

트럼펫IC 루프 및 직결 연결로의 운전조건과 교통사고 분석

Analysis of Loop and Direct-Ramp Driving Condition and Traffic Accidents in the Case of Trumpet Interchange

김 태 영

(충북대학교 도시공학과 박사과정)

변 상 철

(한국건설기술연구원 선임연구원)

이 영 민

(청주시청 교통행정과)

박 병 호

(충북대학교 도시공학과 교수)

목 차

I. 서론

1. 연구의 배경과 목적
2. 연구의 내용 및 수행과정

II. 기존연구 고찰

1. 트럼펫 인터체인지의 기하구조적 특성
2. 국·내외 연구

III. 분석의 틀 설정

1. 자료의 정리 및 분석

2. 주요자료의 기술통계

IV. 루프 및 직결연결로의 사고특성 분석

1. 귀무가설 시나리오 구상 및 검정
2. 귀무가설의 설정
3. 귀무가설의 검정

V. 결론

참고문헌

I. 서론

1. 연구의 배경과 목적

고속도로는 일반국도에 비하여 높은 속도로 많은 교통량이 장거리 주행이 가능하도록 높은 기준으로 설계, 유지되고 있다. 고속도로에서의 사고는 본선뿐만 아니라 인터체인지 연결로에서도 지속적으로 발생하고 있다. 특히 인터체인지에서의 교통사고는 '2003년 총 209건으로 본선 다음으로 많은 사고비율을 차지하고 있어 연구의 필요성이 증대되고 있다.

인터체인지 연결로는 본선에서 분류하여 급감속과 본선으로 합류하기 위하여 급가속이 필요한 구간으로 고속도로의 어느 지점보다도 운전조건이 교통사고에 많은 영향을 미치는 지점으로 판단된다. 이러한 운전조건에 따른 교통사고 분석을 통해 연결로의 사고원인을 규명하거나 그에 따른 설계지침이 제시된 연구가 미비한 실정이다.

이러한 관점에서 볼 때 트럼펫IC 루프 및 직결연결로의 운전조건과 교통사고율의 관계에 대한 면밀한 분석을 통해 도로건설·운영에 적절한 기준을 제시하는 것은 매우 의미 있는 일이다.¹⁾

본 연구는 고속도로 교차점 중 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로의 운전조건에 따른 교통사고와의 관계를 분석하는데 목적이 있다.

2. 연구의 내용 및 수행과정

본 연구의 교통사고 자료는 인터체인지 교통사고기록이 DB로 전산화된 1998년 9월 1일부터 2003년 12월 31일까지의 자료이고, 전국 트럼펫IC 156개소 중 142개소 약 91%에 해당하는 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로를 대상으로 하고 있다.

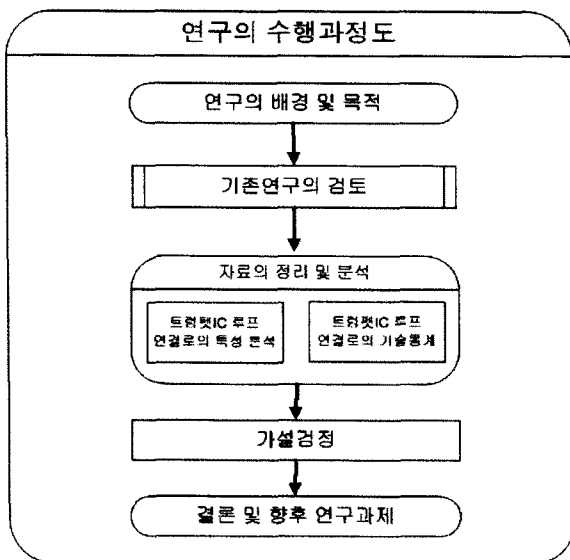
트럼펫IC는 1차적으로 A형과 B형으로 구분되

1) 류승욱(2005), 고속도로 교차점의 기하구조와 교통사고의 관계설정 및 모형분석, P.2 참조

며, 또 교차형식에 따라 Over-pass와 Under-pass로 나눌수 있다. 본 연구에서는 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로를 속성(가·감속조건과 종단경사)에 따라 재분류하여 교통사고 발생빈도를 조사·분석한다.

본 연구에서는 고속도로의 트럼펫IC 준직결 연결로, 직결 연결로, 루프 연결로 중 루프 연결로의 사고로 한정하며, 이를 토대로 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로의 운전조건에 따른 교통사고와의 관계를 분석한다.

