

□ 論 文 □

오르막차선 설치기준 및 운영방안 평가

Evaluation of Design Standards and Operation Practice of Climbing Lanes

柳 敬 洙

(韓國道路公社 道路研究所 交通研究室長)

張 明 淳

(漢陽大學校 交通工學科 教授)

目 次

- I. 서 론
- II. 오르막차선 시설현황
- III. 오르막차선 설계기준에 대한
 - 국내 및 국외 비교
 - 1. 국내 오르막차선 설계기준
 - 2. 국외 오르막차선 설계기준
 - 3. 오르막차선 표지(Sign) 설치기준
- IV. 현장조사
 - 1. 조사대상 구간선정
 - 2. 조사내용 및 조사방법
- V. 자료 분석
 - 1. 교통량
 - 2. 속 도
 - 3. 지체차량비율
 - 4. 오르막차선의 효과분석
- VI. 개 선 방 안
 - 1. 설계기준 개선방안
 - 2. 테이퍼 기준 개선방안
 - 3. 표지 설치기준 개선방안
 - 4. 오르막차선 이용규제 방안
- VII. 결 론 및 건 의

ABSTRACT

The objective of study is to evaluate design standards related to the allowable truck speeds, taper length and sign requirements together with the operating practices and economic justification for climbing lanes. Field surveys were carried out on seven climbing lanes, three on two-lane and four on four-lane freeways. Data collected are traffic volume, speed, usage rate and delay.

It is found that current design criteria for determining the length of climbing lane, taper lengths, and traffic sign requirements must be upgraded. It is also recommended that regulations on the use of climbing lane be established to make it more effective.

Further, economic analysis revealed that the climbing lane is economically justified for two-lane and four-lane freeway if the AADT is over 4,577 and 5,116 vehicles respectively.

I. 서론

평지부 도로에서는 차종간의 속도차가 크지 않아 차종에 관계없이 비슷한 속도를 유지할 수 있어 교통용량과 서비스수준을 안정되게 유지할 수 있다. 그러나 오르막구배 구간에서는 단위마력당 중량이 높아 등반능력이 떨어지는 대형차가 저속으로 주행하게 되므로써 전체 교통류에 영향을 주게 되며 구배, 오르막차선 길이, 대형차 혼입을 등에 따라서 영향의 정도가 좌우된다. 특히 우리나라의 지형조건은 산악부가 많고, 교통류에는 중차량의 비율이 높아서 오르막구배에서 저속차량의 영향은 더 심각하다고 할 수 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서 오르막 구배부에서 고속주행차량의 주행에 방해가 되는 저속차량을 다른 차량과 분리하여 통행시키기 위해 오르막차선을 설치한다.

도로의 구조·시설 기준에 관한 규정(1)에 의하면 고속도로의 경우에 종단구배가 3%를 초과하는 구간에 대하여 필요하다고 인정되는 경우에는 오르막차선을 설치하도록 되어있다. 현행규정은 오르막차선의 설치구간을 종단구배에 따른 속도의 변화를 나타내는 구배와 속도와의 상관관계도를 이용하여 주어진 특정의 구배구간에서 화물차의 속도가 허용최저속도보다 낮게되는 구간에 오르막차선을 설치토록 하고 있다. 이러한 기준은 미국, 일본등의 기준을 준용하고 있어 국내 교통상황, 특히 화물차의 능력, 화물적재특성, 운전자의 특성등에 대한 고려가 미흡한 실정이다.

본 연구는 기존 오르막차선 설치구간에서의 교통특성을 조사, 분석하여 오르막차선 설계기준의 적정성 및 개선방안을 검토하고, 오르막차선 개방 및 폐쇄 조건하에서 교통특성을 비교하여 운영기준을 설정하는데 주목적이 있다.

또한 오르막차선 이용은 트럭등 저속차량을 대상으로 하는 것이지만 표지등이 법적 규제력을

가지지 못하고 권고사항으로만 되어 있어 트럭운전자들의 오르막차선 이용이 의무화 되어 있지 않으며, 오르막차선이 비어 있을시 고속차량들이 오르막차선을 주행하여 오르막차선의 종점 합류부에서 병목현상을 일으키는 경우가 자주 있다. 따라서 과연 오르막차선이 효율적으로 이용되고 있는가에 대한 의문이 제기되고 있으며 법적규제가 필요하다면 어떻게 적용하여야 될 것인가 및 표지 설치기준에 대한 검토도 요구되고 있다.

II. 오르막차선 시설현황

1992년 3월 현재 전국 고속도로에 설치된 오르막차선의 수는 총 100개소에 이르고 있으며 총연장은 약 123 km로서 고속도로 총연장의 약 3.8%를 차지한다. <표 1>에는 노선별 오르막차선 현황이 나타나 있다. 오르막차선이 설치된 현황은 4차선이상의 고속도로의 경우에는 28개소에 28.3km이고 2차선 고속도로의 경우에는 72개소에 94.8km이다. 현재 설치되어 있는 오르막차선을 500m 단위의 길이별로 분류하여 <표 2>에 나타내었다.

도로의 구조·시설 기준에 관한 규정 해설 및 지침에 제시된 테이퍼의 최소길이는 시점부 40 m, 종점부 60 m이다. 기존 오르막차선의 시점부 테이퍼 길이 현황이 <표 3>에, 그리고 종점부 테이퍼 길이 현황은 <표 4>에 각각 나타나 있다.

각 표에서 보는 바와 같이 시점부의 경우 36% 이상이 기준에 미달하고 종점부의 경우는 58%가 기준에 미달하는 것으로 분석되었다. 특히 구마선의 경우 모든 위치에서 기준에 미달하는 것으로 조사되었다. 특히 현장조사 결과 오르막차선이 오르막구배에서 끝나는 곳이 많이 있었으며 기존 노선을 개량하여 오르막차선으로 운영함으로써 차선폭이 좁고 측대가 확보되지 않은 곳도 다수 확인되었다.

<표 1> 노선별 오르막차선 현황

본 선 차선수	노 선 명	구 간	고속도로 연장 (km)①	오르막차선		②/① (%)
				개소	연장(m) ②	
4차선 이 상	경 부	서 울 - 부 산	428.0	13	13,780	1.4
	호 인	서 울 - 인 천	24.0	-	-	-
	남 남	대 전 - 광 주	180.6	3	2,710	0.8
	해 해	냉 정 - 진 주	85.2	2	1,780	1.0
	지 선	부 산 - 냉 정	20.6	-	-	-
	구 미	이 현 - 옥 포	14.9	-	-	-
	울 산	인 양 - 울 산	14.3	-	-	-
	중 부	서 울 - 남 이	117.8	7	8,290	3.5
	서울외곽순환 신갈 - 안산	관 교 - 구 리	29.3	1	630	1.1
	신 갈 - 안 산	23.2	2	1,120	2.4	
소 계			937.9	28	28,310	1.5
2차선	호 남	광 주 - 순 천	71.2	8	11,560	8.1
	영 동	수 원 - 강 룡	201.0	34	45,020	11.2
	동 해	동 해 - 강 룡	41.7	4	3,380	4.1
	남 해	구 포 - 냉 정	21.6	-	-	-
		진 주 - 순 천	69.7	7	5,150	3.7
	구 마	금 호 - 내 서	68.4	4	7,510	5.5
	구 마 지 선 88 올 림 픽	이 현 - 비 산 대 구 - 광 주	3.0 182.9	- 15	- 22,190	- 6.1
소 계		659.5	72	94,810	7.2	
합 계			1,597.4	100	123,120	3.8

<표 2> 오르막차선 길이별 현황

(단위 : 개소)

본 선 차선수	노선명	구 간	500m 미만	500~ 1000m	1000~ 1500m	1500~ 2000m	2000m 이상	계
4차선 이 상	경 부	서 울 - 부 산	-	8	2	1	2	13
	호 남	대 전 - 광 주	-	2	1	-	-	3
	남 해	냉 정 - 진 주	-	1	1	-	-	2
	중 부	서 울 - 남 이	-	3	-	3	1	7
	서울외곽순환	관 교 - 구 리	-	1	-	-	-	1
	신갈 - 안산	신 갈 - 안 산	1	1	-	-	-	2
소 계			1	16	4	4	3	28
2차선	호 남	광 주 - 순 천	-	3	2	2	1	8
	영 동	수 원 - 강 룡	3	12	11	2	6	34
	동 해	동 해 - 강 룡	1	2	1	-	-	4
	남 해	진 주 - 순 천	1	4	2	-	-	7
	구 마	금 호 - 내 서	-	-	2	1	1	4
	88 올 림 픽	대 구 - 광 주	1	4	4	1	5	15
소 계			6	25	22	6	13	72
합 계			7	41	26	10	16	100

