

국내 도로포장설계의 방향 및 차로분배계수에 관한 연구

A Study on the Directional and Lane Distribution Factors
for the Domestic Pavement Design

김민겸* · 이석근** · 권수안***

1. 서론

포장구조 설계에 있어서 가장 기본이 되는 입력변수인 W18(차로당 설계 등가단축하중 반복횟수)은 다음과 같이 결정된다.

$$W_{18} = w_{18} \times D_D \times D_L$$

w_{18} = 설계기간동안의 양방향 누계 ESAL

DD = 방향분배계수

DL = 차로분배계수

'86 AASHTO 포장설계 지침에 제시된 방향 및 차로분배계수를 바탕으로 미국내 각 주와 기관에서 적용하고 있는 계수와 국내 도로의 적용현황을 비교하면 표 1과 2와 같다.

표 14. 방향분배계수

AASHTO	국내
0.3~0.7 (0.5)	0.5

표 15. 차로분배계수의 적용 예 (%)

편도 차로 수	AASHTO	조지아 주	위스콘신 주	텍사 스 주	AI	PCA	수원 남이	서울 외곽	적용
1	100		100	100	100		100		100
2	80~100	57	85~90	100	90	65	80		80
3	60~80	56	40~50	70	80	52	60		60
4	50~75	40~60		60			50	50	50

* 한국도로공사, '도로설계 실무편람'

본 연구는 상기와 같이 적용되고 있는 방향 및 차로분배계수의 타당성을 알아보기 위하여 계획되었으며, 도로 포장설계 전문가를 대상으로 한 설문조사와 각급 도로의 기 설계자료에 대한 표본조사를 실시하여 보다 정확한 설계현황을 파악하고, 한국도로공사와 건설교통부에서 정기적으로 조사·발표

* 정회원 · 경희대학교 토목공학과 도로연구실 · 공학석사 · 031-201-2923

** 정회원 · 경희대학교 토목공학과 부교수 · 공학박사 · 031-201-2900

*** 정회원 · 한국건설기술연구원 · 선임연구원 · 031-9100-174



하는 실측 교통량 자료를 바탕으로 도로 등급별, 노선별 교통류의 실제 분포비율을 분석하여 비교함으로써 설계에 적용되는 방향 및 차로분배계수의 정확도를 평가하였다.

2. 설계현황

그림 1과 표 3은 각각 설문조사와 기 설계자료 표본조사를 통해 알아본 각 계수의 적용현황을 보인 것이다.

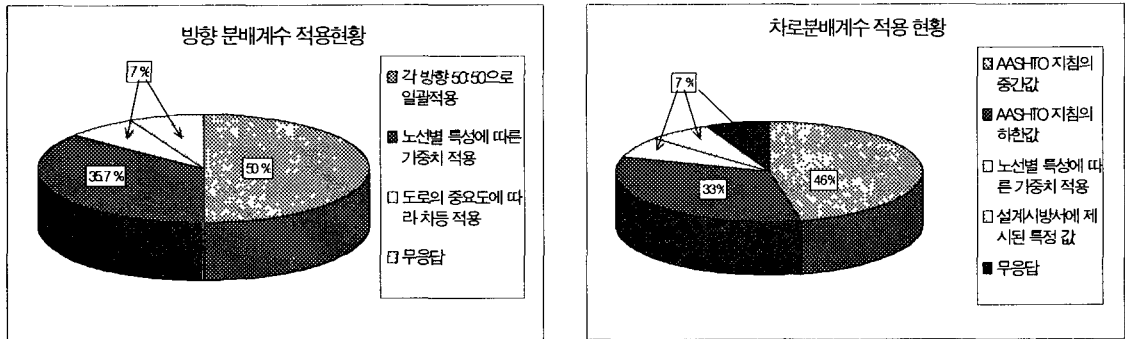


그림 1. 방향 및 차로분배계수의 적용현황(설문조사)

표 3. 방향 및 차로분배계수의 적용현황(표본조사)

구분	차로수	종류	방향분배 계수	차로분배 계수	적용 빈도
고속도로	2	아스팔트	0.5	0.8	4
		콘크리트	0.5	0.8	4
	3	아스팔트	0.5	0.6	3
		콘크리트	0.5	0.6	3
	4	아스팔트	-	(0.5)	-
		콘크리트	-	(0.5)	-
일반국도 (국가지원 지방도)	2		0.5	0.9	5
			0.56	0.9	1
	3		0.55	0.7	1
	5		0.5	0.5	1

방향분배계수는 고속도로와 일반국도에서 거의 대부분이 50:50으로 일괄 적용하고 있으며, 차로분배계수 역시 대부분의 경우 고속도로는 AASHTO 기준의 하한값을, 일반국도는 중간값을 적용하고 있는 것으로 조사되어 국내의 지역별, 노선별 교통특성을 적절히 반영한 설계는 이루어지고 있지 못한 것으로 평가되었다.

