

로프형승강장안전차단문 횡단보도 적용을 통한 보행안전 증진 기대효과 분석 연구

Study on Safety Enhancement Expected from Deployment of Rope-typed Platform Screen Door in Pedestrian Crossing Area

배현식*, 김준용*, 김주영*, 김진태*†

Hyun-Sik Bae*, Jun-Yong Kim*, Joo-Young Kim*, Jin-Tae KIM*†

Abstract It is necessary to analyze safety enhancement of a pedestrian-related device prior to its field implementation, while the past experience has not done so due to the shortage of domestic engineering practice. This study proposes a case study prepared to capture the anticipated safety impact of Rope-typed Platform Screen Door (RPSD), when implemented at the entrance areas of pedestrian crossings on highways. The study includes field data-based microscopic simulation studies using VISSIM, potential conflicts analysis utilizing SSAM, and a set of statistical comparison analysis. The study results statistically suggested that implementation of RPSD should increase safety at isolated pedestrian crossing areas.

Keywords : Pedestrian safety, Railway rope-typed platform screen door, Pedestrian crossing

초 록 횡단보도 보행안전을 위해서는 공학적이고 분석적인 노력이 필요하다. 현재 설치된 무단횡단 억제 시설은 공학적인 분석에 근거하여 설치·운영되고 있지 않다. 본 연구에서는 로프형승강장안전차단문의 횡단보도 적용으로 인한 보행안전 증진효과를 분석을 목적으로 한다. 실제 횡단보도 보행횡단행태 자료를 수집하여 모의실험을 통해 분석을 수행하였다. 안전성 증진 검증을 위한 효과척도로 잠재상충수를 설정하여 시설 설치 전·후 비교 및 통계분석을 수행하였다. 분석 결과 해당 시설 설치로 보행자 안전성 증진 효과가 있음을 확인하였다.

주요어 : 보행안전, 철도승강장안전도어, 횡단보도,

1. 서 론

횡단보도 구간 교통안전 수준을 증진시키기 위해서는 공학적이고 분석적인 노력이 필요하다. 현재 설치되고 있는 무단횡단 억제시설은 공학적인 분석이 아닌 개선될 것이라는 기대감에 의해 설치되고 있다[1]. 무단횡단 행태가 개선될 것이라는 기대감에 의존하여 많은 예산을 투자하고 보행자 안전 향상될 것을 예상하기에는 어려움이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 횡단보도에 로프형철도승강장안전도어 도입시 발생하는 보행자 안전도 증진 효과를 분석하였다.

† 교신저자: 한국대학교 교통대학원 교통시스템공학과(jtkim@ut.ac.kr)

* 한국교통대학교 교통대학원 교통시스템공학과

2. 연구 방법

무단횡단 억제시설 효과평가 방법론을 검증하기 위해 보행횡단 상황과 보행횡단 안전시설 설치에 따른 분석 시나리오를 설계하였다.

어린이보호구역내 횡단보도부의 물리적 시설을 통해 무단횡단을 억제하는 방안을 검토한다. 안전시설 설치 장소가 크게 (1) 어린이 보호구역 내 횡단보도부, (2) 노변 보도 측(펜스형태) 두 가지로 구분된다. Table 1에 이러한 대안별 시나리오를 제시한다.

Table 1 Jaywalking suppress alternative

| 구분 | 내용 |
|----|-------------------------------------|
| 현황 | 안전시설 미설치 |
| 대안 | 횡단보도 및 노변 보도측 물리적 차단시설 설치 (보행신호 연동) |

