

건설 공종별 친환경 시공 관리 방안

A Study of the Sustainable Management Method for Construction phase

○ 박 지 호* 김 태 경** 김 경 래***
Park, Jiho Kim, Tae-Kyoung Kim, Kyung-Rai

요 약

최근 환경에 대한 관심과 규제가 강화되고 있는 가운데, 건설 산업에서도 환경친화형 건축에 대한 관심이 증가하고 있다. 그러나 지금까지의 환경친화형 건축에 대한 연구가 건축물의 라이프사이클 상의 자재생산 단계나 유지/보수 등의 사용단계에 집중되어 있어 시공단계에 관한 연구는 미비한 실정이다. 특히 실제 공사현장 주변의 정량화할 수 없는 환경 저해요인이 산재해 있으며, 공사현장에서 최소한의 법적 기준 이외의 환경 공해 저감 노력이 미비하며, 친환경 공사에 대한 인식조차 부족한 실정이다. 본 논문은 시공단계에서 다양한 공종별로 발생하는 환경 부하 요인들을 저감하기 위해 관리해야 할 요인들의 범주를 설정하고 환경 저해요인들을 공종별로 분석하고, 공사기간의 유동적인 조절을 통해 이들의 배출을 줄이고, 효율적으로 관리하는 방안을 제시하고자 한다.

키워드: 환경친화형 공사관리, 친환경, 환경부하, 현장 공해 저감, 공기단축

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 국내외적 환경에 대한 관심과 규제가 강화되고 있는 가운데 건설산업에서도 환경친화형 건축에 대한 관심이 꾸준히 증가하고 있다. 그러나 지금까지의 환경친화형 건축에 대한 연구가 건축물의 라이프사이클 상의 자재 생산의 단계나 유지/보수 등의 사용단계에 집중되어 있어 실제 건축공사가 수행되는 시공단계에 관한 연구는 미비한 실정이다.

시공단계에서는 다양한 공종별로 건설 자재 및 에너지, 그리고 건설장비들이 투입되게 된다. 따라서 친환경성을 평가하기 위해서는 우선 수집할 데이터의 범주를 설정하고 현장 조사에 의한 분석이 이루어져야 한다. 하지만 실제 현장에서는 현장의 특성상 관련 자료의 기록이 보존되지 않는 경우가 대부분일 뿐 만 아니라, 측정 자체가 불가능한 경우가 많으므로 「건설기술관리법」, 「환경 영향 평가법」

등의 건설사업을 추진하기 위해 필요한 인,허가와 관련된 법적 기준을 만족시키는데 급급한 실정이다. 이러한 법적 규제에도 불구하고 건설공사와 관련된 환경 민원은 매년 꾸준히 증가하는 추세이며, 특히 소음/진동과 대기오염(비산먼지)에 의한 환경 민원이 전체 환경 민원의 약 80%(건설산업연구원, 2007)를 차지하고 있다는 것은 법적 기준은 충족하지만 실제 공사현장 주변의 정량화할 수 없는 환경 저해요인이 산재해 있다는 것을 의미한다. 즉 공사현장에서 최소한의 법적 기준 이외의 환경 공해 저감 노력이 미비한 실정이며, 친환경 공사에 대한 인식조차 부족한 상태이다.

따라서 본 연구는 건축공사 현장에서 발생하는 환경 저해요인들 중 환경 민원의 많은 비율을 차지하는 주요 환경 영향 요인을 도출하고, 이를 공종별로 분석하여, 이들의 배출을 줄이고 효율적으로 관리하는 방안의 하나로써 공사기간의 유동적인 조절을 통한 관리 방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 기존 논문 및 문헌과 관계 법령의 고찰을 통한 환경 영향 요인의 파악하고 시공단계에서의 환경 영향 요인들을 재분류 및 규제기준을 정리하였다. 이를 바탕으로 시공 현장에서 발생하는 환경 민원의 유형에 따른 주요 환경 영향 요인을 분석하고 이를 건설 공정별로 도출

* 일반회원, 아주대학교 건축학과 박사과정, mentor@ajou.ac.kr

** 일반회원, 아주대학교 건축학과 석사과정, k2style@ajou.ac.kr

*** 종신회원, 아주대학교 건축학부 부교수, 공학박사(교신저자)
kyungrai@ajou.ac.kr

본 연구는 과학기술부 우수연구센터 운영사업인 한양대학교 친환경 건축 연구센터의 지원으로 수행되었음.

과제번호: R11-2005-056-03005-0

하여 각 공종별 환경 저해 요인의 발생 원인을 검토하고 관리방안을 도출하였다. 연구의 흐름을 살펴보면 그림 1과 같다.

