

데이터기반 행정으로 국민의 삶의 질을 개선하라!  
데이터십 해커톤

## 분석결과 보고서

청주시 최적유형의 회전교차로 전환 적지 선정

씨에스리 컨소시엄

CSLEE 한국생산성본부 kpc

## 목 차

1. 분석 개요 .....	1
가. 분석 배경 및 개요 .....	1
나. 분석 목적 및 방향 .....	6
다. 분석 결과 활용 방안 .....	7
2. 분석 데이터 .....	9
가. 분석 데이터 목록 .....	9
나. 분석 데이터 제공기관 .....	10
다. 데이터 상세 설명 .....	11
라. 데이터 정제 .....	12
3. 분석 프로세스 .....	19
가. 분석 프로세스 .....	19
나. 분석 내용 및 방법 .....	20
4. 교통사고 건수 분석결과 .....	31
가. 회전교차로 전환 시 교통사고 건수 감소 교차로 .....	31
나. 회전교차로 전환 시 교통사고 건수 증가 교차로 .....	32
5. 활용 방안 .....	33
가. 문제점 개선 방안 .....	33
나. 업무 활용 방안 .....	34

## 표 목 차

<표 1-1> 행정안전부 회전교차로 사업 장기 계획 .....	4
<표 2-1> 분석 데이터 목록 .....	9
<표 2-3> 분석 데이터 제공기관 목록 .....	10

## 그림목차

[그림 1-1] OECD 자동차 1만 대당 교통사고 건수 현황 .....	1
[그림 1-2] 2019년 도로형태별 교통사고 비중 .....	1
[그림 1-3] 16~19년 단일로, 교차로 교통사고 건수 비교 .....	2
[그림 1-4] 회전교차로 129개소 설치 후 교통사고 분석 결과 .....	2
[그림 1-5] 전국 시군구 교통안전지수 최하위인 청주 .....	3
[그림 1-6] 전국 시군구 도로환경지수 최하위인 청주 .....	3
[그림 1-7] Data Process Flowchart .....	5
[그림 1-8] 공공 빅데이터 표준분석모델 메뉴얼 .....	7
[그림 1-9] 청주시 일반 교차로 사고위험도 산출 .....	8
[그림 1-10] 회전교차로 전환 후 사고위험도 예측 .....	8
[그림 2-1] 데이터 제공처와 사용처 .....	11
[그림 2-2] 전국 교통안전지수 데이터 .....	12
[그림 2-3] 청주시 연도별 사고데이터 추출 .....	13
[그림 2-4] 다울 주소전환을 통한 위·경도 획득 .....	14
[그림 2-5] 청주시 일반교차로 교통량 .....	15
[그림 2-6] 일반교차로 방향별 통행량 .....	15
[그림 2-7] 전국 회전교차로 데이터 .....	16
[그림 2-8] 청주시 일반교차로 사고빈도 및 사상자 추출 .....	16
[그림 2-9] 청주시 읍면동 도로 평균속도 추출 .....	17
[그림 2-10] 청주시 일반교차로 반경 스쿨존 여부 추출 .....	17
[그림 2-11] 청주시 일반교차로 반경 cctv 여부 추출 .....	18
[그림 3-1] 정제 데이터 셋의 변수별 상관관계 히트맵 .....	20
[그림 3-2] 정제 데이터 셋의 교차로 부근 현황 .....	21
[그림 3-3] 신호등 여부에 따른 사고건수 .....	21
[그림 3-4] 스쿨존 여부에 따른 사고건수 .....	21
[그림 3-5] cctv 여부에 따른 사고건수 .....	22
[그림 3-6] 교차로 차선별 사고건수 .....	22
[그림 3-7] 회전교차로 여부에 따른 사고건수 .....	23

[그림 3-8] 설명변수의 분산팽창요인 추출 .....	24
[그림 3-9] 회귀모델의 더빈-왓슨 검정 결과 .....	24
[그림 3-10] Residual vs Fitted value plot .....	25
[그림 3-11] 회귀모델의 브루시-페이전 검정결과 .....	25
[그림 3-12] 표준화 잔차의 Q-Q plot .....	26
[그림 3-13] 표준화 잔차에 대한 샤피로 검정 결과 .....	26
[그림 3-14] Stepwise 방법을 사용하기 위한 $t$ -statics 산출 ..	27
[그림 3-15] Stepwise 방법을 사용하여 얻은 회귀 모델 .....	27
[그림 3-16] 모든 변수에 대해 랜덤포레스트로 구한 변수 중요도 .....	28
[그림 3-17] 회귀분석을 통해 얻은 변수로 구현한 랜덤포레스트 모델 .....	29
[그림 3-18] 구현한 랜덤포레스트의 변수 중요도 .....	29
[그림 3-19] 분석은 통해 얻은 적지순위점수 .....	30
[그림 4-1] 회전교차로 전환 적지 TOP 10 .....	31
[그림 4-2] 회전교차로 전환 적지 BOTTOM 10 .....	32
[그림 5-1] 회전교차로 통행 방법 .....	33
[그림 5-2] 공공 빅데이터 표준분석모델 메뉴얼 .....	34

## 1. 분석 개요

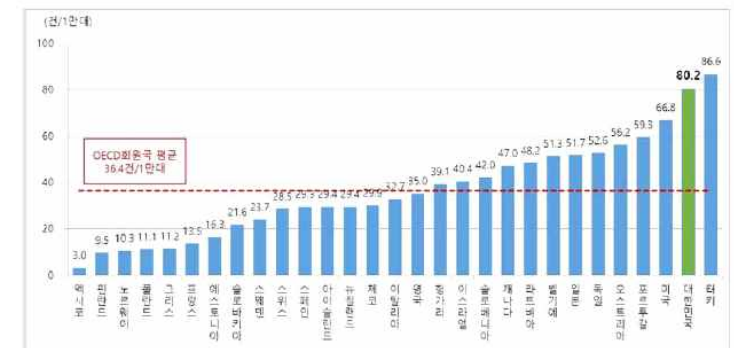
### 가. 분석 배경 및 개요

#### 1) 분석 배경

##### (1) 회전교차로의 필요성

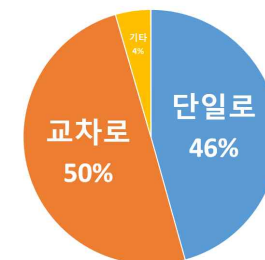
- OECD 회원국의 교통사고 비교 자료(2017년 기준)에 따르면 한국은 자동차 1만대당 교통사고건수(80.2)는 OECD 평균의 2배(35개국 중 34위)

[OECD 국가의 자동차 1만대당 교통사고 건수 현황]



[그림 1-1] OECD 자동차 1만 대당 교통사고 건수 현황<sup>1)</sup>

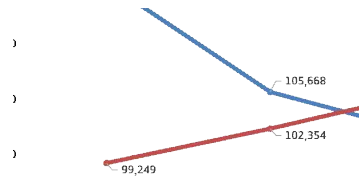
- 2019년 도로형태별 교통사고 자료에 따르면 전체 교통사고 중에 교차로 교통사고의 비중이 가장 많으며 단일로 교통사고는 줄어들고 있는 반면에 교차로 교통사고는 늘어나는 추세



[그림 1-2] 2019년 도로형태별 교통사고 비중<sup>2)</sup>

1) OECD stat, 2017

2) TAAS 도로형태별 교통사고, 2019



[그림 1-3] 16~19 년 단일로, 교차로 교통사고 건수 비교

## (2) 회전교차로의 효과(한국과 해외)

- 행정안전부는 2010년부터 회전교차로를 설치해 2017년까지 484개소 설치
  - ↳ 설치 전 교통사고 사상자수 147명 → 설치 후 73명 (50.3% 감소)
  - ↳ 설치 전 사망자, 중상자수 44명 → 설치 후 16명 (63.6% 감소)

147



[그림 1-4] 회전교차로 129 개소 설치 후 교통사고 분석 결과

- 2018년 14개소, 2019년 71개소 추가 설치 등 지속적으로 확대할 계획임<sup>3)</sup>
- 국내 회전교차로 설치 후 가장 우수한 효과를 낸 곳은 부산 강서구 명지오션시티 앞 교차로와 충남 아산시 온양관광호텔 앞 교차로임
  - ↳ 부산 강서구 명지오션시티 앞 교차로 교통사고 건수(6건 → 0건)
  - ↳ 충남 아산시 온양관광호텔 앞 교차로 교통사고 건수(4건 → 1건)
- 2020년 4월 9일, 국토교통부 장관은 제 103회 국정현안점검조정회의에서 「2020년 교통사고 사망자 줄이기 대책」을 발표하며 교통사고 사망자 제로 도시가 3개 이상 나올 수 있도록 지자체와 협력하여 노력해 나갈 계획이라고 밝힘

- EDA 결과, 청주시는 전국에서 교통안전지수, 도로환경지수 최하위권



[그림 1-5] 전국 시군구 교통안전지수 최하위인 청주 [도로교통공단]



[그림 1-6] 전국 시군구 도로환경지수 최하위인 청주 [도로교통공단]

3) 행정안전부 안전개선과 보도자료 『로터리 없애고 회전교차로 설치 대폭 확대한다』 2018.10.24

- 대한민국 정부에서 발표한 제 5차 국토종합계획 2040에 회전교차로 관련 부분이 미흡하고, 청주시는 2030도시기본계획 118p “CT 전략산업지역 조성에 따른 관광객 증가에 대비해 내덕 7거리 회전교차로 및 환승터미널 도입 검토”만 언급하면서 회전교차로 설치에 대해 미흡하다고 판단<sup>4)</sup>
  - ↳ 전국적으로 회전교차로에 대해 미흡한 점을 확인
  - ↳ 교통안전지수 최하위인 청주시에 회전교차로를 설치해 도로환경을 개선

