

기본 계획 단계에서의 공동구 수용시설물 결정 기법

오원준¹ · 진규남² · 강영구³ · 조충연⁴ · 심영종^{5*}

¹정회원, 한국토지주택공사 토지주택연구원 건설기술연구실 연구원

²비회원, 한국토지주택공사 토지주택연구원 건설기술연구실 연구위원

³비회원, 한국시설안전공단 평가본부 처장

⁴정회원, 유니콘스(주) 대표이사

⁵정회원, 한국토지주택공사 토지주택연구원 글로벌협력단 팀장

Decision technique for accommodation facilities of multi-utility tunnel in basic planning phase

Won-Joon Oh¹ · Kyu-Nam Jin² · Yeong-Ku Kang³ · Choong-Yeun Cho⁴ · Young-Jong Sim^{5*}

¹Researcher, Land and Housing Institute, Korea Land and Housing Corporation

²Chief Researcher, Land and Housing Institute, Korea Land and Housing Corporation

³Director, Evaluation Headquarters, Korea Infrastructure Safety Corporation

⁴CEO, UNICONS Corporation

⁵Senior Researcher, Land and Housing Institute, Korea Land and Housing Corporation

*Corresponding Author : Young-Jong Sim, yjsim@lh.or.kr

Abstract

In this paper, we propose a method to determine whether to install the accommodation facility of the multi-utility tunnel more effectively in the basic planning phase, and to set up an evaluation system to determine the configuration and kind of accommodation facility. For the configuration of the accommodation facility, 98 alternatives were analyzed for 7 accommodation facility. For the evaluation system of the accommodation facility, index related to feasibility and economic in basic planning phase were selected. The evaluation system classified as spatial, effective, and cost evaluation was presented reflecting the selected index, and AHP analysis was performed for weight setting. The results of this study will be helpful for users including designers to shorten the time and increase the efficiency in the process of determining accommodation facility of the multi-utility tunnel in basic planning phase.

Keywords: Multi-utility tunnel, Accommodation facility, Feasibility assessment, Economic evaluation, Evaluation system

OPEN ACCESS

Journal of Korean Tunnelling and
Underground Space Association
21(1)79-92(2019)
<https://doi.org/10.9711/KTAJ.2019.21.1.079>

eISSN: 2287-4747

pISSN: 2233-8292

Received October 24, 2018

Revised November 13, 2018

Accepted November 19, 2018



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.

Copyright © 2019, Korean Tunnelling and Underground Space Association

www.kci.go.kr

초 록

본 논문에서는 공동구 도입과 관련하여 초기 기본 계획 단계에서 보다 효율적으로 수용시설물의 설치여부를 결정하기 위한 기법을 제시하였다. 이를 위해 수용시설물의 구성과 종수를 결정하기 위한 평가체계를 정립하였다. 7개의 수용시설물에 대하여 98개의 조합을 분석하였으며, 수용시설물 평가체계를 위하여 타당성 및 경제성과 관련된 지표 중 기본 계획단계와 관련된 지표를 선별하였다. 선별된 항목을 반영하여 공간적, 효과적, 비용적 평가로 분류된 평가체계를 제시하였으며, 가중치 설정을 위한 AHP 분석을 실시하였다. 본 연구의 결과는 공동구 설치를 위한 기본 계획 단계에서 설계자를 포함한 사용자들이 공동구내 수용시설물을 결정하는 과정에서 시간을 단축하고 효율성을 높이는데 도움이 될 것으로 판단된다.

주요어: 공동구, 수용시설물, 타당성 평가, 경제성 평가, 평가체계

1. 서론

기존 도심지에서는 인구밀도와 상업서비스, 차량과 보행자 통행의 집중도가 높으므로 수용시설물을 공동수용함으로써 얻을 수 있는 공동구의 직·간접적인 기대효과가 택지개발단계부터 시작하는 신도시에 비해 높다. 일본 동경이나 체코 프라하시에서는 도심지 공동구를 장기적으로 건설하고 있으나 국내 모든 공동구는 신도시 개발계획에 포함된 개착식 공동구로만 건설되고 있다(Lee et al., 2017; Seoul Metropolitan Government, 2014). 또한, 안전하고 쾌적한 도로 공간의 확보 및 불필요한 예산 낭비 방지, 최근 빈발하는 지진이나 태풍 등 자연재난에 대비한 안전 확보, 생활공급시설의 안정적 공급, 유지관리 비용 절감, 장기수용의 탄력적 대응 등 사회적, 경제적 손실을 절감하기 위하여 공동구의 필요성에 대한 관심이 더욱 높아지고 있다(Kang and Choi, 2015).

Sim et al. (2017, 2018)은 도심지에서의 공동구 설치 계획과 설계를 보다 효율적으로 구현할 수 있도록 VE/LCC 분석을 통한 수용시설물의 최적 결정 기법 연구를 수행하였으나 공동구 설치 지역의 종수에 대한 분석은 고려하지 못한 바 있다. 이에 본 논문에서는 공동구 설치 기본 계획단계에서 수용시설물 종수를 결정하기 위한 평가체계를 제시함과 동시에 수용시설물의 구성요건을 추가로 고려하여 한 지역에서의 공동구에 적합한 수용시설물 결정 방법을 제시하였다.

