



차종별 축하중 분포 정량화를 위한 누적 축하중 스펙트럼 추정연구

Estimation of Cumulative Axle-Load Spectrum for Axle-Load Distribution Standard by Vehicle Type

안 지 환* 엄 병 식** 김 연 복***
An, Ji Hwan Ohm, Byung Sik Kim, Yeon Bok

Abstract

The primary objective of this study is to characterize traffic axle loadings that consider Korea specific traffic conditions for developing mechanistic-based pavement design method as a part of Korea Pavement Research Program(KPRP). Although the concept of equivalent single axle load(ESAL) has been generally used since the 1960s for the pavement design, the mechanistic-based pavement design procedure requires more accurate axle loading data on the specific pavement. In this study, axle loading data were collected according to vehicle type and highway functional classification. Axle-load spectrum was then standardized by cumulative density function(cdf), because the axle load spectrum could vary from the observed site, truck traffic volume, and truck type. Finally, this study presented the procedure and S-shaped exponential models for characterizing axle load spectra according to vehicle type and highway functional classification.

Keywords : axle load spectrum, traffic load, S-curve

요 지

본 연구는 현재 수행중인 “한국형 포장 설계법 개발과 포장성능 개선방안 연구”의 일환으로 역학-경험적 포장 설계법에 사용될 교통하중 입력변수를 정량화하기 위해서 실시하였다. 교통하중 정량화를 위하여 기존의 ESAL 개념이 아닌 축하중 스펙트럼을 이용하였다. 이를 위하여 교통량 통계 연보내 교통량 자료를 가지고 일반 국도에 대한 대표 축하중 조사지점을 차로별, 지역특성별 구분에 따라 33개 지점을 통계적 방법을 이용하여 선정하였다. 그리고 선정된 대표 지점을 대상으로 축하중 계측기를 이용하여 각 차종에 대한 축하중을 조사하였다.

측정된 축하중 자료는 각각 분류된 조건에 따라서 축하중 스펙트럼으로 표준화하였으며, 그 방법으로 누적밀도함수인 S-커브 곡선을 이용하여 각 조건별 계수를 제시하였다.

핵심용어 : 축하중 스펙트럼, 교통하중, S-커브

* 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원 · 공학석사
 ** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원 · 공학석사
 *** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구위원 · 공학박사



1. 서론

교통하중은 포장 설계 및 해석에서 가장 민감한 입력 변수로서 포장 파손의 주요 원인이 된다. 따라서 현실이 반영된 포장 설계 및 해석을 위해서는 실제 다니고 있는 다양한 차량에 대한 하중을 어떻게 정량화할 것인가가 중요시된다.

이러한 교통하중을 정량화하는 방법에는 등가단축하중계수(ESALF ; Equivalent Single Axle Load Factor)를 이용하는 방법과 축하중 분포(Axle Load Spectra)를 이용하는 방법이 있다.

기존 국내에서 사용되고 있는 AASHTO 설계법은 등가단축하중계수를 이용하여 교통하중을 정량화하고 있다. 등가단축하중이란 다양한 축 배치와 종류에 따라 상이하게 재하되는 교통하중(mixed traffic load)을 설계에 사용하기 위하여 단위 교통하중(uniform traffic load)으로 바꾼 값을 말한다. 현재 사용되고 있는 등가단축하중계수는 1988년 건설부에서 발간한 “도로포장 설계 지침서 작성 및 자동차 축하중 조사 연구”에서 실시한 축하중 조사자료를 근간으로 만들어졌다.

하지만 등가단축하중계수의 개념은 AASHTO Road Test에서 만들어진 경험적인 방법이라는 한계를 갖고 있다. 즉, 국한된 재료와 환경조건에서 이루어진 시험의 결과를 다른 환경과 조건의 포장체에 적용하기 때문에 예상치 못한 결과를 유발할 수 있기 때문이다(Kim 1998, Timm 1998).

이러한 등가단축하중계수의 한계점을 해결하기 위해 포장 분야 선진국에서는 역학적 개념을 도입한 많은 연구가 진행되어 왔으며, 최근에는 역학적-경험적 설계법(Mechanistic-Empirical Design)에서는 축 하중 분포를 기초로 한 누적 손상 개념을 이용하여 교통하중을 정량화하고 있다(AASHTO Design Guide, 2002).

