



## 공공 연구원 건축물의 유지관리비용 예측모델

### Forecasting Model of the maintenance cost in the Governmental Research Building

이강희\* · 채창우\*\*

Kang-Hee Lee\* · Chang-U Chae\*\*

\* Main author, Dept. of Architectural Eng., Andong National Univ., South Korea (leekh@andong.ac.kr)

\*\* Corresponding author, Korea Institute of Construction and Technology, South Korea (cuchae@kict.re.kr)

#### ABSTRACT

**Purpose:** Governmental research centers have main functions to prepare the research goal and to conduct the various activities to get its outcome. Therefore, the research building is important for researcher or worker to keep the its function and performance. It needs to make a plan the maintenance framework such as work area, worker preparation and repair cost to prepare and forecast the building performance. Among these, the maintenance cost should be prepared to supply for the repair amount in time and continuously deposited annually without the burden of transitory pay. In this paper, it aimed at preparing the forecasting model of maintenance cost and repair cost per area. **Method:** For this study, it surveyed the repair data in research building and apartment for researcher since the constructed. The forecasting model of maintenance cost is selected with statistics among various function models. The repair cost per area is prepared in 2020 year, 2025 year of constant and present price. **Result:** The forecasting model of maintenance cost are prepared with the power function model for the apartment for researcher and the linear function model for research building. When the maintenance cost per area is compared the apartment for researcher and research building, the apartment for researcher is higher the that of research building.

#### KEYWORD

공공 연구원  
유지관리  
수선비용  
예측모델Governmental Research Building  
Maintenance  
Repair Cost  
Forecasting Model

#### ACCEPTANCE INFO

Received Oct. 14, 2019  
Final revision received Nov. 6, 2019  
Accepted Nov. 11, 2019

© 2019 KIEAE Journal

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

건축물은 건물 기능, 위치, 사용조건 등의 다양한 요인에 의해 열화 되는 부재, 부위가 다르게 나타난다. 해안가에 입지한 건축물은 해수 등의 영향에 따라 콘크리트의 중성화가 상대적으로 이른 시간에 진행될 수 있으며, 화학물질 생산 공장은 부식 등은 열화 진행속도에 영향을 미치기도 한다. 한편, 열화는 건물의 사용용도, 기능 등에 의해 차이가 발생하기도 한다. 건물을 업무용 혹은 사무용으로 사용하는 공간기능과 다양한 실험장비를 이용한 실험공간으로 이용하는 것의 열화는 다르게 나타날 것이다. 이와 같은 건물의 열화요인에 의해 나타나는 현상은 건물가치, 기능 등을 저하시키기도 한다. 따라서 건물의 작업환경, 기능 등의 계속적인 유지관리를 위해 수선, 보수 등의 유지관리 활동이 요구된다[1][9][11].

연구를 중심으로 하는 건축물은 다양한 실험과 연구기능 등이 진행되는 공간으로, 준공 이후 물리적 · 환경적 · 경제적 · 사회적 측면에서 열화가 진행됨으로써 계속적인 유지관리가 요구된다. 열화는 연구효율과 실험결과에 대한 오류 발생 가능성을 높이게 되며, 사용 성능을 훼손하고 성능과 기능을 저하시켜 연구원의 작업환경과 업무 편의성을 저해하는 요인이 되기도 한다. 따라서 건물 열화를 지연하거나 방지하기 위해서는 부품, 부위 등의 유지관리계획 수립과 이에 수반되는 수선비용 계획이 동반되어야 한다[2][12].

부품, 부재 등의 기능, 성능에 대한 물리적인 측면의 유지관리계획과 함께 유지관리 비용계획은 열화 도달이전에 선행적인 작업이 필요하다[3][4]. 이것은 연구원 건축물의 성능과 기능의 유지를 위해서는 일시적으로 많은 수선, 보수 비용이 수반되어야 하므로 수선시기 도래 이전에 사전에 수선비용에 대한 계획을 수립, 마련하는 것이 필요하다. 미래에 발생할 수 있는 수선비용은 다양한 영향변인을 활용하여 예측할 수 있다[8][10].

이와 같은 연구원 기능의 건물에 대한 개 · 보수, 수선 등의 유지관리비용을 사전적으로 예측하기 위해서는 유지관리비용을 예측할 수 있는 모델이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 공공 연구원 건축물을 대상으로 개 · 보수 등의 수선비용 예측 모델을 작성하는 것이다. 이와 같은 연구 결과는 연구원 건물이 갖는 특성을 고려하여 추후에 예상되는 수선비용 계획을 수립하는 주요 도구로 활용할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 투입된 비용 대비 편익효과를 가짐으로써 수선비용 활용성을 예측할 수 있을 것이다[13].

