

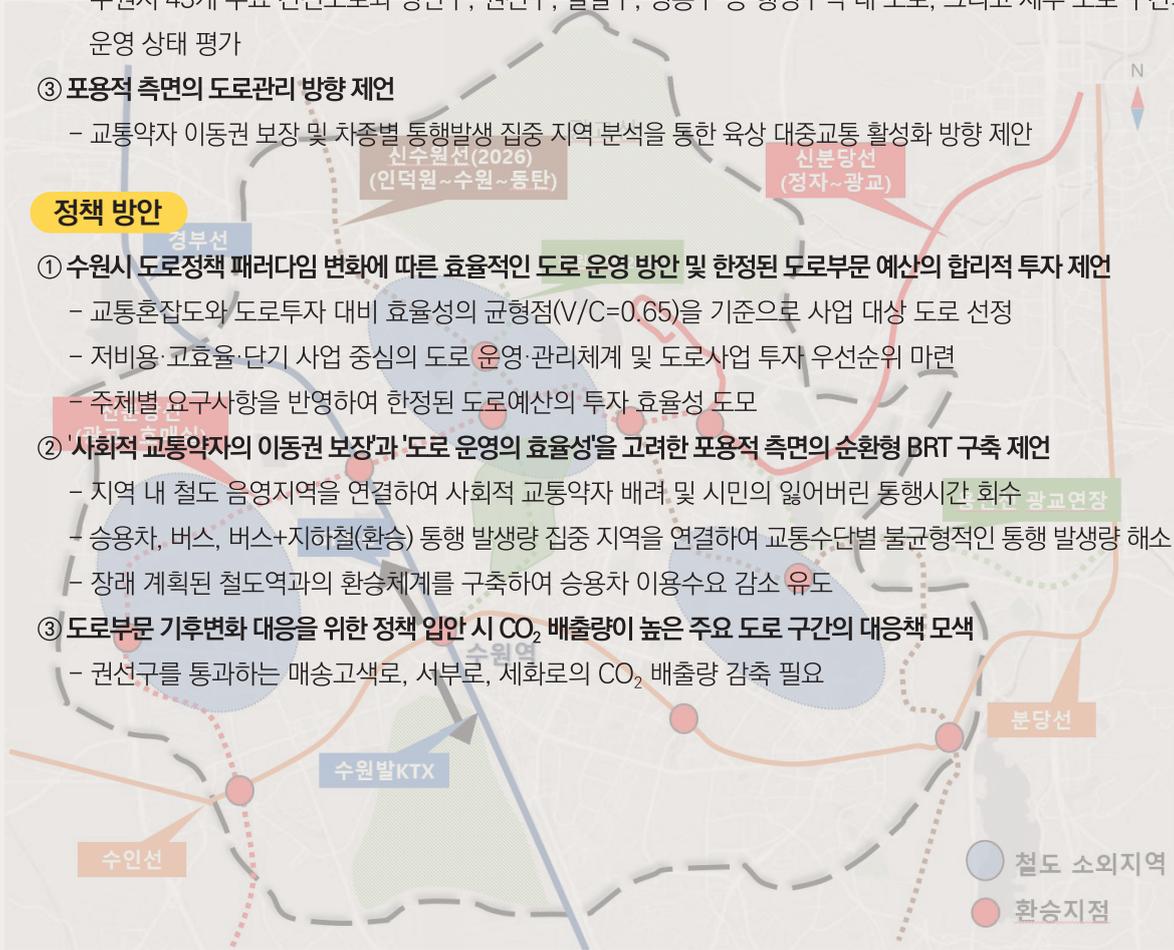
# 수원시 주요 간선도로 운영 평가 : 수원특례시 순환형 BRT 구축(안) 제언

### 연구 기초

- ① 주체별 요구사항이 반영된 융·복합적 도로 운영 평가 지표 개발
  - 도로 이용자, 도로 운영 및 관리자, 정책 입안자의 요구사항을 반영할 수 있는 지표 선정
- ② 주요 간선도로 운영 평가
  - 수원시 43개 주요 간선도로와 장안구, 권선구, 팔달구, 영통구 등 행정구역 내 도로, 그리고 세부 도로 구간의 운영 상태 평가
- ③ 포용적 측면의 도로관리 방향 제언
  - 교통약자 이동권 보장 및 차종별 통행발생 집중 지역 분석을 통한 육상 대중교통 활성화 방향 제언

