

2 Life Cycle Costing for Construction

글 김상훈 \ 건축기술부 과장 \ 전화 02-3433-7774 \ E-mail madmax91@ssyenc.com

1. 서론

1980년대 초반에 소개된 LCC 분석기법은 국내 건설산업에 많은 영향을 주었다. 기존의 초기 건축비 위주의 건설개념에서 유지관리비를 고려한 건설의 중요성을 강조하였으며, 최근 강조되고 있는 Value Engineering(가치공학)의 타당성 분석자료로 쓰이고 있으며, 기존 건축물의 리모델링과 재건축의 경제성 분석에서도 도입되고 있는 실정이다.

특히, FM(Facility Management)쪽에서는 다각도의 연구 및 개발이 이루어지고 있으며, 해외 Energy 분야에서는 거의 필수라 할 수 있을 정도가 되어있다.

본고에서는 에너지측면에서만 바라보는 LCC보다는 건축물 생애주기인 해체, 철거, 건축 및 유지관리 등의 전체적인 관점에서의 LCC를 소개하고자 한다.

2. 생애주기비용분석(Life Cycle Costing)의 개요

2-1. LCC의 개념

생애주기비용분석(Life Cycle Costing)은 건설프로젝트의 총 비용(Total Cost of Ownership)을 분석하는 기법 및 과정을 의미하며 총비용이란 건설사업비와 유지관리비(해체, 철거비 포함)를 의미한다.¹⁾

LCC는 기본적으로 경제성 평가를 위한 수단이며 평가대상은 프로젝트, 설계 대안, 시스템, 장비(Plants), 자재 등으로 다양할 수 있다. 즉, 다수의 프로젝트 또는 설계 대안 등의 경제성을 평가하고 최적대안을 결정하는 과정에서 LCC를 통해 각 대안의 총비용을 산정하고 최종안에 대한 의사결정시 참조하게 된다. 또한 LCC는 초기의 높은 건설사업비가 향후 유지관리비용에 의해 정당화(Justification)될 수 있을 지에 대한 검증을 위해 활용되기도 한다.²⁾

2-2. 건설업에서 생애주기비용 (Life Cycle Cost in the Building Industry)

건물의 디자인 결정이나 건물 요소의 결정에 있어서 전통적으로 초기투입비용(Initial Construction Cost)에 의하여 비교되어 왔다. 이러한 결정 요인은 상당히 단순한 2가지의 논리요소로 정당화되어 왔다.

그 논리요소는 다음과 같다.

첫 번째로는 건물의 Procurement System에서 초기자본비용이 유일하고 중요한 비용이라는 점이다. 따라서 다른 비용은 중요하지 않고 무시될 수 있다는 것이다.

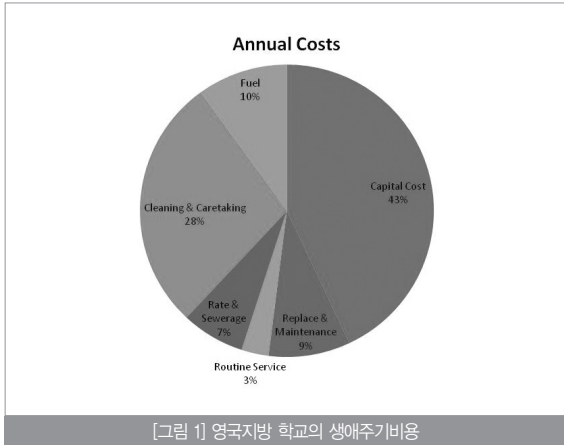
두 번째로는 자본비용이 가장 중요한 비용이기 때문에 최저의 자본비용 선택이 최저의 전체비용이라는 단순한 논리이다.

이러한 논리는 간단한 비용의 분포로서 모순점을 발견할 수 있다.