### 1.2. 연구방법 및 내용

연구원 건물의 성능, 기능 등을 계속해서 유지하고 업무환경의 쾌적성을 확보하기 위해서는 계속적인 개 · 보수 등의 유지관리 활동이 요구된다. 본 연구에서는 공공 연구원 건물을 대상으로 건물규모를 설명하는 변인을 활용한 공중별 수선비용 예측 산정모델을 제시하는 것이다. 연구결과를 위한 연구방법과 내용은 다음과 같다.

첫째, 공공 연구원 기능의 건축물 수선비용에 영향을 미치는 요인

에는 경과년수, 부품 및 부재의 성능 수준, 사용빈도, 재실자 등 다양하게 들 수 있다. 그러나 이와 같은 변인에 대한 기록 데이터 확보가 한계가 있다. 따라서 유지관리비용 영향변인 가운데 자료수집의 용이성을 감안하여 경과년수를 주요 변인으로 설정하였다. 경과년수는 건물의 열화도에 영향을 미치는 다양한 요인을 집약적으로 설명하는 변인으로 간주할 수 있다. 따라서 개·보수 등의 유지관리비용 예측모델은 연구원 건물의 경과년수와와의 관계로 설명하였다.<sup>1)</sup>

둘째, 연구원 건물의 경과년수와 개·보수 등의 유지관리 비용과의 관계를 설정하기 위한 산정모델은 곡선추정(curve estimation)방식을 이용하였다. 곡선추정은 크게 1차 선형, 2차 선형, 3차 선형, 대수함수, 역함수, 파워함수, 성장함수, 지수함수 등 모두 11개의 함수 유형으로 추정하였다. 이 가운데 통계량이 양호한 유지관리비용 함수를 선정하였다.

셋째, 개별 연구원 건물의 수선 이력자료는 크게 건축, 전기통신, 기계, 소방, 기타 등의 5개 등의 부분으로 구분된다. 따라서 건축, 전기통신, 기계, 소방 등의 개별 공종에 대한 수선 등의 유지관리비용 모델을 작성하였으며, 각각의 공종에서 소요되는 유지관리비용을 합계하여 유지관리비용 모델을 제시하였다. 그리고 유지관리비용 모델을 활용하여 2020년, 2025년의 수선비용을 제시하였다.

넷째 연구원 건물은 크게 연구원 숙소용 아파트와 연구동의 2개 건물을 대상으로 하였다. 분석대상 건물의 주요 내용은 Table 1.과 같다. 이것을 이용하여 주거용 건축물과 연구용 건축물의 유지관리비용을 간접적으로 비교할 수 있다.

Table 1. Targeted Research building

	000 apartment	Research building 1
Completed yr.	1981	1979
Total area(m <sup>2</sup> )	4,017	1,846
Elapsed year	38 years	40 years
Function	living	research

마지막으로 개·보수 등의 유지관리 수선 이력 자료는 개별 연구원으로부터 직접 작성, 수집하였다. 연구원 건물의 수선 이력자료는 대수선 등의 집중적인 공종은 제외하고 경상수선 수준의 수선 이력 자료를 작성하여 수집하였다. Table 2.와 같은 조사표 양식을 배포하여 수선 이력자료를 수집하였다. 개·보수 등의 수선 이력조사 기간은 최근 20년 이내로 한정하였다.

Table 2. Survey sheet for the individual research building

No.	Name	Function	Area (m <sup>2</sup> )	Completion yr.	Construction duration	Construction type	Repair contents	Repaired area (m <sup>2</sup> )	Repair cost (won)	Others
1										
2										
3										
4										
5										
6										

## 2. 수선비용 예측모델

건물은 준공 이후 시간이 경과함에 따라 다양한 열화현상이 발생한다. 열화는 건물의 성능과 기능을 저하시키고 방치할 경우, 건물성

능 회복을 위한 수선 등의 유지관리비용은 증가하게 된다. 따라서 건물 기능 향상을 위한 수선 등의 유지관리비용 투입은 건물성능 열화와 개선수준 정도에 의거하여 계획하는 것이 바람직하다.

