

# 코로나바이러스감염증-19로 인한 교통수요 변화 분석

## An Analysis of Change in Traffic Demand with Coronavirus Disease 2019

임 성 한\*

\* 주저자 및 교신저자 : 한국건설기술연구원 건설시험인증본부 연구위원

Sung Han Lim\*

\* Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

† Corresponding author : Sung Han Lim, atdaya@kict.re.kr

Vol.19 No.5(2020)

October, 2020

pp.106~118

pISSN 1738-0774

eISSN 2384-1729

<https://doi.org/10.12815/kits.2020.19.5.106>

2020.19.5.106

### 요 약

본 연구는 코로나19가 도로 교통수요(평균 일교통량)에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 코로나19로 인한 평균 일교통량 변화를 분석하기 위해 2019년과 2020년 1~5월까지의 상시 교통량 조사자료를 이용하였다. 국내 첫 감염자가 2020년 1월 20일에 발생하였고, 2월 29일에 1일 최대 감염자수인 909명을 기록하였으며, 4월 30일 4명으로 감소하였기 때문이다. 코로나19 발생으로 인해 평균 일교통량은 전년 동기 대비 3.3% 감소한 것으로 분석된다. 최근 10년 동안 교통량이 연평균 2.3% 증가한 점을 고려할 때, 이번 코로나로 인한 실질적인 평균 일교통량 감소는 5.6%(3.3% + 2.3%)로 추정된다. 주중보다는 주말의 평균 일교통량이 상대적으로 크게 감소한 것으로 나타난다. 도로 유형별 변화를 분석해 보면, 도시부 도로 -4.6%, 지방부 도로 -3.2%, 관광부 도로 -0.7%로 분석된다. 도시부 도로가 가장 크게 감소하였으며, 관광부 도로가 가장 적게 감소한 것으로 분석된다.

핵심어 : 코로나바이러스감염증-19 (코로나19), 교통수요, 평균 일교통량, 도로 유형

### ABSTRACT

This study examined the impact of COVID-19 on traffic demand (Average Daily Traffic : ADT) by analyzing the available data on highway traffic volume and the spread of COVID-19 cases in Korea. This study used the data from 228 permanent traffic counts (PTCs) on highways from January to May of 2019 and 2020 to analyze the change in ADT. The first cases of infection in Korea occurred on January 20, 2020, and the maximum daily number of infections was 909 on February 29. On April 30, 2020, the daily number of infections decreased to four. The ADT decreased by 3.3% due to the impact of COVID-19. Considering that the traffic volume has increased 2.3% annually over the past decade, the actual decrease in ADT due to the COVID-19 is estimated to be 5.6% (3.3% + 2.3%). The ADT for weekends decreased significantly, compared to during the week. An analysis of the changes in ADT according to the road type revealed decreases in the following: urban roads -4.6%, rural roads -3.2%, and recreational roads -0.7%. Urban roads decreased the most, and tourist roads decreased the least.

Key words : Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Traffic Demand, Average Daily Traffic(ADT), Road Type

Received 1 July 2020

Revised 20 July 2020

Accepted 26 August 2020

© 2020. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

2020년 7월 현재, 코로나바이러스감염증-19 (코로나19)<sup>1)</sup>는 전 세계적으로 막대한 피해를 끼치고 있다. 코로나19는 2019년 12월 중국에서 처음 감염 보고된 이후, 전 세계 대부분의 나라에서 많은 감염자와 사망자를 낳으며 경각심을 일으키고 있다. 세계보건기구(WHO)는 코로나19로 인한 질병 경계 수위를 범유행전염병(Pandemic)으로, 위험도를 매우 높음(Very High at a Global Level)으로 선언하였다. 2019년 7월 9일 09시 기준, 전 세계 코로나-19 확진자 수는 총 11,922,112명(사망 547,251명)이다. 국내 첫 감염자는 2020년 1월 20일에 발생하였고, 2020년 7월 9일 0시 기준 확진자 수는 총 13,293명(사망 287명)이다. 2월 29일에 1일 최대 감염자수인 909명을 기록하였으며, 4월 30일 4명으로 감소한 후 7월 현재 50명 수준으로 증가한 상태이다. 정부는 2020년 2월 23일에 감염병 위기단계를 「심각」 수준으로 상향하였다(질병관리본부).

코로나19로 인해 경제활동이 위축되고, 사람 간 접촉이 제약받고 있다. 기업은 재택근무 제도를 시행하고, 학교는 온라인 재택수업을 시행하고 있다. 대형 행사, 지역 축제, 스포츠 경기 등 사람이 많이 모이는 행사의 상당수가 취소되었다. 코로나19가 급증하기 시작한 2020년 2월, 온라인쇼핑 총 거래액은 11조 9,618억 원으로 전년 동월대비 24.5% 증가하였다(2020년 2월 온라인 쇼핑 동향, 통계청). 코로나19는 사람의 이동 수요를 감소시키고, 결국 교통수요를 감소시킬 것으로 예상된다. 특히 다 수의 사람이 함께 이용하는 항공, 고속철도, 고속버스 등 대중교통 수요가 크게 감소할 것으로 예상할 수 있다. 2020년 3월 전년 동기대비 항공교통 여객실적은 82.7% 감소한 것으로 나타났다(출처 : 한국교통연구원). 대중교통에 비해 상대적으로 안전하다고 판단되는 개인 승용차 교통은 오히려 증가할 수도 있을 것이다. 사람들이 밀집되어 있는 도심의 통행수요는 감소할 수 있겠으나, 반대로 사람들의 밀집도가 적은 교외 지역으로의 통행은 증가할 수도 있을 것이다. 선택이 가능한 통행(쇼핑, 관광 등)의 수요는 크게 감소할 것이고, 선택이 불가능한 통행(출근 등)의 수요는 상대적으로 수요가 적게 감소할 것으로 예상된다. 필수통행이 많은 주중과 선택통행이 많은 주말은 수요변화가 달리 나타날 것이다. 이러한 교통수요 변화에 대한 분석은 교통관리를 포함한 교통정책 수립 측면에서 중요하다. 이러한 배경 하에, 본 연구에서는 코로나19가 도로 교통수요에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 코로나19 발생 시점 - 대유행 기간 - 안정화 기간을 거치는 동안 교통수요가 어떻게 변화되었는지를 분석하는 것이 본 연구의 주된 목적이다. 본 연구 결과는 향후 코로나19와 같은 감염병 발생시 교통수요 변화를 예측하고, 관련 교통정책을 수립하는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