<표 3> 시점부 테이퍼길이별 현황

(단위 : 개소)

본 선 차선수	노선명	구 간	40m 미 만	40~ 60m	60~ 100m	100m 이 상	계
4차선 이 상	경 부	서울 - 부산	5	5	2	1	13
	호 남	대전 - 광주	-	3	-	-	3
	남 해	냉정 - 진주	-	1	1	-	2
	중 부	서울 - 남이	1	4	2	-	7
	서울외곽순환	판교 - 구리	-	1	-	-	1
	신갈 - 안산	신갈 - 안산	1	1	-	-	2
소 계			7	15	5	1	28
2차선	호 남	광주 - 순천	1	4	3	-	8
	영 동	수원 - 강릉	19	4	9	2	34
	동 해	동해 - 강릉	-	-	4	-	4
	남 해	진주 - 순천	2	-	4	1	7
	구 마	금호 - 내서	4	-	-	-	4
	88 올 림 픽	대구 - 광주	4	7	3	1	15
소 계			30	15	23	4	72
합 계			37	30	28	5	100

<표 4> 종점부 테이퍼길이별 현황

(단위 : 개소)

본 선 차선수	노선명	구 간	40m 미 만	40~ 60m	60~ 70m	70m 이 상	계
4차선 이 상	경 부	서울 - 부산	8	-	1	4	13
	호 남	대전 - 광주	-	-	3	1	3
	남 해	냉정 - 진주	-	-	2	1	2
	중 부	서울 - 남이	-	5	2	1	7
	서울외곽순환	판교 - 구리	-	-	1	1	1
	신갈 - 안산	신갈 - 안산	-	2	-	1	2
소 계			8	7	9	4	28
2차선	호 남	광주 - 순천	-	4	3	1	8
	영 동	수원 - 강릉	15	7	6	6	34
	동 해	동해 - 강릉	1	2	-	1	4
	남 해	진주 - 순천	4	1	1	1	7
	구 마	금호 - 내서	-	4	-	-	4
	88 올 림 픽	대구 - 광주	1	4	6	4	15
소 계			21	22	16	13	72
합 계			29	29	25	17	100

Ⅲ. 오르막차선 설계기준에 대한 국내 및 국외 비교

1. 국내 오르막차선 설계기준

도로의 구조 시설에 관한 규정 제 21조에 의하면 종단구배가 5% (고속도로의 경우에는 3%)를 초과하는 구간에는 필요하다고 인정하는 경우에는 오르막차선을 설치하되, 다만 설계속도가 매시 40킬로미터 이하인 경우에는 오르막차선을 설치하지 아니할 수 있으며 오르막차선의 폭은 3미터로 하고, 본선차선에 붙여서 설치하도록 규정하고 있다.

우리나라는 일본의 규정과 같이 고속도로에서 종단구배가 3% 이상이고 구배구간의 길이가 트럭이 허용된 최저속도를 유지하며 주행할 수 있는 제한길이를 초과할 경우에 오르막차선을 설치하여야 한다. 오르막차선 설치구간 산정은 다음과 같은 전제조건하에 속도-구배도에 의한다.

- 오르막구간에서 화물자동차의 등반능력은 중량/마력비 300lb/Hp를 표준으로 한다.
- 화물자동차의 허용최저속도는 설계속도 80km/h이상인 경우에는 60km/h, 설계속도 80km/h 미만인 경우에는 설계속도에서 20km/h를 감한 값으로 한다.
- 허용최저속도 이하의 구간이 200m 미만이 되는 경우에는 오르막차선을 설치하지 않을 수 있다.
- 시점부 테이퍼 길이는 45m 이상 설치한다.
- 종점부 테이퍼는 60m 이상으로 하고 내리막 구배 구간에 설치함을 원칙으로 한다.

한편 노관섭⁽²⁾은 오르막차선의 최소길이는 500m 이상으로 하고 설치간격은 800m 이상으로 규정할 것을 제시하였다.

2. 국외 오르막차선 설계기준

1) 미국

AASHTO에서 규정한 고속도로 및 다차선도로에서의 오르막차선 설치기준(3)은 300lb/Hp 트럭기준으로 오르막구배에서의 트럭의 평균주행속도가 다른 차량의 평균주행속도보다 10mph가 저하되거나 오르막 구간에서의 서비스 수준이 D이하로 저하되는 경우에 설치하도록 하고 있다. 속도저하의 기준은 속도차이가 10mph 보다 커질 때 교통사고 위험이 현저하게 증가한다는데 근거를 두고 있다.

2차선도로에 오르막차선을 설치하고자 할 때는 도로교통용량편람⁽⁴⁾에 근거하여 다음과 같이 세 가지 기준을 만족해야 한다.

- 시간당 오르막 교통량이 200대 이상
- 시간당 오르막 트럭 교통량이 20대 이상
- 다음 상태 중 한 항목 이상 해당되는 구간
 - 기준트럭의 속도가 타차량에 비해 16km/h (10mph) 이상 저하되는 구간
 - 서비스 수준이 E나 F인 오르막구간
 - 오르막구배부에서 서비스수준이 오르막구배 진입부 보다 2단계 이상 저하되는 구간

오르막차선 시점부 테이퍼는 오르막차선폭의 1:25 비율 또는 45m 이상이어야 한다. 종점부 테이퍼는 오르막차선폭의 1:50 비율 또는 60m 이상의 길이를 설치하여야 한다. 오르막차선폭은 본선폭과 같아야 하며 오르막차선으로 쉽게 인식될 수 있어야 한다.

2) 독일

독일의 경우⁽⁵⁾에도 우리나라와 유사하게 오르막구간에서의 기준트럭(톤당 6마력)의 허용최저속도를 기준으로 하고 있으며 구체적인 설계기준은 다음과 같다.

- 오르막차선의 시점은 설계속도가 100km/h 이상인 구간에서는 트럭의 주행속도가 70km/h, 설계속도가 80km/h 이상인 구간에서는 트럭의 주행속도가 60km/h가 되는 지점부터

로 한다.

- 오르막차선의 종점은 트럭의 주행속도가 60km/h에 다시 이르는 지점으로 한다.
- 오르막차선 설치의 최소 연장은 1,500m로 하며, 1,500m보다 짧을 경우에는 시점, 종점의 양측으로 연장하여 1,500m로 한다.
- 오르막차선의 설치간격이 2,500m 이하의 경우에는 연결시킨다.
- 테이퍼의 길이는 시점에서 80m, 종점에서 250m로 한다.

- 오르막차선의 폭은 본선 차선폭과 동일하다.

오르막차선 설치규격에 대한 외국과의 비교 결과는 <표 5>에 나타내었다. 국내 기준을 미국과 독일 기준과 비교하여 보면 시종점부의 테이퍼길이가 AASHTO의 최소기준을 준용하고 있으며 최소연장이나 오르막차선폭에서도 외국 설치규격기준보다 낮은 기준을 적용하고 있으며 독일에서 시행하고 있는 오르막차선의 설치간격은 우리나라의 규정에는 없다.

<표 5> 국내의 오르막차선 설치규격기준 비교

구 분	최소연장(m)	테 이 퍼 길 이(m)		종 단 구 배 (%)	오르막 차선폭 (m)	설 치 간 격 (m)
		시 점 부	종 점 부			
도로의 구조, 시설기준에 관한 규정	200 이상	45	60	5이상 (고속도로 3)	3	없음
미 국	없 음	-차선폭의 1 : 25 -최소 45m	-차선폭의 1 : 50 -최소 60m	없음	본선폭과 동일	없음
독 일	1,500 이상	80	250	없음	"	2,500 이상분리

3. 오르막차선 표지(Sign) 설치기준

오르막차선과 관련된 표지는 시점예고 표지, 시점 표지, 차선지정 표지, 종점예고 표지 및 종점표지가 있다. 이러한 표지들의 형상 및 문안, 표지의 크기, 설치위치에 관한 우리나라, 미국, 일본등의 기준을 비교하여 <그림 1>에 요약하였다.

