

지역간과 대도시 화물자동차 통행발생 특성 비교

한진석* · 박민철**

Hahn, Jin-Seok*, Park, Minchoul**

The Comparison Between Regional and Urban Truck Movement Characteristics

ABSTRACT

this study is to deduct the difference between regional and urban commercial trips by analyzing the characteristics of the regional and urban truck movements. To achieve this, we investigated the relation between the number of truck trips and various truck generation attributes such as truck attributes, origin and destination attributes, and commodity type using ordered logit models, which are separately estimated for regional and urban truck movements using truck diary data of Korea Transport Database (KTDB). According to the estimation results, regional and urban truck movements have different characteristics in truck attributes, origin and destination attributes and commodity type. Especially, the number of regional trucks trips increased as origin and destination are manufactural area and as the total value of products of industrial area in origin and destination increase.

Key words : Trip Generation, Truck Attribute, Regional Truck Movement, Urban Truck Movement, Commodity Type

초록

본 연구는 지역적 범위에 따른 화물자동차의 통행발생 특성을 비교·분석함으로써 지역간 및 대도시 화물수요모형 추정의 차이점을 도출하고 지역적 범위에 적합한 화물수요모형 개발의 필요성을 제시하고자 하였다. 지역간 및 대도시 화물자동차의 통행발생 특성을 분석하기 위하여 화물자동차 속성, 출발지 특성, 도착지 특성, 적재품목을 고려한 서열로짓모형을 구축하였으며, 이를 통하여 다양한 특성이 화물자동차의 통행발생에 미치는 영향을 정량적으로 분석하였다. 분석결과, 지역간 화물자동차와 대도시 화물자동차의 통행발생 특성은 화물자동차 속성, 출발지 특성, 도착지 특성, 적재품목에서 모두 서로 상이한 것으로 나타났다. 특히 지역간 화물자동차는 대도시와 달리 출발지 및 도착지 유형이 제조업이고, 출발지 및 도착지의 산업단지 생산액이 클수록 통행수가 많은 것으로 나타났다.

검색어 : 통행발생, 화물자동차 속성, 지역간 통행, 대도시 통행, 적재품목

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

화물통행수요는 지역간 화물과 대도시(특별시, 광역시) 화물로 구분되어 추정되며, 추정결과는 여객통행수요와 함께 교통물류 SOC 사업의 평가와 각종 교통정책의 타당성 평가를 위한 기초자료로 활용된다. 또한 화물통행수요는 지역적 범위에 따라 대규모 국가사업에 활용되는 지역간 화물통행수요와 수도권권을 포함한 광역시의 교통물류정책을 위한 대도시 화물통행수요로 구분할 수 있는 동시에, 추정결과에

* 정회원 · 한국교통연구원 국가교통DB센터 Post-doc, 공학박사 (jshahn@koti.re.kr)

** 정회원 · 교신저자 · 한국교통연구원 국가교통DB센터 부연구위원, 공학박사

(Corresponding Author · The Korea Transport Institute · minchoul@koti.re.kr)

Received February 14 2012, Revised November 7 2012, Accepted April 11 2013

따라 물동량 통행수요와 화물자동차 통행수요로 구분할 수 있다. 현재 국내의 화물통행수요 추정 방법론과 결과의 활용은 모두 국가차원의 지역간 물류활동에 초점이 맞추어져 있으며, 특히 화물자동차 통행수요는 지역간 화물통행수요 추정에 적합한 물동량 기반의 화물수요모형을 기반으로 산출된다. 그러나 물동량 기반의 화물수요모형은 화물의 특성(품목별 속성 등)은 고려할 수 있으나, 화물자동차의 특성(업종, 등급별 통행유형 등)은 충분히 고려하지 못하는 한계가 있다(Holguín-Veras, 2002).

또한, 지역간 화물은 대량의 소빈도, 중·장거리 화물이 주요한 비중을 차지하는 반면, 대도시 화물은 소량의 다빈도, 단거리의 상이한 화물 특성을 가지고 있기 때문에, 지역간 화물이동을 위주로 추정된 화물통행수요는 대도시 화물의 특성을 제대로 반영하지 못하는 한계가 있다. 특히 대도시의 경우 지역간에서 비중이 높은 화물품목과 달리 서비스업이 주류를 차지하고 있기 때문에, 물동량 기반의 지역간 화물통행수요 추정 방법론을 적용하여 대도시 화물통행수요를 추정하는 데는 한계가 있으며, 이러한 문제점은 물동량 통행수요 뿐만 아니라 화물자동차 통행수요의 경우도 마찬가지이다. 즉, 대도시 화물자동차 통행수요는 지역간 화물자동차의 통행특성이 반영되어 추정되기 때문에, 소량의 다빈도, 단거리의 화물품목 비중이 높은 대도시 화물의 특성을 제대로 반영하지 못하는 한계가 있다. 또한 지역간과 대도시의 화물자동차 통행수요는 모두 물동량 통행수요를 기반으로 산출되기 때문에, 실제 화물자동차의 통행패턴과 상이한 결과가 도출될 수 있다(Raathanachonkun et al., 2007).

이러한 문제를 해결하기 위해서는 화물자동차 통행수요 추정시 지역적 범위에 적합한 화물자동차의 통행 특성이 고려되어야 하며, 본 연구에서는 통행발생 측면에서 화물자동차의 통행수요 추정시 반영되어야 할 요인들을 규명하는 것을 목적으로 한다. 본 연구에서 화물자동차의 통행발생 특성은 화물자동차의 1일 총 통행수를 기준으로 검토하였으며, 해당 요인들에 대한 영향력을 지역간과 대도시로 구분하여 검토함으로써 화물자동차의 통행발생 특성은 지역적 범위에 따라 상이하게 고려해야 함을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 한국교통연구원 수행한 2005년 전국 화물기종점 통행량 조사 중 화물자동차통행실태조사 자료를 기반으로 분석을 수행하였다. 분석대상 지역은 지역간과 대도시로 구분하여 설정하였으며, 지역간은 9개 도(경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주)의 존외 통행 중 대도시 존내 통행과 관련된 통행을 제외한 통행만을, 대도시는 7개 시(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산)의 존내 통행만을 고려하였다. 또한 지역간과 대도시 화물자동차의 통행발생 특성을 비교하기 위하여 서열로짓모형을 기반으로 한 통행발생모형을 추정하였으며, 본 연구에서 화물자동차

의 1일 통행수에 영향을 미치는 요인으로 규정한 화물자동차 속성(9가지), 출발지 존 유형 및 특성(16가지), 도착지 존 유형 및 특성(16가지), 그리고 적재품목 유형(11가지)에 대해 개별적으로 추정된 통행발생모형의 결과를 기반으로 지역적 범위에 따른 화물자동차의 통행발생 특성을 비교하였다.

