

# 편익과 비용 분석을 통한 소형차전용지하차도 도입에 관한 연구

## A Study on Building of Underpass for Small Vehicles by Benefit and Cost Analysis

이 영 우 Lee, Young Woo | 정회원 · 대구대학교 토목공학과 부교수 (E-mail: lyw209@daegu.ac.kr)

### ABSTRACT

**PURPOSES :** This study is to analysis for benefit and construction cost in underpass for small vehicles.

**METHODS :** The study was performed using the traffic software VISSIM 5.20 for analysis on a variety of traffic conditions and analysed of benefits of changes through analysis of travel speed and travel time after modeling of existing underpass and small vehicle underpass.

**RESULTS :** Results of this study, the benefits will be reduced by the introduction underpass for small vehicles were analyzed because heavy vehicles use the intersection above the underpass. However, it was required economic analysis considering both the benefits reduction and the construction costs reduction because it has the effect of reducing the construction cost. Showed that the difference in benefit changes depending on the v/c and heavy vehicles ratio and construction cost was difference by types of underpass. As a result of performing economic analysis with total benefits and construction cost, it was analyzed to be economical in underpass over a certain size.

**CONCLUSIONS :** The result of this study are expected to be able to contribute to reviewing for feasibility due to the small vehicles underpass introduction and economic analysis. The study is case study to the underpass in Daegu. Therefore, the future requires the calculation of benefits reflect a wider range of traffic conditions and the economic analysis to construction cost calculation for various types of grad separation facilities.

### Keywords

*underpass, economic analysis, benefit, construction cost, v/c, ratio of heavy vehicle*

Corresponding Author : Lee, Young Woo, Associate Professor  
Department of Civil Engineering, Daegu University,  
15 Jillyang, Gyeongsan, Gyeongbuk, 712-714, Republic of Korea  
Tel : +82.53.850.6524 Fax : +82.53.850.6529  
E-mail : lyw209@daegu.ac.kr

International Journal of Highway Engineering  
<http://www.ijhe.or.kr/>  
ISSN 1738-7159 (Print)  
ISSN 2287-3678 (Online)

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 교통시설의 건설과 관련하여 경제적 타당성에 대한 사회적 논의가 활발히 이루어지고 있다. 경제성의 부족은 예산 낭비라는 지적을 받고 있으며 이러한 부정적 시각으로 인해 대형 교통시설에 대한 거부감 또한 커지고 있는 실정이다.

교통시설의 경제성은 교통수요의 관점에서 편익을 극

대화하거나 건설비용을 최소화함으로써 확보할 수 있다.

최근 교통시설의 경제성은 대부분 교통수요예측의 과대추정에 대한 문제를 제기하는 것이 쟁점으로 부각되고 있다. 그러나 건설비용의 절감도 중요한 경제성 확보의 한 축이라 할 수 있다.

특히, 최근 교통시설의 대형화 추세와 토지이용의 고밀화로 인해 도시지역에서의 부지확보 비용이 급격히 증가하여 교통시설의 경제성을 확보하는데 어려움을 겪

고 있다. 그리고 도심 개발이 거의 완료됨에 따라 교통 시설 확충을 위한 공간을 확보하기도 어려운 실정이다. 이런 이유로 교통시설 입체화의 필요성이 증대되고 있으며 교통시설의 입체화는 필연적으로 건설비용의 증가를 수반하게 된다.

교통시설의 대형화, 입체화, 부지보상비의 급격한 증가는 전체적인 교통시설의 건설비 증가로 이어져 경제성을 악화시키는 요인이 되고 있다.

도시부 대형 교통시설 중 대표적인 것이 입체교차 시설이다. 입체교차 시설은 교통지체를 해소하기 위한 시설로, 고가차도와 지하차도로 구분할 수 있는데 경제성 문제뿐 아니라 도시의 미관 및 경관에도 밀접한 영향을 주고 있다.

최근 시민들의 의식변화로 인해 미관 및 경관에 대한 요구수준이 증대되고 있으며 특히 고가차도의 건설은 시민들의 공감대를 형성하기 어려운 실정이다.

따라서 부득이하게 입체교차시설의 건설이 요구될 경우 고가차도에 비해 건설비용 측면에서 결코 유리하지 않지만 미관 및 경관을 위해 지하차도가 선호되고 있는 추세이다.

이러한 대형교통시설의 건설에 따른 경제성 악화와 시민들의 의식변화 추세를 반영하여 본 연구에서는 도시부 지하차도를 대상으로 소형차전용지하차도 건설방안을 제안하고 교통특성에 따른 통행속도, 통행시간을 분석하였다. 그리고 이를 바탕으로 소형차전용지하차도 설치에 따른 편익 및 건설비용을 산정하여 기존지하차도와 소형차전용지하차도의 경제성 분석을 통해 경제적이면서도 도시의 미관 및 경관에 유리한 소형화·경량화된 소형차전용지하차도 도입을 위한 연구를 수행하였다.

## 1.2. 연구범위 및 방법

본 연구에서는 현재 도심에 건설되어 운영 중인 지하차도를 대상으로 연구를 수행하였으며, 기존 지하차도와 본 연구에서 제안하고 있는 소형차전용지하차도를 도입하였을 경우의 경제성분석을 통해 소형차전용지하차도의 경제성을 검토하였다.

