

친환경 리모델링 철거공사 프로세스 모델 (벽식구조 노후 공동주택을 대상으로)

A Process Model of Eco-friendly Demolition Work for Wall Type Aged Housing Remodeling

황영규* 김기현** 김경래*** 한주연****
Hwang, Young-Gyu Kim, Ki-Hyun Kim, Kyung-Ra Han, Ju-Yeoun

요약

리모델링 공사는 신축공사와 달리 철거공사가 주공정으로 선행되어야 하는데 현행 철거공사는 개략적 수준의 철거관리계획에 의한 생산성만을 강조한 철거 형태로 인해 폐자재 재활용이 되지않고 있어 자원낭비, 환경파괴를 가중 시키고 있으며, 철거작업 중 작업자의 안전과 구조체의 안전등이 전혀 고려되지 않고 철거하는 것이 현실이다. 따라서 친환경 철거공사가 되기 위해서는 프로세스의 개선이 우선 되어야하며 그 단계를 1) 철거관련 조사분석, 2) 철거관리 도서작성, 3) 철거관리 시공 계획서작성, 4) 철거시공 및 감리, 5) 철거 후 관리의 5단계로 구분 하였으며, 특히 철거도면 작성으로 표준철거 WBS가 구축되고, 철거장비 및 공법, 폐기물 투하, 철거공정계획 수립이 가능하며 마감재 철거 후 구조체의 안전점검을 실시함으로써 철거중 불가피한 보수보강이 가능하며, 철거완료 Check list 작성에 따라 리모델링 본공사의 Database 활용이 가능하게 되었다. 본 논문에서는 현행리모델링 철거공사 프로세스(AS-IS)의 문제점을 분석하고 개선된 친환경 리모델링 철거공사 프로세스(TO-BE)를 IDEF0 모델을 사용하여 제안하고자 한다.

키워드: 노후 공동주택, 리모델링, 친환경, 철거공사, 프로세스, IDEF0 모델

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설교통부에서 발표한 공동주택 공급현황을 살펴보면, 표 1에서와 같이 2006년 12월 말을 기준으로 15년이 초과 된 노후 공동주택은 약 129만 세대이며 향후 5년 이내에 277만 세대 이

표 1. 사용연수별 공동주택 현황(건설교통부, 2006년말 기준)

세대	사용연수(사용검사일 기준)					
	소계	5년 이하	6~10년	11~15년	16~20년	21년 이상
	6,053천호	1,607천호	1,674천호	1,482천호	752천호	538천호

- * 종신회원, A+CM DNC 대표이사
- ** 일반회원, 아주대학교 건축학부 박사과정
- *** 종신회원, 아주대학교 건축학부 부교수, 공학박사(교신저자)
- **** 종신회원, 아주대학교 건축학부 연구교수, 공학박사

본 연구는 건설교통부 건설핵심기술연구개발 사업 과제번호 (05건설핵심 D6)지원으로 수행되었음.

본 연구는 과학기술부 우수연구센터 운영사업인 한양대학교 친환경 건축 연구센터의 지원으로 수행되었음. 과제번호: R11-2005-056-03004-0

상으로 급격하게 증가할 전망이다.

이와 같이 노후 공동주택의 수가 급격하게 증가하면서 주거 환경적인 문제, 구조성능의 저하, 설비의 노후화에 따른 성능저하 등으로 인하여 노후 공동주택에 다양한 형태의 결함 및 문제점이 발생되고 있으며, 앞으로도 이 같은 문제는 더욱 범위가 넓고 다양하게 발생될 것이다. 이러한 노후 공동주택을 개선하기 위한 방법으로 현재 사업추진의 용이성 때문에 재건축이 가장 많이 활용되고 있으나, 천연골재의 부족, 폐기물 발생으로 인한 자연환경 파괴, 국가적 자원의 낭비, 재건축 단지 인근 지역의 전세대란 초래 등으로 인하여 향후 급격하게 증가하는 노후 공동주택을 대상으로 산업적, 정책적인 측면에서 더 이상 재건축을 적극적으로 추진하기 어려운 실정이다. 따라서 무분별한 재건축 추진을 억제하고, 노후 공동주택 개선방안으로 노후 공동주택 리모델링공사는 필연적이라 할 수 있겠으나, 노후 공동주택 리모델링공사는 주로 다른 공동주택 및 주택, 상가 등이 인접해 있는 곳에서 진행되므로, 공사 시 발생하는 소음/진동, 비산먼지 등의 현장공해는 주변 환경에 악영향을 미치며 민원의 발

생 및 작업지연의 원인이 될 수 있다. 노후 공동주택 리모델링공사는 신축공사와 달리 철거공정이 선행되는 특징이 있으며, 이 과정에서 소형포크레인, 브레이커 등과 같은 파쇄형 장비가 쓰이므로 비산먼지, 소음/진동, 폐기물 등의 현장공해가 많이 발생한다. 또한 리모델링에 있어 철거공사는 리모델링 본 공사에 앞서 필수적으로 수행해야 하며, 리모델링 전체 공정 중 크리티컬 패스(Critical Path)에 해당하는 작업이다. 따라서 본 연구에서는 친환경 리모델링 철거공사 프로세스 모델의 제안을 통해 현장공해를 감소시키고, 철거 중 발생 할 수 있는 구조안전 및 작업자의 안전이 고려된 분리철거를 통해 철거자재를 재활용하여 친환경 철거공사가 이루어질 수 있도록 하는 것이 연구의 목적이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 목표는 노후공동주택 벽식구조의 친환경 철거관리의 프로세스를 정립하는 차원의 새로운 패러다임(paradigm) 제시(To-Be)에 있다. 이를 위하여 기존 철거현장에서 사용되는 개략적 철거공사계획(As-Is)의 상호분석 및 관리, 그리고 보다 구체적으로 프로세스와 연관된 철거도면을 작성하여 작업분류체계(WBS)를 구축하고 철거장비 및 공법선정, 철거공정계획, 폐기물투하 및 분리반출계획, 철거안전관리, 소음 및 비산분진 적정계획, 철거중 불가피한 보수 보강 등 종합적인 친환경 철거관리 종합계획서를 작성한다. 특히 제안하는 친환경 철거관리 프로세스에서 모델(To-Be)의 핵심요소(Components)와 모델의

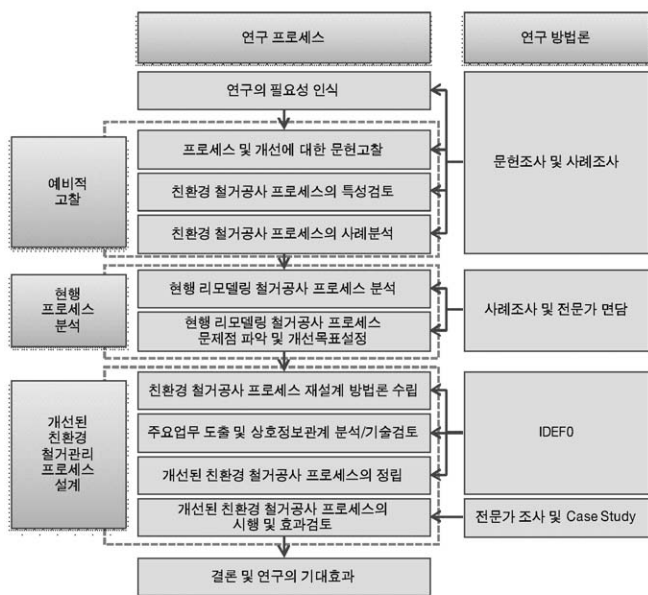


그림 1. 연구 프로세스 및 방법

참조기준(Reference)과의 관계를 IDEF0를 이용하여 업무분석을 통한 정량적 정보와 정성적 정보의 규명을 하는 것이 연구의 범위이며, 그림 1과 같은 연구 프로세스에 연구방법론을 적용하여 수행하였다.

