

■ 論 文 ■

**횡단보도의 보행자수에 따른 우회전 불가능한  
보행자 횡단시간비율의 분석**  
(우회전 · 직진 공용차로를 대상으로)

Right Turn Blocking Time By Pedestrian Volume  
at Signalized Intersection Crosswalks

**이 호 창**  
(단국대학교 토목공학과 대학원)

**김 동 녕**  
(단국대학교 토목공학과 교수)

목 차

- |                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| I. 서론                          | 2. 조사지점 및 조사방법 |
| 1. 연구배경 및 목적                   | 3. 자료분석        |
| 2. 연구범위 및 방법                   | 4. 분석결과        |
| II. 본론                         | III. 결론        |
| 1. 우회전 공용차로 특성,<br>횡단보도 일반적 고찰 | 참고문헌           |

요 약

신호교차로에서 맨 우측차로의 대부분이 우회전 공용차로로 사용되는데 도로용량편람에서 우회전이 불가능한 보행자 횡단시간 비율( $f_c$ )은 공용차로의 용량을 결정하는 우회전보정계수( $f_{RT}$ )의 산정시 중요한 요소가 된다. 그러나 이에 대한 국내의 연구는 미미하여 연구의 필요성이 있다고 생각된다.

본 연구는 유입부의 직진신호시간을 위주로 교차방향 횡단보도 내의 보행자수와 우회전차량의 통과여부를 촬영하여 분석하는 방법으로 진행되었으며, 우회전 차량이 교차도로의 보행자 횡단시간에 보행자와의 상충으로 우회전하지 못하는 시간 비율을 산정함에 있어서 횡단보도의 보행자수에 따라 우회전 차량의 통과율을 구하고 이로부터 횡단보도 보행신호시간동안에 우회전이 불가능한 시간비율을 산정했다.

연구결과는 우회전이 불가능한 시간비율이 시간당 보행자수(양방향)가 500인/시~1,500인/시로 변할 때 0.78에서 0.94사이의 값을 가지며 한국도로용량편람에서 제시한 값 0.3에서 0.9보다는 대체로 큰 것으로 나타났다. 따라서 한국용량편람에서 얻은 우회전차로의 용량은 과대 평가되는 경향이 있다.

## 1. 서론

### 1. 연구배경 및 목적

횡단보도가 설치된 교차로에서 우회전 공용차로-직진과 우회전차량이 공용하는 차로-의 차량 중 우회전차량은 직진신호의 점등과 동시에 시작되는 교차도로의 횡단신호로 인하여 진행할 수 없게 되므로 우회전차량의 후미에 위치한 직진차량의 진행을 어렵게 하고 우회전 공용차로의 용량을 감소시키게 되어 결국, 교차로의 지체를 증가시키게 된다.

이런 이유에서 지상의 횡단보도를 철거하여 차량소통을 원활하게 하거나, 또는 횡단보도를 그대로 두어 보행자의 편의도를 높이거나 하는 선택의 문제가 발생하고 있다. 어느 쪽의 편익이 커지면 다른 쪽의 비용이 증가되기 때문에 양쪽 모두 장단점을 갖고 있다. 그러나 최근 지하보도가 설치된 곳에도 횡단보도를 복원시켜야 한다는 주장이 국내에서도 일어나고 있다. 차량보다는 보행자를 우선해야 한다는 논리가 점점 힘을 얻어가고 있다는 증거이다.

이와 때를 같이하여 횡단보도의 존재가 차량 소통에 어느 정도 영향을 미치는가에 대한 계량적 분석을 우회전 공용차로에서 시행하려고 할 때 현재 사용되고 있는 보행자 횡단시간동안 우회전차량의 우회전 불가능한 시간비율적용의 타당성이 의문시되며, 유사연구로 최영우<sup>11)</sup>는 우회전차량과 보행자의 상충관계로부터 우회전차량의 정지확률을 모델화하여 지하횡단보도가 있는 곳에서의 지상횡단보도설치방법을, 박은미<sup>9)</sup>는 교차로의 기하구조(곡선반경, 도로폭), 상충류의 교통량(맞은편 좌회전 교통량, 교차도로의 직진 교통량), 신호주기, 현시분할, 보행자신호 등을 고려한 시뮬레이션을 통하여 우회전 공용차로의 용량을 구했으나 보행자수를 고려한 수정된 횡단보도 보행신호시간을 적용하여 용량을 산정하는 본 연구와는 차이를 두고 있다. 따라서 본 연구는 우회전 공용차로의 용량산정에서 보행자수를 고려한 수정된 횡단보도 보행신호시간을 적용하고자 차로의 기능에 따라 큰 차이가 날 수 있는 보행자 횡단시간동안 우회전 불가능한 시간비율을 산정하는데 목적이 있다.

### 2. 연구범위 및 방법

연구의 공간적 범위는 지하보도가 있는 교차로를

대상으로 하되 보행신호시 우회전차량의 통과율을 조사하기 위하여 서울시의 3개 교차로에서 조사하였다. 조사지점은 편도 3차로로 운영되며, 우회전 공용차로가 있는 지점으로 보행량의 크기가 비교적 큰 지점들을 선택하였다. 지하보도가 있는 교차로의 편도 차로는 3차로 또는 4차로가 대부분이며 그 중 4차 교차로에서 3차로로 구성된 한 개의 유입부와 그와 교차되는 도로의 유출부를 분석대상으로 하여 우회전차량의 통과율을 조사하였다.

