

임대공동주택 구성재의 열화도 패턴에 관한 연구

A Study on the Deterioration Patterns of Building Components in the Rental Apartment Housing

이 강 희*
Lee, Kang-Hee

Abstract

Most of buildings have been deteriorated with time-elapse by reflection of the building location, material, environmental circumstances and so on. The performance would go down and be demolished if anything could not be done after constructed. The maintenance should be required to preserve a decent living condition or improve a inferior condition by various plans and practices. The maintenance plan needs various data such as a repair scope, a repair time, a forecasted cost, a plan of management and so forth. Among the above required data for planning the maintenance, the deterioration characteristics of the building components would be first analyzed. The deterioration pattern would be a key role to affect and make a maintenance plan. In this paper, it aimed at classifying the deterioration patterns of building components. A deterioration pattern would be analyzed between the cumulative repair cost and time-elapse and modeled with these relations. A deterioration patterns are classified into 4 types-a accelerated type, a straight type, a temporary type and a slowly type. As a result of this research, a accelerated type includes window, window frame, general paintings, general water proofing in building components. A straight type includes the lacquer paintings, furnishings in building components and water supply pipe, boiler, sanitarries in mechanical facilities and lighting in electric facilities. Based on these research results, further study should be conducted to include any other components and an estimating model.

Keywords : Deterioration, Model, Repair cost, Repair time, Apartment housing

주 요 어 : 열화도, 모델, 수선비용, 수선시기, 공동주택

1. 서 론

1. 연구 배경 및 목적

최근의 유지관리에 대한 관심은 건축물의 시간적 경과에 대응하는 다양한 정책, 기술개발을 요구하고 있다. 이것은 건축물의 장수명화를 도모하여 건축자원의 효과적인 활용을 가져오는 한편, 건축물의 성능과 기능을 일정한 수준으로 계속적으로 유지함으로써 거주환경을 확보하기도 한다. 건축물의 유지관리 효과를 지속 혹은 향상시키기 위해서는 건축물을 구성하는 다양한 요소 특성을 반영하여 시간적 경과에 따른 유지관리계획 수립이 중요하다.

기존의 장기수선계획은 구성재의 유형별로 시간적인 경과에 따라 예상되는 수선시기를 제시하고 있다. 그러나 계획내용은 구성재 특징에 따라 다양하게 나타나는 열화도 진행 특성을 반영하지 못함으로 예상되는 적정 수선

시기를 제시하고 있지 못하다. 현재의 공동주택 장기수선계획은 수선시기와 수선율을 기본으로 구성하고 있다. 이것은 수선시기에 초점을 두고 있기보다는 예상수선시기에 도달할 즈음의 거주자의 경제적 부담을 덜어주기 위한 비용조달 측면을 강조하고 있는 것이 특징이다.

그러나 건축물을 구성하는 다양한 요소들은 물성, 성능, 사용위치 등의 특성에 따라 열화의 정도가 다양하게 나타난다. 따라서 건축물의 구성재에 대한 유지관리 계획에서는 각각의 특성을 반영하여 작성하는 것이 필요하다. 즉, 시간의 경과에 따라 발생하는 열화도의 특성을 반영하여 구성재의 성능수준을 사전에 탐색하고 이에 대처하는 유지관리가 요구된다.

본 논문에서는 건축물 구성재의 열화도 진행 패턴을 모델화하여 유형화하고자 한다. 이것은 구성재의 시간경과에 따른 열화도 형태를 설명할 수 있을 뿐만 아니라 열화도 진행과정을 예측할 수 있다. 이와 같은 연구결과를 통해 구성재의 시간의 경과에 따라 열화도의 진행 수준을 예측할 수 있으며 열화도 진행특성에 따라 구성재의 성능과 예상수선시기를 예측할 수 있다.

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

*정회원(주저자), 안동대학교 건축공학과 부교수, 공학박사.

2. 연구의 방법 및 내용

건축물의 구성재는 시간의 경과에 따라 열화된다. 따라서 열화도 진행수준은 시간과의 함수로 설명할 수 있다. 이를 위해 열화도 진행에 따른 한계성능수준과 내용년한 등의 전제조건이 수반되어야 한다. 본 연구에서는 구성재의 열화도를 설명하는 모델을 시간과의 함수로 작성하는 것이다. 이를 위해 다음과 같은 연구의 방법과 내용으로 수행된다.

첫째, 공동주택을 구성하고 있는 부품 혹은 부재를 크게 건축, 전기설비, 기계설비, 정보통신, 조경시설 등 5가지의 유형으로 구분하였다. 둘째, 구성재의 열화도 진행정도를 설명하기 위해서는 구성재 각각의 내용년한이 설정되어야 한다. 즉, 내용년한 범위내에서 시간의 경과에 따른 열화도 수준을 설명하는 것이다. 따라서 내용년한에 도달할 시점에서의 열화도는 100% 진행하는 것으로 가정하였다. 셋째, 내용년한 범위에서의 열화도 진행정도는 내용년한 도달 시점 대비 경과시점에서의 열화도 수준으로 설명할 수 있다. 이때 열화도의 진행곡선은 경과년수와 구성재의 수선비용을 활용하여 직선형 모델을 이용하였다.