표에서 보는 바와 같이 우리나라의 기준은 일본의 것과 유사하며 단지 시점예고 표지의 위치가 전방 1km 지점으로서 일본의 200m 보다 5 배 이상 멀게 정해져 있다. 일본의 경우 오르막차선 중간에 차선지정 표지를 설치하도록 되어 있으나 우리나라는 이에 대한 기준이 정해져 있지

않다. 오르막차선이 길어 운전자가 차선의 용도에 대해 착각을 일으킬 염려가 있을 경우에 차선지정 표지를 설치하는 것이 바람직 하겠다.

미국의 경우는 150m 전방에 TRUCK LANE 500 FEET<화물차 차선 500 피트> 표지를 설치하여 오르막차선의 존재를 예고하고, 시점에 SLOWER TRAFFIC KEEP RIGHT<저속차량 우측으로> 또는 TRUCKS USE RIGHT LANE<화물차 우측차선 이용> 표지를 설치하도록 규정하고 있다. 그리고 종점예고의 경우 우리나라와 일본은 차선감소표지 하나만 50-200m 전방에 설치하도록 규정한 반면 미국은 전방에 RIGHT LANE ENDS<우측차선 없어짐> 표지를 설치하

고 차선감소 표지를 설치하도록 규정하고 있다. 또 위 두 표지의 중간에 LANE ENDS MERGE LEFT <차선없이, 좌측으로 합류> 표지를 선택적으로 설치할 수 있도록 하여 2-3개의 종점 예고표지를 설치하도록 되어 있다. 종점표지의 경

우 일본은 종점부 테이퍼 시점부에 설치하고 있고 우리나라는 종점부 테이퍼 끝부분에 설치하고 있어 표지의 실효성이 의문시되고 있으며 미국은 종점표지를 설치하고 있지 않다.

<그림 1> 표지시설 설치기준 비교

나라명	구분	기능별 구분				
		시점예고	시점	차선지정	종점예고	종점
우리나라	형태 및 문안					
	크기 (cm)	240 X 95	240 X 95		한변 90	240 X 95
	설치위치	테이퍼 시작 1 km 전방	테이퍼 시점		테이퍼 시작 50 - 200 m 전방	테이퍼 종점
미국	형태 및 문안					
	크기 (cm)	60 X 75	60X75 60X75		90X90 90X90 90X90	
	설치위치	150 m 전방	테이퍼 시점		200 m 전방	
일본	형태 및 문안					
	크기 (cm)	120 X 250	120 X 320	140 X 250	90 X 90	150 X 250
	설치위치	200 m 전방	테이퍼 시점	차선 중간지점	50 - 80 m 전방	테이퍼 시점

· 일본의 경우임
 ** 이 표지의 설치는 선택적이며 RIGHT LANE ENDS와 차선감소표지 중간에 설치함.
 *** 일본은 좌측통행이므로 오로막차선을 좌측에 설치하였다.

IV. 현장조사

1. 조사대상 구간선정

현장조사 구간은 오르막차선의 현장 답사시 기하구조(중단구배, 차선수, 오르막차선의 길이 및 차선폭, 테이퍼의 길이 및 위치) 및 교통특성(교통량, 대형차 비율, 차선별 교통량 분포, 주행속도, 차선변경상태)을 고려하여 4차선 4개소 2차

선 3개소로 하여 7개소를 선정하였다.

<표 6>에서 보는 바와 같이 선정된 조사지점은 경부고속도로가 2개 구간, 중부고속도로가 2개 구간, 영동고속도로가 3개 구간이며 오르막차선의 연장은 영동고속도로 93.5km 지점이 805m로 가장 짧고, 중부고속도로 5.74km 지점이 2,487m로 가장 길다. 중단구배의 범위는 3.50% ~ 6.99%였다.

<표 6> 현장조사지점 현황

차선수	노선	시점 (km)	종점 (km)	행선	연장 (m)	시점부 길이 (m)	종점부 길이 (m)	중단 구배 (%)	오르막 차선폭 (m)
4	경부	280.5	281.4	하	900	40	35	6.00	3.00
		282.5	281.3	상	1,160	50	40	6.00	3.00
	중부	5.74	8.20	하	2,460	85	65	4.00	3.60
		52.15	51.07	상	1,155	46	46	3.50	3.60
2	영동	61.50	60.30	상	1,320	40	30	7.00	3.00
		94.30	93.40	상	805	30	80	5.00	3.60
		123.80	125.04	하	1,240	40	50	6.99	3.50

2. 조사내용 및 조사방법

현장조사는 특정 요일에 관계없이 상행선, 하행선의 교통상태중 오르막차선의 개방과 폐쇄에 따른 교통류의 변화가 관측될 수 있는 시간대에 수행하였다.

조사시간은 2~3 시간을 기준으로 하였다. 다만 차두간격(headway) 측정기에 부착된 프린터의 용지가 1롤당 600대 이내만 프린트 할 수 있기 때문에 조사구간의 차선별 교통량에 따라 차이가 있게 되어 조사구간에 따라 측정시간이 상이하다. 각 조사구간은 1회 30분 조사로 3~4회 조사하였다.

1) 도로기하구조

기하구조 조사범위를 오르막차선이 설치된 구간 및 그 전후에 오르막차선 교통통행에 영향을 줄 수 있는 구간으로 하여 도로기하구조 사항(중단구배, 오르막구간 길이, 오르막차선 설치길이, 시·종점부 테이퍼 길이, 도로폭 및 차선폭, 기타 도로기하구조)에 대해 조사하였다.

2) 교통특성

오르막차선의 개방과 폐쇄에 따른 교통류특성의 근본적인 변화상황을 분석하기 위하여 조사위치별, 차선별로 통과교통량(대형과 소형자동차로 분류), 통과차량의 번호판(4 자리 숫자), 통과차량의 차두간격, 통과차량의 차종구분을 조사하였다.

교통특성 현장조사는 프린터의 출력기능이 장

착된 Stopwatch인 차두간격측정기를 사용하였다. 차량의 앞바퀴가 관측선을 통과할 때 Stopwatch의 보턴을 누름으로써 통과차량이 count되고 동시에 프린터에 출력되는 시간으로부터 차량의 통과시간이 계속되었다. 관측위치는 시점을 오르막차선이 시작되기 전의 지점으로 정하였고 종점을 오르막차선의 정점(crest)을 지나 내리막구간의 합류 직후의 지점으로 정하였으며 시점과 종점간에는 오르막차선의 길이에 따라 2-3 구간으로 분할하여 조사위치를 정하였다.

각각의 차량이 각 조사위치간의 구간을 통과할 때 주행하는 속도를 분석하기 위해서 각 차량이 조사지점을 통과할 때마다 차종과 자동차번호판을 휴대용 녹음기에 녹음하였다.

현장 자료로부터 얻어진 Raw Data는 크게 다음의 2가지로 대별된다.

- 차두간격 측정기에 의해 조사된 조사위치별, 차선별 차두간격(Headways)
- 휴대용 녹음기에 저장된 관측지점에서의 차량 번호와 차종

현장에서 수집된 데이터를 정리하여 차량별 통과시간, 차량등록번호(4자리숫자), 차종, 누적통과시간을 정리하였다.

3) 교통시설물

오르막차선 설치구간에서 관련 교통시설물의 특성을 알고자 오르막차선 관련표지, 오르막차선 관련 노면표시, 각 표지 및 표시의 설치위치를 조사하였다.

V. 자료 분석

1. 교통량

교통량은 측정시간에 조사된 교통류율(Flow Rate)을 1시간 단위로 환산하여 시점부와 종점

부에 대하여 제시하였다. 여기에서 시점부라함은 오르막시점과 정점(Crest)사이의 구간을 말하며 종점부라함은 오르막정점과 오르막차선이 끝나는 종점구간 사이를 말한다. 교통량은 동일지점이라도 폐쇄시와 개방시의 측정일자와 측정시간이 서로 다르므로 직접 비교가 될 수 없는 한계가 있다. 다만 동일조건하에서 시점과 정점간의 시점부와 정점과 종점간의 종점부에 오르막구배의 영향으로 인한 교통량의 변화를 오르막차선이 개방된 경우와 폐쇄된 경우에 비교분석할 수 있다.