## II. 선행 연구 고찰

전 세계 많은 국가들이 코로나19의 확산을 억제하기 위해 사람들의 활동을 제약하는 전례 없는 조치들을 취하고 있다. 다 수의 국가에서 시행하고 있는 사회적 거리두기는 사람들의 통행 수와 통행 패턴에 큰 변화를 가져오고 있다. 사람들이 음식이나 옷을 구매하기 위한 온라인 쇼핑이 증가하고, 이는 쇼핑 통행 감소로 이어진다(Shi et al., 2019). 교통수단 측면에서 보면, 사람들은 다른 승객과의 접촉이 불가피하기 때문에 바이러스의 번식장소로 여겨질 수 있는 대중교통을 피하는 경향이 나타난다(Troko et al., 2011). 많은 사람들이

1) 세계보건기구(WHO)는 공식 명칭을 Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)로 확정했으며, 한국에서는 코로나바이러스감염증-19 (코로나19)로 일컫는다.

일시적으로 실직하거나 재택근무를 하고 있으며, 대부분의 야외 활동은 취소되고 있다. 많은 나라에서 여행 수요가 감소하고, 사람들은 가능한 대중교통을 피하는 경향이 나타나고 있다.

국내 2020년 2월 온라인쇼핑 총 거래액은 전년 동월대비 24.5% 증가하였다. 농축수산물(103.7%), 음식서비스(82.2%), 음·식료품(71.0%), 생활용품(52.8%), 가전·전자·통신기기(38.6%) 등에서 증가하였다. 반면, 문화 및 레저서비스(-60.0%), 여행 및 교통서비스(-46.2%) 등에서 크게 감소하였다(2020년 2월 온라인 쇼핑 동향, 통계청). 쇼핑 행태 변화에서도 코로나19가 교통수요를 크게 감소시켰음을 확인할 수 있다.

Iacus et al.(2020)은 코로나19 발생 기간 중 항공 승객 변화 및 이로 인한 사회 경제적 영향을 연구하였다. 2020년 1/4분기에 세계 GDP를 0.02%~0.12%까지 감소시킬 수 있으며, 최악의 경우 2020년 말에 1.41~1.67%까지 감소시킬 수 있으며, 일자리 손실은 2,530만 명에 이를 수 있는 것으로 분석되었다. Cho(2020)는 코로나19가 시애틀 지역의 통근 및 통행 패턴 변화에 미친 영향을 연구하였다. 시애틀 도심지역으로 들어가는 통행은, 코로나 바이러스 확산으로 재택근무에 들어가기 전인, 3월 3일부터 감소하기 시작하였다. 도심지역으로 들어가는 통행은 평시에 비해 3월 9일이 있는 주중의 경우 36%가 감소하였다. 시애틀 도심지역으로 들어가는 오전 첨두시 통행이 거의 40%나 감소하여, 도심으로 들어가는 평균 통행시간도 대폭 감소하였다. 주변 도시들로부터 관찰된 통행을 보면, 통행시간은 3월 9일 평일에 평균 32분으로 평시의 42분에 비해 24%나 감소되었다. Sung(2016)은 중동호흡기증후군(Middle East Respiratory Syndrome; MERS)이 한국의 대중교통 이용자수에 미치는 영향을 연구하였다. MERS로 인한 영향이 통근통학과 같은 통행목적이 빈번히 일어나는 오전 첨두시간대에는 발발 후 즉시적으로 나타나지는 않지만, 쇼핑과 같은 통행목적이 주로 발생하는 오후 시간대는 즉시적으로 나타났다. 통행 선택의 기회가 없는 통근통학의 목적에서는 통행의 변화를 회피하기가 어려움을 확인하였다. Kim and Cho(2016)은 재난 유형별로 발생하는 관광 피해의 정도와 영향 기간을 연구하였다. SARS, MERS 등 감염성 질병의 경우 사람의 이동을 기반으로 하여 급속히 확산될 수 있기에 관광시장에 주는 부정적 영향은 다른 재난에 비해 그 정도가 큰 것으로 분석되었다.

최근 코로나19가 교통수요에 미치는 영향을 분석하기 위한 연구가 시도되고 있다. 그러나 수요 파악이 비교적 용이한 항공 분야 등에서 주로 이루어지고 있으며, 국내 도로 교통 분야에서는 관련 연구가 거의 이루어지지 않은 것으로 파악된다. 교통수요 변화에 대한 정확한 추정 또는 예측은 효율적인 교통정책을 수립하는데 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 코로나19가 도로 교통수요에 미치는 영향을 분석하여, 효율적인 교통정책을 수립하는데 기여하고자 한다. 코로나19 발생 추이에 따른 교통수요 변화 추이, 지역별 교통수요 변화 추이, 토지 이용 특성과 관련성이 있는 도로 특성에 따른 교통수요 변화 추이를 분석하였다.