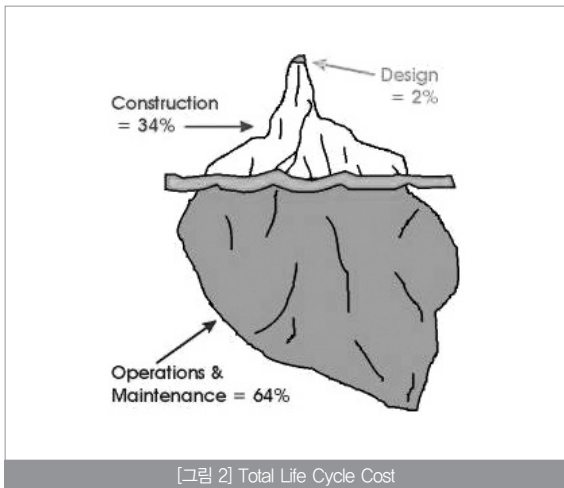
1) <http://www.cbpp.org.uk>

2) HM Treasury, Procurement Guidance No.4 : Whole Life Costing, Office of Government Commerce, 1999

아래 [그림 1]은 영국지방의 작은 초등학교에서의 생애주기비용에 대한 결과를 잘 나타내어 주고 있다. 실제로 그림에서와 같이 자본비용은 전체비용의 절반이하인 43%이며, 이는 청소(Cleaning), 관리(Caretaking), 대체(Replacement)와 유지(Maintenance) 그리고 일상적인 서비스 비용(Routine Servicing Costs)의 합보다 3%정도 많을 뿐이다.

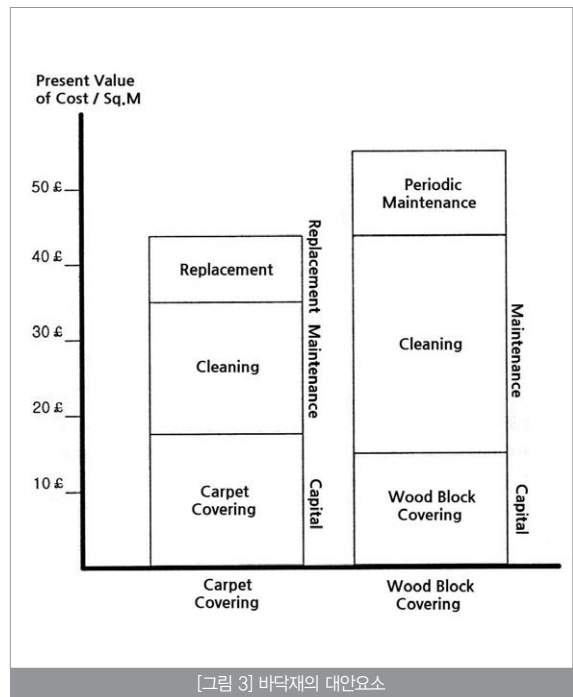


우리에게 흔히 알려져 있는 [그림 2]는 단기적이고 건설비용만이 전부가 되지 않는다는 것을 단적으로 나타내어 준다.



또한 건설업에 있어서 발주처에게 제시할 수 있는 비용접근 부분에서는 건설비용만이 아닌 전체비용으로서의 접근이 가능해 질 수 있어, 전체 비용의 절감을 이룰 수 있음을 보여 준다.

[그림 3]에서 보드시피 2가지 바닥재의 선택에 있어서, 단지 Carpet이 초기 비용이 더 든다는 사실에도 불구하고 전체적인



비용은 Wood Block보다 더 절감이 된다는 것을 알 수 있다.

건설업에 있어서 과거의 '최소자본비용'이 완전히 잘못된 것은 아니라고 하더라도, 이제는 더 이상 이 가정으로만 전체비용을 판단할 수 없게 되었다. 따라서 LCC의 접근방식은 사업초기 단계 및 건물의 관리에 있어서도 그 중요성이 나날이 증대되고 있다.

2-3. LCC 적용의 현실적인 문제

이렇게 증대되고 있는 LCC의 접근 방식에 있어서 현실적으로 LCC를 프로젝트에 적용하는데 있어서 가장 큰 난관은 LCC 방식을 채택하도록 발주자를 설득하고 이를 수용하게 하는 것이다. 이것은 LCC 비용이 유지관리비용의 예측을 수반하게 되며, 이러한 비용은 그 성격상 미래 비용(Future Costs)이기 때문이다. 또한 LCC 과정에서 유지관리 비용이 우수한 대안은 대부분 초기 건설비가 높게 나타나는 것이 일반적인 경향이다. 즉, 발주자에게 미래의 절감을 위해 현재 건설사업비를 추가 지출하도록 설득하는 것이 매우 어려운 것이다. 특히, 발주자가 분량을 목적으로 하는 경우에는 LCC의 도입이 더욱 어렵다.