본 연구의 1단계는 국·내외 문헌 검토로서, 국·내외의 기존 연구를 검토하여 연구방향을 설정한다. 2단계는 실질적인 연구 분석으로 분석의 틀을 설정하는 단계이다. 이를 위해 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로의 특성을 조사하고, 해당되는 트럼펫IC의 도면을 수집하여 운전조건 특성을 조사한다. 아울러 전국고속도로교통량 통계로부터 교통량을 조사 분류하고, 전국고속도로 트럼펫IC 교통사고 기록카드로부터 교통사고 기록을 정리한다. 제3단계는 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로의 운전조건에 따른 교통사고의 관계를 분석하고 사고예측 모형을 개발한다.



<그림 1> 연구의 수행과정

II. 기존연구 고찰

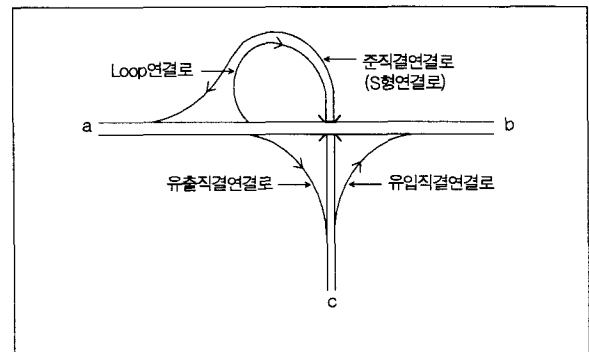
1. 트럼펫 인터체인지의 기하구조적 특성

트럼펫 인터체인지는 3지 완전입체교차의 대표적인 형식으로서 고속도로 상호간의 분기점

(J.C. : junction)에 적용되기도 하지만, 일반적으로 상급 고속도로와 하급 접속도로가 교차하는 지점으로 요금정산소가 있는 곳에 대해 적용되는 경우가 많다. 즉 상급도로인 고속도로 본선과 하급도로인 진입도로를 방향별로 연결하는데 주로 적용된다.

<그림 2>와 같이 트럼펫IC는 준직결 연결로, 루프 연결로 및 직결 연결로로 구분되고, 직결 연결로는 유출직결 연결로와 유입직결 연결로로 세분화 된다. 그리고 본 연구에서 연구하고자하는 루프 연결로는 <그림 2>에서 보는 바와 같이 본선 차도의 우측으로 270°회전하는 연결로이다.

트럼펫IC 루프 연결로의 특성을 살펴보면, 루프 연결로는 타 연결로에 비해 큰 회전각을 가지고 있으므로, 차량의 운행속도에 따라 사고 발생 정도가 다를 것으로 판단되며, 이를 분석하기 위해 본 논문에서는 가·감속조건에 따른 특성을 구분하여 분석하였다.



<그림 2> 트럼펫IC의 연결로 구성

2. 국내의 연구

인터체인지에서 교통사고에 관한 연구도 60년대 후반부터 미국을 중심으로 시작되었다. 캘리포니아 고속도로 772개 연결로에 대한 3년간의 조사결과, 전체 사고의 약 18%가 인터체인지에서 발생한 사고이며, 유출이 0.95건/백만대, 유입이 0.59건/백만대로 유출시 교통사고가 더 많은 것으로 보고되고 있다(武夫健一 등, pp.140-141 참조).

시실로, 데이츠, 뷰티 등(Cirillo, Deitz, Beatty, et al.)은 13개의 인터체인지 구성요소를 통해 6개의 다중회귀모형을 이용하여 인터체인지에서 사고율 예측을 위한 모형을 개발하였다. 그들은 결론에서 교통량과 인터체인지의 기하구

조, 특히 인터체인지 형식별 기하구조에 의해 교통사고 발생이 영향을 받게 된다고 밝히고 있다.

박병호·류승욱(2002)은 트럼펫 인터체인지의 기하구조와 인터체인지에서 사고발생빈도의 상관관계를 규명하고 있다. 그들은 인터체인지의 형식이 교통사고율에 미치는 영향을 검토하였으며, 다중회귀분석을 통해 교통사고에 미치는 독립변수들을 검증하여 적정 회귀식을 제시하고 있다.