설문조사에 응한 다수의 전문가들은 실측 자료를 바탕으로 노선별 특성을 고려하여 설계에 적용하거나 개략적인 국내기준 설정연구를 선행하는 것이 바람직할 것이라는 점에 공감하고 있는 것으로 나타났다.

3. 교통량 조사자료의 분석

3.1 자료분석에 적용된 ESALF

ESALF(Equivalent Single Axle Load Factor)는 다양한 크기와 형태의 교통하중이 포장파손에 미치



는 영향을 8.2ton 단축하중 1회 통과시의 포장파손에 대한 비율로 환산하기 위해 적용하는 값으로 포장의 종류, 서비스 지수(PSI), 포장의 구조능력(SN or D) 등에 따라 다양한 값을 가지고 있으며, 표 4와 5는 본 연구에서 채택한 ESALF를 보이고 있다.

고속도로의 경우는 8종 분류에 따라 Pt=2.5를 기준으로, 아스팔트는 SN=5, 콘크리트는 D=30을 대

표 4. 고속도로 ESALF

차종 종류	승용	버스		트럭			Semi Trailer	Pull Trailer	단 용
		소형	보통	소형	보통	대형			
아스팔트	0.0001	0.0005	1.031	0.013	0.752	1.434	1.259	2.922	0.752
콘크리트	0.0001	0.001	0.837	0.004	0.628	3.599	3.196	4.622	0.628

표값으로 가정한 ESALF이다. 일반 국도는 현행설계시 많이 이용되고 있는 7종 분류와 "98년도 고속도로 트럭하중 분포 및 포장설계를 위한 차량 등가하중 계수의 산정"에 제시된 11종 분류 ESALF를 적용하여 비교 분석하였다.

표 5. 일반국도(국가지원 지방도) ESALF

차종 종류	승용차 (1)	중형 버스 (2)	대형 버스 (3)	소형 트럭 (4)A	소형 트럭 (5)B	중형 3축 (6)C	중형 3축 (7)D	중형 4축 (8)E	대형 4축 (9)F	대형 5축 (10)G	대형 6축 (11)H	기타
7종분류	0.0002	0.001	0.758	0.001	0.601	2.394	2.394	2.394	2.348	2.348	2.348	0.000
11종분류	0.0001	0.031	1.234	0.025	0.466	1.120	1.14	2.235	1.497	1.662	1.602	0.000

3.2 방향분배계수

1) 고속도로

그림 2는 고속도로 16개 노선의 방향별 교통편중 비율을 아스팔트와 콘크리트로 나누어 비교해본 그래프이다.

아스팔트 포장인 경우는 9개 노선, 콘크리트 포장인 경우는 11개 노선의 편중비율이 0.52 또는 이상의 값을 보이고 있으며, 노선별 특성에 따라 구마선, 신갈-안산선 등과 같이 편중도가 더욱 심한 곳도 다수 포함되어 있음을 알 수 있다. 또한 대부분의 노선에서 콘크리트 포장의 경우가 아스팔트 포장인 경우보다 더 큰 편중도를 보이고 있는데, 이는 대형차량에 대한 콘크리트 포장의 ESALF가 아스팔트 포장에 비하여 훨씬 큰 값이기 때문에 기인된 결과이다. 따라서 중·대형 교통량이 많을 것으로 기대되는 사업노선에서는 계획하는 포장의 종류에 따라 방향분배계수의 적용을 달리할 필요가 있을 것으로 판단된다. 그림 3, 4는 고속도로 전체노선의 방향분배계수 분포에 대한 누적분포함수를 각각 아스팔트와 콘크리트의 경우로 구분하여 그린 것이다. 95% 신뢰수준에서 아스팔트인 경우 약 0.55, 콘크리트인 경우 약 0.57정도의 값을 나타내고 있다.

