

# 도심지 공동구 최적 설계를 위한 평가 모델 개발

심영종<sup>1\*</sup> · 진규남<sup>2</sup> · 오원준<sup>3</sup> · 조중연<sup>4</sup>

<sup>1</sup>정회원, 한국토지주택공사 토지주택연구원 건설기술연구실 수석연구원

<sup>2</sup>비회원, 한국토지주택공사 토지주택연구원 건설기술연구실 실장

<sup>3</sup>비회원, 한국토지주택공사 토지주택연구원 건설기술연구실 연구원

<sup>4</sup>비회원, 유니콘스(주) 대표이사

## Development of evaluation model for optimum design of multi-utility tunnel in urban area

Young-Jong Sim<sup>1\*</sup> · Kyu-Nam Jin<sup>2</sup> · Won-Joon Oh<sup>3</sup> · Choong-Yeun Cho<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Senior Researcher, Land and Housing Institute, Korea Land and Housing Corporation

<sup>2</sup>Chief Researcher, Land and Housing Institute, Korea Land and Housing Corporation

<sup>3</sup>Researcher, Land and Housing Institute, Korea Land and Housing Corporation

<sup>4</sup>CEO, UNICONS Corporation

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

### Abstract

In current, there has not been the evaluation model for the optimum design of the multi-utility tunnel by considering urban type and size, the function of surrounding road and feasibility analyses with respect to construction method, and arrangement of accommodation facilities inside multi-utility tunnel. Thus, in this study, we developed the evaluation model for the optimum design of the multi-utility tunnel before and after the decision of the multi-utility tunnel installation. In this paper, we have selected the Deming cycle which is used in various fields among several decision methods for optimizing the design. For the purpose of reflecting the various factors in the design of the multi-utility tunnel, 11 higher indicators were set up to lead to more detailed approaches. In addition, based on the “Plan-Do-Check-Action (PDCA)” circulation method, we can realize the installation of the multi-utility tunnel and design more efficiently through the first phase for conception and the second phase for optimization, and develop the program for the evaluation model accordingly.

**Keywords:** Multi-utility tunnel, Optimum design, Evaluation model, Deming cycle, PDCA

### OPEN ACCESS

Journal of Korean Tunnelling and  
Underground Space Association  
19(3)437-447(2017)  
<https://doi.org/10.9711/KTAJ.2017.19.3.437>

eISSN: 2287-4747  
pISSN: 2233-8292

Received April 11, 2017

Revised April 20, 2017

Accepted April 28, 2017



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 © 2017, Korean Tunnelling and Underground  
Space Association

## 초 록

현재 도시형태나 규모, 주변 도로기능이나 공동구 건설형식에 따른 타당성 및 경제성 평가방법, 공동구내 수용시설물의 최적 배치 등을 고려한 공동구 설계 평가모델은 개발되어 있지 않다. 이에 본 연구에서는 도심지 공동구 도입결과와 도입 결정 이후 적용할 수 있는 공동구 최적 설계를 위한 평가모델을 개발하였다. 이를 위해 본 논문에서는 여러 개의 의사결정 방법 중 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 직선의 방식이 아닌 순환의 방식이 적용 가능한 데밍사이클(Deming cycle)을 선정하였다. 공동구 도입과 설계시 다양한 인자의 반응을 위하여 11개의 상위지표를 설정하여 보다 구체적인 접근을 유도하였다. 또한 Plan-Do-Check-Action(PDCA)의 순환 방식을 기반으로 1차 구상단계, 2차 최적화 단계를 통한 공동구 도입과 설계를 보다 효율적으로 구현할 수 있도록 하였으며, 이를 위한 최적화 평가 프로그램을 개발하였다.

