

# 길어깨를 활용한 2차로 도로 기능개선 방안 연구

최기주\* · 심상우\*\*

Choi, Keechoo\*, Shim, Sangwoo\*\*

## Improving Two-way Road Functionality by Using Shoulder

### ABSTRACT

The purpose of this study is deriving proper plan which is improving functionality of three-way intersection in two-way road by using shoulder. Alternatives of this study were considered as installation of yield lane and application of TWLTLs (Two-Way Left-Turn Lanes). Case studies to utilize alternatives were limited to national and local roadways which is wider than 11 meters due to be required 3 lanes. Under various traffic conditions such as traffic volume of each direction and left-turn, alternatives were analyzed by simulation. As a results, application of TWLTLs was better than installation of yield lane in terms of improving rate (8.0% vs. 3.7%). Application of TWLTLs is supposed to better alternative, however enough driver education is required to improving safety because it is different with existing driving pattern and/or behaviors. Some limitations and future research agenda have also been discussed by on-site inspections.

**Key words** : Two-way Road, Shoulder, Yield Lane, TWLTLs, Simulation

### 초록

본 연구의 목적은 길어깨를 활용하여 2차로도로 3지 비신호 교차로의 기능을 개선할 수 있는 대안을 도출하는 것이다. 본 연구에서는 임시양보 차로 설치와 Two-Way Left-Turn Lanes (TWLTLs) 방식을 개선대안으로 적용하였다. 개선대안을 적용하기 위해서는 3개 차로(2차로+양보 및 대기차로)가 필요하며, 이를 만족시키는 도로의 최소폭원은 11 m이므로 보조간선도로급인 국도와 지방도를 적용대상으로 선정하였다. 개선 대안 비교를 위해 다양한 교통조건(직진 교통량, 반대차선교통량, 좌회전교통량)하에서 시뮬레이션을 분석을 수행한 결과 임시양보차로를 설치 한 경우(개선율 3.7%)에 비해 TWLTLs 방식(개선율 8.0%)이 더 좋게 나타났다. 이러한 결과를 볼 때 TWLTLs 방식을 적용한 방안이 더 효과 적이나 이 방식은 충분한 회전반경이 마련되지 않아 u-turn 시 반대차선의 차량과 상충이 발생할 수 있으므로 안전성 측면에서 많은 문제가 발생 할 것으로 예상된다. 따라서 이를 적용하기 위해서는 충분한 교육과 대응방안 수립 등 더 많은 검토가 필요할 것으로 사료된다.

**검색어** : 2차로 도로, 길어깨, 임시양보차로, TWLTLs, 시뮬레이션

## 1. 서론

도로는 전통적인 공공시설로 급증하는 자동차 수요에 대처하기 위해 일정부분 지속적으로 신설/확장 정책이 필요하므로 도로의 효율성을 극대화하여 유지관리비용을 줄이기 위해서는 장래의 교통상황도 고려할 수 있는 설계 기법이 필요하다.

일반적으로 교통량이 많은 2차로 도로에 대한 용량 개선 방안으로는 부가차로 활용 및 확장이 있으나 부가차로 활용보다는 확장 위주로 이루어지고 있다. 그러나 확장의 경우 예산 소요가 많은데 비해 그 효율성은 떨어지는 경우가 많았으며, 그 결과 교통량이 많지

\* 정희원 · 아주대학교 교통시스템공학과 교수 (keechoo@ajou.ac.kr)

\*\* 정희원 · 교신저자 · 아주대학교 교통연구센터 전임연구원 (Corresponding Author · Ajou Transportation Research Center · artmania@ajou.ac.kr)

Received January 16 2012, Revised May 3 2012, Accepted April 11 2013

않은 2차로 도로는 경제성 부족으로 확장이 용이하지 않은 현실이다.

또한 2차로 도로는 주로 저속차량 및 비신호교차로에서 대기하는 좌회전 차량으로 인해 용량이 감소하고 있다. 왜냐하면 추월구간이 충분하지 않고, 사고위험도 높아 저속차량 및 좌회전 차량을 추월하지 못하고 따라가거나 대기해야하기 때문이다.

