

■ 論 文 ■

### 횡단보도와 지하보도간의 횡단보행특성 비교

Comparison of Pedestrian Walking Characteristics  
Between Highway Crosswalk and Pedestrian Underpass

임종훈

(교통개발연구원 연구원)

김동녕

(단국대학교 토목공학과 교수)

#### 목 차

- I. 서론
  - 1. 연구의 배경 및 목적
  - 2. 연구의 범위 및 방법
- II. 보행자 특성 및 보행시설의 일반적 고찰
  - 1. 보행자의 특성
  - 2. 횡단시설의 종류와 설치기준
  - 3. 지하보도와 횡단보도의 특성비교
- III. 조사지점 및 조사방법
  - 1. 보행자 특성 조사
  - 2. 시설조사
- IV. 조사자료의 분석 및 검토
  - 1. 보행자 특성 분석
  - 2. 보행시설의 특성 분석
- V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 지하보도, 계단의 보행특성, 횡단시간, 횡단거리, 횡단에너지

#### 요 약

본 연구는 지하횡단보도 이용시 계단에서 나타나는 보행자 특성에 관한 연구로써, 교차로에서 횡단보도와 지하보도에서 보행자의 편의성을 정량화한 것이다. 지하보도 계단에서의 보행자특성에 관한 연구, 즉 속도, 밀도와 보행자교통량에 관한 연구는 비디오촬영을 통하여 수집한 자료를 분석하였다. 지하보도나 횡단보도 횡단시 이동거리, 소요시간, 소요에너지는 보행자특성 분석에서 나온 결과와 직접 시설을 조사한 자료를 이용하여 비교하였다. 주요 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 지하보도 계단에서 보행자 속도는 상향이동시의 평균속도는 39.9m/분(또는 0.67m/초)이고, 하향이동시의 평균속도는 46.1m/분(또는 0.77m/초)으로 나타났다.

둘째, 평균 이동거리는 단순횡단의 경우 지하보도는 119m이고, 횡단보도는 78m이다. 대각횡단의 경우 지하보도는 161m이고, 횡단보도는 111m이다. 평균 소요시간은 단순횡단의 경우 지하보도는 125.6초이고, 횡단보도는 111.3초로 나타났다. 대각횡단의 경우 지하보도는 162.3초이고, 횡단보도는 178.8초로 나타났다. 평균 소요에너지는 단순횡단의 경우 지하보도는 20.2kcal이고, 횡단보도는 4.7kcal이다. 대각횡단의 경우 지하보도는 23.5kcal이고, 횡단보도는 6.6kcal이다.

단순횡단시 지하보도가 횡단보도보다 이동거리는 평균 1.5배 더 길고, 시간은 평균 1.2배 더 소요되고, 에너지는 평균 4.5배가 더 소요된다. 대각횡단시 이동거리는 평균 1.5배 더 길고, 소요시간은 비슷하고, 에너지는 평균 3.5배 더 소요되었다. 본 연구는 기존의 교차로나 가로구간에 지하보도만 설치되어 있는 지점에 횡단보도의 설치여부에 관한 정책결정을 하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

## 1. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

현재 우리나라 대도시에 보행자를 위한 교통시설 특히, 횡단보도의 설치가 미흡한 실정이다. 우리나라 대도시 교차로에는 지하상가, 지하철역 등의 지하시설을 이용하여 대부분 지하보도를 설치하였다. 근래 지하철역의 신설에 따라 기존의 횡단보도를 폐지하고 지하철역을 이용하여 횡단하도록 하고 있다. 이로 인하여 노상으로 횡단하는 것보다 우회하여 횡단하므로 보행자의 횡단시간이 길어지고, 횡단을 위하여 많은 에너지를 소비해야 하는 등 편의성도 만족스럽지 못하였다. 이에 관련하여 지하보도 이용시 계단에서 나타나는 보행자의 특성 특히, 속도와 빈도, 밀도와 속도, 밀도와 통행량에 관하여 연구하고, 교차로에서 횡단보도를 이용하여 횡단하는 것과 지하보도를 이용하여 횡단하는 경우를 비교하여 보행자의 편의성에 관한 효과를 정량화하여 비교분석하는 것을 목적으로 한다.

### 2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 교차로에서 지하보도와 횡단보도를 이용하여 횡단할 경우 각각 횡단이동거리, 횡단소요시간, 횡단소요에너지를 도출하여 비교하였다. 지하보도와 횡단보도를 이용할 때 소요시간을 비교하는데 필요한 계단에서의 속도 등 보행특성에 관한 자료는 지하철역에서 비디오 촬영을 한 후 자료를 수집·분석하여 도출하였다. 비디오카메라는 계단 아래에서 위로 향하도록 설치하여 촬영하였다. 촬영한 비디오 영상을 보면서 초시계를 이용하여 상·하향 계단의 이동 소요시간 및 보행자 수를 조사하였다. 또한 지하보도와 횡단보도를 이용할 때 이동거리 및 소요되는 에너지를 도출하기 위하여 지하철역의 대합실 평면도와 현장 시설조사를 통하여 출입구 계단의 너비, 폭, 수, 높이와 참의 수, 폭을 조사하였고, 지하에서의 평면이동거리를 조사하였다. 그 밖에 횡단보도의 폭, 지하보도의 구조, 계단의 깊이 등의 기하구조 자료와 보행자 대기시간 도출을 위한 신호주기 및 현시 자료를 이용하였다.

교차로에 실제 횡단보도를 설치하여 운영하고 있는

것이 아니기 때문에 도로나 교차로에서의 횡단보도를 일반적인 기하구조로 가정하여 설치한 후 횡단시 소요되는 시간과 거리 등을 도출하였다.

## II. 보행자특성 및 보행시설의 일반적 고찰

### 1. 보행자의 특성

#### 1) 보행속도

도로를 횡단할 때의 보행자의 보행속도는 설계시 아주 중요한 요소이다. 보행속도는 보행자간의 넓은 범위를 가지고 있다. 평균보행속도의 범위는 0.8~1.8m/초로 나타나고 있다. 중·장년층의 평균보행속도는 1.4m/초이고, 어린이들의 평균보행속도는 1.6m/초이다. 남성들의 평균보행속도는 1.29m/초이고, 여성들의 평균보행속도는 1.13m/초이지만, 무리를 지어서 보행할 때는 남성의 평균보행속도는 1.17m/초이고, 여성의 평균보행속도는 1.11m/초로 감소되는 현상을 보인다.

즉, 남성이 여성보다 빠르다. 뿐만 아니라, 경사도에 대하여 영향을 받고, 온도, 시간대(Time of Day), 통행목적, 노면상태(눈, 얼음)에 따라 보행속도는 다르게 나타난다. 설계시 보통 1.2m/초의 보행속도를 적용하지만, 상대적으로 보행속도가 느린 교통약자들을 위하여 0.9~1.0m/초의 보행속도의 적용이 고려되어야 한다.

#### 2) 보행교통류 모형

보행교통량-보행속도-보행자밀도를 이해한다는 것은 보행자 시설의 계획, 설계 및 운영에 있어서 아주 중요한 요소이다. 보행자 흐름에 대한 속도, 밀도 및 통행량 사이의 기본적인 관계는 차량흐름과 유사하다. 즉, 통행량과 밀도가 증가하게 되면 보행속도는 감소하게 되며, 밀도가 커지게 되면, 보행공간이 감소하게 되어 각각의 보행자에게 제공되는 이동성의 정도가 감소하게 되고, 이에 따라 보행교통류의 평균속도도 감소한다.