2. 공동구 설치 가능한 지역 분석의 필요성

공동구 설치의 국가 및 지자체의 계획에 의해 공동구 설치가 가능하지만, 비교적 높은 건설비용과 수용기관별 요구사항 등으로 공동구 설치에 많은 어려움을 겪고 있다. 또한, 공동구 설치를 위해서는 설치지역선정, 설치구간 검토, 수용시설항목 분석의 단계로 진행되지만 도입결정을 위한 체계적인 절차가 마련되어 있지 않다. 이에 Sim et al. (2017)은 공동구 도입을 결정하기 위한 의사결정자들이 1차 기본 계획 단계 PDCA (Plan-Do-Check-Action) 와 2차 최적화 단계 PDCA의 반복수행으로 공동구의 계획 및 설계를 도출하기 위한 방법론을 제시하였다(Fig. 1).

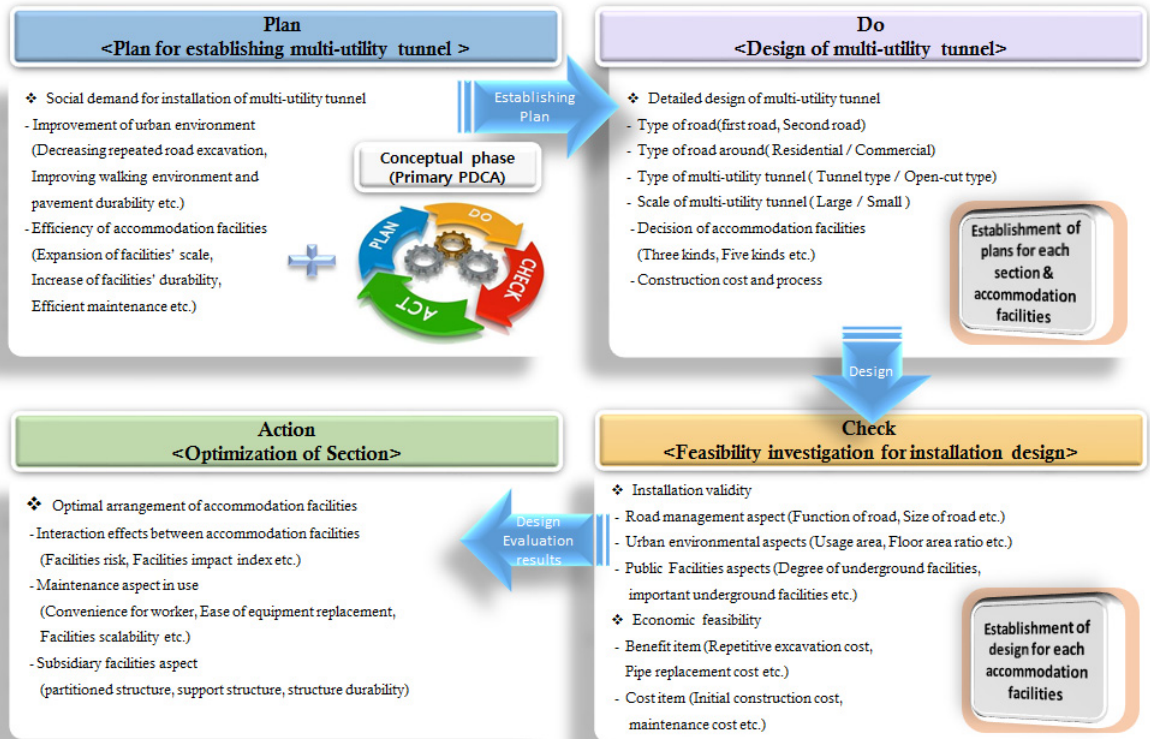


Fig. 1. PDCA process (Sim et al., 2017)

기본 계획단계에서는 공동구 도입을 위한 최상위의 단계이기 때문에 최적화 단계와는 달리최소한의 정보로 신속한 의사결정을 해야 하는 단계이다. 이를 위해 본 논문에서는 Fig. 1의 “Plan”과 “Do” 단계에서 수용시설물의 구성과 종수를 결정하기 위한 분석방법과 분류체계를 제시하였다.

수용시설물 구성을 위한 VE/LCC 분석은 각 수용시설물의 가치지수(Value index)의 합산 값으로, 수용시설물 종수가 많을수록 합계가 크게 나타나는 특징이 있다. 가치지수의 합계로 지역에 적합한 공동구 수용시설물을 분석하게 되면 모든 지역(신도시, 기존시가지)은 선택된 종수 중 수용시설물의 조합이 가장 많은 종수가 적합한 것으로 분석된다. 그러므로 지역에 적합한 공동구 설치를 위해서는 수용시설물 종수 분석이 필요하다.

3. 지역별 최적 수용시설물 구성 및 종수 평가 기법

3.1 수용시설물 구성을 위한 VE/LCC 분석

지역에 적합한 수용시설물 구성을 위하여 각 종별 수용시설물의 모든 대안(Fig. 2)을 분석하여 종별 수용시설물의 순위를 선정하는 방법으로 Sim et al. (2018)의 VE/LCC 분석 방법(Fig. 3)을 사용하였다.