**주요어:** 공동구, 설계용량최적화, 평가모델, 데밍사이클, PDCA

## 1. 서론

공동구는 국가에 필수적인 라이프 라인(전기/가스/수도 등의 공급설비, 통신시설, 하수도시설 등)을 지하에 공동 수용하여 유지관리를 위한 반복굴착과 지하공간의 무분별한 사용을 피함으로써, 도시 미관 개선, 재해 예방, 도로 구조의 보전, 교통의 원활한 소통을 위한 주요 시설물이다. 특히 국내 도시는 인구 집중화로 인해 기존 도심지에 공동구를 설치하는 것이 매우 어려운 실정이며, 수용시설 주체간 의견 충돌이나, 재원 조달의 문제점이 원만히 해결되지 않아 활성화가 어려운 상황이다. 이를 위해 국내에서는 비개착공법이나 민원저감을 위한 지반굴착 등(Oh et al., 2015) 관련 시공기술뿐만 아니라 공동구 설계 최적화를 위한 다양한 연구(Lee et al., 2017)가 진행되고 있다. 특히, 경제적·사회적 필요성에 따른 필수 시설 적용 방법(Kang and Choi, 2015), 연도별 건물과 지하시설의 안정성 검토(Park et al., 2016), 터널 방재설비의 합리적 설치(Park et al., 2015)에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 하지만 공동구 관련 법/규정 중에서 가장 포괄적이고 중심이 되는 관련 규정으로 국토의 계획 및 이용에 관한 법(이하 국토계획법) 제44조(공동구의 설치) 등이 있으나, 실제 공동구 도입과 설계를 위한 공동구의 형식, 수용시설물 종류, 설치구간, 규격, 유지관리 등에 대한 내용이 규정되어 있지 않아(SMG, 2014) 공동구 도입을 위한 의사결정과 설계 시 많은 어려움을 겪고 있다. 이에 본 논문에서는 기존의 다양한 의사결정 방법론을 기반으로 도심지 공동구 설계 최적화를 위한 통합된 방법론을 제시하고자 한다.

## 2. 공동구 설계 최적화를 위한 평가모델 기법

의사결정은 어떤 주체가 자기의 활동 방침을 결정하는 것으로서, 개인이나 조직이 주어진 문제를 해결하기 위하여 가능한 여러 대안을 모색하고 그 중 가장 합리적이고 효과적으로 목표를 달성할 수 있다고 보는 한 가지 방안을 선택 및 결정하는 과정을 말한다. 기존의 의사결정 방법에는 델파이(Delphi), 팀빌딩(Team Building), 스토리텔링(Storytelling), 브레인스토밍(Brain Storming), 명목집단 기법(Nominal Grouping) 등 다양한 기법들이 있

며, 각 기법들은 의사결정에 서로 다른 결과를 도출하므로 신중한 의사결정 방법론이 필요하다. 본 논문에서는 다양한 기법 중 데밍사이클(Deming Cycle) 기법, 계층의사분석 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 기법, B/C(Benefit-Cost Ratio) 분석기법을 통합하여 최적 설계를 위한 통합 평가 모델을 제안하고자 한다.

우선, 공동구의 설계 계획을 수립하기 위해서는 타당성 조사, 기본계획 수립, 기본설계, 실시설계 등의 다양한 절차를 반복적으로 수행하여야 하기 때문에 이러한 반복적 절차에 적합한 기법으로 데밍사이클(Deming, 1950) 기법을 적용하고자 하였다. 데밍사이클은 지속적인 개선과 학습을 위한 ‘Plan-Do-Check-Act (PDCA)’로 구성된 반복적인 4단계의 논리적인 과정으로 이루어진 방법으로 품질을 개선하거나 어떠한 과제나 일을 처리하는 방법의 하나이다. 앞서 언급한 여러 의사결정 방법 중 데밍사이클은 다양한 분야에서 활용되고 있고, 대부분의 방법들이 선호하는 직선 방식이 아닌 순환의 활동을 통한 공동구 최적 설계를 위한 적합한 평가모델 기법이라 할 수 있다.

공동구 설치를 위한 타당성 평가는 대상 노선별 및 형식별 대안들에 대하여 평가 항목 별로 가중치를 고려한 점수를 산정하여 순위를 결정하여야 하므로 AHP 기법을 적용하였다(Lee et al., 2017). AHP 기법은 자연과학적 방법으로 측정이 불가능한 사항에 대하여 인간의 판단을 통해 합리적으로 종합하는 방법으로, 절대평가가 아닌 상대평가 방식이다. 이는 정량적인 분석이 곤란한 의사결정 분야에 전문가들의 정성적인 지식을 이용하여 경쟁 요소의 가중치 또는 중요도를 구하는 데 유용하게 응용된다.

마지막으로, 경제성 평가를 위한 기법은 B/C분석을 적용하였다. 이는 장래에 발생될 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 편익 현재가를 비용 현재가로 나눈 것으로, B/C비율이 1보다 크거나, NPV(순현재가치)로 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 총 편익에서 총비용을 제한 값이 0보다 크면 사업의 경제적 타당성이 있다고 판단한다. 공동구 설치를 위한 경제적 평가는 대안별 경제성 평가가 수반되어야 하므로, 생애주기에 발생 가능한 모든 편익, 비용을 총 합으로 고려하여 대안별 경제성 평가가 가능한 B/C분석 기법을 제시하였다 (Kang and Choi, 2015).

