

# 고속도로 공사구간 완화구간 길이 산정 방안

## The Method to Estimate the Length of Transition Area at the Construction Area in the Freeway

박재노

(아주대학교, 건설교통공학과, 석사과정,  
pjn7881@empal.com)

오영태

(아주대학교, 환경건설교통공학부, 교수,  
ytoh@ajou.ac.kr)

### 목 차

#### I. 서론

1. 연구배경 및 목적
2. 연구내용 및 방법

#### II. 이론적 고찰

1. 고속도로 공사구간의 개요
2. 기존 연구 검토

#### III. 연구 방법론

1. 분석대상
2. 분석방법론

#### IV. 자료 분석 결과

1. 자료 분석
2. 결과

#### V. 결론 및 향후 연구과제

참고문헌

## I. 서론

### 1. 연구배경 및 목적

국가 산업의 대동맥인 고속도로는 1968년 12월 서울~인천 간 고속도가 개통된 이후 날로 급증하는 교통수요에 대비하고 21세기 변화하는 국민의 욕구에 부응하기 위하여 연차적으로 공사를 시행하여 민자 고속도로인 인천국제공항선, 논산~천안선, 부산~대구선, 서울외곽순환고속도로(일부구간) 등을 포함하여 2006년 9월 현재 24개 노선 3,078km에 이르고 있다.

이와 더불어, 최근 도로의 유지관리 개념의 중요성이 대두되면서 도로 자재의 유지보수 관련 작업이 잦아지고, 도로선형개량 공사, 안전시설물 교체 공사 등과 같은 공공시설의 설치 작업이 빈번하게 발생하고 있다. 이로 인한 공사구간에서의 차로 폐쇄로 교통처리 용량이 저하되어 교통 혼잡이 야기될 뿐만 아니라 차로변경, 통행속도 감소 등으로 인한 도로 서비스 수준이 떨어지며, 운전자와 공사를 시행하는 작업자

들의 안전상의 문제점도 나타나게 된다.

이에 본 연구에서는 고속도로 상에서의 확포장 및 유지보수 공사 시 실제 차로가 폐쇄되는 완화구간<sup>1)</sup>의 길이 변화가 어떠한 영향을 미치는지를 파악하고자 시뮬레이터를 이용하여 보다 효율적인 교통소통을 꾀하고 도로 이용자들의 불편을 최소화하며 궁극적으로는 새로운 고속도로 공사구간 완화구간 길이를 제시하는 것을 그 목적으로 삼았다.

### 2. 연구내용 및 방법

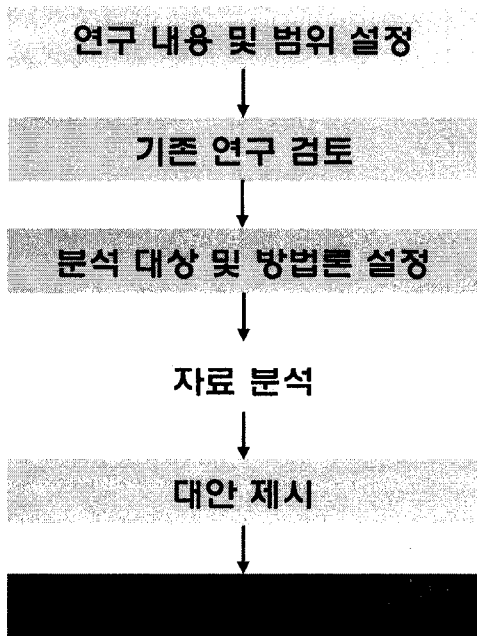
본 연구는 고속도로 공사 시 차로폐쇄가 실제 이루어지는 완화구간의 길이 변화가 교통소통 상태에 어떠한 영향을 미치는지를 파악하여 새로운 완화구간 길이를 제시하고자 하는 연구로서, 우선 공사구간에 대해 이해하는 것이 가장 선결해야 할 사항이다.

1) 완화구간: 공사구간의 일부분으로서, 교통흐름의 변화(차로변화, 정지 등)를 요하는 구간

따라서, 기존 고속도로 공사구간에 관한 연구들을 살펴보고 이론적 고찰을 수행하였으며 현재 우리나라 고속도로에서 진행 및 계획되어 있는 공사구간에 대해 살펴보았다.

앞서 고찰한 내용을 바탕으로 우리나라 고속도로 중 실제 공사가 이루어지고 있는 구간을 대상구간으로 선정하고 이를 시뮬레이터를 이용한 정량적 분석 방법을 통하여 고속도로 공사구간 완화구간 길이의 현재 기준과 여러 대안들을 비교/분석하였다.