#### 3) 계단에서의 보행

계단의 승강작용은 평면상의 보행동작과는 다르다. 일반적인 속도로 평면보행을 하는 경우 소비되는 칼로리는 1km에 60kcal 이하이다. 사람이 계단을 오를

때 에너지의 소비는 동등의 수평거리를 걷는데 필요한 에너지의 약 10~15배이며 내릴 때도 수평보다 1/3배 정도 더 소요된다. 보행자의 공간모듈과 속도에 관하여 살펴보면 보행자의 공간모듈이 1m<sup>2</sup>의 수준에서 거의 정상적인 속도가 된다. 점유면적이 2m<sup>2</sup> 이상이 되면 오름속도의 분포가 혼란해지며, 각자의 체력에 맞는 속도를 선택하여 다른 사람을 추월할 수가 있는 것이다(〈그림 4〉, 〈그림 5〉). 계단 군집 보행교통량의 특성을 살펴보면 올라갈 때가 내려갈 때보다 용량이 감소된다(〈그림 6〉, 〈그림 7〉). 계단은 보통 좁기 때문에 신체의 균형을 유지하기가 힘들고 교통의 터널로써 평면통로보다 더욱 융통성이 없다. 평면통로의 경우 옆으로 걸거나 군집속을 해쳐나가는 것이나 반대방향의 흐름에서 몸을 피하는 것 등은 별로 어렵지 않지만 계단의 경우는 용이하지 않다. 더욱이 계단이 좁다든지 손잡이로 구분되어 있는 경우가 있으므로 계단폭은 평면 통로폭보다 여유가 없게 된다. 평면통로와 달라서 조금이라도 반대방향의 흐름이 있을 경우 계단의 교통량은 많은 감소를 보인다.

**2. 횡단시설의 종류와 설치기준**

도로에서의 보행자를 위한 횡단시설의 종류는 크게 평면횡단시설과 입체횡단시설로 구분할 수 있다. 평면횡단시설에는 횡단보도가 있고, 입체횡단시설에는 육교, 지하보도가 이에 속한다.

**1) 횡단보도**

도로교통법에는 횡단보도라 함은 보행자가 도로를 횡단할 수 있도록 안전표지로서 표시한 도로 부분이라고 명시되어 있다. 또한, 횡단보도는 육교, 지하도 및 다른 횡단보도로부터 200m 이내에 설치하지 못하도록 되어 있다. 우리나라에서는 현재 대부분의 횡단보도를 제브라(Zebra)식으로 설치하고 있다. 제브라식 횡단보도란 차량의 진행방향으로 평행하면서 일정한 간격의 백색 페인트 선(폭 60cm 정도)으로 도장한 것이다. 횡단보도의 폭은 보행자 교통량의 함수로 생각하는 것이 합리적이지만 최소한도 폭의 확보만으로는 긴급한 경우에 위험하고 또 주행 중의 자동차가 전방에서 횡단보도의 존재를 인지할 수 있도록 하기 위해서도 어느 정도의 폭이 필요하므로 최소치를 4.0m로 한다.

**2) 입체횡단시설(육교, 지하보도)**

차도를 횡단하는 보행자를 차도에서 입체적으로 분리하여 보행자의 교통사고를 방지하고, 차량의 원활한 교통소통 확보를 목적으로 하는 도로횡단시설로써 육교와 지하보도가 이에 속한다. 계단참은 육교의 높이가 3m를 초과할 경우에는 계단참을 설치해야 하며 그 폭은 직계단인 경우에는 1.2m 이상, 기타의 경우에는 계단폭과 같이 합을 원칙으로 한다. 경사도는 계단인 경우 50%(높이/밀면) 이하(약 30도)여야 하며 경사로인 경우에는 8~12% 이하, 계단식 경사로인 경우에는 25% 이하여야 한다. 난간의 높이는 1m 이상, 폭은 10cm 이상이어야 한다. 계단턱 등은 미끄럼 방지를 위해 방수재 등을 설치해야 한다.

**3. 지하보도와 횡단보도의 특성비교**

지하보도와 횡단보도는 도로를 횡단하는 보행시설이다. 일반 보행자는 지하보도나 횡단보도를 이용한 횡단이 모두 가능하지만, 교통약자들은 선택의 여지가 없는 실정이다. 교차로의 용량측면에서 본다면 횡단보도보다는 지하보도가 다소 유리할 것이다. 첫째는 횡단보행자 때문에 우회전차량이 방해받을 것이고, 둘째는 횡단보도가 있을 경우 최소녹색시간이 확보되어야 하고 이로 인한 신호운영효율의 저하가 있을 수 있기 때문이다. 지하보도와 횡단보도의 특성을 비교해 보면 〈표 1〉과 같다.

〈표 1〉 지하보도와 횡단보도의 특성 비교

구분	지하보도	횡단보도
신호대기	신호대기가 필요 없음	보행신호를 기다려야 함
통행거리	길다	짧다
횡단시간	길다	짧다
수직이동	계단을 오르내려야 함	수평이동만 있음
소요에너지	많다	적다
대각횡단	1회에 횡단이 가능함	2회의 횡단이 필요함
자전거통행	자전거 횡단 곤란	자전거 횡단 가능
교통약자	교통약자의 통행 곤란	교통약자의 통행 유리
교통사고	보행교통사고의 위험이 적음	보행교통사고의 위험이 있음
교통용량	회전차량을 방해하지 않음	회전차량을 방해함
무단횡단	있다	없다
기후영향	적다	크다

### III. 조사지점 및 조사방법

#### 1. 보행자 특성 조사

지하보도를 이용하여 횡단하는 경우 이용하게 되는 계단에서의 보행자의 특성을 연구하기 위하여 지하철 2호선 역 중 강남역을 연구대상으로 선정하여 비디오 촬영을 한 후 분석하였다. 이는 강남역의 주변지역이 상가밀집지역이고, 업무를 위한 빌딩들이 밀집되어 있고, 유흥가들이 밀집되어 있기 때문이다. 속도와 빈도, 밀도와 속도, 밀도와 통행량의 관계를 분석하기 위해서는 다양한 보행자의 이동형태가 필요하므로 보행자가 많은 강남역을 연구대상 지점으로 선정하였다. 비디오 촬영 요일과 시간은 가능한 한 다양하고 많은 보행자의 행태를 촬영하기 위하여 보행량이 적은 시간과 많은 시간이 골고루 분포될 수 있도록 선정하였다.

#### 2. 시설조사

보행자가 지하보도를 이용하여 횡단하는데 소요되는 시간과 에너지를 도출하기 위하여 될 수 있으면 많은 지점을 조사하면 좋겠지만 지점별 기하구조 차이가 그다지 크지 않기 때문에 서울에 있는 11개의 지하철역의 현장시설을 직접 조사하였다. 이 중 8개 역의 지하보도는 교차로에 위치하고 있기 때문에 단순횡단과 대각횡단이 가능한 지점이고, 3개 역은 도로의 구간에 위치하고 있기 때문에 단순횡단만 가능한 지점이다. 지하철역의 설계도와 현장 시설조사를 통하여 지상과의 출입구 계단의 너비, 폭, 수, 높이와 참의 수, 폭을 조사하였고, 지하에서의 평면이동거리를 조사하였다. 도로 및 교차로의 조사내용은 각 접근도로의 폭과 신호주기를 조사하였다.

### IV. 조사자료의 분석 및 검토

#### 1. 보행자 특성 분석

보행자 특성 분석을 위한 현장조사자료의 계단 현황은 경사가 26도이며, 통로폭은 389cm, 계단 1단의 폭은 35cm, 1단의 높이는 16cm이다.

