

도시부 평면교차로의 종단경사 적정범위 도출 연구

윤병조* · 정재훈** · 김진한***

Yoon, Byoung-Jo*, Jung, Jae-Hoon**, Kim, Jin-Han***

A Study on Relevant Range of Vertical vertical grade at Urban Intersections

ABSTRACT

In general, design of urban intersections are fundamentally different from rural intersections, but current urban intersection design has been applied to rural standards. This study has suggested the design standard for urban intersection grades based on the existing literature, field investigating and comparative analysis. Moreover, this study analyzes and compares the differences between urban and rural intersections, and intersections have been derived by appropriate design standards after reviewing the domestic and international grades design criteria. Site survey was performed to validate the derived design criteria by analyzing statistically to establish the design standards. Results were produced for the intersection portion grade standards by comparing the number of instructions which produced appropriate slope degree from 2.5% to 3% in normal condition and slope can be extended to 5% in some critical cases. In-situ investigation was performed to validate the produced data where slope was found from 0.0~8.6%. Additional data of accident analysis were also collected for the validation of the suggested data and correlation analysis was performed using the SPSS tool. Data were analyzed statistically using 95% significance level for vehicle-to-vehicle collided, head-on collision accident rates, where accident rates significantly correlated with the grade. Therefore, appropriate grade at the intersection should be designed and applied in order to reduce the number of accidents at the intersection. Finally, appropriate grades for urban intersections are suggested from 1-3% for normal cases and grades could extend up to 5% for unavoidable cases where extra care must be taken when designing.

Key words : Intersections, Grades, Frontal collision accident rates, Vehicle to vehicle rear-end collisions, Correlations

초 록

도시부 교차로의 설계는 지방부 교차로와 근본적으로 달라야하나, 현행 도시부 교차로 설계는 지방부 교차로 설계기준을 준용하고 있다. 이에 국내의 교차로 종단경사 관련기준 문헌고찰, 현장조사 및 비교분석 등의 연구를 통해 향후 도시부에 적용할 적정 교차로 종단경사를 제시하였다. 본 연구는 도시부 및 지방부 교차로의 차이점을 비교 분석하고, 국내의 교차로 종단경사 설계기준을 검토한 후 적정 설계기준(안)을 도출하였다. 도출된 설계기준(안)의 검증에 위해 현장조사를 시행하고 통계분석을 시행하여 설계기준을 정립하였다. 여러 지점들을 비교하여 분석한 결과 도시부 교차로 종단경사 기준은 2.5~3% 정도가 적절한 것으로 판단되고, 부득이한 경우 5%정도가 적정경사인 것으로 판단되었다. 이러한 결과를 검증하기 위해 현장조사를 시행한 결과 0.0부터 8.6까지 다양한 종단경사 데이터를 확보하였다. 통계검증을 위한 사고데이터를 추가로 수집하여 SPSS를 활용한 상관관계 분석을 시행하였다. 95% 유의수준으로 분석한 결과 정면충돌사고율과 차대차추돌사고율이 종단경사와 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 따라서 교차로 사고건수를 줄이기 위해 해당 변수들의 영향을 최소화 하기위한 노력을 하여야 하고, 그러한 노력의 일환으로 적정 교차로 종단경사를 적용한 설계가 이루어져야 함을 확인 할 수 있었다. 따라서 도시부 교차로의 종단경사는 1~3%의 적정 수준을 유지할 필요가 있고, 부득이한 경우에도 3~5%를 넘지 않도록 설계시 주의를 기울여야 한다.

검색어 : 평면교차로, 종단경사, 정면충돌사고율, 차대차추돌사고율, 상관관계분석

* 정희원 · 교신저자 · 인천대학교 도시과학대학 도시환경공학부 부교수, 공학박사 (Corresponding Author · Incheon University · bjyoon63@incheon.ac.kr)

** 인천대학교 대학원 석사과정 (Incheon University · foryou3458@naver.com)

*** 정희원 · 홍익대학교 대학원 박사과정 (Hongik University · Jay0808@naver.com)

Received January 7, 2015/ revised January 11, 2015/ accepted January 11, 2015

1. 연구의 배경 및 목적

도시부 교차로의 설계는 지방부 교차로의 설계와 근본적으로 달라야 한다. 왜냐하면, 도시부와 지방부의 특성이 근본적으로 다르고, 토지이용 및 통행패턴에 따라 설계요소의 값 자체가 달라지기 때문이다. 그러나 현재 교차로 설계시에는 교차로의 입지에 따른 설계기법을 다르게 적용하고 있지 않아 다양한 문제가 발생하고 있다. 따라서 이러한 설계지침과 기존 문헌상의 문제점을 분석해 보고 그 중에서도 특히 종단경사와 관련된 부분을 현장조사와 통계적 기법을 활용하여 문제점을 도출하고 도시부 적정 교차로 종단경사를 제시하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 기존연구 고찰

