

# 도로 기하구조 안전성 평가

## Safety Evaluation of Road Geometric Design

김용석\* · 조원범\*\*

Kim, Yong Seok · Cho, Won Bum

### 1. 서론

도로 설계의 안전성은 “도로설계기준”에 규정된 개별 기하구조의 적합성을 확인하는 것이 도로 설계 과정에서 체크되는 유일한 방법으로 받아들여지고 있다. 그러나 운전자의 실제 주행은 여러 기하구조가 상호 조합된 3차원 환경 하에서 이루어짐을 감안할 때, 도로 설계의 안전은 도로-인간-자동차를 고려한 종합적 평가가 필요하다.

도로 설계는 도로 기능, 교통량, 지형, 토지이용 특성 등에 따라 다양한 대안이 도출될 수 있으며, 운전자도 연령, 성별, 통행목적, 기상조건, 피로 등에 따라 다양한 주행 행태가 발생될 수 있다. 자동차도 차종별 가속 및 제동특성, 무게중심 등 물리적 제원 등에 따라 도로를 이용하는 방식에 큰 차이가 존재할 수 있다. 이상의 다양한 특성을 도로설계기준으로 모두 포용할 수 있다고 보기 어렵고, 설계기준을 보완하여 도로 설계 안전성을 평가할 수 있는 대안이 필요하다. 설계 일관성은 이런 대안으로 검토할 수 있는 개념으로, 도로를 주행하는 운전자의 주행특성을 속도 등을 매개변수로 이용하여 도로 설계의 안전성을 평가하는 것이다. 설계 일관성의 평가는 연속되는 도로 기하구조의 주행속도를 단위 요소별로 예측하고, 속도의 감속 비율을 체크하여 안전성을 평가하는 것으로서, 단위 요소별 예측 속도 차가 일정 기준(예로 20km/h) 차이가 나면 설계 대안의 안전성이 낮다고 간주하여 대안을 찾을 수 있도록 참고적 판단기준을 제공하는 것이다. 이상의 주행속도를 이용한 설계 일관성 평가모형은 운전자의 기대를 도로 기하구조 요소와 연계하여 평가함으로써 도로설계기준에서 체크되지 못하는 도로-인간-자동차의 상호 작용에 대한 보다 명시적인 판단을 수행할 수 있다.

설계 일관성 평가모형의 구조적 안전성과 개념적 우수성에도 불구하고 설계 실무에서 충분히 활용되지 못한 이유는, 그동안의 선행 연구들이 모형 개발에 지나치게 치중한 나머지 실무에서 활용될 수 있는 방향이나 실제 사례 연구에 대해 많은 검토를 수행하지 못하고, 적용범위에 있어서도 지방부 왕복 2차로 도로의 평면 선형 중심으로 연구가 집중되었기 때문이다. 본 연구는 이상의 한계를 극복하기 위해서는 기존 연구 성과들을 종합하여 정리하고, 중요한 연구 결과들을 설계 프로그램 내에서 정량화된 형태로 평가될 수 있는 방안을 검토하였다. 특히 선행 연구에서 충분히 검토되지 못한 고속도로 등 고 규격 간선도로의 설계 일관성 평가모형을 추가적으로 연구하여, 선행 연구와 통합하고, 이를 도로 설계 실무에 적극 활용할 수 있는 방안을 도출하여, 이를 전체 과업의 최종 성과인 “도로설계 통합프로그램”에 반영할 수 있는 알고리즘을 개발하는데 있다.

### 2. 선행연구 고찰

도로설계 일관성에 관련한 국내의 대표적인 선행 연구는 한국건설기술연구원(건기원)이 2003년부터 2007년까지 완료할 목표로 연구 개발 중에 있는 “도로 선형 및 노면 안전성 평가 모형 개발”, 한국도로공사 등이 중심이 된 고속도로의 도로 기하구조 안전성 평가모형 개발 연구, 대학 연구기관에서 수행한 다수의 연구가 있다. 선행 연구들은 도로 현장에서 운전자의 주행속도를 조사하고, 도로 기하구조를 설명변수로, 주행속도를 독립변수로 하는 속도 예측 식을 개발하는데 초점을 두고 있으나, 이를 상용 설계 프로그램과 연결하는 측면이 미흡하