이는 발주자가 초기 사업비의 회수를 건물의 매각대금으로 회수하기 때문에 건물의 유지관리비용을 그렇게 중요하게 생각하지 않기 때문이다. 그러나, 건물의 운영하여 초기건설비를 회수하는 방식이나 회사의 사육을 건설하는 경우는 LCC의 접근 방식이 발주처를 설득하기에는 더 나은 점이 있다.

3. LCC의 중요성 및 적용시점

3-1. LCC의 중요성

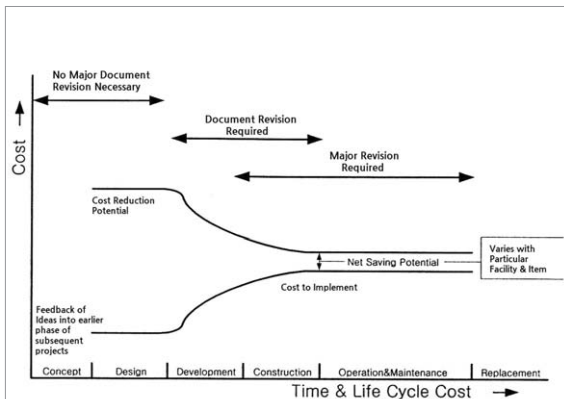
LCC의 중요성은 최근의 경향으로 건물주의 의사결정자가 전체적인 비용을 검토하기 시작했다는 점이다.

과거에 있어서는 건물을 구입하는 것으로의 판단으로 끝났으며, 운영비용(Running Costs)과 교체비용 등에 관한 사항이 많이 고려되지 않았으며, 발주자의 입장에서도 초기 디자인 과정에서의 건설사업비용을 증대시키는 옵션이 향후 운영비용을 상당히 줄여 줄 수 있음을 알지 못했다.

최근에 들어서는, 전 세계적인 에너지문제와 더불어 친환경적인 이슈들이 대두 되면서, 향후 증대되는 에너지 비용의 상대적인 중요성이 커지기 시작하였다. 이에 '최소자본비용'을 선택함에 있어서 운영비용이 차지하는 역할이 늘어나고 있으며, 자본과 운영비용을 구분하여 보는 방식보다 통합하여 판단하는 성격이 강해지기 시작하였다. 이러한 이유로서 LCC의 중요성은 더욱 커지기 시작하였다.

3-2. LCC의 적용시점

LCC의 중요성이 부각되면서, LCC는 디자인 프로세스상에 가능한 빨리 적용되는 것이 Cost Saving에 절대적으로 영향을 미친다는 것이다.



[그림 4] LCC에 따른 절감과 실행시기 사이의 관계

[그림 4]에서 보듯이, LCC의 실행이 늦어질수록 실제적인 Saving 효과는 줄어들 수 밖에 없다. Construction Management에서의 일관적 사항처럼 'The Sooner, The better'란 용어가 이를 잘 설명해 주고 있다.

4. LCC 접근의 구성요소

건설업에 있어서 LCC의 접근에서 몇 가지의 구별되는 적용이 있다. 이는 아래와 같은 다섯 가지의 질문을 통해 알 수 있다.

Question 1. 특정한 건물 또는 구성요소를 획득하기 위한 결정의 전체 비용 계약(Total cost Commitment)은 무엇인가?

Question 2. 특정한 건물 또는 구성요소의 획득과 관련된 단기적 운영비용은 무엇인가?

Question 3. 여러 가지 선택 중에서 어떤 것이 최저의 전체 생애 주기비용을 제공하는가?

Question 4. 완공된 건물 또는 건물요소의 운영비용은 무엇인가?

Question 5. 완공된 건물의 운영비용은 어떻게 절감할 수 있는가?

이러한 5가지의 질문을 통하여 LCC에 주요요소와의 연결점을 찾을 수 있다.