시간적 범위는 보행자수와 우회전차량의 회전관계를 보기 위해서 대상 접근로 공용차로의 진행녹색시간을 분석의 범위로 하며 유출부 횡단보도의 보행신호시간을 위주로 하여 보행자 교통량과 우회전차량의 회전여부를 조사하였다.

본 연구에서는 선정된 조사지점에서 비디오 카메라로 횡단보행자, 보행신호등의 상태와 보행자수에 따른 우회전차량의 회전여부를 촬영하고, 접근로와 평행한 횡단보도 보행신호시간동안 보행자간격을 이용하여 차량이 우회전할 수 있는 정도를 알기 위하여 상충구간의 보행자수(양방향 합계, 이하동일)와 우회전하는 차량의 통과율의 관계를 비교함으로써 시간당 보행자수에 따른 우회전 불가능한 시간비율을 구하게 된다.

## II. 본론

### 1. 우회전 공용차로 특성, 횡단보도 일반적 고찰

#### 1) 우회전 공용차로의 운행특성

교차로의 운영에 있어서 우회전 차량은 횡단보도가 설치된 교차로에서 도로를 횡단하는 보행자와 많은 상충을 일으키고 있어 교차로 접근로의 맨 우측차로의 지체를 증가시키고 용량이 감소되게 한다.

따라서, 우회전 전용차로나 도류화 시설을 이용하여 상충의 해소와 교통용량의 증대를 위한 노력은 하고 있으나 대부분의 우회전 차도가 직진차량과 공용차로로 이용되고 있어 보행신호시간 동안 보행자에 의한 제약을 받을 뿐만 아니라, 이로 인하여 차량이 횡단보도를 침범하는 현상 등 복잡한 교통상황을 나타내고 있고 공용차로로 이용되는 지점에서 우회전 방향의 보행신호시간에 의해서 우회전차량의 흐름이 제한을 받아 신호교차로 내의 지체와 용량감소의 원

인이 되고 있다.

또한, 직진과 우회전 공용차로 내의 직진차량은 중앙선 쪽 차로로 끼어들기 하려는 경향을 보이기 때문에 차로수가 충분하지 않은 곳이나 충분하다고 하더라도 포화시에는 직진차로 내의 직진차량까지 진행하지 못하게 하거나 속도를 저하시키게 되며 보행신호시간에 횡단하려는 보행자들은 우회전하려는 차량의 횡단보다 침범으로 심리적인 영향을 받으며 안전사고의 가능성까지도 내재하게 된다.

**2) 우회전에 관한 도로교통법규 및 일반적 사례**

교차로내에서의 차량의 우회전에 관련된 법규를 보면 도로교통법 제24조 2항에 “모든 차는 교통정리가 행하여지고 있는 교차로에서 좌회전 또는 우회전하는 경우에 신호기 또는 경찰공무원 등의 신호나 지시에 따라 도로를 횡단하는 보행자의 통행을 방해하여서는 않된다.” 는 내용이 있으며 이것은 좌우로 방향을 전환하려는 경우에 교차로를 통행하고 있는 교통상황과 특히, 교차로를 횡단하는 보행자 등에 주의하면서 안전한 속도와 방법으로 통행하여야 한다는 내용을 포함하고 있는 것으로 보인다.

그러나 이와는 반대의 성격을 가진 법규로 도로교통법 시행규칙 제5조 2항, [별표3]에 제3호 “차마는 신호에 따라 직진하는 측면교통을 방해하지 않는 한 우회전 할 수 있다.” 라는 것으로 이것은 횡단보도의 보행신호등에 상관없이 우회전 할 수 있다는 내용으로 앞의 내용과는 상반되는 것으로 보인다.

일상생활에서 빈번하게 발생하는 사례를 보면 접근로에서 우회전하는 차량이 접근로의 횡단보도를 통과하여 우회전한 후에 교차도로의 횡단보도 보행신호시간동안에 우회전을 하는 경우 횡단보도상에 보행자가 없더라도 교통단속의 대상이 될 수 있다는 것을 많이 경험하였을 것이다. 단속의 이유는 횡단보도 보행자의 횡단방해가 적용된다.

이것은 앞에서 보인 법규중에 도로교통법 제24조 2항의 의거한 것으로 볼 수 있지만 이것은 너무나 보행자 측의 편의를 위주로 확대해석된 것으로, 반대로 도로교통법 시행규칙 제5조 2항에 의하여 해석된다면 차량의 측면에 너무나 치우친 결과를 보이게 된다.

**2. 조사지점 및 조사방법**

**1) 조사지점 선정**

현재 우리나라에서는 보행자신호기 외에 우회전전용

〈표 1〉 조사지점 현황

조사지점		삼릉공원앞	강남구청앞	한신코아앞
위치		강남구 삼성동	강남구 논현동	도봉구 하계동
차로수	접근로	3	3	3
	진출로	3	3	3
신호주기(초)		130	130	130
직진신호시간(초)		42	41	35
보행신호시간(초)	보행녹색시간	7	7	7
	보행점멸시간	27	28	24
	합계	34	35	31

차량신호기를 많이 설치하고 있으며 이 신호는 그 접근로를 횡단하는 보행자 신호가 녹색일 때만 적색이며 그 나머지 시간은 모두 회전 신호를 주고 있으므로 우회전한 후에 교차접근로의 횡단보도가 녹색신호라 하더라도 정지했다가 보행자의 간격을 이용하여 우회전할 수 있게 되어 우회전 전용신호라기 보다는 우회전 허용의 성격을 가지고 있어 진출로의 횡단보도보행시간 동안 우회전을 금지하는 경우는 실제로 존재하지 않는다고 할 수 있다.

