

타당성 평가지표를 활용한 터널식 공동구 설치가능지역 검토

오원준¹ · 진규남² · 나귀태³ · 조중연⁴ · 심영종^{5*}

¹정회원, 한국토지주택공사 토지주택연구원 건설환경연구실 연구원

²비회원, 한국토지주택공사 토지주택연구원 건설환경연구실 실장

³정회원, (주)한국종합기술 구조부 연구원

⁴정회원, 유니콘스(주) 대표이사

⁵정회원, 한국토지주택공사 토지주택연구원 건설환경연구실 수석연구원

Review of the installable area of multi-utility tunnel using feasibility assessment indexes

Won-Joon Oh¹ · Kyu-Nam Jin² · Gwi-Tae Na³ · 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

³Researcher, Dept. of Structural Engineering, Korea Engineering Consultant 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, The study was conducted on the method to roughly determine the area and length of the multi-utility tunnel before the planning and design phase of the multi-utility tunnel construction. For this purpose, four feasibility indexes were used: traffic density, population density, disaster prevention index (number of workers), and urbanization rate, which reflect the regional characteristics. The installation criteria were set in consideration of the average value and minimum value of the feasibility indexes for the tunnel type among areas that can be installed in the multi-utility tunnel of Seoul. The analysis area included 200 areas based on 14 zones. The results of the analysis based on the minimum value of feasibility indexes indicated that the tunnel type of multi-utility tunnel is suitable for 39 areas with high traffic volume and population. On the other hand, the 'gun' area, etc., has a wider population than the 'si' and 'gu', suggesting that it is not suitable to install multi-utility tunnel. In addition, it can be seen that the larger the index value centered on the minimum value of each index, the smaller the tunnel type of multi-utility tunnel installation area.

Keywords: Multi-utility tunnel, Feasibility assessment, Feasibility assessment indexes, PDCA (Plan-Do-Check-Action)

OPEN ACCESS

Journal of Korean Tunnelling and
Underground Space Association
21(6)795-810(2019)
<https://doi.org/10.9711/KTAJ.2019.21.6.795>

eISSN: 2287-4747

pISSN: 2233-8292

Received September 2, 2019

Revised September 27, 2019

Accepted October 8, 2019



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

초 록

본 논문에서는 공동구 도입에 대한 계획 및 설계 단계 이전에 공동구 설치가능 지역과 연장을 개략적으로 결정할 수 있는 방법에 대한 연구를 진행하였다. 이를 위하여 자료획득이 가능하며 지역적 특성을 반영하고 있는 교통량, 인구 밀도, 방재지수(중사자수) 및 시가화율 4개의 타당성 지표를 사용하였다. 서울시 공동구 설치 가능 지역 중 터널식으로 설치 가능한 노선에 대한 타당성 지표의 평균값과 최소값을 고려하여 설치 기준을 설정하였다. 분석대상 지역은 14개의 권역을 기준으로 200개 지역을 대상으로 하였다. 분석결과 타당성 지표의 최소값을 기준으로 터널식 공동구는 교통량 및 인구 등이 많은 39개 지역에 설치가 적합한 것으로 나타났다. 반면, ‘군’ 단위 등은 ‘시, 구’에 비하여 인구가 넓게 분포되어 공동구 설치가 적합하지 않은 것으로 분석되었다. 또한 각 지표의 최소값을 중심으로 지표 값이 커질수록 터널식 공동구 설치 지역이 줄어들음을 알 수 있었다.

주요어: 터널식 공동구, 타당성 평가, 타당성 평가지표, PDCA

1. 서론

지속가능한 도시의 경쟁력 제고를 위해 공동구는 필수적인 사회기반시설 중 하나로 인식되어가고 있다(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, 장기 수용의 탄력적 대응 등 사회적, 경제적 손실을 절감하기 위하여 공동구의 필요성에 대한 관심이 더욱 높아지고 있다(Kang and Choi, 2015).

그러나 공동구 설치계획은 국가 및 지자체에 의해 이루어지지만, 비교적 높은 건설비용과 수용기관별 요구사항 등으로 공동구 활성화에 많은 어려움을 주고 있다. 또한, 공동구 설치를 위해서는 설치지역 선정, 설치구간 검토, 수용시설항목 분석의 단계로 진행되지만 도입결정을 위한 체계적인 절차가 마련되어 있지 않는 것도 공동구 활성화에 도움을 주고 있지 못한 실정이다. 이에 Sim et al. (2017)은 공동구 도입을 결정하기 위한 의사결정을 1차 구상단계 PDCA (Plan-Do-Check-Action)와 2차 최적화단계 PDCA를 통한 공동구 설치를 위한 단계적 방법론을 제시한 바 있다(Fig. 1). 또한 Sim et al. (2018)과 Oh et al. (2019)은 도심지에서의 공동구 설치 계획과 설계를 보다 효율적으로 구현할 수 있도록 VE/LCC 분석을 통한 수용시설물의 최적 결정 기법 및 공동구 설치 지역에 적합한 수용시설물 결정 기법을 연구하였으며, Cho et al. (2018)은 공동구의 정량적 경제성 평가를 위한 중요도 분석을, Lee et al. (2019)에서는 도심지 공동구의 타당성 평가기법 연구를 각각 진행한 바 있다.

그러나 PDCA의 구상단계 및 최적화단계에서 공동구가 설치되는 지역의 타당성 및 경제성 분석을 수행하기 위해서는 각종 지표에 대한 관련 데이터가 구축되어 있어야 하므로 전국을 대상으로 한 모든 지역의 공동구 설치 가능여부를 판단하는 것은 현실적으로 불가능한 실정이다. 이에 본 논문에서는 공동구 도입에 대한 계획 및 설계 단계 이전에 공동구 설치가능 지역 결정과 연장을 개략적으로 결정할 수 있는 방법을 제시하였다. 이에 본 논문

서는 공동구 도입에 대한 계획 및 설계 단계 이전에 공동구 도입 설치가능 지역의 결정과 연장에 관한 전국단위 기본구상에 대한 검토 방법을 제시하였다.

