

일반국도의 소형트럭 과적 분포에 관한 연구

A Study on the Overloading Distribution of Small Trucks on National Highways

임 태 현* · 이 상 수** · 박 장 호***

* 주저자 : ㈜티디씨 전무

** 교신저자 : 아주대학교 교통공학과 교수

*** 공저자 : 아주대학교 건설공학과 교수

Tae-Heon Lim* · Sang-Soo Lee** · Jangho Park***

* Senior Director, TDC Systems Co. Ltd

** Professor, Dept. of Transportation Eng., Ajou Univ.

*** Professor, Dept. of Civil System Eng., Ajou Univ..

† Corresponding author : Lee Sangsoo, sslee@ajou.ac.kr

Vol. 21 No.4(2022)
August, 2022
pp.39~49

pISSN 1738-0774
eISSN 2384-1729
<https://doi.org/10.12815/kits.2022.21.4.39>

Received 18 July 2022
Revised 5 August 2022
Accepted 20 August 2022

© 2022. The Korea Institute of
Intelligent Transport Systems. All
rights reserved.

요 약

본 연구에서는 국내 과적차량 단속 대상에서 제외된 소형트럭에 대한 과적 운행 여부를 파악하기 위하여 국도 3개 지점에서 소형트럭의 교통량과 중량 자료를 수집하였다. 그리고 이를 차종별, 요일별, 시간대별로 구분하여 차량 총중량별 과적 분포를 분석하였다.

차종별 분석 결과, 평균적으로 1.5톤 이하 트럭은 6.2%, 2.5톤 이하 트럭은 31.7%, 그리고 3.5톤 이하 트럭은 13.7%의 과적비율로 나타났다. 그리고 동일한 차종에 대하여 수집 지점별로 차이가 나타났고, 소형트럭의 총중량 무게가 적을수록 과적 비율이 높게 나타났다. 요일별 분석 결과, 특정요일에 과적비율이 높게 나타나는 경향은 없었으나 각 지점별로 요일별 예측 가능한 발생 패턴이 있는 것으로 보였다. 그리고 시간대별 분석 결과 모든 지점에서 점심시간 이후 시간(13:00~15:59)대에 과적차량의 비율이 평균적으로 가장 높은 것으로 파악되었다.

핵심어 : 과적, 소형트럭, 교통량, 분포, 국도

ABSTRACT

In this study, data on traffic volume and weight of small trucks were collected from three National Highways to identify the overload status of small trucks excluded from domestic overloaded vehicle enforcement. These data were classified according to the vehicle type, day of the week, and time of day to analyze the overload distributions by the vehicle total weight.

From the analysis results by vehicle type, on average, the overload ratios for trucks of 1.5 tons or less, 2.5 tons or less, 3.5 tons or less were 6.2%, 31.7%, and 13.7%, respectively. In addition, for the same vehicle model, there was a difference by collection point, and the smaller the total weight of the small truck, the higher the overload ratio. From the results according to the day of the week, there was no tendency for the overload ratio to appear high on a specific day, but there was a predictable occurrence pattern at each site. In addition, from the results by the time of day, the overload ratio was the highest on average after lunch (13:00 - 15:59) at all sites.

Key words : Overloading, Small truck, Traffic volume, Distribution, National highway

I. 서 론

우리나라는 도로를 이용하여 물류를 수송하는 육상수송이 철도, 항공, 선박운송에 비하여 월등히 많다. 국토교통 통계누리의 화물수송량 및 분담률에 의하면 2016년 기준 90% 이상이 공로, 즉 화물차량에 의해 수송되고 있다. 화물차량은 「도로법」 제77조와 「도로법 시행령」 제79조에 과적차량 단속기준¹⁾이 나와 있으나 비용 및 시간, 운송 의뢰자의 요청, 적재한 물건의 중량을 모르고 중량기준을 초과하는 등의 이유로 과적차량이 늘고 있고, 이는 교량의 수명저하와 도로파손, 그리고 교통사고 유발의 중요한 원인이 되고 있다. 이러한 화물차량의 과적을 막기 위해 많은 인력과 시스템을 이용하여 단속을 시행하고 있으나 총중량 40톤, 축중량 10톤 이상의 3축 이상의 화물차량에 집중되어 있어, 소형트럭에 대해서는 거의 단속이 이루어지지 않는 것이 현실이다.

소형트럭은 「도로교통법」 제39조, 「도로교통법 시행령」 제22조에 의해 화물자동차의 적재중량은 구조 및 성능에 따르는 적재중량의 110퍼센트 이내이며, 길이는 자동차 길이에 그 길이의 10분의 1을 더한 길이, 너비는 자동차의 후사경(後寫鏡)으로 뒤쪽을 확인할 수 있어야하며, 높이는 화물자동차는 지상으로부터 4미터로 규정하고 있다. 예를 들어 1톤 차가 1.1톤을 싣고 운행하면 허용되고 1.2톤을 싣으면 도로교통법 상 과적에 해당된다. 소형트럭이 적재중량을 초과하여 운행을 하게 되면 제동장치나, 스프링 등 현가장치의 안전성을 크게 해치게 된다. 또한 과적한 채 과속으로 달리면 급격한 회전도로에서 전복될 수 있으며 급정지 시에도 제동거리가 늘어나 사고의 위험이 있다. 이러한 위험을 모르거나 무시한 채 소형트럭의 기사는 과적한 채로 과속하고 있는 실정이다.

