

An Estimation on Average Service Life of Public Buildings in South Korea: In Case of RCC

Jung-Hoon Kwon* · Jin-Hyung Cho* · Hyun-Seung Oh** · Sae-Jae Lee*[†]

*School of Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology

**Department of IME, Hannam University

우리나라 공공건물의 내용연수 추정: RCC를 중심으로

권정훈* · 조진형* · 오현승** · 이세재*[†]

*금오공과대학교 산업공학부

**한남대학교 산업경영학과

ASL estimation of public building is based on how appropriate the maximum age of the asset is derived based on the age record of the asset in the statistical data owned by public institutions. This is because we get a 'constrained' ASL by that number. And it is especially true because other studies have assumed that the building is an Iowa curve R3.

Also, in this study, the survival rate is 1% as the threshold value at which the survival curve and the predictable life curve almost coincide. Rather than a theoretical basis, in the national statistical survey, the value of residual assets was recognized from the net value of 10% of the acquisition value when the average service life has elapsed, and 1% when doubling the average service life has elapsed. It is based on the setting mentioned above.

The biggest constraint in fitting statistical data to the Iowa curve is that the maximum ASL is selected at R3 150%, and the 'constrained' ASL is calculated by the proportional expression on the assumption that the Iowa curve is followed. In like manner constraints were considered.

First, the R3 disposal curve for the RCC(reinforced cement concrete) building was prepared according to the discarding method in the 2000 work, and it was jointly worked on with the National Statistical Office to secure the maximum amount of vintage data, but the lacking of sample size must be acknowledged. Even after that, the National Statistical Office and the Bank of Korea have been working on estimating the Iowa curve for each asset class in the I-O table. Another limitation is that the asset classification uses the broad classification of buildings as a subcategory.

Second, if there were such assets with a lifespan of 115 years that were acquired in 1905 and disposed of in 2020, these discarded data would be omitted from this ASL calculation.

Third, it is difficult to estimate the correct Iowa curve based on the stub-curve even if there is disposal data because Korea has a relatively shorter construction history, accumulated economic wealth since the 1980's. In other words, "constrained" ASL is an under-estimation of its ASL. Considering the fact that Korea was an economically developing country in the past and during rapid economic development, environmental factors such as asset accumulation and economic ability should be considered. Korea has a short period of accumulation of economic wealth, and the history of 'proper' architectures faithful to building regulations and principles is short and as a result, buildings 'not built properly' and 'proper' architectures are mixed.

In this study, ASL of RCC public building was estimated at 70 years.

Keywords : ASL(average service life), Public Building, Iowa Curve

Received 6 March 2023; Finally Revised 22 March 2023;

Accepted 22 March 2023

[†] Corresponding Author : saejaelee@kumoh.ac.kr

1. 서론

경제분석(타당성검토 포함)에서 요구되는 내용연수는 가치평가가 가능한 ‘경제적’ 내용연수이다.

회계상 혹은 세제상의 감가상각과 그 감가상각을 위한 내용연수는 가치평가(valuation)의 절차는 아니다.’라고 AICPA(미국공인회계사협회)가 정의하듯이, 돈의 시간적 가치가 결여되어 있는 지식체계가 오래된 부기의 장부가(book value)가 근간이 되는 현실적 상황에서는 정확한 경제적 가치를 구현하기 힘들다.

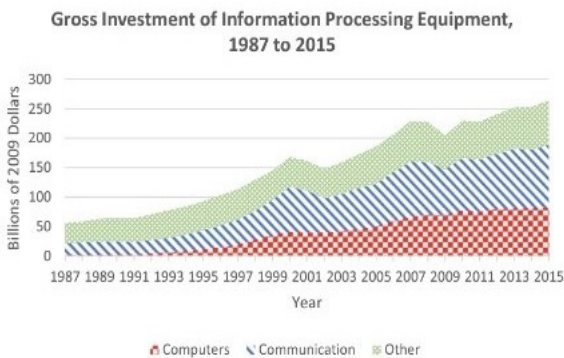
더군다나 미국의 국제세(IRS) 등은 가속감가상각제도(우리나라도 1996년에 유사제도 도입)도 채택하고 있으므로, 기업의 자본회수 개념으로의 내용연수 및 감가상각이라 보는 것이 타당하다. 조세상의 내용연수 및 감가상각이 경제적 의미의 바탕에 근거를 두고 있는 것을 전부 부정하는 것은 아니다.