### (3) 회전교차로 적지 선정의 필요성

- 2017년 회전교차로 개선 사업 자료에 따르면 17년 회전교차로 사업비는 32억이며<sup>5)</sup>, 20년 사업비는 100억으로 약 3배 늘었지만 예산은 제한됨<sup>6)</sup>
- 청주시 남이면 팔봉사거리 회전교차로 1개소 기준 총 5억 2천만원 투입<sup>7)</sup> (국비 1억 4천만원, 시비 3억 8천만원)

(단위 : 개소, 억원)

구분	사업규모		'10~'17년 까지		'17년 계획		'18년 이후	
	사업량	사업비	사업량	사업비	사업량	사업비	사업량	사업비
회전교차로	1,592	2,166	461	565	23	32	1,108	1,569

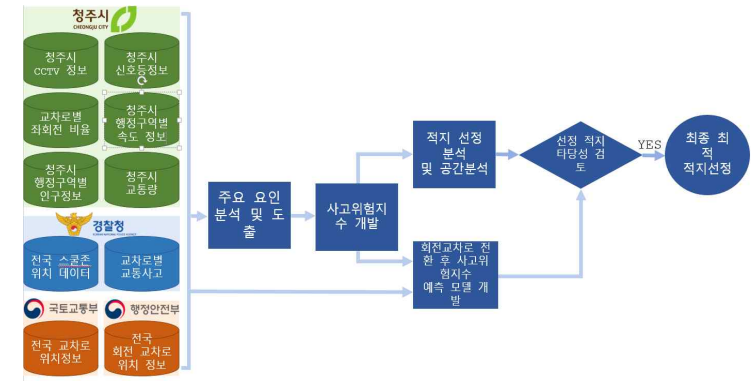
<표 1-1> 행정안전부 회전교차로 사업 장기 계획

- 회전교차로를 무분별하게 설치하면 역효과가 나타날 수 있음
  - ↳ 부안군 장기오거리 회전교차로: 3억 6,500만원 투입, 부적합한 위치 및 기형적 구조 설치로 인하여 오히려 사고율 증가<sup>8)</sup>
  - ↳ 공주시 버드나무길 회전교차로: 4억 3,800만원 투입, 첨두시 교통량 미 고려로 인한 출퇴근 시간대 오히려 차량 정체 심화<sup>9)</sup>
  - ↳ 진주시 진성IC 회전교차로: 5억 6160만원 투입, 평소 교통사고 건수 미비 함(5년간 1건)에도 불구하고 설치 강행, 예산 낭비 논란<sup>10)</sup>
  - ↳ 금산군 중도오거리 회전교차로 : 교통량 미반영 결과, 금산 시내 네거리 회전교차로 4곳 중 중도오거리에서만 교통사고 집중 발생<sup>11)</sup>

- ❖ 위 사례에서 볼 수 있듯 회전교차로 적지선정 분석모델 필요
- ❖ 도로교통연구원 연구진 인터뷰 결과 현재 사용 중인 회전교차로 적지선정 분석모델이 없으며 각 지자체에선 대부분 분석 없이 회전교차로 설치

### 2) 분석 개요

- 과거 청주시 교차로에서의 교통사고 현황분석을 통해 교차로 교통사고에 영향을 미치는 특성을 활용해 교차로 교통사고 위험도 지수 생성 및 산출
- 현재 설치된 회전교차로의 정보 데이터를 사용하여 교통사고 위험도 예측 모델 개발
- 현재의 회전교차로 데이터를 사용하여 얻은 예측 모델로 일반교차로에 대한 비교를 실시
- 사고위험도 예측 모델을 활용하여 청주시 교차로 중 회전교차로 설치 시 교통사고 발생 위험을 효과적으로 낮추는 적지 선정



[그림 1-7] Data Process Flowchart

4) 청주시청 『2030년 청주도시기본계획 일부변경 부문별 계획(변경)』

5) 행정안전부 안전개선과 『17년 회전교차로 사업』 2017.11.01

6) 행정안전부 안전개선과 담당자 2020.08.14

7) 청주시청 지역개발과 도로안전팀 『남이 팔봉사거리 회전교차로 설치사업 착공』 2019.06.02

8) 금산중앙신문 『“문제있다”VS“없다”...여러분이 보시기엔 어떻습니까?』 장성수 기자 2017.09.20

9) 파워뉴스 『교통사고 부추기는 회전교차로.... 예산 낭비 ‘비난’』 이창선 기자 2017.07.24

10) 진주신문 『5년간 사고 건수 1건, 진성IC 회전교차로 공사 ‘왜?’』 최하늘 기자 2019.12.04

11) 금산중앙신문 『교통체증 가중시키는 회전교차로?』 장성수 기자 2017.09.20

## 나. 분석 목적 및 방향

### 1) 분석 목적

- ☐ 청주시 교통사고 및 교통체증을 감소시키기 위해 연도별 일반 교차로의 사고위험도를 산출하여 회전교차로 전환이 필요한 적지 선정

### 2) 분석 방향

- ☐ 변수별 상관관계 분석을 통해 교통사고 주요 요인 파악
- ☐ 회귀분석을 통한 교차로의 교통사고건수에 유의미한 영향을 미치는 인자 확인  
(과거 교통사고 사례들의 분석을 통해 주요인자, 교통사고 발생건수와 심각도에 대한 회귀분석 실시)
- ☐ 현재 교차로 및 교통관련 데이터를 바탕으로 일반 교차로의 사고위험도를 계산하고 회전교차로 전환 시 교통사고 건수 예측
- ☐ 교통사고 위험도 지수와 회전교차로 전환 시 교통사고 건수에 대해 가중치를 부여하고 적지순위점수를 산정
- ☐ 적지순위점수를 기반으로 한 적지 선정의 타당성을 검토

## 다. 분석 결과 활용 방안

### 1) 표준분석모델 구축

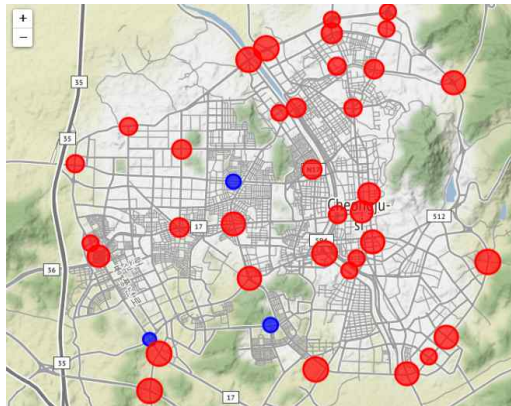
- ☐ 청주시의 분석 모델을 통해 효과성을 입증한 후 전국으로 확대하여 회전교차로 최적 입지 선정 표준 모델 구축 가능



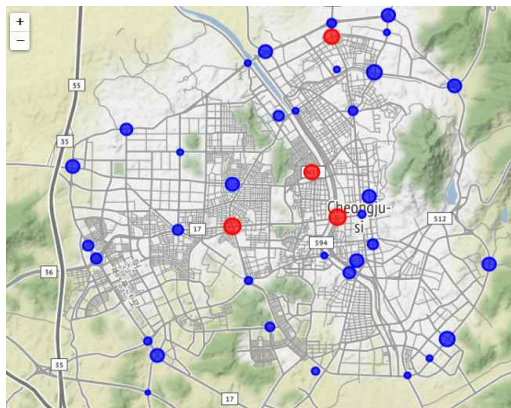
[그림 1-8] 공공 빅데이터 표준분석모델 매뉴얼

## 2) 데이터 기반의 정책 홍보 가능

- ☐ 데이터 기반의 분석모형을 사용함으로써 정책시행에서 보다 능동적으로 대응할 수 있음
- ☐ 회전교차로 전환 시 민원 등과 함께 고려하여 적지를 선정하고 이에 대한 운영 효과 분석을 통해 전환 후 기대 효과를 산출



[그림 1-9] 청주시 일반 교차로 사고위험도 산출



[그림 1-10] 회전교차로 전환 후 사고위험도 예측

## 2. 분석 데이터

### 가. 분석 데이터 목록

- ☐ 분석에 활용할 데이터는 모두 공공 데이터임

<표 2-1> 분석 데이터 목록

	데이터	주요필드	속성
1	전국 지자체별 교통안전지수 데이터	교통안전지수, 도로환경지수 등	정형
2	시군구별 자동차 등록대수	시군구별 자동차 등록대수	정형
3	시군구별 인구수(주민등록)	시군구별 인구수	정형
4	전국 회전교차로 데이터	회전교차로 명, 위도, 경도 등	정형
5	청주시 교차로 데이터	교차로 명, 차로별 교통량, 좌회전 비율, 위도, 경도	정형
6	전국 교통사고 데이터	사고지점(위도 및 경도), 사고형태, 부상상태, 사고유형, 교통위반사항	정형
7	전국 CCTV 데이터	위도, 경도, 제한속도, 도로명	정형
8	전국 School Zone	위도, 경도	정형
9	청주시 신호등 데이터	도로명주소, 위도, 경도	정형
10	청주시 읍면동 통행속도	일평균 읍면동 통행속도, 첨두시 읍면동 통행속도	정형
11	청주시 읍면동 일평균 차종별 교통량	청주시 읍면동 일평균 버스 교통량, 청주시 읍면동 일평균 트럭 교통량, 청주시 읍면동 일평균 승용차 교통량	정형