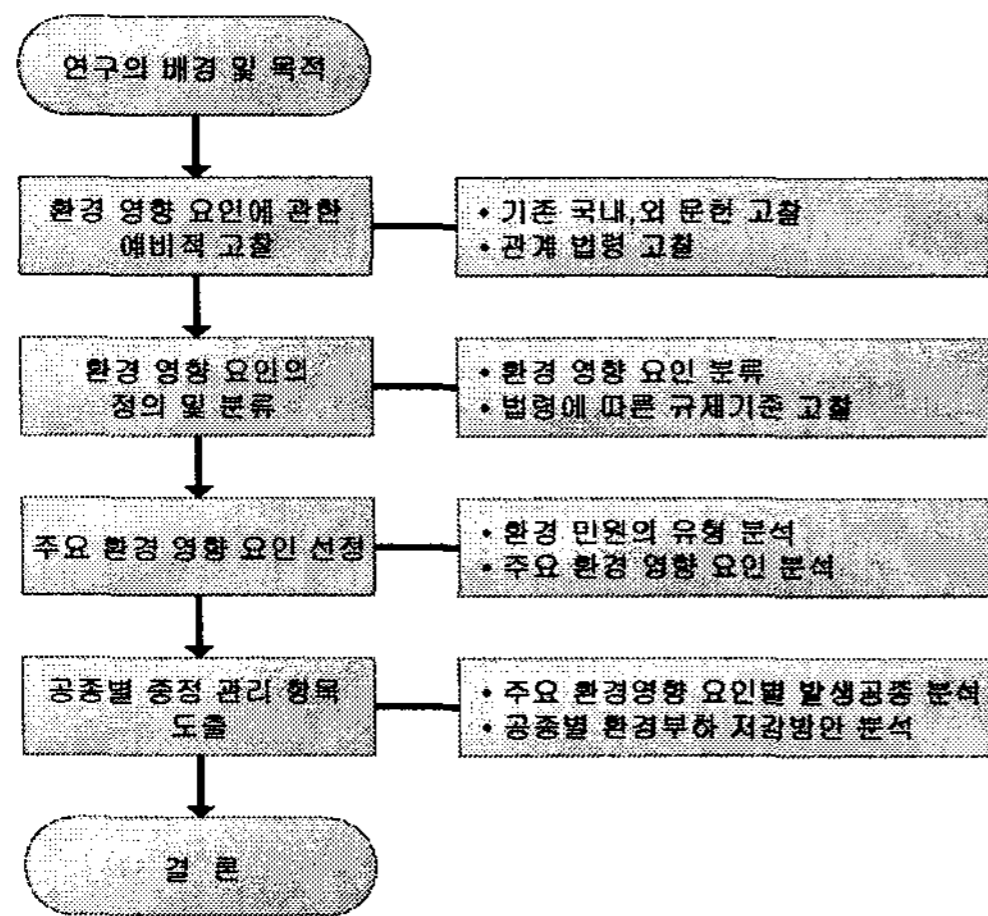


그림 1. 연구의 흐름도

2. 시공 단계에서의 환경 영향 요인

2.1 법령에 의한 건축공사의 환경영향 규제

건축공사의 환경 관련 법령은 크게 환경정책기본법 하에 1)자연환경의 보전 및 관리와 2)생활환경의 보전 및 관리로 나누어 관리되고 있다. 건설 현장에서의 환경 규제 관련 법령은 생활환경의 보전 및 관리에 포함되며, '대기환경 보전법', '소음·진동 규제법', '폐기물 관리법', '자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률', '수질환경 보전법' 등으로 분류된다. 이상의 건설 현장 환경 규제 관련 법령 중 본 연구에서는 건설 시공 단계에서 미치는 영향이 상대적으로 큰 공기질, 소음·진동, 폐기물로 범위를 한정하였다.

2.1.1 공기질

현재 대기 오염 물질로써 주목되고 있는 것은 분진 등의 입자상의 물질과 유황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO2), 탄화수소(HC) 등의 가스성 물질이 있는데, 이 중 건설공사 현장에서 발생하는 오염물질에는 건설기계로 탑재되어 있는 디젤 기관을 운전할 때 생기는 HC, CO, NOx 등의 가스성 물질과, 굴착, 운반, 파쇄, 해체 등의 물리적인 작업에 의해 발생하는 분진 등이 있다. 대기중에 직접 배출되는 먼지를 발생시키는 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업을 하고자 하는 자는 환경부령이 정하는 바에 의하여 환경부 장관에게 신고하고, 비산먼지의 발생을 억제하기 위한 시설을 설치하거나 필요한 조치를 하여야 한다.

2.1.2 소음·진동

우리나라에서는 건설기계의 단위 소음 배출도에 관계없

이 주거지역의 부지 경계선을 기준으로 조석, 주간, 심야의 3단계 시간별로 구분하여 소음 규제치를 규정하고 있다.

공사장 소음은 주거 지역의 경우 조석 65dB, 주간 70dB, 심야 55dB 이하로 규정하고 있으며, 상업지역에서는 조석 70dB, 주간 75dB, 심야 55dB 이하로서, 주거지역에 비해 완화된 기준을 적용하고 있다. 진동에 관한 규제는 소음과 같이 세부적으로 되어 있지 않다. 다만, 건설기계 자체보다는 공사장 인접 건물을 중심으로 하여 일정 수준 이하가 되도록 제한하고 있다. 진동에 대한 규제는 주거 지역의 경우 주간 65dB 이하, 야간 60dB 이하로, 상업지역 등에서는 주간 70dB 이하, 야간 65dB 이하로 각각 규정하고 있다.

