설 프로젝트의 환경영향평가 중요성 증가, 환경 관련 법규의 강화, 녹색경영 관련 규범 및 인증 증가 등 제도적 환경 변화도 건설기업의 환경경영 필요성이 증가하는 이유임.
 - 구체적으로 대규모 국책 건설공사의 경우 온실가스 배출량 산정 및 관리 내용이 환경영향평가에 추가되었고, 건설기업 자체적으로도 온실가스 인벤토리 시스템 구축과 저감 목표 설정이 확산되고 있음.
 - 2010년 4월 「저탄소녹색성장기본법」 시행령이 공포 시행된 이후 온실가스 및 에너지 목표관리업체를 지정해 관리하고 있는데, 5대 대형 건설사가 주로 목표관리제 대상기업으로 지정됨.
 - 또한, ISO의 14001 도입과 더불어 국내에서도 2012년 녹색경영시스템 인증 제도가 도입되어 현대건설이 최초로 인증을 획득하였고, 이외에도 온실가스 배출목록에 대한 국제표준인 ISO 14064도 도입되어 건설기업의 체계적 환경경영 이행을 요구하고 있음.

1) 정상규(2020), "순환경계가 기후변화에 대응하는 방법", 글로벌 리포트, 국토교통과학기술진흥원, p.6.

- 이외에도 2010년 11월 발효된 사회적 책임 국제표준(ISO 26000)과 2011년 6월 제정된 에너지경영시스템 국제표준(ISO50001)도 새로운 글로벌 가이드라인으로 건설기업의 환경경영 필요성을 증대시키고 있음.
- ◎ 결국, 향후 건설기업들은 온실가스 감축, 친환경 자재 사용, 폐기물 감축 및 재활용, 고효율 에너지 빌딩 건축 등 환경 영향을 최소화하기 위한 환경경영시스템 구축과 성과 향상 요구를 지속해서 받을 것으로 예상됨.



기후변화 대응, 폐기물 감축 등이 주요 환경경영 이슈… 최근 탈탄소 중요성 부각

- ◎ ISO 26000, GRI 표준(Standards) 등 글로벌 표준과 주요 대형 건설기업 사례들을 참조할 때 건설기업의 주요 환경경영 이슈는 기후변화 대응, 에너지 및 자원 사용량의 최소화, 오염물질 배출 최소화 및 폐기물 관리, 지속가능한 자재 사용 등으로 요약할 수 있음.
- ◎ 한편, 건설기업의 환경경영 목표는 에너지, 온실가스, 자재, 용수 등의 환경경영 추진 영역을 대상으로 이 영역들과 관련한 배출량, 사용량, 비용 등의 최소화를 달성하는 구체적 목표를 설정하는 것이 필요함.

〈표 1〉 건설기업의 주요 환경경영 이슈와 목표

구분	내용
이슈	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 기후변화 대응 ▪ 에너지 및 자원 사용량의 최소화 ▪ 오염물질 배출 최소화 및 폐기물 관리 ▪ 친환경 및 탄소배출 저감형 자재 사용 등
목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 에너지, 온실가스, 자재, 용수 등의 환경경영 추진 영역 대상과 관련한 배출량, 사용량, 비용 등의 최소화 달성 목표 설정 ▪ 온실가스 배출량 감소 목표, 에너지 및 용수 사용량 절감 목표, 오염물질(건설폐기물/비산먼지/소음 등) 저감 목표, 친환경 및 탄소배출 저감형 자재 사용 목표 등

- ◎ 특히 최근 국가의 2050 탄소중립 선언 및 시나리오 발표로 향후 기후변화 대응을 위한 탄소배출 감축목표 설정이 건설기업의 환경경영 목표로 더욱더 중요해질 전망이다.
- ◎ 우리나라 정부는 2020년 10월에 2050년까지 탄소중립 달성을 선언했고, 2021년 10월에 구체적인 탄소중립 시나리오를 발표했다. 건설산업 및 건물의 탄소배출 현황을 감안할 때 향후 탄소중립 추진은 건설산업에 상당한 도전이 될 전망이다.
 - 2050 탄소중립 시나리오는 국내 탄소 순배출량을 0으로 하는 2개 시나리오로 구성되며, 특히 2030년 국가 온실가스 감축목표(NDC)를 2018년 온실가스 총배출량 대비 40%로, 기존 26.3%에서 대폭 향상

하는 방향으로 심의·의결됨.