### 정책 방안

- ① 수원시 도로정책 패러다임 변화에 따른 효율적인 도로 운영 방안 및 한정된 도로부문 예산의 합리적 투자 제언
  - 교통혼잡도와 도로투자 대비 효율성의 균형점(V/C=0.65)을 기준으로 사업 대상 도로 선정
  - 저비용·고효율·단기 사업 중심의 도로 운영·관리체계 및 도로사업 투자 우선순위 마련
  - 주체별 요구사항을 반영하여 한정된 도로예산의 투자 효율성 도모
- ② '사회적 교통약자의 이동권 보장'과 '도로 운영의 효율성'을 고려한 포용적 측면의 순환형 BRT 구축 제언
  - 지역 내 철도 음영지역을 연결하여 사회적 교통약자 배려 및 시민의 잃어버린 통행시간 회수
  - 승용차, 버스, 버스+지하철(환승) 통행 발생량 집중 지역을 연결하여 교통수단별 불균형적인 통행 발생량 해소
  - 장래 계획된 철도역과의 환승체계를 구축하여 승용차 이용수요 감소 유도
- ③ 도로부문 기후변화 대응을 위한 정책 입안 시 CO<sub>2</sub> 배출량이 높은 주요 도로 구간의 대응책 모색
  - 권선구를 통과하는 매송고속로, 서부로, 제화로의 CO<sub>2</sub> 배출량 감축 필요



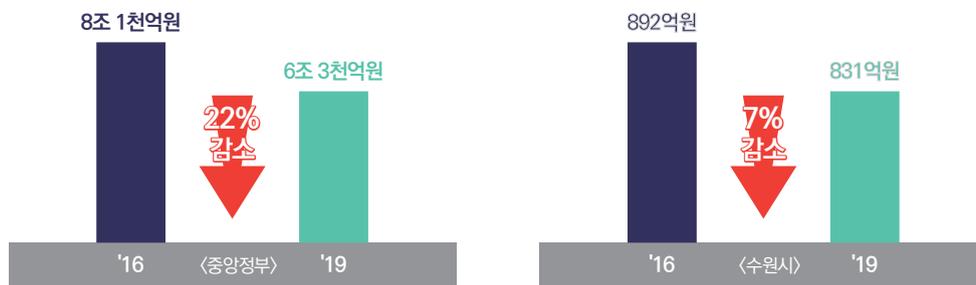
**KEYWORD** 교통혼잡, 교통량대용량비(V/C: Volume/Capacity), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 간선급행버스체계(BRT; Bus Rapid Transit), 포용성, 도로관리

# 1 수원시 도로운영 평가 필요성



## 1 도로부문 예산 규모 축소 → 한정된 예산의 효율적 투입을 위한 도로 운영 방안 필요

- 수원시민의 생활권은 인접 도시로 확대되어 지역 간 통행량이 크게 증가
- 중앙정부 도로정책 변화에 따라 도로 운영 및 도로 신설·확장 사업 예산 축소
  - 정부 예산 건전성 측면에서 대규모 사업비가 발생하는 도로부문의 사업 예산 축소 경향
  - 도로 운영 효율성에 대한 체계적인 진단 없이 예산 감소 정책 추진 시 다양한 원인에 의해서 각종 사회적 비용 유발 (교통혼잡비용, 교통사고비용, 환경오염비용 등)



〈'16년 대비 '19년 도로사업 예산〉

## 2 수원시의 교통 환경 변화 → 효율적인 도로 운영으로 잃어버린 통행시간 회수 필요

- 수원시는 도로사업 투자가 저조함에도 자동차등록대수 증가와 더불어 교통혼잡 가중
  - 자동차등록대수 2.7% ↑, 도로연장 0.2% ↑, 오전첨두시 정체구간 비율 14%p ↑ (27%→41%) (KOSIS, 경기교통정보센터 자료 '16~'20)
- 차종별 수단분담 증감률 : '16년 대비 '20년 승용차는 10%p 증가, 버스는 9.8%p 감소
  - 승용차 37%→47%, 지하철 7.3%→7.9%, 버스 27.9%→18.1% (현행화, '16~'20)
- 수원시민 통행패턴 현황 : 수원 내부 통행자를 배려한 스마트한 도로 운영 및 관리 필요
  - 수원→수원 55.7%, 수원→경기 30.5%, 수원→서울 9.6%, 수원→그 외

## 3 도로 운영 평가 주체의 요구사항 반영 미흡 → 다양한 도로 평가 지표 통합방안 필요

- 도로 운영 및 관리 중심의 평가 필요에 공감대 형성. 단, 다양한 평가 지표의 총괄적 평가 방법론 부재
  - ☞ 도로 이용자, 도로 운영 및 관리자, 정책 입안자의 요구사항 반영 미흡
    - (도로 이용자) 교통혼잡 해소로 자신의 통행시간 감축 및 주행 쾌적성 등 요구
    - (도로 운영 및 관리자) 도로가 보유한 교통처리 능력, 공공재 투입 대비 효율성 등 요구
    - (정책 입안자) 기후변화 대응으로 내연기관 자동차 감소, 대중교통으로 수단 전환 등 도로정책 패러다임 반영 등 요구