2.1 국내 설계기준 검토

종단경사와 관련된 국내 설계기준 검토 대상은 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설」, 「평면교차로 설계지침」, 「자전거 이용시설 설치 및 관리지침」, 「회전교차로 설계지침」을 그 대상으로 한다.

도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설에서는 평면교차의 설계속도 및 선형에 대해 종단경사를 3% 이내에서 유지하는 것이 바람직하며, 지형상황, 공사비 등으로 인해 개선이 곤란한 경우에도 종단경사는 6%를 넘지 않아야 하며, 종단경사의 증가와 관련된 제반 설계기준이 조정되어야 한다고 제시되어 있다.

평면교차로 설계지침에서는 평면교차로의 상세설계지침 중 종단선형에서 종단경사를 3% 이내에서 유지하는 것이 바람직하고, 지형상황, 공사비 등으로 인해 개선이 곤란한 경우에도 종단경사는 6%를 넘지 않아야 하며 종단경사의 증가와 관련된 제반 설계기준이 조정되어야 한다고 제시되어 있다.

자전거 이용시설 설치 및 관리지침에서는 설계 기본원칙 중 속도 관리에서 자전거 이용자들의 주행속도는 내리막 등에서 50km/h를 초과하기도 하지만 대체로 20km/h-30km/h 사이의 속도로 주행하며, 일단 서행하거나 멈추면 다시 희망하는 속도를 얻기 위해 상당한 시간과 노력이 필요하다고 제시하고 있고, 따라서 자전거네트워크의 경우(특히 off-road) 서행이나 멈춤을 최소화하고 연속적인 주행이 되도록 설계해야 한다고 언급되어 있다. 이를 위해 급경사, 급한 곡선 구간, 불량한 포장상태, 시거장애, 교차로, 좁은 자전거도로 폭 등은 피해야 한다고 제시하고 있다. 해당 지침에 구체적인 비율은 제시되어 있지 않으나, 연속적인 주행을 저해하거나 서행 및 정지시키는 설계는 바람직하지 않음을 알 수 있다.

또한 해당 지침의 자전거도로 설계기준 중 종단경사별 제한길이에서 일반도로와 별도로 설치하는 자전거도로의 종단경사에 따른

길이는 종단경사가 3%일때는 470m 이하로, 4% 일때는 350m 이하로, 5% 일때는 220m 이하로, 6% 일때는 170m 이하로, 7% 일때는 120m 이하로 제한하고 있다. 다만, 지형상황 등으로 인하여 부득이하다고 인정되는 경우에는 예외로 한다. 또한, 5%를 초과하는 오르막경사는 자전거운전자에게는 바람직하지 않고, 비포장 자전거전용도로에서 3%를 초과하는 경사는 바람직하지 않다고 제시하고 있다.

회전교차로 설계지침에서는 회전교차로 설계기준 중 기하구조 설계기준에서 회전교차로는 접근로의 종단경사가 3% 이하인 곳에 설치하는 것이 바람직하며 교차로 양쪽에서의 경사도 변화가 일정하게 유지되는 곳이 좋다고 제시되어 있으며, 종단경사가 3%를 초과하는 경우는 시거 확보와 접근부 가속 문제로 회전교차로 설치가 부적합 할 수 있으나 이는 평면교차로의 경우도 마찬가지이므로 회전교차로가 대안에서 완전히 배제되는 것은 아니며, 최소 정지시거 확보, 교차로 재배치를 통한 종단면 수정 등으로 회전교차로를 설치 할 수 있다고 제시되어 있다.

2.2 국외 설계기준 검토

종단경사와 관련된 국외 설계기준 검토 대상은 일본의 「도로 구조령의 해설과 운용」, 미국 ITE의 「Urban Street GEOMETRIC DESIGN HANDBOOK」, 미국 「Revising the AASHTO Guide for the Development of Bicycle Facilities」, 미국 「Roundabouts: An Informational Guide」를 그 대상으로 한다.

