

Research Paper

AHP-ISM기반의 공공자산관리 관리체계 영향요인 도출 연구

A Study on the Influencing Factors for the Establishment of a Public Asset Management System Based on AHP-ISM

이한솔¹ · 이웅균^{2*}

Lee, Han-Sol¹ · Lee, Ung-Kyun^{2*}

¹Master's Course, Department of Architectural Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung, 25601, Korea

²Associate Professor, Department of Architectural Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung, 25601, Korea

*Corresponding author

Lee, Ung-Kyun

Tel : 82-33-649-7548

E-mail : uklee@cku.ac.kr

Received : June 30, 2022

Revised : August 3, 2022

Accepted : August 8, 2022

ABSTRACT

Many studies have been conducted on asset management of public facilities, as the importance of such management has been increasing. This basic study aims to present strategies for the practical use of public asset management, and seeks to propose efficient management and utilization measures from a cost perspective by comparing and analyzing the importance and impact relationship between cost items for public asset management. In this study, 19 sub-items and the top 4 items were chosen by deriving cost factors based on the previous literature. A survey was conducted, and the results of the survey were analyzed by using the Analytic Hierarchy Process(AHP) and Interpretive Structural Modeling (ISM) methods. The AHP was used to derive the priority between items, and ISM was used to identify major groups and mutual influences. As a result, those items showing both high priority and high importance, such as user cost, dismantling/disposal cost, replacement cost, maintenance/repair cost, etc. are determined as priority items to be considered for public asset management of public facilities. Also, it is necessary to minimize the impact on other items in public asset management by those items which are impacted less by other items but have significant impact on the items such as initial construction costs, conceptual design costs, construction costs, and supervision costs. It is expected that the results and analysis methods presented in this study can be used to provide strategies for asset management of public facilities.

Keywords : asset management, public facilities, analysis hierarchy process, interpretive structural modeling

1. 연구의 배경 및 목적

1.1 연구의 배경 및 목적

국내에서는 시설물 유지관리의 효율성 강화를 위해 자산관리에 관한 개념을 2000년대 중반 처음으로 도입하였으며[1], 자산관리기본법을 통해 기본 방향을 제시하고 있다[2]. 선진국에서는 공공시설물에서의 자산관리라는 개념으로 90년대 호주의 Astroads에서 도로 시설물에 대한 자산관리로 시작하였으며, 미국, 캐나다 등에서 널리 활용되고 있다[3]. 2000년대 들어 국내에서도 공공시설물에 대한 자산관리 개념은 널리 알려지고 있으나 개념적인 소개 및 거시적인 전략의 설정이 주를 이루고 있어 실질적인 관리를 위한 요인의 도출 등 관련 연구의 진행은 상대적으로 부진한 실정이다.

공공자산관리에 대한 기존 연구를 살펴보면 다음과 같다. Shin et al.[4]은 선진국에서 수행 중인 자산관리 현황 분석을 통



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

해 국내 공공임대주택에 적합한 자산관리 도입방안을 제안하였고, Shin et al.[5]은 체계적인 하자관리를 위해서 하자처리 및 입주관리 관련 비용을 분석하고, 요인들의 영향도를 분석하였으며, Chin et al.[6]은 사회기반시설물의 자산관리체계 도입 방안 및 추진 전략을 모색하였다. Jo and Chae[7] 기존의 유지관리체계가 대응적인 것을 확인하고 이를 예방적 유지관리 체계로 변화하기 위한 전략을 제안하였다. Cho et al.[2]는 공공건축물에 자산관리 개념을 도입하기 위해 공공건축물 자산관리 프레임워크를 개발하여 제시하였고, Yeo et al.[8]는 지역 공공시설 자산관리 도입 방향을 탐색하고 전략을 제안하였다. Sung and Yoo[1]는 국제기준을 기반으로 공공시설물 관리를 위한 역량 진단모델 개발의 연구를 수행하였다. Lee and Jung [9]는 운영단계로 이양된 건설정보가 자산관리 업무에 미치는 영향을 평가하기 위한 방법론을 제안하였다. Lee and Jung [10]는 세분화된 자산관리 업무기능을 정의하고, 업무과정에 필요로 하는 정보를 도형 정보와 비도형 정보를 포괄하여 분석 하였다. Park et al.[11]는 기존의 유지관리와 연계가 가능한 성능평가, 생애주기 비용분석 등과 같이 자산관리를 위한 의사결정 절차를 체계화하고, 효율적인 자산관리를 위한 전산시스템 개발 연구를 진행하였다. 이와같이 공공자산관리에 대한 기존 연구들은 동향 분석을 통하여 공공자산관리의 전략에 대한 방안을 추진하는 것으로 주 연구가 이루어 지고 있기 때문에 공공자산관리에 세부적인 관리계획수립 및 실천적 전략을 담지 못하는 한계를 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 공공자산관리의 실질적인 운영을 위한 전략방안을 제시하기 위한 기초 연구로서 공공자산관리의 비용 항목들을 선정하여 비용 항목들간의 중요도 및 영향관계를 비교분석 하여 비용적 관점에서 효율적인 공공자산관리 및 활용방안을 제안하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 비용적 관점에서 공공시설물 자산관리 관리 체계의 영향 요인을 우선 분석 대상으로 하였다. 연구에 앞서 공공시설물의 자산관리 관리체계를 위한 영향요인을 도출하기 위하여 기존 연구 및 문헌을 참조하여 영향요인을 도출하였다. 도출된 영향요인 관리항목들간의 우선순위 및 영향관계를 분석하기 위해 전문가들 대상으로 설문조사를 진행하였고, 이후 계층화 분석법(AHP) 및 Interpretive Structural Modeling(ISM)기법을 활용하여 결론을 도출하였다.