2. 선행연구 검토

국내의 경우 최창호(2003)는 1997년 제1차 물류현황조사 자료를 이용하여 물동량 O/D를 추정하는데 필요한 화물자동차의 평균 적재율을 도시내와 지역간 각각에 대해 산정하였다. 해당 연구에서는 도시내 화물자동차 통행과 지역간 화물자동차 통행의 통행량 구성비 분포, 통행거리 분포 대비 운송되는 화물중량의 분포, 운송업종별 통행분포 등을 비교함으로써 도시내와 지역간 화물자동차의 통행특성이 상이함을 검토하였다. 성홍모 외(2008)는 2005년 화물자동차통행실태조사 자료를 이용하여 지역간과 대도시에 대한 화물자동차의 통행행태를 분석하였다. 분석결과 물리적 지표에서는 지역간이 대도시보다 통행거리 및 통행시간이 큰 것으로 나타났으며, 운행효율성 지표에서는 지역간과 대도시 모두 사업용 화물자동차의 효율성이 비사업용 화물자동차에 비해 다소 높은 것으로 나타났다.

또한 조창현 외(2008)는 2005년 화물자동차통행실태조사 자료를 이용하여 지역간과 대도시 구분없이 전국권에 대한 8톤 이상 화물자동차의 업종별(비사업용, 사업용) 통행특성 차이를 분석하였다. 분석결과 화물자동차는 업종별로 도착지, 도착지유형, 적재품목 등에서 통행행태가 서로 다른 것으로 나타났다. 김한수 외(2010)는 2005년 화물자동차통행실태조사 자료를 이용하여 대도시(수도권) 소형·중형 화물자동차에 대한 통행사슬 선택행태를 분석하였다. 한편, 박민철 외(2011)는 대도시 화물통행수요추정은 물동량 기반의 지역간과 달리 화물자동차를 기반으로 추정되어야 함을 제시하였으며, 2005년 화물자동차통행실태조사 자료를 이용하여 지역간과 대도시 화물자동차의 통행특성 차이를 규명하였다.

국외의 경우 Sorratina and Smith(2000)는 지역간을 대상으로 물동량 기반의 화물자동차 통행수 예측 모형을 구축하였다. 물동량의 화물자동차 전환시 화물자동차 통행수는 출발지 존에서의 종사자 수와, 도착지 존에서의 거주자 수, 인구밀도 등과 관련이 깊은 것으로 나타났다. Chatterjee (2004)는 대도시 물동량 통행의 유형을 존간 통행, 통과 통행, 존내 통행으로 구분하면서, 화물자동차의 통행특성을 언급하였다. 특히 물동량의 존내 통행은 대부분 화물자동차에 의해 이루어지며, 출발지 유형과 도착지 유형에 따라 화물자동차의 통행특성이 달라짐을 제시하였다. Holguín-Veras and Patil (2005)는 대도시(미국 콜로라도 주) 화물자동차의 통행사슬행태를

차종별(auto, pickup, sport utility vehicle, single unit truck, combination truck)로 구분하여 분석하였다. 분석결과 대도시 화물자동차는 차종별로 통행시슬내 통행수와 통행시슬의 총 통행거리, 그리고 통행목적 등이 서로 다른 것으로 나타났다.

또한 Hunt and Stefan(2007)은 대도시(캐나다 캘거리)를 대상으로 화물자동차의 통행시슬기반 모형을 구축하면서, 화물자동차의 차종별(industrial, wholesale, retail, service, transport) 통행시슬발생 특성을 분석하였다. 분석결과 대도시 화물자동차의 통행시슬발생은 발생존의 토지이용 유형(거주, 상업, 산업, 업무 등)과 종사자수, 접근성 등에 영향을 받는 것으로 나타났다. Stefan et al.(2007)은 사용가능한 자료의 확보에 따라 대도시(캐나다 캘거리)를 대상으로 2005년에 구축한 화물자동차 통행시슬기반 모형을 재정산하면서, 화물자동차의 톤급별(소형, 중형, 대형) 통행시슬발생 특성을 분석하였다. 분석결과 대도시 화물자동차의 통행시슬발생은 발생존의 산업별(industrial, wholesale, retail, private service, transport) 종사자 수와 인구밀도에 영향을 받는 것으로 나타났으며, 행정과 교육, 농업 등의 산업에 대한 종사자 수는 화물자동차의 통행시슬발생에 대한 설명력이 없는 것으로 나타났다. 이상의 선행 연구를 정리한 결과는 Table 1과 같다.

선행연구를 검토한 결과, 국외의 경우는 대도시에 국한된 연구들이 대부분인 것으로 검토되었으며, 국내의 경우는 화물자동차의 통행특성에 대하여 지역적 범위를 구분하여 검토한 사례가 많지 않은 것으로 검토되었다. 또한 국내외 모두 화물자동차의 통행특성은 업종별, 톤급별, 통행유형별로 상이한 것으로 분석되었으며, 특히 국외의 경우 국내외 달리 화물자동차의 통행발생에 영향을 미치는 요인들을 분석한 사례가 있는 것으로 검토되었다.

따라서 본 연구에서는 개별 화물자동차의 속성, 출발지 존 유형 및 특성, 도착지 존 유형 및 특성, 그리고 적재품목 유형 등 다양한

관점에서 지역적 범위에 따른 화물자동차의 통행발생 특성을 분석함으로써, 선행연구와의 차별성을 가지려 노력하였으며, 이와 같이 지역적 범위에 따라 화물자동차의 통행발생 특성이 상이함을 제시하는 것은 현재 국내에서 적용하는 화물통행수요 추정 방법론의 개선에 기여하는 바가 클 것으로 판단된다. 한편, 본 연구에서는 화물에 대한 분석준별 유형(생산지, 중간경유지, 소비지 등)을 별도로 고려하지 않았기 때문에, 화물자동차의 통행발생 존 유형 및 특성과 도착지 존 유형 및 특성은 동일한 것으로 가정하였다.