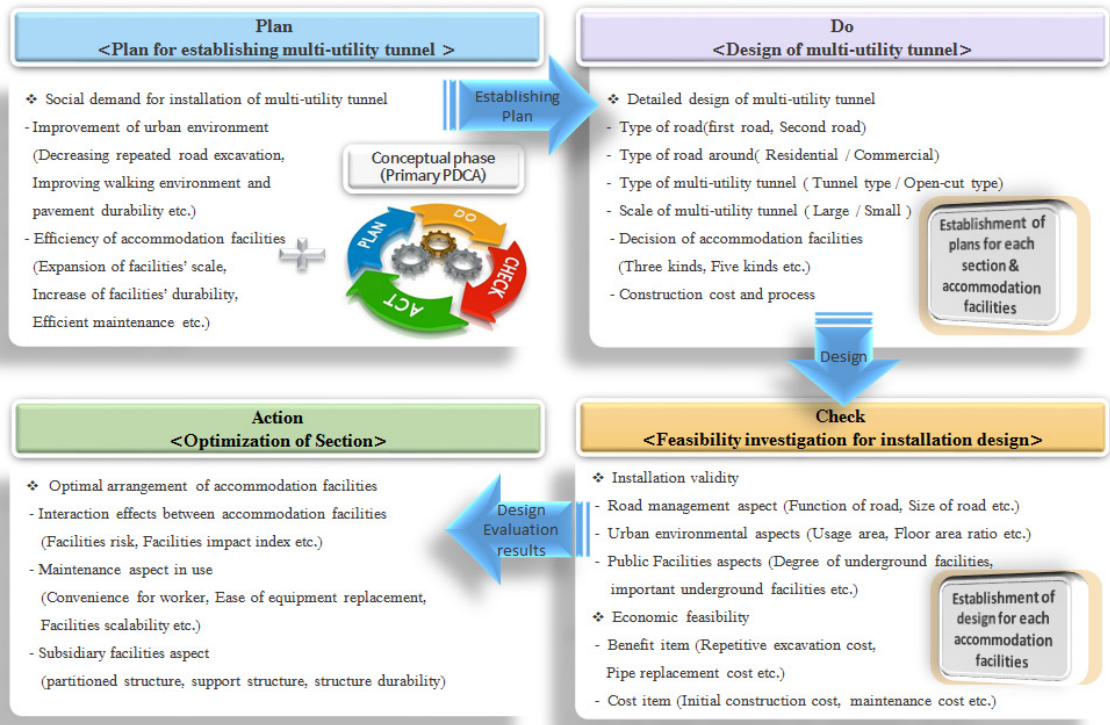


Fig. 1. PDCA Process for installing the multi-utility tunnel (Sim et al., 2017)

2. 설치가능 지역 결정을 위한 평가 방법

2.1 공동구 설치 타당성 평가 방법을 활용한 기준지표 선정

공동구의 설치 예정지역 분석시 고려되는 타당성 평가 지표(Fig. 2)는 도로관리측면, 공공시설측면, 도시환경측면의 상위 3부분의 하위 16개 지표를 갖는 계층구조로 구성된다(Chung and Na, 2018). 도로관리측면은 6개 하위지표, 공공시설측면은 5개 하위지표, 도시환경측면은 5개의 지표로 구성되어 있는데 공동구 설치의 타당성 평가시 객관적인 지표로 활용이 가능하며, 본 논문에서는 이들 지표 중 DB 수집 가능성과 지역특성을 고려한 지표를 선정하여 공동구 설치 가능지역을 선정하는데 활용하였다.

타당성 평가의 16개 지표(Fig. 2)를 활용하여 모든 지역에 적용 시 보다 정확한 분석이 가능하나, 관련 지표의 대부분이 현장 조사 및 관계기관의 협조가 있어야 획득이 가능한 자료이다. 본 논문에서 사용할 지표는 기본적으로 데이터 수집이 가능한 지표이어야 하며 지역 분석 시 지역의 특징을 대표할 수 있는 지표를 선정하였다.

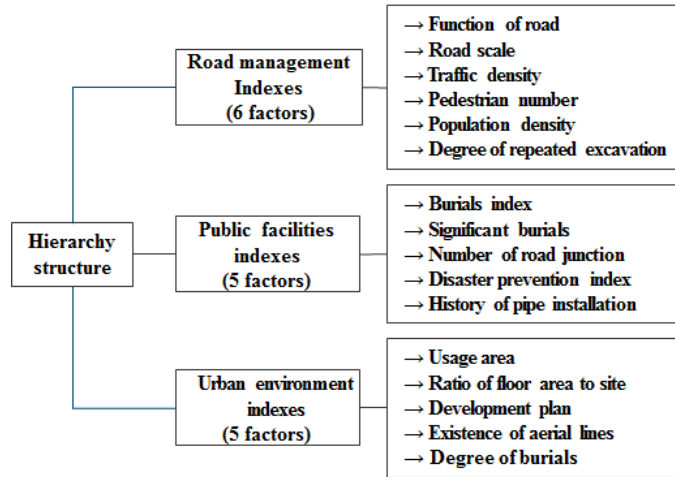


Fig. 2. Feasibility assessment indexes considered when analyzing the planned area of the multi-utility tunnel (Chung and Na, 2018)

Fig. 2에 제시된 지표 중 도로의 기능(Function of road) 및 도로의 규모(Road scale)는 지역별로 상이한 지표이나 지역 전체를 분석하는 경우 도로의 연장 및 폭에 따라 지역을 구분하여 공동구의 설치 가능 유/무를 판단하는 것은 적합하지 않다고 판단되어 지표에서는 제외하였다. 교통량(Traffic density)은 지역의 발전 정도를 나타내며, 지역을 구분할 수 있는 대표적인 지표이며 상시 및 수시 조사를 통한 관련지역 데이터 보정을 통해 분석 자료로써 활용이 가능하다. 보행자수(Pedestrian number) 지표의 경우에는 지역을 구분할 수 있는 지표이나, 대부분 각 지역 및 노선에 대한 수시조사를 통해서 획득이 가능하여 지표에서는 제외하였다.