### Ⅲ. 분석 방법 및 자료 수집

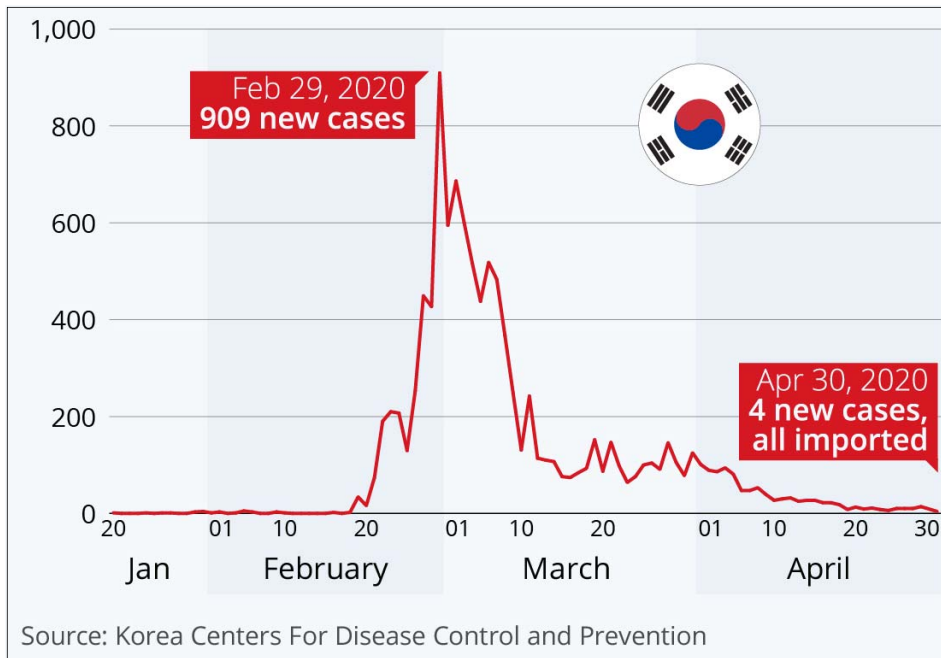
코로나19로 인한 교통수요 변화를 분석하기 위해서 실제 관측된 교통량을 비교 분석하였다. 교통수요를 간접적인 방법으로 추정하여 비교할 수도 있겠으나, 관측 교통량을 비교하는 것이 교통수요 변화를 보다 정확하게 분석할 수 있다고 판단했기 때문이다. 국내에서 도로 교통량을 조사하는 기관은 다 수 존재하나, 전국적인 규모로 가장 체계적으로 조사하는 기관은 국토교통부이다. 국토교통부는 전국 도로를 대상으로 교통량을 조사하고 있으며, 교통량 정보 제공 시스템(www.road.re.kr)을 통해 교통량 조사 자료를 제공하고 있다. 이 중 본 연구에서 사용된 자료는 일반국도 상시 교통량 조사자료(permanent traffic counts, PTCs)이다. 매설식 교통량 센서(루프, 피에조)를 이용해 실시간으로 측정된 교통량 자료이다. 전체 대상지점 수는 228개이며, 이 중 4차로 상의 지점이 140개 지점으로 가장 많다. 도별로는 전남이 42개 지점으로 가장 많고, 충북이 14개 지점으로 가장 적다.

<Table 1> Number of permanent traffic counts

Region	Number of lanes				
	2	4	6	8	전체
Total	82	140	4	2	228
GG	5	28	2	1	36
GN	7	14	0	1	22
GB	6	10	1	0	17
JN	20	22	0	0	42
JB	20	17	1	0	38
CN	3	27	0	0	30
CB	3	11	0	0	14
GW	18	11	0	0	29

Note : GG=GyeongGi, GN=GyeongNam, GB=GyeongBuk, JN=JeonNam, JB=JeonBuk, CN=ChungNam, CB=ChungBuk, GW=GangWon

<Fig. 1>에서 보듯이 2020년 1월에 국내 첫 감염자가 발생하였고, 2월 29일에 1일 최대 감염자수(909명)를 기록하였으며, 4월 30일에는 4명 수준으로 감소하였다. 4월 30일에 발생한 4명은 모두 해외에서 유입된 것으로 국내 발생건수는 0건이다. 정부에서는 코로나19의 지역사회 감염 확산을 방지하기 위해 ‘사회적 거리두기’ 정책을 시행하고 있다. ‘사회적 거리두기’는 3월 22일부터 4월 19일까지 처음 시행되었고, 4월 20일부터 5월 5일까지 ‘완화된 거리두기’로 시행되었으며, 코로나19 감염이 안정화 추세로 접어든 5월 5일부터는 ‘생활 속 거리두기’로 전환되었다. 본 연구에서는 코로나19가 교통수요에 미치는 영향을 분석하기 위해 코로나



<Fig. 1> COVID-19 infections and trend in Korea (Source : <https://www.statista.com/>)

19 최초 발생 시점(1월), 대유행 기간(2~3월), 감소 기간(3~4월), 안정화 기간(5월)을 포함하여 교통량 변화를 분석하였다. 또한, 코로나19 감염자 수가 크게 감소한 4월 이후 관광시즌(5월)에 교통수요가 어떻게 변화되었는지를 분석하는 것도 의미가 있다고 판단되어, 분석기간을 2020년 1월 ~ 5월까지로 설정하였다. 코로나19가 발생하지 않은 2019년 1~5월 교통량과 코로나19가 발생한 2020년 1~5월 교통량을 비교 분석하였다. 전년 동기 대비 교통수요 변화를 분석하되, 코로나19로 인한 변화만 반영하기 위해 법정 공휴일(신정, 설날, 삼일절, 국회의원 선거일, 부처님오신날, 어린이날) 기간은 제외하고 분석하였다.

교통수요 변화와 상관성이 있을 것으로 판단되는 코로나19 관련 변수로서 1일 감염자수, 발생 지역, 요일(주중/주말), 도로 특성 등을 고려하여 분석하였다. 본 논문에서 교통수요는 도로에서 관측된 평균 일교통량(Average Daily Traffic : ADT)을 의미한다.

#### IV. 평균 일교통량(ADT) 변화 분석

##### 1. 지역별 평균 일교통량(ADT) 변화 분석

코로나19 발생으로 인해 2020년 1~5월 ADT는 전년 동기 대비 3.3% 감소한 것으로 분석된다. 지역별로는 경남이 -4.7%로 감소 폭이 가장 크고, 전북이 -1.5%로 감소 폭이 가장 적은 것으로 분석된다. 한편, 2019년 전국 도로 교통량은 전년(2018년) 대비 평균 2.6% 증가하였고, 2010년 대비 20.5%(연평균 2.3%) 증가하였다(국토교통부 보도자료, 2020. 4. 27.). 이렇듯 연평균 2% 이상 교통량이 증가한 점을 고려할 때, 이번 코로나로 인한 실질적인 ADT 감소는 5.6%(3.3% + 2.3%)인 것으로 추정된다.