연구의 진행에 있어 주된 사용되는 기법은 계층화 분석법(AHP) 및 Interpretive Structural Modeling(ISM) 방법이다. 계층화 분석법(Analytic Hierarchy Process; AHP)은 1970년대 초반 Tomas Saaty에 의해 개발된 의사결정 방법으로, 이 기법은 의사결정이 필요한 사항의 여러 속성 중에서 두 가지씩 비교 대상을 추출하여 쌍대비교를 실시함으로써 의사결정과정에 참여하는 여러 전문가들의 의사결정 판단자료를 일정한 논리로 쉽고 체계적으로 획득, 분석하게 해줄 뿐만 아니라 의사결정과정에 관련된 평가기준들을 계층적인 구조로 파악할 수 있게 해준다[12]. AHP에 대한 기존 연구를 살펴보면 Jung et al.[12]은 커튼월 생애주기 프로세스의 효율성 향상을 위해 전체 생애주기 프로세스 단계별 중요 관리 포인트를 제시하였다. Kim et al.[13]은 안전 요인을 고려하지 않은 획일화된 건설사업관리용역업자 사업수행능력 평가 기준 개선을 위한 발주자 입장에서의 건설사업관리자 선정에 대한 안전 항목 참고 요인을 선정하였고, Shin et al.[14]은 초고층 건축공사에서 사용되는 바닥판 거푸집 시스템들을 대안으로 선정 후 현장 실무자들로부터 얻은 일반적인 평가 기준을 바탕으로 체계적인 평가를 통해 국내 상황에 적합한 바닥판 거푸집 시스템을 선정하는 모델을 제안하였다. Kim et al.[15]은 공공공사의 특성을 고려한 발주 방식 선정 모델을 개발하였다. Cho and Lee[16]는 우리나라 시공경쟁력을 향상시키기 위하여 전문 건설업의 기술개선 수요 조사 및 분석을 실시하여 시공 경쟁력을 높이기 위한 기술 개선 수요를 도출하였다. 이와같이 계층화 분석법(AHP)는 선정된 요인들간에 중요도 선정에는 우수한 모습을 보이고 있으나, 그 요인들 간의 관련성을 기반으로한 분석에는 한계점을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 계층화 분석법(AHP)의 단점을 보완하기 위하여 Interpretive Structural Modeling(ISM)기법을 추가로 활용하였다.

Interpretive Structural Modeling(ISM)기법은 요소간 상호관련성 분석 기법으로 프로젝트의 문제점을 명확하게 규명하고 복잡한 요소로 이루어진 상호 관계성을 분석하기 위해 미국 베텔 콜럼버스 연구소(Vatel Columbus Laboratory)에서 개발

한 수학적 방법론이다. Park et al.[17] 에 따르면 ISM 기법은 어떤 문제를 복잡하게 구성하고 있는 각 항목간의 상관관계를 이용하여 각 항목간의 계층구조를 명확히 식별할 수 있는 장점이 있다. 국내·외 ISM 기법 활용 연구로는 Kim et al.[18]의 ISM을 활용하여 해외 건설 진출 시 갖추어야할 역량 강화 항목에 대한 우선순위 수립 연구가 있다. Ravi and Shankar[19]는 ISM을 활용하여 항목 간의 상호 영향을 분석하여 물류 활동을 방해하는 중요한 항목에 대한 추출을 수행하였다. 이처럼 ISM은 항목들 간의 영향관계를 파악하여 계층구조로 표현하여 항목들간의 영향관계를 도식화 하는 장점을 가지고 있으나, 항목들간의 우선순위에 대해 표현하는데는 한계점을 가지고 있다. 이에 ISM의 단점을 보완하기 위하여 계층화분석법(AHP)과 같이 활용하여 연구를 진행하였다.

본 연구 이전의 분석 방법들은 AHP 및 활용하여 계층들 간의 우선순위를 파악하거나 ISM을 활용하여 항목들 간의 영향관계를 도식화하여 파악하는데 그쳤으나, 본 연구에서의 분석방법은 우선순위 및 영향관계를 같이 파악하여 우선순위가 다른 항목들에 어떠한 영향 관계를 미치는지 알아보았다. 이후 항목들 간의 우선순위 및 영향 관계가 서로에게 미치는 영향을 도식화 하여 계층화 모델로 표현하였다.