본 연구에서 제시하고 있는 소형차전용지하차도는 대형차량의 혼입률이 상대적으로 낮은 도시부 도로에 지하차도를 설치할 경우 차종구분을 통해 교통류 분리 운영방식을 도입하여 교통류 구성비율이 높은 소형차량은 지하차도로 통행시키고 상대적으로 교통류 구성비율이 낮은 대형차량은 지하차도의 상부 평면교차로를 이용하여 통행시키는 방식이다.

소형차전용지하차도의 건설은 기존 지하차도를 이용하던 대형차량을 상부 신호교차로를 이용하여 통행시키기 때문에 전체적으로 통행속도는 저하되며 통행시간이 증가하고 이에 따라 편익이 감소할 것으로 예상된다. 그러나 설계기준 변화로 인한 건설비용의 절감을 기대할 수 있기 때문에 이에 따른 경제성 분석을 실시하여야 경제적 유·불리를 판단할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 먼저 편익의 변화에 영향을 미치는 요소인 통행속도와 통행시간의 변화를 다양한 교통특성을 반영하여 분석하였다. 이를 바탕으로 산정한 편익의 변화는 소형차전용지하차도의 도입가능성 및 효율성의 분석에 반드시 필요한 효과척도가 될 수 있을 것이다.

분석방법은 현재 실제 건설되어 운영 중인 지하차도를 대상으로 현장조사를 실시하고 조사된 내용을 바탕으로 교통시뮬레이션 소프트웨어인 VISSIM 5.20을 이용하여 모델링한 후 기존 지하차도로 운영하였을 경우와 소형차전용지하차도로 운영하였을 경우로 구분하여 분석하였다.

다음으로 경제성분석의 또 다른 요소인 건설비를 산정하였다. 소형차전용지하차도의 건설은 기존 지하차도에 비해 소형화·경량화 된 설계기준을 적용하기 때문에 건설비용이 절감될 것이다. 따라서 본 연구에서는 기존 지하차도와 3가지 유형으로 구분한 소형차전용지하차도의 건설비용을 산정한 후 비교·분석하였다. 건설비용의 산정은 세부공정을 가정하고 공정별 비용을 합산하여 단위 m당 건설비용으로 산정하였다.

이를 바탕으로 최종적으로 통행속도, 통행시간의 변화에 따른 편익의 변화와 건설비용의 변화를 비교·분석하여 소형차전용지하차도의 경제성에 대한 연구를 수행하였다.

## 2. 기존이론 및 선행연구 고찰

### 2.1. 소형차전용지하차도의 개념 및 사례

일반적인 지하차도의 설계기준을 살펴보면 최소 편도 2차로 이상의 본선차로수를 확보하도록 권장하고 있으며 부득이한 경우에 충분한 차량 대피공간을 확보한 경우 편도 1차로를 허용하고 있다. 그러나 현재 국내에서는 소형차전용지하차도와 관련된 설계기준이나 개념은 확립되어 있지 않다.

지하차도와 관련하여 차로폭에 대한 설계기준은 별도로 규정된 사항이 없으며 일반적인 차로폭 설계기준을

적용하도록 되어있다. 차로폭과 관련하여 2009년 개정된 「도로구조·시설 기준에 관한 규칙 해설」에 소형차도로의 차로폭과 관련된 기준이 새롭게 포함되어 소형차전용지하차도의 차로폭 설계에 적용할 수 있는 기준이 제시되었다.

시설한계의 허용범위는 최소 4.7m 이상 확보를 권장하고 있으며 부득이한 경우 3.0m까지 축소할 수 있도록 규정하고 있어 일본 등 다른 해외 설계기준과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

본 연구에서 제안하고 있는 소형차전용지하차도는 지역적으로는 도시부의 지하차도이며 지하차도 상부에 대형차량이 우회할 수 있는 교차로가 형성되어 있는 경우이다.

차종의 구분없이 모든 차량이 통행할 수 있는 기존의 지하차도에 비해 소형차전용지하차도는 「도로구조·시설 기준에 관한 규칙 해설」(2009)에서 설계기준자동차로 제시하고 있는 소형자동차만 통행시키고 대형차량의 경우 지하차도 상부에 형성되어 있는 평면교차로를 통해 통행시키는 방식이다. 따라서 지하차도의 제원은 소형자동차의 통행에 적합하게 소형화, 경량화가 가능할 것이며 이를 통해 건설비 절감, 도시미관과 경관 향상 등 긍정적 효과를 기대할 수 있을 것이다.

소형차전용지하차도와 관련된 연구결과는 국내에서는 찾아보기 힘들며 해외에서도 소형차전용도로의 터널에 적용된 경우는 있으나 본 연구대상과 같이 상부교차로를 통해 우회하는 방식의 사례는 찾아보기 힘들다.

소형차전용도로의 터널과 관련된 사례는 프랑스 파리의 외곽 순환도로인 A86구간 중 East Tunnel이 승용차전용도로로 계획되었으며, 중국 상해 포서의 구 중심지역과 포동의 신금융무역 지대를 연결하는 해저구간의 복층구조 상부를 승용차전용도로로 계획한 사례가 있다.

일본은 1973년 일본 도쿄시 중앙구 긴자에서 히비야공원간 도심지 도로구간의 지하에 소형차전용지하차도를 설치하여 운영하고 있다. 일본의 경우 당시 소형차전용도로의 기준이 명확히 정립되지 않아 도로의 구분상 특례기준을 적용하여 건설한 사례이다.

## 2.2. 선행연구 검토

국내의 선행연구를 검토한 결과 소형차전용지하차도의 개념 및 사례에서 살펴본 바와 같이 본 연구대상과 유사한 경우의 연구사례는 찾아보기 힘들었다.