\* 정회원 · 한국건설기술연구원 · 선임연구원 · 공학석사 · E-mail:safey@kict.re.kr - 발표자

\*\* 정회원 · 한국건설기술연구원 · 연구원 · 공학석사 · E-mail:hjcho@kict.re.kr



였다. 건기원(2003)은 국도 왕복 2차로 및 4차로 도로를 대상으로 도로 평면선형과 종단선형, 시거 요소에 대해 운전자의 주행행태 연구를 수행하고, 연속되는 선형에서 운전자의 주행속도를 예측할 수 있는 모형을 개발중에 있다. 동 연구의 대표적인 연구 성과로는 지방부 왕복 2차로 도로에서 운전자의 주행행태를 분석한 것으로, 직선부에서 곡선부로 변화되는 선형에서 운전자의 주행속도 연구, 긴 직선-곡선 연결 선형에서 운전자의 주행행태 변화 연구, 직선-곡선 연결 구간에서 개별 운전자의 속도 변화 특성 연구 등이 있다.

건기원(2003)은 직선-곡선 연결 선형에서 운전자의 주행속도의 변화를 조사하였으며, 그림 1~2에 보인 바와 같이 곡선반경이 상대적으로 작은 범위(200m 이하)에서는 곡선부에서 속도가 줄어드는 경향을 보였으나, 곡선반경이 증가하면 조사지점별 일관성 있는 주행행태가 나타나지 못하였다. 이 연구가 주는 시사점은, 평면곡선에 내재된 기하구조 특성이 운전자의 주행행태에 영향을 미치는 경우와 영향이 크지 않는 경계가 있음을 보여 주는 것으로, 선행 연구들이 지방부 왕복 2차로 도로의 주행속도 예측 모형 개발 시에 평면곡선반경만을 설명변수로 하는 경우 속도 예측 식의 설명력에 한계가 있을 수 있음을 간접적으로 보여주는 것이다.

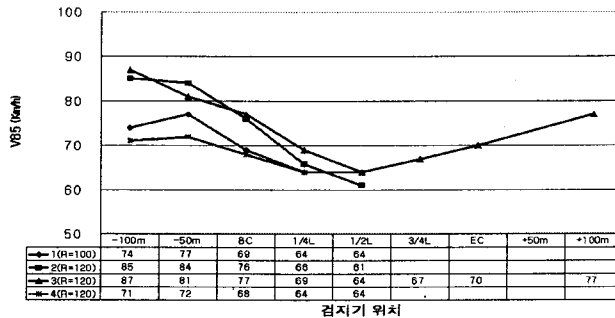


그림 1. 조사대상지점별 주행속도 변화 (왕복 2차로, R=100~120m)

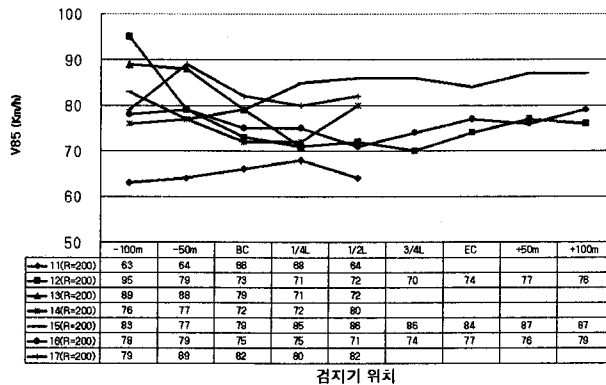


그림 2. 조사대상지점별 주행속도 변화 (왕복 2차로, R=200m)

건기원(2003)은 도로설계기준에서 암시적으로 제시하는 긴 직선-곡선 연결 선형의 불합리성을 도로 현장에서 조사된 운전자의 주행속도 변화 특성을 통해 보다 명시적인 관점에서 평가하였음. 이 연구가 주는 시사점은 평면곡선에 내재된 기하구조 특성과 더불어 중요하게 검토되어야 할 요소는 곡선 접근부의 조건임을 보여 준 것이다. 곡선 접근부가 긴 직선 요소로 설계되는 경우 운전자는 회망속도까지 속도를 높여 주행하며, 곡선부에서는 심한 감속을 경험하게 된다. 이는 도로 설계기준에서 암시적으로 표현한 불안전성이 실제 도로에서 반영