1) Life Cycle Cost Planning(LCCP)

위의 5개의 질문에서 1, 3항목에 적용되는 것이며, 설계단계에서 적용되는 요소이다.

LCCP는 건물전체 또는 요소를 만드는데 드는 전체비용을 확인하는 것이다. 이것은 초기건설비용과 뒤따르는 운영비용을 명확히 고려하고, 할인율을 적용하여 일관되며 비교 가능한 비용을 표현하는 것이다.

둘째, LCCP는 주어진 목적을 위하여 각 요소의 선택을 하기 위한 효과적인 방법을 동원하여야 한다.

설계자나 발주자 입장에서는 항상 대안을 여러 개 가지고 판단하려 할 것이다. 이러한 대안들을 비교평가하기 위한 적절한 도구 (Tool Technique)를 사용하여야만 한다.

또한, LCCP는 다양한 원천으로부터 데이터를 수집하고 조작하는 것을 포함한다. 일관된 접근이 LCC를 수행하는 중요한 포인트가 될 수 있다. 일관성과 더불어 LCCP는 반드시 객관적이어야 하며, 모든 범위를 포괄하고, 대안의 요구에 민감하며, 시기적절한 방법으로 성취되어야 함을 강조되어야 한다.

2) Full Year Effect Costs(FYEC)

FYEC는 두 째 질문에 해당하는 것으로, 발주자가 설계단계에서 제안된 건물의 단기적인 실제 운영비를 원하는 경우도 있다. 이럴 때, LCC분석자는 보통 1년에서 3년까지의 기간에 대한 운영비에 대한 견적을 제공하는 경우가 있다. 이러한 견적이 FYEC이다. 이러한 비용은 할인율을 적용하는 미래비용으로 적용되지는 않는다.

실제적으로 공공부분이나 민간부분에 있어서는 건물의 운영의 예산을 수립하기 위하여 이런 비용이 필요하게 된다.

3) Life Cycle Cost Analysis(LCCA)

LCCA는 처음 제시한 5개의 질문 중 4번째에 해당하며, 분석단 계로 실제 입주된 건물의 운영비와 성능에 대한 정보를 수집하는 일이다. 이러한 LCCA의 데이터가 의미를 가지기 위해서는 반드시 물리적인 성능과 건물의 정량적인 특성에 관한 세부 사항들과 연결되어야 한다.

[그림 5]는 4가지 데이터 영역 내에서 수집된 정보의 유형을 간단한 다이어그램 형식으로 보여준다.

LCCA의 주요 포인트는 기존 건물의 사용에 들어가는 실제 비용

을 분석하는 것으로 건물 유지관리비용의 Historical Database를 만들어 낼 수 있을 것이며, 이것은 향후 설계될 건물의 Feedback자료로서 매우 중요한 역할을 해낼 수 있는 것이다. 이러한 LCCA는 과거자료의 축적미비, 설계단계에서의 Feedback 미비 등과 표준화되고 체계적인 접근방법의 부재 등의 이유로 말미암아 실용화 되지는 않았으나 LCC분석에 있어서 중심적인 Approach에 해당한다고 할 수 있다.

4) Life Cycle Cost Management(LCCM)