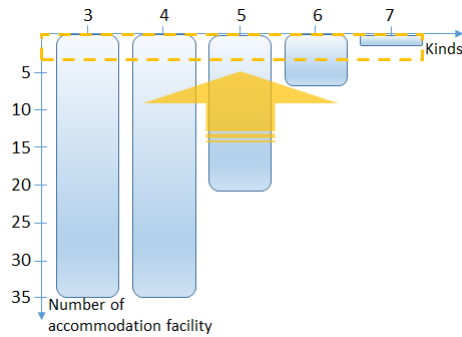


Fig. 2. Optimization of accommodation facility

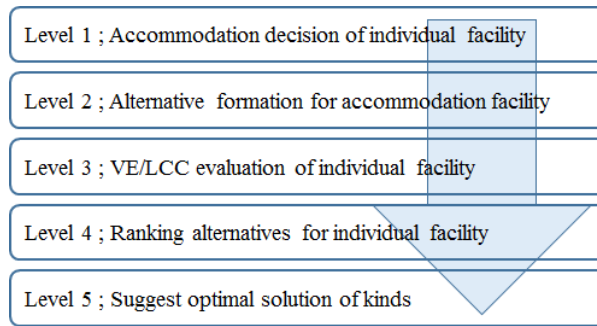


Fig. 3. Optimal alternative analysis procedure for facility (Sim et al., 2018)

수용시설물 평가 분석 절차는 5단계로 나눌 수 있다(Fig. 3). 1단계에서는 공동수용 가능한 시설물 대안 형성 전 분석 대상 각 수용시설물의 특징 등을 통해 공동구에 수용 가능한 시설물을 선택하는 단계이다. 2단계는 선택된 수용시설물에 대하여 조합 가능한 종별 대안을 형성하는 단계이며, 3단계는 개별 시설물에 성능점수를 개별 시설물별로 합산 후 상대LCC로 나누어 각 수용시설물에 대한 가치치수를 평가하는 단계이다. 4단계에서는 개별 시설물의 평가 점수를 종별 대안에 대하여 적용하여 순위를 산정하는 단계이며, 마지막 단계에서는 종별로 산정된 대안에 대하여 최적 대안을 제시한다.

Sim et al. (2018)에서는 수용시설물을 전선로, 통신선로, 수도관, 열수송관, 중수도관, 쓰레기수송관으로 6개의 수용시설물에 대하여 41개의 대안으로 분석하였으나, 본 논문에서는 열수송관(냉/난방관)을 두 개의 수용시설물 냉방관과 난방관으로 분류하여 98개의 대안으로 분석하였다.

3.2 수용시설물 중수 분석

지역의 수용시설물 중수 분석 및 결정을 위한 평가 방법은 공간적 평가, 효과적 평가, 비용적 평가인 3가지로 분류하였다. 공간적 평가는 공동구의 크기 및 수용시설물 용량과 관련된 사항이며, 효과적 평가는 지역 주민 및 안

전성을 평가한다. 또한, 비용적 평가는 공동구의 공사비 및 공동구 설치시 발생하는 간접비용에 대하여 분석할 수 있는 항목을 포함하고 있다.

모든 지역에 적용 가능한 평가체제로 분류하였으며, 신도시와 기존시가지를 구분하여 적용 가능하도록 하였다. 평가 체계의 점수 분포는 1점 간격으로 할 경우 선택의 폭은 크나 결정에 어려움이 있을 수 있어 2점 간격(2~10점)으로 분류하였다. 평가체계는 각 종수에 대한 평가를 통해 합산 점수를 비교하여 해당 지역의 수용시설물 종수에 대한 대안 선정이 가능하도록 하였다. 또한, AHP분석을 통한 가중치를 선정하여 평가체계의 항목에 대한 객관성을 확보하였다.

4. 수용시설물 종수 평가체계를 위한 항목 검토

4.1 평가체계 항목 선정을 위한 관련지표 분류

공동구의 타당성 및 경제성 평가는 PDCA 과정 중 “Check” 단계로 공동구 설치지역 설정과 형식 등을 결정하는데 매우 중요한 과정이다. Chung and Na (2018)과 Cho et al. (2018)의 연구에서는 이러한 타당성 및 경제성 평가 방법과 관련된 연구를 진행한 바 있다. Table 1은 타당성 및 경제성 평가와 관련된 지표에 대하여 나타내고 있다.

Table 1. Feasibility and economic evaluation index

Division	Item	
Road management sector	1) Function of road 3) Traffic density 5) Population density	2) Road scale 4) Pedestrian number 6) Traffic speed
Public facilities sector	7) Degree of repeated excavation 9) Degree of burials 11) History of pipe installation	8) Number of road junction 10) Disaster prevention index
Urban environment sector	12) Usage area 14) Development plan	13) Urbanization rate 15) Existence of aerial lines

도로의 기능(Function of road)은 주간선, 보조간선 등으로 분류하며 기본 계획 단계에서 관련 DB의 수집이 가능하다. 도로의 규모(Road scale) 또한 광로, 대로 등으로 구분되며 지역 정보를 통해서 획득이 가능하다. 교통량(Traffic density)은 타당성 및 경제성 분석 시 중요한 지표중의 하나이며, 전국적으로 상시 및 수시 조사 등을 통해서 공개되어 있다. 하지만 관련 지역 내의 교통량 보다 지역의 경계선 및 지역과 지역을 연결하는 도로의 교통량을 나타내고 있으므로, DB의 보정이 필요하다. 보행자수(Pedestrian number) 또한 중요한 지표중의 하나이나, 대부분 수시조사를 통해서 획득 가능한 DB이며, 국가 및 지자체에서 정기적으로 조사하지 않는 자료로서 기본 계획 단계에서 다루기는 어려운 지표이다.

