

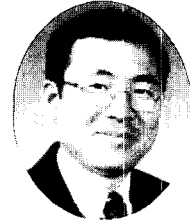
## 사례노선 중심의 국도 등급별 도로안전시설 설치방법론



심관보



김용석



노관섭

### 1. 서론

우리나라 교통사고율의 지속적인 감소 추세에도 불구하고 일반국도 사망자수 및 보행자 사고는 전체의 30%대를 차지하며 타 도로에 비해 인명피해 심각도가 높게 나타나고 있다. 일반국도는 정부에서 추진한 5차 교통안전기본계획에 의한 “위험도로개량사업”등을 통해 중앙분리대, 안전시설, 보도 등 다양한 시설들을 설치, 운영하고 있음에도 이러한 교통사고 위험성이 계속되고 있으며 일부 국도 구간에서는 기 설치된 중앙분리대로 인해 오히려 사고가 발생하는 등 정부가 계획하고 있는 중앙분리대와 보도, 기타 안전시설 설치 및 향후 국도 운영계획에 있어 재검토 필요성이 대두되고 있다. 본 연구에서는 정부의 개선노력에도 불구하고 교통사고 위험성이 여타 도로에 비해 높게 나타나는 국도를 대상으로 교통사고 발생현황 및 원인을 정밀분석하고 그에 따른 효과적인 개선대책을 제시하고자 한다. 연구 수행 방법은 우선 전국 일반국도 교통사고 자료 분석을 통해 국도의 주요 교통사고 발생특성을 살펴보고 사례조사 노선을 국도 등급별로 분류하여 실내 도

면 조사 및 현장 조사를 통해 문제점 및 원인을 밝혀내고 개선대책을 수립하였다. 이를 통해 국도등급별 사고유형분류와 차별화된 도로안전시설 설치방안을 제시하였다.

## II. 연구 방법론

경찰청 TAMS 자료를 토대로 국도에서 발생한 교통사고를 분석해 보면 국도 교통사고의 일반적 현황 및 시설특성 자료 이외에 얻을 수 있는 자료는 별로 없다. 또한 국도 전체 사고데이터는 우리나라의 일반국도의 다양한 특성(고규격 신설도로, 4차로확장, 2차로와 4차로)을 개별적으로 설명해주지 못하는 한계가 있었다.

국도의 시설적 대책과 관련된 기존의 연구들 또한 시설물별 사고감소효과도를 제시하고 있으나, 우리나라 일반국도의 등급별 시설특성과 지역특성을 고려한 시설적 대책은 제시하지 못하고 있다.

김경석(1996)은 “도로기하구조와 안전성의 상호관계분석연구”에서 국도를 대안1: 단순확장, 대안2: 국부시설(부분 선형개량), 대안3: 전면시설(고규격)로 분류하고 각각의 목표사고율을 구하여 B/C 분석을 수행한 결과 “단순확장”을 시도한 대안1은 사고감소율이 목표사고율에 미치지 못해 배제되고, “전면시설” 다시 말해 중앙분리대 및 선형의 연속성을 보강한 대안3을 최적대안으로 선정하였다. 즉 “단순 확장”은 사고감소효과가 미미하고, “전면시설”의 경우 시설의 설치효과가 크게 나타나는 것이다. 이수범(2004)은 “도로안전시설물의 사고감소 효과도 분석”에서 일반국도의 안전시설물별(중앙분리대, 가드레일, 미끄럼방지포장, 갈매기표지등)사고감소 효과도를 분석제시 하였으나, 국도등급이나 지역특성, 2차로와 4차로 구분 등은 구분하지 않았다.

따라서 본 연구에서는 국도의 기능별 등급 특성을 반영한 사례노선을 선정하여 교통사고 발생원인을 정밀 분석하여 사고유형을 찾아내고, 국도가 위치하고 있는 지역특성과 교통류특성, 도로기하 구조 특성을 조사하여 종합적인 분석을 통해 각 도로등급별 맞춤형 공학적 대책을 제시해 보기로 하였다.

## 1. 국도 기능등급별 시설기준

우리나라의 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」에서는 도로의 서비스 기능과 지역에 따라 8개의 범주로 기능을 분류하고, 도로의 기능에 따라 간선도로, 집산도로, 국지도로 등으로 구분하고 있다. 그러나 이동성과 접근성을 구분하는 도로교통 특성(교통량, 이동거리, 통행속도)이 뚜렷이 구분되지 않아 기능분류에 임의성과 모호성이 존재한다. 또한 별도의 도로 등급 구분이 없는 상태에서 기능구분이 매우 단순하다(〈표 1〉 참조).

〈표 1〉 우리나라 도로 기능분류 시스템

이동성 수준	도로의 기능구분	
	지방부	도시부
이동성측면	주 간선도로	주 간선가로
	보조 간선도로	보조 간선가로
접근성측면	집산도로	집산가로
	국지도로	국지가로

자료) 도로의 구조시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침

한편, 일반국도의 경우 도로기능 구분을 명확하게 판단하기 어려운 경우 과다 또는 과소 설계의 문제점을 해결하기 위하여 전국도로망 체계를 검토

〈표 2〉 우리나라 국도의 기능등급별 시설기준

도로 기능	국도 기능	국도기능별 판단기준	접근관리	설계속도	
				평지	산지
주 간선 도로	국도 I 등급	지역간 간선기능을 갖는 국도로서 자동차전용도로로 지정되었거나 지정예정인 국도	입체	80km/h 이상 <sup>1)</sup>	
	국도 II 등급	지역간 간선기능을 갖으며 국도 I에 해당되지 않는 국도로서 계획교통량이 25,000대 이상인 도로	입체 평면	80	60
보조 간선 도로	국도 III 등급	지역간 간선기능이 약하여 국도 I과 국도 II를 보조하는 국도	평면	70	50

자료) 건설교통부, 2006. 국도의 노선계획·설계지침.

주1) "자동차전용도로 지정에 관한 지침"에 따라 적용

하여 국도의 구간별 수행기능을 국도 I, II, III으로 구분하였다<sup>1)</sup>. 「국도의 노선계획·설계지침」은 「국도기능분류 및 효율적 투자방안 연구」(1999)결과에 근거하여 <표 2>와 같은 기능별 시설기준을 제시하고 있다.

국도I등급은 주간선도로 중 자동차 전용도로에 해당하는 설계속도 80km/h이상, 국도II등급은 주간선도로에 해당하는 설계속도 60~80km/h를 제시하고 있고, 국도III등급은 보조간선도로에 해당하는 설계속도 50~70km/h을 제시하고 있다.