소형차전용도로를 대상으로 한 연구는 박성석 외 4명

(2008)의 신개념 대심도 터널을 이용한 소형차전용도로에 관한 연구, 박권제 외 2명(2009)의 소형차전용도로 도입을 위한 기준 정립 연구, 황인태 외 1명(2009)의 소형차도로의 시설기준 연구 등이 있었다.

그리고 소형차도로의 차로폭과 관련된 연구로 도충현 외 1명(2010)의 도로다이어트를 위한 차로폭 설계기준에 관한 연구에서 도시부도로의 직선구간에서는 소형차량의 주행을 위한 차로폭을 최소 2.25m로 제시하고 있으며 이영우(2011)의 도시부도로에서 주행차량의 횡방향 이격량 분석을 통한 곡선부 차로폭 연구에서 도시부도로의 곡선부에서는 소형차를 위한 차로폭을 2.5m내외로 제시하고 있다.

기존연구를 살펴보면 대부분 소형차전용도로의 도입을 위한 시설기준과 기하구조에 관한 연구이며 교통특성에 대한 구체적인 연구나 교통특성 변화에 따른 편익의 증감, 설계기준 변경에 따른 건설비의 변화와 같은 연구는 찾아보기 어려운 실정이다.

다만, 본 연구의 선행연구로 이영우(2011)에 의해 연구된 소형차전용지하차도 도입에 따른 지체도 분석에 관한 연구에서는 포화도(v/c), 대형차량 혼입률 등의 교통특성의 변화를 고려하여 대형차량의 상부교차로 이용에 따른 지체도를 분석하고 소형차전용지하차도 도입의 타당성에 대한 연구를 수행한 경우가 있다.

그러나 이 연구는 지체도라는 효과적도만을 분석한 결과로 통행시간, 통행속도의 변화로 인한 편익의 증·감에 대한 구체적인 연구는 수행되지 못하였으며 특히, 지하차도 설계기준의 변화에 따른 건설비의 절감에 대한 분석도 이루어지지 않아 경제성 분석이 수반되는 실질적인 소형차전용지하차도의 도입 타당성 연구에 미흡한 점이 있었다.

## 3. 현장조사 및 분석모형 구축

### 3.1. 현장조사

본 연구에서 제시하고 있는 소형차전용지하차도는 현재 설치되어 운영 중인 사례는 전무하며 다양한 교통현상을 실제 조사하여 분석하기에 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 교통시뮬레이션 소프트웨어인 VISSIM 5.20을 이용하여 분석을 실시하였다.

시뮬레이션 분석의 현실성을 확보하기 위해 현재 건설되어 운영 중인 지하차도를 대상으로 현장조사를 실시하고 이를 바탕으로 시뮬레이션 모형을 구축하여 분석을 실시하였다.

본 연구의 분석대상 지하차도는 대구광역시의 대표적인 도시부 지하차도로 기하구조는 Fig. 1과 같다.

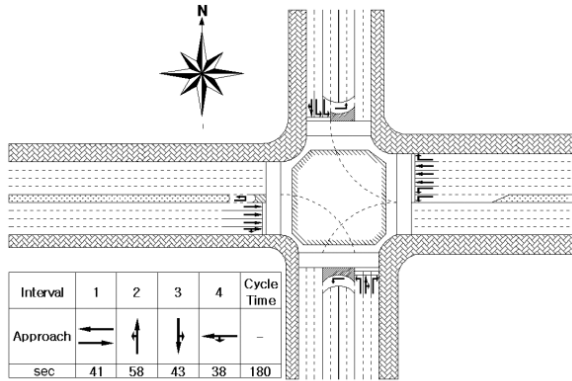


Fig. 1 The Geometry of the Underpass to Analysis

지하차도가 설치된 방향은 남북방향이며 남쪽 접근로의 차로수는 총 5차로, 북쪽 접근로의 차로수는 총 4차로였으며 지하차도는 2개 차로로 건설되어 운영 중이다. 세부적인 기하구조 및 신호운영 현황은 Table 1과 같다.

Table 1. Status of Geometry and Traffic Signal

Intersection Above the Underpass				
Approach Link	North	South	West	East
Number of Lanes	4(2)	5(2)	4	5
Length of Link	211.43m	211.69m	287.77m	322.52m
Traffic Signal	Interval 1	Interval 2	Interval 3	Interval 4
	← →	↖↑ ↗	↓↘ ↙	← ↘
	38(3)	55(3)	40(3)	35(3)

### 3.2. 시뮬레이션 모형 구축

본 연구의 시뮬레이션 모형은 현실성을 확보하기 위해 현장조사된 기하구조 및 신호운영 현황을 그대로 적용하여 구축하였으며 교통특성에 따른 기존 지하차도와 소형차전용지하차도 도입의 영향을 비교·분석하기 위해 교통조건을 다양하게 변화시켜 분석하였다.

Table 2. Simulation Scenario

Scenario	
v/c	0.8~0.3 (Step 0.1)
Design Vehicles	Small Vehicles, Heavy Vehicles
Ratio of Turn	Straight:70%, Left Turn:20%, Right Turn:10%
HOV Ratio	0~20% (Step 5%)
Speed	75km/h
Running Time	3600sec(Warming-up 600sec)

변수는 유입교통량 기준 포화도(v/c)를 적용하였으며 대형차량의 통행방식이 변화되는 것을 고려하여 대형차 혼입률을 변수로 도입하여 변수들의 변화에 따른 영향을 분석하였다. 교차로에서 회전비율은 현장조사결과를 고려하여 직진 70%, 좌회전 20%, 우회전 10%를 적용하였다. 분석을 위한 세부적인 시뮬레이션 시나리오는 Table 2와 같다.