<표 7>에 오르막차선 개방시와 폐쇄시에 오르막차선 교통량과 본선교통량으로 구분하여 정리하였다. 7개의 조사지점에 대한 교통량은 영동고속도로의 2차선 경우에는 460~1,101대, 경부고속도로의 4차선 경우에는 1,362~2,022 대, 중부고속도로의 4차선 경우에는 1,748~2,690 대에 달하였다. 조사지점에서의 서비스수준은 C, D, E상태로 확인되었다. 조사지점의 교통량을 평균적으로 살펴보면 오르막차선을 폐쇄시와 개방시에 교통량은 커다란 차이가 없었다. 대형차량의 비율도 폐쇄시 평균 29%, 개방시 평균 26%로 유사하였다.

2. 속도

속도는 시점부와 종점부에 대하여 오르막차선을 개방할 때와 폐쇄한 경우에 대하여 본선과 오르막차선을 구분하여 소형과 대형으로 분석하였다. <표 8>은 오르막차선 개방 및 폐쇄시 시점부와 종점부에 대하여 소형과 대형의 평균속도를 보여주고 있다. 평균속도는 교통량과 노선에 따라서 시점부와 종점부에 차이가 있으며 소형차량의 경우에는 36.5km/h~98.7km/h 까지 관측되었다. 대형차량의 경우에는 소형차량 보다 낮은 속도가 관측되었으며 그 범위는 35.7km/h~88.8km/h였다.

<표 7> 오르막차선 개방 . 폐쇄시의 교통량

(단위 : 대/시)

조사 지점	폐쇄시			개방시								
	소형	대형	합계	본선			오르막차선			합계		
				소형	대형	소계	소형	대형	소계	소형	대형	소계
경부 280.5km	1310	712	2022	1463	395	1858	8	49	57	1471	444	1915
경부 281.3km	1065	577	1642	924	399	1323	13	26	39	937	425	1362
중부 5.74km	2056	610	2666	1916	571	2487	61	142	203	1977	713	2690
중부 51.07km	1312	436	1748	1388	387	1775	37	71	108	1425	458	1883
영동 60.3km	398	233	631	690	96	786	148	167	315	838	263	1101
영동 93.5km	348	112	460	309	69	378	38	79	117	347	148	495
영동 124km	388	135	523	272	94	366	87	51	138	359	145	504
평균	982	402	1385	995	287	1282	56	84	140	1051	371	1421

<표 8> 오르막차선 개방 . 폐쇄시의 주행속도

(단위 : km/h)

조사 지점	구배 (%)	구간길이 (m)	구분	폐쇄시			개방시		
				소형	대형	소계	소형	대형	소계
경부 280.5km	6.0	378.9 117.1	시점부	64.7	55.1	62.5	66.3	60.0	64.0
			종점부	56.0	39.8	50.6	73.2	57.4	68.2
경부 281.3km	6.0	1285.3 212.8	시점부	68.6	59.6	65.2	73.8	63.3	70.5
			종점부	63.8	50.7	59.7	73.9	66.2	71.3
중부 5.74km	4.0	2266 589	시점부	70.5	59.9	69.2	84.4	75.8	84.0
			종점부	79.1	73.7	78.6	82.3	66.5	79.0
중부 51.07km	3.5	1637.6 382.4	시점부	94.2	77.6	91.9	98.7	88.8	98.2
			종점부	93.3	76.2	91.5	92.7	84.7	92.2
영동 60.3km	6.4	639.7 701.2	시점부	42.1	39.7	41.5	49.8	41.2	48.9
			종점부	36.5	35.7	36.3	62.2	55.2	46.4
영동 93.5km	7.0	716 289	시점부	61.0	52.8	60.1	73.8	65.6	73.1
			종점부	64.0	62.8	63.8	71.7	66.5	71.0
영동 124km	7.0	1780 280	시점부	63.1	60.1	62.9	92.7	75.4	79.6
			종점부	80.6	77.6	80.3	84.0	71.7	82.0

3. 지체차량비율

2차선도로에서는 차량들이 도로를 운행하는 동안 저속차량으로 인하여 차량군이 형성되며, 차량군의 차량들은 운행이 자유롭지 못하여 지체하게 된다. 지체차량비율이란, 전체 차량 중에서 차량군내에서 운행하는 차량이 차지하는 비율을 말하며, 2차선도로 일반지형 서비스수준의 일차적인 효과척도로 이용된다.

본 분석에서는 지체차량이란 우리 나라의 기준인 차두간격 4초 이하를 유지하는 차량을 말한다. <표9>는 오르막차선 개방과 폐쇄의 경우에 오르막구간의 시점, 정점, 종점에 대하여 지체차량의 비율을 분석하였다. 지체도 분석 결과 오르막차선을 폐쇄한 경우에 지체도는 증가하였으며, 개방하는 경우와 비교할 때 1.05~1.28배로 지체도가 증가하였다.

<표 9> 오르막차선 개방 . 폐쇄시의 따른 지체도 비교 분석

(폐쇄/개방)

조 사 지 점	치 체 도 (%)			
	차선수	시 점	정 점	종 점
경부 280.5km (상행)	4	85.9/75.0 (1.15:1)	74.7/60.7 (1.23:1)	77.6/65.9 (1.18:1)
경부 281.3km (하행)	4	75.2/62.9 (1.20:1)	70.4/64.3 (1.09:1)	69.2/63.6 (1.09:1)
중부 5.74km (하행)	4	90.2/84.5 (1.07:1)	84.2/74.9 (1.12:1)	86.3/82.5 (1.05:1)
중부 51.07km (상행)	4	76.9/71.4 (1.08:1)	72.5/66.6 (1.09:1)	72.2/71.1 (1.02:1)
영동 60.3km (상행)	2	73.6/70.4 (1.05:1)	76.6/66.0 (1.16:1)	77.3/64.0 (1.21:1)
영동 93.5km (상행)	2	-	70.6/62.7 (1.13:1)	-
영동 124km (하행)	2	70.9/66.2 (1.07:1)	73.0/59.1 (1.24:1)	75.2/58.6 (1.28:1)

4. 오르막차선의 효과분석

1) 교통량과 오르막차선 이용율

<표 10>은 조사지점의 교통량 및 오르막차선의 이용율을 보여주고 있다. 조사지점에 따라

오르막차선의 이용율은 2.9%~28.6%에 달하고 있다. 경부고속도로의 경우에는 이용율이 낮고, 영동고속도로는 이용율이 높게 나타나고 있다. 이러한 차이는 2차선과 4차선의 차이로 판단되며 2차선 도로에서의 오르막차선 이용율일 높게 나타나고 있다.

<표 10> 오르막차선 이용 교통량 비율

차선수	노 선	지 점	교 통 량 (대 / 시)	오르막차선이용교통량(대/시)			오르막차선 이용율(%)	
				소 형	대 형	계		
4	경 부	280.5km	1,915	8	49	57	3.0	
		281.3km	1,362	13	26	39	2.9	
	중 부	5km	2,690	61	142	203	7.5	
		51.07km	1,883	37	71	108	5.7	
	평 균			1,963	30	72	102	4.8
2	영 동	51km	1,101	148	167	315	28.6	
		93.5km	495	38	79	117	23.6	
		124km	504	87	51	138	27.4	
	평 균			700	91	99	190	26.5
	전 체 평 균			1,421	56	84	140	14.1

오르막차선의 이용율에 영향을 미치는 요소들에 어떠한 변수가 있고 이러한 변수들이 어느 정도의 영향을 미치는가를 알아보기 위해 통계학적인 분석을 시행하였다.

<표 11>은 오르막차선 이용율에 영향을 미

칠것으로 판단되는 변수에 대한 상관계수를 보여 주고 있다. 표에서 나타난 바와 같이 오르막차선의 이용율에 가장 큰 영향을 미치는 것은 상관계수가 가장 큰 차선수로 확인되었다.