# 도로 운영 평가 방법론 설정

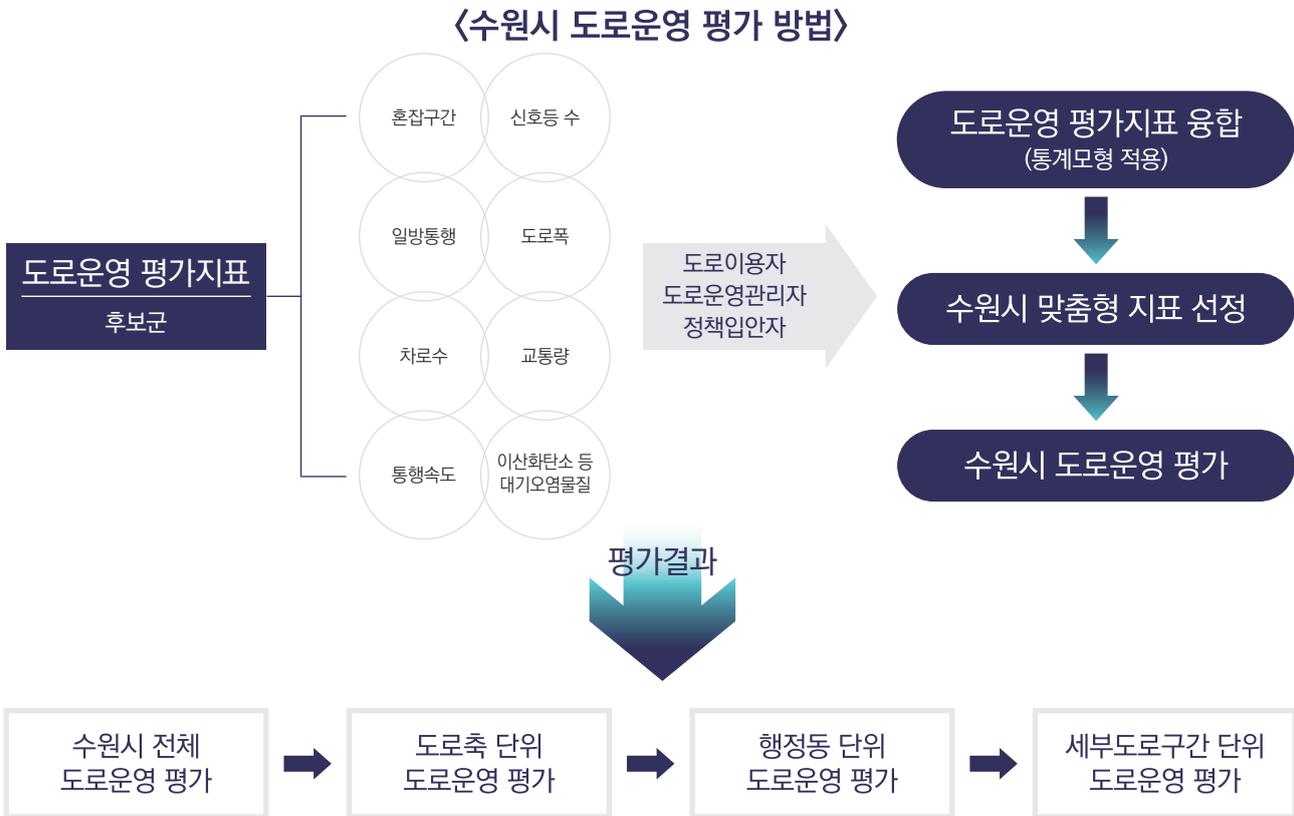
## 1 도로 운영 평가 지표 변화 추이

- 과거 신설 및 확장 중심의 도로 사업에서 C-ITS, 디지털 도로, 자율협력 주행, 기후변화 대응 등 미래 도로 사업으로의 변화에 대비한 도로 운영 평가 지표 개발 필요

	2000년 이전	~ 2010년 이전	~ 2020년 이전	~ 2020년 이후	미래
도로운영 정책 방향	신설, 확장을 통한 이동성 및 접근성 향상	교통안전 강화	도로효율성 강화 및 교통혼잡 해소	디지털도로, 자율협력주행 등 C-ITS 강화 및 기후변화 대응	
주요평가 지표	통행시간, 통행속도, V/C 병목구간, 차로수, 교통량 등	좌동 + α 사고건수, 사망자수, 사고율, 중차량교통량 등	좌동 + α 지체시간, 대기행렬길이, 혼잡비용 등	좌동 + α 첨단장비운용, CO2 배출량, 유류소비량, 미세먼지배출량 등	

