

공동주택 구성재의 경제적 수선형태 설정 연구

A Study on the Economic Repair Pattern of the Building Components in the Apartment Housing

이강희*
Lee, Kang Hee

채창우**
Chae, Chang U

Abstract

Building components have been deteriorated by various factors such as location, a building type, a surrounding environment and so on. In addition, each component has a peculiar characteristics, compared with other components in properties of matter and an used part. Building components would be required to maintain its function and performance to provide the resident with a decent living condition. It is important to decide the repair time, scope and a required cost in repair plan, considering the each component's characteristics. In this paper, it aimed at providing the economic repair pattern to analyze the relation of the time-elapse and the cumulative repair cost in the apartment housing, using the 3rd quadratic function. Results of the study are as follows: First, the shape of the function for the economic repair is classified into two type. One is the continuous increase type of the cumulative cost which properly means the iterative repair type after built. The other is that the function has the maximum state at a point which means one-repair after its repair would be delayed to a scheduled time. Second, the iterative repair pattern would include window, roof proof, lighting and water supply pipe. The other repair pattern would include the paintings, heating pipe and sign board.

Keywords : multifamily housing, condition level, deterioration degree, repair time, components. 3rd quadratic function
주요어 : 공동주택, 상태등급, 열화도, 수선시기, 구성재, 경제적 수선시기, 3차 함수

1. 서론

1. 연구 배경 및 목적

건축물은 준공이후 단기간에 해체 혹은 철거되지 않고 오랜 기간 사용하는 내구재의 특성을 지니고 있다. 따라서 유지관리 기간 동안 사용자 측면에게 안전하고 쾌적하게 이용할 수 있도록 기능과 성능을 제공하여야 하는 속성을 가지고 있다. 한편, 건축물은 준공 후 시간이 경과함에 따라 물리적·화학적 측면, 입지·환경적 요인 등에 의해 기능과 성능이 점차적으로 저하되는 특징을 지니고 있다.

건축물의 성능 혹은 기능을 건전하게 유지하기 위해서는 수선기법, 사용재료, 수선계획 등 다양한 측면에서 접근하여야 한다. 현재까지 대부분의 유지관리는 사후보전(breakdown maintenance)의 측면에서 이루어졌으며 예방보전(preventive maintenance)적인 측면의 중요성은 낮게

평가되어 왔다. 예방보전 측면의 유지관리는 준공 후 예상되는 수선시기, 내용, 수선범위, 소요예산비용 및 조달방법 등을 종합적으로 수립함으로써 시간의 경과에 따라 효과적으로 대처할 수 있다.

구성재는 물성, 사용부위, 환경적 특성 등으로 인해 열화의 진행형태가 다양하게 나타나게 된다. 따라서 유지관리 수립 내용 가운데 수선비용 측면은 구성재의 다양한 열화도 특성을 고려하여 제한된 비용으로 적정 시기에 수선을 함으로써 성능 혹은 기능을 유지하는 것이 중요하다. 이것은 수선비용 측면에서 유지관리 전략 수립 시 적정한 수선시기를 설정하던가 혹은 구성재 성능을 일정 수준 계속적으로 지속시키는지 등의 대안을 선택하는 요소로 활용된다.

이와 같이 수선시기와 소요비용과의 관계를 통해 최적의 유지관리 전략을 탐색하는 것이 요구된다. 즉, 소요비용이라는 제한조건하에서 구성재의 성능을 유지하기 위해 수선시기를 설정하는 것이다. 따라서 본 논문에서는 구성재에서 요구되는 수선비용과 시간의 흐름과의 관계 분석을 통해 경제적 수선시기를 제시하는 것이다. 이와 같은 연구결과를 통해 건축물의 유지관리 측면에서 전략 수립의 대안으로 활용할 수 있다.

본 연구는 과학기술부 우수연구센터 육성사업인 한양대학교 친환경건축연구센터의 지원으로 수행되었음(과제번호 R11- 2005-056-01005-0).

*정희원(주저자), 안동대학교 건축공학과 부교수, 공학박사.
**정희원, 한국건설기술연구원 선임연구원, 공학박사

2. 연구의 방법 및 내용

공동주택을 형성하고 있는 구성재는 준공 후 시간의 흐름에 따라 자연적으로 열화된다. 따라서 성능, 기능이 저하됨으로써 원상회복을 위한 수선이 요구되고 수선비용이 소요된다. 그러나 구성재는 고유의 열화특성을 가지고 있으므로 수선시기, 수선비용 등이 다양하게 나타난다. 결국, 적절한 시기에 적절한 비용으로 성능을 회복하는 경제적인 수선이 요구된다.

공동주택 구성재의 수선비용의 형태는 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 하나는 준공이후 시간의 흐름에 따라 계속적으로 유지관리비용이 증가하는 경우, 다른 하나는 준공이후 일정시점까지 수선비용이 계속적으로 증가하다가 정체하는 구간을 가지는 것 등이다. 전자의 경우는 시간의 흐름에 따라 수선비용이 단순 증가하는 것으로 조기에 수선을 반복적으로 수행하는 것이 적합하다. 후자는 준공 후 일정시점에서 수선비용이 증가하기 보다는 정체를 하는 형태로써 반복적인 조기 수선보다는 일정 경과시점에서 수선을 하는 형태이다. 따라서 경제적 수선시기는 누적수선비용을 최소화하면서 기능 및 성능을 유지할 수 있도록 설정하게 된다.

이를 위해 본 연구에서는 다음과 같은 연구방법과 내용을 포함하고 있다. 첫째, 공동주택 구성재의 경제적 수선 형태를 도출하기 위해 3차 함수를 이용하여 산정하였다. 이것은 수선비용과 경과년수와의 관계를 통계적 방법을 이용하여 설명할 수 있다. 3차 함수 모델의 적합성을 판단하기 위해 통계량을 활용하였다. 둘째, 수선비용은 시간의 흐름에 따라 화폐가치가 달라진다. 따라서 수선비용은 준공시점을 기준으로 하여 할인율을 적용하였다. 셋째, 분석대상 구성재는 크게 건축, 전기설비, 기계설비, 정보통신, 조경 등 5가지로 구분하였다. 건축부문에서는 창호, 조적, 도장, 미장 등 8가지 구성재이다. 전기설비는 조명과 기타, 기계설비는 급배수, 난방, 소화 등의 5가지 구성재를 포함한다. 정보통신 설비는 CCTV를 대상으로 하고 있다. 조경부문은 식재관련 시설과 일반 시설물 등으로 구성된다. 넷째, 구성재의 경제적 수선시기는 크게 두 가지 패턴으로 구분하였다. 크게 조기에 수선을 반복하는 구성재와 일정시점 경과시에 일시적으로 수선을 하는 것 등이다.