2. 공공자산관리 관리요인 선정

국내 공공시설물 자산관리의 효율적인 자산관리 방안을 제시하기 위하여 공공 시설물 자산관리의 기존연구[2,7]를 바탕으로 상·하위 항목을 다음과 같이 도출하였다. 공공시설물 자산관리 상위항목에 해당하는 자산가치평가 항목은 공공시설

Table 1. Evaluation items for public asset management factors

Upper items	Lower items	Description
Asset valuation	Replacement cost(C1)	Cost of re-construction reflecting current price and technology
	Remain value(C2)	Value calculated by subtracting demolition costs from recycling costs
	Useful life(C3)	The service life of the facility after the safety evaluation of the facility
	Modified useful life(C4)	Life expectancy of a facility considering the performance of the facility
	Remaining useful life(C5)	Life expectancy obtained by subtracting the service life of the facility from the changed life
	Value at the date of appraisal(C6)	Value measured early in asset management of a facility to determine asset management effectiveness
Cost bearer	Management entity cost(C7)	Cost borne by the management entity by integrating the direct and indirect loss costs of the management entity
	User cost(C8)	Costs borne by users of the facility
Life cycle cost	Maintenance and repair cost(C9)	Expenses incurred in the overall maintenance of facilities and the repair of defects in facilities
	Initial construction cost(C10)	Cost measured during initial construction of the facility
	Inspection and investigation cost(C11)	Expenses incurred during periodic management and inspection of facilities
Cost estimation	Disposal costs(C12)	Facility-related waste costs
	Design cost(C13)	Costs incurred in planning and designing a facility
	Repair cost(C14)	Expenses incurred in repairing and reinforcing facilities
	Construction cost(C15)	Expenses incurred in the construction of facilities
	Management cost(C16)	Expenses incurred in monitoring facilities
	Others(C17)	All other expenses
	Time loss cost(C18)	Time loss costs associated with facilities
	Waste disposal cost(C19)	Expenses incurred in handling matters, such as recycling and disposal related to facilities, etc

물의 자산관리를 효율적으로 하기 위해서는 공공시설물의 자산가치를 객관적으로 평가하는 것이 중요함에 따라 공공시설물의 상태평가를 위해 국가회계지침에 따른 상각후 대체원가를 이용하여 자산가치평가항목에 해당하는 하위항목을 선정하였다[2]. 또한 비용 부담주체 항목, 생애 주기 단계 항목, 관리 비용 항목은 공공시설물의 자산관리 체계 구축을 위하여 LCC분석 모델을 참조하여 상위항목 및 하위 항목을 선정하였다[7]. 자산가치평가항목, 비용 부담주체 항목, 생애 주기 단계 항목, 관리 비용 항목으로 4가지 항목이며 하위 항목으로는 대체 원가, 잔존 가치, 사용 수명, 변경 수명, 잔존수명, 평가시점의 가치, 관리 주체 비용, 사용자 비용, 유지관리·보수 비용, 초기공사 비용, 점검·조사비용, 해체·폐기비용, 계획·설계비용, 보수·보강비용, 공사비용, 관리비용, 기타비용, 시간손실비용, 처리비용으로 19가지 항목으로 구분하였다(Table 1).

3. AHP 분석

3.1 설문조사

본 연구에서는 AHP분석법 및 ISM을 활용하기 위하여 앞서 선정한 공공시설물 공공자산관리 관리요인 상위항목 4가지 및 하위항목 19가지를 각 분석법에 맞는 설문조사를 진행하였다. 설문대상으로는 본 연구 분야의 전문가로 설정하였으며, 비대면 설문조사 방법을 이용하였다. 총 설문수는 10부이며, 그중 유효한 설문은 7부로 나타났다(Table 2). AHP는 9점 척도를 활용한 설문조사를 진행하였으며, ISM은 항목들 간의 영향관계를 비교하는 설문형식으로 설문조사를 진행하였다.

Table 2. Questionnaire respondent characteristics

Date	21.03.19~21.03.22					
Purpose	Selection of Factors for Asset Management of Public Facilities					
	Age		Area		Experience	
Experts	30~40	4	Academia	4	0~5	2
	40~50	3	Research lab	2	5~10	3
	50~60	0	Company	0	10~15	2
	60~	0	Others	1	15~20	0

3.2 AHP 분석

AHP분석법은 상대적 중요도(우선순위)를 결정하는데 효과적이며 그 결과는 Table 3에 제시하였다. AHP분석 결과 상위요인 4가지 항목중에서는 관리비용 항목이 0.416으로 가장 높게 나타났고, 자산가치평가 항목에 0.118로 가장 낮게 나타났다. 또한 자산가치평가 항목중에서 대체원가 항목이 0.227로 가장 높게 나타났고, 비용부담주체 항목은 사용자 비용이 0.792로, 생애주기단계 항목은 해체·폐기비용이 0.439로, 관리비용 항목에는 기타 비용이 0.306으로 가장 높게 나타났다.

하위항목 19가지를 전체 순위로 보았을 때 가장 높게 나타난 항목은 0.792 값이 나온 사용자 비용이며 그 다음으로는 0.439 인 해체·폐기비용, 0.306 기타비용, 0.272 초기 공사비용, 0.227 대체원가이며 가장 낮은 값은 0.025로 공사비용이었다. 또한 0.064 값이 나온 계획·설계비용과 0.063값이 나온 보수·보강 비용 또한 낮게 나타났다.