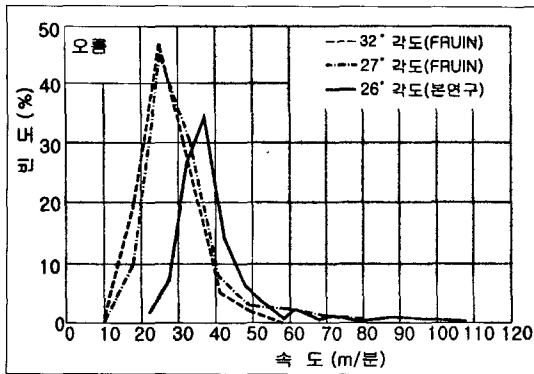
〈표 2〉 계단에서의 보행속도 분석(본연구)

구분	자료수 (개)	평균속도 (m/분)	85퍼센 타일속도 (m/분)	중위수 (m/분)	최빈수 (m/분)
오름	350	39.9	45.9	37.7	34.3
내림	350	46.1	58.4	43.0	41.8

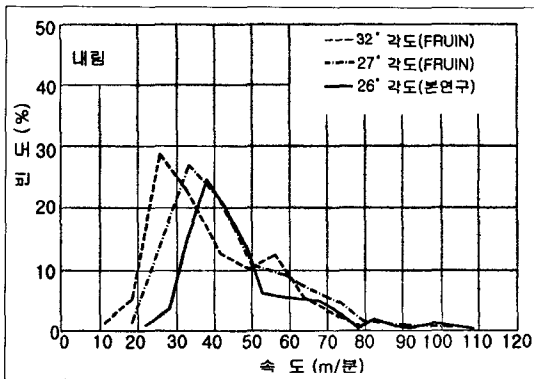
#### 1) 속도와 빈도의 관계

속도와 빈도에 관한 자료의 분석으로 도출된 것이 〈그림 1〉, 〈그림 2〉, 〈그림 3〉과 같다. 속도와 빈도의 관계를 연구하기 위한 자료의 수는 상향이동 및 하향이동 각각 350개의 자료를 수집하였다. 계단에서의 상향일 때 평균속도는 39.9m/분이고, 하향일 때 평균속도는 46.1m/분으로 나타났다. 여기서의 거리는 수직거리를 의미한다. 상향일 때 85퍼센타일 속도는 45.9m/분, 중위수 속도는 37.7m/분, 최빈수 속도는 34.3m/분으로 나타났고, 하향일 때 85퍼센타일 속도는 58.4m/분, 중위수 속도는 43.0m/분, 최빈수 속도는 41.8m/분으로 나타났다.

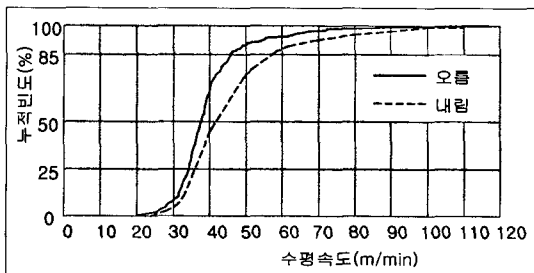
FRUIN(1997)의 연구는 상향이동시 경사 27° 및 32°에서의 최빈수의 속도는 약 25m/분이고, 하향이동시 경사 27° 일 때의 최빈수 속도는 33m/분이며, 32°에서의 최빈수의 속도는 약 26m/분이다. FRUIN 연구의 경사도 27°와 본 연구의 경사도 26°에서의 결과를 비교해 보면, 본 연구에서 도출된 최빈수의 속도가 FRUIN 연구에서 나타난 최빈수의 속도보다 상향이동시 9.3m/분(또는 0.16m/초), 하향이동시 8.8m/분(또는 0.15m/초)이 빠른 것으로 나타났다. 〈그림 1〉과 〈그림 2〉에서 보는 바와 같이 우리나라 보행자의 계단에서의 속도는 외국보다 더 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이것은 우리나라 보행자의 성급한 특성을 자연스럽게 반영하였다고 생각된다. 최빈수 속도가 FRUIN의 연구가 더 크게 나타난 것은 등속도로 보행하는 사람이 우리나라보다 많고 우리나라 보행속도의 분산값이 크다는 것을 의미한다. 국내외를 막론하고 상향일 때가 하향일 때보다 최빈수가 크게 나타나고 있는데 계단을 올라갈 때는 내려갈 때보다 추월이 어려운 것 때문으로 추정된다. 경사각이 외국보다 1° 정도 완만하지만 그 영향으로 인한 차이는 크지 않을 것으로 보인다.



〈그림 1〉 속도와 빈도의 관계(오름)



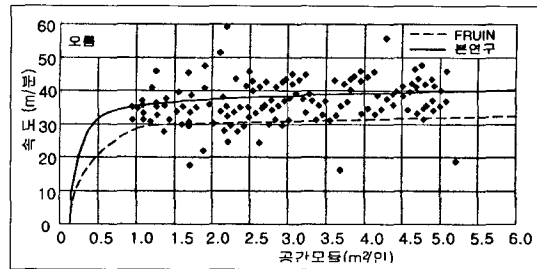
〈그림 2〉 속도와 빈도의 관계(내림)



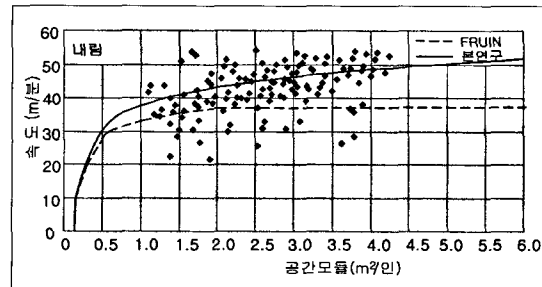
〈그림 3〉 속도와 빈도의 누적곡선

2) 속도와 밀도의 관계

본 연구에서 보행자들이 실질적으로 이용하는 계단 통로의 유효폭을 산정하는 과정에서, 보행자들이 계단을 올라가고 내려오는 보행행태를 분석한 결과 좌우측 가장자리에서 30cm정도를 이격하여 보행하였으며 통로폭의 80% 정도를 이용하였다. 그러므로 본 연구의 공간모듈 도출과정에서 적용된 면적은 유효통로폭을 적용한 계단투영 실제 면적 중 80%를 적용하여 분석하였다. 자료의 수는 상·하향 각각 200개씩 수집하여 분석하였다. 〈그림 4〉와 〈그림 5〉는 밀도와



〈그림 4〉 공간모듈과 속도 관계(오름)

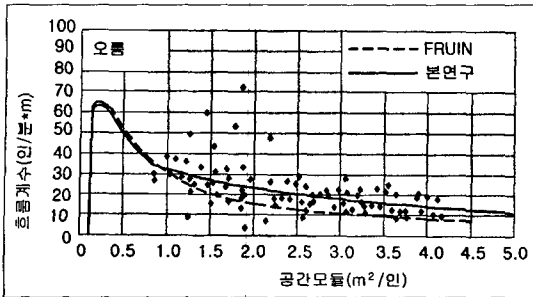


〈그림 5〉 공간모듈과 속도 관계(내림)

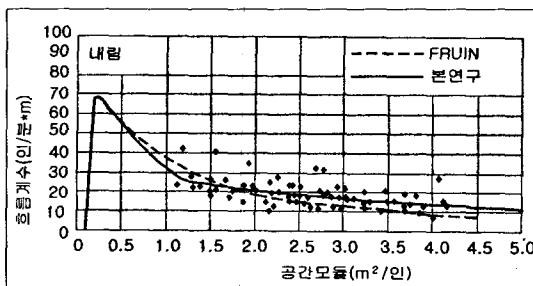
속도의 분석결과 도출된 것이다. 그림에서 나타난 본 연구의 그래프는 수집한 자료를 근거로 추세선을 이용하여 나타난 것이다. 상향이동의 경우 공간모듈이 1.5m²의 수준에서 거의 일정한 속도가 된다. FRUIN 연구와 비교해 보면 그래프의 형태는 비슷하나 전체적으로 공간모듈에 따른 보행자의 속도는 본 연구에서 나타난 속도가 8m/분이 빠른 것으로 나타났다. 하향이동의 경우 공간모듈이 증가하면서 속도도 계속 증가하다가 공간모듈이 4.0m²의 수준에서 거의 일정하게 유지된다. FRUIN 연구와 비교해 보면 공간모듈 2.0m²에서 일정하게 속도가 유지되는 것을 보면 우리나라 보행자는 더 높은 보행밀도가 되더라도 추월이 이루어지는 것으로 평가된다. 상향과 하향 모두 동일한 밀도에서 우리나라가 더 높은 속도를 나타내는 것은 문화적인 차이에서 기인한다고 볼 수 있을 것이며 보행중 다른 사람을 건드리는 것을 실례로 여기는 외국과 달리 높은 밀도에서도 앞 사람과 보조를 맞추지 않고 무리하게 추월하는 경향이 있기 때문에 풀이된다.