구성재의 열화도 진행수준을 작성하는 과정은 크게 2 단계로 구성된다. 첫 번째 단계는 구성재의 내용년한을 산정하는 것이다. 이것은 구성재가 내용년한에 도달하는 시점의 열화도 진행수준과 경과시간에 대응하는 열화도 진행수준과를 대비하기 위해 요구된다. 두 번째 단계는 내용년한 기간 동안 경과시간에 따른 열화도 진행정도를 설명하는 것이다. 이것은 내용년한 시점의 열화도 진행수준을 100%로 가정할 경우 경과시간에 대응하는 열화도 진행수준을 상대적으로 설명할 수 있다¹⁾.

3. 연구의 범위

공동주택 구성재의 내용년한을 산정하기 위해 사용된 자료는 크게 시간적 흐름에 따른 구성재 유형별 수선비용이다. 이것은 공동주택 관리사무소에서 관리하는 공용부분을 대상으로 하여 공종별 구성재로 구분하여 각각의 수선이력을 조사하였다²⁾. 이들 구성재는 크게 공종별로 구분하여 세분화할 수 있다. 공종별 구분은 건축, 전기, 기계설비, 정보통신, 조경공사 등 5개로 분류하였다³⁾.

조사대상 공동주택은 1990년에 준공한 것으로서 자치관리형태의 임대주택이다. 세대수는 11평 489세대와 15평 451세대로 구성되어 있으며 전체 관리연면적은 12,674 평이다.

1) 여기서 열화진행수준을 100%로 가정하는 것은 구성재가 지녀야 하는 최소한의 한계성능부분까지 열화된 것으로 가정한다. 그러나 구성재 자체는 내용년한에 도달할지라도 일정한 최소한의 한계성능을 가지고 있다.
 2) 공동주택의 전용부분은 거주하고 있는 가구의 환경에 따라 다양하게 나타남으로 본 연구에서는 공용부분을 연구범위로 하고 있다.
 3) 관리사무소의 기록가운데 수선이력이 있는 구성재를 대상으로 하였다.

II. 열화의 영향요인 및 진행패턴

건축물 열화의 원인으로는 자연적·인위적 사고나 사회적 측면의 변화, 혹은 설계시의 제약이나 사용기간 동안의 용도변화 등이 주요 원인으로 들 수 있다. 열화는 원인에 따라 크게 물리적·기능적·사회적인 열화 및 2차적인 물리적 열화의 4가지로 분류할 수 있다. 물리적 열화는 시간이 경과함에 따라 자연적 조건에 의해 발생한다. 기능적 열화는 사용자의 기능요구에 대응하지 못함에 따라 발생하는 효용저하로서 건물의 기능측면에서의 효용저하를 말한다. 사회적 열화는 근린 및 주변 사회와의 관계 속에서 판단한 것으로 사회적·경제적 부적합에 의한 효용저하를 말한다. 2차적인 물리적 열화는 공동주택이 사회 및 경제적 환경 변화에 적합하지 못하고 기능적, 사회적으로 열화되는 것에 대해 이를 회복하기 위해 무리하게 진행한 교환 및 수선공사가 한계가 되어 2차적으로 일어나는 열화이다.

상기의 건축물의 열화는 하나의 요인에 의해 발생하기 보다는 여러 요인이 복합적으로 작용하여 발생하는 것이 일반적이다. 따라서 건축물 구성재에서 나타나는 열화도 패턴은 앞서의 4가지 요인이 복합적으로 작용하여 표면적으로 나타나는 현상이다.

이와 같은 건축물 열화요인에 의해 나타나는 구성재 열화도 패턴은 경과년수와의 관계속에서 크게 직선형, 가속형, 완만형, 일시형 등 4가지로 구분할 수 있다. 이것은 <그림 1>과 같은 형태로 나타난다. 직선형은 생활하면서 행위의 반복으로 인해 나타나는 열화현상이 일반적이다. 구성재의 열화는 시간의 흐름에 따라 비례적인 형태로 나타나는 특징을 지니고 있다. 가속형의 열화도 패턴은 준공 후 일정 시점까지 열화의 진행이 직선형에 비해 상대적으로 낮은 수준을 보인다. 그러나 일정 시점 이후에서는 직선형의 열화도 패턴보다 상대적으로 빠른 열화를 보이는 특징을 나타낸다. 이것은 철재류의 부식, 동해(凍害)에 의한 균열 등에서 일반적으로 나타나는 현상이다. 완만한 형태의 열화도 패턴은 초기에 열화의 징후가 나타나면서 서서히 진행되는 것으로 직선형의 열화도

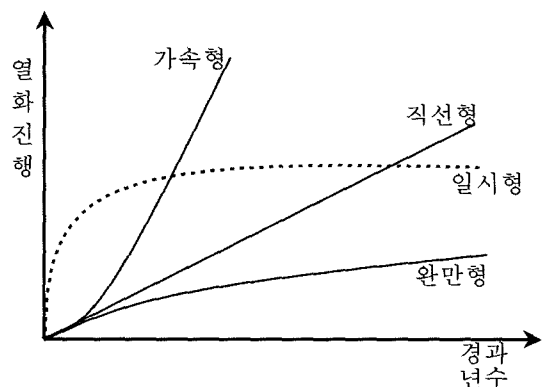


그림 1. 구성재의 열화도 진행형태

패턴보다는 상대적으로 열화 진행이 낮다. 일시형은 재료적인 균열, 구조상의 결함에 의한 균열 등으로 일시적으로 발생하는 열화를 말한다. 이것은 일정 시점까지 열화의 진행이 상대적으로 직선형의 열화도 패턴보다 높게 나타난다. 즉, 일정시점까지는 급격한 열화를 진행하다가 그 이후부터 열화도의 진행이 매우 느리게 나타나는 특징을 지니고 있다.