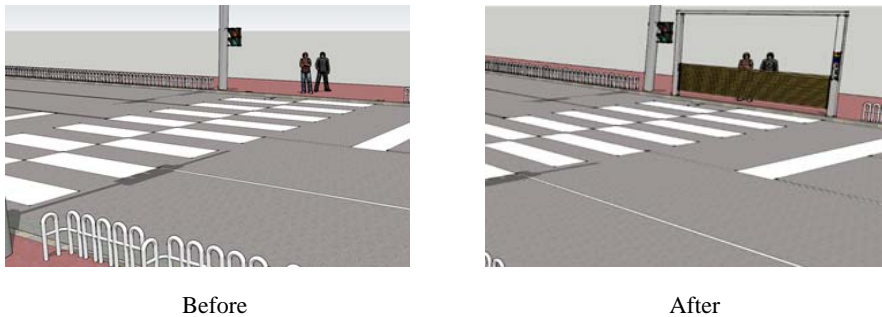


Fig. 1 Jaywalking suppress alternative illustration

잠재상충수 추정을 위해 각 대안별 모의실험을 수행한다. 모의실험에는 교통류 Simulation을 활용하여 분석을 수행한다. 추정된 잠재상충수를 통계분석기법을 활용하여 분석하고 이를 통해 무단횡단 억제시설의 효과평가를 수행한다.

3. 검증 평가

무단횡단 억제시설 효과평가 방법론을 검증하기 위해 본 연구에서는 한국교통연구원에서 개발한 로프타입철도승강장안전도어(Rope Type Screen Door;RPSD)를 무단횡단 억제시설로 선정하여 연구를 수행하였다[2]. 중앙버스전용차로와 단일로 횡단보도에 해당 시설이 설치됨으로서 발생하는 보행자 안전성 증진 효과를 분석하였다. 분석을 위한 모의실험 시뮬레이션에는 VISSIM 7.0과 SSAM 툴을 사용하였다[3][4].

3.1 자료 수집

서울시 및 경기도 내 횡단보도 교통사고 다발지점과 어린이보호구역 사고 발생 다발지점 37개 지점을 검토하여 총 4개의 지점을 선정하여 사전조사를 실시하였다. 그 중 기하구조가

유사한 3개 지점을 현장지점으로 최종 선정하여 현장조사를 수행하였다. 선정된 현장지점은 무단횡단 억제시설이 설치되어 있는 (a)수원 율현초등학교(Site 1)와 (b)안양 동안초등학교(Site 2), (c)군포 양정초등학교(Site 3)이다.

어린이보호구역의 보행자 통행행태 자료 수집을 위해 초등학교 옥상에 비디오캠코더를 설치하여 동영상 자료를 수집하였다. 통학 어린이 보행자 통행행태 수집을 위해 평일 2일에 걸쳐 자료를 수집하였다. 각 지점별로 18시간씩 총 54시간에 해당하는 자료를 수집하였다.

3.2 자료 추출

수집 동영상 자료로부터 1/30초 단위 영상 프레임분석을 통하여 개별 횡단보행자의 이동경로 궤적자료를 추출(data reduction)하였다. 자료추출에 총 8명 인력이 투입되었으며 프레임분석은 Adobe Premier Pro CS 6.0을 이용하였다.

추출된 횡단보도 이용자 이동경로 궤적자료를 도로횡단 지점 시.종점 번호를 참조하여 구분하였다. 이는 출발(origin)-도착(destination) 방식의 O/D 행렬자료 형태로 구분된다. 현장지점별 O/D Table을 Fig. 2과 같이 제시한다.