위의 내용에 따라 본 연구는 <그림 1>과 같은 절차로 수행하였다.



<그림 1> 연구 수행 과정

## II. 이론적 고찰

### 1. 고속도로 공사구간의 개요

#### 1) 고속도로 공사구간의 정의

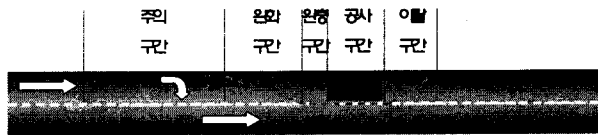
고속도로의 경우 한국도로공사가 작업장 교통안전 관리를 위해 자체 지침을 수립하여 시행 중에 있으며, 그 지침<sup>2)</sup>에서 정의하기를 다음과 같다.

- 주의 구간: 교통제한 실시로 인한 1차 예고 표지 설치 지점부터 교통흐름을 변화시키고자 하는 시점까지의 구간
- 완화 구간: 교통흐름의 변화(차로 변경, 정

지 등)을 요하는 구간

- 완충 구간: 변화 완료지점부터 실제 공사가 이루어지고 있는 구간까지 작업차량의 안전을 위한 구간으로서 최소 50m 이상을 확보한다
- 공사 구간: 실 공사 구간
- 공사 이탈 구간: 공사구간을 지나서 원래 차로로 복귀하는 구간

또한, 고속도로 공사시 교통소통과 안전을 증진하고자 고속도로 차로별, 도로 폐쇄 조건별 등으로 구분하여 공사장 교통관리 예시도를 작성하여 안전한 고속도로를 운영하고자 하고 있다.



<그림 2> 고속도로 공사구간의 예시도

2) 고속도로 공사구간 완화구간 길이 기준  
건설교통부와 한국도로공사에서 정한 기준에 의하면, 국내 고속도로 공사시 1개 차로 폐쇄의 경우 차로수와는 상관없이 완화구간의 길이는 모두 200m를 확보하도록 하였으며, 이와 더불어 완충 구간은 50m로 동일하게 적용하고 있다.

<표 1> 국내 고속도로 공사구간 완화구간 길이 기준

편도 차로수		기준 길이(m)	
정상 차로	폐쇄 차로	완화 구간	완충 구간
2	1	200	50
3	1	200	50
4	1	200	50

자료: 건설교통부, 도로 공사장 교통관리지침, 1996

한국도로공사, 고속도로 공사장 교통관리기준, 2003

2) 자료: 고속도로 공사장 교통관리기준, 2003, 한국도로공사, 4p

## 2. 기존 연구 검토

도로 공사중의 교통류 특성분석과 적용성에 관한 연구(이주호, 2002) : FREESIM을 이용하여 공사중의 용량을 점유구간길이와 유입교통량 변화에 따라 분석하였다.

고속도로 공사구간에서 발생하는 교통사고 특성에 관한 연구(박민철, 2006) : 고속도로 공사구간 내에서 발생한 교통사고 자료를 이용하여 사고 원인, 사고 유형 등의 특성 분석을 수행하였다.

마지막으로 돌발 상황으로 인한 차로감소구간의 용량감소를 관측(정해훈, 2006) : 도시고속도로의 공사, 고장차량 등으로 인한 돌발 상황으로 차로 감소구간의 교통류의 특성을 조사하였다.

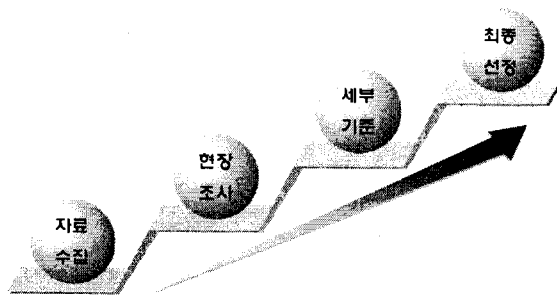
이상의 기존 연구를 살펴본 결과 연속류에서의 차로 감소로 인한 용량 변화에 관한 연구 및 공사구간에서 발생하는 교통사고에 관한 연구에 그치는 한계성을 보였다.

## III. 분석대상 및 방법론

### 1. 분석대상

우리나라 고속도로의 관리기관인 한국도로공사 및 도로교통기술원 등을 방문하여 국내 고속도로 공사구간 현황 자료를 수집하였으며, 이를 바탕으로 현장조사를 통하여 실제 공사가 진행되고 있는 구간을 1차 분석대상 구간으로 선정하였다.

