회전교차로에서의 보조방향표지 규격 및 최적위치 선정

정규수* · 우제윤

한국건설기술연구원 ICT융합연구실

The Optimal Location and Specification of Sub-destination Sign in a Roundabout

CHONG, Kyu Soo* · WOO, Je Yoon

ICT Convergence and Integration Research Division, SOC Research Institute, Korea Institute of Construction
Technology, Gyeonggi 411-712, Korea

Abstract

As a strategy to enhance traffic management, roundabouts come to the fore recently to decrease traffic accidents, streamline traffic flows, and expedite the realization of green transportation. As local governments introduced roundabouts, new road sign standards have to be established because the existing road sign regulations cannot be applied to roundabouts. Prior to trying to make suitable specification of sub-destination signs in roundabouts, regulations of other countries were examined and modified. The legend and location was calculated so that drivers could turn in time. Two specifications were determined by simulation experiments. As a result, drivers could read signs at right side better than at traffic island, and turn in time at 15cm legend size. Consequently, we proposed the minimum specifications and optimal locations of sub-destination signs.

최근 교통운영체계 선진화방안의 일환으로 사고감소, 소통증진, 저탄소 녹색교통 활성화 차원에서 회전교차로의 도입 필요성이 대두되고 있다. 지자체에서는 회전교차로 설치사업을 추진함에 따라 회전교차로의 도입이 점차 확대되고 있으나, 현 도로표지 설치 기준에 따라 보조방향표지를 설치할 경우 교차로의 형태에 적합하지 않아 그 설치기준을 새롭게 마련할 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 국내 회전교차로의 도로표지 설치 기준을 실험을 통해 도출하고자 하였다. 국외 회전교차로의 도로표지 설치 기준에 대해 고찰하여 규격 및 설치위치에 대한 사항을 준용하여, 교차로 내에서 적정 위치에서 회전할 수 있도록 설치위치 및 최소 글씨크기를 산출하여 적용하였다. 설치 가능한 위치별 2개의 규격을 적용하였으며, 시뮬레이터를 이용한 실험을 실시하였다. 실험결과에 따라, 운전자가 인지와 판독이 용이한 위치는 우측부였으며, 최소글씨 크기 15cm 일 때 원하는 출구로 진출이 가능하였다. 이에 따라, 회전교차로에 설치되는 보조방향표지의 최소 글씨크기 및 설치위치에 대한 기준을 도출하였다.

Key Words

Driving Simulation, Regulation, Road Sign, Roundabout, Sub Destination Sign
시뮬레이션, 설치기준, 도로표지, 회전교차로, 보조방향표지

* : Corresponding Author

ksc@kict.re.kr, Phone: +82-31-910-0652, Fax: +82-31-910-0562

Received 17 February 2012, Accepted 23 July 2012

I. 서론

최근 교통운영체계 선진화방안의 일환으로 사고감소, 소통증진, 저탄소 녹색교통 활성화 차원에서 회전교차로의 도입 필요성이 대두되어, 각 지자체에서는 회전교차로 설치사업을 추진하고 있으며, 회전교차로의 도입은 점점 확대되고 있다. 이에 따라 국토해양부에서는 2010년 「도로표지 제작·설치 및 관리지침」에 회전교차로 도로표지 설치방법을 규정하였고, 「회전교차로 설계지침」에도 도로표지 관련 지침을 포함하였다.

하지만, 실제 회전교차로에 지침에서 규정된 표지를 설치하였을 때 교차로에 규모에 따라 차이는 있지만, 특히 교통량이 적은 소규모 회전교차로에서는 출구 안내 보조표지의 규격이 과대하여, 새로운 규격, 새로운 위치에 보조표지를 설치하는 방식 등, 현행 「도로표지 제작·설치 및 관리지침」에 규정된 회전교차로 내 보조방향표지¹⁾ 설치방안의 보완 필요성이 제기되었다.

따라서 본 연구의 목적은 회전교차로에 설치되는 도로표지 중 보조방향표지의 적정 규격과 설치 위치 등 운전자 및 보행자에게 모두 안전하면서도, 적정 출구정보를 효과적으로 제공할 수 있는 최적의 보조방향표지 설치방안을 도출하는 데 있다.

II. 국내외 설치 기준 현황

1. 설치기준

1) 국내

우리나라의 회전교차로 도로표지 설치기준은 Figure 1과 같다. 방향예고표지 및 방향표지는 기존 도로표지의 형태와 같으며, 회전교차로의 각 방향 출구별 보조방향표지의 경우 방향표지에서 사용하는 한글의 크기인 30-35cm(영문의 경우 18-21cm)를 그대로 사용한다. 또한 설치위치는 도로 우측부로 설치가 불가능할 경우 설치를 생략토록 하고 있다.