III. 열화도 산정방법

건축물 구성재의 열화도는 구성재 각각의 내용년한 기간 동안 물리적, 기능적, 사회적 측면 등 다양한 영향요인에 의해 좌우된다. 이러한 다양한 측면에서 구성재의 열화도를 산정하기 위해서는 내용년한 설정이 전제되어야 한다.

내용년한 기간 동안에 열화도 진행수준은 준공 후 경과시간에 따른 성능, 기능의 정도 등으로 설명할 수 있다⁴⁾. 반면, 저하된 열화도 수준을 회복하기 위해 성능저하 수준에 대응하는 수선비용이 요구된다. 따라서 열화도 수준은 해당 구성재의 수선요구비용의 크기로 설명할 수 있다. 즉, 열화도 진행정도 수준을 회복하기 위해 대응되는 수선비용이 요구된다는 것이다.

이러한 관계를 이용하여 구성재의 열화도 수준은 다음과 같은 과정으로 설명할 수 있다. 우선, 공동주택 구성재의 열화도의 진행은 <그림 2>와 같이 설명된다. 구성재는 시간의 경과에 따라 열화가 진행되지만 한계성능 도달시점에서 교체 혹은 보수 등의 수선행위가 이루어진다. 즉, 수선행위가 이루어질 시점에서 구성재의 성능이 완전히 상실되기 보다는 최소한의 한계성능은 지닌다는 것이다.

<그림 2>와 같은 구성재의 열화도 진행과정을 통해 중국적으로는 한계성능(f_1)에 도달한 시점에서의 열화도는 100%진행되는 것으로 간주할 수 있다⁵⁾(그림 2 참조). 결국, 구성재의 수선비용은 내용년한 도달 시점에서 열화된 성능을 회복하기 위해 최대를 형성한다. 이와 같이 수선비용과 열화도 수준과의 관계를 이용하여 열화도 수준을 설명할 수 있다. 우선, 이때 경과시간과 수선비용의 관계는 식 (1)과 같이 표현된다. 식 (1)에서 알 수 있듯이 경과시간(t_1)에 대한 비선형 형태로 나타난다.

$$CC = aT^b \quad (1)^6$$

4) 성능저하 수준에 따른 열화도를 설명하기 위해서는 일반화된 성능 측정기준이 작성되어야 한다. 그러나 성능은 하나의 객관적인 형태로 설명하기란 현실적으로 한계가 있다.

5) 한계성능에 도달한다는 것은 구성재의 성능이 완전히 제거되기 보다는 최소한의 성능수준은 유지한다는 것을 의미한다.

6) 대부분의 문헌에서는 시간과 열화의 관계를 비선형함수로 설명하고 있다. 따라서 비선형의 일반적인 형태를 이용하여 모델링을 하였다.

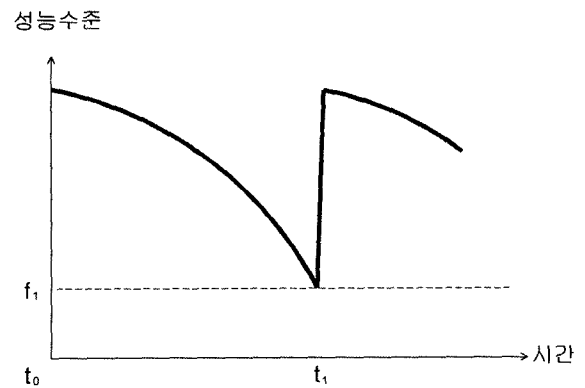


그림 2. 구성재의 열화도 진행과 수선과의 관계

여기서 CC : 누적수선비용

T : 경과시간(t_1)을 설명하는 모수

a, b : 모델계산결과 도출되는 모수

수선비용이 최대가 되는 시점은 내용년한에 도달하는 시점으로 상정할 수 있으며 이때의 열화도 수준은 최대(CCFk)를 형성한다. 따라서 준공 후 구성재의 열화도 진행수준(F)은 내용년한 도달시점에서의 열화도를 대비하여 경과년수에 따른 열화도 수준으로 나타낼 수 있다. 이것은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$F = CCF_n / CCF_k \quad (2)^7$$

여기서 CCF_n : 경과년수에 따른 누적수선비용

CCF_k : 내용년한 도달시 누적수선비용

식 (2)는 내용년한 도달시 구성재에 잔여된 한계성능에 대한 정보가 없이 수선비용을 이용하여 열화도를 산정할 수 있는 장점을 지니고 있다. 그리고 식 (2)는 최대 열화수준에 대비하여 작성된 것으로 <그림 3>과 같은 우하향의 형태를 나타낸다.

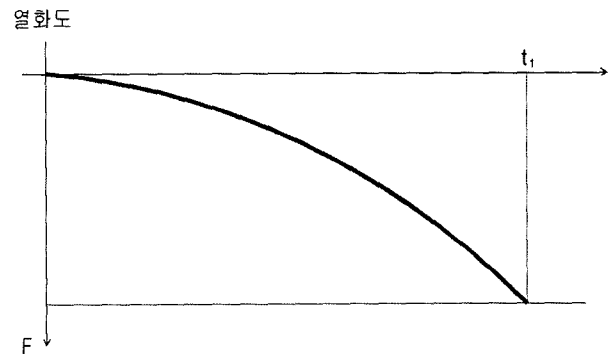


그림 3. 열화도의 진행형태⁸⁾

7) 이것은 내용년한 도달시점에서의 최대누적수선비용 대비 경과년수에 따른 누적수선비용의 비율로 설명할 수 있다.