<표 11> 오르막차선 이용율과 변수와의 상관계수

변 수	차선수	교통량	구 배	구배길이	차선수와 구배길이 곱
상관계수	-0.98	-0.75	0.61	-0.13	-0.55
상관계수가 0인 확률	0.0001	0.053	0.144	0.778	0.204

<표 11>의 변수들을 이용하여 오르막차선의 이용율에 대한 다중회귀분석 모형을 시험한 결과 최적모형은 <표 12>와 같이 산출되었다. 다중회귀분석 모형(<표 12> 및 <그림 2> 참조)에 의하면 오르막차선의 이용율은 구배길이가 길

수록, 차선수가 적을수록 커지며, 차선수와 구배 길이의 곱에 영향을 받는 것으로 나타나고 있다. 2차선은 4차선보다 평균적으로 약 15%(7.442 = 14.88%) 이용율이 높다.

<표 12> 오르막차선 이용율의 다중회귀분석 모형

변 수	추 정 치	표 준 편 차	추정치가 0인 확률
상 수	30.850	7.186	0.02
구배길이(m)	0.016	0.006	0.07
차선수	-7.441	1.905	0.02
차선수 x 구배길이	-0.003	0.002	0.12

주 : R2=0.995

2) 교통량 및 오르막차선의 개방 및 폐쇄가 속도에 미치는 영향

일반적으로 교통량이 변화하는 경우에 속도도 변하므로 교통량의 변화와 오르막차선을 개방 및 폐쇄한 경우를 복합하여 분석할 필요가 있다. 오르막차선의 본선속도에 영향을 미치는 요소들에 대한 통계학적 분석은 교통량을 포함하여 속도에 영향을 미치는 요소들(구배, 구배길이, 구배와 구배길이의 곱, 오르막차선의 개방, 폐쇄 여부, 설계속도, 차선수)을 다중회귀분석으로 수행하였다.

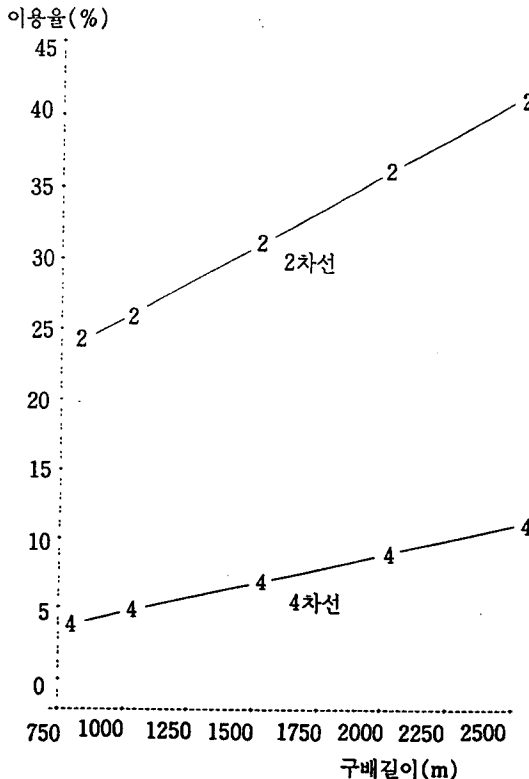
<표 13>은 모형결과를 보여주고 있다. 모형분석 결과 오르막차선이 설치된 구간의 본선속도는 교통량, 설계속도, 오르막차선 개방, 폐쇄의 여부에 따라 변화하는 것으로 확인되고 있다. <그림 3>에 제시된 바와 같이 오르막차선 구간의 본선속도는 오르막차선을 폐쇄할수록, 교통량이 많을수록, 설계속도가 낮을수록 감소하고 있음을 보여주고 있다. 특히 오르막차선을 개방한 경우에는 속도가 증가하며 폐쇄한때의 경우보다 평균 9.3km/h 높은 것으로 확인되고 있다.

<표 13> 오르막차선구간의 본선속도와 변수 모형

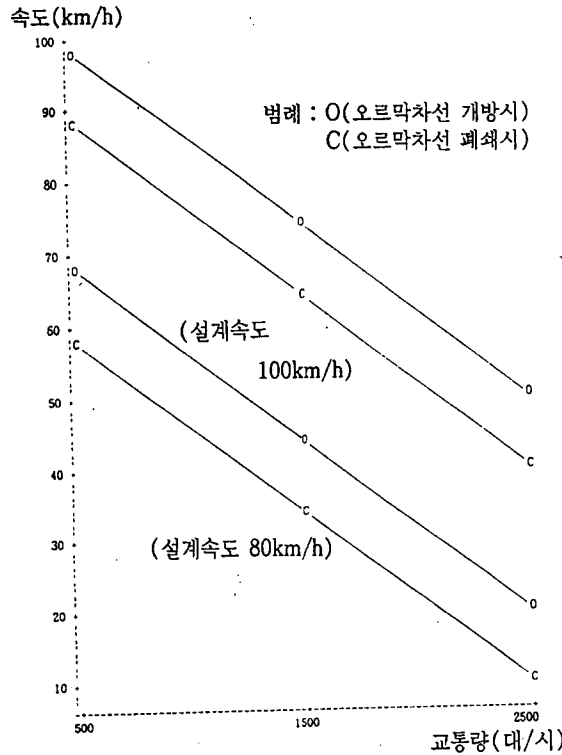
변 수	추 정 치	표 준 편 차	추정치가 0일 확률
상 수	-5.50	24.407	0.07
교 통 량	-0.0248	0.008	0.01
오르막차선 개·폐 여부	9.343	4.966	0.09
설계속도	1.5126	0.337	0.001

주 : $R^2=0.73$

<그림 2> 오르막차선의 구배길이에 따른 차선별 이용율



<그림 3> 오르막차선 개·폐시의 차선수별 속도비교



3) 경제성 분석

오르막차선의 기술적 설치 기준은 도로의 구조 시설 기준에 관한 규정 해설 및 지침서에 제시되어 있으나 경제성 분석에 의한 기준은 제시되어 있지 않다.

본 조사에서 확인된 결과와 고속도로 편익조사와 통행요금체계에 관한 연구결과⁽⁶⁾를 근거로 오르막차선에 대한 경제성 분석을 시도하였다.

경제성 분석의 평가요소는 오르막차선의 길이, 교통량, 차종별 비율, 오르막차선의 단위 m당 건설비용, 차선수별 운행비용, 시간비용을 대상으로 하였다.

본 조사에서의 소형자동차는 승용차로, 대형자동차는 보통화물차를 적용하기로 하여 앞에서 제시한 연구결과에 의한 2차선과 4차선에 대한

고속도로의 차종별 운행비용과 시간비용을 분석하였다. 차종별 비율은 현장조사에서 확인된 결과를 근거로 2차선, 4차선 공히 소형 70%, 대형 30%를 기준으로 분석하였다.

경제성분석에 적용하기 위한 차량운행비와 시간비의 산출결과⁽⁷⁾가 <표 14>에 제시되어 있다. 따라서 2차선도로상의 오르막차선을 개방한 경우의 편익은 승용차의 경우 44.4원/km, 화물차의 경우 76.57원/km이 발생되었다. 4차선도로상의 오르막차선을 개방한 경우의 편익은 승용차의 경우 38.4원/km, 화물차의 경우 71.6원/km이 발생되었다.

<표 14> 오르막차선 개 폐시의 차량운행비(2차선)

비용 항목	2 차 선				4 차 선			
	개 방 시		폐 쇄 시		개 방 시		폐 쇄 시	
	승용차	화물차	승용차	화물차	승용차	화물차	승용차	화물차
연 료 비	88.10	87.00	97.70	96.10	72.40	64.10	81.40	71.60
엔 진 오 일 비	1.70	5.70	1.70	5.70	1.70	5.10	1.70	5.10
유 지 부 품 비	43.60	67.90	61.30	100.60	43.60	89.30	61.30	122.00
유 지 인 건 비	4.90	11.80	4.90	11.80	4.90	11.80	4.90	11.80
감 가 상 각 비	37.57	70.02	39.55	77.79	37.57	70.02	39.55	77.79
교 통 사 고 비	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30
시 간 비 용	-	-	15.12	27.00	-	-	9.72	23.63
총 비 용	180.17	246.72	224.57	323.29	164.47	244.62	202.87	316.22
편익(원/k)	44.40	76.57	-	-	38.40	71.60	-	-

경제성 분석에 이용된 지표는 편익과 비용의 비인 B/C비를 기준으로 하여 편익이 비용을 초과하는 교통량 수준을 산출하고자 하였다. 비용은 한국도로공사에서 93년에 설치한 오르막차선의 총길이 5,592m 도로예산 10,100백만원을 기준하여 km당 1,806백만원을 오르막차선의 건설비용으로 하였고 유지관리비는 고려하지 않았다.