## 2 도로 운영 평가 방법론

- 기존 연구에서는 여러 가지 평가 지표를 통해 다양한 방법론으로 도로 운영 평가가 시도되고 있으나 포괄적이고 범용성을 갖춘 도로 운영 평가 방법론 개발은 현재까지 미미한 수준
  - 개별 주체마다 도로 운영 평가를 위한 목적이 서로 다르기 때문
- 본 연구는 다양한 도로 운영 평가 지표 후보군을 선정하고, 여러 주체의 요구사항이 융합될 수 있는 도로 운영 평가 방법론을 개발하여 수원시 도로 운영 상태 평가



# SRI 정책Brief 도로 운영 평가 지표 개발

## 1 분석 자료 및 분석 범위

- 공신력 있는 기관별 자료 수집. 일관성, 포괄성 등을 고려하여 분석 DB 구축
  - 분석 자료 : 기하구조, 도로유형 및 시설, 교통환경, 지역특성 등으로 구분
  - 분석 범위 : 수원시 관내 주요 간선도로 43개 도로축 대상, GIS에 표출

**내비게이션 (2019)**

Le6 링크ID, 도로길이, 차로수, 도로명, 일방통행, 교통시설물...

**View T 3.0 (2019)**

링크ID, 시군구명, 도로등급, 교통량, 통행속도, 이산화탄소, 이산화탄소...

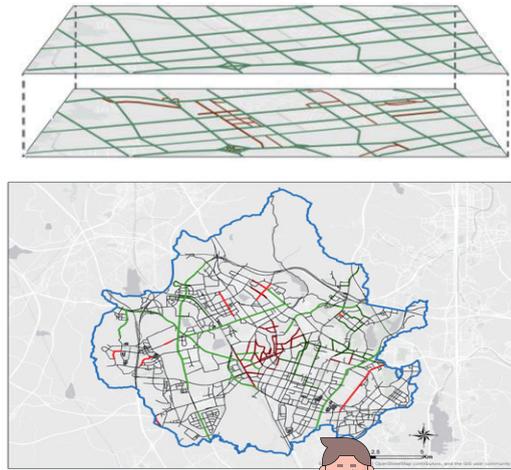
**KTDB Network/OD(2019)**

링크ID, 도로등급, 차로수, 도로용량, 버스교통량, 수단별 통행량...

**도시안전통합센터(2021)**

링크ID, DSRC, 루프 VDS 교통량/속도, 영상 VDS 교통량/속도, BIS/BMS 버스정보...

분석자료 수집



## 2 도로 운영 평가 항목 및 평가 지표 선정

- 도로 운영 평가는 주체별 요구사항을 반영한 융합된 결과 도출 필요
  - 도로 이용자 : 출·도착지 최소 통행이동시간 요구 → 혼잡구간<sup>1)</sup> 유무
  - 도로 운영 및 관리자 : 도로투자 대비 효율성(용량 극대화) → V/C (도로용량 대비 교통량비)
  - 정책 입안자 : 도로정책 패러다임 반영, 탄소 중립 대응 및 실현 → CO<sub>2</sub>(이산화탄소 배출량)
- 주체별 요구사항이 반영된 도로 운영 평가 모형 개발 및 평가 지표 15개 선정

$$\hat{Y}_{V/C} = -1.058 - 2.192 \times \text{차로수} - 0.246 \times \text{중앙분리대} - 1.845 \times \text{고가도로} - 0.0661 \times \text{제한속도} - 2.044 \times \text{도로용량} - 0.423 \times \text{ITS} + 0.684 \times \text{국도계수당도로연장}$$

$$\hat{Y}_{CO_2} = 0.072 - 0.159 \times \text{차로수} + 0.011 \times \text{일방통행} + 0.009 \times \text{고가도로} + 0.448 \times \text{승용차교통량} + 0.262 \times \text{버스교통량} - 0.008 \times \text{버스·지하철발생량} + 0.004 \times \text{국도계수당도로연장}$$

$$\hat{Y}_{CO_2} = -0.030 + 0.656 \times \text{구간연장} + 0.060 \times \text{고가도로} + 0.126 \times \text{자동차전용도로} + 0.035 \times \text{신호등밀도} + 0.211 \times \text{총교통량} + 0.008 \times \text{국도계수당도로연장}$$