## 2. 조사구간 선정 및 조사방법

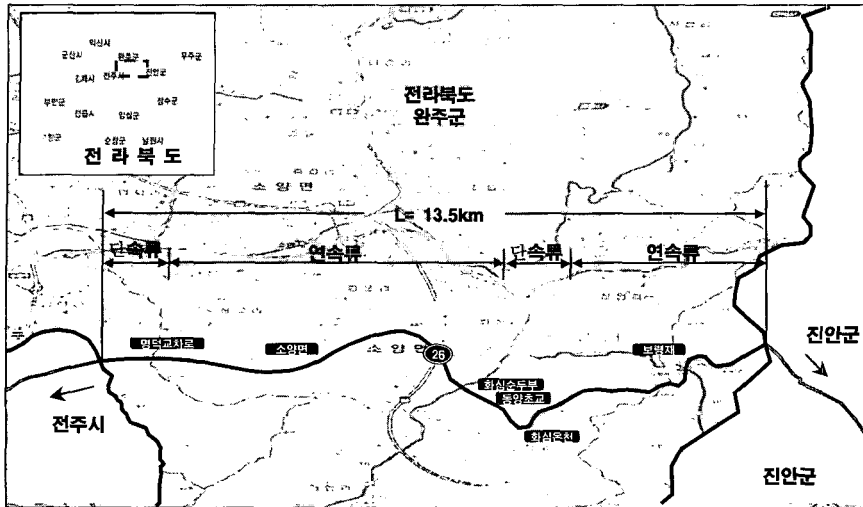
### 1) 조사구간 선정

구간 선정은 국도 교통사고 자료분석을 통해 사망자 수가 많은 군 중에서 평지, 구릉지, 산지의 특성을 고루 갖추고 있으면서 등급이 다른 도로가 인접



<그림 1> 사례분석구간(17호선, 27호선)

1) 건설교통부, 1999, 국도기능분류 및 효율적 투자방안 연구, 132-137쪽.



〈그림 2〉 사례분석구간(26호선)

〈표 3〉 전라북도 완주군 사례분석 구간 일반현황

구분	구간	연장 (km)	차로수	교통 특성	토지 이용	비고
17 호선	월암 2교 ~ 슬치휴게소	11.0	4차로	단속류	잘 발달됨	기존노선확장
26 호선	삼거리교차로 ~ 소태정휴게소	13.5	4차로	단속류 + 연속류	간헐적 이용	기존노선확장 + 신설노선
27 호선	원당교차로 ~ 향가교차로	5.5	4차로	연속류	산간 무인	신설노선

하여 존재하는 부분을 고려 하였으며, 아울러 자료 수집이 용이한 곳으로 최종적으로 전라북도 완주군내 일반국도(17호선, 26호선, 27호선) 일부구간을 선정하였다.

분석 가능한 구간으로 최종 선정된 대상구간 현황은 〈그림 1〉 및 〈그림 2〉, 〈표 3〉과 같다.

일반국도 17호선은 기존 2차로 도로를 4차로 도로로 확장하여 선형이 좋지 않고, 교통운영특성은 신호교차로와 비신호 횡단보도가 반복적으로 나타나는 단속류의 특성을 보이며, 토지이용은 지방부에서 잘 발달된 특성을 보인다.

26호선은 기존 2차로 도로를 4차로 도로로 확장한 구간과 신규노선이 조합되어 선형은 대체로 양호하나 일부 마을통과구간 등에서 연속류와 단속류

가 교차하여 사고 위험성이 높다.

일반국도 27호선은 2004년 12월에 개통된 원당교차로에서 향가교차로까지 5.5km 구간을 대상으로 하며 그 이후에 개통된 구간(2005년 11월 개통)은 사고자료 획득의 어려움으로 인해 분석구간에서 제외하였다. 교통운영특성은 기존 노선을 확장하지 않고 신규로 건설되어 모든 교차로를 입체화했으며 연속류 특성이 나타나고 있다. 주변 토지이용은 산간무인 형태이다.

## 2) 조사방법

현장특성 파악과 자료수집 및 분석구간 선정을 위해 현장답사를 실시하였으며, 이후 2회에 걸친 현장조사를 통해 기하구조 및 교통운영 특성을 조사하였다. 또한 추가적으로 26호선 화심순두부 구간에 대해서는 “Positive Guidance”<sup>2)</sup> 기법을 활용한 조사를 통해 교통사고 원인을 분석하였다.

각 노선별 세부 조사지점으로는 17호선의 경우 장신대교차로, 죽림은천, 남관초교, 원용암마을, 슬치재 등 5개소이며, 26호선은 명덕교차로, 화운교, 해월교, 화심순두부, 보룡재 2개소 등 총 6개소이다. 27호선은 모악터널 입구 및 향가교차로 300m 전방 등 2개소에서 조사를 실시하였다.

조사항목으로는 기하구조 특성 조사의 경우 교차로 형태, 선형, 차로수 차로폭, 길어깨 폭, 횡단보도와 차량 정지선까지의 길이, 안전시설물(중앙분리대, 보도) 설치현황 등이다. 교통운영 특성 조사는 교차로 운영형태, 차량 주행속도 등이다.

## 3. 구간 교통사고 현황

사례분석 구간에서 발생한 교통사고 현황을 정리하면 <표 4>와 같다. 2005년 교통사고 발생건수는 17호선이 55건으로 가장 많았으며 다음으로 26호선이 40건, 27호선이 2건으로 나타났다. 이 중 17호선 2건과 26호선 2건은 교

2) Positive Guidance라는 개념은 1973년 협소한 교량의 사고감소를 위한 단기적이고 비용이 적게드는 기법을 개발해 달라는 미 의회의 요구에 의해 탄생되었다. 이후 FHWA는 Positive Guidance를 응용하여 “Yellow Book(Highway Design and Operational Practice related to Highway Safety)”을 발간하였으며 1977년 Positive Guidance 사용자 지침서 조판을 발간하였고, 1981년 Positive Guidance 사용자 지침서 2판, 1990년 Positive Guidance User Guide 제3판이 발간되었다. Positive Guidance는 운전자와 도로 및 주변 시설간의 상호작용을 체계적으로 분석하여, 교통사고를 유발할 수 있는 위험물을 찾고 운전자가 위험물에 도달하기 전에 적절한 정보를 제공함으로써 올바른 속도와 경로를 택하게 한다.

통사고 발생지점 확인이 불가능하여 지점별 분석 시에는 대상에서 제외하였다.