현재 국내에서는 고소음을 유발하는 건설기계를 사용하는 공사를 특정공사로 규정하고 있으며, 규제 지역 내에서 특정공사를 할 경우 사전신고를 하도록 규정하고 있다. 특정공사의 종류는 '소음·진동규제법' 시행규칙에 규정되어 있으며, 다음의 표1과 같다.

고소음 유발 특정공사	
-	항타기, 항발기 또는 항타, 항발기를 사용하는 공사 ¹⁾
-	병타기를 사용하는 공사
-	착암기(rock drill)를 사용하는 공사 ²⁾
-	공기압축기를 사용하는 공사 ³⁾
-	브레이커(breaker)를 사용하는 공사 ³⁾
-	강구(鋼球, steel ball)를 사용하여 건축물을 파괴하는 공사
-	굴삭기(excavator)를 사용하는 공사

표 1. 특정공사 분류

2.1.3 폐기물

건설 폐기물은 '폐기물 관리법'과 '건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률'에 의해 '쓰레기, 연소제, 오니, 폐유, 폐산, 폐알카리, 동물의 사체 등 사람의 생활이나 사업의 활동에 필요하지 아니하게 된 물질'이라고 정의되어 지며, 시장·군수가 처리의무를 가지는 '생활폐기물'과 배출자가 처리 의무를 가지는 '사업장 폐기물'로 분류되어 진다. 건설 현장 발생 폐기물은 사업장 폐기물에 속하며, 폐기물 특성에 따라 '건설폐기물', '지정폐기물', 그리고 '사업장 일반 폐기물'로 나뉘어진다.

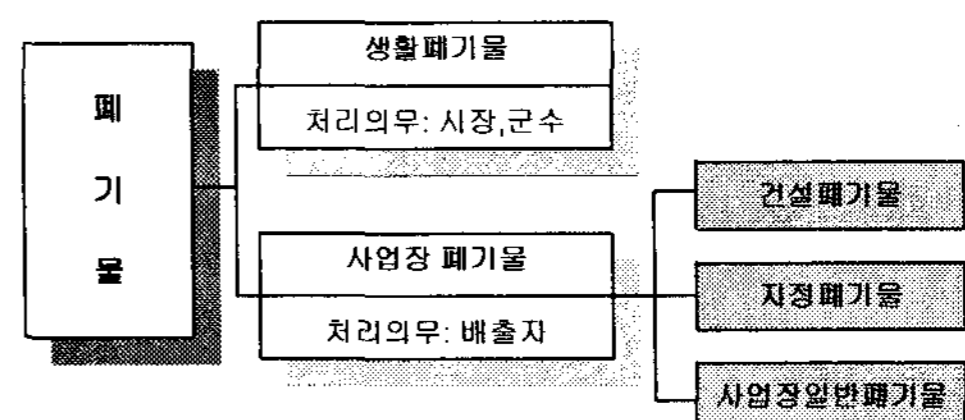


그림 2. 폐기물 분류

- 1) 압입식 항타, 항발기는 제외
- 2) 작업지점이 연속적으로 이동하는 작업에 있어서의 1일간 당해 작업에 관한 두 지점간의 최대거리가 50미터를 초과하지 아니하는 작업에 한한다.
- 3) 공기토출량이 분당 2.28m² 이상의 이동식에 한한다.

본 연구에서는 건설현장과 직접적인 관련이 있는 건설 폐기물과 지정폐기물로 범위를 한정하여 영향 요인을 조사하였다.

2.2 건설 시공상의 환경 저해 요인 분석

본 연구에서는 건설 시공 단계에서 미치는 영향이 상대적으로 큰 공기질, 소음·진동, 폐기물 측면의 환경 저해 요인을 분석하고, 건설 공종별 관리 방안을 제시한 후 이들의 발생량과 빈도를 줄이기 위한 방법의 하나로써 공사기간 단축 등의 관리 방안을 제시하였다.(그림 3)