- 신규 온실가스 감축목표(NDC)를 달성하기 위한 연평균 온실가스 감축률(기준연도 → 목표연도)은 4.17%로 주요 선진국 대비 상당히 도전적인 목표임(EU 1.98%, 美 2.81%, 英 2.81%, 日 3.56%).
- 건축물의 경우는 온실가스 감축목표(NDC) 달성을 위해 2030년까지 2018년 대비 32.8%의 온실가스 배출을 감축해야 함.

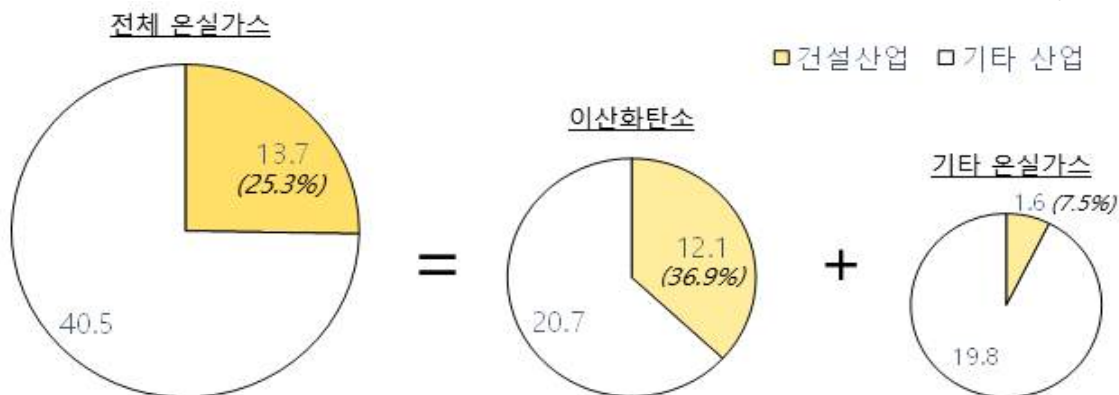


건설산업이 전 세계 온실가스 25% 내외, 이산화탄소 40% 내외 배출

- ◎ 지구 온난화를 초래하는 온실가스에는 대표적으로 6가지가 있으며, 이 중 이산화탄소가 지구 온난화에 가장 결정적 영향을 미침.
 - 1997년 교토의정서는 규제 대상 6대 온실가스로 이산화탄소(CO2), 메탄(CH4), 아산화질소(N2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화유황(SF6)을 지정함.
 - 이 가운데 특히 이산화탄소는 전체 온실가스 배출 중 80% 이상을 차지하는 지구온난화의 가장 핵심적 요인임. 1985년 세계기상기구(WMO)와 국제연합환경계획(UNEP)은 이산화탄소를 지구온난화의 주범이라고 공식적으로 선언하였음.
- ◎ 건설산업에서 배출되는 온실가스는 전 세계 온실가스 배출의 약 25%를 차지하며, 탄소중립의 주요 대상인 이산화탄소만 놓고 보면 전 세계 이산화탄소 배출의 약 37%를 차지함.

〈그림 1〉 건설산업의 온실가스 배출 현황 및 점유 비중

(단위 : GtCO2eq)



주 : 국제에너지기구(IEA)의 2018년 통계를 기초로 전 세계 건설산업의 온실가스 배출량을 분석한 McKinsey & Company 보고서 내용을 활용해 작성성함. 기타 온실가스는 온실가스별 지구온난화 지수를 기초로 이산화탄소 배출량으로 환산한 수치임.

자료 : McKinsey & Company(2021.7), "Call for action : Seizing the decarbonization opportunity in construction".

- ◎ 따라서 향후 전 세계적으로 동시다발적인 탄소중립 추진 환경은 건설산업이 극복해야 할 과제임.
- ◎ 이산화탄소는 대부분 석탄화력발전을 포함한 에너지 생산과정에서 배출됨. 에너지 생산 관련 이산화탄소만 놓고 보면, 건설산업은 전 생애주기에 걸쳐 전 세계 에너지 생산 관련 이산화탄소 배출의 약 47%를 배출함.²⁾
 - 세부적으로 살펴보면, 광의의 건설산업(건설자재 생산 포함), 즉 건설 Value Chain에서 배출된 이산화탄소는 2020년 기준 전 세계 에너지 생산과정에서 배출된 이산화탄소의 20%를 차지함.
 - 다음으로 건물 운영단계에서 배출된 이산화탄소는 에너지 생산과정에서 배출된 전체 이산화탄소의 27% 비중을 차지함.



