KRITI 기본연구 19-1

버스 차내 안전사고 감소방안 연구

박원일

한국운수산업연구원
Korea Research Institute of Transportation Industries

목 차

제1장 연구의 개요 ····· 1

제1절 연구의 배경 및 목적 / 1
제2절 연구의 범위 및 주요내용 / 1

제2장 버스 교통사고 발생현황 및 원인분석 ····· 3

제1절 분석개요 / 3
제2절 버스 교통사고 추이 및 현황 / 4
제3절 버스 교통사고 특성분석 / 8
제4절 버스회사별 특성분석 / 13

제3장 버스 차내 안전사고 예측모형 개발 ····· 26

제1절 관련 이론 및 연구 고찰 / 26
제2절 분석범위 및 변수선정 / 30
제3절 모형 개발 / 34

제4장 버스 승무원 설문조사 결과분석 ····· 37

제1절 조사개요 / 37
제2절 조사결과 / 38

제5장 버스 차내 안전사고 예방대책 ····· 44

제1절 기본방향 / 44
제2절 주체별 세부 시행방안 / 46

참고문헌 ····· 68

부 록 ····· 70

표 목 차

〈표 2-1〉 자동차 용도별 교통사고 현황(2017년) ····· 6
〈표 2-2〉 주행거리당 자동차 용도별 교통사고 현황 ····· 7
〈표 2-3〉 사고종류별 버스 교통사고 ····· 8
〈표 2-4〉 사고종류별 세부항목 버스 교통사고 ····· 9
〈표 2-5〉 상해정도별 버스 교통사고 ····· 10
〈표 2-6〉 주야별 버스 교통사고 ····· 10
〈표 2-7〉 계절별 버스 교통사고 ····· 11
〈표 2-8〉 날씨별 버스 교통사고 ····· 11
〈표 2-9〉 버스 중대・일반 교통사고 ····· 12
〈표 2-10〉 중대・일반 세부항목 버스 교통사고 ····· 12
〈표 2-11〉 12개 항목 기초통계 평균 ····· 13
〈표 2-12〉 대당 차내 사고건수 기초통계 ····· 14
〈표 2-13〉 운행거리 100km당 과속 기초통계 ····· 15
〈표 2-14〉 운행거리 100km당 급가속 기초통계 ····· 16
〈표 2-15〉 운행거리 100km당 급출발 기초통계 ····· 17
〈표 2-16〉 운행거리 100km당 급감속 기초통계 ····· 18
〈표 2-17〉 운행거리 100km당 급정지 기초통계 ····· 19
〈표 2-18〉 운행거리 100km당 급좌회전 기초통계 ····· 20
〈표 2-19〉 운행거리 100km당 급우회전 기초통계 ····· 21
〈표 2-20〉 운행거리 100km당 급유턴 기초통계 ····· 22
〈표 2-21〉 운행거리 100km당 급앞지르기 기초통계 ····· 23
〈표 2-22〉 운행거리 100km당 급진로변경 기초통계 ····· 24

〈표 2-23〉 운행거리 100km당 위험행동건수 기초통계 ····· 25
〈표 3-1〉 분석범위 ····· 30
〈표 3-2〉 모형의 독립변수 ····· 32
〈표 3-3〉 독립변수의 다중공선성 분석 결과 ····· 33
〈표 3-4〉 포아송 및 음이항 회귀분석 결과표 ····· 35
〈표 4-1〉 성별 응답자 분포 ····· 38
〈표 4-2〉 연령대별 응답자 분포 ····· 38
〈표 4-3〉 운전경력별 응답자 분포 ····· 39
〈표 4-4〉 차내 안전사고 경험 유무별 응답자 분포 ····· 40
〈표 4-5〉 차내 안전사고 경험자가 야기한 사고의 원인 ····· 41
〈표 4-6〉 차내 안전사고 발생 시 처분내용 ····· 41
〈표 4-7〉 차내 안전사고 경험 응답자 선택 예방대책 ····· 43
〈표 5-1〉 버스 차내 안전사고 예방대책 주체별 세부 시행방안 · 45
〈표 5-2〉 차내 사고위험 버스회사 등급별 분포 ····· 47
〈표 5-3〉 경영 및 서비스평가 체계 비교 ····· 48
〈표 5-4〉 전국버스공제조합 체험교육 지원현황 ····· 54
〈표 5-5〉 버스 100대당 교통사고 준공영제 및 민영제 추이 비교 ··· 55

그림목차

〈그림 2-1〉 전체 및 버스 교통사고 발생건수 추이 ····· 4
〈그림 2-2〉 전체 및 버스 교통사고 사망자수 추이 ····· 5
〈그림 2-3〉 전체 및 버스 교통사고 부상자수 추이 ····· 5
〈그림 2-4〉 자동차 용도별 교통사고 발생건수 현황(2017년) ····· 6
〈그림 2-5〉 대당 차내 사고건수 빈도분포 ····· 14
〈그림 2-6〉 운행거리 100km당 과속 빈도분포 ····· 15
〈그림 2-7〉 운행거리 100km당 급가속 빈도분포 ····· 16
〈그림 2-8〉 운행거리 100km당 급출발 빈도분포 ····· 17
〈그림 2-9〉 운행거리 100km당 급감속 빈도분포 ····· 18
〈그림 2-10〉 운행거리 100km당 급정지 빈도분포 ····· 19
〈그림 2-11〉 운행거리 100km당 급좌회전 빈도분포 ····· 20
〈그림 2-12〉 운행거리 100km당 급우회전 빈도분포 ····· 21
〈그림 2-13〉 운행거리 100km당 급유턴 빈도분포 ····· 22
〈그림 2-14〉 운행거리 100km당 급앞지르기 빈도분포 ····· 23
〈그림 2-15〉 운행거리 100km당 급진로변경 빈도분포 ····· 24
〈그림 2-16〉 운행거리 100km당 위험행동건수 빈도분포 ····· 25
〈그림 3-1〉 차내 사고건수 빈도분포 (N=414) ····· 31
〈그림 3-2〉 모형 개발 절차 ····· 34
〈그림 4-1〉 차내 안전사고 경험자가 야기한 교통사고의 원인 ··· 40
〈그림 4-2〉 차내 안전사고 경험 응답자 선택 예방대책 ····· 42
〈그림 5-1〉 버스 차내 안전사고 예방대책 6대 주체 ····· 44
〈그림 5-2〉 공제지부별 대인2 할인할증률 추이 ····· 64

제1장
연구의 개요

제1절 연구의 배경 및 목적

○ 노선버스는 교통사고 발생 시 크고 작은 인적, 물적 피해가 발생하고, 특히 탑승객이 많기 때문에 대형사고 우려가 높음

○ 버스 교통사고를 살펴보면, 차내전도 사고(34%), 승하차 사고(9%)를 합친 차내 안전사고가 전체의 43%로 절반 가까이 차지하기 때문에 이에 대한 감소방안 마련이 필요함

※ 본 연구에서의 차내 안전사고는 '차내전도'와 '승하차' 사고를 합쳐 말함

○ 특히 버스 차내 안전사고는 고령자, 어린이, 장애인 등 교통약자에게 발생하기 쉽기 때문에 이에 대한 대책이 더욱 요구됨

○ 이에 본 연구는 버스 차내 안전사고에 대한 원인분석, 설문조사, 모형개발 등을 검토하여 차내 안전사고 예방대책을 마련하고자 함

제2절 연구의 범위 및 주요내용

1. 연구의 범위

○ 공간적 범위는 전국 노선버스를 대상으로 함

○ 시간적 범위는 2016~2018년까지 최근 3년간 버스 교통사고와 운행기록 분석시스템의 위험운전행동 자료를 활용함

2. 연구의 방법

○ 버스 차내 안전사고 실태 및 특성 파악, 버스 승무원 설문조사 분석, 버스 회사별 차내 안전사고와 위험운전행동 간 통계모형 개발

○ 위 사항을 검토하여 버스 차내 안전사고 관련 주체별 감소방안 제시

3. 연구의 주요내용

○ 버스 교통사고 발생현황 및 원인 분석

- 버스 교통사고 추이 및 현황
- 전체 및 차내 안전사고 비교
- 버스회사별 대당 차내 사고건수, 10개 위험운전행동 기초통계

○ 버스 차내 안전사고 예측모형 개발

- 음이항 회귀분석 및 포아송 회귀분석 활용

○ 버스 승무원 설문조사 결과분석

- 차내 안전사고 직접원인, 예방대책

○ 버스 차내 안전사고 예방대책

- 정부 및 지자체, 한국교통안전공단, 전국버스연합회 및 시도조합, 버스공제조합, 버스회사, 버스 승무원 등 주체별 시행방안

제2장
버스 교통사고 발생현황 및 원인분석

제1절 분석개요

1. 분석목적

○ 버스 교통사고 실태와 원인분석을 통해 실효성 있는 사고예방대책 수립의 기초자료로 활용코자 함

2. 분석방법

○ 전체 교통사고와 버스 교통사고를 비교함

- 추이, 발생건수, 사망자수, 부상자수, 대-km당 비교

○ 또한 버스공제조합의 버스 교통사고 자료를 전체와 차내 안전사고로 분류하여 각각의 교통사고 특성을 분석함

○ 버스회사별로 버스 교통사고와 10개 위험운전행동의 기초통계를 분석함

3. 분석자료

○ 제2절 버스 교통사고 추이 및 현황은 경찰청 및 도로교통공단 교통사고 분석시스템 교통사고 자료, 한국교통안전공단 자동차주행거리 당 교통사고 자료를 분석에 활용함

○ 제3절 버스 교통사고 특성분석은 2016~2018년 버스공제조합 버스 교통사고 통계자료를 활용함

○ 제4절 버스회사별 특성분석은 2016~2018년 버스공제조합 버스 교통사고 통계자료와 한국교통안전공단의 운행기록분석시스템 분석자료를 활용함

제2절 버스 교통사고 추이 및 현황

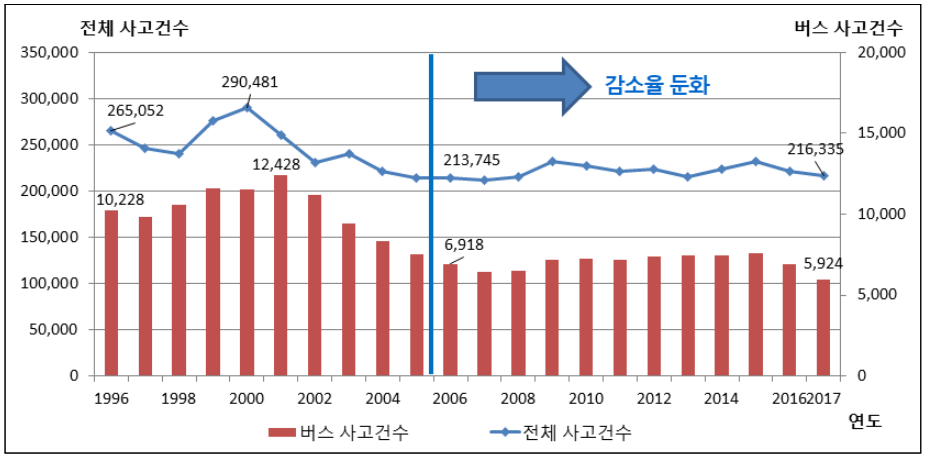
1. 교통사고 추이

(1) 발생건수

○ 경찰청 통계에 따르면 전체 교통사고 발생건수는 1996년 265,052건에서 2017년 216,335건으로 20여 년간 18% 감소하였고, 버스 교통사고 발생건수는 같은 기간 10,228건에서 5,924건으로 42% 감소하여 전체 교통사고에 비해 감소율이 더 높았음

- 하지만 급격하게 감소하던 버스 교통사고 발생건수는 2006년 6,918건 이후 10여 년간 제자리에 머물고 있음

- 전체·버스 교통사고 발생건수 추이는 〈그림 2-1〉과 같음



자료 : 경찰청·도로교통공단, 교통사고 통계, 각 연도

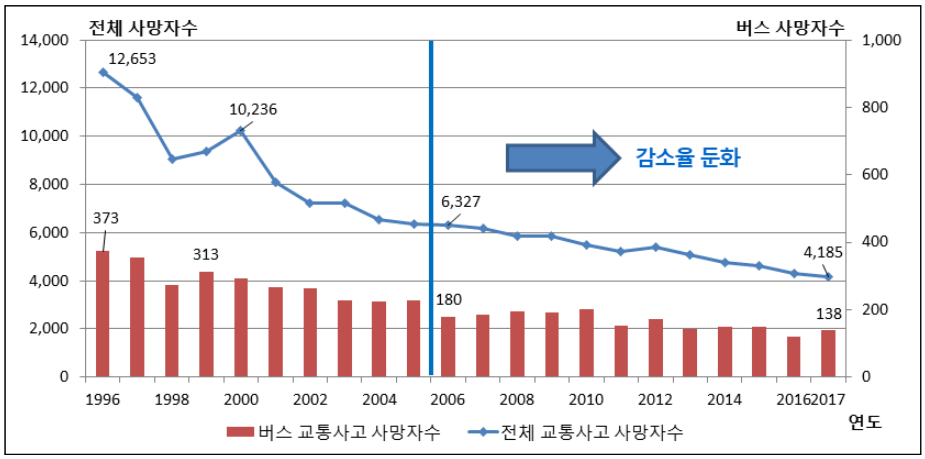
〈그림 2-1〉 전체 및 버스 교통사고 발생건수 추이

(2) 사망자수 및 부상자수

○ 전체 교통사고 사망자수는 1996년 12,653명에서 2017년 4,185명으로 20여 년간 67% 감소하였고, 버스 교통사고 사망자수도 같은 기간 373명에서 138명으로 63% 감소하는 성과를 거둠(〈그림 2-2〉참조)

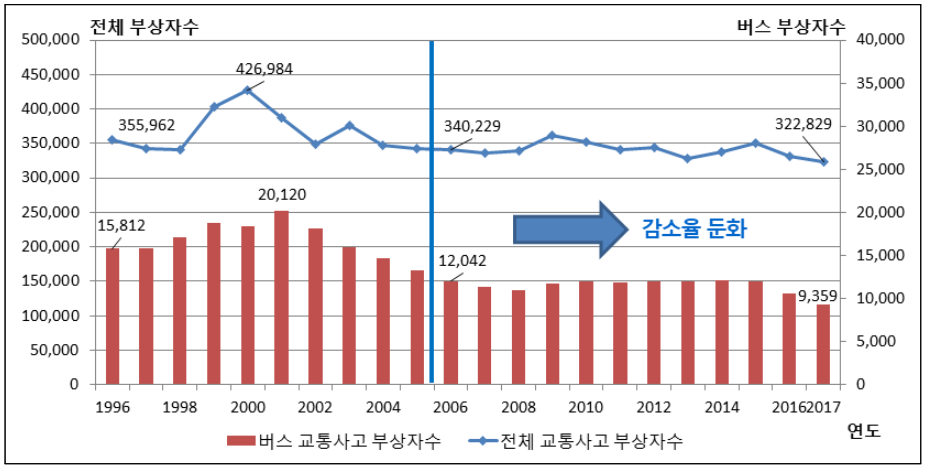
- 하지만 급격하게 감소하던 버스 교통사고 사망자수는 발생건수와 마찬가지로 2006년 180명 이후 지금까지 10여 년간 감소율이 둔화하는 경향을 보이고 있음

○ 전체 교통사고 부상자수는 지난 20여 년간 0.9% 감소하는데 그쳤지만, 버스 교통사고 부상자수는 41%의 높은 감소율을 보임(<그림 2-3>참조)



자료 : 경찰청·도로교통공단, 교통사고 통계, 각 연도

<그림 2-2> 전체 및 버스 교통사고 사망자수 추이

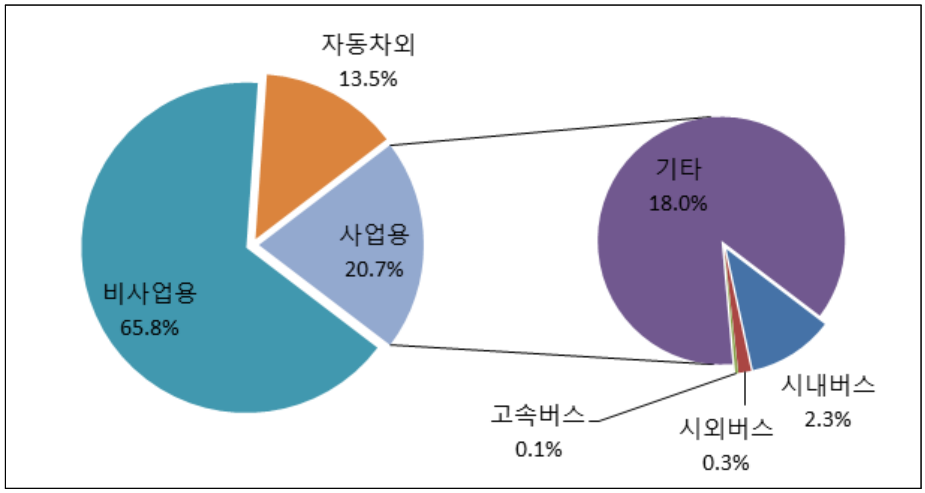


자료 : 경찰청·도로교통공단, 교통사고 통계, 각 연도

<그림 2-3> 전체 및 버스 교통사고 부상자수 추이

2. 자동차 용도별 교통사고

○ 버스대수는 45,714대로 전체 자동차등록대수 2,253만대의 0.2%에 불과하지만, 사고 발생건수는 전체사고의 2.7%, 사망자수는 3.3%로 대수에 비해 각각 13배, 16배 많음(〈그림 2-4〉, 〈표 2-1〉 참조)



〈그림 2-4〉 자동차 용도별 교통사고 발생건수 현황(2017년)

〈표 2-1〉 자동차 용도별 교통사고 현황(2017년)