## 나. 분석 데이터 제공기관

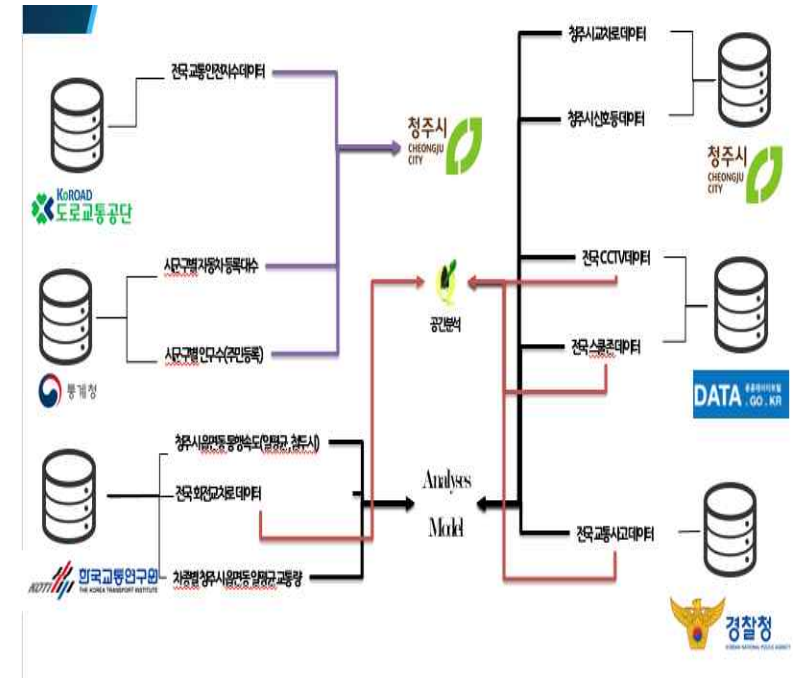
- 분석 데이터 제공기관: 도로교통공단, 통계청, 한국교통연구원, 청주시 교통정보센터, 경찰청, 공공데이터포털

<표 2-2> 분석 데이터 제공기관 목록

	데이터	제공기관
1	전국 지자체별 교통안전지수 데이터	도로교통공단
2	시군구별 자동차 등록대수	통계청
3	시군구별 인구수(주민등록)	통계청
4	전국 회전교차로 데이터	통계청
5	청주시 교차로 데이터	청주시 교통정보센터
6	전국 교통사고 데이터	경찰청
7	전국 CCTV 데이터	공공데이터 포털
8	전국 School Zone	경찰청
9	청주시 신호등 데이터	공공데이터포털
10	청주시 읍면동 통행속도	한국교통연구원
11	청주시 읍면동 일평균 차종별 교통량	한국교통연구원

## 다. 데이터 상세 설명

- 분석 데이터 제공기관: 도로교통공단, 통계청, 한국교통연구원, 청주시 교통정보센터, 경찰청, 공공데이터포털



[그림 2-1] 데이터 제공처와 사용처



## 라. 데이터 정제

### 1) 전국 사고현황 탐색적 데이터분석(EDA)을 위한 데이터 정제

#### □ 전국 교통 안전지수 데이터

2018년 전국 기초자치단체별 교통안전지수(2018년) 보고서에 있는 데이터를 엑셀을 활용하여 가공 및 정제

SIG_CD	SIG_ENG_NM	시군구	구분	교통안전지수	도로환경 지수	자동차등록대수	인구수
0	11110	Jongno-gu	종로구 서울	77.67	80.77	102569	153065
1	11140	Jung-gu	서울중구 서울	71.06	73.32	104849	125725
2	11170	Yongsan-gu	용산구 서울	77.69	77.88	25775	228999
3	11200	Seongdong-gu	성동구 서울	81.56	84.08	75869	308221
4	11215	Gwangjin-gu	광진구 서울	80.78	83.15	13855	355559
...	...	...	...	...	...	...	...
224	48870	Hamyang-gun	함양군 경남	81.72	81.31	19740	40044
225	48880	Geochang-gun	거창군 경남	82.82	83.81	107282	62455
226	48890	Hapcheon-gun	합천군 경남	82.31	84.88	23812	45916
227	50110	Jeju-si	제주시 제주	74.58	70.42	59569	485946
228	50130	Seogwipo-si	서귀포시 제주	72.28	61.28	73285	181245

[그림 2-2] 전국 교통안전지수 데이터

#### □ 전국 인구 데이터

통계청의 기초자치단체별 인구수 통계자료 활용 후 안전지수와 결합

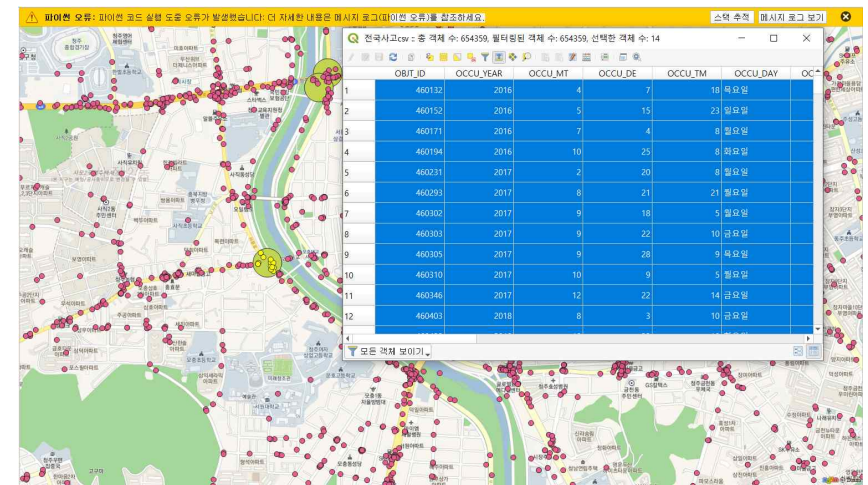
#### □ 전국 자동차 보유 데이터

통계청의 기초자치단체별 인구수 통계자료 활용 후 안전지수와 결합

### 2) 분석 데이터 생성을 위한 데이터 정제

#### □ 전국 사고 데이터

교통사고 분석 시스템(TAAS)에서 연도별 데이터를 모은 후 병합하고  
전국 사고 중 청주시 데이터만 추출



[그림 2-3] 청주시 연도별 사고데이터 추출

## □ 전국 신호등 데이터

도로명 주소를 다올 주소전환 사이트를 통해 셀레니움 기법을 활용하여 위도와 경도 데이터를 획득



[그림 2-4] 다올 주소전환을 통한 위·경도 획득

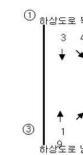
## □ 청주시 교차로 데이터

보고서 형식의 데이터를 데이터프레임으로 정제한 후 각 도로별 좌회전 비율 산출

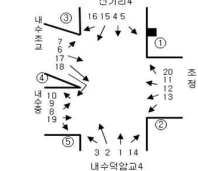
교통량집계표														
교차로번호 : 23					조사일 : 2017년 09월 07일									
교차로명 : 사천교4					날씨 : 맑음									
시간	차종	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계
08:00 ~	대형	90	0	87	2	4	2	2	4	4	6	0	5	206
	소형	1,130	21	1,046	65	65	61	105	205	195	100	4	105	3,102
09:00	PCU	1,310	21	1,220	69	73	65	109	213	203	112	4	115	3,514
13:00 ~	대형	45	0	50	0	0	4	0	2	0	0	0	2	103
	소형	767	18	824	47	38	44	43	130	162	47	4	75	2,199
14:00	PCU	857	18	924	47	38	52	43	134	162	47	4	79	2,405
18:00 ~	대형	94	0	119	4	4	6	2	3	4	1	0	4	241
	소형	1,008	23	1,186	89	89	54	77	177	218	79	5	99	3,104
19:00	PCU	1,196	23	1,424	97	97	66	81	183	226	81	5	107	3,586

[그림 2-5] 청주시 일반교차로 교통량

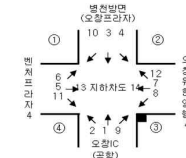
서문교하상도로3,문의IC3,북의육수3



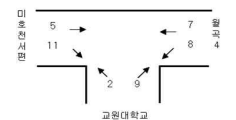
내수만남의광장5



오창자하차도4



강내합면3, 강외서면,가덕지구대3



[그림 2-6] 일반교차로 방향별 통행량

## □ 전국 회전교차로 데이터

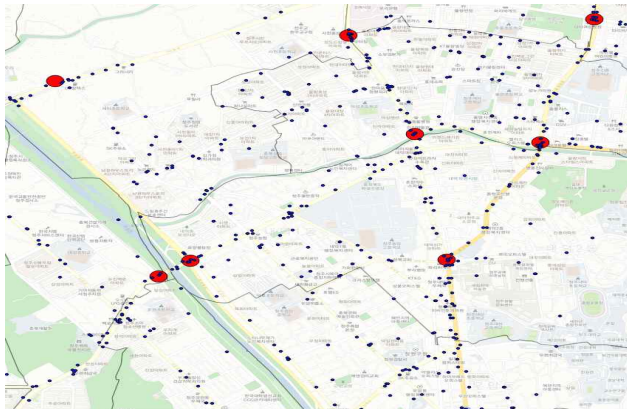
Pivot\_table type을 DataFrame type으로 변환 후 오류값 정제