미국은 Hulten과 Wykoff에 의해 그들이 정하는 자산 항목들의 범주에서는 경제적 감가상각 측정이 가능하지만, 우리나라의 경우는 폐기자산에 대한 빈티지(Vintage) 자료가 부족하기 때문에 이마저도 어려운 상황이다[5].

빈티지는 생(生)과 사(死)의 기록이 있는 것을 뜻한다. 인간은 당연히 빈티지 자료이며, 자동차, 건물 등은 빈티지 자료이다. 음식물 중에서도 포도주 같은 것은 생과 사에 대한 기록이 있으므로 빈티지 자료이다.

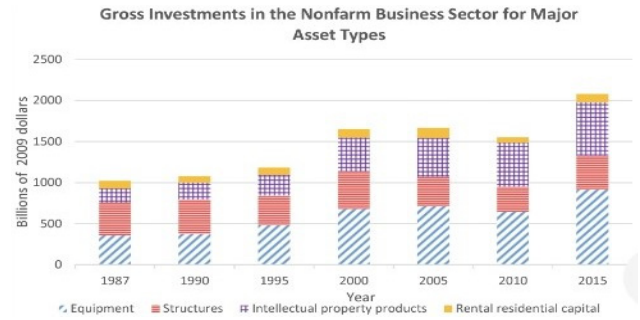
우리나라에서는 최초로 2000년 통계청과의 협업으로 빈티지 처분자료를 모아, 풍부한 시료크기는 아니었지만, 처분(disposal)자료에서 폐기자료와 중고처분가가 살아있는 처분자료로 구분 후, 처분자료를 수정(처분가(價)로 수정 사용연수 계상)하여 폐기율법으로 경제적 내용연수 산정하였다[14].

2. 미국 BLS(노동통계국)의 내용연수 산정 근거



<Figure 1> Gross Investment of Information Processing, 1987-2015

OECD와 BEA에서도 효율에 중점을 두는 생산자본스톡의 측정이 추가가 되고, 미국 BLS(노동통계국)은 BEA 소속 연구원과 같이 작업한 새로운 내용연수 및 감가상각을 제시하고 있다[4].



<Figure 2> Gross Investment for Major Asset

위의 두 그림은 BLS에서 제시한 시대에 따른 투자의 변화를 나타내어 주고 있다[2, 4]. 즉 과거의 BEA에서 언급해 왔던 Hulten-Wykoff의 Age-Price 관계식($y_t = f(t)$, y_t : t년의 가격)에서는 언급되지 않았던 지적 자본투입에 대한 데이터와 추세를 보여주고 있다.

이러한 관계로, 기존 유형고정자산들은 지적 자본투입이 많아지는 최근에는 (단순)바탕이 되는 것이다. 따라서 내용연수 BLS 산정에서는 <Table 1>에서 보는 바와 같이 길어지고 있다. 즉, 지적자본의 감가상각은 상대적으로 더 빨리 감가상각이 될 수 있지만, 그 바탕이 되는 기존의 유형고정자산의 내용연수는 길어질 수 있다는 것이다. 과거에는 전투기들의 마하 3의 속력 등 기계적인 것이 중요했으므로 전투기의 기계적 성능이 개량되면 기존 전투기는 은퇴(retire)의 수순을 밟지만, 현대는 전자적 장비를 업그레이드 함으로써, 기존 전투기의 내용연수는 길어지는 현상을 가지는 것과 유사하다(예: F15, F16 전투기 등).

BEA는 공공건물 등 공공자산에 대한 내용연수와 감가상각이 구별되어 있는 반면, BLS는 생산성 특히 노동생산성(총요소생산성, total factor productivity) 등 민간(private) 경제활동에 주를 하기에 민간에 대해서만 있다. 이것은 국제청(미국 IRS) 경우도 민간 부문의 자료만 제시하고 있다. 국가의 부(富, wealth)를 측정할 때는 대부분의 OECD국가들은 민간과 공공의 자산을 나누어 측정하고 있다.