3. 분석모형 및 자료 구축

3.1 기초자료 검토

본 연구의 기초자료인 화물자동차통행실태조사는 전국의 화물 이동실태를 화물자동차 단위로 분석하기 위하여, 하루 동안에 통행한 개별 화물자동차의 통행일지를 파악한 조사이다(한국교통연구원, 2006). 해당 조사의 주요 설문항목은 Table 2와 같다. 전체 기초자료 중 본 연구에서 설정한 지역적 범위인 지역간의 9개 도(경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주)와 대도시의 7개 시(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산)에 해당하는 자료만을 추출하여 연구의 목적에 부합하도록 재구성하였으며, 추출된 자료를 기반으로 지역간과 대도시 개별 화물자동차의 통행특성을 화물자동차의 통행유형(편도, 왕복, 다수)별로 구분하여 살펴보았다.

3.1.1 지역별·통행유형별 조사표본수

본 연구에서 활용한 지역별·통행유형별 조사표본수는 Table 3과 같다. 지역간과 대도시의 개별 화물자동차 표본수는 각각 2,652

Table 1. Comparison of Previous Studies

Author	Area	
	Regional	Urban
Chatterjee (2004)	×	○
Choi (2003)	○	○
Holguín-Veras and Patil (2005)	×	○
Hunt and Stefan (2007)	×	○
Joh et al. (2008)	×	×
Kim et al. (2010)	×	○
Park et al. (2011)	○	○
Seong et al. (2008)	○	○
Sorratina and Smith (2000)	○	×
Stefan et al. (2007)	×	○

Table 2. Survey Items

Items	Contents
Origin Attributes	Origin Zone, Zone Type, Departure time
Destination Attributes	Destination Zone, Zone Type, Arrival time
Commodity Attributes	Commodity Number, Capacity Tonnage
Travel Attributes	Travel Distance

Table 3. Number of Samples by Target Area

Area	Type of trip	No. of Samples	Ratio (%)
Regional	One Way	569	21
	Return	1903	72
	Multi-Stop	180	7
	Total	2,652	100
Urban	One Way	290	10
	Return	1,397	50
	Multi-Stop	1,105	40
	Total	2,792	100

Table 4. Trip Characteristics by Target Area (Average Value)

Area	Type of trip	No. of Total Trips (trip/day)	Total Travel Time (min/day)	Total Travel Distance (km)	Capacity Tonnage (ton)
Regional	One Way	1.0	267.3	200.4	5.5
	Return	2.0	262.0	259.6	6.8
	Multi-Stop	4.3	308.2	253.5	7.8
Urban	One Way	1.0	58.9	20.1	1.5
	Return	2.0	79.3	34.8	1.4
	Multi-Stop	5.1	132.9	53.6	3.9

Table 5. Shipment Efficiency Characteristics by Target Area (Average Value)

Area	Type of trip	Average Loading Ratio (%)	Loading Efficiency Ratio (%)
Regional	One Way	81.0	81.0
	Return	78.6	40.9
	Multi-Stop	74.0	39.7
Urban	One Way	64.4	64.1
	Return	64.1	33.4
	Multi-Stop	59.7	36.2

개, 2,972개이며, 통행유형별로 살펴보면 지역간은 왕복통행의 비율이 조사표본수 대비 가장 높은 것으로 나타났으며, 대도시는 왕복통행과 다수통행이 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 이와 같은 통행유형은 지역간과 대도시의 일반적인 화물 통행패턴과 유사하기 때문에, 본 연구를 분석하기에 적합한 자료인 것으로 판단된다.

3.1.2 지역별·통행유형별 통행특성

지역별·통행유형별 통행특성을 검토한 결과는 Table 4와 같다. 지역별·통행유형별로 개별 화물자동차의 통행특성을 살펴보면, 지역간의 경우 중형·대형 화물자동차가 주로 통행하는 반면, 대도시의 경우는 주로 소형 화물자동차가 통행하는 것을 알 수 있다. 또한 적재톤수는 지역간과 대도시 모두 통행유형별 통행수가 증가할수록(편도 → 왕복 → 다수) 증가하는 것으로 나타났다.

3.1.3 지역별·통행유형별 운행효율특성

지역별·통행유형별 운행효율특성을 검토한 결과는 Table 5와 같다. 지역별·통행유형별 개별 화물자동차의 운행효율특성을 살펴보면, 지역간과 대도시 모두 편도통행의 특성이 가장 큰 것으로 나타났으며, 이는 편도통행의 통행수가 타 통행의 통행수보다 상대적으로 적기 때문이다. 또한 지역간 통행은 대도시에 비해 적재능력이 큰 화물자동차가 주로 통행하기 때문에, 대도시 통행에 비해 평균적재율과 적재효율이 큰 반면, 적재통행시간율과 적재통행거

Table 6. Multi-Stop Travel Characteristics

Area	% of Multi-Stop Trips			
	3	4	5+	Total
Regional	54	30	16	100
Urban	25	32	43	100

리는 대도시에 비해 통행사슬의 행태가 크게 나타나지 않기 때문에 작은 것으로 나타났다.

3.1.4 지역별 다수통행의 통행사슬특성

지역별 다수통행의 통행사슬특성을 검토한 결과는 Table 6과 같다. 개별 화물자동차의 통행유형 중 지역별 다수통행의 통행사슬 내 통행수 비율을 살펴보면, 지역간의 경우 통행사슬내 통행수가 3개인 비중이 가장 높은 반면, 도시내의 경우는 통행사슬내 통행수가 5개 이상인 경우가 다수인 것으로 나타났다. 이는 소량의 다빈도, 단거리의 화물품목 비중이 높은 대도시 화물의 특성에 따라 단거리 통행이 많은 도시내 화물자동차의 통행특성 때문인 것으로 판단된다.

3.2 분석모형 구축

3.2.1 통행발생모형

통행발생모형은 분석대상의 통행발생과 관련된 변수를 추정하기 위한 모형이며, 본 연구에서는 화물자동차의 통행발생과 관련된 특성을 검토하기 위해 화물자동차의 1일 통행수를 모형의 종속변수

로, 화물자동차의 속성, 출발지 존 유형 및 특성, 도착지 존 유형 및 특성, 적재품목 유형과 같은 다양한 요인들을 모형의 독립변수로 각각 설정하였다. 화물자동차의 통행수는 다음과 같은 세 가지 특성을 가진다고 할 수 있으며, 특히 통행발생에 대한 개별 화물자동차의 효용은 절대적 수치로 비교하기가 어렵기 때문에, 화물자동차의 통행수는 상대적 크기에 대한 비교가 의미를 가지는 서수적 특성을 가진다고 할 수 있다.