이러한 점들을 개선하기 위해 2010년 2+1 도로에 대한 연구 결과를 기반으로 국토해양부는 2+1 도로의 설계기준을 마련하였다. 그러나 2+1 도로는 기존 2차로에 1차로를 추가한 3차로 도로로 양방향 교통량이 많은 경우에 적용이 용이한 방식이다. 즉, 교통량이 많지 않은 2차로 도로에 적용하기에는 효율성이 떨어질 수 있으며, 특히 비신호교차로가 많은 구간에서는 효과를 보기 어려우므로 이에 대한 개선방안 제시가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 길어깨를 활용하여 기존 2차로 도로의 확장 없이 이러한 문제를 해결하고자 하였다. 이를 위해 길어깨를 활용한 사례 조사를 기반으로 개선대안을 설정하고, 각 대안별 시뮬레이션 및 효과 분석을 통해 최적의 개선대안을 도출하는 것을 목적으로 하였다.

## 2. 2차로 도로 개선 사례 검토

### 2.1 국내 2차로 도로 개선

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2001)의 『도로용량편람』에서는 2차로 도로상에서 나타나는 지체차량 증가, 추월할 수 없는 상태, 서비스수준 저하, 위험한 추월행위 등 운행 및 안전상 발생하는 문제점은 2차로 도로를 4차로 이상의 도로로 확장하지 않더라도 운행에 대한 폭넓은 개선방안과 개량시설 설치를 통한 서비스수준의 개선으로 완화시킬 수 있으며, 그러한 방안은 다음과 같이 제시하고 있다.

- 추월시기 확보를 위한 선형 개량
- 좌회전차로 및 우회전차로 설치
- 진행방향 추월가능, 대향방향 추월금지차로 표시
- 교차로의 효율적인 처리
- 오르막차로 설치
- 턴아웃(turnout) 설치
- 양보차로 설치
- 짧은 4차로구간 설치

이 중 추월시기 확보 및 운영을 통한 개선방안을 제외하면 오르막차로, 턴아웃, 양보차로, 짧은 4차로구간 설치와 같이 추가 차로 확보를 통한 개선방안이 있으므로 이에 대하여 검토하였다.

오르막차로 설치는 상향경사의 도로에서 저속차량으로 인한 용량 감소를 해결하기 위해 오르막차로를 부가차로로 설치하는

방안으로 그 형태는 Fig. 1과 같다.

Fig. 2는 턴아웃(turnout)을 설치하는 방안이다. 턴아웃은 2차로 도로 한 쪽 차로에 짧은 구간으로 설치하여 저속 차량의 양보를 유도함으로써 본선 교통류의 정상적 흐름을 유지하기 위한 시설물로서 상향경사 및 하향경사, 평지 등 기하구조에 상관없이 설치할 수 있다는 장점이 있다.

턴아웃의 최소길이 L은 접근 속도에 따라 달라지는데 TRB (2010)의 『HCM 2010』에 의하면 턴아웃의 최소길이는 Table 1과 같다.

양보차로는 양방향 2차로의 추월금지 구간에서 자동차의 원활한 소통을 도모하고, 동시에 도로 안전성을 제고하기 위해 길어깨 쪽으로 설치하는 저속 자동차의 주행차로로서 그 설치조건은 다음과 같다.

- 교통량이 양방향 400 대/시 이상
- 중차량 혼입률 20%이상
- 추월가능구간 30%이하

양보차로는 도로 여건 및 경제성을 고려하여 결정하고, 교통량에 따라 양보차로의 길이를 조절하여 설치하는데 길이 및 간격은 Tables 2 and 3과 같다.

2차로 도로에서 차량군이나 저속차량의 방해물 제거하고, 안전

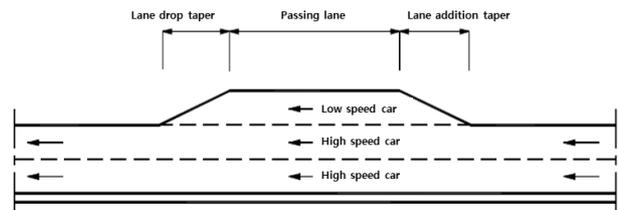


Fig. 1. View of a Typical Rising Road

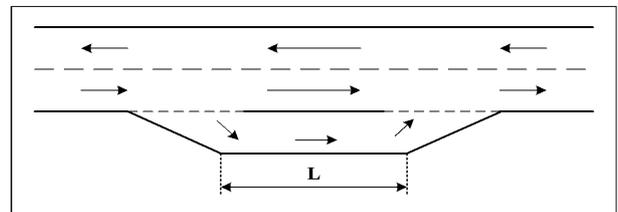


Fig. 2. Example of Turnout Installation

Table 1. Minimum Length of Turnout in 2-way Road

Approach Speed (kph)	> 30	> 40	> 50	> 60	> 70	> 80	> 90	> 100
Minimum Length (m)	60	60	65	85	105	135	170	185