이와 직접적으로 관련된 최근 사례는 지난 2017년 11월 2일 경남 창원터널 앞 폭발·화재 사고에 의해 3명이 숨진 사건이 있었다. 사고 당시 가해차량 5톤 화물차에는 산업용 윤활유 등이 담긴 기름통이 총 196개가 실려 있었다. 200ℓ 짜리가 22개, 20ℓ 짜리가 174개로, '1ℓ=1kg'으로 단순 환산하면 5톤 차량에 7.8톤의 기름이 실린 것으로 추정된다. 경찰은 기름을 담은 철제 통의 무게를 빼더라도 과적 차량에 해당된다고 판단하였고, 사고 가해차량은 적재중량보다 2.8톤 이상을 더 싣고 운행하면서 내리막 구간에서 속도를 감속하지 못하여 사고가 발생한 것이다.

이러한 사고위험에 관한 문제점을 인식하면서 소형트럭의 과적 현황에 관한 연구가 수행되어야 하나, 현재까지 이와 관련된 연구는 거의 없는 실정이다. 이러한 이유는 총중량이 높은 대형트럭의 과적을 방지하기 위하여 우선적인 노력을 집중하였다는 점과, 소형트럭은 도로교통법에 따라 경찰에서 과적단속을 할 수 있으나 과적을 측정할 수 있는 장비가 없어 실제 운행 차량 기반의 정확한 자료가 없다는 점이다. 그러나 위의 사례에서 보듯이 소형트럭의 과적 운행이 교통안전 및 사고에 큰 영향을 미치는 것을 고려할 때 이와 관련된 연구가 필요하다.

본 연구의 목적은 현재 국내의 과적차량 단속 대상에서 제외된 소형트럭을 대상으로 하여 실제 도로를 운행하는 소형트럭 차량의 과적비율 현황을 조사하고 분석하고자 한다. 이를 위하여 일반국도에서 도로에 설치된 장비를 활용하여 소형트럭의 교통량과 중량 자료를 수집하여 과적비율을 조사한다. 수집된 자료를 활용하여 차종별, 요일별, 시간대별 과적현황을 차량총중량별로 나누어 분석하였다. 이러한 결과를 통하여 국내 소형트럭 과적운행 현황 자료를 수집하고, 향후 소형트럭 과적차량의 운행제한에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

1) 그 기준은 총중량 40톤, 한축의 중량 축중량 10톤의 중량제한과 길이 16.7미터, 폭2.5미터, 높이4미터의 크기제한

II. 이론적 배경

1. 과적차량 정의 및 법령

과적이란 자동차의 적재중량을 초과하여 싣는 것을 의미하며, 이런 과적은 도로의 파손과 교통의 원활한 흐름을 방해하는 등 많은 문제를 야기하는 원인이 되고 있다. 이에 우리나라는 「도로법 시행령」 제79조에 의해 구체적인 과적기준을 정하고 있다. 축하중(軸荷重)이 10톤을 초과하거나 총중량이 40톤을 초과하는 차량, 차량의 폭이 2.5미터, 높이가 4.0미터(도로 구조의 보전과 통행의 안전에 지장이 없다고 도로관리청이 인정하여 고시한 도로의 경우에는 4.2미터), 길이가 16.7미터를 초과하는 차량이다. 소형트럭은 「도로교통법 시행령」 제22조 제3,4호에 의해 화물자동차의 적재중량 기준을 정하고 있다. 적재용량은 길이는 자동차 길이에 그 길이의 10분의 1을 더한 길이, 자동차의 후사경(後寫鏡)으로 뒤쪽을 확인할 수 있는 범위(후사경의 높이보다 화물을 낮게 적재한 경우에는 그 화물을, 후사경의 높이보다 화물을 높게 적재한 경우에는 뒤쪽을 확인할 수 있는 범위를 말한다)의 너비, 높이는 지상으로부터 4미터(도로구조의 보전과 통행의 안전에 지장이 없다고 인정하여 고시한 도로노선의 경우에는 4미터 20센티미터)를 넘지 않아야 한다고 규정하고 있다.

2. 선행연구 고찰

Kim et al.(2018)은 IT 및 빅데이터 활용기술을 적용하여 화물차량 과적 문제 해결을 시도하였다. 즉, 화물차량에 차체부착중량계중시스템을 부착하여 자료를 수집 모니터링하고, 이를 통한 과적예방 효과를 분석하고자 하였다. 연구에서는 과적유형에 맞는 차량 10대를 선정하여 차체부착중량계중시스템을 부착하였고, 관련 데이터를 수집하였다. 분석결과, 총중량 과적 비율 보다 축중량 과적 비율이 높은 경향을 확인하였고, 시스템을 적용한 후 덤프트럭의 경우 총중량 과적 비율은 최대 5.7%, 축중량 과적 비율은 최대 15.1% 감소하는 결과를 제시하였다.

Kim et al.(2018)은 일반국도에서 수집되는 교통량 자료를 활용하여 상시조사 지점의 중차량 교통량의 운행패턴을 표현하기 위한 중차량 통행 지표를 설정하고 이를 시간적 및 공간적으로 분석하였다. 지역별 분석 결과 광주의 중차량 교통량이 2,386대/일로 가장 많았고, 경기지역이 2,318대/일로 두 번째로 많은 것으로 조사되었다. 연구에서는 이러한 운행패턴을 활용하여 지역별 과적 단속 장비 설치지점의 실효성을 검토하고, 현재의 설치자료와 통행 패턴이 불일치 되는 곳이 많아 향후에 설치 위치 및 단속 방법에 관한 개선이 필요하다고 제시하였다.