선정된 1차 분석대상 구간 중 고속도로 기본구간, 교통수요가 많아 상습 정체 구간 등의 세부기준으로 최종 대상 구간을 선정하였다.



<그림 3> 최종 대상 구간 선정 흐름

### 2. 분석방법론

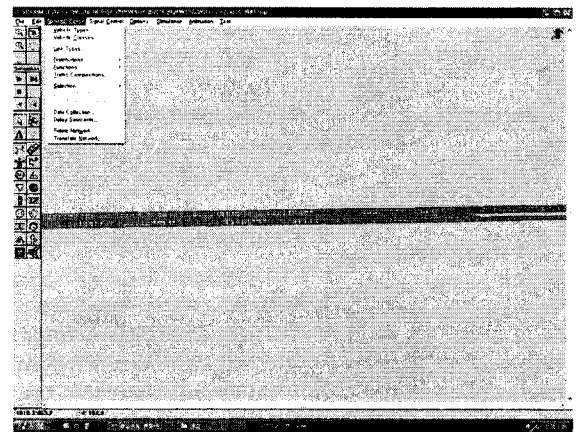
#### 1) 시뮬레이터 개요

앞서 분석 대상 구간을 선정하고 이를 분석하기 위하여 시뮬레이션 프로그램으로는 VISSIM을 이용하였다.

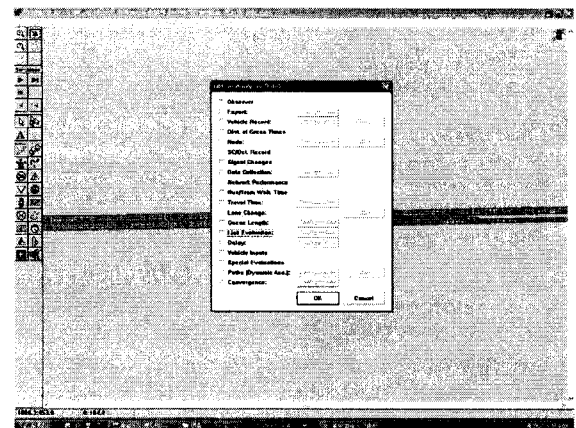
VISSIM 프로그램은 행태기반 미시적 모의 실험 모형으로써 교통류를 표현하는 traffic simulator (차량추종모형, 차로변경모형)와 signal state generator로 구성되어 있고, 내부 모형으로 차량길이, 최대속도 등의 운전자 특성 및 차량 특성을 반영하며 Wiedemann(1974,1999)에 의해 개발된 Psycho-physical 추종행태 모형과 강제차로변경 모형 등이 적용되어 교통공학 분야에 널리 쓰이고 있다.

프로그램의 실행을 위해서는 각종 입력 자료 (기하 구조, 교통량, 차종 구성 등)가 요구되며, 프로그램 사용자들 선택적으로 결과 자료(통행속도, 차량 정보, 링크 평가 등)를 도출할 수 있다.

프로그램 주요 화면은 다음의 <그림 5, 6>과 같다.



<그림 4> VISSIM 입력 화면 구성



<그림 5> VISSIM 결과 화면 구성

## 2) 분석방법

앞서 설명한 분석대상 구간에서 선정된 구간은 실제 공사가 이루어지고 있는 경부고속도로 판교 IC~서울요금소(약 5km) 구간이다. 이 구간 내에는 차량 진/출입로가 없는 기본구간이며, 교통수요가 많아 상습 정체 구간이기도 하다.

이 구간의 기하구조를 시뮬레이터 상에 입력한 후(차로폭, 구배, 선형 등은 이상적인 조건으로 구성하였음) 이곳의 교통량 자료를 활용하여 차종구성비를 도출하여 입력 자료로 활용하였다. (승용: 73%, 승합(버스): 13%, 화물: 14%)

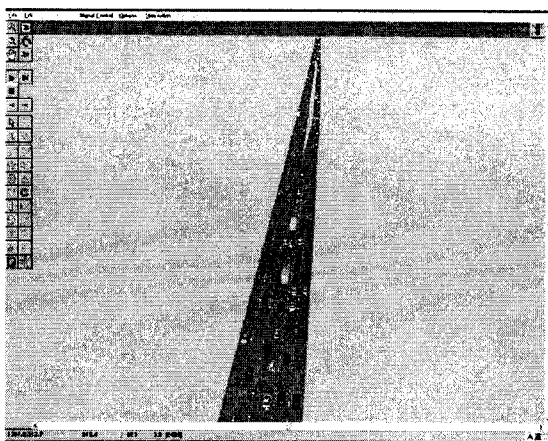
결과 자료로는 고속도로 기본구간의 효과적도인 밀도 추가로 통행속도, 통과 교통량을 선택하여 분석하였다.