2. 문헌조사

2.1 IDEF0 모델의 이론적 고찰

IDEF 방법은 기업이나 조직의 실체를 추상화하여 모델화하고 (AS-IS), 작성된 모델의 체계적인 분석을 통하여 문제점을 추출하여 개선된 기업의 모델(TO-BE)을 설계할 수 있도록 개발된 시스템 분석, 설계 방법이다. 또한 IDEF는 시스템의 개발과 관련된 사람들 간의 의사소통을 촉진하기 위한 언어로 개발되었으며 현재는 시스템 분석, 설계 교육, 문서화, 통합, 합의를 도출하기 위한 의사소통 수단 지원, 기업의 정보 시스템 구축을 위한 업무 활동의 분석과 문제점 포착, 기업의 활동에 관한 업무 흐름의 명확한 표현 등의 목적으로 사용되고 있다. IDEF0 기능 모델을 한마디로 표현하면 기업에서 수행되어지고 있거나 수행되어야 할 기능, 또는 기능과 기능간의 관계를 그림과 문자로서 표현해 놓은 것을 말한다. 리모델링 철거공사는 리모델링 본 공사에 앞서 반드시 수행되어야 하는 작업이며, 철거공사의 수준이 본 공사의 진행에 영향을 주게 되므로 철거공사, 보수보강공사, 구조체 확장공사 등 다양한 공종의 연관관계를 고려하여 철거공사 계획을 수립해야하는 특징이 있다. 따라서 수행하여야 할 작업의 기능을 정의하고 기능간의 관계를 명확히 표현할 수 있는 IDEF0 방법론을 활용하여 프로세스 모델을 구축할 필요가 있다. IDEF0는 이러한 모델을 박스와 화살표로서 표현하며 각각의 박스를 계층적으로 분해 가능한 셀(Cell)로 가정하며 기본적인 구성은 아래 그림과 같다.

그림 2와 같이 IDEF 모델 다이어그램의 기본구성은 박스형태

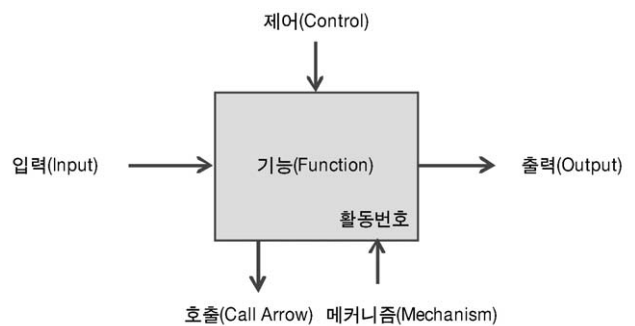


그림 2. IDEF0 프로세스 기능모델링

로 표시되는 기능과 화살표로 표시되는 ICOM으로(Inputs, Outputs, Controls, Mechanisms를 말하며 이들을 Concepts 라고 함)구성되어 있다. 기능은 모델 작업자에 의해 관찰된 활동, 작업, 행동, 기능을 표현하며 ICOM은 기능의 수행에 관여된 개념(개체)들을 표시하는데 그 구분은 다음과 같다.

(1) 기능(활동)

기능은 박스형태로 표현되며 활동, 행동, 프로세스, 혹은 운영을 표현하는데 어떠한 상황에서 무엇이 일어나는지에 관한 서술로 사람이나, 기계, 컴퓨터 등에 의해 수행되는 기능을 표현한다.

(2) ICOM(개념)

ICOM 음 기능이 수행되는데 필요한 개념들, 혹은 기능간에 관여된 개념들로서 기능과 연결된 화살표로 나타내며 명사나 명사구의 형태로 표현되는데 다음과 같은 네 가지로 구분된다.

표 2. ICOM의 종류 및 내용

COM	내용
입력 (Inputs)	기능박스의 왼쪽으로부터 들어가는 화살표로서 기능을 수행하는데 필요한 개체 혹은 데이터로 기능이 수행됨에 의하여 소모되거나 변형되는 것을 표현한다.
출력 (Outputs)	기능박스의 오른쪽으로 나오는 화살표로 표현되며 기능이나 활동의 결과로 산출되는 산출물을 말한다.
제어 (Controls)	기능박스로 위쪽사부터 들어가는 태로 표현되며 기능을 통제, 제어하는 제약조건, 가이드 혹은 출력을 결정하는데 필요한 제약조건 등으로 기능의 수행을 통제하거나 시작하게 한다.
메커니즘 (Mechanisms)	기능박스로 밑에서부터 들어가는 형태로 표현되며 기능을 수행하는 사람 또는 개체로서 무엇에 의해 그 기능이 수행되는가 혹은 기능의 수행에 어떠한 자원이 소용되는가를 나타낸다.
흐출 (Call Arrow)	기능박스의 밑으로 나오는 형태로 표현되며 활동의 수행과 관련된 보다 상세한 기술을 위하여 관련된 다이어그램을 호출하기 위하여 표현한다. Call Arrow는 동일한 리포지토리에 있는 모델에서 일어나는 다른 활동을 참조하게 한다.

3. 친환경 리모델링 철거공사의 필요성

3.1 리모델링 철거공사의 현황

리모델링 철거공사의 현황조사는 최근 완료된 노후 공동주택 리모델링공사 현장 3곳의 현장소장 및 공무과장을 대상으로 면담조사를 수행하였다.

철거관리는 개략적 수준의 철거공사계획과 경제성과 공기단축 위주의 철거공사 관리를 수행하는 것으로 파악되었다. 체계

1) 공중별 Schedule Growth=(Actual 공중별 Duration-Initial Predicted 공중별 Duration)/Initial Predicted 공중별 Duration
 2) 공중별 C,P Schedule Growth=(Actual 공중별 C,P Duration - Initial Predicted 공중별 C,P Duration)/Initial Predicted 공중별 Duration

표 3. 현장면담 결과(철거공사기간 조사)

공종	공중별 Schedule Growth ¹⁾	공중별 C,P Schedule Growth ²⁾
가설공사	0.00	0.00
토공사	0.00	0.00
철거공사	0.57	1.00
보수보강공사	1.38	0.50
파일공사	0.50	0.00
골조공사	1.00	0.50
조적공사	0.67	0.33
마감공사	-0.10	-0.13
준공청소 및 입주점검	0.50	0.50