<Table 1> BEA and BLS Mean Asset Service Lives

Type of Asset (Private nonresidential structure)	BEA	BLS
manufacturing	31	56
office building	36	70

3. 공공건물의 내용연수

가치평가에서 추구하는 내용연수인 ASL(average service life)은 평균서비스나이의 개념이다. Winfrey곡선으로도 불리는 아이오와곡선에 BEA와 OECD를 포함하여 경제학자들이 초점을 맞추는 것은 경제에서 운용되는 자본 측정의 기본이 되고, 많은 수의 동종 자산을 측정할 때 현실적으로 경제적 의미가 가장 많이 포함되어 있는 시장가의 평균이 가치 측정의 목표이기 때문이다.

가치평가에서는 경제학과 회계상의 용어가 혼용되므로 어려움이 있다. 경제학에서는 자본(capital)이란 회계에서는 자산(asset)의 뜻과 비슷하다. 특히 회계에서 자산=자본+부채의 식에서 자본과는 같은 단어라도 뜻이 다르기 때문에 구분하여 사용하여야 한다. UN 등 국제기구에서는 자본자산(capital assets)이라 하여 혼동을 막고 있기도 하다. UN통계위원회가 2009년에 발표한 '08 SNA(System of National Accounts)에서 정리하여 정의하고 있다. 회계에서 유형고정자산의 개념은 경제학에서 자본스톡(capital stock)과 거의 같다. 또한 경제학에서는 자본(capital)에 대해 stock과 flow의 개념으로 나누어진다[1].

4. 공공건물의 내용연수 산정

본 연구에서는 2021년 기준 한국재정정보원과 한국자산관리공사의 보관 공공건물 통계자료(철근콘크리트건물 자료 24,278건)를 사용하여, 아이오와곡선에 접근하는 방법을 모색하였다[10]. 2021년 공공건물통계자료에 자산분류별 개별자산의 구입 연도가 내재되어 있으므로 RCC(reinforcement cement concrete, 철근콘크리트) 건물 자산의 구입 연도의 현황을 히스토그램으로 그려본다. 이 도표는 2021년 현재 사용/보유하고 있는 RCC 건물 자산의 구입 연도별 현황이기 때문에 몇 가지의 가정을 한다면 생존곡선(survivor curve)을 가상할 수가 있기 때문이다.

예로서 설명하면 다음과 같다. 공공건물통계에서는 2021년 기준으로 수록되어 있기 때문에, 2021년 현재 기준으로 수록되어 있는 건물들의 연령을 구할 수 있다. 자산연령과 자산수명과의 관계를 도출한 보고서도 있다[13].

아이오와곡선을 추정하는데 필요충분조건인 데이터는 빈티지 데이터이다. 이런 의미에서는 공공건물통계에서 얻은 데이터는 폐기(처분 포함)의 정보가 없으므로, 매우 제약적인 데이터임으로 '가정이 이루어진' 아이오와곡선을 사용할 수밖에 없다.

따라서 부족한 정보 부문을 과거 작업[14]¹⁾에서 원용

하고, 또한 몇 가지의 가정(assumption)을 첨가하여 구할 수 없는 폐기(처분 포함) 정보를 대체하고자 한다.

4.1 OECD, BEA, 한국감정원(1999,2013년)자료²⁾

철근콘크리트조는 일본국세청이 제시한 철근콘크리트조 단독주택의 내용연수는 47년이다. 일본은 독일 등과 함께 조세상의 내용연수를 경제적 내용연수와 일치하는 것을 원칙으로 하는 국가이다. 미국은 국세청(IRS)에서도 내용연수 정하지만 조세 목적에 국한 되어 있고[7], 이 작업은 1930년대 아이오와주립대(ISU) 산업공학과 Marston교수에 의해 개발된 기법이 상무성(주로 BEA)에서 경제적 내용연수를 발표하는데 활용되고 있다. 미국은 건물 및 구축물에 대한 빈티지자료와 함께 부의 축적이 있어 '제대로 된' 건축이 오랫동안 이루어진 나라이다. BEA 자료에 의하면, 단독주택(철근콘크리트조 등 구조에 대한 구분은 없음)은 80년까지 ASL을 산정하고 있다. 미국의 경우는 건물, 구축물도 ASL을 추정할 충분한 빈티지자료가 있다. 회귀식 등 통계분석에 의해 추정되는 ASL, 경제적 감가상각액들은 BEA 분류로는 Hulten Wykoff Category A에 속하는 것이다[5].