### 3. 공동구 최적 설계 방법론

#### 3.1 데밍사이클

앞 절에서 다양한 의사결정 기법 중 공동구 최적 설계용량 산정을 위해 적정한 대표 기법으로 데밍사이클을 제시하였다. 여기서 PDCA는 Plan, Do, Check, Act의 첫 글자를 사용한 용어로서, 목표를 달성하기 위해 계획을 세우고, 실행하고, 실행한 내용과 결과를 분석하고, 분석한 결과를 이용하여 조치를 취하는 사고방식 기법을 의미한다. 공동구 계획시 데밍사이클의 단계별 절차는 Plan + Do 단계(설계 최적화), Check 단계(타당성 조사 및 경제성 평가), Act 단계(단면최적화)로 구성이 되며, 이러한 과정을 구상단계(1차 PDCA)와 최적화단계(2차 PDCA)로 2차례 반복하는 방법론을 Fig. 1 및 Fig. 2와 같이 제시하고자 한다. 구상 단계와 최적화 단계의 구분은 최적 의사결정시 최초 1회의 분석 결과가 최적 대안을 결정하기 어려움이 있으므로, 최대한으로 가용한 정보(기존 분석 자료, 자문의견, 설계자료 등)를 바탕으로 구상단계의 PDCA를 진행하고, 상세 공사비/공정 분석, 대상 구간 타당성 분

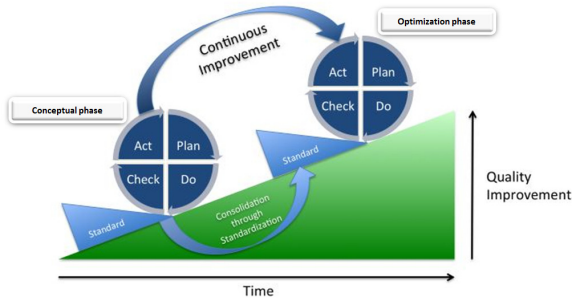


Fig. 1. Concept of Deming cycle

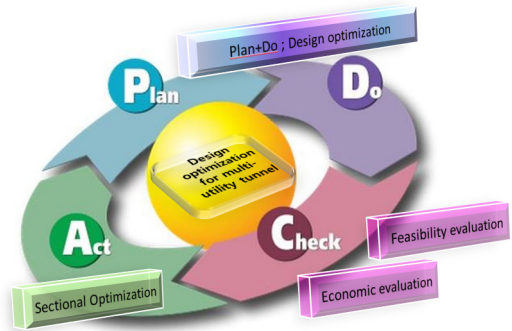


Fig. 2. Configuration of PDCA

석 및 B/C평가를 통해 얻어진 구체적 정보를 통해 최적 설계를 결정하기 위함이다.

이렇듯 1차 PDCA인 구상단계에서는 공동구의 도입여부를 판단하는 단계로서 최적화 단계인 2차단계의 각 하위지표 중 가장 기본적인 지표를 선정하여 1차 PDCA를 수행한다. 1차 PDCA 단계는 공동구의 설치여부가 중요하므로 모든 하위지표에 대한 상세검토보다는 최소한의 지표를 선정하여 검토하는 것이 합리적인 것으로 판단되었다. 최적화 단계인 2차 PDCA에서는 공동구의 도입이 확정된 후 3개의 상위지표(설치계획수립, 설계안 수립, 분석 및 단면 최적화)와 17개의 하위지표(수용시설물, 타당성조사, 경제성 평가 등)를 바탕으로 공동구 내부의 수용시설물의 용량 및 위치 등을 반영하였다(Sim et al., 2016).

### 3.2 단계별 최적설계 의사결정 절차

앞 절에 언급한 PDCA 의사결정 방법론은 입력값을 기반으로 출력값이 결정되면 출력값은 다음단계의 입력값이 된다. Plan 단계의 입력값은 지역과 노선이며 출력값은 설치 노선에 따른 연장이다. Do 단계의 입력값은 노선별 연장에 대해 형식/수용시설물 항목이며 Do 단계에서 노선별 연장에 따른 대안이 수립되어 Check 단계로 넘어간다. Check 단계는 형성된 대안에 대한 타당성 분석과 경제성 평가이며, 분석 결과를 반영하여 대안의 순위를 결정한다. 결정된 순위는 마지막으로 Action 단계에서 단면 배치를 검토하여 최적 단면 배치 결과를 도출한다(Fig. 3).