본 연구에서는 이러한 축하중에서의 한계점을 개선하기 위하여 일민국도에서의 축하중 조사를 실시하여 차종별 축하중 스펙트럼 분석하였다. 분석은 각

각의 스펙트럼을 수학적 모델을 이용하여 나타내었고, 이를 통하여 현재 개발중인 한국형 포장 설계법에서 교통하중의 축하중 입력변수 적용시 기본값으로 이용하고자 한다.

2. 축하중 스펙트럼

축하중 스펙트럼이란 각 차종별(현재 국내에서는 교통량 통계연보를 근거로 한 고속도로에서 8종 분류와 일반국도에서 11종 분류가 있음) 축 구성에 따라 각 축별 하중 크기에 따른 빈도를 정규화시킨 것을 의미한다. 이러한 축하중 스펙트럼은 도로의 이용 형태, 교통량 특성, 중차량 비율 등 여러 조건에 따라 달라질 수 있다. 본 연구에서는 정규화시키는 방법으로 현장 조사자료를 이용하여 그림 1과 같이 각 하중별 빈도를 100%기준으로 분포를 만든 후 이에 따른 누적 밀도를 이용하였다. 본 연구에서 이용된 누적 밀도 함수의 형태는 축하중의 분포 형태를 잘 설명하고 있는 S-Curve 곡선 또는 Sigmoidal Curve를 사용하였다(Jerry, 2000).

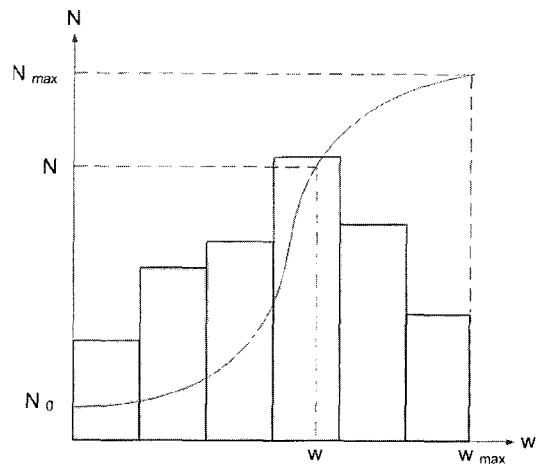


그림 1. 일반적인 S-Curve 곡선

S-Curve의 특징은 다음과 같다.

- 0(또는 100)에서 시작하여 증가 또는 감소를 한다.

- 음(-)의 값을 가지지 않는다.
 - 하나 이상의 종속변수를 가진다.
- 기본 수식은 다음과 같다.

$$g = e^{-\left(\frac{\rho}{w}\right)^\beta}$$

$$g = \frac{N - N_0}{N_{max} - N_0}$$

본 연구에서는 $N_{max}=100$, $N_0=0$ 로 하였으며, 이에 따라 다음과 같은 형태로 나타난다.

$$N = 100 \times e^{-\left(\frac{\rho}{w}\right)^\beta}$$

- 여기서, N = 축 수의 누적 퍼센티지(%)
- W = 축하중 범위의 중간값
- ρ, β = 곡선의 특성을 나타내는 계수값

이 곡선은 ρ 와 β 값에 따라 곡선형태가 결정된다.

3. 현장 축하중 조사

3.1 조사차종 분류

본 연구의 차종분류는 일반국도 분류체계인 11종 분류를 기준으로 하였다. 이는 기존 교통량 통계연보자료를 활용할 수 있으며, 고속도로 분류체계로 변환시킬 수 있는 장점이 있기 때문이다.

표 1은 교통량 통계연보에서 이용되는 일반국도 차종분류 체계이다(건설교통부, 2004).

3.2 조사지역 선정

본 연구에서는 일반국도를 대상으로 축하중 조사를 실시하였으며, 축하중 조사지점 선정기준을 크게 두 가지로 나누었다.