첫째, 이산적(discrete)이다.

둘째, 0 혹은 양(positive)의 값을 가진다.

셋째, 서수적(ordinal) 특성을 가진다.

통행발생모형과 관련된 선행연구에서 검토된 다항선택모형(다항로짓, 다항프로빗)은 첫 번째와 두 번째의 특성은 허용하지만, 세 번째 특성인 대안의 서수적 특징을 명확하게 구현하지 못하며, 대안의 수에 따라 추정해야 할 모수의 수가 많아지는 단점이 있다. 이러한 이유로 몇몇 선행연구에서는 분석대상의 통행수를 모형화하기 위해 이항선택(binary choice)모형의 변형된 형태인 서열이산선택모형을 사용하였으며, 해당 모형은 특정 질문에 대한 응답의 정도를 순서화한 자료를 종속변수로 가지는 모형을 추정하기 위해 개발된 방법이다. 서열이산선택모형에서 효용의 구조는 다음과 같다.

$$y_i^* = \sum_{k=1}^K \beta_k x_{ik} + \epsilon_i \quad (1)$$

여기서,

y_i^* : 개인 i 가 통행을 수행하고자 하는 정도를 나타내는 효용

x_{ik} : 개인 i 의 통행수행 의사에 영향을 미치는 k 번째 외생변수

β_k : k 번째 외생변수의 계수

ϵ_i : 효용의 불확실성을 나타내는 개인 i 의 확률적 오차항

또한 응답자가 관찰 가능한 응답 y_i (통행수 등)를 선택하는 기준은 다음과 같이 일정 범위 내에서는 j 를 선택할 수 있도록 잠재변수 y_i^* 에 의해 결정된다. y_i^* 와 y_i 의 관계는 다음과 같다. (Greene, 1990)

$$\begin{aligned} y &= 0 \text{ if } y_i^* \leq \mu_0 \\ &= 1 \text{ if } \mu_0 < y_i^* \leq \mu_1 \\ &= 2 \text{ if } \mu_1 < y_i^* \leq \mu_2 \\ &\vdots \\ &= J \text{ if } \mu_{J-1} \leq y_i^* \end{aligned} \quad (2)$$

식 (2)에서 μ_0 에서 μ_{J-1} 은 y_i^* 의 경계값을 나타내는 것으로

관찰 가능한 응답들에 대해 j 를 선택할 수 있는 기준들이 되며, 다음의 조건을 만족한다.

$$\mu_0 < \mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_{J-1} \quad (3)$$

한편, 식 (1)의 미관측 요소 ϵ_i 의 분포 가정에 따라 서열프로빗모형과 서열로짓모형이 구분된다. 서열프로빗모형의 오차항은 평균이 0이고 분산이 1인 정규분포를 따른다고 가정하며, 서열로짓모형의 오차항은 평균이 0인 로지스틱분포를 따른다고 가정한다. 본 연구에서는 화물자동차의 통행발생모형을 구축하기 위해 서열이산선택모형 중 서열로짓모형을 이용하였으며, 지역간과 대도시의 화물자동차 통행수에 영향을 미치는 독립변수의 유형에 따라 구축된 화물자동차의 통행발생모형은 다음과 같다.

3.2.1.1 화물자동차 속성

$$y_i^* = \beta_1 T_1 + \beta_2 T_2 + \beta_3 T_3 + \beta_4 T_4 + \beta_5 T_5 + \beta_6 T_6 + \beta_7 T_7 + \beta_8 T_8 + \beta_9 T_9 + \beta_{10} T_{10} \quad (5)$$

여기서,

y_i^* : 화물자동차 1일 통행수

T_1 : 차량업종 여부(1-비사업용, 0-사업용)

T_2 : 통행유형(1-왕복, 0-다수)

T_3 : 적재통행률

T_4 : 총통행거리

T_5 : 적재통행거리율

T_6 : 평균적재율

T_7 : 적재효율

T_8 : 소형 화물자동차 여부(1-소형, 0-소형 아님)

T_9 : 중형 화물자동차 여부(1-중형, 0-중형 아님)

T_{10} : 대형 화물자동차 여부(1-대형, 0-대형 아님)

3.2.1.2 출발지 존 유형 및 특성

$$y_i^* = \beta_1 O_1 + \beta_2 O_2 + \beta_3 O_3 + \beta_4 O_4 + \beta_5 O_5 + \beta_6 O_6 + \beta_7 O_7 + \beta_8 O_8 + \beta_9 O_9 + \beta_{10} O_{10} + \beta_{11} O_{11} + \beta_{12} O_{12} + \beta_{13} O_{13} + \beta_{14} O_{14} + \beta_{15} O_{15} + \beta_{16} O_{16} \quad (6)$$

여기서,

y_i^* : 화물자동차 1일 통행수

O_1 : 출발지 존 유형의 교통시설(철도역, 항만, 공항) 여부(1-교통시설, 0-교통시설 아님)

O_2 : 출발지 존 유형의 제조업체(공장, 영업·자가창고) 여부(1-제조업체, 0-제조업체 아님)

- O_3 : 출발지 존 유형의 도·소매업체 여부(1-도·소매업체, 0-도·소매업체 아님)
- O_4 : 출발지 존 유형의 기타(시장, 건설현장) 여부(1-기타, 0-기타 아님)
- O_5 : 주민등록인구수(명)
- O_6 : 국가산업단지 생산액(억원)
- O_7 : 일반산업단지 생산액(억원)
- O_8 : 농공단지 생산액(억원)
- O_9 : 할인점(전문점 포함) 수(개)
- O_{10} : 백화점(쇼핑센터 포함) 수(개)
- O_{11} : 시장(기타 대규모점포 포함) 수(개)
- O_{12} : 농업·임업·어업 사업체 수(개)
- O_{13} : 광업 사업체 수(개)
- O_{14} : 제조업 사업체 수(개)
- O_{15} : 도·소매업 사업체 수(개)
- O_{16} : 서비스업 사업체 수(개)