Table 3. Management factor importance results and ranking by AHP

Public facilities asset management					
Upper item	Importance	Lower item	Importance	Rank	Total Rank
Asset valuation	0.118	Replacement cost(C1)	0.227	1	5
		Remaing value(C2)	0.099	6	16
		Useful life(C3)	0.223	2	6
		Modified useful life(C4)	0.162	4	10
		Remaining useful life(C5)	0.164	3	9
		Value at the date of appraisal(C6)	0.126	5	14
Cost bearer	0.249	Management entity cost(C7)	0.208	2	8
		User cost(C8)	0.792	1	1
Life cycle cost	0.217	Maintenance and repair cost(C9)	0.067	4	17
		Initial construction cost(C10)	0.272	2	4
		Inspection and investigation cost(C11)	0.223	3	7
		Disposal costs(C12)	0.439	1	2
Cost estimation	0.416	Design cost(C13)	0.064	6	18
		Repair cost(C14)	0.063	7	19
		Construction cost(C15)	0.025	8	20
		Management cost(C16)	0.103	5	15
		Others(C17)	0.306	1	3
		Time loss cost(C18)	0.140	4	13
		Waste disposal cost(C19)	0.153	2	11

4. ISM 분석

ISM 분석법은 항목들간의 관련성 및 영향도를 분석하는데 적절한 방법이다. ISM 분석법을 통해 분석하기 위해서는 우선 분석 대상 항목을 선정하고, 선정한 항목들을 토대로 상호 영향도를 조사한다. 진행된 조사를 토대로 자기-상호관계행렬(SSIM)을 도출하고, 도출된 자기-상호관계행렬(SSIM)을 토대로 초기도달행렬을 도출한다. 초기 도달행렬에 대한 이행성을 검토하여 최종도달행렬을 구한다. 여기서 이행성이란 A와 B가 관계가 있고, B와 C가 관계가 있으면, A는 반드시 C와 관련이 있는 성격을 의미한다. 최종 도달행렬을 토대로 레벨-분할 그래프를 그리고 최종 도달 행렬상의 입력된 값으로 항목 간의 영향관계를 방향으로 그려주며, 최종 도달행렬의 영향도 및 피 영향도를 토대로 MICMAC를 그려준다. 모델 검토 및 수정 작업을 통하여 최종 모델을 도출하는 순서로 진행된다.

4.1 ISM 계산

4.1.1 자기상호관계행렬(Structural Self-Interaction Matrix : SSIM) 도출

앞서 AHP 설문조사와 같은 항목에 설문내용을 토대로 설문조사를 진행하였다. 각 항목의 대한 영향성 관계를 파악하기 위하여 각 항목들간의 관계를 “영향을 준다”, “영향을 주지 않는다” 로 표시하였고, 그 표시한 결과값을 토대로 자기-상호관계행렬(SSIM)을 도출하였다. 도출한 자기-상호관계행렬은 Table 4와 같다. 자기-상호관계행렬은 V, A, X, O의 기호로 이루어져 있으며, 각 기호에 대한 설명은 다음과 같다.

- V : 항목 a가 항목 b에 영향을 준다.
- A : 항목 b가 항목 a에 영향을 준다.
- X : 항목 a와 항목 b가 서로에게 영향을 준다.
- O : 항목 a와 항목 b가 서로에게 영향을 주지 않는다.

4.1.2 초기도달행렬 및 최종도달행렬

초기도달행렬은 앞서 구한 자기-상호관계행렬(SSIM)을 통하여 도출한다. 도출한 초기도달행렬값은 자기-상호관계행렬에 입력된 기호에 따라 이진 숫자인 0과 1로 변환하여 초기도달행렬 값으로 변환하여 넣어준다. 자기-상호관계행렬(i,j) 입력된 기호가 V이면 초기 도달 행렬의(i,j) 셀에는 1을 넣어주고, (j,i) 0을 넣어준다. 자기-상호관계행렬(i,j)에 입력된 기호가 A이면 초기 도달 행렬의 (i,j) 셀에는 0을 넣어주고, (j,i) 셀에는 1을 넣어준다. 자기-상호관계행렬(i,j)에 입력된 기호가 X이면 초기 도달행렬의 (i,j) 셀과, (j,i) 셀 모두 1을 넣어준다. 자기-상호관계행렬(i,j)에 입력된 기호가 O이면 초기 도달행렬의 (i,j)셀과, (j,i) 셀 모두 0을 넣어준다. 이를 통해 최종도달행렬을 산출하면 Table 5와 같다.

4.1.3 하삼각행렬 및 레벨분할그래프

최종도달행렬까지 모두 구한뒤 ISM기법에서 최종결과물로 활용되어지는 계층 구조 모델링을 그리기 위하여 최종도달행렬을 항목들 간의 레벨로 나누어 준다. 최종도달행렬상의 가로 성분은 도달집합으로 해당 항목에게 영향을 받는 항목들을 모아놓은 집합이며, 최종도달행렬상의 세로 성분은 선행집합으로 해당 항목에게 영향을 주는 항목들을 모아놓은 집합을 말한다.