그러므로, 조사지점의 선정은 진출로의 보행신호시 우회전을 허용하는 횡단보도를 선정하여 신호교차로의 지체에 영향을 주는 도로조건(접근로의 경사, 차로수 및 폭, 주차상태 등), 교통조건(중차량의 구성비, 보행자 횡단, 주차 활동 등), 신호조건(주기, 녹색시간, 현시시간) 등을 고려하여 조사지점을 선정하며 도로조건, 교통조건, 신호조건이 분석에 다른 영향을 미치지 않도록 다음과 같은 조사지점 선정기준으로 조사지점을 선정하였다.

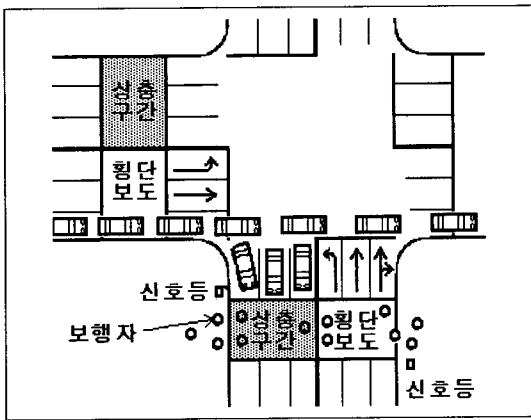
- 차로폭은 3.0~3.5m의 도로로 우회전 공용차로내에서 대기하고 있는 직진차량의 옆으로 우회전차량이 통과할 수 없는 곳
- 차로수는 접근로 3차로, 진출로 3차로로 우회전 공용차로의 직진과 우회전차량의 혼입이 높은 곳
- 공용차로상의 직진과 우회전에 영향을 주는 주차활동이나 버스정류장이 없는 곳

**2) 조사방법**

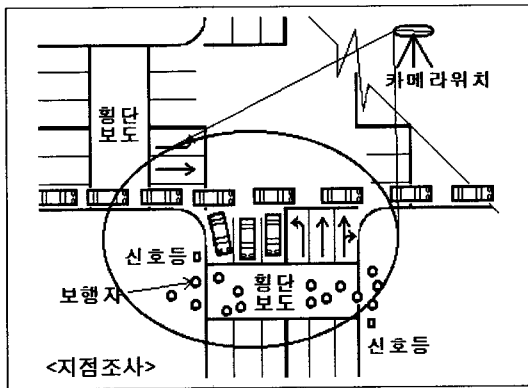
편도 3차로의 4지 교차로에서 1개의 접근로와 이 접근로의 우회전 차량이 우회전하는 횡단보도를 비디오 카메라로 녹화하여 상충구간의 보행자를 관찰한다. 여기서 상충구간은 우회전 차량과 보행자가 상충하는 구간으로서 중앙분리대를 중심으로 횡단보도의

〈표 2〉 조사일시 및 주기수

구 분	조 사 일 시	조사주기수
삼릉공원앞	9/1 7:00 - 9:00	57주기
	9/2 18:00 - 20:00	
	9/7 16:00 - 18:00	
강남구청앞	9/8 7:00 - 9:00	21주기
	9/9 18:00 - 20:00	
한신코아앞	9/7 11:00 - 14:00	53주기
	9/15 16:00 - 18:00	
	9/16 12:00 - 14:00	



〈그림 1〉 상충구간



〈그림 2〉 조사방법

반쪽 부분을 말한다. 우회전차량의 운전자는 이와 같이 정의된 상충구간의 보행자수에 따라 통과여부를 결정하는 것으로 보았다.

### 3. 자료분석

#### 1) 분석의 기본가정

- 버스나 대형차량이 유입되는 경우는 차량의 길이

가 길뿐만 아니라 회전 반경도 커서 분석내용이 복잡해지므로 공용차로 내의 분석대상을 승용차로 제한한다.

- 우회전차량은 상충구간의 보행자수에 따른 우회전 차량의 통과율을 보이기 위해서 보행자에게 방해 를 주지 않는 범위에서 보행신호시간에도 서행으 로 회전할 수 있다.
- 우회전 교통량 중에서 상당한 비율(30~50%)이 직진 가능한 신호 이외의 현시(특히 좌회전현시) 에서 회전하나, 직진신호 이외의 시간에 우회전하 는 교통량은 분석에서 제외한다.
- 공용차로 내의 직진 차량이 우회전 차량에 막혀서 인접차로로 끼어들기 하려는 행위로 인한 영향은 고려하지 않는다.

#### 2) 분석방법

각기 다른 3개의 조사지점에서 비디오 카메라로 녹화된 조사자료는 우회전 차량과 보행자와의 상관성을 보이기 위해서 일정한 시간의 간격으로 나누어 그 시간 간격동안의 우회전 차량과 보행자의 변화를 기록 하게 되며 조사지점의 분석현시는 〈그림 4〉와 같다. 차량의 우회전 여부를 기록하기 위한 집계표는 〈표 3〉 과 〈표 4〉와 같으며 현장에서 조사된 비디오테이프의 재생으로 자료를 기록했다.