됨을 실증적으로 보여주는 사례이다. 앞의 두 연구를 종합하여 지방부 왕복 2차로 도로의 설계 일관성 모형 구조는 첫째, 평면곡선반경이라는 기하구조 특성(곡선의 내재적 기하구조 특성)이 운전자의 주행행태에 영향을 미치는 범위 또는 경계에 대한 검토가 필요하고, 둘째, 긴 직선 등 곡선 진입부의 특성을 곡선부 주행속도 예측모형에서 반영할 수 있는 방안에 대한 검토가 필요할 것으로 본다.

본 연구는 설계 일관성에 대한 국내외 연구 보고서 및 논문을 약 100여 편 정리 분석하였으며, 그 결과로써 도로 기하구조 특성이 운전자의 주행속도에 미치는 영향에 관한 주요 연구만을 표 1과 같이 정리하였다. 표를 보면, 대부분의 연구들이 운전자의 주행속도에 영향을 미치는 주요 설명변수로서 곡선부 접근속도, 평면곡선반경, 곡률 변화율, 곡도, 종단곡선 변화비율 등을 사용한 점을 알 수 있다.

표 1에 제시된 주행속도 예측모형의 독립변수는 평면곡선반경만을 이용한 경우부터, 차로폭이나 길어깨 폭, 편경사, 교각, 곡선장 등 다양한 변수들이 모형별로 사용되고 있다. 여러 연구에서 다양한 설명변수 및 서로 다른 계수 값을 사용하는 것은 지점의 도로변 주변 환경<sup>2)</sup>과 국가별 도로설계기준<sup>3)</sup>의 차이를 반영한 것으로 볼 수 있다. 이러한 맥락에서 국내 연구도, 국내의 도로설계기준과 조사지점의 도로교통환경에 대해 추가적인 검토가 필요함을 알 수 있다.

본 연구에서 개발하려는 설계일관성 평가 모형은 본 연구 선행연구를 통해 검토한 바와 같이, 곡선반경과 곡선부 접근속도, 도로변 주변환경, 그리고 곡선부 주행속도에 영향을 미치는 곡선반경 및 기타 기하구조 요소의 범위에 대한 구분이 반영되어야 할 것으로 잠정적인 결론을 도출한다.

표 1. 기존의 주행속도 예측 모형

년도-저자	국가	변수	예측	자료수집	표본
1954-Taragin	미국	R	V85	N/A	68(125)
1978-McLean	호주	R, CCR	V85	N/A	N/A
1979-McLean	호주	R, Va	V85	N/A	120(N/A)
1982-Kerman 등	영국	R, Va	V85	N/A	N/A
1984-German Guide	독일	CCR, LW	V85	N/A	N/A
1985-Glennon 등	미국	R	V85	N/A	N/A
1986-Setra	프랑스	CCR	V85	N/A	N/A
1987-Lamm and Choueiri	미국	R, CCR, LW, SW	V85	Stop watch	261(N/A)
1990-Kanellaidis 등	그리스	R, Vd	V85	N/A	58(200)
1993-Lamm	독일	CCR	V85	N/A	N/A
1994-Ottesen and Krammes	미국	R, CCR	V85	N/A	N/A
1994-Morrall and Talarico	캐나다	DC	V85	Radar gun	9(N/A)
1994-Islam and Seneviratne	미국	DC	V85	Video camera, radar gun	8(125)
1995-Krammes 등	미국	DC, Lc, I, Va	V85	Radar gun	284(50-100)
1995-Lamm 등	그리스	CCR	V85	N/A	N/A