도달집합과 선행집합을 모두 구하면 도달집합과 선행집합 상의 교집합을 구해주면되는데, 이때 도달집합과 교집합이 모

Table 4. Structural Self-Interaction Matrix(SSIM)

Barriers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1		X	A	A	A	X	O	O	X	A	O	V	O	X	O	O	V	O	X
2			X	X	X	X	O	O	X	A	O	X	O	X	O	O	V	V	X
3				X	X	X	O	O	V	O	V	O	O	V	O	O	O	V	V
4					X	X	O	O	V	O	V	V	O	V	O	O	O	V	O
5						X	O	O	O	O	V	V	A	V	O	O	O	V	O
6							O	O	X	O	V	V	O	X	O	O	V	V	V
7								X	X	O	X	A	O	X	A	O	O	V	A
8									A	O	X	A	O	X	A	O	O	V	O
9										O	X	A	O	X	A	O	O	X	A
10											O	O	X	O	X	X	O	O	O
11												O	O	X	O	O	O	O	O
12													A	X	A	O	O	X	X
13														O	V	V	O	O	O
14															A	O	O	X	X
15																X	O	O	V
16																	O	O	O
17																		A	X
18																			X
19																			

Table 5. Final reachability matrix

Barriers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Driving Power
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	15
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	15
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	15
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	15
5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	14
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	15
7	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	12
8	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	12
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	15
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	18
11	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	11
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	14
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	15
15	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
16	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	12
17	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	9
18	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	12
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	15
Dependence Power	19	19	12	12	12	17	19	18	18	4	16	19	4	19	4	4	15	18	19	

Table 6. Level Partition Graph

Barriers (Pi)	Reachability Set R(Pi)	Antecedence Set A(Pi)	Intersection Set R(Pi) A(Pi)	Level
1	1,2,3,4,5,6,7,8,11,12,14,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,11,12,14,17,18,19	Lv1
2	1,2,3,4,5,6,7,8,11,12,14,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,11,12,14,17,18,19	Lv1
6	1,2,3,4,5,6,7,8,11,12,14,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,11,12,14,18,19	Lv1
7	1,2,6,7,8,9,11,12,14,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19	1,2,6,7,8,9,11,12,14,17,18,19	Lv1
8	1,2,6,7,8,9,11,12,14,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,18,19	1,2,6,7,8,11,12,14,18,19	Lv1
9	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,14,17,18,19	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,14,17,18,19	Lv1
11	1,2,6,7,8,9,11,12,14,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,13,14,15,18,19	1,2,6,7,8,9,11,12,14,18,19	Lv1
12	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,14,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,14,18,19	Lv1
14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,14,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,14,17,18,19	Lv1
18	1,2,5,6,7,8,11,12,14,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,17,18,19	1,2,5,6,7,8,11,12,14,17,18,19	Lv1
19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,14,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,14,17,18,19	Lv1
16	10,13,15,16	10,13,15,16	10,13,15,16	Lv2
17	17	3,4,5,10,15,17	17	Lv2
13	3,4,5,10,13,15	10,13,15	10,13,15	Lv3
15	10,13,15	10,13,15	10,13,15	Lv3
10	3,4,5,10	10	10,13,15	Lv4
3	3,4,5	3,4,5	3,4,5	Lv5
4	3,4,5	3,4,5	3,4,5	Lv5
5	3,4,5	3,4,5	3,4,5	Lv5

두 같은 순서대로 항목들을 나누어준다. 도달집합과 교집합이 같은 항목은 Level 1로 설정하며, 이는 ISM 계층구조에서 제일 높은 위치에 해당하는 항목이다.

앞서 진행한 방식대로 차례대로 진행하며 레벨을 설정해준다. 하위 레벨들을 설정할 때 앞서 설정된 상위 레벨에 도달집합, 선행집합, 교집합은 제거한 뒤 진행한다. 위와 같은 방식대로 진행하면 최종 결과물인 레벨 분할그래프가 완성된다 (Table 6).

4.1.4 MICMAC(Matriced'Impacts Croises-Multiplication Applique'to Classment) Analysis

레벨 분할 그래프를 그려준 뒤 영향도 및 피영향도로 이루어져 있는 사사분면 그래프인 MICMAC를 그려준다. MICMAC를 통해서 항목들이 서로에게 미치는 영향이나 받는 영향에 크기를 알 수 있어 핵심적인 관리요인을 찾을 수 있다는 장점이 있다. MICMAC Model Graph는 Figure 1과 같다. 각 사분면이 의미하는 내용을 분석하면 다음과 같다.

첫째, 그래프상 I로 표시되어있는 부분은 영향도 및 피영향도가 모두 낮은 항목이 포함되는 부분이며 본 그래프 상에서는 해당하는 항목이 나타나지 않는 항목이다. 둘째, 그래프상 II에 해당하는 항목은 영향도는 낮으나 피영향도가 높은 항목으로 다른 항목에 주는 영향은 낮으나 받는 영향은 큰 항목들이 속하며 본 그래프 상에서는 해당되는 항목이 나타나지 않는 항목이다. 셋째, 그래프상 III에 해당하는 항목은 영향도와 피영향도 모두 높은 항목으로 1번, 2번, 3번, 4번, 5번, 6번, 7번, 8번, 9번, 11번, 12번, 14번, 17번, 18번, 19번 항목들이 포함된다. 그래프 III에 해당하는 항목들은 다른 항목들에 영향도 많이 받으면서 영향도 많이 주는 항목들이므로 자산관리 항목을 고려할 때 가장 우선시 고려해야할 항목들로 판단된다. 넷째, 그래프상 IV에 해당하는 항목은 영향도는 높으나 피영향도가 낮은 항목으로 다른 항목들에게 미치는 영향은 높고, 다른 항목들에게 받는 영향은 낮은 항목들을 말하며 10번, 13번, 15번, 16번 항목이 포함된다. 이 항목들은 다른 항목들에게 영향을 주로 끼치는 항목들이므로 공공자산관리비용을 선정할 때 다른 항목에 어떠한 영향을 주는지 고려해야할 항목으로 판단된다.