3) 밀도와 흐름계수의 관계

밀도와 속도의 관계 분석에서 적용한 유효 통로폭을 밀도와 흐름계수의 관계 분석에서도 적용을 하였다. 자료의 수는 상·하향 각각 100개씩 수집하였다. 수집한 자료에 추세선을 이용하여 나타난 것이 〈그림 6〉과



〈그림 6〉 공간모듈과 흐름계수 관계(오름)



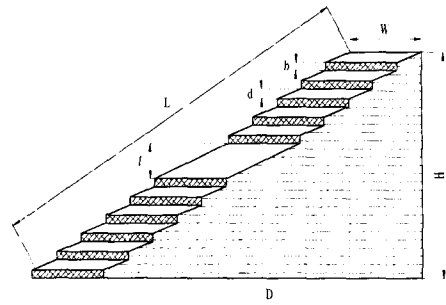
〈그림 7〉 공간모듈과 흐름계수 관계(내림)

〈그림 7〉이다. FRUIN(1997) 연구와 비교해 보면, 상하향이동시 공간모듈 대체로 우리나라의 흐름계수가 더 크게 나타나고 있는데 같은 밀도에서 보행속도가 더 크기 때문에 당연한 결과로 받아들여진다. 조사자료에서 공간모듈이 0.8m<sup>2</sup>이하의 자료는 없었기 때문에 FRUIN의 그래프를 따르는 것으로 하였다. 대체적인 보행자 특성을 보면 추월할 수 있는 공간이 되면 상향이동속도를 빠르게 해서라도 추월하려는 경향을 보인다. 그러나 밀도가 점점 증가하여 공간모듈이 어느 수준이하로 작아지면 추월을 포기하여 앞 보행자의 속도에 맞추어 이동하려는 경향을 나타낸다.

2. 보행시설의 특성 분석

1) 지하보도 계단의 분석

조사지점으로 선정한 지하보도의 계단에 대한 시설 조사의 자료를 분석한 결과를 〈표 3〉에 나타냈다. 지하보도를 이용하여 횡단하고자 하는 경우 수직높이로는 평균 7.6m를 내려가고 올라가야 한다. 수평거리로 살펴보면 평균 24.5m를 이동해야 한다. 계단을 올라가는 상향시간은 평균 36.5초이고, 계단을 내려가는 하향시간은 평균 31.8초가 소요되었다. 수직높이는 계단의 시점에서 종점까지의 연직거리를 의미하며,



〈그림 8〉 계단의 기하구조 및 조사자료의 범위

기 호 설 명	조사 범위
W	계단의 너비(m) 2.0~4.5m
H	수직거리(m) 4.5~9.9m
h	계단 1단의 높이(cm) 15~17cm
D	수평거리(m) 10.8~56.5m
d	계단 1단의 폭(cm) 32~36cm
l	참의 폭(cm) 0.9~3.4m
L	경사거리(m) 11.7~57.4m

수평거리는 계단의 투영거리를 의미하며, 경사거리는 수직높이와 수평거리를 바탕으로 이루어진 경사거리를 말한다. 수직높이, 수평거리, 경사거리의 개념은 〈그림 8〉에 도시하였다.

2) 이동거리의 분석

지하보도의 총 이동거리는 지하보도 출입구까지의 접근거리, 계단의 상향, 하향의 수평거리와 지하의 수평이동거리를 합한 것이다. 횡단보도의 총이동거리는 지하보도 입구와 비교하기 위한 도로횡단전과 도로횡단후의 접근거리와 횡단도로폭을 합한 것이다. 본 연구에서는 지하보도와 횡단보도를 이용한 횡단시 이동거리를 비교하기 위하여 가장 일반적인 교차로 기하구조와 횡단보도를 가상으로 설치하였다.

단순횡단은 도로를 한 번만 횡단하는 경우이고, 대각횡단은 도로를 두 번 횡단하여 횡단시작 지점에서 대각선에 있는 지점에 도착하는 경우이다. 지하보도를 이용하여 횡단할 때의 이동거리는 식(1)을 적용하여 도출하고, 횡단보도를 이용하여 횡단할 때의 이동거리는 식(2)와 식(3)을 적용하여 도출하였다.

$$D_{UG} = D_{AB} + D_D + D_H + D_U + D_{AA} \quad (1)$$

여기서,

$D_{ug}$  : 지하보도의 횡단거리(m)

$D_{AB}$  : 횡단 전 접근거리(m)

$D_D$  : 계단의 하향 수평거리(m)

$D_H$  : 지하의 수평거리(m)

$D_U$  : 계단의 상향 수평거리(m)

$D_{AA}$  : 횡단 후 접근거리(m)

$$D_{cr} = D_{AB} + W + D_{AA} \quad (2)$$

$$D_{cr} = D_{AB} + W_1 + W_2 + D_{AA} \quad (3)$$

여기서,

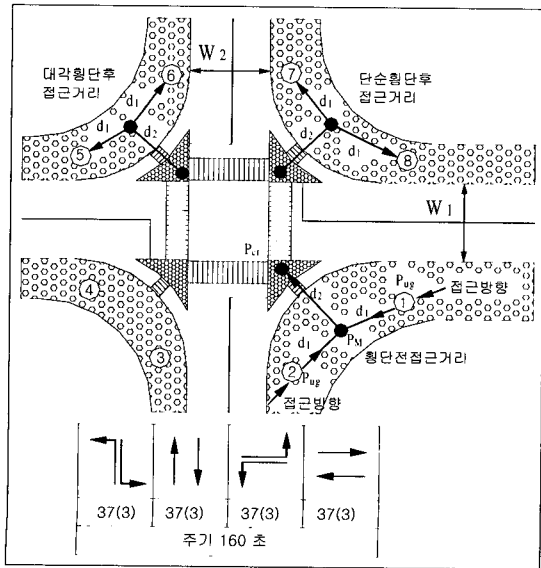
$D_{cr}$  : 횡단보도 횡단거리(m)

$W = W_1$  : 초기 횡단도로폭(m)

$W_2$  : 나중횡단 도로폭(m)

〈표 4〉 접근거리 적용 기준 파라메타 값( $D_{AB}$ )

지하보도				횡단보도	
교차로		구간		교차로	구간
한쪽 방면에 출구가 두개인 경우	한쪽 방면에 출구가 한개인 경우	한쪽 방면에 출구가 두개인 경우	한쪽 방면에 출구가 한개인 경우	30(m)	15(m)
0(m)	30(m)	0(m)	15(m)		