입력 자료 등을 입력하여 시뮬레이션 구간을 표현한 후, 완화구간 길이를 최소 100m에서 500m까지 50m 간격으로 변화시키며 분석하였으며, 현재의 기준과 비교하여 최상의 MOE를 도출하는 값을 대안으로 제시하고자 한다.

분석방법을 정리하면 다음과 같다.

<표 2> 분석 방법

분석 시나리오	입력 자료	결과 자료
2→1 <sup>3)</sup>	교통량(V/C=1) 차로폭 구배 차종구성비 등	밀도 통행 속도 통과 교통량
3→2		
4→3		



<그림 6> 시뮬레이션 분석화면

3) 2→1: 편도 2차로 고속도로에서 1차로 1개 차로 폐쇄를 의미함

## IV. 자료분석 및 결과

앞 장에서 설명한 바와 같이 시뮬레이터를 이용하여 기하구조(차로수, 대상 구간 길이 등) 및 입력 자료(교통량, 차종 구성비 등) 등을 입력하였으며, 시뮬레이션 시간은 3,600초로 동일하게 분석하였고 완화구간 길이에 따라 시뮬레이터 상에 Random Seed 값을 달리하여 각각 5회씩 분석하였다.

시뮬레이션을 통한 산출물인 결과 자료는 앞서 설명한 바와 같이 밀도, 통행속도, 통과 교통량 이상 3가지를 효과적도로 삼아 비교하여 최적의 결과를 제시하고자 한다.

### 1. 자료분석

#### 1) 2→1차로 폐쇄

다음은 편도 2차로 고속도로에서 중앙분리대 부근 1차로가 폐쇄 되었을 경우이다.

앞서 설명한 바와 같이, 밀도, 통행속도, 통과 교통량 이상 3가지를 효과적도로 삼아 자료 분석하고자 한다.

#### (1) 밀도

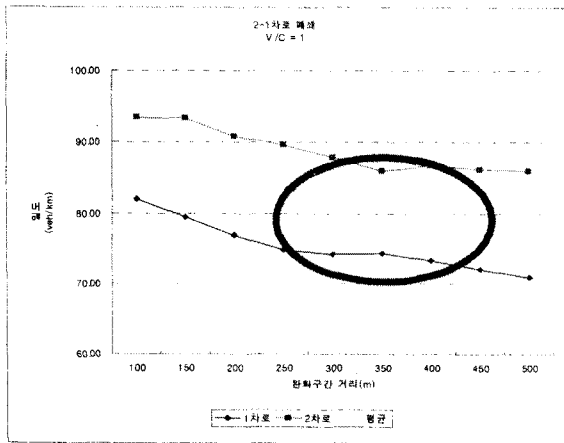
밀도의 경우, 현 기준인 200m 보다는 완화구간 길이가 길어질수록 밀도 값이 양호한 것으로 나타났으며, 350m 지점 이후로는 값의 변화가 둔해지는 것으로 분석됐다.

<표 3> 2→1차로 폐쇄시 밀도

(단위: veh/km)

길이 <sup>4)</sup>	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m	450 m	500 m
	차로								
1차로	81.98	79.42	76.88	74.81	74.20	74.34	73.39	72.11	70.93
2차로	93.37	93.30	90.79	89.64	87.79	85.95	86.66	86.13	85.96
평균	87.67	86.36	83.83	82.22	81.00	80.14	80.03	79.12	78.45

4) 길이: 완화구간의 길이



<그림 7> 2→1차로 폐쇄시 밀도

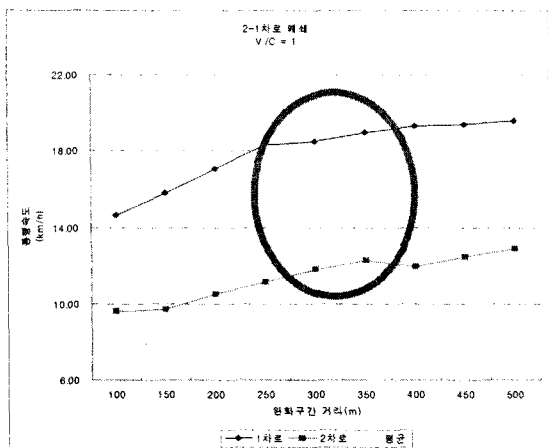
(2) 통행속도

통행속도의 경우, 현 기준인 200m 보다는 완화구간 길이가 길어질수록 통행속도의 값이 양호한 것으로 나타났으며, 300m 지점 이후로는 값의 변화가 둔해지는 것으로 분석 됐다.