3.2.1.3 도착지 존 유형 및 특성

$$y_i^* = \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \beta_3 D_3 + \beta_4 D_4 + \beta_5 D_5 + \beta_6 D_6 + \beta_7 D_7 + \beta_8 D_8 + \beta_9 D_9 + \beta_{10} D_{10} + \beta_{11} D_{11} + \beta_{12} D_{12} + \beta_{13} D_{13} + \beta_{14} D_{14} + \beta_{15} D_{15} + \beta_{16} D_{16} \quad (7)$$

여기서,

- y_i^* : 화물자동차 1일 통행수
- D_1 : 도착지 존 유형의 교통시설(철도역, 항만, 공항) 여부(1-교통시설, 0-교통시설 아님)
- D_2 : 도착지 존 유형의 제조업체(공장, 영업·자가창고) 여부(1-제조업체, 0-제조업체 아님)
- D_3 : 도착지 존 유형의 도·소매업체 여부(1-도소매업체, 0-도소매업체 아님)
- D_4 : 도착지 존 유형의 기타(시장, 건설현장) 여부(1-기타, 0-기타 아님)
- D_5 : 주민등록인구수(명)
- D_6 : 국가산업단지 생산액(억원)
- D_7 : 일반산업단지 생산액(억원)
- D_8 : 농공단지 생산액(억원)
- D_9 : 할인점(전문점 포함) 수(개)
- D_{10} : 백화점(쇼핑센터 포함) 수(개)
- D_{11} : 시장(기타 대규모점포 포함) 수(개)
- D_{12} : 농업·임업·어업 사업체 수(개)
- D_{13} : 광업 사업체 수(개)
- D_{14} : 제조업 사업체 수(개)

- D_{15} : 도·소매업 사업체 수(개)
- D_{16} : 서비스업 사업체 수(개)

3.2.1.4 적재품목 유형

$$y_i^* = \beta_1 C_1 + \beta_2 C_2 + \beta_3 C_3 + \beta_4 C_4 + \beta_5 C_5 + \beta_6 C_6 + \beta_7 C_7 + \beta_8 C_8 + \beta_9 C_9 + \beta_{10} C_{10} + \beta_{11} C_{11} \quad (8)$$

여기서,

- y_i^* : 화물자동차 1일 통행수
- C_1 : 농림수산물 여부(1-농림수산물, 0-농림수산물 아님)
- C_2 : 음식료품 여부(1-음식료품, 0-음식료품 아님)
- C_3 : 섬유 및 가죽제품 여부(1-섬유 및 가죽제품, 0-섬유 및 가죽제품 아님)
- C_4 : 비금속광물제품 여부(1-비금속광물제품, 0-비금속광물제품 아님)
- C_5 : 금속제품 여부(1-금속제품, 0-금속제품 아님)
- C_6 : 목재 및 종이제품 여부(1-목재 및 종이제품, 0-목재 및 종이제품 아님)
- C_7 : 잡제품 여부(1-잡제품, 0-잡제품 아님)
- C_8 : 화학공업제품 여부(1-화학공업제품, 0-화학공업제품 아님)
- C_9 : 기계류 여부(1-기계류, 0-기계류 아님)
- C_{10} : 전기전자 및 정밀기기 여부(1-전기전자 및 정밀기기, 0-전기전자 및 정밀기기 아님)
- C_{11} : 광산물 여부(1-광산물, 0-광산물 아님)

3.3 분석자료 구축

2005년 화물자동차통행실태조사 자료의 총 표본 중 지역간과 대도시의 총 표본수는 5,444개이며, 이 중 이상치를 제거한 5,387개의 표본을 분석자료 구축에 사용하였다. 해당 화물자동차의 자료를 이용하여 통행발생모형의 종속변수인 1일 통행수와 화물자동차 속성의 독립변수, 출발지 존 유형 및 특성의 독립변수 중 출발지 존 유형, 도착지 존 유형 및 특성의 독립변수 중 도착지 존 유형, 그리고 적재품목 유형의 독립변수를 모형 추정에 사용할 수 있도록 구축하였으며, 나머지 출발지 존 유형 및 특성의 독립변수와 도착지 존 유형 및 특성의 독립변수는 모두 각 시도별 통계연보를 활용하여 구축하였다. 한편, 모형의 종속변수인 화물자동차의 통행수는 도착지가 하나인 편도통행과 출발지로 돌아오는 왕복통행, 그리고 도착지가 두 개 이상인 다수통행과 같이 화물자동차의 통행유형별로 집계한 후 모형 추정에 활용하였다. 분석자료 구축 결과는 Table 7~Table 11과 같으며, 지역간과 대도시 모두 동일한 변수들로 구축하였다.

Table 9와 Table 10의 출발지 존 유형과 도착지 존 유형은

Table 7. Dependent Variable

Variable	Type
No. of total trips	Continuous

Table 8. Truck Attributes (Independent Variables 1)

Variable	Type
Type of industry (T_1)	Dummy
Type of trip (T_2)	Dummy
No. of total trips (T_3)	Continuous
Total travel time (T_4)	Continuous
Total travel distance (T_5)	Continuous
Average Shipment (T_6)	Continuous
Shipment efficiency (T_7)	Continuous
Type of truck_small (T_8)	Dummy
Type of truck_middle (T_9)	Dummy
Type of truck_large (T_{10})	Dummy

Table 9. Departure Zone Attributes (Independent Variables 2)

Variable	Type
Type of departure zone_1 (O_1)	Dummy
Type of departure zone_2 (O_2)	
Type of departure zone_3 (O_3)	
Type of departure zone_4 (O_4)	
No. of resident registration population (O_5)	Continuous
Output of the NIC (O_6)	
Output of the GIC (O_7)	
Output of the AIC (O_8)	
No. of major supermarket (O_9)	
No. of department store (O_{10})	
No. of market (O_{11})	
No. of company concerning AFF (O_{12})	
No. of company concerning MI (O_{13})	
No. of company concerning MA (O_{14})	
No. of company concerning WR (O_{15})	
No. of company concerning S (O_{16})	

note : NIC = national industrial complex, GIC = general industrial complex, AIC = agricultural industrial complex, AFF = agriculture, forestry and fishery, MI = mining, MA = manufacturing, WR : = wholesale and retail, S: service.