**Table 2.** Length of Yield Road

Volume (pcph)	Length (m)
400 ~ 1,000	800 ~ 1,200
1,000 ~ 2,000	1,200 ~ 2,000
over 2,000	Road extension (4 lanes)

**Table 3.** Interval of Yield Road Installation

Classification	Interval (km)
The case of somewhat congestion caused by low-speed vehicle	16 ~ 24
The case of high traffic volume and hardly secured passing chance	5 ~ 8

한 추월구간을 제공하기 위해 짧은 4차로 구간을 설치하기도 한다. 특히 구릉지 또는 선형이 구불구불하거나 양방향의 종단이 급한 경사로 되어있는 곳에서 효과적으로 이용될 수 있다. 하지만 4차로 구간의 길이가 2.4 km 이상이 되면 운전자들은 도로가 기본적으로 2차로가 되어 있다는 인식을 잃어버리게 된다는 문제점이 있다.

**2.2 2+1 도로 사례**

유럽에서는 2차로도로의 용량을 개선하는데 주로 2+1 도로를 개선방안으로 이용하고 있다. 2+1 도로 도입으로 인해 양방향 2차로의 경우에 비해 통행속도가 약 2 km/h 정도 개선되었으며, 교통량이 많은 시간대에 통행속도 개선효과가 더욱 높은 것으로 나타났다. 또한 2+1 도로는 추월 차로 확보를 통해 추월로 인한 사고 위험도가 감소되어 교통사고 발생이 감소되었다. 유럽 국가별 2+1 도로 운영방식 및 효과는 다음과 같다.

Tadeusz (1998)는 폴란드는 길어깨를 활용하여 2차로 도로의 도로용량을 개선하고 있으며, 일평균교통량 (Average Daily Traffic, ADT)에 따라 도로의 재건설에 대한 기준이 다르게 적용하고 있다고 제시하였다. 그 기준을 검토한 결과 일평균교통량이 5,000대 이하이면 길어깨 설치를 통해 보행자, 자전거 등이 이용할 수 있도록 하였고, 8,000~10,000대인 경우 보행자, 자전거 등의 이용을 규제하는 대신 길어깨 대신 차로를 하나 더 설치하여 2+1 도로로 운영하고 있다.

Lee et. al. (2010)에서 독일의 경우에는 교통량이 많고 주행차로나 갓길의 차로폭이 넓은 양방향 2차로 도로구간을 대상으로 2+1 도로를 설치하여 현재 약 360 km의 2+1 도로 구간이 설치되어 있으며, 핀란드의 경우 약 48 km의 2+1차로가 건설되어있는 것으로 조사되었다.

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2010)의 『2+1차로 도로설계기준 개발』에 따르면 독일의 2+1도로의 일평균교통량은 15,000~25,000대가 관측되었고, 최대 일교통량은

**Table 4.** Operation Conditions and Effects of 2+1 Road

Country	Length (km)	Speed Limit (km/h)	Volume (vph)	Accident Rate Decrease
Germany	360	100	15,000 ~ 25,000	36%
Sweden	400	90-110	4,000 ~ 20,000	55%
Ireland	20	Local: 85-120 Urban: 30-80	17,250	NA
Finland	48	NA	14,000 ~ 20,000	22-46%
Denmark	24	80-90	7,000 ~ 14,000	10%

**Table 5.** Geometric Structure of 2+1 Road

Country	Length (m)		Passing Lane Length (km)	Median Strip Installation
	Merge	Diverge		
Germany	180	30-50	1.5	×
Sweden	300	100	0.35-1.55	○
Ireland	300	50	1.0~2.0	○
Finland	500	50	1.0~2.0	×
Denmark	200-300		1.0~1.4	×

36,000대로 나타났다. 핀란드의 경우 교통량이 많고 주행차로나 갓길의 차로폭이 넓은 양방향 2차로 도로구간을 대상으로 2+1 도로 설치를 계속적으로 확대시킬 계획이며, 관측교통량은 평일 14,000대/일, 주말 20,000~25,000대/일로 나타났다. 또한 2+1 도로 설치로 인한 사고감소효과는 독일이 36%, 핀란드가 22~46%로 나타났다.