우선 Plan 단계의 분석 항목은 도시의 형태 및 규모, 도로의 기능 및 규모, 도로 주변 유형, 관련 법 검토, 자원 조달 방안이다. 이를 통해 얻어지는 결과는 공동구 설치 계획 수립이며 노선별 공동구 설치 연장을 산정할 수 있다. 도로의 형태는 신도시와 기존도시로 구분하여 공사 및 설치 조건을 수립할 수 있으며, 도시의 규모는 특별시, 광역시, 시, 군 등으로 구분한다. 다음으로 도로의 기능은 주간선, 보조간선, 집산, 국지도로 구분하고, 도로의 규모는 광로, 대로, 중로로 구분한다. 이렇듯 도시의 규모 및 형태 등에 따른 고려는 국토계획법 적용여부에 따른 고려 사항이다. 관련 법/규정 검토는 국토계획법 및 시행령에 따른 200만 m<sup>2</sup> 초과시 의무 설치를 검토하고, 자원 조달 방법은 국가/지자체 및 점용면적에 따른 비율 등과 예산 보조 가능여부를 판단하는 것이다.

다음으로 Do 단계에서는 적용 가능한 공동구 형식(개착식, 터널식)과 그에 따른 공동구 규모(대단면, 소단면),

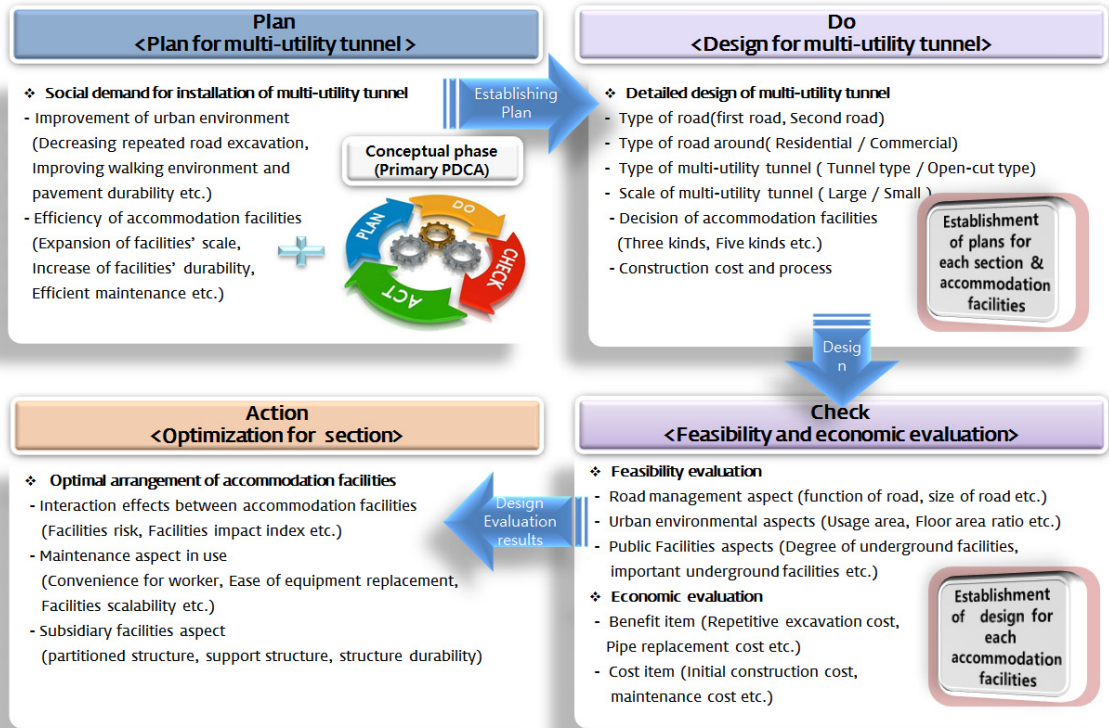


Fig. 3. Detailed contents of PDCA

규모에 따른 수용시설물 항목(전선로, 통신선로, 수도관, 열수송관, 쓰레기수송관, 가스관, 하수도관 등)의 결정이다. 이때 공사비와 공기 산정에 대해 기존의 기초설계나 공사비/공정분석 시스템 등을 활용하여 정해진 공사기간에 따른 노선 연장별 형식별 공사비를 산정하게 된다.

다음으로 Check 단계에서는 이전 단계서 형성된 설계 대안들에 대하여 타당성 분석(도로관리, 공공시설, 도시환경의 특면을 고려한 공사의 타당성 분석)과 B/C 분석(편익항목(B/C), 비용항목(LCC)을 비교한 경제성 평가)을 수행한다.