오르막차선의 길이 1km를 기준으로 하여 경제성분석에 이용된 공식은 다음과 같다.

$$\text{총편익} = 20\text{년} \times 365\text{일/년} \times \text{일평균교통량 (AADT)} \times [0.7 \times \text{승용차 편익} + 0.3 \times \text{화물차편익}]$$

$$\text{비용} = 1,806\text{백만원/km}$$

$$\text{총편익/비용} \geq 1$$

$$\text{AADT} \geq$$

$$\frac{1,806 \text{ 백만원}}{20 \times 365 \times (0.7 \times \text{승용차편익} + 0.3 \times \text{화물차편익})}$$

2차선의 경우에 승용차 편익 44.4원/km, 화물차 편익 76.57원/km를 적용한 결과

$$\text{AADT} \geq \frac{1,806 \text{ 백만원}}{20 \times 365 \times (0.7 \times 44.4 + 0.3 \times 76.57)} = 4,577\text{대}$$

4차선의 경우에 승용차 편익 38.4원/km, 화물차 편익 71.60원/km를 적용한 결과

$$\text{AADT} \geq \frac{1,806 \text{ 백만원}}{20 \times 365 \times (0.7 \times 38.4 + 0.3 \times 71.60)} = 5,116\text{대}$$

따라서 2차선의 경우 일교통량이 4,577대이상 4차선의 경우 5,116대이상의 교통량이 존재하는 경우에는 오르막차선은 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

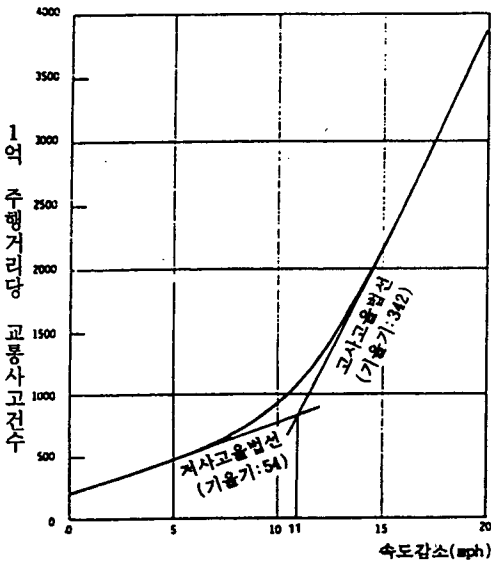
VI. 개선 방안

1. 설계기준 개선방안

미국에서 보고된 연구 결과(3)에 의하면 <그림 4>에 제시되어 있는 바와 같이 화물자동차의 속도와 다른 차량의 속도와의 차이가 크면 클수록 화물자동차의 교통사고율은 증가하는 것으로 나타나고 있다. 저사고율 법선과 고사고율 법선이 교차하는 경우의 화물자동차와 다른 차량과의 속도차이는 11 mph(17.6 km/h)로 나타나고 있다. 저사고율 법선의 경우에는 1mph의 속도차이마다 1억마일 주행거리당 교통사고가 54건이나 고사고율 법선의 경우에는 1mph의 속도차이마다 1억마일 주행거리당 교통사고가 342건으로 6.3배나 높게 나타나고 있다. 따라서 고사고율 법선과 저사고율 법선이 교차하는 11mph(17.6 km

/h)를 오르막차선의 설치구간을 결정하는 기준으로 함이 타당하게 된다.

<그림 4> 오르막구간에서의 속도감소와 교통사고와의 관계도



현행 20km/h의 속도차이를 기준으로 오르막차선을 설치하도록 하는 지침은 위의 경우와 비교할 때 커다란 무리는 없으나 설계속도 80km/h 이상인 모든 경우에 화물자동차의 허용최저속도를 60km/h로 정하고 있는 것은 안전상에 커다란 위해요인으로 작용되고 있다. 예를 들어 설계속도와 제한속도가 100km/h인 경부고속도로의 경우에는 오르막구간에서의 속도차이가 40km/h 이상 생기게 되고 설계속도가 120km/h이고 제한속도가 110km/h인 중부고속도로의 경우에는 오르막구간에서의 속도차이가 50km/h 이상 생기게 되어 화물자동차의 교통사고발생율이 영동고속도로에 대해 6.3배나 높게 예상되는 것이다. 따라서 현행의 규정은 <표 15>와 같이 수정되어야 했다.

<표 15> 오르막차선 설치구간 결정시 화물차의 허용최저속도 기준 개선(안)

(단위 : km/h)

설 계 속 도	현 행		개 선	
	시 점	종 점	시 점	종 점
120	60	60	80	80
100			70	70
80			60	60
80	설계속도-20	설계속도-20	설계속도-20	설계속도-20

2. 테이퍼 기준 개선방안

도로의 구조.시설 기준에 관한 규정 해설 및 지침에서는 평행식 가감속차선의 길이를 산정함에 있어서 두가지 방법을 제시하고 있다. 하나는 차량이 1차선을 옆으로 이행하는데 필요한 시간으로 계산하는 방법이고, 다른 하나는 배향곡선을 주행하는데 소요되는 길이이다. 이를 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

1) 1차선분 이행에 필요한 거리

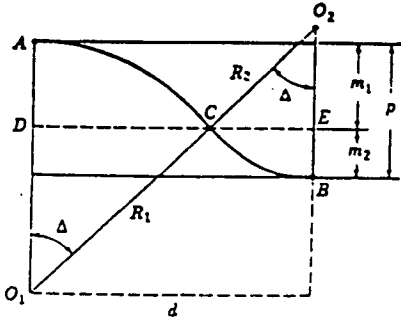
차량이 횡방향으로 무리없이 이행하기 위해서는 횡방향 1m당 1초를 요하는 것으로 알려져 있다. 이를 오르막차선의 폭 3m로 계산하면 3초가 된다. 이때 필요한 테이퍼 길이는

$$T = \frac{V \times t}{3.6}$$

여기에서 T = 테이퍼길이(m)
 V = 평균주행속도(km/h)
 t = 주행시간(초)이다

2) 배향곡선의 S형 주행에 소요되는 거리

<그림 5> 배향곡선의 주행거리도



<그림 5>에서 배향곡선을 주행하는데 필요한 테이퍼길이(d)는 아래와 같이 전개하여 구할 수 있다.

$$d = DC + CE$$

$$= (R_1 + R_2) \sin \Delta$$

만약 R1과 R2의 반경이 같은 경우에는

$$d = 2R \sin \Delta$$

한편 $P = (R_1 + R_2)(1 - \cos \Delta)$

마찬가지로 R1과 R2가 같으면

$$P = 2R(1 - \cos \Delta)$$

$$\text{따라서 } \cos \Delta = 1 - \frac{P}{2R} = \frac{2R - P}{2R}$$

$$\text{그런데 } \sin^2 \Delta + \cos^2 \Delta = 1$$

$$\sin \Delta = \sqrt{1 - \cos^2 \Delta}$$

$$= \sqrt{1 - \left(\frac{2R - P}{2R}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\frac{P(4R - P)}{4R^2}}$$

$$d = 2R \sin \Delta \text{에서}$$

$$= 2R \sqrt{\frac{P(4R - P)}{4R^2}}$$

$$= \sqrt{P(4R - P)}$$

$$\text{여기에서 } R = \frac{V^2}{127(f + i)}$$

P = 변속차선평폭(m)

V = 평균주행속도(km/h)

R = 배향곡선반경(m)

i = 편구배(이경우 0)

f = 횡방향 미끄럼마찰계수

이러한 방법으로 구한 테이퍼의 길이가 <표 16>에 제시되어 있다. 표에서 확인되는 바와 같이 배향곡선 주행거리를 기준한 테이퍼의 길이가 1차선분 이행에 필요한 거리기준보다 길게 나타나고 있다.