〈그림 9〉 교차로의 기하구조 개념도

〈표 3〉 지하계단의 현황과 소요시간

지 점	구 분	수직 높이 (m)	수평 거리 <sup>2)</sup> (m)	경사도 (%)	상향 시간 <sup>3)</sup> (초)	하향 시간 <sup>3)</sup> (초)
사당역	최대값 <sup>1)</sup>	9.9	31.7	40.4	47.2	41.1
	최소값 <sup>1)</sup>	6.7	17.0	28.8	25.3	22.0
	평균값 <sup>1)</sup>	8.2	25.0	33.4	37.3	32.5
을지로 입구역	최대값	9.3	29.7	32.6	44.3	38.6
	최소값	8.0	27.8	28.3	41.4	36.1
	평균값	8.7	28.4	30.6	42.4	36.9
강남역	최대값	8.6	21.7	40.7	32.3	28.1
	최소값	6.4	16.2	35.3	24.2	21.1
	평균값	7.2	18.5	39.2	27.6	24.0
을지로 4구역	최대값	9.6	36.6	29.9	54.6	47.5
	최소값	8.4	28.1	25.9	41.9	36.4
	평균값	8.8	31.6	27.8	47.2	41.1
이대역	최대값	8.3	40.2	40.2	60.0	52.2
	최소값	5.9	20.7	18.4	30.9	26.9
	평균값	7.5	27.4	27.8	40.9	35.6
아현역	최대값	8.6	36.8	28.1	54.9	47.7
	최소값	8.1	28.8	22.9	43.0	37.4
	평균값	8.3	33.4	25.2	49.9	43.4
신천역	최대값	5.4	13.3	42.8	19.8	17.2
	최소값	4.5	10.8	38.8	16.2	14.1
	평균값	4.9	12.3	40.3	18.3	16.0
을지로 3구역	최대값	7.4	22.9	37.4	34.2	29.8
	최소값	6.5	17.3	30.0	25.8	22.4
	평균값	6.9	19.6	35.5	29.2	25.4
충정로 역	최대값	8.3	56.5	34.8	84.4	73.4
	최소값	6.5	23.9	11.4	35.6	31.0
	평균값	7.6	35.1	24.3	52.4	45.6
홍대 입구역	최대값	7.5	19.0	40.3	28.4	24.7
	최소값	7.1	17.5	38.4	26.1	22.7
	평균값	7.3	18.5	39.4	27.6	24.0
낙성대 역	최대값	9.3	21.8	43.8	32.6	28.3
	최소값	7.0	16.4	39.8	24.5	21.3
	평균값	8.1	19.3	41.9	28.8	25.0
총 합	최대값	9.9	56.5	43.8	84.4	73.4
	최소값	4.5	10.8	11.4	16.2	14.1
	평균값	7.6	24.5	33.2	36.5	31.8

주 : 1) 각 역에 설치된 여러 개의 출입구 계단 기하구조의 최대 값, 최소값, 평균값을 의미함.

2) 수평거리는 계단의 수평투영거리를 의미함.

3) 상향시간은 보행속도 0.67m/초, 하향시간은 0.77m/초를 기준으로 산출한 값임.

〈표 5〉 이동거리의 비교

(단위:m)

지점	횡단종류	지하보도					횡단보도		
		접근	하향	수평	상향	계	접근	횡단	계
사당역	단순횡단	0	25(5.1)	110(46.5)	25(5.1)	160	60	32(4.0)	92
	대각횡단	0	25(5.1)	155( 4.9)	25(5.1)	205	60	64(0.0)	124
을지로 입구역	단순횡단	0	28(0.6)	71(18.8)	28(0.6)	127	60	24(4.0)	84
	대각횡단	0	28(0.6)	86( 3.8)	28(0.6)	142	60	48(0.0)	108
강남역	단순횡단	0	19(2.1)	115(34.9)	19(2.1)	153	60	34(3.5)	94
	대각횡단	0	19(2.1)	175(11.3)	19(2.1)	213	60	68(0.0)	128
을지로 4가역	단순횡단	0	32(2.7)	60(32.7)	32(2.7)	124	60	19(1.0)	79
	대각횡단	0	32(2.7)	93( 0.0)	32(2.7)	157	60	38(0.0)	98
이대역	단순횡단	10	27(7.8)	35(11.8)	27(7.8)	99	60	23(5.0)	83
	대각횡단	10	28(7.8)	42( 9.9)	28(7.8)	108	60	46(0.0)	106
아현역	단순횡단	40	33(3.8)	19(19.1)	33(3.8)	125	60	28(0.0)	88
	대각횡단	40	33(3.8)	38( 0.0)	33(3.8)	144	60	56(0.0)	116
신천역	단순횡단	20	12(0.9)	84(46.5)	12(0.9)	128	60	23(5.0)	83
	대각횡단	30	13(0.9)	134( 2.1)	13(0.9)	190	60	46(0.0)	106
을지로 3가역	단순횡단	60	20(2.1)	21(11.6)	20(2.1)	121	60	20(0.0)	80
	대각횡단	60	20(2.1)	32( 0.0)	20(2.1)	132	60	40(0.0)	100
충정로역	단순횡단	30	24(0.0)	34( 0.0)	24(0.0)	112	30	24(4.0)	54
홍대입구역	단순횡단	30	18(0.6)	28( 0.0)	18(0.6)	94	30	28(0.0)	58
낙성대역	단순횡단	0	18(1.0)	34( 0.0)	18(1.0)	70	30	28(0.0)	58
평 균	단순횡단	17	23	56	23	119	52	26	78
	대각횡단	18	25	94	25	161	60	51	111

주 : ( )의 수치는 표준편차 값임.

접근거리는 보행자가 횡단보도 또는 지하보도 입구에 도달하는 거리를 말하며 횡단보도가 교차로 모서리쪽에 더 가까이 있고 지하보도 입구는 한쪽 모서리에 출구가 2개 있을 때는 횡단보도보다 접근거리가 짧게 된다. 이와 같은 차이점을 반영하기 위하여 지하보도 접근거리를 0m로 보고 횡단보도까지 접근하는 거리를 추가로 반영하였다.

그러나 지하보도에 출구가 한 개인 경우에는 접근거리가 횡단보도와 같은 값을 적용하였다. 〈표 5〉는 지하보도와 횡단보도를 이용하여 횡단할 경우 각각의 이동거리를 거리별로 나타낸 것이다. 표에 나타난 각각의 수치는 평균값을 나타낸 것이다. 단순횡단의 경우 지하보도는 평균접근거리 17m, 평균 하향수평거리 23m, 평균 수평이동거리 56m, 평균 상향수평거리 23m를 더한 평균 총이동거리 119m이다. 횡단보도의 경우 평균 접근거리 52m, 평균 횡단도로폭은 26m를 더한 평균 총이동거리는 78m이다. 대각횡단

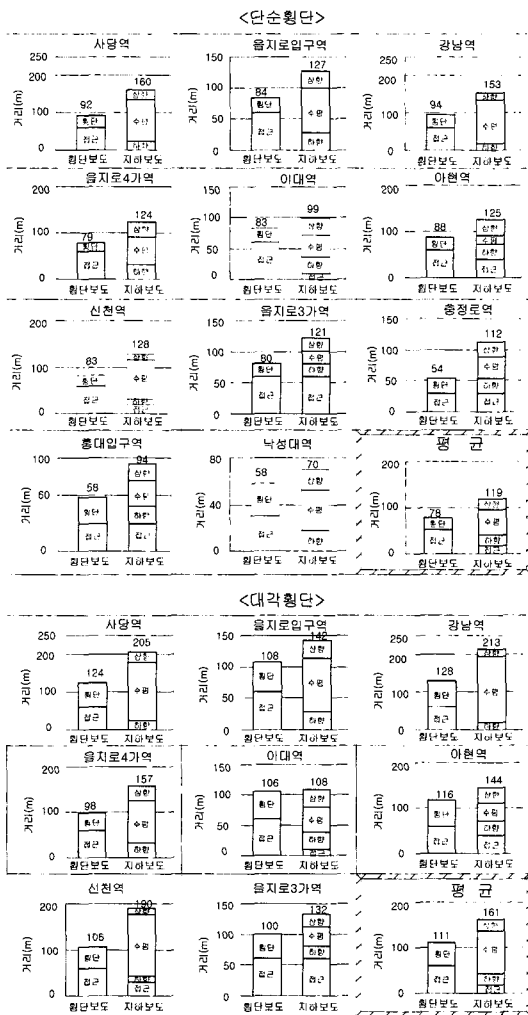
의 경우 지하보도는 평균접근거리 18m, 평균 하향수평거리 25m, 평균 수평이동거리 94m, 평균 상향수평거리 25m를 더한 평균 총이동거리 161m이다. 횡단보도의 경우 평균 접근거리 60m, 평균 횡단도로폭은 51m를 더한 평균 총이동거리는 111m이다.