Swedish Road Administration (2008)에 의하면 스웨덴은 현재 약 400 km 이상의 2+1 도로가 건설되어 있으며, 매년 200~250 km의 양방향 2차로 도로구간 중 교통량이 많고 주행차로나 갓길의 차로폭이 넓은 구간 위주로 2+1 도로를 건설한 계획이다. 또한 모든 2+1 도로에 반사식 도로안내표시가 설치된 방호울타리를 차로 전이구간에 설치하여 약 55%의 사고감소 효과를 얻은 것으로 분석되었다.

**2.3 TWLTLs 사례**

일반적인 접근관리기법 중 하나인 TWLTLs (Two-Way Left-Turn Lanes)은 양방향 좌회전차로이다. John R. Mclean (1989)는 TWLTLs는 주로 4차로 도로의 중앙에 적용하고 있으나 최근 3차로 도로에도 적용이 되고 있다고 언급하였고 그 형태는 Fig. 3과 같다.

TWLTLs를 적용한 이유는 좌회전차로가 없는 경우 좌회전 대기차량으로 인해 발생하는 효율성 및 안전성 저해 문제를 해결하기 위해서이며, 장점은 다음과 같다.

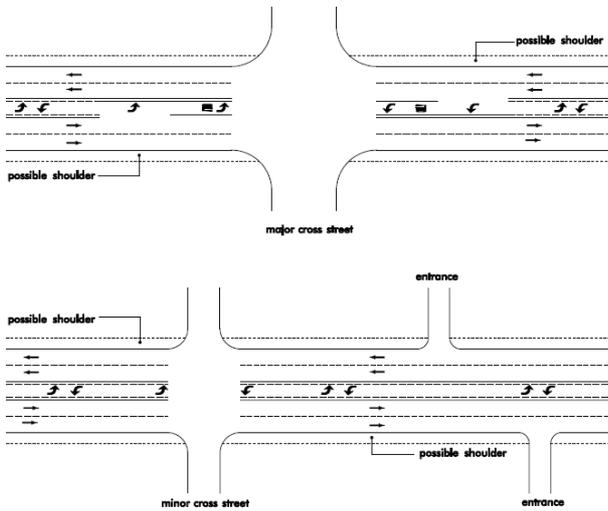


Fig. 3. View of a Typical TWLTLs Design

- 좌회전 차량의 대기로 인해 직진차로의 지체를 줄일 수 있고 추돌이나 측면충돌 사고를 줄일 수 있음
- 반대방향 교통류와의 공간적 분리를 하여 정면충돌을 줄일 수 있음
- 비상시 응급차량의 진행로로 이용할 수 있음

Iowa DOT (2004)는 3차로 도로에 최대 일평균교통량이 17,000대 이내이며, 갓길의 폭이 충분한 경우에 TWLTLs를 적용하나 효율적으로 적용하기 위한 몇 가지 제약조건이 있는데 그 내용은 다음과 같다.

- 대기 차량이 좌회전 교통류의 진입을 막을 정도로 밀접한 간격의 출입구와 교차로에서는 양방향 좌회전 차량이 안전하지 못할 수 있으므로 추가 여유 도로폭이 필요함
- 지방부에 설치될 경우 추월차선으로 잘못 사용될 수 있으므로 도시지역이나 교외지역에서만 설치함
- 직진 차량의 수는 2개 이하로 제한되어야 하며, TWLTLs를 설치하기 위해 길어깨를 제거하면 안됨
- 2개 차로에서 6,000대/일 이상일 때 설치하며, 4개 차로에서는 10,000 ~ 12,000대/일 이상일 때 설치함

FHWA (2008)는 Arkansas, California, Illinois, North Carolina 총 4개주를 대상으로 2차로 도로의 양방향 좌회전 실시 전후 비교를 통해 TWLTLs의 효과를 확인한 결과 신뢰수준 95%에서 분석한 결과 Table 6과 같이 추돌사고가 38.7% 감소하는 것으로 나타났다.

## 2.4 시사점 도출

국내외 모두 양보 및 추가차로 설치·운영을 통해 2차로 도로의

Table 6. TWLTLs Effects

Content	Total Accident	Injury Accident	Rear-ender Accident
Before	1,857.2	253.5	700.2
After	1,481	188	430
Decrease Rate	20.3%	26.1%	38.7%
Standard error	3.0	6.8	4.0

용량을 감소시키는 주요 원인인 저속차량 및 좌회전차량을 처리하고 있다. 이러한 방식을 적용하는데 가장 좋은 방안은 도로다이어트를 통해 2차로를 3차로로 만드는 것이나 국내 기준으로는 이를 적용하기 어려운 현실이다. 또한 해외에서 적용한 2+1 도로나 TWLTLs의 경우 갓길의 충분한 폭이 있을 경우에 적용하고 있으나 2차로 도로에서는 횡단구성상 갓길이 없으므로 이를 적용하기 어렵다.