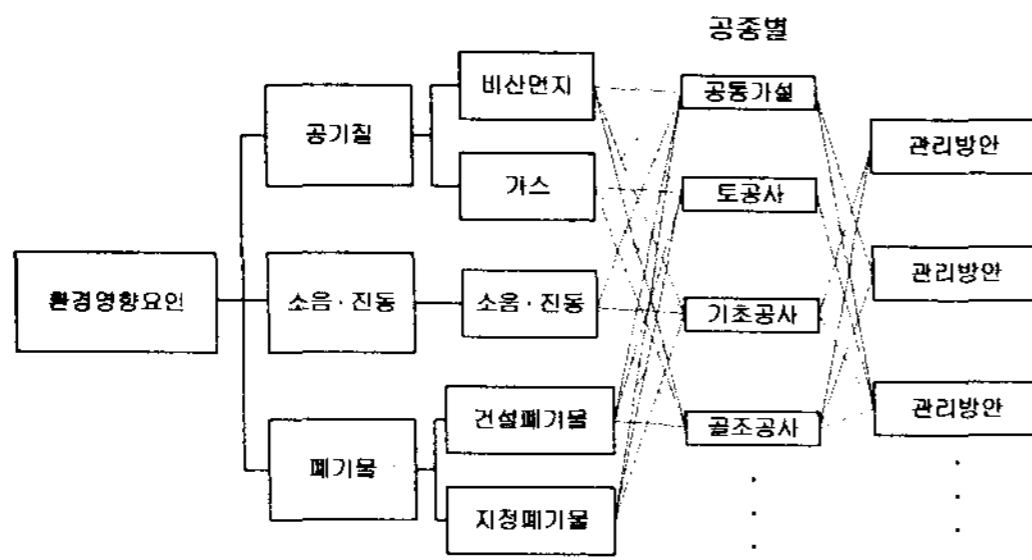


그림 3. 환경 영향 요인 분류 체계

2.2.1 공기질

공기질에 영향을 주는 요인을 크게 비산먼지와 가스 발생의 두 가지로 분류하여 건축공사의 공종별로 발생하는 요인을 분석하였다.(그림 4)

공기질	공종	주요 환경 영향 요인(공기질)	
		비산먼지	가스
비산먼지	기초공사	●비포장 도로 먼지	
	토공사	●진공압력 굴착 ●운반차 ●대형트레카 ●도자 ●크레인	
	노면복구/포장 공사	●다짐기계(로울러 등) ●크리사	
	타설공사	●양면 스프레이	
	마장공사	●그리안팅 ●모래 ●시멘트	
	골근콘크리트 공사	●골재 이적장	
	골개/해체 공사	●대형트레카 ●덤프 ●박호 ●굴착/운반차 ●크리사	
	기초공사	●전공장비	
	토공사	●대형트레카 ●덤프트럭 ●도자/그레이다 ●진공압력 ●크레인	
	노면복구/포장 공사	●다짐기계(로울러 등) ●모장장비	
가스	골조공사	●윤활/연유	
	수장공사	●이스탈트 방수	
	지반보강공사	●수입장비(그라우트) ●전공장비	
	골개/해체 공사	●굴착/운반차 ●대형트레카 ●덤프 ●크리사	
	기초공사	●전공장비	
	토공사	●유입차 ●전공장비 ●대형트레카 ●덤프트럭	
	노면복구/포장 공사	●다짐기계(로울러 등) ●모장장비	
	수장공사	●골조공사	
	지반보강공사	●전공장비	
	골근콘크리트 공사	●진동다짐기 ●크리사 ●왕브카	
골개/해체 공사	●대형트레카 ●덤프 ●박호 ●굴착/운반차 ●크리사 ●윤활(보링)		

그림 4. 건축공종별 주요 환경 영향 요인(공기질)

2.2.1 소음·진동

소음·진동에 영향을 주는 요인은 그 자체로써 하나의 발생항목이 되므로, 건축공사의 공종별 발생하는 요인을 분석하였다. 소음·진동은 대부분 기초 및 토공사에서 가장

소음·진동	공종	주요 환경 영향 요인(소음·진동)	
		기초공사	토공사
소음·진동	기초공사	●전공장비	
	토공사	●도자 ●유입차 ●전공장비 ●대형트레카 ●덤프트럭 ●도자/그레이다 ●박호 ●골조공사 ●크레인 ●전공도둑	
	노면복구/포장 공사	●다짐기계(로울러 등) ●크리사 ●모장장비	
	수장공사	●골조공사	
	지반보강공사	●전공장비	
	골근콘크리트 공사	●진동다짐기 ●크리사 ●왕브카	
	골개/해체 공사	●대형트레카 ●덤프 ●박호 ●굴착/운반차 ●크리사 ●윤활(보링)	
	기초공사	●전공장비	
	토공사	●유입차 ●전공장비 ●대형트레카 ●덤프트럭	
	노면복구/포장 공사	●다짐기계(로울러 등) ●모장장비	

그림 5. 건축공종별 주요 환경 영향 요인(소음·진동)

많은 환경 저해 요인을 발생하는 것으로 분석되었다.(그림 5)

2.2.3 폐기물

폐기물은 건설 공사 상에 가장 많은 종류의 환경 저해 요인을 발생하는 항목이므로, 당연히 건축공사 현장에서 관리가 다른 환경 저해 요인에 비해 적극적으로 시행되고 있으며, 환경관리 계획서 상의 관리 지침이 다른 환경 저해 요인들에 비해 잘 이루어져 있고, 시공현장 관리자들의 관심 또한 높다.