인구밀도(Population density)의 경우 지역의 일정한 범위 안에 거주하는 인구의 수로서 지역별로 상이하어 분석 지표로서 활용이 가능하다. 반복 굴착정도(Degree of repeated excavation), 매설물(Degree of burials) 및 중요 매설물(Significant burials)은 공동구 설치 시 수용시설물의 종수를 결정하는 지표이며, 지역을 구분 할 수 있는 지표이다. 하지만, 매설물의 자료는 지자체 및 관계기관의 협조가 필요하며, 데이터 획득이 어려워 본 논문의 지표에서는 제외하였다.

대상 노선교차(Number of road junction)는 공동구 대상 노선에 대하여 교차 수 정도를 나타내는 지표이나, 지역별로 차이가 발생하는 지표가 아니다. 또한, 교차 수 정도는 노선의 연장에 많은 영향을 받는 지표이므로 제외하였다. 방재지수[중사자수](Disaster prevention index)는 재해 등으로 장애가 발생할 경우 지역의 사업체에서 근무하고 있는 종사자수를 나타내는 항목이며, 지역별 특색을 나타낼 수 있는 지표로써 활용이 가능하다. 관로설치 이력(History of pipe installation)은 지역을 구분할 수 있는 지표이나, 관련 자료는 반복 굴착정도 및 매설물 정도와 같이 지자체 및 관계기관의 협조가 필요하여 분석 지표에서 제외하였다.

용도지역(Usage area)은 주거/상업/공업/녹지지역으로 개발된 면적 비율에 대한 지표로서 지역별로 상이하나, 4개의 지역으로만 구분되어 많은 지역 분석 시 다양한 분류가 되지 않아 제외하였다. 시가화율(용적률) (Urbanization rate)은 지역별 특색을 나타낼 수 있는 지표로써 활용이 가능하다.

zation rate)은 지역의 도시화 정도를 나타내는 항목으로, 지역의 특색을 나타낼 수 있으며, 개발 밀도가 높을수록 공동구의 수요가 큰 것으로 판단되므로 분석 지표로서 활용이 가능하다. 개발계획(Development plan)은 국가 및 지자체의 협조가 필요하며, 가공선 존재(Existence of aerial lines)는 전력 및 통신 관계기관의 협조가 필요한 지표로서 분석대상 지표로 제외하였다.

Table 1은 지역 분석을 위한 타당성 평가 시 사용되는 지표를 대상으로 데이터 획득가능여부와 본 논문에서 사용할 타당성 지표의 최종 선택여부를 정리한 결과이다.

Table 1. Selection of feasibility assessment index

Item	Regional analysis of relevant information	DB acquisition	Final selection
Function of road	Different by region but excluded from analysis index	OK	
Road scale	Different by region but excluded from analysis index	OK	
Traffic density (vehicle/day)	Different by region, can search DB	OK	○
Pedestrian number (person/month)	Different by region, difficult to obtain DB	Difficult	
Population density (person/km ²)	Different by region, can search DB	OK	○
Degree of repeated excavation (time/year)	Different by region, difficult to obtain DB	Difficult	
Number of road junction (amount)	No difference by region	OK	
Burials index	Different by region, difficult to obtain DB	Difficult	
Significant burials	Different by region, difficult to obtain DB	Difficult	
Disaster prevention index (person/km ²)	Different by region, can search DB	OK	○
History of pipe installation (year of installation)	Different by region, difficult to obtain DB	Difficult	
Usage area (%)	No difference by region	OK	
Urbanization rate (%)	Different by region, can search DB	OK	○
Development plan	Different by region, difficult to obtain DB	Difficult	
Existence of aerial lines (circuit/km)	Different by region, difficult to obtain DB	Difficult	

이와 같이 본 논문에서는 분석대상 지역에 대하여 교통량, 인구밀도, 방재지수(총사자수), 시가화율 4개의 지표(<http://kostat.go.kr>, <http://www.road.re.kr>)를 활용하여 분석하였다.

2.2 공동구 설치가능 지역 선정을 위한 지표의 기준설정

본 논문에서는 공동구 설치지역 결정과 연장 결정을 위한 기준설정을 위하여 서울시 공동구 설치 기본계획 (Seoul Metropolitan Government, 2014)에서 제시한 대상 노선의 데이터 수치를 기준으로 하였다. 서울시에서 선정한 대상은 309개 노선이며, 그 중 공동구 설치가 가능한 234개 노선에 대하여 분석을 시행하였다.

서울시 공동구 설치 기본계획(Seoul Metropolitan Government, 2014)은 타당성과 경제성의 평가를 합리적으로 결합하기 위해 민감도 분석을 시행하였으며, 각각의 가중치를 8:2로 반영한 후 합산한 종합평가점수를 산출하였다. 본 논문에서는 지표의 기준설정을 위하여 타당성, 경제성, 종합평가의 각 분석결과를 모두 활용하는 방법을 적용하였다. 서울시의 분석 대상 전체 309노선에 대하여 타당성 평가 순위 100위, 경제성 평가 순위 100위, 타당성 평가와 경제성 평가의 가중치를 각각 8:2로 반영한 종합평가 순위 100위에 모두 해당하는 노선(Fig. 3)을 선정하여 대상 지역을 분석하였다. 3개의 조건을 모두 만족하는 노선은 총 53개이며, 개착식은 8개, 터널식은 45개로 분석되었다.