2) 미국

미국의 경우 MUTCD(Manual on Uniform Traffic Control Devices)에서 회전교차로(Roundabouts)에

Figure 1. The standard of road sign for roundabout in Korea

Figure 2. The standard of road sign for roundabout in USA

대한 도로표지 설치 기준 및 저속도로에서의 도로표지 설치기준을 제시하고 있다.

회전교차로 안내를 위한 방향표지는 국내 기준과 유사하며, 보조방향표지는 화살표를 이용한 직사각형 형태

1) 회전교차로의 진입전에 설치하는 방향표지 외에 추가적으로 진출하기 용이토록 보조적 역할을 하는 방향표지

의 표지를 설치한다. 또한, 보조방향표지로 노선번호와 방위표기를 함께 표기한 노선표지를 설치하기도 한다. 보조방향표지의 설치 장소는 Figure 2와 같이 교통섬과 우측부에 선택적으로 설치토록 하고 있으며, 최소 글씨 크기는 80mm로 하고 있다.

3) 독일

독일의 경우 도로표지규칙(RWBA2000 : Symbole der Richtlinien für die Wegweisende Beschilderung außerhalb von Autobahnen, 2000)에 회전교차로에 대한 도로표지 설치기준을 제시하고 있으며, Figure 3과 같다.

회전교차로를 안내하는 방향표지는 우리나라의 형태와 동일하며, 보조방향표지는 갈매기형(chevron)의 표지를 이용하고 있다. 설치장소는 교통섬에 설치하는 것을 원칙

Figure 3. The standard of road sign for roundabout in Germany

Figure 4. The standard of road sign for roundabout in Canada

Figure 5. The standard of road sign for roundabout in France

으로 하되, 교통섬이 없거나 교통섬에 설치가 불가능할 때는 교통섬을 지난 우측부에 설치토록 하고 있다. 글씨 크기는 방향표지와 동일하게 126mm를 사용하고 있다.

4) 캐나다

캐나다는 Figure 4와 같이 회전교차로 본방향표지에서 안내되는 지명을 보조방향표지에도 동일하게 안내하는 것을 원칙으로 하고 있다. 보조방향표지의 규격은 55ft × 20ft 이며, 표지판 형태는 갈매기형(chevron)으로, 설치위치는 교통섬에 설치한다. 글씨크기는 미국의 경우와 동일하다.

5) 프랑스

프랑스는 독일의 경우와 비슷한 안내를 하고 있다. Figure 5의 좌측은 방향에고표지로서 전체적인 교차로 형태와 방향별 안내지명을 표기하고, Figure 5 우측은 보조방향표지로서 해당 출구방향의 안내지명을 표기한다. 글씨크기는 독일과 같으며, 이 글씨 크기 및 보조방향표지의 경우 회전교차로 뿐만 아니라 모든 도로표지에 동일하게 적용하고 있다.

2. 설치기준 고찰

국외의 회전교차로 도로표지를 살펴보다도 방향표지는 모두 유사한 형태를 기준으로 하고 있는 반면 보조방향표지의 경우는 각 나라의 도로여건과 특성에 따라 차이가 있다. 유럽의 경우 갈매기형 표지를 사용하는데, 표기되는 내용이 도로명 위주로 우리나라의 경우와는 다르다. 우리나라의 경우 갈매기형 표지에 익숙하지 않기 때문에 도로표지의 형태에 대해 선호도를 조사할 필요가 있다. 회전교차로 내에서는 차량의 주행속도가 30km/h 내외로 낮기 때문에 현 국내 규정은 다소 과다하다고 할 수 있다. 또한, 국외의

Table 1. Compare with foreign countries about standard of road sign in roundabout

Category	USA	Germany	Canada	France	Korea
Sub Destination sign	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Legend size	8cm	12.6cm	8cm	12.6cm	18cm
Location	T/R	T	T	T	R
Shape	S	C	C	C	S

* T:traffic island, R:road side, S:square type, C:chevron type

영문기준 글씨크기를 참조로 하여 국내 글씨크기 기준을 낮추며, 이에 따른 표지판의 크기도 작게 하여 시설물 규모의 축소 및 설치위치의 변경에 대해서 검토될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 회전교차로 설계지침에 의거한 일반적인 형태의 회전교차로에 맞는 적정 보조방향표지의 대안을 설정하고, 그 대안들을 시뮬레이션을 통하여 분석함으로써 최적의 보조방향표지 형태 및 설치방안을 도출하고자 하였다.