<Table 2> Change in ADT by region

Contents	Total	GG	GN	GB	JN	JB	CN	CB	GW
Rate of change(%)	-3.3	-3.4	-4.7	-3.3	-3.1	-1.5	-4.2	-4.3	-3.1

##### 2. 월별 평균 일교통량(ADT) 변화 분석

코로나19 발생으로 인한 ADT 변화를 월별로 분석해 보면, 코로나19 1일 감염자 수가 가장 많았던 시기인 2월과 3월의 ADT 감소가 가장 큰 것으로 분석된다. 국내 코로나19 1일 감염자 수는 2월 29일에 909명으로 가장 많았고, 3월을 지나면서 급격하게 감소하였다. 국내 첫 감염자는 2020년 1월 20일에 발생하였는데, 1월 ADT는 전년 동기 대비 1.1% 증가한 것으로 분석된다. 실질적인 ADT 감소는 2월부터 발생한 것으로 판단된다. 4월 30일에 코로나19 1일 감염자 수는 4명으로 감소하는데, 이후 5월 ADT가 빠르게 회복하는 것으로 나타난다. 5월의 ADT 회복은 코로나19 1일 감염자 수가 “0”에 가까워지고 봄 여행 철이 다가옴에 따라, 그 동안 억눌렸던 교통수요가 증가하였기 때문인 것으로 분석된다.

<Table 3> Change in ADT by month

Contents	Total	Jan	Feb	Mar	Apr	May
Rate of change(%)	-3.3	1.1	-5.1	-5.4	-3.4	-0.9

### 3. 요일별 평균 일교통량(ADT) 변화 분석

코로나19 발생으로 인해 주중 보다는 주말 ADT가 상대적으로 크게 감소한 것으로 분석된다. 특히 토요일의 ADT 변화가 -5.1%로 감소폭이 가장 크다. 월~목요일의 주중 ADT 변화는 평균 -2.4%인 반면, 금~일요일의 주말 ADT 변화는 평균 -4.3%로 약 두 배 차이가 난다. 주중보다 주말 ADT가 크게 감소한 이유는, 주중에는 출근교통 등 필수적인 교통수요가 많지만, 주말에는 쇼핑, 여행 등 선택적인 교통수요가 많기 때문인 것으로 판단된다. 정부에서 코로나19 확산 방지를 위해 관리 대상이 됐던 공연장, 체육시설, 쇼핑센터, 영화관 등에 대한 교통수요가 주로 주말에 발생하는 점도 영향을 끼친 것으로 판단된다.

<Table 4> Change in ADT by day of the week

Contents	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Rate of change(%)	-2.1	-2.8	-2.2	-2.7	-4.1	-5.1	-3.8

### 4. 지역별 월별 평균 일교통량(ADT) 변화 분석

코로나19 발생으로 인한 ADT 변화를 지역별 월별로 분석해 보면, 월별로는 2월과 3월의 ADT 감소가 크고, 지역별로는 경상도와 충청도의 감소가 큰 것으로 분석된다. 경상도 지역의 ADT 감소가 크게 나타난 것은 2월 중순 이후 경상도 지역에서 발생한 대규모 코로나19 감염자 수와 관련된 것으로 추정된다. 감염자 수 추이에 따라 전국의 ADT 변화가 비슷한 수준으로 나타나며, 지역별 차이는 크지 않은 것으로 판단된다.

<Table 5> Change in ADT by region and month

Contents	Rate of change(%)					
	Total	Jan	Feb	Mar	Apr	May
Total	-3.3	1.1	-5.1	-5.4	-3.4	-0.9
GG	-3.4	0.9	-5.2	-5.0	-3.2	-1.8
GN	-4.7	1.9	-6.3	-8.5	-5.7	-2.2
GB	-3.3	1.9	-3.7	-6.1	-3.7	-2.0
JN	-3.1	-0.2	-5.4	-4.8	-4.1	1.2
JB	-1.5	1.3	-4.3	-2.9	-0.5	1.1
CN	-4.2	2.6	-5.9	-6.6	-5.0	-3.4
CB	-4.3	3.5	-4.1	-8.9	-6.0	-1.9
GW	-3.1	-0.7	-5.2	-4.2	-1.5	-0.8

Note : Shadings indicate reduction rate of less than -5%

### 5. 지역별 요일별 평균 일교통량(ADT) 변화 분석

앞서 분석된 바와 같이, 주중 보다는 주말 ADT가 상대적으로 크게 감소한 것으로 분석되었다. 주말 중에서도 토요일 ADT가 특히 크게 감소하였다. 전체적으로는 경남 지역의 ADT가 가장 크게 감소하였으며, 충남 지역의 토요일 ADT 변화가 -7.0%로 가장 큰 것으로 분석된다. 토요일 ADT 변화가 상대적으로 적은 지역은 경북, 전북, 강원 지역인 것으로 분석된다. 금요일 ADT가 5% 이상 감소한 지역은 경남과 경북으로 분석된다.

<Table 6> Change in ADT by region and day of the week

Contents	Rate of change(%)						
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Total	-2.1	-2.8	-2.2	-2.7	-4.1	-5.1	-3.8
GG	-2.8	-2.8	-1.6	-3.1	-3.6	-5.6	-4.3
GN	-3.1	-3.8	-3.3	-3.5	-5.6	-6.8	-6.7
GB	-2.4	-3.5	-2.8	-3.1	-5.0	-2.7	-4.0
JN	-1.5	-2.6	-2.2	-2.8	-4.8	-5.3	-1.7
JB	-0.2	-1.2	-0.9	-1.0	-3.1	-3.1	-0.1
CN	-3.1	-3.3	-2.7	-3.6	-3.9	-7.0	-6.2
CB	-3.2	-3.9	-2.6	-3.3	-4.9	-5.9	-5.7
GW	-2.0	-2.7	-2.6	-1.9	-3.4	-4.5	-5.0

Note : Shadings indicate reduction rate of less than -5%

## 6. 코로나19 감염자 수와 평균 일교통량(ADT) 변화 간 상관관계 분석

코로나19 감염자 수가 교통수요 변화에 미치는 영향을 분석하기 위해 코로나19 감염자 수와 ADT 변화율 간 상관관계를 분석하였다. 정부에서는 1일 단위로 전 날의 코로나19 감염자 수를 지역별로 집계하여 발표한다. 사람들은 하루가 지난 후에 코로나19 감염자 수를 알 수 있기 때문에 당일 감염자는 당일 교통수요 변화에 영향을 미칠 수 없다. 따라서 일별 감염자 수와 일별 교통량 변화 간 상관관계 분석은 의미가 없다. 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 월 단위의 자료를 기초로 상관관계를 분석하였다. 월별 감염자 수와 월별 ADT 변화율 간 상관관계를 분석하였다. 상관관계 분석은 공간적 분석과 시계열 분석으로 구분하였는데, 공간적 분석은 ‘지역별 감염자 수’와 ‘지역별 ADT 변화율’ 간 상관관계이며, 시계열 분석은 ‘월별 감염자 수’와 ‘월별 ADT 변화율’ 간 상관관계 분석이다.