표 1. 일반국도 차종분류 체계

차종 분류	차축 구성	정 의
1종 (승용차/소형버스)	2축 4륜	2축 4륜 구조의 1단위 (Single Unit) 차량
2종 (중형버스)	2축 4륜	25인승 이하의 2축 4륜 또는 2축 6륜 구조의 버스
	2축 6륜	
3종 (대형버스)	2축 6륜	25인승 이상의 2축 6륜 구조의 중형 버스
4종 (소형트럭 A)	2축 4륜	적재 중량이 2.5톤 이하인 화물 수송용 2축 4륜 또는 2축 6륜의 1단위 차량
	2축 6륜	
5종 (중형트럭 B)	2축 6륜	적재 중량이 3.58.5톤인 화물 수송용 2축 6륜의 1단위 차량
6종 (중형트럭 C)	3축 10륜	적재 중량이 10.515톤인 화물 수송용 3축 10륜의 1단위 차량
7종 (중형트럭 D)	3축 10륜	적재 중량이 9.512톤인 화물 수송용 3축 10륜의 1단위 차량
8종 (중형트럭 E)	4축 12륜	화물 수송용 트럭 형식의 4축 12륜의 1단위 차량
9종 (대형트럭 F)	4축 14륜	화물 수송용 트레일러 형식의 4축 14륜 2단위 차량
	4축 14륜	
10종 (대형트럭 G)	5축 18륜	화물 수송용 트레일러 형식의 5축 18륜 2단위 차량
	5축 18륜	
11종 (대형트럭 H)	6축 22륜	화물 수송용 트레일러 형식의 6축 22륜의 2단위 차량

첫째, 도로 특성에 근거한 분류이다.

위치적으로는 도심부 지역과 시외지역으로 나눌 수 있는데, 이를 판단하는 근거는 여러 가지가 있다. 여러 가지 요소중 본 연구에서는 주중/주말 교통량 비교와 시간대 비율에 따른 분류를 기준으로 하였다. 주중/주말 교통량의 경우, 주중 교통량이 많고 주말



교통량이 적은 지역을 도시, 그 반대 경우를 지방으로 선정하였으며, 시간대 비율의 경우, 오전-오후 출퇴근 시간대 교통량이 많은 지역을 도시지역으로 선정하였다.

이 두 조건을 둘 다 충족시키는 지역만을 해당지역(도시 또는 지방)으로 선정하였다. 예를 들어, 주중/주말 교통량 특성이 도시이고, 시간대별 교통량 특성이 도시일 때 이 지역을 도시로 결정하는 방식이다.

추가적으로 통행량의 정도에 따라 분류하였으며, 차선에 따라 2차선 도로와 4차선 도로로 나누어 분류하였다.

둘째, 중차량 특성을 고려한 분류이다.

전체 교통량에서 중차량 구성비가 포장에 미치는 영향이 크다는 것은 누구나 알 수 있으며, 도로설계시 중차량에 대한 영향력이 고려되어야 한다고 판단하였다.

중차량 특성을 파악하는 기준으로 해당 차종별 구성비를 파악해 보았고, 중차량(5~11종)과 경차량(1~4종)의 구성비를 분석하여 그룹화 하였다.

그리고 중차량을 다시 Single Unit 차량(5~8종)

과 Double Unit 차량(9~11종)으로 세분화하여 중차량 특성을 파악하고자 했다.

그림 2는 조사해당지역을 선정하는 과정을 나타내었다.

분석결과 표 2와 같은 조사지점이 선정되었으며, 이를 바탕으로 33개의 실제 조사지점을 선정하였다.

3.3 축하중 조사방법

(1) 조사시간 및 기간

축하중 조사의 표본 추출 방법은 시간적으로 균일 분포할 수 있도록 실시하는 방법과 일 교통량을 대표할 수 있는 일정 시간대에 대상차량을 선택하는 방법이 있다. 일정 시간대에 조사대상 차량을 한꺼번에 선택하는 것은 교통지체를 유발시키기 때문에 현실적으로 조사의 어려움이 많다. 또한 일정 조사시간대 일교통량의 평균적인 축하중을 어느 정도 대표하는지의 문제가 있다. 이러한 문제점 해결을 위해서 외국의 경우에는 오전 7시에 조사를 시작하여 오후 7시까지 실시하고 있다. 또한 야간의 화물교통량에 대