인구밀도(Population density)의 경우 지역의 일정한 범위 안에 거주하는 인구의 수로서 획득 가능한 DB이다.

교통속도(Traffic speed)는 경제성 평가항목으로 차량 속도에 따라서 공사 시 발생하는 간접비를 결정하는 중요 항목이다. 교통속도는 교통량 및 보행자수와 같이 수시조사 등을 통해서 얻을 수 있는 DB이다. 대도시의 통계연보 등에서 획득 가능하나 세분(지역별 구분)화 되어 있지 않고, 일반적으로 단일(도시 전체를 동일한 속도로 표시)화 되어 있는 지표로서 사용하기 어려워 제외하였다.

반복 굴착정도(Degree of repeated excavation)는 지하매설물의 설치, 교체, 및 보수를 위해 시행한 도로의 굴착 정도를 나타내는 지표로서 서울시의 경우 각 지역의 반복굴착을 시민에게 공개하여 알 수 있으나, 타 지역의 경우는 지자체를 통하여 획득 가능한 DB로서 기본 계획 단계에서는 고려하기 어렵다. 대상 노선교차(Number of road junction)는 공동구 대상 노선에 대하여 교차 수 정도를 나타내는 지표로서 획득은 가능한 지표이나, 기본 계획 단계는 지역을 선정하는 단계이기 때문에 제외하였다.

매설물 정도(Degree of burials)는 관련 지역 및 노선에 설치된 매설물을 나타내는 항목이며, 공동구의 크기 및 수용시설물의 용량 등을 결정하는 지표 중의 하나이나, 매설물의 DB는 각 지장물 소유 기관 등의 동의 및 도면 등이 없으면 획득하기 어려운 자료이므로 기본 계획 단계에서는 생략하였다. 방재지수(총사자수) (Disaster prevention index)는 지진, 화재 등의 재해로 인해 공급 장애가 발생할 경우 업무지역이 밀집된 경우 피해가 크므로, 이와 관련된 지역의 사업체에서 근무하고 있는 총사자수를 나타내는 항목이다. 방재지수는 지역의 사업체수와도 관련된 항목이며, 획득 가능한 DB 중의 하나이다. 관로설치 이력(History of pipe installation)은 기존 도로에 설치되어 있는 전선로, 통신선로 등 지하매설물의 설치년도를 나타내는 항목으로서 매설물 정도와 동일하게 기본 계획 단계에서는 DB를 획득하기 어려운 자료 중 하나이기 때문에 제외하였다.

용도지역(Usage area)은 토지의 조건에 따라 구분한 항목이며, 4개의 지역(상업/공업/주거/녹지)으로 구분한다. 타당성 평가 시 상업지역은 공업/녹지지역에 비해 공동구의 요구도가 높게 평가된다. 시가화율(용적률) (Urbanization rate)은 지역의 도시화 정도를 나타내는 항목으로, 상업/공업/주거 지역의 면적을 전체(4개 지역) 면적으로 나누어 평가하는 항목으로 개발 밀도가 높을수록 공급시설의 수요가 큰 것을 알 수 있다. 개발계획 (Development plan)은 뉴타운 및 재개발 등의 도심개발이 계획되어 있는 지역의 재생사업, 지하철, 대규모 공사 등에 대한 항목으로 관련 항목은 기본 계획 단계에서 고려하여야 하는 항목이다. 단독의 공동구 공사 보다는 개발 계획과 연계하여 공사 시 직/간접 비용이 적게 발생하기 때문이다. 또한, 개발계획은 국가 및 지자체의 사업으로 관련 내용을 연계가 가능하다. 가공선 존재(Existence of aerial lines)는 전력 및 통신 공급을 전(선)주를 활용한 가공선로로서, 공동구 설치와 지중화 사업을 병행하여 보행환경 개선과 관련된 항목이다. 용도지역, 용적률, 개발 계획, 가공선존재는 기본 계획 단계에서 지역의 DB로 획득 가능한 항목이다.

4.2 평가체계 구성을 위한 관련항목 선택

4.1의 타당성 및 경제성 평가와 관련된 지표 분석을 통하여 기본 계획 단계에서 적용 가능한 지표는 Table 2와 같고 기본 계획단계에서 획득이 어려운 자료를 제외한 총 9개의 지표를 선택하였다. 선정된 9개의 지표는 “Plan”

및 “Do” 단계 후 “Check” 단계에서 기초 타당성 및 경제성 평가를 위한 항목으로 활용되며, 수용시설물 종수 선택을 위한 평가체계 분류의 기준이 된다.