공공 연구원 건축물 개·보수 등의 유지관리비용 예측은 건물 열화정도, 건물규모, 경과년수, 사용빈도, 실험장비 규모 등의 건물 특성 등을 포함하여 다중회귀분석, 선형분석 등의 다양한 방법으로 수행할 수 있다. 그러나 현실적으로 유지관리비용 예측을 위해서는 앞서의 건물 특성을 설명할 수 있는 정량적인 자료가 뒷받침되어야 한다[5][6]. 그리고 건물 성능과 열화도를 측정, 평가할 수 있는 방법, 재료 열화도 등을 설명할 수 있는 것 등이 전제되어야 한다. 제한적으로 건물 열화도를 설명할 수 있는 일부 요인을 정량적으로 설명이 가능하더라도 현실적으로 접근하기에는 시간적, 비용적 측면에서 한계가 있다. 따라서 건물 준공 이후 다양한 열화조건을 종합적으로 설명할 수 있는 대안이 필요하다. 경과년수는 준공 이후 다양한 조건에 의해 열화를 종합적으로 설명할 수 있는 요인으로 들 수 있다. 즉, 다양한 열화 조건 모두를 포함하기에는 제한적이지만, 포괄적인 측면에서 효과적인 변인으로 활용할 수 있다.

### 2.1 수선비용 예측모델

건물 준공 이후, 부재, 부품 등의 개·보수 등의 유지관리 공사는 건물의 물리적, 사회적, 경제적 측면 등의 기능, 성능에 대응하기 위한 것이다. 부재, 부품 등의 공종에 소요되는 수선은 짧은 주기에 반복적으로 수행하는 것이 기능을 유지하는데 효과적일 뿐만 아니라 심각하게 진행된 열화에 대응하는 수선을 일시적으로 부담하기에는 한계가 있다. 따라서 개·보수 등의 수선 시기를 설정하고 시기에 도래하는 공종의 수선공사를 대비하여 선형적으로 비용을 준비하는 것이 중요하다. 이를 위해 개·보수 등의 유지관리공사에 소요되는 비용을 예측하는 방안이 필요하다.

유지관리비용 분석모델은 경과년수를 단일변수로 하는 것으로 선형모형(linear model), 대수모형(logarithm model), 역모형(inverse model), 복합모형(composite model) 등 11개의 유형을 들 수 있다.<sup>2)</sup> 11개의 유지관리비용 모델 유형은 Table 3.과 같다.

Table 3. Estimation model for the maintenance cost

Type	Algorithm	Others
1 <sup>st</sup> linear	$y = b_0 + b_1x$	
Logarithm	$y = b_0 + b_1 \ln(x)$	
Inverse	$y = b_0 + \frac{b_1}{x}$	
2 <sup>nd</sup> linear	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	
3 <sup>rd</sup> linear	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3$	
Composite	$y = b_0b_1^x$	$\ln(y) = \ln(b_0) + [\ln(b_1)]x$
Power	$y = b_0x^{b_1}$	$\ln(y) = \ln(b_0) + b_1 \ln(x)$
S-type	$y = \exp(b_0 + \frac{b_1}{x})$	$\ln(y) = b_0 + \frac{b_1}{x}$
Growth	$y = \exp(b_0 + b_1x)$	$\ln(y) = b_0 + b_1x$
Exponential	$y = b_0 \exp(b_1x)$	$\ln(y) = \ln(b_0) + b_1x$
Logistic	$y = \frac{1}{u} b_0 b_1^x$	$\ln(\frac{1}{y} - \frac{1}{u}) = \ln(b_0) + [\ln(b_1)]x$

Table 3.과 같은 다양한 추계함수 가운데 경과년수와 수선비용과의 관계를 설명하는 통계량을 이용하여 적절한 모델을 선정하였다. 11개의 유지관리비용 추계모델은 단순 선형관계임으로 통계량은 결정계수(R<sup>2</sup>)로 결정하였다.<sup>3)</sup>

### 2.2 할인율(Discount Rate)

할인율은 서로 다른 시점에서 발생하는 비용과 효용을 기준이 되는 시점으로 바꾸어 비교하기 위해 사용하는 수단이다. 준공년도가 다르거나, 복수의 대안에 대한 경제성 비교분석에 있어서 미래의 비용과 효용에 대한 동일 기준을 적용하여 평가하여야 한다. 이것은 다른 시간에 발생하는 비용이나 이익을 동일한 시점에서 비교할 수 있도록 조정하는 요인이 할인율이다. 일반적으로 말하는 할인율과 거의 동일하게 사용되는 용어가 실질 이자율이다. 실질이자율은 시장의 금리와 물가상승률을 조합하여 실질적인 화폐의 가치변화를 나타낸다. 식1을 사용하여 실질이자율을 산출할 수 있다.