Jin(2008)은 일반국도에 설치되어 운영 중인 교통량상시조사장비를 활용하여 수집된 중차량의 교통량자료를 활용하여 중차량과 관련된 교통지표로서 연평균 중차량 일교통량, 연도별 연평균 중차량 일교통량 증가율, 중차량 월변동계수를 계산하여 제시하였다. 또한 중차량 교통특성을 이용한 이동식 과적단속 계획을 수립하여 제시하였다. 이를 위한 변수로는 상관관계가 높은 연도별 연평균 중차량 일교통량 증가율을 활용하는 것을 권장하였다.

Lee(2014)은 한국도로공사에서 관리하는 고속도로에 한정하여 과적차량에 관한 법적근거, 관리방법, 단속 시설 및 인력관리, 단속실적현황, 물류수송실적 등을 분석하였다. 또한 부산·경남 소재 화물운송단체 및 화물연대의 과적행위 발생빈도가 높은 중·대형차량 과적경험자 30여명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 이를 통하여 화주, 운송사, 화물운송업체간 과다경쟁에서 발생하는 사익간 충돌이 과적차량 운행에 어떠한 영향을 미치는지에 관하여 분석하고, 정책적 관점에서의 방안을 제시하였다.

Yoon(2008)은 유비쿼터스 기술을 교량 및 도로에 적용하여 고속주행상태인 차량의 중량을 측정하여 과적을 단속할 수 있는 U-중차량 무인과적시스템을 개발을 위한 기초 연구를 하였다. 이를 위해 4가지 센서를 평가하였고, 인터넷 네트워크 구성에 유비쿼터스 기술을 적용한 플랫폼을 연구하고 데이터 처리 알고리즘을 구성하여 제시하였다. 그리고 선정된 센서는 무선센서 노드를 적용한 무선화 가능성을 현장실험을 통하여 평가하였다. 평가결과 총하중은 오차율이 5% 이내로 나타났고, 유·무선 시스템간의 차이도 크지 않음을 확인하였다.

Choi et al.(2016)은 고속도로 구간에서 고속 축중기를 이용한 과적 시범단속을 실시하여, 과적 시범단속 시행 전과 후, 각 8주의 교통량 및 평균 총중량 비교를 통해 과적단속의 실제적인 효과를 분석하고자 하였다. 교통량은 차이가 없지만 총중량은 감소되어 과적단속의 효과가 있음을 파악하였고, 시간적인 분석을 통하여 지속적인 과적 단속이 필요함을 주장하였다.

Chung(2009)은 과적차량 단속의 문제점을 제시하고, 고속 축중계를 이용하여 무인 과적단속 시스템을 개발하여 사용할 것을 적극 권장하였다. 시스템의 주요 특징은 축조각 과적화물차를 적발 가능하고, 12종 차량의 구분 및 차량정보와 하중정보 획득, 번호인식카메라 연동을 통한 단속기능 확보, 전광판을 통한 과적차량 정보표출 등이 있다. 또한 관련 법률적인 검토가 필요할 것으로 제시하였다.

Choi and Kim(2016)은 경기도의 교통하중 운행제한 위반차량을 효율적으로 단속하기 위한 방향을 크게 전문성, 인프라, 거버넌스, 제도개선의 4가지 부분으로 구분하여 제시하였다. 이를 위해 과적차량 단속실적 및 현황실태를 조사하여 제도적·정책적 한계 및 시사점을 도출하고, 이에 맞는 인적 전문성 확충과 첨단장비의 도입등을 권장하였다. 또한 경기도 과적차량 단속 주체에 대한 협력적 체계를 구축하는 방안과 시군 협력 방안을 제시하였다.

위와 같이 선행연구는 주로 대형차량에 관한 과적 운행패턴을 분석하거나 또는 대형차량 과적단속시스템 개발에 관한 연구가 수행되었다. 일부 연구에서는 대형차량 과적 단속실적 및 현황을 바탕으로 과적 단속의 개선방안 제안과 법률 및 정책적인 관점에서의 개선 방안을 제시하였다. 그러나 본 연구와 같이 소형화물 트럭의 과적운행에 관한 현장자료를 수집하거나 이를 이용하여 분석한 결과 자료는 없는 것으로 파악되었다. 따라서 본 연구는 기존의 선행연구와 명확한 차이점을 갖으며, 선행연구에서 진행되지 못한 소형화물 트럭의 과적행태에 관한 기초자료를 수집하고 분석하여, 향후의 관련 연구에 활용할 수 있도록 하고자 한다.