- 2) 직선부 연장을 예로 들면 최대 자유속도에 다다를 수 있는 만큼 충분한 연장이 확보되어 있는 구간에서 조차도 이미 개발된 도로변 주변환경에 따라 운전자들이 실제 선택하는 속도는 달라짐. 또한, 본선의 선형조건과는 별도로 도로변 환경에 따라 주행속도가 달라진다는 것은 K. Fitzpatrick 등(2000), 오의진 등(2000) 및 정준화(2001)이 연구를 통해 제시된바 있음.
- 3) 도로설계기준(건설교통부, 1991, 2000; ASSHTO, 1994; Austroad, 1997, RAS-L, 1995; RTAC, 1986)에 의하면 일반적으로 곡선반경이 작은 곡선부일수록 설치되는 편경사와 교각은 크고 시거는 작음. 또 평면곡선길이는 교각과 곡선반경의 함수로 표현되며 곡선반경이 클수록 길게 설치되는 경향이 있음. 따라서 평면곡선반경과 위의 4가지 변수를 동시에 사용할 경우 다중공선성의 발생 가능성이 높아짐(박영진, 2002).



1995-Choueiri 등	레바논	CCR	V85	N/A	N/A
1995-Al Masaeid 등	조단	DC, P, G, R, I, Lt	V85, ΔV85	Speed trap	93(93)
1996-Voigt	미국	R	V85	N/A	N/A
1998-Abdelwahab 등	조단	DC, I	ΔV85	Stop watch	46(35)
1999-Pasetti and Fambro	미국	R	V85	Counter/classifier	51(100)
2000-Fitzpatrick 등	미국	R, K, G	V85	Radar/lidar gun, Counter/classifier	176(100)
2000-Ottesen and Krammes	미국	DC, Lc	V85	Radar gun	216(50)
2000-Andueza	베네수엘라	R, Lt	V85	Radar gun	39(30-64)
2000-McFadden and Elefteriadou	미국	R, Lt, Va	85MSR	Lidar gun	21(75)
2001-Gibreel 등	케나다	R, Lv, G, A, Lo, e, I	V85(profile)	Radar gun	38(100)
2001-Jessen 등	미국	Vp, G, ADT	V85	Counter/classifier	70(275)
2001-Donnell 등	미국	R, G, Lt	V85	Lidar gun	17(100)

R = 곡선반경, CCR = 곡률변화율, DC = 곡도, I = 교각, e = 편경사, LW = 도로폭, SW = 길어깨 폭, Lc = 평면곡선 길이, Lt = Tangent 길이, G = 종단경사, K = 종단경사 변화율, A = 종단경사 대수차, Lv = 종단경사 길이, Lo = 평면선형 교점과, 종단선형 교점간의 거리, P = 포장상태, Va = 곡선부 접근 속도, Vd = 설계 속도, Vp = Posted 제한속도, ADT = 연평균 교통량, Vt = Tangent구간의 속도, V1 = 평면곡선 시작부분에서의 주행속도

### 3. 현장 조사자료 분석

지방부 2차로의 108개 지점과 4차로의 92개 지점에서 조사된 속도 자료를 토대로 분석한 결과, 곡선반경이 R<200m인 구간의 변수의 분석 결과는 곡선반경과 상류부 100m의 주행속도 두 가지의 변수가 모두 곡선부 주행속도에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 곡선반경이 작아질수록 주행속도가 떨어지는 관계임을 알 수 있다. 상관관계는 30.9%로 다소 높게 나타났다. 곡선반경이 200m 이상 구간은 운전자의 주행속도에 미치는 곡선반경의 영향이 뚜렷하게 나타나지 않았다.

4차로의 분류 기준은 곡선반경이 약 400m를 경계로 분석하였으나, 곡선반경의 영향을 통계적으로 확인하지 못하였다. 선행 연구 결과를 통한 첫 번째 시사점에 대한 검토 결과로서, 지방부 왕복 2차로의 경우는 곡선반경 약 200m가 평면곡선의 내재적 기하구조 특성이 운전자의 주행속도에 영향을 미치는 경계로 판단하며, 왕복 4차로의 경우는 평면곡선의 기하구조 특성이 운전자의 속도에 영향을 미친다는 가정에 대해 통계적으로 유의한 결과를 도출하지 못하였다. 두 번째 시사점에 대한 검토 결과로서 곡선부 접근속도는 왕복 2차로와 4차로의 평면 곡선부에서 운전자 주행속도 선택에 큰 영향을 미침을 알 수 있었다. 이러한 결과는 박영진(2002)의 연구에서도 곡선부 주행속도에 영향을 미치는 요인에 대해 접근속도가 가장 큰 영향을 주며 이를 제외할 경우 곡선반경이 가장 큰 영향을 줄 것으로 판단한다는 연구 결과와 일관된 결과를 보여주는 것이다<sup>4)</sup>.