〈표 4〉 대상구간 2005년 교통사고 현황

구 분	발생건수(건)			인명피해(명)		
	총 사고건수	위치확인 가능한 건수	위치확인 불가능 건수	사망	중상	경상
17호선	55	53	2	4	25	52
26호선	40	38	2	2	19	34
27호선	2	2	-	0	1	4

인명피해의 경우 사망, 중상, 경상 모두 17호선이 가장 많은 것으로 나타났으며 다음으로 26호선, 27호선 순으로 나타났다. 〈표 5〉는 사례분석 구간의 2005년 사고유형별 교통사고 발생건수이다.

〈표 5〉 사고유형별 교통사고 발생건수 (단위: 건(%))

구분	합계	차대차	차량 단독	차대 사람	기타
17호선	55	37(67.3)	12(21.8)	4(7.3)	2(3.6)
26호선	40	26(65.0)	12(30.0)	0(0.0)	2(5.0)
27호선	2	2(100)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)

2005년 교통사고를 유형별로 살펴보면 차대차 사고가 17호선의 경우 전체 55건 중 67.3%를 차지하는 37건, 26호선의 경우 전체 40건 중 65.0%를 차지하는 26건, 27호선의 경우 전체 2건 모두가 차대차 사고로 가장 많이 발생하였다.

〈표 6〉 2005년 사고유형별 교통사고 인명피해 현황

구분	차대차		차량단독		차대사람		기타	
	사망	치사율	사망	치사율	사망	치사율	사망	치사율
17 호선	0	0.0	2	16.7	2	50.0	0	0.0
26 호선	1	3.8	1	8.3	0	0.0	0	0.0
27 호선	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

주) 치사율: (사망자수 / 사고발생건수) × 100

유형별 사망자수는 17호선에서 차량단독과 차대사람 사고가 2명씩으로 가장 많았고, 26호선에서는 차대차와 차량단독 사고가 각각 1명, 27호선은

2005년에 사망자가 발생하지 않았다.

치사율은 17호선에서는 차대사람 사고가 50.0으로 4건의 교통사고에서 2명이 사망하여 가장 위험한 것으로 나타났으며, 26호선에서는 차량단독사고가 8.3을 나타내어 가장 위험한 것으로 나타났다.

### Ⅲ. 현장조사 및 분석

#### 1. 17호선(월암2교~슬치휴게소)

17호선의 기하구조 및 교통운영특성 조사 결과는 <표 7> 및 <표 8>과 같다. 조사 결과, 죽림온천의 경우 보행자 횡단거리가 26m임에도 불구하고 보행신호는 20초 밖에 되지 않아 보행자가 횡단보도를 횡단하기에는 보행신호가 부족함을 알 수 있다. 현재 보행신호 기준<sup>3)</sup>은 최소녹색시간 7초와 황색시간(횡단거리(m)/1.0m/sec)를 합산하여 산정하며 이 기준을 적용하여 죽림온천의 보행신호 시간을 도출하면 33초가 되어 현행 20초는 보행자가 횡단하기에 무리가 있다.

원용암 마을의 경우 보행자 횡단을 위한 신호가 운영되지 않고 있으며 보

<표 7> 17호선 기하구조특성 조사결과

지점	차로폭	길어 깨폭	회전차로 유무(폭)	횡단보도 유무	보도 유무	차량정지선에서 횡단보도까지거리	보행자 총횡단 거리
장신대 교차로	3.5m	0.5m	○ (3.0m)	○	○	3.5m	22m
죽림 온천	3.6m	1.0m	○ (3.5m)	○	○	3.5m	26m
남관 초교	3.5m	1.0m	○ (3.0m)	○	○	6.0m	18m
원용암마을	3.5m	1.5m	○ (3.0m)	○	×	3.0m	24m
슬치재	3.6m	1.2m	-	-	×	-	-

주) 중앙분리대 설치 구간의 좌측 측방여유폭 0.5m



〈표 8〉 17호선 교통운영특성 조사결과

지점	교차로 운영형태	제한속도	주행속도 <sup>1)</sup>		보행신호	비고
			전주방향	임실방향		
장신대 교차로	신호교차로	80kph	76kph	76kph	27초	-
죽림 온천	신호교차로	80kph	84kph	80kph	20초	-
남관 초교	신호교차로	50kph	79kph	74kph	24초	어린이보호구역
원용암 마을	비신호 (점멸)교차로	80kph	88kph	83kph	-	-
슬치재	-	80kph	79kph	72kph	-	-

주 1) 신호교차로의 경우 차량녹색시간 동안 교차로를 통과한 차량의 속도만 측정하며 85%속도임.

도 또한 설치되어 있지 않은 상태이다. 길어깨가 타 지점보다 0.5~1.0m 더 넓긴 하지만 이는 보도가 없을 때 지방지역의 경우 2.0m이상<sup>4)</sup>을 확보해야 하는 설계기준에도 적합하지 않다. 차량정지선에서 횡단보도까지 거리도 3.0m로서 신호로 운영되는 타 지점에 비해 가장 짧아 차량의 긴급제동시 가장 위험한 지점임을 알 수 있으며 횡단거리 또한 죽림온천 다음으로 넓은 24m로 운영되고 있었다.

따라서 원용암 마을과 같이 보행자 신호가 없고 보도도 없으며 보행자 횡단거리가 넓은 곳에는 보행자의 안전을 위해 도로 중앙에 보행자 대기공간이 필요할 것으로 판단된다.

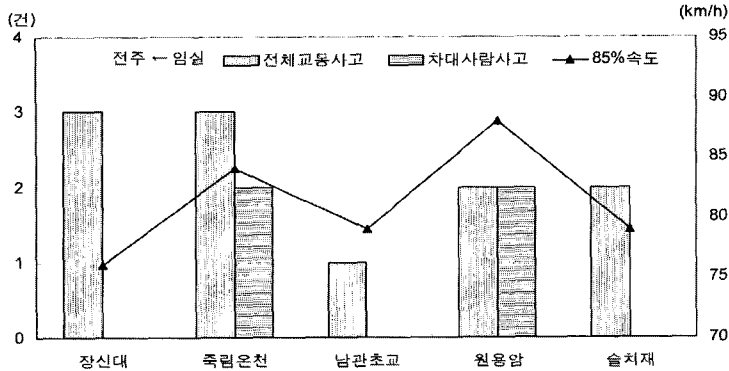
한편, 17호선 중앙분리대 설치 구간의 좌측 측방여유폭은 0.5m로서 최소 설치기준은 만족하고 있지만 장애물 안전거리<sup>5)</sup>(설계속도 80km/h일때 2m, 70km/h일때 1.7m)에는 크게 못 미치고 있었다.

다음 〈그림 3〉은 17호선 임실에서 전주방향의 각 지점별 교통사고와 사례분석 구간에서 측정한 차량의 85%속도를 비교한 결과이다.