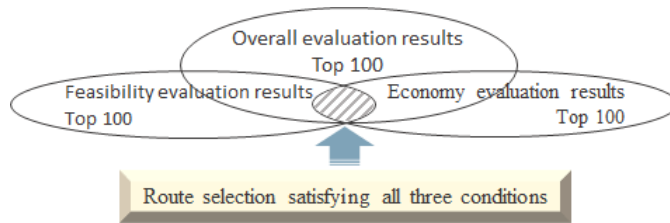


Fig. 3. Analysis method for setting criteria

53개 노선 중 개착식 8개 노선은 기준설정을 위한 분석에서 제외하였으며, 터널식으로 설치가능한 45개 노선의 교통량, 인구밀도, 방재지수, 시가화율 데이터를 활용하여 Table 2와 같이 기준을 설정하였다. 각 지표의 최소값과 최대값 사이의 수치를 활용할 예정이지만 서울시 지표의 값은 타 시/군과 비교하여 상당히 높은 값을 나타내므로 최소값과 평균값의 1/2을 최대한도로 하여 Table 3과 같이 분석할 예정이다.

Table 2. Applied criteria values for feasibility assessment

Division	Traffic density (vehicle/day)	Population density (person/km ²)	Disaster prevention index (person/km ²)	Urbanization rate (%)
Minimum	9,838	1,857	1,668	25.9
(Minimum + Average) / 2	57,362	14,241	9,704	39.3
Average value	104,886	26,625	17,740	52.7
Maximum value	172,414	47,534	86,994	68.0

Case 1은 지표별 최소값을 나타내며 Case 7은 최소값과 평균값의 1/2을 나타내며 이는 본 분석에서 사용될 최대한도치를 나타내고 있다. Case 7을 100%로 가정하였을 경우 Case 1으로부터 값을 점차 지표값을 증가시킨 5가지의 Case (Case 2~6)를 분석에 사용하였다.

Table 3. Applied criteria values by condition

Division	Traffic density (vehicle/day)	Population density (person/km ²)	Disaster prevention index (person/km ²)	Urbanization rate (%)
Case 1 (Minimum)	9,838	1,857	1,668	25.9
Case 2 (10% larger than Case 1)	14,590	3,095	2,472	27.2
Case 3 (20% larger than Case 1)	19,343	4,334	3,275	28.6
Case 4 (40% larger than Case 1)	28,848	6,811	4,882	31.3
Case 5 (60% larger than Case 1)	38,352	9,287	6,490	33.9
Case 6 (80% larger than Case 1)	47,857	11,764	8,097	36.6
Case 7 (Minimum + Average) / 2	57,362	14,241	9,704	39.3

3. 분석 대상 지역 및 설치가능 연장 조건

3.1 분석 대상 지역의 분류

전국을 14개 권역으로 분류 후 광역시는 ‘구 또는 군’ 단위, 그 외 지역은 ‘시 또는 군’ 단위로 하였으며, 대상 지역을 총 200개 지역으로 분류하였다. 분석대상에서 제외된 곳은 서울시와 세종시, 그리고 제주도로 서울시는 5년 마다 공동구 설치 타당성 조사 및 기본계획을 수립하고 있으며, 세종시는 총 22.67 km의 공동구가 최근에 건설되었으며, 제주도는 지역 및 지반의 특성을 고려하여 분석 대상에서 제외하였다.

3.2 분석 대상 지역 선정

분석대상지역(Table 4)은 인천 9개 지역, 대전 5개 지역, 대구 8지역, 광주 5개 지역, 울산 5개 지역, 부산 16개 지역으로 구분하였으며, 경기도는 31개 지역, 강원도는 18개 지역, 경상북도는 23개 지역, 경상남도는 18개 지역, 전라북도는 14개 지역, 전라남도는 22개 지역, 충청북도는 11개 지역, 충청남도 지역은 15개 지역으로 구분하여 분석하였다. 또한, 분석 대상 지역의 관련 지표에 대한 데이터는 통계청과 교통량 정보제공시스템 등을 활용하였다.

3.3 대상 지역 중 설치가능 연장

대상 지역에 대하여 각 Case별로 4개의 지표값(Table 3)을 모두 만족하게 되면 공동구 설치지역으로 선정하게 된다. 선정 이후 해당 지역에 대한 공동구 설치가능 연장은 서울시의 전체 노선 중 최종으로 선정된 공동구 설치가능 노선의 비율(Seoul Metropolitan Government, 2014)을 활용하였다. Table 5에서 서울시 전체 구간 중 고속도로, 도시고속도로, 하천도로 등 설치가 곤란한 노선(231.1 km)을 제외하게 되면 총 725.3 km로 앞서 제시한 309개 노선의 연장이 여기에 해당한다. 이 중 최종 선정된 234개 노선은 476.2 km로 전체 노선의 49.8%에 해당하며 이 비율을 공동구 연장 계산시 연장비율로 본 논문에서 활용하였다.