류승욱(2005)은 고속도로 교차점(IC, JC)의 기하구조와 교통사고의 관계를 설정하고 모형을 제시하고 있다. 그는 교차점 종류별 기하구조가 교통사고율에 미치는 영향을 검토하였으며, UCL(Upper Control Limit)개념을 이용하여 위험교차점분석을 실시하고, 다중회귀분석을 통해 교통사고에 미치는 독립변수들을 검증하여 적정 회귀식을 제시하고 있다.

윤병조·오영태·이승환(2006)은 트럼펫 IC형식 연결로 교통사고 특성분석에 관한 연구에서 트럼펫 A형과 B형의 사고율은 큰 차이를 보이지 않았으며, 연결로 형식별 사고는 루프, 준직결, 직결의 순으로 나타났다. 그리고 준직결과 루프연결로의 경우 대원과 소원의 관계인 곡률차는 사고율이 높고 낮은 영역에 대한 임계값이 존재하는 것으로 분석되었다.

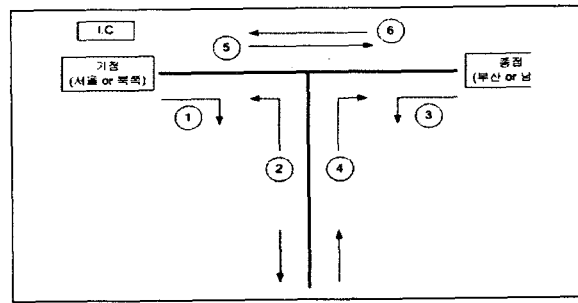
김봉곤·오영태(2007)은 고속도로 유출·입부의 교통사고 판별모형에 관한 연구에서 판별모형을 구축하였으며, 그 결과 교통사고는 곡선장에 의해 많은 영향을 받는 것으로 분석하였고, 고속도로 유출·입부 연결로에서 곡선장은 본선에 진입하기 위한 차량의 가·감속을 위해 확보 되어야 하는 기하구조로 제시하고 있다.

III. 분석의 틀 설정

1. 자료의 정리 및 분석

1) 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로 특성

트럼펫IC의 1번 연결로는 기점에서 해당교차점으로 유입, 2번 연결로는 기점으로 유출, 3번 연결로는 종점에서 해당교차점으로 유입, 그리고 4번 연결로는 해당교차점에서 종점으로 유입으로 아래의 그림과 같다.



<그림 3> 램프별 번호 부여방법

트럼펫IC 유형에 따라서 연결로의 속성이 정해진다. 트럼펫IC를 유형별로 구분하고, 기점과 종점 방향에 따른 1~4번 램프의 속성을 가·감속별, 종단경사(상·하향)별로 재분류하면 다음 표와 같다. 루프 연결로는 아래의 표에서 AO형과 AU형은 2번 연결로가, BO형과 BU형은 3번 연결로이며, 직결 연결로는 1번 연결로와, 4번 연결로이다.

<표 1> 트럼펫IC 형식에 따른 램프 속성별 분류

| 구분 | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
|----|----|---|----|---|----|---|----|---|
| AO | 감속 | 상 | 가속 | 하 | 감속 | 상 | 가속 | 하 |
| AU | 감속 | 하 | 가속 | 상 | 감속 | 하 | 가속 | 상 |
| BO | 감속 | 상 | 가속 | 하 | 감속 | 상 | 가속 | 하 |
| BU | 감속 | 하 | 가속 | 상 | 감속 | 하 | 가속 | 상 |

트럼펫IC 직결연결로는 A형, B형에 따라 달라지지 않지만, 루프 연결로는 트럼펫IC A형, B형에 따라 두 가지 운전조건을 가진다. A형일 경우에는 운행차량이 가속을 하여 본선에 합류하는 특성을 가지며, B형일 경우에는 운행차량이 감속을 하며 본선에서 분류하는 특성을 가진다. 또한 교차 형태에 따라 운전조건이 달라지는데 overpass일 경우 하향경사를 가지며, underpass일 경우 상향경사를 가진다.

<표 2> 루프 연결로의 특성에 따른 분류

| 구분 | 운행속도 | 종단경사 |
|----|------|------|
| AO | 가속 | 하향 |
| AU | 가속 | 상향 |
| BO | 감속 | 상향 |
| BU | 감속 | 하향 |

2) 관련자료의 코딩

본 연구를 위해 1998년 9월 1일부터 2003년 12월 31일까지의 트럼펫IC 142개 루프 연결로의 자료를 분석에 사용하였다. 코딩은 램프의 방향별 분류, 교통량 및 사고건수, 그리고 램프 기하구조로 구분하였고, 램프별 코딩은 다음과 같은 방법으로 정리하였다.