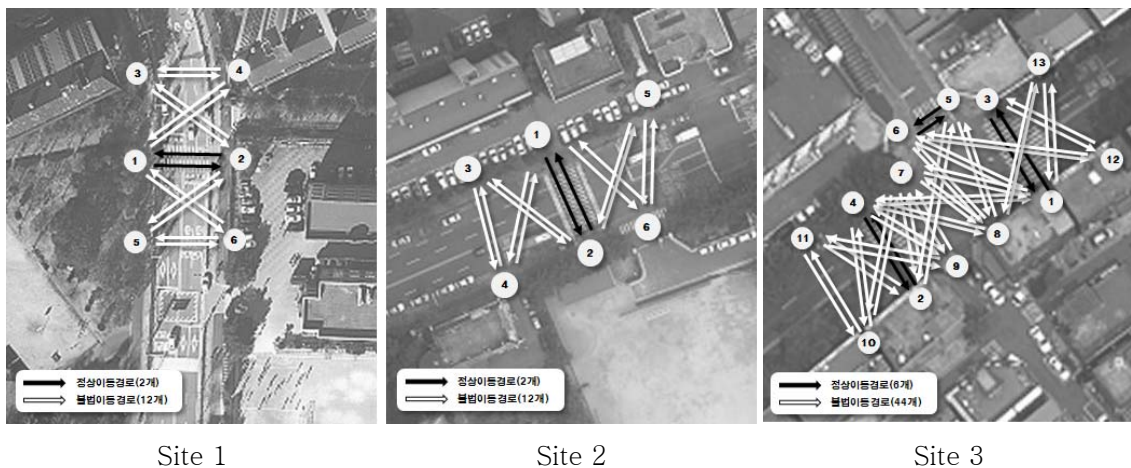


Fig. 2 Pedestrian crossing path O/D Table

각 단일로 현장지점의 횡단보도 이용자 이동경로를 ‘정상’ 보행경로와 ‘위반’ 보행경로를 구분하여 분석하였다.

어린이 보호구역 횡단보도부의 ‘위반’ 보행경로는 1일 현장 자료 중 최대 44개까지 발견되었다. 조사지점 별 총 2일(주말 1일 및 주중 1일)동안 수집한 자료 중 무단횡단 통행이 집중된 1일차 자료를 선별하여 분석을 수행하였다.

Table 2 Pedestrian crossing entrance/exit road crossing forms based on time classification

| 구분 | 내용 |
|----|----------------------------|
| G1 | 보행 녹색시간 횡단 시작 및 종료 |
| G2 | 보행 녹색시간 횡단 시작, 적색시간에 횡단 종료 |
| R | 보행 적색시간 횡단 시작 |

보행자 신호시간을 기준으로 추출된 횡단보도 이용자 이동 경로 궤적자료를 분석하였다. 보행자가 보행을 시작하고 종료하는 시점에 따라 수집된 자료를 세 개 그룹(G1, G2, R)으로 Table 2와 같이 구분하였다. 어린이보호구역 횡단보도를 횡단하는 보행자의 공간적 행태와 시간적 행태를 각각 분류하여 Table 3과 같이 분류하였다.

Table 3 Pedestrian crossing time/space usage patterns compared

| 구분 | 계 | 공간 | | 시간 | | | |
|--------|----|----------------|------------------|----------------|------------------|---------------|----------------|
| | | 정상 | 위반 | G1 | G2 | R | |
| Site 1 | 첨두 | 262 (100%) | 238 (90.8%) | 24 (9.2%) | 240 (91.6%) | 12 (4.6%) | 10 (3.8%) |
| | 1일 | 1059 (100%) | 869 (82.1%) | 190 (17.9%) | 876 (82.7%) | 59 (5.6%) | 124 (11.7%) |
| Site 2 | 첨두 | 431 (100%) | 355 (82.4%) | 76 (17.6%) | 399 (92.6%) | 12 (2.8%) | 20 (4.6%) |
| | 1일 | 1836 (100%) | 1,382 (75.3%) | 454 (24.7%) | 1,584 (86.3%) | 74 (4.0%) | 178 (9.7%) |
| Site 3 | 첨두 | 845 (100%) | 726 (85.9%) | 119 (14.1%) | 800 (94.7%) | 20 (2.4%) | 25 (3.0%) |
| | 1일 | 2805 (100%) | 1,958 (69.8%) | 847 (30.2%) | 2,303 (82.1%) | 140 (5.0%) | 362 (12.9%) |

분석 결과, 첨두 1시간 기준으로 공간적 측면에서 정상적인 횡단보도 이용율은 82.1~90.8% 수준이며, 비정상적인 도로횡단 비율은 9.2~17.6%인 것으로 분석되었다. 시간적인 측면에서 첨두시 보행 녹색시간 내에 횡단을 완료하는 비율은 91.6~94.7%이고, 보행 녹색시간에 횡단보도를 진입하였으나 횡단을 완료하지 못하는 비율은 2.4~4.6%인 것으로 분석되었다. 또한 적색 신호시 무단횡단을 하는 비율은 3.0~4.6%로 분석되었다.