### 1) 상관관계 분석 (공간적 분석)

‘지역별 감염자 수’와 ‘지역별 ADT 변화율’ 간 상관관계를 분석한 결과는 <Table 7>과 같다. 두 변수 간 상관관계수는 0.042로 분석되어, 통계적으로 유의미한 상관성은 존재하지 않는 것으로 분석된다. 예를 들어, 경북의 감염자 수는 8,262명으로 타 지역에 비해 월등히 많지만, 교통량은 경기, 경남, 전남, 전북 지역에서 상대적으로 크게 감소하였다. 월별로 분석해 보아도 상관관계는 크지 않은 것으로 분석된다. 상관관계수는 1월 -0.149, 2월 0.553, 3월 -0.029, 4월 0.077, 5월 -0.176으로 나타난다.

두 변수간 상관관계가 크게 나타나지 않는 이유는 코로나 발생이 해당 지역 교통수요에만 영향을 미치는 것이 아니라 전국적으로 영향을 미치기 때문인 것으로 분석된다. 정부에서 코로나19의 지역사회 감염 차단을 위해 시행한 ‘사회적 거리두기(3월 22일 ~ 4월 19일)’와 ‘완화된 거리두기(4월 20일 ~ 5월 5일)’가 전국적으로 시행된 점도 영향을 미친 것으로 판단된다. 또한 정부에서 발표하는 전국 단위 감염자 수가 국민들에게는 가장 직관적으로 와 닿는 지표이기 때문에 지역별 감염자 수 차이가 지역별 교통수요 변화 차이에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 판단된다.

<Table 7> Correlation analysis (Spatial analysis)

Contents	Total		Jan		Feb		Mar		Apr		May	
	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R
GG	1,907	-3.4	10	0.9	155	-5.2	825	-5.0	412	-3.2	505	-1.8
GN	270	-4.7	0	1.9	139	-6.3	76	-8.5	39	-5.7	16	-2.2
GB	8,262	-3.3	0	1.9	2,724	-3.7	5,260	-6.1	233	-3.7	45	-2.0
JN	51	-3.1	0	-0.2	12	-5.4	17	-4.8	16	-4.1	6	1.2
JB	21	-1.5	1	1.3	4	-4.3	8	-2.9	5	-0.5	3	1.1
CN	239	-4.2	0	2.6	69	-5.9	141	-6.6	19	-5.0	10	-3.4
CB	60	-4.3	0	3.5	10	-4.1	34	-8.9	1	-6.0	15	-1.9
GW	57	-3.1	0	-0.7	7	-5.2	29	-4.2	17	-1.5	4	-0.8
Correlation coefficient	0.042		-0.149		0.553		-0.029		0.077		-0.176	

Note : N = Number of infections, R = Rate of traffic volume change(%)

2) 상관관계 분석 (시계열 분석)

‘월별 감염자 수’와 ‘월별 ADT 변화율’ 간 상관관계를 분석한 결과는 <Table 8>과 같다. 두 변수 간 상관계수가 -0.804로 분석되어, 통계적으로도 강한 음의 상관관계가 존재함을 알 수 있다. 월별로 분석한 결과에서도 상관계수가 -0.815(전남)~-0.469(강원)로 나타나, 코로나19 감염자 수에 비례해서 ADT가 감소하는 것을 알 수 있다.

<Table 8> Correlation analysis (Time series analysis)

Contents		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Correlation coefficient
Total	N	11	3,131	6,390	742	604	-0.804
	R	1.1	-5.1	-5.4	-3.4	-0.9	
GG	N	10	165	825	412	505	-0.540
	R	0.9	-5.2	-5.0	-3.2	-1.8	
GN	N	0	139	76	39	16	-0.726
	R	1.9	-6.3	-8.5	-5.7	-2.2	
GB	N	0	2,724	5,260	233	45	-0.750
	R	1.9	-3.7	-6.1	-3.7	-2.0	
JN	N	0	12	17	16	6	-0.815
	R	-0.2	-5.4	-4.8	-4.1	1.2	
JB	N	1	5	8	5	3	-0.748
	R	1.3	-4.3	-2.9	-0.5	1.1	
CN	N	0	69	141	19	10	-0.684
	R	2.6	-5.9	-6.6	-5.0	-3.4	
CB	N	0	10	34	1	15	-0.656
	R	3.5	-4.1	-8.9	-6.0	-1.9	
GW	N	0	7	29	17	4	-0.469
	R	-0.7	-5.2	-4.2	-1.5	-0.8	

Note : N = Number of infections, R = Rate of traffic volume change(%)



공간적 분석과 시계열 분석을 종합해 보면, 코로나19 감염자 수의 공간적(지역적) 분포 차이는 ADT 변화에 영향을 미치지 않는 반면, 감염자 수의 시계열적 변화 추이는 ADT 변화에 크게 영향을 미치는 것으로 분석된다. 감염자 수의 시계열 변화 추이는 통계적으로 강한 상관성을 갖는 것으로 분석됨에 따라, 감염자 수가 “0”에 가까워질 경우 교통수요는 크게 증가할 것으로 예상된다. 감염자 수가 4월 30일에 4명(국내 감염 0명)으로 감소한 후, 5월 ADT가 빠르게 증가한 것도 이러한 이유 때문인 것으로 판단된다.