따라서 갓길이 아닌 다른 공간을 활용하는 방안이 요구되며, 그 대안 중 하나는 길어깨를 활용하는 것이므로 길어깨를 활용한 개선 대안에 대하여 검토가 필요할 것으로 판단된다.

## 3. 개선 대안 설정

길어깨를 활용하기 위해서는 충분한 도로폭이 요구된다. Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2000)의 『도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙』에서 제시한 도로등급별 횡단구성을 검토한 결과 설계속도에 따라 2차로 도로의 횡단구성면의 표준은 Table 7과 같다.

『도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙』에서는 버스와 세미트레일러와 같은 대형차량을 설계차량으로 하고 있어 설계차량의 폭은 2.5m로 설정하고 있으며, 최소 측방여유폭도 0.5m를 적용하고 있기 때문에 추월이 가능하려면 최소 일방향의 도로폭은 6.0m가 요구된다. 이러한 국내 기준을 반영할 때 양보차로를 설치하기 위해서는 차로폭이 최소 9.0m가 요구되므로 개선 대안을 적용할

Table 7. Cross-sectional Composition of Road Types

Type	Design Speed (km/h)	Lane Width (m)	Median Strip	Shoulder (m)		Marginal Strip (m)
				Right	Left	
Freeway	100-120	3.5-3.6	3.0	3.0	1.0	0.5
National Road	60-80	3.25-3.5	1.5-2.0	2.0	0.75	0.5
Local Road	50-70	3.0-3.25		1.5	0.5	0.5
	50-60	3.0		1.25	0.5	0.25
	40-50	3.0		1.0	0.5	0.25

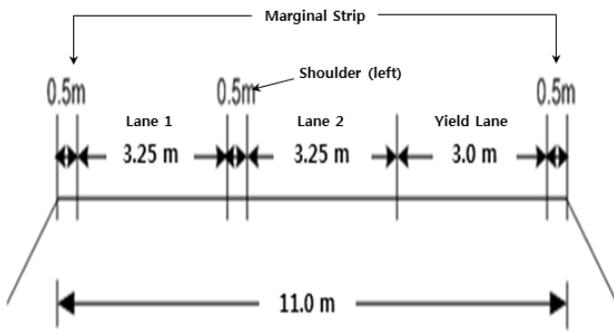


Fig. 4. Cross-sectional Composition on an Enhancement of a Road Functionality

수 있는 대상은 보조간선도로급에 해당하는 국도와 지방도가 가능한 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서는 보조간선도로급에 해당하는 국도와 지방도를 개선 대안의 적용대상으로 하였으며, Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2010)의 『2+1차로 도로설계기준』을 반영하여 도로폭은 측방여유폭 등을 고려하여 11.0 m를 기준으로 설정하였고, 세부 내용은 Fig. 4와 같다.

2차로 도로는 대기하는 좌회전차량으로 인해 직진 차량의 진행이 어려워 주로 용량이 감소하고 있다. 본 연구에서는 국내의 사례 조사에서 효과가 입증된 2+1 도로 및 TWLTLs를 적용하여 2차로 도로에 산재하여 있는 3지 비신호교차로를 대상으로 개선대안을 설정하였다.

3지 교차로에서는 좌회전 대기차량으로 인해 본선의 지체가 발생하므로 좌회전 대기차량과 관계없이 정상적으로 진행할 수 있는 방안이 요구된다. 일반적으로 좌회전베이를 설치하여 이러한 문제를 일부 해결할 수 있으나 이 경우 부도로에서의 좌회전 차량으로 인해 본선 직진 차량이 진행을 못하는 경우가 발생할 수 있으므로 이러한 문제도 동시에 해결하고자 다음의 개선대안을 제시하였다.

첫 번째 개선안은 2+1 도로의 경우와 같이 추월차로를 만들어 용량을 증대하는 방식을 응용하여 본 연구에서는 길어깨에 임시양보차로를 설치하는 것이다. 이 개선안은 본선 및 부도로의 좌회전 차량에 관계없이 진행할 수 있는 장점이 있으나 부도로의 차량과 본선의 차량의 상충이 다수 발생하는 단점이 있다.