2008년 국부통계조사보고서에서는 주거용 건물의 내용연수는 44년이고, 비주거용 건물은 47년이다(아이오와곡선 R3형태). 이 보고서에는 건물의 세분류별 집계는 없다[8]. 철근콘크리트조 단독주택의 기능상의 평균수명은 1999년 발간 한국감정원 내용연수표에 의하면 50년 이상으로 제안되었다[3]. 2013년 발간 내용연수표에서는 주거용은 50년(55년 상한), 비주거용은 55년(60년 상한)이다. 또한 우리나라의 과거는 경제적으로 빈국이었고, 경제발전이 급격하게 이루어진 점 등을 감안하여 자산축적과 경제적 능력 등의 제반 환경 변인을 고려하는 것이 타당하다[9]. 이는 한국은행의 자본스톡 추계자료집에서도 제시하고 있다[13].

<Table 2>에서 보는 바와같이 OECD국가들은 공공건물의 내용연수를 구조의 구분은 없지만, 우리나라 보다는 길게 산정하고 있다[1].

일반적으로 공공건물은 영리목적의 건축과는 분리되어 있으므로 화려하지는 않지만, 규격에 맞게 건축하는 경우가 많다. 또한 건축물의 예방보전(PM, preventive maintenance)에 있어서도 관리규정(혹은 표준)에 의해 이루어지기 때문에 건축물의 수명이 길어질 수 있다.

장치 L3, 차량운반구 S3임. 또한 아이오와곡선에서 1% 잔존율을 고려하면 평균내용연수(ASL) 100%에 대해 R3는 150%, L3는 190%, S3는 155%임[14].

2) 한국감정원, '유형고정자산 내용연수표', 한국감정원, 1999, 2013. 한국감정원은 한국부동산원으로 개명(2020년).

1) 자산별 아이오와곡선의 추정은 건물(철근): R3, 구축물: R3, 기계

우리나라는 지금까지 건축물의 내용연수 산정에 공공(public)과 민간(private)을 구분하지 않았다. 단지 1968년부터 1997년까지 시행했던 직접조사에 의한 국부통계와 최근 한국은행의 국부 신(新)계열에서 집계는 공공과 민간을 구분하고 있다[8].

<Table 2> ASL of Public Building[1]

country		ASL (years)
USA ⁺	private	
	industry	31
	office	36
	education	48
	public	
	industry	32
	etc.	50
UK ⁺⁺	private	50-80
	public	75
Italy ⁺⁺⁺	private	35-80
	public	80
Belgium ⁺⁺⁺	private	40-60
	public	60-70
Germany ⁺⁺⁺⁺	private	53
	public	66

Note: ASL(average service life)

- +) BEA, https://apps.bea.gov/scb/account_articles/national/0797r/table3.htm.
- ++) OECD, Eurostat-OECD Survey of National Practices in Estimating Net Stocks of Structures, 2016.
- +++) OECD, Measuring Capital OECD Manual(2nd ed.)(translation of BOK), BOK, 2010.
- ++++) Dr. Oda Schmalwasser, Michael Schidlowski, "Measuring Capital Stock in Germany", National Accounts, Statistisches Bundesamt(Wirtschaft und Statistik), 2006.

4.2 Iowa곡선 적합에 의한 '제한적인' ASL 추정

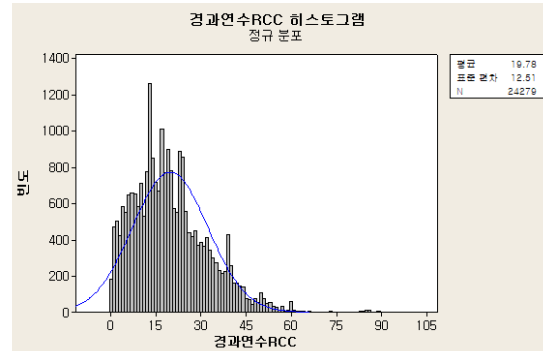
4.2.1 공공건물통계자료

다음의 히스토그램은 2021년 현재 공공건물 철근콘크리트조 건물의 취득연도별 생존 건물의 수이다. 1901년부터 2021년 말까지 해당 년에 취득한 자산 중 2021년 말까지 생존해 있는 주택 동(棟, 채)수이다. 예를 들어 경과연수 1968년에 빈도 11이라면, 2021년~1968년=1953년. 즉 1953년에 취득한 철근콘크리트조 건물 중 2021년 현재 남아 있는 것은 11채(혹은 동)라는 것이다.