Ⅲ. 자료 수집 및 결과분석

1. 자료수집 방법

도로교통량은 고속국도, 일반국도, 지방도별로 각각의 환경에 맞춰 다양한 방식으로 조사가 이뤄지고 있다. 본 연구에서는 소형트럭의 과적비율을 분석하기 위하여 한국건설기술연구원 교통량정보제공시스템에서 제공하는 일반국도 구간의 도로교통량 자료를 활용하였다. 한국건설기술연구원에서 현재 국도에 설치하여 운영 중인 교통량조사장비 중에 중량정보가 수집 가능한 HI-Trac100+모델이 설치된 3지점을 선정하였다. 선정된 지점은 <Table 1>에 제시된 국도 38호선의 지점1/2와 국도 39호선의 지점3이며 해당 지역은 고덕, 포승, 송탄 등 산업단지가 모여 있고 사업 추진 중인 산업단지가 많아 화물차 및 소형트럭의 교통량이 많은 곳이다. HI-Trac100+모델은 교통량, 속도, 차종인식률에서 한국도로공사와 ITS Korea의 공인 성능평가를 통과하였고, 중량정보를 수집할 수 있다. 그리고 지점별 자료 수집 기간도 <Table 1>에 나타내었다.

<Table 1> Summary of Data Collection Sites

Site	Route No.	No. of lanes	Address	Data Collection Period
Site1	38	4	San 68-14, Manho-ri, Poseung-up, Pyeongtaek-si	03/28/19 ~ 04/29/19
Site2	38	4	106-2, Goong-ri, Goduck-myeon, Pyeongtaek-si	03/08/19 ~ 04/04/19
Site3	39	4	448-5, Goryum-ri, Cheongbuk-up, Pyeongtaek-si	03/08/19 ~ 04/04/19

차종 분류기준은 “도로교통량 통계연보”의 12개의 차종 중 3종, 4종에 해당하는 소형트럭으로 한정하였다. 3종 차량은 화물 수송용 트럭으로 2축의 최대 적재량 1~2.5톤 미만의 1단위 차량이며, 4종 차량은 화물 수송용 트럭으로 2축의 최대적재량 2.5톤 이상의 1단위 차량이다. 본 연구에서는 이 중 3종 트럭은 1.5톤 미만, 4종 트럭은 2.5톤 이하와 3.5톤 이하의 2종류로 나누고 이에 해당하는 소형트럭을 분석대상으로 하였다.

2. 수집 장비의 교정

본 연구에서 가장 중요한 자료는 중량이다. 중량정확도는 현재 공공 인증기관에서 확인된 것이 없어서 자체적으로 장비의 교정(Calibration) 작업을 실시하였다. 이를 위해 38호선의 지점1에서 실험차량인 올뉴쏘렌토 차량을 이용하여 상/하행 가차로 2개 차로의 자료를 수집하였다. 차량 중량은 2,550kg(공차중량 2,365kg, 운전자와 실린 짐 185kg), 올뉴쏘렌토 차량의 공식적인 차량제원(축간거리 278센티미터, 차량길이 480센티미터)을 적용하였다. 자료 수집 분석 결과, 축간거리의 오차는 최대 3센티미터로 약 1%의 최대 오차율을 나타냈고, 차량길이의 오차는 최대 30센티미터로 약 6%의 최대 오차율을 나타냈다. 총중량은 최대 190kg의 오차를 보였으며 약 7%정도의 최대 오차율을 나타내고 있다. 또한 표준편차를 보면 축간거리는 상·하행이 1센티미터 전후로 나타났고 총중량은 상·하행이 55~74kg으로 나타났다. 이를 기준으로 하여 중량에 대한 보정을 실시하였고, 교정이 완료된 장비를 활용하여 자료를 수집하였다.

3. 수집 자료 개요

지점1의 평균 일교통량은 상행선이 8,610대, 하행선이 9,686대로 나타났다. 그 중 소형트럭 3종 차량 평균 일교통량은 상행선이 772대, 하행선이 861대로 나타났으며, 4종 차량의 평균 일교통량은 상행선이 974대, 하행선이 1,063대로 나타났다. 소형트럭 비율은 약 20.1%를 차지하였다. 지점2의 평균 일교통량은 상행선이 18,523대, 하행선이 25,570대로 나타났다. 소형트럭 3종 차량의 평균 일교통량은 상행선이 1,784대, 하행선이 2,726대로 나타났으며 4종 차량의 평균 일교통량은 상행선이 996대, 하행선이 1,174대로 나타났다. 소형트럭 비율은 약 15.2%로 나타났다. 지점3의 평균 일교통량은 상행선이 20,705대, 하행선이 19,943대로 나타났다. 소형트럭 3종 차량의 평균 일교통량은 상행선이 2,984대, 하행선이 2,947대로 나타났으며 4종 차량의 평균 일교통량은 상행선이 2,125대, 하행선이 2,210대로 나타났다. 소형트럭 비율은 약 25.3%로 나타났다. 자료 수집기간은 3지점 모두 약 30일 정도이며, 각 지점별로 상·하행선 1·2차로의 교통량을 24시간동안 수집하였다. 수집된 자료는 차종별, 요일별, 시간대별로 구분되어 재정리되었고, 향후 분석과정에 사용하였다.

4. 차종별 과적 분포

1.5톤 이하 트럭에 대한 과적비율을 1톤 단위의 무게별로 구분하여 분석한 결과는 다음 <Table 2>와 같다.

지점1에서는 총중량 4~5톤이 3.47%, 5~6톤은 1.10%, 6~7톤은 0.35%, 7~8톤은 0.14%, 8톤 이상은 0.37%로 나타났다. 4~5톤 과적이 3.47%로 가장 많았고, 다음으로는 5~6톤이 많은 것으로 나타났다. 지점1의 일 교통량은 1,633대이고, 이중 5.43%가 과적을 하는 것으로 파악되었다.