2005년 화물자동차통행실태조사 자료를 활용하였으며, 본 연구에서는 기존 조사된 총 12개 출발지 및 도착지 유형 중 물류활동이 없는 유형인 가정, 차고지, 기타유형을 제외한 나머지 9개 유형들 중 유사한 특성을 가지는 유형들을 집계하여 총 4가지 유형들로 재분류한 후, 모형의 독립변수로 사용하였다. 또한 Table 11의

Table 10. Destination Zone Attributes (Independent Variables 3)

Variable	Type
Type of departure zone_1(D_1)	Dummy
Type of departure zone_2(D_2)	
Type of departure zone_3(D_3)	
Type of departure zone_4(D_4)	
No. of resident registration population(D_5)	Continuous
Output of the NIC(D_6)	
Output of the GIC(D_7)	
Output of the AIC(D_8)	
No. of major supermarket(D_9)	
No. of department store(D_{10})	
No. of market(D_{11})	
No. of company concerning AFF(D_{12})	
No. of company concerning MI(D_{13})	
No. of company concerning MA(D_{14})	
No. of company concerning WR(D_{15})	
No. of company concerning S(D_{16})	

note : NIC = national industrial complex, GIC = general industrial complex, AIC = agricultural industrial complex, AFF = agriculture, forestry and fishery, MI = mining, MA = manufacturing, WR : = wholesale and retail, S: service.

Table 11. Loading Item Attributes (Independent Variables 4)

Variable	Type
Agriculture, Forestry and Fishery(C_1)	Dummy
Food and Beverages(C_2)	
Textiles and Domestic Electric Devices(C_3)	
Non-metallic Mineral Products(C_4)	
Metal Products(C_5)	
Wood and Paper Products(C_6)	
Other Products(C_7)	
Chemicals and Chemical Products(C_8)	
Machinery(C_9)	
Electrical, Electronic and Precision Instruments(C_{10})	
Mineral Products(C_{11})	

적재품목 유형도 마찬가지로 KTDB 33개 화물품목 유형을 11개 화물품목 유형으로 재분류한 후, 모형의 독립변수로 사용하였다.

4. 모형추정 결과

본 연구에서는 화물자동차 속성, 출발지 존 유형 및 특성, 도착지 존 유형 및 특성, 그리고 적재품목 유형이 화물자동차의 통행발생에

미치는 영향력을 지역간과 대도시로 구분하여 각각 검토하기 위하여, 화물자동차의 통행발생모형을 지역적 범위에 따라 각각 구축하여 추정하였다. 모형의 독립변수 유형에 따라 추정된 결과는 다음과 같다.

4.1 화물자동차 속성

화물자동차 속성이 지역간과 대도시 화물자동차의 통행발생에 미치는 영향을 살펴본 결과는 Table 12와 같다. 지역간 화물자동차와 대도시 화물자동차 모두 업종이 사업용이고 통행유형이 왕복통행일수록, 그리고 적재효율이 높을수록 통행발생 빈도가 높은 것으로 나타났다. 그러나 각 변수에 대한 영향력은 지역간 화물자동차가 대도시 화물자동차보다 높은 것으로 나타났으며, 이는 일반적으로 지역간 화물자동차가 왕복통행의 비율이 높고 적재효율이 대도시보다 높기 때문인 것으로 판단된다. 또한 화물자동차의 톤급별로 지역간과 대도시 화물자동차의 통행발생 빈도에 미치는 영향력은 상이하며, 지역간의 경우 중·대형 화물자동차일수록 그리고 대도시의 경우 소·중형 화물자동차일수록 화물자동차의 통행발생이 높은 것으로 나타났다. 이는 지역간 화물이 대량의 소빈도, 중·장거리 비중이 높은 반면, 대도시 화물은 소량의 다빈도, 단거리의 상이한 화물 특성을 가지기 때문인 것으로 판단된다.

4.2 출발지 존 유형 및 특성

출발지 존 유형 및 특성이 지역간과 대도시 화물자동차의 통행발생에 미치는 영향을 살펴본 결과는 Table 13과 같다. 지역간 화물자동차의 경우 출발지 존 유형이 교통시설(철도역, 항만, 공항), 제조업체(공장, 영업·자가창고)인 경우 통행발생 빈도가 높은 것으로 나타났다. 또한 출발지 존 특성 중에서는 국가산업단지와 일반산업

단지의 생산액이 많을수록, 그리고 광업 및 제조업 사업체 수가 많을수록 통행발생에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 반면, 대도시 화물자동차는 출발지 존 유형이 도·소매업체, 기타(시장, 건설현장)인 경우 통행발생 빈도가 높은 것으로 나타났으며, 출발지 존 특성 중에서는 할인점(전문점 포함) 수와 백화점(쇼핑센터 포함) 수가 많을수록, 그리고 서비스업 및 도·소매업 사업체 수가 많을수록 통행발생에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 즉, 지역간 화물자동차의 통행발생에 가장 큰 영향을 미치는 출발지 존 유형은 제조업체(공장, 영업·자가창고)이며, 출발지 존 특성은 국가산업단지의 생산액과 제조업 사업체 수인 반면, 대도시 화물자동차의 통행발생에 가장 큰 영향을 미치는 출발지 존 유형은 도·소매업체이고, 출발지 존 특성은 할인점(전문점 포함) 수와 서비스업 사업체 수인 것으로 나타났다. 또한 대도시의 경우 지역간과 달리 출발지

Table 12. Statistical Result of the Ordered Logit Model (Independent Variables 1)

Variable		Coefficient	t-value	p-value
Regional	T ₁	1.892	12.627	0.001
	T ₂	1.639	14.371	0.000
	T ₇	1.199	21.501	0.000
	T ₈	0.472	5.202	0.004
	T ₉	1.158	17.784	0.000
	T ₁₀	1.674	18.415	0.002
Urban	T ₁	1.211	10.686	0.000
	T ₂	0.424	7.957	0.002
	T ₇	0.896	9.665	0.012
	T ₈	1.528	16.198	0.002
	T ₉	1.194	12.421	0.000
	T ₁₀	0.779	9.306	0.001

Table 13. Statistical Result of the Ordered Logit Model (Independent Variables 2)