Table 4. Target area for analysis

No	City and State	Area
1	Daejeon (5)	Dong-gu, Jung-gu, Seo-gu, Yuseong-gu, Daedeok-gu
2	Gwangju (5)	Dong-gu, Seo-gu, Nam-gu, Buk-gu, Gwangsan-gu
3	Chungcheongnam-do (15)	Cheonan-si, Gongju-si, Boryeong-si, Asan-si, Seosna-si, Nonsan-si, Gyeryong-si, Dangjin-si, Geumsan-gun, Buyeo-gun, Seocheon-gun, Cheongyang-gun, Hongseong-gun, Yesan-gun, Taean-gun
4	Incheon (9)	Jung-gu, Dong-gu, Nam-gu, Yeonsu-gu, Namdong-gu, Bupyeong-gu, Gyeyang-gu, Seo-gu, Gangwa-gun
5	Daegu (8)	Jung-gu, Dong-gu, Seo-gu, Nam-gu, Buk-gu, Suseong-gu, Dalseo-gu, Dalseong-gun
6	Ulsan (5)	Jung-gu, Nam-gu, Dong-gu, Buk-gu, Ulju-gun
7	Jeollanam-do (22)	Mokpo-si, Yeosu-si, Suncheon-si, Naju-si, Gwangyang-si, Damyang-gun, Gokseong-gun, Gurye-gun, Goheung-gun, Boseong-gun, Hwasun-gun, Jangheung-gun, Gangjin-gun, Haenam-gun, Yeongam-gun, Muan-gun, Hampyeong-gun, Yeonggwang-gun, Jangseong-gun, Wando-gun, Jindo-gun, Sinan-gun
8	Gyeonggi-do (31)	Suwon-si, Seongnam-si, Uijeongbu-si, Anyang-si, Bucheon-si, Gwangmyeong-si, Pyeongtaek-si, Dongducheon-si, Ansan-si, Goyang-si, Gwacheon-si, Guri-si, Namyangju-si, Osan-si, Siheung-si, Gunpo-si, Uiwang-si, Hanam-si, Yongin-si, Paju-si, Icheon-si, Anseong-si, Gimpo-si, Hwaseong-si, Gwangju-si, Yangju-si, Pocheon-si, Yeosu-si, Yeoncheon-gun, Gapyeong-gun, Yangpyeong-gun
9	Jeollabuk-do (14)	Jeonju-si, Gunsan-si, Iksan-si, Jeongeup-si, Namwon-si, Gimje-si, Wanju-gun, Jinan-gun, Muju-gun, Jangsu-gun, Imsil-gun, Sunchang-gun, Gochang-gun, Buan-gun
10	Chungcheongbuk-do (11)	Chungju-si, Jecheon-si, Cheongju-si, Boeun-gun, Okcheon-gun, Yeongdong-gun, Jincheon-gun, Goesan-gun, Eumseong-gun, Danyang-gun, Jeungpyeong-gun
11	Gangwon-do (18)	Chuncheon-si, Wonju-si, Gangneung-si, Donghae-si, Taebaek-si, Sokcho-si, Samcheok-si, Hongcheon-gun, Hoengseong-gun, Yeongwol-gun, Pyeongchang-gun, Jeongseon-gun, Cheorwon-gun, Hwacheon-gun, Yanggu-gun, Inje-gun, Goseong-gun, Yangyang-gun
12	Busan (16)	Jung-gu, Seo-gu, Dong-gu, Yeongdo-gu, Busanjin-gu, Dongnae-gu, Nam-gu, Buk-gu, Haeundae-gu, Saha-gu, Geumjeong-gu, Gangseo-gu, Yeonje-gu, Suyeong-gu, Sasang-gu, Gijang-gun
13	Gyeongsangnam-do (18)	Jinju-si, Tongyeong-si, Sacheon-si, Gimhae-si, Miryang-si, Geoje-si, Yangsan-si, Changwon-si, Uiryeong-gun, Haman-gun, Changyeong-gun, Goseong-gun, Namhae-gun, Hagong-gun, Sancheong-gun, Hamyang-gun, Geochang-gun, Hapcheon-gun
14	Gyeongsangbuk-do (23)	Pohang-si, Gyeongju-si, Gimcheon-si, Andong-si, Gumi-si, Yeongju-si, Yeongcheon-si, Sangju-si, Mungyeong-si, Gyeongsan-si, Gunwi-gun, Uiseong-gun, Cheongsong-gun, Yeongyang-gun, Yeongdeik-gun, Cheongdo-gun, Goryeong-gun, Seongju-gun, Chilgok-gun, Yecheon-gun, Bonghwa-gun, Uljin-gun, Ulleung-gun

Table 5. Select the section to be reviewed (unit: km)

Division	Whole length	Exclusion length	Target length	Review length
Road length	956.4	231.1	725.3	476.2
Ratio			75.8%	49.8%

4. 분석 결과

Case 1의 경우 분석 대상 지역 중 교통량, 인구밀도, 방재지수, 시가화율의 적용기준(값)을 모두 만족하는 지역은 총 39개 지역(Table 6)이 선정되었으며, 분석된 지역에 대하여 공동구 총 설치가능 연장은 1,738.2 km (광로 473.1 km, 대로 1,265.1 km)로 분석되었다.

Table 6. Installable area status of multi-utility tunnel (Case 1)

Location (Si/Do) (I)	Location (Si/Gu) (II)	Region road length		Total 39 areas			
				Road length		Installable length	
		Gwangro	Daero	Gwangro	Daero	Gwangro	Daero
Target area	Sum	2,174.5	8,169.5	950.3	2,540.9	473.1	1,265.1
	All regions	194.7	571.9				
	Target area subtotal			116.3	327.2	57.9	162.9
Busan	Jung-gu			1.8	4.9	0.9	2.5
	Seo-gu			6.9	19.4	3.4	9.6
	Dong-gu			7.1	20.1	3.5	10.0
	Yeongdo-gu			7.6	21.3	3.8	10.6
	Busanjin-gu			19.6	55.0	9.7	27.4
	Dongnae-gu			7.7	21.8	3.9	10.9
	Nam-gu			8.8	24.9	4.4	12.4
	Haeundae-gu			13.5	38.0	6.7	18.9
	Saha-gu			13.9	39.0	6.9	19.4
	Yeonje-gu			4.5	12.6	2.2	6.3
	Suyeong-gu			10.8	30.5	5.4	15.2
	Sasang-gu			14.1	39.7	7.0	19.8
		All regions	231.4	634.7			
	Target area subtotal			127.1	349.1	63.3	173.8
Daegu	Jung-gu			9.2	26.2	4.6	13.1
	Seo-gu			15.4	42.2	7.7	21.0
	Nam-gu			13.5	37.0	6.7	18.4
	Buk-gu			34.1	93.4	17.0	46.5
	Suseong-gu			21.5	58.8	10.7	29.3
	Dalseo-gu			33.4	91.5	16.6	45.6

Table 6. Installable area status of multi-utility tunnel (Case 1) (continue)