III. 실험조건 및 환경

1. 실험조건

글씨크기는 한글 특성(조합형문자)에 따라 영문 최소 크기(9.4cm²⁾) 대비 약 1.6배³⁾인 15cm 및 현행 규정에 따른 최소 크기인 20cm⁴⁾로 두 가지를 설정하였다.

보조방향표지의 형태는 유럽에서 주로 사용되는 단일 갈매기형과 미국에서 사용되는 사각형(화살표 방향 조정) 모두 설정하였고, 표지의 설치위치도 분리교통섬과 우측부 모두 실험하되, 우측부의 경우 판독 및 인지반응거리(17m)⁵⁾를 고려하여 표지판의 설치각도를 조정토록 하였다.

갈매기형 표지판은 우측부에 설치하면 운전자 시야에 따른 설치각도 조정이 어려워 교통섬에만 설치하는 것으로 설정하였고, 사각형 표지판은 교차로 내에서 해당 출구로 접근하는 운전자가 출구방향을 이해하기 쉽도록 화살표를 설정하였다.

보조방향표지에 표기되는 안내지명은 Table 2와 같이 한글 난이도에 따라 2군 이하 난이도(자음+모음)와 2군 이상 난이도(자음+이중모음+자음)를 조합하여 '가

Table 2. The classification of legend as level of difficulty

Difficulty	Consonant	Vowel
1st Level	ㄱ, ㄴ, ㄷ	ㅏ, ㅑ
2nd Level	ㄹ, ㅁ, ㅂ, ㅅ	ㅓ, ㅕ
3rd Level	ㅈ, ㅊ, ㅋ, ㆁ, ㆅ, ㆇ, ㆉ

Figure 6. The legend applied

흘, 나첩, 별라, 종러, 형문러, 협산러'로 선정하여 표기하였으며, 노선번호도 포함하였으며, Figure 6과 같다.

2. 실험환경

1) 피실험자 및 평가항목

먼저 피실험자는 실질적으로 운전을 많이 하는 30~50대의 연령대를 선정하였고, 실질적으로 운전경력 1년 이상 되는 사람으로 하였다. 본 실험에 임하기 전 피실험자는 회전교차로의 운전방법 및 시뮬레이터에 대해 충분히 숙지할 수 있도록 본 실험과 동일 조건에서 동일 내용으로 교육을 실시하고 운전연습을 병행하였다.

각 피실험자마다 보조방향표지, 글자크기, 보조방향표지 위치, 출구방향을 무작위로 조합하여 실험을 하여 실험방법에 의한 실험결과에 편의를 최소화하였다.

모든 피실험자에게 동일한 난이도의 안내지명 조건을 유지하였으며, 실험형태와 경로형태를 조합하여 동일한 실험조건에서 동일한 안내지명을 사용하는 데서 오는 반복학습 효과를 방지하였다. 또한 같은 맥락에서 한 접근로에서 동일한 안내지명을 3번 이상 사용하는 것을 금지하였다.

시뮬레이션 실험 이후 피실험자 대상 설문조사를 통해 보조방향표지 평가항목으로 다음과 같은 정량적 평가와 정성적 평가를 병행하였다.

○ 정량적 평가 항목

- 진입에서 진출까지 회전교차로내의 통행시간 측정
- 피실험자가 제시된 바와 동일한 진출로를 선택했는지 평가

2) 회전교차로 내에서 영문의 최소글씨 크기 : 영국(Direction Sign Overload), 최소글씨 산정 방법에 의한 산정

3) 도로표지규칙 제4조제2항 및 [별표3]의 영문작도법

4) 도로표지규칙 제4조제1항 및 [별표2]의 도로표지판, 글자 및 지주의 규격

5) 회전교차로내 30km/h 이하 주행할 때 도로표지 발견, 판독 후 운전행동이 가능한 거리

○ 정성적 평가 항목

- 모든 실험이 끝난 후 회전교차로 보조방향표지가 방향을 찾는데 얼마나 도움이 되는지 피실험자 대상으로 조사
- 표지판 설치 위치(우측부, 교통섬)에 대한 선호도 조사

2) 하드웨어 및 소프트웨어

실험 대상인 회전교차로는 「회전교차로 설계지침」에 규정된 일반적인 1차로형 4지 회전교차로로 선정하였고, Figure 7과 같이 치침에서 제시한 표준도에 맞게 시나리오를 구축하였다. 3D-시뮬레이션 프로그램인 UC-WinRoad Ultimate Ver.50001을 사용하여 실험 환경을 구축하였다.