<표 4> 2→1차로 폐쇄시 통행속도

(단위: km/h)

길이 \ 차로	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m	450 m	500 m
	1차로	14.65	15.80	17.06	18.28	18.49	18.95	19.28	19.37
2차로	9.59	9.71	10.53	11.11	11.79	12.28	11.92	12.45	12.87
평균	12.12	12.75	13.79	14.69	15.14	15.61	15.60	15.91	16.21



<그림 8> 2→1차로 폐쇄시 통행속도

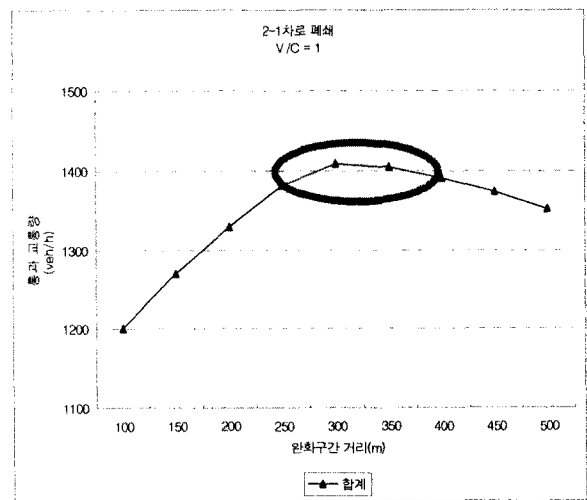
(3) 통과 교통량

통과 교통량의 경우, 현 기준인 200m 보다는 300 ~ 350m 지점에서 최대의 통과 교통량 값이 나타났으며, 350m 이후로는 값이 떨어지는 것으로 분석 되었다.

<표 5> 2→1차로 폐쇄시 통과 교통량

(단위: veh/h)

길이	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m	450 m	500 m
통과 교통량	1,201	1,270	1,328	1,381	1,409	1,404	1,391	1,374	1,351



<그림 9> 2→1차로 폐쇄시 통과 교통량

2) 3→1차로 폐쇄

다음은 편도 3차로 고속도로에서 중앙분리대 부근 1차로가 폐쇄 되었을 경우이다.

앞서 설명한 바와 같이 밀도, 통행속도, 통과 교통량 이상 3가지를 효과적으로 삼아 자료 분석하고자 한다.

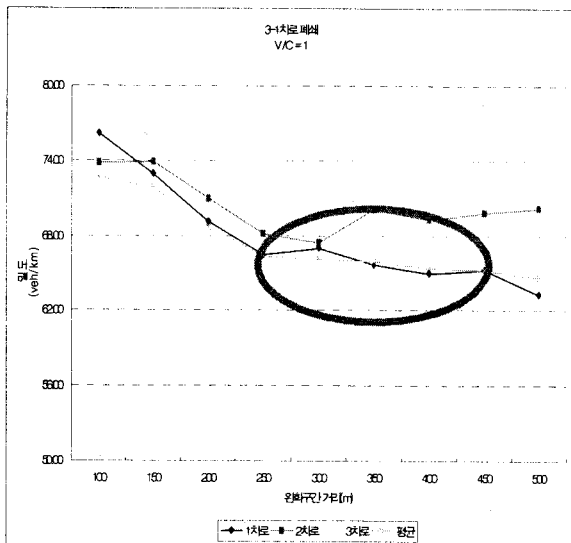
(1) 밀도

밀도의 경우, 현 기준인 200m 보다는 완화구간 길이가 길어질수록 밀도 값이 양호해지는 것을 볼 수 있으며, 250m 지점 이후로는 값의 변화가 둔해지는 것으로 분석됐다.

<표 6> 3→1차로 폐쇄시 밀도

(단위: veh/km)

길이 차로	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m	450 m	500 m
1차로	76.19	72.93	69.15	66.50	67.03	65.70	64.96	65.27	63.23
2차로	73.82	73.91	71.04	68.19	67.44	70.10	69.33	69.82	70.17
3차로	68.10	68.91	66.01	64.36	63.76	61.92	61.94	60.64	60.44
평균	72.70	71.92	68.73	66.35	66.08	65.91	65.41	65.24	64.61