$$i = \frac{1 + in}{1 + f} - 1 \quad (\text{식 1})$$

여기서 I = 실질이자율  
 in = 이자율(시장금리)  
 f = 물가상승률

분석대상 건축물의 준공년도를 기준으로 하여 1993년부터 2017년까지 매년 할인율을 조사하였다. 개·보수 등의 유지관리비용 산정시 적용한 할인율은 건물의 준공년도별로 다르게 적용하였다. 한국은행 경제통계시스템(ECOS)에 공개된 자료를 이용하였다. 여기에서는 1993년부터 제시되고 있어, 본 연구 분석대상 건물의 준공년도는 1979년, 1981년임으로 1993년 이전에 준공한 건물은 1993년 할인율(3.53%)을 적용했다. 따라서 매년 발생된 개·보수 등의 유지관리비용에 대한 할인율을 고려하여 3.53%를 적용하였다.

## 3. 수선비용 분석결과

### 3.1. ○○○○ 아파트

#### 1) 건축

○○○○연구원 아파트는 1981년도에 준공되어 현재까지 약 38년이 경과되고 있다. 전체 연면적은 4,017.91㎡이며, 연구원 종사자의 생활공간으로 주거를 형성하는 공간이다. 기존의 개·보수 등의 수선이력으로는 외벽도장공사, AL샤시 등의 수선, 노후출입문 교체, 노후 싱크대 교체, 도배, 장판 및 방충망 교체 등을 들 수 있다.

2019년을 기준으로 하여 지금까지 수행된 ○○○○연구원 아파트의 개·보수 등의 수선비용을 경과년수와 대비하여 분석한 결과는 Table 4.와 같다. 이것은 경과년수와 수선비용의 관계를 11개의 함수를 이용하여 분석한 결과, 통계량이 가장 양호한 것은 파워함수를 나타낸 것이다. 파워함수(power function)를 이용하여 경과년수를 단일 변수로 하는 수선비용을 설명하는 모델은 Table 4.와 같다.

Table 4. Estimation model of building area in apartment of ○○○○ research institute

	Parameter	R <sup>2</sup>	Algorithm model
Constant price	6.156	1.000	$ln(\text{repair cost})=k \times ln(T)$
Present price	5.926	1.000	

1) T = elapsed year

Table 4.의 ○○○○연구원 아파트의 건축분야의 개·보수 등의 유지관리비용 모델 분석결과를 활용하여 2020년과 2025년의 수선비용을 예측하면 Table 5.와 같다. 불변가(constant price)를 기준으로 2020년에는 약 62억원 정도의 수선비용이 예상되며, 2025년에는 약 130억원 정도의 수선비용이 예측된다. 이것은 1981년도에 준공되고 시간이 경과되면서 건물 열화진행이 본격적으로 진행되는 것에 대한 성능회복비용으로 판단된다.

Table 5. Repair cost for building area of 2020, 2025 in apartment of ○○○○ research institute

	Constant price		Present price	
	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won/m <sup>2</sup> )	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won)
2020 yr	62	1,550	26	667
2025 yr	130	3,259	54	1,364

#### 2) 기계

기계관련 공종의 수선이력은 상수도 계량기 세대분할 공사, 오수정화시설 교체, 가스 보일러 교체 공사 등을 들 수 있다. 경과년수(elapsed year)를 독립변인으로 하여 개·보수 등의 유지관리비용과의 관계는 11개의 함수를 이용하여 분석하였다. 경과년수와 수선비용의 관계를 11개의 추계함수를 이용하여 분석한 결과 통계량이 가장 양호한 것은 파워함수이다. 파워함수(power function)를 이용하여 경과년수를 단일 변수로 하는 수선비용을 설명하는 모델은 Table 6.과 같다.

Table 6. Estimation model of mechanical area in apartment of ○○○○ research institute

	Parameter	R <sup>2</sup>	Algorithm model
Constant price	6.037	0.999	$ln(\text{repair cost})=k \times ln(T)$
Present price	5.794	0.999	

1) T = elapsed year

Table 6.의 개·보수 등의 유지관리비용 추계모델 분석결과를 활용하여 2020년과 2025년의 수선비용을 예측하면 Table 7.과 같다. 불변가를 기준으로 하여 2020년에는 약 40억원 정도의 수선비용이 예상되며, 2025년에는 약 83억원 정도의 수선비용이 예측된다. 이것은 1981년도에 준공되고 시간이 경과되면서 건물 열화진행이 본격적으로 진행되는 것에 대한 성능회복비용으로 판단된다.