Location (Si/Do) (I)	Location (Si/Gu) (II)	Region road length		Total 39 areas			
				Road length		Installable length	
		Gwangro	Daero	Gwangro	Daero	Gwangro	Daero
Target area	Sum	2,174.5	8,169.5	950.3	2,540.9	473.1	1,265.1
Incheon	All regions	309.7	667.0				
	Target area subtotal			253.4	543.8	126.2	270.7
	Dong-gu			5.7	11.8	2.8	5.9
	Nam-gu			41.7	105.2	20.8	52.4
	Yeonsu-gu			17.4	36.0	8.7	17.9
	Namdong-gu			50.8	105.4	25.3	52.5
	Bupyeong-gu			69.7	144.5	34.7	71.9
	Seo-gu			68.0	140.9	33.9	70.2
Gwangju	All regions	73.8	369.3				
	Seo-gu			11.2	56.2	5.6	28.0
Daejeon	All regions	133.6	392.2				
	Target area subtotal			47.5	139.4	23.6	69.4
	Seo-gu			26.3	77.1	13.1	38.4
	Daedeok-gu			21.2	62.2	10.6	31.0
Ulsan	All regions	198.3	655.1				
	Target area subtotal			88.8	293.3	44.2	146.0
	Jung-gu			30.2	99.8	15.0	49.7
	Nam-gu			40.2	132.7	20.0	66.1
	Dong-gu			18.4	60.8	9.2	30.3
Gyeonggi-do	All regions	748.0	3,650.2				
	Target area subtotal			298.8	752.4	148.8	374.6
	Suwon-si			54.4	179.4	27.1	89.3
	Anyang-si			39.9	34.4	19.9	17.1
	Bucheon-si			28.5	81.2	14.2	40.4
	Gwangmyeong-si			7.5	85.3	3.7	42.5
	Ansan-si			58.6	137.7	29.2	68.6
	Osan-si			13.1	59.6	6.5	29.7
	Siheung-si			89.5	143.9	44.6	71.6
	Gunpo-si			7.3	31.0	3.6	15.4
Jeollanam-do	All regions	285.1	1,229.0				
	Mokpo-si			7.3	79.5	3.6	39.6

Gwangro; The width of the road is more than 40 m, Daero; The width of the road is 25~40 m

부산광역시는 총 12개 지역이 선정되었으며, 설치가능 연장은 광로(Gwangro; 도로의 폭 40 m 이상) 57.9 km, 대로(Daero; 도로의 폭 25~40 m) 162.9 km 이다. 대구광역시는 총 6개 지역이 선정되었으며, 북구 및 달서구의

연장이 가장 큰 것으로 분석되었다. 인천광역시와 대구광역시는 동일하게 6개 지역이 선정되었으며, 부평구와 서구의 연장이 가장 큰 것으로 나타났다. 광주광역시는 1개 지역이 선정되었으며, 광로 5.6 km, 대로 28.0 km로 분석되었다. 대전광역시는 5개의 지역 중 2개의 지역이 선정 되었다. 울산광역시는 3개의 지역이 선정되었으며, 남구의 연장이 가장 큰 것으로 나타났다. 경기도는 전체 분석 대상 지역 중 가장 연장이 크게 분석되었으며, 대상 지역은 8개로 분석되었다. 마지막으로, 전라남도는 19개 지역 중 최종 선정된 지역이 목포(1개)로 분석 되었으며, 광로 3.6 km, 대로 39.6 km가 터널식 공동구에 적합한 지역으로 나타났다. 설치가능 연장이 가장 긴 지역은 경기도 523.4 km, 가장 짧은 지역은 광주 33.6 km로 나타났으며, 설치연장이 긴 지역부터 짧은 지역의 순서는 경기도 (523.4 km) > 인천(396.9 km) > 대구(237.1 km) > 부산(220.8 km) > 울산(190.2 km) > 대전(93 km) > 전라남도 (43.2 km) > 광주(33.6 km)로 분석되었다.

Case 2의 경우 분석 결과 대상 지역 중 적용기준(값)을 모두 만족하는 지역은 총 23개 지역(Table 7)이 선정 되었으며, 분석된 지역에 대하여 공동구 총 설치가능 연장은 815.7 km (광로 219.8 km, 대로 595.9 km)로 분석되었다. Case 2의 기준값 적용 결과 울산과 전라남도 권역은 설치가능 지역에서 제외 되었다.

Table 7. Installable area status of multi-utility tunnel (Case 2)

Location (Si/Do) (I)	Location (Si/Gu) (II)	Region road length		Total 23 areas			
				Road length		Installable length	
		Gwangro	Daero	Gwangro	Daero	Gwangro	Daero
Target area	Sum	1,691.1	6,285.4	441.5	1196.6	219.8	595.9
Busan	All regions	194.7	571.9				
	Target area subtotal			102.8	289.2	51.2	144.1
	Jung-gu			1.8	4.9	0.9	2.5
	Seo-gu			6.9	19.4	3.4	9.6
	Dong-gu			7.1	20.1	3.5	10.0
	Yeongdo-gu			7.6	21.3	3.8	10.6
	Busanjin-gu			19.6	55.0	9.7	27.4
	Dongnae-gu			7.7	21.8	3.9	10.9
	Nam-gu			8.8	24.9	4.4	12.4
	Saha-gu			13.9	39.0	6.9	19.4
	Yeonje-gu			4.5	12.6	2.2	6.3
	Suyeong-gu			10.8	30.5	5.4	15.2
	Sasang-gu			14.1	39.7	7.0	19.8
Daegu	All regions	231.4	634.7				
	Target area subtotal			71.5	196.9	35.6	98.1
	Jung-gu			9.2	26.2	4.6	13.1
	Seo-gu			15.4	42.2	7.7	21.0
	Nam-gu			13.5	37.0	6.7	18.4
	Dalseo-gu			33.4	91.5	16.6	45.6

Table 7. Installable area status of multi-utility tunnel (Case 2) (continue)