<그림 10> 3→1차로 폐쇄시 밀도

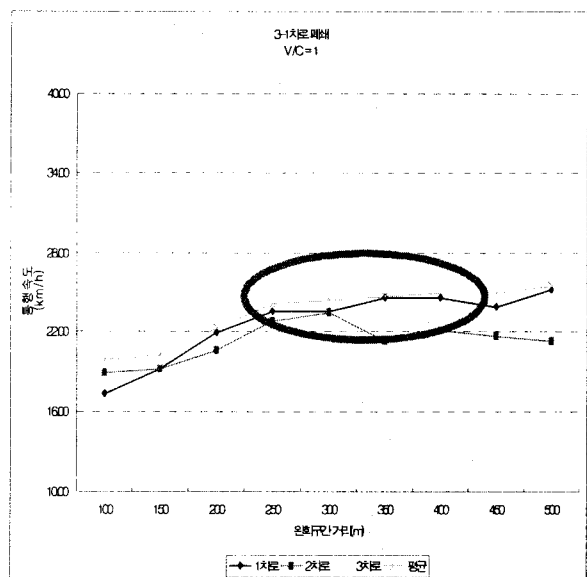
(2) 통행속도

통행속도의 경우, 현 기준인 200m 보다는 완화구간 길이가 길어질수록 통행속도의 값이 양호해지는 것을 볼 수 있으며, 250m 지점 이후로는 값의 변화가 상당히 둔해지는 것으로 분석 됐다.

<표 7> 3→1차로 폐쇄시 통행속도

(단위: km/h)

길이 차로	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m	450 m	500 m
1차로	17.26	19.17	21.95	23.54	23.53	24.62	24.58	23.89	25.18
2차로	18.95	19.17	20.60	22.82	23.41	21.35	22.08	21.63	21.32
3차로	23.37	22.43	24.44	26.10	26.42	27.99	28.27	29.39	29.84
평균	19.86	20.26	22.33	24.15	24.46	24.65	24.97	24.97	25.45



<그림 11> 3→1차로 폐쇄시 통행속도

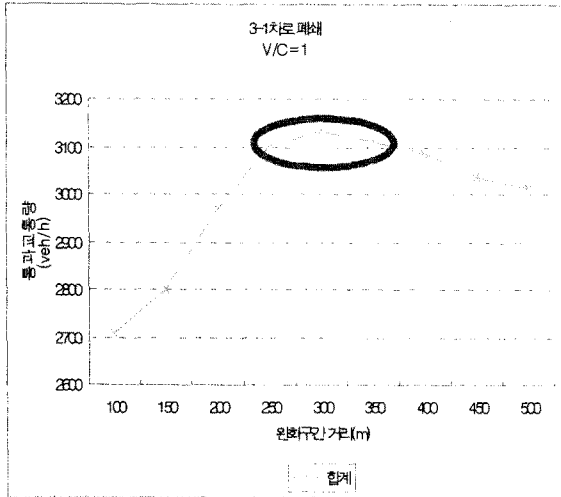
(3) 통과 교통량

통과 교통량의 경우, 현 기준인 200m 보다는 250 ~ 350m 지점에서 최대의 통과 교통량 값이 나타났으며, 300m 이후로는 값이 떨어지는 것으로 분석 되었다.

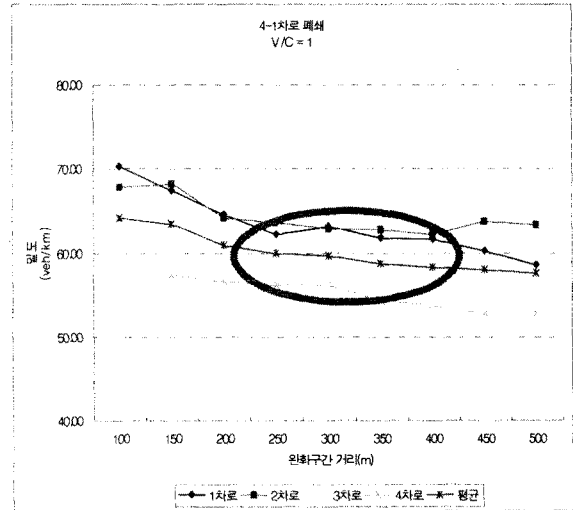
<표 8> 3→1차로 폐쇄시 통과 교통량

(단위: veh/h)

길이	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m	450 m	500 m
통과 교통 량	2,706	2,801	2,966	3,102	3,132	3,112	3,085	3,036	3,012



<그림 12> 3→1차로 폐쇄시 통과 교통량



<그림 13> 4→1차로 폐쇄시 밀도

### 3) 4→1차로 폐쇄

다음은 편도 4차로 고속도로에서 중앙분리대 부근 1차로가 폐쇄 되었을 경우이다.

앞서 설명한 바와 같이, 밀도, 통행속도, 통과 교통량 이상 3가지를 효과적으로 삼아 자료 분석하고자 한다.