## 7. 도로 특성에 따른 평균 일교통량(ADT) 변화 분석

도로 특성에 따라 코로나19 발생으로 인한 교통수요 변화가 달리 나타날 것이라는 판단 하에 도로 특성에 따른 ADT 변화를 분석하였다. 이를 위해 분석 대상 도로를 교통 특성에 따라 유형별로 분류하였다. 우리나라에서는 몇 가지 기준에 따라 도로를 분류하고 있다. ① 수행 기능, ② 관리 주체, ③ 도로 폭원, ④ 소재 지역 등에 따라 도로를 분류하고 있다. 수행 기능에 따라서는 고속·도시고속도로, 주간선도로, 보조간선도로, 국지도로, 집산도로로 분류한다. 관리 주체에 따라서는 고속국도, 일반국도, 지방도, 특별시도·광역시도, 시도, 군도, 구도로 구분한다. 도로 폭원에 따라서는 광로, 대로, 중로, 소로로 구분한다. 소재 지역에 따라서는 도시부, 지방부 등으로 구분한다. 본 연구는 코로나19 발생으로 인한 교통수요 변화 분석이 목적이기 때문에, 토지 이용 및 이용자 행태와 밀접한 관련이 있을 것으로 판단되는 소재 지역에 따라 도로를 분류하였다. 토지이용 특성과 교통 특성은 밀접한 관련이 있기 때문에, 도로의 지역 특성과 교통 특성은 관련성이 크다. 동일한 행정구역에 속하는 도로라 할지라도 토지 이용 특성에 따라 교통 특성은 달리 나타난다.

### 1) 도로 유형 분류

도로를 소재 지역에 따라 분류하기 위한 연구는 국내외에서 지속적으로 이루어져 왔다. 이 중 미연방도로청(Federal Highway Administration, FHWA)의 Traffic Monitoring Guide(2001)에서 제시하는 군집분석(cluster analysis)을 기초로 한 연구가 주를 이루고 있다(Albright, 1987; Flaherty, 1993; Kim et al., 2002; Lim and Oh, 2005; Choi et al., 2007). 본 연구에서도 FHWA의 Traffic Monitoring Guide(2001)에서 제시하는 군집분석을 통해 분석 대상 도로를 분류하였다.

228개 상시조자 지점에서 2019년도에 조사된 교통자료가 군집분석에 사용되었다. 사용된 변수는 설계시간계수(K30, %), 승용차 비율(%), 버스 비율(%), 트럭 비율(%), 주간 교통량 비율(%), 침두율(%), 일요일 계수, 휴가철 계수이다. 코로나19가 교통수요, 교통 패턴, 교통 수단에 전반적으로 영향을 미쳤을 것으로 가정하여 변수를 선정하였다. 기본적으로 교통수요 감소를 가정하여 설계시간계수(K30)를 변수로 선정하였다. 코로나19로 인해 개인 교통이 증가하고, 대중교통과 화물교통은 감소하였을 것으로 가정하여 차종 구성비를 변수로 선정하였다. 선택의 여지가 크지 않은 출퇴근 통행은 수요 변화가 적은 반면, 그 이외의 통행은 크게 감소하였을 것으로 가정하여 주간 교통량 비율과 침두율을 변수로 선정하였다. 코로나19 감염 우려로 인해 관광 통행이 크게 감소하였을 것으로 가정하여 일요일계수와 휴가철계수를 변수로 선정하였다.

설계시간계수(K30)는 연평균 일교통량에 대한 연 중 30번째 시간순위 교통량의 비를 의미하며, 일반적으로 해당 도로의 교통 특성 및 지역 특성에 따라 시간교통량 변동패턴이 다르기 때문에 설계시간계수(K30)도 달리 나타난다. 승용차, 버스, 트럭 비율은 전체교통량 중 승용차, 버스, 트럭 교통량이 차지하는 비율을 의미하며, 개인교통, 대중교통, 화물교통 특성을 나타내는 교통지표이다. 주간 교통량 비율은 하루 교통량 중 주간 교통량이 차지하는 비율이며, 침두율은 24시간 교통량에 대한 침두 1시간 교통량의 비를 나타낸다. 이러한 주간 교통량 비율 및 침두율은 하루 동안의 교통량 변화패턴을 잘 반영해 준다. 일요일 계수는 연평균 일

교통량(AADT)에 대한 일요일 평균 교통량의 비를 나타내며, 휴일 교통패턴을 파악할 수 있다. 일반적으로 도시부 도로의 일요일 교통량은 다른 요일보다 적으며, 관광·위락지역의 일요일 교통량은 다른 요일에 비해 크다. 휴가철계수는 연평균 일교통량(Annual Average Daily Traffic : AADT)에 대한 휴가철 평균 일교통량의 비를 나타내며, 일요일계수와 같이 관광부 도로의 특성을 가장 잘 나타내는 교통지표라 할 수 있다.

<Table 9> Variables used in cluster analysis

Variables	Definition
K30(%)	Design hourly volume / AADT
Ratio of passenger car(%)	Passenger car traffic volume / Total traffic volume × 100
Ratio of bus(%)	Bus traffic volume / Total traffic volume × 100
Ratio of truck(%)	Truck traffic volume / Total traffic volume 100
Ratio of day traffic(%)	Day(07:00~19:00) traffic volume / 24hr traffic volume
Ratio of peak hour traffic(%)	Peak hour traffic volume / 24hr traffic volume
Sunday factor	Average daily traffic volume on Sundays / AADT
Vacation factor	Average daily traffic volume during vacation season(8.1~8.31) / AADT

군집분석 방법으로는 K-평균 군집분석 방법을 적용하였다. K-평균 군집분석은 교통 변수를 기준으로 상대적으로 동질적인 교통 특성을 갖는 도로를 구별할 수 있다. 본 연구에서는 도시부 도로, 지방부 도로, 관광부 도로로 구분하기 위해 군집의 수를 3개로 설정하였다.

군집분석 결과는 <Table 10>과 같다. 전체 228지점이 99지점(그룹 1), 79지점(그룹 2), 50지점(그룹 3)으로 분류된다. 그룹 1은 설계시간계수(K30)가 낮고, 주간교통량 비율이 낮아 야간에도 교통수요가 많은 도로이다. 교통량 변동이 적고 일상 교통이 대부분을 차지하는 도로로 판단된다. 그룹 2는 승용차 교통 비율이 낮고, 트럭 교통 비율이 높은 것이 타 그룹에 비해 가장 큰 특징이다. 그룹 3은 설계시간계수(K30)가 높고, 일요일계수와 휴가철계수가 큰 것이 가장 큰 특징이다. 교통수요가 휴일에 집중되고, 관광지 인근에 위치한 도로로 판단된다. 군집 분석 결과를 종합해 보면, 그룹 1은 도시부 도로, 그룹 2는 지방부 도로, 그룹 3은 관광부 도로로 판단된다.