8) 세로축의 열화도는 성능저하 수준으로 대비하여 살펴볼 수 있다.

IV. 열화도 진행 패턴 작성

1. 분석대상 공동주택의 개요

공동주택 구성재의 열화도 적용대상은 1990년에 준공한 것으로서 자치관리형태의 임대주택이다. 세대수는 37 m²(11평) 489세대와 50 m²(15평) 451세대로 구성되어 있으며 전체 관리연면적은 41,827 m²(12,674평)이다. 공동주택의 주요 구성재는 <표 1>과 같다.

공동주택 구성재는 크게 건축, 전기설비, 기계설비, 정보통신설비, 조경공사 등으로 구분할 수 있다. 건축공사를 구성하는 것으로는 창호, 조적, 도장, 미장, 방수 등 8개 항목이다. 전기설비는 조명기구를 들 수 있으며, 기계설비는 급배수관, 난방 설비 등 4개 항목을 들 수 있다. 정보통신설비에서는 CCTV를 들 수 있으며 조경공사에서는 식재, 시설물 등을 들 수 있다.

2. 구성재의 내용년한

구성재의 열화도를 산정하기 위해서는 내용년한이 우선적으로 설정되어야 한다. 내용년한은 크게 표준 정규 확률분포, 선택확률함수, 누적비용함수 등의 3가지 방법을 이용하였다. 이들 방법은 통계적인 접근방식으로 단일 방법을 이용하였을 때의 오류를 줄이기 위해 효과적인 것으로 판단된다. 앞서의 3가지 방법을 이용하여 산출한 결과를 산술평균한 수치를 1차 수선시기로 설정하였다. 1차 수선시기까지의 열화도 패턴이 계속되는 것으로 가정하고 일정수준의 회복율을 이용하여 내용년한을 산정할 수 있다. 기존의 연구결과를 이용하여 구성재의 내용년한을 설정하였다⁹⁾. <표 2>에서 나타난 바와 같이 공종별 내용년한은 다음과 같다.

3. 구성재의 열화도 진행 형태

<표 2>와 같이 제시된 구성재의 내용년한에 도달할 시

표 1. 공종별 구성재의 분류

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

9) 이강희(2005), "공동주택 구성재의 내용년한 산정방법에 관한 연구", 한국주거학회논문집 Vol16, No.5, pp67-74.

표 2. 구성재의 내용년한 설정

구분		내용년한	구분		내용년한		
건축공사	창호 및 유리	창호	30.2	전기설비	조명	31.3	
		유리	32.7		기타	30.6	
		창호,잡철	29.1	기계설비	급배수	급수	24.5
	조적	34.7	배수		31.3		
	도장	페인트	38.5		난방(보일러)	32.4	
		락카	25.5		소화(소화기)	37.5	
	미장	28.0	위생기구(변기 등)		31.9		
	방수	방수	26.3		기타	모터	33.1
		옥상방수	26.4			펌프	28.4
	방수	실리콘	23.9			기타	30.9
	수장	28.8	정보통신	CCTV		28.6	
	지붕	26.2		조경	식재	26.7	
	기타	앵글	38.8		시설물	14.4	
		기타	31.9		기타	27.9	

점에서는 열화도 수준이 최대를 형성한다. 따라서 내용년한에서의 열화도 수준에 대비하여 준공후 시간의 경과에 따라 열화도 패턴은 식 (1)을 이용하여 설명할 수 있다. 누적수선비용과 경과년수의 관계를 이용한 식 (1)의 모수 a, b는 <표 3>과 같다.

<표 3>에서와 같은 구성재의 경과년수와 누적수선비용과의 관계를 모수로써 식 (1)을 이용하여 나타낼 수 있다. 이것을 이용하여 식 (2)에서 제시하고 있듯이 내용년한에 도달할 시점에서의 최대 열화도 수준에 대비하여 준공후 시간의 경과에 따른 열화도 수준을 <그림 4>, <그림 5>와 같이 나타낼 수 있다. <그림 4>, <그림 5>의

표 3. 식 (1)의 a와 b의 모수 산정결과

구분		a	b	구분		a	b	
창호 및 유리	창호	8.5505	4.163	전기설비	조명	87,240.6278	1.836	
	유리	1,153.8464	2.519		공사	기타	53,577.0116	1.527
	창호,잡철	6.1577	4.386	기계설비	급배수	급수	0.00017	8.462
조적	449.5508	2.250	배수		1,395.933	2.156		
도장	페인트	709.1619	2.592		난방(보일러)	11,403.9733	1.527	
	락카	649.9451	1.498		소화(소화기)	34,489.6508	1.928	
미장	11,953.8961	1.687	위생기구(변기 등)		2,014.2031	1.824		
방수	방수	61.5082	3.532		기타	모터	25,247.001	1.791
	옥상방수	0.00064	8.425			펌프	13,750.7757	1.648
방수	실리콘	99.8291	3.674			기타	20,105.9636	1.510
수장	3,019.4105	1.872	정보통신	CCTV		0.73347	5.421	
지붕	0.01753	6.943		조경	식재	26.51158	4.005	
기타	앵글	597.4703	2.485		시설물	39.91280	4.088	
	기타	11,752.4492	1.595		기타	3,166.34054	1.598	