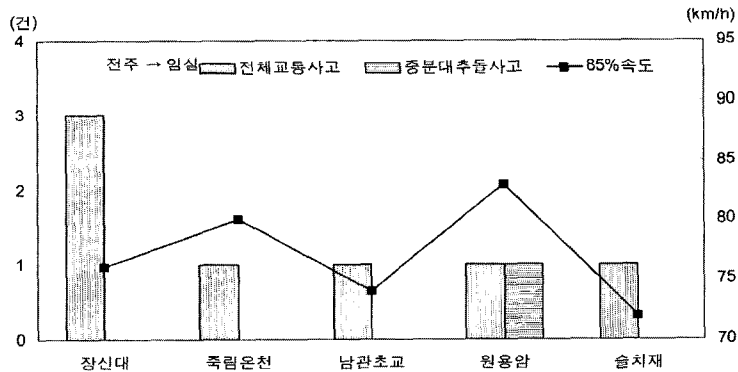
17호선 전주방향 원용암 마을과 죽림온천에서 차량의 85%속도가 88km/h 및 84km/h로 제한속도인 80km/h보다 높게 나타나고 있는데, 이 지점에서는 2005년 차대사람 사고가 각각 2건씩 발생하여 차량의 높은

4) 건설교통부, 2000.3, 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침, p 77

5) 미국의 AASHTO는 방호울타리(중분대 등) 설치 시 심리적으로 영향을 받지 않는 거리인 안전거리(Shy Line)개념을 사용하여 설계속도별 안전거리를 제시함.



〈그림 3〉 17호선 전주방향 교통사고 및 85%속도 비교 결과



〈그림 4〉 17호선 임실방향 교통사고 및 85%속도 비교 결과

속도가 차대사람 사고를 일으키는 주요 원인으로 작용한 것으로 판단된다. 특히 전체 2건의 사고 중 2건 모두가 차대사람 사고인 원용암 마을의 경우 차량의 85%속도가 타 지점에 비해 가장 높고 무신호(점멸)로 운영되고 있으며 차량 정지선과 횡단보도까지 거리가 가장 짧고 횡단거리가 넓어 횡단하는 보행자에 대한 위험성이 가장 높은 곳임을 알 수 있다. 다음 〈그림 4〉는 17호선 전주에서 임실 방향의 각 지점별 교통사고와 사례분석간 측정된 차량의 85%속도를 비교한 결과이다.

17호선 임실방향 원용암 마을에서 차량의 85%속도가 83km/h로 제한 속도인 80km/h보다 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이 지점에서는

2005년 중분대 추돌사고가 있었으며 교차로에서 중분대 추돌사고가 발생한 것으로 보아 중분대 끝단에 추돌한 사고인 것으로 판단된다.

17호선에서 중분대 설치구간의 좌측 측방여유폭이 0.5m밖에 되지 않고 운전자가 제한속도보다 높은 속도를 유지하는 원용암 마을의 경우 중분대 끝단에 추돌하는 사고의 위험성이 높다고 할 수 있다.

## 2. 26호선(삼거교차로~소태정휴게소)

26호선의 기하구조 및 교통운영특성 조사 결과는 <표 9> 및 <표 10>과 같다. 26호선은 신호교차로와 단일로가 연속적으로 교차하여 단속류와 연속류의 특성이 모두 나타나고 이로 인해 각 지점에서의 속도편차가 큰 것을 <표 9> 26호선 기하구조특성 조사결과

지점	차로폭	길어깨폭	회전차로 유무(폭)	횡단보도 유무	보도 유무	차량정지선에서 횡단보도까지거리	보행자 총 횡단거리
명덕 교차로	3.5m	1.7m	○ (3.0m)	○	○	3.4m	27.5
황운교	3.6m	1.7m	-	-	×	-	-
해월교	3.5m	1.5m	-	-	×	-	-
화심 순두부	3.5m	1.0m	○ (2.75m)	○	○	3.3m	16m
보룡재	3.5m	1.0m	-	-	×	-	-

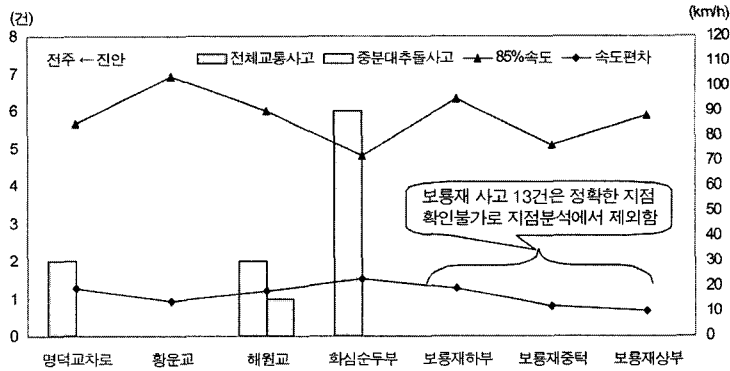
주) 중앙분리대 설치 구간의 좌측 측방여유폭 0.5m

<표 10> 26호선 교통운영특성 조사결과

지점	교차로운영 형태	제한 속도	차량주행속도 <sup>1)</sup>		보행신호	비고
			전주 방향	진안 방향		
명덕 교차로	신호 교차로	80kph	85kph	80kph	23초	-
황운교	-	80kph	107kph	100kph	-	-
해월교	-	80kph	90kph	85kph	-	-
화심 순두부	신호 교차로	50kph	72kph	73kph		어린이보호구역
보룡재	-	80kph	95kph	78kph	-	보룡재 하부
			76kph			보룡재 중턱 <sup>2)</sup>
			88kph			보룡재 상부

주 1) 신호교차로의 경우 차량녹색시간 동안 교차로를 통과한 차량의 속도만 측정하며 85%속도임.

2) 평면 및 중단경사가 복합적으로 나타나는 구간임.

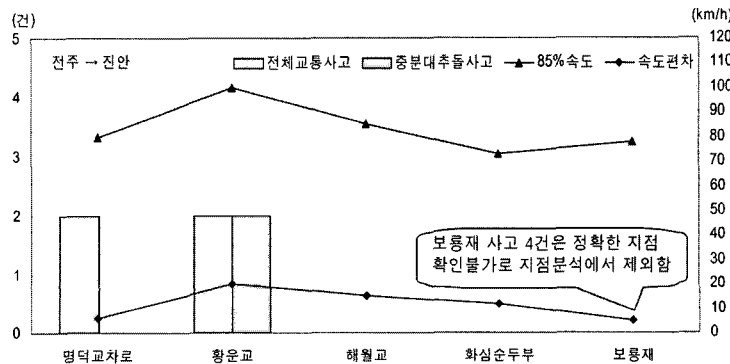


〈그림 5〉 26호선 전주방향 교통사고 및 85%속도 비교 결과

알 수 있었다.