3) 피실험자 교육

회전교차로 시뮬레이션 실험에 앞서 피실험자 교육을 실시하였으며, 시뮬레이션 실험의 개요와 회전교차로와 로터리의 차이점 및 회전교차로의 원리와 통행방법(회전 차량 우선) 등을 설명하였다.

Figure 7. The simulation environment

회전교차로 실험시 교차로 진입 이전에는 주행속도 50km/h 이하를 유지하고, 교차로 내에서는 주행속도 30km/h 이하로 유지하도록 주지시켰으며, 이는 피실험자들이 동일한 조건에서 실험할 수 있도록 유도한 것이다.

교차로 진입 이전에 방향예고표지와 방향표지의 내용을 인지하고 진출 방향을 사전 인지토록 하여, 실제 회전교차로를 진입하고 해당 출구로 진출하는 과정과 유사한 조건에서 실험하도록 하였다.

또한, 보조방향표지의 인식 여부를 확실히 하기 위해 목적지 방향의 진출 지점에 설치된 보조방향표지의 내용을 확인 후에 최종적으로 해당 출구로 진출하도록 하였다.

실험 결과의 신뢰성을 높이기 위해서는 무엇보다도 시뮬레이터를 실제 차량과 똑같이 운전할 수 있어야 했고, 따라서 시뮬레이터로 인한 변수가 최소화될 수 있도록 시뮬레이터 조작의 숙달을 위해 사전 훈련을 실시하였다. 하지만 사전 훈련시에는 실험목적에 해당되는 보조방향표지가 익숙해지는 것을 막기 위해 회전교차로에 설치된 도로표지를 노출하지 않았다.

또한 실제 실험에 있어서 피실험자가 예측하여 행동하는 것을 방지하기 위해서 피실험자 교육시 도로표지의 설치위치, 표지내용 등 실험 내용에 대한 사항은 고지하지 않아 피실험자가 사전에 인지하지 못하도록 하였다.

IV. 시나리오 및 실험

1. 시나리오

보조방향표지판 형태별, 설치 위치별, 경로 형태별, 글자크기별로 실험결과를 비교할 수 있도록 총 13개의 시나리오를 구성하였다. 시나리오의 구성내용은 Table 3과 같다. 피실험자에게 출발 직전에 각각의 시나리오에 해당되는 특정 목적지(안내지명)를 제시하였고, 실험에 대한 절차는 다음과 같다.

- ① 교차로 진입 전까지 주행, 방향(예고)표지 판독
- ② 교차로 진입 전 양보선에서 일시 정지 (시간 측정 시작)
- ③ 교차로 진입 및 서행
- ④-1 목적지 방향의 보조방향표지 인지 및 진출(성공)
→ 진출방향 횡단보도 통과 직전 시간 측정 후 실험 종료)
- ④-2 제시된 해당 보조방향표지 인식 실패 및 해당 목

Table 3. The scenario

scenario No.	Shape	Location	Route	Legend size
1	A-1	square type	right side	left
2	A-1	square type	right side	right
3	A-2	square type	traffic island	straight
4	A-2	square type	traffic island	left
5	A-3	chevron type	traffic island	left
6	A-3	chevron type	traffic island	left
7	B-1	square type	right side	right
8	B-1	square type	right side	left
9	B-2	square type	traffic island	straight
10	B-2	square type	traffic island	left
11	B-3	chevron type	traffic island	straight
12	B-3	chevron type	traffic island	left
13	B-2	square type	traffic island	U-Turn

적지 진출 실패(실패)

→ 실험 실패 기록 후 실험 종료)

⑤ 다음 시나리오의 실험으로 넘어감

2. 예비실험

본 실험에 앞서 구축된 실험환경의 적합성을 사전에 검토하고, 실험의 효과를 제고하기 위해 예비실험을 실시하였다.

예비실험을 실시한 결과 모든 피실험자들이 실험 후 모니터 저해상도에 따른 표지 시인성의 어려움에 대한 불만족이 많았으며, 운전 조작 장치(Driving Controller)의 과도한 민감도로 인해 핸들조작의 어려움을 호소하였다. 또한, 13개의 시나리오가 각각의 파일로 구성되어 실험하는 데 시간이 과도하게 소요되었다.

예비실험 결과와 도출된 문제점을 개선하기 위하여, 모니터의 해상도를 최적화하여 '20km/h' 이하 속도에서 화면상 표지의 시인성을 확보하였고, 운전조작장치 의 '설정' 항목을 조정하여 핸들 조작이 실제와 최대한 비슷하도록 개선하였다. 그리고 각 시나리오를 한 파일로 묶어서 실험할 수 있도록 프로그램 시나리오를 수정하여 실험시간에 소요되는 시간을 단축하고, 본 실험 전에 운전 연습시간을 충분히 부여하도록 하였다.