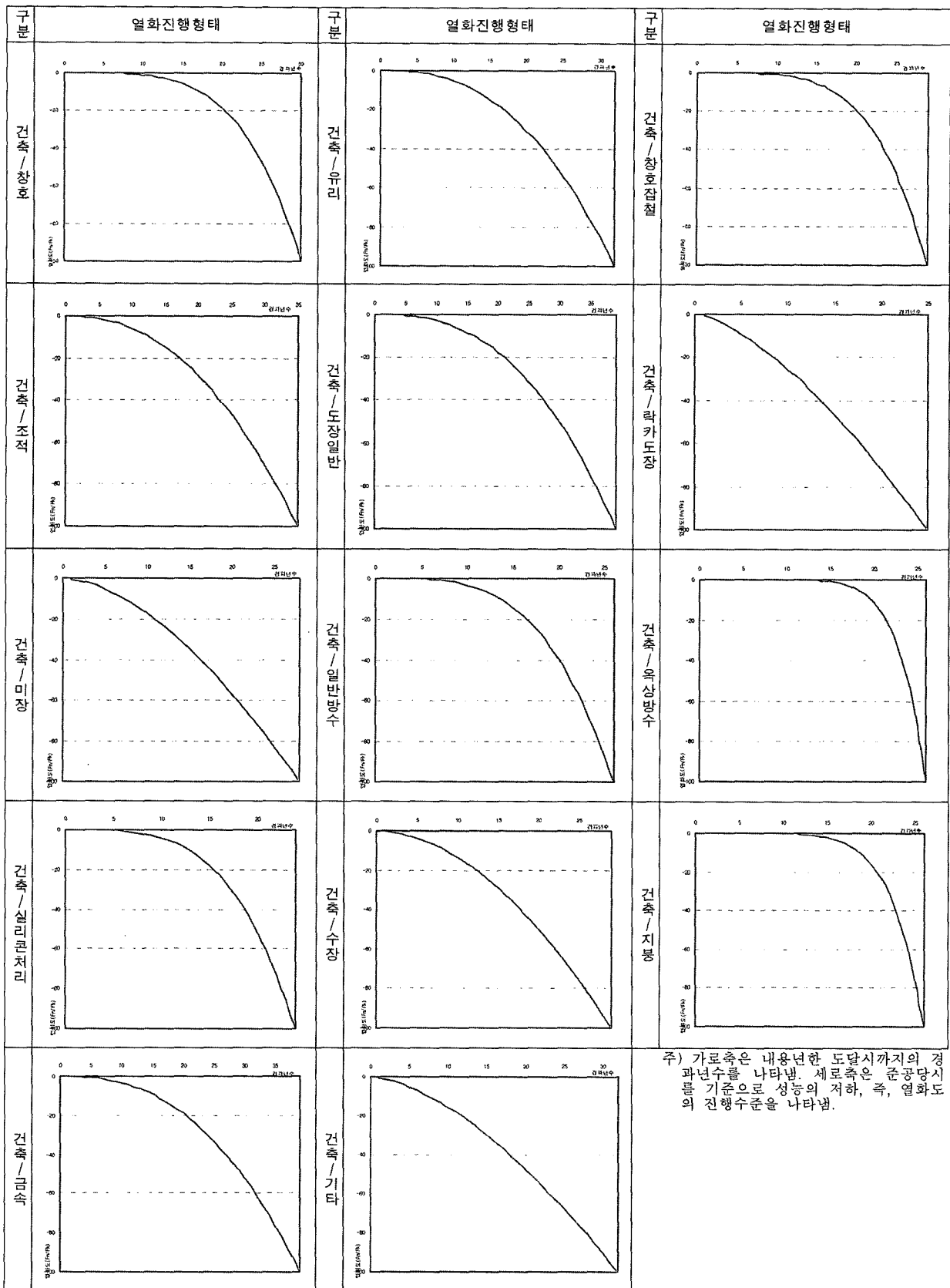


그림 4. 건축공사 구성재의 열화도 패턴

가로축은 내용년한에 도달하기까지의 경과년수를 나타낸 것이며 세로축은 준공당시의 성능수준 대비 경과년수에

따른 성능의 저하도, 즉 열화 진행수준을 의미하는 것이다. 이것은 구성재의 내용년한에 도달하는 시점에서의 열

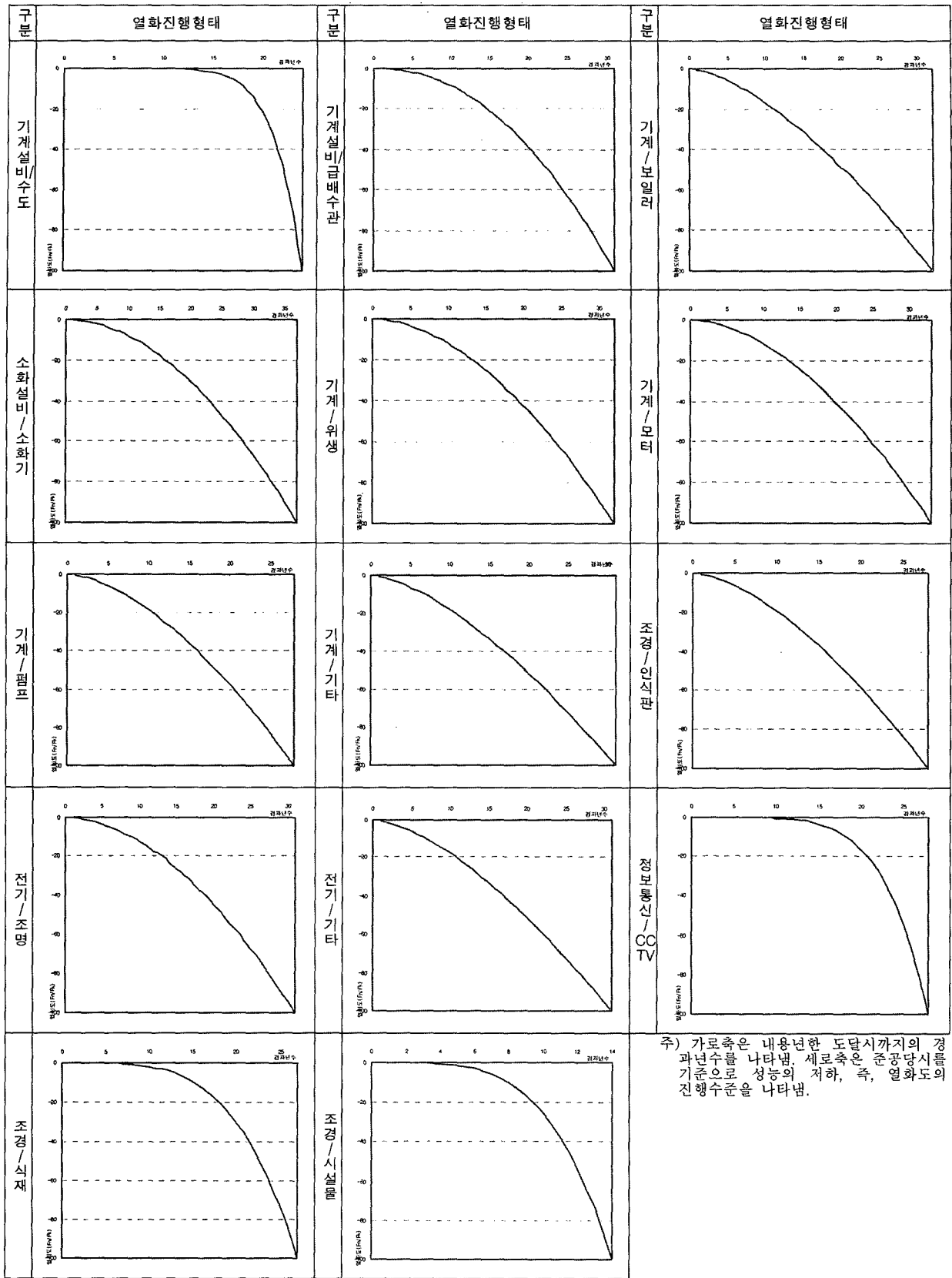


그림 5. 기계설비, 전기설비, 정보통신설비, 조경 구성재의 열화도 패턴

화진행정도가 100%진행하는 것으로 가정할 때, 경과년수에 따른 상대적인 열화진행 수준을 설명한다.

구성재의 열화도 진행형태를 살펴보면 초기단계에서부터 시간 경과에 따라 급속하게 진행되는 것, 시간 경과

와 비례하여 열화가 진행되는 것, 일정시점까지는 낮은 열화도 진행을 보이다가 일정시점이후부터 급격하게 진행되는 것 등으로 구분할 수 있다.

공동주택 구성재의 열화도 진행형태를 살펴보면 다음과 같다. 건축공사의 열화도 형태를 나타낸 것은 <그림 4>와 같다. 건축공사 가운데 분석대상 구성재는 창호, 유리, 창호잡철, 도장, 조적, 방수 등을 들 수 있다. 