교차로명	시도	시군구	도로명	기타주소	도로등급	시행청	준공연도	교차로 유형	회전교차로 유형
강남운전면허시험장 앞	서울특별시	강남구	태해로1	38	특별시도	지자체	2005 3지		1차로형
세곡리엔파크 1단지 앞	서울특별시	강남구	현릉로590	100	구도	서울주택도시공사	2012 3지		소형
강일리버파크1단지	서울특별시	강동구	아리수로9	25	구도	서울주택도시공사	2009 2지		2차로형
서원마을입구	서울특별시	강동구	올림픽로	936	구도	행정안전부	2012 5지		1차로형
강변그대가A교차로	서울특별시	강동구	올림픽로8	55	구도	행정안전부	2013 (2012 이 월)	4지	1차로형
암사역입구교차로	서울특별시	강동구	상암로	2	구도	행정안전부	2013 (2012 이 월)	4지	1차로형
고덕래미안힐스테이트 1	서울특별시	강동구	고덕동	672	구도	민간사업자	2017 4지		소형
고덕래미안힐스테이트 2	서울특별시	강동구	고덕동	671	구도	민간사업자	2017 4지		소형
우이동공강	서울특별시	강북구	삼암로	685	특별시도	지자체	2017 5지		1차로형
마곡역별리1단지 101동앞	서울특별시	강서구	마곡서1로	131	구도	서울주택도시공사	2015 4지		1차로형

[그림 2-7] 전국 회전교차로 데이터

## □ 데이터 셋 생성 ① (청주 교차로 데이터 + 전국 사고 데이터)

Q-GIS를 통해 교차로의 위치에 반경 100m로 버퍼 변환 후 사고 빈도 및 사상자의 수 추출

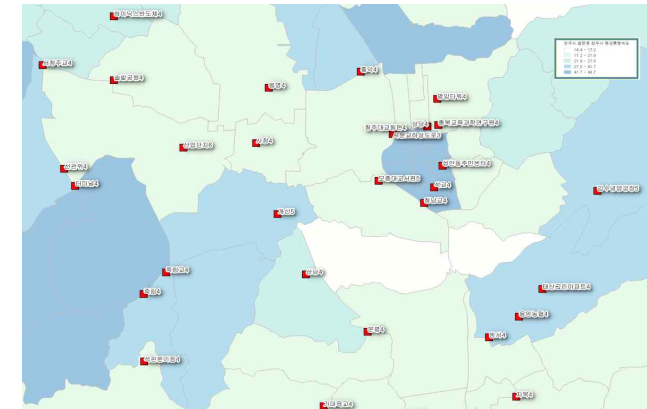


[그림 2-8] 청주시 일반교차로 사고빈도 및 사상자 추출

## □ 데이터 셋 생성 ②

(청주시 읍면동 통행속도 데이터+청주 교차로 데이터)

Q-GIS를 이용하여 청주시 교차로 위치 데이터를 반환 후 이에 해당하는 읍면동에 위치한 도로의 평균 속도와 첨두시 속도를 읍면동 평균속도와 첨두시 속도로 일반화



[그림 2-9] 청주시 읍면동 도로 평균속도 추출

## □ 데이터 셋 생성 ③ (전국 스쿨존 위치 데이터 + 청주 교차로 데이터)

Q-GIS를 통해 교차로의 위치에 반경 100m로 버퍼 설정 후 스쿨존과 겹치는 곳을 파악



[그림 2-10] 청주시 일반교차로 반경 스쿨존 여부 추출

## □ 데이터 셋 생성 ④ (전국 cctv 표준 데이터 + 청주 교차로 데이터)

Q-GIS를 통해 교차로의 위치에 반경 100m로 버퍼 변환 후 해당 도로 CCTV 여부 파악



[그림 2-11] 청주시 일반교차로 반경 cctv 여부 추출

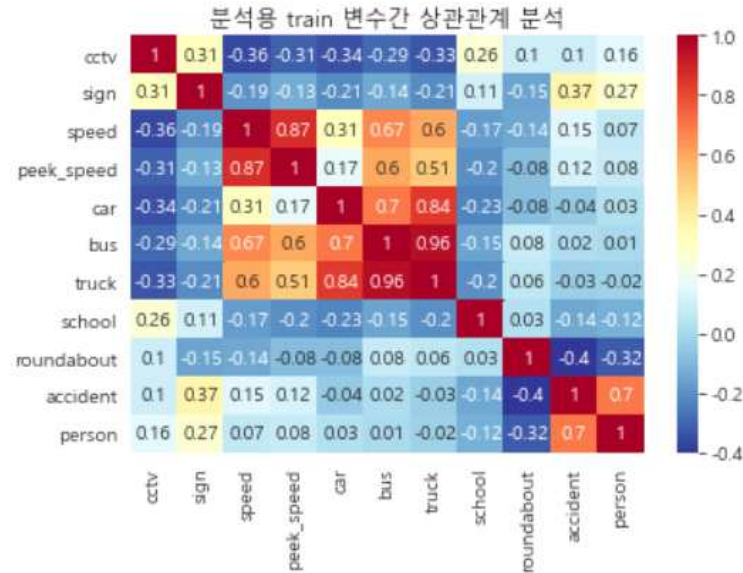
## 3. 분석 프로세스

## 가. 분석 프로세스

- 정제된 데이터 셋의 교차로 명에 대해 교통사고 건수를 반응변수로 하여 교차로의 교통상황 변수를 이용하여 선형·비선형 모델 구축
- 선형모델로 선형회귀모델, 비선형모델로 랜덤 포레스트 회귀모델을 선택하여 교통사고건수 예측
- 각 모델 선택에 대한 근거는 교통상황변수의 유의성 및 중요도를 산출하기 위함
- 회귀분석을 통해 변수별 교통사고 건수에 유의미한 영향을 미치는 변수 파악
- 랜덤 포레스트를 통해 의사결정 트리 구축에서 중요하게 작용하는 변수 파악

## 나. 분석 내용 및 방법

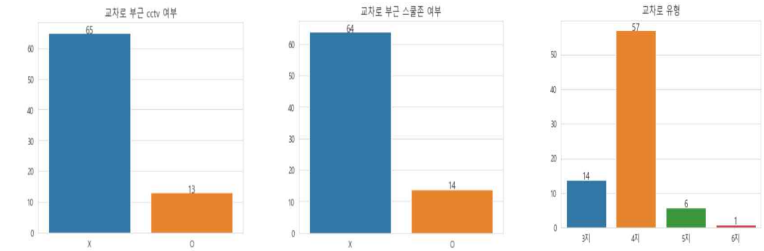
□ 정제된 데이터 셋의 변수별 상관관계 파악



[그림 3-1] 정제 데이터 셋의 변수별 상관관계 히트맵

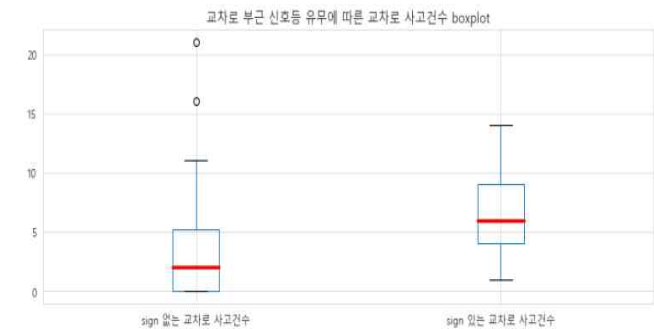
↳ 청주시 읍면동의 평균통행속도와 청주시 평균통행속도가 상관관계가 높으며, 읍면동 통행량이 차종별로 상관관계가 높은 것으로 나타남