3. 본실험

본 실험을 위해 35명의 피실험자를 모집하였고, 예비 실험을 통해 개선된 실험환경을 바탕으로 본 실험을 실시하였다.

본 실험은 총 5일간 진행되었고, 31명의 피실험자를 통해 총 403회의 시나리오 실험이 실시되었으며, 그 중 실제 가장 난이도가 높은⁶⁾ 경로형태로 볼 수 있는 좌회전에 해당하는 186회의 실험결과만이 평균소요시간 분석에 활용되었다. 실험에 포함된 조사항목들은 Table 4

Table 4. Experimental investigation items

Survey Index		Contents
Scenario specification	Route	Right turn, straight, left turn, U-turn (control group)
	Shape	Square type / Chevron type
	Location	Road side / Traffic island
	Legend size	15cm / 20cm
Personal condition	Sex	Male / Female
	Age	- Years old
	Driver career	- Years
	Roundabout experience	Yes / No
Usefulness and preference of sub Destination sign	Usefulness evaluation	1-5 Level
	Installation location preference	Right side / Left side
Driving results	Find route	Success / Fail
	Passed time	- Seconds

Table 5. Legends of each scenario

Scenario No.	Route	Legends
1	B-2	Straight
2	"	Left turn
3	B-3	Straight
4	"	Left turn
5	B-1	Right turn
6	"	Left turn
7	A-1	Left turn
8	"	Right turn
9	A-2	U-Turn
10	"	Left turn
11	"	Straight
12	A-3	Straight
13	"	Left turn

6) 회전교차로의 출구방향 표지관련 연구결과(Sign Information Lead Time in the Circular Roadway), 미국

와 같이 시나리오의 특성, 개인속성, 보조방향표지에 대한 효용도 및 선호도 그리고 주행결과 항목이었다.

Table 5는 실제 실험에 있어 시나리오별로 제시된 실험형태, 경로형태 그리고 안내지명이다. 2지명 보조방향표지의 경우 원거리지명("가흥", "별라")과 근거리지명("나침", "종리")을 교대로 사용하였다.

V. 실험 결과

1. 기초통계

피실험자들은 Figure 8과 같이 여자가 35.5%, 남자가 64.5%로 남성 운전자가 다소 많았으며, 연령별로는 30대(14명)와 40대(13명)가 전체의 피실험자의 87%에 해당하였다.

운전경력으로는 Figure 9와 같이 6-10년과 11-20년 된 운전자가 각각 11명으로 많았고, 회전교차로에 대한 운전경험이 있는 사람이 77.4%로 많은 비중을 차지하였고, 회전교차로 경험이 없는 사람은 22.6% 이었다.

실험 후 보조방향표지 유용성에 대한 설문조사에서 Figure 10과 같이 응답자의 83.9%가 보조방향표지가 유용하다고 응답하여 보조방향표지의 유용성과 필요성을 알 수 있었다.

Figure 8. The sex ratio(left) and age(right) of participants

Figure 9. The driving career(left) and roundabout experience (right) of participants

출구표지의 설치위치에 대한 선호도를 파악한 결과 Figure 11과 같이 응답자의 80.6%가 진행방향의 좌측인 교통섬보다는 진행방향의 우측부에 설치하는 것을 더 선호하는 것으로 나타났다.

보조방향표지의 정량적 평가지표가 될 수 있는 출구진출 성공여부는 Table 6과 같다. 원하는 출구로의 진출 성공률이 97.5%에 달하고, 좌회전 경로만 보더라도 97.3%에 달하여, 보조방향표지가 어떤 형태든지 원하는 출구로 진출하는 데 큰 도움이 된다는 것을 알 수 있었다.

또 하나의 중요한 정량적 평가 기준이 되는 출구 진출시 평균소요시간도 실험형태별, 보조방향표지의 형태별, 설치위치별, 글자크기별로 도출하여 Table 7에 제시하였다.

보조방향표지 실험형태별로는 우측부에 사각형 형태로 설치하는 것과 교통섬에 사각형으로 설치하는 것이 교통섬에 갈매기형으로 설치하는 것에 비해 평균소요시

Figure 10. Usefulness of sub destination sign

Figure 11. Installation location preference of sub Destination sign

Table 6. Number of success or failure

	Total(times)	Left turn(times)
Success	393	181
Failure	10	5
Total	403	186

Table 7. The average time (Unit : second)

Shape	S	C				
Average time	23.58	24.01				
Location	R	T				
Average time	23.52	23.83				
Legend size	15cm	20cm				
Average time	24.91	22.57				
Experimental type	R-S	T-S	T-C			
Average time	23.52	23.65	24.01			
Types	15cm			20cm		
	R	T		R	T	
	S	C	C	S	S	C
Average time	23.87	25.18	25.72	23.17	22.17	22.40

* S : square type, C : chevron type, R : road side, T : traffic island

간이 상대적으로 짧게 나왔다. 보조방향표지 글자크기별 평균소요시간은 글자크기 20cm 가 15cm 에 비해 2.34 초가 차이가 났다.

