

공동구 기본계획 기준수립을 위한 절차 및 적용사례에 대한 연구

오원준¹ · 조중연² · 이민재^{3*}

¹한국토지주택공사 토지주택연구원 연구원 · ²유니콘스(주) 대표이사 · ³충남대학교 토목공학과 교수

A Study on the Procedures and Application Examples for Establishment of Master Plan Standard for the Utility Tunnel

Oh, Wonjoon¹, Cho, Choongyeun², Lee, Minjae^{3*}

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

²CEO, UNICONS Corporation

³Professor, Department of Civil Engineering, Chungnam National University

Abstract : In this paper, a study was conducted on the method of establishing the master plan standard for rational decision-making about utility tunnel construction in the existing urban. In the previous study, the optimal route was selected by the feasibility assessment. However, in order to increase the objectivity of the installation conditions of the utility tunnel in the master plan standard, comprehensive evaluation of the results by feasibility and economics analysis calculates the overall ranking for all sections analyzed. In addition, based on the results of the comprehensive evaluation, a method for establishing a mid-long term investment plan was introduced after reviewing the project to be conducted in the region. Additionally, in order to review the establishment of the standard suggested in the paper, an analysis was conducted by applying the master plan procedure to the northwestern urban zone of Seoul.

Keywords : Utility Tunnel, Master Plan, Existing Urban, Feasibility Assessment, Economic Evaluation

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

지속가능한 도시의 경쟁력 제고를 위해 공동구는 필수적인 사회기반시설 중 하나로 인식되어가고 있다. 또한, 안전하고 쾌적한 도로 공간의 확보 및 불필요한 예산 낭비 방지, 최근 빈발하는 지진이나 태풍 등 자연재난에 대비한 안전 확보, 생활 공급시설의 안정적 공급, 유지관리 비용 절감, 장기수용의 탄력적 대응 등 사회적, 경제적 손실을 절감하기 위하여 공동구의 필요성에 대한 관심이 더욱 높아지고 있다 (Oh et al., 2019).

기존시기에서는 인구밀도와 상업서비스, 차량과 보행자 통행의 집중도가 높으므로 수용시설물을 공동수용함으로써 얻을 수 있는 공동구의 직·간접적인 기대효과가 택지개발단

계부터 시작하는 신도시에 비해 높다. 일본 동경이나 체코 프라하시에서는 도심지 공동구를 장기적으로 건설하고 있으나 국내의 모든 공동구는 신도시 개발계획에 포함되어 개착 공동구로만 건설되고 있다(Lee et al., 2017). 또한, 공동구 설치계획은 국가 및 지자체에 의해 이루어지지만, 비교적 높은 건설비용과 수용기관별 요구사항 등으로 공동구 활성화에 많은 어려움을 주고 있다.

그러나 공동구 설치를 위해서는 설치지역 선정, 설치구간 검토, 타당성 및 경제성 분석 등의 단계로 진행되지만 도입 결정을 위한 체계적인 절차가 마련되어 있지 않은 것도 공동구 활성화에 도움을 주고 있지 못한 실정이다. 이에 본 논문에서는 기존시기에서 공동구 설치 예정지역의 기초조사부터 중·장기 계획까지 공동구 기본계획 기준에 대한 절차를 수립하였으며, 지역에 대하여 사례를 적용한 연구를 진행하였다.

1.2 공동구에 대한 선행연구

Chung and Na (2018)은 계층의사분석(AHP) 기법을 적용하여 16개의 지표 선정 및 가중치를 설정하여 도심지 공동

* **Corresponding author:** Lee, Minjae, Department of Civil Engineering, Chungnam National University, Yuseong-gu, Daejeon, Korea
E-mail: lmjcm@cnu.ac.kr
Received May 19, 2020: **revised** June 24, 2020
accepted July 10, 2020

구 타당성 평가모델을 제시하였으며, Knag and Choi (2015)은 편익 7개 지표, 비용 5개 지표에 대하여 정식화를 통하여 비용편익 분석에 기초한 공동구의 경제적 타당성 평가 방법의 연구를 진행하였다. 또한, Cho et al. (2018)에서는 기존의 경제성 지표 외에 3개(교통사고감소, 차량소음저감, 사회·경제손실)의 지표에 대하여 추가분석을 통해 공동구의 정량적 경제성 평가를 위한 항목별 중요도를 분석하였다. 또한, Oh et al. (2019)은 타당성 평가 지표를 보완하여 설치 가능한 공동구의 지역 및 연장에 대한 연구를 수행하였다.

2. 공동구 노선선정 방법

2.1 관련 연구의 노선선정 방법

Korea land & housing corporation (1996)과 Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2008)에서 기존시가지 공동구는 대상지역의 선정, 계획노선의 선정, 현황 조사, 계획노선 분석 등으로 최적노선을 선정하였다(Fig. 1). 최적노선 선정을 위한 타당성 평가지표는 도로관리 측면 4개, 공공 시설 측면 4개, 도시환경 측면 3개로 구성하였으며, 총 11개 지표를 통해 분석을 수행하였다. 그러나 기존의 최적노선 선정방법은 타당성 평가만으로 구성되어 있어, 공동구의 노선 선정에 대하여 객관성이 결여되어 있으므로 추가적인 절차 및 방법이 필요하다.