(단위 : 건, 명, %)

구분				발생건수		사망자수		부상자수	
				건	%	명	%	명	%
자동차	사업용	노선버스	시내버스	5,018	2.3	85	2.0	7,433	2.3
			시외버스	737	0.3	43	1	1,457	0.5
			고속버스	169	0.1	10	0.2	469	0.1
			소계	**5,924**	**2.7**	**138**	**3.3**	**9,359**	**2.9**
		기타		38,860	18	683	16.3	60,660	18.8
		소계		44,784	20.7	821	19.6	70,019	21.7
	비사업용			142,269	65.8	2,591	61.9	218,734	67.8
자동차 외				29,282	13.5	773	18.5	34,076	10.6
합계				216,335	100	4,185	100	322,829	100

자료 : 경찰청, 2017년 교통사고 통계, 2018

3. 대-km당 교통사고

○ 차량의 10억km 주행거리당 자동차 용도별 교통사고를 살펴보면, 〈표 2-2〉와 같이 사업용 승합차는 987.2건으로 비사업용 승합차 456.0건에 비해 2배 이상 많은 것으로 나타남

- 사망자수도 사업용 승합차는 22.2명으로 비사업용 승합차 8.6명에 비해 3배 가까이 높은 실정임

○ 이를 보면 동일 주행거리를 갈 때 사업용 버스가 비사업용 차량에 비해 교통사고가 더 많이 발생하고 피해도 더 심각한 것을 알 수 있음

〈표 2-2〉 주행거리당 자동차 용도별 교통사고 현황

(단위 : 건, 명)

구분		발생 건수	사망 자수	부상 자수	연간 주행거리 (백만 km)	10억km 주행거리 당		
용도	차종					발생 건수	사망 자수	부상 자수
사업용	승용	28,055	301	42,979	24,690	1136.3	12.2	1740.7
	승합	**8,129**	**183**	**13,648**	**8,235**	**987.2**	**22.2**	**1657.4**
	화물	5,777	241	8,996	17,717	326.1	13.6	507.7
	특수	924	23	1,486	3,531	261.7	6.5	420.8
	소계	42,885	748	67,109	54,173	791.6	13.8	1238.8
비사업용	승용	114,983	1,747	177,374	206,584	556.6	8.5	858.6
	승합	5,054	95	8,236	11,084	456.0	8.6	743.1
	화물	21,524	720	32,093	47,657	451.6	15.1	673.4
	특수	123	6	192	372	330.3	16.1	515.6
	소계	141,684	2,568	217,895	265,697	533.3	9.7	820.1
기타		31,766	869	37,825	-	-	-	-
전체		216,335	4,185	322,829	319,871	676.3	13.1	1009.2

주 : 1억 주행거리(km)는 1억 대-km로 해석

자료 1 : 경찰청, 2017년 교통사고통계, 2018

2 : 한국교통안전공단, 2017 자동차주행거리통계, 2018

제3절 버스 교통사고 특성분석

○ 본 연구에서 버스 차내 안전사고는 아래 사고종류별 버스 교통사고에서 차대사람 사고 중 '차내전도'와 '승차', '하차' 사고를 말함

○ 먼저 최근 3년간(2016~2018년) 버스공제조합에 가입된 버스의 전체 및 업종별 버스 교통사고의 사고종류별 비교를 통해 차내 안전사고의 비중을 살펴봄

○ 다음으로 전체 교통사고와 차내 안전사고의 특성을 상해정도별, 주야별, 계절별, 날씨별, 피해자 탑승유형별, 법규위반별로 비교분석함

1. 사고종류별 사고

○ 사고종류별 비중을 살펴보면, 〈표 2-3〉과 같이 차대사람 사고가 시내버스와 농어촌버스에서 각각 52.7%, 53.2%로 절반 이상 높음

〈표 2-3〉 사고종류별 버스 교통사고

(단위 : 건, %)

구분	계		시내버스		농어촌버스		시외버스	
		점유율		점유율		점유율		점유율
차량단독	1,622	2.5%	1,416	2.4%	83	4.6%	123	2.5%
차대차	30,858	47.1%	26,393	44.9%	764	42.2%	3,701	75.1%
차대사람	**32,991**	**50.4%**	**30,923**	**52.7%**	**964**	**53.2%**	**1,104**	**22.4%**
합계	65,471	100.0%	58,732	100.0%	1,811	100.0%	4,928	100.0%

자료 : 버스공제조합, 버스 교통사고 통계 DB, 2016~2018년

○ 사고종류별 세부항목을 살펴보면, 〈표 2-4〉와 같이 전체 버스의 차내전도 사고와 승·하차 사고가 각각 33.8%, 3.8%, 5.0%로 이를 합친 차내 안전사고가 42.6%에 달함

- 시내버스의 차내전도 사고와 승·하차 사고가 각각 35.6%, 4.1%, 5.3%를 보임

- 농어촌버스도 같은 항목에서 각각 33.8%, 2.8%, 6.2%로 높고, 특히 하차사고

는 가장 높음

〈표 2-4〉 사고종류별 세부항목 버스 교통사고

(단위 : 건, %)

구분		계		시내버스		농어촌버스		시외버스	
			점유율		점유율		점유율		점유율
차량단독	전도,전복	143	0.2%	128	0.2%	8	0.4%	7	0.1%
	도로외이탈	49	0.1%	27	0.0%	13	0.7%	9	0.2%
	차량단독기타	1,227	1.9%	1,107	1.9%	48	2.7%	72	1.5%
	충돌(기타대물)	203	0.3%	154	0.3%	14	0.8%	35	0.7%
	소계	1,622	2.5%	1,416	2.4%	83	4.6%	123	2.5%
차대차	정면충돌	1,007	1.5%	849	1.4%	59	3.3%	99	2.0%
	측면충돌	7,293	11.1%	6,172	10.5%	238	13.1%	883	17.9%
	추돌	9,843	15.0%	7,980	13.6%	176	9.7%	1,687	34.2%
	접촉	6,168	9.4%	5,443	9.3%	112	6.2%	613	12.4%
	자전거사고	690	1.1%	638	1.1%	14	0.8%	38	0.8%
	차대차기타	4335	6.6%	4,028	6.9%	95	5.2%	212	4.3%
	오토바이사고	1,074	1.6%	974	1.7%	44	2.4%	56	1.1%
	후진사고	448	0.7%	309	0.5%	26	1.4%	113	2.3%
	소계	30,858	47.1%	26,393	44.9%	764	42.2%	3,701	75.1%
차대사람	무단횡단	1,050	1.6%	959	1.6%	25	1.4%	66	1.3%
	횡단보도	1,066	1.6%	983	1.7%	15	0.8%	68	1.4%
	일반보행	392	0.6%	275	0.5%	31	1.7%	86	1.7%
	승차	**2,473**	**3.8%**	**2,389**	**4.1%**	**50**	**2.8%**	**34**	**0.7%**
	보도침범	64	0.1%	61	0.1%	-	0.0%	3	0.1%
	차대인기타	2,549	3.9%	2,240	3.8%	118	6.5%	191	3.9%
	하차	**3,272**	**5.0%**	**3,103**	**5.3%**	**112**	**6.2%**	**57**	**1.2%**
	차내전도	**22,125**	**33.8%**	**20,913**	**35.6%**	**613**	**33.8%**	**599**	**12.2%**
	소계	32,991	50.4%	30,923	52.7%	964	53.2%	1,104	22.4%
합계		65,471	100.0%	58,732	100.0%	1,811	100.0%	4,928	100.0%

자료 : 버스공제조합, 버스 교통사고 통계 DB, 2016~2018년

2. 상해정도별 사고

○ 상해정도별 비중을 살펴보면, 〈표 2-5〉와 같이 차내 안전사고의 중상사고 비중이 31.3%로 전체 버스 교통사고의 22.0%에 비해 매우 높음

〈표 2-5〉 상해정도별 버스 교통사고

(단위 : 건, %)

구분	전체 버스 교통사고		버스 차내 안전사고	
		점유율		점유율
사망사고	396	0.6%	39	0.1%
중상사고	14,400	22.0%	**8,733**	**31.3%**
경상사고	50,675	77.4%	19,098	68.5%
합계	65,471	100.0%	27,870	100.0%

자료 : 버스공제조합, 버스 교통사고 통계 DB, 2016~2018년

3. 주야별 사고

○ 주야별 비중은 〈표 2-6〉과 같이, 차내 안전사고에서 주간에 76.3%로 전체 버스 교통사고의 74.4%에 비해 많이 발생함

〈표 2-6〉 주야별 버스 교통사고

(단위 : 건, %)

구분	전체 버스 교통사고		버스 차내 안전사고	
		점유율		점유율
주간	48,728	74.4%	**21,251**	**76.3%**
야간	16,743	25.6%	6,619	23.7%
합계	65,471	100.0%	27,870	100.0%

주 : 주간은 06시~18시, 야간은 18시~06시
자료 : 버스공제조합, 버스 교통사고 통계 DB, 2016~2018년

4. 계절별 사고

○ 계절별 버스 교통사고 특성은 〈표 2-7〉과 같이, 차내 안전사고가 봄(25.8%)과 가을(27.4%)에 전체사고의 봄과 가을에 비해 다소 많음

〈표 2-7〉 계절별 버스 교통사고

(단위 : 건, %)

구분	전체 버스 교통사고		버스 차내 안전사고	
		점유율		점유율
봄	16,636	25.4%	**7,199**	**25.8%**
여름	15,926	24.3%	6,690	24.0%
가을	17,513	26.7%	**7,629**	**27.4%**
겨울	15,396	23.5%	6,352	22.8%
합계	65,471	100.0%	27,870	100.0%

자료 : 버스공제조합, 버스 교통사고 통계 DB, 2016~2018년

5. 날씨별 사고

○ 날씨별 버스 교통사고 특성을 살펴보면, 〈표 2-8〉과 같이 차내 안전사고는 맑은 날에 90.6%로 대부분 발생하여, 전체 버스 교통사고의 맑은 날 비중인 89.6%에 비해 다소 높음

〈표 2-8〉 날씨별 버스 교통사고

(단위 : 건, %)

구분	전체 버스 교통사고		버스 차내 안전사고	
		점유율		점유율
맑음	58,633	89.6%	**25,244**	**90.6%**
흐림	3,372	5.2%	1,406	5.0%
비	3,004	4.6%	1,114	4.0%
눈	453	0.7%	105	0.4%
안개	9	0.0%	1	0.0%
합계	65,471	100.0%	27,870	100.0%

자료 : 버스공제조합, 버스 교통사고 통계 DB, 2016~2018년

6. 법규위반별 사고

○ 전체사고에서 중대사고 비중인 6.9%에 비해 차내 안전사고에서 중대사고

비중은 4.6%로 작음(〈표 2-9〉 참조)

〈표 2-9〉 버스 중대·일반 교통사고

(단위 : 건, %)

구분	전체 버스 교통사고		버스 차내 안전사고	
		점유율		점유율
중대사고	4,488	6.9%	1,275	4.6%
일반사고	60,983	93.1%	**26,595**	**95.4**
합계	65,471	100.0%	27,870	100.0%

자료 : 버스공제조합, 버스 교통사고 통계 DB, 2016~2018년

○ 중대사고 세부항목 비중을 살펴보면, 〈표 2-10〉과 같이 차내 안전사고에서 승객추락방지 의무위반이 4.3%로 전체사고의 2.0%에 비해 매우 높음

- 일반사고 비중을 살펴보면, 차내 안전사고에서 안전운전불이행이 83.9%로 전체 버스 교통사고의 64.4%에 비해 높음

〈표 2-10〉 중대·일반 세부항목 버스 교통사고

(단위 : 건, %)

구분		전체 버스 교통사고		버스 차내 안전사고	
			점유율		점유율
중대사고	신호_지시위반	2,033	3.1%	61	0.2%
	중앙선침범	376	0.6%	5	0.0%
	앞지르기방법_금지위반	112	0.2%	1	0.0%
	횡단보도사고	621	0.9%	3	0.0%
	승객추락방지 의무위반	1,285	2.0%	**1,203**	**4.3%**
	기타	61	0.1%	2	0.0%
	중대사고소계	4,488	6.9%	1,275	4.6%
일반사고	안전거리미확보	5,223	8.0%	381	1.4%
	안전운전불이행	42,180	64.4%	**23,369**	**83.9%**
	전방주시태만	1,915	2.9%	169	0.6%
	기타	11,665	17.8%	2,676	9.6%
	일반사고소계	60,983	93.1%	26,595	95.4%
합계		65,471	100.0%	27,870	100.0%

자료 : 버스공제조합, 버스 교통사고 통계 DB, 2016~2018년

제4절 버스회사별 특성분석

○ 본 절에서는 제3절의 버스공제조합 자료(2016~2018년)를 414개 버스회사별로 대당 차내 사고건수의 기초통계와 빈도분포를 분석함

○ 또한 버스회사별 운행기록분석시스템의 운행거리 100km당 과속, 급가속, 급출발, 급감속, 급정지, 급좌회전, 급우회전, 급유턴, 급앞지르기, 급진로변경 등 10개 위험운전행동 요인과 이들의 합계인 위험행동건수에 대한 최근 3년간(2016~2018년) 기초통계와 빈도분포를 분석함

○ 운행기록분석시스템은 한국교통안전공단이 운행기록장치에 기록된 자료를 이용하여, 사업용자동차 운전자의 급제동, 급출발 등 난폭운전 습관에 대한 과학적 분석을 통해 교통사고를 예방하기 위한 목적으로 구축됨(한국교통안전공단, 2013)

- 노선버스 사업자는 교통안전법 55조에 의거하여 운행기록장치를 장착하여야 하고, 운행기록을 교통행정기관에 주기적으로 제출하여야 함

○ 버스공제조합 사고건수와 한국교통안전공단 위험운전행동 간 동일 회사를 추출하고, 결측을 제외한 414개 버스회사를 대상으로 함

○ 대당 차내 사고건수와 10개 위험운전행동을 비롯한 위험행동건수가 버스회사 평균 이상일 때, 차내 안전사고 예방대책 수립에 참고할 필요가 있음

○ 아래 〈표 2-11〉은 항목별 버스회사 평균을 나타냄

〈표 2-11〉 12개 항목 기초통계 평균

(단위 : 건/대, 건/100km)

구분	평균	구분	평균	구분	평균	구분	평균
차내 사고건수	0.7	급출발	7.5	급좌회전	5.5	급앞지르기	1.4
과속	7.5	급감속	16.5	급우회전	2.7	급진로변경	12.0
급가속	24.9	급정지	4.9	급유턴	1.7	위험행동건수	84.8

주 : 차내 사고건수의 단위는 건/대, 나머지 위험행동요인의 단위는 건/100km

자료 1 : 버스공제조합, 버스 교통사고 통계 DB, 2016~2018년

2 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년

1. 대당 차내 사고건수

○ 대당 차내 사고건수의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-12〉와 같이 평균 0.7건/대로 나타남

- 표준편차는 0.5건/대, 최솟값은 0.0건/대, 최댓값은 3.7건/대

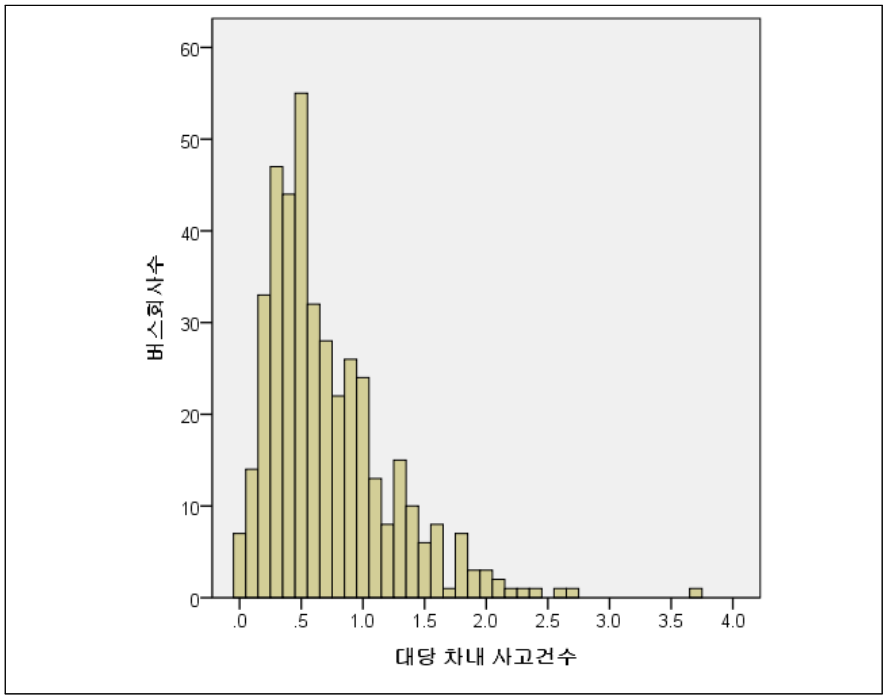
○ 대당 차내 사고건수의 빈도분포는 〈그림 2-5〉와 같이 0.5건/대에 버스회사가 50개 이상으로 가장 많이 분포함

〈표 2-12〉 대당 차내 사고건수 기초통계

(단위 : 건/대)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
대당 차내 사고건수	0.7	0.5	0.0	3.7

자료 : 버스공제조합, 버스 교통사고 통계 DB, 2016~2018년



〈그림 2-5〉 대당 차내 사고건수 빈도분포

2. 운행거리 100km당 과속

○ 운행거리 100km당 과속의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-13〉과 같이 평균 7.5건으로 나타남