다음 〈그림 5〉는 26호선 진안에서 전주방향의 각 지점별 교통사고와 사례분석간 측정된 차량의 85%속도를 비교한 결과이다.

26호선 전주방향 화심순두부는 제한속도가 50km/h인 어린이 보호구역 임에도 불구하고 85%속도가 제한속도보다 22km/h나 높게 나타나고 있으며 이전구간과 속도차이 또한 23km/h로 타 구간보다 높은 속도 편차를 보이고 있다. 전주방향 화심순두부는 6건이 발생하여 26호선에서는 속도의 높고 낮음보다 속도 편차가 사고 위험성을 증대시키는 것으로 판단된다. 해월교에서 발생한 중분대 추돌사고의 경우, 해월교가 85%속도와 속도편차가 가장 높거나 크지는 않으나 단일로 커브 구간에 중분대측 측방여유폭이



〈그림 6〉 26호선 진안방향 교통사고 및 85%속도 비교 결과

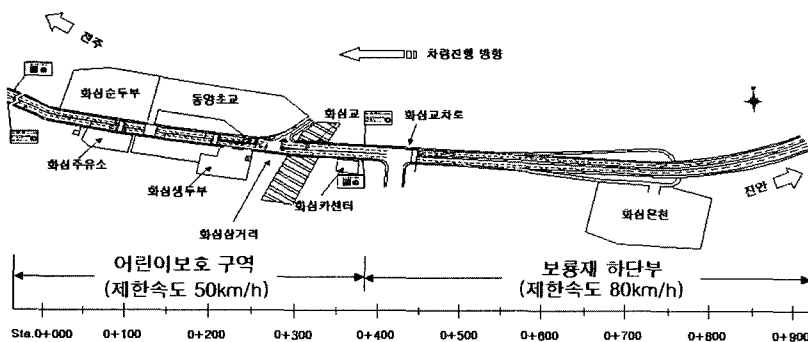
0.7m 밖에 안 되는 점에 원인이 있다.

〈그림 6〉에서 26호선 진안방향의 경우 황운교에서 속도편차가 20km/h로 가장 크고 85%속도 또한 타 지점보다 가장 높은 100km/h로 제한속도보다 20km/h나 높게 나타나고 있다. 황운교에서 발생한 사고는 중앙분리대 충돌사고가 전체 사고 2건을 모두 차지하고 있어 높은 속도와 속도 편차 및 중분대측 측방여유폭이 0.7m로 좁아 중분대 충돌사고가 많이 발생하고 있다. 다음 〈그림 7〉은 26호선 전주방향 화심순두부의 현황도를 보여준다.

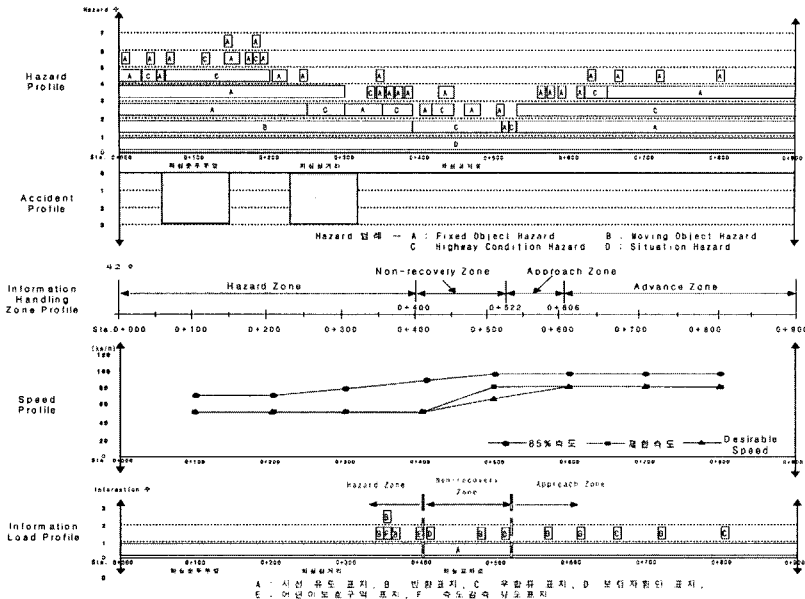
〈그림 8〉은 Positive Guidance기법을 활용한 분석 결과를 보여준다. Hazard Profile을 보면 Hazard가 많은 화심순두부 앞~화심삼거리 구간(sta. 0+000~0+400)에서 총 6건의 사고가 발생 가장 위험한 구간임을 알 수 있다.

위험물 분석을 통해 sta. 0+000~0+400 구간을 Hazard Zone으로 결정하고 정지시거 및 판단시거를 도출하여 정보처리구간(Information Handling Zone)을 결정하였다. 정지시거와 판단시거는 Hazard Zone의 85%속도(72km/h)를 기준으로 산정하였으며 정지시거는 122m, 판단시거는 206m 였다. 따라서 Non-recovery Zone은 sta. 0+400~0+512이며, Approach Zone은 sta. 0+512~0+606 이다.

85%속도는 실제 현장에서 측정한 속도로 화심순두부 구간에서는 차량녹색시간 일 때의 교차로 통과차량 속도를 측정한 것이다. Desirable Speed는 보통재 구간을 80km/h로 주행하던 차량이 점차 감속하여 sta. 0+400