두 번째 개선안 TWLTLs를 응용하여 좌회전이 아닌 유턴으로 처리하여 부도로의 좌회전 진출입을 제한하고 우회전 전용으로 운영하여 본선 소통을 개선하는 방안이다. 이 개선안은 우회전 전용 운영으로 인해 교차로에서의 상충은 감소되지만 11.0 m인 도로폭은 유턴을 위한 최소회전반경(12.0 m)을 만족시키지 못해 원활한 유턴이 힘들어 반대차선 교통량과 상충이 발생하는 단점이 있다.

Table 8. Alternatives on 3-legs Unsignalized Intersection

Alternative	View and Characteristic
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temporary yield lane</li> <li>- Passing intersection irrespective of left-turn vehicles</li> <li>- Merging left-turn vehicle of driveway after passing intersection</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Application of TWLTLs</li> <li>- Operated Right-turn only on driveway</li> <li>- Improvement of a delay at main road by u-turn</li> <li>- Concerned conflict due to insufficiency of a turning radius (12m) for u-turn</li> </ul>

#### 4. 개선대안 효과 분석

개선 대안을 실제 2차로 도로에 적용하기는 어려우므로 Transmodeler Tool을 이용한 시뮬레이션 분석을 통해 본 연구의 개선대안에 대하여 효과 분석을 실시하였다.

##### 4.1 시뮬레이션 분석 개요

###### 4.1.1 네트워크 및 기하구조 설정

본 연구에서는 지방부 2차로 도로의 독립 비신호교차로를 대상으로 하므로 네트워크의 길이는 500 m로 한정하여 분석하였다.

차로폭의 경우는 미시행시에는 이상적인 조건인 3.5 m로 설정하였으며, 개선안의 경우는 길어깨를 활용하여 차로를 증설해야하므로 차로폭을 3.25 m로 설정하여 전체 도로폭이 동일하도록 하였다.

시뮬레이션을 수행하기 위해서는 입력 자료로 네트워크와 교통량 자료가 필요하므로 도로등급에 따른 용량 및 속도를 설정하여야 한다. 이에 본 연구에서는 도로등급에 따른 용량 및 속도는 도로용량 편람을 참조하여 1,600 pcphpl, 자유속도 80 km/h, 제한속도 60 km/h를 적용하였다.

양보차로 및 유턴 구간의 길이는 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」의 좌회전차로 길이 산정방식을 적용하였으며, 그 식은 다음과 같다.

**Table 9.** Set-up of Simulation Network

Classification	Characteristic	Etc.
Main Road	- Two way road - Design speed 80 km/h	-
Temporary Yield Lane	- 1 Lane - Design speed 80 km/h	- Lane width : 3.25 m - Length : 65 m
U-turn Section	- 1 Lane - Design speed 80 km/h	- Lane width : 3.25 m - Length : 80 m

$$L = L_s + L_d = (\alpha \times N \times S) + (l - BT) \quad (1)$$

(단,  $L \geq 2.0 \times N \times S$ )

여기서,

$L$  : 좌회전 차로 길이      $L_s$  : 좌회전 대기차로 길이

$L_d$  : 감속을 위한 길이      $\alpha$  : 길이계수

$N$  : 좌회전 차량수      $S$  : 대기하는 자동차의 길이

$l$  : 감속길이      $BT$  : 차로테이퍼 길이

먼저 감속을 위한 길이는 감속길이에서 차로테이퍼의 길이를 감하면 되는데 2차로 도로의 제한속도 60 km/h를 기준으로 할 때 감속길이는 70 m, 차로테이퍼의 길이는 45 m(1:15)이므로 감속을 위한 길이는 25 m로 산정되었다. 좌회전 대기차로 길이의 경우 최대 좌회전 교통량이 50 대/시인 경우 1분에 1대 정도 들어오며, 승용차를 기준으로 하므로 좌회전 대기차로의 길이는 15 m로 산정되었다. 따라서 3지 비신호교차로 개선1안의 경우 가속을 위한 길이도 필요하므로 총 길이를 65 m (25 m + 15 m + 25 m)로 설정하였고, 그 외 유턴 구간의 경우는 80 m ((25 m + 15 m) × 2)로 적용하였다.

#### 4.1.2 시뮬레이션 시나리오

일반적으로 2차로 도로에서 12시간 교통량이 7,200대 이상일 때 확장을 실시하며, 이를 시간당 교통량으로 환산하면 600대 이상인 경우이다. 본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 분석 교통량을 500대/시를 최대값으로 적용하였다. 다양한 상황을 고려하기 위해 본선 교통량은 100대/시, 300대/시, 500대/시로 설정하였고, 좌회전 교통량은 본선 교통량의 10%인 10대/시, 30대/시, 50대/시를 적용하였다. 부도로의 교통량은 진출입 각 50대/시로 설정하여 2차로 도로의 본선 교통량이 600대/시를 초과하지 않도록 하였다.