□ 기초통계 분석을 통해 변수간의 관계를 파악

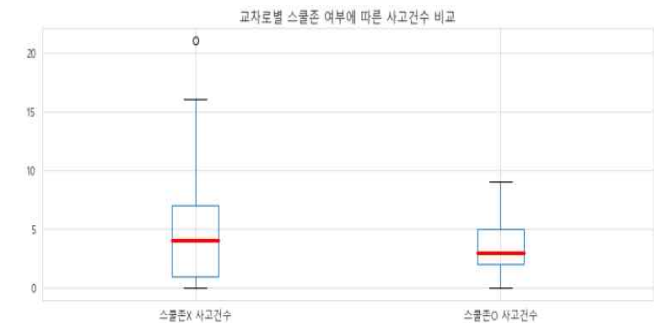


[그림 3-2] 정제 데이터 셋의 교차로 부근 현황

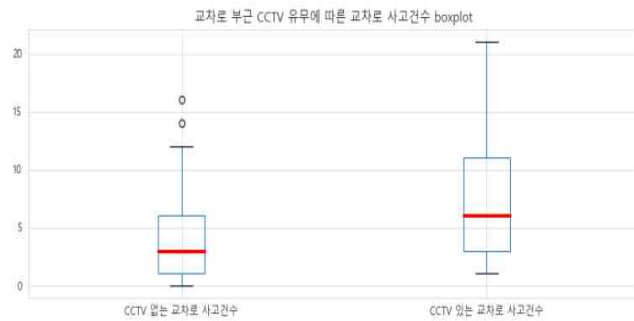
↳ 과속 단속 CCTV와 스쿨존 여부, 교차로 유형이 불균형함을 보임



[그림 3-3] 신호등 여부에 따른 사고건수

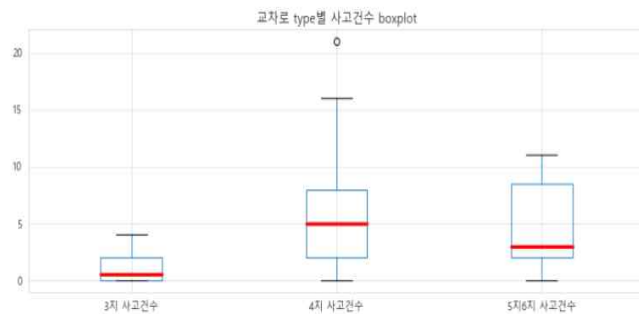


[그림 3-4] 스쿨존 여부에 따른 사고건수



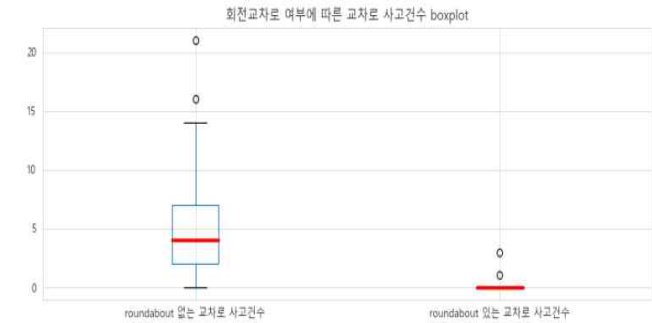
[그림 3-5] cctv 여부에 따른 사고건수

- ↳ 교차로 인근 100m의 신호등, 스쿨존, 과속단속 cctv 여부에 따른 사고건수를 Box-plot으로 표현하여 확인하였음



[그림 3-6] 교차로 차선별 사고건수

- ↳ 일반교차로의 차선별 사고건수에 대해 Box-plot으로 확인한 결과 차선에 따라 사고건수의 차이가 있을 것이라고 예상할 수 있음



[그림 3-7] 회전교차로 여부에 따른 사고건수

- ↳ 회전교차로의 여부에 따라 사고건수가 큰 차이를 보임



□ 모든 변수를 사용하여 회귀분석 실시

□ 회귀분석의 4가지 가정인 설명변수의 독립성, 오차의 등분산성, 자기상관성, 정규성이 위배되는지 파악

	GVIF	Df	GVIF^(1/(2*Df))
cctv	1.159523	1	1.076811
sign	1.253872	1	1.119764
scale_speed	5.138227	1	2.266766
scale_peek	2.625566	1	1.620360
scale_car	17.531076	1	4.187013
scale_bus	29.428628	1	5.424816
scale_truck	67.105838	1	8.191815
type	1.464110	3	1.065604
school	1.162414	1	1.078153
roundabout	1.243785	1	1.115251

[그림 3-8] 설명변수의 분산팽창요인 추출

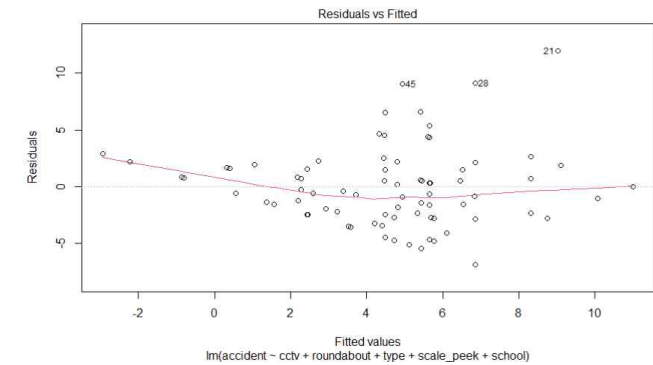
↳ 분산팽창요인(VIF)가 10 이상인 변수들을 제거하여 다중공선성으로 인해 발생하는 문제를 해결

lag	Autocorrelation	D-W	Statistic	p-value
1	-0.06844294	2.121911	0.83	

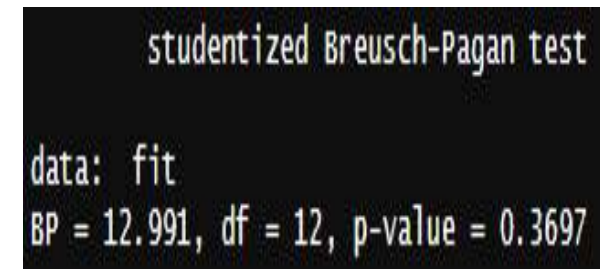
Alternative hypothesis: rho != 0

[그림 3-9] 회귀모델의 더빈-왓슨 검정 결과

↳ 오차의 자기상관성을 진단하기 위해 더빈-왓슨 검정을 수행하였고 p-value = 0.83 > 0.05 이므로 자기상관성을 갖지 않는다는 귀무가설을 기각하지 못하기 때문에 오차의 자기상관성이 없다고 판단할 수 있음

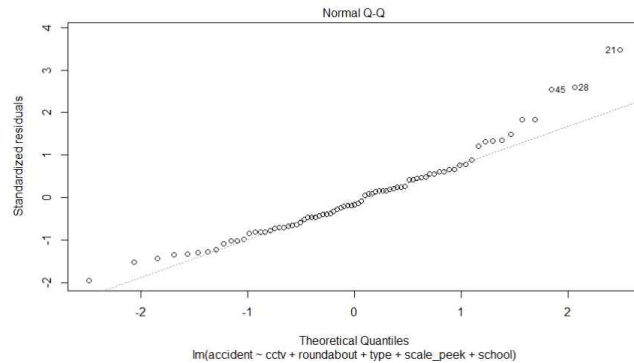


[그림 3-10] Residual vs Fitted value plot

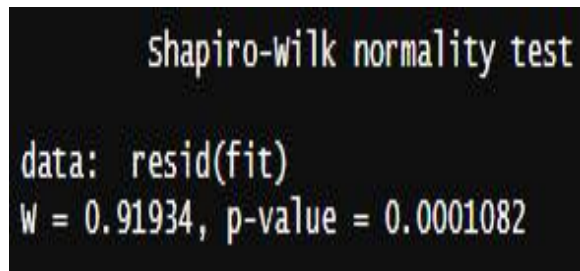


[그림 3-11] 회귀모델의 브루시-페이건 검정 결과

↳ 오차의 등분산성을 진단하기 위해 Residual vs Fitted value plot을 살펴보았으나 육안으로 파악하기 어려워 브루시-페이건 검정을 통해 진단한 결과 오차가 등분산성을 가진다는 귀무가설을 기각하지 못하기 때문에 등분산성 가정을 만족한다고 할 수 있음



[그림 3-12] 표준화 잔차의 Q-Q plot



[그림 3-13] 표준화 잔차에 대한 샤피로 검정 결과

- 오차의 정규성을 진단하기 위해 Q-Q plot을 확인하였고, 샤피로 검정을 수행하였고 p-value < 0.05 이므로 잔차의 정규성이 위배된다고 판단할 수 있음

- 실시한 회귀분석 결과를 통해 사고건수에 대해 유의미한 영향을 미치는 변수를 파악하고 Stepwise 방법에 필요한 t-statistics 산출

```
Call:
lm(formula = accident ~ cctv + sign + scale_speed + scale_peek +
    scale_car + scale_bus + scale_truck + type + school + roundabout,
    data = df)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.5108 -2.3381 -0.4884  1.6059 12.8041

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.2336     1.1803   1.045  0.29979
cctv1        3.1701     1.2061   2.628  0.01069 *
sign1        1.0290     0.9608   1.071  0.28810
scale_speed   0.7956     0.9523   0.835  0.40656
scale_peek    0.6241     0.6807   0.917  0.36267
scale_car     1.3275     1.7591   0.755  0.45317
scale_bus     1.5025     2.2791   0.659  0.51207
scale_truck  -3.0835     3.4416  -0.896  0.37358
type4지       3.9874     1.2144   3.284  0.00165 **
type5지       2.8565     1.9248   1.484  0.14263
type6지       5.7625     4.0145   1.435  0.15596
school1      -2.5622     1.1727  -2.185  0.03251 *
roundabout1  -2.8465     1.4571  -1.953  0.05507 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 3.687 on 65 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3904, Adjusted R-squared:  0.2778
F-statistic: 3.468 on 12 and 65 DF, p-value: 0.0003625
```

[그림 3-14] Stepwise 방법을 사용하기 위한 t-statistics 산출

- Stepwise 방법을 사용하여 사고건수에 유의미한 영향을 미치는 변수를 선택하고 이에 대한 회귀분석을 수행 후 회귀식을 산출

↳ 임계값  $t = |1.65|$ 에 대해 Stepwise 방법을 사용

```
Call:
lm(formula = accident ~ cctv + roundabout + type + scale_peek +
    school, data = df)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-6.8502 -2.4142 -0.4756  1.6533 11.9704

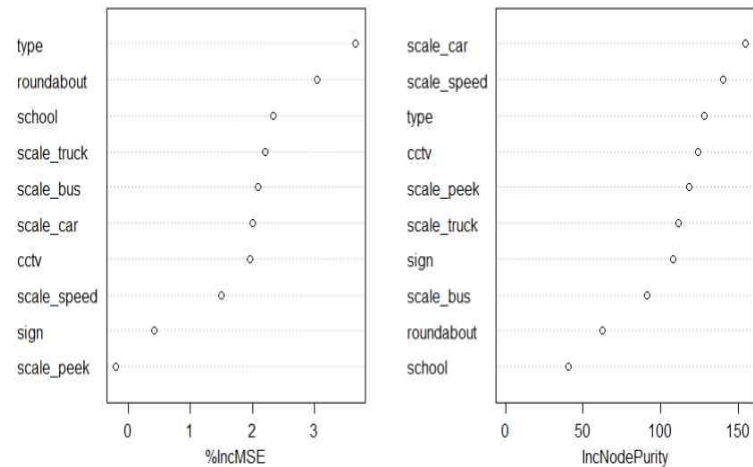
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.2189     1.1113   1.097  0.276486
cctv1        3.3845     1.1779   2.873  0.005374 **
roundabout1  -3.2497     1.3660  -2.379  0.020096 *
type4지       4.4006     1.1515   3.822  0.000284 ***
type5지       3.4835     1.8044   1.931  0.057592 .
type6지       6.3710     3.8773   1.643  0.104835
scale_peek    0.7940     0.4246   1.870  0.065667 .
school1      -2.2097     1.0970  -2.014  0.047827 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 3.631 on 70 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3631, Adjusted R-squared:  0.2994
F-statistic: 5.701 on 7 and 70 DF, p-value: 3.069e-05
```