적이고 상세한 철거공사 계획을 수립하지 못하여 당초 계획에 비해 철거공사기간 및 철거공사비가 증가하였다. 뿐만 아니라 사전에 철거공사의 범위에 따라 체계적인 작업분류체계(WBS: Work Breakdown Structure) 작성과 철거도면 및 지침이 부족하여 철거공사의 재작업이 많이 발생한다는 특징이 있었다(표3 참조). 또한 철거공사로 인해 발생하는 폐기물의 선별/분리가 제대로 이루어지지 않고 있었다(표4 참조). 그리고 철거 중 발생하는 소음, 분진으로 인한 민원 발생을 줄이기 위하여 폐쇄적인 작업공간을 형성하여 작업자의 작업환경의 악화와 작업 안전성의 고려가 미흡한 실정이며, 특히 벽식구조 공동주택의 경우는 리모델링의 범위에 따라서 내력벽 철거도 일부 포함되는 경우가 있어 철거 중 구조물의 보수보강과의 연계가 필수적인 요소로 지적되었다. 철거 중 구조체 보수보강의 문제는 철거공정 다음 공정인 보수보강공사에 직접적인 연관관계가 있으므로 철거공사와 보수보강공사를 서로 연계하여 계획하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

표 4. 현장면담 결과 (폐기물 처리 방안 및 문제점)

리모델링 시공사	대처방안	문제점
A사	폐기물을 현장에 수거하여 소각, 재활용, 매립 등으로 분류하여 처리함	선철거 후분리방식의 철거로 인해 혼합폐기물이 다량 발생하여 처리비용이 많이 소요되었으며 장외반출된 폐기물의 처리상태는 파악하지 못하고 있음.
B사	폐기물 처리 동선계획 수립	폐기물 처리에 대한 계획수립이 미흡하여 대부분의 폐기물이 혼합폐기물 상태로 폐기물 처리업체로 반출되어 재활용율이 저하됨.

3.2 친환경 리모델링 철거공사의 필요성

리모델링 철거공사의 현황을 조사한 결과 현행 리모델링 철거공사는 공사비용, 공기, 안전, 환경적인 측면에서 개선의 여지가 있고 현행 철거공사를 개선하기 위해서는 체계적이고 친환경적인 철거공사계획 수립이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 체계적인 철거공사계획, 철거안정성 확보, 폐기물 재활용 등의 문제를 해결할 수 있는 친환경 철거공사 프로세스 모델을 제시하고자 한다.

4. 현행 리모델링 철거공사 프로세스 분석

4.1 AS-IS Process

현행 리모델링 철거공사 프로세스의 특징은 개략적인 철거공사계획에 의해 정해진 순서대로 철거작업을 진행하여 모든 철거 폐기물을 한 곳에 모아 현장 외로 분리반출하고 있으며 철거 중에 구조체의 안전점검을 수행하는 별도의 과정은 없는 것으로 파악되었다(그림 3 참조).

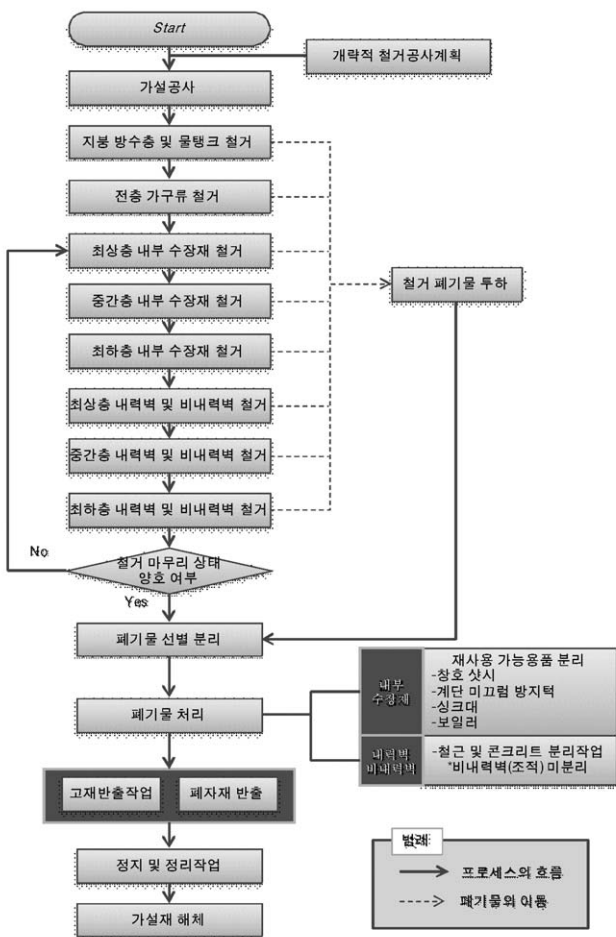


그림 3. 현행 리모델링 철거공사 프로세스(AS-IS)

4.2 현행 리모델링 철거공사 프로세스의 문제점

리모델링 공사 현장의 조사 및 현장 전문가의 면담을 통해 파악한 리모델링 철거공사의 현황을 통해 현재 리모델링 철거공사의 문제점을 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 상세한 철거공사계획 수립이 미흡하여 철거공사 기간 및 비용, 재작업이 증가되는 문제점이 있다. 둘째, 공사 중 발생하는 소음, 진동, 분진으

로 인한 민원 발생을 억제하기 위한 보다 적극적인 대책수립이 미흡하였다. 셋째는 철거 폐기물의 선별/분리 작업이 제대로 이루어지지 못한다는 것이다. 현재 철거되는 모든 폐기물을 현장 일부공간에 적재시킨 후 분리반출하는 방법으로는 폐기물의 재사용(Reuse), 재활용(Recycle)율이 감소한다는 문제가 있다. 마지막으로 구조체 안전성을 고려한 철거공사가 이루어지지 못한다는 것이다. 앞서 언급했듯이 리모델링 철거공사 중 내부 수장재를 모두 제거한 상태에서 구조체의 안전진단을 실시하여 필요 시 보수보강 할 수 있는 계획을 철거작업과 연계시켜 계획할 필요가 있으며, 폐기물의 재활용, 소각매립, 특정폐기물, 철물류 등 각 재료별로 철거도면을 작성하여 철거순서를 정하고 이에 따라 투하순서에 의해 폐기물을 투하한 후 집하 및 장외반출하여 친환경 철거가 이루어 져야 한다.

4.3 개선 방향

앞서 제기한 리모델링 철거공사의 문제점을 해결하기 위해 현행 리모델링 철거공사 프로세스를 개선한 친환경 철거관리 프로세스 모델의 핵심구성요소는 다음과 같다. 우선, 리모델링 철거공사의 체계적인 작업을 안내하고 작업의 기본적인 지침을 제공하기 위한 철거도면의 작성이 필요하다. 이러한 철거도면의 작성성을 통해 표준철거 WBS구축, 철거장비 및 공법의 선정, 폐기물 분리반출, 철거작업의 안전관리가 가능해진다. 그리고 후속 공정인 보수보강공사와의 연계를 위해 철거공사 중 구조체 안전점검이 가능하게 하는 체크리스트를 개발하여야 한다. 구조체 안전점검 체크리스트는 계속적인 철거작업의 진행여부를 판단할 수 있는 근거가 되고, 후속공정인 보수보강공사의 참고자료로 활용될 수 있다. 또한 철거공사를 완료한 후 철거상태의 적격 여부를 판단할 수 있는 철거완료 체크리스트작성을 통하여 전반