마지막으로 Check 단계 수행 결과로 얻어진 우선 순위 대안에 대해 Action 단계에서 수용시설물간 상호영향(시설물 위험영향, 시설물 상호영향, 수용시설물 기능, 터널 건축한계), 공용중 유지관리 효율성(작업원 편의성, 장비교체 용이성, 배수기능 원활성, 수용시설물 확장성), 부대시설의 안정성(격벽 구조물, 지지 구조물, 구조물 내구성)을 검토하여 최적 단면 결과를 도출한다.

### 3.3 타당성 평가 및 경제성 분석 방법론

본 최적 설계 방법론에서의 타당성 평가와 경제성 분석은 기존의 연구 방법론을 이용하였다. 우선 타당성 평가 방법은 아래 Fig. 4와 같이 3개의 상위 지표와 16개의 하위지표로 구성된 평가 항목에 노선 대안별 현황 조사를 통

해 점수를 부여하며, 점수의 가중치는 AHP 기법을 적용하였다(Lee et al., 2017). 경제성 분석은 기본적인 B/C 분석 개념에 생애주기간 발생하는 편익과 비용을 산정하며, 편익은 공동구를 설치하지 않고, 단독구로 유지하였을 때 발생하는 소모비용을 편익으로 고려하였다. 편익 및 비용 항목에 대한 비용분류체계는 Table 1과 같고, 각 비용의 산정은 정량화가 가능한 항목에 대해 정식화를 통해 산정된다(Kang and Choi, 2015).

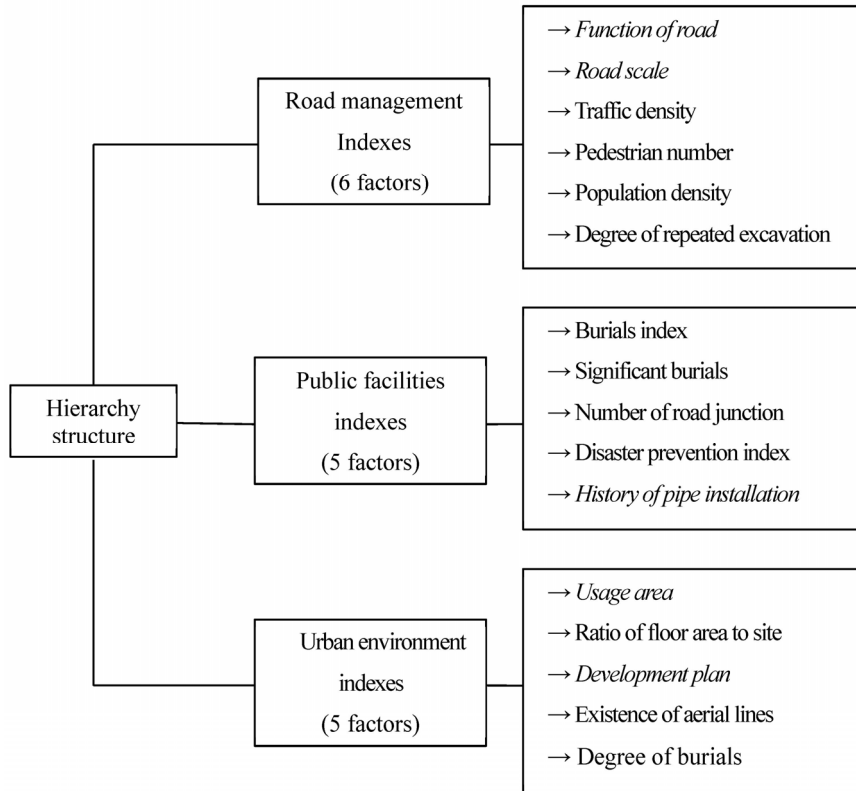


Fig. 4. Modified hierarchy structure for estimating importance of the urban area

Table 1. Classification of cost-benefit

Benefit		Cost (Life Cycle)	
B1	Report 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		

#### 4. 공동구 최적 설계용량 산정 기법의 적용 방법론

공동구 최적 설계는 주로 도로 관리주체에 의해 기본계획이 수립되고, 설계 및 시공 기술자를 통해 기본 및 실시설계가 진행되나, 본 연구에서는 관리 프로그램을 이용하는 것으로 기법 적용 방법론을 제시하고자 한다. 본 프로그램은 공동구의 설계계획을 수립(Plan 단계)하고 설계 대안을 형성(Do 단계)하는 설계최적화 PDAC모듈과 계획안을 검토(Check 단계)하는 타당성 평가 및 B/C분석 모듈로 구성할 수 있고, 각 개별 모듈을 독립적으로 사용하거나 시스템으로 통합하여 사용할 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 이러한 사용자 친화 프로그램의 기본 구성을 아래와 같이 구성하였다(Fig. 5).