- 표준편차는 6.0건, 최솟값은 0.2건, 최댓값은 32.2건

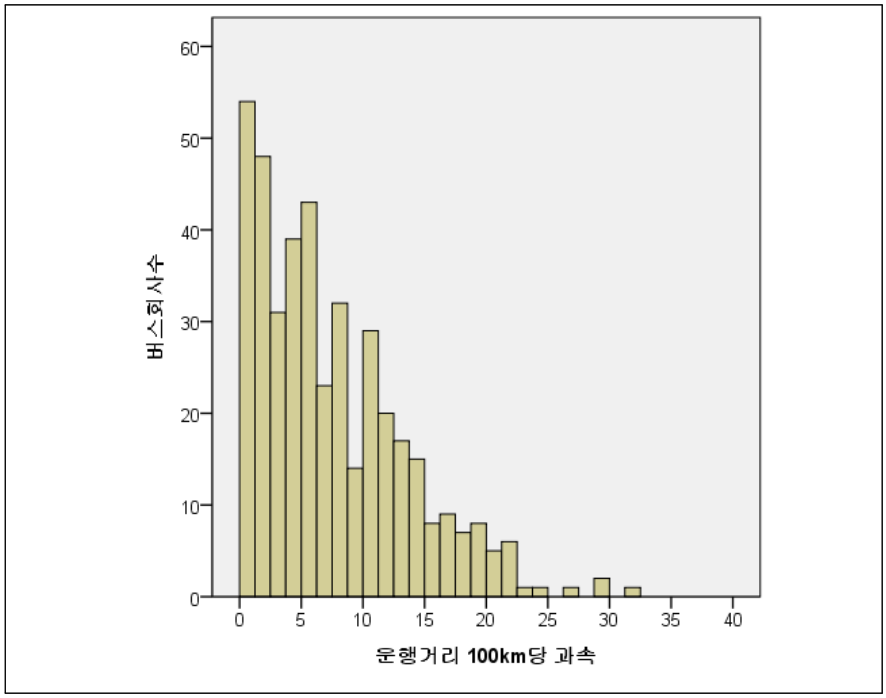
○ 운행거리 100km당 과속의 빈도분포는 〈그림 2-6〉과 같이 0~1건에 버스회사가 50개 이상으로 가장 많이 분포함

〈표 2-13〉 운행거리 100km당 과속 기초통계

(단위 : 건/100km)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
운행거리 100km당 과속	7.5	6.0	0.2	32.2

자료 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년



〈그림 2-6〉 운행거리 100km당 과속 빈도분포

3. 운행거리 100km당 급가속

○ 운행거리 100km당 급가속의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-14〉와 같이 평균 24.9건으로 나타남

- 표준편차는 21.9건, 최솟값은 0.1건, 최댓값은 88.6건

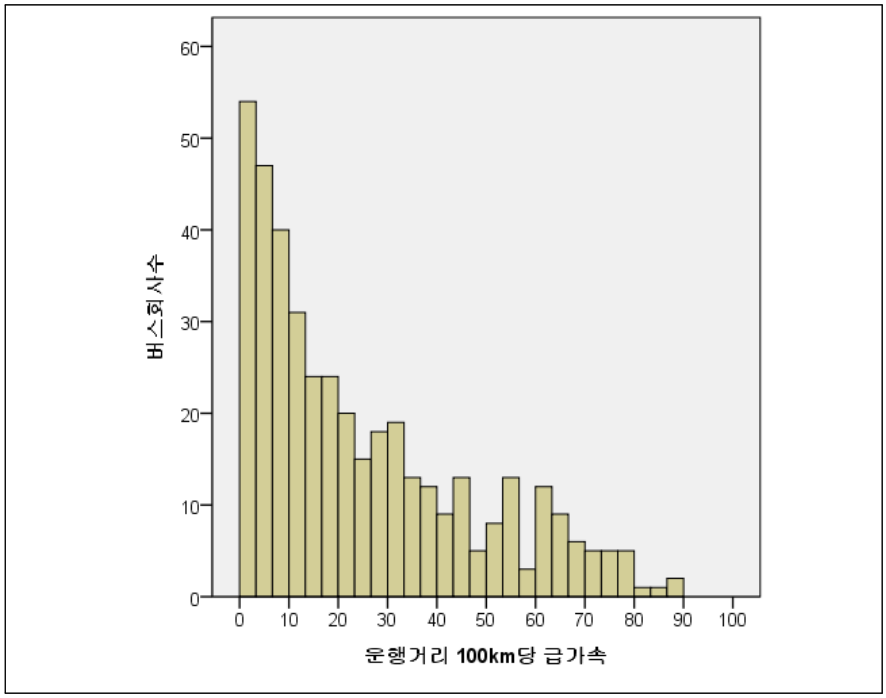
○ 운행거리 100km당 급가속의 빈도분포는 〈그림 2-7〉과 같이 0~10건에 버스회사 수가 가장 많음

〈표 2-14〉 운행거리 100km당 급가속 기초통계

(단위 : 건/100km)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
운행거리 100km당 급가속	24.9	21.9	0.1	88.6

자료 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년



〈그림 2-7〉 운행거리 100km당 급가속 빈도분포

4. 운행거리 100km당 급출발

○ 운행거리 100km당 급출발의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-15〉와 같이 평균 7.5건으로 나타남

- 표준편차는 8.0건, 최솟값은 0.0건, 최댓값은 33.9건

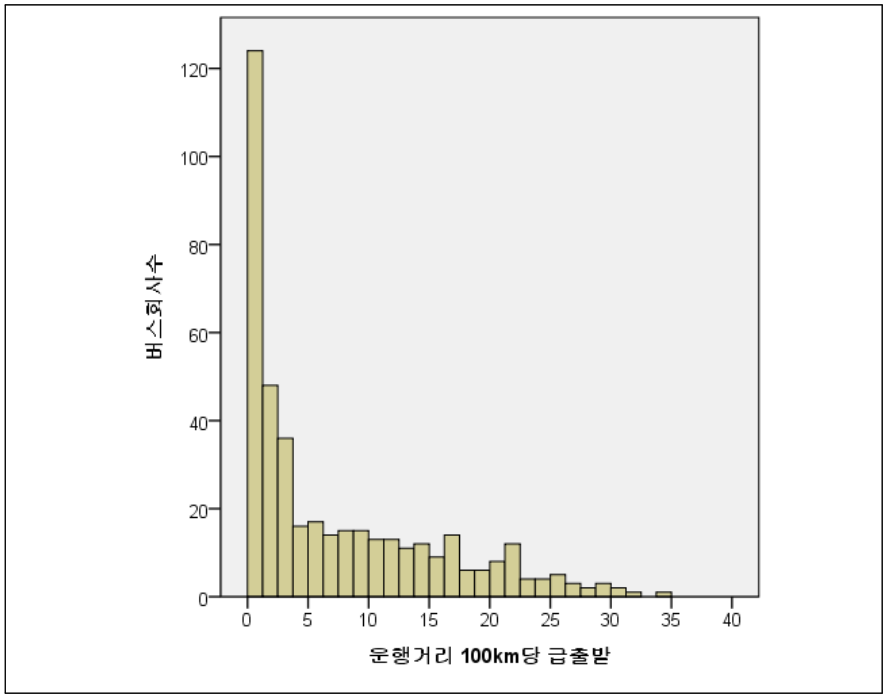
○ 운행거리 100km당 급출발의 빈도분포는 〈그림 2-8〉과 같이 0~1.25건에 버스회사가 120개 이상으로 가장 많이 분포함

〈표 2-15〉 운행거리 100km당 급출발 기초통계

(단위 : 건/100km)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
운행거리 100km당 급출발	7.5	8.0	0.0	33.9

자료 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년



〈그림 2-8〉 운행거리 100km당 급출발 빈도분포

5. 운행거리 100km당 급감속

○ 운행거리 100km당 급감속의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-16〉과 같이 평균 16.5건으로 나타남

- 표준편차는 12.5건, 최솟값은 1.3건, 최댓값은 74.1건

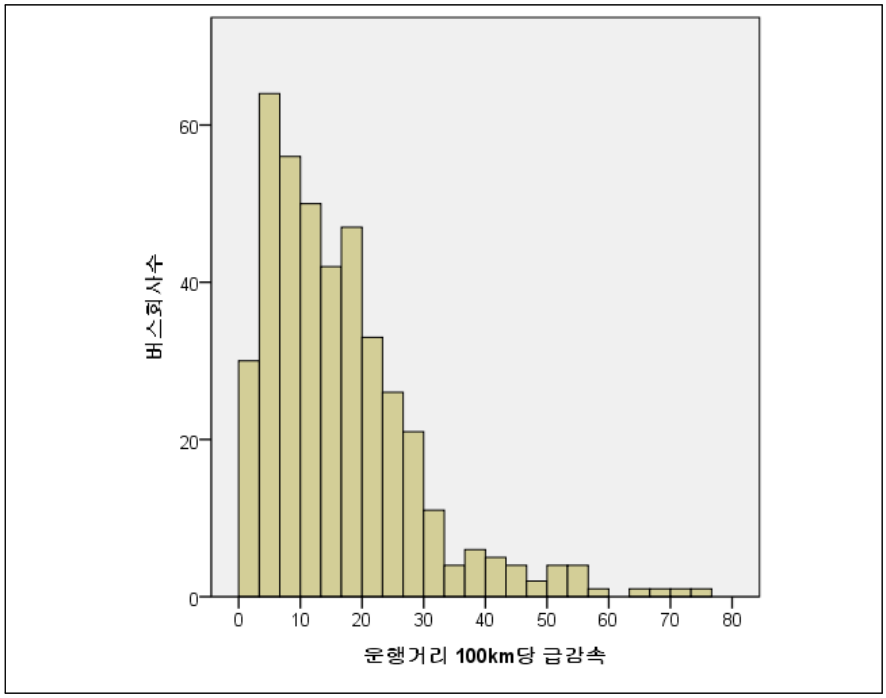
○ 운행거리 100km당 급감속의 빈도분포는 〈그림 2-9〉와 같이 3.3~6.7건에 버스회사가 60개 이상으로 가장 많이 분포함

〈표 2-16〉 운행거리 100km당 급감속 기초통계

(단위 : 건/100km)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
운행거리 100km당 급감속	16.5	12.5	1.3	74.1

자료 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년



〈그림 2-9〉 운행거리 100km당 급감속 빈도분포

6. 운행거리 100km당 급정지

○ 운행거리 100km당 급정지의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-17〉과 같이 평균 4.9건으로 나타남

- 표준편차는 5.3건, 최솟값은 0.0건, 최댓값은 35.6건

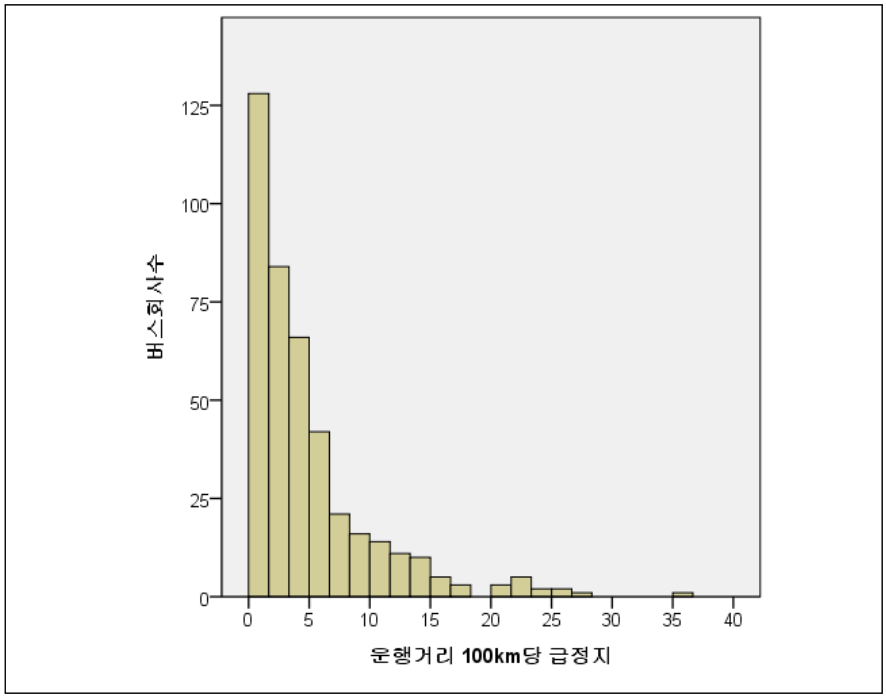
○ 운행거리 100km당 급정지의 빈도분포는 〈그림 2-10〉과 같이 0~1.7건에 버스회사가 125개 이상으로 가장 많이 분포함

〈표 2-17〉 운행거리 100km당 급정지 기초통계

(단위 : 건/100km)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
운행거리 100km당 급정지	4.9	5.3	0.0	35.6

자료 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년



〈그림 2-10〉 운행거리 100km당 급정지 빈도분포

7. 운행거리 100km당 급좌회전

○ 운행거리 100km당 급좌회전의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-18〉과 같이 평균 5.5건으로 나타남

- 표준편차는 6.5건, 최솟값은 0.2건, 최댓값은 63.2건

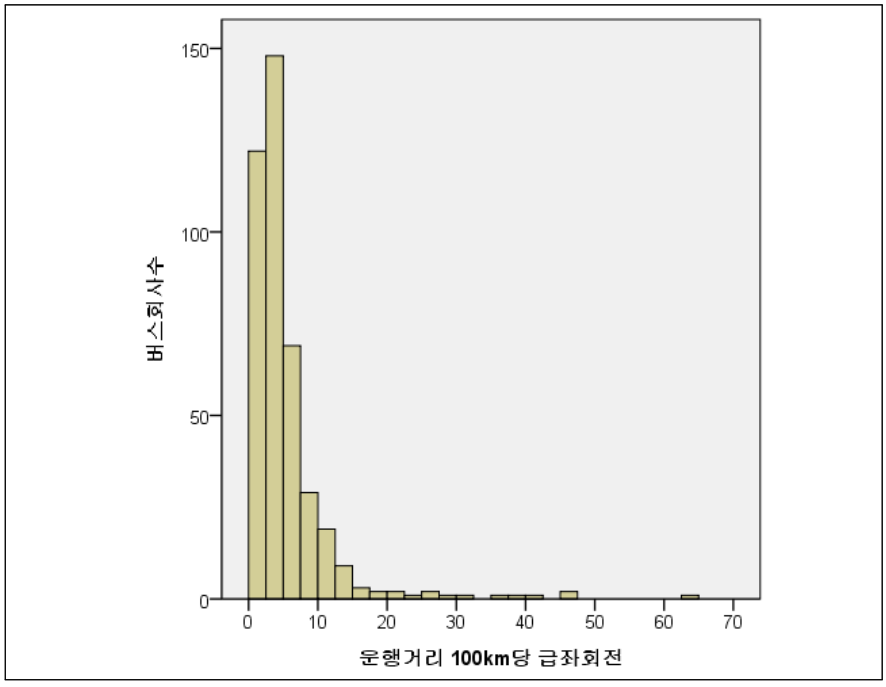
○ 운행거리 100km당 급좌회전의 빈도분포는 〈그림 2-11〉과 같이 2.5~5.0건에 버스회사가 150개 정도로 가장 많이 분포함

〈표 2-18〉 운행거리 100km당 급좌회전 기초통계

(단위 : 건/100km)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
운행거리 100km당 급좌회전	5.5	6.5	0.2	63.2

자료 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년



〈그림 2-11〉 운행거리 100km당 급좌회전 빈도분포

8. 운행거리 100km당 급우회전

○ 운행거리 100km당 급우회전의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-19〉와 같이 평균 2.7건으로 나타남

- 표준편차는 2.1건, 최솟값은 0.2건, 최댓값은 19.3건

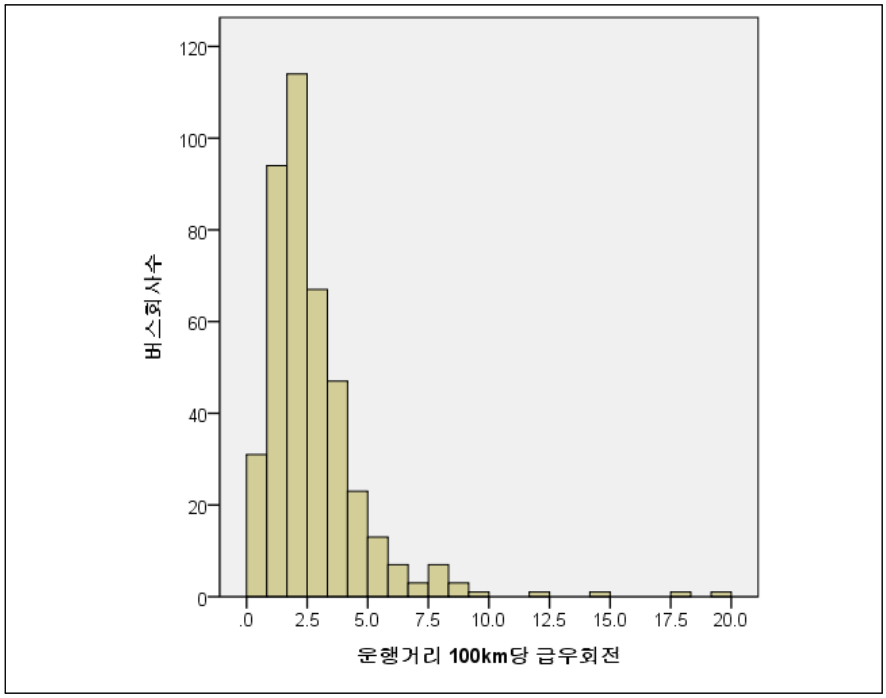
○ 운행거리 100km당 급우회전의 빈도분포는 〈그림 2-12〉와 같이 1.7~2.5건에 버스회사가 110개 이상으로 가장 많이 분포함

〈표 2-19〉 운행거리 100km당 급우회전 기초통계

(단위 : 건/100km)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
운행거리 100km당 급우회전	2.7	2.1	0.2	19.3