<Table 10> Results of cluster analysis

Road group	No. of PTCs	K30 (%)	Ratio of passenger car(%)	Ratio of bus(%)	Ratio of truck(%)	Ratio of day traffic(%)	Ratio of peak hour traffic(%)	Sunday factor	Vacation factor
1	99	10.8	78.2	1.8	20.0	75.3	7.8	0.90	1.07
2	79	12.8	66.5	1.9	31.6	80.6	8.1	0.88	1.09
3	50	17.8	77.6	2.0	20.5	81.4	8.7	1.09	1.24
Total	228	13.1	73.9	1.9	24.2	78.5	8.1	0.94	1.11

## 2) 평균 일교통량(ADT) 변화 분석

코로나19 발생으로 인한 ADT 변화를 도로 유형별로 분석해 보면, 도시부 도로 -4.6%, 지방부 도로 -3.2%, 관광부 도로 -0.7%로 분석된다. 도시부 도로가 가장 크게 감소하였으며, 관광부 도로가 가장 적게 감

소한 것으로 분석된다. 코로나19로 인해 관광 수요가 크게 감소했을 것으로 예상한 것과는 달리, 도로 교통 수요 변화는 미미한 것으로 나타났다.

<Table 11> Change in ADT by road type

Total	Urban road	Rural road	Recreational road
-3.3	-4.6	-3.2	-0.7

월별로 분석해 보면, 전체적으로 코로나19 감염자 수가 급증한 3월과 4월에 ADT 감소가 큰 것으로 분석된다. 도시부 도로의 3월 ADT 변화가 -7.0%로 가장 크게 감소였다. 관광부 도로의 경우, 코로나19 감염자 수가 크게 감소한 4월 이후에는 ADT가 증가한 것으로 분석된다. 특히 관광부 도로의 5월 ADT는 최근 10년간 연평균 교통량 증가율(2.3%) 보다도 크게 증가하였다.

<Table 12> Change in ADT by road type and month

Contents	Total	Jan	Feb	Mar	Apr	May
Total	-3.3	1.1	-5.1	-5.4	-3.4	-0.9
Urban road	-4.6	1.1	-6.0	-7.0	-5.3	-3.3
Rural road	-3.2	0.8	-5.1	-5.2	-3.4	-0.5
Recreational road	-0.7	1.6	-3.4	-2.5	0.5	3.1

요일별로 분석해 보면, 전체적으로 주중 보다는 주말 ADT가 크게 감소한 것으로 분석된다. 관광부 도로의 주중 ADT는 1% 미만으로 나타나, 코로나19로 인한 영향은 미미한 것으로 판단된다.

<Table 13> Change in ADT by road type and day of the week

Contents	Total	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Total	-3.3	-2.1	-2.8	-2.2	-2.7	-4.1	-5.1	-3.8
Urban road	-4.6	-3.4	-3.9	-3.3	-4.1	-4.5	-6.4	-6.2
Rural road	-3.2	-1.7	-2.7	-1.8	-2.5	-4.6	-5.2	-3.0
Recreational road	-0.7	0.0	-0.7	-0.6	-0.1	-2.6	-2.3	-0.2

도로 특성(유형)별 ADT 변화와 지역별 ADT 변화와의 관련성을 파악하기 위해 도로 유형과 지역별 ADT 변화를 분석한 결과는 <Table 14>와 같다. 앞서 실시한 상관분석에서 코로나19 감염자 수의 공간적(지역적) 분포 차이는 ADT 변화 차이에 영향을 미치지 않는 것으로 분석된 바 있다. 도로 특성(유형)과의 연계 분석에서도 코로나19 감염자 수의 공간적(지역적) 분포 차이는 ADT 변화 차이에 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 도로 유형별 ADT 변화 차이는 비교적 뚜렷하지만, 지역별 ADT 변화 차이는 적은 것으로 판단된다.

코로나19 감염자 수가 ADT 변화에 미치는 영향 분석 결과를 종합해 볼 때, 감염자 수의 공간적(지역적) 분포 차이는 관련성이 적고, 감염자 수의 시계열적 변화 추이와 도로 특성(유형)과는 관련성이 큰 것으로 분석된다. 타 지역에 비해서 감염자 수가 적다고 해서 교통수요가 적게 감소하고, 감염자 수가 많다고 해서 교통수요가 크게 감소하는 게 아닌 것으로 해석된다. 전국적(지역별) 감염자 수 추이가 증가 추세이면 교통수요가 감소하고, 감소 추세이면 교통수요가 증가하는 것으로 해석된다. 또한 타 지역에 비해 감염자 수가 적다고 해도 도시부

도로의 경우는 교통수요가 크게 감소하며, 감염자 수가 많다고 해도 관광부 도로의 경우는 교통수요가 적게 감소하는 것으로 해석된다. 따라서 코로나19와 같은 감염병 발생에 따른 교통 대책을 수립할 때, 지역별 감염자 수는 고려 필요성이 적고, 전국(지역별) 감염자수 추이와 도로 유형을 고려하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

<Table 14> Change in ADT by road type and region

Contents	Total	GW	GG	GN	GB	JN	JB	CN	CB
Total	-3.3	-3.1	-3.4	-4.7	-3.3	-3.1	-1.5	-4.2	-4.3
Urban road	-4.6	-6.1	-3.6	-7.5	-4.8	-1.5	-5.6	-5.0	-3.2
Rural road	-3.2	-4.1	-6.9	-1.9	-3.0	-4.4	1.0	-5.1	-5.9
Recreational road	-0.7	-0.7	2.4	-3.7	-2.9	-1.9	1.9	-0.2	-3.0

### V. 결론 및 향후 연구과제

2020년 현재 코로나19는 정치, 사회, 경제, 교육 등 국민 생활 전반에 막대한 영향을 끼치고 있다. 본 연구에서는 코로나19가 교통 부문에 미치는 영향, 특히 도로 교통수요에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 코로나19가 도로 교통수요에 적지 않은 영향을 끼칠 것으로 판단했으며, 이러한 수요 변화에 대한 정확한 분석은 교통관리 등 교통정책 수립에 기여할 수 있다고 판단했기 때문이다.

