

교차영향분석을 활용한 건설 공종별 주요 친환경기술 도출

Elicitation of Key Environmental-Friendly Technologies for Construction Activities Using Cross-Impact Analysis

이 상 규* 강 고 운** 김 창 원** 김 춘 학*** 조 훈 희**** 강 경 인*****
 Lee, Sanggyu Kang, Goune Kim, Chang-Won Kim, Chunhak Cho, Hunhee Kang, Kyung-In

Abstract

Recently, construction industry makes a great effort on minimizing the environmental impact. While various environmental-friendly technologies are applied to the operating phase of buildings, few equipment or machinery are partly used during the construction phase. For this reason, this study carried out a comprehensive analysis on environmental-friendly technologies for the whole construction process. In this study, appropriate environmental-friendly technologies of each construction activity were elicited to improve the environment of construction sites. Environmental-friendly technologies and construction activities were selected by professional consultation and descriptive statistics analysis, and proper environmental-friendly technologies were elicited from Cross-Impact Analysis. As a result, waste disposal and recycling technology was highly effective for demolition work while development of replacing materials was for reinforced concrete work.

키 워 드 : 친환경 기술, 교차영향분석, 건설 공종

Keywords : environmental-friendly technology, cross-impact analysis, construction activity

1. 서 론

친환경에 대한 관심과 중요성 인식 증대와 함께 국내에서는 정부차원에서 녹색기술 등 친환경 기술의 개발을 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 건설산업은 환경파괴적 산업으로 인식되어왔던 만큼 친환경 기술의 개발을 통해 환경에 대한 영향을 최소화하려는 노력을 기울이고 있다. 그러나 건물의 전생애 관점에서 보았을 때, 사용 및 유지관리 단계에서는 패시브설계, 제로에너지하우스, 스마트그리드, 지열·태양광을 비롯한 신재생에너지의 적용 등 다양한 친환경 기술이 적용 및 융합되어온 반면, 시공 단계에서는 개별 장비 및 기계를 일부 작업에 사용해 온 수준에 그치고 있다. 이는 전체 시공 프로세스 관점에서 환경성능 개선에 대한 종합적 연구의 부재에서 비롯된 것으로 사료된다.

이에 본 연구는 전체 시공 프로세스와 관련하여 포괄적인 관점에서 친환경 기술을 분석하고자 한다. 먼저, 전체 공종 중 환경개

선이 우선적으로 필요한 공종을 선별하였으며, 문헌조사 및 IPA 분석을 통해 건설 시공단계에 적용가능한 주요 친환경 기술을 도출하였다. 다음으로, 해당 공종과 주요 친환경 기술간 교차영향분석을 통해 공종별 기술적용을 통한 환경성능 개선도모를 분석하였다.

2. 친환경 기술 및 적용 대상공종 선정

2.1 친환경 기술 선정

친환경 기술의 개념은 대상으로 하는 환경 및 오염물질의 범위에 따라 녹색기술, 지속가능한 기술 등으로 다르게 인식되고 있다. 따라서 친환경 기술을 선정하기에 앞서 대상으로 하고 있는 친환경 기술에 대하여 정의하였으며, 친환경 기술은 생활환경을 오염시켜 인간 또는 생물의 건강·생존·활동에 장애를 주는 환경오염 물질을 저감하거나 순환하기 위하여 사용되는 기술을 의미한다. 여기에는 소음, 진동, 비산먼지 등 국소적인 차원에서의 환경오염뿐만 아니라 지구적인 차원에서의 환경오염인 지구온난화 및 오존층 파괴 등 기후변화를 유발하는 에너지소비, 온실가스 배출 등도 포함된다.¹⁾ 본 연구에서는 건설공종에 따라 효과적으로 적용 및 활용할 수 있는 친환경 기술을 도출하기 위하여 국토

* 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정

** 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정

*** CJ건설 대표이사

**** 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수, 교신저자 (hhcho@korea.ac.kr)

***** 고려대학교 건축사회환경공학부 교수

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업(과제번호: 11첨단도시G05)의 지원으로 수행되었음

1) 환경오염의 정의, 한국민족문화대백과, 1996.1

해양부로부터 인증된 녹색기술과 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 한국과학기술정보연구원(KISTI), 한국산업기술평가관리원(KEIT) 등에서 제시한 미래유망기술을 참고하였다. 기존문헌을 통하여 도출한 친환경 기술의 신뢰성을 확보하기 위하여 전문가의 자문을 통해 목록을 추가 및 제거하였으며 최종 선정된 친환경 기술요소는 표 1과 같다.