보행자 횡단신호시간동안의 우회전 불가능한 시간 비율( $f_c$ )은 주기당 보행자수, 상충구간의 보행자수, 보행자 횡단신호시간의 경과에 따른 보행자수의 변화

주기당 보행자수와 상충구간 보행자수의 관계 산정
보행자 횡단시간의 경과에 따른 상충구간 보행자수의 변화 분석
상충구간 보행자수와 우회전 통과율의 관계 산정
보행자 횡단신호시간동안 우회전 불가능한 시간 비율( $f_c$ ) 산정

〈그림 3〉 분석순서도

현 시	현시 1	현시 2	현시 3	현시 4
분석여부	×	×	×	○

〈그림 4〉 분석 현시

〈표 3〉 주기당 보행자수와 도착·통과 집계표(예)

구분	횡단보행시간경과(초)																지점		상용공원 보행자수 /주기							
	3		6		9		12		15		18		21		24		27			30		33~		차량합계 도착	통과	
상충 구간 보행 자수 (양방향)	0																									
	1																									
	2																									
	3																									
	4																									
	5																									
	6																									
	7																									
	8																									
	9	1	0																							
	10			1	0																					
	11					1	0																			
	12							2	0																	
	13																									
	14																									
	15																									
시간경과별합계	1	0	1	0	1	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	1	1	1								

〈표 4〉 상충구간 보행자수와 통과율 집계표(예)

구분	횡단보행시간경과(초)																지점		상용공원									
	3		6		9		12		15		18		21		24		27		30		33~		차량합계		통과율(%)			
상충 구간 보행 자수 (양방향)	0			1	0	1	0			4	1	23	12	42	23	86	45	96	59	77	57	32	26	362	223	0	61.7	
	1	2	0	1	0	5	0	3	0	13	0	14	1	26	5	20	6	2	1	1	0			87	13	0	15.5	
	2	3	0	5	0	12	0	13	0	8	2	12	1	14	3	1	0	1	0	1	0			69	7	0	9.7	
	3	3	0	8	0	3	0	7	1	23	0	19	2	10	1	5	0							78	4	0	6.0	
	4			2	0	7	0	10	0	8	0	14	0	19	0									59	0	0	0	
	5	3	0	10	0	8	0	8	0	1	0	6	0			2	0							37	0	0	0	
	6	2	0	1	0	7	0	16	0	22	0	7	0											55	0	0	0	
	7	1	0	6	0	7	0	8	0	11	0	6	0	2	0									41	0	0	0	
	8	3	0	2	0					3	0	2	0											10	0	0	0	
	9	1	0					5	0	1	0													7	0	0	0	
	10	1	0	1	0	4	0			1	0	2	0											9	0	0	0	
	11									3	0													3	0	0	0	
	12																											
	13																											
	14																											
	15																											
시간경과별 합계	19	0	37	0	54	0	70	0	98	3	103	16	113	32	114	52	99	60	79	57	32	26	-	-	-	-		

에 의해서 횡단보도 앞의 정지선에 정차해 있었던 우회전차량이 보행자의 간격을 이용하여 통과하는 비율의 조사에서 측정되었다.

〈표 3〉은 각 주기마다 시간변화에 따른 상충구간 내의 보행자수의 변화에 따른 차량의 도착과 통과 관계를 유도해내기 위해서 전체 횡단보도 보행시간을 일정한 간격으로 나누어 분석하였다.

횡단보도 보행시간동안의 간격을 3초로 나누어 분석한 이유는 분석의 편의를 높이는 것뿐만 아니라 횡단보도의 정지선 앞에 정차해 있던 우회전 차량이 횡단보도를 통과하는데 걸리는 평균 점유시간을 측정해 본 결과 3초로 산정되었고, 우회전차량이 유출로의

횡단보도를 통과하기 위해서는 최소한 한 차로 이상의 보행자간격을 필요로 하며 현재 우리나라에서 사용하고 있는 보행자속도 기준은 미국의 MUTCD에서 권장하는 1.2m/s를 사용하고 있는 것으로 미루어 볼 때 차로폭이 3.0~3.5m의 경우 보행자가 한 차로의 간격을 수락하기 위해서는 약 3초의 시간이 소요되기 때문이다.

이런 과정을 통해서 정리된 자료는 각 주기마다 도착·통과의 차량빈도란에 기록되며, 주기당 보행자수도 기록하게 된다. 그리고 횡단보도 보행시간의 경과에 따른 우회전 차량의 경과시간별 우회전 통과율을 보기 위해서 시간대별 도착과 통과 집계도 표기하였다.

보행녹색시간과 보행점멸시간의 통과율이 다른 것으로 분석되어 이들을 별도로 구분하여 분석하였다.

〈표 4〉는 〈표 3〉에 의해서 각각의 주기마다 정리된 자료를 토대로 각 조사지점에서 조사된 모든 주기의 합계를 기록하게 된다.

**4. 분석결과**

분석결과는 〈표 5〉과 같이 한 개의 접근로와 한 개의 유출로를 분석대상으로 조사된 3개의 조사지점의 보행자수를 시간당 보행자수로 환산하는 경우 주기당 보행자수는 1인/주기~54인/주기의 범위를 보이고 있으며, 이를 시간당 보행자수로 환산하는 경우 보행자수가 500인/시~1,500인/시까지를 보이고 있다.