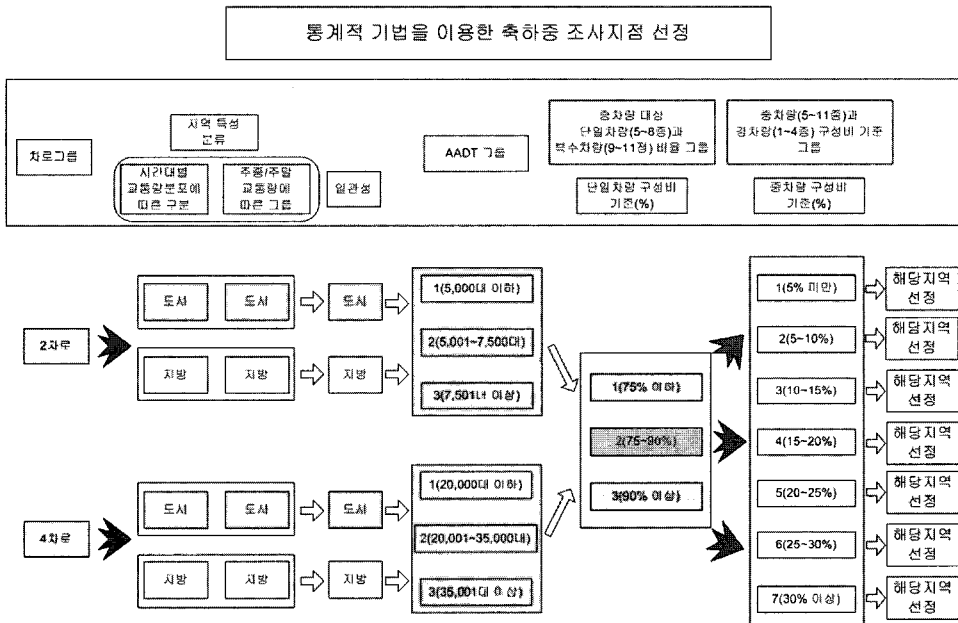


그림 2. 축하중 조사지점 선정 절차

표 2. 상시지점에 대한 지역 및 교통량 그룹핑(203개소)

차로 그룹	시간대 분 포	주중/주말 비율	일관성	AADT 그룹	상 시 지점 수
2	도시	도시	도시, 도시	1	2
2	도시	도시		3	3
2	도시	지방	도시, 지방	2	2
2	도시	지방		3	5
2	지방	도시	지방, 도시	1	2
2	지방	도시		2	3
2	지방	도시		3	1
2	지방	지방	지방, 지방	1	42
2	지방	지방		2	37
2	지방	지방		3	9
4	도시	도시	도시, 도시	1	16
4	도시	도시		2	32
4	도시	도시		3	13
4	도시	지방	도시, 지방	1	50
4	도시	지방		2	54
4	도시	지방		3	11
4	지방	도시	지방, 도시	1	1
4	지방	지방	지방, 지방	1	32
4	지방	지방		2	17

한 축하중의 검토가 필요하므로, 주간조사가 종료되는 시간을 기준으로 12시간 동안 조사를 실시하고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 조사시간은 주중조사를 원칙으로 하며, 조사지점당 24시간 조사를 목표로 하였다.

(2) 일반국도에서 축중기의 종류 및 이용현황

축중기는 도로 위를 주행하는 차량의 축하중을 측정하는 장비로서 고정식, 이동식, 휴대식의 3종류로 구분된다. 그림 3에서 보는 바와 같이 고정식은 일련의 장치를 한 장소에 완전한 구조물로 고정하여 상시 조사가 가능하도록 설치한 것으로 주로 대부분의 고속도로 영업소(Toll Gate)와 일반국도 과적단속검문소에 설치되어 있다. 이 장비는 차량을 저속운행상태

에서 축중 및 총중량을 계측하여 이들 값이 기준치 이상일 경우 경보신호와 동시에 축하중 자료 및 차량번호를 자동인쇄 및 화면에 표시하여 진입을 사전에 통제하여 고속도로 및 일반국도의 시설물을 보호하고 안전운행을 도모하기 위한 기계이다.

이동식 축중기는 한조의 축하중 계량장비를 필요한 곳에 조립 설치하여 축하중 조사가 되도록 한 것이며 대부분의 일반국도 과적차량 단속 사무소와 일부 고속도로 영업소에 설치되어 운영되고 있다.