분석대상 공동주택은 1990년 준공 이후 1991년부터 2004년까지의 수선이력을 조사하였다. 조사내용은 준공 이후 공종별 수선내용과 수선비용이다¹⁾.

II. 수선비용과 수선시기와의 관계

건축물의 수선은 준공후 일정시기에 시행하기 보다는

1) 분석대상 공동주택은 1990년도에 임대주택으로 준공되어 5년 임대후 분양으로 전환되었다. 세대수는 11평 489세대, 15평형 451세대이며 관리연면적은 12,674평이다. 임대기간동안의 수선이력자료는 접근의 제한으로 준공후 1995년까지는 인터뷰에 의존하였다. 체계적으로 수선이력자료가 정리된 시점은 1995년부터이다.

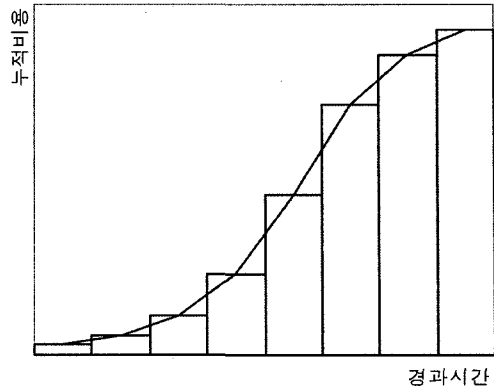


그림 1. 경과년수와 누적수선비용과의 관계

시간의 경과에 따라 필요한 시기에 수선을 시행하게 된다. 따라서 시간의 경과함에 따라 수선비용의 누적은 점차적으로 증가하는 형태를 지니게 된다. 그러나 일정 시점에서 수선 혹은 보수를 수행하면 그 시점이후에서의 누적수선비용은 정체된 형태를 갖게 된다. 누적수선비용의 형태는 <그림 1>과 같이 나타낼 수 있다.

건축물 구성재는 준공 후 일정 시기에 적절한 수선을 할 경우 성능, 기능을 계속적으로 유지하는 것이 가능하다. 그러나 수선을 하지 않고 그대로 방치하면 일정 시점에 대규모 수선을 할지라도 성능의 회복이 쉽지는 않을 뿐만 아니라 일시에 많은 수선비용을 조달하는 것은 현실적으로 어려움을 지니고 있다. 따라서 준공 이후 일정 기간 동안 소규모 수선에 소요된 비용과 대규모 1회 수선에 소요된 비용이 유사할지라도 소규모 수선을 주기적으로 반복하여 수행하는 것이 일반적이다. 그러나 구성재의 열화 진행 특성이 대상, 부위, 재료 등에 따라 다양하게 나타남으로 조기수선의 반복과 대규모 한차례 수선 가운데 구성재의 특성을 반영하여 선택적으로 하는 것이 바람직하다.

경제적 수선시기는 수선시기, 수선빈도와 수선비용을 대비하여 구성재의 성능을 제고할 수 있는 최적의 수선시기를 의미한다. 즉, 조기수선을 반복적으로 수행하는 것이 바람직한 것인지 아니면 일정 시점에서 대규모 수선을 할 것인지를 비교하여 나타낼 수 있다. 따라서 조기수선은 반복하여 소요되는 수선비용과 대규모 수선을 1회 실시하여 소요되는 비용을 비교하여 경제적인 수선시기를 선택할 수 있다.

III. 기존 연구고찰

건축물은 준공후 시간의 경과에 따라 열화되는 특징을 지니고 있다. 시간의 흐름에 따라 저하되는 기능과 성능을 유지하기 위해 비용, 수선시점, 관리측면 등 다양한 측면의 접근이 수행되었다. 유지관리에 요구되는 비용측면에서 고은형(1998)은 LCC와 MAPI이론을 이용하여 유지관리비가 최소가 되는 시점을 도출하였다²⁾. 특히, 유지

관리비용은 시간을 변수로 하는 4차 함수로 표현하고 있다. LCC와 MAPI 이론을 이용한 결과 약 35년 정도의 경제적 수명을 제시하고 있다. 그러나 이 연구에서는 데이터의 직접적인 조사보다는 기존 연구에서 제시한 자료를 이용하고 있으면 개발 구성재의 경제적 측면의 수명보다는 건축물이라는 포괄적인 측면에서 경제적인 수명을 제시하고 있다. 다른 계량적인 모델을 이용한 연구결과로써 김석봉(2000)은 군시설에 대한 유지보수비를 산정하는 방법으로 3차 함수를 이용하였다³⁾. 군시설 용도를 크게 5가지로 구분하여 각각의 유지관리비용을 산정하고 있다. 그러나 이 연구에서는 유지관리비용의 산출 모델에 대한 통계적인 설명력이 낮은 경우도 있다. 뿐만 아니라 시설용도를 전체적으로 통합하여 유지관리를 분석함으로써 건축물의 개별 구성재에 대한 산출모델을 제시하고 있지는 못하다.

한편, 공동주택 마감재의 수명연한을 고려한 내외장재의 리모델링시기를 연구한 오진수의 1인(2004)은 (재)일본주택리폼센터의 자료를 참조하여 국내의 사례조사를 통해 리모델링 시기를 제안하고 있다. 다만, 본 논문에서는 개별 부품, 구성재에 대하여 조사를 하였으나 리모델링 시기에 대한 제안은 건물전체에 대한 개념으로 나타나고 있다⁴⁾. rm 외에 손보식의 2인(2005)은 LCC를 이용하여 공동주택 개보수 후의 수명을 분석하였다. 이 연구에서는 사례분석을 통해 개·보수후의 수명은 약 30년 정도로 예상하고 있다.

상기와 같은 유지관리비용에 대한 다양한 연구는 개별 구성재 혹은 부품의 수선시기, 수선비용에 대한 결과보다는 건물전체에 대한 결과가 일반적이다. 다만, 고은형의 연구는 계량적인 방법을 이용하여 건물전체의 경제적인 수명을 탐색한 것이 특징이다. 또한, 김석봉은 계량적인 모델을 이용하여 군시설의 용도에 따른 개·보수비용 모델을 제시하고는 있으나 개별 구성재 혹은 마감재에 대한 세부적인 수선비용 모델을 제시하고 있지는 못하다.