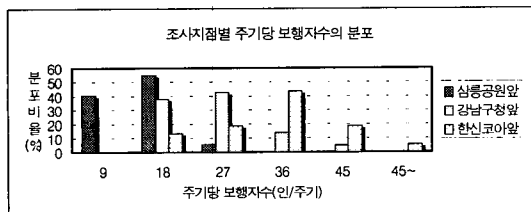
보행자의 속도는 보행자수에 따라서 변화하는 횡단 보도상의 보행자밀도에 의해서 통상감소한다. 하지만 도심에서 횡단보도로 진입한 보행자들의 형태로 정의되는 보행자군의 형태를 예측하기란 힘들 것이다. 기존의 연구에서는 보행자수와 상관없이 보행자군의 행수를 보행자간 측간격 1.0m로 하여 횡단폭 선상에 각 1인이 점유하는 것으로 구하고 있다. 따라서 세 곳의 조사지점의 보행형태는 같다는 가정에서 3개 조사지점의 자료를 종합하여 분석하였다.

**1) 주기당 보행자수와 상충구간 보행자수의 관계**

일반적으로 주기당 보행자수의 증가는 보행자군의 행수에 따라서 상충구간의 보행자수를 증가시킨다.

〈표 5〉 조사지점별 보행자수의 범위

조사지점	보행자수의 범위(양방향)	
	(인/주기)	(인/시)
삼릉공원	1 ~ 27	28 ~ 750
강남구청	10 ~ 45	280 ~ 1,250
한신코아	10 ~ 54	280 ~ 1,500



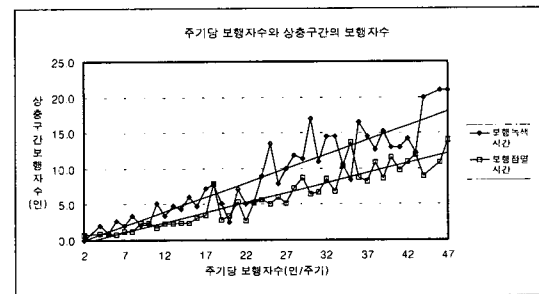
〈그림 5〉 조사지점별 보행자수 분포

상충구간의 보행자수는 어떤 형태로 보행자군이 형성되어 통행하던 간에 주기당 보행자수의 크기와 보행자 횡단시간의 경과에 따라서 변화하게 될 것이며 3개 조사지점의 자료를 보행자수의 크기에 따라 종합하면 〈표 6〉과 〈그림 6〉과 같은 관계를 보인다.

〈표 6〉과 〈그림 6〉에서 보여 주듯이 주기당 보행자수와 상충구간의 보행자수를 보행녹색시간과 보행점멸시간의 두 가지의 시간간격으로 나누어 본 결과 보행녹색시간동안은 횡단보도 앞에 대기하고 있었던 보행자의 영향으로 보행자의 밀도가 커다란 변화의 폭 없이 높게 나타나는 반면에 보행점멸시간 동안은 주기당 총보행자수의 정도에 따라 보행녹색시간보다는

〈표 6〉 주기당보행자수와 상충구간보행자수(인/주기)

주기당 보행자수	상충구간 보행자수		주기당 보행자수	상충구간 보행자수		주기당 보행자수	상충구간 보행자수	
	보행녹색시간	보행점멸시간		보행녹색시간	보행점멸시간		보행녹색시간	보행점멸시간
4	2.0	0.9	19	5.1	2.8	34	10.5	10.4
5	1.0	1.0	20	2.5	3.4	35	8.5	13.7
6	2.8	0.8	21	7.2	5.3	36	16.5	8.8
7	2.0	1.3	22	5.0	2.7	37	14.5	8.3
8	3.4	1.2	23	5.3	5.2	38	12.8	10.9
9	2.2	2.4	24	9.0	5.7	39	15.3	8.7
10	2.3	2.4	25	13.5	5.0	40	13.0	11.6
11	5.1	1.7	26	8.0	6.1	41	13.0	9.8
12	3.4	2.3	27	10.0	5.2	42	14.3	11.0
13	4.8	2.4	28	11.9	7.4	43	12.3	12.0
14	4.3	2.5	29	11.4	8.8	44	20.0	9.0
15	6.0	2.5	30	17.0	6.5	46	21.0	10.9
16	4.7	3.1	31	11.0	6.8	47	21.0	14.0
17	7.3	3.5	32	14.5	8.6			



〈그림 6〉 주기당 보행자수와 상충구간 보행자수의 관계

〈표 7〉 주기당 보행자수와 상충구간 보행자수의 상관도

구 분	상관 관계식	상 관 도
보행녹색시간	$y = 0.4029x - 0.8481$	$R^2 = 0.8380$
보행점멸시간	$y = 0.2775x - 0.8586$	$R^2 = 0.8683$

주 : x는 주기당 보행자수(1주기당 대상 횡단보도의 통과보행자수)  
y는 상충구간의 보행자수

〈표 8〉 한국 도로용량편람의 횡단보행자교통량 구분

보행자 교통량 (인/시)	횡단 보도 없음	적음		보 통		많 음	
		500 이하	500 ~ 1,000	1,000 ~ 2,000	2,000 ~ 3,000	3,000 ~ 3,000	3,000 이상
0							

주 : 접근로와 평행한 횡단보도를 횡단하는 양방향보행자수

〈표 9〉 미국 도로용량편람의 횡단보행자교통량 구분

보행자 교통량 (인/시)	횡단 보도 없음	적음		보 통		많 음	
		50	100	200	400	800	1,200
0							

주 : 우회전 차량과 상충하는 시간당 보행자수

큰 폭으로 변화하지만 일차식으로 회귀분석을 한 결과 〈표 7〉과 같이 두 개 변수의 상관도는 보행녹색 시간동안은 0.84, 보행점멸시간동안은 0.87로 나타나고 있어 주기당 보행자수와 상충구간의 보행자수는 비례관계에 있는 것으로 나타났다.