2. 분석방법

1) 분석방법

분석에 앞서 보조방향표지 설치방안에 대한 평가기준으로 정량적 평가지표로서 '출구진출 성공여부', '출구진출 소요시간'을 그리고 정성적 평가지표로서 '보조방향표지 이용자 효용도', '보조방향표지 설치위치 선호도'를 선정하였다.

(1) 출구진출 성공여부

피실험자가 목적지로의 출구로 진출하지 못하고 지나치는 경우와 경로를 완전히 이탈하여 정상적인 회전교차로 운행형태로 보기 힘든 경우를 실패로 보았다. 하지만 실제 보조방향표지 설치 시 보조방향표지의 형태나 설치방법에 상관없이 출구 진출 성공률이 높아서, 각 변수 항목의 영향력을 판단하는 종속변수로 사용하기에는 무리가 있다고 판단되어 실험의 참고자료로 사용하고 분석자료로는 사용하지 않았다.

(2) 출구진출 소요시간 기준

효과적인 교차로내 운전은 출구로의 진출 시간과 상

당한 관계가 있으며⁷⁾, 운전자가 자신이 나가야 할 안내지명을 해당 보조방향표지로부터 좀 더 효과적으로 인식하고 나아가야 할 출구로 정확하게 나간다면 소요시간이 더 짧아지리라 판단된다.

따라서 출구진출 소요시간은 본 실험에 있어 중요한 정량적 평가기준이며, 인 소요시간에 영향을 미치는 요인과 요인들 간의 상호작용을 분석하기 위해 SAS프로그램의 PROC MIXED를 이용하였다.

본 연구의 경우 성별, 회전교차로 경험 유무, 표지판 형태, 표지판 설치 위치 등 변수항목별로 수집된 자료의 개수가 다른 불균형한 자료이므로, 고정효과(Fixed Effect) 뿐만 아니라 랜덤효과(Random Effect)의 추론이 가능한 PROC MIXED를 사용하였다.

SAS의 PROC MIXED 의 경우 PROC ANOVA나 PROC GLM에 비해 더욱 일반적인 프로시저로서, 자료가 정규분포를 따른다는 가정 하에, 다른 분석방법보다 더 신뢰성이 있는 제한최대우도추정량(Restricted Maximum Likelihood Estimation)이나, 최대우도추정량(Maximum Likelihood Estimation)을 사용하며, 독립변수의 조건에 따른 종속변수에 미치는 영향을 분석한다. 따라서 PROC MIXED는 반복적인 측정을 통한 자료의 분석에 유리하며, 다른 분석방법에 비해 정확한 표준편차나 추정치를 도출할 수 있다.

PROC MIXED를 통해 변수별(글자크기, 표지형태, 설치위치)로 평균소요시간에 유의한 영향을 미치는 인자를 도출하며, 최종적으로 6개의 설치방안 중 상호간의 출구 진출 소요시간을 비교하여 유의하게 영향을 미치는 최적 보조방향표지 설치방안을 도출한다.

(3) 보조방향표지 이용자 효용도 및 보조방향표지 설치위치 선호도

실험 종료 후 피실험자가 느끼는 보조방향표지의 효용도와 보조방향표지 설치위치에 대한 선호도를 조사하여 효과적인 도로표지에 대한 정성적 평가를 병행하였으며, 분석결과를 확인하는 보조적인 평가 참고자료로 활용하였다.