또한 2차로도로의 경우 추월이 제한되므로 본선 교통량 외에 반대차선교통량의 영향을 많이 받기 때문에 이를 고려할 필요가 있다. 시뮬레이션 분석은 이러한 점을 반영하여 본선 교통량 3개 수준과 반대차선 교통량 3개 수준, 총 9개 상황에 대하여 2개의 개선대안에 각각 적용하여 분석하였다.

**Table 10.** Scenarios of Simulation

Main Road Volume (vph)	Reverse Lane Volume (vph)	left-turn Volume (vph)	Driveway Volume (vph)	Vehicle Composition
100	100	10	50	Car : 90% Bus : 10%
	300	30	50	
	500	50	50	
300	100	10	50	
	300	30	50	
	500	50	50	
500	100	10	50	
	300	30	50	
	500	50	50	

#### 4.1.3 효과 척도

2차로도로 서비스수준의 효과척도는 통행하는 차량군 중 차량이 평균적으로 지체하는 비율인 총 지체율을 적용하고 있으나 이 지표는 시뮬레이션 분석에서 도출할 수 없는 문제가 있다. 그러나 총 지체율은 다른 의미로 서행차량 및 대기차량으로 인해 발생하는 혼잡으로 볼 수 있으므로 총 지체율이 높을수록 속도가 감소하게 된다. 즉, 개선 대안의 효과가 있다면 분석 구간의 속도가 증가하게 되며, 이는 총 지체율이 개선되는 것을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 분석 구간의 평균속도를 개선 대안을 평가하는 효과척도로 설정하였다.

#### 4.2 시뮬레이션 분석 결과

3지 비신호교차로에 대한 시뮬레이션 분석 결과는 Table 11과 같다. 개선대안을 적용하지 않은 미시행시의 평균속도는 38.1 km/h로 나타난 반면 개선1안은 39.5 km/h, 개선2안은 41.1 km/h로 각각 3.7%, 8.0%의 개선율이 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 개선1안보다 2안이 좀 더 좋은 것으로 나타났다.

각 상황별 분석 결과를 보면 미시행 시는 본선 및 반대차선교통량이 증가할수록 평균속도는 감소하는 것으로 나타났으며, 동일한 수준에서는 좌회전 교통량이 증가할수록 속도가 감소하는 것으로 나타났다. 개선1안의 경우는 교통량이 증가할수록 개선효과가 점점 크게 나타났으나 본선 교통량 500대/시를 기준으로 할 때 반대차선 교통량이 300대/시 이상인 경우를 제외하고는 5% 미만의 개선효과를 보였다. 개선2안의 경우는 부도로의 좌회전 차량을 유턴으로 처리하기 때문에 부도로 좌회전 차량의 영향이 최소화 되어 개선 효과는 1인에 비해 크게 나타났고, 전체적으로 5% 이상의 개선율을 보이며, 전체적으로 반대차선교통량이 적을 때 그 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 반면 본선 교통량이 500대/시인 경우에는 반대차선교통량이 증가할수록 개선효과가 증가되는 것으로 나타났으나

**Table 11.** Result of Simulation Analysis about Alternatives

Main Road Volume (vph)	Reverse Lane Volume (vph)	left-turn Volume (vph)	Before Average Speed (km/h)	Alternative 1		Alternative 2	
				Average Speed (km/h)	Improvement Rate (%)	Average Speed (km/h)	Improvement Rate (%)
100	100	10	39	40	2.6	42.2	8.2
	300	10	39	39.5	1.3	41.2	5.6
	500	10	37.9	39.3	3.7	39.8	5.0
300	100	30	38.5	40	3.9	41.9	8.8
	300	30	38.3	39.4	2.9	41	7.0
	500	30	37.8	38.8	2.6	40.4	6.9
500	100	50	38.3	39.6	3.4	41.9	9.4
	300	50	37.4	39.6	5.9	41.2	10.2
	500	50	36.6	39.2	7.1	40.4	10.4
Average			38.1	39.5	3.7	41.1	8.0

이는 상대적인 개선비를 때문이며, 절대적인 수치는 3.6 km/h와 3.8 km/h 정도 개선되어 큰 차이가 나지 않는 것으로 나타났다.