[그림 3-15] Stepwise 방법을 사용하여 얻은 회귀 모델



- 수행한 선형회귀모델로 현재의 일반교차로에 대해 같은 조건에서 회전교차로로 전환 시 사고건수에 대해 예측하고 전환 시 사고 감소건수 계산
- 모든 변수를 사용하여 결정트리 기반 모델인 랜덤포레스트 구현 및 변수 중요도 확인



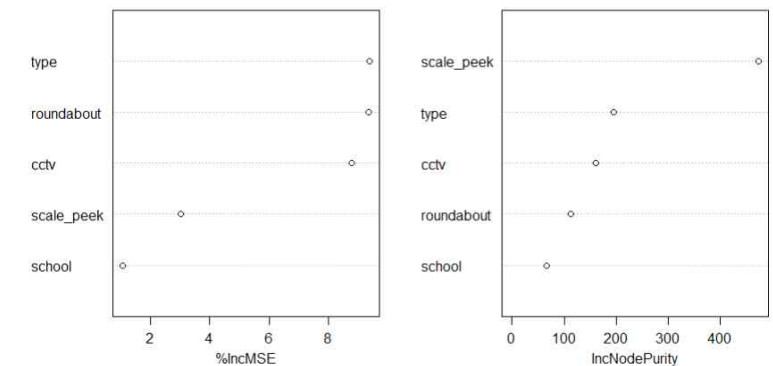
[그림 3-16] 모든 변수에 대해 랜덤포레스트로 구한 변수 중요도

- 회귀분석에서 사용한 변수를 이용하여 랜덤포레스트 회귀모델을 구현하고 회전교차로로 전환 시 사고건수 예측 및 사고감소건수 계산

```
Call:
randomForest(formula = accident ~ cctv + roundabout + type + scale_peek + school,
  data = df, ntree = 200, mtry = 4, importance = T, na.action = na.omit)
Type of random forest: regression
Number of trees: 200
No. of variables tried at each split: 4

Mean of squared residuals: 15.84526
% Var explained: 14.71
```

[그림 3-17] 회귀분석을 통해 얻은 변수로 구현한 랜덤포레스트 모델



[그림 3-18] 구현한 랜덤 포레스트의 변수 중요도

- 선형회귀모델과 랜덤 포레스트 회귀모델을 사용하여 얻은 회전교차로 전환 시 예측 사고건수에 대한 평균 양상불 모델을 사용하여 최종 예측 사고감소 건수 산출
- 위험도로 예보시스템을 참고하여 교차로의 교통사고 위험지수를 사고건수 \* 사상자수 \* (사망자 수\*1+중상자 수\*0.1168+0.0091\*(경상자 수 +부상자 수))로 계산

- 교통사고 위험도지수와 최종 사고감소 건수를 Minmax 스케일링 하여 좌회전 비율과 함께 가중치를 부여하여 적지순위점수를 산정

교통사고 위험도지수에 0.45, 사고감소 건수에 0.45, 좌회전 비율에 0.1의 가중치를 주어 적지순위점수 계산

- 회전교차로 설계지침을 참고하여 회전교차로 전환에 부적절한 좌회전 비율과 스쿨존 여부를 가진 일반교차로를 제외하고 적지 우선순위 산정

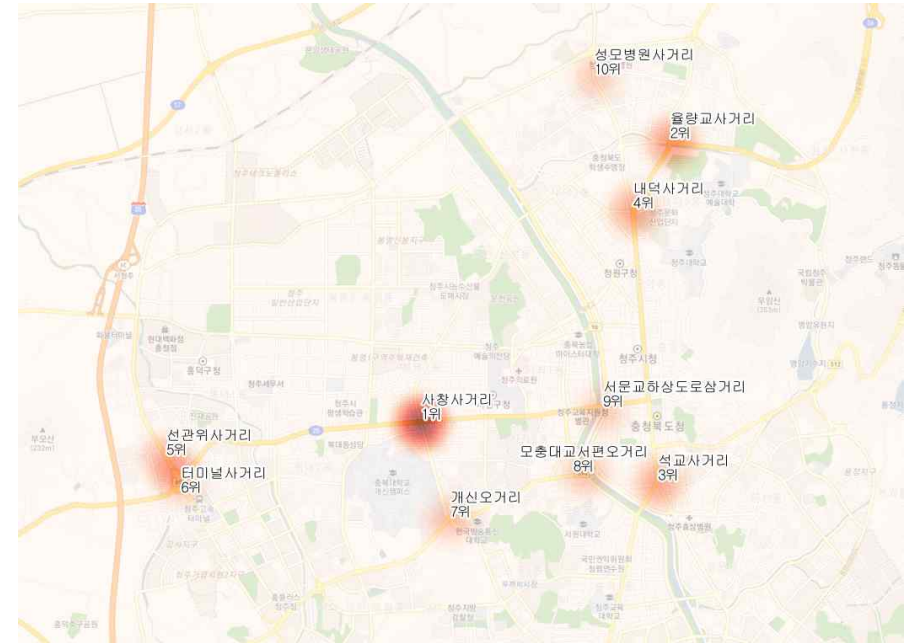
교차로 명	교통사고 위험도	회전교차로 전환 시 교통사고 감소 건수	적지순위점수
사창 사거리	1	14	0.922
율량교 사거리	0.137	12	0.485
석교 사거리	0.076	10	0.424
내덕 사거리	0.103	10	0.422
선관위 사거리	0.056	7	0.346
터미널 사거리	0.038	6	0.312
개신 오거리	0.050	6	0.306
모충대교 서편 오거리	0.038	5	0.304
서문교하상도로 삼거리	0.023	4	0.268
성모병원 사거리	0.018	4	0.265

[표 3-19] 분석을 통해 얻은 적지순위점수

#### 4. 교통사고 건수 감소 분석결과

##### 가. 회전교차로 전환 시 교통사고 감소

- 적지순위점수를 기반으로 전환 우선순위 지도 생성

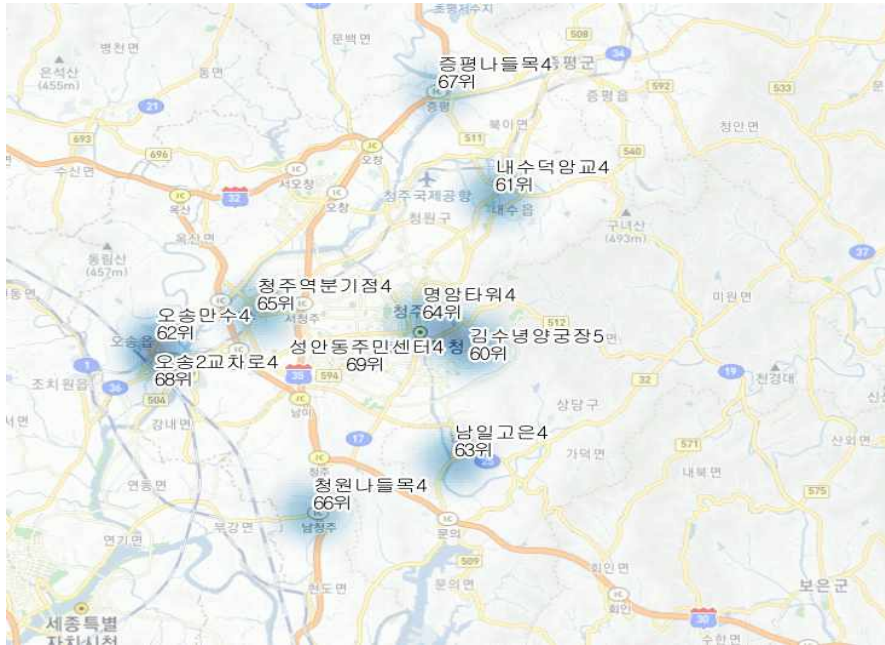


[그림 4-1] 회전교차로 전환 적지 TOP 10

- ↳ 사창 사거리의 경우 가장 많은 사고가 일어난 교차로이며, 가장 많은 사고건수의 감소가 예측된 곳임
- ↳ 우선순위 2~4위가 비슷한 점수를 얻었으며 5~10위가 비슷한 점수를 얻었음

## 나. 회전교차로 전환 시 교통사고 증가

□ 적지순위점수를 기반으로 전환 제외 우선순위 지도 생성



[그림 4-2] 회전교차로 전환 적지 BOTTOM 10

- └ 청원나들목 사거리, 증평나들목 사거리, 오송 2 교차로 사거리, 성안동 주민센터 사거리는 교통사고가 발생하지 않았으나 전환 시에는 사고건수가 증가하는 것으로 예측되었음
- └ 위 지도의 교차로는 사고건수가 모두 증가하였으며 이에 따라 적지순위점수 또한 하위권에 속해있음