이러한 건설 폐기물은 크게 건설폐기물과 법적으로 처리 기준을 가지고 있는 지정폐기물로 나누어 발생 요인을 분석하였으며, 특정 공종에서만 아닌 거의 모든 공종에서 발생한다는 특징을 가지고 있다.(그림 6)

폐기물	공종	주요 환경 영향 요인(폐기물)	
		건설폐기물	지정폐기물
폐기물	기초공사	●폐단성수지 (PVC, 비닐 등) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (PVC, 비닐 등) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	토공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	노면복구/포장 공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	타설공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	마장공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	골조공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	골개/해체 공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	기초공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	토공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	노면복구/포장 공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	타설공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	마장공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	골조공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	골개/해체 공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	기초공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	토공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	노면복구/포장 공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	타설공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	마장공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	골조공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	골개/해체 공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	기초공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	토공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	노면복구/포장 공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	타설공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	마장공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	골조공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)
	골개/해체 공사	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)	●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물) ●비닐 ●폐단성수지 (비닐, 인화물, 인화물, 인화물)

그림 6. 건축공종별 주요 환경 영향 요인(폐기물)

3. 환경친화형 통합 공사관리 기술

3.1 공종별 환경 부하 저감 방안

건설 시공 상의 환경 영향 요인을 저감하고 관리하기 위한 방안으로써, 본 연구에서는 건설 시공 공종별 주로 발

생되는 환경 영향 요인을 도출하고 이를 최소화하여 효율적인 친환경 공사 관리를 하고자 공사기간 조절을 통한 공사관리 방안을 제시하였다.

일반적으로 건설 공사 과정은 공통가설 공사, 토공사, 기초 공사, 골조공사, 마감공사, 토목공사, 조경공사로 분류할 수 있는데, 본 연구에서는 건설공사상의 주요 환경 요인 물질이 배출되고, 건축 관련 민원 및 분쟁이 집중되어 있는 공통가설 공사에서 마감공사로 범위를 한정하였다. 이를 도식화하면 그림 7과 같다.

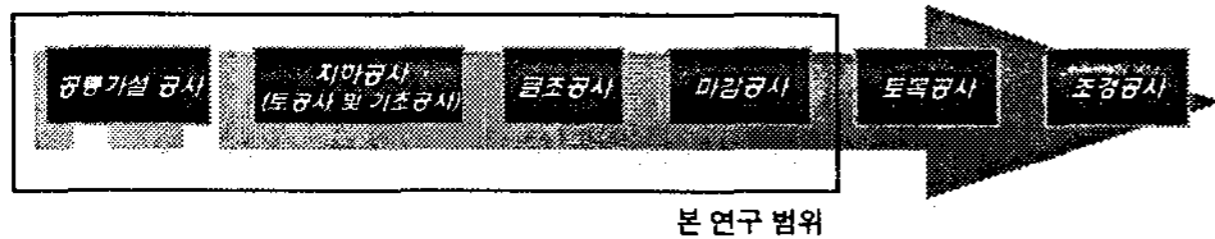


그림 7. 건설 공사 과정 및 연구 범위

(1) 공통가설공사: 공통 가설 공사는 앞서 설명한 것처럼 가설의 계획이 공사 관리의 핵심이라고 할 수 있다. 가설 계획이 잘못되었을 경우, 양중 장비의 기종 및 대수 선정 오류로 인한 장비 용량 부족이나 가설 건축물 등의 위치 선정 미흡 및 공사간 간섭 영향 예측 부족으로 인한 가설 건물의 이전 빈도 증가 등이 발생하여 공기 지연, 작업 손실 등이 발생한다. 이는 결과적으로 생산성 저하, 작업손실, 후행작업 지연, 공사비 증가 등으로 이어진다.

즉, 공통 가설 공사의 경우 환경 영향 요인을 줄이기 위한 노력 중 다른 공종과 비교할 때 가설 계획이 차지하는 비중이 매우 높으며, 다른 공종에 미치는 영향이 상대적으로 큰 공종이다.

(2) 지하공사: 지하공사는 공사의 특성상 모든 현장 조건이 상이(相異)하다는 특징을 갖는다. 즉 일률적으로 일반화된 현장 공해 저감 기법을 사용하거나 공기 단축 공법 및 시공방법을 적용하기가 불가능 하다. 따라서, 환경 영향 요인들의 영향을 최소화 할 수 있는 관리 방안을 도출한 뒤 현장 여건에 적용가능한 공법이나 관리기법을 적용해야 한다. 또한 최근 5년간(2002~2006) 환경 관련 민원의 약 80%가 소음/진동/먼지의 발생으로 인한 민원이었는데, 그 발생이 가장 많은 공종이 지하공사이다. 따라서 다른 공종에 비하여 소음/진동/먼지에 관한 환경 계획과 관리가 보다 구체적으로 이루어져야 한다. 기초공사에서의 주요 환경 부하 저감 방안은 다음과 같다.(표 2)

구분	환경 부하 저감 방안
시공기술	저소음/진동 공법 및 건설 기계 선정
	환경 저해 물질의 배출 저감을 위한 친환경 공기 단축형 공법 적용
	적절한 작업 시간대 및 작업 공종 설정
	최적화된 발파 패턴 적용
	건설 기계의 적정 배치 및 다양한 방음 장치 활용

표 2. 지하 공사시 환경 부하 저감 방안

(3) 골조공사: 골조 공사의 경우 공사기간을 결정하는 대표적인 요소가 층당 사이클임을 고려하여, 앞서 살펴 본 공통가설, 구조공사와는 다른 방식의 접근을 통해 건설 현

장 환경 부하 저감 방안을 살펴보았다.(표 8) 즉, 골조공사의 공사기간을 결정하는 층당 사이클을 변화하기 위한 요소들을 살펴보고 이를 통해 예상되는 환경 영향 요인 저감의 효과를 도출하여 공기 단축형 환경 부하 저감 방안을 제시하였다.