창호는 일정시점까지 열화의 진행이 약하게 발생하다가 일정시점 이후부터 열화가 본격적으로 나타나는 특징을 보인다. 약 7년이 경과되면서 열화가 본격적으로 나타나며 약 27년에 이르르면 열화진행이 절반수준에 도달하는 특징을 보이고 있다.

유리는 창호보다는 시간의 흐름에 직선형태로 열화가 진행됨을 알 수 있다. 열화의 진행이 절반수준에 이르는 경과년수는 약 25년 정도로 파악된다. 창호잡철은 약 7년이 경과하면서 열화가 본격적으로 진행되며 약 27년에 이르러 절반 수준의 열화가 진행되는 것으로 나타난다. 락카도장의 형태는 시간의 경과에 따라 비례적인 열화가 보이는 특징을 보이고 있다. 따라서 절반 수준의 열화도 진행은 전체 내용년한의 절반 수준에서 나타난다. 옥상방수는 약 15년이 경과하기까지 열화 진행수준이 매우 낮다. 그러나 15년이 경과하면서 급격한 열화 진행을 보이게 된다. 약 50%수준의 열화진행은 약 23년이 경과하면서 나타난다. 따라서 열화가 본격적으로 진행은 약 8년 전후의 기간 동안 급격하게 나타남을 알 수 있다. 지붕은 옥상방수와 유사한 열화패턴을 보이고 있다. 약 12년이 경과하면서 열화진행이 나타나게 되며 절반 수준의 열화가 진행되는 경과년수는 약 23년 전후임을 알 수 있다.