도로구조령의 해설과 운용에서는 평면교차 중 종단선형에서 교차로 부근의 종단경사는 안전하고 원활한 교통소통을 위해 길옆 지점의 조건이 허용되는 한 될 수 있는 대로 긴 구간을 2.5% 이하의 완경사로 해야만 한다고 제시하고 있고, 특히 노면이 동결하는 한랭적설지역에서는 교차로 설치부 및 전후 종단경사를 작게 하는 것은 설계하는데 있어 매우 중요하다고 강조하고 있다. 즉, 우리나라 최소 기준인 3%보다 엄격한 2.5%를 기준으로 하고 있으며 한랭적설지역에 대한 최소기준은 없으나, 종단경사를 작게 해야한다는 점을 강조하고 있음을 알 수 있다.

Urban Street Geometric Design Handbook에서는 Intersection 중 Design Elements에서 종단경사는 일반적으로 3% 보다 작아야 하고, 3%보다 큰 경우는 설계요소들을 변경하여 적용해야 한다고 제시되어 있다.

Revising the AASHTO Guide for the Development of Bicycle Facilities (2010, NCHRP)에서는 Design of Shared Use Paths 중 GRADE에서 일반적으로 3%보다 작아야 하고, 3%보다 큰 경우는 설계요소들을 변경하여 적용할 것을 강조하고 있다.

Roundabouts: An Informational Guide (2010, FHWA)에서

는 Design Detail 중 Vertical Considerations에서 일반적으로 3% 보다 작게해야 문제가 없고, 4%보다 큰 경우는 설치하지 않는 것이 좋다고 정하고 있다

2.3 설계기준 검토사항 종합

2.3.1 국내외 평면교차로 종단경사 관련 기준 및 내용

앞서 언급했던 국내 및 국외 평면교차로 종단경사 관련 기준과 해당 내용을 종합하여 정리하면 다음 Table 1과 같다.

여러 지침들을 비교하여 분석한 결과, 도시부 교차로 종단경사의 기준은 2.5~3% 정도가 적절할 것으로 판단되며, 부득이한 경우 5% 정도가 적정경사일 것으로 판단된다. 왜냐하면, 도시부 교차로의 특성상 보행자 및 자전거 이용자가 지방부 교차로에 비해 상대적으로 많고, 이에 따라 자전거 이용자의 이동편의를 보장해 주어야할 필요가 있기 때문이다.

Table 1. National and International Non-Grade Intersections Relevant Standards and its Contents Synthesis

Classification	Grade	
	Standard (%)	Absolutely necessary(%)
Commentary rules on road construction and facility standards (2009, Corporation Korea Society of Civil Engineers)	3	6
Intersection design guidelines (2004, The Ministry of Construction and Transportation)	3	6
Bicycle Facilities Installation and care instructions (2010.7, Ministry of Public Administration and Security, The Ministry of Construction and Transportation)	Pave-ment	5
	Dirt	3
Roundabout Design Guide (2010. 12, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs)	3	-
Commentary command structure and operation of the road (2004, The Japan Road Association)	2.5	-
Urban Street GEOMETRIC DESIGN HANDBOOK (2008, ITE)	3	-
Revising the AASHTO Guide for the Development of Bicycle Facilities (2010, NCHRP)	1	5
Roundabouts : An Informational Guide (2010, FHWA)	3	4
Synthesis	1~3	3~5

3. 적정 종단경사 비교결과 검증을 위한 현장조사

3.1 현장조사를 통한 데이터 수집

3.1.1 현장조사 개요

지금까지 언급한 내용들을 통계적으로 검증하기 위해 현장조사를 통한 데이터 수집을 시행하였다. 현장조사는 총 3회에 걸쳐 시행되었으며 조사 대상은 인천광역시내 교차로 30개소를 대상으로 하였다. 현장조사 결과는 다음 Table 2와 같다.

인천광역시내 교차로 30개소를 대상으로 종단경사를 조사한 결과 최소 0.0%부터 8.6%까지 다양한 종단경사를 확인할 수 있었다.

4. 통계검증을 위한 사고데이터 수집 및 분석

본 장에서는 앞서 조사한 교차로를 대상으로 종단경사와 사고 유형과의 연관성을 확인하기 위해 상관관계분석을 통한 통계적 검증을 시행하였다.