<표 3> 자료코딩형식

| 사고건수 | 사고율 | IC 유형 | 경사 유형 | 교통량 | 곡선 반경 | 종단 경사 |
|------|-------|-------|-------|-----------|--------|-------|
| 0~7 | 0~3.5 | 1~4 | 1~2 | 20~249676 | 40~320 | -6~6 |

루프 및 직결 연결로의 유형(1:AO형, 2, AU형, 3, BO형, 4:BU형), 사고건수(1998-2003년 사이의 해당 램프의 사고건수) 및 사고율(램프 통과차량 백만대당 사고율로 계산식은(사고건수×1000000)/(365×AADT))을 각기 구분하여 코딩하였다. 또한 연결로의 기하구조 자료에서 곡선 반경은 40~320로, 종단경사는 -6~6으로 경사유형은 1: 상향, 2: 하향으로 코딩하였다.

2. 주요자료의 기술통계

보다 높은 차원의 통계분석을 실시하기 전에 자료의 검정과 더불어 주어진 자료의 특성을 파악하기 위하여 자료를 적절히 요약할 필요가 있다. 주어진 정보의 손실을 최대한 줄이면서 가장 효과적으로 요약할 수 있는 분석방법이 기술통계이다.

<표 4> 트럼펫IC 루프 연결로의 기술통계

| 구분 | 사고건수 | 사고율 | 곡선 반경 | 종단 경사 | 교통량 |
|-------|------|------|-------|-------|-----------|
| 평균 | 0.89 | 0.31 | 67.36 | -0.09 | 17283 |
| 표준 오차 | 0.12 | 0.05 | 4.14 | 0.48 | 2537 |
| 표준 편차 | 1.41 | 0.62 | 49.20 | 5.71 | 30135 |
| 분산 | 1.98 | 0.39 | 2420 | 32.55 | 908123142 |
| 첨도 | 4.11 | 8.57 | 12.12 | -1.99 | 28.51 |
| 왜도 | 2.00 | 2.78 | 3.49 | 0.03 | 4.62 |
| 범위 | 7 | 3.50 | 280 | 12 | 249676 |
| 관측수 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 |

대표적인 기술통계 값은 크게 분포의 중심을 나타내는 중심경향 값, 분포의 퍼진 정도를 나타내는 산포도, 분포의 모양을 나타내는 분포도 등으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 중심경향 값으로 표본평균(mean), 중위수(median) 및 최빈값(mode)을 이용하고, 산포도로서 분산(variance), 표준편차(standard deviation), 범위(range: 최대값과 최소값, 사분위값), 그리고 분포도를 나타내는 왜도(skewness)와 첨도(kurtosis)를 다음 표와 같이 분석한다.

이러한 기술통계 분석을 통해 변수의 특성을 파악할 수 있으며, 분포도의 특성을 파악할 수 있다. 루프 연결로의 사고건수는 평균 0.89건이며, 사고율은 0.31, 평균곡선반경은 67.36으로 분석된다. 직결 연결로의 평균사고건수는 0.85건, 평균사고율은 0.31, 곡선반경은 161.79이며, 루프 연결로보다 곡선반경이 큰 것이 특징이다.

<표 5> 트럼펫IC 직결 연결로의 기술통계

| 구분 | 사고건수 | 사고율 | 곡선 반경 | 종단 경사 | 교통량 |
|-------|-------|-------|--------|-------|-----------|
| 평균 | 0.85 | 0.31 | 161.79 | 0.00 | 17067.59 |
| 표준 오차 | 0.09 | 0.05 | 5.61 | 0.30 | 1566.80 |
| 표준 편차 | 1.50 | 0.91 | 94.35 | 5.13 | 26357.65 |
| 분산 | 2.24 | 0.84 | 8901 | 26.27 | 694725714 |
| 첨도 | 10.11 | 46.97 | 1.96 | -1.90 | 20.29 |
| 왜도 | 2.82 | 6.23 | 1.28 | 0.01 | 3.76 |
| 범위 | 10 | 8.94 | 560 | 12 | 232047 |
| 관측수 | 241 | 86.67 | 45786 | -0.6 | 4830127 |