## 2) 횡단보도 보행시간경과와 상충구간보행자수의 관계

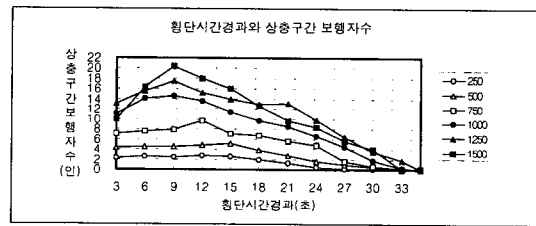
우리나라와 미국의 도로용량편람에서 우회전보행자수의 산정시 사용되는 시간당 보행자수의 구분은 〈표 8〉, 〈표 9〉와 같지만 본 연구에서 관측된 자료는 우리나라 도로용량편람의 구분 중에서 보통에 해당하는 보행자교통량에서 최대가 1,500인/시까지 관측되었다.

우리나라의 도로용량편람은 우회전 공용차로의 용량산정시 유입과 유출로의 차로수에 상관없이 보행신호시간동안 우회전 불가능한 횡단시간 비율을 사용하고 있고 미국의 도로용량편람과 비교하여 보행자수 구분의 폭이 상당히 크다. 따라서, 본 연구에서는 보행자수 구분의 폭을 250인/시의 단위로 좀 더 세분화해서 기존의 보행자수 구분에서 구해진 값들보다는 정확한 값을 갖도록 조사하였다.

보행자 횡단신호시간동안의 우회전 불가능한 시간 비율( $f_c$ )의 산정을 위한 분석자료로 횡단보도 보행시간 경과와 상충구간보행자수의 관계는 〈표 10〉과 〈그림 7〉

〈표 10〉 횡단보도 보행시간경과와 상충구간 보행자수

보행자 횡단시간 경과(초)	시간당 보행자수(양방향, 인/시)					
	250	500	750	1,000	1,250	1,500
	상충구간 보행자수의 변화(인/3초)					
3	2.17	4.37	7.09	11.14	13.18	10.00
6	2.52	4.52	7.55	14.18	15.64	16.33
9	2.35	4.54	7.82	14.57	17.55	20.33
12	2.74	4.74	9.68	13.61	15.27	18.00
15	2.52	5.09	7.14	11.39	13.91	16.00
18	1.87	3.85	6.77	9.61	13.00	12.67
21	1.26	2.80	5.64	8.54	13.09	9.67
24	0.43	1.63	4.82	6.64	9.73	8.33
27	0.13	0.98	1.57	4.50	6.45	5.67
30	0.09	0.41	0.65	1.82	3.55	4.00
33	0.00	0.04	0.23	0.39	1.73	3.67
35	0.00	0.02	0.09	0.04	0.00	0.00



〈그림 7〉 횡단보도 보행시간경과와 상충구간보행자수

과 같이 나타났다.

각각의 보행자수별로 시간경과를 3초 간격으로 자료를 조사한 결과 상충구간의 보행자수는 보행녹색시간 개시후 횡단보도의 가장자리 연석에서 대기하고 있었던 보행자군에서 제일 처음으로 횡단보도에 발을 내 디은 보행자가 상충구간이 끝나는 중앙선까지 편도의 3차로를 횡단하는 동안 뒤따르는 보행자군의 행의 열은 무작위한 형태를 보이며 시간당 보행자수가 250인/시~750인/시인 경우는 상충구간 보행자수가 최소 0.00에서 최대 9.68까지 나타나는 반면에 시간당 보행자수가 1,000인/시~1,500인/시까지의 경우는 0.00에서 20.03까지의 좀 더 큰 밀도를 보이며 시간당 보행자수가 250인/시~750인/시인 경우는 적은 보행자수의 영향으로 보행자수는 작은 비율로 증가하다가 보행녹색시간 개시후 12초에서 15초 사이에 정점에 도달했다가 감소하는 형태를 보이며 시간당 보행자수가 1,000인/시~1500인/시인 경우에는 급격히 증가하다가 9초의 시간이 경과한 이후에 정점에 도달했다가 감소하는 형태를 보인다.

3) 상충구간 보행자수와 통과율 관계

우회전 차량이 보행신호시간에 통과여부를 결정하는 가장 큰 요인은 상충구간에 보행자가 몇 명이 있는가 하는 것이다. 상충구간의 보행자수는 횡단시간 내에서도 시간의 경과에 따라서 변화하기 때문에 차량은 매순간마다 통과여부를 결정하게 된다. 따라서 통과율은 상충구간의 보행자수에 따라서 결정된다고 볼 수 있으며 시간의 경과에 따라 통과율이 변화하게 된다.

$$\text{통과율}(R_{pk}) = \sum_r \sum_j \frac{D_{ijk}}{A_{ijk}} \times 100(\%) \quad (1)$$