<표 16> 테이퍼길이 산정기준

실계속도 (km/h)	횡방향미끄럼 마찰계수	평균주행 속도(km/h)	1차선분 이행에 필요한 거리(m)	배향곡선 주행거리(m)	표준값
120	0.10	110	92	107	70
		100	83	97	
		90	75	87	
		80	67	78	
100	0.11	90	75	83	60
		80	67	74	
		70	58	65	
80	0.12	70	58	62	50
		60	50	53	

주) 오르막차선평폭 3m 적용

표준값은 도로의 구조.시설 기준에 관한 규정 해설 및 지침 적용치임

현행 도로의 구조·시설 기준에 관한 규정 해설 및 지침에 의하면 오르막차선의 시점부 테이퍼를 45m 이상 설치하고 종점부 테이퍼는 60m 이상 내리막 구배 구간에 설치함을 원칙으로 하고 있다. 이 현행 규정은 속도에 따라 테이퍼 길이를 산정하지 않고 있는 결점을 갖고 있다. 오르막차선을 설치시 허용최저속도를 60km/h로 설정할 경우에도 <표 16>에서 검토한 바와 같이 50m의 테이퍼가 필요하다. 또한 종점부의 경우에는

오르막차선을 이용하는 저속차량과 본선의 고속차량이 합류하는 지점이므로 이러한 합류 차량간에 속도차이가 큰 경우에는 교통사고의 위험성도 증대된다. 따라서 시점부의 테이퍼 길이는 속도가 저하되는 특성을 감안하여 1차선분 이행에 필요한 거리 기준으로 하고 종점부의 테이퍼 길이는 가속현상과 안전성을 감안하여 배향곡선 주행거리를 기준으로 하여 <표 17>과 같이 정해져야 하겠다.

<표 17> 오르막차선 테이퍼길이 기준 개선(안)

(단위 : m)

설 계 속 도 (km/h)	현 행		개 선	
	시 점	종 점	시 점	종 점
120	45 이상	60 이상	70 이상	80 이상
100			60 "	70 "
80			50 "	60 "
80미만			45 "	50 "

3. 표지 설치기준 개선방안

현재 오르막차선이 설치되어 있으나 표지 및 노면표시가 제대로 설치되어 있지 않은 지점이 상당히 많아 저속차량들이 오르막차선을 이용하지 않고 본선을 그대로 주행하는 일이 많으므로, 오르막차선 설치구간에서는 표지 및 노면표시의 설치를 강화하여 오르막차선의 이용율을 높일 필요가 있다. 현행 오르막차선 시점 예고표지의 문안은 오르막차선의 이용 차량을 명확히 제시 해주고 있지 못하며 오르막차선에서 전방 1km 설치되는 지나치게 멀다. 따라서 오르막차선 시점예고 문안은 오르막차선 밑에 "화물차 전용"을 삽입하고 "Slower Traffic"은 "Truck Lane"으로 변경하며, 설치위치도 1km 전방에서 판단시거를 고려하여 200m 전방으로 변경하는 것이 바람직

하겠다. 오르막차선 시점표시의 문안은 <표 17>에 제시된 오르막차선 예고표시의 개선(안)과 마찬가지로 바꾸되 설치위치는 종전의 오르막차선 시점으로 한다.

차선지정 표지의 경우 현재 우리나라와 미국에서는 설치하지 않고 일본에서만 설치하고 있지만 오르막차선의 길이가 1km 이상의 장거리일 경우 운전자가 차선의 용도에 대해 착각을 일으켜 차선이 확장된 것으로 알고 전방에서 차선이 줄어드는 것을 인식하지 못할 수 있으므로 오르막차선 중간지점에 차선지정표지를 설치하는 것이 바람직하다.

오르막차선의 종점부는 상향구배가 끝나고 하향구배가 시작되는 곳이며, 저속 차량이 속도를 회복하기 때문에 오르막차선을 곧 종료하게 된다. 따라서 운전미숙, 합류불량, 시거제한등으로 안전

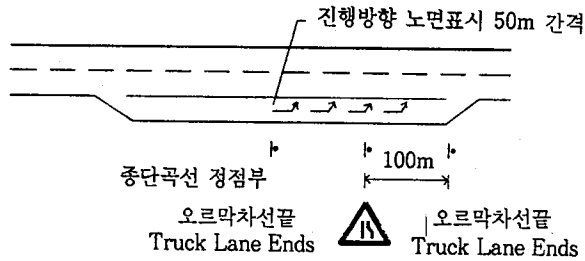
사고의 발생 가능성이 있으므로 오르막차선 정점 부에는 항상 "오르막차선 끝 m"의 예고표지를 설치하고 설계속도에 따라 테이퍼부 50-100 m 전방에 차선감소표지를 설치하여서 오르막차선을 이용한 차량이 본선으로 돌아갈 수 있도록 하고 본선 차량에게는 합류에 의한 교통상충을 예고해 주어야 한다.

끝으로 오르막차선 끝 표지는 현재 테이퍼 종점부에 설치되어 있어 운전자들에게 아무런 정보 전달의 의미를 가지고 있지 않아 표지의 실효성이 의문시되고 있으므로 설치위치를 테이퍼 시작 지점으로 변경해야 한다. 또한 오르막차선 종점표지 문안중 "Slower Traffic End"를 "Truck

Lane Ends"로 바꾸는 것이 바람직하다. 이상의 표지 설치기준 개선(안)은 <그림 6>과 <그림 7>에 나타내었다.

또한 오르막차선 설치구간에서는 대향차선을 이용한 추월의 필요가 없어지므로 중앙선은 황색실선을 이용하여 추월을 금지시키고, 오르막차선 설치방향의 본선과 오르막차선은 속도가 저하되는 차량이 언제라도 오르막차선을 이용할 수 있도록 백색점선을 사용한다. 오르막차선 종점부에서는 오르막차선을 주행한 차량이 본선에 안전하게 진입할 수 있도록 진행방향을 알리는 화살표 노면표시를 하는 것이 바람직하다.

<그림 6> 오르막차선 종점부 교통시설 설치기준 개선(안)



<그림 7> 표지시설설치기준 개선(안)

구 분		기 능 별 구 분				
		시 점 예 고	시 점	차 선 지 정	종 점 예 고	종 점
현 행	형 태 및 문 안					
	크기 (cm)	240 X 95	240 X 95		한변 90	240 X 95
	설치위치	테이퍼 시작 1 km 전방	테이퍼 시점		테이퍼 시작 50-200 m 전방	테이퍼 종점
개 선 (안)	형 태 및 문 안					
	개 선 내 용	- 문안중 오르막차선 밑에 '화물차 전용' 삽입 - 영문 "Slower Traffic"을 "Truck Lane"으로 변경 - 설치위치를 200m 전방으로 변경	- 좌 동 - 좌 동	- 오르막차선 길이가 1 km 이상인 경우 중간지점에 차선지정 표지 설치	- 중단곡선 정점부에 '오르막차선 끝 m'의 예고표지 설치 - 차선감소표지는 설계 속도에 따라 테이퍼 시작 50 - 200 m 전방에 설치	- 설치위치를 테이퍼 시작 지점으로 변경

구 분		기 능 별 구 분				
		시 점 예 고	시 점	차 선 지 정	종 점 예 고	종 점
현행	형 태 및 문 안					
	크기(cm)	240×95	240×95		한변 90	240×95
	설치위치	테이퍼 시작 1km 전방	테이퍼 시점		테이퍼 시작 50 ~200m 전방	테이퍼 종점
개선 (안)	형 태 및 문 안					
	개 선 내 용	-문안중 오르막 차선 밑에 '화물차 전용'삽입 -영문 'Slower Traffic' 을 'Truck Lane' 으로 변경 - 설 치 위 치 를 200m 전방으로 변경	-좌 동 -좌 동	-오르막차선 길이가 1km 이상인 경우 중간지점에 차선 지정 표지 설치	-중단곡선 정점 부에 '오르막차선 m'의 예고 표지 설치 -차선감소표지는 설계속도에 따라 테이퍼 시작 50~200m 전방에 설치	-설치위치를 테이퍼 시작 지점으로 변경

4. 오르막차선 이용규제 방안

조사지점의 오르막차선에 대한 차종별 이용율 (<표 18> 참조)에 나타난 바와 같이 조사지점에 따라 오르막차선을 소형차가 이용하는 비율은 14~63%, 대형차가 이용하는 비율은 37~86%에 달하고 있다. 특히 주목되는 지점은 영동 60.3km지점과 영동 124km지점으로서 영동 60.3km의 경우 소형차의 오르막차선 이용비율과 대형차의 이용비율이 유사하고, 영동 124km지점은 소형차의 오르막차선 이용비율이 63%로서 대형차 오르막차선 비율 37%의 1.7배에 이르고 있

다. 이러한 소형차와 대형차의 이용비율에서 시사하는 바는 다음과 같다.