Location (Si/Do) (I)	Location (Si/Gu) (II)	Region road length		Total 23 areas			
				Road length		Installable length	
		Gwangro	Daero	Gwangro	Daero	Gwangro	Daero
Target area	Sum	1,691.1	6,285.4	441.5	1196.6	219.8	595.9
Incheon	All regions	309.7	667.0				
	Target area subtotal			168.0	366.8	83.6	182.6
	Dong-gu			5.7	11.8	2.8	5.9
	Nam-gu			41.7	105.2	20.8	52.4
	Namdong-gu			50.8	105.4	25.3	52.5
	Bupyeong-gu			69.7	144.5	34.7	71.9
Gwangju	All regions	73.8	369.3				
	Seo-gu			11.2	56.2	5.6	28.0
Daejeon	All regions	133.6	392.2				
	Seo-gu			26.3	77.1	13.1	38.4
Gyeonggi-do	All regions	748.0	3,650.2				
	Target area subtotal			61.7	210.3	30.7	104.7
	Suwon-si			54.4	179.4	27.1	89.3
	Gunpo-si			7.3	31.0	3.6	15.4

Case 3의 경우 분석 결과 총 14개 지역(Table 8)이 선정 되었으며, 공동구 총 설치가능 연장은 553.7 km (광로 155.7 km, 대로 398.0 km)로 분석되었다. 경기도는 수원 지역만 설치 가능하며, 광주와 대전 권역은 설치가능 지역에서 제외 되었다.

Table 8. Installable area status of multi-utility tunnel (Case 3)

Location (Si/Do) (I)	Location (Si/Gu) (II)	Region road length		Total 14 areas			
				Road length		Installable length	
		Gwangro	Daero	Gwangro	Daero	Gwangro	Daero
Target area	Sum	1,483.8	5,523.9	312.6	799.2	155.7	398.0
Busan	All regions	194.7	571.9				
	Target area subtotal			65.6	184.6	32.7	92.0
	Jung-gu			1.8	4.9	0.9	2.5
	Dong-gu			7.1	20.1	3.5	10.0
	Busanjin-gu			19.6	55.0	9.7	27.4
	Dongnae-gu			7.7	21.8	3.9	10.9
	Yeonje-gu			4.5	12.6	2.2	6.3
	Suyeong-gu			10.8	30.5	5.4	15.2
	Sasang-gu			14.1	39.7	7.0	19.8

Table 8. Installable area status of multi-utility tunnel (Case 3) (continue)

Location (Si/Do) (I)	Location (Si/Gu) (II)	Region road length		Total 14 areas			
				Road length		Installable length	
		Gwangro	Daero	Gwangro	Daero	Gwangro	Daero
Target area	Sum	1,483.8	5,523.9	312.6	799.2	155.7	398.0
Daegu	All regions	231.4	634.7				
	Target area subtotal			24.6	68.4	12.2	34.1
	Jung-gu			9.2	26.2	4.6	13.1
	Seo-gu			15.4	42.2	7.7	21.0
Incheon	All regions	309.7	667.0				
	Target area subtotal			168.0	366.8	83.6	182.6
	Dong-gu			5.7	11.8	2.8	5.9
	Nam-gu			41.7	105.2	20.8	52.4
	Namdong-gu			50.8	105.4	25.3	52.5
	Bupyeong-gu			69.7	144.5	34.7	71.9
Gyeonggi-do	All regions	748.0	3,650.2				
	Suwon-si			54.4	179.4	27.1	89.3

Case 4의 경우 분석 결과 총 9개 지역(Table 9)이 선정 되었으며, 공동구 총 설치가능 연장은 295.3 km (광로 85.7 km, 대로 209.6 km)로 분석되었다. 경기도 권역은 설치가능 지역에서 제외 되었으며, 부산, 대구, 인천 권역만 부분 적으로 설치 가능 지역이 나타났다.

Table 9. Installable area status of multi-utility tunnel (Case 4)

Location (Si/Do) (I)	Location (Si/Gu) (II)	Region road length		Total 9 areas			
				Road length		Installable length	
		Gwangro	Daero	Gwangro	Daero	Gwangro	Daero
Target area	Sum	735.8	1,873.7	172.2	420.8	85.7	209.6
Busan	All regions	194.7	571.9				
	Target area subtotal			51.5	144.9	25.7	72.2
	Jung-gu			1.8	4.9	0.9	2.5
	Dong-gu			7.1	20.1	3.5	10.0
	Busanjin-gu			19.6	55.0	9.7	27.4
	Dongnae-gu			7.7	21.8	3.9	10.9
	Yeonje-gu			4.5	12.6	2.2	6.3
	Suyeong-gu			10.8	30.5	5.4	15.2
Daegu	All regions	231.4	634.7				
	Jung-gu			9.2	26.2	4.6	13.1

Table 9. Installable area status of multi-utility tunnel (Case 4) (continue)

Location (Si/Do) (I)	Location (Si/Gu) (II)	Region road length		Total 9 areas			
				Road length		Installable length	
		Gwangro	Daero	Gwangro	Daero	Gwangro	Daero
Target area	Sum	735.8	1,873.7	172.2	420.8	85.7	209.6
Incheon	All regions	309.7	667.0				
	Target area subtotal			111.4	249.7	55.5	124.3
	Nam-gu			41.7	105.2	20.8	52.4
	Bupyeong-gu			69.7	144.5	34.7	71.9

Case 5의 경우 분석 결과 총 4개 지역(Table 10)이 선정되었으며, 공동구 총 설치가능 연장은 43.0 km (광로 11.2 km, 대로 31.8 km)로 분석되었다. 부산과 대구 권역 중 일부만 설치 가능 지역으로 분석되었으며, 인천은 설치가능 권역에서 제외되었다.

Table 10. Installable area status of multi-utility tunnel (Case 5)

Location (Si/Do) (I)	Location (Si/Gu) (II)	Region road length		Total 4 areas			
				Road length		Installable length	
		Gwangro	Daero	Gwangro	Daero	Gwangro	Daero
Target area	Sum	426.1	1,206.7	22.6	63.8	11.2	31.8
Busan	All regions	194.7	571.9				
	Target area subtotal			13.4	37.5	6.7	18.8
	Jung-gu			1.8	4.9	0.9	2.5
	Dong-gu			7.1	20.1	3.5	10.0
	Yeonje-gu			4.5	12.6	2.2	6.3
Daegu	All regions	231.4	634.7				
	Jung-gu			9.2	26.2	4.6	13.1

Case 6의 경우 분석 결과 총 2개 지역이 선정 되었으며, 부산 중구 3.4 km (광로 0.9 km, 대로 2.5 km), 대구 중구 17.7 km (광로 4.6 km, 대로 13.1 km)로 설치가능 연장은 21.1 km로 분석되었다. 또한, Case 7 대상 지역은 부산 중구만 설치 가능 지역으로 나타났으며, 설치가능 연장은 3.4 km 분석되었다.