4.1 데이터 수집 및 코딩

4.1.1 통계검증을 위한 사고데이터 수집

상관관계 분석을 위해 우선적으로 사고데이터를 수집하였다. 사고데이터는 도로교통공단 사고분석시스템(TAAS)을 이용하여 수집하였고, 교통량은 인천광역시 교통량조사 자료를 활용하여

Table 2. Gradient Measurements

No.	Intersection	Grade (°)	No.	Intersection	Grade (°)
1	Munhak	4.6	16	Dongmak Station	0.8
2	Guwol	5.4	17	Jinheoung	1.6
3	Sindonga APT	8.6	18	Chunghak	1
4	Gilhospital	5.9	19	Terminal entrance	0.5
5	Incheon Cityhall	4.5	20	Namdong Police station	5.6
6	Singi	0.7	21	Dongchun	0.3
7	Artcenter	6.7	22	Munwoogum	0.1
8	Terminal	0.3	23	Bupyoung	0.8
9	Dongchun station	0.2	24	Songdo 3 Bridge	0.2
10	Morae maeul	0.6	25	Yeoungsugu Office	0.0
11	Seokbawui	2.3	26	Incheon Univ. Entrance	0.0
12	Sunhak	0.1	27	Jakeun Guwol	0.7
13	Songdo 2 Bridge	0.4	28	Juwongogae	6.4
14	Seungki	0.5	29	Juwon elementary school	3.2
15	Sinyeounsu	0.1	30	Sukchun	1.3

수집하였다.

TAAS를 활용하여 2007년부터 11년까지 인천광역시 남동구와 남구의 사고현황자료를 확보하였고, 이를 SPSS에 활용할 수 있도록 별도의 DATA 가공을 시행하였다. 해당 자료는 본문에 신기에 분량이 많으므로, 부록에 제시하였다.

검증에 사용된 변수는 사고건수, 사망자수, 중상자수, 경상자수, 부상신고자수, 통행량, 사망률, 중상률, 경상률, 부상률, 차대차정면 충돌, 차대차측면직각충돌, 차대차추돌, 차대차기타, 차대그외사고 종합, 차대사람횡단중, 차대사람보행중, 차대사람기타, 차량단독사고, 정면충돌사고율, 측면직각충돌사고율, 차대차추돌사고율, 차대차기타사고율, 차대사람횡단중사고율, 차대사람보행중사고율, 차대사람기타사고율, 차량단독사고율, 가해차종이승용차, 피해차종이승용차, 피해차종이승용차외, 가해차종승용차비율, 피해차종승용차비율, 박무, 연무, 비, 소나기, 안개비, 안개, 맑음, 눈, 싸락눈, 소낙눈, 진눈개비, 황사, 찬동, 뇌전, 햇무리, 달무리, 채운, 가루눈을 선정하여 데이터를 수집하였다.

4.1.2 통계검증을 위한 사고데이터 코딩

데이터 코딩은 조사된 데이터를 엑셀을 이용하여 SPSS 18.0에 입력 가능하도록 코딩하였다.

코딩은 세로축에 교차로, 가로축에 변수를 나열하여 작성한다. 데이터 코딩자료는 Fig. 1과 같다.

4.2 통계분석 시행

4.2.1 분석의 전제

통계적 검증에 활용된 프로그램은 SPSS 18.0이고, 상관분석을 통해 95% 유의수준으로 교차로 종단경사와 상관관계가 있는 변수를 선별한다. 선별에 사용되는 상관계수는 Pearson 상관계수이다.

4.2.2 상관 분석

상관분석(Correlation analysis)이란 두 변수 간의 관계를 규명하고자 할 때 자주 이용되는 통계기법으로 변수간의 관련성을 설명하고 유의성을 검증하기 위해 사용되는 방법이다(현대통계학 제5판, Park et al., 2012).

본 연구에서는 Pearson 상관계수를 사용하여 분석을 수행하였다. 유의성 검증은 상관관계의 방향을 가설에서 지정하지 않은 경우 양측 검증(2-tailed), 가설에서 지정한 경우 단측 검증(1-tailed)이라 한다(SPSS 18.0 매뉴얼, 이학식 외, 2012). 본 연구에서는 양측검증을 사용한다. 상관관계의 정도를 신뢰할 수 있는 수준을 ‘신뢰수준’이라고 하며 연구의 방법과 데이터의 성격 등에 따라 일반적으로 99% 신뢰수준, 95% 신뢰수준, 90% 신뢰수준 중 한 가지 수준을 선택하여 분석을 수행한다. 이 연구에서는 95% 신뢰수준을 기준으로 상관관계를 분석하였다.