<Figure 3>은 철근콘크리트(RCC)조의 건물이 24,279채가 있고, 취득 후 경과연수(2021년에 취득이면 경과연수는 0)를 히스토그램으로 나타낸 것이다. 통계자료 상의 경과연수의 최대치는 106년이다. 이 통계자료 폐기된 건물들의 폐기될 때까지의 경과연수, 즉 사용 내용연수의 자료는 누락되어 있어 완전한 빈티지 자료는 아니다.

<Figure 3>에서 평균이 19.8년이란 것은 공공건물통계 자료에 수록되어 있는 RCC건물의 취득 후 평균 경과연수가 19.8년이다.

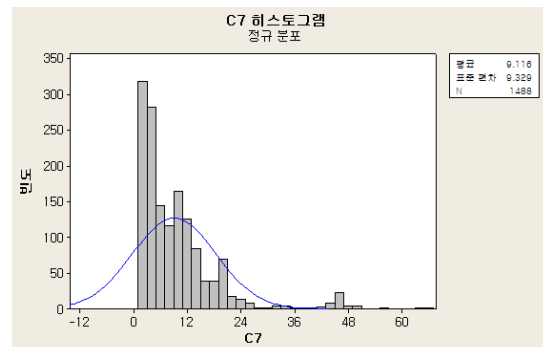
<Figure 3>에서 평균이 19.8년인데 <Figure 4>, <Figure 5>에서 보는 바와 같이 최대치 106년까지 고집되어 이어지는 히스토그램은, 최대치 106년까지 비교적 취득



(avg.=19.8, N=24,278, max.: 106yr)

(X-axis: age of building, Y-axis: frequency)

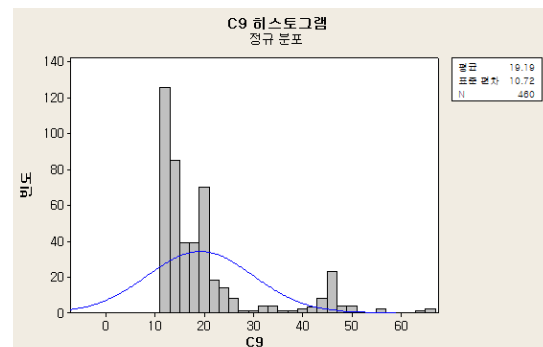
<Figure 3> Histogram of RCC Public Buildings



(avg. 49.1=40+9.1, N=1,488)

(X-axis: age of building, Y-axis: frequency)

<Figure 4> Above 40yr.



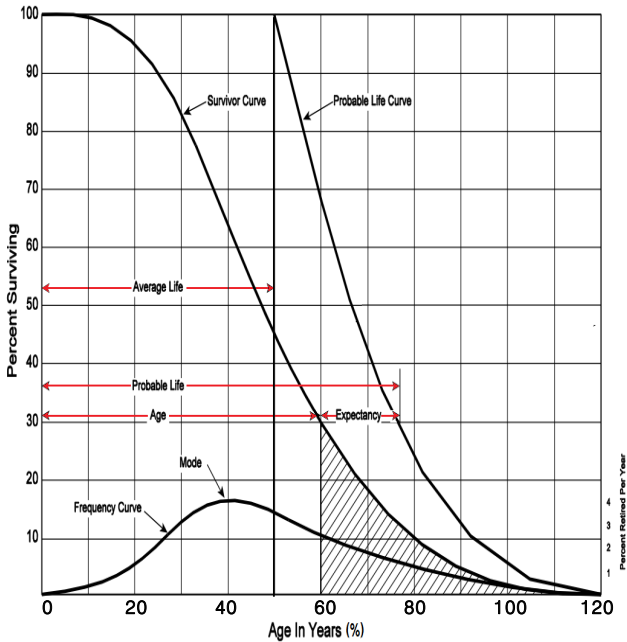
(avg. 69.2=50+19.2, N=460)

(X-axis: age of building, Y-axis: frequency)

<Figure 5> Above 50yr.