3. 분석결과

각 독립변수 개별적으로 보면 글자크기와 회전교차로 경험변수가 통계적으로 유의하게 나와서, 표지의 글자크

7) 회전교차로의 출구방향 표지관련 연구결과

Table 8. Comparison of independent variables

Category	Experimental conditions	Gap of times (seconds)	Standard Error	Pr > t	95%	
					Lower(s)	Upper(s)
Legend size	15 - 20	3.41	0.8926	0.0002	1.64	5.17
Roundabout experience	Yes - No	-4.21	2.0376	0.0472	-8.37	-0.06
Location	Traffic island-Right side	0.39	0.6399	0.5400	-0.87	1.66
Shape	Square type-Chevron type	-0.30	0.6399	0.6408	-1.56	0.97

□ : Not statistically significant

Table 9. Comparison of legend size

Legend size (cm)	Experimental conditions	Gap of times (seconds)	Standard Error	Pr > t	95%	
					Lower(s)	Upper(s)
15	A - B	-0.38	0.901	0.6731	-2.16	1.40
	A - C	1.69	0.892	0.0608	-0.08	3.45
	B - C	2.07	0.901	0.0232	0.29	3.85
20	D - E	0.64	0.884	0.4678	-1.10	2.39
	D - F	0.88	0.884	0.3204	-0.86	2.63
	E - F	0.24	0.875	0.7862	-1.49	1.97

A : 15cm, square type, traffic island, B : 15cm, chevron type, traffic island, C : 15cm, 사각형, 우측부,

D : 20cm, square type, road side, E : 20cm, chevron type, traffic island, F : 20cm, 사각형, 교통섬

Table 10. Comparison of average time

Types	15cm			20cm		
	A	B	C	D	E	F
Average tiem	28.68	29.06	27.0	26.30	25.66	25.43

A : 15cm, square type, traffic island

B : 15cm, chevron type, traffic island

C : 15cm, square type, road side

D : 20cm, square type, road side

E : 20cm, chevron type, traffic island

F : 20cm, square type, traffic island

기와 회전교차로의 운전 경험이 오히려 보조방향표지의 형태나 설치위치에 비해 Table 8에서와 같이 소요시간에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 9에서, 글자크기 변수는 20cm인 경우가 15cm에 비해 소요시간이 짧기 때문에 표지의 글자크기를 20cm로 하는 것이 운전자가 해당 출구를 더 빨리 인식하게 하는 것으로 판단되며, 회전교차로 운전경험 변수는 경험이 있는 운전자가 경험이 없는 운전자에 비해 출구방향 표지를 더 빨리 인식하는 것으로 나타났다.

보조방향표지의 형태와 표지의 설치위치 변수는 소요시간에 미치는 영향 정도는 통계적으로 유의하지 않는 결과가 나왔기 때문에 운전자로 하여금 표지를 인식하는데 상대적으로 큰 영향을 주지는 않는 것으로 판단된다.

각 독립변수간의 상호작용이 소요시간에 미치는 영향을 알아보기 위해 각 실험조건별로 소요시간 차이를 분

A : 15cm, square type, traffic island
 B : 15cm, chevron type, traffic island
 C : 15cm, square type, road side
 D : 20cm, square type, road side
 E : 20cm, chevron type, traffic island
 F : 20cm, square type, traffic island

Figure 12. Comparison of average time of experimental conditions

석하였으며, Table 10 및 Figure 12와 같다.

글자크기가 15cm일 경우 표지판이 사각형이며, 교통섬에 설치되었을 때(A)와 사각형이며 우측부에 설치되었을 때(C) 두 조건 간에 통계적으로 유의한 차이가 있으며, 우측부의 사각형 형태(C)가 교통섬의 사각형(A)보다 효과적인 것으로 나타났다.

또한 교통섬의 갈매기형(B)과 우측부의 사각형(C) 사이에도 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 우측부의 사각형 형태(C)가 교통섬의 갈매기형(B)보다 효과적인

Table 11. Comparison of average time

Experimental conditions	Gap of times (seconds)	Standard Error	Pr > t	95%	
				Lower (sec)	Upper (sec)
B - E	3.41	0.8926	0.0002	1.64	5.17

B : 15cm, chevron type, traffic island

E : 20cm, chevron type, traffic island

것으로 나타났다.

교통섬에 갈매기형으로 설치된 경우를 비교하면 Table 11에서와 같이 15cm일 경우(B)와 20cm일 경우(E)에 3.41초라는 유의한 차이가 있으므로 교통섬에 갈매기형으로 설치할 경우 15cm보다 20cm로 설치하는 것이 운전자 표지를 인식하는 데 더 효과적임을 나타내는 결과이다.

VI. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 국내 회전교차로의 도로표지 설치 기준을 실험을 통해 도출하고자 하였다. 분석 결과에 따르면 예상한 것과 같이 글씨크기가 보조방향표지 인식에 유의하게 영향을 미치는 변수로 나왔으며, 글자크기는 15cm이상, 우측부에 사각형 형태로 설치하는 것이 적합한 것으로 나타났다.

보조방향표지 설치위치에 대한 선호도 조사에서 출구 좌측인 교통섬에 설치하는 것보다 출구의 우측부에 설치하는 것을 선호하는 사람이 80.6%에 달하여, 분석결과를 통한 설계원칙이 운전자들이 원하는 방법임을 알 수 있었다.