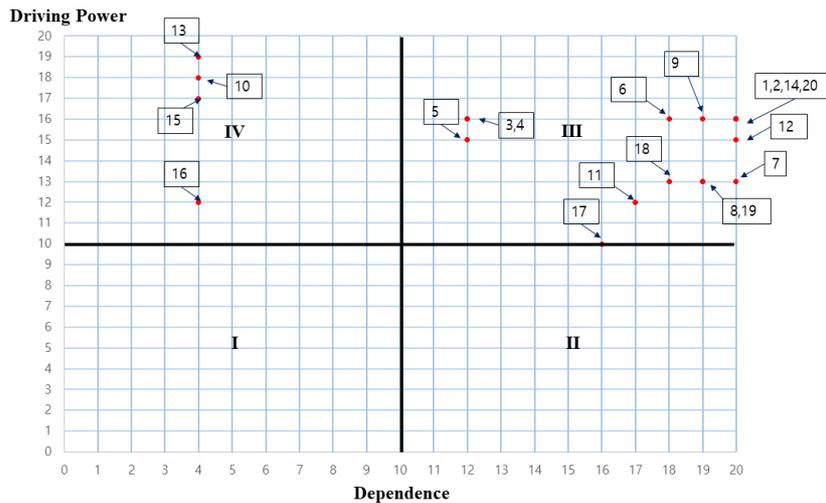


Figure 1. Driving power and dependence diagram

5. 결과 및 고찰

본 연구에서는 공공시설물 공공자산관리 관리 선정을 AHP 및 ISM을 활용하여 선정하고자 상위 항목 4가지 하위 항목 19가지를 선정하여 설문조사 및 분석을 실시하였다. 우선적으로 AHP 분석법을 활용하여 쌍대비교 및 가중치계산을 통하여

우선순위를 도출하였고, ISM 기법을 활용하여 초기 모델인 Level Partition Model Graph와 MICMAC를 구하였다. 이후 AHP 결과값인 ISM 결과값을 종합하여 최종 결과값을 구하였다(Table 7). Table 7 내용을 토대로 ISM Base Model을 적용시켜 최종 AHP&ISM Model Graph를 도출하였다.

최종 모델 그래프는 Figure 2와 같다. 최종 모델 그래프는 ISM Patition Model Graph에서 Table 7에 결과값에 따라 Level 별 면적분포로 표현하였다. 모델 그래프 상에서 같은 레벨에 위치하더라도 중요도 계수에 의해 우선 순위가 변동 할 수 있다

Table 7. AHP & ISM level-importance model graph

Item	Importance	Level	Level Rank	Importance Rank
Replacement cost(C1)	0.227	1	3	5
Remaing value(C2)	0.099	1	8	16
Value at the date of appraisal(C6)	0.126	1	7	14
Management entity cost(C7)	0.208	1	5	8
User cost(C8)	0.792	1	1	1
Maintenance and repair cost(C9)	0.067	1	9	17
Inspection and investigation cost(C11)	0.223	1	4	7
Disposal costs(C12)	0.439	1	2	2
Repair cost(C14)	0.063	1	10	19
Time loss cost(C18)	0.140	1	12	13
Waste disposal cost(C19)	0.153	1	6	11
Management cost(C16)	0.103	2	14	15
Others(C17)	0.306	2	13	3
Design cost(C13)	0.064	3	15	18
Construction cost(C15)	0.025	3	16	20
Initial construction cost(C10)	0.272	4	17	4
Useful life(C3)	0.223	5	18	6
Modified useful life(C4)	0.162	5	20	10
Remaining useful life(C5)	0.164	5	19	9