휴대식 축중기는 인력으로 이동할 수 있도록 기계의 자중이 가볍고 계량이 간편하도록 제작된 것으로 한 축의 중량은 축의 양쪽에 있는 차륜하중을 재어 합산하여 산정한다. 본 연구에서는 그림 4와 같이 휴대식 축중기를 이용하여 현장 축하중 조사를 실시하였다.

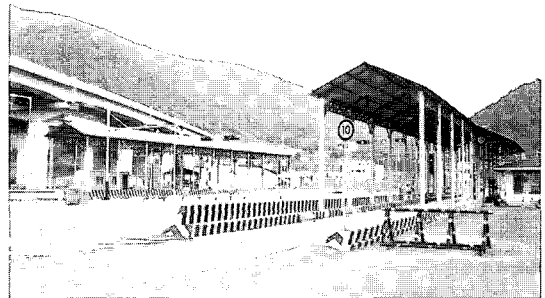


그림 3. 고정식 축중기

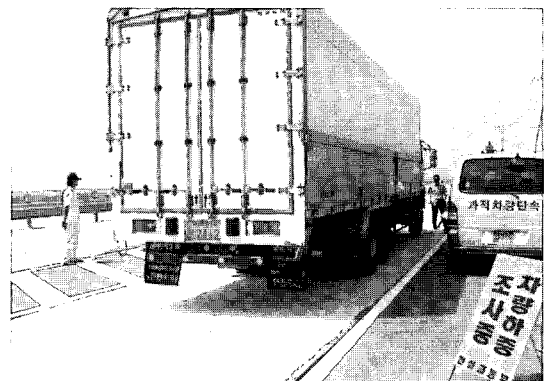


그림 4. 현장 축하중 조사



(3) 조사지점 표본 크기 분석

조사시 각 지점마다 충분히 대표할 수 있는 조사대수를 파악하는 것은 반드시 필요하며, 이를 위한 조사지점 최소 수집 샘플 수 파악은 1989년도 “도로포장 설계 지침서 작성 및 자동차 축하중 조사 연구” 결과를 예비조사로 설정하고, 이 조사에서 나온 통행차량의 축중분포에 대한 변동계수(Coefficient of Variation)를 토대로 하여 적정 조사지점수와 차종별 표본크기를 결정하였다.

적정 조사지점수에 적용된 관계식은 다음과 같다.

$$n_i \geq \frac{Z^2(CV)^2}{E^2}$$

여기서, n_i : 최소 조사지점수

Z : 소요 신뢰도 수준에 대한 표준편차 계수

CV : 예비조사로서 얻어지는 전국 도로체계상의 차량의 축중분포에 대한 변동계수

E : 소요정도, $E=0.1$ 적용

소요 차종별 표본 크기를 결정하기 위한 관계식은 다음과 같다.

$$n_s \geq \frac{Z^2(CV)^2}{E^2}$$

여기서, n_s : 차종별 표본 크기

Z : 소요 신뢰도 수준에 대한 표준편차 계수

CV : 예비조사로서 얻어지는 차종별 축중분포의 변동계수

E : 소요정도 ($E=0.15$ 적용)

표 3에서는 조사지역 및 차종별 조사대수를 결정하기 위한 상대변동계수 및 조사대수와 신뢰도별 조사대수를 나타내었다. 본 연구에서는 신뢰도 90%를 목표로 하여 지점별 최소조사대수를 127대로 하였다.

3.4 현장조사결과

현장조사결과, 1종~3종 차량의 경우 조사협조 미

표 3. 차종별 상대변동계수(88년 조사자료) 및 차종별 최소표본크기

도로등급 구분	일 반 국 도				
	차종분류	조사 대수	상대변동 계수	신뢰도(%) (E=0.15)	
95				90	85
1종(승용차/소형버스)	458	0.262	11.72	8.26	6.33
2종(중형버스)	212	0.202	6.97	4.91	3.76
3종(대형버스)	219	0.227	8.80	6.20	4.75
4종(소형트럭 A)	297	0.378	24.40	17.18	13.17
5종(중형트럭 B)	678	0.442	33.36	23.50	18.00
6종(중형트럭 C)	1,344	0.450	34.57	24.35	18.66
7종(중형트럭 D)	775	0.276	13.01	9.16	7.02
8종(중형트럭 E)	38	0.367	23.00	16.20	12.41
9종(대형트럭 F)	349	0.255	11.10	7.82	5.99
10종(대형트럭 G)	9	0.110	2.07	1.46	1.12
11종(대형트럭 H)	131	0.256	11.19	7.88	6.04
합 계	4,450	0.349	180.19	126.91	97.25

비와 안전상의 문제로 실제 측정에서는 4종이상의 차량을 대상으로 조사를 실시하였으며, 그림 5는 현장조사 결과와 교통량 통계연보에서 차종별 분포비율을 나타낸 것이다.