IV. 경제적 수선시기의 작성 방법

경제적 수선시기는 조기수선과 일회 대규모 수선과 수선비용과의 관계를 활용하는 것이다. 수선시기를 설정하는 방법으로는 크게 확률론적인 접근방법(probabilistic approach)과 결정론적인 방법(deterministic approach) 등으로 구분된다. 확률론적인 방법은 구성재의 수선이 한 시점에서 발생하는 이산적(discrete) 특성을 갖기 보다는

연속적(continuous)인 특성을 가진다는 것을 이용하는 것이다. 따라서 경제적 수선시기는 하나의 시점보다는 범위로 제시하는 것이 일반적이다. 반면, 결정론적인 방법은 수선시기가 시간의 경과에 따라 이산적인 형태를 갖는 전제하에서 하나의 시점을 수선시기로 제시하게 된다.

전자는 건축물의 수선이력 데이터가 충분하지 않거나 제한적인 경우에 효과적으로 사용할 수 있는 방법이다. 그러나 수선시기를 범위화함으로써 정확한 시점을 제시하지는 못하는 단점을 지니고 있다. 반면, 후자는 수선이력 데이터가 충분할 경우 효과적인 것으로 하나의 수선시점을 제시함으로써 수선계획의 의사결정이 용이하게 이루어진다.

수선비용과 경과년수와 관계는 상기의 두 가지 방법을 이용하여 분석할 수 있다. 본 논문에서는 준공 이후의 수선비용과 수선시기를 모델화하는 결정론적인 방법을 이용하였다. 이것은 수선시기를 일정한 범위로 제시하기 보다는 누적수선비용의 증가형태 분석을 통해 적절한 수선시기를 제시하게 된다.

구성재의 열화를 방지 혹은 지연시키기 위한 수선에는 비용이 소요된다. 그리고 수선비용을 경과년수로 누적하면 점차적으로 누적수선비용은 일정비율로 증가하게 된다. 누적수선비용은 수선시기에 따라 가치가 다르게 나타난다. 이러한 누적수선비용의 가치 변화를 조정하기 위해 할인율 개념을 사용하여 보정할 수 있다. 본 연구에서의 누적수선비용은 할인율 7.5%를 적용하여 식 (1)과 같이 산정하였다.

$$P = \frac{F}{(1+i_c)^n} \tag{1}^5$$

여기서 P : 누적수선비용
 F : 당시의 수선비용
 i_c : 할인율
 n : 경과년수

수선시기와 누적수선비용과의 관계는 크게 두 가지 형태로 나타난다. 하나는 준공 후 일정 시점에 경과하면서 누적수선비용이 최대를 형성하는 형태와 다른 하나는 시간의 흐름에 따라 계속적으로 누적수선비용이 단순증가하는 형태이다.

전자(前者)는 수선시기와 누적수선비용과의 관계에서 누적수선비용이 최대를 형성하는 시기를 경제적 수선시기로 설정할 수 있다. 이때, 누적수선비용이 최대가 되는 시기까지는 수선시마다 수선비용이 계속적으로 증가하는 구간을 의미하며, 이후부터는 점차적으로 감소하는 경계시점을 의미한다(그림 2 참조). 그리고 누적수선비용의 증감변화가 발생하는 시기는 변곡점으로 설명할 수 있다.

2) 고은형외 2인, 공동주택의 최적 경제수명 추정분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계 14권4호, 1998, pp.247-254.

3) 김석봉, “군시설 적정유지보수비 산정”, 대한건축학회논문집 구조계 제16권8호, 2000.8.

4) 오진수의 1인, “공동주택 마감재 수명연한을 고려한 내/외장재 및 설비재의 리모델링 시기 설정에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 계획계 20권10호, 2004.10, pp.95-102

5) Robert Johnson, The Economics of Building, John & Sons, 1990, pp.32-35.

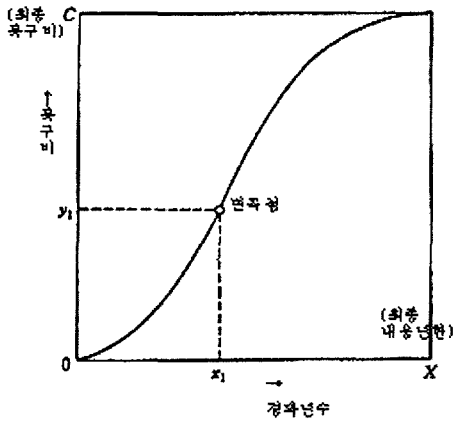


그림 2. 기능회복비용과 경과년수

변곡점은 누적수선비용의 증가율이 변화되는 구간이다⁶⁾. 누적수선비용과 수선시기와의 관계를 식 (2)와 같이 다항식의 모델로 설명할 수 있다.

$$Y = a_1X + a_2X^2 + a_3X^3 + a_4X^4 + \dots + a_nX^n \quad (2)^7$$

여기서 Y : 누적수선비용
X : 경과년수

경제적 수선시기는 준공 후 현재까지 이루어진 수선행위를 기록한 건물이력이 주요 역할을 한다. 이는 과거의 사례, 경험을 통해서 이루어진 건축마감재에 대한 보수가 미래에도 과거와 같은 경향으로 이루어진다고 하는 가정을 전제로 한다.

건축물은 준공 후 계속적으로 수선이 이루어지며, 그에 따른 경과년수와 누적수선비용과의 관계는 <그림 3>과 같은 계단형태로 나타난다. 이것은 3차 함수 등의 다항식으로 설명할 수 있으며 경과년수에 따른 누적수선비용이 최대 형성여부를 통해 경제적 수선시기를 도출할 수 있다.

누적수선비용은 경과년수에 따라 단순증가 하는 경우와 최대의 누적수선비용을 발생시키는 시점을 가지는 것으로 대비할 수 있다. 3차 함수식을 이용하여 누적수선비용을 산정하는데 식 (3)을 이용하였다⁸⁾.

$$Y = b_1T + b_2T^2 + b_3T^3 \quad (3)^9$$

6) 누적수선비용의 증감변화는 변곡점으로 설명할 수 있다. 이것은 변곡점으로 발생시키는 내용년수(Δx)에 대한 복구비(Δy)가 (+)에서 (-) 또는 (-)에서 (+)가 되는 시점이다.