지점2는 4~5톤 과적이 2.93%로 가장 많았고, 5~6톤은 0.74%, 그리고 8톤 이상이 0.40%로 세 번째로 높은 것으로 분석되었다. 지점2의 일 교통량은 4,510대이고, 이중 4.46%가 과적을 하는 것으로 파악되었다. 지점3은 4~5톤이 6.10%로 가장 많았고, 다음으로는 5~6톤이 1.77%로 조사되었다. 세 지점 모두 총중량 4~5톤 과적이 가장 많고, 다음으로는 5~6톤이 많은 것으로 나타났으며 1.5톤 이하 트럭의 전체 과적비율은 6.17%로 나타났다.

<Table 2> Daily Average of Overload Status: 1.5 tons or less

Site	Percentage of overload weight, %						volume, vpd
	4~5t	5~6t	6~7t	7~8t	over 8t	total	
Site1	3.47	1.10	0.35	0.14	0.37	5.43	1,633
Site2	2.93	0.74	0.24	0.15	0.40	4.46	4,510
Site3	6.10	1.77	0.42	0.13	0.20	8.62	5,928
Average	4.17	1.20	0.34	0.14	0.32	6.17	-

2.5톤 이하 트럭에 대한 과적비율을 1톤 단위의 무게별로 구분하여 분석한 결과는 <Table 3>과 같다. 지점1에서는 총중량 6~7톤은 11.75%, 7~8톤은 10.33%, 8~9톤은 8.01%, 9~10톤은 6.36%, 10톤 이상은 12.05%로 나타났다. 10톤 이상 과적이 12.05%로 가장 많았지만, 이는 10톤 이상의 모든 값을 합한 결과임을 고려하면 6~7톤 과적이 가장 많은 것으로 판단된다. 지점1의 관측된 일 교통량은 41대로 매우 적었고, 이중 48.50%가 과적을 하는 것으로 파악되었다.

지점2는 6~7톤의 과적이 6.25%로 가장 많았고, 7~8톤은 4.96%, 그리고 10톤 이상이 4.62%로 세 번째로 높은 것으로 분석되었다. 지점2의 일 교통량은 53대이고, 이중 20.66%가 과적을 하는 것으로 파악되었다. 지점3은 6~7톤이 8.05%, 7~8톤은 7.95% 등의 순으로 나타났다. 세 지점 모두 총중량 6~7톤 과적이 가장 많고, 다음으로는 7~8톤이 많은 것으로 나타났으며 2.5톤 이하 트럭의 전체 과적비율은 31.74%로 나타났다.

<Table 3> Daily Average of Overload Status: 2.5 tons or less

Site	Percentage of overload weight, %						volume, vpd
	6~7t	7~8t	8~9t	9~10t	over 10t	total	
Site1	11.75	10.33	8.01	6.36	12.05	48.50	41
Site2	6.25	4.96	2.86	1.97	4.62	20.66	53
Site3	8.05	7.95	3.85	2.15	4.05	26.05	74
Average	8.68	7.74	4.90	3.49	6.90	31.74	-

3.5톤 이하 트럭에 대한 과적비율을 1톤 단위의 무게별로 구분하여 분석한 결과는 <Table 4>와 같다. 지점1에선 총중량 7~8톤은 6.63%, 8~9톤은 4.40%, 9~10톤은 2.66% 순으로 나타났다. 지점1의 관측된 일 교통량은 118대이고, 이중 15.99%가 과적을 하는 것으로 파악되었다. 지점2는 7~8톤은 4.76%, 8~9톤은 2.35%, 9~10톤은 1.15% 순이며, 지점2의 일 교통량은 276대이고, 이중 9.45%가 과적을 하는 것으로 파악되었다. 지점3은

7-8톤은 7.85%, 8-9톤은 3.42%, 11톤 이상은 1.72% 순으로 나타났고 전체 3.5t차량 중 15.59%가 과적차량으로 나타났다. 세 지점 모두 총중량 7~8톤 과적이 가장 많고, 다음으로는 8~9톤이 많은 것으로 나타났으며 3.5톤 이하 트럭의 전체 과적비율은 13.67%로 나타났다.

<Table 4> Daily Average of Overload Status: 3.5 tons or less

Site	Percentage of overload weight, %						volume, vpd
	7~8t	8~9t	9~10t	10~11t	over 11t	total	
Site1	6.63	4.40	2.66	1.30	1.00	15.99	118
Site2	4.76	2.35	1.15	0.43	0.76	9.45	276
Site3	7.85	3.42	1.67	0.93	1.72	15.59	475
Average	6.41	3.39	1.82	0.88	1.16	13.67	-

이와 같은 분석 결과에 따라서 첫째, 과적 차량의 비율이 차종별로 큰 차이가 있음을 확인 할 수 있다. 1.5톤 이하 트럭은 평균 6.17% 과적 비율을 보였으나, 2.5톤 이하 트럭은 31.74%의 높은 과적 비율을 보였다. 둘째, 동일한 차종에 대하여 수집 지점에 따른 차이가 나타났다. 2.5톤 이하 트럭의 경우, 수집 지점별로 2배 이상의 과적 비율의 차이가 발생하였다. 다른 차종에서도 의미 있는 차이가 발생한 것으로 보인다. 세 번째, 일반적으로 총중량 무게가 적을수록 과적 비율이 높은 것을 확인할 수 있다.