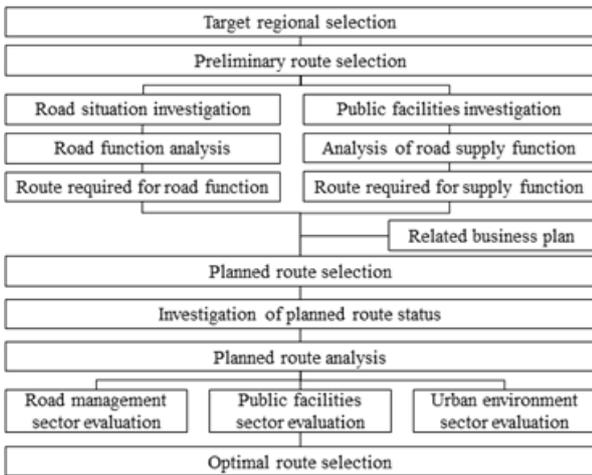


Fig. 1. Flow diagram of utility tunnel route selection in the existing urban

2.2 기본계획 기준에 의한 노선선정 방법

공동구 기본계획의 목적은 특별시·광역시·특별자치시·도·특별자치도·시 또는 군(광역시 안에 있는 군을 제외한다, 이하 “시·군”이라 한다.)의 지하시설물 안전관리체계의 정책방향을 제시함과 동시에 지역실정에 맞는 공동구의 활발한 수립 추진

을 도모하기 위한 종합계획이다. 지역에 적합한 공동구 기본 계획 기준 수립을 위하여 기존의 공동구 최적노선 선정 방법(Fig. 1)을 보완하여 기본계획 수행 절차를 작성하였다.

첫째로, 기본계획은 설치 대상지역 공동구의 효율성과 밀접한 관계가 있으므로 시·군 단위로 대상지역을 선정하여야 하며, 선정된 지역의 기초자료를 조사한다. 둘째로, 분석대상지역의 노선 전체에 대하여 구간을 분할하여 공동구 설치 가능 구간을 선정한다. 선정된 설치 가능 구간에 대하여 타당성과 경제성의 평가지표를 활용하여 총구간의 정량화 평가로 우선순위를 선정할 수 있도록 분석을 수행한다. 넷째로, 타당성 및 경제성 분석 결과에 대하여 종합평가를 수행하여 지역의 종합순위를 선정한다. 마지막으로, 시·군의 중·장기 계획과 연계하여 단계별 투자계획(안)을 수립하는 것을 목표로 한다.

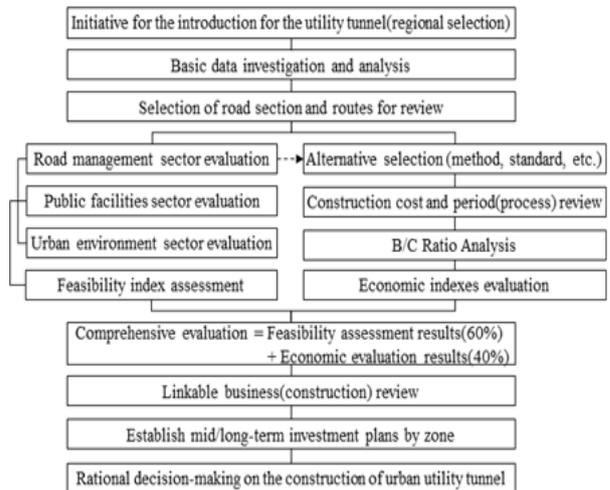


Fig. 2. Detailed procedure of master plan (flow diagram)

3. 기본계획 기준 수립을 위한 단계별 절차

3.1 지역선정 및 기초자료 조사

공동구 기본계획은 시·군의 중·장기적인 종합계획이다. 따라서 구체적인 계획을 수립하기 이전에 시·군이 가지고 있는 문제점과 잠재력 등 시·군의 특성과 현황을 먼저 파악하여야 한다. 지역선정은 시·군 단위로 지역을 선정하며, 인접 시·군의 관할구역을 포함할 경우 변경할 수 있다. 기초자료 조사항목(Table 1)은 시·군의 상위계획, 교통 및 도로현황, 지하철 및 수용시설, 사회 경제지표 및 지역현황 등에 대하여 조사를 시행하며, 기준연도를 중심으로 조사하도록 하되, 기준연도의 자료를 취득하는 것이 불가능한 항목은 과거 자료로부터 추정하여 활용할 수 있다. 또한, 기본계획 수립을 위하여 인접한 시·도 또는 시·군·구의 일부 지역에 대하여 기초자료 필요한 경우에는 조사를 실시할 수 있다.