No.	행정동 구분	도로명	Link ID	도로운영 평가 지표 (설명번호)															도로운영 평가 기준 항목 (중속번호)			모형적용			점수 (항목당 33.3점만점)			총점	
				구간연장	일방통행	차로수	자동차전용	신호등밀도	중앙분리대	제한속도	고가도로	도로용량	총교통량	승용차교통량	버스교통량	버스·지하철발생량	ITS	국도계수당도로연장	혼잡	V/C	CO2	혼잡	V/C	CO2	혼잡	V/C	CO2		
1	왕양구	침자1동	왕양로	2000043800	0.255	0	0.25	0	1.000	0	0.60	0	0.384	0.106	0.124	0.001	0.264	1	0.133	0	0.094	0.147	0.044	0.087	0.195	29.4	8.8	22.1	60.3
2	왕양구	침자1동	왕양로	2000043700	0.255	0	0.25	0	1.000	0	0.60	0	0.452	0.105	0.124	0.001	0.264	1	0.133	0	0.086	0.147	0.038	0.087	0.195	29.9	8.8	22.1	60.8
3	왕양구	연무동	경수대로	2007009600	0.255	0	0.25	0	0.000	0	0.60	1	0.775	0.270	0.291	0.002	0.092	1	0.098	0	0.161	0.081	0.003	0.172	0.255	33.2	15.4	19.1	67.7
4	왕양구	연무동	경수대로	2007009500	0.255	0	0.25	0	0.000	0	0.60	1	0.808	0.334	0.357	0.000	0.092	1	0.098	0	0.195	0.081	0.003	0.201	0.268	33.2	17.6	18.4	69.2
5	관산구	평동	관선로	2010040706	0.250	0	0.50	0	0.000	1	0.60	0	0.483	0.401	0.417	0.000	0.406	0	0.651	1	0.212	0.537	0.035	0.179	0.224	30.2	15.9	20.7	66.8
6	관산구	평동	관선로	2010040705	0.250	0	0.50	0	0.000	1	0.60	0	0.483	0.511	0.544	0.000	0.406	1	0.651	0	0.270	0.537	0.023	0.236	0.247	31.3	20.4	19.5	71.2
7	관산구	서둔동	서부로	2010044700	0.245	0	0.50	0	0.000	1	1.00	0	1.000	0.377	0.383	0.000	0.844	0	0.429	0	0.126	0.647	0.008	0.159	0.214	32.7	14.4	21.1	68.3
8	관산구	서둔동	서부로	2010044800	0.245	0	0.50	0	0.000	1	1.00	0	0.823	0.479	0.508	0.000	0.844	1	0.429	0	0.184	0.647	0.008	0.215	0.236	32.8	18.7	20.1	71.6
9	관산구	서둔동	세화로	2010057000	0.241	1	0.00	0	0.000	0	0.20	0	0.457	0.001	0.001	0.000	0.844	1	0.429	0	0.002	0.647	0.105	0.079	0.132	23.9	8.2	25.3	57.4
10	관산구	평동	서수원로	2010212400	0.236	0	0.25	0	0.000	1	0.60	0	0.315	0.100	0.104	0.000	0.406	1	0.651	0	0.097	0.537	0.057	0.078	0.151	28.3	8.1	24.3	60.7

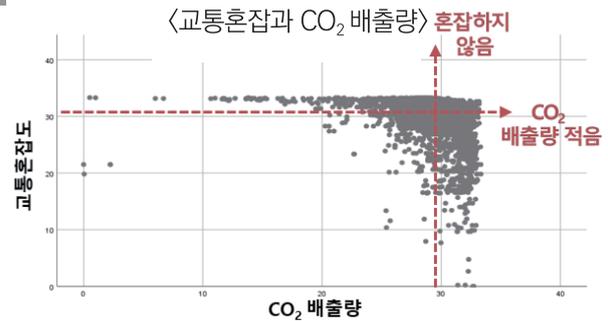
1) 『도시교통정비촉진법 제15조제1항 [별표2] 혼잡수준 결정 기준』에 의거 “편도 4차로 이상 21km/h 미만, 편도 3차로 이하 15km/h 미만 하루 3회 이상” 기준을 적용하여 혼잡구간 유무 결정