IV. 루프연결로의 사고특성 분석

1. 귀무가설 시나리오 구상 및 검정

1) 시나리오 구상

트럼펫IC 루프 연결로의 운전조건이 교통사고에 미치는 영향을 분석하기 위한 단계로, 기존의 논문에서 연구 되어 지지 않았던 여러 가지 귀무가설을 설정하고 이를 검정하고자 한다. 첫 단계로 루프 및 직결 연결로의 가·감속 조건에 따른 교통사고와의 관계를 검정하고, 두 번째

단계로 종단경사에 따른 교통사고와의 관계를 검정하고, 세 번째 단계로는 가·감속-종단경사의 조합에 따른 교통사고와의 관계를 검정한다.

율은 동일하지 않다.

3. 귀무가설의 검정

<표 6> 가설검정을 위한 시나리오

| 독립변수 1 | 독립변수 2 | 종속변수 |
|--------|----------|-----------------|
| 가속 조건 | 종단경사(상향) | 평균사고건수 평균사고율 |
| | 종단경사(하향) | |
| 감속 조건 | 종단경사(상향) | |
| | 종단경사(하향) | |

2. 귀무가설의 설정

가설검정(hypothesis test)에서 가장 기본적인 사항은 검정하고자 하는 모집단의 모수에 대하여 가설을 설정하는 것이다. 가설은 항상 귀무가설(H_0 : null hypothesis)과 대립가설(H_1 : alternative hypothesis)로 설정하였다.

가설검정이란 표본관찰 또는 실험을 통하여 귀무가설과 대립가설 중에서 하나를 선택하는 과정이라 할 수 있다. 본 연구에서 검토하게 될 귀무가설을 설정하면 다음 3가지이다.

- ① H_0 : 트럼펫 IC 루프 및 직결 연결로의 가·감속 조건에 따른 사고건수 또는 사고율은 동일하다.
 H_1 : 트럼펫 IC 루프 및 직결 연결로의 가·감속 조건에 따른 사고건수 또는 사고율은 동일하지 않다.

- ② H_0 : 트럼펫 IC 루프 및 직결 연결로의 종단경사에 따른 사고건수 또는 사고율은 동일하다.
 H_1 : 트럼펫 IC 루프 및 직결 연결로의 종단경사에 따른 사고건수 또는 사고율은 동일하지 않다.

- ③ H_0 : 트럼펫 IC 루프 및 직결 연결로의 가·감속-종단경사에 따른 사고건수 또는 사고율은 동일하다.
 H_1 : 트럼펫 IC 루프 및 직결 연결로의 가·감속-종단경사에 따른 사고건수 또는 사고

1) 귀무가설 1의 검정

가·감속 조건에 대한 가설검정 결과는 <표 6>과 <표 7>에 나타나 있다. 루프 연결로의 가속 조건의 사고율은 0.1934이고 감속 조건의 사고율은 0.4511로 본선에서 감속하여 분류하는 운전조건이 가속하여 본선에 합류하는 운전조건보다 높은 사고율을 나타내는 것을 알 수 있다. 이러한 가·감속 조건에 따른 평균사고건수, 평균사고율이 동일하다는 귀무가설은 신뢰수준 95%에서 평균사고율만 차이가 있다고 결론지을 수 있다.

<표 7> 귀무가설 1-1의 검정 결과

■ 루프 연결로의 가·감속 조건에 따른 사고건수와 사고율

| 구 분 | | 사고건수 | 사고율 |
|--------|------|---------|--------|
| 가속 연결로 | 평균 | .7468 | .1934 |
| | N | 79 | 79 |
| | 표준편차 | 1.26560 | .43191 |
| 감속 연결로 | 평균 | 1.0806 | .4511 |
| | N | 62 | 62 |
| | 표준편차 | 1.56077 | .78121 |
| 합계 | 평균 | .8936 | .3067 |
| | N | 141 | 141 |
| | 표준편차 | 1.40764 | .62155 |

■ 가설 검정결과

| 구 분 | 검정값 = 0 | | | | |
|------|---------|------------|--------|--------------|-------|
| | t | 유의 확률 (양쪽) | 평균차 | 차이의 95% 신뢰구간 | |
| | | | | 하한 | 상한 |
| 사고건수 | -1.402 | 0.163 | -0.333 | -.8044 | .1367 |
| 사고율 | -2.489 | 0.014 | -0.257 | -.4624 | -.052 |

반면에, 직결 연결로는 가·감속 조건에 따른 평균비교분석결과 가속조건의 사고율이 0.3005, 감속조건의 0.3121로 가설검정 결과 평균의 차이가 나타나지 않는 것으로 분석되었다.