5. 요일별 과적 분포

소형트럭의 과적 통행에 관한 요일별 차이점을 확인하기 위하여 수집된 자료를 요일별로 재구분하여 분석하였다. 1.5톤 이하 트럭의 3개 조사지점의 요일별 과적 비율을 정리한 결과는 <Table 5>와 같다. 지점 1(S1)의 경우 4~5톤은 월요일에서 4.34%로 가장 많았고, 5~6톤은 수요일에 1.25%, 6~7톤은 월요일에 0.40%, 7~8톤은 월요일에 0.15%, 그리고 8톤 이상은 화요일에 0.48%로 가장 많았다. 지점1에서는 월요일에 과적비율이 높게 나타났고, 다음으로는 수요일인 것을 알 수 있다. 지점2(S2)의 경우 4~5톤은 화요일에 3.45%로 가장 많았고, 5~6톤은 화/수요일에 0.80%, 6~7톤은 목요일에 0.30%, 7~8톤은 토요일에 0.18%, 8톤 이상은 일요일에 0.58%로 가장 많았다. 지점2의 결과에서는 특별히 과적 비율이 높은 요일은 없는 것으로 파악되었다. 지점3(S3)의 경우, 4~5톤은 수요일에 7.46%, 5~6톤은 수요일에 2.29%, 6~7톤은 수요일에 0.53%, 7~8톤은 일요일에 0.16%, 8톤 이상은 토요일에 0.58%로 가장 많았다.

<Table 5> Daily Distribution of Overload Status: 1.5 tons or less (Percent:%)

Date	4-5t			5~6t			6~7t			7~8t			over 8t		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3									
Mon.	4.34	2.80	5.87	1.16	0.74	1.53	0.40	0.23	0.38	0.15	0.16	0.14	0.34	0.36	0.12
Tue.	3.62	3.45	6.91	1.16	0.80	2.17	0.35	0.24	0.48	0.14	0.16	0.15	0.48	0.46	0.14
Wed.	4.16	3.28	7.46	1.25	0.80	2.29	0.39	0.24	0.53	0.14	0.15	0.13	0.34	0.42	0.21
Thur.	3.25	3.02	5.78	0.96	0.75	1.71	0.33	0.30	0.45	0.15	0.13	0.13	0.42	0.39	0.23
Fri.	3.15	2.97	6.42	1.12	0.79	1.71	0.23	0.25	0.39	0.14	0.12	0.11	0.40	0.34	0.23
Sat.	2.67	2.12	3.34	1.21	0.50	0.88	0.38	0.18	0.25	0.11	0.18	0.09	0.21	0.40	0.29
Sun.	2.06	1.77	2.71	0.62	0.55	0.92	0.37	0.11	0.24	0.06	0.17	0.16	0.28	0.58	0.38

일에 0.16%, 8톤 이상은 일요일에 0.38%로 높게 나타났다. 지점3은 대체로 수요일에 과적이 많고, 다음으로 일요일인 것을 알 수 있다. 세 지점을 결과를 살펴보면 1.5톤 이하 트럭의 경우 대체로 주중이 주말보다는 높게 나타나고, 그중에서 수요일이 상대적으로 높게 나타나는 결과를 얻었다.

2.5톤 이하 트럭의 3개 조사지점의 요일별 과적 비율을 정리한 결과는 <Table 6>과 같다. 지점1(S1)의 경우 6~7톤은 월요일에서 14.36%로 가장 많았고, 7~8톤은 토요일에 11.69%, 8~9톤은 토요일에 10.39%, 9~10톤은 토요일에 9.74%, 그리고 10톤 이상은 월요일에 15.26%로 가장 많았다. 지점1에서는 토요일에 과적비율이 높게 나타났다. 지점2(S2)의 경우 6~7톤은 수요일에 8.14%로 가장 많았고, 7~8톤은 토요일에 11.92%, 8~9톤은 토요일에 5.30%, 9~10톤은 화요일에 2.67%, 10톤 이상은 수요일에 6.98%로 가장 많았다. 지점2의 결과에서는 대체로 토요일과 수요일 과적 비율이 높은 것으로 파악되었다. 지점3(S3)의 경우, 6~7톤은 수요일에 9.52%, 7~8톤은 일요일에 11.59%, 8~9톤은 금요일에 5.67%, 9~10톤은 화/수요일에 3.17%, 10톤 이상은 일요일에 7.25%로 높게 나타났다. 지점3은 대체로 수요일과 일요일에 과적이 많았다. 2.5톤 이하 트럭의 경우 대체로 주말이 주중보다는 높게 나타나고, 그중에서 토요일이 상대적으로 높게 나타나는 결과를 얻었다.

위의 분석 결과들로부터 특정요일에 과적이 높게 나타난다고 예측하기는 어렵지만, 각 지점별로 요일별 발생 패턴이 있을 수 있음을 알 수 있고, 이는 각 조사 지점별로 차이가 있음을 알 수 있다. 이러한 결과로부터, 소형트럭의 요일별 과적 차이는 어느 특정 요일에 집중되는 결과보다는 차선의 경로, 도로의 근접지역, 물류의 종류와 특성에 따른 트럭 이동 행태 등 다양한 원인에 영향을 받는 것으로 판단된다.