## 4. 편익변화의 비교·분석

소형차전용지하차도의 도입에 따른 통행속도, 통행시간의 변화를 분석하고 이를 바탕으로 편익의 변화를 비교하기 위해 기존지하차도와 소형차전용지하차도로 구분하여 분석을 실시하였다.

편익 산정방법은 「도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구[제5판]」(한국개발연구원, 2009)에서 제시하고 있는 방법을 적용하였다.

편익항목으로는 본 연구와 관련성이 높은 차량운행비용, 환경비용, 통행시간비용 등을 사용하여 분석을 실시하였다. 차량운행비용, 환경비용의 편익산정을 위한 효과척도는 통행속도이며, 통행시간 절감 편익의 산정을 위한 효과척도는 통행시간이다. 따라서 본 연구에서는 소형차전용지하차도의 도입에 따른 통행속도, 통행시간을 먼저 분석한 후 항목별 편익을 산정하여 편익의 변화를 비교·분석하였다.

### 4.1. 통행속도에 따른 편익의 변화

소형차전용지하차도를 도입하게 되면 기존 지하차도 운영 시에 지하차도를 이용하던 대형차량이 지하차도 상부교차로를 이용하여 통행하게 된다. 따라서 교차로 혼잡으로 인해 통행속도가 저하될 것으로 예상할 수 있다. 지하차도를 통행하는 차량은 대형차량의 영향을 받지 않게 되어 통행속도가 향상될 것으로 예상되지만 그 차이는 크지 않을 것으로 판단되어 본 연구에서는 제외하였다.

본 연구에서는 소형차전용지하차도의 도입으로 인한 통행속도의 저하가 얼마나 발생되고 이로 인한 편익이 어떻게 변화하는지 분석하기 위해 기존지하차도로 운영될 경우와 소형차전용지하차도를 도입하였을 경우 통행속도차를 분석하였으며 이를 바탕으로 편익의 변화를 산출하였다.

통행속도를 효과척도로 하는 편익 항목으로는 차량운행비용과 환경오염비용이 있다. 분석된 통행속도를 바탕으로 기존지하차도와 소형차전용지하차도의 통행속

도 차이에 따른 차량운행비용 및 환경오염비용을 접근로별로 산정하여 분석하였다.

차량운행비용에 포함된 항목은 통행속도별 연료소모량에 따른 유류비, 엔진오일비, 타이어비, 유지정비비, 감가상각비이다. 환경오염비용은 대기오염비용을 중심으로 분석을 실시하였으며 대기오염 항목은 CO, NO<sub>x</sub>, HC, PM, CO<sub>2</sub>이다. 본 연구는 지하차도와 관련된 연구로 환경비용 중 소음비용은 본 연구와의 관련성이 낮아 분석에서 제외하였다.

분석결과 소형차전용지하차도를 도입하게 되면 대형차가 지하차도 상부교차로를 이용하게 되어 기존지하차도에 비해 통행속도가 전반적으로 저하되며 이로 인해 통행속도를 변수로 하는 차량운행비용과 환경오염비용이 증가하는 것으로 분석되었다.

접근로 S의 통행속도 저하에 따른 차량운행비용의 증가량은 Table 3, 대기오염비용의 증가량은 Table 4와 같다.

Table 3. Increase of Running Cost(Approach Link S)

(unit : won/vehcile)

HOV Ratio \ v/c	v/c				
	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	-0.5	5.7	3.1	0.7	4.9
10	13.8	9.7	10.6	0.7	10.4
15	34.5	18.5	13.7	7.0	9.9
20	83.7	44.7	17.6	14.0	14.6

Table 4. Increase of Air Pollution Cost(Approach Link S)

(unit : won/vehcile)

HOV Ratio \ v/c	v/c				
	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	-0.2	2.4	1.3	0.3	2.1
10	6.2	4.3	4.7	0.3	4.6
15	16.0	8.6	6.4	3.2	4.6
20	40.3	21.6	8.5	6.8	7.0

소형차전용지하차도 도입으로 접근로 S의 통행속도 저하에 따른 편익변화량을 그래프로 나타내면 Fig. 2와 같다.

Fig. 2를 살펴보면 전반적으로 소형차전용지하차도를 도입하게 되면 기존지하차도에 비해 차량운행비용과 환경오염비용이 증가하게 되어 편익이 저하되는 것으로

나타나고 있다.

그러나 포화도(v/c) 0.6 이하에서는 그 차이가 크지 않은 것으로 나타났으며 포화도(v/c) 0.7에서는 대형차 혼입률 15% 이상, 포화도(v/c) 0.8에서는 대형차 혼입률이 10% 이상되면 급격한 차이를 나타내는 것으로 분석되었다.

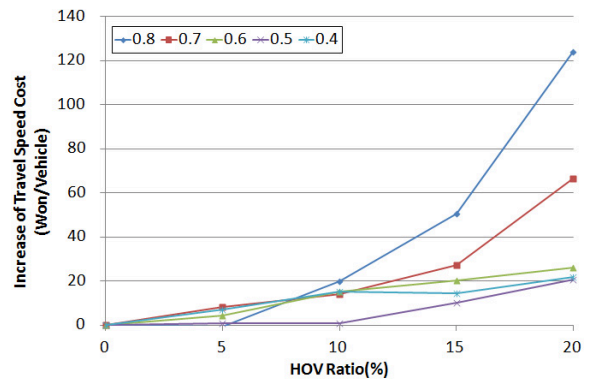


Fig. 2 Changes of Cost on Travel Speed (Approach Link S)

다음으로 접근로 N의 통행속도 저하에 따른 편익의 변화를 분석한 결과는 Table 5, Table 6과 같으며 전체 편익의 변화는 Fig. 3과 같이 나타났다.