자료 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년



〈그림 2-12〉 운행거리 100km당 급우회전 빈도분포

9. 운행거리 100km당 급유턴

○ 운행거리 100km당 급유턴의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-20〉과 같이 평균 1.7건으로 나타남

- 표준편차는 3.1건, 최솟값은 0.0건, 최댓값은 23.4건

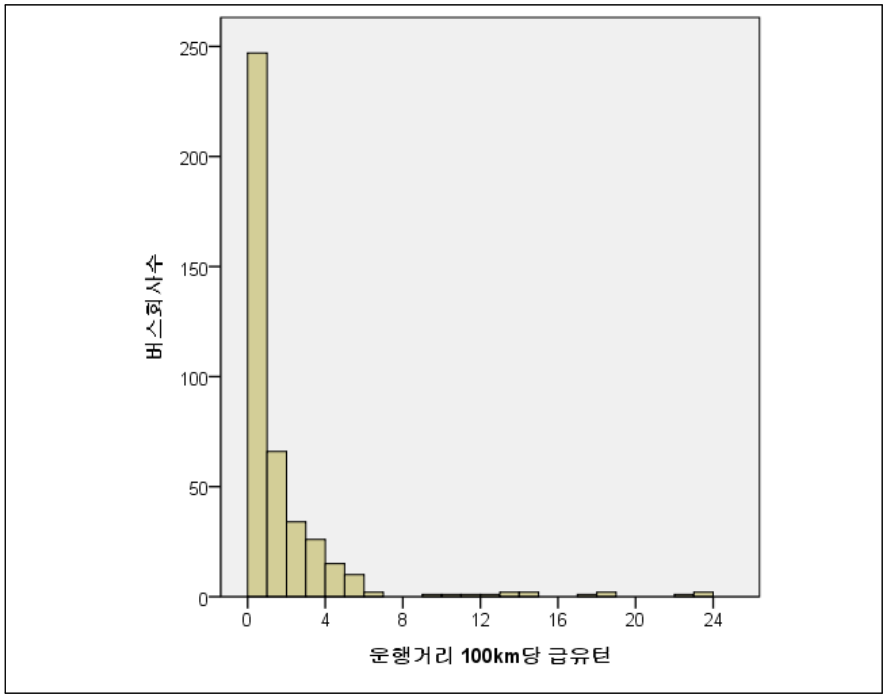
○ 운행거리 100km당 급유턴의 빈도분포는 〈그림 2-13〉과 같이 0~1건에 버스회사가 250개 정도로 가장 많이 분포함

〈표 2-20〉 운행거리 100km당 급유턴 기초통계

(단위 : 건/100km)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
운행거리 100km당 급유턴	1.7	3.1	0.0	23.4

자료 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년



〈그림 2-13〉 운행거리 100km당 급유턴 빈도분포

10. 운행거리 100km당 급앞지르기

○ 운행거리 100km당 급앞지르기의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-21〉과 같이 평균 1.4건으로 나타남

- 표준편차는 1.4건, 최솟값은 0.0건, 최댓값은 16.2건

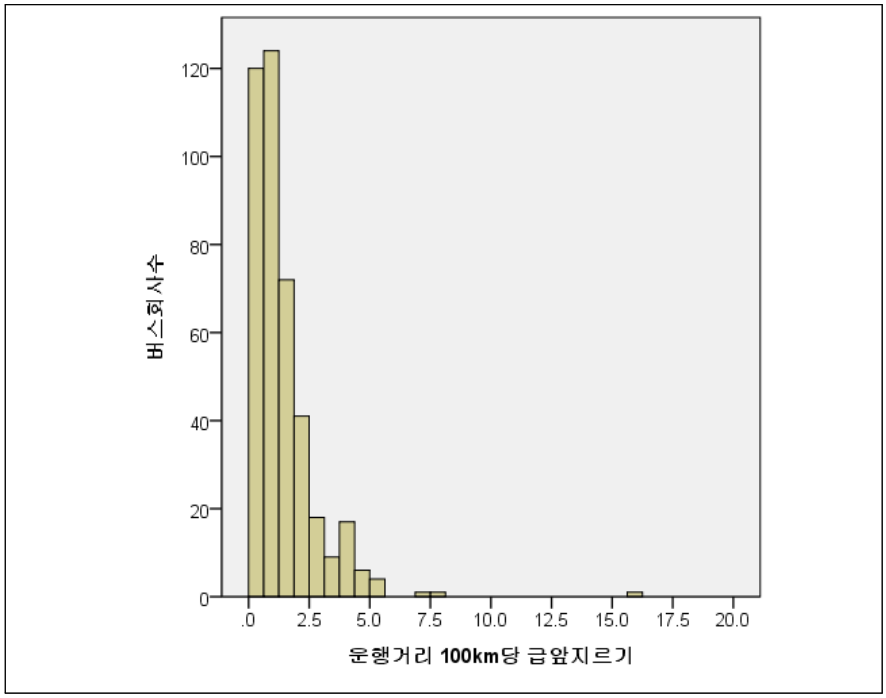
○ 운행거리 100km당 급앞지르기의 빈도분포는 〈그림 2-14〉와 같이 0.6~1.3건에 버스회사가 120개 이상으로 가장 많이 분포함

〈표 2-21〉 운행거리 100km당 급앞지르기 기초통계

(단위 : 건/100km)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
운행거리 100km당 급앞지르기	1.4	1.4	0.0	16.2

자료 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년



〈그림 2-14〉 운행거리 100km당 급앞지르기 빈도분포

11. 운행거리 100km당 급진로변경

○ 운행거리 100km당 급진로변경의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-22〉와 같이 평균 12.0건으로 나타남

- 표준편차는 8.7건, 최솟값은 0.5건, 최댓값은 98.0건

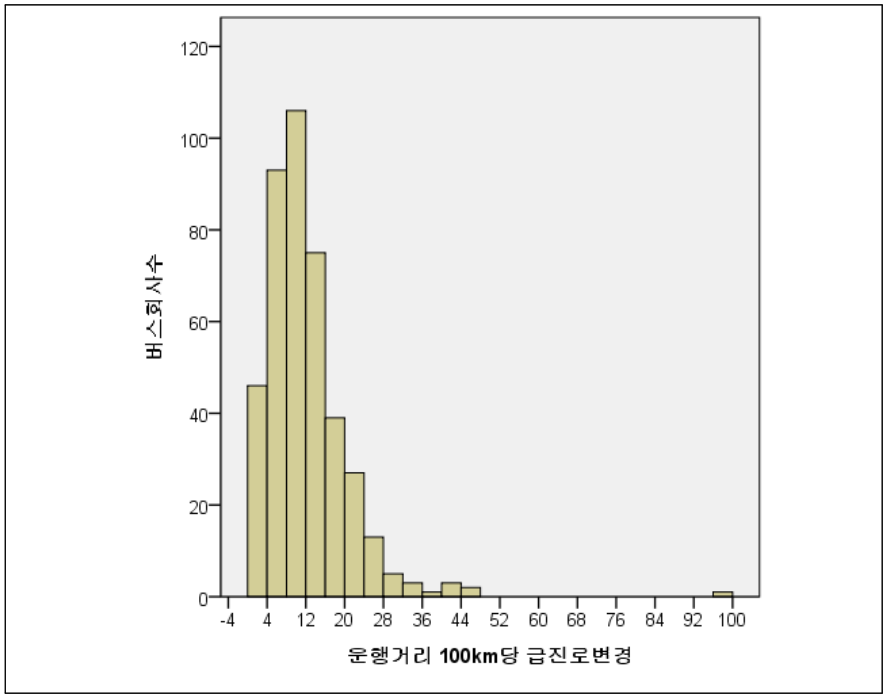
○ 운행거리 100km당 급진로변경의 빈도분포는 〈그림 2-15〉와 같이 8~12건에 버스회사가 100개 이상으로 가장 많이 분포함

〈표 2-22〉 운행거리 100km당 급진로변경 기초통계

(단위 : 건/100km)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
운행거리 100km당 급진로변경	12.0	8.7	0.5	98.0

자료 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년



〈그림 2-15〉 운행거리 100km당 급진로변경 빈도분포

12. 운행거리 100km당 총 위험행동건수

○ 위 10개 위험행동요인을 합친 운행거리 100km당 위험행동건수의 버스회사별 기초통계를 살펴보면 〈표 2-23〉과 같이 평균 84.8건으로 나타남

- 표준편차는 43.0건, 최솟값은 16.0건, 최댓값은 248.0건

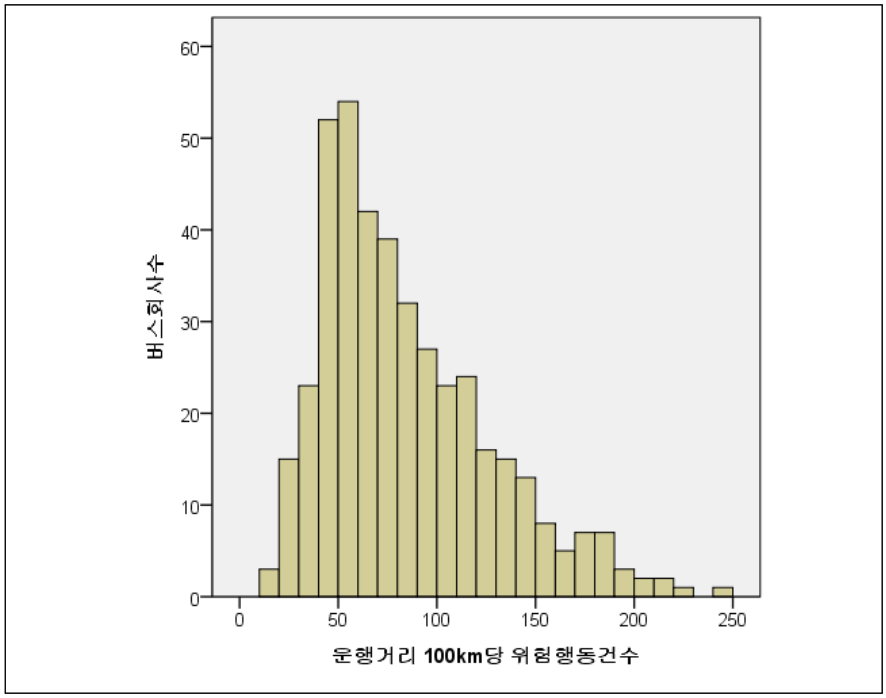
○ 운행거리 100km당 위험행동건수의 빈도분포는 〈그림 2-16〉과 같이 50~60건에 버스회사가 50개 이상으로 가장 많이 분포함

〈표 2-23〉 운행거리 100km당 위험행동건수 기초통계

(단위 : 건/100km)

구 분	평균	표준편차	최솟값	최댓값
운행거리 100km당 위험행동건수	84.8	43.0	16.0	248.0

자료 : 한국교통안전공단, 운행기록분석시스템 분석자료, 2016~2018년



〈그림 2-16〉 운행거리 100km당 위험행동건수 빈도분포

제3장
버스 차내 안전사고 예측모형 개발

○ 본 장에서는 버스 차내 안전사고에 직접적인 영향을 미치는 운전자의 운전 습관에 대해 알아보고자, 운행기록분석시스템(Digital Tachograph Analysis System, eTAS) 분석결과를 활용하여 버스 차내 안전사고 예측모형을 개발하고자 함

- 모형분석을 위해 교통사고 예측에 많이 사용되는 포아송 회귀분석과 음이항 회귀분석과 같은 일반화 선형모형을 활용함

제1절 관련 이론 및 연구 고찰

1. 관련 이론 고찰

(1) 포아송 회귀분석

○ 포아송 회귀분석(Poisson Regression Analysis)에서 사용하는 포아송 분포(Poisson Distribution)는 특정시간 또는 구간에 어떤 사건이 발생하는 경우 그 사건의 발생횟수를 측정하는 확률분포임(이용구 외, 2011)

○ 포아송 분포는 교통분야에서 가장 많이 사용되는 확률분포 중 하나로서 종속변수가 이산적(Discrete)인 경우 사용할 수 있음(류종득, 2018)

$$P(y_i) = \frac{e^{-\lambda_i}\lambda_i^{y_i}}{y_i!} \qquad (3.1)$$

여기서,

$P(y_i)$: 버스회사 i에서 교통사고 y_i가 발생할 확률

λ_i : 버스회사 i의 평균 교통사고건수

y_i : 버스회사 i의 교통사고건수

○ 또한 포아송 분포의 기댓값 λ_i의 로그변환 형태는 독립변수 $(X_1, X_2, \cdots, X_k)$들의 선형결합으로 식(3.2)와 같이 표현할 수 있고, 이를 λ_i에 대하여 다시 표현하면 독립변수들의 지수함수 형태로 식(3.3)과 같이 변환할 수 있음(류종득, 2018)

$$\log(\lambda_i) = \sum_{0}^{k} \beta_k X_k \tag{3.2}$$

$$\lambda_i = \exp(\sum_{0}^{k} \beta_k X_k) \tag{3.3}$$

여기서,

β_k : 추정계수

X_k : 설명변수

○ 그렇지만, 포아송 분포를 사용하려면 교통사고의 평균과 분산이 같다는 가정을 만족해야하는데, 실제로 교통사고 자료의 특성을 관찰해보면 분산이 평균보다 큰 과분산 현상이 많아 포아송 회귀분석은 모형적합의 효율성이 축소됨(Cox, 1983; Gurmu, 1991)

(2) 음이항 회귀분석

○ 음이항 회귀분석(Negative Binomial Regression Analysis)은 과분산 현상을 반영하기 위해서 포아송 회귀분석에 오차항(ϵ_i)을 추가한 것으로 식(3.4)와 같음(최윤환, 2012)

$$\lambda_i = \exp(\sum_{0}^{k} \beta_k X_k + \epsilon_k) \tag{3.4}$$

여기서,

β_k : 추정계수

X_k : 설명변수

ϵ_k : 오차항

2. 기존 연구 고찰

(1) 운행기록 관련 기존 연구

○ 김정열(2015)[1]은 시내버스 운전자의 실제 운행기록 정보를 토대로 운전자 사고발생 예측모형을 개발, 판별분석과 로지스틱회귀분석간 정확도를 비교하였음

- 사고발생 운전자와 사고 미발생 운전자를 분류할 수 있는 모형을 개발하는 것으로 2014. 1~2014. 6월까지 6개월간 서울, 경기, 대전지역 시내버스 운전자를 대상으로 함
- 종속변수는 사고발생 운전자와 사고 미발생 운전자를, 독립변수는 6개 가속도 변수가 유의한 것으로 도출됨
- 모형개발 결과 판별분석(62.8%)보다 로지스틱회귀분석(76.7%)시 사고발생 운전자의 분류율이 더 높게 나타났고, 감속 및 우측방향 작용 가속도가 최적 변수로 선정됨

○ 박원일 외(2018)[2]는 음이항 회귀분석을 이용하여 부산시 시내버스 업체별 교통사고 예측모형을 구축하였음

- 부산시 시내버스를 대상으로 2013~2015년까지 3년간 버스 교통사고 자료와 2015년 부산시 시내버스 업체의 경영 및 서비스평가 자료 중 자료 취득이 용이한 서비스평가 자료를 이용함
- 교통사고 예측모형 구축결과 유의한 변수는 운행기록계, 차량 내외부 관리실태로 나타남
- 운행기록계 점수를 적극적으로 활용하여 운전자의 위험운전행동을 집중관리하고, 하차문 센서, 안내방송장치, 손잡이, 비상망치 등 차량 내외부 안전시설을 철저히 관리한다면 부산시 시내버스 교통사고는 상당부분 감소될 수 있을 것으

1) 김정열(2015), 디지털 운행기록에 근거한 시내버스 운전자의 사고발생 예측모형 개발, 명지대학교 박사학위 논문

2) 박원일, 김경현, 박상민, 박성호, 윤일수(2018), 서비스 평가 자료를 활용한 시내버스 업체 교통사고 모형 개발 (부산시 사례를 중심으로), 한국도로학회논문집, 제20권, 제6호, pp. 169-177.