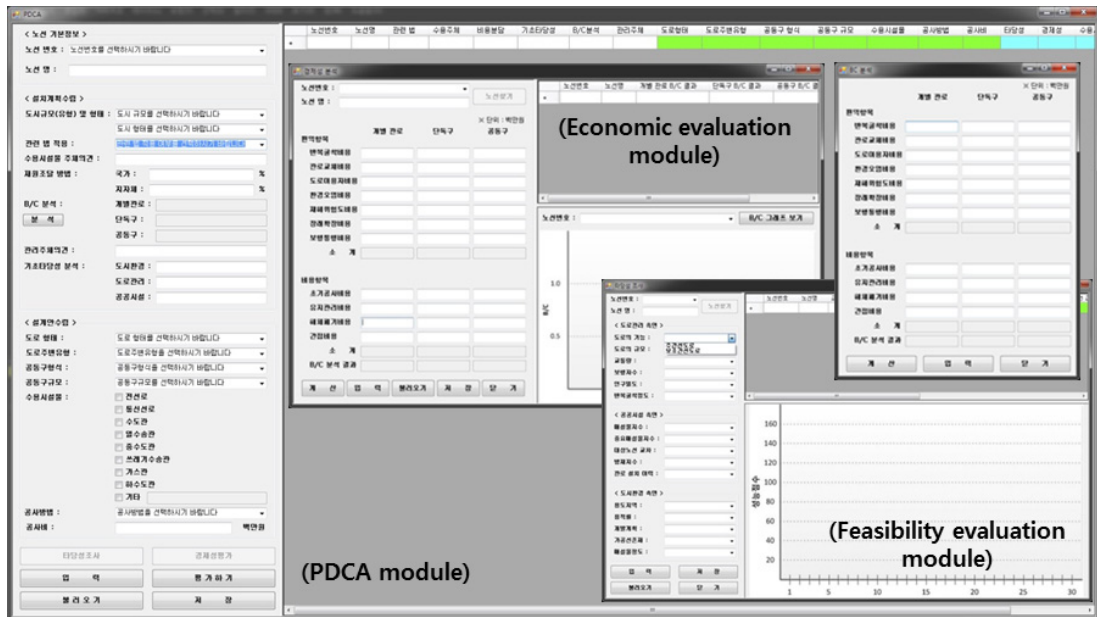


Fig. 5. Program module of design process

GUI (Graphical User Interface) 프로그램은 좌측에 기본 정보를 입력하고, 설계 계획을 수립하는 부분과 설계 대안을 수립하는 부분으로 구성하여 대안별 타당성 평가와 B/C분석을 수행 할 수 있도록 하였다. PDCA 모듈은 설계안을 수립하며 공동구의 설계정보를 6개의 항목으로 구분하여 입력하고, 체크박스를 통해 수용시설물을 결정한다. 결정된 다수 설계 대안들에 대해 각각 타당성 평가와 B/C분석을 수행할 수 있다. 타당성 평가는 노선 번호와 노선 명을 입력하고 도로관리 6개 항목, 공공시설 측면 5개 항목 및 도시환경 측면의 5개 항목에 대한 정보 또는 10단계로 이루어진 등급을 선택하여 노선에 대한 평가치를 입력하고 AHP를 통해 산정된 가중치를 각 항목에 적용하여 성능 점수를 계산한다. B/C 분석은 기본 정보가 입력된 노선에 대한 개별 관로, 단독구와 공동구 3가지 경우의 비용 대 편익비를 계산할 수 있도록 구성되어 있다. 편익항목과 비용항목의 데이터를 백만원 단위로 입



력하고 계산 버튼을 클릭하면 분석결과를 출력하며 입력 버튼을 클릭하여 설계최적화 모듈의 B/C분석 결과를 입력할 수 있다.

## 5. 적용 예

공동구 설계를 위한 본 연구의 적용예는 영동대로 구간을 선정하여 실시하였다. 공동구 설계시 구상단계(1차 PDCA)와 최적화단계(2차 PDCA)를 적용하여야 하나 본 논문에서는 최적화 단계만 적용하였다. 구상단계에서는 공동구 설치 여부와 관련된 최소의 지표(하위지표를 확보하지 못한 상태)를 가지고 평가해야 되지만, 본 논문에서 공동구 평가시 하위지표가 활용가능하여 구상단계를 생략하였다.

영동대로는 일원터널사거리(지하차도)에서 시작하여 영동대교 북단까지 삼성동을 지나는 5.6 km의 대로(광로 50 m ~ 70 m)로서 인구 및 상업 밀집지역에 위치하고 있다. 그 중 아래 Table 2 및 Fig. 6과 같이 삼성역 교차로에서 일원터널 사거리까지의 구간과 영동대교 남단에서 삼성역 교차로까지의 총 2개 구간(3.4 km)을 고려 대상으로 선정하였다(SMG, 2014).