#### (1) 밀도

밀도의 경우, 현 기준인 200m 보다는 완화구간 길이가 길어질수록 밀도 값이 양호해지는 것을 볼 수 있으며, 3→1차로 폐쇄시와 마찬가지로 250m 지점 이후로는 값의 변화가 둔해지는 것으로 분석됐다.

<표 9> 4→1차로 폐쇄시 밀도

(단위: veh/km)

길이 \ 차로	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m	450 m	500 m
1차로	70.30	67.41	64.55	62.12	63.11	61.72	61.68	60.21	58.57
2차로	67.83	68.16	64.08	63.60	62.82	62.76	62.22	63.75	63.34
3차로	61.08	60.67	58.64	57.55	56.53	55.97	55.50	55.21	55.74
4차로	57.27	57.24	56.56	56.17	56.16	54.30	53.79	52.78	52.76
평균	64.12	63.37	60.96	59.86	59.66	58.69	58.30	57.99	57.60

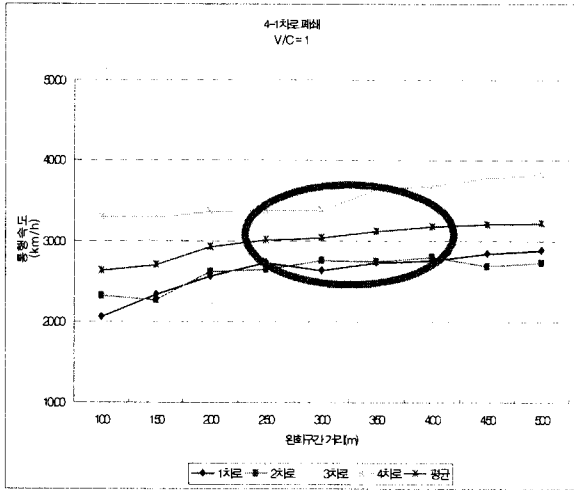
#### (2) 통행속도

통행속도의 경우, 현 기준인 200m 보다는 완화구간 길이가 길어질수록 통행속도의 값이 양호해지는 것을 볼 수 있으며, 3→1차로 폐쇄시와 마찬가지로 250m 지점 이후로는 값의 변화가 상당히 둔해지는 것으로 분석 됐다.

<표 10> 4→1차로 폐쇄시 통행속도

(단위: km/h)

길이 \ 차로	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m	450 m	500 m
1차로	20.59	23.35	25.60	27.29	26.26	27.30	27.49	28.35	28.81
2차로	23.17	22.68	26.12	26.46	27.54	27.35	28.03	26.83	27.27
3차로	28.69	28.85	31.49	32.52	33.72	33.99	34.48	35.05	34.51
4차로	32.87	32.89	33.52	33.76	33.77	36.38	36.81	37.79	38.24
평균	26.33	26.94	29.18	30.01	30.32	31.25	31.70	32.00	32.21



<그림 14> 4→1차로 폐쇄시 통행속도

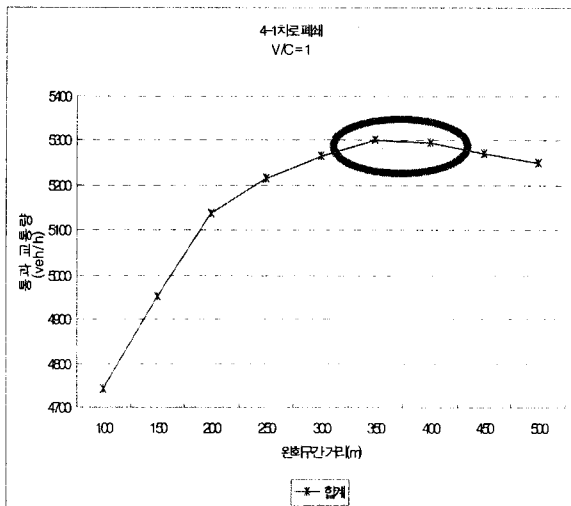
(3) 통과 교통량

통과 교통량의 경우, 현 기준인 200m 보다는 350 ~ 400m 지점에서 최대의 통과 교통량 값이 나타났으며, 350m 이후로는 값이 떨어지는 것으로 분석 되었다.

<표 11> 4→1차로 폐쇄시 통과 교통량

(단위: veh/h)

길이	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m	450 m	500 m
통과 교통량	4,741	4,950	5,138	5,213	5,265	5,300	5,297	5,270	5,250



<그림 15> 4→1차로 폐쇄시 통과 교통량

2. 결과

종합적으로 살펴 볼때, 각 차로별로 약간의 차이는 보이나 대체로 비슷한 패턴의 결과가 도출되었다.