## 1 종합평가

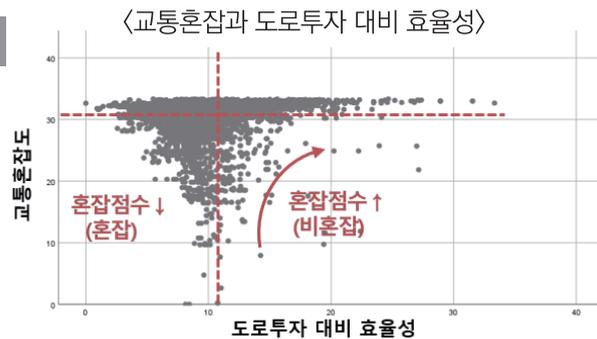
### • 교통혼잡도와 CO<sub>2</sub> 배출량 분석

- 대부분의 분석 도로구간은 교통혼잡도 점수와 CO<sub>2</sub> 배출량 점수가 높은 곳에 밀집
- ☞ 비교적 교통혼잡도가 낮고 CO<sub>2</sub> 배출량도 적다는 의미
  - 좌측 상단 : 교통혼잡도 점수 ↑, CO<sub>2</sub> 점수 ↓ (속도 높고, 교통량 많음) → 연속류 도로구간
  - 우측 하단 : 교통혼잡도 점수 ↓, CO<sub>2</sub> 점수 ↑ (속도 낮고, 교통량 적음) → 교차로간 거리가 짧은 단속류 도로구간



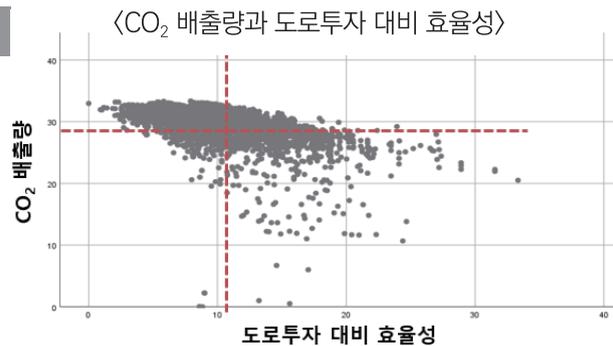
### • 교통혼잡도와 도로투자 대비 효율성 분석

- 도로투자 대비 효율성 점수가 10.3점 (V/C = 0.64)을 기준으로 교통혼잡이 증가하다가 다시 교통혼잡 감소 추세
- ☞ 도로투자 대비 효율성 점수가 10.3점 이후 교통량에 비해 도로용량 과다 (과투자)



### • CO<sub>2</sub> 배출량과 도로투자 대비 효율성 분석

- 도로투자 대비 효율성 점수가 10.3점 이후부터 우하향으로 산점도 퍼짐 현상 발생
- ☞ 도로투자 대비 효율성 점수가 10.3점 이후 교통량 대비 과소 또는 과다한 도로투자 구간이 혼재

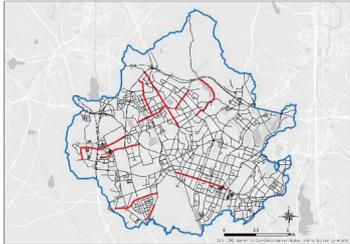


### • 종합평가 결과

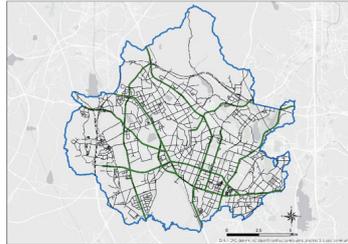
도로투자 대비 효율성 점수가 10.3점 즉, 도로용량 대비 교통량비가 0.64인 경우 여러 주체의 요구사항이 융합될 수 있는 균형점인 것으로 평가

## 2 도로축 단위 도로 운영 평가 (43개 주요 간선도로 대상)

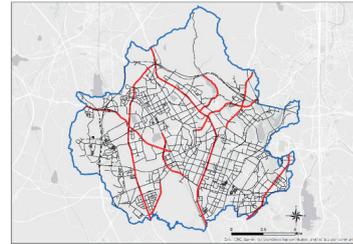
- **교통혼잡** : 광고산로, 천천로, 세권로에서 총 연장 중 60% 이상에서 교통혼잡 발생
- **도로투자 대비 효율성** : 세화로, 경수대로, 수인로에서 총 연장 중 40% 이상에서 효율성 높음
- **CO<sub>2</sub> 배출량** : 매송고색로794번길은 총 연장 중 91% 이상에서 배출량이 많음