Table 5. Increase of Running Cost(Approach Link N)

(unit : won/vehcile)

HOV Ratio \ v/c	v/c				
	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.0	1.8	9.1	3.8	-7.3
10	61.0	17.6	7.6	4.7	2.3
15	68.8	49.4	14.2	6.8	1.8
20	62.1	74.5	43.6	6.1	4.2

Table 6. Increase of Air Pollution Cost(Approach Link N)

(unit : won/vehcile)

HOV Ratio \ v/c	v/c				
	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.4	0.8	3.9	1.6	-3.1
10	27.2	7.8	3.4	2.1	1.0
15	32.0	22.9	6.6	3.1	0.8
20	29.9	35.9	21.0	2.9	2.0

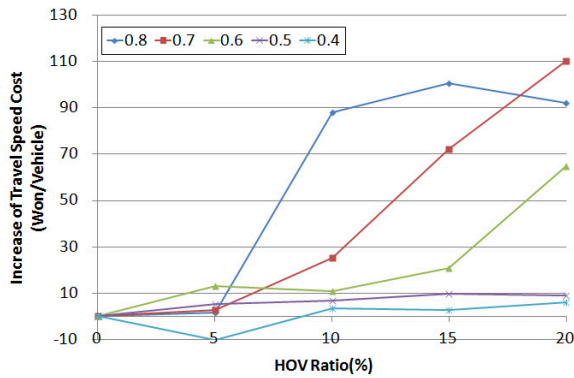


Fig. 3 Changes of Cost on Travel Speed (Approach Link N)

접근로 N의 통행속도 저하에 따른 비용 증가를 나타낸 Fig. 3을 살펴보면 포화도(v/c) 0.5 이하에서는 대형차혼입률과 상관없이 소형차전용지하차도를 도입하여도 통행속도 저하에 따른 비용의 증가가 거의 발생하지 않는 것으로 분석되었다. 포화도(v/c) 0.7 이상에서는 대형차혼입률이 5% 이상이 되면 급격한 비용의 증가가 발생되어 편익이 현저히 저하되는 것으로 나타났다.

포화도(v/c) 0.8에서 대형차혼입률이 10%가 넘어가면서 통행속도 저하에 따른 비용의 증가가 일정하게 나타나는 현상은 과포화상태를 반영하지 못하는 시뮬레이션 소프트웨어의 한계로 인한 것으로 판단된다.

접근로 N의 분석결과도 접근로 S와 같이 전반적으로 비용이 증가하는 추세를 나타내고 있다. 그러나 접근 차로수의 차이로 인해 접근로 S에 비해 접근로 N이 더욱 큰 영향을 받는 것으로 분석되었다.

통행속도에 따른 차량운행비용과 환경오염비용을 산정하여 편익의 변화를 살펴본 결과 통행속도의 변화에 따라 편익의 영향을 크게 받는 것은 차량운행비용인 것으로 나타났으며 전체적으로 소형차전용지하차도 도입에 따라 대형차량의 지하차도 상부 교차로 통행으로 편익이 감소하는 것으로 분석되었다.

#### 4.2. 통행시간에 따른 편익의 변화

통행시간과 관련된 편익의 산정은 통행시간의 가치를 평가하여 편익을 산정하는 것으로 소형차전용지하차도의 도입으로 인한 통행시간 편익의 변화를 분석하기 위해 먼저 기존지하차도의 경우와 소형차전용지하차도를 도입하였을 경우로 구분하여 통행시간을 산정한 후 각 차종별 통행시간가치를 적용하여 편익의 변화를 분석하였다.

통행시간 편익은 대형차혼입률에 따라 차종구성비용을 적용하여 차량 1대당 통행시간 편익을 산정하였으며

통행시간 가치의 적용은 소형차량은 승용차를 기준으로 하였으며 대형차는 도시부 대형차량 중 구성비율이 가장 높은 버스를 적용하였다.

본 연구를 통해 산정된 통행시간을 바탕으로 소형차 전용지하차도 도입에 따른 통행시간 편익의 변화를 산정한 결과 접근로 S의 통행시간 비용의 증가는 Table 7, Fig. 4와 같이 나타났다.

Table 7. Increase of Travel Times Cost(Approach Link S)  
(unit : won/vehcile)

HOV Ratio \ v/c	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.0	9.5	6.2	3.0	9.1
10	34.5	20.6	22.3	4.9	21.3
15	109.3	46.1	34.1	19.8	24.2
20	504.7	151.3	49.8	40.6	37.6

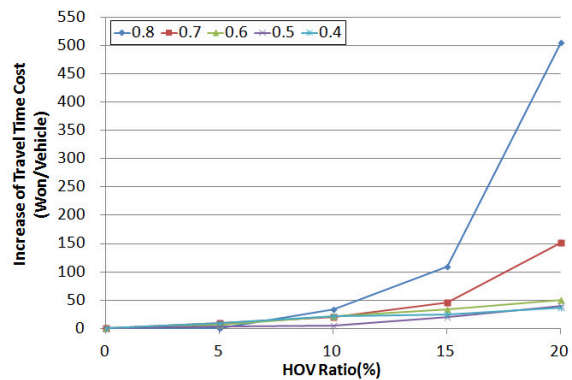


Fig. 4 Changes of Travel Time Cost (Approach Link S)

Fig. 4를 살펴보면 소형차전용지하차도를 도입하게 되면 접근로 S에서는 포화도(v/c) 0.6 이하에서 통행시간 비용의 증가가 크지 않는 것으로 나타났으며 v/c 0.7 이상에서 대형차혼입률 15%가 넘어가면서 통행시간 비용이 급격히 증가하는 것으로 분석되었다.