로 예상하였음

○ 박원일(2019)[3]은 운전자의 근로여건이 인적요인으로서 버스 교통사고에 얼마만큼 영향을 미치는지 알아보고자, 음이항 회귀분석을 이용하여 안전성능함수를 개발하고 교통사고를 예측함

- 교통사고 예측모형으로 구축된 안전성능함수를 이용하여 버스회사별 안전등급을 4단계(A~D등급)로 평가하였는데, 운행기록분석시스템의 운행거리 당 위험행동건수를 서울시와 경기도의 안전등급에 적용한 결과 두 지자체 모두 등급이 나쁠수록 위험행동건수가 많아졌고, 등급별 위험행동건수는 경기도가 많았음. 또한 위험수준은 서울시 버스회사가 대체로 보통 또는 양호한 반면, 경기도 버스회사는 주의나 위험 분포가 많았음

(2) 기존 연구와의 차별성

○ 과거 운행기록과 관련한 연구를 살펴본 결과, 김정열(2015)은 차량의 방향별 가속도와 감속도를 독립변수로 하여 시내버스 사고발생 및 미발생 운전자를 분류하였고, 박원일(2018)은 서비스평가 자료 중 운행기록계의 급감속, 급정지, 공회전, 과속, 급가속, 급출발 위반율의 합계 점수와 차량 내외부 관리실태 점수가 버스 교통사고에 유의미한 영향을 미친다고 예상하였음. 또한 박원일(2019)은 서울시와 경기도의 버스회사별 안전등급에 운행기록계의 운행거리 당 위험행동건수를 대입한 결과, 안전등급 차이와 위험행동건수 차이가 유사한 의미를 가지는 것으로 나타남

○ 본 연구에서는 기존 연구와는 다르게 운행기록계 자료인 운행거리당 과속, 급가속, 급출발, 급감속, 급정지, 급좌회전, 급우회전, 급유턴, 급앞지르기, 급진로변경 등 위험운전행동 중 어떤 요인이 버스 차내사고에 직접적인 영향을 미치는지 알아보고자 함

- 이에 전국의 노선버스 업체를 대상으로 위의 위험운전행동 요인을 내생변수로 하여 버스 차내 안전사고를 예측하고자 함

3) 박원일(2019), 운전자 근로여건을 고려한 버스 교통사고 예측모형 개발 연구, 아주대학교 박사학위 논문

제2절 분석범위 및 변수선정

1. 분석범위

○ 분석범위는 〈표 3-1〉과 같이 전국 노선버스회사를 대상으로 최근 3년 동안의 버스회사별 차내 안전사고와 운행기록분석시스템의 운행거리당 요인별 위험운전행동임

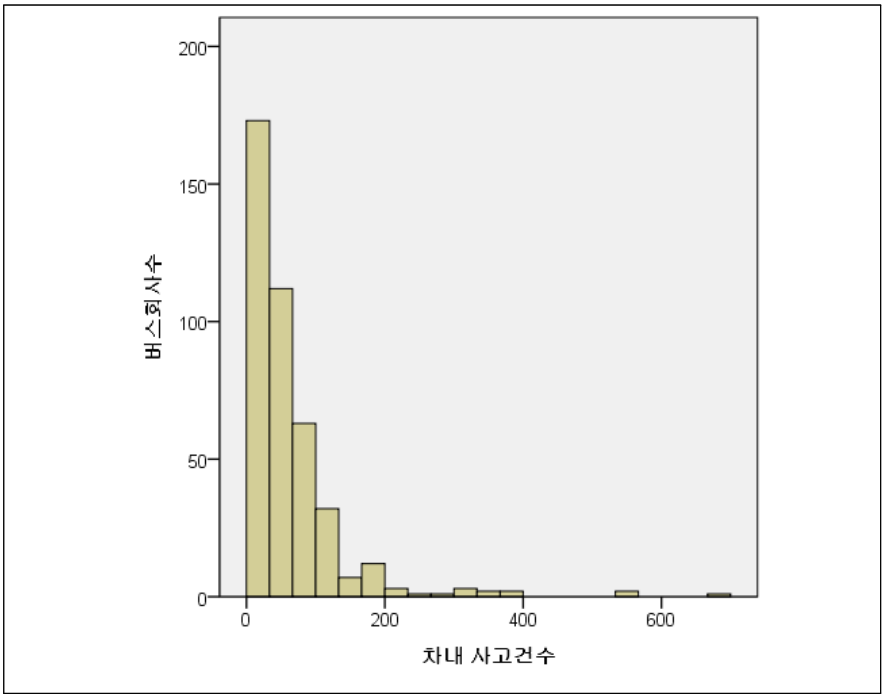
〈표 3-1〉 분석범위

구 분	세부내용
공간적 범위	· 전국 노선버스
시간적 범위	· 2016~2018년 (3년)
내용적 범위	· 전국 버스회사별 차내 안전사고 · 운행기록분석시스템 분석자료

○ 차내 안전사고는 버스공제조합에서, 운행기록분석시스템은 한국교통안전공단에서 제공한 자료를 활용함

○ 본 연구에서는 버스공제조합에 가입된 전국 버스회사의 교통사고 자료를 활용하기 때문에, 교통사고 결측치를 제외한 전국 469개 버스회사를 대상으로 하였음. 여기서 운행기록분석시스템에 있는 버스회사와 대조하여 다시 결측치를 제외한 414개 버스회사가 선정됨

○ 〈그림 3-1〉에서와 같이 종속변수로 활용할 버스 차내 사고건수의 빈도분포를 살펴본 결과, 0 이상의 정수로 되어 있고 좌우가 대칭을 이루는 정규분포가 아닌 왼쪽으로 치우쳐 있기 때문에 일반적인 회귀분석이 아닌 일반화 선형모형을 이용함



〈그림 3-1〉 차내 사고건수 빈도분포 (N=414)

2. 변수선정

○ 모형에 사용된 종속변수는 버스회사별 차내 사고건수임

○ 버스 차내 안전사고는 승무원의 위험운전행동이 직접적인 원인이 될 것으로 판단하여 공제계약대수와 함께 운행기록계 자료인 운행거리당 과속, 급가속, 급출발, 급감속, 급정지, 급좌회전, 급우회전, 급유턴, 급앞지르기, 급진로변경 등 10개 위험운전행동 요인을 〈표 3-2〉와 같이 독립변수로 선정함

〈표 3-2〉 모형의 독립변수

구 분	독립변수 설명
계약대수	· 공제 버스회사별 계약대수
과속	· 버스회사별 20km/h를 초과한 운행거리 100km당 과속 건수
급가속	· 버스회사별 운행거리 100km당 급가속 건수
급출발	· 버스회사별 운행거리 100km당 급출발 건수
급감속	· 버스회사별 운행거리 100km당 급감속 건수
급정지	· 버스회사별 운행거리 100km당 급정지 건수
급좌회전	· 버스회사별 운행거리 100km당 급좌회전 건수
급우회전	· 버스회사별 운행거리 100km당 급우회전 건수
급유턴	· 버스회사별 운행거리 100km당 급유턴 건수
급앞지르기	· 버스회사별 운행거리 100km당 급앞지르기 건수
급진로변경	· 버스회사별 운행거리 100km당 급진로변경 건수

3. 다중공선성 분석

○ 독립변수 간에 서로 밀접한 상관관계가 있을 수 있기 때문에, 다중공선성(Multicollinearity)이 존재하는 변수를 제거하여 예측모형 구축 시 부정적 영향이 없도록 함

- 독립변수의 분산확대지수(Variance Inflation Factor, VIF)가 10 이상일 때 다중공선성이 존재하므로 해당 변수를 제외하고 재분석함
- 10 미만이면 독립변수 간에 다중공선성이 없기 때문에 변수를 제거하지 않고 다중회귀분석을 실시함

○ 분석 결과 급좌회전의 VIF가 10 이상으로 모형에서 제외함

○ 나머지 독립변수 중 VIF가 10 미만인 계약대수, 과속, 급가속, 급출발, 급감속, 급정지, 급우회전, 급유턴, 급앞지르기, 급진로변경 등 10개 변수를 〈표 3-3〉과 같이 최종 독립변수로 선정함

〈표 3-3〉 독립변수의 다중공선성 분석 결과

독립변수	분산확대지수(VIF)
계약대수	1.088
과속	1.244
급가속	9.623
급출발	5.406
급감속	2.967
급정지	1.134
급우회전	2.522
급유턴	1.979
급앞지르기	2.600
급진로변경	2.235

제3절 모형 개발

1. 분석 방법론 설정

○ 앞서 분석범위에서 살펴본 바와 같이 종속변수인 버스 차내 사고건수가 정규분포가 아니라 왼쪽으로 치우쳐 있기 때문에 포아송 회귀분석이나 음이항 회귀분석과 같은 일반화 선형모형을 이용함

○ 버스 차내 안전사고 예측모형 구축은 통계프로그램인 SPSS 21.0을 이용함

○ 차내 사고건수 예측모형식은 다음 식(3.5)와 같음

$$y = e^{(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + ... + \beta_n x_n)} \quad (3.5)$$

여기서,

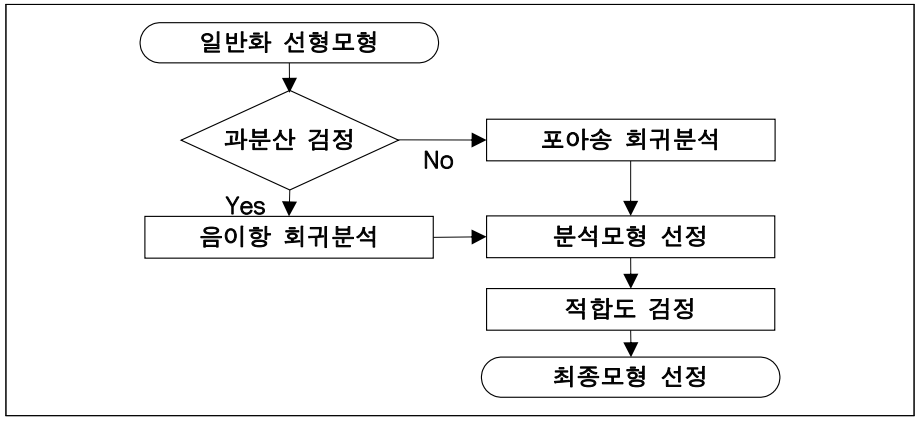
y : 예측 버스 차내 사고건수

$\beta_1 \sim \beta_n$: 회귀계수

$x_1 \sim x_n$: 독립변수

α : 오차항

○ 차내 교통사고 예측모형 개발 절차는 다음 〈그림 3-2〉와 같음



〈그림 3-2〉 모형 개발 절차

2. 모형분석 결과

(1) 결과해석 방법

○ 포아송 회귀분석의 분포는 평균과 분산이 동일할 때 분석이 가능하지만, 과분산 현상을 보이면 모형 추정치의 신뢰성이 결여될 수 있기 때문에 이를 보완한 음이항 회귀분석이 적합함

○ 우도비 검정 통계량(Likelihood Ratio, LR)을 비교하여 과분산 여부를 검정하였고, 총 이탈도, AIC 및 BIC 값을 비교하여 설명력이 보다 우수한 모형을 선정함

〈표 3-4〉 포아송 및 음이항 회귀분석 결과표

구 분	포아송 회귀분석			음이항 회귀분석		
	β	SE	p	β	SE	p
상수	3.106	.0190	.000	2.569	.1716	.000
계약대수	.006	.0000	.000	.010	.0010	.000
과속	-.004	.0013	.002	-.007	.0096	.443
급가속	.008	.0008	.000	.008	.0077	.284
급출발	-.026	.0016	.000	-.023	.0157	.144
급감속	.019	.0008	.000	.027	.0075	.000
급정지	.018	.0012	.000	.023	.0103	.026
급우회전	-.063	.0052	.000	-.050	.0389	.203
급유턴	.013	.0032	.000	.012	.0251	.647
급앞지르기	.087	.0071	.000	.118	.0629	.061
급진로변경	-.006	.0012	.000	-.013	.0091	.163
Log Likelihood	-5227.363			-1997.530		
AIC	10476.726			4017.061		
BIC	10521.011			4061.345		
diviance/df	20.383			0.469		
LR test	6459.666 $(p < .001)$					

- 버스 승무원의 위험운전행동 요인과 공제계약대수가 버스 차내 안전사고에 미치는 영향에 대해 포아송 회귀분석과 음이항 회귀분석을 실시하였음
- 포아송 및 음이항 회귀분석에 대한 결과표는 위 〈표 3-4〉와 같음
- 과분산 검정을 실시한 결과, 우도비 검정 통계량인 LR 값은 6459.666 ($p < .001$)으로 유의하게 나타나 과분산으로 판정되어 포아송 회귀분석보다 음이항 회귀분석이 적합한 것으로 나타남
- 모형의 비교 평가를 한 결과, 포아송 회귀분석의 총이탈도는 35.193으로 4보다 크기 때문에 모형이 적합하지 않은 반면, 음이항 회귀분석은 1.073으로 거의 1에 근접하여 데이터가 음이항 회귀모형에 적합한 것으로 나타남
- 또한 음이항 회귀분석의 AIC (4017.061), BIC (4061.345) 값이 포아송 회귀분석의 AIC (10476.726), BIC (10521.011) 값보다 작기 때문에 음이항 회귀분석이 더 좋은 모형으로 판단됨
- 음이항 회귀분석 결과, 계약대수 및 급감속과 급정지 등 3개 변수가 버스 차내 안전사고에 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났는데, 계약대수 및 급감속과 급정지가 많을수록 차내 사고건수가 많았음
- 설명변수의 구체적인 변화에 따른 종속변수의 추정량을 살펴보면, 계약대수가 1대 증가함에 따라 차내 사고건수는 exp(0.01)=1.01로 1% 증가하고, 급감속이 1건 증가함에 따라 차내 사고건수는 exp(0.027)=1.027로 2.7% 증가하며, 급정지가 1건 증가함에 따라 차내 사고건수는 exp(0.023)=1.023으로 2.3% 증가하는 것으로 나타남

제4장
버스 승무원 설문조사 결과분석

제1절 조사개요

○ 버스운행 시 차내 안전에 미치는 영향을 분석하기 위해 버스 승무원을 대상으로 설문조사를 실시함

1. 조사대상

○ 조사기간 : 2019. 6. 3~6. 14 (2주간)

○ 조사대상 : 버스 승무원

○ 조사대상 지역 : 경기, 충북

○ 조사 표본수 : 총 300명 (2개 노선버스회사 각 150명)

2. 조사방법

○ 조사대상으로 선정된 버스회사에 설문조사표를 배부하여 지정된 기일 내에 작성제출토록 요청

3. 조사항목

○ 버스 차내 안전사고 원인, 책임, 징계처분, 사고예방정책에 관한 의견

※ 부록 설문지 참조

4. 설문조사 결과

○ 응답률은 97.3% (292명/300명)

○ 표본오차

- 조사결과의 최대 표본오차는 신뢰수준 95% 하에서 ±5.9%p

제2절 조사결과

1. 응답자 속성

(1) 성별

○ 〈표 4-1〉과 같이 총 버스 승무원 응답자 292명 중 남자가 99.3% (290명)로 대부분을 차지함

〈표 4-1〉 성별 응답자 분포

구 분	응답자수(명)	구성비(%)
남 자	290	99.3
여 자	2	0.7
무응답	0	0.0
합 계	292	100.0

(2) 연령

○ 응답자의 연령별 비율을 살펴보면 〈표 4-2〉와 같이 50대가 42.5%(124명)로 가장 큰 비중을 차지하며, 다음으로 40대가 31.8%(93명), 60세 이상 17.8%(52명) 순임

〈표 4-2〉 연령대별 응답자 분포

구 분	응답자수(명)	구성비(%)
30세 미만	4	1.4
30세 이상~40세 미만	19	6.5
40세 이상~50세 미만	93	31.8
50세 이상~60세 미만	124	42.5
60세 이상	52	17.8
무응답	0	0.0
합 계	292	100.0

(3) 운전경력

○ 응답자의 운전경력은 〈표 4-3〉과 같음

○ 운전경력 3년 미만이 21.9%(64명)로 가장 많은 비중을 차지하며, 다음으로 11~15년과 20년 이상이 각 17.1%(50명) 순임

〈표 4-3〉 운전경력별 응답자 분포

구 분	응답자수(명)	구성비(%)
3년 미만	64	21.9
3~5년	48	16.4
6~10년	42	14.4
11~15년	50	17.1
16~20년	37	12.7
20년 이상	50	17.1
무응답	1	0.3
합 계	292	100.0

2. 버스 차내 안전사고 관련

(1) 버스 차내 안전사고 경험

○ 차내 안전사고 경험이 있는 응답자는 〈표 4-4〉에서와 같이 62.3%(182명)로 나타남

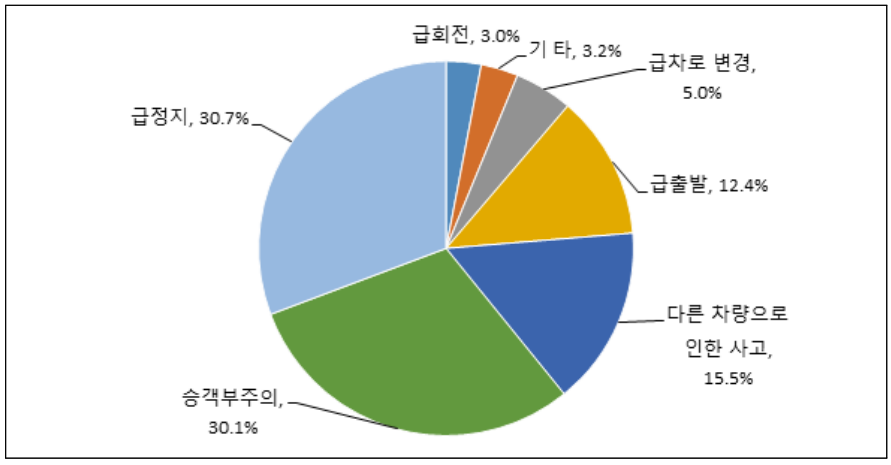
〈표 4-4〉 차내 안전사고 경험 유무별 응답자 분포

구 분	응답자수(명)	구성비(%)
있 다	182	62.3
없 다	110	37.7
무응답	0	0.0
합 계	292	100.0

(2) 버스 차내 안전사고 경험자가 야기한 직접적인 원인

○ 차내 안전사고를 경험한 응답자의 주요 교통사고 원인은 〈그림 4-1〉, 〈표 4-5〉와 같이 급정지가 30.7%(153건)로 가장 높음

- 다음으로 승객 부주의가 30.1%(150건), 다른 차량으로 인한 사고가 15.5%, 급출발이 12.4% 순으로 나타남



〈그림 4-1〉 차내 안전사고 경험자가 야기한 교통사고의 원인

〈표 4-5〉 차내 안전사고 경험자가 야기한 사고의 원인

구 분	응답수(건)	구성비(%)
급출발	62	12.4
급정지	153	30.7
급회전	15	3.0
급차로변경	25	5.0
승객부주의	150	30.1
다른 차량으로 인한 사고	77	15.5
기 타	16	3.2
합 계	498	100.0