Table 7. Repair cost of mechanical area of 2020, 2025 in apartment of ○○○○ research institute

	Constant price		Present price	
	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won/m <sup>2</sup> )	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won)
2020 yr	40	1,002	16	411
2025 yr	83	2,077	33	828

3) 전기통신

현재까지 수행된 등기구 교체 등 전기통신 관련 수선비용을 경과년도와 대비하여 분석한 결과는 Table 8.과 같다. Table 8.은 경과년수와 전기관련 부분의 개·보수 비용의 관계를 추계함수 11개를 이용하여 분석한 결과 통계량이 가장 양호한 것은 파워함수이다. 파워함수(power function)를 이용하여 경과년수를 단일 변수로 하는 수선비용을 설명하는 모델은 Table 8.과 같다.

Table 8. Estimation model of electrical & communication area in apartment of ○○○○ research institute

	Parameter	R <sup>2</sup>	Algorithm model
Constant price	5.737	0.999	$ln(\text{repair cost})=k \times ln(T)$
Present price	5.516	0.999	

1) T = elapsed year

Table 8.의 전기통신분야의 수선비용 추계모델 분석결과를 활용하여 2020년과 2025년의 수선비용을 예측하면 Table 9.와 같이 나타낼 수 있다. 불변가를 기준으로 2020년에는 약 13억원 정도의 수선비용이 예상되며, 2025년에는 약 26억원 정도의 수선비용이 예측된다. 이것은 1981년도에 준공되고 시간이 경과되면서 건물 열화진행이 본격적으로 진행되는 것에 대한 성능회복비용으로 판단된다.

Table 9. Repair cost of electrical & communication area of 2020, 2025 in apartment of ○○○○ research institute

	Constant price		Present price	
	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won/m <sup>2</sup> )	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won)
2020 yr	13	334	5	148
2025 yr	26	667	11	289

4) 종합

○○○○연구원 아파트의 건축, 기계, 전기통신 등의 수선비용 전체를 경과년도와 대비하여 분석한 결과는 Table 10.과 같다. 현재까지 ○○○○연구원 아파트의 개·보수 등에 소요된 유지관리비용과 경과년수와의 관계를 11개의 함수를 이용하여 분석한 결과 통계량이 가장 양호한 것은 파워함수이다. 파워함수(power function)를 이용하여 경과년수를 독립변인으로 하는 수선비용을 설명하는 모델은 Table 10.과 같다.

Table 10. Estimation model in apartment of ○○○○ research institute

	Parameter	R <sup>2</sup>	Algorithm model
Constant price	6.259	0.999	$ln(\text{repair cost})=k \times ln(T)$
Present price	6.025	0.999	

1) T = elapsed year

Table 10.의 분석결과를 활용하여 2020년과 2025년의 수선비용을 예측하면 Table 11.과 같다. 2020년에는 약 90억원 정도의 수선비용이 예상되며, 2025년에는 약 193억원 정도의 수선비용이 예측된다. 이것은 1981년도에 준공되고 시간이 경과되면서 건물 열화진행이 본격적으로 진행되는 것에 대한 성능회복비용으로 판단된다.

Table 11. Repair cost of 2020, 2025 in apartment of ○○○○ research institute

	Constant price		Present price	
	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won/m <sup>2</sup> )	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won)
2020 yr	90	2,261	38	959
2025 yr	193	4,812	79	1,985

3.2 ○○연구동

1) 건축

○○○○연구원 ○○연구동은 1979년도에 준공되어 현재까지 약 40년이 경과되고 있다. 전체 연면적은 1,846.9m<sup>2</sup>이며, 실험결과를 최종적인 결과물로 작성하는 연구중심의 업무성격을 지니고 있다. 개·보수 등의 수선이력으로는 내외부 도장공사, 화장실 타일 교체공사, 창문 및 출입문 교체, 옥상 단열공사 등으로 조사되었다.

Table 12. Estimation model of building area in research building ○○ of ○○○○ research institute

	Parameter	R <sup>2</sup>	Algorithm model
Constant price	4,916,788	0.966	repair cost=k×T
Present price	2,577,520	0.972	

1) T = elapsed year

○○○○연구원 ○○연구동의 현재까지 수행되어온 수선비용을 경과년도와 대비하여 분석한 결과는 Table 12.와 같다. 경과년수를 독립변인으로 하고 투입되어온 수선비용과의 관계를 11개의 함수를 이용하여 분석한 결과 통계량이 가장 양호한 것은 선형함수인 것으로 나타났다.