한 건물의 사용연령이 많은 것부터 적은 것 까지 이어져 있다는 것이고, 평균이 19.8년은 최근에 취득한 RCC건물이 많다는 것이다. 이는 우리나라가 경제적으로 부유하게 된 후에 취득된 건물이 많으므로 평균적 내용연수(ASL)는 높아질(길어질) 수 있다는 것도 암시하고 있다.

4.2.2 아이오와곡선 적용



<Figure 6> Iowa Curve(or Winfrey Curve)[11]

공공건물통계자료에서 아이오와곡선으로의 접근에 가장 걸림들은 빈티지 자료의 요건을 가추지 못한 것이다. 아이오와곡선은 소수의 빈티지자료가 있으면 토막곡선(stub-curve)에 의해 생존곡선의 형태를 추정할 수 있다 [11]. 폐기 시점이 없는 데이터기에 빈티지자료가 아니므로, 토막곡선에 의한 생존곡선 추정은 불가하다.

우리나라의 현존하는 대부분의 자산관련 데이터는 취득시기와 취득가는 있지만, 폐기시기와 폐기시점의 장부가가 아닌 경제적 의미를 가지는 폐기액(혹은 처분가)이 없다.

i) 빈티지의 개념에서 불완전한 공공건물통계자료를 어떻게 활용을 할까?

공공건물통계자료는 건물자산 세분류 별 생존자산의 취득시기와 취득가 등의 현황은 파악할 수 있다.

ii) 공공건물통계자료를 어떻게 빈티지화 할 것인가?

비록 1-digit의 대분류 자산분류이지만, 또한 충분치 못한 표본크기이었지만, 통계청과 공동으로 폐기율법에 의해 아이오와곡선을 추정했다. 건물은 아이오와 곡선

형태로 R3이었다[14].

4.2.3 제약적인 데이터의 아이오와곡선 적용

불완전한 빈티지 자료인 취득시기와 취득가는 있지만 폐기시기와 폐기액(혹은 처분가)이 없는 공공건물통계 자료에 아이오와곡선의 형태라는 정보를 첨가시키는 과정을 다음과 같이 하고자 한다.

<아이오와곡선 적용 가능성 검토>

공공건물 통계 자료에 있는 자산 중에 생존해 있는 최대 나이는 그 수치는 실제 수명에 근접하거나, 일치한다고 볼 수 있다(가정할 수 있다). 인간의 예를 들면, 어느 한 국가의 인간수명과 연령별 인구분포 히스토그램을 작성하면, 수명 분포와 연령별 분포는 나이가 적은 부문은 상당히 차이가 나지만, 고령 부문에서는 일정 비슷한 분포를 가질 수 있다. 특히 최고령자는 그분이 혼자 특별한 경우 200세와 같은 통계학에서 언급되는 이상점이 아닌 117세 이라면, 현재의 상식으로는 117세를 인간 최대 수명으로 보아도 무방하다는 것이다. 그러면 수명분포는 어떻게 만들 것인가는 지난 2000년에 작업한 결과의 아이오와곡선 R3를 원용한다는 것이다[14]. 또한 이제는 RCC건축관련 세계 최고의 단체 중 하나인 미국 PCA(Portland Cement Association)는 대부분 철근콘크리트 건물의 설계내용연수(design service life)는 30년이지만, 실지 건물은 50년에서 100년 이상 종속한다고 제시하고 있다[15]. 철근콘크리트조 공공건물의 연령 분포를 나타내는 <Figure 3>에 최대 경과연수가 106년으로 나타난다. 최대 연령의 데이터가 106년이면 PCA 허용 생존 연한과도 같이 하고 있다.

다만 이 데이터가 이상점(outlier)이면 실제수명에 근접한다고 가정하기 어렵다. 즉 106년의 데이터가 혹은 근처의 고립되어 조그마한 군집으로 있는 경우이다. <Figure 4>와 <Figure 5>에서 보는 바와 같이 비교적 충분한 빈도수와 고립 섬이 아니라는 것을 알 수 있다.