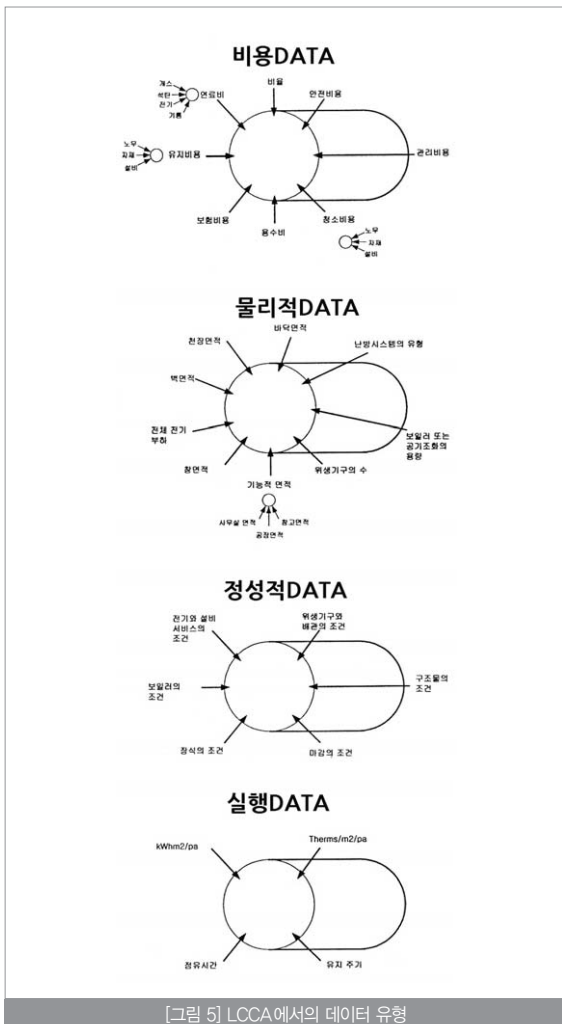
LCCM은 위의 질문 중 5번째에 해당되는 사항이며, LCCA의 파생물이다. 이것은 LCCA에 의해 세부화된 운영비가 Operating Practice를 변경하거나, 또는 적절한 시스템으로 변경함으로써 줄어 들 수 있는 영역을 확인한다.

LCCM은 첫째로는 성능이 LCCP와 다른 곳, 왜 다른지, 다른 것이 중요한지 아닌지, 그리고 현재의 성능이 변경될 수 있는지를 확립하기 위하여 필요하다.

둘째로는 건물의 효율성을 극대화하기 위한 대안을 제시하기 위하여 필요하며, 셋째로는 회계상의 목적으로 자산에 대한 정보와 신뢰도 요소를 제공하기 때문이다.

넷째로는 건물에 대한 유지정책의 수립을 보조하기 위함이며, 마지막으로 건물에 관계된 아이템에 대한 세금 조연을 위함이다.

이러한 의미에서 LCCM은 기존의 건물과 건물시스템에 관한 것이며, LCCP는 새로운 건물과 그 시스템에 대한 것이다.



[그림 5] LCCA에서의 데이터 유형

5. LCC의 핵심기술

LCC를 보다 정확하고 효율적으로 분석하기 위해 요구되는 핵심 기술은 다음과 같다.³⁾

1) 개산견적 기술(Estimating)

LCC의 대안이 발굴되고 이 대안 분석을 위한 가정이 설정되고 나면, 각 대안에 대한 Cost를 체크하기 위해 비용을 견적하게 된다. 이때 비용견적이 정확할수록 정확한 대안 분석 및 평가가 가능할 것이다. 비용견적은 LCC의 기본적인 업무 이면서 동시에 핵심기술이라고 할 수 있을 것이다.

2) 생애주기비용계산 기법

LCC는 다년간에 걸쳐서 발생하기 때문에 서로 다른 시점의 비용

3) 김한수 외, 건설산업의 효율성 및 생산성향상전략, 영국건설산업 혁신운동의 벤치마킹 결과를 중심으로, 세종대학교, 한미파스스, 2002

을 단순 계산하는 것은 바람직하지 않다. 이를 동일한 지출시점으로 환산하는 여러 가지 방법을 동원해야 하며, 이러한 방법은 LCC 분석에 필요한 도구이다.

3) 감도분석(Sensitive Analysis)

LCC는 미래비용에 대한 예측을 기본으로 하기 때문에 비용산정을 하는 과정에서 각종 가정 변수(Assumptions)를 하게 된다. 감도분석이란 이러한 가정변수의 조건을 변경하여 그 결과를 비교함으로써 보다 신뢰성있는 LCC를 가능하게 한다. 또한 근본적으로 가정변수를 합리적으로 설정하는 것도 LCC의 핵심기술이다.

4) 리스크비용 예측

LCC는 미래 비용을 예측하여 평가하므로 리스크 요소가 크다. 따라서 성공적인 LCC를 하기 위해서는 Risk Cost를 평가 관리하는 것도 중요하다.