Table 12.의 선형함수 모델을 이용하여 2020년과 2025년의 건축 분야에 대한 수선비용을 예측하면 Table 13.과 같다. 불변가를 기준으로 하면, 2020년에는 약 2억원 정도의 수선비용이 예상되며, 2025년에는 약 2.2억원 정도의 수선비용이 예측된다. 이것은 1979년도에 준공되고 시간이 경과되면서 건물 열화진행에 대응하는 성능회복비용의 증가는 경과년수에 따라 비례적인 형태로 나타나는 특징을 지니고 있다.

Table 13. Repair cost for building area of 2020, 2025 in research building OO of OOOO research institute

	Constant price		Present price	
	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won/m <sup>2</sup> )	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won)
2020 yr	2	109	1	57
2025 yr	2.2	122	1.1	64

2) 기계

냉동기 교체, 공기조화기 교체, 위생배관 교체 등의 기계관련 공종에 수행되어 온 수선비용을 경과년수와 대비하여 분석한 결과는 Table 14.와 같다. 이것은 경과년수와 수선비용의 관계를 11개의 추계함수를 이용하여 분석한 결과이다. 11개의 함수 가운데 통계량이 가장 양호한 것은 선형모형함수이다. 선형모형함수(linear model)를 이용하여 경과년수를 단일 변수로 하는 수선비용을 설명하는 수선비용 추계모델은 Table 14.와 같다.

Table 14. Estimation model of mechanical area in research building OO of OOOO research institute

	Parameter	R <sup>2</sup>	Algorithm model
Constant price	2,156,516	0.832	repair cost=k×T
Present price	1,106,245	0.843	

1) T = elapsed year

Table 14.의 기계관련 공종의 유지관리비용 추계모델 분석결과를 활용하여 2020년과 2025년의 수선비용을 예측하면 Table 15.와 같다. 불변가를 기준으로 2020년에는 약 0.88억원 정도의 수선비용이 예상되며, 2025년에는 약 0.99억원 정도의 수선비용이 예측된다. 이것은 1979년도에 준공되고 시간이 경과되면서 건물 열화진행이 본격적으로 진행되는 것에 대한 성능회복비용으로 판단된다.

Table 15. Repair cost of mechanical area of 2020, 2025 in research building OO of OOOO research institute

	Constant price		Present price	
	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won/m <sup>2</sup> )	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won)
2020 yr	0.88	47	0.45	24
2025 yr	0.99	53	0.50	27

3) 전기통신

OOOO연구원 OO연구동의 교환기 교체, 등기구 교체, 노후 분전반 및 감지기 교체 등의 전기통신 관련 공종에서 수행된 유지관리비용을 경과년수와 대비하여 분석한 결과는 Table 16.과 같다. 경과년수와 전기관련 공종의 유지관리 비용의 관계를 11개의 함수를 이용하여 분석한 결과, 11개의 함수 가운데 통계량이 가장 양호한 것은

선형함수이다. 선형함수(linear model)를 이용하여 경과년수를 단일 변수로 하는 유지관리비용을 설명하는 모델은 Table 16.과 같다.

Table 16. Estimation model of electrical & communication area in research building OO of OOOO research institute

	Parameter	R <sup>2</sup>	Algorithm model
Constant price	3,597,829	0.638	repair cost=k×T
Present price	1,922,511	0.614	

1) T = elapsed year

Table 16.의 전기관련 공종의 유지관리비용 예측모델 분석결과를 활용하여 2020년과 2025년의 수선비용을 예측하면 Table 17.과 같다. 불변가를 기준으로 2020년에는 약 1.4억원 정도의 수선비용이 예상되며, 2025년에는 약 1.6억원 정도의 수선비용이 예측된다. 이것은 1979년도에 준공되고 시간이 경과되면서 건물 열화진행이 진행되는 것에 비해 시간의 흐름에 따라 비례적인 성능회복비용으로 판단된다.

Table 17. Repair cost of electrical & communication area of 2020, 2025 in research building OO of OOOO research institute

	Constant price		Present price	
	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won/m <sup>2</sup> )	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won)
2020 yr	1.4	79	0.78	42
2025 yr	1.6	89	0.88	47

4) 종합

OOOO연구원 OO연구동의 건축, 기계, 전기 통신 등의 공종에서 소요된 전체 유지관리비용을 경과년수와 대비하여 분석한 결과는 Table 18.과 같다. Table 18.은 경과년수와 수선비용의 관계를 11개의 함수 가운데 통계량이 가장 양호한 것은 선형모형함수이다. 선형함수(linear model)를 이용하여 경과년수를 단일 변수로 하는 유지관리비용을 설명하는 내용은 Table 18.과 같다.