### 3) 횡단 소요시간의 분석

지하보도의 횡단소요시간은 지하보도출입구까지의 접근시간, 지하보도 계단의 하향이동시간, 지하에서 수평이동시간, 계단의 상향이동시간을 더한 시간이다.

횡단보도의 횡단소요시간은 횡단 전 횡단보도까지의 접근시간, 도로의 횡단시간, 횡단 후 접근시간을 더한 시간이다. 지하보도와 횡단보도에서 각각의 접근시간은 지하보도로 횡단하는 것과 횡단보도로 횡단하는 경우 시점과 종점이 서로 다르므로 이를 고려하여 비교하기 위한 상대적인 값이다. 횡단보도의 횡단소요시간을 구하기 위해서는 신호대기시간을 산출하여야





<그림 10> 이동거리의 비교 그래프

한다. 단순횡단에서는 신호를 한 번 대기해야 되며, 대각횡단에서는 신호대기를 두 번하여야 한다. 평균 대기시간은 주기와 관련된 값이다. 대각횡단시 평균 대기시간은 보행자의 횡단방향(시계방향, 반시계방향)과 신호현시방법에 따라 다양한 값을 가진다. 여기서는 가장 일반적인 양방향 분리신호 때의 대기시간을 전제로 계산하도록 한다. 그러나 신호현시방법이 동시신호 또는 신호운영방향이 어떤 방향이든간에 평균적으로 보면 보행자의 대기시간은 모두 같게 된다. 본 연구에서 적용된 각 지점의 신호주기는 현재 운용되고 있는 신호주기에서 보행신호시간 도출이 가능한 경우 현재 운용되고 있는 신호주기를 이용하였고, 현재 운용되고 있는 신호현시로는 보행시간에 필요한 최소녹색시간 확보가 불가능한 경우 보행신호시

간 도출이 가능하도록 신호주기를 조정하였다. 조사 지점의 각각의 신호주기는 접근도로의 폭원 등을 고려하여 120~160초의 주기를 이용하였다. 횡단보행 신호시간의 산출과정에서 문헌에는 최소 횡단보행 신호시간과 최대 횡단보행 시간만 언급되어 있다. 본 연구에서 최소횡단보행 신호시간을 산정하는 과정에서 보행자속도를 1.0m/초로 적용하였다. 이는 기존에 1.2m/초를 적용하였지만 현재 횡단보행 신호시간 산정시 1.0m/초를 적용하는 추세이고, 교통약자의 횡단보행을 어느 정도 고려한 보행자속도의 적용이다. 보행자가 횡단하기 위하여 보행신호를 대기하고 있는 공간의 폭이 약 3m정도이므로 이를 고려한 여유시간 3초를 적용하였다. 그리하여 본 연구에서 횡단보행 신호시간을 산정하는데 있어서 식(4)를 적용하였다. 지하보도를 이용하여 횡단할 때의 소요시간은 식(5)를 적용하여 도출하였고, 횡단보도를 이용하여 횡단할 때의 소요시간은 식(6)과 식(7)을 적용하여 도출하였다.

$$G_P = \frac{W}{V_{PH}} + 3 \tag{4}$$

여기서,

$G_P$  : 횡단보행 신호시간(초)

$W$  : 도로폭(m)

$V_{PH}$  : 보행자의 수평이동 속도(1.0m/초)

$$T_{ug} = \frac{D_{AB} + D_H + D_{AA}}{V_{PH}} + \frac{D_D}{V_{PD}} + \frac{D_U}{V_{PU}} \tag{5}$$

여기서,

$T_{ug}$  : 지하보도 횡단 소요시간(초)

$V_{PD}$  : 보행자의 하향속도(0.67m/초)

$V_{PU}$  : 보행자의 상향속도(0.77m/초)

$V_{PH}$  : 보행자의 수평속도(1.2m/초)

$$T_{cr} = T_W + \frac{1}{V_{PH}} (D_{AB} + W + D_{AA}) \text{ (단순횡단)} \tag{6}$$

$$T_{cr} = T_{W1} + T_{W2} + \frac{1}{V_{PH}} (D_{AB} + W_1 + W_2 + D_{AA}) \text{ (대각횡단)} \tag{7}$$

여기서,

- $T_{cr}$  : 횡단보도 횡단 소요시간(초)
- $T_w = T_{w1}$  : 초기횡단 평균 대기시간(초)
- $T_{w2}$  : 초기횡단 후 나중횡단을 위한 대기시간(초)

〈그림 11〉은 차량신호와 보행신호의 시간 관계를 나타낸 것이다. 이 표를 이용하여 초기횡단 대기시간 및 나중횡단 대기시간을 도출하였다.

보행자가 횡단보도에서 대기하는 시간은 첫 번째 횡단과 횡단에서 서로 다른 특성을 가지고 있다. 첫 번째 횡단은 무작위로 도착하기 때문에 평균대기시간을 적용하여야 한다. 그러나 두 번째 횡단은 첫 번째 횡단을 한 후 신호등이 규칙적으로 운영되므로 일정한 시간만큼 대기하게 된다.

$$T_w = T_{w1} = \frac{C - G_{P1}}{2} \text{ 또는 } = \frac{C - G_{P2}}{2}$$

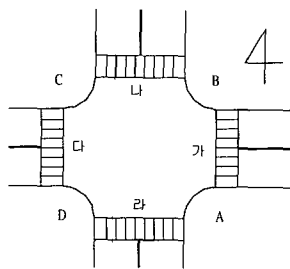
$$T_{w2} = (G_{V3} + Y_{V3}) + \Delta W_1$$

$$= (G_{V1} + Y_{V1}) + \Delta W_2$$

여기서,

- $T_w = T_{w1}$  : 초기횡단 평균대기시간(초)
- $T_{w2}$  : 나중횡단 대기시간(초)

차량현시																					
차량신호시간	<table border="1"> <tr> <td>N-S</td> <td><math>Y_{V1}</math></td> <td><math>Y_{V2}</math></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>G_{V1}</math></td> <td><math>G_{V2}</math></td> <td><math>R_{V3}</math></td> <td><math>R_{V4}</math></td> </tr> <tr> <td>E-W</td> <td><math>R_{V1}</math></td> <td><math>R_{V2}</math></td> <td><math>G_{V3}</math></td> <td><math>G_{V4}</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><math>Y_{V3}</math></td> <td><math>Y_{V4}</math></td> </tr> </table>	N-S	$Y_{V1}$	$Y_{V2}$				$G_{V1}$	$G_{V2}$	$R_{V3}$	$R_{V4}$	E-W	$R_{V1}$	$R_{V2}$	$G_{V3}$	$G_{V4}$				$Y_{V3}$	$Y_{V4}$
N-S	$Y_{V1}$	$Y_{V2}$																			
	$G_{V1}$	$G_{V2}$	$R_{V3}$	$R_{V4}$																	
E-W	$R_{V1}$	$R_{V2}$	$G_{V3}$	$G_{V4}$																	
			$Y_{V3}$	$Y_{V4}$																	
보행신호시간	<table border="1"> <tr> <td></td> <td><math>R_{P1}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>G_{P1}</math></td> <td><math>R_{P2}</math></td> <td><math>G_{P2}</math></td> <td></td> </tr> </table>		$R_{P1}$					$G_{P1}$	$R_{P2}$	$G_{P2}$											
	$R_{P1}$																				
	$G_{P1}$	$R_{P2}$	$G_{P2}$																		