따라서 공공건물 통계자료 에서 생존해 있는 최대 연령의 자산을 본 연구에서는 <Figure 6> 아이오와곡선의 생존곡선(Survivor Curve)과 폐기 곡선인 <Figure 6> 상의 빈도곡선(frequency curve)의 생존율 1% 되는 경과연수로 가장하고자 한다. 이 생존율 1%는 우리나라 최초의 가치평가인 1968년 국부통계조사 때부터의 관례이기도 하다[8].

4.2.4 내용연수 추정

2000년 작업에서 구한 건축물의 아이오와곡선 R3에서 [14], 평균 내용연수를 100%로 보면 1% 생존율 일 때 내용연수는 150%이다. <Figure 3>에서 최대치 106년이 150%이므로 평균내용연수는 70년이다[10].

4.3 경제적 내용연수(ASL) 추정

본 연구에서 사용된 데이터는 한국재정정보원(FIS)과 한국자산관리공사(KAMCO)에서 받은 것이다.

앞서 지적했지만 우리나라의 과거는 경제적으로 빈국이었다. 이 점은 한국은행에서 크게 반영하여 동종의 자산분류의 건물이라 할지라도 건물취득연도(건축 완공연도)에 따라 경제적 내용연수를 달리하고 있다[12]. ‘제대로 된’ 건축의 역사가 일천한 동시에 ‘제대로 건축되지 못한’ 건물들이 ‘제대로 된’ 건축과 혼재되어 있다는 것이다(우리나라는 1980년대 중반 이후 급격한 소득수준의 향상으로 건축물에 대한 수요가 급증하여 물리적 수명이 다하기 전에 조기 멸실(폐기)되는 건축물이 많았음. 더불어 건축기술의 급속한 발전은 수명이 상향조정되어야 한다고 주장)[12, 13]. 이러한 의미에서 현장에서 많은 경험이 축적된 1999년, 2013년 刊 한국감정원의 ‘유형고정자산내용연수표’와 OECD 및 BEA, BLS의 결과들을 존중해야 한다[3]. 철근콘크리트조 공공건물의 경제적 내용연수(ASL) 70년을 본 연구에서 제안하는 바이다.

5. 결 론

사람도 나이가 많은 100세 넘으신 분들은 그 나이가 사람의 최대 수명으로 보아도 무방하다는 개념이, 본 연구에서 아이오와곡선을 활용하는, 즉 빈티지화 하는 가정이었다. 공공건물통계 자료에 있는 연령은 예측수명곡선(Probable Life Curve)의 수명과 유사하다는 것으로 (무리한) 유추가 가능하리라 본다. 자산은 현재 생존해 있는 자산의 연령이지만, 공공건물통계자료의 자산 중에서 최대 연령의 경우는 그 수치가 수명에 근접하거나, 일치한다고 볼 수 있다는 것이다.

<Figure 3>의 X축의 좌측 부분은 우리나라의 공공건물은 경제적 부가 형성되었던 1990년 이후에 건물이 많이 존속해 있는 것으로 파악하고, <Figure 3> X축의 우측 부분은 아이오와곡선의 폐기빈도 곡선의 우측부분으로 볼 수 있다는 것이 본 연구 가정이다.

따라서 본 연구에서는 공공건물통계자료에 의한 ASL 추정은 통계자료에 있는 자산의 연령 기록을 바탕으로 해당 자산의 최대 연령이 얼마나 합당하게 도출되는가에 있다. 공공건물 통계자료를 아이오와곡선으로 적합시키는데 있어 가장 큰 제약사항은 R3 150%로 내용연수 최대치를 선정하고, 아이오와곡선을 따른다는 가정하에 비례식에 의한 ‘계약적인’ ASL을 산출한다는 것이었고, 이외에도 다음과 같은 제약사항을 고려하였다.

첫째, 철근콘크리트조 폐기곡선을 R3형이라 한 것은

2000년 작업[14]에서 폐기율법에 의해 작성하였다. 많은 양의 빈티지자료를 확보하기 위해 통계청과 공동으로 작업한 것은 그 당시는 획기적인 것이었다. 하지만 시료크기(sample size)의 넘칠 정도의 충분치 못함은 인정해야 한다.