4.2.3 통계분석 수행 준비

상관분석을 위해 대표적인 통계 패키지 프로그램인 SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 18.0을 이용하여 분석을 시행하였다.

이 연구의 목적은 교차로 종단경사가 유형별 교통사고와 어떠한 상관관계가 있는지를 분석하는 것이므로 종속변수를 종단경사로 설정하고 독립변수를 앞서 제시한 51개의 변수들로 설정하였다.

이러한 분석의 전제조건을 만족시킨 상태에서 SPSS를 활용한 통계분석을 시행하였다.

4.2.4 통계분석 수행

위의 SPSS 시행을 통해 상관관계분석을 시행한 결과를 다음 Table 3에 제시하였다.

95% 유의수준으로 상관관계를 분석한 결과 정면충돌사고율과

종교도	강도구분	사고건수	사망자수	중상자수	경상자수	부상신고자수	통행량	사망률	중상률	경상률	부상률	차대차정면충돌	차대차측면직각충돌	차대차추돌	차대기타	차대그외사고
원형	4.6	0	12	0	2	20	0	18.684	0	0.1667	2.0333	0	0	3	5	2
구형	5.4	1	27	0	15	30	0	19.968	0	0.5556	1.1111	0	4	10	8	2
신호차	8.6	1	38	0	27	49	2	26.928	0	0.4286	0.9643	0.0714	3	9	9	4
교행로	5.9	0	41	1	27	46	2	27.664	0.0344	0.6897	1.122	0.0448	3	23	14	3
시정	4.5	1	6	0	4	6	0	44.022	0	0.6667	1	0	0	3	2	0
신기	0.7	0	31	0	14	33	0	15.9672	0	0.4516	0.945	0	3	9	8	4
차량회전	6.7	0	24	0	8	33	1	23.742	0	0.3333	1.375	0.0417	3	9	9	2
타발	0.3	0	16	0	8	14	0	15.688	0	0.5	0.875	0	0	9	2	3
통행량	0.2	0	14	1	8	9	1	26.882	0.0714	0.5714	0.6429	0.0714	0	8	3	0
교행로행	0.6	0	35	1	27	49	2	26.946	0.0344	0.6897	1.2543	0.0714	4	28	14	3
신호차	2.3	0	44	1	17	70	5	27.758	0.0217	0.3956	1.5217	0.1087	1	24	14	4
신개	0.1	0	15	0	6	20	1	31.0026	0	0.4	1.3333	0.0667	1	10	2	1
승용차	0.4	0	20	0	17	24	6	18.4212	0	0.85	1.2	0.3	2	11	5	2
승기	0.5	0	49	0	15	49	2	34.0556	0	0.3488	1.1395	0.0445	2	12	21	4
신호차	0.1	0	21	1	10	13	2	37.028	0.0476	0.8571	0.619	0.0952	1	8	5	2
통행량	0.8	0	5	0	3	5	0	18.444	0	0.6	1	0	0	5	0	0
신호차	1.6	0	38	0	26	56	4	18.958	0	0.5842	1.4737	0.1059	2	8	13	4
정행	1	1	37	1	18	49	1	26.946	0.0344	0.6897	1.5243	0.0714	0	18	12	2
타발	0.5	0	7	0	6	11	1	13.962	0	0.8571	1.5714	0.1429	0	5	2	0
남동구청내	5.6	10	0	5	6	0	74824	0	0.5	0.6	1	0	1	3	2	4
통행	0.3	9	0	1	12	1	107078	0	0.1111	1.3333	0.1111	0	0	6	1	0
간유동	0.1	7	0	8	4	0	46473	0	1.1429	0.5714	0	0	4	1	0	2
통행	0.8	7	0	2	7	0	27835	0	0.2857	1	0	1	4	2	0	2
승용차	0.2	13	0	12	17	1	17197	0	0.6214	1.3077	0.0769	2	9	2	0	0
간유동	0	2	0	0	2	0	47125	0	0	1	0	0	0	0	1	2
간유동신호차	0	2	0	1	1	0	12018	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0
타발	0.7	0	60	0	31	72	1	33.988	0	0.5547	1.2	0.0447	1	32	16	2
승용차	6.4	7	0	3	6	0	6593	0	0.4286	0.8571	0	1	2	1	0	0
타발	3.2	6	0	0	9	0	4877	0	0	1.5	0	1	2	1	0	2
신호차	1.3	0	45	1	27	64	5	24778	0.0222	0.6	1.4222	0.1111	1	26	11	4