주 : 복수응답으로 합계가 응답자수(292명)와 일치하지 않음

(3) 버스 차내 안전사고 발생 시 처분내용

○ 차내 안전사고를 경험한 응답자의 교통사고 발생 시 처분내용은 〈표 4-6〉과 같이 안전교육이 50.0%(169건)로 가장 높음

- 다음으로 감봉 24.0%, 경고 16.9% 순으로 나타남

〈표 4-6〉 차내 안전사고 발생 시 처분내용

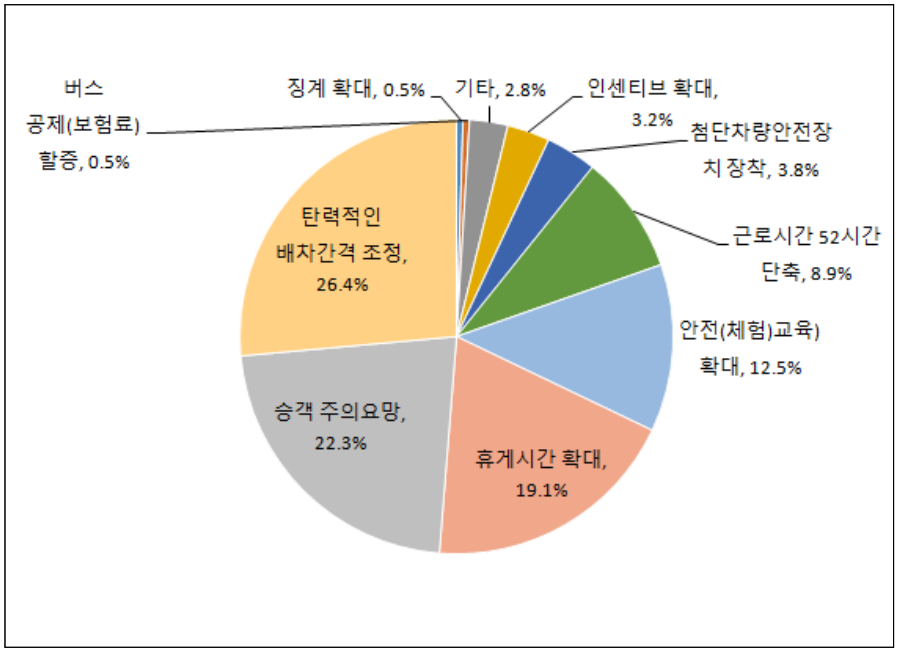
구 분	응답수(건)	구성비(%)
안전교육	169	50.0
경 고	57	16.9
감 봉	81	24.0
강제퇴사	15	4.4
기 타	16	4.7
합 계	338	100.0

주 : 복수응답으로 합계가 응답자수(292명)와 일치하지 않음

(4) 버스 차내 안전사고 예방대책

○ 차내 안전사고를 경험한 응답자들이 생각하는 가장 효과적인 예방대책은 〈그림 4-2〉 및 〈표 4-7〉과 같이, 탄력적인 배차간격 조정이 26.4%(167건)로 가장 높음

- 다음으로 승객 주의 요망 22.3%, 휴식시간 확대 19.1%, 안전(체험)교육 확대 12.5% 순으로 나타남



〈그림 4-2〉 차내 안전사고 경험 응답자 선택 예방대책

〈표 4-7〉 차내 안전사고 경험 응답자 선택 예방대책

구 분	응답수(건)	구성비(%)
근로시간 52시간 단축	56	8.9
휴식시간 확대	121	19.1
안전(체험)교육 확대	79	12.5
징계 확대	3	0.5
인센티브 확대	20	3.2
탄력적인 배차간격 조정	167	26.4
첨단차량안전장치 장착	24	3.8
승객 주의요망	141	22.3
버스 공제(보험료) 할증	3	0.5
기태	18	2.8
합 계	632	100.0

주 : 복수응답으로 합계가 응답자수(292명)와 일치하지 않음

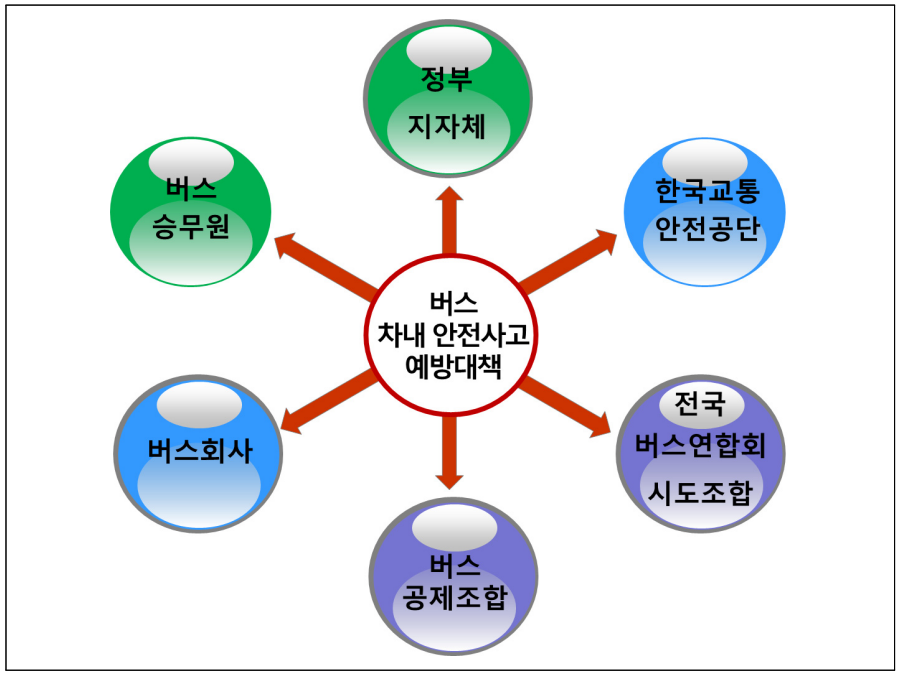
제5장
버스 차내 안전사고 예방대책

제1절 기본방향

○ 본 장에서는 버스 차내 안전사고 예방대책을 검토함

○ 버스 차내 안전사고 감소활동을 할 수 있는 주체를 〈그림 5-1〉과 같이 선별한 결과, 정부 및 지자체, 한국교통안전공단, 전국버스연합회 및 시도조합, 버스공제조합, 버스회사, 버스 승무원 등 6대 주체로 나눌 수 있음

○ 각 주체별로 버스 차내 안전사고 감소를 위한 세부 시행방안을 〈표 5-1〉과 같이 마련함



〈그림 5-1〉 버스 차내 안전사고 예방대책 6대 주체

〈표 5-1〉 버스 차내 안전사고 예방대책 주체별 세부 시행방안

구분	세부 시행방안
정부 및 지자체	1. 차내 안전사고 다발업체 관리 2. 경영 및 서비스평가 개선 3. 배차간격 탄력조정 4. 차량첨단안전장치 장착 지원 5. 차량안전장치 관리실태 점검 6. 체험교육 강화 7. 근로여건 개선을 위한 지원 8. 승객 안전 의무사항 법제화
한국교통안전공단	1. 운행기록분석시스템 특성분석 정보 추가제공 2. 체험교육 프로그램 개선
전국버스연합회 및 시도조합	1. 버스 차내안전 시행계획 수립 2. 차내 안전사고 분석 및 예방활동
버스공제조합	1. 차내 안전사고 예방 홍보 및 안전장치 장착 지원 2. 승무원 및 승객 차내안전 교육홍보용 영상물 제작 3. 차내 안전사고에 대한 할인할증 검토
버스회사	1. 차내 안전사고 위험구간 안내방송 2. 위험 운전자 집중관리
버스 승무원	1. 급감속 및 급정지 운전습관 개선 2. 승객 안전 준수사항 안내

제2절 주체별 세부 시행방안

1. 정부 및 지자체

(1) 차내 안전사고 다발업체 관리

1) 실태 및 필요성

○ 본 연구 제2장 제4절의 버스회사별 특성분석에서 대당 차내 사고건수의 버스회사별 평균은 0.7건/대로 나타났기 때문에, 평균을 초과하는 버스회사에 대한 차내 안전사고 예방활동을 강화할 필요가 있음

○ 제3장에서 버스 차내 안전사고 예측모형을 개발한 결과, 계약대수 및 급감속과 급정지 등 3개 변수가 차내 안전사고에 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났는데, 계약대수 및 급감속과 급정지가 많을수록 차내 사고건수가 많았음

- 승객 수요에 따라 계약대수가 늘어나는 것은 어쩔 수가 없지만, 급감속이 1건 증가하면 차내 사고건수는 2.7% 증가하고, 급정지가 1건 증가하면 차내 사고건수는 2.3% 증가하기 때문에, 급감속과 급정지를 줄이는 것이 차내 교통사고 예방에 가장 효과적임

○ 제4장에서 버스 승무원 설문조사 결과, 버스 승무원들은 차내 안전사고의 가장 직접적인 원인을 급정지(30.7%)라고 답함

2) 시행방안

○ 대당 차내 사고건수의 버스회사별 평균은 0.7건/대로, 평균 이상인 버스회사에 대해 관리가 필요함

○ 버스 대당 차내 사고건수에 따라 〈표 5-2〉와 같이 차내 사고위험 버스회사를 A~D등급까지 4개 등급으로 나눔

- A등급 : 대당 차내 사고건수가 평균 0.7건/대 미만으로 '양호'하며, 버스회사수는 232개(56.0%)

- B등급 : 대당 차내 사고건수가 0.7건/대 이상, 1.2건/대 미만으로 '주의'이며, 버스회사수는 113개(27.3%)
- C등급 : 대당 차내 사고건수가 1.2건/대 이상, 1.7건/대 미만으로 '위험'하며, 버스회사수는 47개(11.4%)
- D등급 : 대당 차내 사고건수가 평균 1.7건/대 이상으로 '매우 위험'하며, 버스회사수는 22개(5.3%)

〈표 5-2〉 차내 사고위험 버스회사 등급별 분포

구분	A등급 (양호)	B등급 (주의)	C등급 (위험)	D등급 (매우 위험)
	0.7건/대 미만	0.7건/대 이상 1.2건/대 미만	1.2건/대 이상 1.7건/대 미만	1.7건/대 이상
버스회사	232개 (56.0%)	113개 (27.3%)	47개 (11.4%)	22개 (5.3%)

○ B등급은 관심대상 버스회사, C등급은 관리대상 버스회사, D등급은 집중관리대상 버스회사로 등급별 안전관리대책을 수립

○ 본 연구의 버스 차내 안전사고 예측모형 개발 결과를 활용하여, B~D등급 버스회사에 대해 운행기록계의 급감속 및 급정지 감소 유도

- 경영 및 서비스평가에 반영하거나 인센티브 또는 페널티를 줄 수 있도록 한국교통안전공단, 전국버스연합회 및 시도조합, 버스공제조합, 버스회사와 협력하여 시행방안 모색

(2) 경영 및 서비스평가 개선

1) 실태 및 필요성

○ 경영 및 서비스평가는 〈표 5-3〉과 같이 국토교통부 평가와 준공영제 평가로 나눌 수 있음

- 시내버스의 경우 국토교통부 평가는 모든 시·도에서 매 2년마다 실시하고, 준공영제 평가는 매년 실시함
- 국토교통부 평가는 우수업체 포상 등에, 준공영제 평가는 성과이윤 차등지급에

활용함

〈표 5-3〉 경영 및 서비스평가 체계 비교

구 분	국토교통부 평가	준공영제 평가
평가시기	매 2년 마다	매년
평가범위	전국 대중교통운영자	각 준공영제 시행지역 시내버스 업체
평가활용	・우수업체 포상 ・신규노선 개발 및 노선조정우선권 ・일부 사업 수행 시 재정지원 우선권	・성과이윤 반영

○ 서울특별시 시내버스회사 평가 매뉴얼(2019)을 예로 들어보면, 총점 2,000점으로 본 연구의 버스 차내 안전사고와 관련한 항목으로는 차량사고지수, 차량 피해보상액 지수, DTG 운행기록 업로드 실적, 운수종사자 교육, 배차 정시성, 뒷문자동개폐장치 관리실태 등이 있음

- 사고지수는 차량 1대당 연간 사고지수(200점), 차량 1대당 연간 피해보상액 지수(100점)임
- DTG 운행기록 업로드 실적(20점)은 한국교통안전공단 e-TAS에 업로드하여 분석하면 각 운전자별 운전습관 파악이 가능한 것으로, 총운행시간 대비 운행기록 업로드 운행시간의 비중에 따라 점수를 부여함
- 배차 정시성(150점)은 실제 배차간격과 인가 배차간격의 차이에 따라 점수를 부여함
- 뒷문자동개폐장치 관리실태(20점)를 통해 반기 1회 버스의 10%를 무작위로 선정하여 점검하고 있음

※ 서울특별시 시내버스회사 평가 매뉴얼(2017)에서는 운수종사자 교육(80점) 내에 DTG분석에 따른 위험운전자 비율(30점 한도)이 포함되어 있었으나 2019년 매뉴얼에서는 삭제됨

2) 시행방안

○ 경영 및 서비스평가에 차내 안전사고 항목 신설

○ 경영 및 서비스평가에 운행기록계 관련 점수비중을 현재보다 높여, 버스 회사에서 적극적으로 활용토록 유도하는 것이 바람직

- 앞서 제3장 버스 차내 안전사고 예측모형 개발에서, 차내 안전사고에 유의미한 영향을 미치는 운행기록계 항목의 급감속·급정지에 대한 배점 강화 필요

○ 경영 및 서비스평가에 배차간격 페널티 완화

- 출퇴근 시간대 배차간격에 대해서는 점수 산정에서 제외하거나 완화

※ 배차간격 관련하여 아래 시행방안 참고

(3) 배차간격 탄력조정

1) 실태 및 필요성

○ 제4장에서 버스 승무원 설문조사 결과, 버스 승무원들은 가장 효과적인 교통사고 예방정책으로 탄력적인 배차간격 조정(26.4%)를 뽑았고, 다음으로 승객 주의(22.3%), 휴식시간 확대(19.1%), 안전(체험)교육 확대(12.5%) 등을 선정함

○ 또한 조규석 외(2013)[4]에서 시내버스 운전자를 대상으로 한 설문조사 결과에서도, 급출발·급제동의 주요 이유로 '배차간격을 맞추려고'가 47.3%로 가장 큰 이유를 차지했고, 다음으로 '지정체로 인한 운행지연을 대비해'가 18.0%였음

- 두 가지 이유 모두 버스의 정시성 확보를 위한 행동이 사고위험을 초래할 수 있다는 것을 보여줌

○ 2013년과 2019년 실시한 버스 승무원 대상 설문조사 모두 배차간격의 조정이 차내 안전사고 예방에 가장 필요한 것으로 나타남

2) 시행방안

○ 지자체는 노선특성에 맞는 탄력적인 배차간격 개선을 위한 노력이 필요

4) 조규석, 안종복(2013), 운전자 과실 버스 교통사고 감소방안 연구, 한국운수산업연구원

- 운행소요시간은 도로혼잡, 시간대, 요일, 기상상태, 교통사고 발생 유무에 따라 결정되므로, 이를 감안한 운행시간 산정과 배차간격 조절이 바람직

○ 버스의 정시성 확보를 위해 궁극적으로 간선버스급행체계(Bus Rapid Transit, BRT)를 구축해야 하고, 여의치 않다면 버스전용차로 확대와 함께 버스우선신호체계를 구축할 필요가 있음

(4) 차량첨단안전장치 장착 지원

1) 실태 및 필요성

○ 버스 차내 안전사고는 주변 교통환경의 돌발상황 때문에, 버스가 급감속이나 급정지하며 발생하기 쉬움

○ 차량첨단안전장치는 첨단기술을 통해 장착 차량 또는 다른 차량의 이상 움직임을 감지하여 운전자에게 경고를 하거나, 차량의 움직임을 일부 통제함

- 차로이탈경고장치 (LDWS : Lane Departure Warning System)는 주행 중인 차로의 차선을 인지하여 졸음운전 등 운전자 의지와 무관한 차로 이탈에 대해 경보를 줌
- 비상자동제동장치 (AEBS : Automatic Emergency Braking System)는 주행 차선 전방에 위치한 자동차를 자동으로 감지하여 경고를 주고, 경우에 따라 자동 제동함으로써 충돌을 완화하거나 회피하도록 함
- 전방충돌경고장치 (FCWS : Forward Collision Warning System)는 전방 자동차와의 충돌상황이 예상되는 경우 운전자에게 사전 경고를 해 줌
- 자동차안정성제어장치 (ESC : Electronic Stability Control)는 자동차의 주행 중 각 바퀴의 브레이크 압력과 원동기 출력 등을 자동으로 제어하여 자동차의 자세를 유지시킴으로써 안정된 주행성능을 확보할 수 있도록 함
- 사각지역감지장치 (BSD : Blind Spot Detection)는 자동차의 측·후면 사각지역에 접근하는 자동차에 대한 정보를 운전자에게 제공하는 장치로 충돌 사고를 미연에 방지할 수 있도록 도움을 줌

○ 사고감소효과 : UN 자료에 의하면 EU 27개국에서 차로이탈경고장치(LDWS)로 인한 사망자가 12%(5,500명) 감소하고, 중상자가 30,800명 이상 감소할 것으로 판단함[5)]

○ 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 개정(2017. 1. 9)에 따라 차로이탈경고장치(LDWS)와 비상자동제동장치(AEBS)를 대형 승합자동차 등에 의무적으로 장착토록 함

- 비상자동제동장치(AEBS)는 광역・시외버스를 대상으로 대폐차를 통해 신차로 교체되는 차량의 장착비용(약 500만원) 중 최대 250만원 한도 내에서 50%(국비 25%, 지방비 25%)를 보조하고 있고, 2023년까지 1년에 한해 고속도로 통행료 30% 할인 및 사고위험 감소에 따른 보험료 할인도 받을 수 있음

○ 교통안전법 개정(2017. 1. 17)에 따라 대형버스를 포함한 대형 사업용 차량에 차로이탈경고장치(LDWS) 장착이 의무화됐음

- 장착기한은 2019. 12. 31까지이고, 이후 미장착 차량은 단속 및 과태료가 부과될 예정

- 이에 따라 정부 및 지자체에서는 장착비용(약 50만원) 중 최대 40만원 한도 내에서 80%(국비 40%, 지방비 40%)를 보조하고 있음

2) 시행방안

○ 차량첨단안전장치 장착을 의무화하여 급감속 및 급정지예방

- 이미 장착이 의무화 된 차로이탈경고장치(LDWS), 비상자동제동장치(AEBS) 외에 전방충돌경고장치(FCWS), 자동차안정성제어장치(ESC), 사각지역감지장치(BSD) 등의 장착효과를 검증한 후 의무화 추진