Table 1. Basic data investigation items

Division	Investigation items
Upper plan	- (Metropolitan)City plan - (Metropolitan)Traffic master plan - City master plan - Traffic maintenance mid-term plan - Traffic vision - Comprehensive master & complementary plan of underground space - Urban railroad master plan - master plan & amendment plan for road maintenance - master plan for urban and residential environment maintenance
Traffic and road conditions	- Traffic indicators - Traffic status - Road indicators - Route recognition road status
Subway and accommodation facilities	- Subway status investigation - Energy and water use status - Water supply status - Sewer status - City gas status - Status of heat supply facilities - Communication facility status - Power facility status
Socio-economic indicators and regional status	- Population and number of households - Number of business and employees - Car registration number - Land use status - Building and housing status - Terrain status - Geological and Geotechnical status

3.2 도로 구간 선정

공동구 기본계획을 위한 기초자료 조사 후 분석지역의 도로에 대하여 대상 노선 및 분석 구간을 선정하여야 한다. 분석대상지역의 세부 도로노선 중 천변도로, 하천횡단 교량구간, 공동구가 필요 없는 구간 등을 제외하고 잔여구간에 대하여 분석대상(공동구 설치 예정) 구간을 분할한다. 또한, 주간선도로 및 보조간선도로를 기준으로 지역의 노선전체에 대하여 구간을 구분하여 선정한다.

3.3 타당성 및 경제성 분석

타당성 분석(Fig. 3(a))은 3개의 상위 지표로 구분하여, 16개의 하위지표에 대하여 기초조사 결과와 추가 조사를 통해 분석을 수행한다(Chung & Na, 2018). 분석대상지역의 특징 및 도로(노선)의 상황을 반영하기 위하여 도로관리 측면, 공공시설 측면, 도시환경 측면으로 구분하며, 16개의 지표로 분류한다. 타당성 평가 지표는 기준연도(1년 이내)를 중심으로 조사하도록 하되, 기준연도의 자료를 취득하는 것이 불가능한 항목은 과거 자료로부터 추정하여 활용할 수 있다.

선정된 지표에 대하여 35명의 전문가 설문조사(기준 공동구 설계 및 자문 참여자 15명, 유지관리 및 계획 관련 업무 수행자 20명)를 반영한 AHP 분석을 수행하여 평가 체계의 항목에 대한 객관성을 확보하였다. <Table 2>는 설문조사

자료를 기준으로 쌍대비교를 통해 도로관리 측면 34.9%, 공공시설 측면 34.0%, 도시환경 측면 31.1%로 분석된 수치이며, 또한, 지표별 평가점수(식 1), <Table 2>는 상/중/하의 3등급 평가를 실시하고 등급별 30%씩 차감한 점수를 적용하였다.

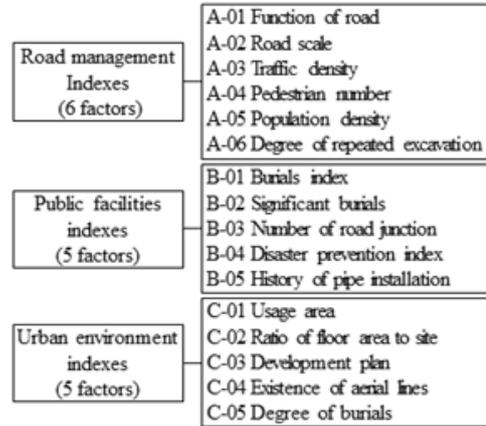


Fig. 3. Feasibility assessment index

지표항목에 대한 타당성 평가는 평가지표항목에 대한 개별 가중치를 항목별 평가점수에 곱하여 합산하는 방식으로 산정한다. 또한, 대상구간의 항목별 평가점수(Sc_i)는 “상”, “중”, “하”로 3등급 평가를 실시하고 등급별 30%씩 차감한 점수를 적용하도록 한다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Feasibility evaluation score of indexes (Fa)} \\
 & = \sum_i^n (Wa_i \times Sc_i) \quad (1)
 \end{aligned}$$

여기서, Wa_i : 평가지표 항목별 중요도 가중치(%),

$$\sum Wa_i = 100\%$$

Sc_i : 평가지표 항목별 세부 평가점수

n : 평가지표 항목의 총 수($n = 16$)

Table 2. Weight and evaluation grade of feasibility index

Division	Index	Weight	Index	Weight	Index	Weight
Indexes	A-01	7.3%	B-01	7.4%	C-01	5.9%
	A-02	6.8%	B-02	12.6%	C-02	4.4%
	A-03	6.9%	B-03	4.0%	C-03	9.9%
	A-04	2.5%	B-04	5.9%	C-04	4.4%
	A-05	4.2%	B-05	4.1%	C-05	6.5%
	A-06	7.2%				
Evaluation grade of individual index : High(100%) / Middle(70%) / Low(40%)						

경제성 분석(Fig. 3(b))은 편익 7개 지표, 비용 5개 지표로 구성되어 있다(Knag & Choi, 2015; Cho et al., 2018). 편익은 공동구 설치로 인해 관로의 굴착비용, 교체비용 등이 발

생하지 않는 비용을 편익으로 사용하며, 비용항목은 공동구 설치와 관련된 비용이다. 편익항목의 산정은 기존의 관로를 공동구로 대체함으로 인해 관로에서 발생 가능한 비용항목을 공동구의 편익항목으로 고려하며, 반복굴착비용, 관로교체비용, 도로이용자비용, 환경오염비용, 재해위험도비용, 장애확장비용, 보행통행비용을 분류한다. 비용항목은 공동구를 설치하고 유지관리 하는 과정에서 발생하는 비용을 고려하며, 초기비용, 유지관리비용, 해체폐기비용, 간접비용을 분류한다.