접근로 N의 통행시간 비용 증가를 분석한 결과는 Table 8, Fig. 5와 같다.

Table 8. Increase of Travel Times Cost(Approach Link N)  
(unit : won/vehcile)

HOV Ratio \ v/c	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	4.6	6.3	20.3	9.7	-12.4
10	351.3	55.9	20.3	15.3	8.6
15	483.3	231.9	43.4	23.2	8.6
20	548.4	564.2	178.2	25.3	17.2

접근로 N의 통행시간 비용의 증가를 분석한 결과 접근로 S와 유사한 추세를 나타내고 있으나 접근 차로수의 차이로 인해 통행시간 비용의 증가가 접근로 S에 비해 다소 큰 값을 나타내는 것으로 분석되었다.

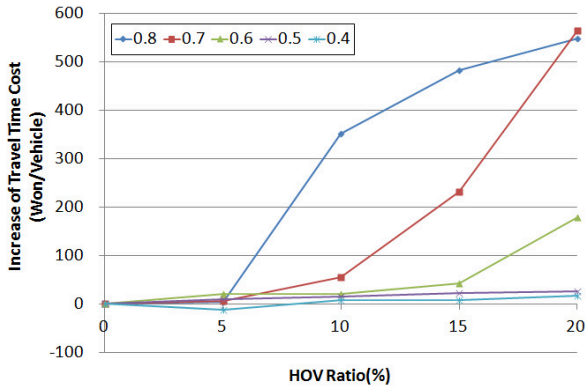


Fig. 5 Changes of Travel Time Cost (Approach Link N)

Fig. 5를 살펴보면 포화도(v/c) 0.5 이하에서는 소형차전용지하차도를 도입하더라도 통행시간 증가로 인한 비용의 증가가 거의 발생하지 않는 것으로 나타났다.

포화도(v/c) 0.6에서는 대형차혼입률 15%, 포화도(v/c) 0.7에서는 대형차혼입률 10%, 포화도(v/c) 0.8에서는 대형차혼입률 5% 이상에서 급격한 통행시간 비용의 증가가 발생하는 것으로 분석되었다.

소형차전용지하차도 도입에 따른 편익의 변화를 분석한 결과 대형차가 지하차도 상부교차로를 이용하여야 하는 문제로 인해 차량운행비용, 환경오염비용, 통행시간 비용이 전반적으로 증가하여 편익이 감소되는 것으로 분석되었으나 포화도(v/c), 대형차혼입률 등에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다.

소형차전용지하차도의 도입은 편익의 감소를 발생시키지만 상대적으로 건설비의 절감으로 인해 경제적 효율성이 높아지는 측면이 있다.

따라서 본 연구결과를 바탕으로 포화도(v/c), 대형차혼입률 등에 따른 편익의 변화를 면밀히 분석하고 건설비용의 절감과 비교하면 소형차전용지하차도 도입의 경제성을 판단할 수 있을 것이다.

## 5. 경제성 분석

본 연구에서는 전절에서 분석된 포화도(v/c), 대형차혼입률별 편익의 분석결과를 바탕으로 대구광역시의 1일 교통량 변동 등 교통현황을 반영하여 일반적인 교통

시설의 경제성 분석 목표기간인 20년간 편익의 변화를 분석하고 지하차도의 형태를 기존지하차도와 차로폭을 기준으로 3가지 유형으로 구분한 소형차전용지하차도의 건설비를 산정한 후 경제성 분석을 실시하였다.

### 5.1. 소형차전용지하차도 편익 변화 분석

전 절에서는 기존지하차도의 경우와 소형차전용지하차도의 도입에 따른 통행속도, 통행시간의 변화를 분석하였고 그 결과를 바탕으로 차량운행비용, 대기오염비용, 통행시간비용 등을 산정한 후 소형차전용지하차도 도입에 따른 편익감소량을 산정하였다.

건설비의 절감 효과와 비교하여 경제적 측면에서 소형전용지하차도 도입의 타당성을 분석하기 위해서는 도로의 일반적인 분석기간인 20년을 적용하여야 한다. 그러나 전 절에서 분석된 결과는 포화도(v/c), 대형차혼입률별 편익이다. 따라서 분석기간 20년 동안 지하차도를 이용하는 전체 차량대수를 산정하고 이에 따른 총비용의 산정이 필요하다.

본 연구에서는 시간대별 교통량변동 및 대형차혼입률을 반영하여 일교통량을 산정하고 이를 연간총교통량으로 환산하여 20년 총이용차량대수를 산정하여 소형차전용지하차도 건설에 따른 편익의 변화를 분석하였다. 시간대별 교통량변동 및 대형차혼입률은 대구광역시 2009년 교통기초조사 결과를 바탕으로 산정하였다.