여기서

$A_{ijk}$  : 도착

$D_{ijk}$  : 통과

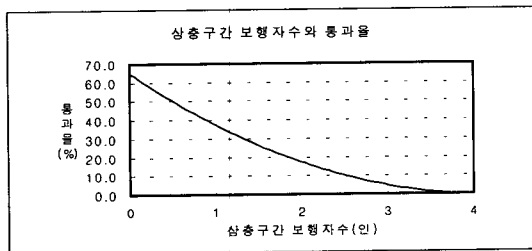
$i$  : 1, 2, 3 ... 시간간격분할(3초간격)

$j$  : 1, 2, 3 ... n 조사주기수

$k$  : 1, 2, 3 ... 상충구간의 보행자수

<표 11> 상충구간 보행자수와 통과율

상충구간 보행자수 (인)	통과율(%)				
	보행녹색시간	보행점멸시간			
		삼릉공원	강남구청	한신코아	평균
0	0.0	61.7	64.4	68.5	64.9
1		15.5	26.9	35.6	26.0
2		9.7	25.8	25.6	20.4
3		6.0	3.2	17.5	8.9
4		0.0	0.0	0.0	0.0
5이상		0.0	0.0	0.0	0.0



<그림 8> 상충구간의 보행자수와 통과율

<표 12> 상충구간 보행자수와 통과율의 상관도

구 분	상관 관계식	상관도
보행녹색시간	-	-
보행점멸시간	$y = 3.7294x^2 - 31.258x + 64.9$	$R^2 = 0.946$

실제 관측된 조사자료는 상충구간 보행자수가 0.0인에서 29.0인까지의 범위를 보이는 것으로 조사됐지만 보행자밀도가 4이상인 경우에 도착했던 우회전 차량중에 통과한 차량은 없었으며, 보행녹색시간에 통과한 차량은 조사된 자료에서 극소수에 불과하여 통과율을 0.0%로 처리했으며 보행점멸시간 동안의 세 지점의 평균통과율은 상충구간 보행자수가 0.0에서 64.9%의 통과율을 3.0에서 8.9%의 통과율을 보이는 것으로 분석되었다.

4) 우회전 불가능한 시간 비율( $f_c$ ) 산정

<표 13>은 우리나라의 도로용량편람의 우회전 불가능한 횡단시간 비율( $f_c$ )을 보이고 있지만 시간당 보행자 교통량의 구분 간격이 너무 크고 모든 차로수에 똑같은 우회전 불가능한 횡단시간 비율을 사용하게 된다면 우회전 보정계수의 계산시에 현실과는 차이가 많이 나는 것으로 계산될 수도 있을 것이다. 따라서, 본 연구에서는 3차로로 한정지어진 연구의 범위에서 보행자 교통량의 구분 간격을 좀 더 세분화하여 다음과 같은 식의 계산을 통하여 우회전 불가능한 횡단시간 비율( $f_c$ )을 정하게 되며 각각의 변수는 <표 14>, <표 15>, <표 16>과 같이 나타난다.

$$T_{P_i} = R_{P_i} \times \Delta t \quad (2)$$

$$G_{PR} = \sum_{i=1}^n T_{P_i} \quad (3)$$

$$f_c = \frac{G_P - G_{PR}}{G_P} \quad (4)$$

여기서

$R_{P_i}$  : 우회전차량 통과율

$\Delta t$  : 분석시간간격(3초)

<표 13> 우회전 불가능한 보행자 횡단시간 비율( $f_c$ )

횡 단 보행자 교통량 (인/시)	횡단보도 없음	보 통				
		적음	보 통	많 음		
	500 이하	500 ~ 1,000	1,000 ~ 2,000	2,000 ~ 3,000	3,000 이상	
$f_c$	0	0.3	0.6	0.8	0.9	1.0

주 : 접근로와 평행한 횡단보도를 횡단하는 양방향보행자수  
자료 : 한국 도로용량편람(KHCM)



〈표 14〉 시간당 보행자수에 따른 통과율( $R_p$ )

보행자 횡단 신호시간경과 (초)	시간당 보행자수(양방향, 인/시)					
	250	500	750	1,000	1,250	1,500
	통과율(%)					
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	19.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
21	31.4	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0
24	52.1	23.9	0.0	0.0	0.0	0.0
27	60.9	37.8	25.0	0.0	0.0	0.0
30	62.1	52.7	46.2	20.4	0.9	0.0
33	64.9	63.7	57.9	53.3	22.0	0.3
35	64.9	64.3	62.1	63.7	64.9	64.9

〈표 15〉 분석시간경과별 이용가능시간

보행자 횡단 신호시간경과 (초)	시간당 보행자수(양방향, 인/시)					
	250	500	750	1,000	1,250	1,500
	이용가능시간(초)					
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
27	1.8	1.1	0.8	0.0	0.0	0.0
30	1.9	1.6	1.4	0.6	0.0	0.0
33	2.0	1.9	1.7	1.6	0.7	0.0
35	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3
합계	11.0	6.8	5.1	3.5	2.0	1.3

〈표 16〉 보행자 횡단신호시간동안 이용가능시간

구 분	시간당 보행자수(양방향, 인/시)					
	250	500	750	1,000	1,250	1,500
보행 시간 중 이용가능시간(초)	11.0	6.8	5.1	3.5	2.0	1.3
이용가능시간비	11/35	6.8/35	5.1/35	3.5/35	2.0/35	1.3/35
이용가능시간비율	0.31	0.19	0.15	0.10	0.06	0.04

주 : 보행자 횡단신호시간 35초 중의 이용가능 시간이다.