3.3 모의실험

VISSIM 7.0 분석으로 생성되는 개별 객체의 궤적 정보를 SSAM 2.1.6 과 연계하여 상충분석을 수행하였다. 앞서 설명되었듯이 각 분석 시나리오별 무작위 난수를 변경하며 수행한 10번의 모의실험과 연계된 10번의 SSAM 2.1.6 분석을 통해 TTC 자료 10개를 수집하였다. 수집된 TTC 자료들로 산정된 평균값과 표준편차를 비교하여 평균의 10% 보다 표준편차가 최소한 작도록 모의실험 및 SSAM 수행 횟수를 제어하였다. 분석 결과 10회의 모의실험 및 SSAM 분석이 해당 조건을 만족함을 확인하였다. Table 4와 같이 상충분석 결과를 제시한다.

Table 4 Conflict analysis result

| 구분 | Conflict(%) | | | | | | Total | |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | Site A | | Site B | | Site C | | | |
| Before | 104.3 | - | 34.2 | - | 24.4 | - | 162.9 | - |
| After | 81.9 | (▼21%) | 12.5 | (▼63%) | 14.3 | (▼41%) | 108.7 | (▼69%) |

물리적 무단횡단 억제시설이 설치되지 않는 ‘현황’의 경우 ‘보행자-차량’ 및 ‘차량-차량’ 상충횟수는 각 지점별 시간 평균 104.3 회 및 24.4 회 발생하는 것으로 분석되었다(전체 평균 162.9 회/시간).

이러한 현재 상황을 100%로 간주하면, 대안의 경우 전체 대비 33 %의 상충이 감소하여 위험수준이 67% 수준으로 감소한 결과를 확인할 수 있었다.

이러한 SSAM분석을 통해 도출된 각 대안별 상충지점을 도식화하여 비교한 결과로부터 현황 상태에서 대안을 적용함에 따라 횡단보도에 집중된 상충지점이 감소되고 분산되는 상황을 확인하였으며 그 결과는 Fig 3과 같이 제시한다.



Fig. 3 Conflic analysis schematization

어린이보호구역 대안별 상충분석을 통해 분석된 잠재상충수 결과가 통계적으로 유의한지 확인하기 위해 paired *t*-test를 수행하였으며 귀무가설과 대립가설은 아래 Table 5와 같다.

H_0 : 대안별 잠재상충수가 동일하다.

H_a : 대안별 잠재상충수는 차이가 있다.

m_0 : 설치전 상충수
 m_1 : 설치후 상충수

Table 5 Paired *t*-test result

| 구분 | <i>m</i> | <i>s</i> | <i>t</i> | <i>t</i> 기각치 |
|--------|----------|----------|----------|--------------|
| Before | 54.3 | 37.18 | 10.014 | 1.833 |
| After | 36.2 | 33.65 | | |

통계분석 결과 각 설치전과 설치후 상충수는 통계적으로 유의한 것으로 분석되어 설치로 인해 상충수 감소 효과가 있는 것으로 확인되었다.

4. 결론

횡단보도 무단횡단으로 인한 사고 위험이 지속적으로 지적되고 있다. 이러한 무단횡단 행태를 원천적으로 억제하기 위한 무단횡단 억제시설이 설치·운영되고 있으나 그 실효성에 대한 공학적인 검증이 필요하다. 본 연구에서는 무단횡단 억제시설 설치로 인한 보행자 안전성 증진효과 분석을 수행하였다. 어린이보호구역의 횡단보도를 대상으로 분석을 수행한 결과 해당 시설 설치로 인해 보행자-차량 간 상충수가 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 공학적 검증을 바탕으로 무단횡단 억제시설 설치가 가능할 것이며 이에 따른 보행자 안전성 증진효과 또한 증가할 것이라 기대한다.

감사의 글

본 연구는 철도핵심 부품 및 장치 기술개발 2단계 철도 소재-부품 융합연구센터의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

참고문헌

- [1] J.T. KIM, J.Y. KIM, H.S. BAE, H.M. KIM, D.I. LEE(2014) Study on Safety Enhancement of Pedestrians Crossing, *Journal of Transport Research*, 21(2), pp.13-26
- [2] 한국교통연구원(2014), “RPSD(로프형 승강장 안전도어) 국제 표준 인증 및 상용화 기술 개발”
- [3] PTV(2014), “VISSIM 7.0 USER MANUAL”
- [4] FHWA(2008), “Surrogate Safety Assessment Model” FHWA