Benefit		Cost(Life Cycle)	
B1	Repeat Excavation Cost	C1	Initial Construction Cost
B2	Pipeline Replacement Cost	C2	Maintenance Cost
B3	Road User Cost	C3	Dismantling Disposal Cost
B4	Environmental Cost	C4	Indirect Cost(Road User Cost)
B5	Disaster Risk Cost	C5	Indirect Cost(Environmental Cost)
B6	Future Expansion Cost		
B7	Pedestrian Traffic Cost		

Fig. 4. Economic evaluation index

3.4 종합평가

타당성 및 경제성 결과에 대하여 분석대상구간의 종합평가를 수행한다. 종합평가 기준은 대상 노선의 도로관리 측면, 공공시설 측면, 도시환경 측면의 16개 항목에 대한 타당성 지표(N_i)와 편익·비용 분석에 따른 경제성 지표(C_i)의 결과를 결합하여 식 (2)와 같이 분석을 수행하며 최종 종합순위 설정한다(단, $\alpha:0.6, \beta:0.4$).

$$R_i = \alpha \cdot N_i + \beta \cdot C_i \quad (2)$$

종합평가에 의한 최종 종합순위는 전체구간의 공동구 설치 여건 분석, 공동구 설치 활성화를 위한 권역별 투자계획(안) 및 투자순위, 시범사업 지구 계획 등에 활용할 수 있다.

3.5 연계 사업 검토 및 중·장기 투자계획 수립

공동구 기본계획에서는 점용예정기관(상수도, 전력, 통신, 난방 등) 및 사업시행자 모두 초기 건설비용 및 유지관리비용 측면에서 재정적 부담을 가지고 있으므로, 모두의 재정부담을 경감시킬 수 있는 개발계획, 연계사업 등을 검토하여야 한다.

대규모 건설사업에 포함하여 공동구를 설치할 경우 건설비용의 절감으로 재정부담을 경감시킬 수 있으므로 대규모 건설사업(지하철, 경전철, 트램 등)을 조사하여야 한다. 또한, 중·단기적으로 공동구를 병행 설치할 수 있을 것으로 판단되는 대상 구간과 장기 계획구간으로 구분하여 단계별 투자계획(안)을 수립하여야 한다.

4. 적용 예

4.1 분석대상지역 및 구간 선정

2.2절과 3절의 기본계획 기준 수립의 검토를 위하여 지역을 선정하여 단계별 절차를 진행하였다. 분석지역은 서울시 권역 중 서북도심권(Fig. 5)을 대상으로 하였으며, 대상지역 노선의 고속도로, 하천변 등 불필요한 구간을 제외하고 잔여 구간에 대하여 공동구 설치 예정 구간으로 선정하였다.

Table 3. Overall status of the analysis target section

NO	Section (length[km])	NO	Section (length[km])
1	Cheongpa-ro (2.30)	41	Saemunan-ro (1.10)
2	Wonhyo-ro (2.10)	42	Jong-ro (4.24)
3	Hangang-daero 1 (1.80)	43	Gayang-daero (1.80)
4	Hangang-daero 2 (2.60)	44	Susaek-ro (3.39)
5	Tongil-ro 1 (2.05)	45	Seongsan-ro 1 (1.97)
6	Tongil-ro 2 (2.30)	46	Seongsan-ro 2 (3.08)
7	Tongil-ro 3 (3.53)	47	Sajik-ro (1.80)
8	Tongil-ro 4 (2.43)	48	Yulgok-ro (3.00)
9	Tongil-ro 5 (0.99)	49	Jangchungdan-ro (0.80)
10	Segeimjeong-ro 1 (2.00)	50	Toegye-ro 2 (3.24)
11	Segeimjeong-ro 2 (1.50)	51	Tongil-ro 6 (2.05)
12	Jinheung-ro 1 (3.85)	52	Jeungsan-ro 1 (4.70)
13	Seooreung-ro 1 (2.35)	53	Yeonso-ro 1 (2.32)
14	Sejong-daero (2.24)	54	Yeonso-ro 2 (4.19)
15	Seobinggo-ro 51-gil (0.55)	55	Bukhansan-ro 1 (1.35)
16	Seobinggo-ro 1 (0.35)	56	Jeungsan-ro 2 (1.83)
17	Noksapyeong-daero 1 (2.50)	57	World cup-ro 1 (2.00)
18	Noksapyeong-daero 2 (1.80)	58	World cup-ro 2 (2.93)
19	Sogong-ro (1.10)	59	Dongmak-ro (2.60)
20	Mugyo-ro (0.50)	60	Daeheung-ro (1.20)
21	Cheongjin/Junghak-gil (0.84)	61	World cup buk-ro 1 (1.80)
22	Hannam-daero 1 (1.55)	62	World cup buk-ro 2 (2.87)
23	Hannam-daero 2 (1.55)	63	Hongik-ro (0.40)
24	Samil-daero (2.49)	64	Jingwan 1-ro (1.04)
25	Changgyeonggung-ro (3.08)	65	Bukhansan-ro 2 (2.19)
26	Dongho-ro (2.08)	66	Chilpa-ro (0.55)
27	Daehak-ro (1.60)	67	Namdaemun-ro (1.46)
28	Yanghwa-ro (2.00)	68	Ujeongguk-ro (0.60)
29	Sinchon-ro 1 (1.00)	69	Seobinggo-ro 2 (2.68)
30	Mallijae-ro (2.56)	70	Seooreung-ro 2 (0.57)
31	Toegye-ro 1 (1.10)	71	Eunpyeong-ro (0.75)
32	Seogang-ro (1.50)	72	Jinheung-ro 2 (1.90)
33	Sinchon-ro 2 (2.18)	73	Jangchungdan-ro (2.15)
34	Seosomun-ro (1.20)	74	Baekbeom-ro (4.35)
35	Eulji-ro (2.82)	75	Itaewon-ro (3.05)
36	Cheonggyecheon-ro 1 (2.17)	76	Hannam-daero 3 (1.09)
37	Cheonggyecheon-ro 2 (3.39)	77	Dasan-ro (2.90)
38	Mapo-daero (2.64)	78	Jibong-ro 1 (0.35)
39	Sinchon-ro 3 (0.27)	79	Jibong-ro 2 (1.60)
40	Chungjeong-ro (0.80)		