**Table 2.** Yeongdong-daero section for multi-utility tunnel

Section No.	Section	Net Length	Note
No. 1	Intersection at Samsung station ~ Samsung station at Ilwon tunnel	1.5 km	Excluding Yangjae Stream section of 2.5km in total
No. 2	South of Yeongdong Bridge ~ Intersection at Samsung station	1.9 km	-



**Fig. 6.** Yeongdong-daero section for multi-utility tunnel



우선, Plan 단계에서 도시형태는 도심/역세권/아파트 밀집지역/고밀지역(SDI, 2009)이며, 도시규모는 광역시 이상급(인구 100만 이상)에 해당하였다. 도로기능은 주간선도로에 해당하며, 도로규모는 광로(50 m ~ 70 m)이다. 도로주변유형은 인구 및 상업밀집지역에 해당하여, 관련법 검토 결과 200만 m<sup>2</sup> 초과로 특이사항은 없었다. 재원조달과 관련하여 점용예정자가 부담해야 하는 설치비용은 해당 시설을 개별적으로 매설할 때 필요한 비용으로 적용하였으며, 잔여 금액에 대해서는 정부 및 지자체에서 보조하는 것으로 가정하였다.

Do 단계에서는 No. 1과 No. 2의 두 구간을 개착식 및 터널식 공동구 형식으로 분류하였으며, 공동구 규모는 소규모로서 수용시설물의 종류를 3종으로 하였다. 공사비의 범위는 420 ~ 470억으로, 터널식이 개착식에 비해 많이 소요되었으며, 공정기간은 현장상황 등을 고려한 결과 1.5 km는 24개월, 1.9 km는 30개월이 소요되었다(Table 3).

Check 단계에서 타당성평가 결과 No. 1에서는 89.46점, No. 2에서는 94.38점으로 평가 되었으며, 경제성 분석 결과 초기공사비, 간접비용, 유지관리비용 순으로 크게 발생되었다. 개착식 공동구 비용은 터널식에 비해 초기공사비는 작으나 간접비용이 크게 발생 되었으며, 터널식 공동구 비용은 개착식에 비해 초기공사비가 지배적인 것으로 나타났다(Table 3, Table 4). 단, 초기 공사비는 현장 상황 및 시공 조건을 고려하여 선정하였다. 경제성평가 결과 개착식의 경우 1.17, 터널식의 경우 1.53으로 나타났다(Table 5).

**Table 3.** Benefit analysis result (unit: billion)

Division	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	계
Yeongdong-daero (3.4 km)	1.0	16.76	173.89	5.39	0.22	0.86	6.01	204.13

**Table 4.** Cost analysis result for open cut and tunnel type (unit: billion)

Type	Installation extension (km)	C1	C2	C3	C4	C5	계
Open cut	3.40	86.47	8.69	0.07	75.41	4.13	174.77
Tunnel	3.40	91.13	8.69	0.12	31.42	1.72	133.08

**Table 5.** Yeongdong-daero analysis result

Section No.	Type	Length (km)	Construction cost (billion)	Period (month)	Feasibility evaluation (100 points)	Economic evaluation	Rank
No.1	Open cut	1.5	44.42	24	89.46	1.17	4
No.1	Tunnel	1.5	44.17	24	89.46	1.53	3
No.2	Open cut	1.9	42.05	30	94.38	1.17	2
<b>No.2</b>	<b>Tunnel</b>	<b>1.9</b>	<b>46.96</b>	<b>30</b>	<b>94.38</b>	<b>1.53</b>	<b>1</b>

마지막으로, Action 단계에서 수용시설물간 상호영향은 없는 것으로 나타났으며, 공용중 유지관리는 ‘상’을 적용하였다. 부대시설의 내구성 등도 검토결과 안전하였다.

종합평가 결과 터널식으로 시공하는 No. 2 구간이 초기 공사비는 가장 많이 소요되나, 경제성 평가결과를 고려 하였을 때 가장 적합한 것으로 나타났다. 이 결과를 토대로 최적 대안 노선 및 단면을 설정한 경우 Fig. 7과 같다. 결과적으로 이 구간에서의 공동구 계획단면의 크기는 외경 6.0 m, 내경 약 5.2 m, L = 1.90 km, 초기공사비 469.6 억원이며, 공사기간은 30개월 정도 소요되는 것으로 분석되었다.