전 생애주기 중 건설단계 탄소배출이 약 35%, 자재생산 과정에서 대부분 배출

- ◎ 국내 건설산업이 효과적으로 탄소배출을 감축하기 위해서는 건설산업의 생애주기 단계별 탄소배출 구조와 원인을 정확히 파악하는 것이 중요함.
- ◎ 건설단계에서는 자금조달, 기획 및 설계, 자재생산 및 운송, 시공 등의 활동을 거치며 탄소가 배출되는데, 특히 자재생산 과정에서 가장 많은 탄소가 배출됨.

〈표 2〉 생애주기 단계별 탄소배출 비중 및 중요성 평가

단계		탄소배출 비중	중요성 평가
건설단계	자금조달 및 기획/설계	1% 미만	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건설자재 생산 관련 내재탄소 감축이 중요
	자재생산	15~35% 수준	
	시공	2~8% 수준	
운영단계	운영	65% 내외 (건축물 70% 내외, 인프라 5% 내외)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건축물 운영단계의 운영탄소 감축이 중요
	개보수	2~3% 수준	
해체단계	해체	3% 내외	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 탄소배출 비중 관점에서 중요성 미흡 ▪ 단, 폐자재 재활용 통해 내재탄소 감축이 가능
	폐자재 재활용	△0~2% 수준	

주 : 선행연구들을 종합해 건설연에서 작성함.

자료 : 이홍일(2022), “건설산업의 성공적 탄소중립 추진 전략”, 연구보고서, 한국건설산업연구원, p.57.

2) 세계 건축 및 건설연맹(Global ABC)에서 국제에너지기구(IEA) 데이터를 기초로 분석한 결과이며, 최종 소비자(end users) 관점의 분류임. 이산화탄소 배출 비중은 에너지(전기, 열 등) 생산과정에서 배출된 이산화탄소의 배출 비중임. 건설산업에는 건설자재 제조업이 포함됨.

- ◎ 건설자재 생산과정에서 배출되는 탄소는 전 생애주기에서 배출되는 탄소의 15~35% 수준에 이르며, 주로 시멘트, 철강재 생산과정에서 많은 탄소가 배출됨.
 - 시멘트의 경우 석회석 원료를 투입한 소성공정에서 다량의 이산화탄소가 배출되고 있음.
 - 철강재는 고로공정에서 유연탄을 연료로 사용하면서 많은 탄소가 배출되는데, 건설 과정에 투입되는 철근을 비롯한 봉형강의 경우는 고로가 아닌 전기로에서 대부분 생산되므로 직접적인 탄소배출량은 많지 않고, 간접적 탄소배출량이 많은 상황임.
 - 운영단계를 제외한 준공 전까지 가치사슬 단계, 즉 건설단계에서 배출되는 탄소만 놓고 보면, 자재생산 과정에서 배출되는 탄소의 비중이 80% 이상을 차지함.



운영단계 탄소배출은 약 65% 차지, 대부분 건축물에서 배출

- ◎ 운영단계에서 배출되는 탄소는 건설산업의 전 생애주기에서 배출되는 전체 탄소의 약 65% 내외를 기록하고 있어 건설산업의 탄소배출 감축에 가장 핵심적 부분이라고 할 수 있음.
 - 운영단계에서는 준공 이후 건설상품의 사용 과정에서의 냉난방, 조명, 보일러 등 설비사용, 개보수 공사에 투입되는 자재생산 및 시공 과정에서 탄소가 배출됨.
 - 구체적으로 운영단계에서 발생하는 탄소배출은 다음과 같음.
 - 준공 이후 건설상품의 사용 과정에서 냉난방, 조명, 보일러 등 설비사용을 위한 에너지 및 화석연료 사용
 - 소규모 보수·보강 및 대규모 개축(대수선, 리모델링 등) 공사에 투입되는 기자재 생산과정에서의 탄소배출
 - 보수·보강 및 개축공사 시공 과정에서의 에너지 및 화석연료 사용
 - 공사 폐기물 운송 및 처리 과정에서의 탄소배출
- ◎ 특히 건설상품 중 건축물의 운영과정에서 냉난방, 조명, 보일러 등의 설비사용을 위한 에너지 및 화석연료 사용으로 인한 탄소배출이 가장 많음.
 - 도로, 철도, 댐 등 인프라 시설의 운영과정에서도 가로등, 신호등, 갑문 등과 같은 부대시설과 설비의 운영에 에너지가 사용되지만, 건축물 운영에 소비되는 에너지량과 이로 인한 탄소배출에 비해 훨씬 적음.
 - 기존 연구에 의하면³⁾, 전 세계적으로 건축물에서 배출되는 탄소량이 인프라 시설에서 배출되는 탄소량의 9배에 달하는데, 특히 건축물 운영단계에서 배출되는 탄소량이 인프라 시설의 약 940배에 달함.