대구광역시의 도시부 5개 주요도로인 달구벌대로, 유니버시아드로, 화랑로, 팔공로, 상화로의 시간대별 포화도(v/c)와 대형차혼입률을 평균하여 적용하였다. 편익감소에 대한 산정결과는 Table 9와 같다.

Table 9. Decrease of Benefits

(unit : won/km·day)

Approach Link	N	S	Total
Running Cost	66,092	81,497	147,589
Air Pollution Cost	28,993	35,332	64,325
Travel Times Cost	214,619	169,333	383,951
Total	309,703	286,162	595,865

### 5.2. 유형별 건설비 비교·분석

소형차전용지하차도 도입은 통행비용이 증가하여 편익이 감소하는 것으로 분석되었다. 그러나 소형차전용지하차도의 건설은 설계기준차량의 변경으로 인해 지하차도 설계기준이 하향되어 건설비는 감소할 것으로 예상할 수 있다.

소형차전용지하차도가 건설될 경우 현재 도로설계 기준을 적용하더라도 시설한계는 4.5m에서 3.0m로 축소가 가능하고 차로폭은 2.75m까지 축소할 수 있으며 소형차전용도로 차로폭은 도시부 직선구간에서는 2.25m, 곡선구간에서는 2.50m까지 축소가 가능하다는 선행연구결과도 있다.

이러한 설계기준 및 선행연구결과를 적용할 경우 소형차전용지하차도의 단면은 기존 지하차도에 비해 현저히 축소될 수 있으며 단면의 축소는 굴착량, 구조물 설치 등에 따른 건설비용의 절감으로 이어진다.

본 연구에서는 건설비용의 변화를 분석하기 위해 기존지하차도의 건설비를 산정하고 소형차전용지하차도는 설계기준 및 선행연구결과를 반영하여 차로폭 2.75m를 case 1, 2.50m를 case 2, 2.25m를 case 3으로 구분하여 각각 건설비를 산정한 후 case별 건설비를 비교·분석하였다. 시설한계는 기존 지하차도는 4.5m를 적용하였으며 소형차전용지하차도는 3.0m를 적용하였다. 공통적으로 길어깨 1.0m, 좌측 측방여유폭 0.75m를 적용하여 건설비를 산정하였다.

건설비의 산정은 공종별로 구분하여 산정하였다. 공종은 지하차도 건설을 위한 대표적인 공종으로 가시설공, 구조물설치공, 포장공으로 구분하여 산정하였다. 가시설공의 세부공종은 토공, 토류공, 지반보강공, 자재부로 구성되어 있으며 구조물설치공은 철근가공조립, 구조물타설로 구성되어 있다. 포장공의 세부공종은 프라임코팅, 텍코팅, 아스콘기층, 아스콘표층, 보조기층, 선택층으로 구성되어 있으며 기타 비용으로 포장공 총액의 10%를 적용하였다. 건설비 산정결과는 Table 10과 같다.

각 case별 건설비 산정결과 case 1의 경우 기존지하차도에 비해 건설비가 78.62%로 산정되었으며 case 2는 71.05%, case 3는 68.85%로 산정되었다.

Table 10. Construction Cost by Case

(unit : 1,000won/m)

Specialist Work Classification	Existing Underpass	Underpass for Small Vehicles		
		case 1	case 2	case 3
Support Strut	13,320	11,835	11,699	11,649
Behavior of a Structure	24,242	17,696	14,989	14,213
Pavement of a Road	38	31	28	26
Total	37,600	29,562	26,716	25,888

### 5.3. 편익감소 및 건설비용 절감 비교·분석

대구광역시를 중심으로 편익감소액을 산정한 결과와 기존지하차도와 소형차전용지하차도 건설에 따른 유형별 건설비 산정결과를 바탕으로 경제성분석을 실시하였으며 분석결과는 Fig. 6과 같다.

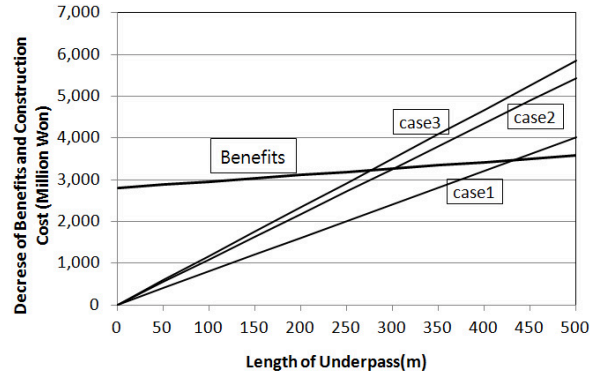


Fig. 6 Compare Benefits to Construction Cost

분석결과 case 1으로 건설할 경우 지하차도의 길이가 432m, case 2는 301m, case 3은 276m일 때 손익분기점으로 편익감소액보다 비용절감액이 커서 비용-편익비(B/C)가 1.0이상이므로 경제성을 확보하는 것으로 분석되었다.

본 경제성 분석결과는 대구광역시의 지하차도를 대상으로 한 사례연구로 본 연구결과를 바탕으로 다양한 유형의 지하차도에 대한 건설비를 산정하고 본 연구에서 제시하고 있는 대형차혼입률, v/c별로 편익의 감소액을 산정한다면 도시부 소형차전용지하차도 건설을 위한 타당성 검토에 기여할 것으로 기대된다.

## 6. 결론

본 연구에서는 최근 도시부 교통시설의 대형화로 인한 건설비용의 증가와 국가 예산의 부족 등으로 인해 경제성 높은 교통시설에 대한 요구가 높아지고 있는 점과 도시미관 및 경관에 대한 시민들의 인식변화로 인한 대형 교통시설물에 대한 거부감 등을 반영하여 소형차전용지하차도 도입에 관한 연구를 수행하였다.