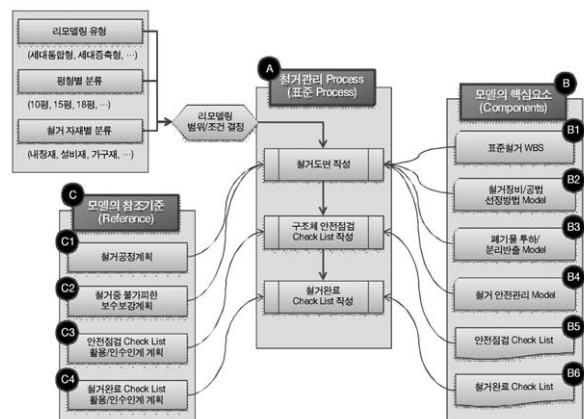


그림 4. 친환경 리모델링 철거공사 프로세스 모델의 개념

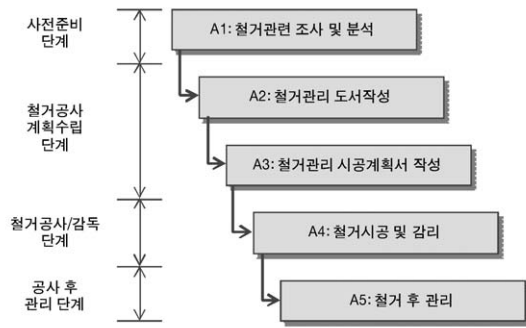


그림 7. 친환경 리모델링 철거공사 프로세스모델의 주요기능

A2의 철거관리 도서작성은 A1단계의 조사/분석결과를 활용하여 철거도면, 시방서, 산출내역서, 공정표 등 철거공사에 필요한 도서를 작성한다.

A3의 철거관리 시공계획서 작성은 철거관련 도서 및 철거관련 조사/분석한 결과를 구체적인 계획서로 작성하는 단계이며, 가설공사계획, 건축, 기계, 설비, 전기통신, 토목의 분리철거계획, 철거안전관리 대책 수립, 소음, 진동, 비산분진 관리대책 수립, 폐기물 투하 및 처리계획 수립, 철거장비 및 공법 선정의 과정으로 세분화 할 수 있다.

이러한 철거관련 도서 및 계획서를 바탕으로 A4에서 철거공사를 실시하고 공사 및 폐기물 처리, 안전, 각종 보수보강에 대한 감리 감독하는 절차가 포함된다. 마지막으로 A5의 철거 후 관리는 후속공정의 공사가 원활히 이루어 질 수 있도록 철거완료 상태를 확인하고 부지정리 작업, 가설재 해체 및 본 공사를 위한 보수/점검의 절차가 포함된다. 또한 현장 외로 반출된 철거폐기물의 반출/처리 실태를 추적관리하는 프로세스가 포함된다.

각각의 기능마다 보다 구체적인 프로세스가 Level 2에서 Level 4까지 세부적으로 표현하였다. 그림 13과 그림 14는 친환경 리모델링 철거공사 IDEF0 프로세스 모델의 Level 0와 Level 1을 나타낸 것이다.

5.3 IDEF0 프로세스 모델 개발

친환경 리모델링 철거공사 프로세스 모델에서 기존 노후 공동주택의 도면, 시방서 그

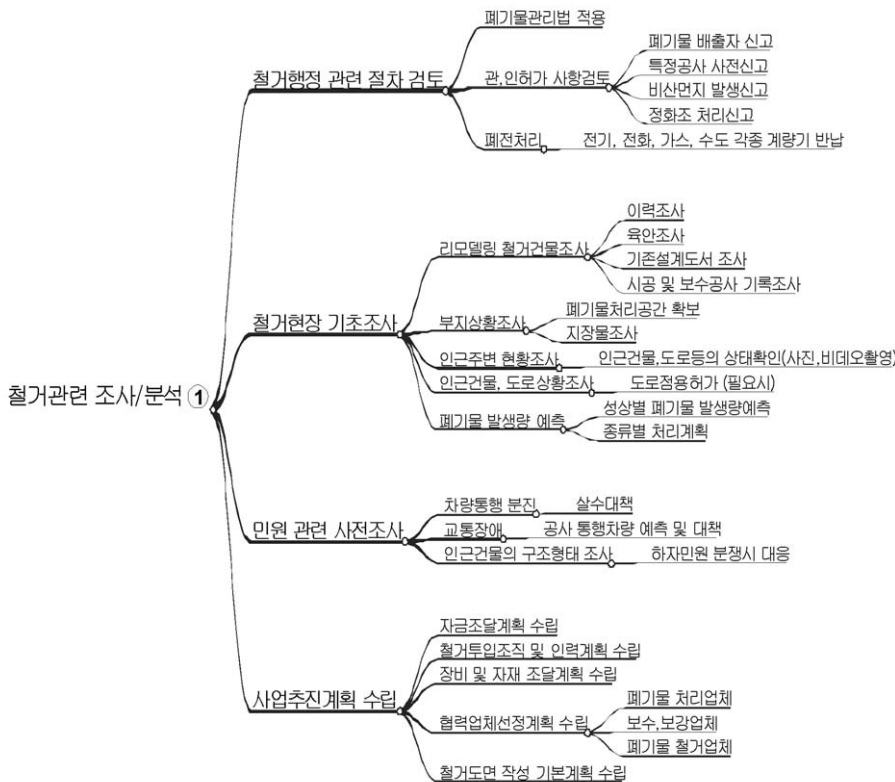


그림 8. 프로세스 모델 기능의 트리구조(A1: 철거관련 조사 및 분석)

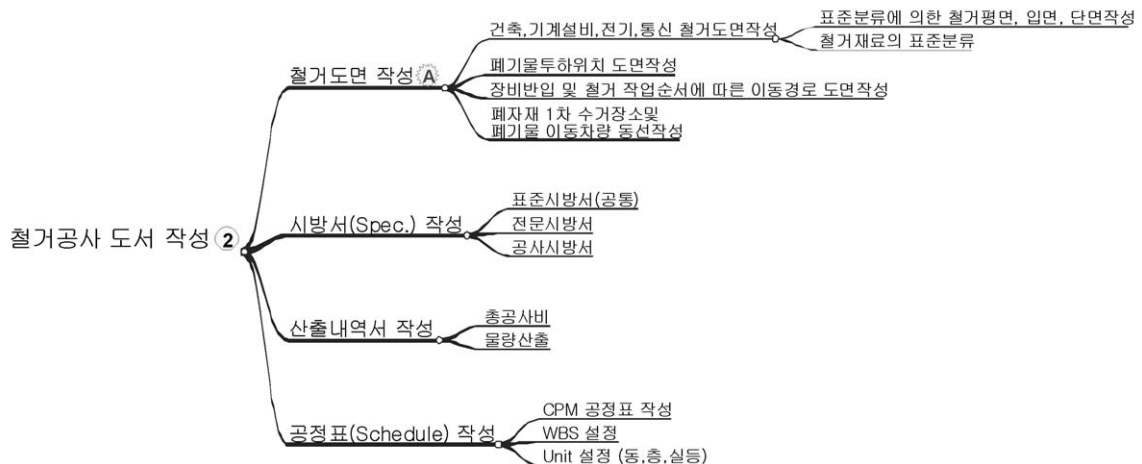


그림 9. 프로세스 모델 기능의 트리구조(A2: 철거관리 도서작성)