요소	기존(12월) → 4월 Cycle
구조	<ul style="list-style-type: none"> 벽식 구조 → RC 라멘조 (거푸집 벽 물량 감소) 외벽 거푸집 자동 양중 방식 채용/ 내벽 유로폼 탈피
거푸집 시스템	<ul style="list-style-type: none"> Gang form + Euro form → ACS + Table form Core 선행 공법 (거푸집 수직 부재 물량의 80% 이상 차지)
Con'c 강도	<ul style="list-style-type: none"> -일체 시공 → Zoning 별 시공 • 월근 선조립 -기공, 운반, 설치 → 가공 및 선 조립, 운반, 이음 • Con'c 강도(kg/cm²)
출근 기종	<ul style="list-style-type: none"> -수직부재: 210 ~ 240 → 400 ~ 500 -수평부재: 210 ~ 240 → 360
도재	<ul style="list-style-type: none"> • Half PC (형틀공사, 목 가설재, 철 가설재 감소) • Pumping Car 대신 con'c Pumping system 구축

그림 8. 골조 Cycle 변화를 위한 요소기술

(4) 마감공사: 마감 공사로 미장공사, 도장공사, 수장공사, 조적공사, 방수공사, 창호 공사 등 골조 공사가 완료된 후 구조물에 대한 뒷 마무리 공사를 총칭하여 나타내며, 마감공사의 특성상 많은 공종에서 다양한 종류의 환경 영향 요인이 발생한다. 특히 마감공사의 환경 영향 요인은 폐기물에 주로 국한되어 있고, 폐기물의 경우 마감공사의 거의 모든 공사에서 반출되지만 그 양과 부피가 비교적 작은 특징을 가진다. 또한 공법 및 시공 방법, 마감재료 등에 따라 공사기간의 변화가 많은 공종이다. 마감 공사기간을 저감하기 위한 방안인 시공기술과 관리 기술은 다음과 같다.(표 3)

구분	공기 단축 결정 요소
시공기술	PFP(Pre-fabrication Pipe) 설치
	Elevator 조기설치(Hoist 조기 철거)를 통한 작업의 효율성 향상
	내부 마감공사의 조기 착수
	자재의 건식화를 통한 작업 불능일 감소 및 작업의 용이성 향상
관리기술	자재 및 마감 디테일 변경을 통한 작업 단축 (내부기둥 마감, 옥상 단열재 변경)
	Tact 기법을 통한 작업반 운영 계획 (수평, 수직 Zoning)
	기능공 운영계획
	가구/싱크대 등의 가구재 반입 Just in time 계획
	협력업체 파트너십을 통한 신속한 의사결정
	사전 도서 검토 및 설계 품질 확보

표 3. 마감공사 시 공기 단축 결정 요소

3.2 환경 부하 저감을 위한 공사관리 방안

건설 공사의 시공 단계에서 발생하는 환경 영향 물질을 공종별로 도출하고 이를 최소화 하는 방안의 하나로써 공종별 공기의 조절과 공종의 특성을 반영한 환경 친화형 통합 공사 관리방안을 제시하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 공통가설 공사: 모든 공사와 연관된 기본 공사이며, 작업 능률 · 안전 등과 관련된 매우 중요한 공종이다. 또한

건축물 규모, 부지여건, 공사기간 등에 따라 계획되어 지는데 시방서에 간단하게 기술되어 현장 관리자의 재량과 노력에 따라 그 효과가 크게 차이가 날수 있는 공종이므로, 공기 단축을 통한 환경 영향 요인의 효과는 기대할 수 없지만 환경 친화적인 초기 공사 계획과 관리자의 의지가 우선적으로 선행되어야 하는 공종이다.

(2) 지하공사: 환경 민원의 약 80%가 소음/진동/먼지의 발생으로 발생하였는데, 그 발생이 가장 빈번한 공종이 지하공사이다. 또한 모든 현장의 지하 조건이 상이한 까닭에 일률적인 현장 공해 저감 기법이나 공기 단축 방안 또는 시공방법을 적용하기 불가능한 특징을 갖는다. 따라서, 공사기간이 약간 연장 되더라도 소음/진동/먼지의 발생을 줄이기 위한 방안으로 저소음/진동 공법이나 건설 기계의 선정, 작업시간대 조절이나 단축을 통한 작업 계획 설정, 건설기계의 적정 배치 및 다양한 방음 장치(고정식, 이동식)의 활용등을 제시하였다. 그 결과 기존 대비 약 20%의 공기 증가가 발생하였으나, 소음/진동/먼지로 인한 민원을 대폭 줄일 수 있을 것으로 기대하고, 이로 인해 공사의 중단이나 공사기간 지연을 방지할 수 있을 것으로 예상된다.