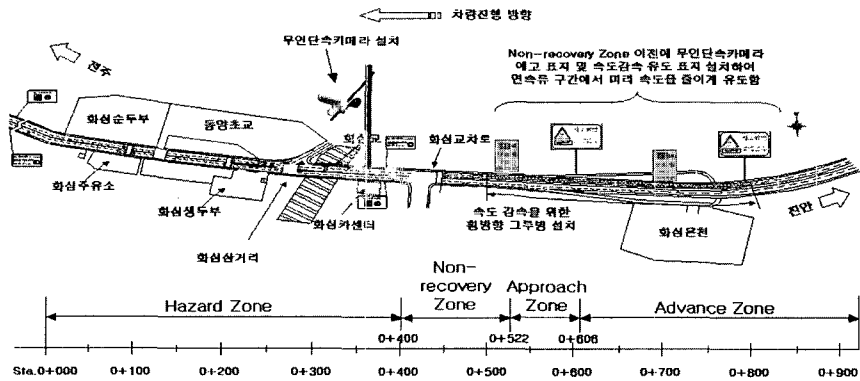
〈그림 7〉 26호선 전주방향 화심순두부 현황도



〈그림 8〉 Positive Guidance 분석 결과

에서부터 50km/h로 주행할 수 있게 하기 위한 안전속도를 의미하며, 제한 속도를 80km/h에서 50km/h로 안전하게 변화시키기 위해 sta. 0+400에서 보행자 발견 시 차량이 정지할 수 있도록 60km/h일 때 정지시거 85m, 70km/h일 때 정지시거 110m, 80km/h일 때 정지시거 140m를 감안하여 산출하였다. 즉, 유사시 sta.0+400에서 정지할 수 있도록 60km/h로 감속할 지점은 85m 전방 sta.0+485이며, 70km/h로 감속할 지점은 110m 전방 sta.0+ 510, 80km/h에서 감속을 시작할 지점은 140m 전방 sta.0+540이 된다. 이렇게 작성된 Speed Profile를 보면 현재 85% 주행 속도가 제한속도보다 높게 나타나고 있으며 제한속도가 80km/h에서 50km/h로 바뀌면서 운전자가 줄여야하는 30km/h의 속도 변화는 사전에 속도 감속 없이 연속류 구간을 주행하던 운전자가 단속류 구간 특히 어린이 보호구역인 화심순두부 구간을 진입하면서 한번에 줄이기에는 무리가 있을 것이다.

운전자에 제공되는 정보의 양을 측정하여 Information Load Profile을



〈그림 9〉 26호선 전주방향 화심순두부 개선방안

작성하면 현재 제공되고 있는 정보와 앞서 분석한 속도와의 관계를 볼 때, 운전자가 판단을 하게 되는 Approach Zone에 속도 감속을 유도하는 어떠한 정보도 제공되지 않고 있음을 알 수 있다. 또한 현재 제공되고 있는 속도 감속 표지는 Hazard Zone에 위치하고 있고, 크기가 너무 작아 운전자가 판독하기에는 힘들 것으로 판단된다.

결론적으로, 운전자는 최소한 Approach Zone에서 Hazard Zone에 대한 정보를 제공받아 Non-recovery Zone에서 Hazard Zone의 제한속도 50 km/h로 감속하여 Hazard Zone에 진입하여야 하나 현재 85%속도는 72km/h로 제한속도 보다 높게 나타나고 있다. 이러한 현상의 원인은 연속류 내리막 구간을 높은 속도로 통과한 차량을 감속시키기 위한 정보가 제대로 주어지지 않고 있으며 적절한 감속 유도 시설 또한 없기 때문인 것으로 판단된다. 26호선 전주방향 화심순두부 구간에 대한 개선방안은 〈그림 9〉와 같다.

우선 어린이 보호구역이 시작되는 시점부에 무인단속카메라를 설치하여 차량의 속도를 감속시키고 Approach Zone과 Advance Zone에 무인카메라 예고 표지 및 속도 감속 유도 표지를 설치하여 운전자가 미리 속도를 줄이고 Hazard Zone에 진입할 수 있게 해야 한다. 또한 도로 노면에 속도 감속을 위한 횡방향 그루빙 설치가 필요하다. 이러한 방법은 기하구조 개선과 같이 많은 공사비가 필요하지 않으며 저렴한 정보제공 표지의 설치를 통한 고효율적인 방법이다.

### 3. 27호선(원당교차로~향가교차로)

27호선의 기하구조 및 교통운영특성 조사 결과는 <표 11>와 같다.

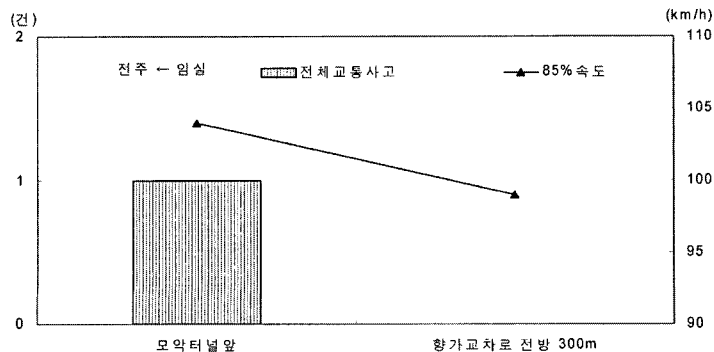
27호선은 기존 노선 확장이 아닌 신설 도로로서 모든 교차로가 입체화된 연속류 특성이 나타나고 차로폭은 3.5m, 우측 길어깨는 2.0m, 중앙분리대 측 측방여유폭 1.0m를 유지하고 있다. <그림 10>은 27호선 입실에서 전주방향, <그림 11>은 전주에서 입실방향의 각 지점별 교통사고와 사례 분석간 측정된 차량의 85%속도를 비교한 결과를 보여준다.

27호선 전주 및 입실방향 모두 2005년 한해 각 1건씩의 사고가 발생했다. 전체적으로 타 노선(17호선 및 26호선)에 비해 도로 기하구조가 좋아 85%주행속도가 제한속도 보다 최대 25km/h 높음에도 불구하고 전체 사고 수는 적은 것을 알 수 있다. 도로폭 3.5m(지방지역 일반차로 설계속도 80km/h

<표 11> 27호선 기하구조 및 교통운영특성 조사결과

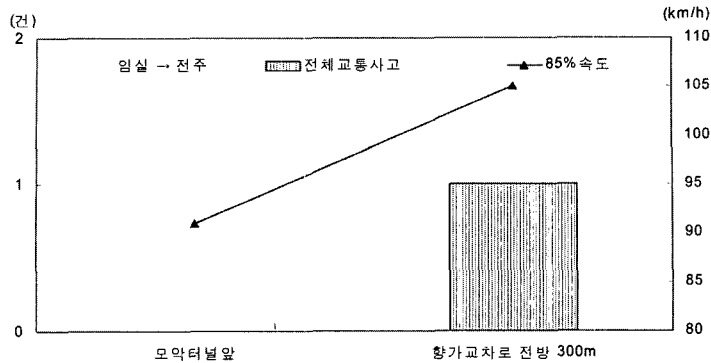
지점	도로형태	차로폭	길어깨폭	제한 속도	차량주행속도 (85%속도)	
					전주 방향	입실 방향
모악터널앞	단일로 (중단경사구간)	3.5m	2.0m	80kph	104kph	91kph
향가교차로 전방300m	단일로 (중단경사구간)	3.6m	2.0m	80kph	99kph	105kph

주) 중앙분리대 설치 구간의 좌측 측방여유폭 1.0m



<그림 10> 27호선 전주방향 교통사고 및 85%속도 비교 결과





〈그림 11〉 27호선 임실방향 교통사고 및 85%속도 비교 결과

이상일 때), 길어깨 폭 2.0m(지방지역 일반도로 설계속도 80km/h 이상일 때) 등 건설교통부(2003. 3)에서 발간한 '도로의 구조 · 시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침'에서 제시하고 있는 설계기준을 모두 만족하며 충분대측 측방여유폭 또한 1.0m로 타 노선에 비해 가장 넓게 운영되고 있다.