〈표 17〉 우회전 불가능한 시간 비율( $f_c$ )

구 분	횡단 보행자 수(양방향, 500인 단위)					
(인/시)	500	1,000	1,500			
$f_c$	0.78	0.90	0.94			
구 분	횡단 보행자 수(양방향, 250인 단위)					
(인/시)	250	500	750	1,000	1,250	1,500
$f_c$	0.69	0.81	0.85	0.90	0.94	0.96

$T_p$  : 우회전이용가능시간(분석시간간격중)

$i$  : 1, 2, 3, ..., n,  $n = G_p/\Delta t$

$G_p$  : 보행자 횡단신호시간

$G_{PR}$  : 보행자 횡단신호시간중 우회전 가능시간

$f_c$  : 보행자 횡단신호시간중 우회전 불가능한 시간비율

통과율( $R_p$ )은 3초로 나누어진 보행신호시간동안 각각의 시간당 보행자수에 따른 상충구간 보행자수의 변화에 의해서 〈표 12〉의 회귀식으로 구했으며, 분석시간간격과 보행신호시간 중의 우회전 가능시간은 식(2)와 식(3)에 의해서 구했다. 보행자 횡단시간에서 통과율에 따라서 얻어지는 횡단보행시간 중의 우회전차량 이용가능시간이나 이용불가능비율은 횡단신호시간의 길이에 따라서 일정비율로 변화하므로 조사지점 중에서 강남구청의 보행자 횡단신호를 기준으로 하여 이용가능시간이나 이용불가능비율을 구했다.

우회전 불가능한 시간 비율( $f_c$ )은 식 4에 의해서 〈표 17〉과 같으며 한국도로용량편람보다 대체적으로 큰 값을 가지며 특히, 2,000인/시에서 나타나는 0.9 이상의 값이 시간당 보행자수의 구분에서 보통에 해당하는 1,000인/시에서 나타났다. 따라서 1,000인/시 이상의 보행자가 통행하는 교차로에서 보행자 횡단보도시간 동안의 우회전은 어려운 것으로 나타났다.

### III. 결론

우회전 공용차로의 용량을 분석하기 위한 방법으로 상충구간에서 상충구간 내의 보행자수와 도착한 우회전차량의 통과율을 구하고, 이 통과율로 부터 3초의 간격으로 나누어진 횡단보도 보행신호시간의 경과에 따른 우회전차량의 보행신호시간중 이용가능시간과 보행신호시간 동안의 우회전 불가능 시간비율을 구했

으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 횡단보도 보행신호시간중 우회전차량의 통과율은 상충구간의 보행자수에 따라 결정되며 상충구간의 보행자수는 시간당 보행자수와 보행신호시간의 경과에 따라 변화하는 것으로 나타났다.
2. 횡단보도 보행신호시간중 우회전차량의 통과율은 상충구간의 보행자수 0인에서 64.9%의 비율을 보이며 상충구간의 보행자수가 4인 이상이 되면 우회전차량은 통과하지 못하는 것으로 나타났다.
3. 우회전이 불가능한 횡단시간 비율( $f_c$ )은 시간당 보행자수 500인/시~1,500인/시로 변할 때 0.78에서 0.94사이에 분포하며 한국도로용량편람에서 제시한 값 0.3에서 0.9보다는 대체로 큰 것으로 나타났다.
4. 우회전이 불가능한 횡단시간 비율( $f_c$ )을 시간당 보행자수를 세분하여 250인/시의 단위로 하는 경우에는 500인/시~1,500인/시로 변화할 때 0.69에서 0.96의 범위를 갖는 것으로 나타났다.
5. 본 연구는 편도 3차로를 대상으로 3개 지점의 자료를 토대로 연구가 이루어 졌으므로 추후연구과제로 대상 교차로의 확대가 필요할 것이며 연구에서 얻은 결과는 현장의 여러 요인들을 모두 수용할 수가 없기 때문에 좀더 긴 장시간의 현장조사를 통한 결과의 보정이 필요할 것이다.
3. 유신설계공단, "교차로 개선의 키-포인트", 1992.
4. 도철용, "신호교차로의 우회전 보정계수에 관한 이론적 연구", 대한토목학회논문집, 1997. 7, pp.315~321.
5. 장덕명·박종규, "신호횡단보도 보행등 녹색신호 시간에 관한 연구", 대한교통학회지, 제12권 제1호, 1994년 3월호, pp.55~73.
6. 최영우, "지하보도가 있는 교차로에서의 횡단보도 설치방법에 관한 연구", 서울대학교 석사학위논문, 1997.
7. 고준우, "천만인의 알기 쉬운 도로교통법, 법영사, 1997.
8. Adolf D. May, "Traffic Flow Fundamentals", Prentice Hall, 1990.
9. ITE, "Transportation and Traffic Engineering Handbook", Prentice Hall, 1976.
10. ITE, "Traffic Engineering Handbook", Prentice Hall, 1992.
11. Transportation Reserch Board, "Highway Capacity Manual", Special Report 209, Washington. D. C., 1994.
12. Transportation Reserch Board, National Cooperative Highway Research Program Synthesis of Highway Practice 139, "Pedestrians and Traffic-Control Measures", National Research Council, Washington D. C.
13. MUTCD, U. S. Department of Transpotation, Federal Highway Administration Washington. D. C., 1988, pp.4D-4.

## 참고문헌

1. 도철용, "교통공학원론(상)", 청문각, 1996, p.258.
2. 건설부, "도로용량편람", 1992, pp.361~366.