Table 2. Selection of relevant index for constructing evaluation framework

Division	Function of road	Road scale	Traffic density	Pedestrian number	Population density
Related index of conception phase	○	○	○	×	○
Division	Traffic speed	Degree of repeated excavation	Number of road junction	Degree of burials	Disaster prevention index
Related index of conception phase	×	×	×	×	○
Division	History of pipe installation	Usage area	Urbanization rate	Development plan	Existence of aerial lines
Related index of conception phase	×	○	○	○	○

수용시설물 종수 평가를 위하여 Table 2의 지표를 포함하였으며 이에 대한 분석 결과 공간적, 효과적, 비용적 평가로 평가체계를 분류하였다. 첫째, 공간적 평가는 도로의 기능/규모의 지표와 관련되어 있으며, 지하에서 공동구의 크기 및 수용시설물의 용량과 관련된 항목이다. 일반적으로 도로에서는 공동구가 출입구 외에는 영향을 미치지 않지만, 도로 하부에서는 공동구의 설치로 인하여 지하 지장물 및 타 공사에 영향을 미치므로 설치되는 공간에 대한 평가가 포함되도록 하였다.

둘째, 효과적 평가는 방재지수, 용도지역, 용적률, 가공선 존재 등 공동구 설치가 지역에 미치는 영향을 평가할 수 있는 항목이다. 효율성과도 관련된 항목으로 공동구 설치로 인하여 안전성 개선, 굴착 불편함 개선을 반영한 항목이다. 셋째, 비용적 평가는 교통량, 인구밀도, 개발계획의 지표와 관련된 항목으로 공동구 설치와 관련된 항목이다. 공동구 크기에 따라 관련 비용 및 공사 난이도의 차이가 나타나며, 이에 대한 비용 및 간섭사항에 대한 평가가 이루어져야 한다.

5. 수용시설물 종수결정을 위한 분석 방법

5.1 수용시설물 종수 평가체계와 가중치 설정

수용시설물 종수 선택의 평가체계는 공간적 평가, 효과적 평가, 비용적 평가 3가지로 분류하였다(Table 3). 첫째, 공간적 평가는 공동구 설치 가능 공간과 수용시설물별 용량으로 구분하였다. 공동구 설치 가능 공간은 신도시와 기존시가지로 평가 가능하도록 하였다. 신도시는 해당 지역의 개발 계획 등을 고려하여 설치되는 지역의 공간적 검토에 대한 평가이며, 기존시가지는 도시의 재생 및 재개발 등이 타당성 및 경제성의 정도에 미치는 영향

을 평가할 수 있도록 하였다. 수용시설물별 용량은 도시화에 따른 지역의 수용량 요구 정도를 기준으로 하였다. 둘째, 효과적인 평가는 지역 요구도, 반복 굴착 불편함, 방재 안전성에 대하여 평가를 수행 할 수 있도록 하였다. 지역 요구도는 지역의 용도지역을 고려한 수용시설물의 검토를 나타내고 있으며, 반복 굴착 불편함은 반복 굴착으로 인한 불편함, 민원 등과 관련된 사항을 검토 반영하도록 하였다. 예를 들어 수용시설물의 종수가 적을수록 반복굴착횟수가 높게 나타난다. 이유는 공동구내 수용시설물의 종수가 적으면 공동구내 포함되지 않은 수용시설물의 반복 굴착이 많아지기 때문이다. 방재 안전성은 지진, 화재 등에 따른 공동구내 수용시설물의 안전성 검토 항목이다.

Table 3. Evaluation system for selecting kinds of accommodation facility

Division			Point				
			2	4	6	8	10
Spatial evaluation	MUT installable space	New city	Low efficient		↔	High efficient	
		Existing city	Feasibility and Economic low		↔	Feasibility and Economic high	
	Capacity of accommodation facility		Capacity limit		↔	Accepting requirements	
Effective evaluation	Region requirements		Unity		↔	Diversity	
	Repetitive excavation inconvenience		High number of excavated		↔	Less number of excavated	
	Disaster prevention safety		Disadvantage at disaster		↔	Advantage disaster	
Costly evaluation	MUT installation indirect cost		Indirect cost high		↔	Indirect cost less	
	MUT construction difficulty		High interference		↔	Less interference	

Multi-utility tunnel, MUT

Table 4. Weight of new city and existing city

Division			New city	Existing city	
Spatial evaluation	MUT installable space	A-01	7.1	-	
		A-02	-	10.1	
	Capacity of accommodation facility		A-03	16.1	15.6
	Sub total			23.2	25.7
Effective evaluation	Region requirements		B-01	13.6	13.2
	Repetitive excavation inconvenience		B-02	20.4	19.7
	Disaster prevention safety		B-03	11.2	10.8
	Sub total			45.2	43.7
Costly evaluation	MUT installation indirect cost		C-01	12.9	12.5
	MUT construction difficulty		C-02	18.7	18.1
	Sub total			31.6	30.6
Total			100%	100%	

셋째, 비용적 평가는 공동구 설치 간접비용과 공동구 공사 난이도로 분류 하였다. 비용적 평가는 공동구 설치 시 직접비를 제외한 간접비의 발생 정도를 평가하는 항목이다. 타당성 및 경제성 평가 시 공동구 설치와 관련된 직접비(공사비)를 평가 항목에 포함되어 본 평가체계에서는 직접비용은 제외하였다. 공동구 공사 난이도는 공동구 공사시 지하시설물, 가공선 등으로 인한 간섭사항에 대한 정도에 대한 평가 항목이다.