이와 같은 건축공사 구성재의 열화도 패턴 가운데 준공 후 일정시점까지 낮은 열화도 진행 수준을 나타내다가 10년~15년 사이에서부터 급격한 열화도 진행 형태를 보이는 구성재는 창호잡철, 벽체방수, 옥상방수, 실리콘, 지붕, 일반도장 등을 들 수 있다. 이 가운데 옥상방수, 지붕은 일정시점까지는 열화의 진행이 매우 낮은 수준을 유지하다가 일정 시점 이후부터 짧은 기간 동안 급격하게 열화가 진행되는 일시형의 형태로 구분할 수 있다.

반면, 시간의 흐름에 따라 비례적인 형태의 열화 진행을 나타내는 구성재는 락카도장 공사, 수장공사 등을 들 수 있다. 그 외의 구성재는 앞서의 두 가지 열화진행 패턴의 중간적인 유형으로 분류할 수 있다.

기계설비공사의 수도관련 부품의 열화도는 13년까지는 열화의 진행이 낮은 수준으로 진행되다가 13년을 경과하면서 급격하게 진행되고 있음을 알 수 있다. 절반 수준의 열화도를 보이는 경과년수는 약 23년 내외에서 발생하고 있다. 급배수관은 준공 이후 시간의 경과에 따라 비례적인 수준으로 열화가 계속적으로 진행되는 패턴을 보이고 있다.

내용년한 도달시점에서의 열화진행 수준을 100%로 가

정할 때, 급배수관은 전체의 50%수준의 열화도를 진행하는 경과년수는 약 23년 전후에서 나타나고 있다. 보일러의 열화도 진행수준이 전체의 절반 수준에 이르는 경과년수는 약 20년 내외로 전체 내용년한의 2/3시점에서 나타나고 있다. 소화설비는 시간의 경과에 따라 비례적인 형태의 열화진행 패턴을 보이고 있다. 내용년한 기간 동안 약 26년을 경과하면서 절반 수준의 열화 진행 형태를 나타내고 있다. 펌프는 약 20년이 경과하면서 열화가 절반 수준을 진행하고 있음을 보이고 있다. 그 외에 위생설비와 모터는 준공 후 약 25년이 경과하면서 열화진행이 50%수준에 이르는 것으로 분석된다. 기계설비에서는 수도 관련 부품을 제외하고는 시간의 경과에 따라 가속적으로 열화가 진행되는 패턴을 보이고 있다.

전기설비에서 조명기구는 시간의 경과에 따라 비례적인 패턴으로 열화가 진행함을 알 수 있다. 약 21년을 경과하면서 열화진행이 50%수준에 이르는 것으로 나타난다. CCTV는 약 10년이 경과하면서 열화가 나타난다. 그러나 이 시점을 경과하면서 열화의 진행은 급격한 형태를 보이고 있다. 열화의 진행이 50%수준에 이르는 경과년수는 약 25년 정도로 예측된다.

조경공사 가운데 식재와 일반시설물 등은 일정 시점까지는 열화의 진행이 낮은 반면, 그 이후부터는 급격한 진행을 하는 것으로 분석된다. 식재는 약 6년이 경과하면서 열화의 진행이 나타나며 그 이후부터는 열화의 진행이 이전보다 상대적으로 빠르게 나타난다. 일반 조형 시설물은 식재와 유사한 열화도 진행패턴을 보이고 있다. 열화 진행이 50%수준에 이르는 경과년수는 약 12년을 전후로 해서 나타난다. 인식판은 시간의 흐름에 따라 비례적인 형태로 열화가 진행됨을 알 수 있다.

V. 결 론

공동주택은 준공 후 시간의 흐름에 따라 성능, 기능 등이 저하되는 특징을 지니고 있다. 또한 사용기간이 장시간임으로 계속적으로 부품, 부재, 설비 등을 보수, 교환하여 거주성능을 확보하는 것이 요구된다.

그러나 공동주택 구성재의 장기수선계획을 수립하기 위해서는 구성재 각각의 내용년한, 열화정도 등의 기초자료가 확보되어야 한다. 열화는 준공 후 시간의 흐름에 따라 발생하는 자연적인 현상으로 일정시점에 도달하면 자체의 성능 혹은 기능을 상실하게 된다. 따라서 열화가 진행되어 성능이 완전히 제거되기 전에 구성재의 교환, 보수 등의 수선행위가 수행되어야 한다. 이때 구성재의 열화정도를 예측하여 수선시기를 사전적으로 설정하는 것이 중요하다.

본 논문에서는 공동주택 구성재의 열화정도를 설명하기 위해 모델과 열화 패턴을 설정하였다. 연구결과를 요약정리하면 다음과 같다.

첫째, 구성재의 열화정도는 수선시기에서 투입된 수선

비용의 정도를 이용하여 설명하였다. 이것은 비선형의 모델로 수선비용과 수선시기의 관계식으로 설정할 수 있다. 이것은 시간의 경과에 따른 비용측면의 열화도를 설명하는 것이다. 따라서 구성재가 내용년한 도달 시점에 열화로 인해 한계성능을 지나는 것으로 전제할 때 준공 후 시간의 흐름에 따른 열화수준을 설명할 수 있다.