Fig. 4는 Case 1~7의 지역별 공동구 광로, 대로, 전체(합)의 설치가능 연장에 대한 그래프이다. 분석 결과 터널 식 공동구의 설치 가능 지역은 대부분 교통량 및 인구가 많은 대도시에 적합한 것으로 나타났으며, 인구 등이 상대적으로 낮은 지방 및 소도시의 경우 공동구의 설치가 적합하지 않은 것으로 나타났다. 동일한 권역에서도 종사자수, 용적률 등 발전 정도에 따라 각 Case (지표값)에 충족하는 지역이 다르게 나타나는 것으로 분석되었다.

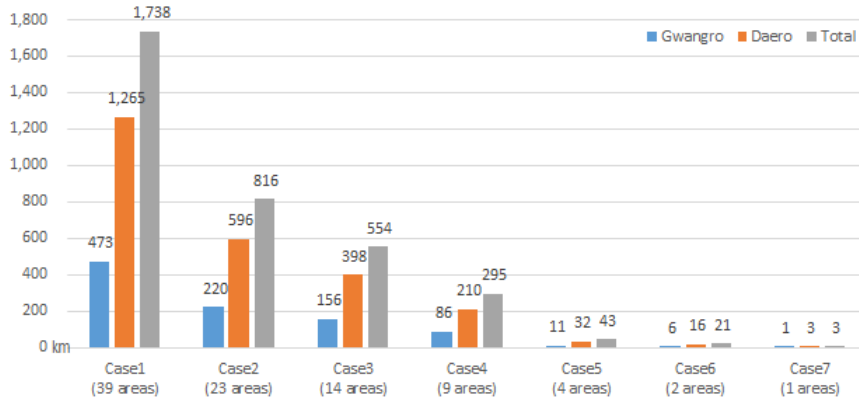


Fig. 4. Installable length of multi-utility tunnel according to the case

5. 결론

본 논문에서는 공동구 도입에 대한 계획 및 설계 단계 이전에 전국단위 공동구 설치가능 지역과 연장을 개략적으로 결정할 수 있는 방법에 대한 연구를 진행하였다.

공동구 설치 가능 지역의 비교를 위하여 데이터 수집이 가능하고 지역적 특색을 나타낼 수 있는 4개의 지표(교통량, 인구밀도, 방재지수, 시가화율)를 기준지표로 선정하였다. 각 지표는 서울시 공동구 기본계획 수립시 축적된 서울시의 데이터를 활용하였으며 최소값을 기준으로 늘려가며 지역별로 공동구 설치 가능성을 분석하였다. 공동구 설치가능 연장은 서울시의 전체 노선 중 최종으로 선정된 공동구 설치 가능 노선의 비율인 49.8%를 활용하였다.

각 지표값의 최소값을 기준으로 하는 Case 1의 경우 공동구 설치가능 지역은 총 39개 지역이 선정 되었으며, 공동구 총 설치가능 연장은 1,738.2 km (광로 473.1 km, 대로 1,265.1 km)로 분석되었다. Case 2는 23개 지역, 연장 815.7 km (광로 219.8 km, 대로 595.9 km)로 분석되었으며, Case 3은 14개 지역, 연장 553.7 km (광로 155.7 km, 대로 398.0 km)로 나타났다. Case 4는 9개 지역, 연장 295.3 km (광로 85.7 km, 대로 209.6 km)로 분석되었으며, Case 5는 4개 지역, 연장 43.0 km (광로 11.2 km, 대로 31.8 km)로 나타났다. Case 6은 2개 지역, 연장 21.1 km (광로 5.5 km, 대로 15.6 km)이며, Case 7의 대상 지역은 부산 중구, 연장 3.4 km 분석되었다.

터널식 공동구는 교통량 및 인구 등이 많은 지역에 설치가 적합한 것으로 나타났으며, ‘군’ 단위 등은 ‘시, 구’에 비하여 인구가 넓게 분포되어 공동구 설치가 적합하지 않은 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 국가 및 지자체의 중/장기 사업과 관련하여 관련 지역에 대한 도시인프라 확충 및 터널식 공동구 검토시 기본자료로 활용 될 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부(국토교통과학기술진흥원) 건설기술연구사업의 ‘도심지 소단면($\Phi 3.5$ m급) 터널식 공동구 설계 및 시공 핵심기술 개발(19SCIP-B105148-05)’ 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. <http://kostat.go.kr>
4. <http://www.road.re.kr>
5. Kang, Y.K., Choi, I.C. (2015), “Economic feasibility of common utility tunnel based on cost-benefit analysis”, *Journal of the Korean Society of Safety*, Vol. 30, No. 5, pp. 29-36.
6. Lee, S.W., Chung, J.S., Na, G.T., Bang, M.S., Lee, J.B. (2019), “A study on the feasibility evaluation technique of urban utility tunnel by using quantitative indexes evaluation and benefit · cost analysis”, *Journal of Korean Tunnelling and Underground Space Association*, Vol. 21, No. 1, pp. 61-77.
7. Oh, W.J., Jin, K.N., Kang, Y.K., Cho, C.Y., Sim, Y.J. (2019), “Decision technique for accommodation facilities of multi-utility tunnel in basic planning phase”, *Journal of Korean Tunnelling and Underground Space Association*, Vol. 21, No. 1, pp. 79-92.
8. Seoul Metropolitan Government (2014), A report of the feasibility and basic planning establishment for urban utility tunnel in Seoul, Seoul Metropolitan Government, pp. 193-231.
9. 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.
10. 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.