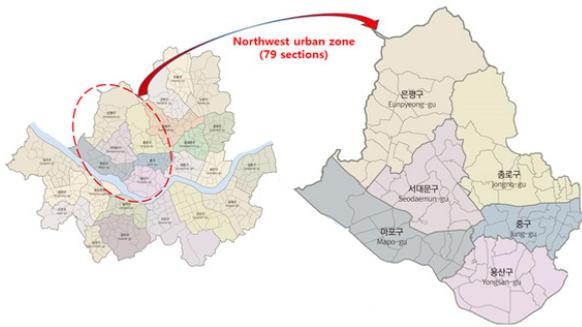


Fig. 5. Analysis regional (Northwest urban zone)

분석대상 노선 30개를 분할하여 최종선정은 79개 구간을 대상으로 분석을 진행하였으며, <Table 3>은 분석대상 전체 구간 및 연장이다. 대상노선 중 통일로는 6개 구간(13.35km), 신촌로(3.45km)/한남대로(4.19km)는 각 3개 구간으로 분할하였으며, 각 구간의 세부적인 구간 설명은 생략하였다.

<Table 4>는 분석대상 79개 구간(157.6km)의 전체 연장, 노선수, 구간 수를 나타낸 현황이며, 도로의 기능에 따라 주간선도로와 보조간선도로로 분류하였다. 주간선도로는 길

Table 4. Road status of analysis zone

Division	Total length	Number of Road routes	Total number of sections
Main road	102.2 km	17 routes	51 sections
Sub road	55.4 km	13 routes	28 sections
Total	157.6 km	30 routes	79 sections

Table 5. Status of evaluation items by target section (ex) Mallijae-ro

NO. 30	Mallijae-ro (Gongdeok five-way~seoul sataion)			Administrative area	Gongdeok-dong, Seongye-dong, Singongdeok-dong, Ahyeon-dong, Jungnim-dong etc.		
Function of road	Main road	Section length	2.56 km	Road scale	Daero class 3 (25~30m)	Major facilities	Overpass
Traffic density	164,186 vehicle/day	Population density	34,424 person/km ²	Business number /Number of employees	2,428/18,458	Usage area	Residential area
Pedestrian number	7,625 person/month	Urbanization rate	53.1 %	Degree of repeated excavation	48 time/year	Existence of aerial lines	Power cable (one/two line)
Number of road junction	3	Development plan	-	Significant burials	Water pipe D600 etc.	History of pipe installation	1987 year

Table 6. Feasibility assessment results considering Evaluation grade (Top 5 sections)

Feasibility ranking	Target section	Section length (km)	Utility Tunnel length (km)	Road management						Public facilities					Urban environment				
				A-01	A-02	A-03	A-04	A-05	A-06	B-01	B-02	B-03	B-04	B-05	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
1	NO.32 Seogang-ro (Seogang bridge~Sinchon roundabout)	1.50	1.50	H	M	H	H	H	H	H	H	H	H	L	M	H	H	H	H
2	NO.44 Susaek-ro (Susaek bridge three-way~Sacheon bridge three-way)	3.39	2.69	H	M	H	H	H	H	H	H	H	M	M	M	H	H	H	H
3	NO.46 Seongsan-ro 2 (Yonsei university intersection~Dongnimmun station crossroad)	3.08	1.30	H	M	H	H	H	H	H	H	H	M	M	M	H	H	M	H
4	NO.45 Seongsan-ro 1 (Sacheon bridge three-way~Yonsei university intersection)	1.97	1.97	H	M	H	M	H	H	H	H	L	H	M	M	H	H	H	H
5	NO.2 Wonhyo-ro (Namyong station crossroad~North end of wonhyo bridge)	2.10	2.10	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	M	H	H

이 102.2km, 17개 노선, 51개 구간으로 선정하였으며, 보조간선도로는 28개 구간(55.4km)으로 분할하였다(No.1~No.51: 주간선도로, No.52~No.79: 보조간선도로).

4.2 평가지표 조사

기초자료는 시·군 전체에 대하여 조사하여야 하나, 분석 대상 지역은 서울시 한 개의 권역에 해당되어 기초자료를 평가지표에 대한 조사로 대체하였다. 평가지표의 조사는 대상 노선 및 구간의 현황을 조사하여 우선순위 평가지표 항목에 부합하도록 중점 조사를 시행하였으며, <Table 5>는 전체 구간 중 No.30 만리재로(공덕오거리~서울역 앞) 구간의 평가지표 항목의 현황이다.