그러나 2005년 교통사고가 방향별로 각 1건씩 내리막 구간에서 발생하였고 이 구간의 속도가 100km/h를 넘는 높은 속도임을 감안 할 때 27호선 또한 내리막 구간에서의 속도 감소대책이 필요한 것으로 판단된다.

#### Ⅳ. 국도등급별 도로안전시설 설치방안

4차로 국도를 사례분석을 통해 세 가지 시설유형으로 분류하면 17호선, 26호선, 27호선의 유형으로 분류할 수 있으며 이는 국도 기능 분류 체계인 국도 I, II, III 등급의 시설설치 기준<sup>6)</sup>과 비교 운용이 가능하다고 판단된다. 따라서 국도의 등급별로 각각의 시설적 대책 및 공학적 제안을 하는 것이 바람직하다고 판단하였다.

##### 1. 국도 I 등급 : 고규격 신설 4차로 국도

27호선과 같은 국도 유형의 특성을 정리하면 <표 12>와 같다. 27호선과 같

6) 건설교통부, 국도의 노선계획 설계지침, 2000.

은 유형의 노선에는 시설물 설치 및 도로안전 개선사업 방법론으로 앞서 언급한 내리막 구간에서의 무인단속카메라 및 횡방향 그루빙 설치가 필요하다. 사례분석에서 알아 본 바와 같이 27호선은 신규 4차로 도로로서 설계기준을 모두 만족하고 있으나 2005년 2건의 사고 모두 약간의 하향경사 구간에서 높은 속도로 인해 발생하였다. 따라서 이러한 내리막구간에서 속도통제 대책이 필요하며 무인단속카메라와 횡방향 그루빙은 속도 감속을 위한 최선의 대책이 될 것이다.

〈표 12〉 국도 27호선 유형의 특성

구분		내용
선형특성		- 신규 4차로 도로로서 선형이 매우 좋음.
교통류 특성 (접근관리)		- 입체교차로로 이루어진 연속류.
주변토지 이용특성		- 산간무인.
주행속도	특성	- 제한속도보다 높은 속도를 보임.
	속도편차	- 지점간 속도편차가 적음.
교통사고 특성		- 내리막구간에서 통제력상실 50%, 후미추돌 50% 발생.
안전 시설물	중앙 분리대	- 전구간에 중앙분리대가 설치됨. - 중분대측 측방여유폭이 넓음.(1.0m)
	보도	- 우측 길어깨 폭이 2m로서 유사시 주정차 및 대피 공간으로 활용 가능함.

〈표 13〉은 이러한 개선방안들을 종합한 국도 I 등급 도로의 도로안전시설물 설치방안이다.

〈표 13〉 국도 I 등급 도로

주요 사고유형	공학적 대책
통제력 상실사고 (빗길미끄럼 사고)	- 적절한 배수 시설 설치 - 가로등 개선 - 차로 분리지역에 충격흡수시설 설치 - 속도 통제시설(무인단속카메라)
후미추돌 사고	- 도로표면 마찰저항 개선 (횡방향 그루빙 설치)

## 2. 국도Ⅱ등급 : 기존노선 확장 및 신설국도

26호선과 같은 국도 유형의 특성을 정리하면 <표 14>와 같다. 26호선과 같은 유형의 노선에는 시설물 설치 및 도로안전 개선사업 방법론으로 앞서 언급한 Positive Guidance<sup>7)</sup>를 통한 도로안전 개선 사업이 필요하다. 26호선은 연속류와 단속류가 연속해서 이어지므로 속도 편차가 크다. 이러한 속도 편차는 운전자가 예상하지 못한 상태에서 속도를 갑작스럽게 줄여야 함을 의미하며 이런 경우 Positive Guidance 기법을 활용하여 정보를 제공하고 미리 속도를 줄여 위험구간에 진입할 수 있게 해야 한다. 중앙분리대는 회전차량 및 보행자 횡단이 빈번한 단속류 구간이 아닌 속도가 높은 연속류 구간에 설치되어야 하며, 중앙분리대 종류보다는 중앙분리대측 측방여유폭을 기준에 맞게 설치하는 것이 매우 중요하다.

<표 14> 국도 26호선 유형의 특성

구분		내용
선형특성		- 기존 2차로를 4차로로 확장한 구간과 신규노선이 반복하며 대체적으로 양호한 선형을 보임
교통류 특성 (접근관리)		- 입체교차로와 평면교차로가 연속되어 연속류와 단속류의 특성이 모두 나타남.
주변토지 이용특성		- 마을 통과 구간에 한해 상가와 거주지가 발달하여 보행자 통행 유발.
주행속도	특성	- 제한속도(80km/h)보다 높은 속도를 보임.
	속도편차	- 지점 간 속도편차가 큼.
교통사고 특성		- 교차로 사고 11건(28%). (교차로 사고 중 마을통과구간 7건(63%)) - 연속류 미드블럭 사고 27건(72%). (중분대사고 3건 포함.)
안전	중앙 분리대	- 연속류 구간에 모두 설치됨. - 중분대측 측방여유폭 0.7m.
	보도	- 횡단이 이루어지는 곳에 모두 설치됨.

7) Positive Guidance에서 제시하는 절차는 도로기술자나 교통기술자가 교통안전 및 교통운영과 관련된 문제를 진단하고 개선책을 개발하는 과정을 하나의 기법으로 구조화 한 것이다. 비록 Positive Guidance가 광범위하게 응용될 수 있다고 하더라도 그것의 주목적은 비용을 적게 들이면서 효율이 높은 특정지역이나 구간을 위한 정보시스템개발에 응용되는 것이다.

〈표 15〉는 이러한 개선방안들을 종합한 국도Ⅱ등급 도로의 도로안전시설물 설치방안이다.