현장조사에서 차종비율이 교통량 통계연보와 비교해서 4,5종 차량비율이 낮았으며 8종, 10종 차량비율이 높게 나타났다. 이는 현장조사의 경우, 과적차량 단속과 관련하여 대형트럭의 협조가 원활이 이루어져 조사가 쉬운 반면 4종 차량의 경우 운전자 비협조로 인해 교통량 통계연보 수준의 분포비율을 조사

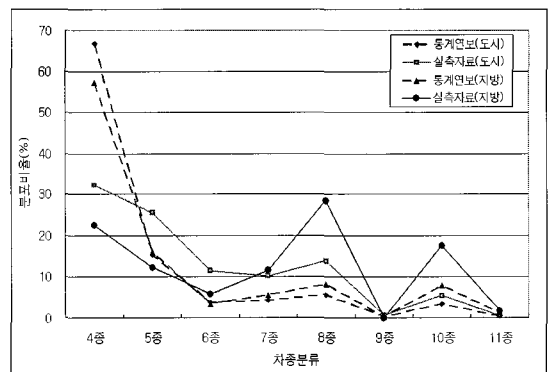


그림 5. 차종별 분포비율 비교



하지는 못했다. 그리고 9종 차량과 11종 차량의 경우 통행량이 거의 없었으며 8종 차량과 10종 차량이 대형트럭의 주류를 이루고 있었다.

4. 누적 축하중 스펙트럼 추정 및 비교

앞서 설명한 통계적 조사시점 선정절차를 이용해 크게 4가지 조건(2차로-도시, 2차로-지방, 4차로-도시, 4차로-지방)에 따른 차종별 축하중 스펙트럼 추정값을 신뢰도 95%로 제안하였다.

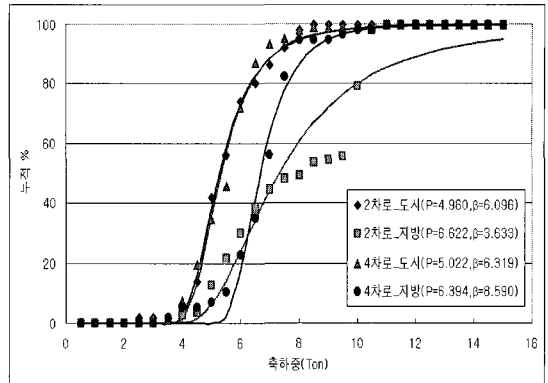


그림 6. 6축차량 Single 축 누적 축하중 스펙트럼 및 S-커브 곡선

표 4. 2차로에서 축 종류별 하중 그룹에 따른 누적 퍼센티지를 나타내기 위해 사용된 S-Curve의 ρ 와 β 값

차종분류	축 종류	2차로-도시				2차로-지방			
		β	ρ	샘플수	R ²	β	ρ	샘플수	R ²
4종	Single	3.133	0.7435	162	0.9934	3.999	0.7166	564	0.9987
	Dual-Single	2.482	0.7515	162	0.9850	3.253	0.7075	564	0.9901
5종	Single	3.453	2.755	85	0.9926	3.927	2.839	214	0.9919
	Dual-Single	2.241	3.483	85	0.9780	2.256	3.507	214	0.9695
6종	Single	6.096	4.960	50	0.9982	3.633	6.622	110	0.9548
	Tandem	2.585	10.720	50	0.9650	7.736	17.100	110	0.9247
7종	Single	6.833	5.410	28	0.9941	6.314	5.322	58	0.9966
	Tandem	3.116	12.51	28	0.9836	3.263	11.760	58	0.9594
8-1종	Single	2.845	6.620	50	0.9397	5.125	7.842	311	0.9417
	Single	2.864	7.481	50	0.9032	6.224	8.114	311	0.9589
8-2종	Tandem	1.831	12.530	50	0.8293	9.016	17.080	311	0.9647
	Single	7.598	5.581	90	0.9984	12.830	8.273	6	0.9902
	Single	5.569	5.588	90	0.9975	11.490	9.293	6	0.9869
	Single	5.967	7.107	90	0.9903	10.17	9.393	6	0.9508
8-2종	Tandem	12.180	17.370	90	0.9897	10.940	20.250	6	0.9940
	Single	-	-	0	-	-	-	0	-
	Single	-	-	0	-	-	-	0	-
	Tandem	-	-	0	-	-	-	0	-
9종	Single	23.600	5.674	8	0.9997	13.500	5.251	195	0.9993
	Tandem	15.670	19.190	8	0.9888	16.030	15.670	195	0.9860
	Tandem	-	-	8	-	13.780	15.750	195	0.9842
11종	Single	-	-	0	-	-	-	1	-
	Tandem	-	-	0	-	-	-	1	-
	Tridem	-	-	0	-	132.8	6.151	1	1.0