평가체계의 각 항목에 대하여 객관성 있는 점수(중요도) 산정을 위하여 전문가 8인에게 설문조사를 실시 한 후, AHP를 통해 가중치를 산정하여 평균값을 대표값으로 정하였다. 또한, 공동구 설치 시 신도시 및 기존시가지의 가중치를 Table 4와 같이 적용하여 평가하였다. 가중치 적용 결과 효과적 평가의 가중치의 합이 가장 높게 나타났다. 수용시설물 용량, 반복 굴착 불편함, 공동구 공사 난이도가 15% 이상의 비율을 나타내고 있다.

5.2 수용시설물 결정을 위한 흐름도

공동구의 수용시설물을 기본 계획단계에서 결정하기 위해서는 공동구 설치 지역 선정 후, 지역에 적합한 종수 분석과 선택을 수행한다. 선택된 종수에 대하여 VE/LCC 분석을 통해 수용시설물 구성을 선택한다. 지역을 여건을 고려한 수용시설물의 종수 및 구성이 선택되면 이에 대하여 기본 계획단계에서의 기초 타당성 및 경제성 평가를 수행(Fig. 4)한다. 평가 후 분석결과는 최적화 단계로 이어지며, 최적화 단계에서는 수용시설물의 용량 및 배치 등을 고려한 분석이 이루어진다.

Fig. 4의 흐름도를 기준으로 수용시설물 종수 선택 후 VE/LCC 분석을 수행하면 종수 선택에 따른 대안수가 감소하여 분석을 최소화 하여 결과를 얻을 수 있다. 그러나 흐름도를 기준으로 연구를 진행하면 3종에서 6종까지의 모든 대안에 대하여 검토가 불가능하고, 종수 별로 비교가 불가능하여 본 논문에서는 수용시설물의 모든 구성에 대한 분석 및 평가를 위하여 종수 분석보다 앞서 수행하였다.

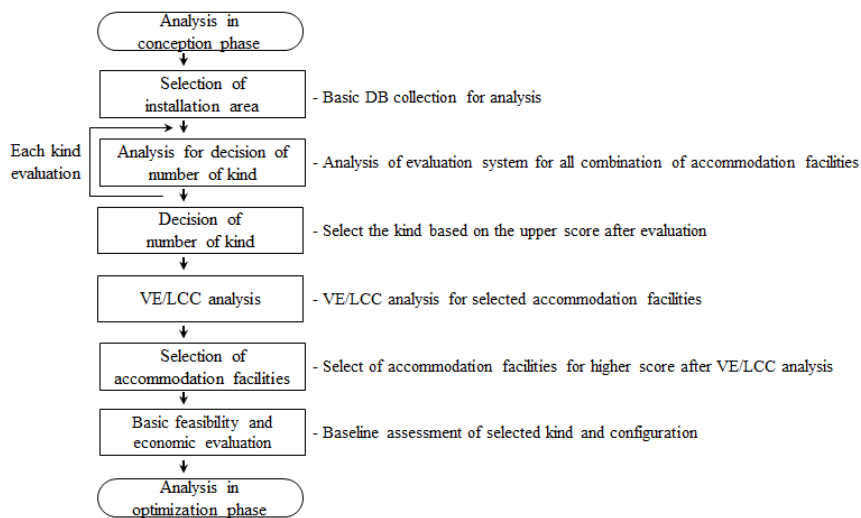


Fig. 4. Flow chart for accommodation facility decision

6. 수용시설물 결정을 위한 적용 예

본 연구의 공동구 수용시설물 결정 기법을 서울시의 ○○역교차로~○○삼거리(2.8 km)에 대하여 적용하여 분석하였다.

6.1 수용시설물 구성을 위한 대안 형성

국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령 제35조의3 (공동구에 수용하여야 하는 시설)에 따라 제1호~제8호의 수용시설물 중 가스관 및 하수관은 국내에 시공된 사례가 없고, 각 기관과의 협의가 어려운 점을 고려하여 제외하였으며, 제4호(열수송관)은 최근 시공시 냉방관, 난방관으로 구분되어 시공된 사례를 고려하여 2개의 수용시설물로 분류하였다. 따라서 본 논문에서의 분석대상 수용시설물은 전선로, 통신선로, 수도관, 냉방관, 난방관, 중수도관, 쓰레기수송관으로 7개의 수용시설물에 대하여 분석하였다.

3종 수용시설물로 구성 가능한 대안은 35개, 4종 수용시설물은 35개, 5종 수용시설물은 21개, 6종 수용시설물은 7개의 대안으로 분석하였으며, Table 5와 Table 6은 각 종의 전체 대안 중 10개의 대안 및 VE/LCC의 분석 결과에 대한 순위이다(단, 7종 수용시설물의 대안은 1개로 생략하였으며, Sim et al. (2018)에서 분석방법을 상세히 설명하여 본 연구에서의 분석 절차는 생략하였다). 가치지수(Value index)는 3종 시설물에서는 35.29~137.6점으로, 4종 시설물은 54.0~156.4점으로 나타났다. 5종 시설물은 75.1~169.2점으로 분석되었으며, 6종 시설물은 102.3~181.0점으로 수용시설물 종수가 클수록 최저점 및 최고점이 높아지는 것을 알 수 있다.