7) 飯塚裕, 建物の維持管理, 緑島出版社, 1984, pp.153-155.

8) 다항식의 형태를 4차 함수로 추정한 결과 통계량이 3차 함수보다 신뢰성이 낮은 것으로 분석되었다. 따라서 본 논문에서는 3차 함수를 이용하여 경제적 수선시기를 분석하였다.

9) 飯塚 裕(1984)는 4차 함수를 이용하여 수선비용과 경과년수와의 관계를 설명하고 있다. 이것은 경과년수에 따른 수선비용의 증감을 도출하는 변곡점을 찾기 위한 것이다. 따라서 누적수선비용의 최대형성시기를 분석하기 위한 형태로는 2n+1(n은 자연수)차 다항식이 적합한 것으로 판단된다.

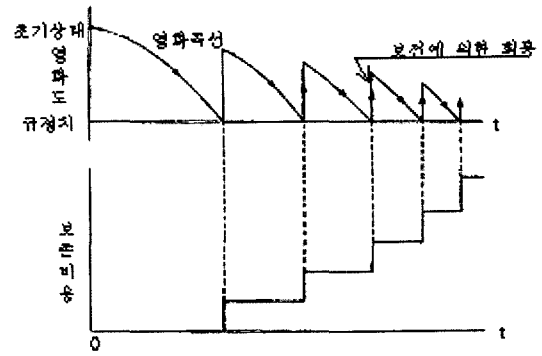
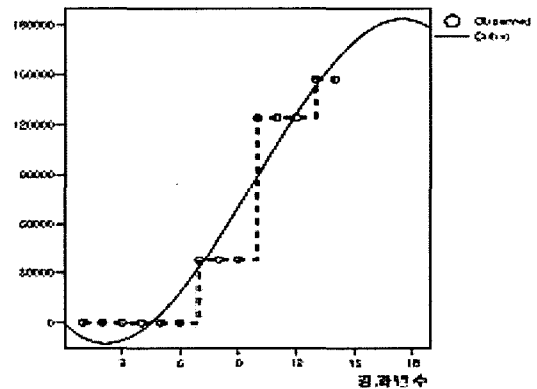


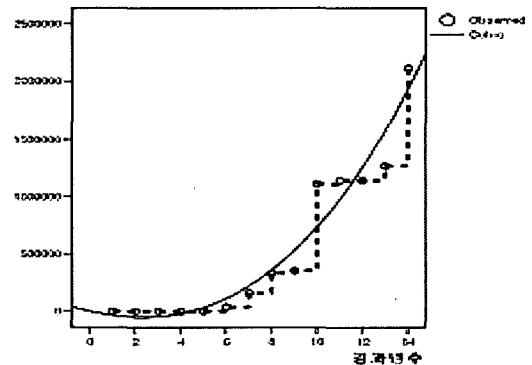
그림 3. 누적수선비용과 경과년수와의 관계¹⁰⁾

여기서 Y : 누적수선비용
T : 경과년수

식 (3)과 같은 3차 함수를 이용하여 경과년수와 누적수선비용과의 관계는 크게 두 가지 형태로 나타난다. 첫째는 경과년수에 따라 일정수준까지 누적수선비용이 계속적으로 증가하다가 일정시점에서 정체를 형성하는 것이다. 이것은 <그림 4>의 상단(a) 최대누적수선비용이



(a) 최대 누적수선비용이 발생하는 경우



(b) 단순증가하는 경우

그림 4. 누적수선비용의 발생형태

10) KISPA, oo사옥시설 중장기 보수기준 수립(건축분야, 2004, p.370

발생하는 경우)과 같이 나타낼 수 있다. 다른 하나는 경과시간에 따라 누적수선비용이 계속적으로 증가하는 것이다. 이것은 단순증가를 의미한다. 이것은 <그림 4>의 하단((b)단순증가하는 경우)과 같은 형태로 나타난다..

V. 구성재의 경제적 수선행태 분석결과

1. 분석대상 구성재

공동주택 구성재 가운데 경제적 수선행태를 작성하는 대상은 <표 1>과 같다. 크게 건축, 전기, 기계, 정보통신, 조경 등의 공종으로 구분하였으며 각각의 공종에 주요 구성재가 포함된다. 건축부문에서는 크게 7개의 주요 구성재와 그 외 기타를 포함한 8개이다. 전기부문은 2개이며, 기계설비부문은 5개로 구성된다. 정보통신부문은 1개, 조경시설부문은 3개의 구성재로 구성된다.

2. 경제적 수선행태의 설정

공동주택 구성재의 경제적 수선행태를 설정은 경과년수와 누적비용을 이용하여 3차 함수로 모델화하였다. 건축, 전기설비, 기계설비, 정보통신설비, 조경부문 각각의 3차 함수 모델과 형태를 살펴보면 다음과 같다.

건축부문의 분석대상 구성재는 크게 창호, 조적, 도장, 미장, 방수, 수장, 지붕, 기타 등으로 구분할 수 있다. 이들 구성재의 3차 함수의 모수(parameter)는 <표 2>와 같다.

건축부문의 분석대상 구성재는 <표 2>에서 제시한 바

표 1. 공종별 구성재의 분류¹¹⁾

공종	분류	소분류
건축	창호	창호, 유리, 창호잡철
	조적	
	도장	페인트, 락카
	미장	
	방수	방수, 옥상방수, 실리콘
	수장	
	지붕	
	기타	앵글, 기타
전기설비	조명	
	기타	
기계설비	급배수	수도부품, 파이프
	난방	
	소화	
	위생	
	기타	모터, 펌프, 기타
정보통신설비	CCTV	
조경	식재	
	시설물	
	기타	

11) 구성재는 사전적인 의미에서는 하나의 독립된 형태를 가진 물체를 의미한다. 그러나 본 연구에서는 도장, 방수 등을 따로이 설정하기 보다는 구성재로 포함하였다.