〈교통혼잡 평가〉



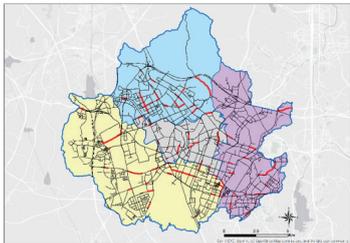
〈도로투자 대비 효율성 평가〉



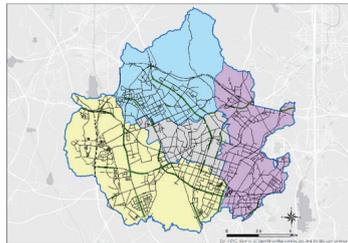
〈CO<sub>2</sub> 배출량 평가〉

## 3 행정구 단위 도로 운영 평가

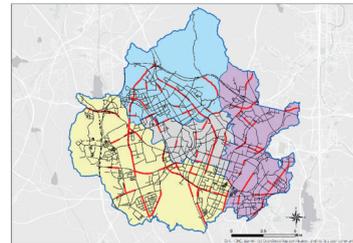
- **교통혼잡** : 장안구가 다른 행정구에 비해서 높음
- **도로투자 대비 효율성 및 CO<sub>2</sub> 배출량** : 권선구가 다른 행정구에 비해서 높음



〈교통혼잡 평가〉



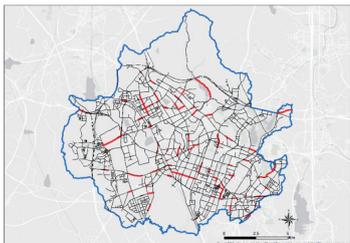
〈도로투자 대비 효율성 평가〉



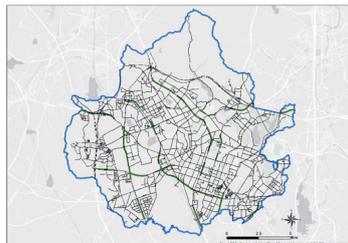
〈CO<sub>2</sub> 배출량 평가〉

## 4 도로구간<sup>2)</sup> 단위 도로 운영 평가 (총 4,322개 구간 중 상위 10% 대상)

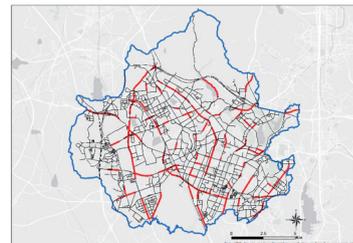
- **교통혼잡** : 총 248개 구간 중 천천로 35%, 세권로 31%, 금곡로 19% 해당
- **도로투자 대비 효율성** : 총 189개 구간 중 세화로 17%, 경수대로 15%, 서부로 11% 해당
- **CO<sub>2</sub> 배출량** : 총 357개 구간 중 매송고색로와 서부로가 각각 20%, 세화로 18% 해당



〈교통혼잡 평가〉



〈도로투자 대비 효율성 평가〉



〈CO<sub>2</sub> 배출량 평가〉

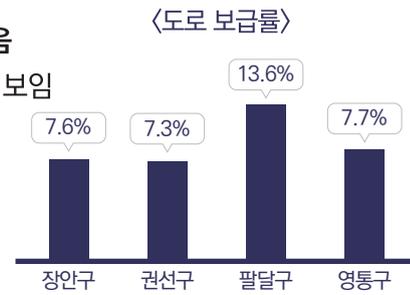
2) 도로구간은 교차로와 교차로 사이의 구간을 의미함

## 1 지역 내 도로 이용 형평성 제고

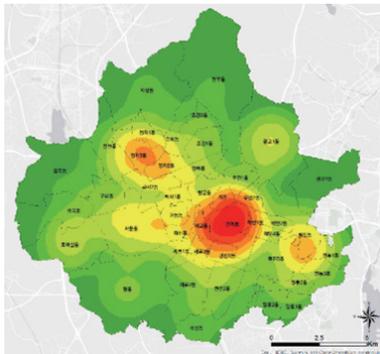
- 행정구 면적 당 도로연장률(도로보급률) 분석 결과 지역 내 불균형 발생  
- 4개 행정구의 도로보급률을 비교해 보면 팔달구가 13.6%로 가장 높음

☞ GIS 커널 밀도 분석 결과 수원시의 불균형적인 교통수단별 집중률을 보임

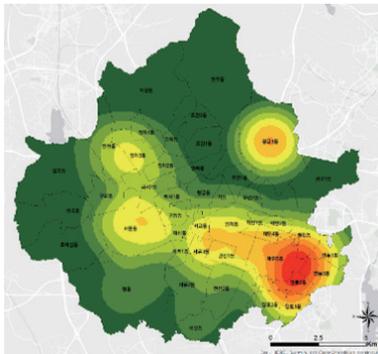
- 장안구 : 버스와 지하철 통행 발생량(환승통행) 집중
- 권선구 : 승용차와 버스 의존도 높음
- 팔달구 : 승용차 통행 발생량 집중
- 영통구 : 버스 통행 발생량 집중