Table 5. Result of three and four kinds of accommodation facility

Division	Accommodation facility	Value index	Rank	Division	Accommodation facility	Value index	Rank
3-1	EPC, CL, WP	135.4	2	4-1	EPC, CL, WP, CP	147.2	6
3-2	EPC, CL, CP	128.4	5	4-2	EPC, CL, WP, HP	148.1	5
3-3	EPC, CL, HP	129.3	3	4-3	EPC, CL, WP, WRP	156.4	1
3-4	EPC, CL, WRP	137.6	1	4-4	EPC, CL, WP, WTP	146.0	7
3-5	EPC, CL, WTP	127.2	6	4-5	EPC, CL, CP, HP	141.1	9
3-6	EPC, WP, CP	57.9	21	4-6	EPC, CL, CP, WRP	149.4	3
3-7	EPC, WP, HP	58.8	20	4-7	EPC, CL, CP, WTP	139.0	13
3-8	EPC, WP, WRP	67.1	16	4-8	EPC, CL, HP, WRP	150.4	2
3-9	EPC, WP, WTP	56.7	22	4-9	EPC, CL, HP, WTP	139.9	11
3-10	EPC, CP, HP	51.8	24	4-10	EPC, CL, WRP, WTP	148.2	4
	Ellipsis				Ellipsis		

Electric power cable, EPC; Communication line, CL; Water pipe, WP; Cooling pipe, CP; Heating pipe, HP; Wastewater reclamation reusing system pipe, WRP; Waste transport pipe, WTP

Table 6. Result of five and six kinds of accommodation facility

Division	Accommodation facility	Value index	Rank	Division	Accommodation facility	Value index	Rank
5-1	EPC, CL, WP, CP, HP	160.0	7	6-1	EPC, CL, WP, CP, HP, WRP	181.0	1
5-2	EPC, CL, WP, CP, WRP	168.3	2	6-2	EPC, CL, WP, CP, HP, WTP	170.6	5
5-3	EPC, CL, WP, CP, WTP	157.9	9	6-3	EPC, CL, WP, CP, WRP, WTP	178.9	3
5-4	EPC, CL, WP, HP, WRP	169.2	1	6-4	EPC, CL, WP, HP, WRP, WTP	179.8	2
5-5	EPC, CL, WP, HP, WTP	158.8	8	6-5	EPC, CL, CP, HP, WRP, WTP	172.8	4
5-6	EPC, CL, WP,, WRP, WTP	167.1	3	6-6	EPC, WP, CP, HP, WEP, WTP	102.3	7
5-7	EPC, CL, CP, HP, WRP	162.2	4	6-7	CL, WP, CP, HP, WEP, WTP	164.4	6
5-8	EPC, CL, CP, HP, WTP	151.8	12				
5-9	EPC, CL, CP, WRP, WTP	160.1	6				
5-10	EPC, CL, HP, WRP, WTP	161.0	5				
	Ellipsis						

6.2 수용시설물 종별 평가 및 가중치 적용

분석 대상 지역에 공동구 설치시 수용시설물 종이 미치는 영향을 분석하기 위하여 수용시설물 평가체계(Table 3)에 각 종별(3~7종)로 점수를 산정 하였으며, 종별 점수를 합산(Table 7)하였다. 분석 대상 지역에서는 3종이 52점으로 점수가 가장 높았으며, 6종이 40점으로 가장 낮은 점수로 나타났다. 또한, 분석된 수용시설물 종별 점수에 AHP로 분석된 가중치(Table 4)를 고려하여 점수를 재산정(Table 8) 하였다. 해당 지역에 가중치 적용 시 수용시설물 종별 결과에 대한 변화는 없는 것으로 나타났다.

Table 7. Point of accommodation facility in existing city with respect to kinds

Division		Point				
		3 kind	4 kind	5 kind	6 kind	7 kind
Spatial evaluation	A-01	-	-	-	-	-
	A-02	10	8	6	4	4
	A-03	8	8	6	6	6
Effective evaluation	B-01	4	6	8	8	8
	B-02	6	8	8	8	10
	B-03	4	4	6	6	8
Costly evaluation	C-01	10	8	6	4	4
	C-02	10	8	6	4	4
Total		52	50	46	40	44

Table 8. Weight of accommodation facility in existing city with respect to kinds

Division		Weight				
		3 kind	4 kind	5 kind	6 kind	7 kind
Spatial evaluation	A-01	-	-	-	-	-
	A-02	1.0	0.8	0.6	0.4	0.4
	A-03	1.2	1.2	0.9	0.9	0.9
Effective evaluation	B-01	0.5	0.8	1.1	1.1	1.1
	B-02	1.2	1.6	1.6	1.6	2.0
	B-03	0.4	0.4	0.6	0.6	0.9
Costly evaluation	C-01	1.2	1.0	0.7	0.5	0.5
	C-02	1.8	1.4	1.1	0.7	0.7
Total		7.5	7.3	6.7	5.8	6.5

6.3 수용시설물 구성 및 종수에 대한 대안 형성

수용시설물 구성 및 종수에 대하여 6.1과 6.2에서의 분석 결과에 대한 최종 대안은 Table 9와 같다. 해당 지역의 수용시설물 종수에 대한 대안은 3종(1위)과 4종(2위)에 대하여 선정 하였으며, 수용시설물 구성은 선택된 종수의 3위까지만 기본 계획단계의 결과 값으로 산정하였다.