4) 박영진((2002)은 곡선부 주행속도에 영향을 미치는 요인에 대해 과거의 연구들을 분석한 결과를 다음과 같이 제시함

- 접근속도(곡선부 전방이 직선부 속도)가 가장 큰 영향을 주며, 이를 제외할 경우 곡선반경이 가장 큰 영향을 주는 것으로 파악되었음
- 차로 폭이나 길어깨 폭과 같은 횡단면 관련 변수들도 영향을 미침
- 시거의 경우는 K.Fitzpatrick(1999)의 연구를 제외하면 곡선부 주행속도에 영향을 미치지 않는 것으로 파악됨



4. 설계일관성 실용화 방안

설계 일관성 개념을 실용화하기 위해 검토한 결과, 주행속도 프로파일을 이용한 방안이 가장 우수하다고 판단하였으며, 평가기준은 Lamm 등(1999)이 제안한 기준을 잠정적으로 사용하는 것을 제안한다.

첫 번째 기준은 주행속도와 설계속도의 차이에 관한 기준으로 개별적인 설계요소의 안전성을 평가하는 것임(표 2 참조). 두 번째 기준은 연속적인 설계요소(직선부와 평면곡선부, 평면곡선부와 평면곡선부) 사이의 주행속도 차이를 토대로 설계 일관성을 평가하는 것임(표 3 참조). 세 번째 기준은 설계 시 가정된 횡방향 마찰계수(공급)와 요구되는 횡방향 마찰계수(수요)의 차이를 토대로 설계 일관성을 평가하는 것으로서 개별적인 설계요소의 안전성을 평가하는 측면에서 평가기준 I 과 유사하나 주행의 동적 안전성에 기초하고 있는 점에 차이가 있다(표 4 참조).

표 2. 도로선형 안전성 평가기준 I

구분	기준	도로 설계 일관성	비고
우수		$ V_{85_i} - V_d  \leq 10 \text{ km/h}$	현행 유지
양호		$10 \text{ km/h} <  V_{85_i} - V_d  \leq 20 \text{ km/h}$	경고표지 설치
불량		$ V_{85_i} - V_d  > 20 \text{ km/h}$	도로 재설계

표 3. 도로선형 안전성 평가기준 II

구분	기준	주행속도 일관성	비고
우수		$ V_{85_i} - V_{85_{i+1}}  \leq 10 \text{ km/h}$	현행 유지
양호		$10 \text{ km/h} <  V_{85_i} - V_{85_{i+1}}  \leq 20 \text{ km/h}$	경고표지 설치
불량		$ V_{85_i} - V_{85_{i+1}}  > 20 \text{ km/h}$	재설계 필요

표 4. 도로선형 안전성 평가기준 III

구분	기준	주행의 동적 일관성	비고
우수		$f_{RA} - f_{RD} \geq +0.01$	현행 유지
양호		$-0.04 \leq f_{RA} - f_{RD} \leq +0.01$	적절한 횡방향 마찰계수를 지닌 편경사 확보
불량		$f_{RA} - f_{RD} < -0.04$	도로 재설계

도로 선형의 안전성 평가를 위한 도로 설계 일관성 도입이 국내·외 연구진들에 의해 강조되었으나, 국내의 경우 이 개념을 도로 설계 실무에서 곧 바로 활용 가능한 수준까지는 발전시키지 못한 실정이다. 따라서 본 연구는 도로 설계 일관성 개념을 실무에서 활용될 수 있는 알고리즘을 그림 3과 같이 제시하였다.