## 5. 활용 방안

### 가. 문제점 개선 방안

#### 1) 교차로의 기하구조

□ 교차로별 도로 폭, 경사도 등의 기하구조 데이터의 부재로 더욱 정교한 적지 선정 가능

□ 기하구조를 고려 시 회전교차로 유형도 추천 가능

#### 2) 연도별 도로 환경 변화

□ 분석과정에서 변화하는 도로 환경에 미치는 영향을 고려하지 못함

□ 도로의 확장 계획 등을 고려하지 못함

#### 3) 안전운전 의무 불이행

□ 운전자의 운전 미숙 등의 경우를 고려하지 못함

□ 운전자의 운전 미숙으로 인해 오히려 사고가 증가할 가능성 존재

□ 이를 해결하기 위해 회전교차로 이용 교육을 확대해야 함

□ 회전교차로 이용 교육 후 양보율 약 73.8% 상승, 감소율 23% 상승, 방향지시등 작동율 36.8% 상승



[그림 5-1] 회전교차로通行 방법

## 나. 업무활용방안

### 1) 표준분석모델 구축

- 청주시의 분석 모델을 통해 효과성을 입증한 후 전국으로 확대하여 회전교차로 최적 입지 선정 표준 모델 구축 가능



[그림 5-2] 공공 빅데이터 표준분석모델 매뉴얼

### 2) 데이터 기반의 정책 홍보

- 청주데이터 기반의 분석모델을 사용함으로써 정책시행에서 보다 능동적으로 대응할 수 있음

## [부록 1]

- 올해 교통안전 목표를 보다 적극적으로 관리하고 달성하기 위해 세운 「2020년 교통사고 사망자 줄이기 대책」에 도움이 될 것이라 판단



전국 시군구별 사고건수 2위인 청주



전국 시군구별 교통사고 중상자수 1위인 청주



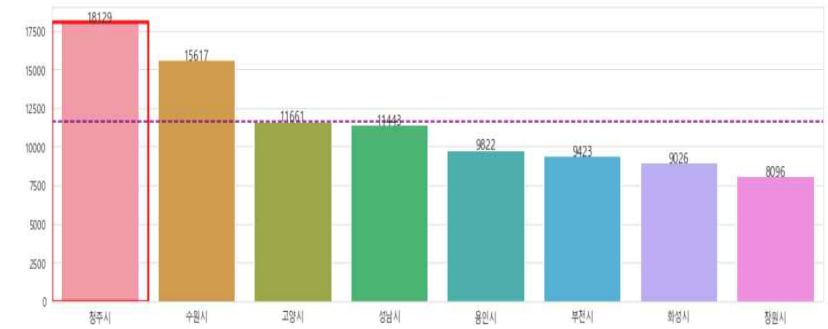
전국 시군구별 교통사고 경상자수 상위 10위인 청주



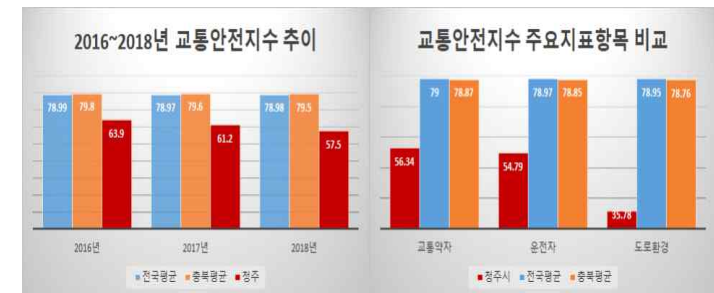
청주시와 비슷한 환경을 가진 군집 내 비교 사망자 1위인 청주



청주시와 비슷한 환경을 가진 군집 내 비교 중상자 1위인 청주



청주시와 비슷한 환경을 가진 군집 내 비교 경상자 1위인 청주



[그림 1-3] 2016~2018년 교통안전지수 추이 [그림 1-4] 청주시 주요지표항목 비교





HOME &gt; 사회

## 혼란 뒤섞인 회전교차로

함문수 기자 | 승인 2016.08.03 | 3면



특히 넓은 지역에 여러 갈림길을 원활하게 소통할 수 있도록 설계된 쌍구형 회전교차로와 달리, 내덕동에 설치된 땅콩형 교차로는 좁은 지역에 2개의 교통섬이 설치돼 운전자들이 시야 확보가 어려워 혼란스러워하고 있다.

또 다른 청주 무심동로 회전교차로는 차량 운전자들의 신호위반을 부추기는 도로로 이용되고 있다. 청주 곰두리체육관 앞 무심동로와 제2순환로가 만나는 지점에 위치한 이 회전교차로는 인근에 있는 '관습로'를 대신해 주민편의를 위해 설치됐다. 하지만 당초 설치 목적과는 달리, 이 교차로는 제2순환로를 빠져나온 차량들이 정지신호를 무시하고 직진으로 통과하기 위한 우회도로로 사용되고 있다. 더구나 일부 차량은 이곳을 야에 주차장처럼 사용하고 있어 회전교차로 설치 취지를 무색케 하고 있다.

회전교차로 부적지 사례 1

## [혼돈의 회전교차로 ⑤] 교통환경 고려 없이 무차별 증설... 사고 위험 더 키워

유재광 기자, 이성열 수석연구원 | 승인 2020.06.15 18:47 | 댓글 0



"안전표지판, 노면표지, 연석 등 시설 등 적재적소 설치해야"  
"운전자는 회전교차로 진입 우선순위 등 숙지하고 감속해야"



▲유재광 앵커= 회전교차로 문제 어떻게 해야 할까요. 이성열 삼성교통안전문화연구소 수석연구원 모시고 얘기를 조금 더 해보겠습니다. 일단 회전교차로로 바꾸는 게 방향 자체는 맞는 건가요, 어떤 건가요.

▲이성열 수석연구원(삼성교통안전문화연구소)= 회전교차로 같은 경우는 일반 교차로에 비해서 안전성이라든가 그리고 차량 소통에 도움이 되는 것은 사실입니다. 하지만 그 회전교차로를 설치해야 하는 기준이라든가 주변 교통여건에 맞춰서 설치해야지 효과적인 교차로 형태인데요. 그렇지 않을 경우에는 오히려 사고 위험성이 더 높아질 위험성도 있습니다.

회전교차로 부적지 사례 2



### 인기기사

1. 콘서트 사흘 전 집합금지명령.. 법정으로 간 ...
2. [단독] '부작용' 언제까지 가만 둘 것이냐... '...
3. "사실을 사실이라 말한 죄.. 사실적시 명예훼손..."
4. [물맷골 공통들의 횡포 ③] 구급약을 얹 수...
5. [물맷골 공통들의 횡포 ③] 한국 시장이 붐?... ..
6. [물맷골 공통들의 횡포 ③] 방통위, 구급약을...
7. [물맷골 공통들의 횡포 ③] 구급약을 상대 '...
8. [물맷골 공통들의 횡포 ③] '독점은 악마..구...
9. "동호회 축구경기 중 반칙으로 발목 인대 파...
10. "목우 뚫고 배달하다 몸살.. 악전후 배달 제...

### 최신기사

- 미국은 1990년 네바다 주에 건설된 최초로 회전교차로를 시작으로 2011년까지 약 3,000개의 회전교차로 건설<sup>12)</sup>
- 미국 각 주의 교통부는 지속적으로 회전교차로 정책을 개발해왔으며, 교차로 개선이나 건설 과정에서 우선적 해결방안으로 회전교차로를 권장
- 미국은 일반교차로에서 회전교차로로 전환했을 때 모든 충돌이 35.4%, 부상사고는 75.8% 감소<sup>13)</sup>

The city is at the forefront of a dizzying expansion, across several American states, of the circular traffic intersection redesigned in 1960s Britain and then exported globally. About 3,000 have been built in the US in the last 20 years.



The Mayor of Carmel, Jim Brainard, has become America's evangelist-in-chief on the matter, demolishing 78 sets of traffic lights and replacing them with those round islands so familiar to drivers in the UK. Four more will be finished in the coming months.



**We are saving thousands of gallons of fuel per roundabout per year**  
Mayor of Carmel, Jim Brainard

"We have more than any other city in the US," he says, standing proudly in front of one. "It's a trend now in the United States. There are more and more roundabouts being built every day because of the expense saved and more importantly the safety."

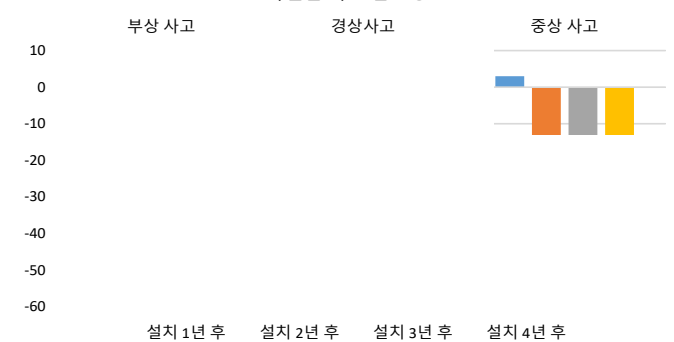
He quotes a study by the Insurance Institute for Highway Safety which suggests there is on average a 40% decrease in all accidents and a 90% drop in fatal ones when a traffic intersection is replaced by a roundabout.