표 1. 친환경 기술 요소선정

| 기술 | GT 인증 | KISTEP | KISTI | KEIT | 자문 |
|-------------------------|-------|--------|-------|------|----|
| 1 고효율 LED조명 및 제어 시스템 기술 | √ | | | √ | |
| 2 에너지저장 및 회수기술 | √ | | | √ | |
| 3 전력관리기술 | √ | | | √ | |
| 4 그린카기술(Hybrid) | √ | | | | |
| 5 자동화시스템 및 로봇기술 | | √ | √ | √ | |
| 6 태양광발전/태양전지 관련기술 | √ | √ | √ | √ | |
| 7 인간/기계 커뮤니케이션 강화기술 | | √ | √ | √ | |
| 8 3차원 가상현실 홀로그램기술 | √ | √ | | √ | |
| 9 무선 정보 네트워크기술 | √ | √ | | √ | |
| 10 전자문서 활용기술 | √ | | | √ | |
| 11 환기제어기술 | √ | | | | |
| 12 대체재 개발기술 | √ | √ | √ | | |
| 13 빗물이용기술 | √ | | | | |
| 14 산업현장 유해성 물질 모니터링기술 | √ | | | √ | |
| 15 연료전지 관련기술 | | √ | √ | √ | |
| 16 폐기물처리/재활용 기술 | | | √ | | |
| 17 탄소포집 저장기술(CCS) | | √ | | | |
| 18 능동형 소음제어기술 | | | | | √ |

선정된 기술 중 에너지저장 및 회수기술은 잉여 생산된 전기를 필요한 시간대에 사용하도록 저장하거나 배열을 증거나 전기로 회수하여 안정적 전력공급에 활용하는 기술이다. 전력관리기술은 전력수요관리(DR)기술 및 스마트그리드기술을 지칭한다. 인간/기계 커뮤니케이션 강화기술은 뇌파 측정을 통한 컴퓨터 제어기술, 구어체 자동번역기술 등을 통한 기계와의 커뮤니케이션 강화기술을 말한다. 대체재 개발기술은 무시멘트 그린콘크리트나 바이오 플라스틱 기술 등 제작과정에서 온실가스 및 유해물질을 발생하는 재료를 친환경 재료로 대체하기 위한 기술이며, 폐기물처리 및 재활용 기술은 플라즈마 폐기물처리 및 폐기물 재활용 지붕코팅재 기술 등 다양한 폐기물을 분류/처리하고 재활용률을 향상시키기 위한 기술이다. 마지막으로 능동형 소음제어기술이란 대상소음 주파수 및 발생패턴을 분석하여 역위상 특성을 갖는 소음 상쇄

신호를 발생시키는 기술이다.

2.2 기술적용 대상공종 선정

통합건설정보분류체계 매뉴얼, 건축공사 표준시방서를 참고하여 1차적으로 9가지 공종을 도출하였으며 이를 대상으로 전문가 설문문을 실시하여 친환경 기술적용의 요구도를 조사하였다. 설문은 건설사의 현장관리자를 대상으로 하였으며, 회수된 14부에 대하여 분석을 수행하였다(표 2). 기술통계 분석결과 해당 공종의 요구도가 전체 요구도 평균값보다 높은 가설공사, 해체공사, 토공사 및 흙막이공사, 지질개량 및 지반보강공사, 철근콘크리트공사를 최종 대상으로 선정하였다.

표 2. 공종별 요구도 분석결과

| 공종 | 평균 | 표준편차 | 비고 |
|---------------|------|------|-----|
| 가설공사 | 3.50 | 0.91 | 필요 |
| 해체공사 | 4.57 | 0.73 | 필요 |
| 토공사·흙막이공사 | 3.57 | 0.98 | 필요 |
| 지질개량 및 지반보강공사 | 3.29 | 1.03 | 필요 |
| 철근콘크리트공사 | 3.57 | 0.82 | 필요 |
| 철골공사 | 2.64 | 0.97 | 불필요 |
| 조적공사 | 2.57 | 0.82 | 불필요 |
| 미장공사 | 2.79 | 1.21 | 불필요 |
| 커튼월공사 | 2.36 | 0.89 | 필요 |
| 평균 필요도 | 3.21 | - | - |

3. 중요도·만족도 분석

(Importance-Performance Analysis, IPA)

선정된 친환경 기술 중 시공현장에 필요한 기술을 도출하기 위해 기존의 중요도·만족도 분석(Importance-Performance Analysis)을 응용하여 중요도·활용도 분석을 수행하였다.²⁾

IPA 분석결과, 제1사분면에 속하는 친환경 기술로 에너지저장 및 회수기술, 전력관리기술, 환기제어기술, 대체재 개발기술, 산업현장 유해성물질 모니터링기술, 폐기물처리 및 재활용 기술이 강화 대상기술로 선정되었다. 그린카기술(hybrid), 탄소포집 저장 기술 및 연료전지 관련기술은 중요도는 평균이나 상대적으로 활용도가 낮기 때문에 현상유지가 필요하며, 중요도와 활용도가 모두 떨어지는 것으로 판단되는 3차원 가상현실 홀로그램기술, 인간/기계 커뮤니케이션 강화기술, 고효율 LED조명 및 제어시스템 기술, 태양광 발전 및 태양전지 관련기술 등은 기술축소의 영역에 속하였다. 활용도 평균 이상이나 중요도가 낮은 기술들(전자문서 활용기술, 빗물이용기술, 자동화 시스템 및 로봇기술, 능동형 소음제어기술, 무선정보 네트워크기술)은 꾸준한 기술개발 대상이라고 판단하였다.