Variable		Coefficient	t-value	p-value	
Regional	O ₁	1.367	16.237	0.000	
	O ₂	1.591	20.432	0.001	
	O ₄	0.059	5.690	0.002	
	O ₆	1.485	14.347	0.000	
	O ₇	1.380	15.566	0.006	
	O ₈	0.683	6.654	0.001	
	O ₁₁	0.232	3.211	0.009	
	O ₁₂	0.794	6.061	0.000	
	O ₁₃	1.656	10.079	0.012	
	O ₁₄	1.856	15.058	0.000	
	O ₁₅	0.494	7.188	0.000	
	Urban	O ₁	0.112	5.028	0.000
		O ₂	0.195	6.101	0.002
		O ₃	2.056	21.384	0.000
		O ₄	1.111	15.471	0.001
O ₅		0.085	2.668	0.000	
O ₇		0.144	4.761	0.000	
O ₈		0.183	3.072	0.003	
O ₉		1.711	13.768	0.000	
O ₁₀		1.688	10.593	0.000	
O ₁₁		0.800	8.616	0.000	
O ₁₂		0.242	2.767	0.006	
O ₁₃		0.027	2.969	0.005	
O ₁₄		0.534	6.418	0.000	
O ₁₅		2.029	15.413	0.002	
O ₁₆		2.136	18.561	0.003	

존의 주민등록인구수도 화물자동차의 통행발생에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4.3 도착지 존 유형 및 특성

도착지 존 유형 및 특성이 지역간과 대도시 화물자동차의 통행발생에 미치는 영향을 살펴본 결과는 Table 14와 같다. 지역간 화물자동차의 경우 도착지 존 유형이 제조업체(공장, 영업·자가창고)인 경우 통행발생 빈도가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 도착지 존 특성 중에서는 국가산업단지와 일반산업단지의 생산액이 많을수록, 그리고 광업 및 제조업 사업체 수가 많을수록 통행발생에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 반면, 대도시 화물자동차는 도착지 존 유형이 도·소매업체, 기타(시장, 건설현장)인 경우 통행발생 빈도가 높은 것으로 나타났으며, 도착지 존 특성 중에서는 할인점(전문점 포함) 수와 백화점(쇼핑센터 포함) 수가 많을수록, 그리고 서비스업 및 도·소매업 사업체 수가 많을수록 통행발생에

Table 14. Statistical Result of the Ordered Logit Model (Independent Variables 3)

Variable	Coefficient	t-value	p-value		
Regional	D_2	2.219	17.965	0.001	
	D_3	0.537	6.336	0.000	
	D_4	0.249	11.861	0.002	
	D_6	1.610	15.221	0.000	
	D_7	1.543	13.227	0.006	
	D_8	0.694	5.459	0.025	
	D_9	0.174	5.052	0.000	
	D_{12}	1.130	12.707	0.000	
	D_{13}	1.657	13.454	0.028	
	D_{14}	1.768	23.009	0.000	
	D_{15}	0.834	10.806	0.000	
	Urban	D_1	0.214	4.171	0.000
		D_2	0.622	9.671	0.002
		D_3	2.187	19.436	0.000
		D_4	1.534	16.065	0.001
D_5		0.385	5.100	0.000	
D_7		0.084	4.386	0.000	
D_8		0.095	3.178	0.003	
D_9		1.809	21.546	0.000	
D_{10}		1.792	17.396	0.000	
D_{11}		1.147	9.346	0.000	
D_{12}		0.244	3.369	0.004	
D_{14}		0.872	6.447	0.000	
D_{15}		2.015	22.080	0.002	
D_{16}		2.202	17.250	0.003	

미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 즉, 지역간 화물자동차의 통행발생에 가장 큰 영향을 미치는 도착지 존 유형은 제조업체(공장, 영업·자가창고)이며, 도착지 존 특성은 국가산업단지의 생산액과 제조업 사업체 수인 반면, 대도시 화물자동차의 통행발생에 가장 큰 영향을 미치는 도착지 존 유형은 도·소매업체이고, 도착지 존 특성은 할인점(전문점 포함) 수와 서비스업 사업체 수인 것으로 나타났다. 이와 같이 도착지 존 유형 및 특성의 추정 결과는 출발지 존 유형 및 특성의 추정 결과와 유사한 원인으로서는 화물자동차의 통행목적은 다양한 여객의 통행목적(출근, 귀가, 여가, 업무 등) 달리 대부분 물류활동으로 단일하기 때문인 것으로 판단된다.

4.4 적재품목 유형

마지막으로 적재품목 유형이 지역간과 대도시 화물자동차의 통행발생에 미치는 영향을 살펴본 결과는 Table 15와 같다. 지역간 화물자동차는 적재품목이 농림수축산업과 관련된 농림수산물, 제조업과 관련된 금속제품과 비금속광물제품, 그리고 화학공업제품과 광산물일수록 통행발생 빈도가 높은 것으로 나타났다. 반면,

Table 15. Statistical Result of the Ordered Logit Model (Independent Variables 4)

Variable	Coefficient	t-value	p-value	
Regional	C_1	1.720	17.719	0.011
	C_2	0.854	9.309	0.000
	C_3	0.622	7.941	0.002
	C_4	2.137	18.733	0.001
	C_5	1.826	19.200	0.000
	C_6	0.891	9.825	0.012
	C_7	1.171	7.063	0.000
	C_8	1.971	18.451	0.000
	C_9	0.993	7.944	0.000
	C_{10}	0.774	8.117	0.000
	C_{11}	1.826	14.784	0.001
Urban	C_1	0.593	8.766	0.004
	C_2	1.907	21.452	0.000
	C_3	1.631	12.561	0.002
	C_4	0.635	5.539	0.000
	C_5	0.727	15.810	0.005
	C_6	1.198	11.254	0.000
	C_7	1.679	15.547	0.013
	C_8	0.436	8.574	0.000
	C_9	0.611	8.920	0.000
	C_{10}	0.651	10.070	0.004
	C_{11}	0.470	8.619	0.000

Table 16. Determinant Attributes Generating Truck Movement

Type	Regional	Urban
Truck Attributes	for-hire, return, shipment efficiency, large	for-hire, shipment efficiency, small
Departure Zone Attributes	transport infrastructure, manufacture	wholesale and retail sales, others
	national industrial complex, general industrial complex	major supermarket, department store
	company concerning mining, company concerning manufacturing	company concerning wholesale and retail sales, company concerning service
Destination Zone Attributes	manufacture	wholesale and retail sales
	national industrial complex, general industrial complex	major supermarket, department store
	company concerning mining, company concerning manufacturing	company concerning wholesale and retail sales, company concerning service
Commodity Attributes	Agriculture, Forestry and Fishery, Non-metallic Mineral Products, Metal Products, Chemicals and Chemical Products, Mineral Products	Food and Beverages, Textiles and Domestic Electric Devices, Other Products

대도시 화물자동차는 적재품목이 음식료품과 섬유 및 가죽제품, 그리고 목재 및 종이제품과 잡제품일수록 통행발생에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 즉, 지역간 화물자동차의 통행발생에 영향을 미치는 적재품목 유형은 지역간 출발지 및 도착지 존의 특성인 산업단지 및 제조업 사업체와 관련된 품목이 대부분인 반면, 대도시 화물자동차의 통행발생에 영향을 미치는 적재품목 유형은 대도시 출발지 및 도착지 존의 특성인 유통단지와 서비스업, 도·소매업 사업체와 관련된 품목이 다수인 것으로 나타났다.