4.3 타당성 분석 및 평가

타당성 분석은 도로관리 측면 6개 지표(A-01~06), 공공 시설 측면 5개 지표(B-01~05), 도시환경 측면 5개 지표(C-01~05)에 대하여 평가지표 조사 자료를 근거로 분석을 수행하였다. <Table 6, 7>은 타당성 평가 상위 5개 구간의 평가등급 및 가중치의 분석 결과이다. 평가결과 서강로(No.32) 구간이 93.7점으로 가장 높게 나타났으며, 수색로(No.44), 성산로 2(No.46), 성산로 1(No.45), 원효로(No.2)의 순으로 분석되었다. 구간의 연장과 공동구 설치 연장의 차이는 기 설치된 전력구, 터널 구간 등을 제외한 연장이다.

Table 7. Feasibility assessment results considering weight (Top 5 sections)

Feasibility ranking	Target section		Road management						Public facilities					Urban environment					Evaluation Assessment results
			A-01	A-02	A-03	A-04	A-05	A-06	B-01	B-02	B-03	B-04	B-05	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	
1	NO.32	Seogang-ro	7.3	4.8	6.9	2.5	4.2	7.2	7.4	12.6	4.0	5.9	1.6	4.1	4.4	9.9	4.4	6.5	93.7
2	NO.44	Susaek-ro	7.3	4.8	6.9	2.5	4.2	7.2	7.4	12.6	4.0	4.1	2.9	4.1	4.4	9.9	4.4	6.5	93.2
3	NO.46	Seongsan-ro 2	7.3	4.8	6.9	2.5	4.2	7.2	7.4	12.6	4.0	4.1	2.9	4.1	4.4	9.9	3.1	6.5	91.9
4	NO.45	Seongsan-ro 1	7.3	4.8	6.9	1.8	4.2	7.2	7.4	12.6	1.6	5.9	2.9	4.1	4.4	9.9	4.4	6.5	91.8
5	NO.2	Wonhyo-ro	7.3	2.7	6.9	2.5	4.2	7.2	7.4	12.6	4.0	5.9	1.6	5.9	4.4	6.9	4.4	6.5	90.5

Table 8. Benefit analysis result (main road 5 section)

(unit : billion won)

Division	Target section	Section length (km)	Utility Tunnel length (km)	Benefit							
				Repeat Excavation Cost (B1)	Pipeline Replacement Cost (B2)	Road User Cost (B3)	Environmental Cost (B4)	Disaster Risk Cost (B5)	Future Expansion Cost (B6)	Pedestrian Traffic Cost (B7)	Sum (ΣB)
NO.10	Segeimjeong-ro 1	2.00	0.90	0.27	1.45	8.71	0.27	0.02	0.07	1.37	12.17
NO.20	Mugyo-ro	0.50	0.50	0.15	1.23	9.49	0.29	0.02	0.06	4.02	15.27
NO.30	Mallijae-ro	2.56	2.26	0.67	4.35	94.85	2.94	0.06	0.22	4.65	107.74
NO.40	Chungjeong-ro	0.80	0.80	0.91	12.83	63.17	1.96	0.17	0.66	4.48	84.19
NO.50	Toegye-ro 2	3.24	3.24	0.95	13.41	135.98	4.22	0.18	0.69	4.59	160.02

Table 9. Cost analysis result (main road 5 section)

(unit : billion won)

Division	Target section		Section length (km)	Utility Tunnel length (km)	Cost					
					Initial Construction Cost (C1)	Maintenance Cost (C2)	Dismantling Disposal Cost (C3)	Indirect Cost (Road User Cost) (C4)	Indirect Cost (Environmental Cost) (C5)	Sum (ΣC)
NO.10	Segeimjeong-ro 1	Open cut	2.00	0.90	17.61	2.3	0.02	3.78	0.21	23.92
		Tunnel	2.00	0.90	20.06	2.3	0.03	1.57	0.09	24.05
NO.20	Mugyo-ro	Open cut	0.50	0.50	9.14	1.28	0.01	4.12	0.23	14.77
		Tunnel	0.50	0.50	10.48	1.28	0.02	1.72	0.09	13.58
NO.30	Mallijae-ro	Open cut	2.56	2.26	44.07	5.78	0.05	41.13	2.25	93.28
		Tunnel	2.56	2.26	49.60	5.78	0.08	17.14	0.94	73.54
NO.40	Chungjeong-ro	Open cut	0.80	0.80	68.27	7.92	0.07	35.61	1.95	113.82
		Tunnel	0.80	0.80	77.30	7.92	0.11	14.84	0.81	100.98
NO.50	Toegye-ro 2	Open cut	3.24	3.24	69.33	8.28	0.07	294.86	16.15	388.69
		Tunnel	3.24	3.24	79.45	8.28	0.11	122.86	6.73	217.43