둘째, 극단적으로 1905년에 취득해 2020년에 폐기한 수명이 115년인 이런 자산이 있었다면 이러한 폐기자료는 이번 내용연수 산정 작업에는 누락되는 것이다. 실제 내용연수 보다 작은 수치(under-estimate)로 이어진다는 것이다.

셋째, 우리나라는 건설업의 역사가 일천하고 경제정부의 축적이 1980대 이후이기 때문에, ‘제대로 건축되지 못한’ 건물들이 ‘제대로 된’ 건축과 혼재되어 있다는 것이다[9, 12].

철근콘크리트는 PH13의 강알칼리성이므로 산소와의 차단과, 구조의 강도가 무너지지 않는 한 영원하다. 그러나 외기에 노출되어있는 건물이 산소와 외압에 자유로울 수가 없다.

구조물은 안전성능과 사용성능을 확보하여야 하며, 이는 설계단계에서 뿐 아니라 구조물의 사용수명 동안 확보하여야 한다. 내구성설계의 새로운 점은 시간을 설계 문제에 포함시켰다는 것이다. 목표사용수명(intend service life)이라는 개념이 도입되지만, 아직도 이를 뒷받침할 만한 연구가 충분히 이루어져 있지 않아, 각국의 설계 기준의 내구성 측면에 대한 규정은 재료적 관점에서만 규정되고 있는 것이 일반적이다[6].

하지만 경험의 내용연수를 제시한 예도 있다. 철근콘크리트의 경우, 1902년에 설립된 미국 PCA(Portland Cement Association)는 대부분 철근콘크리트 건물의 설계 내용연수(design service life)는 30년이지만, 실제 건물은 50년에서 100년 이상 존속한다고 제시하고 있다[15].

Acknowledgement

This study has been partially supported by a Research Fund (#202001270001) of Kumoh National Institute of Technology, Korea

References

- [1] Bank of Korea, Measuring Capital OECD Manual (2009yr) 2nd ed. translation, BOK, 2010.
- [2] BLS, *Overview of Capital Inputs for the BLS Multifactor Productivity Measures*, U.S. Bureau of Labor Statistics, June 2, 2017.
- [3] Cho, J. and Oh, H., *Estimation for ASL of Tangible*

- Fixed Asset*, Korea Appraisal Board Real Estate Institute, 2012.
- [4] Giandrea, M.D., Kornfeld, R.J., Meyer, P.B, and Powers, S.G., *Alternative Capital Asset Depreciation Rates for U.S. Capital and Multifactor Productivity Measures*, BLS working paper 539, U.S. Bureau of Labor Statistics, 2021.
- [5] Hulten, C. (ed.), *Depreciation, Inflation and Taxation of Income from Capital*, The Urban Institute Press, 1980.
- [6] Kim, J. K., Reinforced Concrete Structure Design, *CIR, Korea*, 2018, Vol. 1, p. 345.
- [7] Korea Institute of Public Finance, *Analysis of Service Lives for Depreciation of Asset in Major Countries*, Korea Institute of Public Finance, 2012.
- [8] Korea National Statistical Office, National Wealth Survey, 1968, 1977, 1987, 1997, 2008.
- [9] Korea National Statistical Office, Report on Mining and Manufacturing Survey, Various Years.
- [10] Lee, S. and Cho, J., *Estimation of ASL in Korea Public Buildings*, unpublished, KSIE, 2021.
- [11] Marston, A. Winfrey, R., and Hempstead, J. C., *Engineering Valuation and Depreciation*, ISU Press 9th Printing, 1982.
- [12] National B/S Team, *Application Method of Service Live by Asset in Capital Stock Estimation*, Bank of Korea, 2011.11.
- [13] National B/S Team, *Capital Stock Estimation*, Bank of Korea, 2013.10.
- [14] Oh, H., Cho, J., and Chung, K., *Estimation of ASL (average service life) for Tangible Fixed Asset by Asset*, SNU Institute of Economic Research, 2000.
- [15] PCA(Portland Cement Association), <https://www.cement.org/>

ORCID

Jung-Hoon Kwon | <http://orcid.org/0000-0002-7127-9411>

Jin-Hyung Cho | <http://orcid.org/0000-0003-2674-1774>

Hyun-Seung Oh | <http://orcid.org/0000-0002-7773-3750>

Sae-Jae Lee | <http://orcid.org/0000-0002-6656-5341>