- 교통안전법 또는 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙의 개정을 통한 장착 의무화

○ 정부와 지자체에서 차량첨단안전장치 장착비용을 매칭펀드로 보조

- 장착비용의 50~80%를 정부와 지자체에서 절반씩 부담

5) UN/ECE/WP.29-145-08e

(5) 차량안전장치 관리실태 점검

1) 실태 및 필요성

○ 서울특별시(2019)[6]를 살펴보면, 이용 쾌적성 분야에 뒷문자동개폐장치 관리실태(20점)를 통해 반기 1회 버스의 10%를 무작위로 선정하여 점검하고 있음

- 뒷문자동개폐장치가 불량하여 저상버스의 경우 뒷문 중앙에 손을 넣고 닫았을 때 문이 자동으로 열리지 않거나, 일반버스의 경우 센서가 있는 계단에 발을 높은 상태에서 문이 닫힐 때, 승객의 하차 사고가 발생할 우려가 있음

○ 또한 차내 안전시설 및 장비 관리(20점) 항목에서 소화기 및 비상용 망치에 대한 관리 여부만 점검하고 있음

2) 시행방안

○ 뒷문자동개폐장치 등 차량안전장치의 철저한 유지보수를 위한 상시 점검이 필요

○ 또한 부산광역시(2015)[7]에서와 같이 차량 내외부 관리실태를 통해 차내전도사고 예방을 위한 안내방송장치, 정차신호용 부자스위치, 손잡이대 및 손잡이 파손, 차량 바닥 미끄럼 방지시설 등의 관리상태를 등을 점검할 필요가 있음

- 승객의 하차 사고를 예방하기 위해 뒷문자동개폐장치, 정차신호용 부자스위치의 고장여부를 수시 확인하여 고장 시 즉시 수리해야 함
- 승객의 차내전도 사고 예방을 위해서는 비가 올 때 차량 바닥이 미끄럽기 때문에 차내전도 위험이 높으므로 미끄럼 방지 매트나 미끄럼 방지 테이프를 설치하고, 파손 시 바로 수리하도록 함. 또한 승객에게 정류장 설명 및 차내 안전한 이동을 위한 안내방송장치도 점검이 필요하고, 손잡이대 또는 손잡이 파손 시 승객이 이동하는 동안 사고가 발생할 수 있기 때문에 상시 수리가 필요

6) 서울특별시(2019), 2019년 서울시 시내버스회사 평가 매뉴얼

7) 부산광역시(2015), 2015년 시내버스 경영 및 서비스 평가

(6) 체험교육 강화

1) 실태 및 필요성

○ 한국교통안전공단(2015)[8] 자료는 체험교육 이수 전·후 교육효과 분석을 통해 체험교육생 교육전후 교통사고율 변화, 안전지수 변화를 비교함

- 버스 교육생의 교통사고 건수는 46% 감소, 사망자는 48% 감소, 중상자는 55% 감소, 경상자는 35% 감소함
- 또한 버스 교육생의 벌점이 46% 감소, 사회적 비용(물리적 비용+심리적 비용)은 53% 감소함

○ 한국교통안전공단(2014)[9]에 따르면 독일, 프랑스, 오스트리아, 일본 등지에서 체험교육장을 운영하고 있으며, 교통사고 감소효과는 프랑스에서 30~50%, 오스트리아에서 35%, 일본에서 40%에 이름

○ 서울특별시b(2017)[10]에 의하면 서울시는 관내 시내버스 운전자를 대상으로 친환경·경제운전 체험교육을 2010년부터 2016년까지 실시한 결과 19,000여명이 교육을 완료함

- 지방비 : 교육비에 대한 연 1억 2천만원 예산 배정, 2015년부터는 교육비 인상으로 연간 2,000명씩 교육
- 국비 : 식비, 교통비, 교육비 일부로 2015년 1억 2천만 원 지원 (2016년 이후 국비 예산확보 어려움)
- 교통사고 감소효과 : 교통사고 건수 45% 감소, 부상(중상)자수 40% 감소 (2014년 교육생 대상, 1년 분석결과)
- 평균연비 27% 개선, CO_2 배출량 21% 개선 (2015년 교육생 대상)

8) 한국교통안전공단(2015), 보도자료 「안전운전 체험교육 받고나니 교통사고 절반으로 뚝」, 2015. 3. 10, p. 4

9) 한국교통안전공단(2014), 보도자료 「교통안전 체험교육, 교통선진국 진입 앞당긴다」, 2014. 8. 29, p. 7.

10) 서울특별시b(2017), 2016년 친환경 경제운전 체험교육 추진계획 및 결과보고

○ 전국버스공제조합은 한국교통안전공단과 함께 조합원사 승무원에 대한 개별 교통사고 유발요인 제거와 사업용 버스 운전자로서의 안전의식을 확립하고자 〈표 5-4〉와 같이 매년 약 1억 7천만원의 체험교육을 지원

- 교육대상 : 조합원사 신규사원, 추천 승무원, 안전관리자 등
- 교육인원 : 시도별 안분하여 연 1,400명 내외
- 교육과정 : 버스기본과정(1일/8시간)
- 지원사항 : 교육비, 중식비, 교통편

〈표 5-4〉 전국버스공제조합 체험교육 지원현황

구 분	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년 (6월말기준)
인원(명)	1,414	1,451	1,451	1,410	607
비용(천원)	172,107	177,715	175,188	173,310	75,247

자료 : 전국버스공제조합 내부자료

2) 시행방안

○ 정기적인 체험교육을 통해 바른 운전자세를 지속적으로 관리하도록 함

- 버스회사 자체에서 비용을 전액 부담하여 체험교육을 지속하기에는 한계가 있음

○ 서울시 등 일부 지자체와 전국버스공제조합에서는 교통사고 감소를 위해 버스 승무원의 체험교육을 장려하고 지원하고 있으나 충분하지 않음

○ 그러므로 다른 지자체 및 유관기관에서도 관내 버스 승무원에 대한 체험교육 지원이 필요하고, 중앙정부에서도 매칭펀드 형태로 체험교육비 지원을 확대하는 것이 바람직함

(7) 근로여건 개선을 위한 지원

1) 실태 및 필요성

○ 버스 업종간, 지역간 승무원 근로여건의 편차가 크기 때문에, 근로여건이 열악한 승무원은 운전습관에 악영향을 미쳐 교통사고로 이어질 수 있음

○ 박원일(2019)[11]은 버스 운전자의 근로여건이 인적요인으로서 버스 교통사고에 얼마만큼 영향을 미치는지 교통사고 예측모형을 통해 알아본 결과, 대당운전자수와 월급여 등이 버스 교통사고에 유의미한 영향을 미치는 변수로 선정됨

- 1일2교대, 격일제 같은 근무형태와 월근로시간도 대당운전자수와 높은 상관관계를 가지므로, 어느 정도 버스 교통사고에 영향을 미칠 것으로 판단함
- 버스회사 안전등급에 적용된 버스 교통사고를 분석한 결과, 민영제 중 안전등급이 D로 가장 나쁜 등급에 해당하는 버스회사들의 차내전도 사고 비중이 41.4%로, 준공영제(35.6%)와 민영제(36.4%)의 차내전도 비중에 비해 높았음

○ 경찰청 통계를 참고하여 버스 100대당 교통사고에 대해 준공영제와 민영제를 〈표 5-5〉와 같이 비교한 결과, 준공영제 지역은 민영제에 비해 발생건수는 11.9%p, 사망자수는 22.7%p, 부상자수는 15.5%p 더 감소하는 성과가 있었음

〈표 5-5〉 버스 100대당 교통사고 준공영제 및 민영제 추이 비교

구 분	2003년			2017년			증감률		
	발생건수(건/100대)	사망자수(명/100대)	부상자수(명/100대)	발생건수(건/100대)	사망자수(명/100대)	부상자수(명/100대)	발생건수(%)	사망자수(%)	부상자수(%)
준공영제	30.2	0.56	47.9	14.5	0.16	20.2	-52.0	-71.6	-57.9
민영제	24.4	0.63	39.4	14.6	0.32	22.7	-40.1	-48.9	-42.4

자료 1 : 경찰청, 교통사고 통계, 각 연도
2 : 전국버스연합회, 버스통계편람, 각 연도

11) 박원일(2019), 운전자 근로여건을 고려한 버스 교통사고 예측모형 개발 연구, 아주대학교 박사학위 논문

○ 노선버스가 근로시간 특례업종에서 제외되어, 버스 승무원들은 2018년 7월 1일부터 주 최대 68시간, 2019년 7월 1일부터 주 최대 52시간 근무가 불가피함

- 2019년 9월 30일까지 3개월 동안 처벌이 유예됐지만, 주 52시간을 충족하는 준공영제(6개 특광역시 및 제주도)를 제외한 민영제 지역에서 버스 승무원 수급 및 처우 개선에 어려움을 겪고 있음

○ 버스 승무원의 휴식시간 보장을 '여객자동차 운수사업법 시행규칙' 제44조의6(운수종사자의 휴식시간 보장)에서 명시

- 시내버스 운전자 등은 1회 운행(기점부터 종점까지) 종료 후 10분 이상 휴식시간 보장, 운행시간이 2시간 이상인 경우 15분 이상, 4시간 이상인 경우 30분 이상의 휴식시간 보장
- 노선버스 운전자는 출근 후 첫 운행 시작 시간이 이전 퇴근 전 마지막 운행 종료 시간으로부터 8시간(광역급행형 및 직행좌석형 시내버스 운전자의 경우는 10시간) 이상 보장

○ 여객자동차 운수사업법 시행규칙 개정에 따른 휴식시간 보장에도 불구하고 버스 승무원들은 휴식시간 확대 필요의견 제시

- 제4장 버스 승무원 설문조사 결과, 응답자들은 가장 효과적인 교통사고 예방대책 중 탄력적인 배차간격 조정이 26.4%(167건)로 가장 높았고, 다음으로 승객 주의 요망(22.3%), 휴식시간 확대는 19.1%로 3번째로 많았음

2) 시행방안

○ 버스 승무원 근로시간 단축 및 휴식시간 확대 등 근로여건 개선을 위한 지원

- 근로시간 단축 및 휴식시간 확대 등에 사용되는 비용을 보전

○ 근로여건 개선을 위해서는 일부 지역에서만 시행하고 있는 준공영제를 전국으로 확대 시행한다면, 전체 버스 승무원에 대한 근로시간 단축 및 휴식시간 확대, 그리고 지역 간 편차가 큰 인건비의 상향 평준화가 이루어질 수 있음

(8) 승객 안전 의무사항 법제화

1) 실태 및 필요성

○ 본 연구의 제4장 버스 승무원 설문조사 결과, 응답자들은 가장 효과적인 교통사고 예방정책에 탄력적인 배차간격 조정(26.4%) 다음으로 승객 주의 요망(22.3%)을 뽑았음

- 승객이 버스 차내에서 주의를 소홀히 할 때 사고위험이 높다는 방증임

○ 경기도의회에서 2019년 6월 '경기도 여객자동차 운수사업 관리 조례' 일부 개정 조례안을 입법예고했으나 현실성 부족으로 철회함

- 버스가 정차하기 전 좌석을 이동하는 승객에게 3만원의 과태료를 부과하는 내용
- 위의 조례 개정안이 과태료에 대한 여론 악화로 철회되었지만, 승객의 주의 의무에 대한 필요성에 대해 국가기관에서도 공감하고 있음

○ (사례) 버스 승객의 준수 사항, 승객들이 의무를 지키도록 안내하기 위한 버스 승무원 준수사항을 법령 및 조례로 정하고 있음

- 아래 표 '여객자동차 운수사업법 시행규칙' 제44조 관련 별표4에서는 2. 운수종사자의 준수사항을 통해 운수종사자에게 안전운행과 다른 승객의 편의를 위해 위험행동 승객을 제지하고 필요한 사항을 안내토록 하고 있음. 이 중 4)에서 전세버스만을 대상으로 차내에서 안전띠를 착용하지 않고 좌석을 돌아다니는 행위에 대해서 버스 승무원의 제지 및 안내 준수사항 포함
- 국회에서 2019년 3월 11일(이용호 의원 등 20인) 여객자동차 운수사업법 일부개정법률안 입법발의 내용 중, 제27조의2(여객의 준수 사항)에서 '여객은 운행에 지장을 주거나 다른 여객에게 불편을 끼치지 않도록 자동차 안에서 몹시 거친 말이나 행동으로 주위를 시끄럽게 하여서는 아니 된다.'는 항목 신설 제안
- 서울특별시는 '서울특별시 시내버스 재정지원 및 안전 운행기준에 관한 조례'에서 제11조 안전운행 방안을 마련하고 있고, 제6항에 따라 시내버스 운전자는 여객의 안전을 위해하거나 여객에게 피해를 줄 것으로 판단하는 경우 음식물이 담긴 일회용 포장 컵 또는 그 밖의 불결·악취 물품 등의 운송을 거부할 수 있음

※ 여객자동차 운수사업법 시행규칙

별표4 운송사업자 및 운수종사자의 준수사항 (제44조 관련)

1. 운송사업자의 준수사항 (생략)

2. 운수종사자의 준수사항

가.~라. (생략)

마. 여객이 다음 행위를 할 때에는 안전운행과 다른 여객의 편의를 위하여 이를 제지하고 필요한 사항을 안내해야 한다.

1) 다른 여객에게 위해(危害)를 끼칠 우려가 있는 폭발성 물질, 인화성 물질 등의 위험물을 자동차 안으로 가지고 들어오는 행위

2) 다른 여객에게 위해를 끼치거나 불쾌감을 줄 우려가 있는 동물(장애인 보조견 및 전용 운반상자에 넣은 애완동물은 제외한다)을 자동차 안으로 데리고 들어오는 행위

3) 자동차의 출입구 또는 통로를 막을 우려가 있는 물품을 자동차 안으로 가지고 들어오는 행위

4) 운행 중인 전세버스운송사업용 자동차 안에서 안전띠를 착용하지 않고 좌석을 이탈하여 돌아다니는 행위

5) 운행 중인 전세버스운송사업용 자동차 안에서 가요반주기·스피커·조명시설 등을 이용하여 안전 운전에 현저히 장해가 될 정도로 춤과 노래를 하는 등 소란스럽게 하는 행위

바.~하. (생략)

2) 시행방안

○ 과태료 조항이 없는 선언적인 의미로라도 '버스가 정차하기 전 차내를 이동하지 않도록 승객에게 안내하는 운수종사자의 준수사항'을 여객자동차 운수사업법 시행규칙 또는 각 시·도 버스 관련 조례에서 법제화토록 함

- '여객자동차 운수사업법 시행규칙' 제44조 관련 별표4에서 2.운수종사자의 준수사항 중 마. 여객(승객)이 하지 말아야 할 행위에 '자동차가 정차하기 전 운행 중에 자동차 안에서 자리를 이탈하여 돌아다니는 행위'를 포함토록 함

○ 이를 통해 승객들이 버스가 정차하기 전 운행 중에 차내에서 이동하지 않고 주의를 기울일 수 있는 문화를 조성할 수 있음

2. 한국교통안전공단

(1) 운행기록분석시스템(eTAS) 특성분석 정보 추가제공

1) 실태 및 필요성

○ 버스회사에서 업로드한 운행기록자료는 한국교통안전공단 운행기록분석 시스템에서 결과를 조회할 수 있음

○ 버스회사는 운행기록 분석결과 및 위험운전행동 통계 등의 내용을 자동차별, 운전자별, 노선별로 확인이 가능하고, GIS분석 등 지도기반의 분석 내용도 제공됨

2) 시행방안

○ 버스 차내 안전사고 예방을 위해 급감속, 급정지 다발 버스회사 및 버스 승무원에 대한 차내 안전사고 중점관리 및 계도

- 급감속, 급정지 등 차내 안전사고 관련 운행기록분석시스템 특성분석 결과 추가 제공
  (일간, 주간, 월간, 분기, 반기, 연간)

(2) 체험교육 프로그램 개선

1) 실태 및 필요성

○ 박원일(2015)의 체험교육에 대한 시내버스 승무원 설문조사 결과, 효과가 있다(49.5%), 보통(24.6%), 효과가 없다(9.5%)로 나타나 대체적으로 체험교육에 만족하고 있음

- 체험교육의 효과로 안전한 마음가짐이 40.6%로 가장 높고, 운전기술 습득, 자동차특성 이해, 사고원인 이해가 각각 17~18%를 차지함

○ 신규 체험교육생들은 호기심을 가지고 체험교육에 적극적으로 참여하고 있으나, 다수 참석했던 기존 교육생들은 이전과 같은 내용이 반복되어 체

험교육에 흥미를 잃는 경우가 있음

2) 시행방안

○ 버스 승무원 체험교육 시 차내 안전사고 예방을 위한 교육내용 및 교육시간 확대 배정

○ 기존 교육생들의 흥미를 위해 교육과정을 다변화할 필요가 있음
- 차내 승객 승하차 시 발생 가능한 위험요소
- 차내 전도사고 발생 가능한 위험요소
- 차내 안전사고 예방을 위한 버스 승무원 운전습관 및 운행요령

3. 전국버스연합회 및 시도조합

(1) 버스 차내안전 시행계획 수립

1) 실태 및 필요성

○ 버스 교통사고 감소를 위해서는 업계 주도의 실효성 있는 안전대책의 체계적인 계획 수립 및 시행이 필요함

2) 시행방안

○ 차내 안전사고 예방을 위해서는 장기적(5개년)이고 포괄적인 버스교통안전 기본계획을 수립하고, 그 안에서 부문별, 시도별, 연차별로 교통사고 감소 목표치 설정 필요
- 부문별 예방대책 중 차내 안전사고 감소방안 수립