표 5. 4차로에서 축 종류별 하중 그룹에 따른 누적 퍼센티지를 나타내기 위해 사용된 S-Curve의 ρ 와 β 값

차종분류	축 종류	4차로-도시				4차로-지방			
		β	ρ	샘플수	R ²	β	ρ	샘플수	R ²
4종	Single	2.716	0.7747	282	0.9929	3.613	0.7318	88	0.9995
	Dual-Single	1.965	0.7518	282	0.9886	2.298	0.7424	88	0.9963
5종	Single	3.635	2.803	268	0.9966	3.429	2.957	140	0.9929
	Dual-Single	2.458	3.663	268	0.9886	2.536	3.989	140	0.9767
6종	Single	6.319	5.022	107	0.9951	8.590	6.394	57	0.9933
	Tandem	2.490	10.690	107	0.9395	11.460	16.480	57	0.9927
7종	Single	5.669	4.976	112	0.9984	6.684	6.457	279	0.9925
	Tandem	3.368	9.528	112	0.9911	5.777	14.77	279	0.9590
8-1종	Single	3.467	5.725	93	0.9839	4.747	6.048	168	0.9844
	Single	3.888	6.267	93	0.9895	5.144	6.474	168	0.9843
	Tandem	2.937	12.260	93	0.9393	6.904	16.160	168	0.9616
8-2종	Single	5.446	6.034	40	0.9944	8.556	5.867	255	0.9987
	Single	4.677	6.226	40	0.9896	7.909	5.563	255	0.9984
	Single	6.194	7.697	40	0.9790	7.115	7.566	255	0.9885
	Tandem	7.740	17.260	40	0.9966	13.430	17.340	255	0.9941
9종	Single	-	-	9	-	-	-	1	-
	Single	-	-	9	-	-	-	1	-
	Tandem	-	-	9	-	-	-	1	-
10종	Single	9.991	5.147	68	0.9996	12.35	5.245	312	0.9987
	Tandem	3.239	11.72	68	0.9479	11.56	15.86	312	0.9874
	Tandem	3.759	13.85	68	0.9481	10.800	16.180	312	0.9873
11종	Single	8.279	4.671	6	0.993	10.880	4.883	48	0.9949
	Tandem	11.45	13.13	6	0.9958	12.44	14.31	48	0.9927
	Tridem	6.850	20.98	6	0.9688	10.03	17.85	48	0.9965

그림 6은 6종차량의 Single 축에 대한 누적하중 스펙트럼의 한 예로서 이에 적합한 ρ 와 β 값에 대한 S-Curve를 나타내었다.

표 4와 표 5는 각 하중 그룹별 누적 퍼센티지를 나타내기 위한 S-Curve의 ρ 와 β 값을 나타내었다. 여기에서 9종, 10종, 11종 차량의 일부축의 경우 조사차량수가 없거나 매우 미비하여 ρ 와 β 값을 나타낼 수 없었다. 9종 차량과 11종 차량에 대해서는 추후 보강조사를 통해 적용계수 값을 제시할 예정이다.

각 차종별로 4가지 조건에 대한 추정식을 제시하였다. 각 조건별 S-Curve가 차이가 있는지 없는지

비교해야 하는데 추정식을 직접적으로 비교하는 방법은 어려우므로 위에서 제시된 β 값과 ρ 값의 신뢰구간을 통하여 간접적으로 차이를 비교하였다.