3) McKinsey & Company(2021.7), "Call for action: Seizing the decarbonization opportunity in construction".



해체단계 탄소배출은 매우 적지만, 폐기물 재활용 시 감축 효과 제고 가능

- ◎ 마지막으로 해체단계에서는 해체공사 및 폐기물 운송과정에서의 사무실, 설비, 차량 등의 에너지 및 화석연료 사용, 폐기물 반출 및 처리 과정에서의 운송 차량과 소각시설 이용 등 이러한 과정에서 소비되는 화석연료로 탄소가 배출됨.
- ◎ 다만, 해체단계에서 배출되는 탄소는 전 생애주기에서 배출되는 전체 탄소의 약 3% 내외로 건설단계의 자재생산 과정이나 운영단계의 운영/사용 과정에서 배출되는 탄소배출에 비해 비중이 크지 않음.
- ◎ 다만, 동 단계에서는 전 생애주기 단계 중 유일하게 폐기물의 재활용을 통해 재활용 자재와 관련한 향후 잠재적인 내재탄소 배출을 감축할 수 있는 기회를 제공하게 된다는 의미가 있음.
 - 대표적으로 폐콘크리트를 재활용할 경우 그만큼 시멘트, 골재, 레미콘 생산과정에서 발생하는 탄소배출을 감축할 수 있음.



건설산업의 탄소중립 달성 위해 3대 핵심 탄소배출 감축방안 추진 필요

- ◎ 향후 건설산업이 성공적으로 탄소중립을 달성하기 위해서는 3대 핵심 탄소배출 감축방안의 추진이 필요할 것으로 판단됨.
 - 3대 핵심 탄소배출 감축방안은 생애주기 단계별 탄소배출 감축효과 평가 결과, 건설산업 차원의 특화 여부 평가 결과를 기초로 도출함(〈표 3〉 참조).

〈표 3〉 3대 핵심 탄소배출 감축방안 도출

단계	탄소배출 감축효과 평가 결과 감안 핵심적 감축방안	건설산업 특화 여부 평가 결과 감안 핵심적 감축방안	최종 핵심적 감축방안 도출 결과
건설단계	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건설자재의 내재탄소 감축 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건설자재의 내재탄소 감축 ▪ 탄소배출 저감형 건설방식 적용 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 탄소배출 감축효과도 크고, 건설산업에 특화된 핵심적 감축방안 : 건설자재의 내재탄소 감축방안, 건축물 운영탄소 감축방안 ▪ 탄소배출 감축효과는 작지만, 건설산업에 특화된 핵심적 감축방안 : 탄소배출 저감형 건설방식 적용(폐자재 재활용 방안 포함)
운영단계	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건축물 운영탄소 감축 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건축물 운영탄소 감축 	
해체단계	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해체 이후 폐자재 재활용 	

자료 : 이홍일(2022), “건설산업의 성공적 탄소중립 추진 전략”, 연구보고서, 한국건설산업연구원, p.64.