Fig. 1. Data Coding Resources

Table 3. Results of Correlation Analysis

Variable	Classification	Significance level 95%	
		Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
1	Accidents	-0.04592	0.843322
2	Deaths	-0.17835	0.439243
3	Serious injuries	-0.12338	0.594148
4	Minor injuries	-0.02544	0.912833
5	Injury Report embroideries	-0.16509	0.474512
6	Volume	-0.06473	0.780431
7	Death rates	-0.24856	0.277265
8	Serious injury rates	-0.30302	0.181796
9	Minor injury rates	0.16078	0.48629
10	Injury rates	-0.24425	0.285955

Table 3. Results of Correlation Analysis (Continue)

Variable		Significance level 95%	
		Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
11	A head-on collisions	0.416451	0.060394
12	Side perpendicular collisions	-0.18607	0.419355
13	Rear-end collisions	0.086258	0.710061
14	Vehicle to vehicle Etc.	0.164715	0.475538
15	Other accidents	-0.15457	0.503493
16	On the pedestrians crossing accidents	-0.16647	0.470785
17	On pedestrians walking accidents	-0.2687	0.238901
18	Vehicle to human Etc.	0.205261	0.37208
19	Single vehicle accident	-0.13568	0.557588
20	Head-on collision accident rates	0.463239*	0.03444
21	Side collision accident rates	-0.42296	0.056088
22	Vehicle to vehicle collision accident rates	0.437588*	0.047275
23	Vehicle to vehicle Etc.rates	0.245466	0.283494
24	On the pedestrians crossing accident rates	-0.06457	0.780954
25	On pedestrians walking accident rates	-0.27192	0.233096
26	Vehicle to human Etc. accident rates	0.322604	0.153782
27	Single vehicle accident rates	-0.13568	0.557588
28	Passenger car of offenders	0.001174	0.995972
29	Passenger car of victims	-0.09857	0.670775
30	Other cars of victims	0.034631	0.881533
31	Rate of passenger car of offenders	0.235549	0.304007
32	Rate of passenger car of victims	-0.18557	0.420607
33	Rate of other cars of victims	0.185575	0.420607
34	Mist	-0.11826	0.609679
35	Haze	-0.04004	0.863193
36	Rain	-0.02901	0.900659
37	Shower	-0.09935	0.668298
38	Fog rain	0.225573	0.325531
39	Fog	-0.17244	0.454798
40	Clear	-0.39951	0.07277
41	Snow	-0.04172	0.857504
42	Graupel	0.075319	0.745574
43	Snow showers	0.440657	0.04557
44	Sleet	0.163751	0.478161
45	Dust	-0.12607	0.586076
46	Thunder	0.536212	0.01222
47	Lightning	0.189515	0.410631
48	Parhelion	0.023826	0.918349
49	Halo	0.055795	0.810164
50	Colored clouds	0.42599	0.054169
51	Powder snow	0.137993	0.550837

차대차추돌사고율이 각각 피어슨 상관계수 0.463239, 0.437588 이었고 유의확률은 0.03444, 0.047275로 유의한 것으로 확인되었다.

5. 결론 및 향후연구

본 연구는 현재의 교차로 설계가 초기단계부터 원활한 운영과 안전사고 예방이 어려운 구조적인 문제를 가지고 있으므로 이러한 설계지침과 기존 문헌상의 문제점을 분석해 보고 그 중에서도 특히 종단경사와 관련된 부분을 현장조사와 통계적 기법을 활용하여 문제점을 도출한 후 도시부 적정 교차로 종단경사를 제시하는 것이었다.

본 연구는 도시부 및 지방부 교차로의 차이점을 분석하고 국내외 교차로 종단경사 설계기준을 검토한 후 도시부에 적합한 적정 설계기준(안)을 도출하고 그 다음 현장조사를 통한 설계기준(안)을 적용한 후, 이를 통계적 분석기법을 활용하여 검증하여 설계기준을 정립하는 순으로 진행하였다.