<표 8> 귀무가설 1-2의 검정 결과

■ 직결 연결로의 가·감속 조건에 따른 사고건수와 사고율

| 구 분 | | 사고건수 | 사고율 |
|-----------|------|---------|---------|
| 가속 연결로 | 평균 | .8099 | .3005 |
| | N | 142 | 142 |
| | 표준편차 | 1.48244 | .76234 |
| 감속 연결로 | 평균 | .8936 | .3121 |
| | N | 141 | 141 |
| | 표준편차 | 1.51517 | 1.04804 |
| 합계 | 평균 | .8516 | .3063 |
| | N | 283 | 283 |
| | 표준편차 | 1.49677 | .91428 |

■ 가설 검정결과

| 구 분 | 검정값 = 0 | | | | |
|------|---------|------------------|--------|-----------------|-------|
| | t | 유의 확률 (양쪽) | 평균차 | 차이의 95% 신뢰구간 | |
| | | | | 하한 | 상한 |
| 사고건수 | .470 | .639 | 0.0837 | -.267 | .4345 |
| 사고율 | .106 | .915 | .01157 | -.202 | .2259 |

2) 귀무가설 2의 검정

종단경사에 대한 가설검정 결과는 <표 7>과 <표 8>에서 각각 나타나 있다. 루프 연결로의 상향경사의 사고율은 0.4018이고, 하향경사의 사고율은 0.2156으로 종단경사가 상향일 때 사고율이 높음을 알 수 있다. 이러한 종단경사 따른 평균사고건수와 평균사고율이 동일하다는 귀무가설은 신뢰수준 90%에서 평균사고율만 차이가 있다고 결론지을 수 있다.

<표 9> 귀무가설 2-1의 검정 결과

■ 루프 연결로의 종단경사에 따른 사고건수와 사고율

| 구 분 | | 사고건수 | 사고율 |
|------|------|---------|--------|
| 상향경사 | 평균 | 1.0580 | .4018 |
| | N | 69 | 69 |
| | 표준편차 | 1.48407 | .69399 |
| 하향경사 | 평균 | .7361 | .2156 |
| | N | 72 | 72 |
| | 표준편차 | 1.32147 | .53224 |
| 합계 | 평균 | .8936 | .3067 |
| | N | 141 | 141 |
| | 표준편차 | 1.40764 | .62155 |

■ 가설 검정결과

| 구 분 | 검정값 = 0 | | | | |
|------|---------|------------------|--------|-----------------|-------|
| | t | 유의 확률 (양쪽) | 평균차 | 차이의 95% 신뢰구간 | |
| | | | | 하한 | 상한 |
| 사고건수 | 1.361 | 0.176 | 0.3218 | -0.145 | 0.789 |
| 사고율 | 1.793 | 0.075 | 0.1862 | -0.019 | 0.391 |

반면에, 직결 연결로는 종단경사에 따른 평균 비교분석결과 상향조건인 사고율이 0.3297, 하향조건인 0.2826로 상향조건이 평균사고율이 높지만, 가설검정 결과 평균의 차이가 나타나지 않는 것으로 분석되었다.

<표 10> 귀무가설 2-2의 검정 결과

■ 직결 연결로의 종단경사에 따른 사고건수와 사고율

| 구 분 | | 사고건수 | 사고율 |
|------|------|---------|---------|
| 상향경사 | 평균 | .8521 | .3297 |
| | N | 142 | 142 |
| | 표준편차 | 1.52960 | 1.12330 |
| 하향경사 | 평균 | .8511 | .2826 |
| | N | 141 | 141 |
| | 표준편차 | 1.46841 | .64172 |
| 합계 | 평균 | .8516 | .3063 |
| | N | 283 | 283 |
| | 표준편차 | 1.49677 | .91428 |

■ 가설 검정결과

| 구 분 | 검정값 = 0 | | | | |
|------|---------|------------------|--------|-----------------|-------|
| | t | 유의 확률 (양쪽) | 평균차 | 차이의 95% 신뢰구간 | |
| | | | | 하한 | 상한 |
| 사고건수 | .3519 | 0.176 | 0.3218 | -0.145 | 0.789 |
| 사고율 | 1.793 | 0.075 | 0.1862 | -0.019 | 0.391 |

3) 귀무가설 3의 검정

'트럼펫IC 루프 및 직결 연결로 가·감속-종단 경사에 따른 평균사고건수 또는 평균사고율은 동일하다.'라는 귀무가설을 검정하기 위하여, 본 연구는 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로를 가·감속 연결로로 구분하고, 종단경사를 상향과 하향으로 구분하여 검정을 실시하였다.