표 2. 건축부문 구성재 3차 함수모델의 모수

구성재	b ₁	b ₂	b ₃	통계량		
				R ²	F-value	d.f.
창호	13,024.5	-3,682.6	374.3	0.898	32.3	11
유리	-75,478.0	17,452.5	-560.7	0.902	33.9	11
창호잡철	22,144.3	-5,957.4	541.7	0.915	36.11	10
조적	-14,234.0	3,588.1	-126.5	0.964	89.8	10
도장(일반)	-52,732.0	11,861.1	-351.1	0.973	120.9	10
도장(락카)	-4,416.6	1,305.2	-61.0	0.976	136.4	10
미장	-129,292.0	36,441.6	-1639.4	0.978	145.9	10
방수(일반)	10,433.5	-3,222.9	427.3	0.967	98.5	10
방수(옥상)	207,464.0	-63,313.0	4,428.2	0.943	54.8	10
실리콘	-15,895.0	-993.1	736.9	0.993	465.9	10
수장	-58,462.0	15,257.4	-664.3	0.959	77.38	10
지붕	105,139.0	-33,000.0	2,374.1	0.914	35.6	10
철판(앵글)	-26,818.0	6,460.1	-178.9	0.941	52.9	10
기타	-81,127.0	24,900.4	-1,125.9	0.971	113.4	10

와 같이 3차 함수 모수를 이용하여 각각의 형태를 그래프로 나타내면 <그림 5>와 같다. <그림 5>에 의하면 건축부문의 구성재 가운데에서 준공 이후 조기수선을 통해 경제적 수선이 적합한 구성재는 창호, 유리, 창호잡철, 조적, 도장(일반), 방수(일반), 옥상방수, 실리콘 처리, 지붕, 앵글공사 등을 들 수 있다. 그리고 준공이후 일정시점에서 누적수선비용이 최소가 되는 구성재는 도장(락카), 미장, 수장, 기타 등을 들 수 있다.

누적수선비용이 단순 증가하는 구성재 가운데 창호는 준공후 6년까지 증가수준이 매우 낮다. 따라서 수선비용 측면에서 6년이 경과하면서 반복적인 조기수선을 통해 누적수선비용의 증가를 낮추는 것이 바람직하다. 유리는 약 5년이 경과하면서 누적수선비용이 증가추이를 보이고 9년이 경과하면서 급격한 증가추이를 지니고 있다. 따라서 5년 이후부터는 조기반복적인 수선을 통해 준공 후 9년 이후의 급격한 누적수선비용의 증가를 제거함으로써 경제적 수선인 것으로 판단된다.

창호잡철은 5년이 경과하면서 누적수선비용이 증가하고 있으면 7년이 경과하면서 급격한 증가를 보이고 있다. 따라서 준공후 5년이 경과하면서 부터는 이후의 누적수선비용의 급격한 증가를 방지하기 위한 조기반복 수선의 형태가 바람직하다. 도장(일반)의 경우 6년이 경과하면서 급격한 누적수선비용의 증가를 보이고 있다. 이와 같은 결과로 볼때 도장(일반)은 6년이 경과하면서 조기반복적인 수선행태가 경제적인 것으로 판단된다. 일반방수는 5년이 경과하면서 누적수선비용의 증가가 높게 나타난다. 따라서 준공 후 5년 이후부터는 누적수선비용의 급격한 증가를 예방하기 위해 반복적인 조기수선행태가 경제적인 것으로 판단된다. 실리콘 공사는 7년이 경과하면서 누적수선비용이 급격한 증가를 보이고 있다. 따라서 준공 후 7년 이후부터는 누적수선비용이 급격하게 증가하는 것을 예방하기 위해 반복적인 조기수선이 바람직하다. 지