Table 18. Estimation model in research building OO of OOOO research institute

	Parameter	R <sup>2</sup>	Algorithm model
Constant price	7,751,992	0.986	repair cost=k×T
Present price	4,081,083	0.977	

1) T = elapsed year

Table 18.의 유지관리비용 전체의 추계모델 분석결과를 활용하여 2020년과 2025년의 수선비용을 예측하면 Table 19.와 같다. 2020년에는 약 3.1억원 정도의 수선비용이 예상되며, 2025년에는 약 3.5억원 정도의 수선비용이 예측된다. 이것은 1979년도에 준공되고 시간이 경과되면서 건물 열화진행이 본격적으로 진행되는 것에 대한 성능회복비용으로 판단된다.

Table 19. Repair cost of 2020, 2025 in research building ○○ of ○○○○ research institute

	Constant price		Present price	
	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won/m <sup>2</sup> )	Repair cost (hundred million won)	Repair cost per unit area (thousand won)
2020 yr	3.1	172	1.6	90
2025 yr	3.5	193	1.8	101

4. 결론

연구원은 연구목적을 설정하고 이에 따른 다양한 실험과 자료 수집을 수행하고 최종적인 연구결과를 작성하는 기능이다. 뿐만 아니라 연구원의 연구 효율을 증가하기 위한 주거기능은 생활공간으로써 역할을 하게 된다. 따라서 연구원의 연구효율 제고를 위해서 연구동과 기숙사 등의 주거동은 연구원의 업무환경, 작업환경 등을 쾌적하고 양호한 수준으로 유지하는 것이 중요하다. 이를 위해 건물의 성능과 기능을 계속적으로 유지하기 위한 유지관리비용 모델과 수선비용을 연구한 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 연구동과 연구원 아파트의 유지관리비용 예측모델 분석결과를 살펴보면, 연구원 아파트의 유지관리비용과 경과년수의 관계는 지수함수의 형태로 증가하는 파워함수가 통계량이 가장 우수한 것으로 나타나고 있다. 반면, 연구동은 선형함수의 형태를 띠고 있으며, 경과년수의 증가에 따라 비례적으로 증가하는 모델 형태를 갖고 있다.

둘째, 건축, 기계, 전기통신 등을 합제한 유지관리비용을 단위 면적당으로 산출한 결과, 불변가를 기준으로 연구원 아파트는 2025년 1,985 천원/m<sup>2</sup>인 반면, 연구동은 101 천원/m<sup>2</sup>로 분석되었다. 이것은 주거 기능의 연구원 아파트의 단위면적당 유지관리비용이 상대적으로 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

상기와 같은 일상적인 연구업무가 이루어지는 연구동과 연구원의 주거기능을 제공하는 연구원 아파트에 대한 유지관리비용은 경과년수라는 단일 변인을 활용하여 분석하였다. 그러나 이와 같이 단일 변인을 이용하기 보다는 건물이 갖고 있는 물리적·기능적·성능적인 측면의 정량적인 요인이 설명되면 예측모델과 면적당 유지관리비용의 정확성이 제고될 수 있을 것이다. 그리고 본 연구대상과 같이 공공 연구원과 같은 조건은 자료수집이 제한된다. 그러나 해당 건물의 실험조건, 주거조건, 연구동의 기능 등을 설명하는 요인이 제시되면 유지관리 비용 계획과 유지관리 수행계획 등을 수립할 수 있을 것이다.

Reference

[1] 박보량, 이진호, 구보경, 김기태(2016), “공공건물 에너지소비량 분석을 통한 그린리모델링 효과 검증”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, pp.1343-1344. // (Park, B., Lee, K., Koo, B., Kim, K.(2016), “Green Remodeling Effects of Republic Building Energy Consumption Analysis”, Proceedings of AIK, 36(2), pp.1343-1344.)  
 [2] 백현동(2011), “출연(연) 연구동 환경개선사업 경제성 평가 용역”, 건국