차종별 4가지 조건에 대한 β 값과 ρ 값을 최소, 중간, 최대값을 이용해 유의수준 5%로 분산분석(ANOVA)을 이용하여 β , ρ 값 중 어느 하나라도 차이가 있는 것으로 판단되면 4가지 조건간에 차이가 있는 것으로 판단하였다. 이에 따른 차종별 β , ρ 에 대한 유의확률은 표 6과 같다.

분석결과, 5종차량에서만 유의수준 5%하에 차이가 없는 것으로 나타났으며 나머지 차종에 대해서는

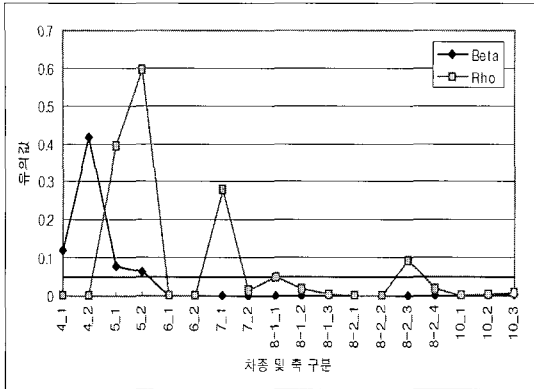


표 6. 차종별 β , ρ 값을 이용한 분산분석 결과

β , ρ 값 한쪽만 기각하거나 또는 둘 다 기각하는 것으로 나타났다,

이는 본 연구에서 나눈 4가지 조건(2차로-도시, 2차로-지방, 4차로-도시, 4차로-지방)에서 S-Curve 추정식이 서로 다른 것으로 나타나 지역 구분이 적절하다고 판단된다.

5. 결론 및 향후계획

본 연구에서는 축하중 스펙트럼을 추정하기 위한 추정식을 제안하였으며, 각 도로특성 및 차종에 따라 적용계수 값(ρ , β)을 제시하였다. 제시된 추정식은 상관계수(R^2)가 대부분 0.9 이상 높은 상관성을 나타내었다.

조건별 차이를 보기 위하여 β , ρ 값의 신뢰구간을 이용한 분산분석(ANOVA)에서 5종 차량을 제외한 나머지 차량에서 지역조건별 차이가 있는 것으로 나타났다.

국내의 경우, 현재까지 이러한 추정식 개발은 이루어지지 못했으며 축하중 조사시 현장조사 위험과 인력조사의 한계로 인하여 축하중 데이터베이스가 이루어지지 않아 제안한 추정식에 대한 검증은 이루어지지 않았다.

향후 연구계획에서는 지방도 축하중 조사시 도로특성 및 중차량 특성에 따른 분류방법외에 차종별 분포

비율에 따른 조사지점 선정후 축하중 조사를 하여 기존 방법과의 비교를 통한 최적의 분류방법을 선정할 계획이며 이를 근거로 분류기준을 확립할 계획이다.

각 조건별로 일부 차종(9종, 11종)에서는 측정 샘플 부족으로 인해 적용계수 값을 산출하지 못하였다.

감사의 글

본 연구는 건교부 수탁과제인 “한국형 포장설계법 개발과 포장성능 개선방안 연구”의 일부 성과물로 이에 감사를 표합니다.

참고문헌

1. 건설부(1988), “도로포장 설계 지침서 작성 및 자동차 축하중 조사 연구”.
2. 건설교통부(2004), “2003 도로교통량 통계연보”
3. Jerry J. Hajek (2000), “Estimating Cumulative Traffic Loads. Final report for Phase I” FHWA-RD-00-054
4. Jong R. Kim(1998), “Axle Load Distribution Characterization for Mechanistic Pavement Design,” *TRB, Transportation Research Record* 1629.
5. David Timm(1998), “Development of Mechanistic-Empirical Pavement Design in Minnesota,” *TRB, Transportation Research Record* 1629.
6. AASHTO Design Guide. (2002). “Design of new and rehabilitated pavement structures-Appendix AA, Traffic loadings.” NCHRP 1-37A, *National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board*, Washington, D.C.

접 수 일: 2006. 4. 10
 심사 일: 2006. 5. 10
 심사완료일: 2006. 8. 18