〈표 15〉 국도Ⅱ등급 도로

주요사고유형	공학적 대책
중앙분리대 충돌사고	- 커브구간 마찰저항 개선 - 좌로 굽는 구간에서 중분대로 인한 시거 제약 방지 - 중앙분리대와 도로외측 가장자리에 기준에 맞는 측방여유폭 및 길어깨 설치
마을통과 (어린이보호구역)구간사고	- Positive Guidance를 활용한 정보 제공체계의 개선 - 보도설치

### 3. 국도Ⅲ등급 : 기존노선 확장 국도

17호선은 기능상으로는 국도Ⅰ등급에 해당하지만 현재의 시설기준은 국도Ⅲ등급으로 볼 수 있다. 따라서 국도17호선과 같은 국도 유형의 특성을 정리하면 〈표 16〉과 같다. 17호선은 속도가 높고 보행자 사고가 많이 발생

〈표 16〉 국도 17호선 유형의 특성

구분	내용	
선형특성	- 기존 2차로 도로를 4차로로 단순 확장하여 선형이 좋지 않음.	
교통류 특성	- 평면 신호교차로와 횡단보도로 이루어진 단속류.	
주변토지 이용특성	- 도로를 따라 매우 잘 발달됨. - 보행자 통행 유발 요인 많음.	
주행속도	특성	- 제한속도보다 높은 속도를 보임.
	속도편차	- 지점간 속도편차가 적음.
교통사고특성		
- 교차로 사고가 전체의 56.3%로 많음. - 보행자 사고 사망자수가 전체 사망자수의 50.0% 차지. - 중분대 충돌사고가 전체의 3.7%임.		
안전시설물	중앙 분리대	- 신호교차로에 의해 끊어진 곳이 많음. - 중분대측 측방여유폭이 좁음.(0.5m)
	보도	- 곳에 따라 설치되지 않은 곳이 있음.
기타		
- 무신호 교차로 운영되는 곳이 있음. - 보행자 횡단거리가 넓음. - 지점에 따라 최소 보행신호 시간을 만족하지 못함.		

하므로 차량속도를 떨어뜨리고 보행자의 안전한 횡단을 위해 보행자 횡단시설에 횡단 대기공간을 설치하고, 또한 우측에는 보도를 설치하여 도로와 보도를 완전히 분리하고 보행신호는 고령자 및 어린이들과 같은 교통약자를 최대한 보호할 수 있게 횡단거리를 감안하여 적절히 설정되어야 한다.

중앙분리대는 17호선의 경우 교차로가 1.1km 간격으로 운영되고 있고 여기서 교차로 넓이를 빼면 1km도 채 안되는 간격으로 끊어져 있음을 알 수 있다. 특히 17호선의 중분대 충돌사고의 경우 중분대 끝단에 충돌한 사고임을 알 수 있는데 17호선은 중분대측 측방여유폭도 좁을 뿐 아니라 고규격의 충격흡수시설을 설치하기에도 폭이 좁은 상태이다. 따라서 교차로가 많을수록 중분대가 끊어진 곳이 많아지고 중분대 끝단에서의 충돌사고 위험성은 그만큼 높아지게 된다.

〈표 17〉은 이러한 개선방안들을 종합한 국도Ⅲ등급 도로의 도로안전시설물 설치방안이다.

〈표 17〉 국도Ⅲ등급 도로

주요사고유형	공학적 대책
교차로사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교통신호 운영 개선</li> <li>- 가로등, 시선유도시설 개선</li> <li>- 교차로 구조개선(교통섬 설치)</li> </ul>
보행자사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도로 중앙 보행자 대기공간 설치</li> <li>- 보행자 횡단시설 정비</li> <li>- 보도 설치</li> <li>- 보행자 횡단신호시간 일제 정비</li> <li>- 4차로 이상 도로 보행자 신호등 설치운영</li> </ul>

## V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 일반국도를 대상으로 사례노선을 선정하여 교통사고 및 교통특성, 기하구조 특성들을 조사 분석을 통해 사례구간의 개선대책을 제시하였다. 또한 국도 기능등급별(국도Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ) 시설특성, 기하구조특성, 교통특성이 상이하고 주요 사고유형에도 큰 차이가 있음을 밝혀내고, 국도 등급별 주요사고 유형별 공학적 대책을 제시하였다.

본 연구에서는 시간적·경제적 제약과 자료수집의 어려움으로 사례노선을 전국에 걸쳐 다양화 하지 못한 점이 있다. 그러나 기존의 대책들이 도로 종별이나 지역특성, 설계속도 차이 등을 고려하지 않고 일률적으로 이루어지는 점과 사고유형분석이 도로등급별로 이루어지지 못하는 문제를 본 연구에서 해결한 부분은 학술적 가치가 크다고 하겠다.

향후에는 좀더 폭넓은 사례노선의 선정을 통한 시설대책의 제시가 필요하고, 제시된 개선대안에 대해 정량적·정성적 효과분석을 같이 수행해야 보다 의미 있는 개선대안이라 할 수 있을 것이다. 아울러 국도Ⅱ등급 도로의 Positive Guidance 적용방안에 대한 연구도 필요하다.

## 참고문헌

1. 김경석(1996), 도로기하구조와 안전성의 상호관계분석 연구, 국토개발연구원.
2. 김동녕(2004), 도로선형관련 교통사고의 원인분석 연구, 건설기술연구원.
3. 심관보, 최재성(2005), 기능 재분류와 지형특성을 이용한 도로 설계속도 적정화 방안, 대한교통학회, 대한교통학회지 제23권 제6호.
4. 이수범, 장일준(2004), 도로안전시설물의 사고감소 효과도 분석, 삼성교통안전문화연구소.
5. 장석민(2006), Positive Guidance를 활용한 도로안전진단 기법 도입에 관한 연구, 석사학위논문, 서울시립대학교.
6. 건설교통부(2006), 2006년 교통안전시행계획.
7. 건설교통부(2005), 도로교통안전 증진을 위한 실천계획수립(1차) 최종보고서.
8. 건설교통부(2004), 중앙분리대 종합기본계획 수립[2단계]연구.
9. 건설교통부(2000), 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침.
10. 건설교통부, 도로현황자료 <http://www.moct.go.kr/>
11. Zegeer, C.V., Stewart, R., Council, F. and Neuman, T.R.(2005). Accident relationships of roadway width on low-volume roads. US Transportation Research Board 1445,
12. Zegeer, C.V., Hummer, J., Reinfurt, D., Herf, L. and Hunter, W. (1987).

- Safety Effects of Cross-Section Design for Two-Lane Roads. US Federal Highway Administration, Rept No. FHWA-RD-87/008.
13. Lunenfeld, H. and Alexander, G.J.(1990), User's Guide to Positive Guidance 3rd Edition, Federal Highway Administration Report FHWA-SA-90-017, U.S. Dept of Transportation, Washington DC.
  14. FHWA(1985), Cost Effectiveness Techniques for Highway Safety : Resource Allocation, Report No. FHWA/RD/011 Final Report June.
  15. FHWA(1978), Handbook of Highway Safety Design and Operating Practices