### 5. 결론

국내 2차로 도로의 경우 교통량이 많지 않고 그 결과 경제성이 부족하여 확장 등이 용이하지 않은 현실이며, 2차로 도로의 용량의 감소는 저속차량 및 회전차량 때문에 주로 발생하고 있다. 본 연구는 길어깨 활용을 통해 2차로 도로의 이러한 문제를 해결하고자 하였으며, 길어깨 활용 사례 조사를 기반으로 개선대안을 제시하고, 각 대안별 시뮬레이션 분석을 통해 대안별 효과를 검토하였다.

개선대안의 효과분석 결과 미시행 시(38.1 km/h)에 비해 개선 1안은 3.7%(39.5 km/h), 개선2안은 8.0%(41.1 km/h)의 개선율을 보여 개선1안보다 2안이 좀 더 좋은 것으로 나타나 TWLTLs 방식을 접목한 개선2안이 더 좋은 것으로 판단된다.

개선1안의 경우는 교통량이 증가할수록 개선효과가 점점 크게 나타났으나 본선 교통량 500대/시를 기준으로 할 때 반대차선교통량이 300대/시 이상인 경우를 제외하고는 5% 미만의 개선효과를 보였다.

개선2안의 경우는 부도로의 좌회전 차량을 유턴으로 처리하기 때문에 부도로 좌회전 차량의 영향이 최소화 되어 개선 효과는 1안에 비해 크게 나타났고, 전체적으로 5% 이상의 개선율을 보이며, 전체적으로 반대차선교통량이 적을 때 그 효과가 더 크게 나타났다. 반면 본선 교통량이 500대/시인 경우에는 개선방안에 따른 개선정도는 크지 않은 것으로 나타났다.

그러나 개선2안인 TWLTLs은 2+1도로의 추월차로를 좌회전 공간으로 활용하는 개념이므로 이를 그대로 적용할 경우에는 운전자의 통행경로에 큰 변화가 없으나 국내 실정에 적합하도록 유턴방

식으로 변화할 경우에는 경로변화를 발생시키는 문제가 있다. 이를 별다른 교육 없이 국내에 도입할 경우 교통량이 많지 않은 경우에 불법 좌회전으로 인한 중앙선 침범 및 사고발생이 우려되므로 이에 대한 검토가 필요하다. 따라서 2차로도로의 비신호교차로 개선은 정량적 효과 외에 국내 운전자들의 통행행태를 반영하여 이루어질 필요가 있다.

그러나 본 연구는 특정상황을 설정하여 분석하였기 때문에 한계가 있으며, 회전교차로 등 더 많은 개선방안에 대한 분석을 토대로 설정될 필요가 있다고 판단된다. 또한 실제 상황에서는 u-turn을 한 번에 못하지만 시뮬레이션 분석에서는 이러한 부분을 제대로 반영 못하는 한계가 있으며, 현장 검증을 수행하지 못한 상황이므로 본 연구의 결과와 실제 상황과 차이가 발생할 수 있는 우려가 있다. 따라서 향후 본 연구의 결과를 참조하여 일부 지점에 시험 적용한 후 최종 개선대안을 선정할 필요가 있다고 판단된다.

### 감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2010-0029446).

### References

FHWA. (2008). *Safety evaluation of center two-way left-turn lanes on two-lane roads*, USA.  
 Iowa DOT. (2004). *Design manual*, USA.  
 John R. Mclean. (1989). *Two-lane highway traffic operations (theory and practice)*, Gordon & Breach Publishing Group, USA.  
 Lee, D. K., Chae, C. D., Cho, H. S. and Jeong, J. H. (2010). "Estimation of optimal traffic volume for 2+1 roads based domestic two-lane"

- highway conditions in highway planning aspects.” *62th Korean Society of Transportation Conference*, Korean Society of Transportation, Seoul, pp. ii-421-426 (in Korean).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2000). *Guideline for criteria on highway structure and facility*.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2001). *Korea highway capacity manual*.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2010). *2+1 lane road design manual*.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2010). *Development of 2+1 lane road design criteria*, Korea Institute of Construction Technology (in Korean).
- Swedish Road Administration. (2008). *2 plus 1 roads in sweden*, Sweden.
- Tadeusz Sandecki. (1998). “Innovative approaches to highway geometric design in poland.” *Transportation Research Circular*, Issue E-C003, pp. 4:1-7.
- TRB. (2010). *Highway capacity manual 2010*, USA.