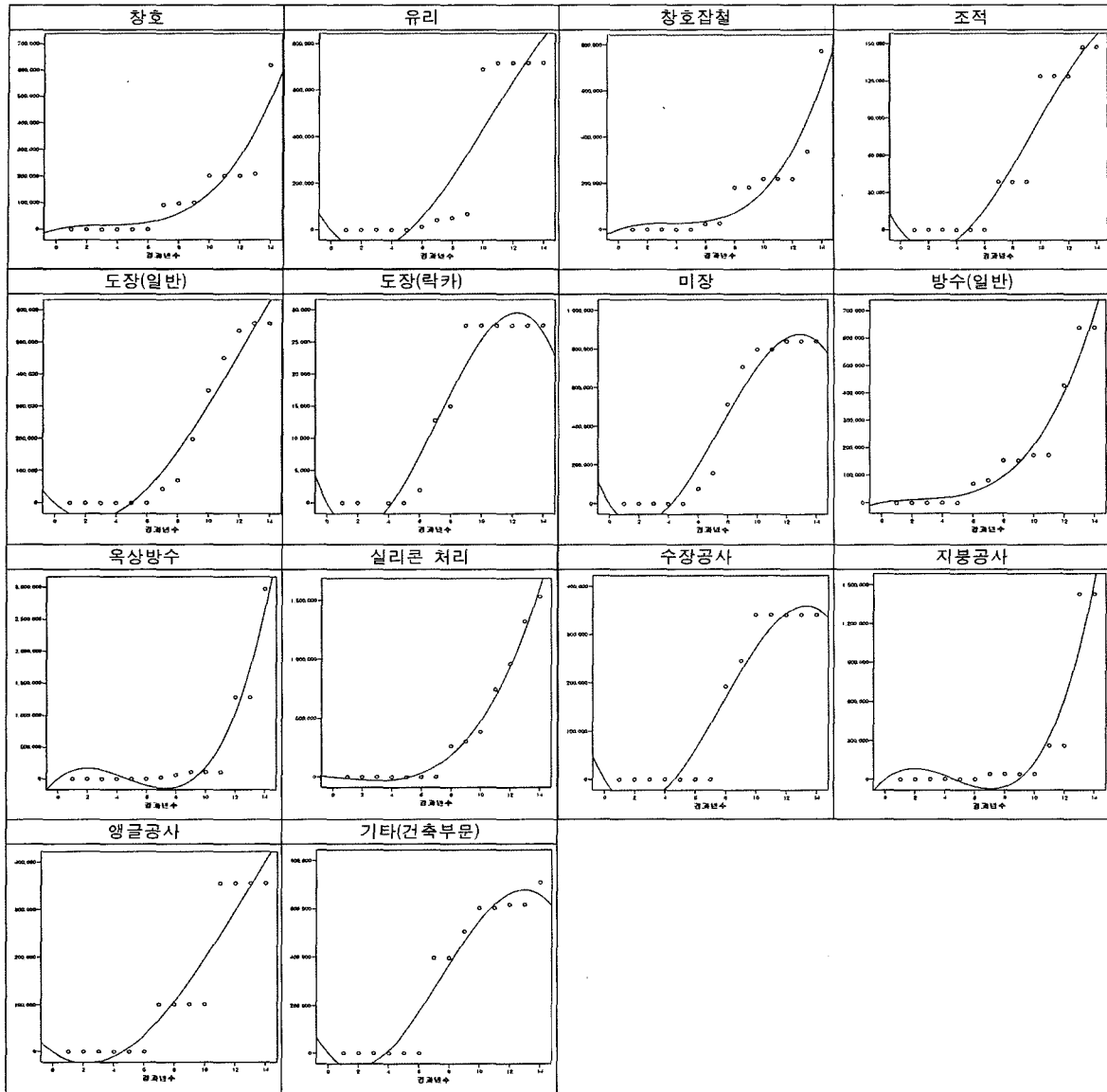


그림 5. 건축부문 구성재의 경제적 수선시기의 유형

표 3. 전기설비 구성재 3차 함수 모수

구성재	b ₁	b ₂	b ₃	통계량		
				R ²	F-value	d.f.
창호	13,024.5	-3,682.6	374.3	0.898	32.3	11
유리	-75,478.0	17,452.5	-560.7	0.902	33.9	11
창호잡철	22,144.3	-5,957.4	541.7	0.915	36.11	10
조적	-14,234.0	3,588.1	-126.5	0.964	89.8	10
도장(일반)	-52,732.0	11,861.1	-351.1	0.973	120.9	10
도장(락카)	-4,416.6	1,305.2	-61.0	0.976	136.4	10
미장	-129,292.0	36,441.6	-1639.4	0.978	145.9	10
방수(일반)	10,433.5	-3,222.9	427.3	0.967	98.5	10
방수(옥상)	207,464.0	-63,313.0	4,428.2	0.943	54.8	10
실리콘	-15,895.0	-993.1	736.9	0.993	465.9	10
수장	-58,462.0	15,257.4	-664.3	0.959	77.38	10
지붕	105,139.0	-33,000.0	2,374.1	0.914	35.6	10
철판(앵글)	-26,818.0	6,460.1	-178.9	0.941	52.9	10
기타	-81,127.0	24,900.4	-1,125.9	0.971	113.4	10

붕공사는 10년이 경과하면서 누적수선비용의 증가가 높게 나타난다. 이것은 준공 후 10년 이후부터는 계속적인 조기수선이 경제적인을 암시한다. 앵글공사는 6년이 경과하면서 누적수선비용이 증가한다. 따라서 6년 이후부터는 경제적인 측면에서 반복적인 수선형태를 제시할 수 있다.

반면, 일정 경과년수에서 최대의 누적수선비용을 형성하는 구성재 가운데 락카도장, 미장공사는 준공 후 12년을 전후에서 실시하는 것이 경제적인 수선형태로 제시할 수 있다. 그리고 수장공사와 기타 건축부문은 약 13년이 경과하는 시기가 경제적인 수선형태로 바람직하다. 이와 같은 락카도장, 미장공사, 수장공사, 기타 건축부문은 준공 후 일정 시기까지 누적수선비용의 증가가 발생하지만 그 이후부터는 이전기간에 비해 증가수준이 낮거나 정체하는 추이를 갖는 특징을 보이고 있다.

<표 3>은 전기설비 가운데 조명과 기타의 구성재에 대한 3차 함수 모수를 분석한 결과이다. <표 4>를 이용하

표 4. 기계설비 구성재 3차 함수 모수추정결과

구성재	b ₁	b ₂	b ₃	통계량		
				R ²	F-value	d.f.
급배수배관	65,225.2	-20,329.0	1,403.7	0.856	21.8	11
수도부품	-37,532.0	9,745.8	-369.0	0.959	84.8	11
난방배관	-56,277.0	18,794.7	-860.7	0.983	206.5	11
소화설비	-565,395.0	155,504.0	-6,452.8	0.955	78.2	11
위생설비	-18,384.0	5,663.8	-230.0	0.989	337.3	11
모터	-174,172.0	57,726.2	-2,290.6	0.993	513.4	11
펌프	-95,950.0	30,139.8	-1,334.3	0.983	217.5	11
기타	-84,387.0	29,498.1	-1,344.3	0.988	308.7	11

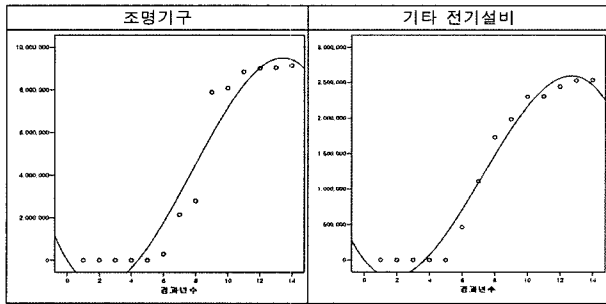


그림 6. 전기설비 구성재의 경제적 수선시기의 유형

여 분석대상 전기설비 구성재의 경제적 수선시기의 유형은 <그림 6>과 같다.

전기설비의 구성재는 일정 시점에서 누적수선비용이 최대를 형성하는 특징을 지니고 있다. 분석대상 구성재 가운데 조명(조명기구포함), 기타 전기설비는 약 13년이 경과되는 시점에서 누적수선비용이 최대를 형성한다. 조명기구는 6년이 경과하면서 누적수선비용이 증가한다는 현상을 보이고 있으며, 13년이 경과된 이후에는 정체하는 특징을 나타낸다. 기타 전기설비는 5년이 경과하면서 누적수선비용이 급격한 증가현상을 보이다가 13년이 경과하면서 정체하고 있다.

기계설비의 분석대상 구성재는 급·배수 배관, 배관부품, 난방 배관, 소화설비, 위생설비, 모터, 펌프 등을 들 수 있다. 이들 구성재의 3차 함수 모수추정 결과는 <표 4>와 같다.