평균비교분석 결과 가·감속-상향연결로의 사고율이 0.6382로 가장 높은 것으로 나타났고, 검정결과 유의수준 0.05%에서 모두 기각된다. 따

라서 4가지 형태의 평균사고율과 평균사고건수의 차이는 의미가 있는 것으로 분석되며, 감속-상향 연결로의 평균사고건수와 사고율이 타 연결로보다 월등히 높아 차후 루프연결로 설계시 감속-상향 연결로의 설계는 피하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

<표 11> 귀무가설 3-1의 검정 결과

- 루프 연결로의 가·감속-종단경사에 따른 사고건수와 사고율

| 구 분 | | 사고건수 | 사고율 |
|-------|------|---------|--------|
| 가속-하향 | 평균 | .6216 | .1293 |
| | N | 37 | 37 |
| | 표준편차 | 1.34063 | .41179 |
| 가속-상향 | 평균 | .8571 | .2499 |
| | N | 42 | 42 |
| | 표준편차 | 1.20104 | .44613 |
| 감속-상향 | 평균 | 1.3704 | .6382 |
| | N | 27 | 27 |
| | 표준편차 | 1.82184 | .92218 |
| 감속-하향 | 평균 | .8571 | .3067 |
| | N | 35 | 35 |
| | 표준편차 | 1.30931 | .62876 |
| 합계 | 평균 | .8936 | .3067 |
| | N | 141 | 141 |
| | 표준편차 | 1.40764 | .62155 |

- 가설 검정결과

| 구 분 | 검정값 = 0 | | | | |
|------|---------|------------|---------|--------------|-------|
| | t | 유의 확률 (양쪽) | 평균차 | 차이의 95% 신뢰구간 | |
| | | | | 하한 | 상한 |
| 사고건수 | 5.863 | 0.010 | 0.92655 | 0.4237 | 1.429 |
| 사고율 | 3.041 | 0.056 | 0.33102 | -0.015 | 0.677 |

<표 12> 귀무가설 3-2의 검정 결과

- 직결 연결로의 가·감속-종단경사에 따른 사고건수와 사고율

| 구 분 | | 사고건수 | 사고율 |
|-------|------|---------|---------|
| 가속-하향 | 평균 | .9538 | .3825 |
| | N | 65 | 65 |
| | 표준편차 | 1.84078 | 1.43355 |
| 가속-상향 | 평균 | .8421 | .2519 |
| | N | 76 | 76 |
| | 표준편차 | 1.17816 | .53729 |
| 감속-상향 | 평균 | .7662 | .2852 |
| | N | 77 | 77 |
| | 표준편차 | 1.21283 | .77847 |
| 감속-하향 | 평균 | .8615 | .3186 |
| | N | 65 | 65 |
| | 표준편차 | 1.75781 | .74840 |
| 합계 | 평균 | .8516 | .3063 |
| | N | 283 | 283 |
| | 표준편차 | 1.49677 | .91428 |

직결 연결로의 가·감속-종단경사에 따른 평균사고건수와 평균사고율 모두 가속-하향경사에서 가장 높게 나타났다. 그렇지만 귀무가설을 기각하지 못하여서 4개의 계급간 차이는 없으므로 분석되었다.

IV. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 고속도로 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로의 운전조건과 교통사고분석을 실시하였다.