교차로 사고에 영향을 미치는 여러 가지 요인들을 검토하고 종단경사 또한 중요한 사고유발요인임을 확인한 후 종합적으로 문헌고찰 및 통계검증을 통해 종단경사가 교차로에서 발생하는 다양한 변수들과 상관관계가 있음을 밝히고, 적정교차로 종단경사의 범위를 결정하였다. 95% 유의수준으로 상관관계를 분석한 결과 정면충돌사고율과 차대차추돌사고율이 각각 피어슨 상관계수 0.463239, 0.437588이었고 유의확률은 0.03444, 0.047275로 유의한 것으로 확인되었다.

지금까지 언급한 결론의 내용을 종합하면 다음과 같다.

- (1) 교차로 종단경사와 관련이 있는 변수들은 정면충돌사고율과 차대차 추돌사고율 인 것으로 분석되었다. 따라서 교차로 사고 건수를 줄이기 위해 해당 변수들의 영향을 최소화 하기 위한 노력을 하여야 하고, 그러한 노력의 일환으로 적정 교차로 종단경사를 적용한 설계가 이루어져야 함을 확인 할 수 있었다.
- (2) 도시부 교차로의 종단경사는 1~3%의 적정수준을 유지할 필요가 있고, 부득이한 경우에도 3~5%를 넘지 않도록 설계시 주의 를 기울여야 한다.

본 연구는 통계적 검증을 통해 교차로 종단경사는 정면충돌사고 율과 차대차 추돌사고율이 주로 상관있는 변수인 것으로 확인되었다. 따라서 본 연구의 연구결과를 토대로 해당 변수들의 영향을 최소화하는 연구활동과 이를 뒷받침할 수 있는 정책적 지원이 필요하고, 교차로 사고 예방을 위한 도시부 교차로 설계기법 개발 및 설계기준 제정이 필요하다.

또한 추가적인 교차로 종단경사 현장조사 데이터를 확보하여 보다 신뢰성 높은 결과를 산출할 필요가 있다. 추가적인 데이터 확보시 보행자 및 자전거와 관련된 상관성도 판단할 수 있을 것으로 예상된다.

References

- The Ministry of Construction and Transportation (2004). *Plane intersection design guidelines*, pp. 1-2 (in Korean).
- The Ministry of Construction and Transportation (2005). *Interchange design guidelines*, pp. 1-3 (in Korean).
- Society of Civil Engineers (2009). *Commentary rules on road construction and facility standards*, pp. 390-393 (in Korean).
- Nohae Publisher (2012). *Statute book about the planning and use of land*, pp. 30-31, 70-73 (in Korean).
- Institute for Land and Urban Planning (2011). *Urban planning (5 imposition)*, p. 34 (in Korean).
- Ministry of Public Administration and Security, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2010). *Bicycle facilities installation and care instructions*, p. 28 (in Korean).
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2010). *Roundabout Design Guide*, p. 40 (in Korean).
- Japan Road Association (Corporation) (2005). *Commentary command structure and operation of the road*, pp. 482-485 (in Korean).
- Park, J. S., Yun, Y. S. and Park, L. S. (2012). *Modern Statistics, Fifth Edition*, pp. 332-339.
- Sung, T. J. (2011). pp. 25-27 (in Korean).
- Won, J. M. and Lee, S. I. (2007). *Easy to learn using the SPSS statistical analysis to figure*, pp. 55-66 (in Korean).
- Lee, H. S. and Lim, J. H. (2012). *SPSS 18.0 Manual*, pp. 279-302 (in Korean).
- Kim et al. (2003). "Create basic research facility based on the structure of urban road." *Transport Institute*, Vol. 2003, No. 15, pp. 8-9 (in Korean)
- Sung et al. (2012). "Road development policy options for resolving traffic congestion in urban bankruptcy." Vol. 2012, No. 9, p. 30 (in Korean).
- Incheon Metropolitan City (2013). 2013 Incheon Metropolitan City Traffic Basic Research (in Korean).
- ITE (2008). "Urban street geometric design handbook." *Institute of Transportation Engineers*, pp. 199-200.
- NCHRP (2010). Revising the AASHTO Guide for the Development of Bicycle Facilities, pp. 150-151.
- FHWA (2010). Roundabouts: An Informational Guide, pp. 6-86-6-87.
- AASHTO (2011). "A policy on geometric design of highways and streets. 6th edition." *American Association of State Highway and Transportation Officials*, Washington, DC. pp. 1-8, 9-1, 4-69.