밀도의 경우, 완화구간 길이의 기준 값인 200m 보다는 길어질수록 좋은 것으로 나타났으며, 또한 일정수준에 접근하면 값의 변화가 둔해지는 것으로 나타났다.

통행속도의 경우도 완화구간 길이의 기준 값인 200m 보다는 길어질수록 좋은 것으로 나타났으며, 이 역시 일정수준에 접근하면 값의 변화가 둔해지는 것으로 나타났다.

통과 교통량의 경우 또한 완화구간 길이의 기준 값인 200m 보다는 길어질수록 좋은 것으로 나타났으며, 일정수준을 넘어서면 오히려 값이 떨어지는 것으로 나타났다.

따라서, 3가지의 효과척도를 고려해 볼때, 다음과 같은 새로운 고속도로 완화구간 길이를 제시하고자 한다.

<표 12> 차로 폐쇄 조건별 결과

차로 폐쇄 조건	결과 값(m)	추천 값(m)
2→1	250 ~ 350	300
3→1	250 ~ 350	300
4→1	350 ~ 400	350

V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 날로 늘어가는 고속도로 확·포장 및 유지보수 공사로 인한 차로 폐쇄시 완화구간 길이에 따른 영향 분석에 관한 연구를 수행하였다. 각 차로 폐쇄 조건별로 완화구간 길이를 100 ~ 500m까지 달리하며 분석하고 이를 평가하였다.

또한, 분석 대상 구간을 선정하여 가장 실제 상황과 동일한 조건을 시뮬레이터로 표현하여 이를 시뮬레이션 하였으며, 자료의 신뢰성을 높이기 위해 많은 노력을 기울였다.

이러한 일련의 과정을 거쳐 다음과 결론에 도달하였다.



1. 현재 고속도로 공사시 운영되고 있는 완화 구간 길이(200m) 보다는 완화구간을 다소 길게 설정하는 것이 도로 소통상태에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

2. 고속도로별로 다양한 편도 차로수에 따라 동일한 완화구간 길이로 공사구간을 운영하는 것보다는 편도 차로수별로 다소 다르게 폐쇄하여 운영하는 것이 우수하다는 결과를 도출하였다.

하지만, 본 연구의 결과를 실제 현장에 적용하기에는 무리가 따를 것이다. 아무리 우수한 시뮬레이터라도 실제 도로환경에서 겪는 사람의 심리상태, 반응상태 등을 그대로 반영할 수는 없기 때문일 것이다.

또한, 차로 폐쇄 조건 등을 추가로 고려한 종합적인 분석을 통한 결과를 산출하여 이를 실제 현장에서 검증하고 이를 다시 분석하는 과정의 연구가 추가로 진행 되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 건설교통부, 도시철도 기본계획 수립지침, 1998
- 엄태규, 연속류 차로감소구간의 교통류 특성, 단국대 석사학위 논문, 1994
- 건설교통부, 도로 공사장 교통관리지침, 1996
- 건설기술연구원, 도로를 점용하는 공사구간의 교통처리방안, 1996
- 오주삼 외 1인, 도로공사로 인한 차선폐쇄시 교통류 특성에 관한 연구, 1998
- 김동녕 외 1인, 공사로 인한 차로 감소구간의 교통류 특성에 관한 연구, 1998
- 이수범 외 1인, 공사중 교통처리계획 도입 및 적용방안, 2000
- 이주호, 도로 공사중의 교통류 특성분석과 적용성에 관한 연구, 2002
- 김민석, 돌발상황으로 인한 교통영향 산정 방법론에 관한 연구, 2002
- 한국도로공사, 고속도로 공사장 교통관리기준, 2003
- 박민철 외 3인, 고속도로 공사구간에서 발생하는 교통사고 특성에 관한 연구, 2006
- 정해훈 외 1인, 돌발상황으로 인한 차로감소구간의 용량감소를 관측, 2006
- FHWA, FREEWAY MANAGEMENT HANDBOOK, 1997
- Jun Zhu 외 1인, SAFETY IMPLICATIONS OF FREEWAY WORK ZONE LANE CLOSURES, TRB , 2004

Andrew G. Beacher 외 2인, FIELD EVALUATION OF THE LATE MERGE WORK ZONE TRAFFIC CONTROL, TRB, 2005

Rob Bushman 외 1인, RESPONSE OF NORTH CAROLINA MOTORISTS TO SMART WORK ZONE SYSTEM, TRB, 2005