본 연구는 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로 교통사고분석을 위해 고속도로 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로 142개의 사고 자료와 곡선반경, 종단경사 등의 자료를 조사하여 정리하였다. 이를 바탕으로 루프 및 직결 연결로의 조건에 따른 평균비교분석을 실시하였다. 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 루프 연결로의 가·감속 조건이 평균사고건수와 평균사고율에 미치는 영향을 분석한 결과 감속조건에서의 평균사고건수와 평균사고율이 높게 나타났으며, 평균사고율은 신뢰수준 95%에서 기각되어 가·감속 조건에 따라 차이가 있는 것으로 분석되었다. 반면에 가·감속 조건이 직결 연결로의 평균사고건수와 평균사고율에는 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

둘째, 루프 연결로의 종단경사(상향, 하향)에 따라 평균사고건수와 평균사고율에 미치는 영향을 분석한 결과 평균사고율과 평균사고건수 모두 상향경사에서 높게 나타났으며, 신뢰수준 90%에서 평균사고율이 차이가 있는 것으로 분석되었고, 직결 연결로에서는 귀무가설을 기각하지 못하여 차이가 없는 것으로 분석되었다.

셋째, 루프 연결로의 가·감속-종단경사에 따라 평균사고건수와 평균사고율에 미치는 영향을 분석한 결과 감속-상향인 연결로에서 가장 높은 평균사고건수와 평균사고율을 나타냈으며, 신뢰수준 95%에서 평균사고건수와 평균사고율이 모두 차이가 있는 것으로 분석되었다.

마지막으로, 위에서 분석했던 내용들에 대한 결과를 종합해 보면 루프 연결로의 가·감속조건에서는 본선에서 분류되는 감속조건에서 평균사고건수와 평균사고율이 높고, 상향 종단경사에서 평균사고건수와 평균사고율이 높은 것으로 분석되었다. 또한 가·감속-종단경사 조합 분석결과에서는 감속-상향인 연결로의 평균사고

건수와 평균사고율이 가장 높은 것으로 분석되었다. 즉 BO형 루프 연결로에서 가장 많은 것으로 분석되어, 트럼펫IC 루프 연결로 설계시 BO형 루프 연결로는 피하는 것이 바람직하다고 판단된다. 반면에 직결 연결로는 가·감속조건, 종단경사에 따른 평균사고건수와 평균사고율의 차이를 보이지 않아 사고와 직결 연결로의 운전조건과는 관계의 연결성이 떨어지는 것으로 분석되었다.

본 연구는 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로의 운전조건과 교통사고와의 관계분석을 하였지만, 사고의 원인은 다양하여 운전조건만의 변수를 사고의 원인으로 설명하기에는 부족함이 많다고 판단된다. 이러한 결과가 직결 연결로의 운전조건과의 관계에서도 밝혀졌으며, 또한 고속도로 트럼펫IC 루프 및 직결 연결로를 그 대상의 범위로 하고 있어, 더 다양한 교차로의 연결로와 비교분석이 필요할 것으로 판단된다.

따라서 이러한 한계를 고려하여 향후 연구되어야 할 사항들을 제시하면 다음과 같다. 우선, 트럼펫IC 모든 연결로의 비교분석이 필요할 것으로 판단되며, 향후 본 연구에서 감안하지 못한 인간의 운전행태, 운전심리 등 다양한 사고원인을 고려한 교통사고분석이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 박병호·류승욱, 2002, “트럼펫 인터체인지의 형식과 교통사고율의 관계”, **한국지역개발학회지 제14권 제1호**
2. 류승욱, 2005, “고속도로 교차점의 기하구조와 교통사고의 관계분석 및 모형분석”, **충북대학교 박사학위 논문**
3. 박병호·김태영, 2007, “트럼펫IC 램프의 운전조건과 교통사고분석” **대한교통학회지 제25권1호**
4. 건설교통부, 2000, “도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해성 및 지침”, **대한토목학회**
5. 이점호·이동민·최재성, 2000, “평면곡선부의 속도 및 교통사고 영향분석연구”, **대한교통학회지 제18권 제1호**
6. 武部健一 등, 1997, “인터체인지 계획과 설계”, **녹도출판사**
7. AASHTO, 2001, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.
8. Bauer, K. M. and D. W. Harwood, 1997 “Statistical Models of Accidents on interchange

Ramps and Speedchange Lanes”, **FHWA-RD-97-105.**

9. Council, F. and J. Stewart, 1999, “Safety effects of conversion of rural two-lane to four-lane roadways based on cross-sectional models,” **Transportation Research Record 1665, TRB**
10. Elvik, R., F. Amundsen, and F. Hofset, 2001, “Road safety effects of bypasses,” **Paper presented at the 80th Annual Meeting of the TRB.**
11. Fambro, Daniel B., et, al., 2000, Geometric Design : Past, Present, and Future, **TRB A2A02: Committee on Geometric Design.**