코로나19 발생으로 인해 ADT는 전년 동기 대비 3.3% 감소한 것으로 분석된다. 최근 10년 동안 교통량이 연평균 2.3% 증가한 점을 고려할 때, 이번 코로나로 인한 실질적인 ADT 감소는 5.6%(3.3% + 2.3%)로 추정된다. 시계열적으로 분석해 본 결과, 1일 감염자 수 추이와 ADT 감소량은 상관성이 큰 것으로 분석된다. 주중 보다는 주말 ADT가 상대적으로 크게 감소한 것으로 나타난다. 특히 토요일의 ADT 변화가 -5.1%로 감소 폭이 가장 크다. 주중에는 출근교통 등 필수적인 교통수요가 많지만, 주말에는 쇼핑, 여행 등 선택적인 교통수요가 많기 때문인 것으로 판단된다. 도로 유형별 ADT 변화를 분석해 보면, 도시부 도로 -4.6%, 지방부 도로 -3.2%, 관광부 도로 -0.7%로 분석된다. 도시부 도로가 가장 크게 감소하였으며, 관광부 도로가 가장 적게 감소한 것으로 분석된다. 코로나19로 인해 관광 수요가 크게 감소하고, 이로 인해 관광부 도로의 교통수요도 함께 크게 감소했을 것으로 예상하였으나 결과는 달리 나타났다. 정부에서는 코로나19 예방 및 피해 최소화를 위해 2020년 2월 이후 집중관리 사업장(콜센터, 스포츠 시설, 유흥업소, 학원, 종교시설 등), 집단시설(산후조리원, 의료기관 등), 다중이용시설(공연장, 체육시설, 쇼핑센터, 영화관, 대형식당 등)에 대한 대응지침을 마련하였다. 코로나19의 영향을 크게 받는 이러한 시설들이 주로 도시부에 위치하기 때문에 도시부 도로의 교통수요가 크게 감소한 것으로 판단된다. 코로나19로 인해 타인과의 접촉은 최소화하면서 여가를 즐길 수 있는 골프, 등산, 캠핑 관련 판매량이 전년 동기 대비 24% 늘어났다고 한다(The Financial News). 이러한 여가 문화 변화가 오히려 관광부 도로의 교통수요를 증가시키는 요인으로 일부 작용한 것으로 추정된다. 코로나19 감염자 수의 시계열적 변화 추이와 도로 특성(유형)이 교통수요 변화와 관련성이 큰 것으로 분석됨에 따라, 향후 감염병 발생에 따른 교통 대책을 수립할 때, 전국(지역별) 감염자수 추이와 도로 유형을 고려하는 것이 효과가 클 것으로 판단된다.

코로나19로 인해 버스, 지하철 등 다 수가 이용하는 대중교통 수요는 크게 감소했을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 이러한 대중교통 수요 변화에 대한 분석은 이루어지지 못했다. 향후 대중교통을 포함한 종합적인 분석이 이루어질 경우, 보다 유용한 결과를 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- Albright D.(1987), “A Quick Cluster Control Method: Permanent Control Station Cluster Analysis in Average Daily Traffic Calculations,” *Transportation Research Record*, vol. 1134, pp.57-64.
- Carter D.(2020), *Effects of COVID-19 Shutdown on Crashes and Travel in NC. North Carolina*, Department of Transportation, Transportation Research Board (TRB) Webinar.
- Cho N. G.(2020), “Understanding the impacts of COVID-19 on Commuting and Retail: An Analysis of the U.S. Epicenter,” *Chungbuk Issue & Trend*, no. 39, pp.48-54.
- Choi K., Won C. Y. and Chung W.(2007), “Classification of Freeways based on the Characteristics of Hourly Traffic Variation for Efficient Network Planning,” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers D*, vol. 27, no. 6D, pp.713-719.
- De Vos J.(2020), “The effect of COVID-19 and subsequent social distancing on travel behavior,” *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 100121.
- Flaherty J.(1993), “Cluster Analysis of Arizona Automatic Traffic Recorder Data,” *Transportation Research Record*, vol. 1410, pp.93-99.
- Iacus S. M., Natale F., Santamaria C., Spyros S. and Vespe M.(2020), “Estimating and projecting air passenger traffic during the COVID-19 coronavirus outbreak and its socio-economic impact,” *Safety Science*, vol. 129, 104791.
- Kim D. K. and Cho C. H.(2016), “Comparative Study on Tourism Damage by Disaster Type,” *Journal of Tourism and Leisure Research*, vol. 28, no. 12, pp.185-201.
- Kim J. H., Do M. S. and Jung J. E.(2002), “Grouping Method on Functional Classification for National Highway,” *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 20, no. 5, pp.131-144.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention, <http://www.cdc.go.kr>.
- Lim S. H. and Oh J. S.(2005), “A Study on Highway Classification and Traffic Characteristics by Highway Type,” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers D*, vol. 25, no. 4D, pp.555-563.
- Lockwood M., Lahiri S. and Babiceanu S.(2020), *Traffic Trends and Safety in a COVID-19 World. What Is Happening in Virginia?*, Virginia department of Transportation (VDOT), Transportation Research Board (TRB) Webinar.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport, [www.molit.go.kr](http://www.molit.go.kr).
- Shi K., De Vos J., Yang Y. and Witlox F.(2019), “Does e-shopping replace shopping trips? Empirical evidence from Chengdu, China,” *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 122, pp.21-33.
- Statistics Korea, <https://www.kostat.go.kr>.
- Sung H.(2016), “Impacts of the Outbreak and Proliferation of the Middle East Respiratory Syndrome on Rail Transit Ridership in the Seoul Metropolitan City,” *Journal of Korea Planning Association*, vol. 51, no. 3, pp.163-179.
- The Financial News, <https://www.fnnews.com/news/202007210914067501>.
- Traffic Monitoring System, <http://www.road.re.kr>.
- Troko J., Myles P., Gibson J., Hashim A., Enstone J., Kingdon S., Packham C., Amin S., Hayward A. and Nguyen Van-Tam J.(2011), “Is public transport a risk factor for acute respiratory infection?,” *BMC Infectious Diseases*, vol. 11, p.16.