〈그림 11〉 차량신호와 보행신호의 관계

- C : 신호주기(초)
- $G_{Vi}$  : 현시 i에서의 차량 녹색신호시간(초)
- $Y_{Vi}$  : 현시 i에서의 차량 황색신호시간(3초)
- $R_{Vi}$  : 현시 i에서의 차량 적색신호시간(초)
- $G_{Pi}$  : 현시 i에서의 보행자 녹색신호시간(초)
- $R_{Pi}$  : 현시 i에서의 보행자 적색신호시간(초)
- $\Delta W_i$  : 초기횡단 끝난 후 다음 현시 시작시간까지의 대기시간( $i=1,2$ )

$$\Delta W_1 = G_{V2} + Y_{V2} - G_{P1}$$

$$\Delta W_2 = G_{V4} + Y_{V4} - G_{P2}$$

〈표 6〉은 지하보도와 횡단보도를 이용하여 횡단할 경우 소요되는 시간을 평균값으로 나타낸 것이다. 지하보도를 이용하여 횡단할 때 단순횡단의 경우 평균 접근시간은 14.4초, 계단의 평균 하향이동시간 30.2초, 평균 수평이동시간은 46.3초, 계단의 평균 상향이동시간 34.7초를 더한 125.6초이고, 대각횡단의 경우 평균 접근시간은 14.6초, 계단의 평균 하향이동시간 32.1초, 평균 수평이동시간 78.7초, 계단의 평균 상향이동시간 36.9초를 더한 162.3초이다.

횡단보도를 이용하여 횡단할 때 단순횡단의 경우 평균 접근시간은 43.2초, 평균대기시간 47.5초, 도로 평균횡단시간 21.4초를 더한 112.1초이고, 대각횡단의 경우 평균 접근시간은 50.0초, 평균대기시간 89.8초, 도로 평균횡단시간 42.3초를 더한 182.0초로 나타났다. 지하보도와 횡단보도를 이용하여 횡단하는 경우는 횡단소요시간은 거의 비슷한 것으로 나타났다. 일부 지점에서의 횡단은 지하보도를 이용한 횡단이 횡단보도를 이용한 횡단보다 시간상으로는 빠르다. 이것은 횡단보도의 횡단소요시간 중 단순횡단이든 대각횡단이든 가장 많은 시간을 차지하는 보행자의 행위가 대기하는 시간이기 때문이다.

#### 4) 횡단 소요에너지의 분석

지하보도를 이용하여 횡단하는 경우 소요되는 에너지는 식(8)을 적용하여 도출하고, 횡단보도를 이용하여 횡단하는 경우 소요되는 에너지는 식(9)를 적용하여 도출하였다.

<표 6> 소요시간의 비교

(단위:초)

지점	횡단종류	지하보도					횡단보도			
		접근	하향	수평	상향	계	접근	대기	횡단	계
사당역	단순횡단	0	32.5	91.7	37.3	161.4	50	63.0	26.7	139.7
	대각횡단	0	32.5	129.2	37.3	198.9	50	108.0(45)	53.3	211.3
을지로 입구역	단순횡단	0	36.4	59.2	41.8	137.3	50	52.0	20.0	122.0
	대각횡단	0	36.4	71.7	41.8	149.8	50	90.0(38)	40.0	180.0
강남역	단순횡단	0	24.7	95.8	28.4	148.9	50	46.0	28.3	124.3
	대각횡단	0	24.7	145.8	28.4	198.9	50	72.0(26)	56.7	178.7
을지로 4가역	단순횡단	0	41.6	50.0	47.8	139.3	50	39.0	15.8	104.8
	대각횡단	0	41.6	77.5	47.8	166.8	50	67.0(28)	31.7	148.7
이대역	단순횡단	8.3	35.1	29.2	40.3	112.9	50	57.0	19.2	126.2
	대각횡단	8.3	36.4	35.0	41.8	121.5	50	101.0(44)	38.3	189.3
아현역	단순횡단	33.3	42.9	15.8	49.3	141.3	50	54.5	23.3	127.8
	대각횡단	33.3	42.9	31.7	49.3	157.1	50	93.5(39)	46.7	190.2
신천역	단순횡단	16.7	15.6	70.0	17.9	120.2	50	57.0	19.2	126.2
	대각횡단	25.0	16.9	111.7	19.4	173.0	50	101.0(44)	38.3	189.3
을지로 3가역	단순횡단	50.0	26.0	17.5	29.9	123.3	50	48.5	16.7	115.2
	대각횡단	50.0	26.0	26.7	29.9	132.5	50	85.5(37)	33.3	168.8
충정로역	단순횡단	25.0	31.2	28.3	35.8	120.3	25	36.5	20.0	81.5
홍대입구역	단순횡단	25.0	23.4	23.3	26.9	98.6	25	34.5	23.3	82.8
낙성대역	단순횡단	0	23.4	28.3	26.9	78.6	25	34.5	23.3	82.8
평균	단순횡단	14.4	30.2	46.3	34.7	125.6	43.2	47.5	21.4	112.1
	대각횡단	14.6	32.1	78.7	36.9	162.3	50	89.8(42.3)	42.3	182.0

주 : 횡단보도의 대기시간 중 ( )의 값은 나중횡단을 위한 대기시간임.

$$E_{ug} = \alpha D_{AB} + \beta D_D + \alpha D_H + \gamma D_U + \alpha D_{AA} \quad (8)$$

여기서,

$E_{ug}$  : 지하보도 횡단 소요 에너지(cal)

$\alpha$  : 수평이동시 소요에너지 계수(60cal/m)

$\beta$  : 하향이동시 소요에너지 계수(80cal/m)

$\gamma$  : 상향이동시 소요에너지 계수(600cal/m)

$$E_{cr} = \alpha (D_{AB} + W_1 + W_2 + D_{AA}) \quad (9)$$

여기서,

$E_{cr}$  : 횡단보도 횡단 소요에너지(cal)

지하보도를 이용하여 횡단할 때 단순횡단의 경우 평균 접근소요에너지는 1.0kcal, 하향이동 평균 소요 에너지 1.9kcal, 수평이동 평균 소요에너지는 3.3kcal, 상향이동 평균 소요에너지 14.0kcal를 더한 총평균

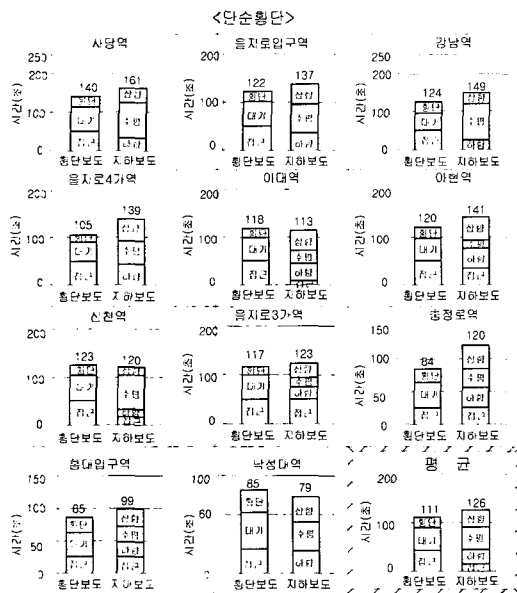
<표 7> 보행시 소요에너지

이동구분	수평이동( $\alpha$ )	하향이동( $\beta$ )	상향이동( $\gamma$ )
소요에너지 (cal/m)	60	80	600~900

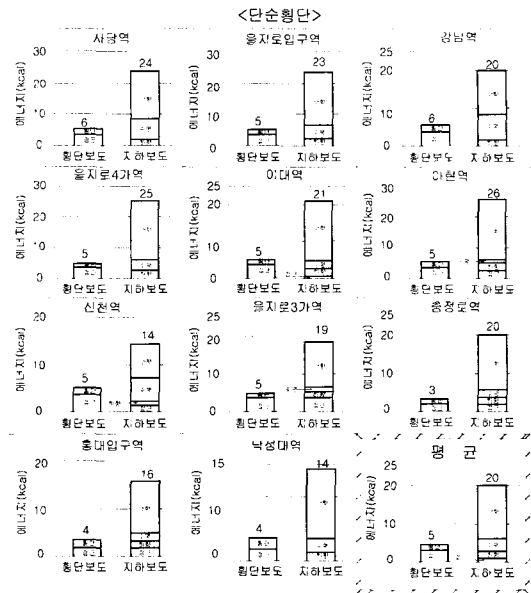
주 : 상향이동시 소요에너지 계수( $\gamma$ )는 최소값을 사용하였음.  
자료 : John J.Fruin의 연구내용을 요약 정리한 것임.