<Table 6> Daily Distribution of Overload Status: 2.5 tons or less (Percent:%)

Date	6~7t			7~8t			8~9t			9~10t			over 10t		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Mon.	9.24	7.39	9.03	9.64	3.91	9.03	5.62	3.48	3.74	5.62	2.61	1.87	15.26	4.35	3.43
Tue.	14.36	4.89	8.73	9.57	6.22	8.20	9.57	1.78	2.91	3.72	2.67	3.17	9.57	2.22	3.70
Wed.	10.65	8.14	9.52	10.65	2.33	6.35	5.92	1.94	3.97	4.14	1.94	3.17	12.43	6.98	5.82
Thur.	12.64	5.22	6.18	9.96	5.62	5.90	8.81	2.41	3.37	6.51	0.40	2.25	10.34	5.22	1.97
Fri.	13.04	6.38	7.65	10.67	4.26	8.78	7.91	2.48	5.67	9.09	2.48	1.42	13.44	4.26	4.53
Sat.	9.74	5.30	7.69	11.69	11.92	9.74	10.39	5.30	3.59	9.74	1.32	0.51	10.39	3.97	4.10
Sun.	12.90	5.26	4.35	11.29	0.00	11.59	9.68	5.26	2.90	3.23	2.63	0.00	11.29	5.26	7.25

6. 시간대별 과적 분포

소형트럭의 과적 통행에 관한 첨두 및 비첨두 시간대별 차이점을 확인하기 위하여 수집된 자료를 6개의 시간대로 구분하여 자료를 분석하였다. 우선 오전 7시부터 3시간 간격으로 시간대를 구분하였으며, 새벽시간 대에만 교통량이 적어서 긴 시간대를 부여하였다. 3개 조사지점의 시간대별 과적 비율을 정리한 결과는 <Table 7>과 같다.

1.5톤 이하 트럭의 경우에 지점1에서는 시간(13:00~15:59)에 6.60%로 가장 많았고, 지점2는 시간 (13:00~15:59)에 5.30%, 지점3은 시간(13:00~15:59)에 과적비율이 11.24%로 가장 많게 나타났다. 2.5톤 이하 트럭의 경우에는 지점1에서는 시간(19:00~22:59)에 65.45%로 가장 많았고, 지점2는 시간 (16:00~18:59)에 23.67%, 지점3은 시간(00:00~06:59)에 과적비율이 34.20%로 가장 많게 나타났다. 그리고 3.5톤 이하 트럭의 경우에는 지점1에서는 시간(16:00~18:59)에 19.81%로 가장 많았고, 지점2는 시간 (10:00~12:59)에 11.29%, 지점3은 시간

(13:00~15:59)에 과적비율이 18.15%로 가장 많이 나타났다.

또한, 시간대별 과적비율의 경향을 파악하기 위하여 지점별 평균값을 계산하였다. 앞서 차종별 분포 결과에서 보듯이 조사된 차종별 교통량이 큰 차이가 나타나므로 단순 산술평균값보다는 교통량가중평균 (Volume-Weighted Average)값을 계산하였다. 지점1은 시간(13:00~15:59)에 8.14%로 가장 많았고 시간(16:00~18:59)에는 7.69%로 두 번째로 많았다. 지점2는 시간 (13:00~15:59)에 5.78%, 지점3은 시간(13:00~15:59)에 과적비율이 11.95%로 가장 많이 나타났다. 따라서 모든 지점에서 점심시간 이후 시간(13:00~15:59)대에 과적차량의 비율이 가장 높은 것으로 파악되었다.

<Table 7> Overload Status by Time of Day(TOD)

Site	Time	Percentage of overload, %			
		1.5 tons or less	2.5 tons or less	3.5 tons or less	volume weighted avg.
Site1	07:00~09:59	4.86	44.26	17.16	6.57
	10:00~12:59	5.26	43.13	14.89	6.76
	13:00~15:59	6.60*	46.75	16.08	8.14*
	16:00~18:59	5.76	49.57	19.81*	7.69
	19:00~21:59	5.24	65.45*	10.71	6.98
	00:00~06:59	2.91	43.64	8.04	4.18
Site2	07:00~09:59	4.17	16.45	8.22	4.54
	10:00~12:59	5.05	21.85	11.29*	5.59
	13:00~15:59	5.30*	21.73	10.52	5.78*
	16:00~18:59	4.19	23.67*	9.63	4.71
	19:00~21:59	1.77	17.95	4.00	2.07
	00:00~06:59	3.59	16.66	7.64	3.96
Site3	07:00~09:59	6.43	15.59	12.71	7.00
	10:00~12:59	9.74	25.92	17.25	10.48
	13:00~15:59	11.24*	28.78	18.15*	11.95*
	16:00~18:59	7.90	28.33	16.79	8.79
	19:00~21:59	4.60	22.37	5.79	4.89
	00:00~06:59	5.79	34.20*	14.81	6.78

*: Maximum value within TOD

이와 같은 분석 결과로부터, 국내에서 운행되는 대형트럭뿐만 아니라 소형트럭도 과적 통행이 문제가 될 수 있음을 확인하였다. 현재 도로법에서는 대형화물차만 단속대상이고 소형트럭은 도로교통법에 의하여 단속되지만 단속주체인 경찰서의 예산과 장비의 제약사항으로 인하여 실제적인 단속이 이루어지지 않고 있다. 이를 극복하는 방안으로는 법령을 개정하거나 또는 장비와 인력이 부족한 경찰서를 도로관리청에서 지원해주는 방법이 있다. 후자의 경우, 도로 현장에서 근무하는 단속담당자들이 도로교통법에 따른 적재중량 제한 기준 위반차량 단속 업무를 수행할 수 있는 제도적 근거만 마련되면 기존 업무와 병행하는데 큰 문제가 없을 것이다.