5) 현실적인 가정변수(Assumptions)의 설정

LCC의 미래비용은 가정변수를 기반으로 예측된다. 따라서 각 대안의 LCC 평가시 현실적인(Realistic) 가정변수를 설정하는 것은 중요하다.

6. Value Engineering과 LCC

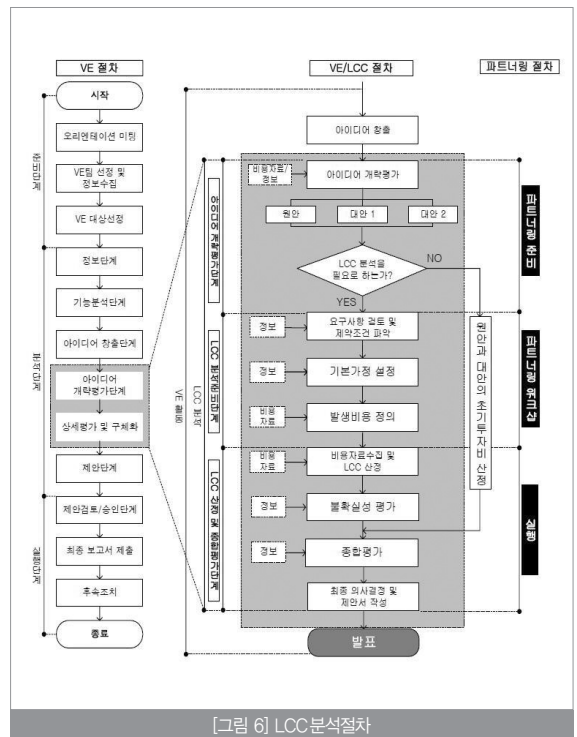
LCC 분석은 모든 VE 대상에 적용되는 것은 아니지만, 대안이 발주자의 운영유지관리비에 중요한 영향을 미칠 것으로 예상되는 경우에는 반드시 요구되는 분석이다. 이는 정량적인 자료를 바탕으로 수행되며, 경우에 따라서는 정량적인 자료 없이 팀 구성원의 의견에 기초하여 실행될 수도 있다.⁴⁾

LCC의 분석절차는 아래 [그림 6]에서와 같이 나타날 수 있으며, 크게 아이디어 개략평가 단계, LCC분석준비단계, LCC산정 및 종합평가단계로 구분된다.

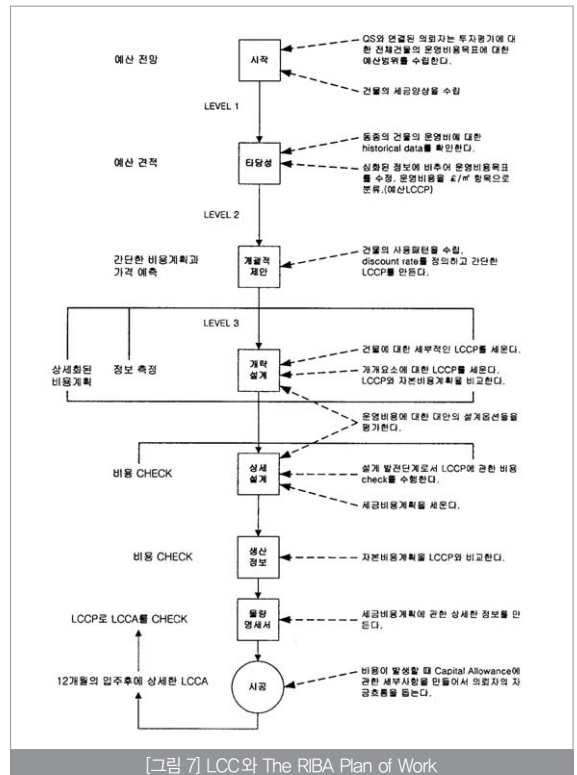
7. LCC System

LCC시스템의 주요한 범주는 다음과 같다.

- 자본비용(토지, 건설비용 포함)
- 운영비용(청소, 에너지비용 포함)
- 유지비용(Annual)



[그림 6] LCC분석절차



[그림 7] LCC와 The RIBA Plan of Work

4) Kelly J. and Male S., Value management | Design and Construction, E&FN SPON, 1993, P112

- 교체와 변경비용(간헐적)
- 잡비
- 폐물회수

[그림 7]은 LCC 실행에서의 Work Plan을 나타내고 있다.