대학교 산학협력단 pp.1-24. // (Baek, H.(2011), “Economic Evaluation of the Environmental Improvement on the Governmental Research Buildings”, Industrial Cooperation of Kunkook Univ., pp.1-24)  
 [3] 이강희, 장정희, 채창우(2005), “공동주택 구성재의 내용년수 산정방법에 관한 연구”, 한국주거학회논문집, 제16권 5호, pp.67-74. // (Lee, K., Jang, J. and Chae,C.(2005), “A Study on the Service life of the Building Components in the Apartment Housing”, Journal of the Korea Housing Association, Vol.16, No.5, pp.67-74.)  
 [4] 이강희, 채창우(2017), “교육시설 내용년한 산정 연구 - 옥상방수와 바닥마감재를 대상으로 -”, 한국교육시설학회논문집, 제24권 제6호, pp.27-37. // (Lee, K and Chae, C.(2017), “Establishment of the Service Life of the Education Facilities - Focused on the Roof water-proof and Floor finishings -”, Journal of the Korean Institute of Education Facilities, Vol.24 No.6, pp.27- 37.)  
 [5] 이병호, 김동일(2017), “공공건물 그린리모델링 경제성 평가를 개발 및 활용”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 37(2), pp.41-42. // (Lee, B., Kim, D.(2017), “Development and Implementation of the Feasibility Analysis Tool on Public Building Green Remodeling”, Proceeding of AIK 37(2), pp.41-42.)  
 [6] 이성호, 이재수(2018), “생애주기를 고려한 오피스 건물의 리모델링과 그린리모델링의 경제성 평가 연구 : 서울시 강남업무지구의 임대오피스 사례”, 대한건축학회논문집-계획계, 제34권 제3호, pp.23-34. // (Lee, S., Lee, J.(2018), “An Economic Evaluation Study of Office Remodeling and Green-remodeling Projects : A Simulation Approach to a Rental Office in GBD, Seoul”, Journal of the Architectural Institute of Korea - Planning & Design, 34(3), pp.23-34.)  
 [7] 임창석(2001), “환경친화적 오피스 리모델링에 관한 연구”, 아주대학교 대학원 건축학과, 석사학위논문 pp.1-88. // (Lim(2001), Study on the Environmental Friendly Remodelling of Office”, Master degree of Ajou Univ., pp.1-88.)  
 [8] 한국건설기술연구원(2019), “과학출연(연) 노후시설물 환경 및 안전개선사업 경제성 평가”, pp.255-276. // (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (2019), “Evaluation on the Environment and Safe Improvement Project of Governmental Research Buildings”, pp.255-276.)  
 [9] 주정훈, 이진호, 구보경, 김기태(2018), “그린리모델링 에너지저감 효과 예측 Tool 구축에 관한 기초연구 - 업무시설 대상 -”, 대한건축학회논문집 - 구조계, 제34권 제8호, pp.13-18. // (Joo, J., Lee, K., Koo, B., Kim, K. (2018), “A Study on the Estimation of Green Remodeling Energy Reduction Tool in Building Construction - Office Building -”, Journal of the Architectural Institute of Korea - Structure & Construction, 34(8), pp.13-18.)  
 [10] 조창희외 1인(2008), “초·중등학교 시설유지관리비에 관한 조사연구 - 경기도 초·중등학교를 중심으로 -”, 대한건축학회논문집 - 계획계, 제24권 제4호, pp.87-96. // (Cho, C.,(2008), “A Survey Study on the Maintenance & Operations Costs of Elementary, Middle and High School Facilities”, Journal of the Architectural Institute of Korea - Planning & Design, 24(4), pp.87-96.)  
 [11] 日本建築學會(1988), 建築物の耐久計劃に關する考慮方案. // (Japan Architectural Institute(1988), Considerations on the Building Durability of Building.)  
 [12] (社)全國建設研修センター(1984), 耐久性向上技術の動向, p.21. // (Japanese Construction Training Center(1984), Trend of the Improvement of Durability, p.21.)  
 [13] BELCA(2012), Handbook of Building Service Life, Central Economics.

- 1) 건물형태, 창호면적 등의 건물의 열화도에 미치는 다양한 요인을 포함하여 회귀분석을 할 경우, 다공선성(multicollinearity)이 발생하여 모델의 적합성을 훼손할 우려가 있으므로 다중회귀분석보다는 단일 변수로 설정하여 수선공사비용과의 관계로 설정하였다.
- 2) 산정 함수식에서 상수항은 포함하지 않는 것으로 추정하였다.
- 3) 결정계수(R<sup>2</sup>)는 통계적인 함수 혹은 모델의 적합성을 설명하는 기초적인 통계량이다.