IV. 결 론

본 연구는 현재 국내 과적차량 단속 대상에서 제외된 소형트럭을 대상으로 하여 국도를 운행하는 소형트럭 차량의 총중량별 과적비율 현황을 조사하였다. 이를 위하여 일반국도 38, 39호선에 설치된 장비를 활용하여 3개 지점으로부터 소형트럭의 교통량과 중량 자료를 수집하였고, 차종별, 요일별, 시간대별 과적분포 현황을 차량 총중량별로 구분하여 분석하였다. 본 연구에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

차종별 분석 결과, 평균적으로 1.5톤 이하 트럭은 6.2%, 2.5톤 이하 트럭은 31.7%, 그리고 3.5톤 이하 트럭은 13.7%의 과적비율을 나타내어 과적차량 비율이 차종별로 차이가 있음을 알 수 있다. 그리고 동일한 차종에 대하여 수집 지점별로 차이가 나타났다. 특히, 2.5톤 이하 트럭의 경우, 수집 지점별로 2배 이상의 과적비율의 차이가 발생하였다. 총중량별로 세분화하여 분석한 결과, 소형트럭의 총중량 무게가 적을수록 과적비율이 높은 것으로 나타났다.

요일별 분석 결과, 1.5톤 이하 트럭의 경우 대체로 주중이 주말보다는 높게 나타나고, 그중에서 수요일이 상대적으로 높게 나타났다. 2.5톤 이하 트럭의 경우 대체로 주말이 주중보다는 높게 나타나고, 그중에서 토요일이 상대적으로 높게 나타났다. 그러나 전체적으로는 특정요일에 과적비율이 높게 나타나는 경향은 없었지만 각 지점별로 요일별 예측 가능한 발생 패턴이 있는 것으로 분석되었다. 따라서 요일별 과적 분포는 어느 특정 요일에 과적차량이 집중되기보다 차선의 경로, 도로의 근접지역, 물류의 종류와 특성에 따른 트럭 이동 행태 등 다양한 원인에 영향을 받는 것으로 판단된다. 그리고 시간대별 분석 결과로 부터 모든 지점에서 점심시간 이후 시간(13:00~15:59)대에 과적차량의 비율이 평균적으로 가장 높은 것으로 파악되었다.

본 연구에서는 교통량과 중량정보가 수집 가능한 국도 3지점을 선정하여 과적비율을 조사하였지만, 향후 광범위한 지역에서 자료를 수집한다면 보다 정확한 과적 비율 특성 분석이 가능할 것으로 판단된다. 특히 2.5톤 이하 트럭의 경우 본 연구에서 수집된 교통량이 매우 적은 관계로 다른 차종에 비하여 과적 비율이 매우 높게 나타났지만, 이들 차량 자료를 많이 수집한다면 보다 객관적인 차종별 특성 비교가 가능할 것으로 생각된다. 향후 소형트럭의 과적운행과 단속에 대한 규제 필요성 및 정책개선 방안에 관한 추가 연구가 수행된다면 교통안전과 사고감소에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGEMENTS

이 논문은 2022년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임.
(No.092021C28S01000, 자율주행 혼재 시 도로교통 통합관제시스템 및 운영기술 개발)

REFERENCES

- Choi, I. and Kim, K.(2016), *Development a Support System for Overload Vehicles Enforcement in Gyeonggi-do*, Research Report 2016-29, Korea Research Institute for Local Administration.
- Choi, Y., Kwon, S. and Park, M.(2016), “An Effectiveness Analysis of Pilot Enforcement for Overweight Vehicle(Truck) using High-Speed Weigh-In-Motion System”, *Journal of Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, vol. 15, no. 2, pp.63-73.

- Chung, H.(2009), *A Study on the Efficient Enforcement Method for Reducing Overload Vehicles in Expressway*, National Assembly, Korea.
- Jin, J.(2008), *A Framework for Planning the Overweight Vehicle Moving Enforcement Using Heavy Vehicle Traffic Characteristics*, Master's Thesis, Graduate School of ITS, Ajou University.
- Kim, J., Cho, Y. and Jung, Y.(2018), "An Effectiveness Analysis of Commercial Vehicle's Loading Pattern and Prevention of Overloading with On-board Truck Weight Sensors", *Journal of Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, vol. 17, no. 6, pp.153-172.
- Kim, Y., Lee, C. and Oh, J.(2018), "Heavy Vehicle Travel Indices Analysis and Application for the Truck Overload Regulation", *Proceedings of the 79th KOR-KST Conference*, p.57.
- Lee, C.(2014), *A Study on the Reducing Overload Vehicles in Expressway*, Master's Thesis, Pusan National University.
- Yoon, S.(2008), *A Basic Study on Development of U-Intelligent Overload Vehicles Management System for Ubiquitous Bridge and Road*, Master's Thesis, Hanyang University.