Table 10. Top 5 sections of the economic evaluation results

Economics ranking	Target section		Section length (km)	Utility Tunnel length (km)	Economic analysis results			Economic evaluative results
					Construction cost (billion won)	B/C	Type	
1	NO.30	Mallijae-ro (Gongdeok five-way~seoul sataion)	2.56	2.26	44.1	1.15	Open-cut	100.00
2	NO.62	World cup buk-ro 2 (Sangam crossroad~Hongik university station crossroad)	2.87	2.87	66.3	1.14	Tunnel	98.5
3	NO.63	Hongik-ro (Hongik university station crossroad~Hongik university intersection)	0.40	0.40	9.2	1.14	Tunnel	98.5
4	NO.42	Jong-ro (Sejong-ro crossroad~Sinseol-dong station five-way)	4.24	4.24	96.7	1.13	Tunnel	98.2
5	NO.17	Noksapyeong-daero 1 (North end of banpo bridge~Namsan tunnel 3 entrance)	2.50	2.50	53.7	1.07	Tunnel	92.9

Table 11. Comprehensive evaluation ranking reflecting feasibility assessment and economic evaluation (Top 10)

Overall ranking	Target section		Section length (km)	Utility tunnel length (km)	Feasibility Assessment ranking	Economic analysis results			Economic Evaluative ranking	Comprehensive evaluative results
						Construction cost (billion won)	B/C	Type		
1	NO.30	Mallijae-ro (Gongdeok five-way~seoul sataion)	2.56	2.26	10	44.1	1.15	Open-cut	1	93.2
2	NO.17	Noksapyeong-daero 1 (North end of banpo bridge~Namsan tunnel 3 entrance)	2.50	2.50	8	53.8	1.07	Tunnel	5	90.9
3	NO.32	Seogang-ro (Seogang bridge~Sinchon roundabout)	1.50	1.50	1	34.6	1.00	Tunnel	10	90.8
4	NO.62	World cup buk-ro 2 (Sangam crossroad~Hongik university station crossroad)	2.87	2.87	21	66.3	1.14	Tunnel	2	90.5
5	NO.42	Jong-ro (Sejong-ro crossroad~Sinseol-dong station five-way)	4.24	4.24	33	96.7	1.13	Tunnel	4	88.6
6	NO.19	Sogong-ro (Namsan tunnel 3 entrance~Seoul city hall three-way)	1.10	1.10	15	20.1	1.03	Open-cut	7	88.2
7	NO.21	Cheongjin/Junghak-gil (Jongbi-gu office crossroad~Gyeongbokgung crossroad)	0.84	0.37	16	7.8	1.03	Tunnel	7	87.8
8	NO.63	Hongik-ro (Hongik university station crossroad~Hongik university intersection)	0.40	0.40	43	9.2	1.14	Tunnel	2	87.2
9	NO.14	Sejong-daero (seoul station intersection~Gwanghwamun three-way)	2.24	1.54	34	34.8	1.05	Tunnel	6	85.7
10	NO.60	Daeheung-ro (Mapo tax office crossroad~ewha womans university crossroad)	1.2	1.2	11	27.7	0.92	Tunnel	20	84.8

4.4 경제성 분석 및 평가

경제성 분석은 편익 7개 지표, 비용 5개 지표에 대하여 분석을 수행하였으며, <Table 8>과 <Table 9>는 구간선도로 5개 구간의 편익 및 비용의 지표에 대한 분석결과 값이다. 편익에서는 도로이용자비용(B3)이 결과에 가장 큰 영향을 미쳤으며, 비용에서는 초기공사비용(B1)과 간접비용(B4)의 영향이 컸다.

<Table 10>은 경제성 평가 결과 상위 5개 구간 현황이다. 평가결과 만리재로(NO.30) 구간은 개착식으로 공사비 440.7억 원으로 가장 높은 순위로 나타났으며, 그 외의 월드컵로 2(NO.62), 홍익로(NO.63), 종로(NO.42), 녹사평대로(NO.17) 구간은 모두 터널식으로 분석되었다.

4.5 종합평가

타당성과 경제성 평가 결과의 결합 비율은 3.4절의 식 (2)에 따라 종합평가를 실시하였으며, 종합평가 시 타당성 평가에서 각 지표별 최하단계 “하”의 총합이 40점 이하인 25개 구간은 제외하고 분석을 수행하였다. 종합평가결과 공동구 설치 가능 구간은 만리재로(No.30), 녹사평대로(NO.17), 서강로(NO.32)의 순으로 나타났으며, 분석대상 54개 구간 중 개착식은 2개 구간, 터널식은 52개 구간으로 분석되었다.

4.6 단계별 투자계획

서북도심권의 공동구 설치 가능 최대 연장 및 구간은 <Table 12>와 같다. 구간선도로는 30구간(46.1km), 보조간선도로는 24구간(36.9km)으로 분석 대상 79개의 구간 중 54개

Table 12. Maximum installable status of utility tunnel in northwest urban zone

Division	Maximum installable status of utility tunnel in northwest urban zone		
	Total length	Number of Road routes	Total number of sections
Main road	46.1 km	14 routes	30 sections
Sub road	36.9 km	12 routes	24 sections
Total	83.0 km	26 routes	54 sections

구간(83.0km)에 공동구 설치가 가능한 것으로 분석되었다.