하지만, 실제 보조방향표지를 설치하고자 하는 회전교차로에 기존의 시설이나, 가로수 및 기타 교통안전시설 등 시인성에 방해가 되는 시설이 존재하여, 우측부에 보조방향표지 설치가 불가할 경우가 있으리라 예상되며, 이 경우에는 교통섬에 설치할 수 있다.

교통섬에 설치할 경우 표지판 형태에 따라서 소요시간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 교통섬에 갈매기형으로 설치할 경우는 15cm 보다 20cm가 효과적인 것으로 소요시간 차원에서 유의성 있는 차이를 나타냈다.

따라서 보조방향표지는 Table 12와 같이 글자크기가 15cm인 사각형 형태의 표지를 출구의 오른쪽 길 옆 즉, 우측부에 설치하는 것을 원칙으로 하되 설치가 불가능할 때는 교통섬에 설치할 수 있다.

또한 운전자의 회전교차로에 대한 경험 유무가 출구 진출소요시간에 유의한 영향을 미치므로, 보조방향표지

Table 12. The standard sub Destination signs in roundabout

Category	Standard	Impossible following standard
Legend size	Over 15cm	Over 20cm
Shape	Square type	Chevron type
Location	Road side	Traffic island

의 설치도 중요하지만 회전교차로에 대한 교육 및 홍보가 필요하다고 판단된다.

본 연구의 대상은 일반적인 형태의 회전교차로였지만, 실제 설치 대상이 될 회전교차로는 그 규모나 형태가 다양하고, 특수한 형태도 있으므로 도출된 새로운 보조방향표지를 직접 적용할 경우 예상치 못한 사안들이 발생할 수 있다.

따라서 현재 설치된 회전교차로 중 대상지를 선정하여, 선정된 회전교차로에 새로운 보조방향표지를 설치하고, 중장기적으로 모니터링을 할 필요가 있다. 이를 통해 보조방향표지의 도입 전과 도입 후를 비교하여 보조방향표지의 효과 분석을 실시하고, 보조방향표지를 실제 적용할 때 혹은 적용한 후 발생가능한 문제점들을 확인토록 해야 한다. 또한 통행하는 운전자들을 대상으로 설문조사를 실시하여 보조방향표지의 설치에 대해 운전자들이 어떻게 생각하는지를 파악할 것이며, 수렴된 운전자의 의견은 추가적인 연구나 실험을 통해 피드백을 할 필요가 있다.

REFERENCES

- Chong K. S. (2008), The Construction of U-Transportation for Green Growth, Transportation Technology and Policy, Vol.5, No.4.
- Chong K. S., Lee Y. I. (2010), A Study on the Proper Position of Guide Sign for Bikeway in Korea, J. Korean Soc. Transp., Vol.28, No.6, Korean Society of Transportation, pp.99-108.
- Federal Highway Administration (2009), Manual on Uniform Traffic Control Devices(MUTCD), pp.157-163.
- Government of Canada (2008), Roundabout Rules of the Road.
- <http://www.americansinfrance.net/driving/SelectedRoadSigns.cfm>
- Inman Vaughan W., Katz Bryan J., Hanscom Fred R. (2005), Navigation Signing for Roundabouts.

- Lee I. S. (2009), Evaluation of Main Factors Affecting on the Legibility of One-Syllable Korean Characters and Numbers, The Ergonomics of Korea, Vol.28, No.4, pp.1-7.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2008), Road Sign Regulation.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2011), Design Guideline for Roundabout.
- Overall John E. (1999), Problematic Formulations of SAS PROC.MIXED Models for Repeated Measurements, J. Biopharm. Estat., Vol.9, No.1, pp.189-216.
- RWBA (2000), Symbole der Richtlinien für die Wegweisende Beschilderung außerhalb von Autobahnen
- Wang J. (1997), Using SAS PROC MIXED to Demystify the Hierarchical Linear Model, J. Exp. Educ., Vol.66, No.1, pp.84-93.
- Weber P. (2005), Internationally Recognized Roundabout Signs, National Roundabout Conference.

✉ 주 작 성 자 : 정규수
✉ 교 신 저 자 : 정규수
✉ 논문투고일 : 2012. 2. 17
✉ 논문심사일 : 2012. 3. 27 (1차)
2012. 6. 27 (2차)
2012. 7. 23 (3차)
✉ 심사판정일 : 2012. 7. 23
✉ 반론접수기한 : 2013. 2. 28
✉ 3인 익명 심사필
✉ 1인 abstract 교정필