• 평면곡선의 길이, 편경사, 교각 등의 설계요소들은 몇몇 연구들을 제외한 대다수의 연구에서 설명력이 약한 것으로 파악됨

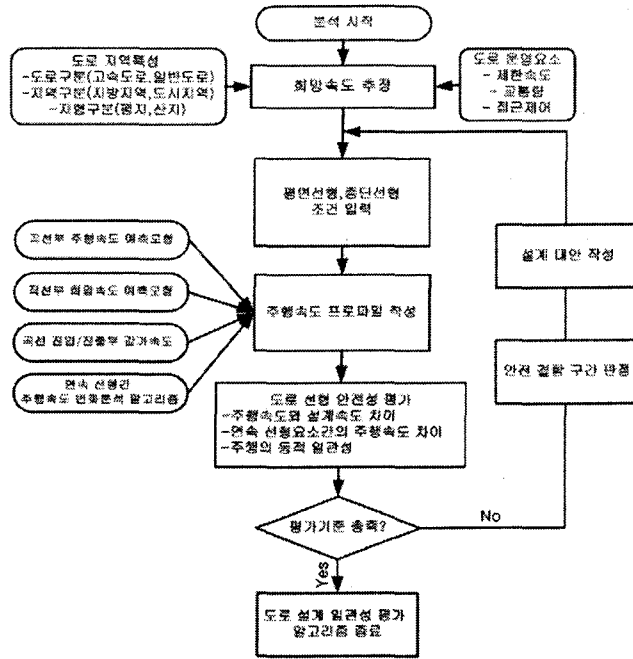


그림 3. 통합프로그램 내 설계일관성 평가 알고리즘

주행속도 예측모형을 이용하여 설계 일관성을 평가하기 위해서는 주행속도 프로파일의 작성과정이 필수적으로 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 주행속도 예측모형에 기반한 주행속도 프로파일의 생성 및 설계 일관성 평가를 위한 주행속도 프로파일의 표출 방법에 대하여 검토하였다.

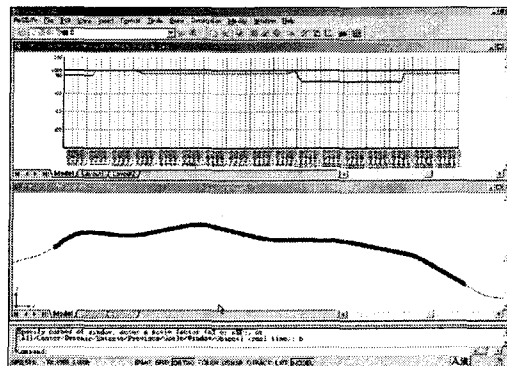


그림 4. 주행속도 프로파일 표출

## 5. 결 론

본 연구는 통합 도로설계 프로그램에 포함될 도로 기하구조 안전성 평가모듈을 최종 목표로, 본 1차년도 연구는 도로 설계 일관성을 도로기하구조 안전성 평가모듈의 핵심 개념으로 정하고, 이에 관련한 선행 연구들을 광범위하게 검토하였다.

선행연구들이 도로 기하구조 조건에 따른 운전자의 주행행태 변화를 주행속도를 매개로 조사하고, 이를 토대로 기하구조와 주행속도 예측식 개발을 활발하게 수행한 것을 확인하였으며, 본 연구도 운전자의 주행속도가 도로 설계의 최종 성과물인 실제 도로 현장에 대한 이용자의 요구를 잘 대표할 수 있는 매개체로 간주하고, 통합 도로설계 프로그램 내 기하구조 안전성 평가모듈의 핵심 개념으로 설정하였다.

도로 설계 일관성 평가에 관련한 광범위한 문헌 조사 결과 일반화된 결론은, 첫째 운전자는 곡선부에서 주행속도를 변화하며, 진입부의 선형 조건이 양호할수록 곡선부의 속도차가 크게 나타남, 둘째, 진입부(직선부 등)에서 운전자는 희망속도를 선택하며, 진입부 속도를 이용하여 곡선부 속도예측식을 구축하는 경우 모형의 설명력이 높아짐, 셋째, 곡선부의 내재적 기하구조 특성이 운전자의 곡선부 주행속도 선택에 영향을 주지 않는 범위가 있으며, 이 경우 설계 일관성 평가 기준에 대한 추가적인 연구 검토가 필요할 것이다.