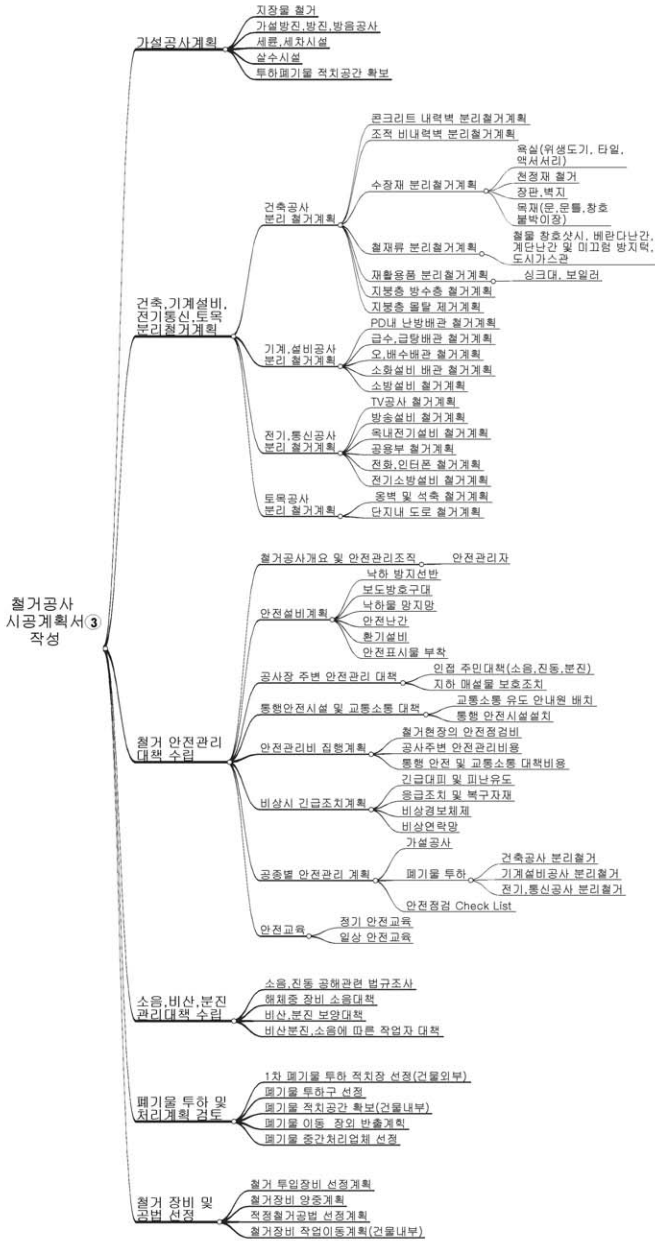


그림 10. 프로세스 모델 기능의 트리구조(A3: 철거관리 시공계획서 작성)

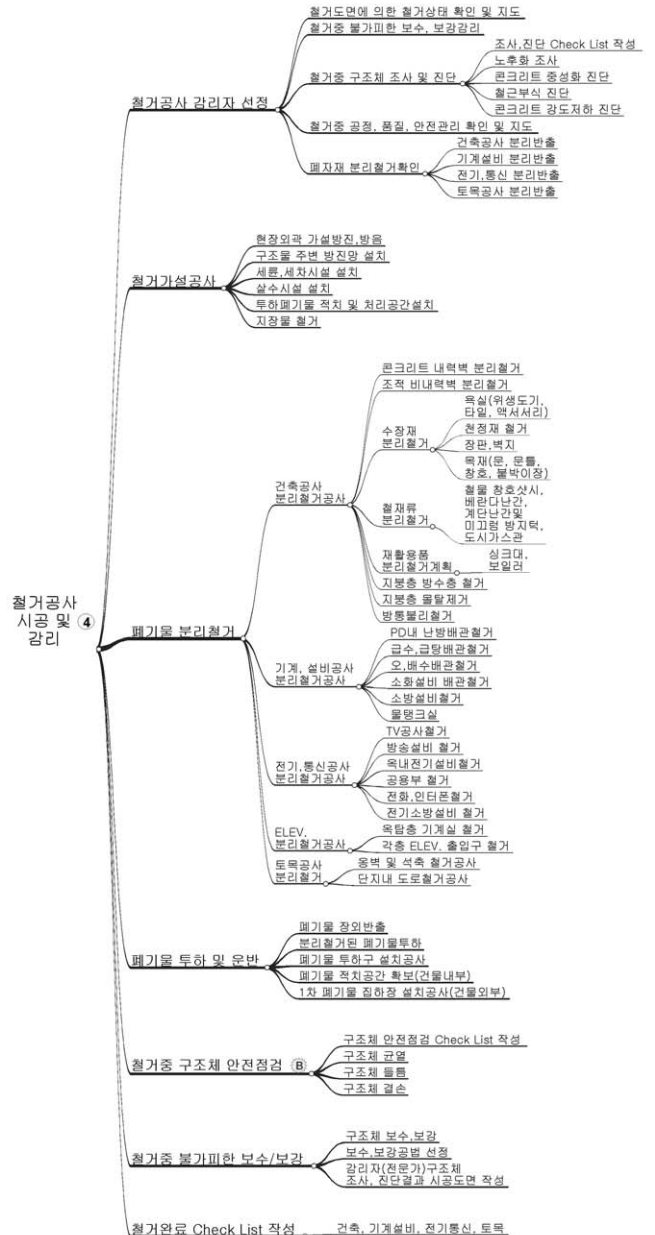


그림 11. 프로세스 모델 기능의 트리구조(A4: 철거공사 시공 및 감리)

리고 그 동안 축적된 유지관리 기록이 Input Data로 입력된다. 이는 철거관련 조사 및 분석과정과 철거관리 시공계획서 작성에 활용된다.

친환경 리모델링 철거공사 프로세스 모델의 최종 Output은 12가지로 요약될 수 있으며, 이를 리모델링 공사에 활용할 수 있다. 리모델링 철거공사 사전기획단계에서 도출되는 결과물인 철거행정 관련 절차 검토결과(O1), 철거현장 기초조사 결과(O2), 민원관련 사전조사 결과(O3)와 설계단계의 결과물인 안전점검 Check List(O8), 철거공사단계의 결과물인 철거완료 Check List(O10), 폐기물 반출/처리실태 조사서(O11)의 Output은 리모

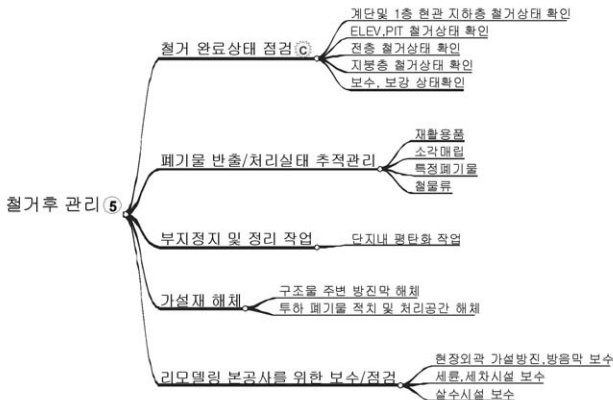


그림 12. 프로세스 모델 기능의 트리구조(A5: 철거 후 관리)