- ◎ 평가 결과, 건축물 운영탄소(operational carbon) 감축방안, 건설자재 내재탄소(embodied carbon) 감축방안, 탄소배출 저감형 건설방식 적용방안이 3대 핵심 탄소배출 감축방안으로 판단됨.
- ◎ 첫째, 건축물 운영탄소 감축방안은 건축물의 에너지 효율 개선방안과 건축물 사용 에너지의 탈탄소화 방안으로 구성됨.
 - 건축물의 에너지 효율 개선방안은 패시브(passive) 및 액티브(active) 기술을 활용해 건축물의 에너지 효율을 제고하는 방안이고, 건축물 사용 에너지의 탈탄소화 방안은 건축물에 태양광 발전시설, 지열 활용 시설 등 신재생에너지 관련 시설을 설치해 활용함으로써 건축물의 직간접적인 에너지 사용 및 연료 사용을 최소화하는 방안임.
 - 제로에너지빌딩과 같은 운영탄소 감축 시설을 건축할 경우 기존 건축물에 비해 건설단계의 내재탄소 배출은 2배 이상 더 많이 배출되나, 준공 후 운영단계의 탄소배출이 1/4 수준(30년 사용 기준)으로 감축되어, 전 생애주기 기준 탄소배출량이 40% 가까이 감소하는 것으로 분석됨.
 - 현재 기존 건축물의 95% 이상이 에너지 효율 제고 관련 규제가 적용되지 않은 건축물이므로 건축물 운영탄소 감축방안은 건축물의 신축뿐만이 아니라 기존 건축물 대상으로 그린리모델링을 적용하는 것도 중요함.
- ◎ 둘째, 건설자재의 내재탄소 감축방안은 세부적으로 탄소배출 저감형 자재의 생산·활용방안과 탄소배출 자재의 사용 최소화 방안으로 구분됨.
 - 탄소배출 저감형 자재의 생산·활용방안은 탄소배출 비중이 가장 높은 시멘트와 철강재의 기술개발 및 공정혁신을 통한 탈탄소화가 중요함. 철근·형강 등 철강재는 에너지 전환 통한 간접적 탄소배출 감축이 필요하고, 시멘트는 원료전환(슬래그 등) 및 연료전환 통한 탄소배출 감축이 필요함.
 - 다음으로 탄소배출 자재의 사용량 자체를 최소화하는 방안의 추진도 필요한데, 구체적으로 탄소배출 자재 투입량 최소화를 위한 구조형식/설계 지향(라멘구조, 무량판구조 등), 건설상품의 장수명화 유도, 재활용 자재 사용방안 등이 있음.
- ◎ 셋째, 탄소배출 저감형 건설방식 적용방안은 종합건설기업이 직접 주도해 추진해야 하는 방안으로 5가지 세부적 방안으로 구성됨.
 - 5가지 세부적 방안은 탄소배출 저감형 공법 도입·활용, 탄소배출 저감형 건설자재 및 재활용 자재 사용, 탄소배출 저감형 건설기계 및 장비 사용, 건설현장의 사무소 및 차량의 탈탄소화, 건설폐기물 감축 등임.
 - 동 방안의 필요성과 구체적 내용은 다음 <표 4>와 같음.

〈표 4〉 탄소배출 저감형 건설방식 적용방안

구분	내용
탄소배출 저감형 공법 도입·활용	<ul style="list-style-type: none"> - 건설기업이 시공단계에서 탄소배출 저감형 공법 도입·활용 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 모듈러 건축공법의 경우 RC조와 같은 전통적 공법에 비해 약 30% 이상 탄소배출 감축 ▪ BIM(Building Information Modeling), 프리팹(Prefab) 방식도 건설공사의 생산성 향상과 더불어 탄소배출 감축효과도 일부 발생
탄소배출 저감형 건설자재 및 재활용 자재 사용	<ul style="list-style-type: none"> - 건설기업이 시공단계에서 탄소배출 저감형 자재 조달해 사용 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 탄소배출 저감형 건설자재 생산기업과 협력관계 강화 후 그린조달 비중 상향 조정 ▪ 예시 : 고로슬래그 활용한 탄소저감형 시멘트 사용비율 확대 - 건설기업이 시공단계에서 재활용 자재 조달해 사용 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 사례연구 결과, 폐자재 재활용 통해 약 2%의 탄소배출 감축 가능 ▪ 예시 : 폐콘크리트 사용
탄소배출 저감형 건설기계 및 장비 사용	<ul style="list-style-type: none"> - 건설기업이 시공단계에서 탄소배출 저감형 건설기계 및 장비 사용 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 건설기계에서 배출되는 이산화탄소는 건설산업 전체 이산화탄소 배출량의 약 1~2% 수준 ▪ 예시 : 전기 굴착기와 수소연료전지 굴착기 등 친환경 건설기계 ▪ 친환경 건설기계와 더불어 자동화 장비, 스마트 기기 등을 도입해 활용할 경우 시공단계에서 탄소배출 추가 감축 가능
건설현장의 사무소 및 차량의 탈탄소화	<ul style="list-style-type: none"> - 건설현장 사무소 및 차량의 탈탄소화 추구 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 냉난방설비 에너지 효율 개선 및 절약(온도준수 등) ▪ 저에너지 현장사무소 사전 제작 및 재사용 : 태양광 패널이 설치되고, 단열재가 보강되어 사전 제작된 이동식 사무실 제작 및 재사용
건설폐기물 감축	<ul style="list-style-type: none"> - 건설폐기물 분리 배출 : 재활용품, 생활쓰레기 분리 배출 - 건설폐기물의 재활용 : 건설폐기물의 재활용 수준은 2019년 기준으로 이미 98.9% 수준으로 높은 편인데, 건설폐기물의 지속적 재활용 추진