(3) 골조공사: 골조공사의 공사기간을 결정하는 대표적인 요소는 층당 싸이클이며, 층당 싸이클은 구조형식, 거푸집 시스템, 콘크리트 강도, 철근 가공 방식, 부재관련 등에 의해 결정되어 진다. 본 연구의 범위인 철근콘크리트를 사용한 골조공사의 경우 발생하는 환경 영향 요인과 폐기물의 종류가 다양하지는 않지만, 시공 과정 중에 발생하는 CO2량의 약 75%가 발생할 정도로 단위 이산화탄소 발생량이 많은 자재가 대량으로 투입되는 특성을 가진다. 따라서 골조 싸이클을 줄이기 위한 다양한 요소 기술의 적용을 통해 부재의 크기와 발생 폐기물의 양을 줄이고 공사기간을 단축하여, 공기 뿐 만 아니라 CO2 발생량을 최소화하는 방안을 제시하였다. 그 결과 골조 싸이클을 기존 12일에서 4일로 단축하였을 때 38% 공기 단축 효과가 있다.

(4) 마감공사: 공사의 특성상 많은 공종에서 다양한 종류의 환경 영향 요인이 발생한다. 특히 발생하는 환경 영향 요인이 폐기물에 국한되어 있고, 그 양과 부피가 작은 특징을 가진다. 또한 공법이나 시공 방법, 재료 등에 따라 공사기간의 변화가 큰 까닭에 공기를 단축하기 위한 요소 기술로써 시공 및 관리 기술을 제시하였고, 그로 인해 기존 대비 12%의 공기 단축 효과가 있을 것으로 예상된다.

이상의 연구 결과를 통해 공기의 변화 여부를 판단하기 위해 가상의 '일반형 모델'을 제시하고, 공기를 최단 시간내에 끝내기 위한 '공기단축형 모델', 그리고 환경 부하 저감을 통해 환경 친화형 공사 관리를 위한 '환경 친화형 통합 모델'을 제시하였다.

일반형 모델(그림 9의 a)은 기존 아파트 건설 공사의 대표적 공공발주 기관인 A사와 국내의 민간 건설업체 2곳의 실행 공종표를 바탕으로 산정된 공사기간이며, 가상의

기준 모델은 30층 공동주택 건설공사이며, 구조는 국내 아파트 공사의 대부분을 차지하는 벽식구조이고, 골조공사의 거푸집 공사는 가장 일반적으로 사용되고 있는 공법(외부벽: 갱폼, 내부벽:유로폼, 슬래브: 지주+명에+장선+합판)을 대상으로 하였다.

공기 단축형 모델(그림 9의 b)은 최단 시간 내에 공사를 끝내기 위해 환경 요인들을 배제한 채 공기 단축만을 목적으로 산정된 공사기간이다. 마지막으로, 환경 친화형 통합 모델(그림 9의 c)은 공종별 관리 기법을 적용하여 환경 저해 요인의 배출을 최소화하고, 효과적인 공기 단축을 내포하고자 제시된 공사기간을 의미한다.