○ 이를 바탕으로 매년 차내 안전사고 예방대책의 시행방안을 검토하고, 전년도 실적을 평가

(2) 차내 안전사고 분석 및 예방활동

1) 실태 및 필요성

○ 전국버스연합회는 전국 시도조합과 조합원사에 대한 버스공제조합의 버스 교통사고 자료와 한국교통안전공단의 운행기록분석시스템 자료 등의 지속적인 활용이 가능

○ 교통사고 및 운행기록 자료를 활용하여 차내 안전사고 예방대책 수립 가능

2) 시행방안

○ 조합원사에 대한 교통사고와 운행기록 자료를 활용하여 통계분석 및 교통사고 예측모형 개발

- 통계분석 및 예측모형 개발 결과를 바탕으로 차내 안전사고 예방대책을 수립하여 시도조합, 지자체 등에 제공

○ 시도조합은 전국버스연합회로부터 받은 특성분석 결과 및 예방대책을 각 조합원사(버스회사)에서 활용할 수 있도록 조치

○ 전국 및 시도별로 차내 안전사고에 영향을 주는 위험운전 행동요인 정보 제공

- 사고예측 모형 개발 및 활용
- 버스회사별 차내 안전등급 개발 및 활용

4. 버스공제조합

(1) 차내 안전사고 예방 홍보 및 안전장치 장착 지원

1) 실태 및 필요성

○ 전국버스공제조합에서는 매년 버스 안전을 위한 홍보활동을 지속적으로 추진하고 있음

- 스티커 : 차내 안전사고 예방 스티커 부착 및 안전표어 공모 시상 사업
- 논슬립테이프 : 운행 중 차내 전도사고 예방 목적 지원
- 입식 안전손잡이봉 : 운행 중 차내 전도사고 예방 목적 지원
- 캠페인 : 명절맞이 특별 캠페인(터미널, 휴게소 등), 행락철 졸음운전 예방 고속도로 휴게소 캠페인, 시도별 교통취약 지점 및 주요 대중교통 이용 지점 캠페인
- 후부반사지 : 후미추돌 방지 목적 제작지원(매년)
- 뒷좌석 촬영용 CCTV : 기존 CCTV 사각지대 해소를 위해 실내 중앙에 추가설치 지원
- 버스 보조미러 : 차로변경, 후진 시 사각지대해소 목적 지원 등

2) 시행방안

○ 버스 차내 안전사고가 봄과 가을에 많이 발생하기 때문에 해당 계절에 차내 안전 관련 홍보를 강화

○ 차내 안전사고 예방을 위한 차량 내외 부착 스티커 및 광고판 제작 및 배부

- 버스 승무원의 급감속, 급정지 감소를 위한 차량 내외 스티커
- 버스 주행 중 승객의 차내 이동 방지를 위한 차량 내외 스티커 및 광고판

(2) 승무원 및 승객 차내안전 교육홍보용 영상물 제작

1) 실태 및 필요성

○ 승무원 안전운전 교육용 영상물 제작(2017년)

- 사고유형별 사례 및 원인분석, 구체적 안전운행 요령 제시를 통해 승무원의 경각심을 일깨우고자 제작 및 배포
- 시내버스, 시외버스편 및 사고유형별 분류, 승무원 교육 시 활용하였음
- 교통약자 승하차, 뒷문 승차, 개문발차, 문끼임 등 사고사례 및 예방법

○ 승객 홍보영상(경기지부)

- 버스 차내 스크린을 이용해 차내 안전사고 예방, 버스 이용에티켓, 차량 탑승하차 시 안전, 돌발 상황 대처 등 버스 교통안전 관련 애니메이션을 제작하여 상영

2) 시행방안

○ 승무원 차내안전 교육용 영상물 제작

- 차내전도, 승하차 사고에 대한 더 다양한 사례분석 및 예방법 관련 영상물을 지속 개발하여, 승무원이 쉽고 편리하게 볼 수 있도록 소셜 네트워크나 애플리케이션(앱)을 활용

○ 승객 차내안전 교육 및 홍보용 영상물 제작

- 승객을 위한 버스 차내안전 관련 애니메이션을 제작하여 버스 차내 스크린, 소셜 네트워크, 유튜브 등에서 교육 및 홍보

(3) 차내 안전사고에 대한 할인할증 검토

1) 실태 및 필요성

○ 버스 교통사고에서 차내 안전사고의 비중이 42.6%로, 이에 지출되는 지급공제금도 전체의 절반 가까이 차지함

○ 전국버스공제조합의 자본이 2009년 1,391억원에서 2018년 567억원으로 절반 이상인 824억원이 줄어드는 등 경영수지 악화 지속

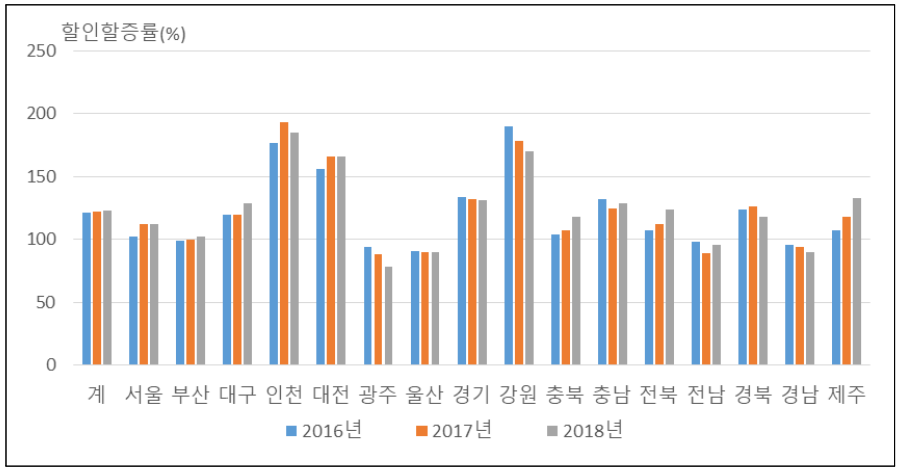
- 지난 10년 간 전국 16개 공제지부 중 서울, 인천지부를 제외한 14개 공제지부의 자본이 줄어듦

- 경영수지 악화는 대인1, 대인2, 대물 중 대인2의 당기순이익의 감소가 가장 큰 원인으로 지목됨

※ 용어해설
- 대인1 : 자동차손해배상보장법에서 의무적으로 가입토록 규정한 대인 책임보험
- 대인2 : 자동차손해배상보장법의 보상한도액을 초과하는 대인 부분 보상
- 대물 : 남의 재물을 손상케 했을 경우 손해액 보상

○ 지난 3년간 버스공제조합의 각 지부별 대인2 할인할증률 추이를 〈그림 5-2〉와 같이 살펴보면, 광주, 울산, 전남, 경남 등 4개 시도는 할인할증률이 100% 미만으로 할인이 적용되고 있고, 나머지 12개 시도도 할증이 되고 있긴 하지만 할증률이 크지 않음

- 이에 매년 분담금 수입보다 공제금 지출 규모가 더 큼



자료 : 버스공제조합(각 연도)

〈그림 5-2〉 공제지부별 대인2 할인할증률 추이

2) 시행방안

○ 차내 안전사고 예방 및 경영수지 개선을 위해서는 할인할증의 합리적인 검토가 바람직함

○ 이를 위해서 대인2의 많은 비중을 차지하고 있는 차내 안전사고에 대한 할증률 인상을 검토

- 버스회사는 공제금이 할증되면 부담이 증가하기 때문에 가능한 사고감소를 위한 자체적인 노력을 할 것으로 예상됨

5. 버스회사

(1) 차내 안전사고 위험구간 안내방송

1) 실태 및 필요성

○ 버스회사에서는 운행기록자료를 이용하여 한국교통안전공단의 운행기록분석시스템의 GIS분석을 통한 지도기반의 분석 내용을 확인할 수 있음

- 각 노선별 운행궤적분석, 실시간 위치관제, 사고지점 중첩분석, 주제도 등 확인 가능

2) 시행방안

○ 노선별 위험구간, 사고다발지점에서 버스 승무원과 승객이 더욱 주의할 수 있도록, 해당 구간 및 지점 진입 시 자동으로 음성 안내

(2) 위험 운전자 집중관리

1) 실태 및 필요성

○ 결과물의 80%는 조직의 20%에 의해 생산된다는 파레토 법칙에 근거하여, 전체 운전자 중 교통사고 다발 운전자에 대한 집중관리가 필요

2) 시행방안

○ 운행기록분석시스템 분석결과 급감속 및 급정지 건수 상위 20% 운전자에 대한 집중관리 및 페널티 검토

- 또한 급감속 및 급정지 건수 하위 20% 운전자에 대한 인센티브 검토

6. 버스 승무원

(1) 급감속 및 급정지 운전습관 개선

1) 실태 및 필요성

○ 차내전도 사고 : 급감속, 급정지 등 '급'이 붙는 운전은 승객에게 순간적인 충격을 주게 되고, 특히 입석승객에게는 그 충격이 더 커 전도사고로 이어질 가능성이 매우 높음

○ 승하차 사고 : 정류장에서는 승객 승하차 시 개문발차, 문끼임 사고위험이 높고, 일부 승객들이 급하게 앞문으로 하차하고, 뒷문으로 승차하는 경우 주의 필요

○ 또한 이외에도 다양한 외부요인이 승객의 차내 안전을 위협할 수 있지만, 버스 승무원이 얼마나 잘 대처하느냐에 따라 위험을 최소화할 수 있음

2) 시행방안

○ 차내전도 사고 예방

- 승객이 탑승 후 좌석에 앉거나, 특히 입석승객의 안전을 위해 출발 또는 정차할 때에는 여유를 가지고 천천히 가감속하는 습관을 몸에 익힘
- 돌발상황으로 인한 급정차는 미리 승객에게 알리는 것이 어렵지만 최대한 안전운전과 방어운전을 통해 급감속, 급정지하는 상황을 만들지 않도록 주의

○ 승하차 사고 예방

- 승객의 승하차를 확인한 후 2~3초 정도 시간을 기다린 후 문을 닫도록 함
- 개문발차(문이 열린 상태에서 출발하는 것)는 중대사고에 속하고, 승객이 크게 다칠 수 있기 때문에 반드시 문이 닫힌 후 출발토록 함

○ 교통약자 승하차 및 입석인 상태에서 주행 시 더욱 주의하여 감속 운행할 필요가 있음

- 고령자, 어린이, 휠체어 이용자, 유모차 이용자, 시각장애인과 같은 교통약자에

대한 배려운전

○ 버스 승무원 운전습관의 올바른 교정이 가장 중요

- 급감속, 급정지, 급가속, 급출발, 급회전 등을 가급적 지양하고, 습관적인 위험 운전행동이 발생하면 자의적으로 정밀진단 및 체험교육을 신청하여 교정

(2) 승객 안전 준수사항 안내

1) 실태 및 필요성

○ 버스 승객들은 여전히 버스정류장에 도착하기도 전에 버스 운행중 차내에서 이동하는 것이 익숙해져 있음

○ 본 연구의 제4장 버스 승무원 설문조사 결과, 응답자들은 가장 효과적인 교통사고 예방정책으로 탄력적인 배차간격 조정이 26.4%(167건)로 가장 높았고, 승객 주의 요망(22.3%)이 두 번째로 높았음

- 그만큼 버스 안에서 '승객의 주의'가 중요한 차내사고 예방대책이 될 수 있음

2) 시행방안

○ 정류장에 도착하기 전에 하차벨만 누르고, 도착하여 버스가 정차하면 자리에서 일어나 하차문으로 이동하여 하차하는 것이 자연스러워지도록 지속적으로 홍보하고 알리는 것이 필요

○ 버스 승무원이 버튼을 누르면 안내음성이 나오도록 장치 개발

- 주행중 승객이 자리에서 일어나면, 즉시 자리에 앉도록 "내리고자 하시는 분은 하차벨을 누르고 정류장에 도착할 때까지 자리에 앉아계시기 바랍니다."와 같은 음성 안내
- 정류장 등에서 승객의 확실한 안전을 위해서는 "출발합니다", "정차합니다" 등과 같은 음성 안내
- 급커브 길에서는 회전하기 전에 속도를 줄이면서 "좌회전, 우회전 합니다"와 같은 음성 안내

참고문헌

1. 경찰청 · 도로교통공단(각 연도), 교통사고 통계
2. 부산광역시(2015), 2015년 시내버스 경영 및 서비스 평가
3. 서울특별시(2019), 2019년 서울시 시내버스회사 평가 매뉴얼
4. 서울특별시a(2017), 2017년 서울시 시내버스회사 평가 매뉴얼
5. 서울특별시b(2017), 2016년 친환경 경제운전 체험교육 추진계획 및 결과 보고
6. 전국버스공제조합(각 연도), 버스 교통사고 통계 DB
7. 한국교통안전공단(2018), 2017 자동차주행거리통계
8. 한국교통안전공단(2016~2018), 운행기록분석시스템 분석자료
9. 한국교통안전공단(2015), 보도자료 「안전운전 체험교육 받고나니 교통사고 절반으로 뚝」, 2015. 3. 10, p. 4
10. 한국교통안전공단(2014), 보도자료 「교통안전 체험교육, 교통선진국 진입 앞당긴다」, 2014. 8. 29, p. 7.
11. 한국교통안전공단(2013), 운행기록분석시스템 사용자설명서
12. 김정열(2015), 디지털 운행기록에 근거한 시내버스 운전자의 사고발생 예측모형 개발, 명지대학교 박사학위 논문
13. 류종득(2018), 딥 러닝을 이용한 고속도로 교통사고 예측모델 개발, 아주대학교 박사학위 논문
14. 박원일(2019), 운전자 근로여건을 고려한 버스 교통사고 예측모형 개발 연구, 아주대학교 박사학위 논문

15. 박원일, 김경현, 박상민, 박성호, 윤일수(2018), 서비스 평가 자료를 활용한 시내버스 업체 교통사고 모형 개발 (부산시 사례를 중심으로), 한국도로학회 논문집, 제20권, 제6호, pp. 169-177.

16. 박원일(2015), 버스 교통사고 특성을 고려한 안전대책 연구 (시설・운행・교육요소를 중심으로), 한국운수산업연구원

17. 이용구, 김삼용(2011), 통계학의 이해, 제6판, 율곡출판사

18. 조규석, 안종복(2013), 운전자 과실 버스 교통사고 감소방안 연구, 한국운수산업연구원

19. 최윤환(2012), 고속도로 연결로 구간의 사고예측계수(AMF) 개발 및 활용방안 연구, 아주대학교 박사학위 논문

20. Cox, D. R.(1983), Some remarks on Overdispersion, Biometrika, Vol. 70, pp. 497-505.

21. Gurmu, S.(1991), Tests for Detecting Overdispersion in the Positive Poisson Regression Model, Journal of Business and Economic Statistics, Vol. 9, pp. 215-222.

22. UN/ECE/WP.29-145-08e

부 록

【버스 승무원 설문조사】

안녕하십니까?

금번 한국운수산업연구원에서는 승객의 안전을 도모하여 버스 차내 안전사고를 감소시키기 위한 방안을 모색하고자, 귀하의 소중한 의견을 듣고자 합니다.

귀하가 설문에 응답해 주신 내용은 통계법 제33조 및 제34조에 의해 비밀이 철저하게 보장되고 통계적인 분석에만 사용될 것입니다. 고맙습니다.

2019년 6월

한국운수산업연구원

☎ 02-3474-6888 / 9777

Ⅰ. 버스 차내 안전사고와 관련하여 묻겠습니다.

1-1. 귀하는 차내 안전사고 경험이 있으십니까?

① 있다. ② 없다.

1-2. 귀하께서 경험하거나 경험할뻔한 차내 안전사고의 가장 직접적인 원인은 무엇입니까? (복수 선택 가능)

① 급출발 ② 급제동 ③ 급회전 ④ 급차로변경

⑤ 승객 부주의 ⑥ 다른 차량으로 인한 사고 ⑦ 기타 (직접기술)_____

1-3. 차내 안전사고 발생 또는 위험순간에 누구의 책임이 가장 컸습니까?

① 본인 ② 다른 차량 운전자 ③ 승객

1-4. 차내 안전사고 발생 시 귀하에 대한 회사의 징계처분 내용은 무엇입니까? (복수 선택 가능)

① 안전교육 ② 경고 ③ 감봉
④ 강제퇴사 ⑤ 기타 (직접기술)_____

1-5. 차내 안전사고 예방을 위해 가장 효과적인 정책은 무엇이라고 생각하십니까? (복수 선택 가능)

① 근로시간 52시간 단축 ② 휴식시간 확대 ③ 안전(체험)교육 확대
④ 징계 확대 ⑤ 인센티브 확대 ⑥ 탄력적인 배차간격 조정
⑦ 첨단차량안전장치 장착 ⑧ 승객 주의요망 ⑨ 버스 공제(보험료) 할증
⑩ 기타 (직접기술)_____

Ⅱ. 일반사항

2-1. 귀하의 성별은 무엇입니까? ① 남성 ② 여성

2-2. 귀하의 연령을 기입해 주십시오. 만 _____세

2-3. 귀하의 버스 운전경력은 몇 년 입니까? _____년

※ 설문에 응해주셔서 대단히 감사합니다.

저자약력

박 원 일

한국운수산업연구원 책임연구원

아주대학교 (교통공학 박사)

기본연구 19-1

버스 차내 안전사고 감소방안 연구

2019년 8월 일 초판인쇄

2019년 8월 일 초판발행

발행인 : 김 기 성

발행처 : 한국운수산업연구원

06703 서울특별시 서초구 방배로 35 전국버스회관 4층

Tel : (02)3474-6888, 9777 Fax : (02)3474-1331

인쇄처 : 호정씨앤피