8. LCC의 기대효과 및 성공요인

8-1. 주요 기대효과

1) 대안들의 경제성 평가

LCC는 여러 대안들의 경제성평가를 가능하게 해준다. 임대나 계약에 대한 평가 또는 가능하며, 시장테스트 절차에도 사용 될 수 있다. 사업의 기획과정에서 명확한 경제성 평가는 비용 절감뿐만 아니라, 적절한 투자 유도를 가능하게 한다.

2) 총비용(Total Cost)에 대한 인식제고

LCC 적용은 건설프로젝트의 자원과 운영비용 요소에 대한 인식을 제고하며, 결과적으로 시설물의 건설단계에서부터 생애주기비용이 고려되어 유지관리 비용의 절감을 가져올 수 있다.

3) 사업비에 대한 정확한 예상

LCC는 모든 단계에서 주요 투자결정에 대하여 개선된 의사결정을 이끌거나 비용효과성을 세움으로써 미래비용 지출에 대한 좀 더 정확한 예상(Forecasting)을 하고 구매비용에 대한 정확한 평가를 할수 있다.

4) 건설사업비 및 유지관리비의 적정화

LCC과정 속에서 유지관리 방법 및 전략에 대한 심층적인 분석이 이루어지며 이를 통해 유지, 관리방법 및 전략의 개선을 도모할 수 있고, 이를 기반으로 건설사업 및 유지관리비 적정화를 달성할 수 있다.

8-2. 성공요인

LCC에 대한 성공요인으로 아래와 같은 것이 될 것이다.

1) 총비용에 대한 발주자 인식 및 수용

LCC는 미래 비용을 예측하고 평가하는 것이므로 불확실성 및 리스크요소가 크다. 발주자는 미래비용의 큰 절감을 위하여 초기 투자비가 다소 증가되는 것을 꺼려하거나 초기 건설비용만 자본비

용으로 인식하므로 더 많이 투입되어야 하는 운용관리비를 등한시 할 수 있다. 따라서 발주자의 LCC에 대한 인식 및 수용이 우선되어야 한다.

2) 활용 가능한 LCC Cost Data

LCC는 미래비용에 대한 예측을 기본으로 하고 있기 때문에 생애주기비용을 분석하는 과정 건설단계에서부터 생애주기비용이 고려되어 유지관리 비용의 절감을 가져올 수 있다.

3) 사업 초기 단계에서의 LCC 고려

생애주기비용에 대한 결정을 내리는 것은 사업초기단계이며 또한 생애주기비용 중에서 기획 설계비용이 차지하는 비율은 낮지만, 기획 설계에 따라 생애주기 제비용은 큰 영향을 받기 때문에 기획 설계비용이 건물전체의 경제성에 미치는 영향이 크다. 따라서 효과적인 LCC를 계획하고 그로 인한 성과를 거두기 위해서는 가능한 한 사업초기단계에서 LCC를 고려해야 한다.

4) 사업초기 단계에서의 LCC 전문가의 참여 및 전문가적 판단 활용

LCC산정 시 사업초기단계에서 전문가의 참여 및 필요 정보와 조언을 활용하여 생애주기비용이 충분히 고려된 설계가 되도록 하는 것이 중요하다.

5) 명확한 유지 관리 계획 전략

LCC분석에 있어 가장 중요한 것은 유지관리 비용에 대한 평가이다. LCC를 성공적으로 하기 위해서는 생애주기비용 중 가장 큰 비중을 차지하는 건물의 운영 및 유지관리 비용에 관한 명확한 계획 및 전략이 서야 한다.

8-3. 성공사례

영국에서 제공하고 있는 CBPP에서 제공하고 있는 LCC 주요 관련 사례를 살펴보기로 한다.