이와 같이 화물자동차의 통행발생에 영향을 미치는 요인은 지역간과 대도시에서 상이한 것으로 나타났으며, 본 연구의 분석결과를 기반으로 화물자동차의 통행발생 특성을 요약한 결과는 Table 16과 같다.

5. 결론

화물자동차의 통행발생과 관련된 특성을 지역간과 대도시로 구분하여 비교·검토한 결과는 다음과 같다. 첫째, 화물자동차 속성 중 차량업종과 통행유형, 그리고 적재효율과 중·대형 톤급은 지역간 화물자동차의 통행발생에, 차량업종과 소·중형 톤급은 대도시 화물자동차의 통행발생에 미치는 영향력이 각각 큰 것으로 나타났다. 둘째, 출발지 존 유형이 제조업체(공장, 영업·자가창고)이고, 출발지 존의 국가산업단지 생산액과 제조업 사업체 수가 많을수록 지역간 화물자동차의 통행발생에 미치는 영향이 큰 것으로 나타난 반면, 대도시 화물자동차의 통행발생은 출발지 존 유형이 도·소매업체이고, 출발지 존의 할인점 수와 서비스업 사업체 수가 많을수록 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 도착지를 기준으로 살펴본 경우와 유사한 것으로 나타났으며, 이는 화물자동차의 통행

목적이 여객과 달리 단일하기 때문인 것으로 판단된다. 마지막으로 지역간 화물자동차는 주로 산업단지 및 제조업 사업체와 관련된 적재품목이 많은 반면, 대도시 화물자동차는 유통단지와 서비스업, 그리고 도·소매업체 사업체와 관련된 적재품목이 다수인 것으로 나타났다.

이와 같이 화물자동차의 통행발생과 관련된 특성은 지역적 범위에 따라 상이함에도 불구하고, 국내에서는 현재까지 물동량 또는 화물자동차 통행량과 같은 화물통행수요 추정시 분석대상 및 분석대상 지역의 특성을 고려하지 않은 채, 일관된 화물통행수요 추정 방법론을 적용하고 있다. 따라서 보다 현실적인 수요를 추정하기 위해서는 본 연구의 분석결과와 같이 분석대상 또는 분석대상 지역의 상이한 특성을 고려할 필요가 있다. 또한 현재 전국 차원의 화물조사만이 정기적으로 수행되고 있으나, 보다 세부적인 대도시 차원의 조사망안 수립과 함께 전국 차원의 화물조사와 연계할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있을 것으로 판단된다. 마지막으로 본 연구의 분석결과에 대한 신뢰성을 확보하기 위해서는 화물자동차의 통행발생 특성에 대한 시계열적 검토를 통하여 화물자동차의 통행발생 특성이 일관적인지에 대한 분석이 필요하다.

감사의 글

본 논문은 국토교통과학기술진흥원에서 위탁 시행한 교통체계 효율화사업(09교통체계-지능06)의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

Chatterjee, A. (2004). "Freight transportation planning for urban

- areas.” *Institute of Transportation Engineers, ITE Journals*, 74(12), pp. 20-24.
- Choi, C. H. (2003). “Estimation of vehicle loading rates for commodity based models based on urban and regional truck trip characteristics.” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 23, No. 2, pp. 147-158 (in Korean).
- Greene, W. H. (1990). *Econometric analysis*, Macmillan.
- Holguín-Veras, J. (2002). “Revealed preference analysis of the commercial vehicle choice process.” *Journal of Transportation Engineering*, ASCE, Vol. 28, No. 4, pp. 336-346 (in Korean).
- Holguín-Veras, J. and Patil, G. R. (2005). “Observed trip chain behavior of commercial vehicles.” *Journal of the Transportation Research Board*, No. 1906, pp. 74-80.
- Hunt, J. D. and Stefan, K. J. (2007). Tour-based microsimulation of urban commercial movements, *Transportation Research*, Part B 41, pp. 981-1013.
- Joh, C. H., Kim, C. S. and Seong, H. M. (2008). “An activity-based analysis of heavy-vehicle trip chains.” *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, Vol. 11, No. 2, pp. 192-202 (in Korean).
- Kim, H. S., Park, D. J., Kim, C. S., Choi, C. H. and Kim, G. S. (2010). “An analysis of choice behavior for tour type of commercial vehicle using decision tree.” *Journal of Korean Society Transportation*, Vol. 28, No. 6, pp. 43-54 (in Korean).
- Park, M. C., Hahn, J. S. and Seong, H. M. (2011). *Estimation methods of urban freight travel demand*, The Korea Transport Institute (in Korean).
- Raothanachonkun, P., Sano, K., Wisetjindawat, W. and Matsumoto, S. (2007). “Estimation truck trip origin-destination with commodity-based and empty trip models.” *Journal of the Transportation Research Board*, No. 2008, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 43-50.
- Seong, H. M., Kim, C. S. and Shin, S. J. (2008). “An analysis on truck trip chaining.” *Journal of Korean Society Transportation*, Vol. 26, No. 5, pp. 7-16 (in Korean).
- Sorratini, J. A. and Smith Jr, R. L. (2000). “Development of a statewide truck trip forecasting model based on commodity flows and input-output coefficients.” *Journal of the Transportation Research Board*, No. 1707, pp. 49-55.
- Statistics Korea, <http://kostat.go.kr> (in Korean).
- Stefan, K. J., Hunt, J. D., McMillan, J. D. P. and Farhan, A. (2007). “Development of a fleet allocator model for Calgary.” *Canada, Journal of the Transportation Research Board*, No. 1994, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 89-93.
- The Korea Transport Institute. (2006). *National transportation database in 2005: Freight O/D Survey on the National Area*.