2) 박성훈 외 2인, 교차영향분석을 활용한 건설 업무기능 및 공종별 주요 IT기술 도출, 한국건설관리학회 논문집, 제13권 제1호, pp.160~169, 2012.1

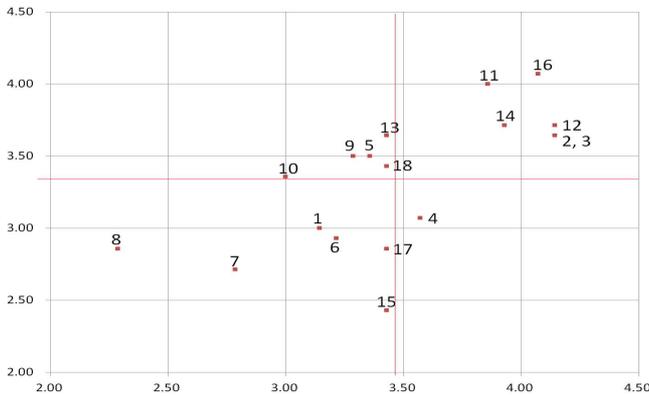


그림 1. IPA를 활용한 대상 친환경 기술 도출(표1 참조)

4. 교차영향분석을 통한 공종별 친환경기술 영향 관계 도출

IPA분석결과 제1사분면에 위치한 기술들을 대상으로 교차영향분석을 실시하였으며, 건설공종별 친환경 기술과의 관계성을 분석한 결과는 표 3과 같다. 분석에 반영되는 공종이 다양하기 때문에 실무경력이 높은 관리자 14명을 대상으로 설문을 수행하였으며, 대상자는 21년의 평균 경력을 보유하고 있다.

설문결과 해체공사에 대하여 폐기물처리 및 재활용기술과 환기 제어기술의 환경개선 성능이 높았으며, 이는 해체공사시 발생하는 폐기물과 비산먼지를 반영한 결과로 파악된다. 철근콘크리트 공사에 대해서는 무시멘트 그린콘크리트와 같은 대체재 개발기술이, 토공사 및 흙막이 공사에는 환기제어기술이 각각 높은 영향도를 보였다. 가설공사는 기술적용에 의한 영향도가 상대적으로 떨어졌는데, 이는 가설시설물의 단기성에 의한 기술적용의 한계성이 반영된 결과로 판단된다. 기술별로 살펴보면, 폐기물처리 및 재활용기술이 가장 높은 기술영향도를 보였으며 다섯 가지 공종에 대하여 기술적용을 통한 환경개선이 이루어질 것으로 보인다. 마지막으로 환기제어기술은 비산먼지가 다량 발생하는 해체공사와 토공사 및 흙막이공사에서 가장 높았다.

표 3. 건설공종과 친환경 기술의 직접영향 매트릭스(Direct Influence Matrix, DIM)

| 친환경 기술 | 대상 공종 | | | | | 기술영향도 |
|---------------------|-------|----------|-----------|---------------|------|-------|
| | 해체공사 | 철근콘크리트공사 | 토공사·흙막이공사 | 지질개량 및 지반보강공사 | 가설공사 | |
| 폐기물 처리/재활용 기술 | 63 | 41 | 43 | 40 | 42 | 229 |
| 환기제어기술 | 62 | 35 | 53 | 35 | 34 | 219 |
| 산업현장 유해성 물질 모니터링 기술 | 38 | 38 | 37 | 39 | 19 | 171 |
| 대체재 개발기술 | 18 | 49 | 27 | 31 | 28 | 153 |
| 전력관리 기술 | 24 | 25 | 27 | 25 | 31 | 132 |
| 에너지 저장 및 회수기술 | 22 | 20 | 19 | 20 | 20 | 101 |

6. 결 론

본 연구는 건설현장의 친환경 기술 도입을 위한 기초연구로서, 연구를 통해 공종별 환경개선 필요성에 맞추어 친환경기술 및 해당기술 적용시 개선정도(기술영향도)를 제시하였다는 것에 의의가 있다. 본 연구의 결과는 시공현장의 환경개선을 위하여 공종별로 보다 효율적인 친환경 기술도입을 유도할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 대한건축학회, 건축공사표준시방서, 2006.4
2. 박성훈 외, 교차영향분석을 활용한 건설 업무기능 및 공종 별 주요 IT 기술 도출, 한국건설관리학회 논문집, 제13권 제1호, pp.160~169, 2012.1
3. 한국건설기술연구원, 통합건설정보분류체계 매뉴얼, 2002.12
4. 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 2012년 KISTEP선정 10대 미래 유망기술, 2012.1
5. 한국과학기술정보연구원(KISTI), 유망기술 10선, 2012 미래유망기술 세미나, 2012.5
6. 한국산업기술평가관리원(KEIT), IT 기술예측조사 2025, 2012.3
7. 환경오염의 정의, 한국민족문화대백과, 1996.1
8. Green Technology 인증현황, www.greencertif.or.kr/kor