1) Marks & Spencer Financial Services사 사례⁵⁾

① 개요

Marks & Spencer Financial Services사는 사업의 확대로 완공 후 확장가능성을 요하는 건물을 신축하기로 하였다. 기존건물의 에너지 사용 비용이 매우 높았기 때문에 유지관리 비용이 초기투자비용 못지 않게 중요함을 인식하였고 이에 신축건물은 고품질

5) CBPP, Balancing high quality and energy efficiency, No 028, Construction Best Practice Programme

의 에너지 효율적인 건물이 되기를 원하였다.

② 접근 전략

건물사용하면서 드러난 교훈을 신축건물에 반영하였으며, 사업초기부터 건축가, 엔지니어 및 코스트 전문가를 포함하는 프로젝트 팀을 조직하여 참여하였다.

효과적인 LCC 분석을 위해 유사건물의 Bench Marking을 하였으며, 체계적인 유지관리 계획을 수립하였다.

③ 주요 성과

완공후 Tenant의 사용에 만족하였으며, 효율적인 에너지 사용을 인하여 유지관리 비용을 절감할 수 있었고, 유지관리 비용에 대한 보다 정확한 예측이 가능하였다.

2) Parktel 개발회사 사례⁶⁾

① 개요

Parktel 개발회사는 영국 통신(British Telecom)을 위해 연면적 7,400㎡의 3층 복합 건물을 £10,000,000 예산 내에서 완공해야 했으며 향후 건물의 유지관리 비용이 최소가 되도록 해야 했다. 이에 HBG시공사와 함께 건축가, 유지관리 엔지니어를 포함하는 프로젝트팀을 조직하여 이들은 사업초기단계에서 참여시켜 제한된 예산내에서 낭비요소를 제거하고 건설효율성을 향상시키며 에너지 효율적인 건물이 되도록 하였다.

② 접근 전략

사업초기단계에서 유지관리 전문가를 참여하였고, 초기투자비용 보다는 향후 발생될 유지관리 비용을 고려한 설계를 작성하였다. 특히, 건물사용자의 요구사항이 절감된 비용으로 충족되기 위해 사업초기단계부터 거주자가 참여하였다.

③ 주요 성과

거주자의 유지관리비용이 30% 절감되었으며, 폐기물 처리비용을 최소화 하였으며, 거주자와 계약시 환경적 이윤이 장점으로 작용하였다.

의사결정에서 중요한 사항이다. 이는 건축물이 긴 수명을 가지는 자산이기 때문이다. 단지 건물의 인도 비용만을 고려하는 것은 짧은 생각이다. 그와 함께 건물 구조, 건물의 개별 부분에 대한 건물의 운영, 유지에 있어서 운영비에도 관심을 기울여야 한다.

의사결정 도구로서 LCC Approach는 빌딩산업에서 중요한 이득을 제공한다. 관리기법으로서 현금흐름 및 빌딩부분들의 단기 운영비용을 산정하는데 이용될 수 있다.

보수적인 건설시장에서 LCC에 대한 인식이 나아진 건 사실이나, 아직도 발주자의 인식변화 등의 난제가 있는 것은 사실이다. 그러나 예전의 건설시장보다 달라진 미래에 LCC의 미래를 걸어볼 필요도 있다. S

참고문헌

- ① Life Cycle Costing for Construction, Roger Flanagan, George Norman,
- ② 건축물의 Life Cycle Cost 분석 시스템 개발에 관한 연구
- ③ 설계VE에서 파트너링을 이용한 LCC분석절차 개발, 류시홍 외 2인, 2002. 08, 대한건축학회논문집, 구조계 18권 8호
- ④ LCC 분석기법의 재발견, 박태근, 2004. 02, 빌딩문화
- ⑤ LCC 분석에 의한 오피스 건축물의 최적경제수명추정분석 및 장수명화에 관한 연구, 양봉석 외 2인, 2001. 12, 한국건설관리학회논문집, 제2권 제4호
- ⑥ LCC 성공사례 분석을 통한 주요 성공요인 및 Best Practice 발굴에 관한 연구, 김한수 외 2인, 2003. 12, 대한건축학회논문집, 구조계 19권 2호

9. 결론

Life Cycle Cost의 접근은 건설산업(Building industry)에서의

6) CBPP, Team-Working for environmental and economic gains, project No. 049, Construction Best Practice Programme