소요에너지는 20.2kcal이다. 대각횡단의 경우 평균 접근소요에너지는 1.1kcal, 하향이동 평균 소요에너지 2.0kcal, 수평이동 평균 소요에너지는 5.7kcal, 상향이동 평균 소요에너지 14.9kcal를 더한 총평균 소요에너지는 23.5kcal이다.

횡단보도를 이용하여 횡단할 때 단순횡단의 경우 평균 접근소요에너지는 3.1kcal, 도로횡단 평균 소요 에너지는 1.5kcal를 더한 평균 총소요에너지는 4.7kcal 이고, 대각횡단의 경우 평균 접근소요에너지는 3.6kcal, 도로횡단 평균 소요 에너지는 3.0kcal를 더한 평균 총소요에너지는 6.6kcal이다.



〈그림 12〉 소요시간의 비교 그래프



〈그림 13〉 소요에너지의 비교 그래프

V. 결론

본 논문은 교차로나 구간에서 보행자가 도로를 횡단할 경우 보행자가 느끼는 편의도 즉, 이동거리, 소요시간, 소요에너지를 비교분석하는 것을 주요내용으로 하였으며 이를 위하여 계단에서의 보행자 특성을 분석하고 기하구조를 조사하였다. 계단에서의 보행자 속도는 상향이동시의 평균속도는 39.9m/분, 85%의 속도는 45.9m/분, 중위수의 속도는 37.7m/분, 최빈수의 속도는 34.3m/분이다. 하향이동시의 평균속도는 46.1m/분, 85%의 속도는 58.4m/분, 중위수의 속도는 43.0m/분, 최빈수의 속도는 41.8m/분으로

나타났다. 이것은 외국의 조사결과 보다 더 큰 값으로서 우리나라 보행문화를 반영하는 것으로 생각된다. 조사지점의 지하보도 계단의 특성은 지하 평균 수직높이 7.6m이고, 평균 경사거리 25.7m, 평균 경사도 17° (또는 33.2%)이다. 지하보도와 횡단보도를 이용하여 횡단하는 경우 보행자의 편의도를 분석한 결과를 보면 다음과 같다. 평균 총보행거리는 단순횡단의 경우, 지하보도는 119m이고, 횡단보도의 길이는 26m이고 접근거리를 포함한 평균 보행거리는 78m이다. 대각횡단의 경우, 지하보도는 161m이고, 횡단보도의 길이는 51m이고, 접근거리를 포함한 평균 보행거리는 111m이다. 평균 소요시간을 보면 단순횡단

의 경우 지하보도는 125.6초이고, 횡단보도의 평균 소요시간은 접근시간 43.2초, 대기시간 47.5초, 횡단시간 21.4초로서 총 112.1초로 나타났다. 대각횡단의 경우 지하보도의 평균 소요시간은 162.3초이고, 횡단보도는 접근시간 50.0초, 대기시간 89.8초, 횡단시간 42.3초로서 총 182초로 나타났다. 평균 소요 에너지는 단순횡단의 경우 지하보도가 20.2kcal이고, 횡단보도는 4.7kcal이다. 대각횡단의 경우 지하보도의 평균 23.5kcal이고, 횡단보도는 6.6kcal이다.

지하보도와 횡단보도에 대한 보행자의 편의도를 비교해 보면 단순횡단의 경우, 지하보도가 횡단보도보다 이동거리는 평균 1.5배 더 길고, 시간은 평균 1.2배 더 소요되고, 에너지는 평균 4.5배가 더 소요된다. 대각횡단의 경우 이동거리는 평균 1.5배 더 길고, 소요시간은 거의 비슷하고, 에너지는 평균 3.5배 정도 더 소요된다.

이상의 결과에서 보는 바와 같이 보행자 편의도 측면에서 보면 비록 지하보도가 있더라도 지상에 횡단보도를 설치할 필요가 있다. 보행자 위주의 정책은 대중교통 이용율을 제고시키는 데에도 기여할 것이다. 더구나 정상인이 아닌 교통약자들이나 장애인 이용자가 느끼는 차이는 이보다 훨씬 더 클 것이다.

본 연구는 기존의 교차로에 지하보도만 설치되어 있는 지점, 또는 지하보도를 설치할 계획이 있는 지점의 지상에 횡단보도의 설치여부에 관하여 정책결정을 하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

본 연구는 보행자 측면에서만 본 것이므로 횡단보도설치로 인한 차량 용량감소 영향에 대한 추후 연구가 필요하며 보행자와 차량이용자 모두 고려했을 경우에 시간가치를 평가할 수 있는 연구가 추진될 필요가 있다. 또한 보다 다양한 신호주기와 보행자의 연령이나 통행행태별 특성에 관한 연구가 보완되어야 할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. 최영우, "지하보도가 있는 교차로에서의 횡단보도 설치 방법에 관한 연구", 서울대학교 석사논문, 1997.
2. 고준우, "도로교통법", 법영사, 1997.
3. 금기정, "지구교통계획", 청문각, 1998.
4. 도철웅, "교통공학원론(상)", 청문각, 1996.
5. 원제무, "도시교통론", 박영사, 1995.
6. 건설교통부, "도로의 구조·시설기준에 관한 규정 해설 및 지침", 1990.
7. 건설교통부, "지하도로시설기준에 관한 규칙", 1994.
8. 건설교통부, "도시계획시설기준에 관한 규칙", 1998.
9. John J. Fruin 저, 유봉열, 김용성 역, "보행자 공간", 태림문화사, 1997.
10. Adolf D. May, "Traffic Flow Fundamentals", Prentice Hall, 1990.
11. C. Jotin Khisty, B. Kent Lall, "Transportation Engineering", 2nd Ed., Prentice Hall, 1997.
12. C.S. Papacostas, P.D. Prevedouros, "Transportation Engineering and Planning", 2nd Ed., Prentice Hall, 1993.
13. Pushkarev, B., and Zupan, J., "Urban Space for Pedestrians", MIT Press, Cambridge, Mass, 1975.
14. Robert B. Sleight, "The Pedestrian" Human Factors in Highway Traffic Safety Research, T. W. Forbes, Ed.(New York: Wiley-Interscience, 1972.
15. Institute of Traffic Engineers(ITE), "Transportation and Traffic Engineering Handbook", Prentice Hall, 1976.
16. Institute of Traffic Engineers(ITE), "Traffic Engineering Handbook", Prentice Hall, 1992.
17. TRB, "Highway Capacity Manual", Transportation Research Record 209, 1994.

✉ 주 작 성 자 : 임종훈

✉ 논문투고일 : 2000. 6. 28

논문심사일 : 2000. 7. 27 (1차)

2000. 9. 19 (2차)

심사완료일 : 2000. 9. 19