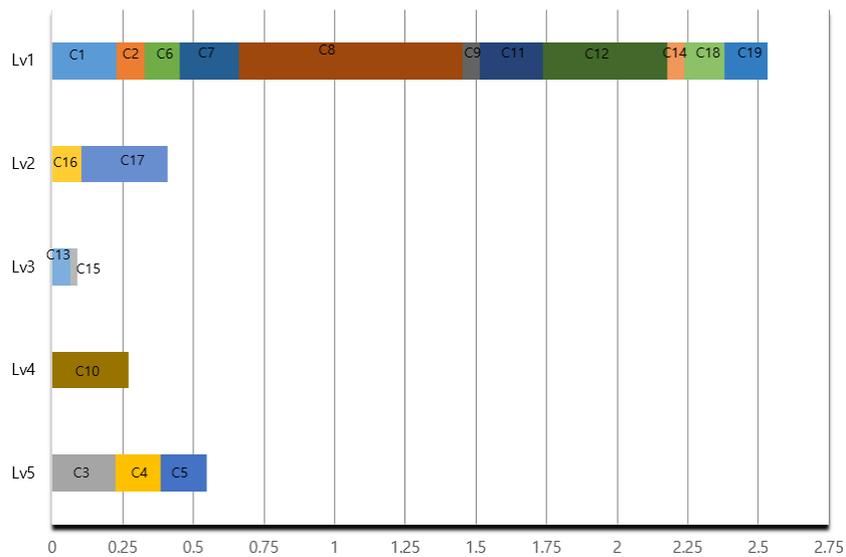


Figure 2. AHP & ISM model graph

는 것을 의미한다. 예를 들어 Table 7에서 AHP의 결과값을 나타내는 중요도 계수가 낮은 C2, C6, C9, C14 항목들이 있다. 이 항목들은 AHP분석법만을 고려하였을 때 중요도 순위가 낮아 공공자산관리에 있어서 후 순위로 밀리지만, ISM 분석과 같이 비교한 Figure 2를 살펴보면 이 항목들은 제일 상위 계층에 위치한 것을 알 수 있다. 이처럼 상대적으로 중요도가 낮아 우선순위가 낮은 항목들도 다른항목에 미치는 영향에 따라 최상위레벨에 위치가 가능하다. 또한 AHP결과값인 중요도 순위와 ISM결과값인 레벨순위 값이 모두 낮은 순위에 위치한 항목들과 결과값과 높은 순위에 위치한 항목들이 존재하였다. Level 값 및 중요도값 모두 높은 순위에 있는 항목들은 관리요인에 있어서 중요한 항목으로 관리요인 선정에 있어서 우선적으로 고려해야할 항목이다.

또한 양쪽 결과값에 큰 차이를 보이는 항목들은 자산관리 관리요인에 있어서 다방면으로 고려해야할 항목이므로 해당 항목들이 다른 항목들에 미치는 영향을 파악하는 것이 중요하다. 따라서 양쪽 결과값 모두 높은 순위에 위치해 있는 항목일수록 관리요인 선정하는데 있어서 우선순위를 두는 것이 효율적이나, 낮은 순위 및 큰 차이를 보이는 항목들 중에서도 MICMAC그래프를 통해 다른 항목에 많은 영향을 주는 항목들은 한번 더 고려해봐야 할 항목들이다.

본 연구는 기존 분석과 달리 두 개의 분석법을 동시에 활용하였으며, 각 기법만 사용했을 때의 단점을 보완할 수 있었다. 따라서 공공자산관리 관리요인 항목들 같이 항목들간의 우선순위와 항목들이 서로에게 미치는 영향을 파악하여 관리하여야 할 때 계층적 분석법 혹은 ISM기법을 각자 사용하는 것보다 같이 사용하는 것이 보다 효율적이고 체계적인 관리방안을 제시하는데 유용할 것으로 사료된다.

그러나 계층적 분석법 및 ISM 기법은 모두 설문조사 대상인 관련 분야 전문가들의 주관적인 성격이 포함되기 때문에 설문조사 대상에 따라 다른 결과값이 나올 수 있다는 문제점을 가지고 있다. 이에 주관적인 성향이 연구결과에 너무 나타나지 않도록 주의해서 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

6. 결론

국내 공공시설물 관리에 필요한 공공자산관리의 우선순위 설정을 하기 위하여 AHP와 ISM을 사용하였다. 앞서 산정한 항목들을 AHP 분석법을 토대로 상위항목 4개와 하위항목 19개에 중요도를 알아보았고, 하위항목 19개에 대한 영향관계도 및 레벨분할그래프를 제시하였다. 중요도에 따라 어떠한 영향성을 가지는지 도출하였다. 관리항목이 차지하는 면적이나 레벨위치에 따라 공공시설물 공공자산관리 관리요인 선정하는데 있어서 우선순위 및 영향도순위가 중요 요인으로 작용될 것으로 판단된다. 이에 우선순위와 중요도 모두 높게 나타난 항목인 사용자비용, 해체·폐기비용, 대체 원가, 유지관리·보수 비용 등과 같은 항목들은 공공시설물 공공자산관리에 있어서 우선적으로 고려해야할 항목으로 판단되며, MICMAC그래프 상에서 3사분면에 위치한 항목인 초기공사비용, 계획설계비용, 공사비용, 감리비용들은 다른 항목들에게 받는 영향은 적으나 다른 항목들에 미치는 영향은 크게 나타나므로 위 항목들 또한 공공시설물 공공자산관리 활용방안에 있어서 다른 항목들에 미치는 영향을 최소화 하는 것이 필요하다.

요약

공공 시설물에 대한 자산관리는 그 중요성이 날로 증가하고 있으며 이를 위한 연구들이 다수 수행되고 있다. 본 연구는 공공자산관리의 실질적인 운영을 위한 전략 제시를 위한 기초연구로서 공공자산관리를 위한 비용 항목들간의 중요도 및 영향관계를 비교 분석하여 비용적 관점에서 효율적인 관리 및 활용방안을 제안하고자 한다. 본 연구에서는 기존 연구를 바탕으로 비용 요인을 도출하여 상위 항목 4가지 하위 항목 19가지를 선정하였다. 이를 바탕으로 설문조사를 실시하였으며, 설문조사의 결과는 계층분석적의사결정 방법(AHP) 및 ISM(Interpretive Structural Modeling) 방법을 활용하여 분석하였다.