Table 9. Accommodation facility top of different kinds

Division	Ranking	Accommodation facility
Three kind accommodation facility	3-4	EPC, CL, WRP
	3-1	EPC, CL, WP
	3-3	EPC, CL, HP
Four kind accommodation facility	4-3	EPC, CL, WP, WRP
	4-8	EPC, CL, HP, WRP
	4-6	EPC, CL, CP, WRP

기본 계획단계의 “Plan” + “Do”에서 선정된 6개의 대안에 대하여 “Check (기초 타당성 분석, B/C분석, 공사/공사)”와 “Action (기초 단면)”을 수행한 결과를 바탕으로 최적화(상세계획)단계로 연계될 수 있으며, 최적화 단계에서는 6개 대안에 대하여 상세 분석을 통하여 최종 대안을 선택할 수 있다. 수용시설물 결정은 지역의 공동구 선정에 있어서 중요한 첫 단계라고 할 수 있다.

7. 결론

본 논문에서는 공동구 도입시 기본 계획단계에서 지역별 공동구내 수용시설물의 결정 기법을 제시하였다. 수용시설물 결정 기법은 구성 및 종수로 구분할 수 있으며, 구성은 7개의 수용시설물에 대하여 선택 가능한 조합을 나타내며, 종수는 지역에 적합한 수용시설물의 개수를 선택하는 단계이다.

종수 선택을 위한 평가체계는 공간적/효과적/비용적 평가로 구성하였으며, 가중치 적용결과 공간적 평가의 수용시설물별 용량(16.1%), 효과적 평가의 반복 굴착 불편함(20.4%), 비용적 평가의 공동구 공사 난이도(18.7%) 항목이 가중치에 많은 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

공동구 수용시설물 결정 기법을 서울시의 ○○역교차로~○○삼거리(2.8 km)에 대하여 적용하였으며, 수용시설물 구성을 위한 VE/LCC 분석결과 가치지수(Value index)는 3종 시설물 35.29~137.6점, 4종 시설물 54.0~156.4점, 5종 시설물 75.1~169.2점, 6종 시설물 102.3~181.0점으로 분석 되었다. 가치지수의 결과로는 지역에 적합한 수용시설물 결정이 어려우므로, 종수 선택을 위한 평가체계에서 가중치 적용 결과 3종 7.5점, 4종 7.3점, 5종 6.7점, 6종 5.8점, 7종 6.5점으로 분석 되었다. 구성 및 종수에 대한 평가 결과 ○○역교차로~○○삼거리(2.8 km)에서 전선로 및 통신선로는 필수 수용시설물이며, 3종 or 4종의 수용시설물이 적합 것으로 분석되었다.

본 논문의 수용시설물 구성 및 종수 결정 기법은 공동구 설치를 위한 기본 계획단계에서 활용시 보다 쉽게 지역을 효율적으로 평가 할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부(국토교통과학기술진흥원) 건설기술연구사업의 ‘도심지 소단면(Φ3.5 m급) 터널식 공동구 설계 및 시공 핵심기술 개발(18SCIP-B105148-04)’ 연구단을 통해 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

References

1. Cho, C.Y., Sim, Y.J., Kim, H.K., Lee, P.Y., Lee, M.J. (2018), “Analysis of importance by category for quantitative economic evaluation of multi-utility tunnel”, Journal of Korean Tunnelling and Underground Space Association, Vol. 20, No. 1, pp. 119-130.
2. Chung, J.S., Na, G.T. (2018), “A study on the feasibility assessment model of urban utility tunnel by analytic hierarchy process”, Journal of Korean Tunnelling and Underground Space Association, Vol. 20, No. 1, pp. 131-144.
3. Kang, Y.K., Choi, I.C. (2015), “Economic feasibility of common utility tunnel based on cost-benefit analysis”, Journal of Korean Society of Safety, Vol. 30, No. 5, pp. 29-36.
4. Lee, S.W., Sim, Y.J., Na, G.T. (2017), “A fundamental study on the development of feasibility assessment system for utility tunnel by urban patterns”, Journal of Korean Tunnelling and Underground Space Association, Vol. 19, No. 1, pp. 11-27.

5. Seoul Metropolitan Government (2014), A report of the feasibility and basic planning establishment for urban utility tunnel in Seoul, Seoul Metropolitan Government, pp. 1-10.
6. Sim, Y.J., Jin, K.N., Oh, W.J., Cho, C.Y. (2017), “Development of evaluation model for optimum design of multi-utility tunnel in urban area”, Journal of Korean Tunnelling and Underground Space Association, Vol. 19, No. 3, pp. 437-447.
7. Sim, Y.J., Jin, K.N., Oh, W.J., Cho, C.Y. (2018), “Optimal alternative decision technique of accommodation facility in multi-utility tunnel using VE/LCC analysis”, Journal of Korean Tunnelling and Underground Space Association, Vol. 20, No. 2, pp. 317-329.