본 연구에서 제시한 소형차전용지하차도를 도입할 경우 대형차가 지하차도 상부교차로를 이용하여야 하기 때문에 전반적으로 편익은 저하되는 것으로 분석되었다. 그러나 포화도(v/c), 대형차혼입률에 따라 차이가 있는 것으로 분석되어 교통특성에 따라 면밀한 검토를 통해 소형차전용지하차도의 도입이 결정되어야 할 것으



로 분석되었다.

또한, 소형차전용지하차도 도입으로 편익은 감소하지만 건설비용이 절감되는 효과가 있기 때문에 교통특성별 편익의 감소와 건설비 절감에 따른 효과를 모두 고려한 경제성 분석이 필요한 것으로 나타났다.

소형차전용지하차도 도입에 따른 편익의 변화와 건설비용을 고려한 경제성 분석결과에 대한 세부적인 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 소형차전용지하차도를 도입하는 경우 대형차량이 지하차도 상부 교차로를 이용하여 통행하게 됨에 따라 통행속도에 영향을 받는 차량운행비용, 환경오염비용과 통행시간에 따른 가치를 평가한 통행시간 비용이 증가하여 편익이 저하되는 것으로 나타났다.
2. 그러나 포화도(v/c), 대형차혼입률에 따라 편익저하량에 차이가 있는 것으로 분석되었다. 차로수가 3차로인 접근로 S의 경우에는 포화도(v/c) 0.6 이하에서, 차로수가 2차로인 접근로 N의 경우에는 포화도(v/c) 0.5 이하에서는 대형차혼입률에 상관없이 소형차전용지하차도와 기존지하차도의 편익의 차이가 미소하였으며 포화도(v/c)가 0.7 이상되면 대형차혼입률에 따라 차이가 급격히 증가하는 것으로 분석되었다.
3. 포화도(v/c), 대형차혼입률 등에 따른 편익의 변화를 분석한 본 연구결과를 기초로 대구광역시를 대상으로 시간대별 포화도(v/c), 대형차혼입률 등을 고려하여 총편익을 산정하였고 차로폭을 기준으로 3가지 유형의 소형차전용지하차도 건설비용을 산정한 결과 기존지하차도에 비해 건설비용이 case 1은 78.62%, case 2는 71.05%, case 3은 68.85%로 산정되어 건설비용이 절감되는 것으로 분석되었다.
4. 총편익과 건설비용 산정결과를 바탕으로 경제성 분석을 실시한 결과 소형차전용지하차도를 도입하는 경우 기존지하차도에 비해 편익에서는 불리하지만 건설비용이 절감되기 때문에 지하차도의 길이를 기준으로 case 1은 432m, case 2는 301m, case 3은 276m인 경우 비용-편익비(B/C)가 1.0 이상으로 경제성이 확보되는 것으로 분석되었다.

본 연구결과는 소형차전용지하차도 도입에 따른 경제성을 분석하고 도입타당성을 검토하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 본 연구는 대구광역시 도시부 지하차도를 대상으로 한 사례연구로 향후 보다 다양한 지하구조, 신호 운영 등에 따른 교통분석을 통한 세밀한 편익의 산정이 필요할 것으로 판단된다. 또한 다양한 설계조건을 적용한 건설비용의 산정이 필요하며 지역별로 상이한 지반 조건에 따라 건설비의 변화 폭이 크기 때문에 이에 대한 세부적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

이 논문은 2011년 대구대학교 학술연구비가 지원되었으며 이에 감사드립니다.

#### References

- AASHTO., 1992. *A Police on Geometric Design of Highway and Street*.
- Matthew Beaulied., 2007. *A Guide to Documenting VISSIM-Based Microscopic Traffic Simulation Model. TRAC*.
- Choi, Hyeokjin., 2009. *A Study on Development of Live Load Model for Compact Vehicle-only Bridges*. Dept. of Civil Engineering the School Yonsei University, Seoul, Korea.
- Do, Chunghyun, Lee, Youngwoo., 2010. *A Study on Lane Width Design for Road Diets, International Journal of Highway Engineering*, Vol. 12. 71-78.
- Korean Society of Civil Engineering, 2009. *Edition of Rules about the Road Structure & Facilities Standards. Korean Society of Civil Engineering*, Seoul, Korea.
- Lee, Youngwoo., 2011. *A Study on Lane Width of Curved Section by Sway Distance Analysis of Running Vehicle on Urban Roads, International Journal of Highway Engineering*, Vol. 13. 57-65.
- Lee, Youngwoo., 2011. *A Study on Delay Time Building of Underpass for Small Car, International Journal of Highway Engineering*, Vol. 13. 131-137.
- Lee, Sungjun, Heo Yong, Nam, Youngkug, Choi Dongsig., 2009. *Introduction of the Revised Edition of Rules about the Road Structure & Facilities Standards, The Magazine of the Korean Society of Civil Engineering*, Vol. 57. 37-42.
- Park, Kwonje, Lee, Euijoon, Lee, Choonhyuk., 2009. *Setting Up a Standard for the Introduction of Small Car Lanes, The Magazine of the Korean Society of Civil Engineering*, Vol. 57. 91-96.
- (접수일 : 2012. 10. 5 / 심사일 : 2012. 10. 17 / 심사완료일 : 2013. 3. 6)