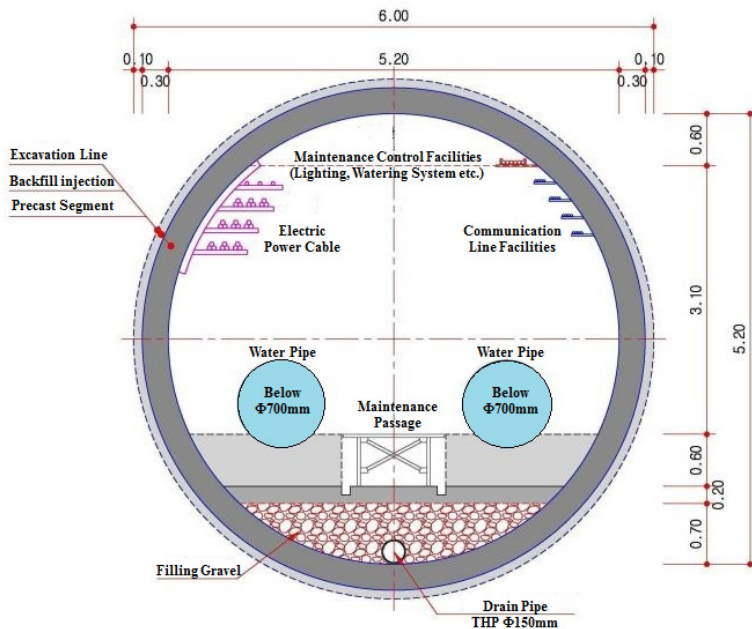


Fig. 7. Type of multi-utility tunnel

## 6. 결론

본 논문에서는 국가적 차원의 도시 환경 개선을 위한 공동구 설치의 최적 설계를 위한 방법론을 제시하고자 하였으며, 복잡하고 다양한 의사결정의 요소들을 데미사이클 기법을 통해 단계화, 체계화하고자 하였다. 또한 기존의 타당성 평가, 경제성 분석 방법론을 함께 적용하여, 도시계획 차원의 공동구 설치 대상 노선 선정, 선정 노선의 대안 수립, 대안별 평가를 통한 적정 형식, 연장, 규모 등에 따른 최적 단면을 도출할 수 있는 방법론을 제시하였다. 또한, 이를 적용하기 위한 프로그램 방안을 제시하고, 제시된 방법론을 서울시 영동대로 구간에 적용하여 방법론의 타당성을 분석하였다. 향후 본 연구는 공동구 도입과 설계에 활용될 것으로 판단되며, 방법론에서 제시한 알고리즘 단계별 여러 적용 설계 결과를 도출하여 다양한 정보를 구축한다면 시스템을 통한 최적 설계 방법론을 보다 고도화할 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부(국토교통과학기술진흥원) 2015년 건설기술연구사업의 ‘도심지 소단면( $\phi$ 3.5 m급) 터널식 공동구 설계 및 시공 핵심기술 개발(15SCIP-B105148-01)’ 연구단을 통해 수행되었습니다. 이에 저자는 연구지원에 감사드립니다.

## References

1. Deming, W.E. (1950), “Elementary principles of the statistical control of quality”, JUSE.
2. 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.
3. 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”, J. of Korean Tunn. Undergr. Sp. Assoc., Vol. 19, No. 1, pp. 11-27.
4. Oh, T.M., Park, E.S., Cheon, D.S., Cho, G.C., Joo, G.W. (2015), “A review of the effects of rock properties on waterjet rock cutting performance”, J. of Korean Tunn. Undergr. Sp. Assoc., Vol. 17, No. 5, pp. 533-551.
5. Park, J.D., Ahn, C.K., Kim, D.Y., Lee, S.W. (2016), “Experimental study on the behavior of retaining wall according to underground excavation distance”, J. of Korean Tunn. Undergr. Sp. Assoc., Vol. 18, No. 2, pp. 155-164.
6. Park, J.O., Yoo, Y.H., Park, B.J. (2015), “An analysis for reasonable installation of tunnel fire safety facility”, J. of Korean Tunn. Undergr. Sp. Assoc., Vol. 17, No. 3, pp. 243-248.
7. Seoul Development Institute (2009), “Urban form study of Seoul”.
8. Seoul Metropolitan Government (2014), “A report of the feasibility and basic planning establishment for urban utility tunnel in Seoul”.
9. Sim, Y.J., Jin, K.N., Choi, D.C., NA, G.T., Cho, Y.C. (2016), “Development of optimal design capacity assessment algorithm for urban multi-utility tunnel construction”, 2016 Annual Spring Conference of Korean Tunneling and Underground Space Association, pp. 127-128.