[그림 1-6] BBC News 보도자료

12) BBC News 『Is the British roundabout conquering the US?』 2011.07.01

13) National Cooperative Highway Research Program 『NCHRP Report 672 2th』 2010

미국 뉴저지 주 플란더스 자치구의 회전교차로 95개 설치 후  
다년간 사고 감소량



미국 회전교차로 95개 설치 후 연도별 사고 감소량(미국 뉴저지 플란더스 자치구)

#### ■ 원도심 재생 프로젝트 추진(옛 연초제조창~청주시청~청주읍성을 연계)

- 근대문화유산을 활용한 문화예술테마파크 조성
  - 옛 연초제조창은 미술, 공예, 공연예술 등 특화를 통한 CT전략산업지역 조성
  - CT전략산업지역 조성에 따른 관광객 증가에 대비하여 내역 7거리 회전교차로 및 환승터미널 도입 검토
  - 수암골 주변은 영화 및 드라마 촬영, 김수현 드라마센터 조성 등 영상문화산업 육성

청주시 2030년 청주도시기본계획 일부변경 부문별 계획(변경)

미국 Florida, Maryland 회전교차로 설치 전/후 연간 평균 사고율



미국 회전교차로 설치 전/후 연간 평균 사고율(미국 Florida, Maryland)

- 2015년 기준 영국은 회전교차로 25,000개소, 프랑스는 회전교차로 30,000개소를 운영 중이며 한국은 2018년 597개소 운영 예정

	국가 면적(km)	회전교차로(개소)
프랑스	643,801	30,000
영국	242,495	25,000
한국	100,210	597

국가 면적 대비 회전교차로 개수

순번	후보과제명	내용
1	어린이 교통사고 감소를 위한 안전개소 적지 선정	(목적)어린이교통사고감소를 위한 안전개소 적지 선정 (개요) 어린이 교통사고 위험개소 분석 및 사고 발생지점, 사후 조치 분석을 통해 어린이 교통사고 감소를 위한 안전개소 (어린이 보호구역, 옐로카펫 등) 적지 선정
2	노인 교통사고 감소를 위한 실버존 추가설치 위치 선정	(목적)노인교통사고감소를 위한 실버존 추가설치 (개요) 노인 교통사고 위험개소 분석 및 사고 발생지점, 사고발생원인을 분석하여 노인자 사고감소를 위한 서비스 위치 선정
3	회전교차로 적지 선정	(목적)도로교통효율을 극대화하기 위한 회전교차로 추가 적지 선정. (개요) 교차로 교통사고정보, 회전교차로 완공 후 효과, 교통량 등을 분석하여 회전교차로 적지 지수 산정, 적지 선정.
4	신호위반방지를 위한 CCTV 최적배치	(목적)무분별한 CCTV배치가 아닌 신호위반이 많이 발생하는 곳에 CCTV 최적배치 (개요) 법규 위반별 교통 사고 현황을 파악 후 신호 위반 다발 지역에 CCTV 적지 지수 산정 및 최적 배치



활용 데이터 예시	데이터기반 행정 활용분야	분석 활용 형태
어린이 교통안전시스템(어린이 보호구역, 옐로카펫), 어린이 사고발생이력, 어린이 사고다발구역, 어린이병원 응급환자 진료기록, 공간빅데이터, 지역별 어린이 분포 인구데이터	특정 계층, 지역, 분야 등에 대한 비교 및 분석 등을 통하여 특화된 대책을 마련하거나 맞춤형 서비스 가 필요한 분야	내부업무개선, 대국민서비스
노인 교통안전시스템( 노인보호구역, 횡단보도 정각서비스 등), 노인 사고발생이력, 노인 사고다발구역, 노인병원 응급환자 진료기록, 공간빅데이터, 지역별 노인 분포인구 데이터	특정 계층, 지역, 분야 등에 대한 비교 및 분석 등을 통하여 특화된 대책을 마련하거나 맞춤형 서비스 가 필요한 분야	내부업무개선, 대국민서비스
회전교차로 준공 데이터 ( 위도, 경도, 도로명, 준공일, 교차로 유형, 진입부 등 ), 회전교차로 준공 전 사고 데이터, 준공 회전교차로 완공 후 사고 데이터, 통행량	특정 계층, 지역, 분야 등에 대한 비교 및 분석 등을 통하여 특화된 대책을 마련하거나 맞춤형 서비스 가 필요한 분야	정책개발, 대국민서비스
전국 CCTV 표준 데이터(위도, 경도, 설치 목적), 사고 유형별 사상자(사망자, 중상 자, 경상자) 데이터, 사고다발구역 위치데이터	특정 계층, 지역, 분야 등에 대한 비교 및 분석 등을 통하여 특화된 대책을 마련하거나 맞춤형 서비스 가 필요한 분야	정책개발, 대국민서비스

활용주제평가(1점~5점)				도출 근거 구분 (논문/사례/정책/수요조사)
파급효과	시급성	구현가능성	데이터 수집가능성	
2	2	4	2	정책 (어린이 안전 정책)
3	1	3	2	정책 (노인 안전 정책)
4	3	5	4	정책 (행정안전부 회전교차로 확대 정책)
2	1	4	3	정책 (한국도로교통공단 법규 위반별 교통사고)

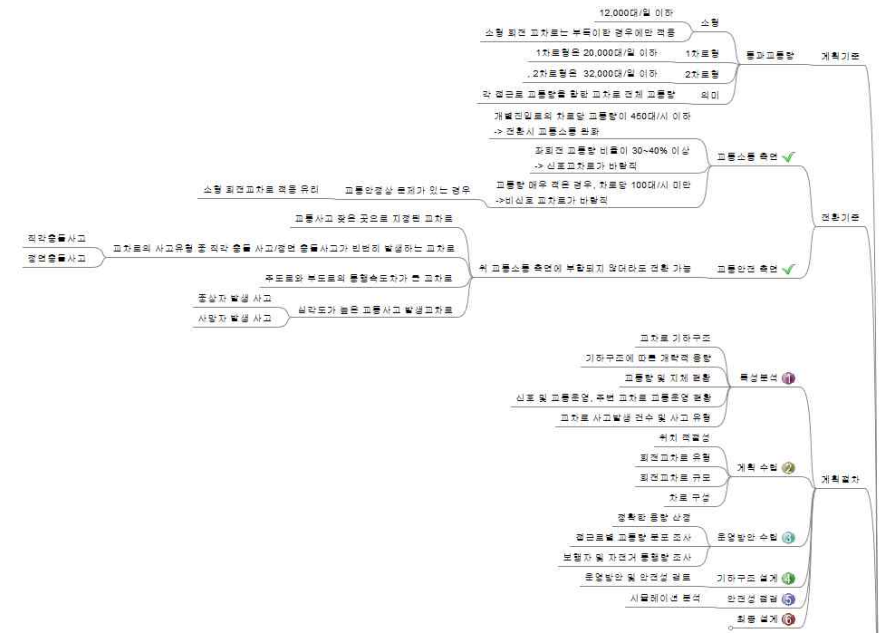
<회전교차로 정의, 필요성, 유형>



### <회전교차로 구성요소, 특징>



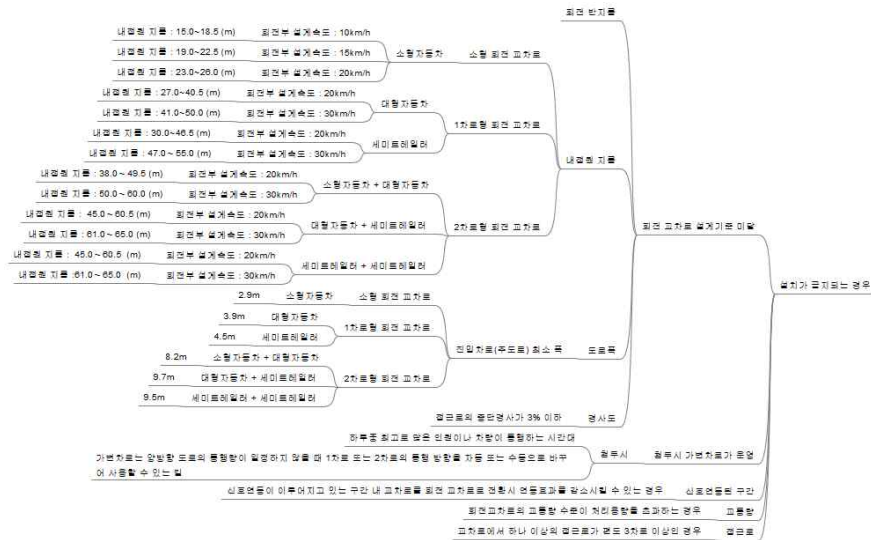
### <회전교차로 사업 계획 기준, 전환기준, 계획절차>



<회전교차로 설치가 권장되는 경우>



## &lt;설치가 금지되는 경우&gt;



## &lt;마인드맵 전체 사진 &gt;



## [Reference]

교통사고분석시스템(<http://taas.koroad.or.kr/>) , 도로교통공단

회전교차로 설계 지침(2014. 12), 국토교통부

2018년도 전국 기초자치단체별 교통안전지수보고서, 도로교통공단

사전 사후 비교 분석을 통한 회전교차로 도입 효과분석(이동민,유정호 2013)

제주지역 다지교차로의 회전교차로 교통시스템 변환에 따른 효과분석  
(이동원,고상익 2012)

회전교차로 서비스 수준 분석을 위한 모형개발 및 포화도 산정 연구  
(정현호,윤병조 2019)

회전교차로 설치에 따른 교통사고 효과분석(권오경,이승준 2019)

회전교차로의 효과 및 활성화 방안(조한선 2019)

Roundabout Safety Benefit-Cost Analysis in Nevada(Lu Wang, 2020)

Performance Evaluation of Roundabouts for Traffic Delay and Crash  
Reductions in Oxford,MS(Waheed Uddin,PhD, 2011)

Safety Effect of Roundabout Conversions in the United States  
(Bhagwant N.Persaud,Richard A)