본 연구는 기존 연구결과들을 통합 및 보완할 수 있는 방안에 대해 기 수집된 현장 속도자료를 통해 분석한 결과, 지방부 왕복 2차로의 경우는 곡선반경 200m를 전후로 곡선부의 내재적 기하구조 특성이 운전자 속도 선택에 영향을 주지 않는 것으로, 왕복 4차로의 경우는 400m를 전후로 동일한 운전자 행태가 발생함을 알 수 있었음. 단, 본 연구는 2차로 4차로 등을 완전하게 구분하여 분석한 점이 있으므로, 도로 기능이나 접근속도별로 모형을 구분하여 추가적인 연구 검토가 필요할 것으로 판단한다.

본 연구의 2차년도 고속도로의 설계 일관성 평가모형은 선행 연구 결과를 토대로 볼 때, 곡선부의 내재적 기하구조 특성이 영향을 주는 경우와 더불어 연결로 등 연속류 특성을 유지하나 선형 변화로 인해 감속을 수반해야 하는 구간에 대해 연구의 중심을 두어야 할 것이다.

도로 설계 일관성 평가모형에 관련하여, 국내의 많은 연구 결과가 발표되었으나 도로 기하구조 특성이 국가별로 상이하여 외국에서 검증된 모형도 국내에 적용하기 어려운 점이 많아 국내의 도로 환경에 적합한 모형 개발이 필요하였다. 다행히 건기원, 도로공사, 대학연구소 등을 중심으로 국내 도로에서 조사된 자료를 이용하여 설계 일관성 평가 모형들이 제시되었으나, 우수한 연구 결과를 도로 설계 실무에서 활용하기 위해서는 세부적인 알고리즘과 평가기준이 분명하게 정립될 필요가 있었다. 특히 모형 간에 설명변수가 다양하고 모형 개발 방법도 조금씩 차이가 있어 본 연구는 이들 연구들을 통합/보완할 수 있는 방안에 대해 집중적으로 검토하였으며, 지방부 일반도로(2차로/4차로)에 있어 설계 일관성 평가모형의 기본 구조에 대해 연구하여 제시하였다.

2차년도 연구는 1차년도 연구에서 정립한 기본 구조를 통해 완전한 형태의 일반도로 설계 일관성 평가모형을 제시할 것이며, 그동안 미흡하게 검토되었던 고속도로의 설계 일관성 평가모형에 대해 현장 조사를 수반한 모형 개발을 수행할 것이다. 특히 본 연구 자문에서 건의되었던 고속도로 연결로의 설계속도 일관성 평가 방안이 검토되어야 할 것이다. 1차년도/2차년도 연구를 통해 도로 설계 일관성을 평가할 수 있는 모형 개발과 이를 도로설계프로그램 내에서 구체적으로 적용하기 위한 세부 알고리즘을 제시할 수 있다. 특히 프로그램 개발팀과 긴밀한 협조관계를 토대로 본 연구에서 제시하는 알고리즘의 적용성을 확대할 것이다. 3차년도/4차년도 연구는 도로 기하구조와 교통사고의 관계 분석을 통해 설계일관성 평가모형이 갖는 운전자의 주행행태적 측면의 안전성 평가를 보완하고, 설계 일관성 평가모형의 적합성을 검증/보완하도록 한다.

도로 기하구조와 교통사고의 관계 분석 연구의 범위는 가능한 도로 기하구조가 독립적으로 교통사고에 영향을 미치는 경우에 한하여 분석하며, 광범위한 교통사고 자료의 수집에 초점을 두기 보다는 설계 일관성 모형에서 제시하는 평가기준(예로 곡선부 감속량 등)과 사고의 관련성 중심으로 연구를 수행하는 것으로 한다.

1차~4차년도 연구에 걸쳐, 통합 도로설계 프로그램에 활용할 수 있는 도로 기하구조 안전성 평가 알고리즘을 단계적으로 완성하여 제시할 것이며, 이 과정에서 프로그램 개발 팀과 긴밀한 협조 관계를 토대로 가능한 사전에 프로그램 적용상의 문제점을 최소화하고 보다 효율적인 프로그램 개발이 가능하도록 하는데 중점을 둘 계획이다. 5차년도 연구는 도로설계일관성 평가모형과 사고예측모형을 실무에서 활용할 수 있는 방법론 개발과, 설계프로그램 내 알고리즘에 대해 실무 활용방안에 대해 연구를 수행할 계획이다.