AHP 분석법은 항목간의 우선 순위를 도출에 활용되었고, ISM은 주요 그룹 및 상호 영향도 확인에 이용되었다. 그 결과 우선 순위와 중요도 모두 높게 나타난 항목인 사용자비용, 해체·폐기비용, 대체 비용, 유지관리·보수비용 등과 같은 항목들은 공공시설물 공공자산관리에 있어서 우선적으로 고려해야할 항목으로 판단되며, 초기공사비용, 계획설계비용, 공사비용, 감리 비용들은 다른 항목들에게 받는 영향은 적으나 다른 항목들에 미치는 영향은 크게 나타나므로 위 항목들 또한 공공시설물 공공자산관리 활용방안에 있어서 다른 항목들에 미치는 영향을 최소화하는 것이 필요함을 알 수 있었다. 본 연구에서 제시된 결과 및 분석 방법은 향후 공공시설물 자산관리를 위한 전략 제시에 활용될 것으로 기대된다.

키워드 : 공공자산관리, 공공시설물, 계층분석적의사결정방법, 해석적 구조화 모형

Funding

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education(2020R111A3064165).

Acknowledgement

This paper is developed version of an article that has been previously published in the conference of the Korea Institute of Building Construction.

ORCID

Han-Sol Lee,  <https://orcid.org/0000-0001-7434-0129>

Ung-Kyun Lee,  <https://orcid.org/0000-0001-8625-3305>

References

1. Sung YK, Yoo WS. Development of a model for diagnosing management capabilities of public facility. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*. 2020 Dec;20(6):555-66. <https://dx.doi.org/10.5345/JKIBC.2020.20.6.555>
2. Cho SO, Ko KJ, Hwang JH, Lee CS. Development of framework for asset management of public building. *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*. 2015 Mar;19(2):133-42. <https://dx.doi.org/10.11112/JKSMI.2015.19.2.133>
3. Roh SC, Lee UK. The proposal of asset management indicators for public rental apartment. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*. 2021 Jun;21(3):221-9. <https://doi.org/10.5345/JKIBC.2021.21.3.221>
4. Shin YS, Cho HH, Kang KI. Implementable strategy on asset management of domestic public rental housing. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*. 2009 Apr;9(2):103-10. <https://doi.org/10.5345/JKIC.2009.9.2.103>
5. Shin YS, Yoo Ws, Kim DY, Cho HH, Kang KI. Factor analysis on defect repair and maintenance cost for asset management of apartment housing. *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*. 2009 Jun;25(6):179-86
6. Chin KH, Chae MJ, Lee G, Lee KS. Infrastructure Asset Management Policy and Strategy Development. *Korean Journal of Construction Engineering and Management*. 2009. Nov;10(6):67-77.
7. Jo MY, Chae MJ. Korea total asset management-40. Goyang (Korea): Korea Institute Of Construction Technology; 2012. Jun. 187 p. Report No.: 1415110739. <https://doi.org/10.23000/TRKO201300035787>

8. Yeo HJ, Kim KSI, Lee KJ. An Initial Research on the Asset Management Plan for the Local Public Facilities. Sejong (Korea): Architecture & Urban Research Institute; 2018 Dec. 7 p. Report No.: 2018-7.
9. Lee IH, Jung YS. Evaluation of handover requirements of construction information for efficient facility management. Korean Journal of Construction Engineering and Management. 2018 Jul;19(4):12-20. <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2018.19.4.012>
10. Lee KJ, Jung YS. Assesment of facility management functions for life-cycle information sharing. Korean Journal of Construction Engineering and Management. 2016 Nov;17(6):40-52. <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2016.17.6.040>
11. Park JG, Yoon HS, Kim CH. An analysis on the current status of maintenance system for introduction the asset management system of power generation companies. Korean Journal of Construction Engineering and Management. 2021 Jul;22(4):41-9 <https://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2021.22.4.041>
12. Jung SO, Kim YS, Yoon SW, Chin SY. An Extraction of Inefficient Factors and Weight for Improving Efficiency of the Curtain wall Life Cycle Process. Korean Journal of Construction Engineering and Management. 2005 Aug;6(4):101-12.
13. Kim DS, Kim BJ, Shin YS. A study on the determining factors for assessment criteria of project performance capability of cm(construction management) considering safety. Journal of the Korea Institute of Building Construction. 2019 Dec;19(6): 557-66. <https://doi.org/10.5345/JKIBC.2019.19.6.557>
14. Shin YS, Choi HB, Lee UK, Ann SH, Kang KI. A study on selection of slab form work system for high-rise building construction. Journal of the Architectural Institute of Korea. 2006 Feb;22(2):147-54.
15. Kim DG, Lee UK, Lee HJ. Determining decision-marking factors for the selection of contract methods in public construction. Journal of the Korea Institute of Building Construction. 2015 Aug;15(4):405-12 . <http://dx.doi.org/10.5345/JKIBC.2015.15.4.405>
16. Cho JY, Lee BU. A study of the demands for improvements in speciality construction technology. Korea Journal of Construction Engineering and Management. 2022 Mar;23(2):24-32. <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2022.23.2.024>
17. Park HP, Park SH, Cho MY. Strategies going into other countries throughout analysis of factors which weakens oompetitiyeness in domestic construction engineering companies. Korean Journal of Construction Engineering and Management. 2004 Dec;5(6):101-9.
18. Kim DY, Kim HR, Jang HS. Hierarchical structure analysis of engineering competitiveness in overseas construction. Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction. 2016 Aug;32(8):35-43. https://doi.org/10.5659/JAIK_SC.2016.32.8.35
19. Ravi V, Shankar R. Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. Technological Forecasting and Social Change. 2005 Oct;72(8):1011-29. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.07.002>