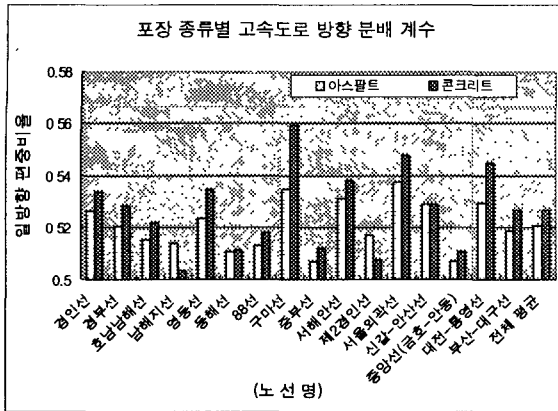


그림 2. 고속도로 각 노선의 방향별 교통량 분포

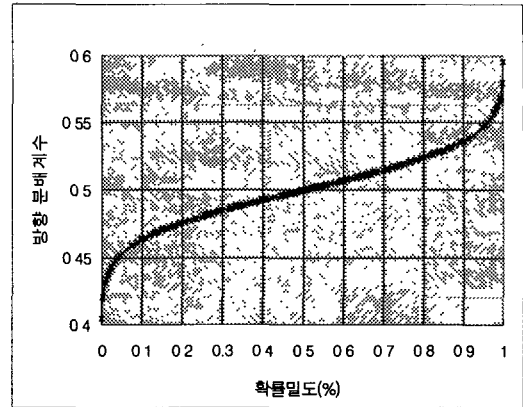


그림 3. 방향분배계수의 분포확률(아스팔트)

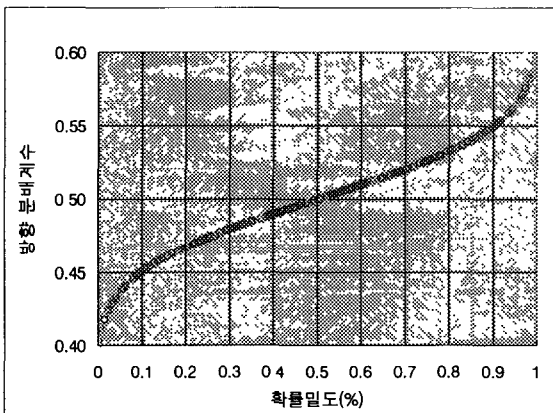


그림 4. 방향분배계수의 분포확률(콘크리트)

표 6. 고속도로의 방향분배계수 분석결과

종 류	신뢰수준(%)	신뢰수준(%)		
		90	95	99
아스팔트 포장	주 방향	0.54	0.55	0.57
	반대방향	0.46	0.45	0.43
콘크리트 포장	주 방향	0.55	0.56	0.59
	반대방향	0.45	0.44	0.41

표 6은 이를 바탕으로 90, 95, 99% 신뢰수준에 대응하는 고속도로 방향분배계수의 값을 정리한 것이다. 앞서 지적한 바와 같이 바람직한 설계는 노선별, 지역별 특성과 이용 가능한 실측자료를 바탕으로 적용할 분배계수의 값을 결정하는 것이 타당할 것이나, 이 것이 불가능할 경우에는 표 6에 제시된 값들을 참고할 수 있을 것이다. 그러나 이 값들은 고속도로 전 노선의 평균으로부터 추정된 값으로 어떠한 지역적 특성도 반영하고 있지 않음을 반드시 고려해야 할 것이다.

만일, 각 방향으로 차별화된 포장설계가 계획된다면, 교통량이 편중되는 '주방향'과 '반대방향'의 계수적용을 달리하여야 한다.