<그림 7>은 <표 4>와 같이 분석결과를 이용하여 기계설비 구성재의 3차 함수를 그래프로 나타낸 것이다. 8개의 구성재 가운데 경과년수에 따른 조기수선의 반복이 적합한 대상으로는 급·배수 배관, 수도관련부품, 모터 등을 들 수 있다. 배관은 준공 후 약 12년이 경과하면서 누적수선비용이 급격하게 증가하는 패턴을 보이고 있다. 이것은 약 12년 이후부터는 조기반복 수선을 통해 이후의 급격한 누적수선비용의 증가를 예방하는 경제적 수선형태가 바람직하다는 것을 암시한다. 수도관련부품은 준공 후 6년이 경과하면서 점차 누적수선비용이 증가하다가 9년이 경과하면서 급격한 증가추이를 보이고 있다. 이와 같은 누적수선비용의 형태는 6년부터 조기반복적인

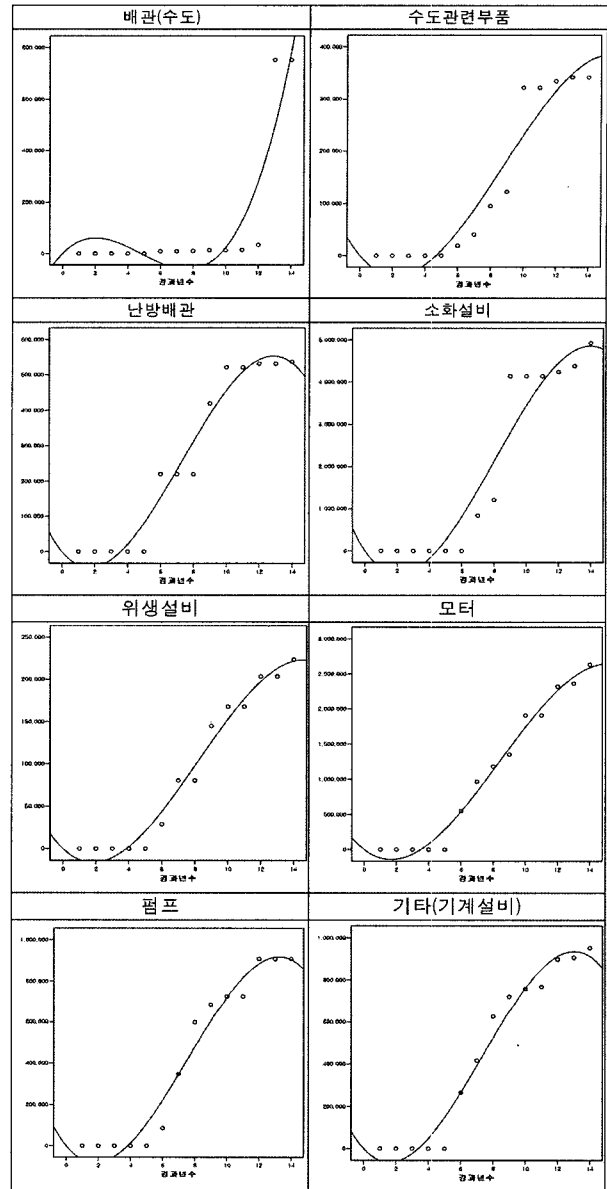


그림 7. 기계설비 구성재의 경제적 수선시기의 유형

수선을 통해 이후의 급격한 증가패턴을 예방하는 수선형태가 바람직하다. 모터는 5년이 경과하면서 누적수선비용이 증가하고 있다. 5년 이후의 누적수선비용의 급격한 증가를 예방하기 위해서는 조기반복적인 경제적 수선형태가 적합하다.

기계설비 구성재 가운데 난방배관, 소화설비, 위생설비, 펌프, 기타 기계설비 등은 준공 후 일정한 경과년수에서 누적수선비용이 최대를 형성한다. 따라서 이들 구성재는 준공 후 일정한 경과년수에서 수선을 하는 것이 경제적인 것으로 판단된다. 특히, 난방배관, 펌프, 기타 기계설비 등은 준공 후 13년에서 최대의 누적수선비용을 형성한다. 그리고 소화설비, 위생설비 등은 약 14년에서 누적수선비용이 최대를 형성하는 특징을 보이고 있다.

그 외에 CCTV 등의 정보통신설비와 식재, 조경시설물, 안내판 등의 조경시설물의 경제적 수선시기를 도출하기

표 5. 정보통신시설 및 조경시설 구성재 3차 함수 모수

구성재	b ₁	b ₂	b ₃	통계량		
				R ²	F-value	d.f.
CCTV	43,833.5	-17,519.0	1,466.0	0.884	28.0	11
식재시설	-848.4	-3,582.7	633.7	0.975	141.5	11
일반조경시설물	14,520.5	-10,56.0	1,360.5	0.958	83.6	11
안내표지판	-22,303.0	6,881.7	-313.7	0.973	131.4	11

위한 3차 함수의 모수를 추정한 결과는 <표 5>와 같다. 정보통신시설인 CCTV는 준공 후 약 9년이 경과하면서 누적수선비용의 증가가 급격한 형태를 보이고 있다. 또한 11년이 경과하면서 소요된 수선비용이 높게 나타난다. 이와 같은 결과를 볼 때, CCTV는 준공 후 9년을 전후로 하여 조기반복적인 경제적 수선형태를 바람직한 것으로 분석된다. 조경시설 가운데 식재는 7년이 경과하면서 누적수선비용이 증가하는 패턴을 보이고 있다. 따라서 식재는 7년을 경과하면서 조기반복적인 수선형태를 통해 높은 누적수선비용의 증가를 예방할 수 있다. 일반조경시설물은 준공 후 6년이 경과하면서 누적수선비용이 계속적으로 증가하는 형태를 보이고 있다. 이것은 6년 이후부터는 조기수선이 적합한 형태임을 나타내고 있다. 반면, 안내표지판은 준공 후 약 12년이 경과하는 시점에 누적수선비용이 최대를 형성하고 있어 이 시점을 경제적 수선시기로 제시할 수 있다.

3. 경제적 수선형태의 분류

건축부문, 기계설비, 전기설비, 정보통신 및 조경시설 구성재는 누적수선비용이 최대가 되거나 혹은 단순 증가하는 형태를 보이고 있다. 이들 구성재를 3차 함수를 이용하여 분석한 결과 조기수선이 적합한 경우와 일정이 시간이 경과한 후에 일시적으로 수선을 하는 경우로 구분하면 <표 6>과 같다.