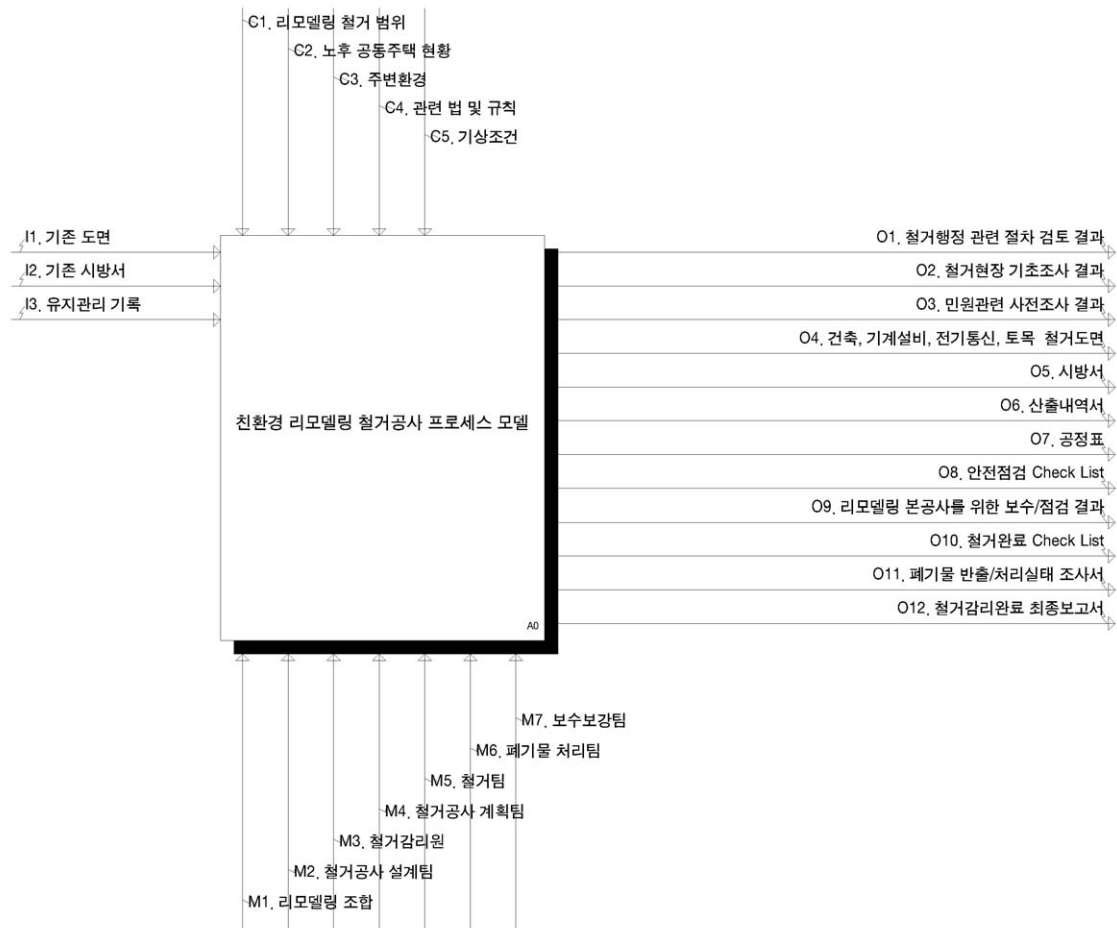


그림 13. 친환경 리모델링 철거공사 IDEF 프로세스 모델(Level 0)

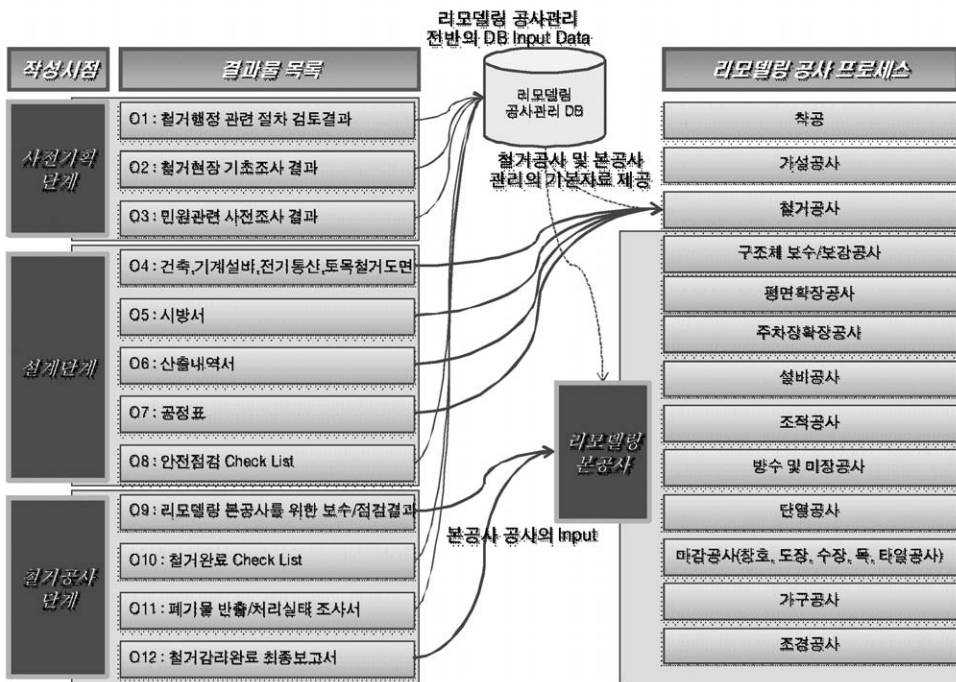


그림 14. 모델 Output의 활용 개념

텔링 전체공사를 지원하는 DB에 저장되어 철거공사 뿐만 아니라 전반적인 리모델링 공사관리의 기본자료로 활용될 수 있다.

또한 건축, 기계설비, 전기통신, 토목 철거도면(O4), 시방서(O5), 산출내역서(O6), 공정표(O7)는 철거공사에 직접적으로 활용될 수 있는 정보가 된다. 그리고, 리모델링 본공사를 위한 보수/점검 결과(O9), 철거감리 완료 최종보고서(O12)는 철거 후속공정인 리모델링 본공사에 직접적인 정보로 활용된다. 그림 15는 친환경 리모델링 프로세스 모델을 통하여 도출되는 Output과 전반적인 리모델링 공사 프로세스의 연계를 도식화한 것이다.