- 오르막차선이 설치된 구간에서 저속으로 주행하는 대형차가 오르막차선을 반드시 이용하지 않고 있다.
- 저속의 대형차량이 오르막차선을 이용하지 않고 본선차선을 이용함으로써 소형차들이 오르막차선을 이용하여 추월하는 경우가 발생되고 있으며 이러한 경향은 2차선도로에서 특히 빈번하다.

오르막차선이 설치된 경우에도 저속차량이 오르막차선을 이용하지 않는 경우에는 오르막차선

<표 18> 오르막차선의 차종별 이용율

노 선	지 점	오르막차선 이용교통량(대/시)			오르막차선 이용교통량 차종별 이용도(%)	
		소형	대형	합계	소형	대형
경 부	280.5 km	8	49	57	14	86
	282.3 km	13	26	39	33	67
중 부	5 km	61	142	203	30	70
	51.07 km	37	71	108	34	66
영 동	60.3 km	148	167	315	47	53
	93.5 km	38	79	117	32	68
	124 km	87	51	138	63	37
평 균		56	84	140	40	60

의 효율성이 저하됨은 물론 경제적 타당성도 성립될 수 없다. 현행 우리나라에서 도로상의 통행 방법에 대해서 법적인 구속력을 갖고 있는 도로교통법 상에는 오르막차선을 규제하는 조항이 없다. 일반도로상에서는 차선별로 주행해야 할 차종이 도로교통법 상에 제시되어 있으나 오르막차선은 기본차선에 해당되지 않는 부가차선이므로 차선별 주행차종의 제한을 받고 있지 않다.

오르막차선이 경제적 타당성을 만족시키고, 교통운영상의 효율성을 유지하기 위해서는 오르막차선에 대한 이용방법을 법적으로 규제할 필요가 있다. 법적 규제의 방법에서 검토되어야 할 사항으로는 교통량이 많을 경우와 교통량이 적을 경우에 오르막차선을 이용하는 방법을 달리할 것이냐 아니면 동일하게 적용할 것이냐 하는 방법이다. 교통량이 많을 경우에는 저속차량을 뒤따르는 차량수도 많이 생기게 되므로 뒤따르는 차량수에 의한 법적 규제를 생각할 수 있다. 그러나 교통량이 적은 경우에는 지체군을 형성하는 차량수도 적기 때문에 교통량이 많은 경우에 적용되는 방법으로서의 일정 대수 이상이 뒤따르는 경우는 적기 때문에 오르막차선을 거의 이용하지 않는 경우가 생긴다. 또한 교통량에 따라 법적 규제 사항이 적용되거나 또는 적용되지 않는 경우는 교통량은 정적인 상태가 아니라 항상 변화하는 동적인 상태이므로 운전자에게 혼돈을 초래함은

물론 법적인 규제사항을 현실에 적용하는데 많은 무리가 생길 수도 있다. 저속차량을 뒤따르는 차량이 한대라도 있을 때에는 저속차량은 반드시 오르막차선을 이용해야 한다는 조항이 신설되어야 하겠다. 따라서 현재 권장의미를 지닌 안내표지로 되어있는 오르막차선 표지를 지시표지로 바꾸어 좀 더 강화된 도로이용의 효율성을 기하여야 할 필요가 있다.

VII. 결론 및 건의

국내와 외국의 기준을 비교 분석한 결과와 현장조사지점과 조사구간에서 측정된 교통량, 속도, 이용율, 지체도의 범위 내에서 자료를 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 전체 교통량 중 오르막차선 이용율은 2차선의 경우 23.6~27.4%, 4차선의 경우 2.9~7.5%에 달하는 것으로 분석되었다.
- 2) 오르막차선 이용율은 차선수, 구배길이, 차선수와 구배길이의 곱에 의해 영향을 받고 있으며 차선수가 적을수록, 구배길이 길수록 오르막차선 이용률이 증가하며 2차선의 평균 이용율은 26.5%, 4차선의 평균 이용율은 4.8%로 확인되었다.
- 3) 오르막차선 개방시의 속도는 폐쇄시의 속도보다 평균 9.3km/h 높게 나타났으며 2차선의 경

우에는 4차선보다 오르막차선이 속도에 미치는 영향이 큰 것으로 분석되었다.

4) 오르막차선을 폐쇄하는 경우의 지체도는 개방하는 경우와 비교할 때 1.05~1.28배 만큼 지체도가 증가하였다.

5) 오르막차선 이용차량을 차종별로 보면 평균적으로 소형차량의 40%가 오르막차선을 이용하고 있고, 대형차량의 60%가 이용한다.

6) 오르막차선에 대한 경제성 분석 결과 2차선의 경우 일교통량이 4,577대 이상, 4차선의 경우 5,116대이상의 교통량이 존재하는 경우에는 오르막차선이 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

7) 현행 80km/h 이상의 설계속도에서 오르막차선의 허용최저속도를 일률적으로 60km/h로 규정하고 있음은 차량의 성능향상과 교통의 고속화에 비추어 속도차이로 인한 교통사고의 증대 가능성이 있으므로 설계속도에 따라 상향조정되어야 한다.

8) 현행 오르막차선의 시점부와 종점부의 테이퍼 길이는 차량의 안전성에 미흡한 것으로 확인되었으므로 설계속도에 따라 상향조정 되어야 한다.

9) 오르막차선 관련 교통표지는 표지의 종류, 문안 및 설치위치면에서 오르막차선을 이용해야 할 차량들을 분명히 구분해주고 오르막차선을 주행한 차량이 본선에 안전하게 진입할 수 있도록 개선되어야 하며 오르막차선 종점부에서는 진행 방향을 알리는 화살표 노면 표시를 하는 것이 요구된다.

10) 도로교통법에 승용차는 오르막차선 이용을 규제하고 저속 화물차는 뒤따르는 차량이 있을 때에는 반드시 오르막차선을 이용하도록 하는 조항을 신설하는 것이 요구된다.

11) 오르막차선의 종점부는 트럭의 주행속도 및 합류 특성에 의해 본선의 Gap분포를 포함한 교통류 특성에 의해 영향을 받으므로 종점부의 위치는 이러한 특성을 반영하여 결정하도록 하는 연구가 향후 수행되어야 하겠다.

참고 문헌

1. 도로의 구조 시설 기준에 관한 규정 해설 및 지침, 건설부, 1990.
2. 노관섭외, 오르막차선 및 양보차선의 설계지침 연구, 한국건설기술연구원, 1991.
3. A Policy On Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO, U.S.A. 1990.
4. Highway Capacity Manual, Special Report 209, Transportation Research Board (TRB), U.S.A., 1985
5. 西獨における 最近の 道路設計手法 (登坂部の 附加車線設置), 高速道路と自動車, pp 50-54, 1980.8
6. 장명순외, 고속도로 편익조사와 통행요금 체계에 관한 연구, 한양대학교 산업과학연구소, 1991
7. 장명순외, 오르막차선 지점 현장조사 및 분석 연구, 한양대학교 생산공학연구소, 1992.
8. 도로표지규칙, 건설부, 1991.
9. W. S. Homburger, An Analysis of Safety at the Terminals of Climbing Lanes on Two-Lane Highways, FHWA, 1986.
10. M.Firestine, W.Hughes and R.V. Demaree, New Methods for Determining Requirements for Truck-Climbing Lanes, FHWA, 1989.
11. K.M.Wolhuter and A.Polus, Uniform Delay Approach to Warrant for Climbing Lanes, TRR 1195, TRB, 1990.
12. A.D.St. John & D.W.Harwood, Safety Considerations for Truck Climbing Lanes on Rural Highways, TRR 1303, TRB, 1991.
13. Manual on Uniform Traffic Control Device, FHWA, 1989.
14. 日本道路公團, 道路設計要領 第5集, 1990.4.