둘째, 열화진행 형태를 살펴본 결과 준공 후 시간의 흐름에 따라 직선 형태를 보이는 것과 완만한 형태, 가속형의 형태로 구분할 수 있다(표 4 참조). 건축공사 가운데 창호잡철, 일반방수, 옥상방수, 실리콘, 지붕 등의 열화형태는 준공 후 일정시점까지는 낮은 열화를 보이다가 일정시점이후부터는 열화가 가속화되는 특징을 보이고 있다. 락카도장, 미장, 수장 등은 완만한 열화도 진행 형태를 보이고 있으며 시간의 흐름에 따라 직선형에 가까운 열화형태를 지니는 것으로 분석된다.

기계설비 가운데에서는 수도관련 부품이 일정시점부터 열화가 가속화되는 진행 형태를 보이고 있다. 반면, 보일러는 거의 직선형에 가까운 열화진행 형태를 지니고 있다. 그 외에 급배수관, 위생설비, 펌프 등은 준공 후 시간의 흐름에 따라 완만한 열화진행 형태를 보이고 있다.

전기설비 구성재의 열화는 완만한 진행 형태를 보이고 있다. 정보통신 설비인 CCTV는 일정시점까지는 열화가 거의 낮은 수준이나 그 이후부터는 가속적으로 진행되고 있음을 알 수 있다. 인식판은 직선형에 가까운 열화진행 형태를 보이고 있다.

상기와 같은 공동주택 열화진행 형태는 수선시기와 수선비용을 이용하여 분석하였다. 구성재의 열화는 성능 혹은 기능 측면에서 측정하는 것이 바람직하다. 그러나 이와 같은 측면에서 열화를 측정하기 위한 일반적인 방법이 부재하고 있다. 따라서 현재와 같은 일반적인 성능측정 기준의 부재의 대안으로써 수선비용과 수선시기의 관계를 이용하여 열화진행정도를 예측할 수 있는 도구로

활용할 수 있을 것이다.

이와 같은 연구결과는 건축물 구성재의 열화도 패턴에 따라 수선방법, 수선시기, 재료 선정 등의 수선계획을 수립하는 기초자료로 활용할 수 있을 것이다. 즉, 구성재의 특성에 따라 다양하게 나타나는 열화진행 패턴을 통해 열화의 진행속도에 따른 수선 계획을 수립할 수 있을 것이다. 특히, 열화진행 패턴에 따라 조기수선으로 대응할 것인지 혹은 일시 수선으로 대응할 것인지에 대한 수선 전략을 수립에 유용하다. 그러나 조기 수선 혹은 일시수선 등의 수선전략은 수선에 요구되는 비용 측면의 경제적 수선방법을 함께 고려하는 것이 효과적이다.

본 논문에서는 공동주택 구성재 가운데에서 자료수집의 한계상 제한적인 분석이 이루어졌다. 따라서 보다 다양한 구성재에 대한 가능한 자료의 수집을 통해 열화도를 예측하는 대안이 개발되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 고은형 외(1998), 공동주택 최적 경제수명 추정분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 14권 4호(통권 114호).
2. 한국건설기술연구원(1994), 건축물의 최적유지관리 모형 개발(I, II).
3. 오진수 외(2002), 공동주택 마감재 수명연한을 고려한 수선주기설정에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 제35호.
4. 이강희(1995), 공동주택 설비의 유지·보수 비용의 예측 모형, 대한건축학회논문집 11권 9호(통권 83호).
5. 이강희(2005), “공동주택 구성재의 내용년한 산정방법에 관한 연구”, 한국주거학회논문집 Vol.16, No.5, pp.67-74.
6. 황중현 외(2002), 성능기반의 건축물 내용연수 추정 모델, 대한건축학회논문집 구조계 18권 10호(통권 168호).
7. 高草木 明(1992), “狀態基準豫防保全の信頼性向上効果と經濟性の分析”, 日本建築學會計劃系論文報告集 第441號.
8. 飯塚 裕(1983), 現代建設學大系「建物の維持管理」.
9. 田村恭外 4人(1981), 新建築學大系 49-維持管理.
10. 高草木 明(1992), “狀態基準豫防保全の信頼性向上効果と經濟性の分析”, 日本建築學會計劃系論文報告集 第441號, pp.43-52.
11. 高草木 明(1992), “空調設備の更新評價に關する理論的研究”, 日本建築學會計劃系論文報告集 第435號, pp.23-31.
12. 高草木 明(1991), “空調設備の豫防保全に關する解釋的研究”, 日本建築學會計劃系論文報告集 第430號, pp.45-53.
13. 高草木 明(1994), “空調設備の物理的劣化の回復のための保全費用に關する調査研究”, 日本建築學會計劃系論文集 第459號, 27-36.
14. 日本建築學會(1988), 建築物の耐久計劃に關する考慮方案.
15. 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.

표 4. 구성재의 열화도 패턴 유형 분류

	가속형	직선형	일시형
건축	창호, 유리, 창호잡철, 조적, 일반도장, 일반방수, 실리콘처리, 금속	락카도장, 수장, 기타	옥상방수, 지붕
기계설비	-	급배수관, 보일러, 소화기, 위생설비, 모터, 펌프, 기타	수도관련 부품
전기설비 / 정보통신	-	조명, 기타	CCTV
조경	식재, 일반조경시설물	인식판	-

주) 직선형의 열화진행 패턴은 시간의 경과에 따라 단위변화가 비례적으로 열화가 발생하는 의미보다는 단위변화와 유사한 수준의 열화도를 보이는 것을 의미함. 따라서 가속형과 일시형의 중간적인 열화진행 형태를 의미함.

(接受: 2006. 1. 13)