친환경 리모델링 철거공사 프로세스 모델에서 기능을 수행하

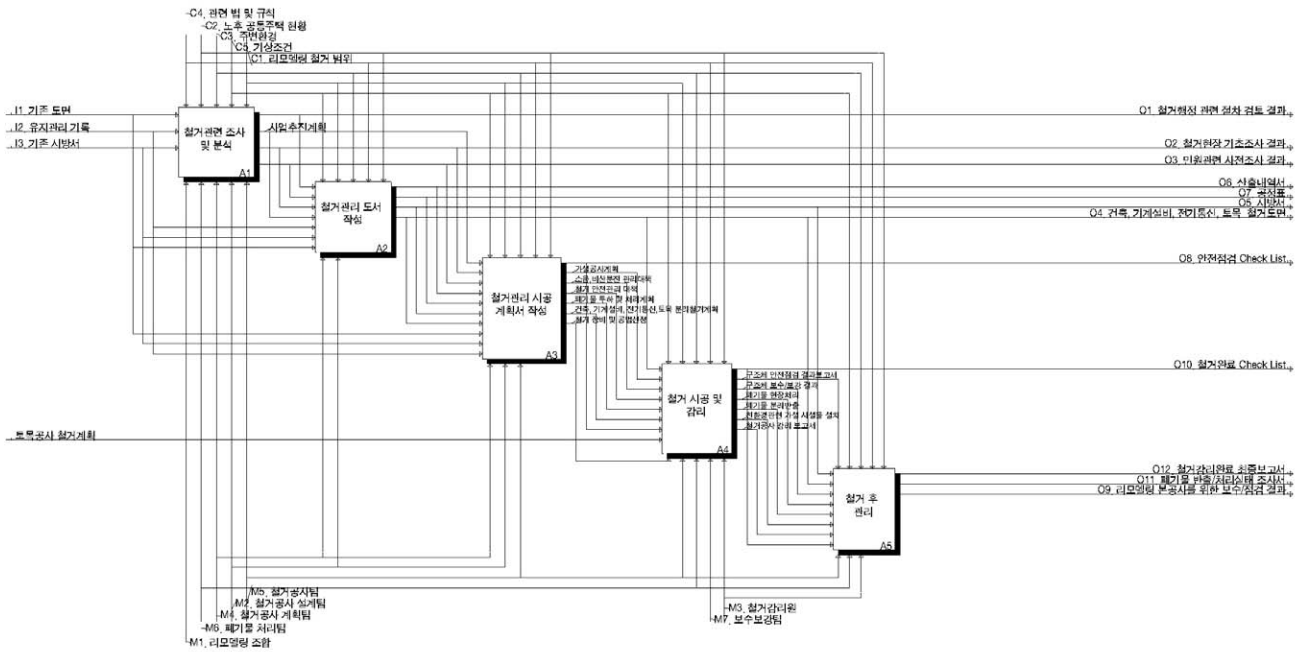


그림 15. 친환경 리모델링 철거공사 IDEF0 프로세스 모델(Level 1)

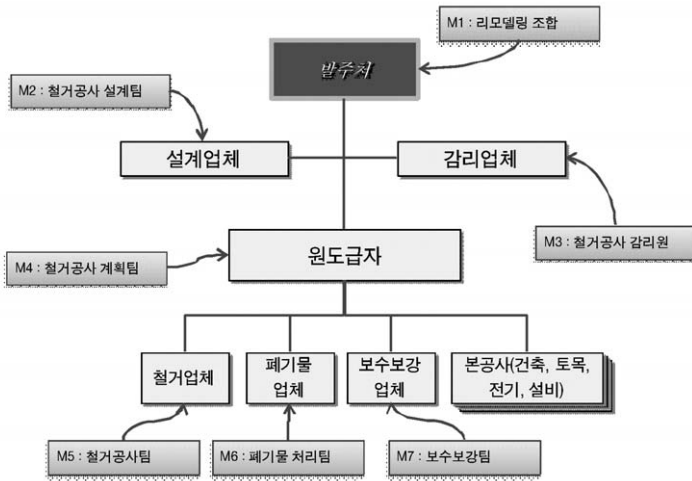


그림 16. 모델 Mechanism과 리모델링 조직의 연계

는 개체로 작용하는 메커니즘은 리모델링 사업 참여자 조직과 연계되며 프로세스의 원활한 진행을 위해 각 참여자간 역할과 책임구분이 그림 16과 같이 명확히 이루어져야 한다.

6. 모델의 검증 Case Study

6.1 사례단지의 개요

본 연구에서 제시한 친환경 리모델링 철거공사의 모델을 검증

의 대상은 대한주택공사의 제주 동흥 3단지 영구임대아파트로 하였으며, 해당단지의 개요는 다음과 같다.

표 5. 대상단지의 개요

구분	개요
단지명	서귀포 동흥 3단지 영구임대 아파트
위 치	제주도 서귀포시 동흥동 353-1 일원
구조형식	콘크리트 벽식(복도식, 개별 기름난방)
대지면적	17,779㎡ (건축면적 17,140㎡)
단지규모	아파트 (26㎡ 형 4동 200호, 30㎡ 형 5동 200호) 부대시설 (주민복지관, 판매시설 각 1동)
준공일자	1993. 3. 24 (약 15년 경과)
분석대상	대상 단지의 1개동(40세대, 리모델링 후 35세대)

6.2 철거물량산출

사례단지 개요의 그림 17과 같이 리모델링이 수행된다고 가정하고 기존 철거방식 및 친환경 철거방식을 적용하여 철거물량을



그림 17. 사례단지 리모델링 전 후 평면도

도출하였다(표6~76). 기존의 철거방식을 따르면 폐기물의 성상별, 종류별로 구분되지 않은 건축폐자재가 약 716톤, 혼합폐기물이 약 52톤 발생하는 반면 친환경 철거방식을 적용하면 철거폐기물이 매립폐기물(약 247톤), 소각폐기물(약 6톤), 재활용폐기물(폐콘크리트 약 213톤, 폐벽돌 약 294톤, 스티로폼 약 2톤, 유리재 약 4톤)이 종류별로 구분되어 반출되는 것을 알 수 있다(표 6~7 참조).

표 6. 철거물량산출 결과(기존 철거방식 As-ls)

품명	규격	단위	합계
건축폐자재	-	톤	716,556
혼합폐기물	-	톤	52,115

표 7. 철거물량산출 결과(친환경 철거방식 To-Be)

품명	규격	단위	합계
매립폐기물	-	톤	247,707
소각폐기물	-	톤	6,4283
재활용폐기물	폐콘크리트	톤	213,996
	폐벽돌	톤	294,024
	스티로폼	톤	2,3145
	유리재	톤	4,2012

6.3 비용분석

친환경 철거공사와 기존 철거공사의 비용부분을 비교분석 하였다. 친환경 철거공사와 기존 철거공사는 철거방법이 서로 다를 뿐 철거물량은 같으므로 철거비용은 두 방법이 동일한 것으로 가정하였다. 다만 폐기물의 선별분리에 따른 폐자재 처리수수료(폐기물 처리비)가 두 방식이 서로 다르므로 이를 비용분석의 대상으로 하였다. 그리고 폐기물 처리 단가는 일위대가를 기준으로 작성하였다. 하지만 기존의 방식과 친환경 철거방식의 철거공사 기간의 차이는 고려하지 않았다. 기존의 방식은 폐콘크리트, 폐벽돌이 건축폐자재와 섞여있으므로 폐기물 처리 단가가 일위대가 상으로 25,601원이나, 친환경 철거방식을 적용하면 폐콘크리트와 폐벽돌이 각각 다른 건축폐자재와 분리되어 있는 상태에서는 단가가 15,950원으로 낮아지며 이는 폐자재 재활용

표 8. 폐자재 처리비

(단위 : 원)

품명	규격	단위	친환경 철거공사(To-Be)			기존 철거공사(As-ls)			증감
			수량	단가	금액	수량	단가	금액	
폐자재 처리	폐콘크리트	톤	213,996	15,950	3,413,236	0	25,601	0	3,413,236
	폐벽돌	톤	294,024	15,950	4,689,682	0	25,601	0	4,689,682
수수료	건축	톤	255,535	25,601	6,541,951	716,556	25,601	18,344,550	-11,802,599
폐자재	혼합 폐기물	톤	5,212	176,468	919,945	52,115	176,468	9,197,567	-8,277,722
	건설 폐기물 운반비	15톤 덩크 30km 중간처리	톤	768,671	11,503	8,842,022	768,671	11,503	8,842,022
합계					19,717,054			36,384,139	-16,667,085

표 9. 분리철거비용이 계상된 건축철거공사비

(단위 : 원)

품명	친환경철거공사 (To-Be)	기존철거공사(As-ls)	증감
철거공사비	89,158,945	89,158,945	0
폐기물처리비	19,717,054	36,384,139	-16,667,085
분리철거비	5,443,799	0	5,443,799
합계	114,319,798	125,543,084	-11,223,286

수익의 발생으로 인해 폐기물 처리업체에서 보다 낮은 단가에 폐기물을 처리함에 따른 가격변화라 볼 수 있다. 비용 시뮬레이션 결과 1개동(40세대)의 폐기물 처리 비용이 16,667,085원이 절감됨을 알 수 있다.