누적수선비용이 최대를 형성하는 대상 구성재로써는 미장, 수장, 도장(락카) 등의 건축부문을 들 수 있으며, 난방배관, 소화설비, 위생설비, 펌프 등의 기계설비를 들 수 있다. 반면, 준공 후 조기수선이 적합한 대상부품으로는 창호, 유리, 잡철물, 도장(일반) 등의 건축부문과 급·배수 배관, 수도 관련부품, 모터 등의 기계설비, 식재시설,

표 6. 구성재 수선형태의 구분

	조기반복수선	일정시간경과 후 수선
건축부문	창호, 유리, 창호잡철, 조적, 도장(일반), 방수(일반), 옥상방수, 실리온 처리, 지붕공사, 철물(앵글)	도장(락카), 미장, 수장, 기타
전기설비	조명, 기타	
기계설비	급배수배관, 수도관련부품, 모터	난방배관, 소화설비, 위생설비, 펌프, 기타
정보통신 및 조경시설	CCTV, 식재시설, 일반조경시설	안내표지판 등

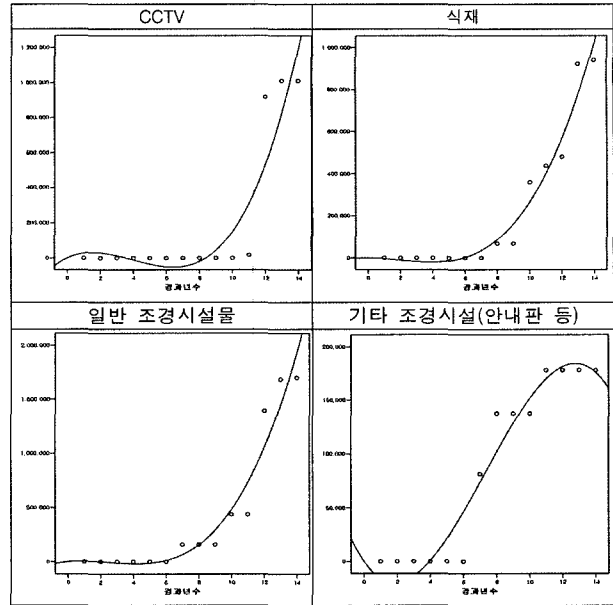


그림 8. 정보통신설비 및 조경시설물 구성재의 경제적 수선시기의 유형

일반 조경 시설 등의 조경부문을 들 수 있다. 이것은 구성재의 성능 기능유지에 요구되는 수선비용 측면에서 경제적 수선시기를 작성하는데 기초적인 자료로써 활용할 수 있다.

VI. 결 론

공동주택의 구성재는 준공 후 시간의 경과에 따라 열화되는 한편, 구성재는 공동주택의 기능, 성능을 유지하는 역할을 수행한다. 따라서 준공 이후 구성재의 유지관리를 위한 계획을 수립하여 수선시기, 비용, 범위 등이 체계적으로 실행하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 공동주택 구성재를 건축부문, 기계설비, 전기부문, 외부시설 등으로 구분하여 각각의 경제적 수선형태를 제시하였다. 조기수선이 적합한 구성재와 일정의 경과시점에서 수선을 하는 구성재로 설정하였다. 연 구결과를 종합, 정리하면 다음과 같다.

첫째, 공동주택의 구성재에 대한 수선을 위한 경제적 수선형태를 제시하기 위해 3차 함수 모델을 이용하였다. 이것은 경과년수와 누적수선비용과의 관계로 형성된다.

둘째, 경제적 수선형태는 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 하나는 조기수선이 적합한 경우와 일정시점이 경과한 후에 일시적으로 수선을 하는 경우이다. 이것은 경과년수와 누적수선비용의 관계를 설명하는 3차 함수 모델에서 단순증가를 하는 경우와 누적수선비용이 최대를 형성하는 시기 여부로 설명할 수 있다. 누적수선비용이 시간의 경과에 따라 단순증가한다는 것은 시간의 흐름에 따라 계속적으로 증가한다는 것이다. 반면, 누적수선비용이 최대를 형성한다는 것은 일정의 시점까지 비용이 증

가하다가 일정 시점에서는 정체현상을 보이는 것이다.

셋째, 구성재의 경과년수와 누적수선비용과의 관계를 통해 경제적 수선행태를 제시하였다. <표 7>에서와 같이 조기수선이 적합한 대상 구성재와 일정의 경과시점에서 수선을 하는 것이 적합한 대상 구성재를 분류 제시하였다.

본 연구에서는 구성재의 경과년수와 누적수선비용을 대상으로 하여 분석하였다. 또한, 사례분석 대상 공동주택의 수선이력자료의 제한으로 건축부문, 기계설비, 전기설비, 외부조경 시설 등의 일부를 대상으로 분석하였다. 수선이력자료의 체계적인 기록, 관리를 통해 분석 대상 구성재의 확대가 필요하다.

구성재의 수선은 기능 혹은 성능이 연계된다. 현재까지 구성재의 성능을 지표로써 정량적으로 설명하는 방법이 제시되지 못하였다. 그리고 경제적 수선행태를 설명하기 위해서는 성능과 연계된 수선시기 혹은 수선패턴의 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

1. 고은형의 2인(1998), 공동주택의 최적 경제수명 추정분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계 14권4호, pp.247-254.
2. 김석봉(2000.8), “군시설 적정유지보수비 산정”, 대한건축학회논문집 구조계 제16권8호.
3. 오진수의 1인(2004.10), “공동주택 마감재 수명연한을 고려한 내/외장재 및 설비재의 리모델링 시기 설정에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 계획계 20권10호, pp.95-102
4. 이강희(1995), “공동주택 설비의 유지·보수 비용의 예측 모형”, 대한건축학회논문집 11권 9호(통권 83호).
5. 한국건설기술연구원(1993,1994), 건축물의 최적유지관리 모형개발(I, II).
6. 황중현 외(2002), 성능기반의 건축물 내용연수 추정 모델, 대한건축학회논문집 구조계 18권 10호(통권168호).
7. 日本建築學會(1988), 建築物の耐久計劃に關する考慮方案.
8. 國土開發技術研究セソ-タ(1986), 保全・耐久性向上技術の經濟性評價手法, 技報堂.
9. 飯塚裕(1983), 現代建設學大系 「建物の維持管理」.
10. 內海 仁外 1人(1991.9), 建築の LCCにおける 長期修繕計劃に關する研究-事務所ビルの 事業收支と 應用事例, 學術講演梗概集.
11. 竹林邦久外 3人(1992.1), 某ビル更新際して劣化要因別・部位別保全費用構成に關する調査研究, 建築學會論文.
12. 出原至道外 3人(1992.8), ストックとプロによる住宅壽命の推定手法, 學術講演梗概集.
13. 宇都正哲外 1人(1991), 非木造建築物の壽命推定に關する研究-東京都中央區における非木造建築物の壽命實態, 學術講演梗概集.
14. 飯塚 裕(1984), 建物の維持管理, 綠島出版社.
15. Robert Johnson(1990), The Economics of Building, John & Sons, pp.32-35.

(接受: 2006. 3. 6)