재정여건을 반영한 54개 구간의 총 투자계획은 <Table 13>과 같다. 중·단기 투자계획 구간은 종합평가 3위인 서강로(서강대교 북단~신촌 로터리, No.32)구간, 15위인 성산로 1(사천교 삼거리~연세대 교차로, No.45)구간, 14위인 성산로 2(연세대 교차로~독립문역 사거리, No.46)구간으로 서부선 경전철 건설사업(한강북부 구간)에 포함하여 공동구 병행 설치가 가능하므로 우선적으로 도입할 수 있다. 장기 투자계획은 공동구 도입 재정(국비/시비) 상황, 장기 건설사업과의 연계 및 종합순위를 고려해서 순차적으로 도입이 필요한 것으로 분석되었다.

Table 13. Total investment plan reflecting financial conditions

Division	Mid-Short term plan			Long term plan		Total	
	Length (km)	Construction cost (billion won)	Linked construction	Length (km)	Construction cost (billion won)	Length (km)	Construction cost (billion won)
Northwest urban zone	4.8	110.1	West line Light rail transit	78.2	1,918.1	83.0	2,028.2

5. 결론

국내 설치된 공동구는 신도시 도시개발사업 및 택지개발 사업에 의하여 건설되어 기존시가지에서 공동구 설치를 위한 절차의 부재로 본 논문에서는 기존시가지 공동구 건설에 대한 합리적 의사 결정을 위한 기본계획 기준 수립 방법을 연구하였다.

기본계획을 위한 첫 번째 절차는 공동구 도입을 위한 지역 선정이며, 지역분석을 위한 기초자료 조사 및 분석을 수행한다. 분석대상지역의 도로를 주간선도로 및 보조간선도로를 기준으로 구간 분할 후 타당성 평가를 위해 도로관리 측면, 공공시설 측면, 도시환경 측면의 총 16개에 대하여 분석을 수행하며, 경제성 평가는 편의 7개 지표, 비용 5개 지표에 대하여 평가를 진행한다. 타당성 및 경제성 결과에 대하여 분석 대상 구간의 종합평가를 수행하여 종합순위를 산정한다. 마지막으로, 재정부담을 최소화할 수 있도록 지역에서 진행 예정인 연계 사업을 검토하여 중·장기 투자계획을 수립한다.

서울의 서북도심권에 대하여 기본계획 기준의 검토를 위한 분석을 수행하였으며, 분석 대상은 79개 구간(157.6km)으로 분할하여 진행하였다. 타당성 평가에서 각 지표별 최하 단계 “하”의 총합이 40점 이하인 구간과 전력구, 터널 구간 등을 제외하고 종합평가를 통해 최종 구간을 선정하였다. 서북도심권의 공동구 설치 가능 최대 연장은 83km, 54개 구간으로 분석되었다. 54개 구간 중 3개 구간(서강로, 성산로 1, 성산로 2)의 4.8km는 서부선 경전철 건설사업에 포함되어 공동구 설치가 가능하므로 중·단기 계획에서 우선적 도입할 수 있는 것으로 나타났으며, 장기 투자계획은 재정 상황, 종합순위를 고려해서 순차적 도입이 필요한 것으로 분석되었다.

본 논문의 절차 및 적용사례는 공동구 기본계획 수립 시 보다 쉽게 지역의 공동구 대상 구간 및 노선을 검토할 수 있는 기본자료로 활용될 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부(국토교통과학기술진흥원) 건설기술연구사업의 ‘도심지 소단면(Φ3.5m급) 터널식 공동구 설계 및 시공 핵심기술 개발(20SCIP-B105148-06)’ 연구단을 통해 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

References

- Oh, W.J., Jin, K.N., Na, G.T., Cho, C.Y., and Sim, Y.J. (2019). “Review of the installable area of multi-utility tunnel using feasibility assessment indexes.” *Journal of Korean Tunnelling and Underground Space Association*, 21(6), pp. 795-810.
- Lee, S.W., Sim, Y.J., and 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*, 19(1), pp. 11-27.
- Chung, J.S., and 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*, 20(1), pp. 131-144.
- Kang, Y.K., and Choi, I.C. (2015). “Economic feasibility of common utility tunnel based on cost-benefit analysis.” *Journal of the Korean Society of Safety*, 30(5), pp. 29-36.
- Cho, C.Y., Sim, Y.J., Kim, H.K., Lee, P.Y., and 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*, 20(1), pp. 119-130.
- Korea land & housing corporation (1996). “A study on the establishment of a standard model for the utility tunnel.” pp. 53-59.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2008). “A study on activation of utility tunnel (Phase 2)” pp. 207-226.

요약 : 본 논문에서는 기존시가지에서 공동구 건설에 대한 합리적 의사 결정을 위한 기본계획 기준 수립의 방법에 대한 연구를 진행하였다. 기존 연구에서는 타당성 평가에 의하여 최적노선을 선정 하였으나, 기본계획 기준에서는 공동구 설치 여건의 객관성을 높이기 위하여 타당성 및 경제성 분석에 의한 결과를 종합평가하여 분석 대상 전체 구간에 대하여 종합순위를 산정한다. 또한, 종합평가 결과를 기반으로 지역에서 진행 예정인 연계 사업 검토 후 중·장기 투자계획을 수립하는 방법을 도입하였다. 추가적으로 논문에서 제시한 기준 수립의 검토를 위하여 서울의 서북도심권에 대하여 기본계획 절차를 적용하여 분석을 수행하였다.

키워드 : 공동구, 기본계획, 기존시가지, 타당성 평가, 경제성 평가