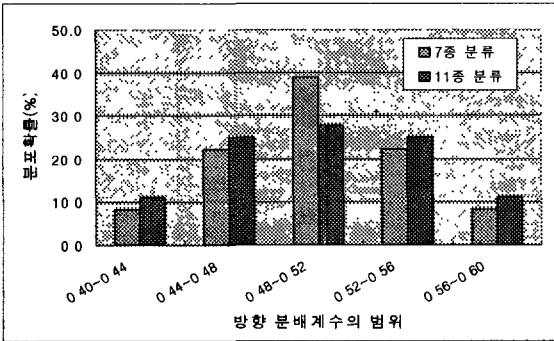


그림 5. 일반국도의 방향분배계수 분포

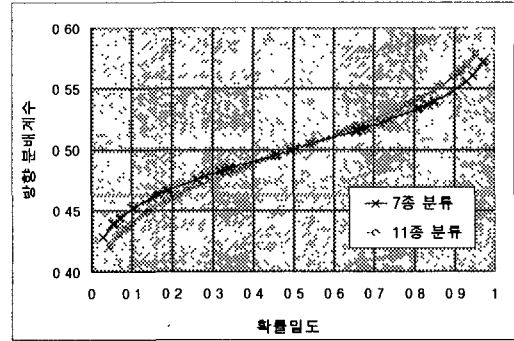


그림 6. 일반국도 방향분배계수의 분포확률

2) 일반국도

그림 5와 6은 일반국도의 방향분배계수에 대한 분석결과를 확률빈도와 누적분포 함수로 나타낸 것이다. 일반국도의 방향분배계수 분석 결과도 대략 0.5~0.6 사이의 범위에 넓게 분포되어 있으며, 특히, 11종 분류에 의한 결과에서는 0.52이상의 큰 편중도를 갖는 빈도수가 보다 많은 것으로 나타났다. 95% 신뢰수준을 고려할 때, 7종 분류는 약 0.56, 11종 분류는 약 0.58 정도의 값을 가지고 있다.

표 7. 고속도로의 차로분배계수

차로수	포장 종류	AASHTO	도로 공사	일반 국도	조사 결과	제안
4	아스팔트	0.5~0.75	0.5	0.5	0.40~0.43	0.45
	콘크리트				0.42~0.49	0.50
3	아스팔트	0.6~0.8	0.6	0.7	0.47~0.59	0.60
	콘크리트				0.50~0.68	0.70
2	아스팔트	0.8~1.0	0.8	0.9	0.60~0.85	0.85
	콘크리트				0.60~0.90	0.90

3.3 차로분배계수

1) 고속도로

표 7에 정리된 고속도로의 차로분배계수에 대한 분석결과, 그 분포범위는 AASHTO 지침보다 비교적 낮고, 국내적용 기준치에 대하여는 차로수에 따라 낮거나 높은 범위에 분포되어 있음을 알 수 있다. 또한 방향분배계수와 마찬가지로 콘크리트인 경우가 더 큰 범위를 보이고 있어서 차로분배계수 역시, 포장의 종류별로 달리 적용해야할 필요성이 있는 것으로 판단된다. 표에 제안된 계수는 조사결과의 최대값 이상으로 정한 값이며, 단순한 참고자료 이상은 될 수 없다.

2) 일반국도

그림 7은 2차로 일반국도 차로분배계수의 분포확률 밀도를 그린 것으로 대략 0.6~0.95 정도의 범위에 넓게 분포되어 있다. 7종 분류보다는 11종 분류에 따른 차로분배계수의 값이 다소 작게 나타나고 있으나, 95% 정도의 신뢰수준을 고려할 때, 7종 분류-0.94, 11종 분류-0.92 정도의 값을 보이고 있어 두 경우 모두 현행 설계에 적용하고 있는 0.9 보다는 큰 값을 알 수 있다. 특히, 11종 분류의

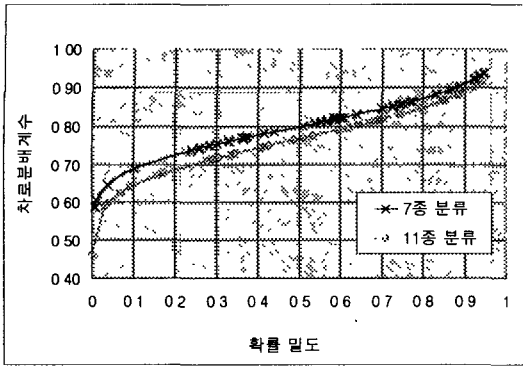


그림 7. 일반국도 차로분배계수의 분포확률

으며, 실측교통량 자료의 분석을 바탕으로 보다 국내의 실정에 합당한 기준을 제시하고자 하였다. 그러나 여기에 제시된 기준은 각 지역별, 노선별 특성은 고려되지 않았으며, 향후 보다 광범위한 지역에 대한 지속적 조사·분석이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

ESALF가 중차량 통제가 비교적 용이한 고속도로의 축하중 자료로부터 산정된 값을 고려하면, 상기의 분배계수는 실제로 보다 큰 값을 가질 수도 있을 것이다.

4. 결 론

본 연구를 통해 현행 포장구조 설계에 사용되고 있는 방향 및 차로분배계수의 값이 획일적이고, 현실을 적절히 반영하지 못하고 있음을 알 수 있었

참고문헌

1. 한국건설기술연구원, 고속도로 트럭하중 분포 및 포장설계를 위한 차량등가하중 계수의 산정, 1998.
2. 한국도로공사, 도로설계 실무편람, 1997.
3. 건설부, 도로포장 설계지침서 작성 및 자동차 축하중 조사연구, 1988.
4. 한국도로공사, 고속도로 교통량조사, 1994~1998.
5. 건교부, 도로교통량 통계연보, 1998.