독일을 비롯한 선진국의 철거공사 사례에 따르면 친환경 철거로 인한 분리철거 비용이 철거공사비의 5%정도 발생하였다. 국내에는 아직 이러한 방식이 적용되지 않아 정확한 통계를 집계할 수 없어 선진국의 사례에 의해 5%를 분리철거비용으로 가산하였다. 그 결과 친환경 철거공사를 적용하였을 때 기존의 방식보다 8.9%의 철거비용을 절감할 수 있는 것으로 나타났다.

6.4 친환경성 분석

경제적인 측면 이외에도 그림 17에서 볼 수 있듯이 기존의 방식 보다 건축폐자재, 혼합폐기물의 비율을 낮추어 폐기물 재활용률이 약 40% 상승하는 것으로 분석되었다.

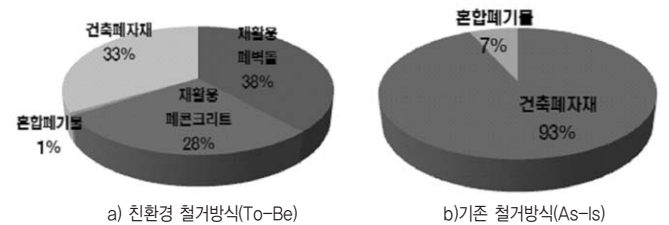


그림 18. 폐기물 발생비율 비교

향후 노후 공동주택의 수의 급격한 증가에 따라 재건축 또는 리모델링의 성능개선사업이 활발히 일어날 것으로 예측된다. 따라서 성능개선사업에 따른 폐기물이 급격히 증가될 것이고 이에 따라 폐기물 처리문제가 국가적인 차원에서 심각하게 대두될 수 있다. 최근 폐기물재활용촉진에관한법률에 따르면 폐기물의 종류별 발생 예상량, 폐기물 종류별, 성상별 분리배출계획, 건설현장에서의 재활용 계획을 배출자가 관공서에 제출하여야 한다. 따라서 더 이상 기존의 철거방식으로는 이러한 법적 기준을 만족시킬 수 없으며 친환경 철거방식의 적용이 필수적인 조건이 된다. 또한, 다량의 매립폐기물 발생과 재활용을 감소에 따른 LCCO2의 증가에 따른 환경적인 피해를 줄이기 위해 폐기물의 선별분리과정을 포함한 친환경 철거공사계획 적용이 반드시 이루어져야 한다.

7. 결론 및 향후연구

현행 노후 공동주택 리모델링 철거공사는 아직 공사사례가 그리 많지 않고 시공업체도 많은 노하우를 가지고 있지 못한 실정이다. 따라서 체계적인 공사계획을 수립하지 못함에 따라 당초 계획보다 공사비용, 공기가 증가하고 폐자재의 재활용 효율도 낮은 실정이다. 본 연구의 친환경 리모델링 프로세스를 통하여 리모델링 철거공사 이전의 계획단계부터 철거완료까지의 업무 내용 및 지침이 제공될 수 있을 것으로 기대된다. 이를 바탕으로 보다 체계적이고 친환경적인 리모델링 철거공사 계획이 가능해져 비용, 공사기간 증가의 문제가 감소되고 폐기물 재활용율이 증가할 것이다. 향후 본 연구에서 제안하는 친환경 리모델링 철거공사 프로세스 모델의 검증이 필요하고 이를 통해 개선효과를 정량적으로 파악할 필요가 있다.

참고문헌

1. 강기성 외 3인, “공동주택 리모델링 공사사례 보고서 ?마포 용강시범아파트 및 압구정 아크로빌”, 대림기술정보, 2004.
2. 김효진, “공동주택 철거잔재의 활용성 향상을 위한 해체기술 및 시스템 개발”, 한국건설교통기술평가원, 2004.
3. 김효진 외 3인, “해체공사 수행실태 및 공동주택 분별해체 시험시공”, 한국건설관리학회 논문집, 2006.
4. 백중현, “노후 건축물 해체공사의 실태 분석 및 개선방안에 관한 연구”, 영남대학교 대학원, 2005.
5. 신남수 외 2인, “공동주택의 리모델링 전략을 위한 안전진단의 경제성 분석 모델”, 한국건설관리학회 논문집, 2005.
6. 윤용진, “방배동 궁전아파트 리모델링 공사”, 쌍용 건설기술, 2007.
7. 이재철 외 2인, “벽식 아파트 리모델링 시 내력벽 제거에 따른 응력변화 분석”, 한국건설관리학회 논문집, 2005.
8. 임석호 외 3인, “공동주택의 친환경 리모델링을 위한 부분집합부 유형별 설계 및 시공방안에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 2007.
9. 정중석 외 3인, “주거용 건축물 해체 전,후의 건설폐기물 발생량 비교, 분석을 통한 건설 폐기물 발생 원단위 작성에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 2007.
10. Ken Sandler, “Analyzing what’s recyclable in C&D debris”, Biocycle, 2003.
11. Manar Shami, “Managing deconstruction projects for sustainability”, AACE International Transactions, 2007.
12. Robert McKim, Tarek Hegazy, Mohamed Attalla, “Project performance control in reconstruction projects”, Journal of Construction Engineering and Management, 2000.
13. Tarek A. Awida, “Partial demolition and extension of kuwait medical college building”, Journal of Architecture Engineering, 2002.
14. The U.S. Environmental Protection Agency, “Characterization of building-related construction and demolition debris in the US”, 1998.

논문제출서: 2007.11.20

심사완료일: 2008.04.14

Abstract

Demolition work is a precedence activity that is performed earlier than other remodeling activities. And demolition work is one of the critical path activities. So, demolition work is needed for systematic plan and management. However, contractors of the remodeling project established a rough plan and did not consider recycling wastes, safety of workers and structural stable of building. To improve this problem, a eco-friendly process model of remodeling project is needed to be established. The process model is composed of five phases; 1) survey and analysis of general condition of demolition work, 2) prepare documents of demolition work 3) establishing demolition work plan, 4) demolition and inspection, 5) post-demolition management. Especially, demolition documents are based on establishing WBS, selecting the equipment and method, waste management and structure reinforcement. A process model of eco-friendly demolition work is developed by using IDEF0 method.

Keywords : Aged-Housing, Remodeling, Eco-friendly, Demolition work, Process, IDEF0 model