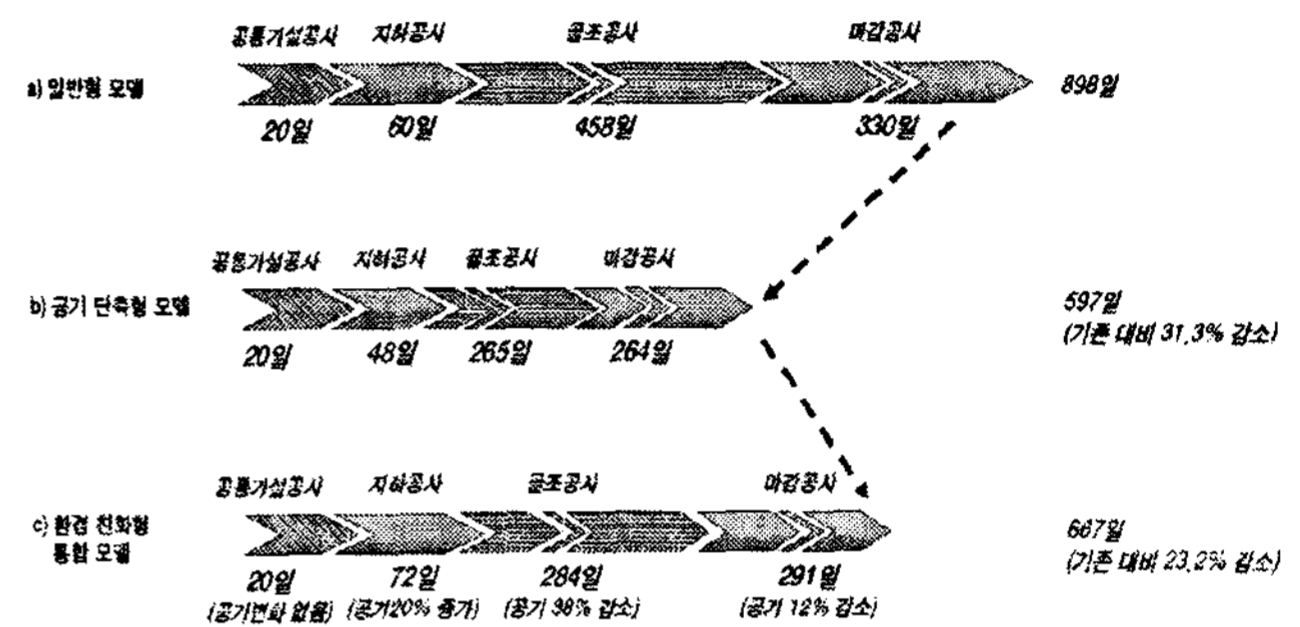


그림 9. 기존, 최단, 최적 공사기간 비교

기준 공기(그림 9의 a)와 최적 공기(그림 9의 c)를 비교해 보면, 공통가설공사의 경우 공기 변화가 없으며 지하공사 공기 20%증가, 골조공사 공기 38% 감소, 마감공사 공기 12% 감소로 연구 범위인 전체 공기의 23.2%가 감소하는 것으로 조사되었다.

4. 결론

환경에 관한 국내외적 관심과 규제가 강화되고 있는 가운데 건설 산업 측면에서도 친환경 건설의 필요성과 관심이 증가하고 있다. 그럼에도 불구하고, 지금까지의 친환경 건설에 고나한 연구는 건축물 전체 Life Cycle 상의 계획단계와 유지보수 및 관리단계에 집중되어 있으며, 공해로 인한 많은 민원과 분쟁이 야기되고 있는 건설 시공 단계에서의 친환경 공사 관리 기술에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 환경 친화형 공사 관리의 기반 연구로써, 현장에서 발생할 수 있는 환경 영향 요인을 대기질, 소음·진동, 폐기물의 세 가지로 분류하고, 이를 건설 시공 단계상의 공종별로 구분하여 환경 영향 요인의 영향 분석 및 최소화 방안, 그리고 관리방안 등을 제시하였다. 특히 공종별 공사기간 조절을 통한 환경 관리의 효율화와 극대화를 제시하였으며, 공사기간 단축을 통한 환경 친화형 건설 공사 관리 방안을 제시하였다. 이러한 연구의 결과는 현장에서 발생하는 공해 및 폐기물을 저감하기 위한 환경 친화형 공사 관리 기법으로 활용될 뿐만 아니라, 자원의 낭비 방지와 공기 단축 등 경제적인 이익을 가져올 것으로

기대된다.

참고문헌

1. Chales J. Kibert, "Sustainable construction: green building design and delivery", John Wiley & Sons, 2005, pp. 353-362
2. John Kelly, Roy Morledge, Sara Wilkinson, "Best value in construction", Blackwell science, 2002, pp. 152-171
3. 강운산, "건설공사 환경보전비계상제도의 문제점과 개선 방안", 한국건설산업연구원, 2004. 9
4. 건설교통부, "환경친화적인 건설사업 활성화 방안 연구", 1999
5. 기후변화협약대책위원회, "기후변화협약에 의거한 제2차 대한민국 국가보고서", 2003
6. 김지혜 외, "고층 주거건물 프로젝트에서 발생하는 폐기물 발생패턴 및 발생 유발 요인 분석", 한국건설관리학회 논문집 제7권 제3호, 2006, pp. 159-168
7. 남종찬, "건축민원의 발생요인 분석 및 분류체계 제안", 중앙대학교 석사학위 논문, 2002
8. 류한국, "건설사별 공기비교를 통한 공기경쟁력 분석", 한국건설관리학회논문집 제7권 제 1호, 2006, pp. 138-147
9. 박재두, "건축 시공업체의 환경관리 효율화 방안", 중앙대학교 석사학위 논문, 2001, pp. 16-28
10. 방종대, "동절기 건설공사 수행을 위한 의사결정지표 산정 연구", 경희대학교 박사학위 논문, 2005, pp. 61-78
11. 백선택 외, "SPS 공법의 개선방안", 한국건설관리학회 전국 대학생 논문발표대회 논문집, 2006, p271-274
12. 이찬식, "건축시공학", 한솔아카데미, 2005,

Abstract

Recently the regulation related the environment is getting more and more strengthened. Needs for sustainable building is growing more and more interested in construction industry. However, most of the research has been conducted is focused on material production or maintaining phases. There are not enough research especially in construction phase. And it still exists a lot of environmental barrier factor which could not be easily quantified in construction fields. It makes problems that contractors make an effort only an adequate regulation and they does not take an interest in reducing efforts of environmental pollution. This research defines factor categories which have to be mainly managed and provides the integrated construction management method for sustainable building to reduce environmental pollution through analysis of environmental barrier factor in each work package and effective adjustment of construction plan.

Keywords : Sustainable management, Eco-friendly construction, Environmental pollution, Reduction of construction duration