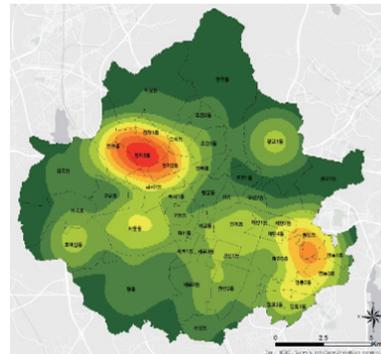
※ 자료: KOSIS, 2019년 기준



〈승용차통행발생 집중지역〉



〈버ست통행발생 집중지역〉



〈버스+지하철 통행발생 집중지역〉

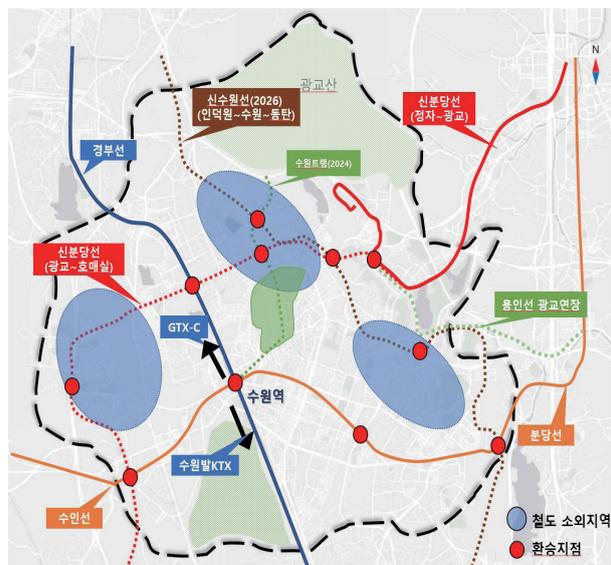
## 2 수원특례시 순환형 BRT 구축 방향

- 수원시의 교통수단별 불균형 해소를 위해서는 지역 내 사회적 교통약자의 이동권 보장과 도로의 효율성을 고려한 포용적 측면의 도로관리 정책 필수

- 수원시의 장래 철도 계획은 경제적 타당성을 확보하기 위해 인구 밀집도가 높은 지역을 연결하고 있기 때문에 사회적 교통약자를 배려하기에는 한계

☞ 포용적 측면(지역 내 형평성+도로 효율성)의 도로관리를 위한 순환형 BRT 구축 필요

- 지역 내 철도 음영지역을 연결하여 사회적 교통약자 배려 및 시민의 잃어버린 통행시간 회수
- 승용차, 버스, 버스+지하철(환승) 통행 발생량 집중 지역을 연결하여 교통수단별 불균형적인 통행 발생량 해소
- 장래 계획된 철도역과의 환승체계를 구축하여 승용차 이용수요 감소 유도



〈수원특례시 순환형 BRT 구축(안)〉

## 참고문헌

- 국토교통부(2021). 「2021년 수도권 여객기종점통행량(OD) 조사 및 현행화 공동사업」
- 국토교통부(2020). 「2020년 수도권 여객기종점통행량(OD) 조사 및 현행화 공동사업」
- 국토교통부(2019). 「2019년 수도권 여객기종점통행량(OD) 조사 및 현행화 공동사업」
- 국토교통부(2018). 「2018년 수도권 여객기종점통행량(OD) 조사 및 현행화 공동사업」
- 국토교통부(2017). 「2017년 수도권 여객기종점통행량(OD) 조사 및 현행화 공동사업」
- 국토교통부(2016). 「2016년 수도권 여객기종점통행량(OD) 조사 및 현행화 공동사업」
- 국토교통부(2021). 「2020 국가교통통계」
- 수원시(2021). 「수원시도로건설·관리계획(2021-2025)」
- 국가통계포털(KOSIS) <https://kosis.kr>
- 경기교통정보센터자료 <https://gits.gg.go.kr>

# 수원시 주요 간선도로 운영 평가 : 수원특례시 순환형 BRT 구축(안) 제언

※ 이 자료는 김도훈. 2022. 『수원시 도로 운영 평가 지표 개발 및 효율적인 도로관리 방향』  
연구보고서를 수정하여 재정리한 것임.

김도훈 연구위원 dhkim@suwon.re.kr / 031-220-8024

김성희 위촉연구원 sh2022@suwon.re.kr / 031-220-8032

**SRI** 수원시정연구원  
SUWON RESEARCH INSTITUTE

발행인 김선희

발행처 수원시정연구원

경기도 수원시 권선구 수인로 126

Tel. 031-220-8001

Fax. 031-220-8000, 8060

[www.suwon.re.kr](http://www.suwon.re.kr)



※ 수원시정연구원에서 수행한 주요 연구과제의 핵심내용과 정책제안 등을 압축해 시민들께 알려드리고자 하는 발간물입니다.