## 감사의 글

이 연구는 친환경·지능형 도로설계 기술개발 연구단을 통하여 지원된 건설교통부 건설핵심기술연구사업에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 건설교통부, 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침, 2000.
2. 건설교통부, 사고 잦은 곳 개선사업 업무편람, 2002.
3. 김용석, 조원범, “긴 직선-곡선 연결선형에서 운전자 주행행태에 관한 현장조사 연구”, 대한교통학회, 대한교통학회지, 제22권 제7호, pp.139~146, 2004.
4. 박영진, 개별차량의 운전행태를 이용한 위험도로 평가기법 개발, 박사학위논문, 서울대학교, 2002.
5. 최재성, 양지은, 김문겸, “도로 설계 일관성 평가 모형 개선방안 연구”, 대한교통학회 하계학술발표대회, 2006.
6. 한국건설기술연구원, RoSAS(2차년도) 연구보고서, 도로 선형 및 노면 안전성 분석 모형 개발, 2004.
7. American Association of State Highway and Transportation Officials, A policy on geometric design of highways and streets, 2004.
8. Abishai Polus, Doron Dagan, Model for Evaluating the Consistency of Highway Alignment, Transportation Research Record No: 1122, p.47-56, 1987.
9. Alberto M. Figueroa, Andrew P. Tarko, Speed factors on four-lane highways in free-flow conditions, Transportation Research Record No: 1912, 2005.
10. Crosstown Associates, Correlation of Accident Rates and Highway Geometric Features, In: In: Ezra Hauer, Road Grade and Safety, Review of literature for the Interactive Highway Safety Design Model, 2001.
11. Daniel R. Jessen, Karen S. Schurr, Patrick T. McCoy, Geza Pesti, Ryan R. Huff, Operating Speed Prediction on Crest Vertical Curves of Rural Two-Lane Highways in Nebraska, Transportation Research Record No: 1751, p.67-75, 1987.
12. Gamal M. Gibreel, Ibrahim A. El-Dimeery, Yasser Hassan, Said M. Easa, Impact of highway consistency on capacity utilization of two-lane rural highways, Canada journal Civil engineering No.26, p.789-798, 1999.
13. Gamal. M. Gibreel, S. M. Easa, I. A. El-Dimeery, Prediction of Operating Speed on Three-Dimensional Highway Alignments, Journal of transportation engineering, p.230, 2001.
14. Gamal. M. Gibreel, S. M. Easa, Y. Hassan, I. A. El-Dimeery, State of the Art of Highway Geometric Design Consistency, Journal of transportation engineering, p.305-313, 1999.
15. John McFadden, Lily Elefteriadou, Formulation and Validation of Operating Speed-Based Design Consistency Models by Bootstrapping, Transportation Research Record No: 1579, p.97-103, 1997.
16. Joseph P. Tarris, Christopher M. Poe, John M. Mason, Jr., Konstadinos G. Goulias, Predicting Operating Speeds on Low-Speed Urban Streets : Regression and Panel Analysis Approaches, Transportation Research Record No: 1523, p.46-53, 1996.
17. Fitzpatrick, K., Jon M. Collins, Speed-Profile Model For Two-Lane Rural Highways, Transportation Research Record No: 1737, 2000.
18. Krammes, R. A. and M. A. Garnham, Review of Alignment Design Policies Worldwide, Presented at the First International Symposium on Highway Geometric Design Practices, Boston, 1995.
19. Ogden, K. W., Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering, Averbury Technical, 1996.
20. Ruediger Lamm, B. Psarianos, and T. Mailaender, Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook, McGraw-Hill, 1999.
21. Vagverket, The Communicating Path System for the Blind and Visually Impaired, Transport Research Arena Europe 2006, Göteborg, Sweden, June 12th-15th, 2006.
22. Y. Hassan, G. Gibreel, S. M. Easa, Evaluation of Highway Consistency and Safety : Practical Application, Journal of transportation engineering, p.193-201, 2000.
23. Yasser Hassan, Highway Design Consistency : Refining the sata of knowledge and practice, Transportation Research Record No: 1881, p.63-70, 2004.